



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101836137 A

(43) 申请公布日 2010. 09. 15

(21) 申请号 200880113018. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008. 10. 21

G02B 5/28(2006. 01)

G02B 26/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

60/982, 094 2007. 10. 23 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 04. 23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/080651 2008. 10. 21

(87) PCT申请的公布数据

W02009/055393 EN 2009. 04. 30

(71) 申请人 高通 MEMS 科技公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 卡斯拉·哈泽尼 马尼什·科塔里

马克·米尼亚尔 徐刚

鲁塞尔·W·格鲁尔克

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 刘国伟

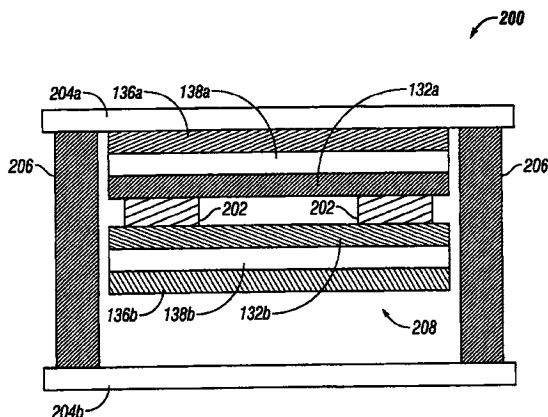
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 27 页

(54) 发明名称

基于微机电系统的可调整透射装置

(57) 摘要

调制器装置在至少两个状态之间可选择性地可调整,其中特定波长的光的透射和 / 或反射经修改。某些调制器装置在包含可见波长和红外波长的广泛范围的波长上大体上均一地可调整。其它调制器装置在不显著影响红外波长的情况下在可见波长上可调整。另外,所述调制器装置可与固定薄膜反射结构结合使用。



1. 一种 MEMS 装置,其包括:
第一膜堆叠,其安置于衬底上;以及
第二膜堆叠,其与所述第一膜堆叠由一间隙隔开,其中所述第二膜堆叠在第一位置与第二位置之间可移动;
其中所述 MEMS 装置在所述第一位置中比在所述第二位置中透射大体上更多的可见光,且其中所述 MEMS 装置在所述第一位置中时与在所述第二位置中时透射大体上相同量的红外光。
2. 根据权利要求 1 所述的 MEMS 装置,其中所述 MEMS 装置在所述第一位置中时比在所述第二位置中多透射至少约 50% 的所述入射可见光。
3. 根据权利要求 1 所述的 MEMS 装置,其中在所述第一位置中的所述透射红外光与在所述第二位置中的所述透射红外光之间的差不超过所述入射红外光的 10%。
4. 根据权利要求 1 所述的 MEMS 装置,其中所述红外光包括具有小于 1.5 微米的波长的红外光。
5. 根据权利要求 1 所述的 MEMS 装置,其中所述第一薄膜堆叠包括第一导电层和第一光学层,且其中所述第二薄膜堆叠包括第二导电层和第二光学层。
6. 根据权利要求 5 所述的 MEMS 装置,其中所述第一和第二光学层包括具有大于约 1.8 的折射指数的材料。
7. 根据权利要求 6 所述的 MEMS 装置,其中所述第一和第二光学层包括具有大于约 1.9 的折射指数的材料。
8. 根据权利要求 5 所述的 MEMS 装置,其中所述第一和第二光学层包括二氧化钛、氧化铅、氧化锌和二氧化锆中的一者或一者以上。
9. 根据权利要求 5 所述的 MEMS 装置,其中所述第一和第二导电层包括连续层。
10. 根据权利要求 1 所述的 MEMS 装置,其额外包括固定薄膜堆叠,所述固定薄膜堆叠经配置以反射入射光的实质部分。
11. 根据权利要求 10 所述的 MEMS 装置,其中所述固定薄膜堆叠经配置以反射入射红外光的实质部分。
12. 根据权利要求 1 所述的 MEMS 装置,其额外包括支撑结构,所述支撑结构位于所述第一薄膜堆叠与所述第二薄膜堆叠之间。
13. 根据权利要求 12 所述的 MEMS 装置,其中所述支撑结构包括玻璃球体。
14. 根据权利要求 1 所述的 MEMS 装置,其中所述 MEMS 装置包括其中所述第二膜堆叠的一部分可独立地朝向所述第一膜堆叠移动的至少一个区域。
15. 一种 MEMS 装置,其包括:
第一膜堆叠,其安置于衬底上;以及
第二膜堆叠,其与所述第一膜堆叠由一间隙隔开,其中所述第二膜堆叠在第一位置与第二位置之间可移动;
其中所述 MEMS 装置在所述第一位置中比在所述第二位置中透射时透射大体上更多的可见光和红外光。
16. 根据权利要求 15 所述的 MEMS 装置,其中所述第一和第二膜堆叠包括电介质镜。
17. 根据权利要求 15 所述的 MEMS 装置,其中所述 MEMS 装置在所述第一位置中时透射

大于约 80% 的入射红外光且在所述第二位置中时透射小于约 55% 的入射红外光。

18. 根据权利要求 15 所述的 MEMS 装置,其中所述 MEMS 装置充当部分反射的宽带镜,其在所述第一位置中时反射约 20% 的入射可见光和红外光,且在所述第二位置中时反射约 50% 的入射可见光和红外光。

19. 根据权利要求 15 所述的 MEMS 装置,其额外包括多个中间层,所述多个中间层安置于所述第一膜堆叠与所述第二膜堆叠之间。

20. 根据权利要求 19 所述的 MEMS 装置,其中:

所述第一膜堆叠包括 ITO 层;

所述第二膜堆叠包括上覆于二氧化钛层上的 ITO 层;且

所述多个中间层包括多个二氧化钛层。

21. 一种玻璃窗格,其包括:

第一玻璃层;

第二玻璃层,其密封到所述第一玻璃层以在其间界定腔;

MEMS 装置,其安置于所述第一玻璃层的面对所述第二玻璃层的表面上,所述 MEMS 装置包括在第一位置之间可移动的层,其中经由所述 MEMS 装置透射的红外辐射的量取决于所述可移动层的位置。

22. 根据权利要求 21 所述的玻璃窗格,其中入射于所述 MEMS 装置上的具有小于 1.5 微米波长的大体上所有的所述红外辐射经反射或透射。

23. 根据权利要求 21 所述的玻璃窗格,其中所述 MEMS 装置在所述第一位置中大体上透射红外辐射。

24. 根据权利要求 23 所述的玻璃窗格,其中在所述 MEMS 装置在所述第二位置中时大体上更多的入射红外光由所述 MEMS 装置反射。

25. 根据权利要求 21 所述的玻璃窗格,其额外包括第二装置,所述第二装置安置于所述玻璃层中的一者的表面上或邻近于所述表面,其中所述装置在大体上透射入射光的第一状态与其中增加入射光的吸收的第二状态之间可切换。

26. 根据权利要求 25 所述的玻璃窗格,其中所述第二装置包括悬浮粒子装置。

27. 根据权利要求 21 所述的玻璃窗格,其中所述 MEMS 装置包括:

导电层,其安置于衬底上;以及

多个中间层,其安置于所述第一导电层与所述可移动层之间。

28. 根据权利要求 27 所述的玻璃窗格,其额外包括第二 MEMS 装置,所述第二 MEMS 装置安置于所述第二玻璃层的面对所述第一玻璃层的表面上,所述第二 MEMS 装置包括:

第二导电层,其安置于所述衬底上;

第二可移动层,其在第一位置之间可移动,其中经由所述 MEMS 装置透射的红外辐射的量取决于所述可移动层的所述位置;以及

多个中间层,其安置于所述第二可移动层与所述第二导电层之间。

29. 根据权利要求 28 所述的玻璃窗格,其中所述玻璃窗格在其中约 50% 的入射可见光和红外光经反射的第一状态与其中大体上所有的所述入射可见光和红外光经反射的第二状态之间可切换。

30. 一种 MEMS 装置,其包括:

第一复合层,其安置于衬底上,所述第一复合层包括:

第一导电层;以及

第一光学层;

第二复合层,其经由气隙与所述第一复合层分开,其中所述第二复合层可朝向所述第一复合层移动,所述第二复合层包括:

第二导电层;以及

第二光学层;

其中所述第二复合层朝向所述第一复合层的位移改变红外光经由所述 MEMS 装置的透射。

31. 根据权利要求 30 所述的 MEMS 装置,其中所述第二复合层朝向所述第一复合层的移动还改变可见光经由所述 MEMS 装置的透射。

32. 根据权利要求 30 所述的 MEMS 装置,其中所述可移动层在第一位置与第二位置之间可移动,且其中所述 MEMS 装置在所述第一位置中时透射大于约 80% 的入射红外光,且在所述第二位置中时透射小于约 55% 的入射红外光。

33. 根据权利要求 30 所述的 MEMS 装置,其中所述第一和第二光学层包括电介质镜。

34. 一种 MEMS 系统,其包括:

透明衬底;

MEMS 装置,其安置于所述透明衬底上或邻近于所述透明衬底,所述 MEMS 装置包括在第一位置之间可移动的层,其中所述装置在大体上透射入射光的第一状态与其中增加入射光的反射的第二状态之间可切换;

传感器,其经配置以感测在最接近所述衬底的位置中的入射光;以及

控制电路,其与所述传感器电连通,其中所述控制电路至少部分地基于所述传感器的状态来控制所述 MEMS 装置的状态。

基于微机电系统的可调整透射装置

[0001] 本申请案主张 2007 年 10 月 23 日申请的第 60/982,094 号美国临时申请案的优先权,所述临时申请案的揭示内容全文以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0002] 本发明涉及微机电系统 (MEMS)。

背景技术

[0003] MEMS 包含微机械元件、激活器和电子元件。可使用沉积、蚀刻和 / 或其它蚀刻掉衬底和 / 或已沉积材料层的部分或者添加层以形成电装置和机电装置的微加工工艺来产生微机械元件。一种类型的 MEMS 装置称为干涉式调制器。如本文所使用,术语干涉式调制器或干涉式光调制器指的是一种使用光学干涉原理选择性地吸收且 / 或反射光的装置。在某些实施例中,干涉式调制器可包括一对导电板,其中之一或两者可能整体或部分透明且 / 或具有反射性,且能够在施加适当电信号时进行相对运动。在特定实施例中,一个板可包括沉积在衬底上的固定层,且另一个板可包括通过气隙与固定层分离的金属薄膜。如本文更详细描述,一个板相对于另一个板的位置可改变入射在干涉式调制器上的光的光学干涉。这些装置具有广范围的应用,且在此项技术中,利用且 / 或修改这些类型装置的特性使得其特征可被发掘用于改进现有产品和创建尚未开发的新产品,将是有益的。

发明内容

[0004] 在一个方面中,一种 MEMS 装置包含:第一膜堆叠,其安置于衬底上;以及第二膜堆叠,其与所述第一膜堆叠隔开一间隙,其中第二膜堆叠在第一位置与第二位置之间可移动,其中 MEMS 装置在第一位置中比在第二位置中透射大体上更多的可见光,且其中 MEMS 装置在 MEMS 装置在第一位置中时与在第二位置中时透射大体上相同量的红外光。

[0005] 在另一方面中,一种 MEMS 装置包含:第一膜堆叠,其安置于衬底上;以及第二膜堆叠,其与所述第一膜堆叠隔开一气隙,其中第二膜堆叠在第一位置与第二位置之间可移动,其中 MEMS 装置在第一位置中比在第二位置中透射时透射大体上更多的可见光和红外光。

[0006] 在另一方面中,一种玻璃窗格包含:第一玻璃层;第二玻璃层,其密封到所述第一玻璃层以在其间界定腔;MEMS 装置,其安置于第一玻璃层的面对第二玻璃层的表面上,所述 MEMS 装置包含在第一位置之间可移动的层,其中经由 MEMS 装置透射的红外辐射的量取决于可移动层的位置。

[0007] 在另一方面中,一种 MEMS 装置包含:第一复合层,其安置于衬底上,所述第一复合层包含第一导电层和第一光学层;第二复合层,其经由一气隙与所述第一复合层分开,其中第二复合层可朝向第一复合层移动,所述第二复合层包含第二导电层和第二光学层,其中第二复合层朝向第一复合层的位移改变红外光经由 MEMS 装置的透射。

[0008] 在另一方面中,一种 MEMS 系统包含:透明衬底;MEMS 装置,其安置于所述透明衬底上或邻近于所述透明衬底,所述 MEMS 装置包含在第一位置之间可移动的层,其中所述装置

在大体上透射入射光的第一状态与增加入射光的反射的第二状态之间可切换；传感器，其经配置以感测在最接近衬底的位置中的入射光；以及控制电路，其与所述传感器电连通，其中控制电路至少部分地基于传感器的状态来控制 MEMS 装置的状态。

附图说明

[0009] 图 1 是描绘干涉式调制器显示器的一个实施例的一部分的等角视图，其中第一干涉式调制器的可移动反射层处于松弛位置，且第二干涉式调制器的可移动反射层处于激活位置。

[0010] 图 2 是说明并入有 3×3 干涉式调制器显示器的电子装置的一个实施例的系统框图。

[0011] 图 3 是图 1 的干涉式调制器的一个示范性实施例的可移动镜位置对所施加电压的图。

[0012] 图 4 是可用于驱动干涉式调制器显示器的一组行和列电压的说明。

[0013] 图 5A 说明图 2 的 3×3 干涉式调制器显示器中的显示器数据的一个示范性帧。

[0014] 图 5B 说明可用于写入图 5A 的帧的行和列信号的一个示范性时序图。

[0015] 图 6A 是图 1 的装置的横截面。

[0016] 图 6B 是干涉式调制器的替代实施例的横截面。

[0017] 图 6C 是干涉式调制器的另一替代实施例的横截面。

[0018] 图 6D 是干涉式调制器的又一替代实施例的横截面。

[0019] 图 6E 是干涉式调制器的额外替代实施例的横截面。

[0020] 图 7A 是能够在高度透射状态与高度反射状态之间切换的调制器装置的示意横截面。

[0021] 图 7B 是用于图 7A 的调制器装置中的理想理论材料的随波长而变的折射指数的曲线。

[0022] 图 7C 是图 8A 的调制器装置的随波长和气隙高度而变的反射曲线。

[0023] 图 7D 是图 8A 的调制器装置的随波长和气隙高度而变的透射曲线。

[0024] 图 8A 是能够在高度透射状态与高度反射状态之间切换的调制器装置的另一实施例的示意横截面。

[0025] 图 8B 是图 8A 的调制器装置的随波长和气隙高度而变的反射曲线。

[0026] 图 8C 是图 8A 的调制器装置的随波长和气隙高度而变的透射曲线。

[0027] 图 8D 是图 8A 的调制器装置在 15nm 的气隙高度时随波长而变的反射曲线。

[0028] 图 8E 是图 8A 的调制器装置在 15nm 的气隙高度时随波长而变的透射曲线。

[0029] 图 8F 是图 8A 的调制器装置在 170nm 的气隙高度时随波长而变的反射曲线。

[0030] 图 8G 是图 8A 的调制器装置在 170nm 的气隙高度时随波长而变的透射曲线。

[0031] 图 9A 是包括 SiC 光学层的调制器装置的另一实施例的示意横截面。

[0032] 图 9B 是图 9A 的调制器装置的随波长和气隙高度而变的反射曲线。

[0033] 图 9C 是图 9A 的调制器装置的随波长和气隙高度而变的透射曲线。

[0034] 图 9D 是图 9A 的调制器装置在 15nm 的气隙高度时随波长而变的反射曲线。

[0035] 图 9E 是图 9A 的调制器装置在 15nm 的气隙高度时随波长而变的透射曲线。

- [0036] 图 9F 是图 9A 的调制器装置在 170nm 的气隙高度时随波长而变的反射曲线。
- [0037] 图 9G 是图 9A 的调制器装置在 170nm 的气隙高度时随波长而变的透射曲线。
- [0038] 图 10A 是包括两个或两个以上导电层的静电可激活调制器装置的一实施例的示意横截面。
- [0039] 图 10B 是图 10A 的调制器装置在两个气隙高度时随波长而变的透射和反射曲线。
- [0040] 图 11A 是包括多个气隙的静电可激活调制器装置的一实施例的示意横截面。
- [0041] 图 11B 是图 10A 的调制器装置在两个间隙高度时随波长而变的透射曲线。
- [0042] 图 12A 是包括一对电介质镜的静电可激活调制器装置的一实施例的示意横截面。
- [0043] 图 12B 是图 12A 的调制器装置在第一和第二状态中的透射曲线。
- [0044] 图 13 是包括例如图 10A 的调制器装置的调制器装置的双窗格窗的示意横截面。
- [0045] 图 14 是图 13 的部分制成调制器装置的示意横截面。
- [0046] 图 15 是包括调制器装置和额外装置的双窗格窗的示意横截面。
- [0047] 图 16 是具有多个中间电介质层的调制器装置在第一和第二状态中的透射曲线。

具体实施方式

[0048] 以下详细描述针对本发明的某些特定实施例。然而,本发明可以许多不同方式实施。在本描述内容中参看了附图,附图中所有相同部分用相同标号表示。如从以下描述中将了解,所述实施例可实施在经配置以显示不论运动(例如,视频)还是固定(例如,静止图像)的且不论文字还是图画的图像的任何装置中。更明确地说,预期所述实施例可实施在多种电子装置中或与多种电子装置关联,所述多种电子装置例如(但不限于)移动电话、无线装置、个人数据助理(PDA)、手持式或便携式计算机、GPS 接收器/导航器、相机、MP3 播放器、摄像机、游戏控制台、手表、时钟、计算器、电视监视器、平板显示器、计算机监视器、汽车显示器(例如,里程表显示器等)、座舱控制器和/或显示器、相机视图的显示器(例如,车辆中后视相机的显示器)、电子相片、电子广告牌或指示牌、投影仪、建筑结构、包装和美学结构(例如,一件珠宝上的图像显示器)。具有与本文中描述的装置类似的结构 of MEMS 装置也可用于例如电子切换装置的非显示器应用中。

[0049] 虽然用于修改特定波长的光的透射的固定薄膜堆叠可适合于某些应用,但包括彼此隔开一空气(或其它气体或流体)间隙的薄膜的基于 MEMS 的调制器装置通过在两个或两个以上状态之间切换而允许有效管理透射或反射性质。举例来说,对来自太阳的红外辐射高度反射的窗在盛夏月期间可为理想的,但在冬季月期间或在晚上较不理想。通过提供调制器装置代替固定薄膜堆叠,可在必要时调整窗以对入射红外光较少地反射。类似地,还可修改可见光的透射或反射,以便提供(例如)可容易地切换到高度透射状态的隐私玻璃,其可代替住宅中的窗帘或百叶窗或与其结合使用。在一些实施例中,多个此类装置可用于提供所要的透射和反射性质,其包含与可移动调制器装置结合而使用固定薄膜堆叠。

[0050] 图 1 中说明包括干涉式 MEMS 显示器元件的一个干涉式调制器显示器的实施例。在这些装置中,像素处于明亮状态或黑暗状态。在明亮(“接通”或“开启”)状态下,显示器元件将入射可见光的大部分反射到用户。当在黑暗(“断开”或“关闭”)状态下时,显示器元件将极少的入射可见光反射到用户。依据实施例而定,可颠倒“接通”和“断开”状态的光反射性质。MEMS 像素可经配置以主要在所选颜色下反射,从而除了黑色和白色以外还允

许彩色显示器。

[0051] 图 1 是描述视觉显示器的一系列像素中的两个相邻像素的等角视图,其中每一像素包括 MEMS 干涉式调制器。在一些实施例中,干涉式调制器显示器包括这些干涉式调制器的一行/列阵列。每一干涉式调制器包含一对反射层,其定位成彼此相距可变且可控制的距离以形成具有至少一个可变尺寸的谐振光学间隙(“气隙”或简单地“间隙”)。在一个实施例中,可在两个位置之间移动所述反射层之一。在第一位置(本文中称为松弛位置)中,可移动反射层定位成距固定部分反射层相对较大的距离。在第二位置(本文中称为激活位置)中,可移动反射层定位成更紧密邻近所述部分反射层。视可移动反射层的位置而定,从所述两个层反射的入射光相长地或相消地进行干涉,从而针对每一像素产生全反射状态或非反射状态。

[0052] 图 1 中像素阵列的所描绘部分包含两个相邻干涉式调制器 12a 和 12b。在左侧干涉式调制器 12a 中,说明可移动反射层 14a 处于距包含部分反射层的光学堆叠 16a 预定距离处的松弛位置中。在右侧干涉式调制器 12b 中,说明可移动反射层 14b 处于邻近于光学堆叠 16b 的激活位置中。

[0053] 如本文所引用的光学堆叠 16a 和 16b(统称为光学堆叠 16)通常包括若干熔合层(fused layer),所述熔合层可包含例如氧化铟锡(ITO)的电极层、例如铬的部分反射层和透明电介质。因此,光学堆叠 16 是导电的、部分透明且部分反射的,且可通过(例如)将上述层的一者或一者以上沉积到透明衬底 20 上来制造。部分反射层可由为部分反射的多种材料(例如,各种金属、半导体及电介质)形成。部分反射层可由一个或一个以上材料层形成,且层中的每一者可由单一材料或材料的组合形成。

[0054] 在一些实施例中,光学堆叠 16 的层经图案化成为多个平行条带,且如下文中进一步描述,可在显示器装置中形成行电极。可移动反射层 14a、14b 可形成为沉积金属层(一层或多层)的一系列平行条带(与行电极 16a、16b 垂直),所述金属层沉积在柱 18 和沉积于柱 18 之间的介入牺牲材料的顶部上。当蚀刻去除牺牲材料时,可移动反射层 14a、14b 通过所界定的间隙 19 而与光学堆叠 16a、16b 分离。例如铝的高度导电且反射的材料可用于反射层 14,且这些条带可在显示器装置中形成列电极。

[0055] 在不施加电压的情况下,间隙 19 保留在可移动反射层 14a 与光学堆叠 16a 之间,其中可移动反射层 14a 处于机械松弛状态,如图 1 中像素 12a 所说明。然而,当将电位差施加到选定的行和列时,形成在相应像素处的行电极与列电极的交叉处的电容器变得带电,且静电力将所述电极拉在一起。如果电压足够高,那么可移动反射层 14 变形且被迫抵靠光学堆叠 16。光学堆叠 16 内的介电层(在此图中未图示)可防止短路并控制层 14 与 16 之间的分离距离,如图 1 中右侧的像素 12b 所说明。不管所施加的电位差的极性如何,表现均相同。以此方式,可控制反射像素状态对非反射像素状态的行/列激活在许多方面类似于常规 LCD 和其它显示技术中所使用的行/列激活。

[0056] 图 2 到图 5B 说明在显示器应用中使用干涉式调制器阵列的一个示范性工艺和系统。

[0057] 图 2 是说明可并入有本发明各方面的电子装置的一个实施例的系统框图。在所述示范性实施例中,所述电子装置包含处理器 21,其可为任何通用单芯片或多芯片微处理器(例如 ARM、Pentium®、Pentium II®、Pentium III®、Pentium IV®、Pentium® Pro、8051、

MIPS[®]、Power PC[®]、ALPHA[®]), 或任何专用微处理器(例如数字信号处理器、微控制器或可编程门阵列)。如此项技术中常规的做法, 处理器 21 可经配置以执行一个或一个以上软件模块。除了执行操作系统外, 所述处理器可经配置以执行一个或一个以上软件应用程序, 包含网络浏览器、电话应用程序、电子邮件程序或任何其它软件应用程序。

[0058] 在一个实施例中, 处理器 21 还经配置以与阵列驱动器 22 通信。在一个实施例中, 所述阵列驱动器 22 包含将信号提供到显示器阵列或面板 30 的行驱动器电路 24 和列驱动器电路 26。在图 2 中以线 1-1 展示图 1 中说明的阵列的横截面。对于 MEMS 干涉式调制器来说, 行 / 列激活协议可利用图 3 中说明的这些装置的滞后性质。可能需要(例如)10 伏的电位差来促使可移动层从松弛状态变形为激活状态。然而, 当电压从所述值减小时, 可移动层在电压降回 10 伏以下时维持其状态。在图 3 的示范性实施例中, 可移动层直到电压降到 2 伏以下时才完全松弛。因此, 在图 3 中所说明的实例中, 存在约 3 到 7V 的经施加电压窗口, 在所述窗口内, 装置在松弛状态或激活状态中均是稳定的。此窗口在本文中称为“滞后窗口”或“稳定窗口”。对于具有图 3 的滞后特性的显示器阵列来说, 可设计行 / 列激活协议使得在行选通期间, 已选通行中待激活的像素暴露于约 10 伏的电压差, 且待松弛的像素暴露于接近零伏的电压差。在选通之后, 所述像素暴露于约 5 伏的稳态电压差使得其维持在行选通使其所处的任何状态中。在此实例中, 每一像素在被写入之后经历 3-7 伏的“稳定窗口”内的电位差。此特征使图 1 中说明的像素设计在相同的施加电压条件下在激活或松弛预存在状态下均是稳定的。因为干涉式调制器的每一像素(不论处于激活还是松弛状态)本质上是由固定反射层和移动反射层形成的电容器, 所以可在滞后窗口内的一电压下维持此稳定状态而几乎无功率消耗。本质上, 如果所施加的电压是固定的, 那么没有电流流入像素中。

[0059] 在典型应用中, 可通过根据第一行中所需组的激活像素断言所述组列电极来产生显示帧。接着将行脉冲施加到行 1 电极, 从而激活对应于所断言的列线的像素。接着改变所述组已断言列电极以对应于第二行中所需组的激活像素。接着将脉冲施加到行 2 电极, 从而根据已断言的列电极而激活行 2 中的适当像素。行 1 像素不受行 2 脉冲影响, 且维持在其在行 1 脉冲期间被设定的状态中。可以连续方式对整个系列的行重复此过程以产生帧。通常, 通过以每秒某一所需数目的帧的速度连续地重复此过程来用新的显示器数据刷新且 / 或更新所述帧。用于驱动像素阵列的行和列电极以产生显示帧的广泛种类的协议也是众所周知的且可结合本发明使用。

[0060] 图 4、图 5A 和图 5B 说明用于在图 2 的 3×3 阵列上形成显示帧的一个可能的激活协议。图 4 说明可用于使像素展示出图 3 的滞后曲线的一组可能的列和行电压电平。在图 4 实施例中, 激活像素涉及将适当列设定为 $-V_{bias}$, 且将适当行设定为 $+\Delta V$, 其分别可对应于 -5 伏和 +5 伏。松弛像素是通过将适当列设定为 $+V_{bias}$, 且将适当行设定为相同的 $+\Delta V$, 从而在像素上产生零伏电位差而实现的。在行电压维持在零伏的那些行中, 不管列处于 $+V_{bias}$ 还是 $-V_{bias}$, 像素在任何其最初所处的状态中均是稳定的。同样如图 4 中所说明, 为了解, 可使用具有与上述电压的极性相反的极性的电压, 例如, 激活像素可涉及将适当列设定为 $+V_{bias}$, 且将适当行设定为 $-\Delta V$ 。在此实施例中, 释放像素是通过将适当列设定为 $-V_{bias}$, 且将适当行设定为相同的 $-\Delta V$, 从而在像素上产生零伏电位差而实现的。

[0061] 图 5B 是展示施加到图 2 的 3×3 阵列的一系列行和列信号的时序图, 所述系列的

行和列信号将产生图 5A 中说明的显示器布置,其中被激活像素为非反射的。在对图 5A 中说明的帧进行写入之前,像素可处于任何状态,且在本实例中所有行均处于 0 伏,且所有列均处于 +5 伏。在这些所施加的电压的情况下,所有像素在其既有的激活或松弛状态中均是稳定的。

[0062] 在图 5A 的帧中,像素 (1,1)、(1,2)、(2,2)、(3,2) 和 (3,3) 被激活。为了实现此目的,在行 1 的“线时间 (line time)”期间,将列 1 和 2 设定为 -5 伏,且将列 3 设定为 +5 伏。因为所有像素均保留在 3-7 伏的稳定窗口中,所以这并不改变任何像素的状态。接着用从 0 升到 5 伏且返回零的脉冲选通行 1。这激活了 (1,1) 和 (1,2) 像素且松弛了 (1,3) 像素。阵列中其它像素均不受影响。为了视需要设定行 2,将列 2 设定为 -5 伏,且将列 1 和 3 设定为 +5 伏。施加到行 2 的相同选通接着将激活像素 (2,2) 且松弛像素 (2,1) 和 (2,3)。同样,阵列中其它像素均不受影响。通过将列 2 和 3 设定为 -5 伏且将列 1 设定为 +5 伏来类似地设定行 3。行 3 选通设定行 3 像素,如图 5A 中所示。在对帧进行写入之后,行电位为零,且列电位可维持在 +5 或 -5 伏,且接着显示器在图 5A 的布置中是稳定的。将了解,可将相同程序用于数十或数百个行和列的阵列。还将应了解,用于执行行和列激活的电压的时序、序列和电平可在上文所概述的一般原理内广泛变化,且上文的实例仅为示范性的,且任何激活电压方法均可与本文描述的系统和方法一起使用。

[0063] 根据上文陈述的原理而操作的干涉式调制器的结构的细节可广泛变化。举例来说,图 6A-6E 说明可移动反射层 14 及其支撑结构的五个不同实施例。图 6A 是图 1 的实施例的横截面,其中金属材料条带 14 沉积在垂直延伸的支撑件 18 上。在图 6B 中,可移动反射层 14 在系链 (tether) 32 上仅在隅角处附接到支撑件。在图 6C 中,可移动反射层 14 从可包括柔性金属的可变形层 34 悬置下来。所述可变形层 34 直接或间接地连接到围绕可变形层 34 的周边的衬底 20。这些连接在本文中称为支柱。图 6D 中说明的实施例具有支柱插塞 42,可变形层 34 搁置在所述支柱插塞 42 上。如图 7A-7C 所示,可移动反射层 14 保持悬置在间隙上方,但可变形层 34 并不通过填充可变形层 34 与光学堆叠 16 之间的孔而形成所述支柱。而是,支柱由平坦化材料形成,其用于形成支柱插塞 42。图 6E 中说明的实施例是基于图 6D 中展示的实施例,但也可适于与图 7A-7C 中说明的实施例以及未图示的额外实施例的任一者一起发挥作用。在图 6E 中所示的实施例中,已使用金属或其它导电材料的额外层来形成总线结构 44。这允许信号沿着干涉式调制器的背面进行路由,从而消除许多原本可能必须形成在衬底 20 上的电极。

[0064] 在例如图 6 中所示的那些实施例的实施例中,干涉式调制器充当直接观看装置,其中从透明衬底 20 的前侧观看图像,所述侧与上面布置有调制器的一侧相对。在这些实施例中,反射层 14 以光学方式遮蔽在反射层的与衬底 20 相对侧的干涉式调制器的部分,其包含可变形层 34。这允许对遮蔽区域进行配置和操作而不会消极地影响图像质量。此遮蔽允许图 6E 中的总线结构 44,其提供使调制器的光学性质与调制器的机电性质分离的能力,例如,寻址或由所述寻址引起的移动。这种可分离的调制器结构允许选择用于调制器的机电方面和光学方面的结构设计和材料且使其彼此独立而发挥作用。此外,图 6C-6E 中所示的实施例具有源自反射层 14 的光学性质与其机械性质脱离的额外益处,所述益处由可变形层 34 执行。这允许用于反射层 14 的结构设计和材料在光学性质方面得以优化,且用于可变形层 34 的结构设计和材料在所需的机械性质方面得以优化。

[0065] 常规双窗格窗可经修改以利用固定薄膜堆叠的干涉性质来改变窗的反射性质。此可用于（例如）在较暖气候反射入射阳光以便维持住宅内的较凉爽环境。美国能源部估计窗对世界范围内所花费的加热和冷却能量的 30% 有贡献，以便将建筑物维持在所要的温度。在美国，此合计每年约三百亿美元，且占由发电厂所产生的二氧化碳排放的约 30%。在车辆中，当空气调节开动时汽车中消耗的额外燃料可多达 30%。

[0066] 由于来自经由窗透射的阳光的约 50% 的辐射热呈可见光的形式且约 50% 呈红外光的形式，所以经由窗透射的红外光量的减少可引起到住宅中的热传递量的显著减少。因此，例如，薄膜堆叠可提供于双窗格窗中以干涉地反射非所要的红外光而不显著改变可见光的透射。在用于其它气候的窗中，可针对特定气候优化窗的反射性。举例来说，在冷气候中，辐射热可经由低发射涂层（低 e 涂层）反射回住宅中以便在冬季月期间保持热量，且/或阳光的红外部分可透射到住宅中以将热量添加到住宅。

[0067] 然而，仅固定薄膜堆叠的使用不允许透射和反射性质的调整以最佳地解决不同的加热和照明情形。尽管太阳红外辐射的高反射性在较暖气候的夏季期间可为理想的，但此高反射性在冬季月乃至在晚上可为较不理想的。此外，由于此类窗通常具有对可见光的高透射性，所以经由可见光透射的热量无减少是可能的。在某些实施例中，包括可移动层的窗可用于在需要时选择性地改变窗的透射率和/或反射率。尽管窗可不具有可见光的恒定高反射，但对由窗所反射的光量的控制允许在需要时反射可见光同时允许在其它时间透射可见光。

[0068] 另外，在红外光和可见光范围内的特定波长范围可为所关注的。举例来说，具有 10-20 微米波长的热红外线可经反射以便在冬季月期间或在晚上保持房屋或车辆内的热量。具有小于 1500nm 波长的近 IR 如上所述可经反射以便减少来自入射阳光的传热量。具有在 1.5 与 10 微米之间的波长的大多数中频段 IR 通常由大气中的二氧化碳和水蒸气吸收，但在某些实施例中，调制器装置也可经配置以反射此类波长。因此，在一些实施例中，可以波长相依方式选择或调谐透射和/或反射特性。举例来说，在一些实施例中，当选择性地反射红外能时，可以较小改变透射可见光。

[0069] 材料的折射指数可随波长而变化。因此，对于以一角度入射于干涉式调制器上的光，有效光径可针对不同波长的光而变化，这取决于用于光学堆叠和可移动层中的材料。图 7A 说明具有相对于彼此可移动且分开一间隙 104 的两层 102a 和 102b 的简化调制器装置 100。注意在图 7A 以及图 8A、图 9A、图 10A、图 11A 和图 12A 中，为了清晰起见未展示分开层 102a 和 102b 的例如支柱 18 等特征（图 6A 中所示）。此外，为了清晰起见省略例如图 1 到图 6E 中所示的其它结构，但此类特征可包含于所述装置中。图 7B 说明具有基于波长线性变化的折射指数的理想理论材料的折射指数与波长 λ （以 nm 为单位）的关系。此材料可用于产生模拟调制器装置，其归因于图 7B 中所见随波长而变的折射指数中的变化而对于第一间隙高度为高度透射的且对于第二间隙高度为高度反射的。

[0070] 对于其中层 100a 和 100b 由图 7B 的理论材料形成且具有约 43nm 的厚度的模拟装置，在图 7C 中展示随波长 λ （以 nm 为单位）和间隙 104 的大小（以 nm 为单位）而变的其所预测反射。类似地，在图 7D 中可见随波长 λ （以 nm 为单位）和间隙 104 大小（以 nm 为单位）而变的透射。使用理论材料的此模拟装置因此可在广泛波长范围上从高度透射移到高度反射。

[0071] 图 7C 和图 7D 中的透射和反射的所预测曲线以及申请案别处所示的曲线基于所描述的系统的数学模型,其考虑特定材料和厚度,以及那些材料的光学性质(例如折射指数)。

[0072] 在另一模拟装置中,图 8A 说明简化的调制器装置 110,所述调制器装置 110 包括图 7B 的理论材料的层 112a 和 112b,所述层 112a 和 112b 支撑于两个比较厚的玻璃衬底 116a 和 116b 上且彼此隔开气隙 114。如果例如玻璃衬底 116a 或 116b 的层相对于所讨论的光波长足够厚,那么其不再充当薄膜层且将对模拟调制器装置 110 的光学性质具有极小影响。举例来说,如果所述层比入射光的相干长度厚(例如,大于 10 微米),那么所述层将不再充当薄膜且将在层的反射率以外具有极小光学效应。如果所述层比较薄,那么模拟调制器装置的光学性质将受所述层影响。图 8B 说明随波长和间隙大小而变的透射,且图 8C 说明随波长和间隙大小而变的反射。可见当与图 7A 的模拟调制器装置 100 的光学性质相比时,玻璃层的包含对模拟调制器装置 110 的光学性质不具有显著影响。

[0073] 图 8D 到图 8G 说明模拟调制器装置 110 在特定间隙大小时随波长 λ 而变的模型化透射和反射。图 8D 和图 8E 分别说明当间隙大小等于 15nm 时随波长 λ 而变的反射和透射。图 8F 和图 8G 分别说明当间隙大小等于 120nm 时随波长 λ 而变的反射和透射。可见模拟调制器装置 110 可从几乎完全透射的状态移到对于大多数波长的可见光约 80% 反射的状态。

[0074] 在另一实施例中,图 9A 说明类似于调制器装置 110 的简化的可实现调制器装置 120 的实施例。所述调制器装置包含层 122a,所述层 122a 由玻璃衬底 126a 支撑且与由玻璃衬底 126b 支撑的另一层 122b 隔开气隙 124。层 122a 和 122b 包括 SiC 层,其厚度为约 25nm。图 9B 说明随波长 λ 和气隙厚度而变的调制器装置 120 的反射,且图 9C 说明随波长 λ 和气隙厚度而变的调制器装置 120 的透射。

[0075] 图 9D 说明当气隙在 20nm 时随波长 λ 而变的模型化反射,且图 9E 说明在相同状态下随波长 λ 而变的模型化透射。图 9F 说明当气隙在 180nm 时随波长 λ 而变的模型化反射,且图 9G 说明在相同状态下随波长 λ 而变的模型化透射。可见当气隙在 20nm 时,调制器装置 120 大体上在所有可见波长上透射,且因此将透射光而无显著色调。实际上,归因于彼此接触的层的表面粗糙度,在某些实施例中,当使层彼此接触时约 20nm 的气隙可为最小可用气隙。类似地,当气隙在 180nm 时,将反射约 50% 的入射可见光,且尽管在反射程度上存在一些波长相依性,但不存在所透射或所反射光的显著色调。

[0076] 在一些实施例中,调制器装置可包含集成到薄膜堆叠中的激活元件,所述激活元件允许层的部分相对于彼此的位移以便改变其间的间距。图 10A 说明静电可激活的示范性调制器装置 130。装置 130 包含由衬底 136a 支撑的导电层 138a,和上覆于导电层 138a 上的光学层 132a。另一导电层 138b 由衬底 136b 支撑且光学层 132b 上覆于导电层 138b 上。光学层 132a 和 132b 彼此分开一气隙。如上所论述,施加电压于导电层 138a 和 138b 上将引起层中的一者朝向另一者变形。

[0077] 在一些实施例中,例如,导电层 138a 和 138b 可包括透明或透光材料(例如,氧化铟锡(ITO)),但可使用其它适当材料。光学层 132a 和 132b 可包括具有高折射指数的材料。在一些特定实施例中,例如,光学层 132a 和 132b 可包括二氧化钛,但也可使用其它材料(例如,氧化铅、氧化锌和二氧化锆)。衬底可包括(例如)玻璃,且衬底中的至少一者可

足够薄以允许层中的一者朝向另一者变形。

[0078] 在其中导电层 138a 和 138b 包括 ITO 且厚度为 80nm 的实施例中,光学层 132a 和 132b 包括二氧化钛且厚度为 40nm,且气隙最初高度为 170nm。图 10B 说明当调制器装置 130 以 15nm 的气隙在激活状态中与以 170nm 的气隙在未激活状态中时所述装置的在可见波长和红外波长的一部分上的随波长 λ 而变的模型化透射率和反射率的曲线。如先前所论述,15nm 的气隙表示完全激活状态,但在一些实施例中,表面粗糙度可防止气隙大小的进一步减小。明确地说,线 142 说明当装置在未激活位置中时随波长而变的透射率 (T(170)),且线 144 说明在相同状态下的反射率 (R(170))。类似地,线 146 说明当装置在激活位置中时随波长而变的透射率 (T(15)),且线 148 说明在激活位置中的反射率 (R(15))。

[0079] 从这些曲线可见当以小气隙 (15nm) 在激活状态中时调制器装置 130 在可见波长上高度透射,尤其针对小于约 800nm 的那些波长。当以较大气隙 (170nm) 在未激活状态中时,装置变得对那些相同波长约 70% 反射。相比之下,较高波长 (例如,红外波长) 的反射率和透射率不随装置的激活而显著改变。因此,调制器装置 130 可用于选择性地改变广泛范围的可见波长的透射 / 反射,而不显著改变红外透射 / 反射。如图 10B 中可见,由于在未激活状态与激活状态之间的入射红外光的透射率差异保持在约 10% 内,所以当激活 MEMS 装置时红外光的透射率不显著变化。通过改变构成调制器装置内的层的材料的厚度或类型,维持透射率的此小差异同时增加或减小红外光的总透射率将是可能的。

[0080] 在另一实施例中,可提供具有多个气隙的调制器装置。图 11A 说明此调制器装置 150。调制器装置 150 包含下部复合层 160a,所述下部复合层 160a 包括上面形成第一导电层 158a 的底部衬底 156a。包括支撑层 156b、第一光学层 152a 和第二导电层 158b 的中间复合层 160b 经由第一气隙 154a 与下部复合层 160a 隔开。在中间复合层 160b 上,上部复合层 160c 包括支撑层 156c、第二光学层 152b 和第三导电层 158c。上部复合层 160c 经由第二气隙 154b 与中间复合层 160b 隔开。

[0081] 在特定实施例中,衬底 156a 可包括玻璃,且支撑层 156b 和 156c 可包括厚度约 10nm 的二氧化硅层。导电层 158a、158b 和 158c 可包括厚度约 10nm 的 ITO 层。光学层 152a 和 152b 可包括厚度约 30nm 的二氧化钛层。图 11B 说明此调制器装置 150 在两个状态中随波长 λ 而变的模型化透射率。线 164 展示在压缩状态中的透射率,其中气隙 162a 和 162b 具有约 0nm 的高度,且复合层大体上彼此接触。线 166 展示在未压缩状态中的透射率,其中气隙为 170nm。

[0082] 可见,类似于以上所论述的图 10A 的调制器装置 140 的特定实施例,图 11A 的调制器装置 150 的特定实施例可在具有对广泛范围的可见光的高透射率的状态与具有对约相同范围的可见光的高反射率的状态之间切换。给定某些波长范围的特定透射率,调制器装置 150 将具有稍微淡绿 - 金色泽。此可在不显著改变红外透射率的情况下进行。

[0083] 在另一实施例中,可提供调制器装置,其中电介质镜相对于彼此可移动。图 12A 说明此调制器装置 170 的实例。调制器装置 170 包含下部复合层 180a,所述下部复合层 180a 包括衬底 176a、导电层 178a 和电介质光学层 172a。电介质层 172a 可包括电介质子层 182a 和 184b。调制器装置 170 还包含经由气隙 174 与下部复合层 180a 分开的上部复合层 180b。上部复合层 180b 可包括衬底 176b、导电层 178b 和电介质光学层 172b,所述电介质光学层 172b 本身可包括电介质子层 184b 和 186b。

[0084] 在特定实施例中,衬底 176a 和 176b 可包括二氧化硅,且导电层 178a 和 178b 可包括 ITO。电介质光学层 172a 和 172b 可包括氧化硅的子层 184a 和 184a 以及二氧化钛的子层 186a 和 186a。在其它实施例中,可使用替代材料,且电介质层中还可包含额外子层。明确地说,尽管为了简单起见在每一电介质层中仅展示每一类型的单一子层,但每一类型的多个子层可以交替方式布置。在某些实施例中,在电介质光学层中可包含每一类型的 20 个此类子层,但可使用每一类型的更多或更少的子层。另外,尽管所说明的实施例描绘相对于彼此在特定位置中的子层,但电介质子层相对于彼此的位置可在电介质镜中的一者或一者以上中颠倒而不显著影响调制器装置的总光学性质。

[0085] 图 12B 说明以上所论述的调制器装置 170 的特定实施例的随波长 λ 而变的模型化透射特性,其中二氧化钛子层具有 55nm 的厚度,氧化硅子层具有 20nm 的厚度,且电介质光学层 172a 和 172b 包括以交替方式布置的二十个二氧化钛子层和二十个氧化硅子层。另外,ITO 层具有 10nm 的厚度,且气隙在未激活状态中为 180nm 且在激活状态中为 10nm。明确地说,图 12B 展示在激活状态中的模型化透射 192(T(10)) 和在未激活状态中的模型化透射 194(T(180))。可见尽管在短波长范围上存在电介质镜的特性的显著量的变化,但在第一范围中的总透射对于约 500nm 以上的广泛范围的可见和红外波长范围为高(约 80%)。另外,不管小波长范围内的变化的锐度如何,总效应将为具有仅稍微橙-微红色调的调制器装置。当调制器装置在第二状态中时,透射减小到约 50%。图中未展示对于约 550nm 以下的可见波长,模型化调制器装置给出接近 100% 的反射或透射。

[0086] 调制器装置 170 因此提供一装置,其能够从可见和红外中的约 80% 透射率改变到可见和红外中的约 50% 透射率。另外,由于响应大体上在广泛范围的波长上为恒定的,所以基本上不存在角度相依性。在视角改变时发生的光径长度的改变因此将对装置的外观具有极小影响。如下文将更详细论述,如果特定范围的波长的透射率的较大减小为所要的,那么调制器装置 170 可结合额外调制器装置而提供以便获得所要的透射水平。在一些实施例中,额外调制器装置可为具有所要性质的固定膜,且在其它实施例中,额外调制器装置可为例如以上所论述的调制器装置的具有经由气隙可移动的层的调制器装置。

[0087] 还可见调制器装置 170 内显著吸收的缺乏得到一透射率,例如,其约等于 1 减去反射率。吸收的缺乏在某些应用中可证明为有用的,例如当调制器装置并入到窗中时。在其它实施例中,吸收材料可用于(例如)提供具有所要色调的调制器装置,不管是出于美学还是其它原因。

[0088] 在某些实施例中,例如以上所论述的调制器装置的调制器装置可使用 MEMS 制造技术来制造,且可并入到例如双窗格窗等结构中以用于住宅、商务大楼等中。图 13 示意性说明包括以此方式制造的调制器装置的双窗格窗 200 的实例。明确地说,可看出双窗格窗 200 包括调制器装置 208,所述调制器装置 208 在某些实施例中可大体上类似于图 10A 的调制器装置 130。调制器装置 208 包括在整个调制器装置上的支撑结构或间隔物 202,以便当调制器装置 208 在未激活状态中时维持所要的气隙高度。在一个实施例中,调制器装置 208 可使用例如化学气相沉积或物理气相沉积等技术经由层的顺序沉积来形成。气隙可经由沉积和随后移除所要厚度的牺牲层来形成,或可通过层压技术以用以形成气隙的所包含支撑结构来形成。支撑结构 202 可包括已被沉积且图案化的电介质材料。为了促进调制器装置的制造,支撑层中的一者可包括适当材料(例如,氧化硅)的沉积层,而非预成型衬底。

[0089] 图 14 说明由此过程所形成的部分制成的调制器装置 210。在所说明的实施例中，衬底 204a 足够厚使得其对调制器的光学性质具有最小影响。例如氧化硅等适当材料的层 136b 沉积于衬底 204a 上，之后是例如 ITO 等导电材料的层 138b，以及例如二氧化钛或具有高折射指数的另一材料等光学层 132b。在一些实施例中，可使用具有大于约 1.8 的折射指数的材料，但在其它实施例中可使用具有更高折射指数的材料，例如具有 1.9 或更高折射指数的材料。在光学层 132b 上的是牺牲层 212，支撑结构 202 延伸穿过所述牺牲层 212。在一些实施例中，支撑结构 202 可在沉积牺牲层 212 之前形成，所述牺牲层 212 可沉积于支撑结构 202 上且可包括平坦化材料或可被回蚀到所要高度。在其它实施例中，牺牲层 212 可在支撑结构之前形成，且经图案化以形成孔隙，支撑结构 202 稍后形成于所述孔隙中。气隙的高度将受支撑结构 202 和牺牲层 212 的高度影响。

[0090] 随后，光学层 132a、导电层 138a 和支撑层 136a 形成于牺牲层 212 和支撑件 202 上。可见在所说明的实施例中，除厚衬底 204a 外，底部层 136b、138b 和 132b 是上部层 136a、138a 和 132a 的镜像。上部导电层 128a 与任何必要驱动器或激活电路（未图示）之间的电连接可形成于调制器装置的周边或像素的周边处（如果存在多个像素）。牺牲层 212 随后可例如通过蚀刻工艺移除，以便释放调制器装置 210。在某些实施例中，小蚀刻孔可形成于上部层 136a、138a 和 132a 中以便允许蚀刻剂在整个装置上而非仅在所暴露周边处到达牺牲层 212。

[0091] 可利用替代制造技术。在另一实施例中，各层可通过将预成型堆叠层压到衬底上来形成。间隔物可包括（例如）所要直径的玻璃球体，其在整个调制器装置上被隔开。在另一实施例中，薄膜沉积和层压的组合可用于形成调制器装置。

[0092] 一旦图 14 的调制器装置 210 已形成于图 13 的两个玻璃窗格 204a 和 204b 中的一者上，两个窗格就可经由密封件 206 密封到彼此以形成图 13 中所见的双窗格窗 200。调制器装置 130 与相对窗格 204b 之间的气隙可大体上大于调制器装置 130 的高度，且相对窗格因此将用作保护性背板并保护调制器装置 130 不受机械或其它干扰。

[0093] 如上所提及，多个透射改变或反射改变结构可彼此结合而提供，以便实现所要的结果。在一个实施例中，调制器装置可形成于双窗格窗 200 的内表面中的每一者上。在另一实施例中，可在调制器装置与支撑衬底之间或在双窗格窗的替代表面上提供固定薄膜堆叠。还将理解，可形成任何适当的调制器装置来代替所述调制器装置。

[0094] 图 15 说明窗 220 的此实施例，其中第一调制器装置 230 形成于第一玻璃窗格 204a 上，且第二装置 240 形成于第二玻璃窗格上。在一个实施例中，第一调制器装置 230 包括本文中所论述的调制器装置。在特定实施例中，第一调制器装置 230 包括图 12A 的调制器装置 170，且能够在大体上透射广泛范围的可见和 IR 辐射的状态与增加广泛范围的可见和 IR 辐射上的反射率的另一状态之间切换。

[0095] 在某些实施例中，第二装置 240 可包括透射某一量的入射光的装置。在某些实施例中，装置 240 可包括吸收某一量的入射光的装置。在特定实施例中，装置 240 可在大体上透射入射光的第一状态与增加至少某些波长的吸收的第二状态之间可切换。在另外其它实施例中，装置 240 可包括具有所要透射、反射或吸收性质的固定薄膜堆叠。

[0096] 在某些实施例中，悬浮粒子装置 (SPD) 可用于在透射状态与吸收状态之间改变。这些装置包括悬浮粒子，所述悬浮粒子在无所施加电场的情况下随机定位，以便吸收和 /

或分散光且看似“模糊”。在施加电场后,这些悬浮粒子在允许光穿过的配置中经对准。其它装置 240 可具有类似的功能性。在另一实施例中,可使用具有类似功能性的干涉式调制器装置。

[0097] 因此,当装置 240 包括 SPD 或具有类似功能性的装置时,窗 220 可在三个不同状态之间切换:透射状态(当两个装置 230 和 240 均在透射状态中时);反射状态(当装置 230 在反射状态中时);和吸收状态(当装置 240 在吸收状态中时)。依据窗 220 相对于入射光的定向,当窗 220 在吸收状态中时装置 230 可在透射状态中,且类似地,当窗 220 在吸收状态中时装置 240 可在透射状态中。

[0098] 在另一实施例中,装置 240 和 230 可包括彼此隔开一气隙的多个可移动层。在特定实施例中,所述装置可包括彼此隔开可移动气隙的多个电介质层。所述装置可包括位于衬底上的第一导电层,和包括上覆于电介质层上的第二导电层的最上可移动层。当所述装置在未激活状态中时,第一导电层与第二导电层之间的是彼此隔开均一距离的多个可移动电介质层。在第一与第二导电层之间施加电压后,可移动层可压缩以便显著减小可移动层之间的空间。

[0099] 在窗 220 的特定实施例中,窗 220 的光学响应在图 16 中展示为随波长 λ (以 nm 为单位) 而变,装置 230 和 240 可包括由具有约 20nm 厚度的 ITO 形成的第一和第二导电层。上部可移动层包括第二导电层和具有约 52nm 厚度的下伏二氧化钛层。具有约 52nm 厚度的九个中间二氧化钛层与邻近层隔开气隙。在未激活状态中,装置 230 的气隙为约 500nm,且装置 240 的气隙为约 330nm。当施加电压以便将最上可移动层朝向衬底牵引时,两个装置 230 与 240 的气隙归因于邻近表面的表面粗糙度而压缩为约 20nm。

[0100] 如图 16 中可见,当装置 230 和 240 在激活状态中时,约 50% 的入射可见光和红外光经由所述装置透射。当两个装置均在激活状态中时光的透射由 252 展示。当释放装置时,装置充当接近完美的宽带镜,从而反射几乎所有的入射可见光和红外光。当两个装置均在未激活状态中时光的透射由 254 展示。尽管已相对于其中装置 230 和 240 在单独窗格上的窗 220 论述此实施例,但足够厚的衬底可用于支撑在单一衬底的相对侧上的装置 230 和 240。

[0101] 在其中调制器装置为静电可激活的实施例中,气隙的大小可通过将电压施加到导电层上来改变,如上所论述,使得层中的一者或两者移动穿过且压缩气隙。激活调制器装置所需的电压取决于多种因素,包含(但不限于)调制器装置的总面积、气隙的高度和可移动层的有效弹簧常数。可移动层的有效弹簧常数尤其取决于层内的残余张应力、层的厚度和组份以及整个调制器装置上的任何支撑结构的间距。调制器装置可经配置以使得激活装置必需的电压小于位于导电层之间的材料的电介质冲穿强度。此数目可依据所使用的特定材料和层的厚度而显著变化,但在某些实施例中,激活电压小于 100V。

[0102] 由于调制器装置在某些实施例中可具有在其表面上的均一反应,所以调制器装置可不需要充当显示装置必需的分辨率。在一个实施例中,双窗格窗可有效地仅包括单一像素,其中可移动层中的导电层包括连续层,但其可经图案化为所要形状。在尽管在其它实施例中,可使用多个像素状区,且可移动导电层可包括多个离散部分,其允许激活一个部分而不激活所有部分。激活电压不依赖于调制器的面积,且因此对于例如残余应力、支撑间距和气隙高度等给定参数,激活电压对于任何大小的窗或“像素”将大体上恒定。

[0103] 由于像素可非常大,甚至为建筑窗或其它实体上较大产品的整个大小,所以支撑结构不需要如在显示装置中那样密封,其中支撑结构可帮助界定像素且可彼此隔开约200nm或更小。例如,在调制器装置130的一个实施例中,间隔物可相隔约几毫米,从而减小有效弹簧常数以及因此激活装置所需的电压。

[0104] 在某些实施例中,调制器装置可用于提供具有在由两个离散的激活状态与未激活状态所提供的反射率或透射率水平之间的反射率或透射率水平的类灰度级效应(gray-scale-like effect)。可以至少两种方式提供此类灰度级效应。在一个实施例中,可使用空间抖动使得在给定时间激活调制器装置的仅一部分,以便提供此灰度级效应。在一个实施例中,调制器装置可包括多个独立可控区域。在某些实施例中,这些区域可具有足够小的大小使得例如呈均一或半规则瓦面(tiling)(例如,棋盘形、三角形、六角形或其它几何图案)的多个区域的激活产生一视觉效应,即似乎窗的总反射率和/或透射率经修改而不产生可觉察图案。在一些实施例中,可激活所述区域以得到用户可觉察图案,例如产生“清晰的”标志、提供用于大窗的“虚拟竖框”(间隔物)等。

[0105] 在另一实施例中,可使用时间抖动,其通过重复激活和不激活装置,使得调制器装置仅在特定百分比的时间透射和/或反射,从而得到类似的灰度级效应。此还可结合小区域的使用来进行,且在某些实施例中可结合空间抖动来进行,例如通过激活区域的棋盘状图案,且接着将未激活区域切换到激活区域且反之亦然。

[0106] 某些区域的选择性激活也可用于其它原因。举例来说,在足够大的窗中,可能需要仅激活窗的一部分(例如,当前暴露于入射光的部分),而不激活另一部分(例如,由遮篷或其它结构遮蔽的部分)。

[0107] 在某些实施例中,调制器装置的激活可例如经由开关而为用户控制的。在其它实施例中,激活可为自动的且基于时间。举例来说,调制器在夏季月期间或在白天期间可在激活位置中。在另外其它实施例中,连接到控制电路的传感器可用于确定何时激活调制器装置。举例来说,入射光的量和/或入射光的波长可(例如)基于红外敏感传感器确定红外反射性是否必要,或隐私玻璃应变为反射还是不透明的。传感器的敏感性可(例如)经由上覆滤波器的使用来控制。在一些实施例中,一个或一个以上传感器可放置于窗的两侧上(例如)以将建筑物外的可见和/或红外能与建筑物内所发现的可见和/或红外能进行比较。适当的控制逻辑可包含于电路中以控制窗内的调制器装置的特性(例如,波长相依性或敏感性)。在某些实施例中,传感器可用于确定窗的一部分的当前照明条件,且因此可独立地控制那些部分的状态。

[0108] 如先前所提及,本文中所描述的实施例可包含于多种结构或装置中。举例来说,所述装置可包含于任何大小的窗中,包含例如在住宅或办公大楼中的建筑窗,以及车辆的窗和可需要修改透射率的任何其它窗(例如,眼镜)。由于本文中所描述的某些实施例的薄膜性质,此类实施例也可包含于具有任何量的曲率的窗或其它结构或装置中。

[0109] 尽管以上具体实施方式已展示,描述并指出本发明被应用于各种实施例的新颖特征,但将理解,所属领域的技术人员可在不偏离本发明的精神的情况下对所说明的装置或过程的形式和细节进行各种省略、替代和改变。如将认识到的,本发明可在不提供本文中所陈述的所有特征和益处的形式内体现,因为一些特征可与其它特征分开使用或实践。

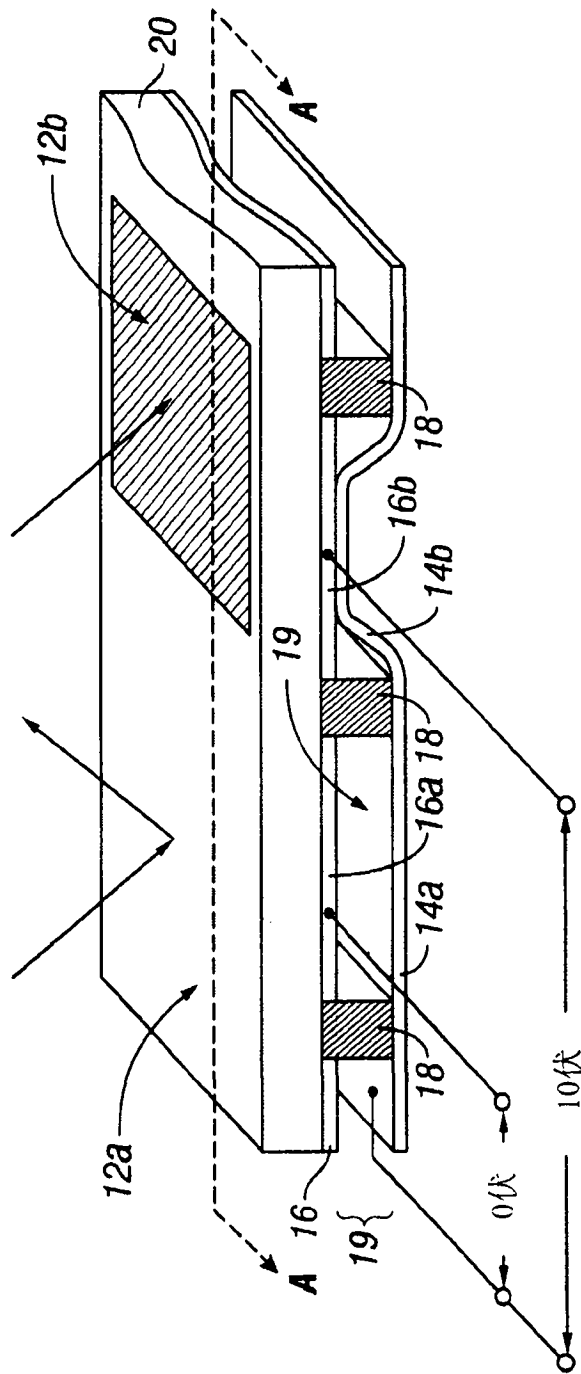


图 1

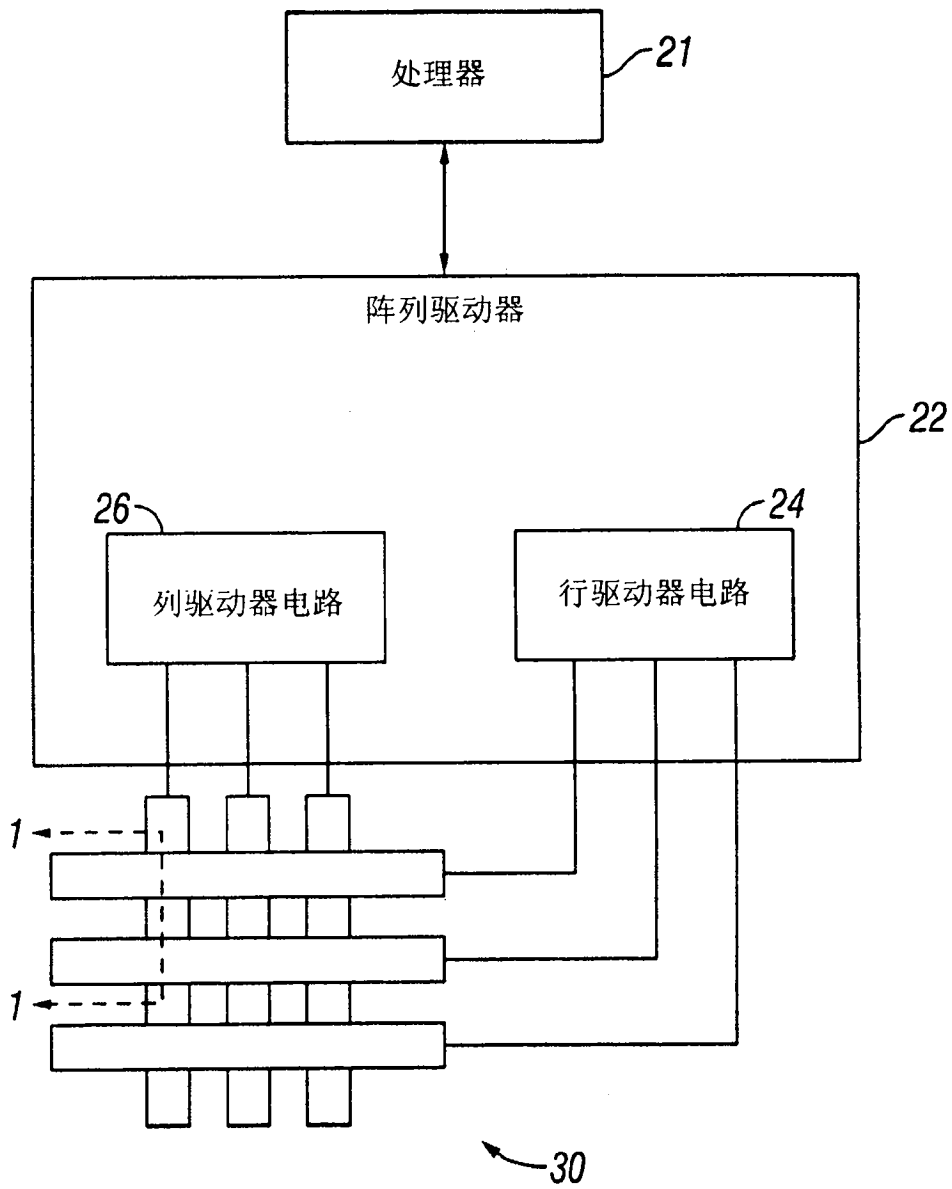


图 2

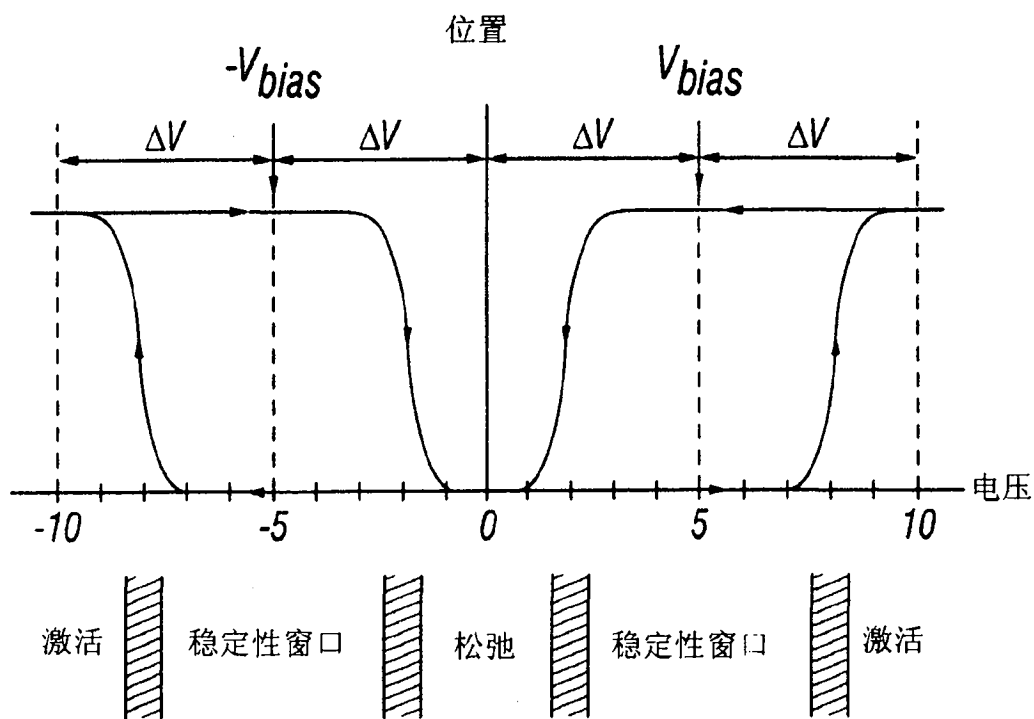


图 3

		列输出信号	
		$+V_{bias}$	$-V_{bias}$
行输出信号	0	稳定	稳定
	$+\Delta V$	松弛	激活
	$-\Delta V$	激活	松弛

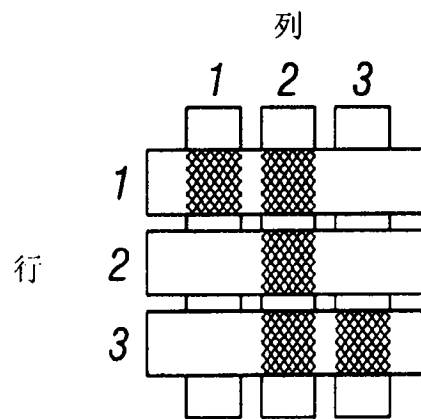


图 5A

图 4

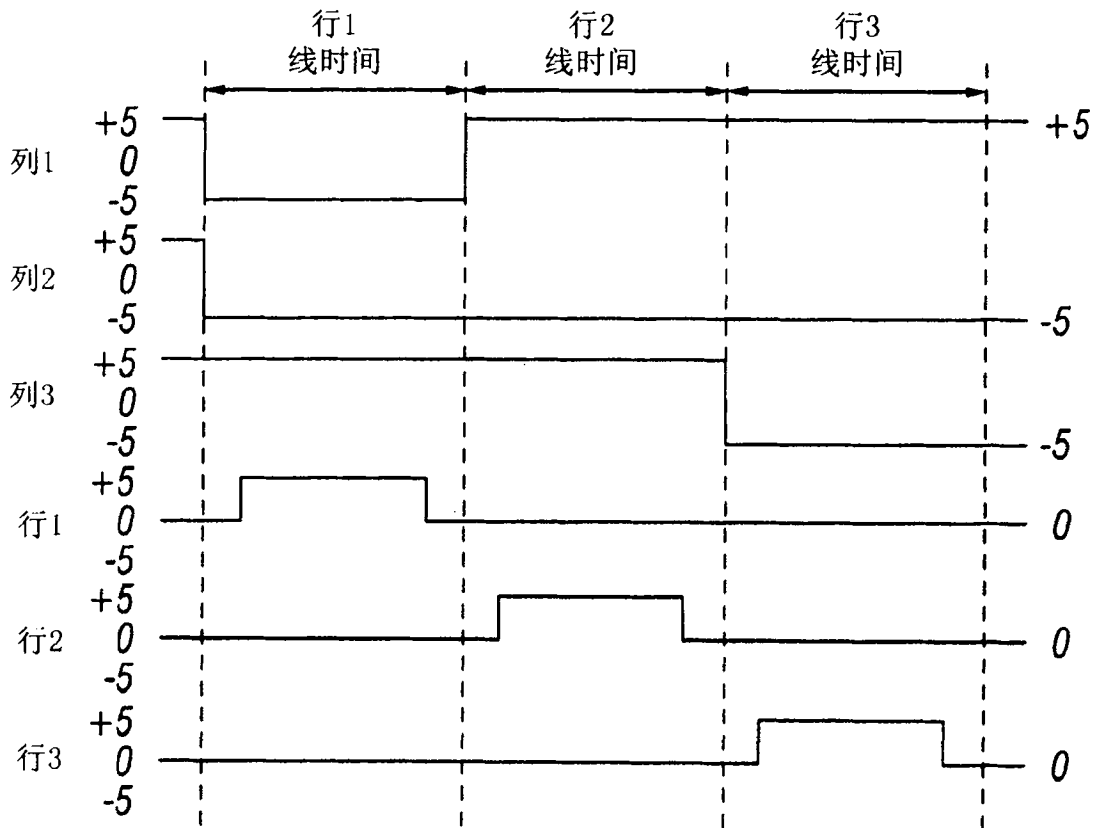


图 5B

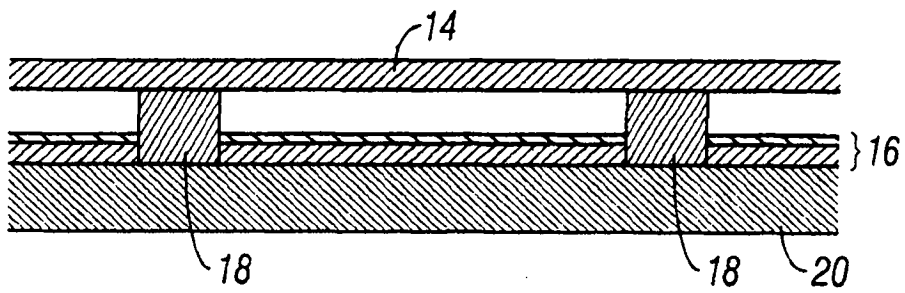


图 6A

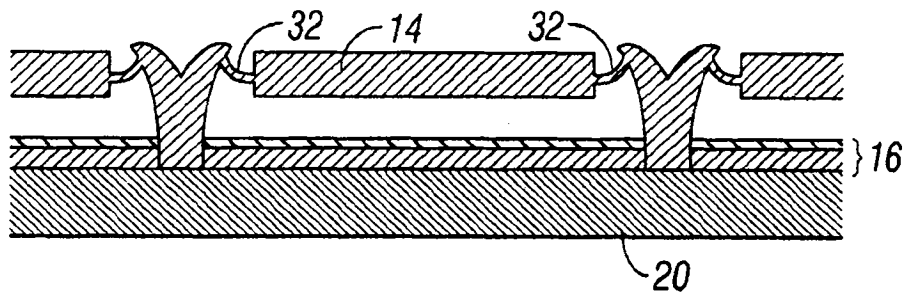


图 6B

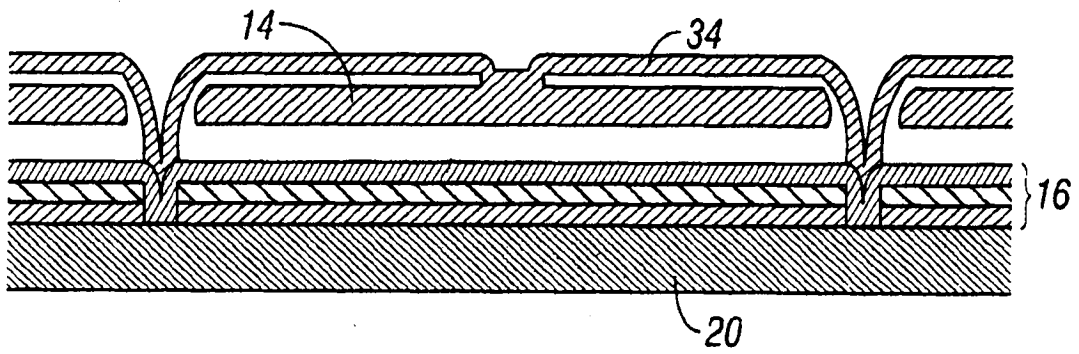


图 6C

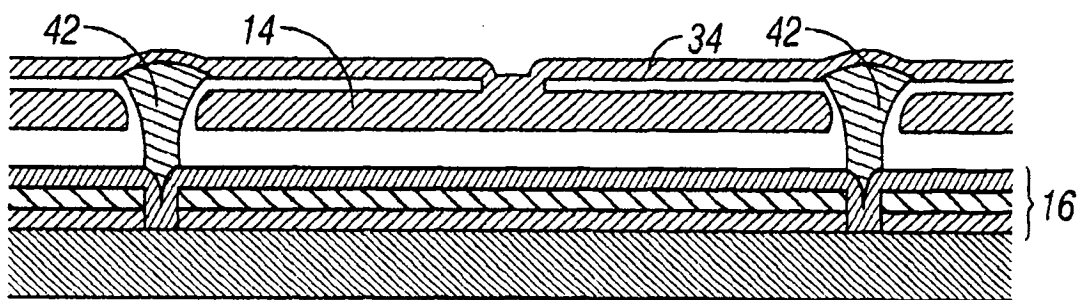


图 6D

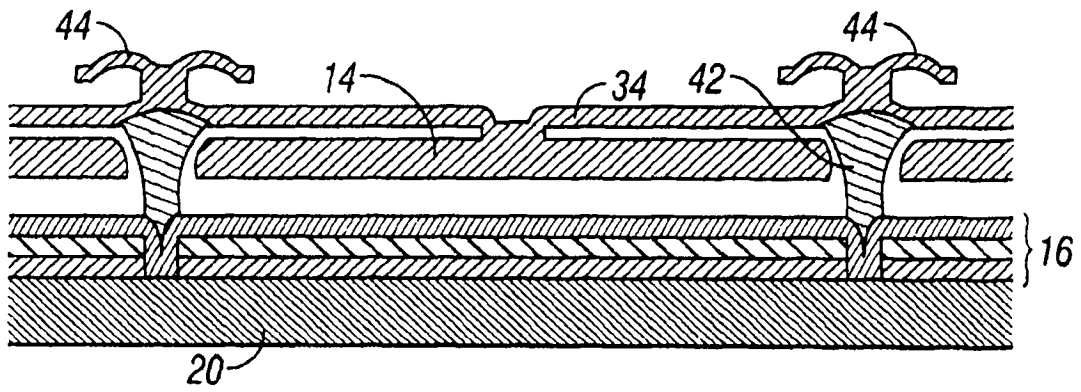


图 6E

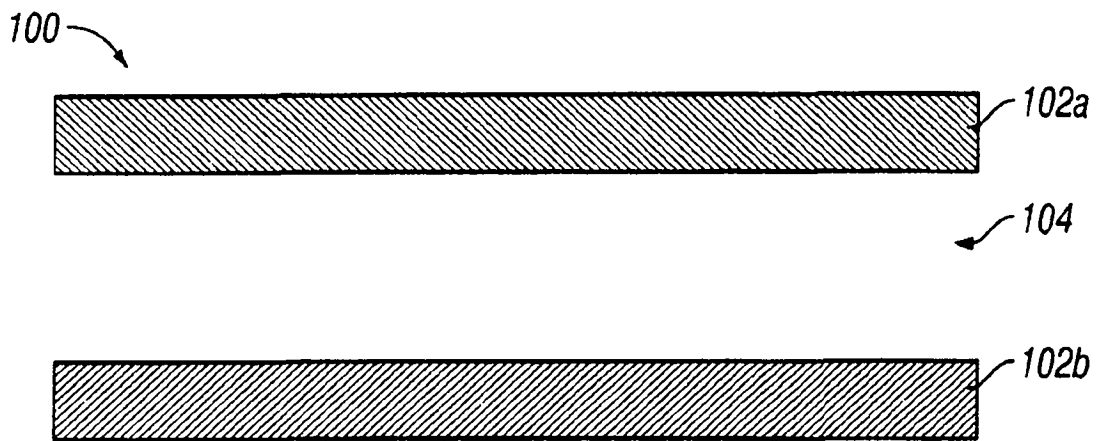


图 7A

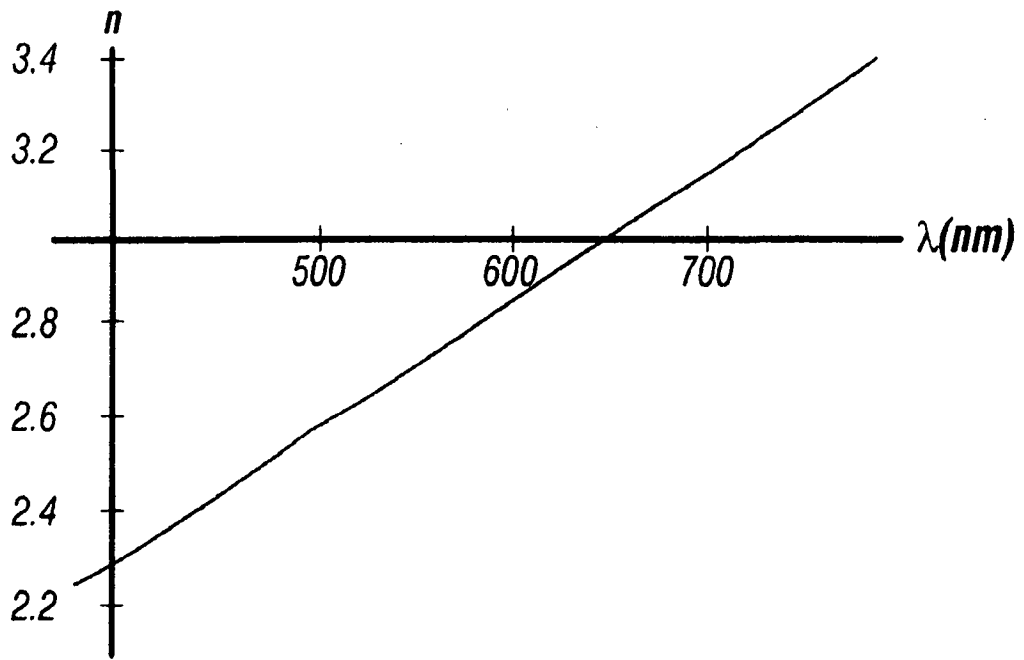


图 7B

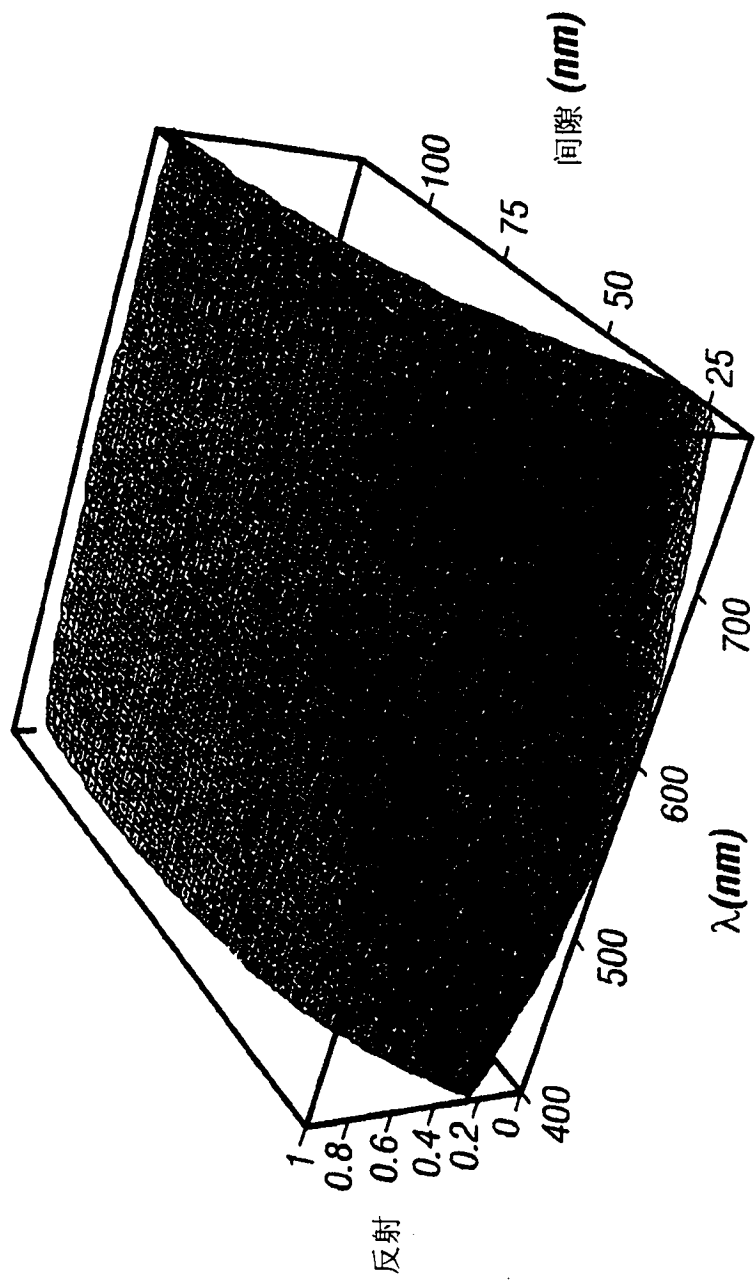


图 7C

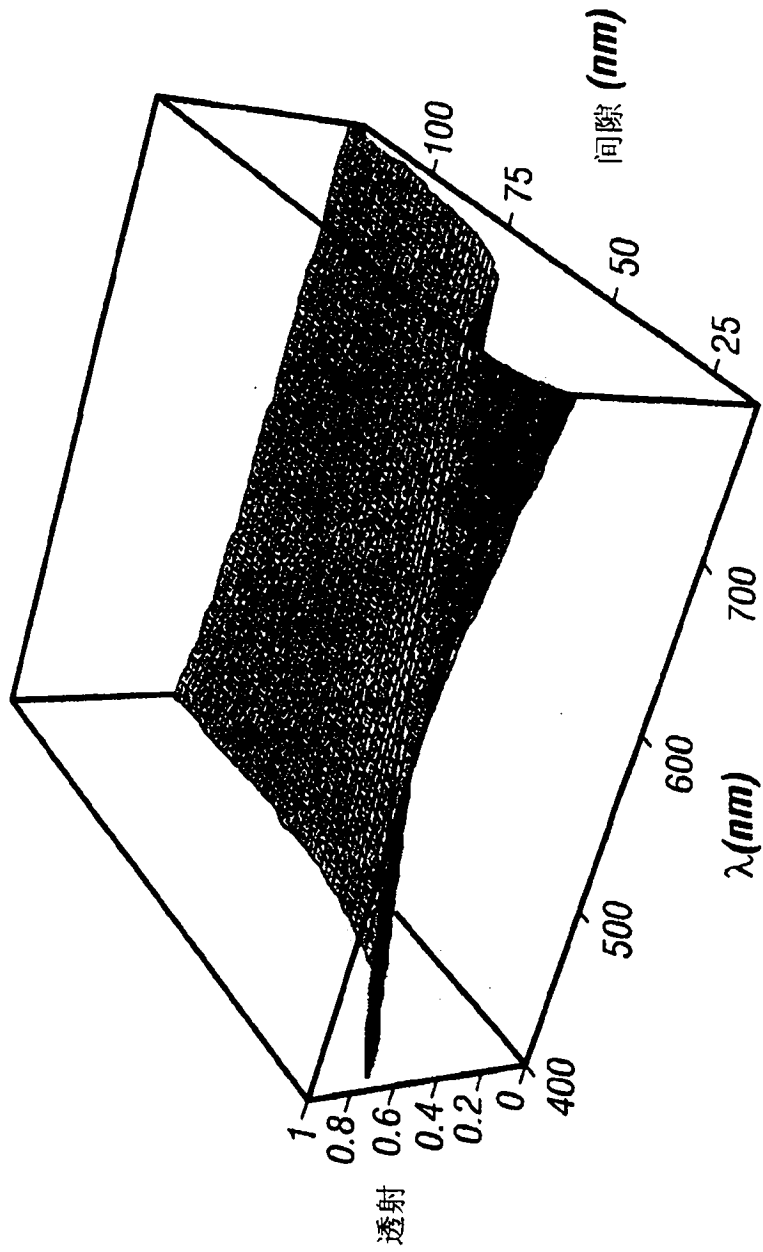


图 7D

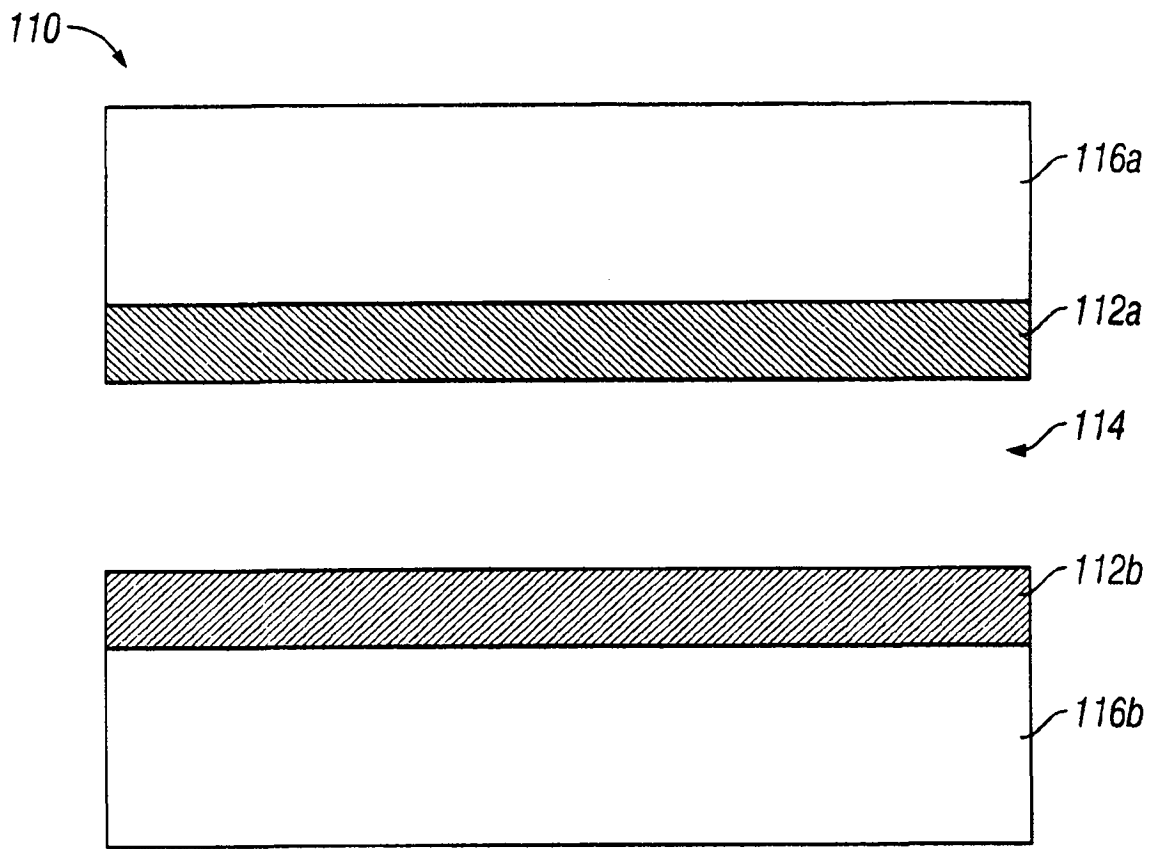


图 8A

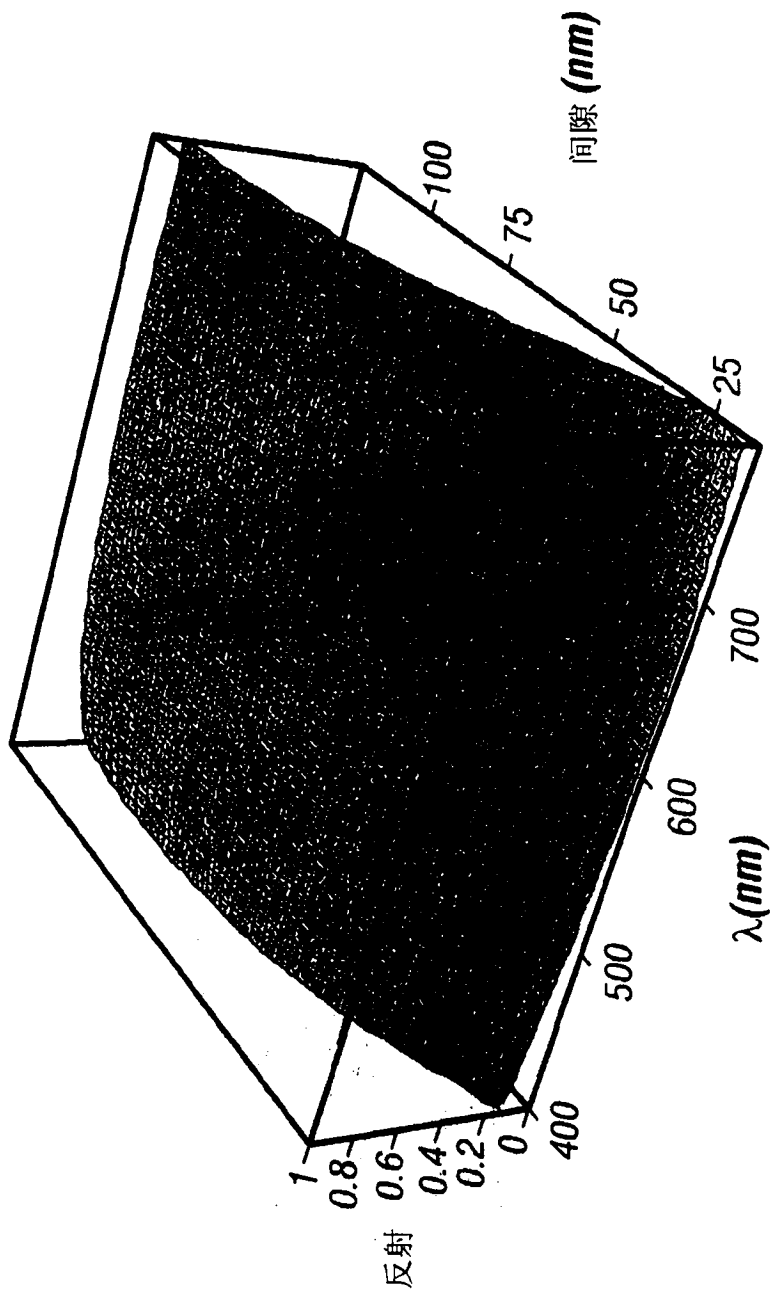


图 8B

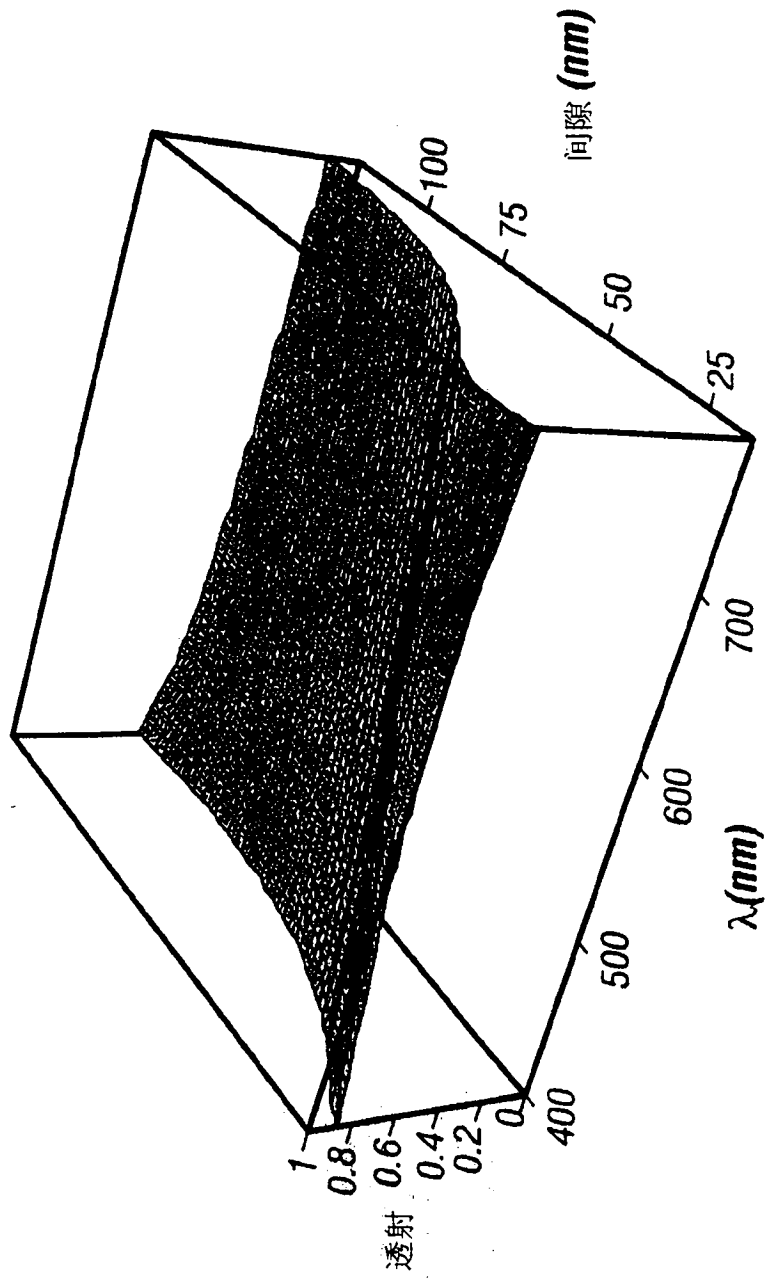


图 8C

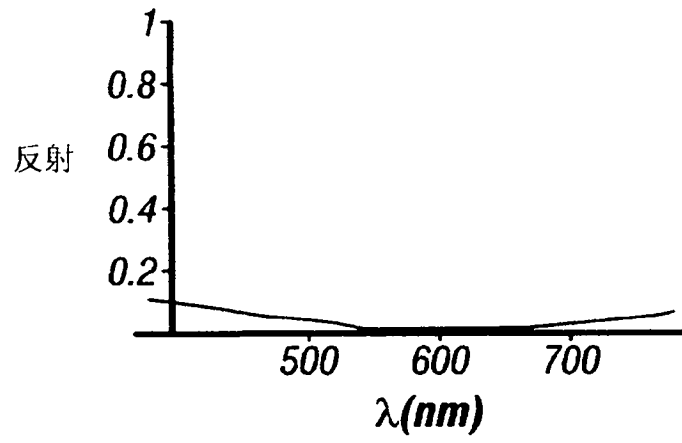


图 8D

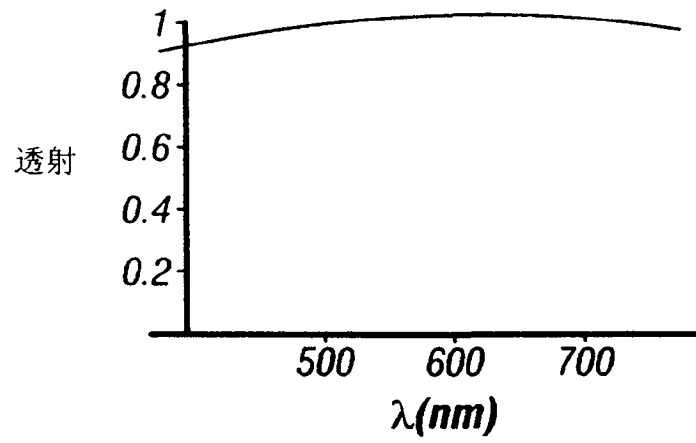


图 8E

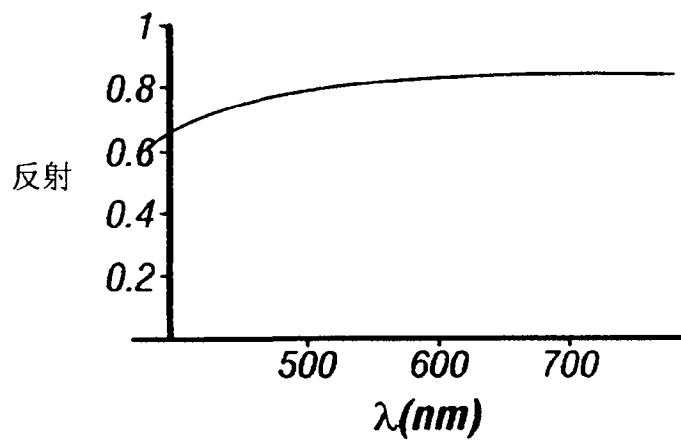


图 8F

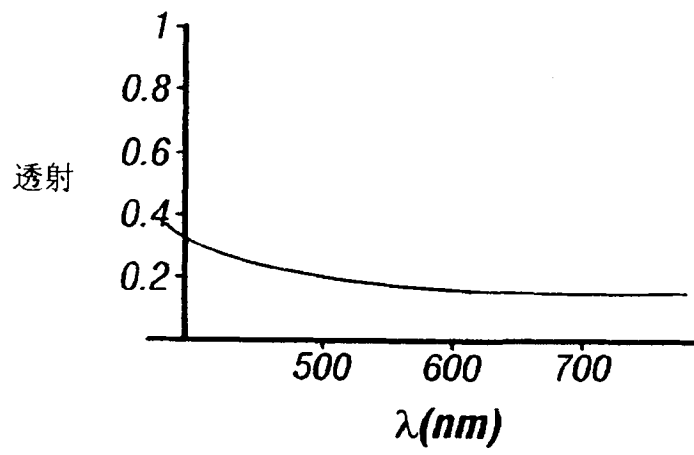


图 8G

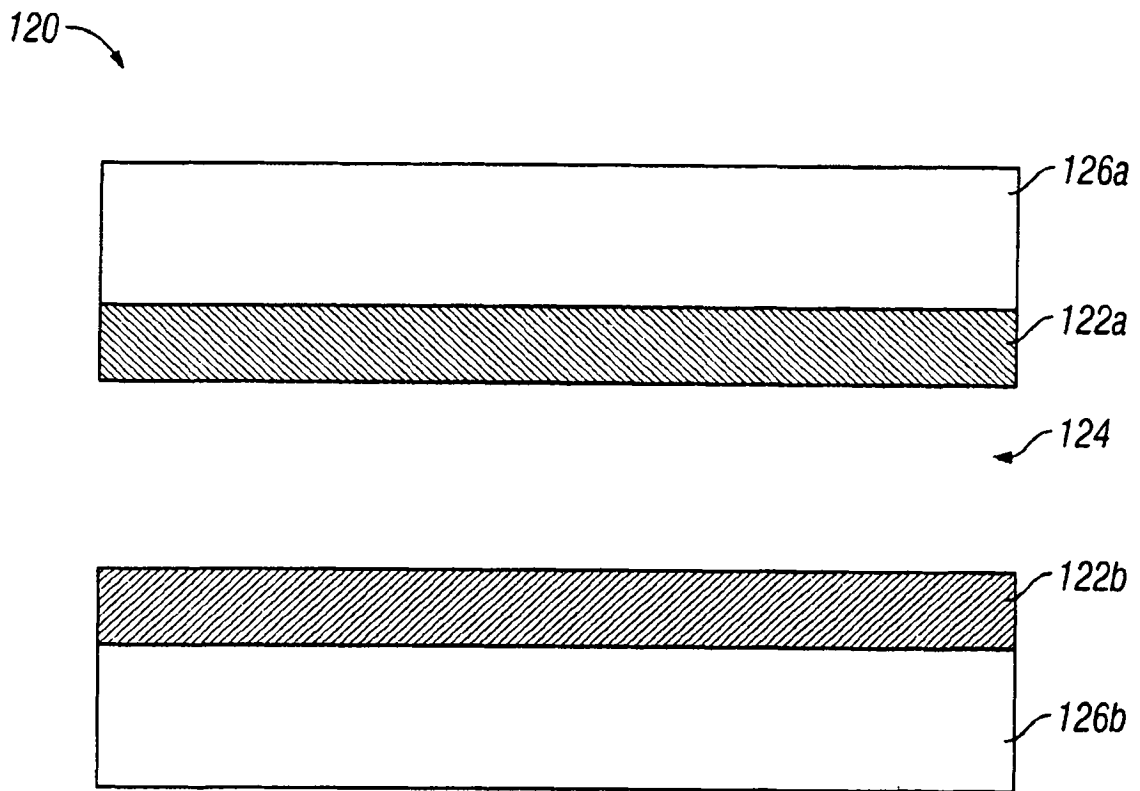


图 9A

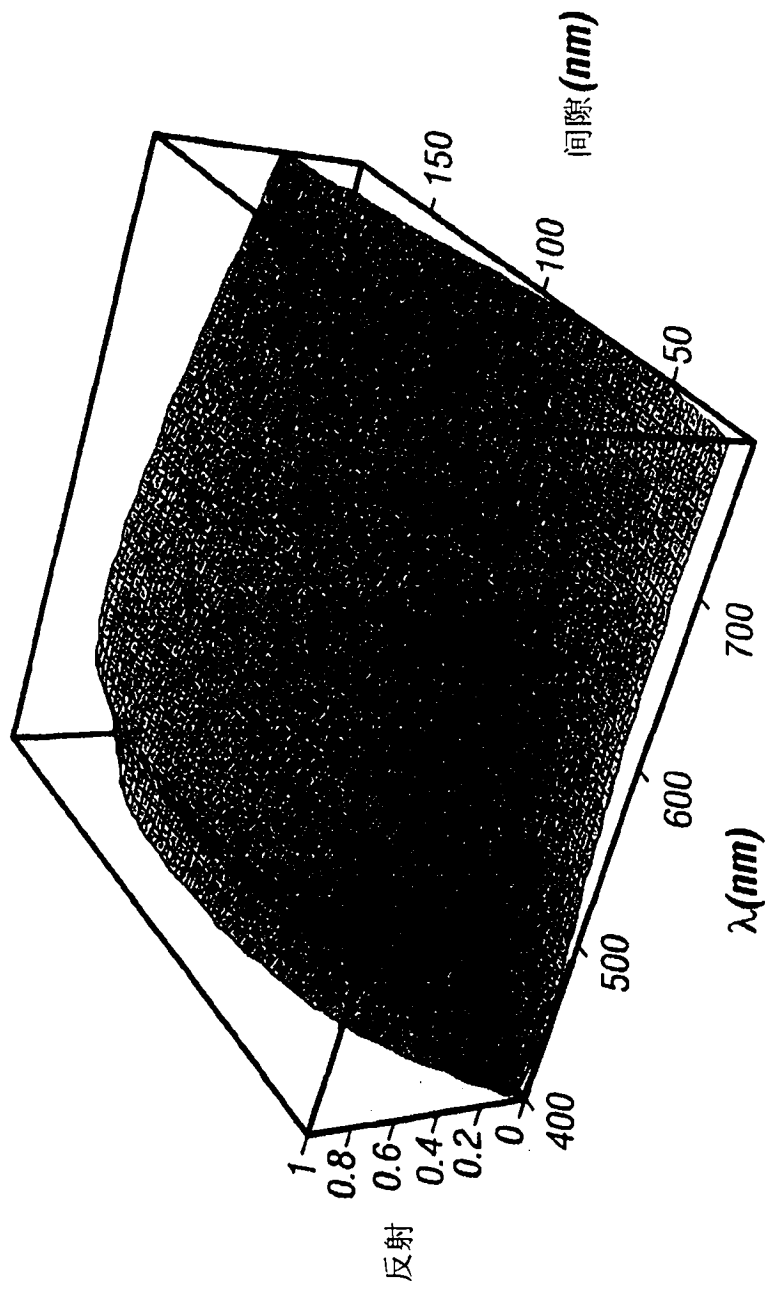


图 9B

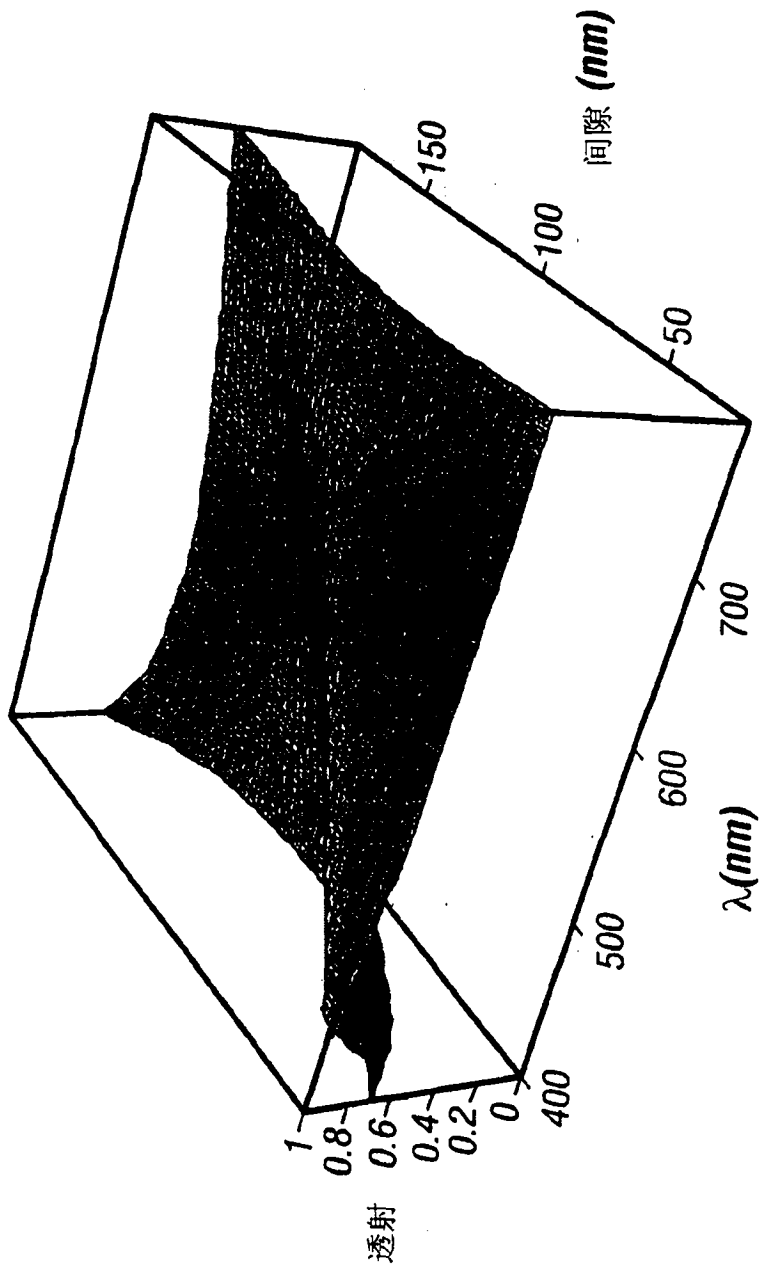


图 9C

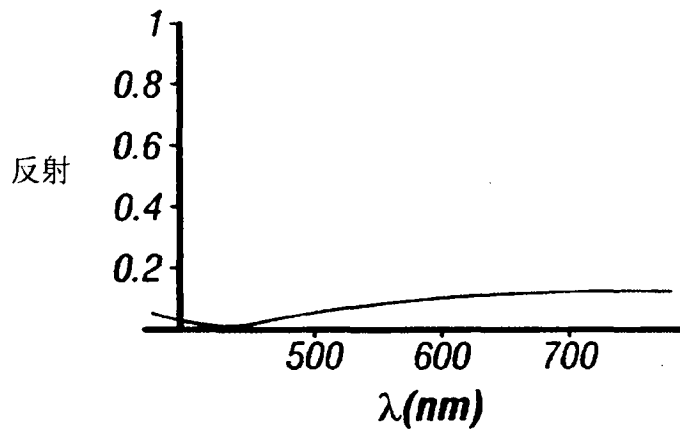


图 9D

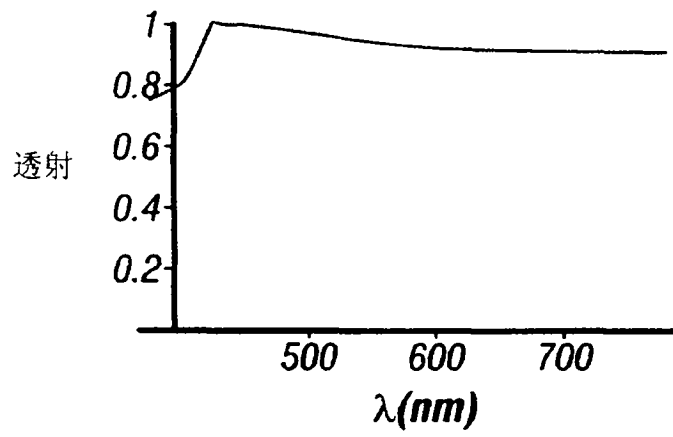


图 9E

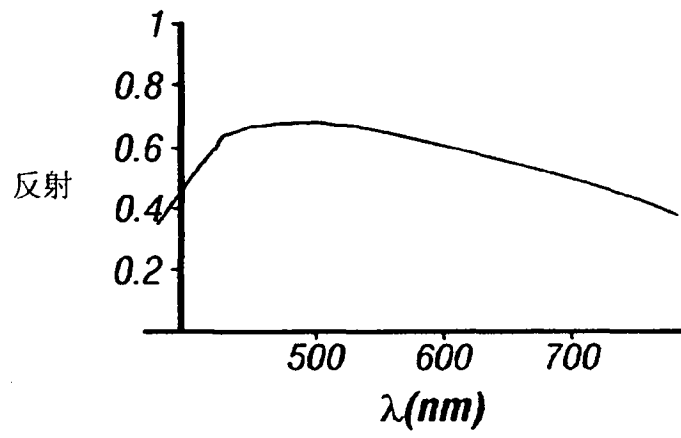


图 9F

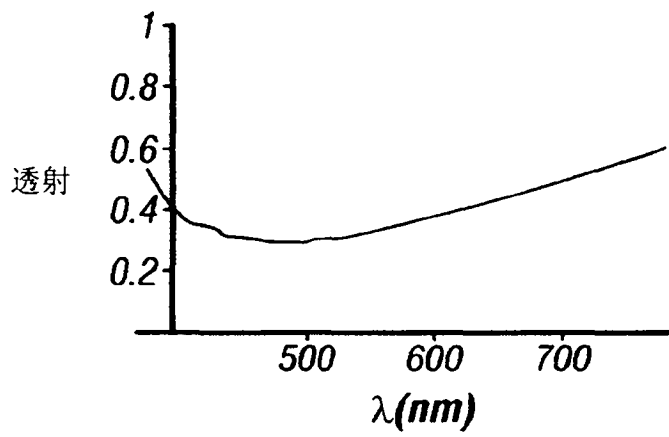


图 9G

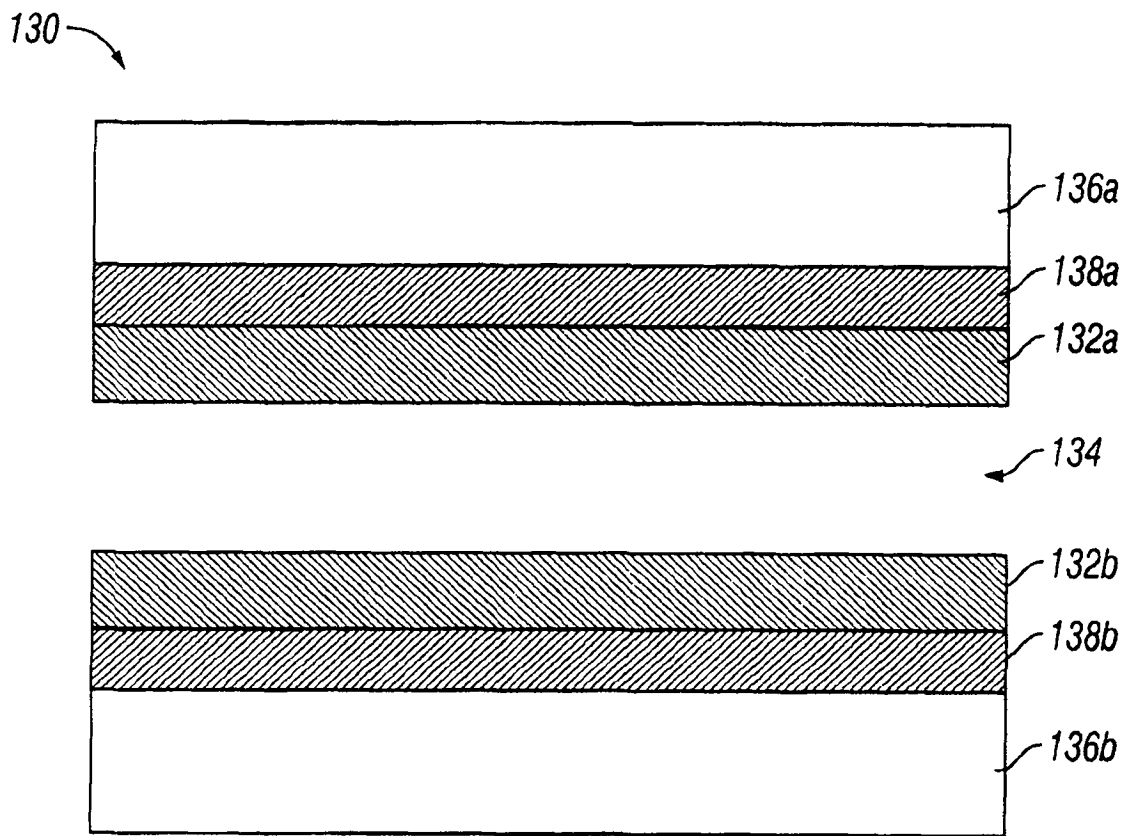


图 10A

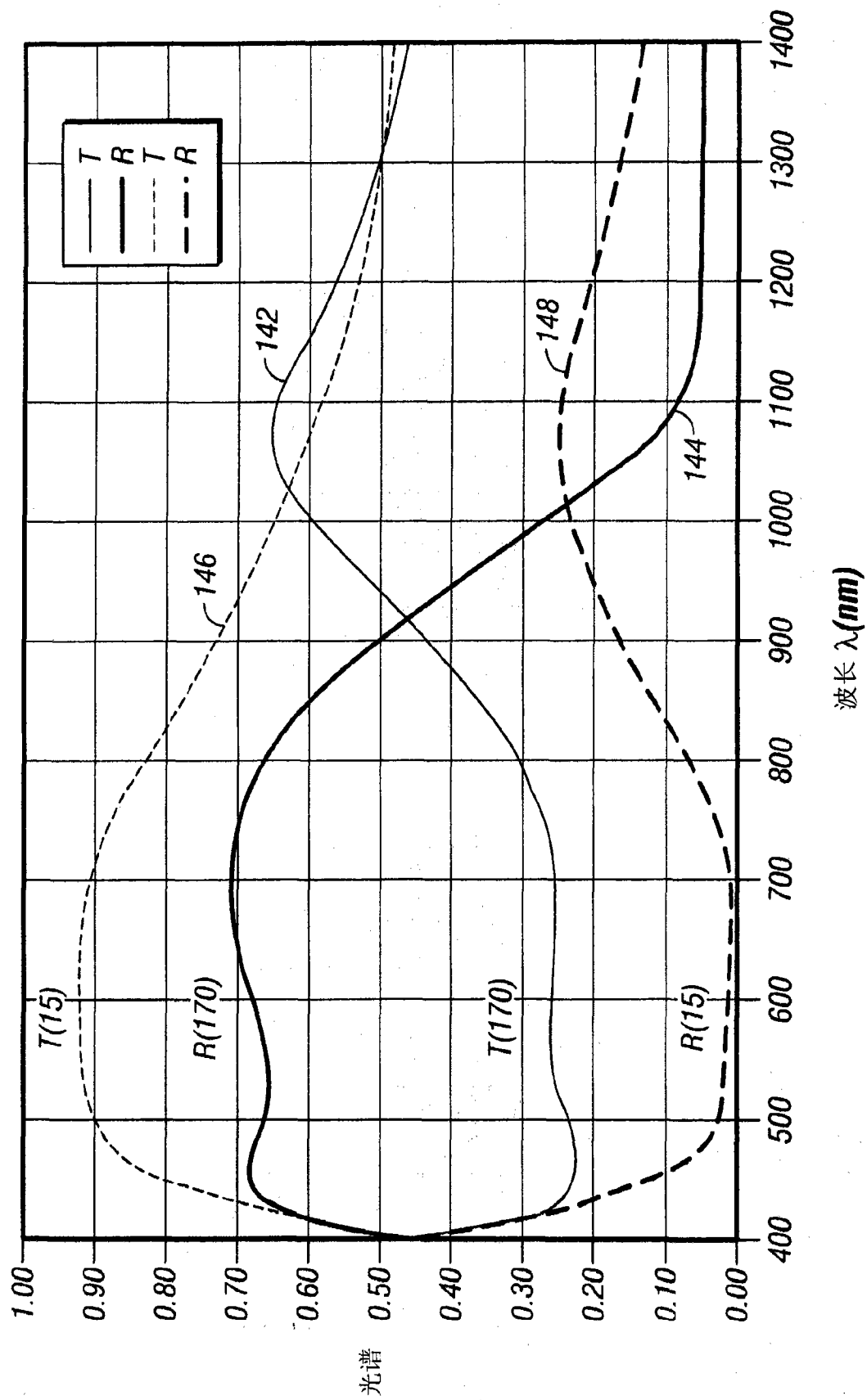


图 10B

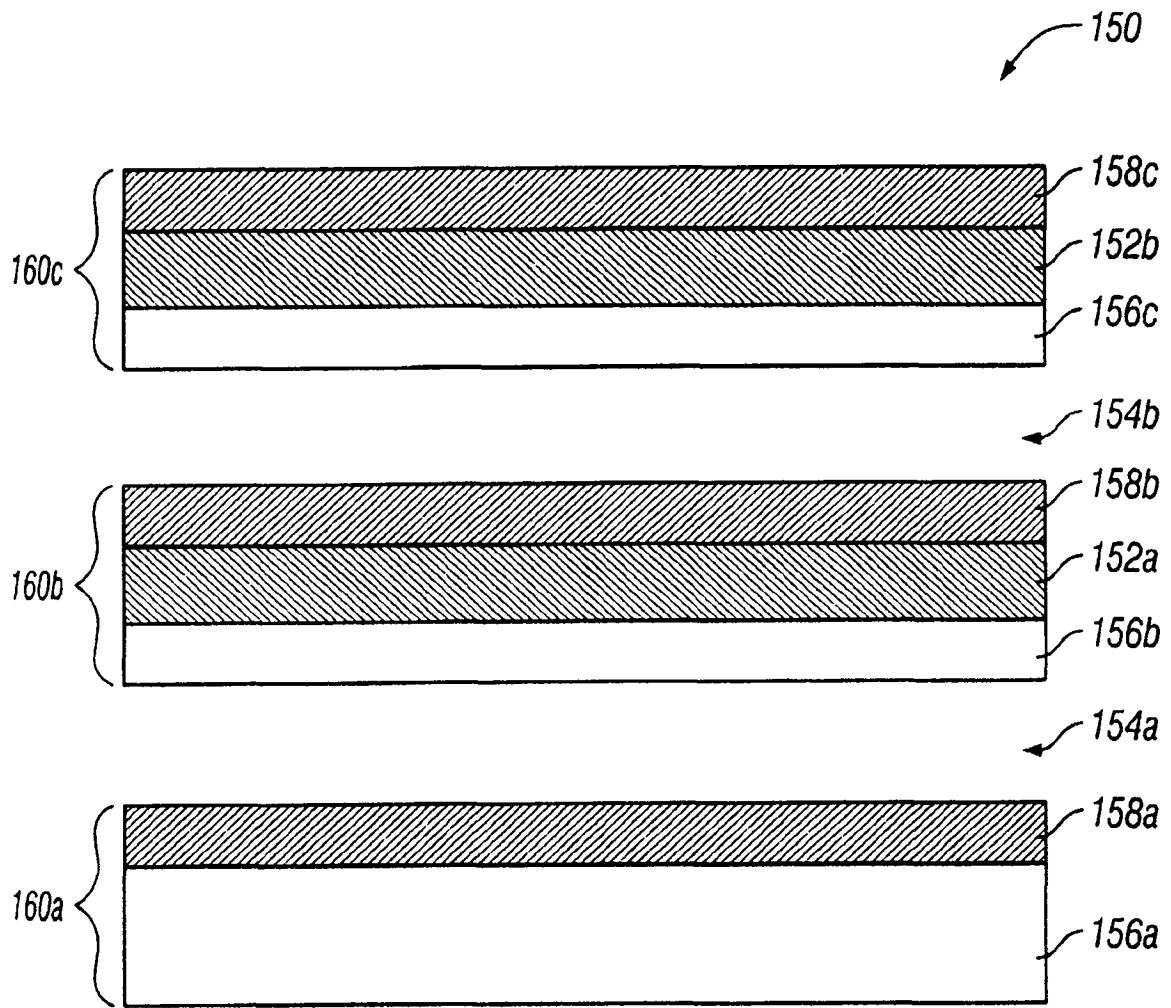


图 11A

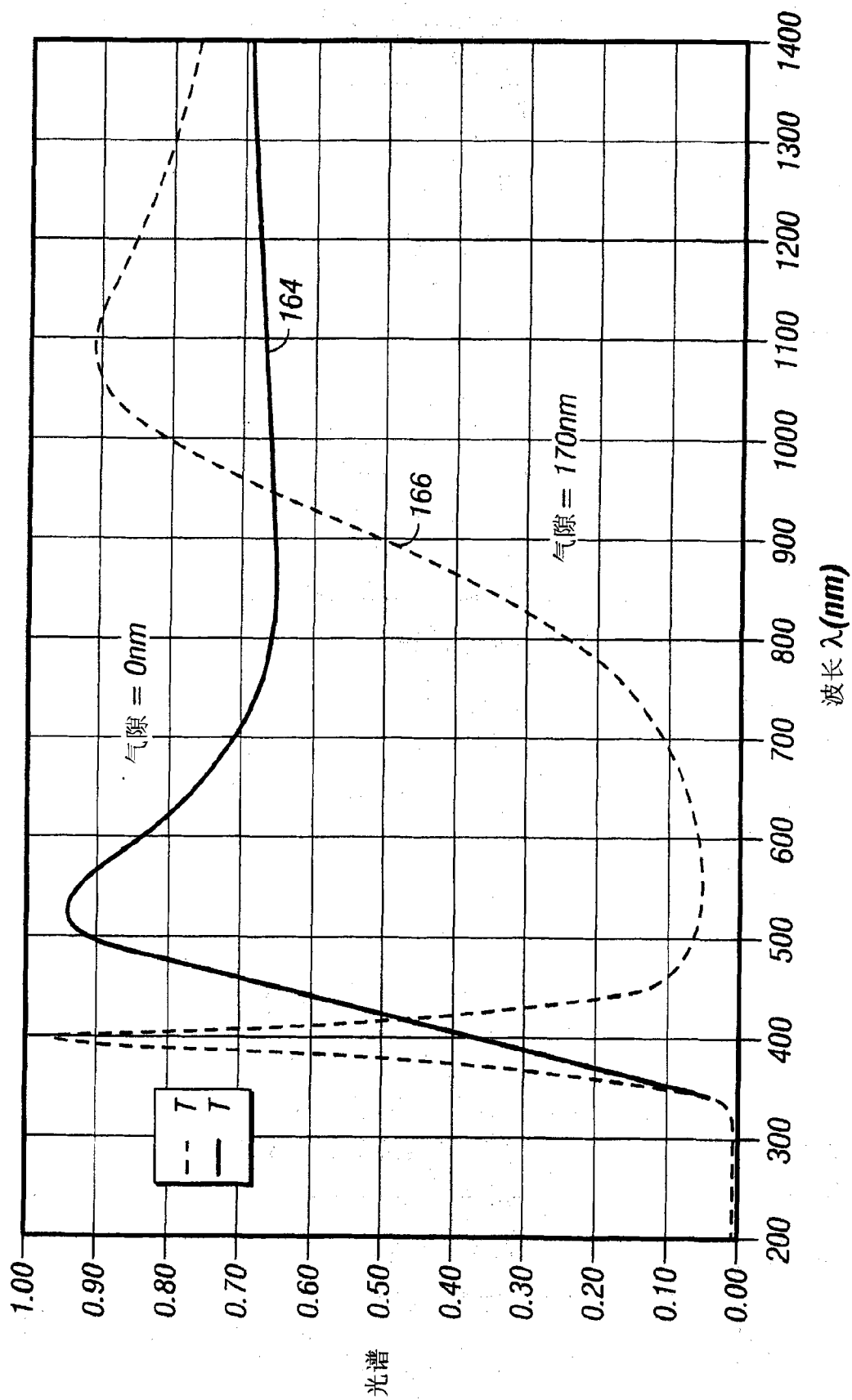


图 11B

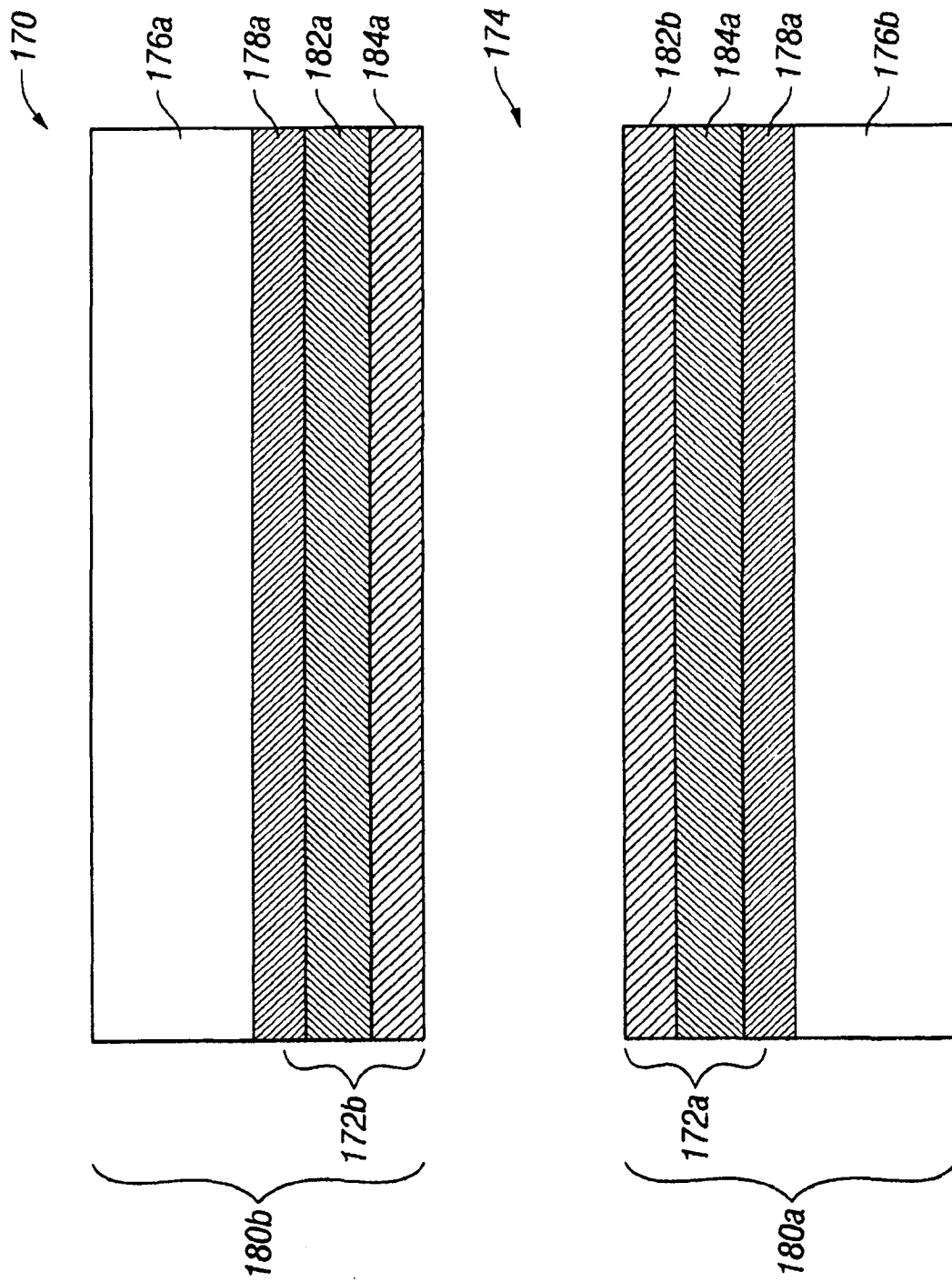


图 12A

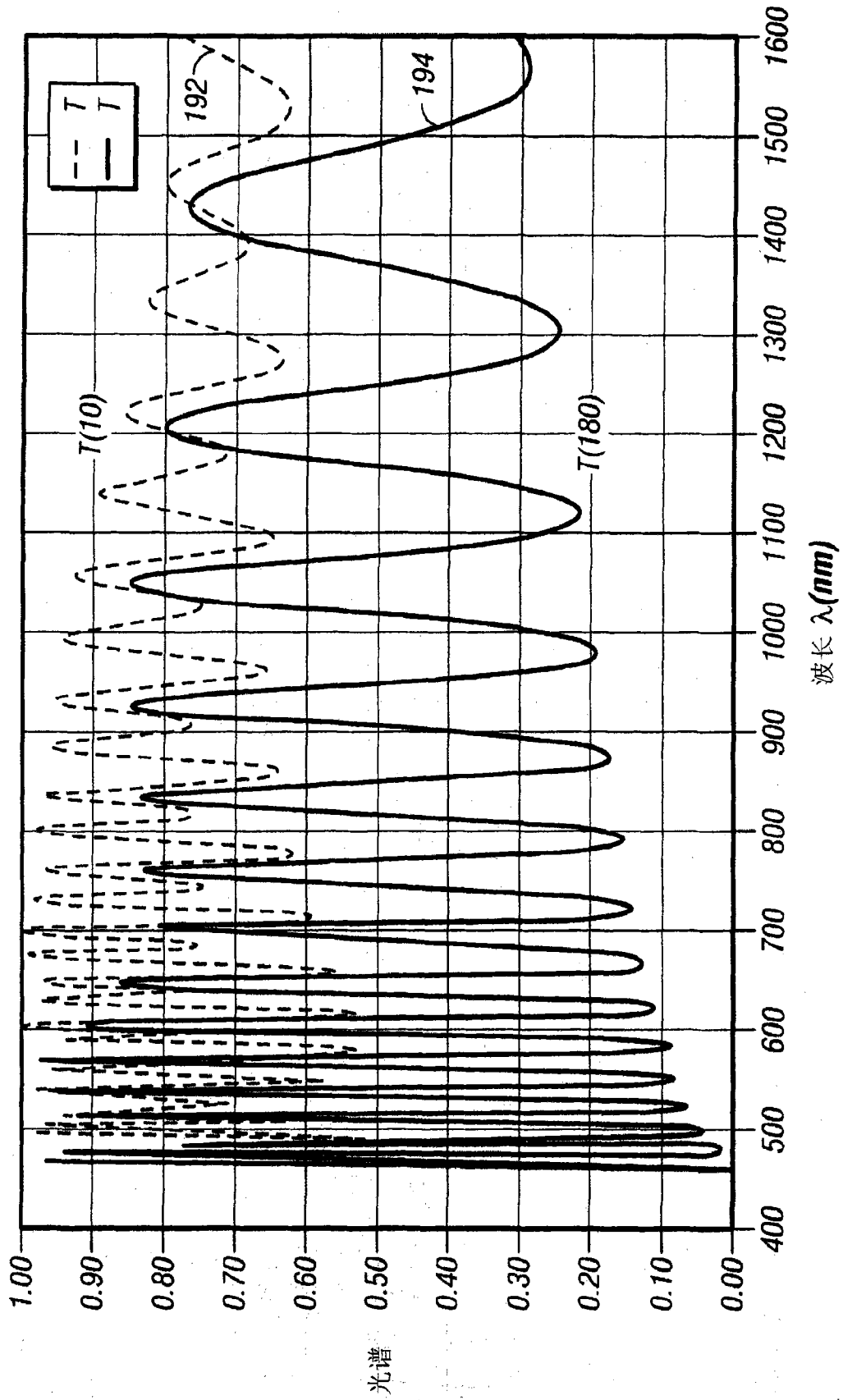


图 12B

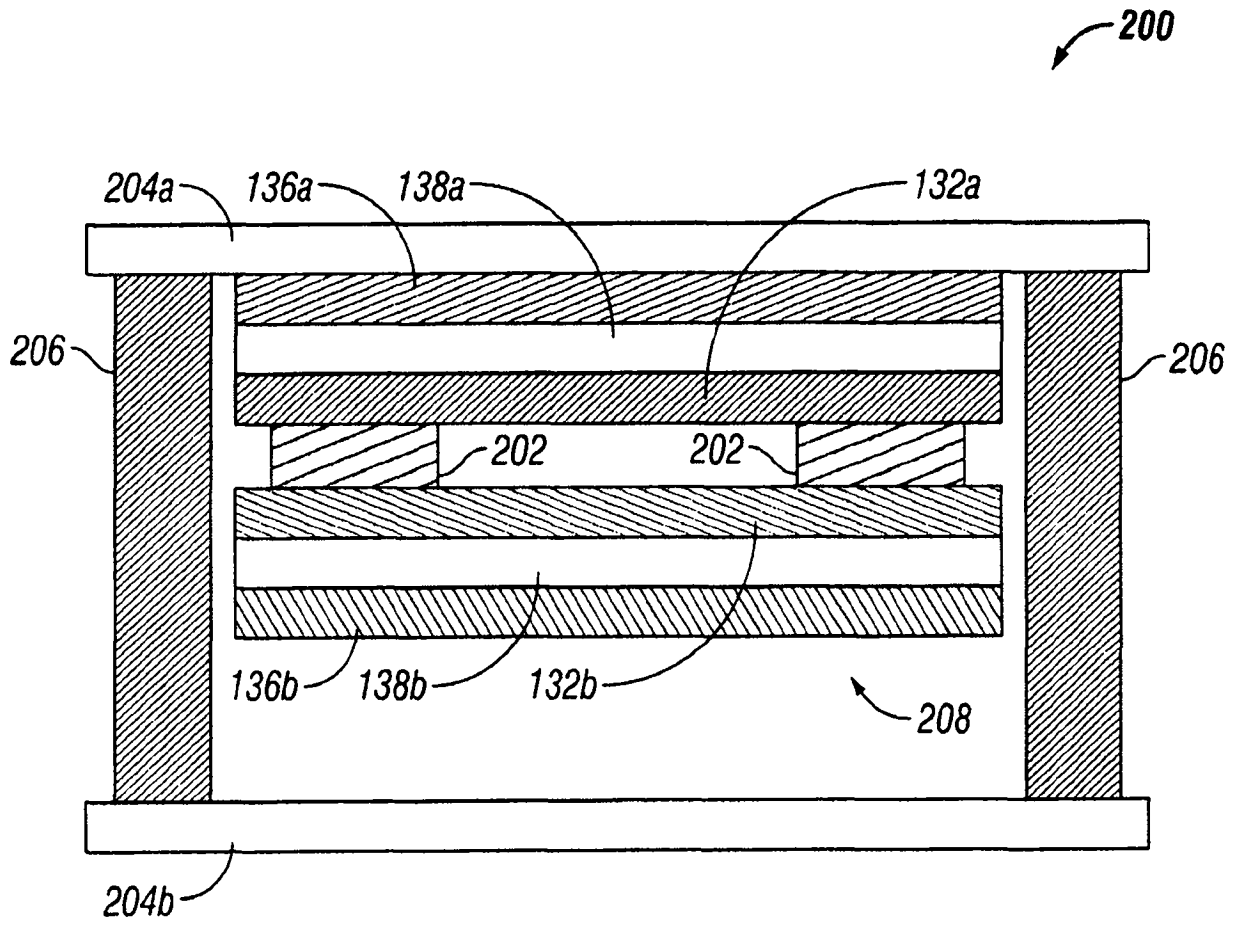


图 13

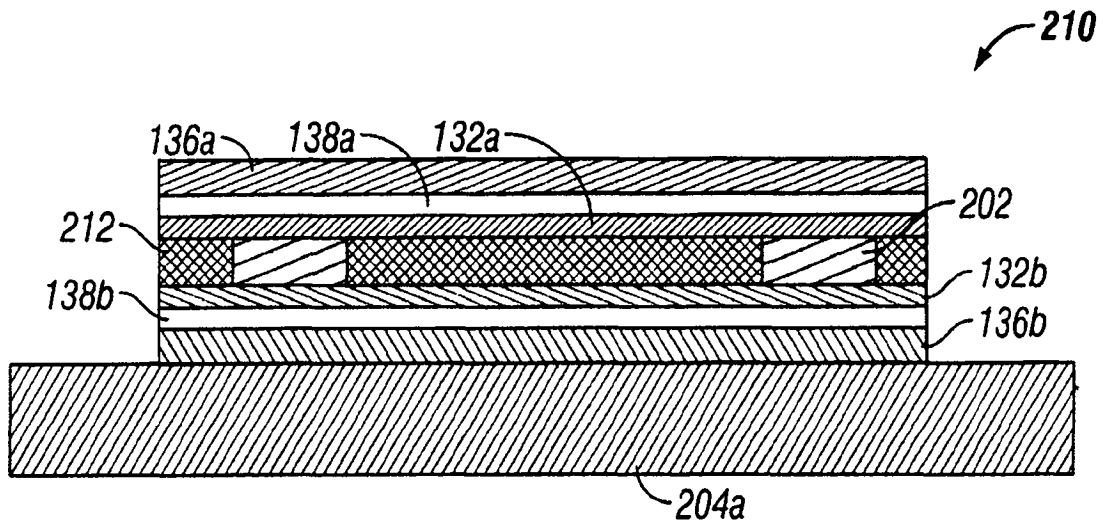


图 14

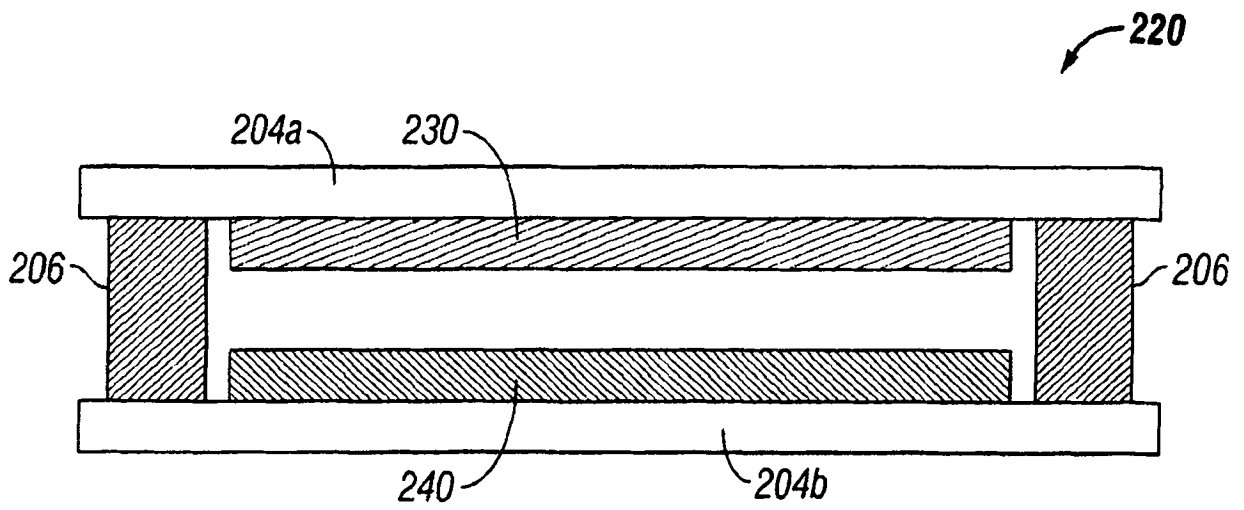


图 15

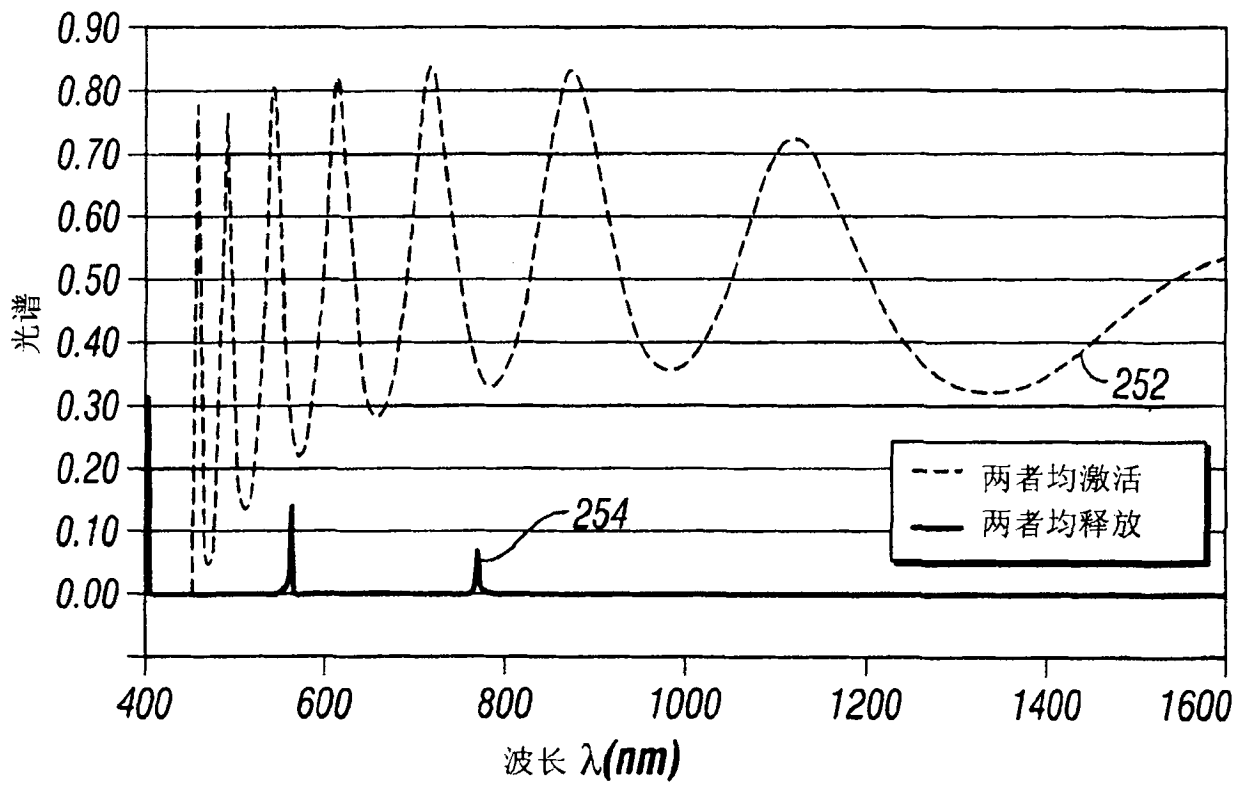


图 16