



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115850329 A

(43) 申请公布日 2023. 03. 28

(21) 申请号 202211130747.X

(22) 申请日 2022.09.16

(71) 申请人 东莞市均成高新材料有限公司

地址 523080 广东省东莞市南城街道白马
黄金路正兴大厦396号2楼202

(72) 发明人 施继成 成国宇 张力学 周发斌

(51) Int. Cl.

C07F 9/50 (2006.01)

C07F 9/6568 (2006.01)

C07F 9/6571 (2006.01)

B01J 31/24 (2006.01)

C07C 67/343 (2006.01)

C07C 69/76 (2006.01)

C07D 295/033 (2006.01)

权利要求书20页 说明书48页

(54) 发明名称

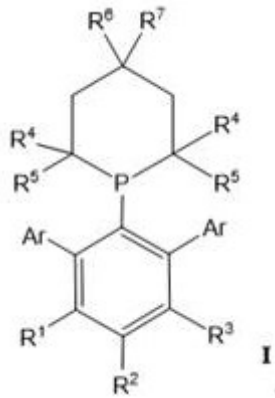
环三联芳膦、它们的制备方法及应用

(57) 摘要

本发明提供具有通式I的环三联芳膦配体，和它们的制备方法；本发明还描述了环三联芳膦配位的钪络合物；环三联芳膦配体与钪盐或络合物组成的催化体系、以及它们的钪络合物在催化有机反应中的用途亦是本发明的一部分，特别是在催化涉及(拟)卤代芳烃为底物的偶联反应中



1. 本发明提供具有通式I的环三联芳磷配体:



其中

Ar 选自 (C6-C20) 芳基,其可以有选自带有F、Cl、Br、O、N、和Si原子的 (C1-C6) 烷基、(C3-C6) 环烷基、-O (C1-C6) 烷氧基、-N (C1-C6)₂二烷基氨基或 (C7-C20) 芳甲基取代基;

R¹、R²和R³各自独立选自H、(C1-C6) 烷基、-O (C1-C6) 烷氧基或-N (C1-C6)₂二烷基氨基;

R⁴和R⁵各自独立地选自H、(C1-C10) 烷基、(C3-C10) 环烷基、(C4-C10) 杂环烷基、(C6-C20) 芳基、(C4-C20) 杂芳基或-CH₂ (C6-C10) 芳甲基,这里的 (C4-C10) 杂环烷基和 (C4-C20) 杂芳基中的杂指的是带有1个或2个N、O或S原子的环状基,这里的 (C1-C10) 烷基、(C3-C10) 环烷基、(C6-C20) 芳基、或-CH₂ (C6-C10) 芳甲基还可以带有F、Cl、Br、O、N、和Si的取代基,R⁴和R⁵还可以连接起来和与它们连接的碳原子合起来成五元环或六元环;

R⁶和R⁷各自独立地选自H、OH、NH₂、(C1-C6) 烷基、(C3-C6) 环烷基、(C6-C20) 芳基或-O (C1-C6) 烷氧基,当R⁶和R⁷都为烷氧基时,它们还可以连接起来进一步组合形成1,4-二氧杂丁烷二-1,4-基、1,5-二氧杂戊烷二-1,5-基。

2. 根据权利要求1,Ar可以进一步选自以下基团,但不意味着受限于以下基团:苯基、4-甲基苯基、4-甲氧基苯基、4-异丙基苯基、4-叔丁基苯基、4-(二甲氨基)苯基、4-氟苯基、4-三氟甲基苯基、2-甲基苯基、2-异丙基苯基、2-异丙氧基苯基、2-三氟甲基苯基、2-甲氧基苯基、2-(二甲氨基)苯基、2-苯基苯基、2,6-二甲基苯基、2,6-二异丙基苯基、2,6-二仲丁基苯基、2,6-双(3-戊基)苯基、2,6-二甲氧基苯基、2,6-二异丙氧基苯基、2,6-双(二甲氨基)苯基、2-甲氧基-6-(二甲氨基)苯基、3,5-二甲基苯基、3,5-二异丙基苯基、3,5-二叔丁基苯基、3,5-双三氟甲基苯基、2,4,6-三甲基苯基、2,4,6-三甲氧基苯基、2,4,6-三异丙基苯基、2,4,6-三异丙氧基苯基、2,3,5,6-四甲基苯基、2,3,4,5,6-五甲基苯基、萘-1-基、萘-2-基、2-甲氧基萘-1-基、蒽-9-基、4-苯基-苯基、4-苯基-2,6-二甲氧基-苯基、4-苯基-2,6-二异丙氧基-苯基、4-苯基-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-苯基-2,6-二甲基-苯基、4-苯基-2,6-二异丙基-苯基、4-(2-甲氧基苯基)-2,6-二甲氧基-苯基、4-(2-甲氧基苯基)-2,6-二异丙氧基-苯基、4-(2-甲氧基苯基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(2-甲氧基苯基)-2,6-二甲基-苯基、4-(2-甲氧基苯基)-2,6-二异丙基-苯基、4-(2-甲基苯基)-2,6-二甲氧基-苯基、4-(2-甲基苯基)-2,6-二异丙氧基-苯基、4-(2-甲基苯基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(2-甲基苯基)-2,6-二甲基-苯基、4-(2-甲基苯基)-2,6-二异丙基-苯基、4-(2,6-二甲氧基苯基)-2,6-二甲氧基-苯基、4-(2,6-二甲氧基苯基)-2,6-二异丙氧基-苯基、4-(2,6-二甲氧基苯基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(2,6-二甲氧基苯基)-2,6-二甲基-苯基、4-(2,6-二甲氧基苯基)-2,

2-苯基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-甲基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二叔丁基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二叔丁基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环己基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己烷;
2,6-二环己基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1,4-二氧杂-7,9-二环己基-8-[(2,6-二苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,2,6,6-四甲基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-苯基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-甲基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1,4-二氧杂-7,7,9,9-四甲基-8-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
7-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(萸-9-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2-苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
7-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(萸-9-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己烷;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-苯基-4-醇;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-甲基-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-异丙氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(蒽-9-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己烷;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

- 2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
7-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(蒎-9-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己烷;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[2,6-双[2,6-双(3-戊基)苯基]苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双[2,6-双(3-戊基)苯基]苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双[2,6-双(3-戊基)苯基]苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,2-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

- 2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
7-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(萹-9-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-8-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2-苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己烷;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

己-4-酮;

2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
 2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
 2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
 2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
 2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(蒽-9-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己烷;
 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;

烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(2-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

- 2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
7-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(萹-9-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-8-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2-苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己烷;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(萸-9-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-8-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2-苯基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-甲基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己烷;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
7-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(萘-9-基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-8-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2-苯基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-甲基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

7-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;

2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(萸-9-基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-8-磷杂螺[4,5]癸烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-溴苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

2,6-双(2-甲苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-苯基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-异丙基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-苯基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二异丙基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二异丙基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

2,6-二叔丁基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

2,6-二环己基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

7-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;

2,2-二甲基-6-苯基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二萘基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(蒽-9-基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(吡啶-2-基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环

己-4-酮;

2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(呋喃-2-基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,2-二甲基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-8-磷杂螺[4,5]癸烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-溴苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

2,6-双(2-甲苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-异丙基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

2,6-二异丙基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二叔丁基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环己基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二萘基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(萸-9-基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(吡啶-2-基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(呋喃-2-基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

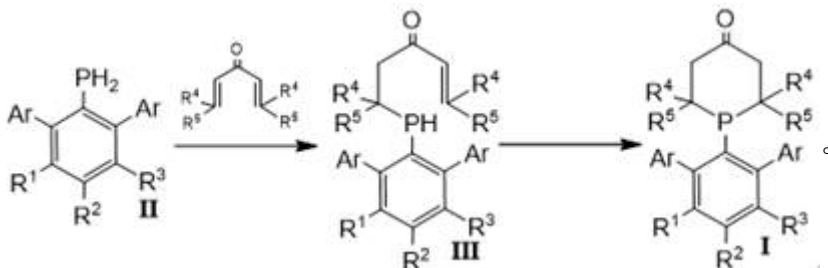
2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

- 2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(萸-9-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
7-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(蒽-9-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

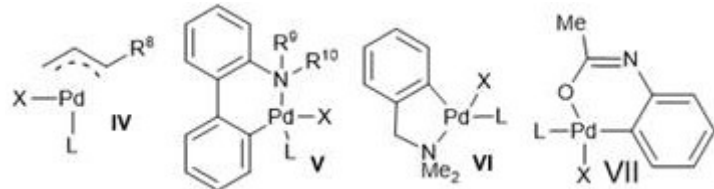
- 2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
 2,6-二环己基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
 7-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
 2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二萘基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(萘-9-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮。

7. 根据权利要求1至6项中一项所述的间环三联芳磷配体的制备方法, 其特征是具有通式II的化合物与1,4-二烯-3-戊酮, 在甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、叔丁醇、三氟乙醇、六氟异丙醇、甲苯、二甲苯中的一种或二种混合物中, 在室温到150 °C之间的温度进行反应, 可以控制反应条件选择性地制得具有通式III的化合物, 以至磷杂环己酮, 既为通式I中R⁶和R⁷组合成羰基氧时的这类化合物; 这种磷杂环己酮中的羰基, 在氢氧化钠或氢氧化钾存在时被联氨还原成亚甲基, 被四氢铝锂、硼烷或硼氢化钠还原成羟基, 与氨水和硼氢化钠反应成为氨基, 与格式试剂发生加成反应转化为三级醇, 与醇在酸催化下形成缩酮



8. 因此, 本发明还提供具有通式III的化合物, 其中R¹、R²、R³、R⁴、R⁵和Ar的定义同前。

9. 根据权利要求1至8项中一项所述的间环三联芳磷配体配位的钯络合物, 具有具有通式IV、V、VI或VII:



其中

L为上面定义的具有通式I或III的环三联芳磷配体;

X为Cl、Br、I、甲磺酸基、苯磺酸基、对甲苯磺酸基、甲酰基、乙酰基或苯甲酰基;

R⁸、R⁹或R¹⁰各自独立地选自H、甲基或苯基。

10. 根据权利要求1至8项中所述的间环三联芳磷配体和元素周期表VIII副族的过渡金属盐或络合物结合形成的用作催化剂的用途, 其中, 通常将所述磷配体原位加入到合适

的过渡金属前体化合物或将所述配体直接与过渡金属配位形成络合物。

11. 根据权利要求10 所述的用途，其特征在于所用的过渡金属是钯、镍、铂、铑、钴、铱和钇。

12. 根据权利要求10至11 所述的用途，其特征在于所述的膦配体用于催化(拟)卤代芳烃联芳烃为底物的C-C、C-N、C-O和C-F键形成反应中。

环三联芳膦、它们的制备方法及其用途

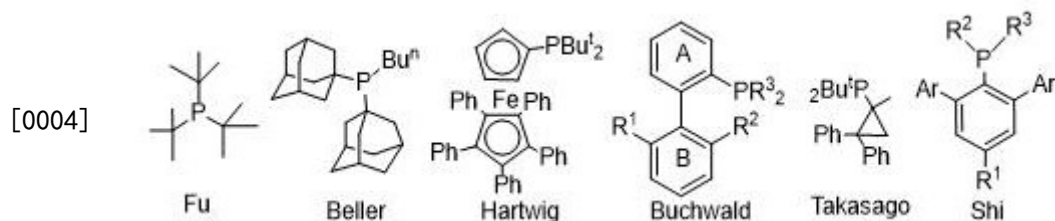
技术领域

[0001] 本发明涉及新颖的环三联芳膦配体,它们的制备方法,它们作为关键组分和后过渡金属组成的催化体系,以及它们在钯催化的有机反应特别是在催化偶联反应,包括C-C和C-X键形成反应,中的用途。

背景技术

[0002] 多种有机反应可由过渡金属络合物高效催化实现,因此在药物和有机材料的制备过程中常常见到过渡金属催化剂起到重要作用。过渡金属催化剂的性能本质上取决于金属元素本身,但能高效地实现丰富多样的有机转化,包括不对称转化,还有来自于其周边的配体的对金属中心性质调控的贡献。其中,有机配体,尤其是膦配体,对金属中心电子性质和金属中心周围立体环境的调控起到重要作用。配位原子的 σ 给电子能力和 π 接受反馈电子能力调控了金属中心的电子性质以及影响了对位的配位原子与金属中心的配位强度,配位原子的半径及其占据的周边尺寸影响到金属中心的配位数和其它配体(包括底物)的配位排布。因此,配体的电子性质与立体性质协同、综合地影响了催化反应的各个步骤,对过渡金属能高效地催化有机转化起到了关键作用。

[0003] 在过渡金属催化的许多有机反应中,偶联反应是非常重要的一类反应。因此,研发高效的手性或非手性膦配体以实现高效的催化偶联反应受到人们重视,下式列出几类用于钯催化偶联反应而性能优异的富电子、大立体位阻有机膦配体。Fu等人发现富电子、大立体位阻的三特丁基膦在Pd催化的偶联反应中具有优异的性能,掀起了开发这类新型膦配体的热潮(A. F. Littke, et al., J. Am. Chem. Soc., 2000, 122, 4020)。德国的Beller和耶鲁大学的Hartwig分别开发了富电子、大立体位阻的二金刚基膦(M. Beller, et al., CN 101195641)和多取代苯基二茂铁膦QPhos(J. F. Hartwig, et al., WO2002/011883), 都已成为商业化产品。虽然Hiyashi等人早就发现了1,1'-二联萘-2-膦这类二联芳膦在钯催化的Kumada偶联反应中具有优越的催化性能,但是Buchwald等人扩展了到二联苯膦,又出研发一系列性能卓越的二联苯膦(S. L. Buchwald, et al., US6, 307, 087; WO 2009/076622)。除了富电子、大立体位阻的特点外,二联苯膦中的苯环B中的 π 电子还可以与钯中心产生弱配位作用,这是二联芳膦配体具有卓越催化性能重要原因。以及我们发明的三联芳膦配体,在磷原子的两边都有苯环,使得磷原子上的孤对电子总有一个苯环B可以朝向,则可以解决Buchwald等人的二联芳膦构象扭转的缺陷作用(CN 110240616 B)。



环膦与非环膦在结构上具有显著的差异,结构决定性能。因此本发明提供环三联芳膦配体及其钯络合物。

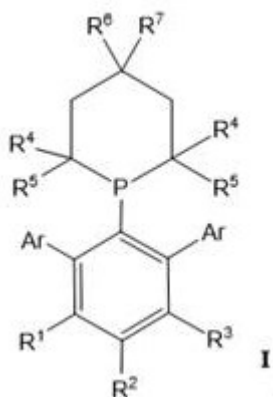
发明内容

[0005] 发明概述

本发明涉及：(1) 环三联芳膦配体及其中间体；(2) 环三联芳膦配体及其中间体的制备方法；(3) 环三联芳膦及其中间体配位的钨络合物；(4) 环三联芳膦及其中间体和钨盐或络合物组合形成的催化体系；(5) 环三联芳膦及其中间体和钨组合的催化体系，包括环三联芳膦及其中间体配位的钨络合物，在催化涉及卤代芳烃为底物的偶联反应中的用途。

[0006] 发明公开

第一方面，本发明提供具有通式I的环三联芳膦配体：



其中

Ar 选自 (C6-C20) 芳基，其可以有选自带有F、Cl、Br、O、N、和Si原子的 (C1-C6) 烷基、(C3-C6) 环烷基、-O (C1-C6) 烷氧基、-N (C1-C6)₂二烷基氨基或 (C7-C20) 芳甲基取代基；

R¹、R²和R³各自独立选自H、(C1-C6) 烷基、-O (C1-C6) 烷氧基或-N (C1-C6)₂二烷基氨基；

R⁴和R⁵各自独立地选自H、(C1-C10) 烷基、(C3-C10) 环烷基、(C4-C10) 杂环烷基、(C6-C20) 芳基、(C4-C20) 杂芳基或-CH₂ (C6-C10) 芳甲基，这里的 (C4-C10) 杂环烷基和 (C4-C20) 杂芳基中的杂指的是带有1个或2个N、O或S原子的环状基，这里的 (C1-C10) 烷基、(C3-C10) 环烷基、(C6-C20) 芳基、或-CH₂ (C6-C10) 芳甲基还可以带有F、Cl、Br、O、N、和Si的取代基，R⁴和R⁵还可以连接起来和与它们连接的碳原子合起来成五元环或六元环。

[0007] R⁶和R⁷各自独立地选自H、OH、NH₂、(C1-C6) 烷基、(C3-C6) 环烷基、(C6-C20) 芳基或-O (C1-C6) 烷氧基，当R⁶和R⁷都为烷氧基时，它们还可以连接起来进一步组合形成1,4-二氧杂丁烷二-1,4-基、1,5-二氧杂戊烷二-1,5-基。

[0008] Ar可以进一步选自以下基团，但不意味着受限于以下基团：苯基、4-甲基苯基、4-甲氧基苯基、4-异丙基苯基、4-叔丁基苯基、4-(二甲氨基)苯基、4-氟苯基、4-三氟甲基苯基、2-甲基苯基、2-异丙基苯基、2-三氟甲基苯基、2-甲氧基苯基、2-(二甲氨基)苯基、2-苯基苯基、2,6-二甲基苯基、2,6-二异丙基苯基、2,6-二仲丁基苯基、2,6-双(3-戊基)苯基、2,6-二甲氧基苯基、2,6-二异丙氧基苯基、2,6-双(二甲氨基)苯基、2-甲氧基-6-(二甲氨基)苯基、3,5-二甲基苯基、3,5-二异丙基苯基、3,5-二叔丁基苯基、3,5-双三氟甲基苯基、2,4,6-三甲基苯基、2,4,6-三甲氧基苯基、2,4,6-三异丙基苯基、2,4,6-三异丙氧基苯基、2,3,5,6-四甲基苯基、2,3,4,5,6-五甲基苯基、萘-1-基、萘-2-基、2-甲氧基萘-1-基、蒽-9-基、4-苯基-苯基、4-苯基-2,6-二甲氧基-苯基、4-苯基-2,6-二异丙氧基-苯基、4-苯基-2,6-二

仲丁氧基-苯基、4-苯基-2,6-二甲基-苯基、4-苯基-2,6-二异丙基-苯基、4-(2-甲氧基苯基)-2,6-二甲氧基-苯基、4-(2-甲氧基苯基)-2,6-二异丙氧基-苯基、4-(2-甲氧基苯基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(2-甲氧基苯基)-2,6-二甲基-苯基、4-(2-甲氧基苯基)-2,6-二异丙基-苯基、4-(2-甲基苯基)-2,6-二甲氧基-苯基、4-(2-甲基苯基)-2,6-二异丙氧基-苯基、4-(2-甲基苯基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(2-甲基苯基)-2,6-二甲基-苯基、4-(2-甲基苯基)-2,6-二异丙基-苯基、4-(2,6-二甲氧基苯基)-2,6-二甲氧基-苯基、4-(2,6-二甲氧基苯基)-2,6-二异丙氧基-苯基、4-(2,6-二甲氧基苯基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(2,6-二甲氧基苯基)-2,6-二甲基-苯基、4-(2,6-二甲氧基苯基)-2,6-二异丙基-苯基、4-(2,6-二甲氧基苯基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(2,6-二甲氧基苯基)-2,6-二异丙基-苯基、4-(2,4,6-三甲氧基苯基)-2,6-二甲氧基-苯基、4-(2,4,6-三甲氧基苯基)-2,6-二异丙氧基-苯基、4-(2,4,6-三甲氧基苯基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(2,4,6-三甲氧基苯基)-2,6-二甲基-苯基、4-(2,4,6-三甲氧基苯基)-2,6-二异丙基-苯基、4-(2,4,6-三甲氧基苯基)-2,6-二甲氧基-苯基、4-(2,4,6-三甲氧基苯基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(2,4,6-三甲氧基苯基)-2,6-二异丙基-苯基、4-(2,4,6-三甲氧基苯基)-2,6-二异丙氧基-苯基、4-(2,4,6-三甲氧基苯基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(2,4,6-三甲氧基苯基)-2,6-二甲基-苯基、4-(2,4,6-三甲氧基苯基)-2,6-二异丙基-苯基、4-(二苯甲基)-苯基、4-(二苯甲基)-2,6-二甲基苯基、4-(二苯甲基)-2,6-二甲氧基苯基、4-(二苯甲基)-2,6-异丙氧基苯基、4-(二苯甲基)-2,6-异丙基苯基、4-(二苯甲基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(3,5-二甲基苯基)-2,6-二甲氧基-苯基、4-(3,5-二甲基苯基)-2,6-二异丙氧基-苯基、4-(3,5-二甲基苯基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(3,5-二甲基苯基)-2,6-二甲基-苯基、4-(3,5-二甲基苯基)-2,6-二异丙基-苯基、4-(3,5-二叔丁基苯基)-2,6-二甲氧基-苯基、4-(3,5-二叔丁基苯基)-2,6-二异丙氧基-苯基、4-(3,5-二叔丁基苯基)-2,6-二仲丁氧基-苯基、4-(3,5-二甲基苯基)-2,6-二甲基-苯基、或4-(3,5-二叔丁基苯基)-2,6-二异丙基-苯基。

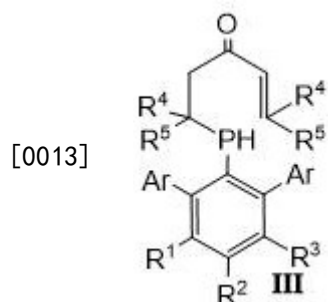
[0009] R^1 、 R^2 和 R^3 可以进一步独立各自选自H、甲基、甲氧基、二甲氨基、异丙基、叔丁基或苯基中的一种。

[0010] R^4 和 R^5 可以进一步各自独立地选自H、甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、叔丁基、环戊基、环己基、金刚基、2-四氢呋喃基、苯基、2-溴苯基、2-甲基苯基、2-异丙基苯基、2-甲氧基苯基、2-异丙氧基苯基、2-(二甲氨基)苯基、2-苯基苯基、3-甲基苯基、3-异丙基苯基、3-甲氧基苯基、3-异丙氧基苯基、3-(二甲氨基)苯基、4-甲基苯基、4-氟苯基、4-甲氧基苯基、4-苯基苯基、4-异丙基苯基、4-叔丁基苯基、4-(二甲氨基)苯基、2,6-二甲基苯基、2,6-二甲氧基苯基、2,6-二异丙基苯基、或2,4,6-三甲氧基苯基、3,5-二甲基苯基、3,5-二甲氧基苯基、3,5-二异丙基苯基、3,5-双(三氟甲基)苯基、3,5-二氟苯基、3,5-二叔丁基苯基、4-羟基-3,5-二甲基苯基、4-羟基-3,5-二叔丁基苯基、萘基、蒽-9-基、吡啶-2-基、3-甲基-吡啶-

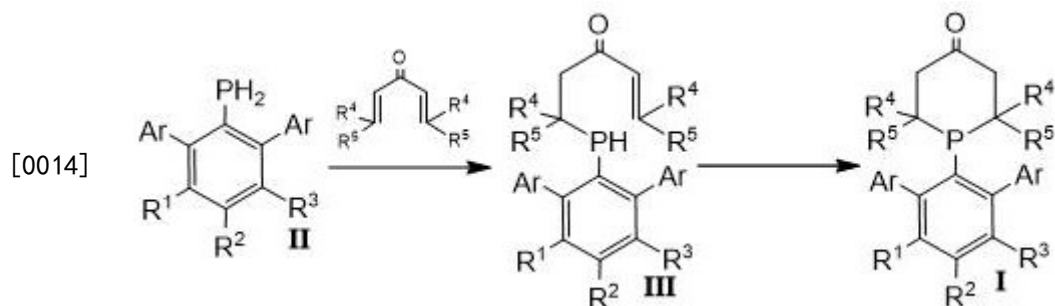
2-基、6-甲基-吡啶-2-基、6-甲氧基-吡啶-2-基、6-苯基-吡啶-2-基、咪唑-2-基和噻吩-2-基。

[0011] R^6 和 R^7 可以进一步各自独立地精选自H、OH、 NH_2 、甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、环戊基、环己基、苯基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基, R^6 和 R^7 可以组合形成1,2-乙二氧基、或1,3-丙二氧基。

[0012] 在合成通式为I的环三联芳膦配体时,经过了中间体III,其可被分离提纯。因此本发明提供了具有通式III的二级膦化合物。



第二方面, 本发明提供了上面描述的具有通式为I的环三联芳膦配体的制备方法。其特征是具有通式II的化合物与1,4-二烯-3-戊酮,在甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、叔丁醇、三氟乙醇、六氟异丙醇、甲苯、二甲苯中的一种或二种混合物中,在室温到150 °C之间反应,可以控制反应条件选择性地制得具有通式III的化合物,以至磷杂环己酮,既为通式I中 R^6 和 R^7 组合成羰基氧时的这类化合物。这种磷杂环己酮中的羰基,在氢氧化钠或氢氧化钾存在时被联氨还原成亚甲基,被四氢铝锂、硼烷或硼氢化钠还原成羟基,与氨水和硼氢化钠反应成为氨基,与格式试剂发生加成反应转化为三级醇,与醇在酸催化下形成缩酮。



第三方面,本发明提供的环三联芳膦配体中的取代基可以选自下面组合:

- 1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
- 2-苯基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
- 2-甲基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
- 2,2-二甲基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
- 2,6-二苯基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
- 2,6-二苯基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己烷;
- 2,6-双(2-溴苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
- 2,6-双(2-甲苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
- 2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
- 2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二叔丁基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二叔丁基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环己基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己烷;
2,6-二环己基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1,4-二氧杂-7,9-二环己基-8-[(2,6-二苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,2,6,6-四甲基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-苯基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-甲基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-
4-酮;
2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1,4-二氧杂-7,7,9,9-四甲基-8-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸
烷;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
7-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(萸-9-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸
烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-
酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-
酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
7-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(萘-9-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己烷;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-苯基-4-醇;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-甲基-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]
癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-异丙氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(蒽-9-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己烷;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]

癸烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
 2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
 2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
 7-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
 2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(萸-9-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(咪喃-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己烷;
 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]

癸烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
 2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二仲丁基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,2-二甲基-1-{2,6-双[2,6-双(3-戊基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二苯基-1-{2,6-双[2,6-双(3-戊基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二苯基-1-{2,6-双[2,6-双(3-戊基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;
 2,2-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,

5]癸烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
 2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(3-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

7-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;

2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(萘-9-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

1,4-二氧杂-8-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;

2-苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2-甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,2-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己烷;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(萸-9-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己烷;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
7-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(萸-9-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-8-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2-苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己烷;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(葱-9-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-8-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2-苯基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-甲基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己烷;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
7-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(萸-9-基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,3,5,6-四甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-8-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2-苯基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2-甲基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2-二甲基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

7-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;

2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(萘-9-基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,3,4,5,6-五甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-8-磷杂螺[4,5]癸烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-溴苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

2,6-双(2-甲苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-苯基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-异丙基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-苯基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二异丙基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二异丙基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

2,6-二叔丁基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

2,6-二环己基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

7-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;

2,2-二甲基-6-苯基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷

杂环己-4-酮;

2,6-二萘基-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(萸-9-基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(吡啶-2-基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(呋喃-2-基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,2-二甲基-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-8-磷杂螺[4,5]癸烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-溴苯基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

2,6-双(2-甲苯基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-甲氧基苯基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

2,6-双(4-甲氧基苯基)-1- {2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-异丙基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-醇;

2,6-二异丙基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二叔丁基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环己基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二萘基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(蒽-9-基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(吡啶-2-基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(呋喃-2-基)-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环

己-4-酮;

2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环

己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-

醇;

2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-

4-酮;

2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-

4-酮;

2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-

4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(蒎-9-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环

己-4-酮;

2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-

醇;

2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环

己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环

己-4-酮;

2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环

己-4-酮;

2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环

己-4-酮;

2,6-双(4-羟基3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-醇;

7-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;

2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-二萘基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(蒽-9-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮;

2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸

烷;

2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(2-甲苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(3,5-二甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-羟基3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环

己-4-酮;

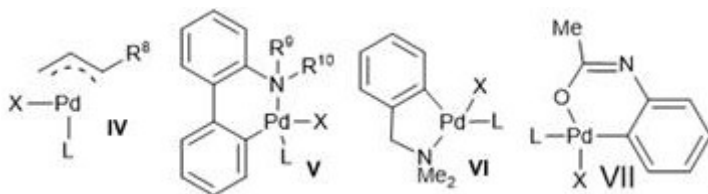
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-苯基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(4-叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二异丙基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二叔丁基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
2,6-二环己基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-醇;
7-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-7-磷杂二螺[5.1.5⁸.3⁶]十六烷-15-酮;
2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-二萘基-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(萹-9-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮;
2,6-双(6-甲基吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-

酮;

2,6-双(咪喃-2-基)-1-[2,6-双(2-甲氧基萘-1-基)苯基]-磷杂环己-4-酮。

[0015] 第四方面, 本发明提供了环三联芳膦作为支持配体与元素周期表VIII族或IB族的元素, 例如钯、镍、铂、铑、铱、钌或金的过渡金属络合物或过渡金属盐结合用作催化剂。通常地, 本发明提供的环三联芳膦可以加入到合适的过渡金属前体中原位地产生催化体系。

[0016] 第五方面, 本发明提供了一系列环三联芳膦配位的钯络合物, 具有具有通式IV、V、VI或VII:



其中

L为上面定义的具有通式I或III的环三联芳膦配体;

X为Cl、Br、I、甲磺酸基、苯磺酸基、对甲苯磺酸基、甲酸基、乙酸基或苯甲酸基;

R⁸、R⁹或R⁸各自独立地选自H、甲基或苯基。

[0017] 本发明还进一步提供了原位产生的钯催化体系和钯络合物在催化Suzuki偶联和Buchwald-Hartwig胺化反应中的应用。同时, 对于那些本领域技术人员来说很明显的其它过渡金属催化反应, 包括用于催化(拟)卤代芳烃联芳烃为底物的C-C、C-N、C-O和C-F键形成反应中, 特别是Negishi偶联、Kumada偶联、Sonogashira炔化及Heck偶联, 也可使用本发明提供的催化体系。

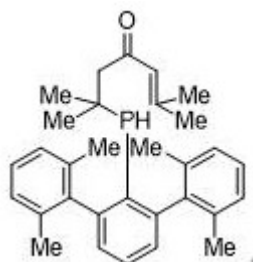
[0018] 一般说来, 利用钯络合物作为催化剂的前体对于催化反应是更为有利的, 在一些情况中会缩短催化体系诱导期。即使是直接应用钯络合物作为催化剂前体, 有时也额外相对钯来说加入0.5到100倍根据本发明的环三联芳膦配体, 这样一般会增加催化体系的寿命。

[0019] 可以与本发明的膦配体原位形成催化剂的钯源有很多, 包括醋酸钯、氯化钯、乙酰丙酮钯、二苯基亚甲基丙酮钯、四(三苯基膦)钯、二乙腈氯化钯、2-氨基联苯-2-氯化钯, 或其它对于那些本领域技术人员来说熟知的钯源。

本发明的膦配体在惰性气氛下有很好的热稳定性, 因此能在高达200°C或更高的温度下使用本发明提供的催化体系。优选反应温度为20至180°C, 甚至是40至130°C进行催化反应是有利的。本发明的环三联芳膦配体还可以再加压反应中使用, 通常压力可以到100个大气压, 但优选在不高于60的大气压到常压的范围进行反应。

以下举例说明本发明的具体实施例, 而不意味着本发明仅限于以下的举例说明。

[0020] 实施例1. 2,6-二甲基-6-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)膦基]-2-庚烯-4-酮



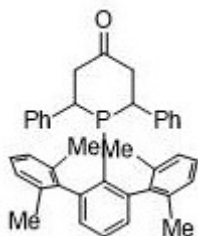
准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基膦(3.2 g, 10.0 mmol),2,6-二甲基-2,5-庚二烯-4-酮(1.4 g, 10.0 mmol),六氟异丙醇10 mL,甲醇10 mL。100 °C搅拌24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),得2,6-二甲基-6-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]膦基-2-庚烯-4-酮2.0 g,产率:44%。

[0021] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.41 (t, $J = 7.6$ Hz, 1H), 7.23 - 7.17 (m, 2H), 7.17 - 7.08 (m, 6H), 5.78 - 5.69 (m, 1H), 2.20 (s, 6H), 2.12 (s, 6H), 2.04 (d, $J = 1.2$ Hz, 3H), 2.01 - 1.91 (m, 2H), 1.82 (d, $J = 1.4$ Hz, 3H), 0.86 (d, $J = 11.8$ Hz, 3H), 0.79 (d, $J = 13.7$ Hz, 3H)。

[0022] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 200.1, 200.0, 154.1, 146.9, 146.8, 142.5, 142.5, 136.8, 135.6, 134.3, 134.0, 129.4, 129.4, 128.6, 128.0, 127.4, 127.4, 125.5, 125.4, 54.5, 54.4, 34.0, 33.8, 28.1, 28.0, 27.7, 27.4, 27.3, 21.4, 21.4, 21.4, 20.6。

[0023] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -24.4。

[0024] 实施例2. 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基膦(3.2 g, 10.0 mmol),1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-酮(2.3 g, 10.0 mmol),六氟异丙醇10 mL,甲苯10 mL。120 °C搅拌24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),得2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.8 g,产率:87%。

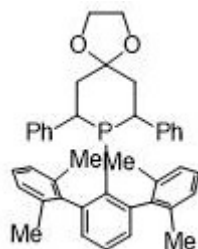
[0025] m.p.: 196.3-196.9°C。

[0026] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.44 (t, $J = 7.5$ Hz, 1H), 7.24 - 7.13 (m, 8H), 7.09 - 6.98 (m, 10H), 3.62 (dt, $J = 8.4, 4.9$ Hz, 2H), 2.24 (dt, $J = 16.5, 8.1$ Hz, 2H), 2.05 (ddd, $J = 17.6, 13.0, 5.4$ Hz, 2H), 1.81 (s, 12H)。

[0027] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 210.6, 148.9, 148.7, 143.8, 143.5, 142.2, 142.2, 136.4, 136.3, 134.1, 133.7, 130.2, 130.2, 130.1, 128.5, 128.5, 128.4, 127.5, 127.5, 126.4, 126.3, 47.0, 46.9, 36.5, 36.3, 21.6, 21.5。

[0028] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -11.1。

[0029] 实施例3. 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷



往一个干燥的150 mL三口瓶中加入搅拌子,装上冷凝管,温度计,再加入2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮(2.8 g, 5.0 mmol),乙二醇(3.1 g, 50.0 mmol),对甲苯磺酸(0.1 g, 0.1 mmol),二甲苯50 mL,回流24 h。室温加入饱和氯化钠水溶液50 mL,用乙酸乙酯(50 mL*3)萃取,合并有机层用无水硫酸钠10.0 g干燥,减压浓缩得1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷2.9 g,产率96%。

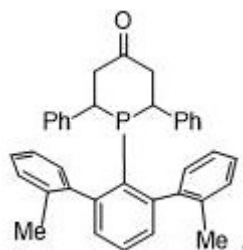
[0030] m.p.: 220.2-222.8°C。

[0031] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.40 (t, $J = 7.5$ Hz, 1H), 7.29 (d, $J = 7.6$ Hz, 2H), 7.23 - 7.16 (m, 10H), 7.12 (d, $J = 7.5$ Hz, 4H), 6.97 (dd, $J = 7.5$, 1.7 Hz, 2H), 3.78 - 3.67 (m, 4H), 3.63 (dt, $J = 12.8$, 4.9 Hz, 2H), 1.85 - 1.66 (m, 5H), 1.61 (s, 12H)。

^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 150.3, 150.2, 144.7, 144.5, 142.7, 142.7, 136.7, 134.8, 134.4, 130.0, 130.0, 129.8, 129.8, 129.1, 129.1, 128.9, 128.3, 128.2, 127.3, 127.0, 126.1, 126.1, 107.2, 107.2, 64.0, 64.0, 44.4, 44.3, 38.2, 38.0, 22.0。

^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -8.9。

实施例4. 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-甲基苯基)苯基膦(2.9 g, 10.0 mmol),1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-酮(2.3 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。120 °C搅拌24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮3.7 g,产率71%。

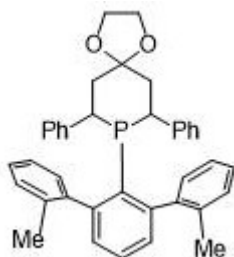
[0032] m.p.: 150.5-151.8°C。

[0033] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.38 - 7.27 (m, 4H), 7.25 - 7.18 (m, 8H), 7.16 - 7.05 (m, 3H), 6.98 (ddd, $J = 6.7$, 4.4, 2.0 Hz, 6H), 6.46 (d, $J = 7.5$ Hz, 2H), 3.43 (dt, $J = 12.5$, 4.3 Hz, 2H), 2.64 (td, $J = 13.2$, 7.3 Hz, 2H), 2.36 (ddd, $J = 22.1$, 13.4, 4.0 Hz, 2H), 1.61 (s, 6H)。

[0034] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 209.0, 149.9, 142.5, 142.5, 141.9, 141.8, 136.4, 130.1, 130.1, 130.1, 129.8, 129.5, 129.5, 129.3, 128.4, 128.3, 128.2, 127.6, 126.6, 126.6, 124.9, 48.4, 48.3, 40.7, 40.6, 21.0, 20.7。

[0035] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -4.9, -6.0。

[0036] 实施例5. 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷

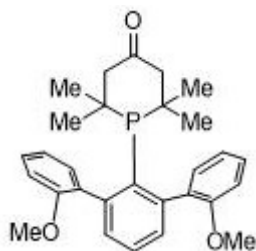


往一个干燥的150 mL三口瓶中加入搅拌子,装上冷凝管,温度计,再加入2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮(2.6 g, 5.0 mmol),乙二醇(3.1 g, 50.0 mmol),对甲苯磺酸(0.1 g, 0.1 mmol),二甲苯50 mL,回流24 h。室温加入饱和氯化钠水溶液50 mL,用乙酸乙酯(50 mL*3)萃取,合并有机层用无水硫酸钠10.0 g干燥,减压浓缩得1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷2.8 g,产率 98%。

[0037] m.p.: 170.0-173.0 °C。

[0038] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -5.1, -5.2。

[0039] 实施例6. 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基膦(16.1 g, 50.0 mmol),2,6-二甲基-2,5-庚二烯-4-酮(6.9 g, 50.0 mmol),甲醇100 mL。120 °C搅拌24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),得2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮18.6 g,产率 81%。

[0040] m.p.: 164.4-166.4°C。

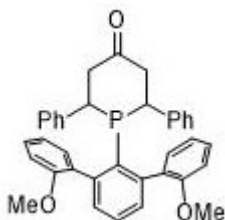
[0041] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.47 - 7.29 (m, 8H), 7.24 (dq, J = 5.8, 1.9 Hz, 2H), 7.18 - 7.05 (m, 3H), 7.05 - 6.90 (m, 6H), 6.89 - 6.81 (m, 3H), 5.29 (s, 2H), 3.82 - 3.74 (m, 8H), 3.67 (s, 3H), 2.64 (d, J = 12.5 Hz, 1H), 2.44 (d, J = 12.0 Hz, 1H), 1.76 (dddd, J = 17.3, 12.4, 5.3, 1.6 Hz, 3H), 1.63 - 1.43 (m, 4H), 1.24 (d, J = 10.7 Hz, 3H), 1.11 (dd, J = 10.1, 2.4 Hz, 5H), 1.06 - 0.92 (m, 12H), 0.90 (d, J = 7.6 Hz, 3H)。

[0042] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 214.6, 214.4, 156.9, 156.7, 156.0, 155.9, 155.8, 155.7, 152.3, 152.0, 151.8, 151.5, 143.3, 143.2, 143.1, 135.4, 135.3, 135.2, 135.1, 134.7, 134.3, 133.9, 133.7, 133.2, 132.7, 132.6, 132.4, 131.2, 131.1, 131.1, 131.0, 130.3, 130.2, 130.1, 130.0, 129.9, 129.8, 128.6, 128.5, 128.1, 128.1, 127.9, 127.8, 119.6, 119.6, 119.6, 119.5, 111.0, 110.8, 109.4, 109.3, 54.9, 54.9, 54.8, 54.5, 53.5, 53.4, 53.3, 53.0, 53.0, 52.8, 52.7, 36.8, 36.5, 36.1, 36.1, 35.8, 35.8, 35.6, 35.3, 34.3, 34.3, 34.0, 33.9, 33.8,

33.5, 33.2, 32.8, 30.6, 30.6, 29.5, 29.4, 28.6, 28.5, 27.5, 27.5.

^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 20.4, 19.5.

[0043] 实施例7. 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基膦(3.2 g, 10.0 mmol),1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-酮(2.3 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。120 °C搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),得2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮3.7 g,产率66%。

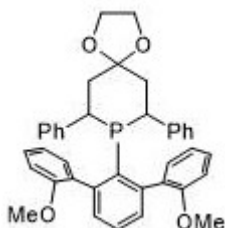
[0044] m.p.: 174.4-176.0 °C。

[0045] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.33 (td, $J = 7.7, 2.5$ Hz, 5H), 7.19 (dt, $J = 15.3, 6.1$ Hz, 12H), 7.07 (dd, $J = 7.6, 1.9$ Hz, 2H), 7.00 (ddd, $J = 9.4, 7.6, 2.0$ Hz, 5H), 6.91 (dt, $J = 16.0, 7.6$ Hz, 5H), 6.84 (dd, $J = 7.8, 5.3$ Hz, 2H), 6.75 (t, $J = 7.4$ Hz, 2H), 6.63 - 6.53 (m, 1H), 6.16 - 6.04 (m, 2H), 3.84 (dq, $J = 14.4, 4.8, 4.4$ Hz, 2H), 3.66 (s, 6H), 3.49 (s, 4H), 3.29 (dt, $J = 11.3, 4.9$ Hz, 1H), 2.85 (td, $J = 14.0, 6.8$ Hz, 1H), 2.60 - 2.43 (m, 3H), 2.26 - 2.06 (m, 2H)。

[0046] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 210.7, 209.9, 156.4, 155.9, 146.7, 146.6, 146.4, 143.2, 143.1, 141.9, 141.8, 132.2, 131.8, 131.7, 131.7, 130.9, 130.9, 130.8, 128.9, 128.8, 128.7, 128.7, 128.7, 128.4, 128.3, 128.1, 128.1, 128.0, 128.0, 126.2, 126.0, 126.0, 119.9, 119.6, 110.0, 110.0, 55.0, 54.9, 49.1, 49.0, 46.5, 46.4, 46.3, 39.9, 39.8, 39.7, 39.6, 38.3, 38.1。

[0047] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -1.1, -3.0。

[0048] 实施例8. 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷



往一个干燥的150 mL三口瓶中加入搅拌子,装上冷凝管,温度计,再加入2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮(2.8 g, 5.0 mmol),乙二醇(3.1 g, 50.0 mmol),对甲苯磺酸(0.1 g, 0.1 mmol),二甲苯50 mL,回流24 h。室温加入饱和氯化钠水溶液50 mL,用乙酸乙酯(50 mL*3)萃取,合并有机层用无水硫酸钠10.0 g干燥,减压浓缩得1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷2.9

g, 产率 97%。

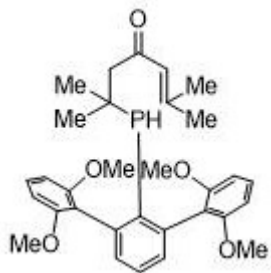
[0049] m.p.: 193.1-193.7°C。

[0050] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.57 - 7.42 (m, 2H), 7.36 - 7.27 (m, 5H), 7.28 - 7.18 (m, 9H), 7.14 (ddt, $J = 9.5, 7.2, 2.4$ Hz, 6H), 7.06 - 6.94 (m, 6H), 6.92 - 6.83 (m, 1H), 6.77 (d, $J = 8.1$ Hz, 1H), 6.55 (t, $J = 7.6$ Hz, 1H), 5.04 (d, $J = 7.2$ Hz, 1H), 4.01 - 3.88 (m, 5H), 3.87 - 3.77 (m, 5H), 3.75 (t, $J = 6.8$ Hz, 2H), 3.49 (s, 6H), 3.31 - 3.19 (m, 1H), 2.16 (td, $J = 13.5, 6.6$ Hz, 1H), 2.01 - 1.84 (m, 2H), 1.81 - 1.69 (m, 2H)。

[0051] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 156.4, 155.7, 144.9, 144.0, 143.9, 143.5, 143.4, 133.1, 132.8, 132.4, 132.0, 131.6, 129.4, 129.3, 128.6, 128.5, 128.5, 128.1, 128.1, 128.1, 127.8, 125.7, 125.7, 125.5, 125.5, 119.9, 119.5, 111.1, 108.7, 108.4, 108.4, 108.3, 108.3, 64.2, 64.2, 64.0, 63.9, 54.8, 44.4, 44.3, 40.3, 40.2, 38.2, 38.1, 37.5, 37.3。

[0052] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -2.2, -3.7。

[0053] 实施例9. 2,6-二甲基-6-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]膦基-2-庚烯-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基膦(19.1 g, 50.0 mmol), 2,6-二甲基-2,5-庚二烯-4-酮(6.9 g, 50.0 mmol), 甲醇100 mL。100 °C 搅拌12 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 3:1),得2,6-二甲基-6-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]膦基-2-庚烯-4-酮11.2 g。产率 45%。

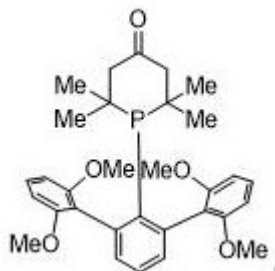
[0054] m.p.: 181.6-182.4°C。

[0055] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.42 (t, $J = 7.6$ Hz, 1H), 7.33 (d, $J = 8.3$ Hz, 2H), 7.21 (d, $J = 7.6$ Hz, 2H), 6.64 (dd, $J = 16.4, 8.3$ Hz, 4H), 5.81 (s, 1H), 3.99 (s, 1H), 3.77 (d, $J = 7.7$ Hz, 12H), 3.43 (s, 1H), 2.21 - 2.05 (m, 2H), 2.03 (s, 3H), 1.81 (s, 3H), 0.80 (dd, $J = 21.1, 12.9$ Hz, 6H)。

[0056] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 201.5, 201.5, 157.9, 157.8, 157.3, 153.1, 140.0, 137.0, 136.4, 136.2, 134.0, 130.6, 130.6, 129.8, 129.1, 128.9, 128.5, 127.7, 126.1, 126.1, 124.7, 121.1, 119.9, 104.3, 104.3, 104.2, 103.7, 55.9, 55.7, 54.5, 54.4, 33.4, 33.2, 27.6, 27.2, 27.1, 26.5, 26.3, 20.5, 16.9, 1.1。

[0057] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -23.3。

[0058] 实施例10. 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基膦(19.1 g, 50.0 mmol),2,6-二甲基-2,5-庚二烯-4-酮(6.9 g, 50.0 mmol),甲醇10 mL,三氟乙醇20 mL。在120 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 4:1),得2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮19.1 g。产率83%。

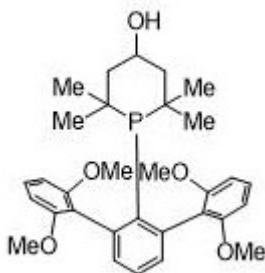
[0059] m.p.: 182.6-184.6°C。

[0060] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.43 (t, $J = 7.5$ Hz, 1H), 7.29 (td, $J = 8.5, 3.5$ Hz, 3H), 7.19 (ddd, $J = 7.6, 3.9, 1.6$ Hz, 1H), 7.09 (d, $J = 6.0$ Hz, 1H), 6.57 (t, $J = 8.1$ Hz, 4H), 3.73 (s, 6H), 3.66 (s, 6H), 2.06 (d, $J = 12.0$ Hz, 2H), 1.70 (dd, $J = 12.0, 5.0$ Hz, 2H), 1.10 (s, 3H), 1.07 (s, 3H), 0.98 (s, 3H), 0.93 (s, 3H)。

[0061] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 215.5, 158.3, 156.8, 156.8, 148.1, 147.6, 139.7, 139.6, 137.3, 136.8, 132.9, 130.9, 130.8, 129.7, 128.6, 127.9, 123.5, 123.3, 122.6, 103.8, 102.9, 55.2, 54.9, 53.1, 53.1, 36.2, 36.0, 34.0, 33.5, 28.0, 27.9。

[0062] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 22.9。

[0063] 实施例11. 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇



准备一个干燥好的150 mL三口瓶,加入四氢铝锂(0.8 g, 20.0 mmol),四氢呋喃50 mL和六氟异丙醇10 mL,0 °C下加入2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮(5.2 g, 10.0 mmol),室温搅拌6 h。过滤减压浓缩得2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-醇5.2 g,产率100%。

[0064] m.p.: 171.3-172.3°C。

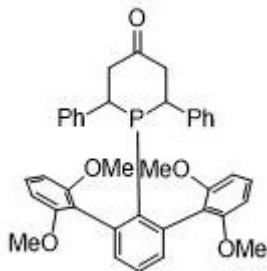
[0065] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.39 (t, $J = 7.5$ Hz, 1H), 7.34 (t, $J = 8.3$ Hz, 1H), 7.29 (t, $J = 8.3$ Hz, 1H), 7.15 (dd, $J = 7.6, 3.7$ Hz, 1H), 7.07 (d, $J = 7.5$ Hz, 1H), 6.59 (dd, $J = 13.3, 8.3$ Hz, 4H), 3.71 (d, $J = 20.6$ Hz, 12H), 3.54 (ddd, $J = 14.9, 10.3, 3.8$ Hz, 1H), 1.34 (dt, $J = 12.6, 4.9$ Hz, 2H), 1.13

- 0.89 (m, 12H), 0.72 (t, $J = 12.0$ Hz, 2H), 0.39 (s, 1H)。

[0066] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 158.7, 156.8, 156.7, 148.1, 147.6, 139.7, 139.7, 138.2, 137.7, 132.9, 130.7, 130.6, 128.9, 128.2, 127.6, 124.0, 123.8, 123.7, 103.5, 102.8, 66.8, 55.2, 54.8, 46.7, 46.7, 33.4, 33.0, 32.2, 32.0, 28.5, 28.4。

[0067] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 20.2。

[0068] 实施例12. 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基膦(3.8 g, 10.0 mmol),1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-酮(2.3 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL和六氟异丙醇10 mL。120 °C搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 3:1),得2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯]-磷杂环己-4-酮4.7 g,产率76%。

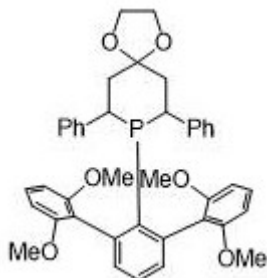
[0069] m.p.: 244.6-247.3°C。

[0070] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.47 - 7.40 (m, 1H), 7.29 (d, $J = 8.3$ Hz, 2H), 7.15 (dd, $J = 8.0, 6.3$ Hz, 4H), 7.12 - 7.03 (m, 8H), 6.51 (d, $J = 8.4$ Hz, 4H), 3.88 (ddd, $J = 8.9, 5.4, 3.9$ Hz, 2H), 3.47 (s, 12H), 2.32 (dt, $J = 16.4, 8.0$ Hz, 2H), 2.17 (ddd, $J = 17.4, 12.8, 5.5$ Hz, 2H)。

[0071] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 212.1, 157.7, 144.5, 144.3, 141.7, 141.5, 137.0, 136.7, 131.3, 131.3, 129.1, 129.0, 128.4, 128.3, 128.0, 125.6, 125.6, 120.6, 120.6, 103.4, 55.4, 45.8, 45.8, 35.2, 35.0。

[0072] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -5.1。

[0073] 实施例13. 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷



往一个干燥的150 mL三口瓶中加入搅拌子,装上冷凝管,温度计,再加入2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮(3.1 g, 5.0 mmol),乙二醇(3.1 g, 50.0 mmol),对甲苯磺酸(0.1 g, 0.1 mmol),二甲苯50 mL,回流24 h。室温加入饱和氯化钠水溶液50 mL,用乙酸乙酯(50 mL*3)萃取,合并有机层用无水硫酸钠10.0 g干燥,减压

浓缩得1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷3.2 g,产率 96%。

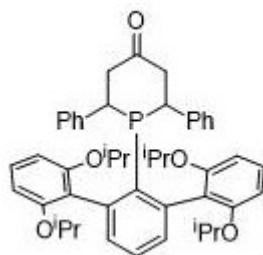
[0074] m.p.:225.9-227.9℃。

[0075] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.35 (t, $J = 7.4$ Hz, 3H), 7.20 - 7.07 (m, 10H), 6.98 (dd, $J = 7.5, 1.7$ Hz, 2H), 6.57 (d, $J = 8.3$ Hz, 4H), 3.77 (ddd, $J = 14.9, 10.0, 4.3$ Hz, 6H), 3.38 (s, 12H), 1.95 - 1.67 (m, 4H)。

[0076] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 157.8, 145.1, 145.0, 137.1, 136.8, 130.9, 128.7, 128.6, 128.3, 128.1, 127.6, 125.1, 125.1, 121.3, 121.2, 108.2, 108.2, 103.4, 64.0, 64.0, 55.3, 43.6, 43.5, 38.1, 38.0。

[0077] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -2.3。

[0078] 实施例14. 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



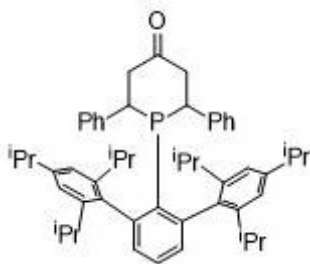
准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基膦(4.9 g, 10.0 mmol),1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-酮(2.3 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。120 °C 搅拌24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 5:1),得2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮5.6 g,产率77%。

[0079] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.24 (d, $J = 7.6$ Hz, 1H), 7.18 (t, $J = 8.2$ Hz, 2H), 7.11 - 6.98 (m, 10H), 6.90 (dd, $J = 7.6, 2.1$ Hz, 2H), 6.49 (d, $J = 8.3$ Hz, 4H), 4.21 (hept, $J = 6.1$ Hz, 4H), 3.76 (dt, $J = 8.2, 4.7$ Hz, 2H), 2.54 (ddd, $J = 17.3, 10.2, 5.0$ Hz, 2H), 2.29 (ddd, $J = 17.3, 8.3, 6.8$ Hz, 2H), 1.00 (dd, $J = 11.5, 6.0$ Hz, 24H)。

[0080] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 213.3, 156.7, 144.5, 144.3, 141.4, 141.2, 137.0, 136.7, 131.0, 131.0, 128.8, 128.7, 128.3, 127.7, 127.1, 125.3, 125.3, 124.9, 124.8, 107.7, 70.9, 46.3, 46.3, 35.0, 34.8, 22.5, 21.9。

[0081] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -8.4。

[0082] 实施例15. 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基膦(5.1 g, 10.0 mmol),1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-酮(2.3 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140

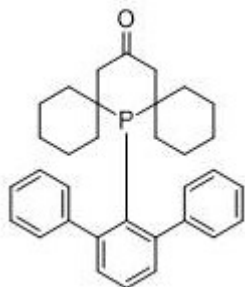
℃下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),得2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮3.5 g,产率47%。

[0083] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.29 (d, $J = 7.6$ Hz, 1H), 7.08 - 6.92 (m, 12H), 6.58 - 6.39 (m, 4H), 3.79 (dt, $J = 8.8, 4.8$ Hz, 2H), 2.96 (p, $J = 6.9$ Hz, 2H), 2.81 (p, $J = 6.8$ Hz, 4H), 2.56 (ddd, $J = 17.3, 8.2, 4.8$ Hz, 2H), 2.44 (dt, $J = 17.3, 5.3$ Hz, 2H), 1.35 (d, $J = 7.0$ Hz, 12H), 1.00 (t, $J = 6.5$ Hz, 24H)。

[0084] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 211.8, 148.7, 146.2, 143.9, 143.8, 142.6, 142.4, 138.8, 138.4, 137.7, 137.6, 132.7, 128.2, 128.1, 127.9, 127.8, 126.2, 125.6, 125.6, 121.7, 44.4, 36.2, 36.0, 34.4, 31.5, 31.5, 25.8, 24.2, 22.2, 22.1。

[0085] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 12.3。

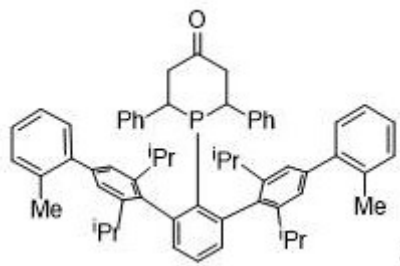
[0086] 实施例16. 7-[(2,6-二苯基) 苯基]-7-磷杂螺[5.1.5⁸.3⁶] 十六烷-15-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-二苯基苯基膦(2.6 g, 10.0 mmol), 1,5-二环己基-1,4-戊二烯-3-酮(2.2 g, 10.0 mmol),和异丙醇20 mL,然后在140 ℃下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),得7-[(2,6-二苯基) 苯基]-7-磷杂螺[5.1.5⁸.3⁶] 十六烷-15-酮2.2 g,产率45%。

[0087] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -6.1。

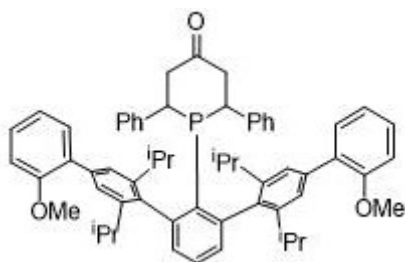
[0088] 实施例17. 2,6-二苯基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基膦(6.1 g, 10.0 mmol), 1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-酮(2.3 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 ℃下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),得2,6-二苯基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮3.9 g,产率46%。

[0089] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 12.1。

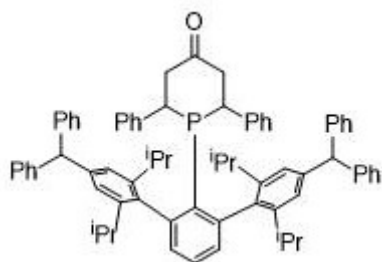
[0090] 实施例18. 2,6-二苯基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基膦(6.4 g, 10.0 mmol),1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-酮(2.3 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),得2,6-二苯基-1-{2,6-双[2,6-二异丙基-4-(2-甲氧基苯基)苯基]苯基}-磷杂环己-4-酮3.9 g,产率45%。

[0091] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 12.9。

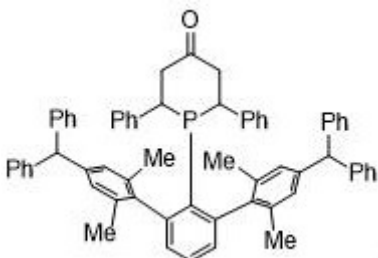
[0092] 实施例19. 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基膦(7.6 g, 10.0 mmol),1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-酮(2.3 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),得2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二异丙基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮5.1 g,产率51%。

[0093] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 12.4。

[0094] 实施例20. 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮

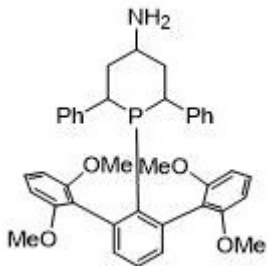


准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基膦(6.5 g, 10.0 mmol),1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-酮(2.3 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),得

2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-酮5.1 g,产率46%。

[0095] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -8.9.

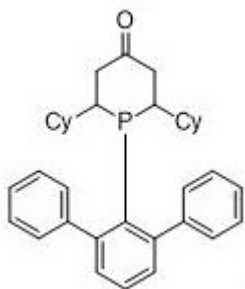
实施例21. 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-胺



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基膦(3.8 g, 10.0 mmol),1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-胺(2.4 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL和三氟乙醇。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 3:1),得2,6-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲基-4-二苯甲基)苯基]-磷杂环己-4-胺5.4 g,产率88%。

[0096] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -4.6.

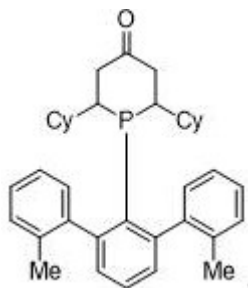
实施例22. 2,6-二环己基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-二苯基苯基膦(2.6 g, 10.0 mmol),1,5-二环己基-1,4-戊二烯-3-酮(2.5 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),得2,6-二环己基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.3 g,产率84%。

[0097] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -6.5

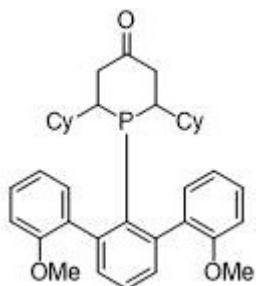
实施例23. 2,6-二环己基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-甲基苯基)苯基膦(2.9 g, 10.0 mmol),1,5-二环己基-1,4-戊二烯-3-酮(2.5 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),2,6-二环己基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.5 g,产率85%。

[0098] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -4.4, -5.7

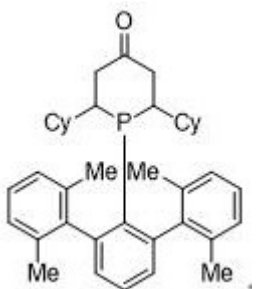
实施例24. 2,6-二环己基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基膦(3.2 g, 10.0 mmol), 1,5-二环己基-1,4-戊二烯-3-酮(2.5g, 10.0 mmol), 异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 9:1), 2,6-二环己基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.7 g, 产率83%。

[0099] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -0.9, -2.6。

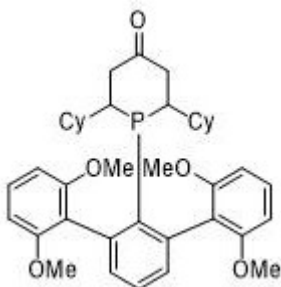
[0100] 实施例25. 2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基膦(3.2 g, 10.0 mmol), 1,5-二环己基-1,4-戊二烯-3-酮(2.5 g, 10.0 mmol), 异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1), 2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.5 g, 产率80%。

[0101] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -8.9。

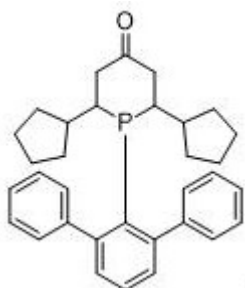
[0102] 实施例26. 2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基膦(3.8 g, 10.0 mmol), 1,5-二环己基-1,4-戊二烯-3-酮(2.5 g, 10.0 mmol), 异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 4:1), 2,6-二环己基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮5.5 g, 产率88%。

[0103] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -4.1。

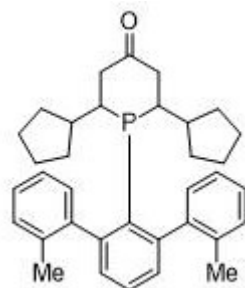
[0104] 实施例27. 2,6-二环戊基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-二苯基苯基膦(2.6 g, 10.0 mmol), 1,5-二环戊基-1,4-戊二烯-3-酮(2.2 g, 10.0 mmol), 异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1), 2,6-二环戊基-1-[(2,6-二苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮,产率78%。

[0105] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -6.3。

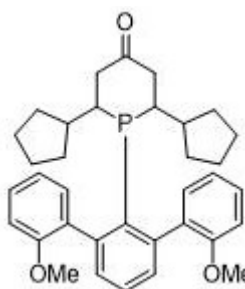
[0106] 实施例28. 2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-甲基苯基)苯基膦(2.9 g, 10.0 mmol), 1,5-二环戊基-1,4-戊二烯-3-酮(2.2 g, 10.0 mmol), 异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1), 2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.4 g,产率87%。

[0107] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 4.2, -5.8。

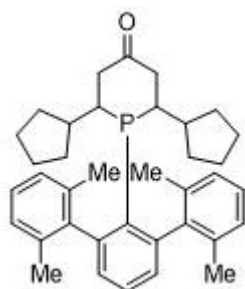
[0108] 实施例29. 2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基膦(3.2 g, 10.0 mmol), 1,5-二环戊基-1,4-戊二烯-3-酮(2.2 g, 10.0 mmol), 异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 9:1), 2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.6 g,产率86%。

[0109] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -1.1, -2.5。

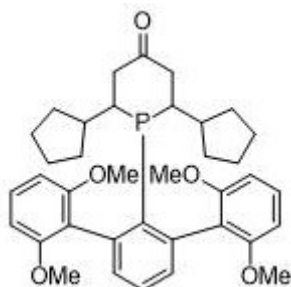
[0110] 实施例30. 2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基膦(3.2 g, 10.0 mmol),1,5-二环戊基-1,4-戊二烯-3-酮(2.2 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.4 g,产率83%。

[0111] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -9.1。

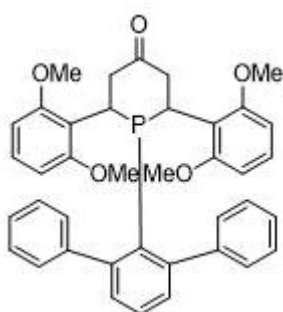
[0112] 实施例31. 2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基膦(3.8 g, 10.0 mmol),1,5-二环戊基-1,4-戊二烯-3-酮(2.2 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 4:1),2,6-二环戊基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮5.3 g,产率88%。

[0113] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -4.0。

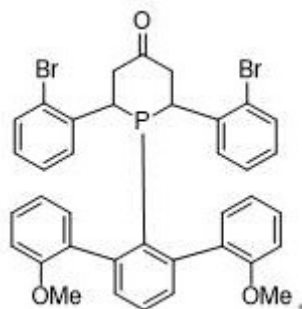
[0114] 实施例32. 2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-(2,6-二苯基)苯基磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-二苯基苯基膦(2.6 g, 10.0 mmol),1,5-双(2,6-二甲氧基苯基)-1,4-戊二烯-3-酮(3.5 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 6:1),2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)-1-(2,6-二苯基)苯基磷杂环己-4-酮4.6 g,产率75%。

[0115] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -6.9。

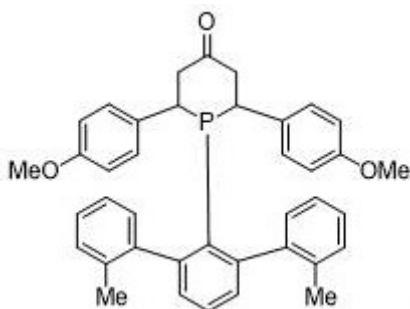
[0116] 实施例33. 2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基膦(3.2 g, 10.0 mmol),1,5-双(2-溴苯基)-1,4-戊二烯-3-酮(3.9 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),2,6-双(2-溴苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮5.7 g,产率80%。

[0117] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -1.1, -2.6。

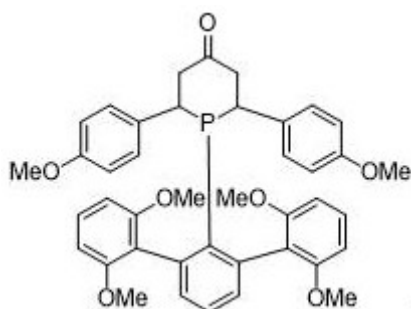
[0118] 实施例34. 2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-甲基苯基)苯基膦(2.9 g, 10.0 mmol),1,5-双(4-甲氧基苯基)-1,4-戊二烯-3-酮(2.9 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 8:1),2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.7 g,产率80%。

[0119] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -4.5, -5.3。

[0120] 实施例35. 2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮

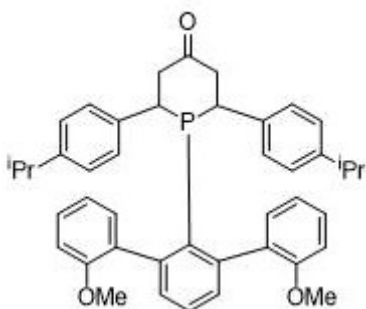


准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基膦(3.8 g, 10.0 mmol),1,5-双(4-甲氧基苯基)-1,4-戊二烯-3-酮(2.9 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 5:1),2,6-双(4-甲氧基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮5.4 g,产率

80%。

[0121] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -4.6。

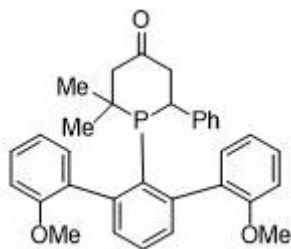
[0122] 实施例36. 2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基膦(3.2 g, 10.0 mmol), 1,5-双(4-异丙基苯基)-1,4-戊二烯-3-酮(3.2 g, 10.0 mmol), 异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1), 2,6-双(4-异丙基苯基)-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.2 g,产率72%。

[0123] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -1.1, -2.6。

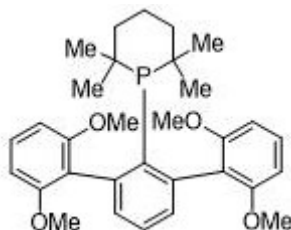
[0124] 实施例37. 2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基膦(3.2 g, 10.0 mmol), 5-甲基-1-苯基-1,4-己二烯-3-酮(1.9 g, 10.0 mmol), 异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1), 2,2-二甲基-6-苯基-1-[2,6-双(2-甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮3.6 g,产率71%。

[0125] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -0.3, -1.4。

[0126] 实施例38. 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己烷

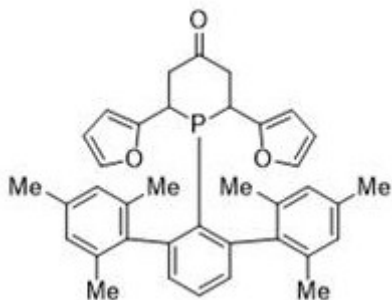


准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮(5.2 g, 10.0 mmol), 乙二醇50 mL, 水合肼(5.0 mL, 50.0 mmol), 氢氧化钾(2.8 g, 50.0 mmol)。210 °C搅拌7 h。乙酸乙酯(3*100 mL)洗涤水

层,取有机层用饱和食盐水(100 mL)洗涤,无水硫酸钠干燥有机层,旋蒸浓缩,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 5:1),得2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己烷4.3 g。产率 85%。

[0127] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 24.1。

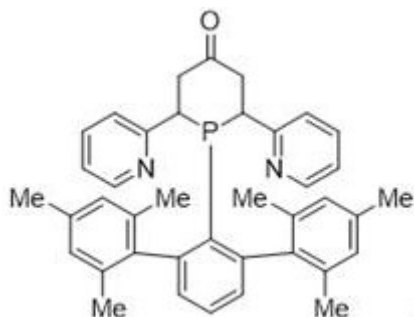
[0128] 实施例39. 2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基膦(3.5 g, 10.0 mmol),1,5-双(呋喃-2-基)-1,4-戊二烯-3-酮(2.2 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 9:1),2,6-双(呋喃-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮3.9 g,产率 69%。

[0129] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 13.2。

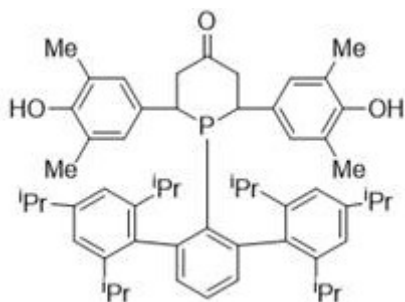
[0130] 实施例40. 2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基膦(3.5 g, 10.0 mmol),1,5-双(吡啶-2-基)-1,4-戊二烯-3-酮(2.4 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 8:1),2,6-双(吡啶-2-基)-1-[2,6-双(2,4,6-三甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.4 g,产率 76%。

[0131] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 12.5。

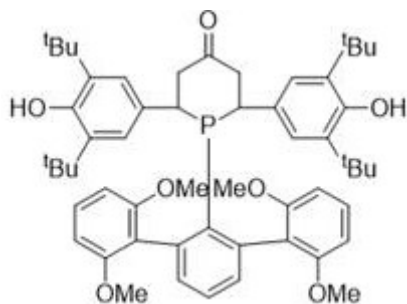
[0132] 实施例41. 2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基膦(5.1 g, 10.0 mmol),1,5-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1,4-戊二烯-3-酮(3.2 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 3:1),2,6-双(4-羟基-3,5-二甲基苯基)-1-[2,6-双(2,4,6-三异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.4 g,产率53%。

[0133] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 13.5。

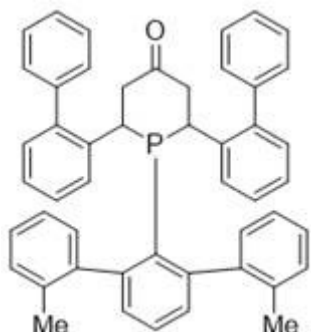
[0134] 实施例42. 2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基膦(3.8 g, 10.0 mmol),1,5-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1,4-戊二烯-3-酮(4.9 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 1:1),2,6-双(4-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮5.3 g,产率61%。

[0135] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -4.8。

[0136] 实施例43. 2,6-双(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮

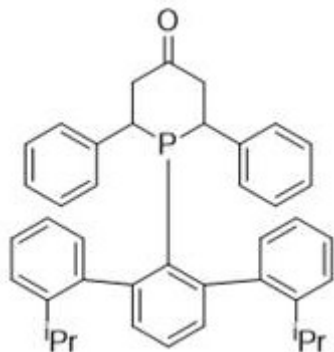


准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-甲基苯基)苯基膦(2.9 g, 10.0 mmol),1,5-双(2-苯基苯基)-1,4-戊二烯-3-酮(3.9 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),2,6-双

(2-苯基苯基)-1-[2,6-双(2-甲基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.9 g,产率72%。

[0137] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -5.2, -6.7。

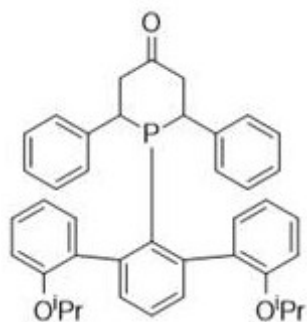
[0138] 实施例44. 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-异丙基苯基)苯基膦(3.5 g, 10.0 mmol),1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-酮(2.3 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-异丙基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.4 g,产率76%。

[0139] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -3.7, -5.3。

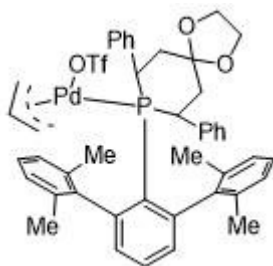
[0140] 实施例45. 2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮



准备一个干燥好的150 mL耐压管,加入2,6-双(2-异丙氧基苯基)苯基膦(3.8 g, 10.0 mmol),1,5-二苯基-1,4-戊二烯-3-酮(2.3 g, 10.0 mmol),异丙醇20 mL。在140 °C下搅拌反应24 h。旋干溶剂,再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1),2,6-二苯基-1-[2,6-双(2-异丙氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮4.5 g,产率74%。

[0141] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ -5.7, -8.3。

[0142] 实施例46. 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷-(烯丙基)-三氟甲磺酸钯(II)



将烯丙基二聚钯(1.8 g, 5.0 mmol),三氟甲磺酸银(2.6 g, 10.0 mmol)加入到

干燥的15 mL耐压管中,加入2 mL四氢呋喃,室温搅拌30 min,再加入1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷(6.0 g, 10.0 mmol),搅拌2 h,过滤,旋干得1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷-(烯丙基)-三氟甲基磺酸钯(II) 9.1 g,产率99%。

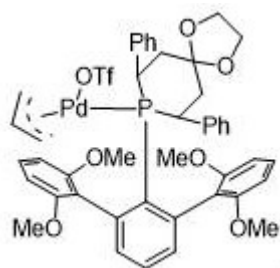
[0143] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.59 (t, $J = 7.8$ Hz, 1H), 7.54 - 7.41 (m, 2H), 7.30 (d, $J = 15.1$ Hz, 12H), 7.03 (d, $J = 7.4$ Hz, 4H), 6.48 (d, $J = 7.8$ Hz, 1H), 5.94 - 5.71 (m, 1H), 4.57 (d, $J = 6.6$ Hz, 1H), 4.28 (dd, $J = 14.1, 9.3$ Hz, 1H), 4.17 - 3.93 (m, 2H), 3.83 (dq, $J = 19.7, 6.4$ Hz, 5H), 3.12 - 2.77 (m, 2H), 2.14 (s, 3H), 2.03 (s, 2H), 1.92 (s, 4H), 1.84 (s, 3H), 1.25 (t, $J = 7.1$ Hz, 1H), 1.16 (s, 3H), 1.01 (s, 3H)。

[0144] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 149.3, 149.0, 148.1, 139.1, 138.6, 138.5, 138.4, 137.2, 136.6, 133.5, 133.5, 133.0, 132.9, 132.6, 132.2, 132.0, 130.6, 130.5, 130.4, 129.4, 129.3, 129.2, 128.9, 128.6, 128.5, 128.4, 128.4, 123.3, 123.2, 118.9, 118.9, 109.7, 109.4, 105.8, 64.8, 64.4, 50.0, 43.0, 41.7, 40.8, 40.7, 40.6, 40.5, 23.1, 22.9, 21.5, 21.4。

[0145] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 46.4。

[0146] ^{19}F NMR (376 MHz, CDCl_3) δ -78.0。

[0147] 实施例47. 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷-(烯丙基)-三氟甲基磺酸钯(II)



将烯丙基二聚钯(1.8 g, 5.0 mmol), 三氟甲磺酸银(2.6 g, 10.0 mmol)加入到干燥的15 mL耐压管中,加入2 mL四氢呋喃,室温搅拌30 min,再加入1,4-二氧杂-7,9-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷(6.6 g, 10.0 mmol),搅拌2 h,反应完全后过硅藻土,旋干得1,4-二氧杂-7,9-二苯基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷-(烯丙基)-三氟甲基磺酸钯(II) 9.6 g,产率99%。

[0148] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.55 (t, $J = 8.4$ Hz, 1H), 7.42 (dt, $J = 10.7, 8.1$ Hz, 2H), 7.27 - 7.08 (m, 8H), 7.00 - 6.86 (m, 4H), 6.85 - 6.69 (m, 3H), 6.65 (d, $J = 8.4$ Hz, 1H), 6.44 (dd, $J = 7.8, 2.6$ Hz, 1H), 5.72 (tt, $J = 13.7, 7.3$ Hz, 1H), 4.47 (d, $J = 6.6$ Hz, 1H), 4.34 (ddd, $J = 16.9, 13.6, 3.7$ Hz, 1H), 4.14 - 3.91 (m, 2H), 3.90 - 3.72 (m, 4H), 3.67 (s, 3H), 3.59 (s, 3H), 3.28 (s, 3H), 2.94 (s, 3H), 2.86 (d, $J = 12.3$ Hz, 1H), 2.56 - 2.48 (m, 1H), 2.16 - 1.72 (m, 6H)。

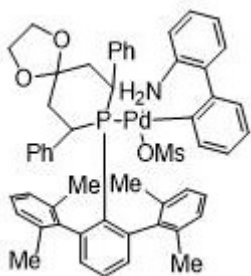
[0149] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 162.7, 161.1, 158.3, 157.8, 144.4, 144.2, 140.6, 139.5, 139.2, 136.2, 135.1, 134.7, 133.2, 133.1, 131.8, 130.4, 130.3,

130.2, 128.5, 128.4, 128.4, 128.4, 128.3, 128.2, 128.1, 127.2, 127.1, 127.1, 127.0, 122.6, 119.4, 118.9, 118.9, 117.6, 106.6, 105.4, 105.3, 105.1, 105.0, 104.4, 104.2, 96.9, 96.9, 64.6, 64.5, 56.9, 56.5, 55.2, 55.1, 48.9, 42.6, 40.7, 39.9, 39.7, 39.6, 39.5。

[0150] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 52.1。

[0151] ^{19}F NMR (376 MHz, CDCl_3) δ -78.0。

[0152] 实施例48. 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷-(2'-氨基联苯-2-基- η^2 -C,N)-甲基苯磺酸钯(II)



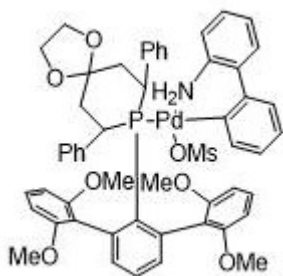
将2-氨基联苯甲磺酸盐(3.7 g, 10.0 mmol), 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷(6.0 g, 10.0 mmol), 四氢呋喃2 mL装入15 mL耐压管中, 室温搅拌1 h, 旋干溶剂, 再用柱层析分离提纯(石油醚:乙酸乙酯 = 10:1), 得1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷-(2'-氨基联苯-2-基- η^2 -C,N)-甲基苯磺酸钯(II) 4.3 g, 产率45%。

[0153] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 8.18 (t, $J = 7.6$ Hz, 1H), 7.88 - 7.80 (m, 2H), 7.68 - 7.54 (m, 3H), 7.55 - 7.43 (m, 3H), 7.42 - 7.25 (m, 9H), 7.21 - 7.08 (m, 3H), 7.01 (d, $J = 7.4$ Hz, 1H), 6.94 (tq, $J = 7.2, 1.5$ Hz, 1H), 6.86 (td, $J = 7.9, 7.5, 1.7$ Hz, 1H), 6.77 - 6.58 (m, 4H), 6.46 (ddd, $J = 7.8, 2.9, 1.4$ Hz, 1H), 5.98 (dd, $J = 11.5, 4.9$ Hz, 1H), 3.91 (ddd, $J = 17.4, 13.4, 4.6$ Hz, 1H), 3.88 - 3.76 (m, 2H), 3.76 (td, $J = 5.1, 4.2, 1.5$ Hz, 3H), 3.71 - 3.60 (m, 2H), 2.58 (s, 4H), 2.45 (s, 3H), 2.28 (s, 2H), 1.96 (s, 3H), 1.62 (dddd, $J = 28.1, 14.1, 4.8, 2.6$ Hz, 1H), 1.44 - 1.18 (m, 4H), 1.06 (s, 3H), 0.68 (s, 3H)。

[0154] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 148.5, 148.3, 146.9, 145.0, 142.8, 140.3, 140.2, 139.8, 139.5, 139.2, 138.3, 138.1, 137.4, 136.3, 135.3, 134.8, 133.8, 133.5, 133.2, 132.6, 131.6, 131.3, 130.5, 129.9, 129.8, 129.1, 129.1, 128.9, 128.8, 128.5, 128.1, 127.8, 127.6, 127.4, 127.3, 126.6, 125.8, 121.2, 106.6, 64.7, 64.0, 43.7, 42.7, 42.5, 39.4, 39.2, 39.0, 38.8, 24.3, 22.7, 21.3, 19.6。

[0155] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 35.4。

[0156] 实施例49. 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷-(2'-氨基联苯-2-基- η^2 -C,N)-甲基苯磺酸钯(II)



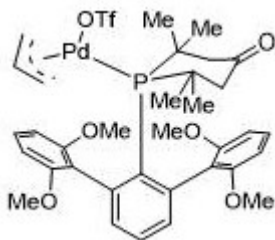
将2-氨基联苯甲磺酸盐 (3.7 g, 10.0 mmol), 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷 (6.6 g, 10.0 mmol), 四氢呋喃 2 mL 装入 15 mL 耐压管中, 室温搅拌 1 h, 旋干溶剂, 再用柱层析分离提纯 (石油醚: 乙酸乙酯 = 3:1), 得 1,4-二氧杂-7,9-二苯基-8-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-8-磷杂螺[4,5]癸烷-(2'-氨基联苯-2-基- η^2 -C,N)-甲基苯磺酸钯(II) 4.9 g, 产率 48%。

[0157] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 8.33 (t, $J = 8.4$ Hz, 1H), 7.69 - 7.57 (m, 3H), 7.43 (t, $J = 7.6$ Hz, 2H), 7.41 - 7.31 (m, 3H), 7.34 - 7.23 (m, 6H), 7.19 (dd, $J = 6.9, 2.2$ Hz, 1H), 7.16 - 7.08 (m, 1H), 7.10 - 6.99 (m, 3H), 6.99 - 6.90 (m, 1H), 6.80 (d, $J = 8.2$ Hz, 1H), 6.73 - 6.61 (m, 4H), 6.52 (ddd, $J = 7.8, 2.8, 1.3$ Hz, 1H), 6.46 (dt, $J = 8.2, 1.7$ Hz, 2H), 6.31 (d, $J = 8.3$ Hz, 1H), 5.54 (dd, $J = 11.3, 4.8$ Hz, 1H), 4.01 (dddd, $J = 30.0, 16.8, 13.4, 3.5$ Hz, 2H), 3.87 (s, 3H), 3.74 (s, 4H), 3.74 - 3.60 (m, 7H), 3.11 (s, 3H), 2.75 (s, 3H), 2.59 (s, 3H), 2.44 (s, 1H), 2.32 - 2.05 (m, 2H), 2.08 - 1.96 (m, 1H), 1.73 - 1.55 (m, 1H), 1.52 - 1.18 (m, 3H)。

[0158] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 165.9, 162.4, 158.2, 156.9, 143.1, 142.9, 140.0, 139.6, 139.5, 139.1, 138.8, 138.7, 138.0, 137.2, 135.7, 135.3, 133.2, 131.5, 131.4, 131.1, 129.4, 128.8, 128.7, 128.7, 128.6, 128.4, 128.2, 127.7, 127.7, 127.4, 127.1, 126.8, 126.7, 126.4, 125.6, 120.8, 117.7, 107.2, 106.2, 104.0, 103.8, 103.5, 102.8, 64.5, 64.0, 57.5, 57.2, 54.8, 54.2, 42.2, 41.5, 41.3, 39.4, 38.8, 38.6, 38.4。

[0159] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 39.8。

[0160] 实施例 50. 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮-(烯丙基)-三氟甲基磺酸钯(II)



将烯丙基二聚钯 (1.8 g, 5.0 mmol), 三氟甲磺酸银 (2.6 g, 10.0 mmol) 加入到干燥的 15 mL 耐压管中, 加入 2 mL 四氢呋喃, 室温搅拌 30 min, 再加入 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮 (5.2 g, 10.0 mmol), 搅拌 2 h, 反应完全后过硅藻土, 旋干得 2,2,6,6-四甲基-1-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]-磷杂环己-4-酮-

(烯丙基)-三氟甲基磺酸钯(II) 8.3 g,产率100%。

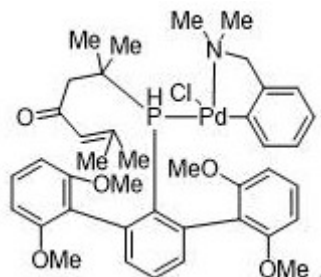
[0161] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.66 (t, $J = 8.4$ Hz, 1H), 7.44 - 7.30 (m, 2H), 7.11 (dt, $J = 7.6, 1.8$ Hz, 1H), 6.98 (d, $J = 8.3$ Hz, 1H), 6.93 (d, $J = 8.4$ Hz, 1H), 6.59 (ddd, $J = 8.5, 6.1, 0.8$ Hz, 2H), 6.50 (ddd, $J = 7.8, 2.3, 1.5$ Hz, 1H), 5.75 (tt, $J = 13.5, 7.1$ Hz, 1H), 4.27 - 4.19 (m, 1H), 3.88 (s, 3H), 3.82 (dd, $J = 13.4, 9.8$ Hz, 1H), 3.77 (s, 3H), 3.73 - 3.69 (m, 1H), 3.67 (s, 3H), 3.64 (s, 3H), 3.16 - 3.07 (m, 1H), 2.58 (dd, $J = 27.5, 12.6$ Hz, 2H), 2.33 (td, $J = 7.4, 2.5$ Hz, 1H), 2.01 (s, 1H), 1.92 - 1.77 (m, 4H), 1.30 (d, $J = 19.7$ Hz, 3H), 1.22 (dd, $J = 17.6, 6.1$ Hz, 6H), 1.08 (d, $J = 15.5$ Hz, 3H)。

[0162] ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 209.2, 209.1, 162.8, 162.4, 158.3, 158.2, 147.4, 147.1, 140.2, 140.2, 136.9, 136.6, 136.3, 135.3, 135.2, 132.3, 132.1, 131.9, 131.8, 131.3, 122.5, 121.2, 121.2, 120.9, 119.3, 106.0, 105.5, 104.2, 104.2, 102.5, 102.2, 95.5, 95.5, 68.0, 63.9, 63.8, 56.9, 56.7, 55.2, 55.1, 52.3, 52.3, 51.9, 51.9, 39.8, 39.7, 39.6, 36.2, 36.0, 35.6, 35.4, 28.0, 27.9, 27.7, 27.7, 25.6。

[0163] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 84.0。

[0164] ^{19}F NMR (376 MHz, CDCl_3) δ -78.0。

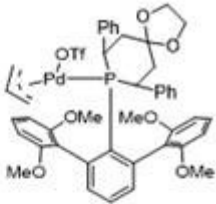
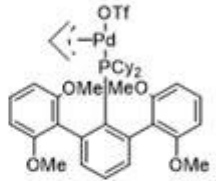
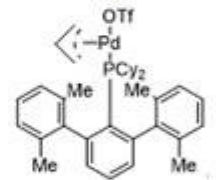
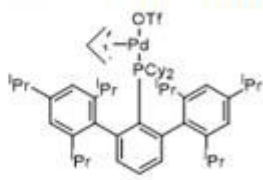
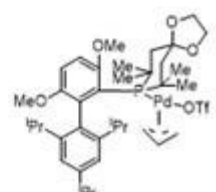
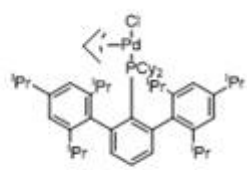
[0165] 实施例51. 2,6-二甲基-6-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]膦基-2-庚烯-4-酮-N,N-二甲基苄胺氯化钯(II)



将N,N-二甲基苄胺氯化钯二聚物(1.4 g, 2.5 mmol), 2,6-二甲基-6-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]膦基-2-庚烯-4-酮(2.6 g, 5.0 mmol)加入到干燥的15 mL耐压管中,加入2 mL四氢呋喃,室温搅拌2 h,反应完全后过硅藻土,旋干得2,6-二甲基-6-[2,6-双(2,6-二甲氧基苯基)苯基]膦基-2-庚烯-4-酮-N,N-二甲基苄胺氯化钯(II) 3.2 g,产率80%。

[0166] ^{31}P NMR (162 MHz, CDCl_3) δ 10.8。

实施例: 52-56

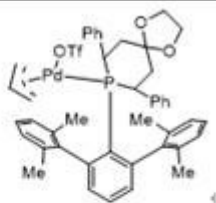
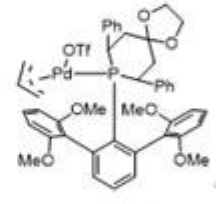
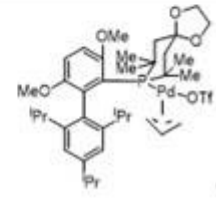
表 1: 2-氯苯甲酸乙酯和 2-氨基苯甲酸乙酯的 C-N 偶联反应 ^[a]			
实施例	催化剂	转化率(%)	分离产率(%)
52	 实施例 47	100	99
53	 TSPHOS(allyl)PdOTf	40	32
54	 TMPhos(allyl)PdOTf	54	48
55	 TXPhos(allyl)PdOTf	69	66
56	 VincePhos(allyl)PdOTf	0	0
文献数据 ^b	 TXPhos(allyl)PdCl	68	64

^[a] 在手套箱中,将1.2 mmol 2-氨基苯甲酸乙酯、1.0 mmol 2-氯苯甲酸乙酯、1.3 mmol 碳酸钾、0.005 mmol 的催化剂与配体、0.13 mL 十二烷(GC分析的内标)、2 mL 叔丁醇置

于耐压管中。将该管密封并悬浮在100 °C的油浴中反应12 h。GC分析有机相。

[0167] ^[b] F. Zhou, L. Zhang, J. Shi., Journal of Catalysis., 2021, 402, 238-243.

实施例: 57-59

表 2:4-氯甲苯和吗啡啉的 C-N 偶联反应 ^[a]			
实施例	催化剂	转化率(%)	分离产率(%)
57	 实施例 46	65	61
58	 实施例 47	100	99
59	 VincePhos(allyl)PdOTf	16	12

^[a] 在手套箱中,将1.2 mmol 吗啡啉、1.0 mmol 4-氯甲苯、1.5 mmol叔丁醇钠、0.01 mmol的催化剂与配体、0.13 mL十二烷(GC分析的内标)、2 mL 1,4-二氧六环置于耐压管中。将该管密封并悬浮在100 °C的油浴中。GC分析有机相。