



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0082681
 (43) 공개일자 2008년09월11일

(51) Int. Cl.
C09K 11/06 (2006.01) *C07C 211/54* (2006.01)
H05B 33/14 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-7016431
 (22) 출원일자 2008년07월07일
 심사청구일자 없음
 번역문제출일자 2008년07월07일
 (86) 국제출원번호 PCT/EP2006/011026
 국제출원일자 2006년11월17일
 (87) 국제공개번호 WO 2007/065547
 국제공개일자 2007년06월14일
 (30) 우선권주장
 10 2005 058 557.4 2005년12월08일 독일(DE)

(71) 출원인
메르크 파텐트 게엠베하
 독일 64293 다름슈타트 프랑크푸르터 스트라세 250
 (72) 발명자
페스트베버 호르스트
 독일 34630 길제르베르크-빈터샤이트 탱크말슈트라세 6
슈퇴셀 필립
 독일 60487 프랑크푸르트 암 마인 조핀슈트라세 30
하일 홀거
 독일 64285 다름슈타트 바인베르크슈트라세 49
 (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 유기 전계발광 장치

(57) 요약

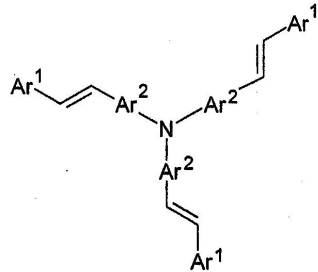
본 발명은 유기물의 블렌드, 유기 전계발광 장치 내 상기 블렌드의 용도 및 상기 블렌드를 함유하는 유기 전계발광 장치에 관한 것이다.

특허청구의 범위

청구항 1

양극, 음극 및 하나 이상의 유기층을 포함하는 유기 전계발광 장치로서, 상기 유기층은 하기 성분을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 장치:

a) 하나 이상의 화학식 (1)의 화합물



화학식 (1)

[식 중, 사용된 기호에 하기를 적용한다:

Ar¹은 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 하나 이상의 라디칼 R¹으로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 30의 방향족 또는 헤테로방향족 환계이다;

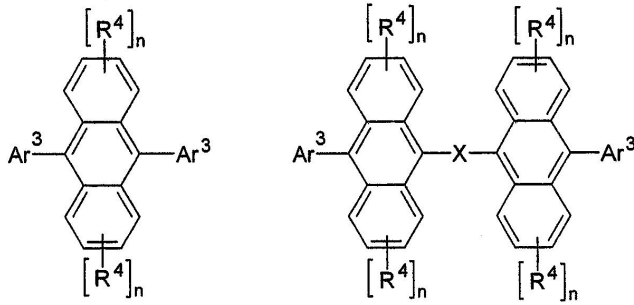
Ar²는 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 하나 이상의 라디칼 R¹으로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 20의 2가 아릴렌 또는 헤테로아릴렌기이다;

R¹은 각각의 경우 동일 또는 상이하계, H, F, Cl, Br, I, CN, Si(R³)₃, N(R³)₂, B(OR³)₂, 각각 하나 이상의 라디칼 R³로 치환될 수 있고, 하나 이상의 비인접 CH₂기는 -R³C=CR³-, -C≡C-, Si(R³)₂, Ge(R³)₂, Sn(R³)₂, C=O, C=S, C=Se, C=NR³, -O-, -S-, -N(R³)- 또는 -CONR³-로 치환될 수 있고, 하나 이상의 H 원자는 F, Cl, Br, I, CN 또는 NO₂로 치환될 수 있는 탄소수 1 내지 40의 직쇄형 알킬, 알콕시 또는 티오알콕시기 또는 탄소수 3 내지 40의 분지형 또는 환형 알킬, 알콕시 또는 티오알콕시기, 또는 하나 이상의 라디칼 R³로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 30의 아릴 또는 헤테로아릴기, 또는 하나 이상의 라디칼 R³로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 24의 아릴옥시 또는 헤테로아릴옥시기, 또는 상기 계의 2, 3, 4 또는 5개의 조합이다; 여기서 2 이상의 치환기 R¹은 또한 서로 단환 또는 다환의 지방족 또는 방향족 환계를 형성할 수 있다;

R³는 각각의 경우 동일 또는 상이하계, H 또는 탄소수 1 내지 20의 지방족 또는 방향족 탄화수소 라디칼이다; 여기서 2 이상의 라디칼 R³는 또한 서로 단환 또는 다환의 지방족 또는 방향족 환계를 형성할 수 있다];

및

b) 하나 이상의 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물



화학식 (2)

화학식 (3)

[식 중, 사용된 기호에 하기를 적용한다:

Ar³는 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 하나 이상의 라디칼 R²로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 30의 방향족 또는 헤테로방향족 환계이다;

X는 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 1 내지 40의 탄소 원자를 함유하는 2가 기 또는 -O-, -S-, -NH- 또는 단일결합이다;

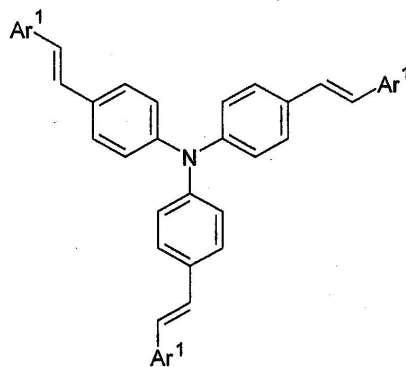
R², R⁴는 각각의 경우 동일 또는 상이하계, H, F, Cl, Br, I, CN, N(R³)₂, 각각 하나 이상의 라디칼 R³로 치환될 수 있고, 하나 이상의 비인접 CH₂기는 -R³C=CR³-, -C≡C-, Si(R³)₂, Ge(R³)₂, Sn(R³)₂, C=O, C=S, C=Se, C=NR³, -O-, -S-, -N(R³)- 또는 -CONR³-로 치환될 수 있고, 하나 이상의 H 원자는 F, Cl, Br, I, CN 또는 NO₂로 치환될 수 있는 탄소수 1 내지 40의 직쇄형 알킬, 알콕시 또는 티오알콕시기 또는 탄소수 3 내지 40의 분지형 또는 환형 알킬, 알콕시 또는 티오알콕시기, 또는 하나 이상의 라디칼 R³로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 30의 아릴 또는 헤테로아릴기, 또는 하나 이상의 라디칼 R³로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 24의 아릴옥시 또는 헤테로아릴옥시기, 또는 상기 계의 2, 3, 4 또는 5개의 조합이다; 여기서 2 이상의 인접 치환기 R⁴는 또한 서로 단환 또는 다환의 지방족 환계를 형성할 수 있다;

R³는 상기 기재한 바와 동일한 의미이다;

n은 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 0, 1, 2, 3 또는 4이다].

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 장치가 하나 이상의 화학식 (1a)의 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는, 유기 전계 발광 장치:



화학식 (1a)

[식 중, Ar^1 은 제 1 항과 동일한 의미이고, 상기 페닐기는 또한 하나 이상의 라디칼 R^1 으로 치환될 수 있다].

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 기호 Ar^1 이 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 하나 이상의 라디칼 R^1 으로 치환될 수 있는 탄소수 6 내지 14의 아릴 또는 헤테로아릴기, 특히 아릴기를 의미하는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 하나 이상의 항에 있어서, 화학식 (1) 또는 화학식 (1a) 내 기호 Ar^1 이 각각 하나 이상의 라디칼 R^1 으로 치환될 수 있는 페닐, 1-나프틸 또는 2-나프틸기를 의미하는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 하나 이상의 항에 있어서, 라디칼 R^1 이 파라-위치에서 Ar^1 과 이중결합으로 결합되는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 하나 이상의 항에 있어서, 라디칼 R^1 이 H, F, $Si(R^3)_3$, $B(OR^3)_2$, 각 경우 하나 이상의 CH_2 기가 $-R^3C=CR^3-$, $Si(R^3)_2$, $-O-$, $-S-$, 또는 $-N(R^3)-$ 로 치환될 수 있고, 각 경우 하나 이상의 H원자는 F로 치환될 수 있는 탄소수 1 내지 6의 직쇄형 알킬 또는 알콕시기 또는 탄소수 3 내지 10의 분지형 또는 환형 알킬 또는 알콕시기, 또는 방향족 환 원자수 5 내지 14의 아릴 또는 헤테로아릴기, 또는 상기 계의 2 또는 3의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 하나 이상의 항에 있어서, 화학식 (1)의 화합물이 3중 대칭축을 갖는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 하나 이상의 항에 있어서, 기호 Ar^3 가 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 하나 이상의 라디칼 R^2 로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 10 내지 25의 방향족 또는 헤테로방향족 환계를 의미하는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 하나 이상의 항에 있어서, 기호 Ar^3 가 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 각각 하나 이상의 라디칼 R^2 로 치환될 수 있는 1-나프틸, 2-나프틸, 9-안트릴, 2-페난트레닐, 9-페난트레닐, 퀴놀리닐, 이소퀴놀리닐, 오르토-비페닐, 2-플루오레닐 또는 2-스피로비플루오레닐기를 의미하는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 하나 이상의 항에 있어서, 화학식 (2) 또는 화학식 (3) 내 기호 R^2 가 각각의 경우 동일 또는 상이하계, H, F, $B(OR^3)_2$, 각 경우 하나 이상의 CH_2 기는 $-R^3C=CR^3-$, $Si(R^3)_2$, $-O-$, $-S-$ 또는 $-N(R^3)-$ 로 치환될 수 있고 각 경우 하나 이상의 H원자는 F로 치환될 수 있는 탄소수 1 내지 6의 직쇄형 알킬 또는 알콕시기 또는 탄소수 3 내지 10의 분지형 또는 환형 알킬 또는 알콕시기, 또는 방향족 환 원자수 5 내지 14의 아릴 또는 헤테로아릴기, 또는 상기 계의 2 또는 3개의 조합을 의미하고; 여기서 2 이상의 인접 라디칼 R^2 는 또한 서

로 단환 또는 다환의 지방족 또는 방향족 환 계를 형성할 수 있는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 하나 이상의 항에 있어서, 화학식 (3) 내 기호 X가 각각의 경우 동일 또는 상이하게, 탄소수 1 내지 10의 선형 알킬렌기 또는 탄소수 3 내지 10의 분지형 또는 환형 알킬렌 또는 알킬리덴기, 탄소수 6 내지 25의 2가 방향족 기, -O-, -S- 또는 화학식 $-N(R^3)-$ 또는 $-P(=O)R^3-$ 의 기 또는 단일결합을 나타내는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 하나 이상의 항에 있어서, 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물이 순수 탄화수소 화합물인 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 하나 이상의 항에 있어서, 음극, 양극 및 발광층 또는 발광층들 이외에, 또한 도핑될 수 있는, 정공-주입층, 정공-수송층, 전자-수송층 및/또는 전자-주입층으로부터 선택되는 추가 층이 또한 존재하고, 필요하다면, 다수의 발광층이 또한 존재할 수 있어서, 전체로서 백색 발광을 일으키는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치.

청구항 14

승화 방법에 의해 또는 예를 들어, 인쇄 공정에 의한 용액으로부터 하나 이상의 화학식 (1)의 화합물을 하나 이상의 화학식 (2) 및/또는 화학식 (3)의 화합물과 함께 적용하는 것을 특징으로 하는, 제 1 항 내지 제 13 항 중 하나 이상에 따른 유기 전계발광 장치 제조 공정.

청구항 15

제 1 항에 따른 하나 이상의 화학식 (1)의 화합물 및 제 1 항에 따른 하나 이상의 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물을 포함하는 혼합물.

청구항 16

제 16 항에 있어서, 유기 전자 장치, 특히 유기 전계발광 장치 제조용 혼합물의 용도.

청구항 17

제 15 항에 따른 하나 이상의 혼합물을 포함하는 유기 전계-효과 트랜지스터(O-FETs), 유기 박막 트랜지스터(O-TFTs), 유기 발광 트랜지스터(O-LETs), 유기 집적회로(O-ICs), 유기 태양전지(O-SCs), 유기 전계 쿨치 장치(O-FQDs), 유기 감광체 또는 유기 레이저 다이오드(O-lasers).

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 유기물의 혼합물, 유기 전계발광 장치 내 상기 혼합물의 용도, 및 상기 혼합물을 포함하는 유기 전계 발광 장치에 관한 것이다.

배경기술

<2> 가시 스펙트럼 영역 내 빛의 방출이 가능하고 반도체 유기 화합물을 포함하는 유기 전계발광 장치의 일반 구조는, 예를 들어, US 4539507, US 5151629, EP 0676461 및 WO 98/27136에 기재되어 있다.

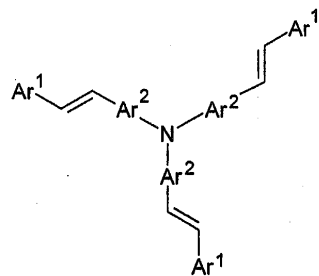
<3> 하지만, 상기 장치들은 아직 고품질 풀컬러 디스플레이 내 사용을 위해서는 긴급한 개선이 요구되는 현저한 문제점을 나타낸다:

<4> 1. 작동 수명이 아직 짧아, 특히 청색 발광의 경우, 현재까지 상업적으로 단순한 적용을 달성하는 것만이 가능함을 의미한다.

- <5> 2. 현재까지 최상의 수명을 가진 계는 짙은 청색 발광이 아닌 담청색 또는 청록색 발광을 나타내므로 고품질 적용에 부적합하다.
- <6> 3. 방향족 아민 및 이중결합 계를 모두 포함하는 많은 청색 발광 이미터(emitter)는 열적으로 불안정하고 승화 또는 기상 증착으로 분해된다. 따라서 상기 계의 사용은 불가능하거나 가능하더라도 큰 손실 및 고도의 기술적 복잡성이 따른다.
- <7> 4. 특히, 양호한 수명 및 짙은 청색 발광의 조합의 경우, 아직 현저한 개선의 필요가 있다.
- <8> JP 04-184892에 OLEDs용 발광 화합물로 디스티벤아민류, 트리스틸벤아민류 및 그 이상의 스틸벤 유도체가 기재되어 있다. 상기 화합물들은 발광층에서 순물질로 사용된다. 발광색은 기재되지 않았다. 마찬가지로, OLEDs의 효율 또는 수명 모두 언급되지 않았다. 상기 스틸벤아민류는 제시된 장치 구조에서 청록색 또는 녹색 발광을 나타내어 짙은 청색 발광의 발생에는 적합하지 않다.
- <9> EP 1167488에 모노스티릴아민류, 디스티릴아민류, 트리스틸아민류 또는 테트라스티릴아민류와 특정 디안트라센 유도체 또는 축합 방향족 환계 또는 탄소수 12이상의 아릴기로 치환되는 안트라센 유도체의 조합이 제시되어 있다. 이것은 오직 선형 스티릴아민류로만 수행할 수 있다. 마찬가지로, 호스트 물질(host material)의 추가 개발은 선형 스티릴아민류(예를 들어 WO 04/013073, WO 04/016575, WO 04/018587)에 대해서만 최적화되어 왔다. 청색 발광의 경우에 양호한 수명이 언급되었다; 색 좌표는 지시되지 않았다. 여기서는 짙은 청색 발광 대신에 오직 녹색 발광만을 얻었다. 상기 물질 조합을 이용하여 발생할 수 있는 발광이 어느 정도의 청색인지, 특히 짙은 청색인지는 명백하지 않다. 나아가, 선행기술에서 사용된 발광 화합물은 열적으로 불안정하고 분해되지 않고는 증발될 수 없고, 기상 증착에 고도의 기술적 복잡성이 요구됨에 따라 현저한 산업상 불리함을 나타낸다.

발명의 상세한 설명

- <10> 그러므로 본 발명의 목적은 특히 동등하게 양호하거나 또는 개선된 수명과 동시에 개선된 열안정성 및 짙은 청색 발광색을 갖는 계를 목적으로 개선점을 제공하는 것이다.
- <11> 놀랍게도, 발광층에 트리스틸벤아민류 및 하기에 언급된 특정 안트라센 유도체의 조합을 포함하는 유기 전계발광 장치가 선행기술에 비해 현저한 개선점을 가짐을 알아냈다. 상기 물질 조합은 현저히 개선되고, 짙은 청색 발광색과 동시에 동등하거나 또는 개선된 수명을 얻기 위해 사용될 수 있다. 추가적으로, 선행기술에 따라 사용된 물질과는 대조적으로, 상기 발광물질들은 통상 안트라센 유도체와 조합되어 현저한 분해 없이 승화 및 기상 증착될 수 있으므로, 선행기술에 따라 사용된 이미터보다 현저히 다루기 쉽다. 이 결과는 상기 언급된 선형 스티릴아민류로부터 이미터들 홀로 녹색 또는 녹색 청색 발광을 나타내는 것 및 선형 스티릴아민류가 마찬가지로 안트라센 호스트 물질 내에서 오직 녹색 발광만을 나타낸다는 것이 공지되었기 때문에 특히 놀랍다. 그러므로 트리스틸벤아민류가 안트라센 호스트 물질 내에서 짙은 청색 발광을 나타낸다는 사실은 예상치 못하고 예측할 수 없는 결과이다. 그러므로 본 발명은 상기 물질 혼합물 및 OLEDs 내 그의 용도에 관한 것이다.
- <12> 본 발명은 양극, 음극 및 하나 이상의 유기층을 포함하는 유기 전계발광 장치로서, 상기 유기층은 하기 성분을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 장치에 관한 것이다.
- <13> a) 하나 이상의 화학식 (1)의 화합물



- <14>
- <15> 화학식 (1)

<16> [식 중, 사용된 기호에 하기를 적용한다:

<17> Ar¹은 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 하나 이상의 라디칼 R¹으로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 30의 방향족 또는 헤테로방향족 환계이다;

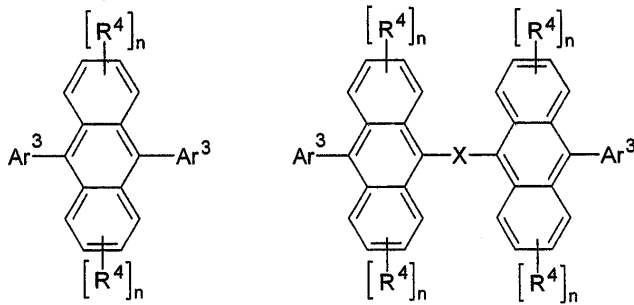
<18> Ar²는 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 하나 이상의 라디칼 R¹으로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 20의 2가 아릴렌 또는 헤테로아릴렌기이다;

<19> R¹은 각각의 경우 동일 또는 상이하계, H, F, Cl, Br, I, CN, Si(R³)₃, N(R³)₂, B(OR³)₂, 각각 하나 이상의 라디칼 R³로 치환될 수 있고, 하나 이상의 비인접 CH₂기는 -R³C=CR³-, -C≡C-, Si(R³)₂, Ge(R³)₂, Sn(R³)₂, C=O, C=S, C=Se, C=NR³, -O-, -S-, -N(R³)- 또는 -CONR³-로 치환될 수 있고, 하나 이상의 H 원자는 F, Cl, Br, I, CN 또는 NO₂로 치환될 수 있는 탄소수 1 내지 40의 직쇄형 알킬, 알콕시 또는 티오알콕시기 또는 탄소수 3 내지 40의 분지형 또는 환형 알킬, 알콕시 또는 티오알콕시기, 또는 하나 이상의 라디칼 R³로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 30의 아릴 또는 헤테로아릴기, 또는 하나 이상의 라디칼 R³로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 24의 아릴옥시 또는 헤테로아릴옥시기, 또는 상기 계의 2, 3, 4 또는 5개의 조합이다; 여기서 2 이상의 치환기 R¹은 또한 서로 단환 또는 다환의 지방족 또는 방향족 환계를 형성할 수 있다;

<20> R³는 각각의 경우 동일 또는 상이하계, H 또는 탄소수 1 내지 20의 지방족 또는 방향족 탄화수소 라디칼이다; 여기서 2 이상의 라디칼 R³는 또한 서로 단환 또는 다환의 지방족 또는 방향족 환계를 형성할 수 있다];

<21> 및

<22> b) 하나 이상의 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물



<23>

화학식 (2)

화학식 (3)

<24> [식 중, 사용된 기호에 하기를 적용한다:

<25> Ar³는 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 하나 이상의 라디칼 R²로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 30의 방향족 또는 헤테로방향족 환계이다;

<26> X는 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 1 내지 40의 탄소 원자를 함유하는 2가 기 또는 -O-, -S-, -NH- 또는 단일결합이다;

<27> R², R⁴는 각각의 경우 동일 또는 상이하계, H, F, Cl, Br, I, CN, N(R³)₂, 각각 하나 이상의 라디칼 R³로 치환될 수 있고, 하나 이상의 비인접 CH₂기는 -R³C=CR³-, -C≡C-, Si(R³)₂, Ge(R³)₂, Sn(R³)₂, C=O, C=S, C=Se, C=NR³, -O-, -S-, -N(R³)- 또는 -CONR³-로 치환될 수 있고, 하나 이상의 H 원자는 F, Cl, Br, I, CN 또는 NO₂로 치환될 수 있는 탄소수 1 내지 40의 직쇄형 알킬, 알콕시 또는 티오알콕시기 또는 탄소수 3 내지 40의 분지형 또는 환형 알킬, 알콕시 또는 티오알콕시기, 또는 하나 이상의 라디칼 R³로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 30의 아릴 또는 헤테로아릴기, 또는 하나 이상의 라디칼 R³로 치환될 수 있는 방향족 환 원자수 5 내지 24의 아릴옥시 또는 헤테로아릴옥시기, 또는 상기 계의 2, 3, 4 또는 5개의 조합이다; 여기서 2 이상의 인접 치환기

R⁴는 또한 서로 단환 또는 다환의 지방족 환계를 형성할 수 있다;

<29> R³는 상기 기재한 바와 동일한 의미이다;

<30> n은 각각의 경우 동일 또는 상이하게, 0, 1, 2, 3 또는 4이다].

<31> 유기층은 바람직하게는 빛의 방출이 가능한 층, 특히 발광층이다.

<32> 본 발명을 위해, 환형 알킬기는 단환 및 또한 이환 및 다환 알킬기를 모두 의미하는 것으로 간주한다.

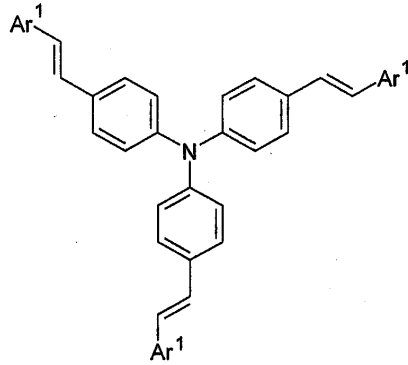
<33> 본 발명을 위해, 아릴기 또는 헤테로아릴기는 공통 방향족 π-전자계를 갖는 방향족기 또는 헤테로방향족기를 의미하는 것으로 간주한다. 본 발명을 위해, 상기는 예를 들어 벤젠, 피리딘, 티오펜 등과 같은 단순한 호모환 또는 헤테로환일 수 있고, 또는 예를 들어 벤젠 환과 같은 2 이상의 방향족 또는 헤테로방향족 환이 서로 “융합된”, 즉 어닐화(anellation)에 의해 서로 축합된, 즉, 하나 이상의 공통 경계를 가짐에 따라 또한 공통 방향족 π-전자계를 가지는 축합 방향족 환계일 수 있다. 상기 아릴 또는 헤테로아릴기는 치환 또는 비치환될 수 있다; 참여하는 임의의 치환기는 마찬가지로 추가 환계를 형성할 수 있다. 따라서, 예를 들어, 본 발명을 위해 나프탈렌, 안트라센, 페난트렌, 피렌 등과 같은 계는 아릴기로 간주하고 퀴놀린, 아크리딘, 벤조티오펜, 카르바졸 등은 헤테로아릴기로 간주하지만, 예를 들어 비페닐, 플루오렌, 스피로비플루오렌 등은 분리된 방향족 전자계를 포함하기 때문에 아릴기를 나타내지 않는다.

<34> 본 발명을 위해, 방향족 환계는 환계 내 6 내지 30의 탄소 원자를 함유한다. 본 발명을 위해, 헤테로방향족 환계는 탄소 원자 및 헤테로 원자의 합이 5 이상임을 조건부로, 환계 내 2 내지 30의 탄소 원자 및 하나 이상의 헤테로원자를 함유한다. 헤테로 원자는 바람직하게는 N, O 및/또는 S로부터 선택된다. 본 발명을 위해, 방향족 또는 헤테로방향족 환계는 반드시 오직 아릴 또는 헤테로아릴기만을 함유하는 것은 아니고, 대신에 다수의 아릴 또는 헤테로아릴기는 또한 예를 들어, SP³-혼성 C, N 또는 O 원자와 같은 짧은 비방향족 단위(H 이외의 원자는 10 % 미만, 바람직하게는 H 원자 이외의 원자는 5 % 미만)에 의해 중단될 수 있는 계를 의미하는 것으로 간주하려 한다. 따라서, 예를 들어, 9,9'-스피로비플루오렌, 9,9-디아릴플루오렌, 트리아릴아민, 디아릴 에테르류 등의 계는 또한 본 발명을 위한 방향족 환계를 의미하는 것으로 간주하려 한다. 여기서 방향족 또는 헤테로방향족 환계의 일부는 또한 축합기일 수도 있다.

<35> 본 발명을 위해, 추가적으로, 각각의 H 원자 또는 CH₂기가 상기 언급한 기에 의해 치환될 수 있는, C₁- 내지 C₄₀- 알킬기는 특히 바람직하게는 메틸, 에틸, n-프로필, i-프로필, n-부틸, i-부틸, s-부틸, t-부틸, 2-메틸부틸, n-펜틸, s-펜틸, 시클로펜틸, n-헥실, 시클로헥실, n-헵틸, 시클로헵틸, n-옥틸, 시클로옥틸, 2-에틸헥실, 트리플루오로메틸, 펜타플루오로에틸, 2,2,2-트리플루오로에틸, 에테닐, 프로페닐, 부테닐, 펜테닐, 시클로펜테닐, 헥세닐, 시클로헥세닐, 헵테닐, 시클로헵테닐, 옥테닐, 시클로옥테닐, 에티닐, 프로피닐, 부티닐, 펜티닐, 헥시닐, 또는 옥티닐 라디칼류를 의미하는 것으로 간주한다. C₁- 내지 C₄₀-알콕시기는 특히 바람직하게는 메톡시, 에톡시, n-프로폭시, i-프로폭시, n-부톡시, i-부톡시, s-부톡시, t-부톡시 또는 2-메틸부톡시를 의미하는 것으로 간주한다. 각 경우 상기 언급한 라디칼 R¹ 또는 R²로 치환될 수 있고 목적하는 임의의 위치를 통해 방향족 또는 헤테로방향족 환계에 연결될 수 있는, 1 내지 30의 방향족 환 원자수를 갖는 방향족 또는 헤테로방향족 환계는 특히 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 페난트렌, 피렌, 크리센, 페틸렌, 플루오란텐, 테트라센, 펜타센, 벤조피렌, 비페닐, 비페닐렌, 터페닐, 터페닐렌, 플루오렌, 스피로비플루오렌, 트룩센(truxene), 이소트룩센, 디히드로페난트렌, 디히드로피렌, 테트라히드로피렌, 시스- 또는 트랜스-인데노플루오렌, 푸란, 벤조푸란, 이소벤조푸란, 디벤조푸란, 티오펜, 벤조티오펜, 이소벤조티오펜, 디벤조티오펜, 피롤, 인돌, 이소인돌, 카르바졸, 피리딘, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 아크리딘, 페난트리딘, 벤조-5,6-퀴놀린, 벤조-6,7-퀴놀린, 벤조-7,8-퀴놀린, 페노티아진, 페녹사진, 피라졸, 인다졸, 이미다졸, 벤즈이미다졸, 나프트이미다졸, 페난트림이다졸, 피리디מיד아졸, 피라진이미다졸, 퀴놀살린이미다졸, 옥사졸, 벤즈옥사졸, 나프트옥사졸, 안트록사졸, 페난트록사졸, 이속사졸, 1,2-티아졸, 1,3-티아졸, 벤조티아졸, 피리다진, 벤조피리다진, 피리미딘, 벤조피리미딘, 퀴놀살린, 피라진, 페나진, 나프티리딘, 아자카르바졸, 벤조카르볼린, 페난트롤린, 1,2,3-트리아졸, 1,2,4-트리아졸, 벤조트리아졸, 1,2,3-옥사디아졸, 1,2,4-옥사디아졸, 1,2,5-옥사디아졸, 1,3,4-옥사디아졸, 1,2,3-티아디아졸, 1,2,4-티아디아졸, 1,2,5-티아디아졸, 1,3,4-티아디아졸, 1,3,5-트리아진, 1,2,4-트리아진, 1,2,3-트리아진, 테트라졸, 1,2,4,5-테트라진, 1,2,3,4-테트라진, 1,2,3,5-테트라진, 퓨린, 프테리딘, 인돌리진 및 벤조티아디아졸에서 유도된 기를 의미하는 것으로 간주한다.

<36> 화학식 (1)의 화합물의 바람직한 구현예를 하기에 기재하였다.

<37> 바람직하게는 기호 Ar^2 가 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 하나 이상의 라디칼 R^1 으로 치환될 수 있는 탄소수 6 내지 14의 2가 아릴렌 또는 헤테로아릴렌기, 특히 아릴렌기, 특히 매우 바람직하게는 각각 하나 이상의 라디칼 R^1 으로 치환될 수 있는 페닐렌 또는 나프틸렌기, 특히 하나 이상의 라디칼 R^1 으로 치환될 수 있는 페닐렌기를 의미하는 화학식 (1)의 화합물이다. 따라서 바람직하게는 페닐렌기가 또한 하나 이상의 라디칼 R^1 으로 치환될 수 있는 하기 화학식 (1a)의 화합물이다; 상기 페닐렌기는 특히 바람직하게는 비치환된다:



<38>

<39>

화학식 (1a)

<40> 바람직하게는 기호 Ar^1 이 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 하나 이상의 라디칼 R^1 으로 치환될 수 있는 탄소수 6 내지 14의 아릴 또는 헤테로아릴기, 특히 아릴기, 특히 매우 바람직하게는 각각 하나 이상의 라디칼 R^1 으로 치환될 수 있는 페닐, 1-나프틸 또는 2-나프틸기, 특히 하나 이상의 라디칼 R^1 으로 치환될 수 있는 페닐기를 의미하는 화학식 (1) 또는 화학식 (1a)의 화합물이다. 라디칼 R^1 은 바람직하게는 파라-위치에서 Ar^1 기와 이중 결합으로 결합된다.

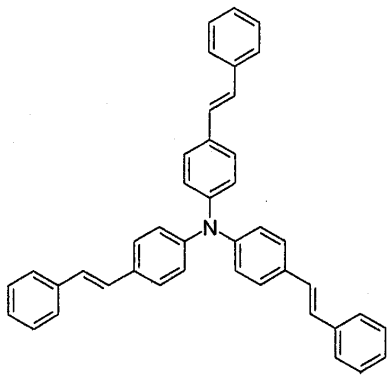
<41> 바람직한 라디칼 R^1 은 H, F, $Si(R^3)_3$, $B(OR^3)_2$, 각 경우 하나 이상의 CH_2 기는 $-R^3C=CR^3-$, $Si(R^3)_2$, -O-, -S-, 또는 $-N(R^3)-$ 로 치환될 수 있고, 각 경우 하나 이상의 H원자는 F로 치환될 수 있는 탄소수 1 내지 6의 직쇄형 알킬 또는 알콕시기 또는 탄소수 3 내지 10의 분지형 또는 환형 알킬 또는 알콕시기, 또는 방향족 환 원자수 5 내지 14의 1가 아릴 또는 헤테로아릴기, 또는 상기 계의 2 또는 3의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된다.

특히 바람직한 라디칼 R^1 은 H, F, $Si(R^3)_3$, $B(OR^3)_2$, 각 경우 하나 이상의 H원자는 F로 치환될 수 있는 탄소수 1 내지 4의 직쇄형 알킬기, 탄소수 3 내지 5의 분지형 알킬기 또는 탄소수 5 내지 10의 환형 알킬기, 또는 방향족 환 원자수 6 내지 10의 1가 아릴 또는 헤테로아릴기, 또는 2개의 상기 계의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 특히 매우 바람직한 라디칼 R^1 은 H, F, 메틸, CF_3 , 에틸, 이소프로필, *tert*-부틸, 아다만틸, 메톡시, 트리플루오로메톡시, 페닐, 오르토-톨릴, 메타-톨릴, 파라-톨릴, 파라-플루오로페닐, $Si(Me)_3$, $Si(Me)_2(t-Bu)$, $SiMe(t-Bu)_2$, $Si(i-Pr)_3$, 보론산 글리콜 에스테르 및 보론산 피나콜 에스테르로부터 선택된다.

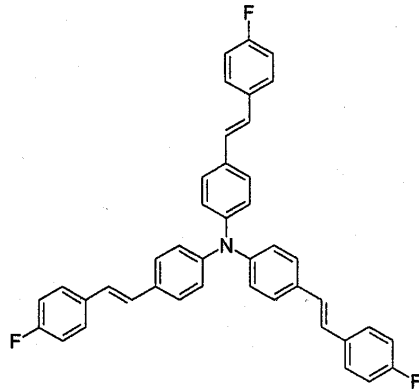
<42> 특히 매우 바람직하게는 기호 Ar^1 이 파라-위치에서 상기 언급한 라디칼 R^1 으로 치환되는 페닐기를 의미하는 화학식 (1) 또는 화학식 (1a)의 화합물이다.

<43> 더욱 바람직하게는 기호 Ar^1 이 모두 동일하게 선택되는 화학식 (1) 또는 화학식 (1a)의 화합물이다. 특히 바람직하게는 Ar^1 기가 모두 동일하게 선택되고 동일한 위치에서 동일한 치환기 R^1 으로 모두 치환되는 화학식 (1) 또는 화학식 (1a)의 화합물, 즉 3중 대칭축을 갖는 화합물이다.

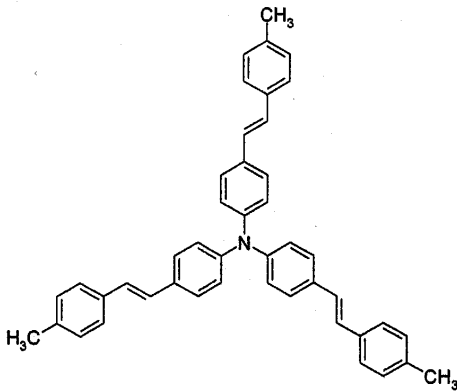
<44> 바람직한 화학식 (1)의 화합물의 예는 하기에 묘사한 화합물 (S1) 내지 (S87)이다.



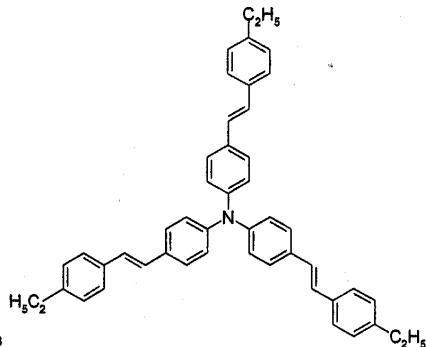
(S1)



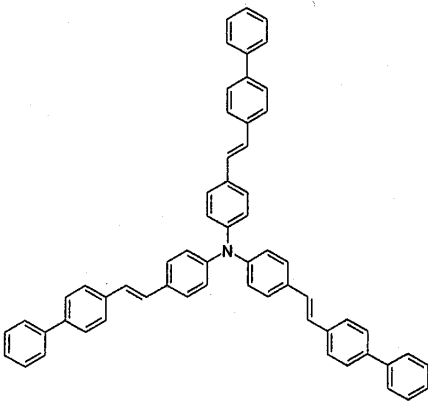
(S2)



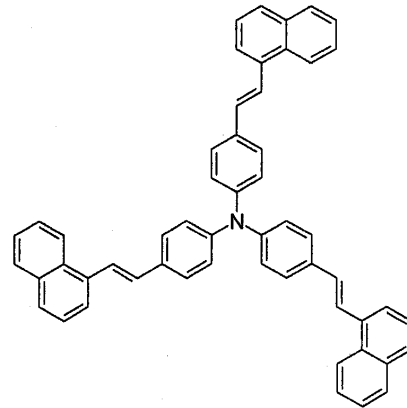
(S3)



(S4)

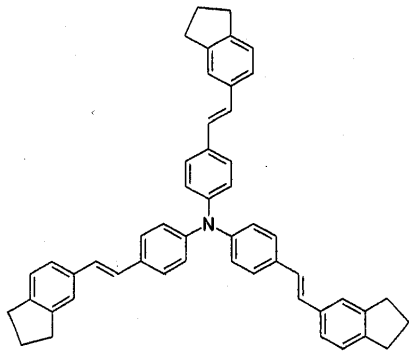


(S5)

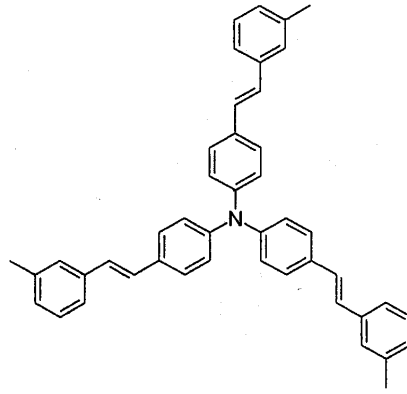


(S6)

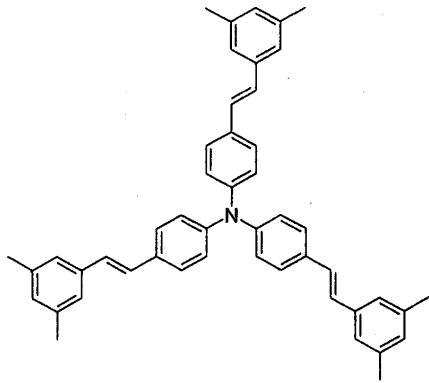
<45>



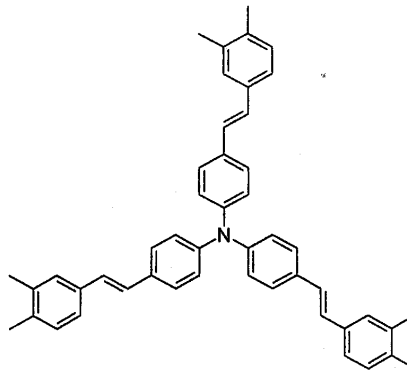
(S7)



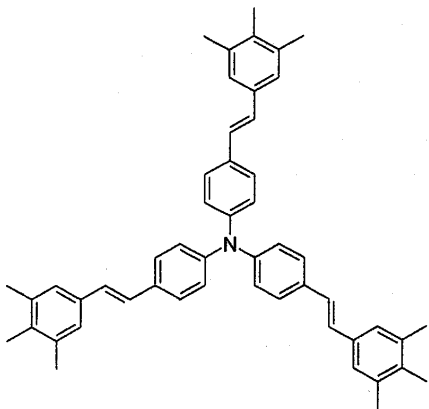
(S8)



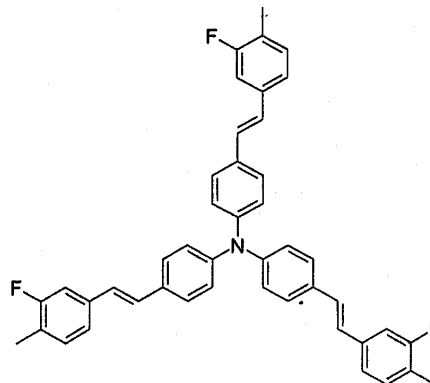
(S9)



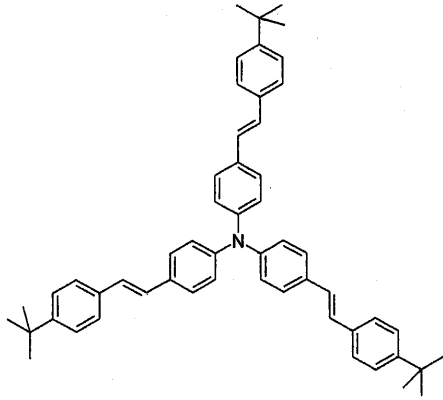
(S10)



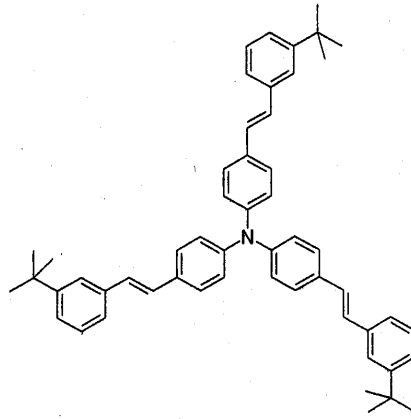
(S11)



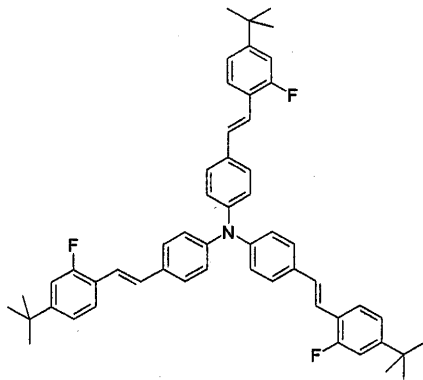
(S12)



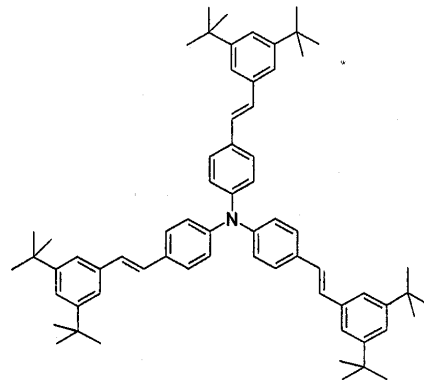
(S13)



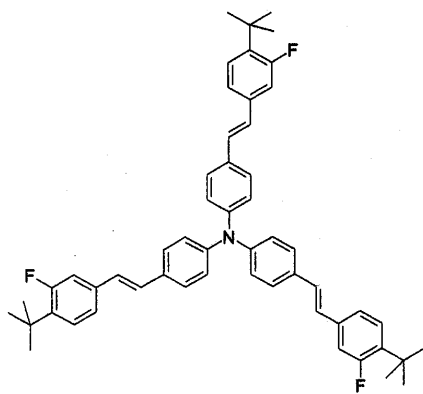
(S14)



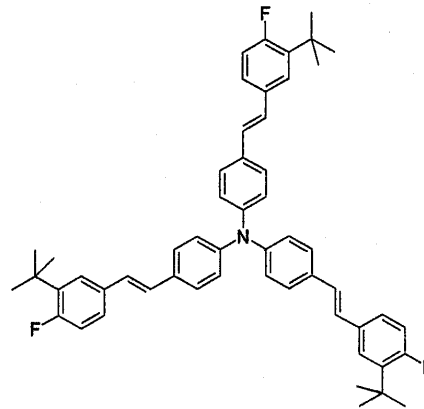
(S15)



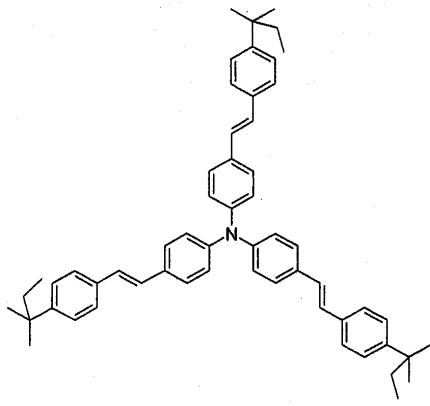
(S16)



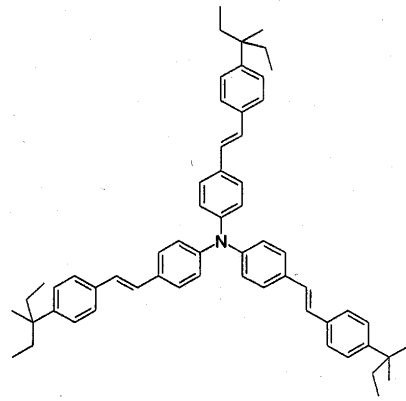
(S17)



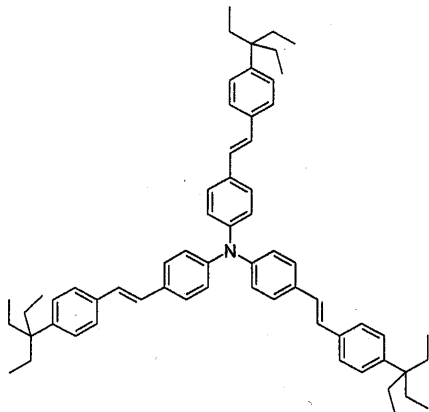
(S18)



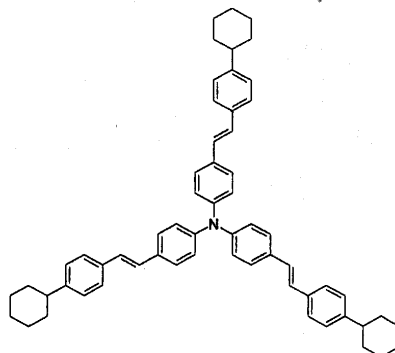
(S19)



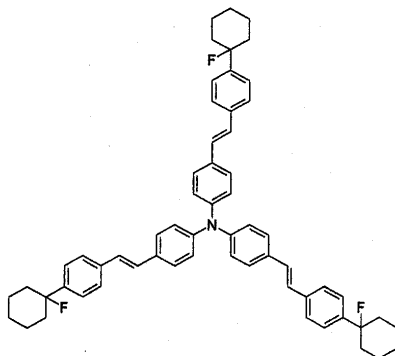
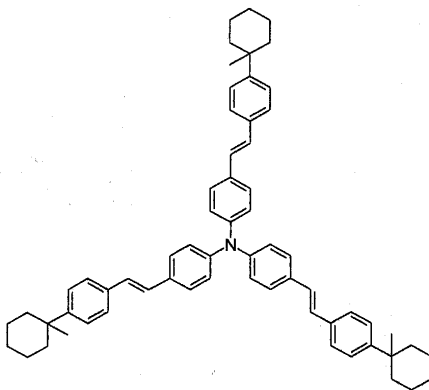
(S20)



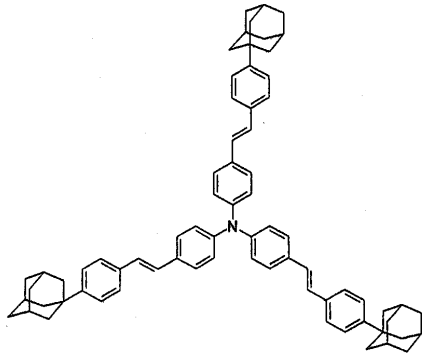
(S21)



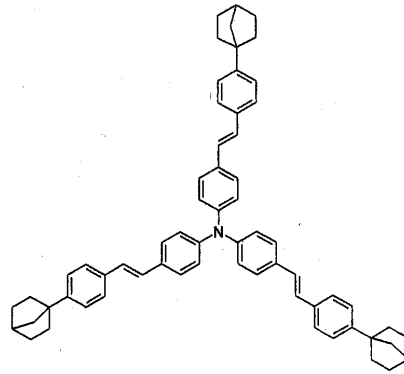
(S22)



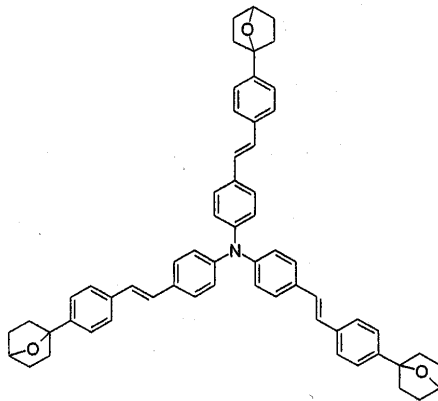
(S23)



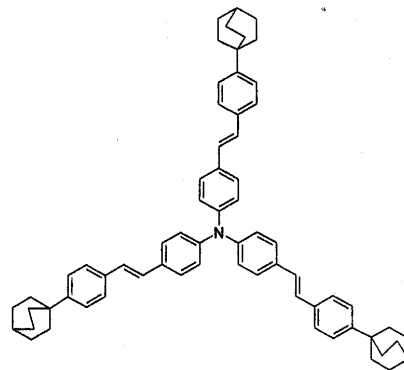
(S24)



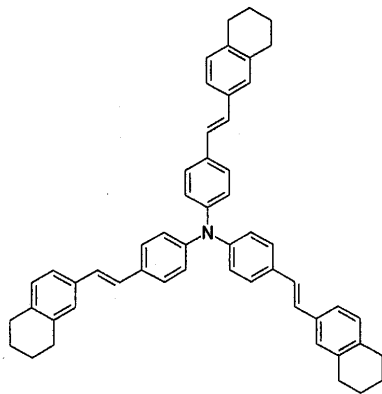
(S25)



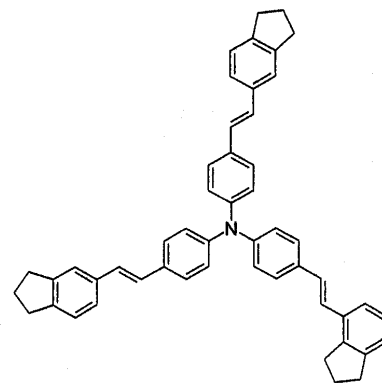
(S26)



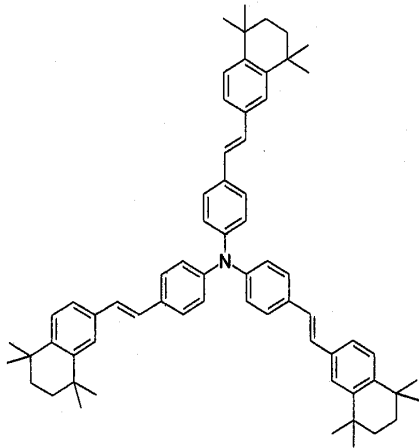
(S27)



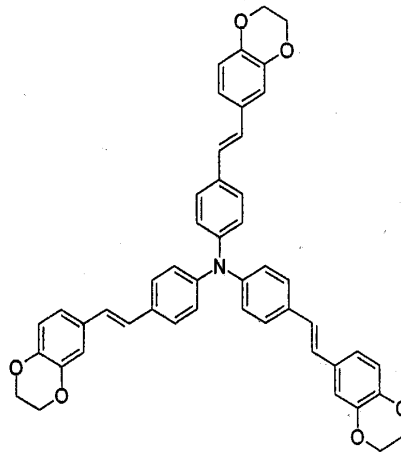
(S28)



(S29)

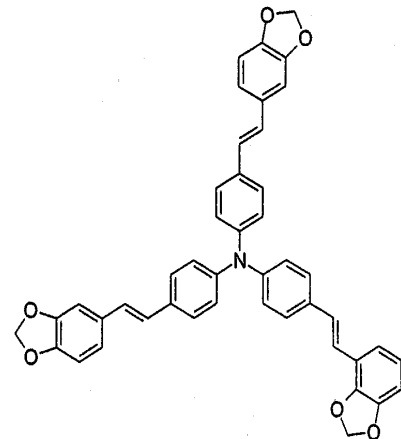
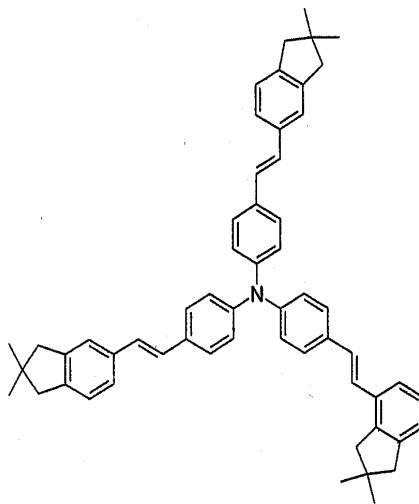


(S30)



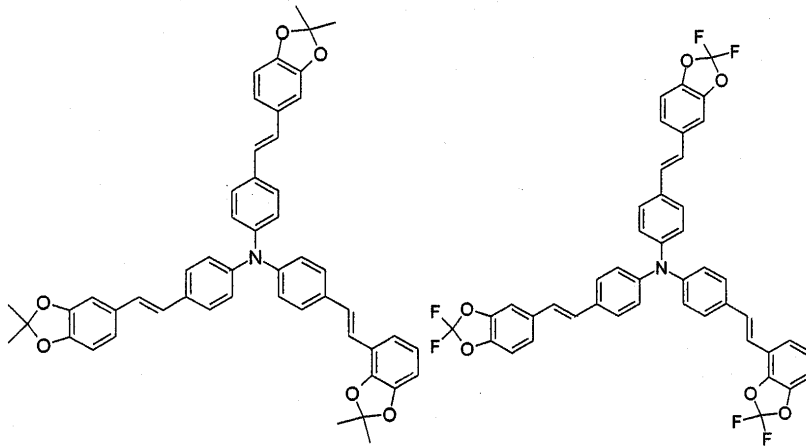
(S31)

(S32)



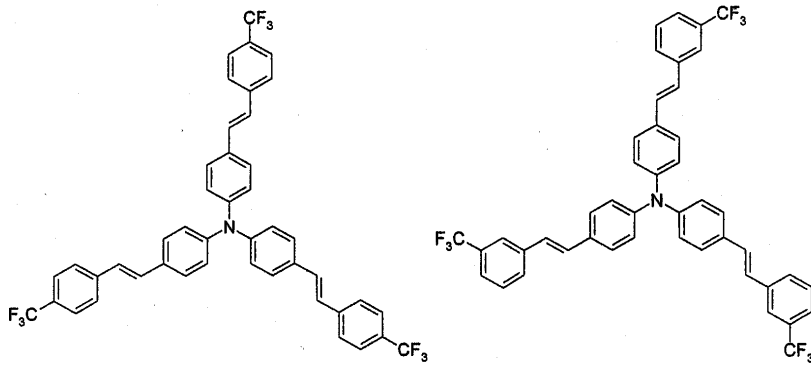
(S33)

(S34)



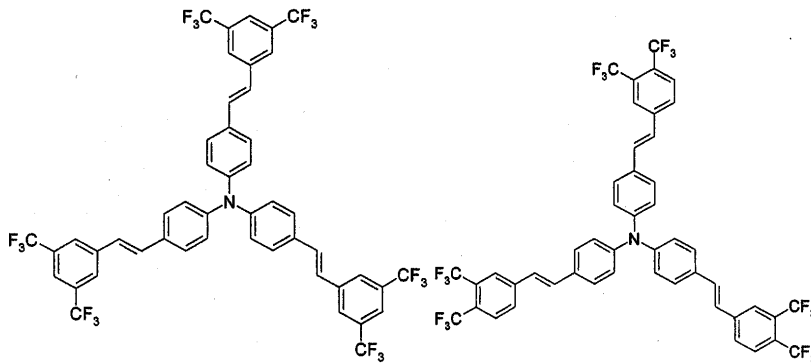
(S35)

(S36)



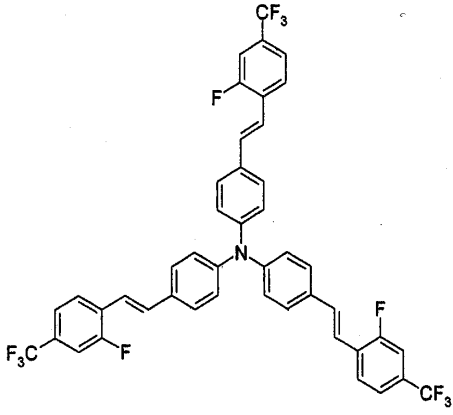
(S37)

(S38)

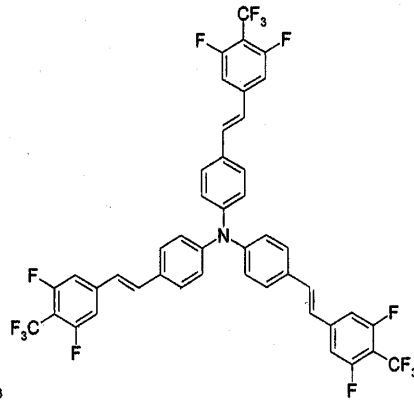


(S39)

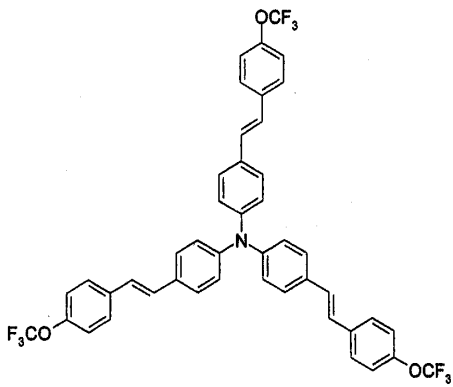
(S40)



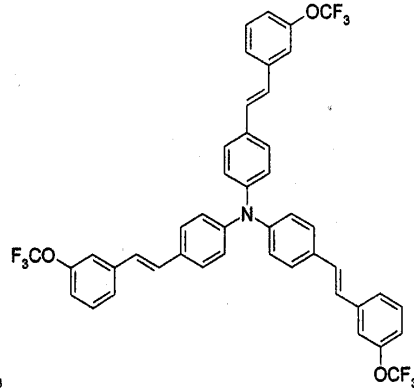
(S41)



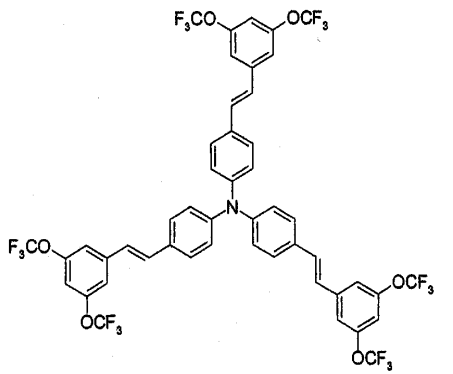
(S42)



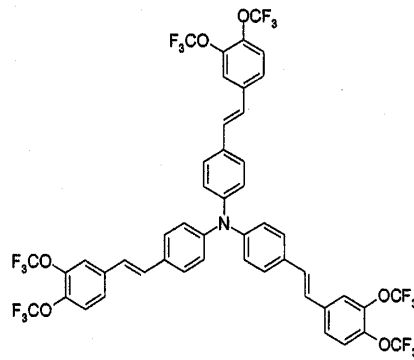
(S43)



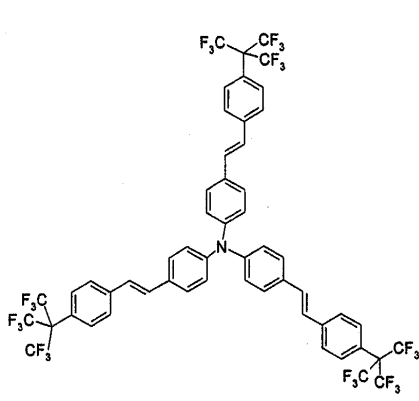
(S44)



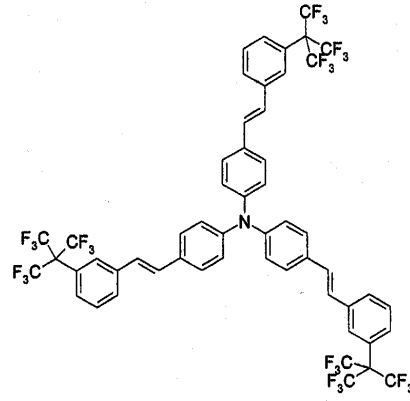
(S45)



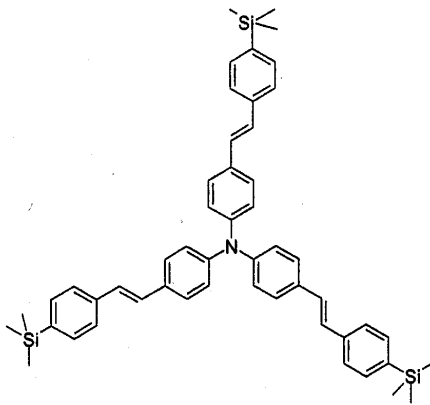
(S46)



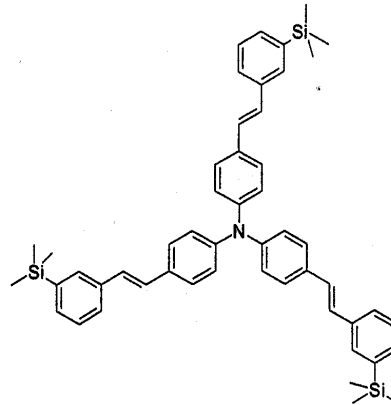
(S47)



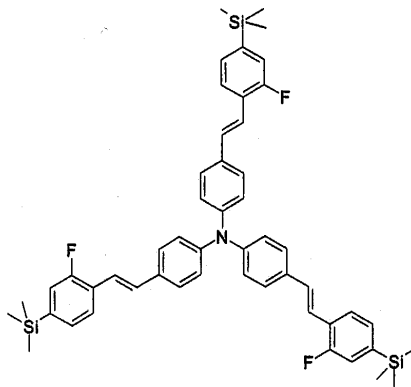
(S48)



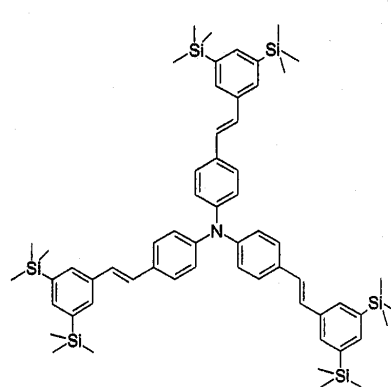
(S49)



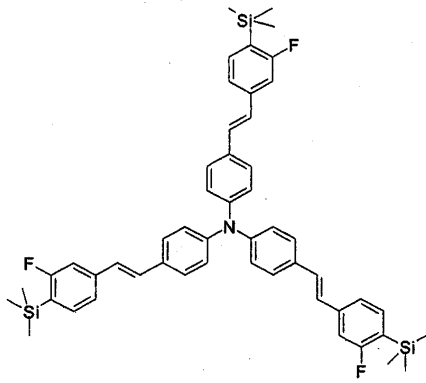
(S50)



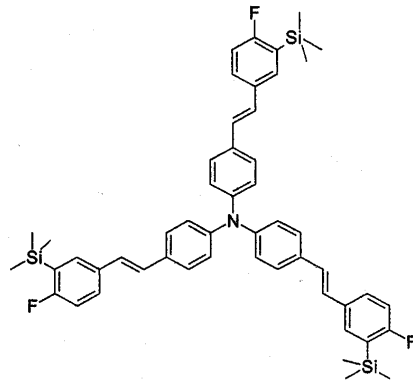
(S51)



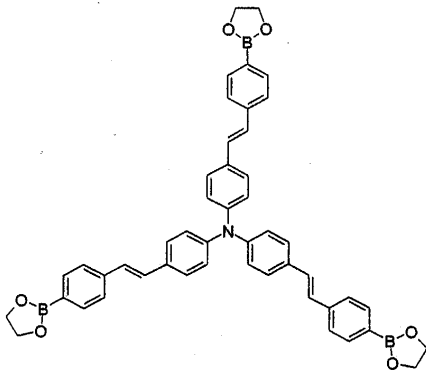
(S52)



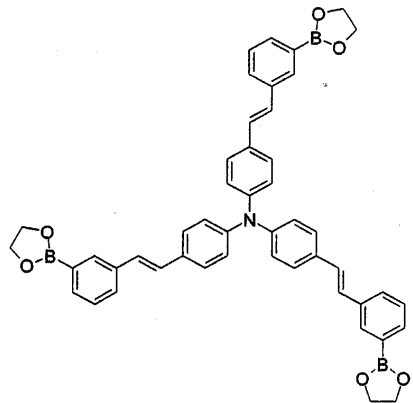
(S53)



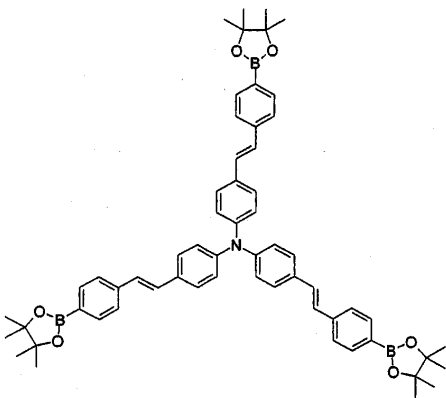
(S54)



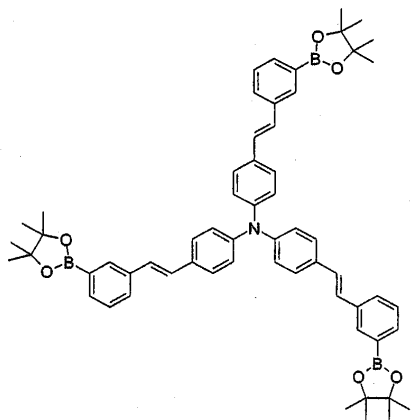
(S55)



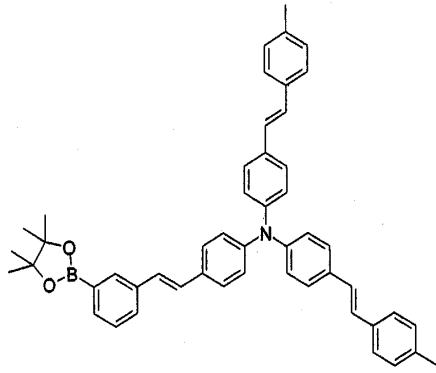
(S56)



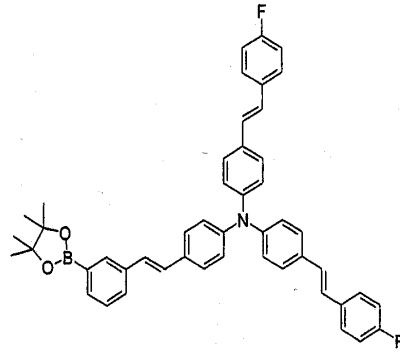
(S57)



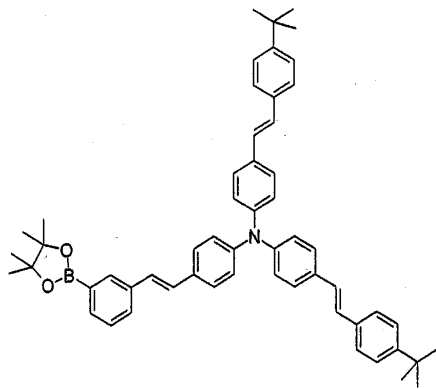
(S58)



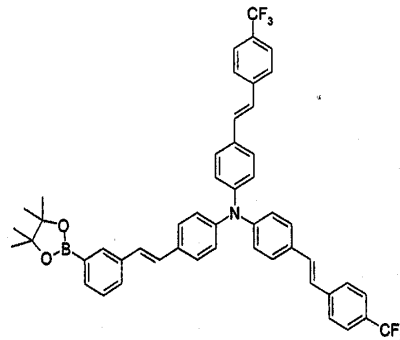
(S59)



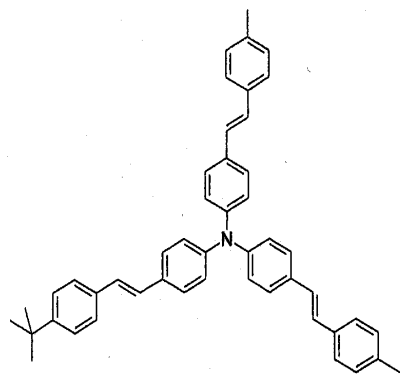
(S60)



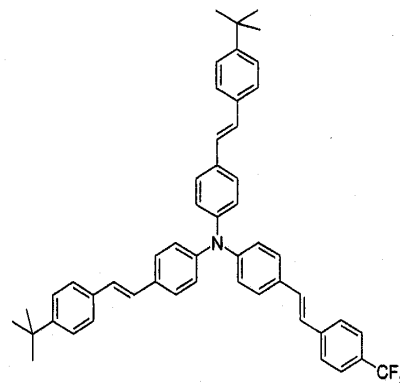
(S61)



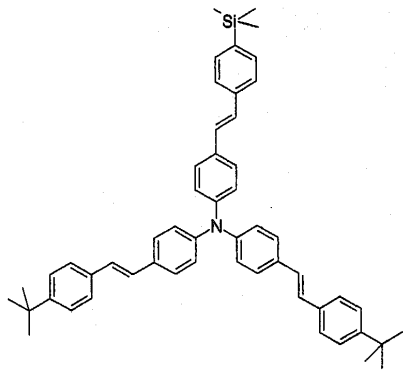
(S62)



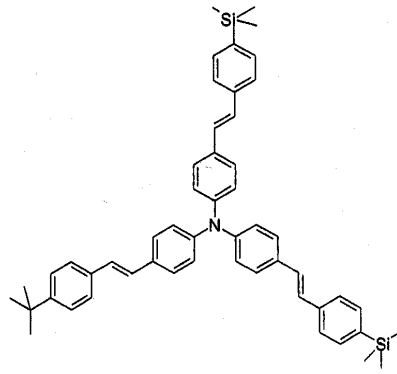
(S63)



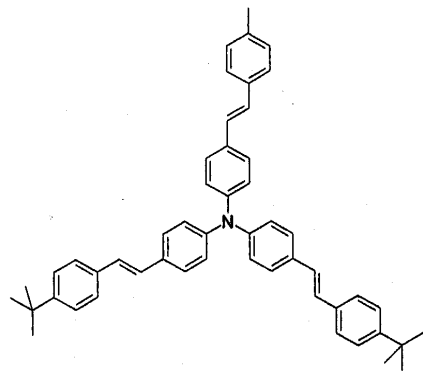
(S64)



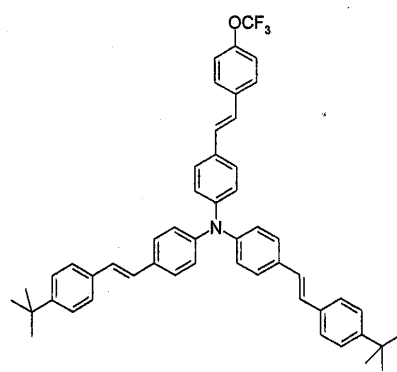
(S65)



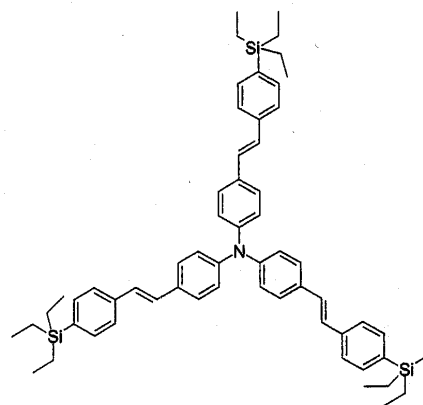
(S66)



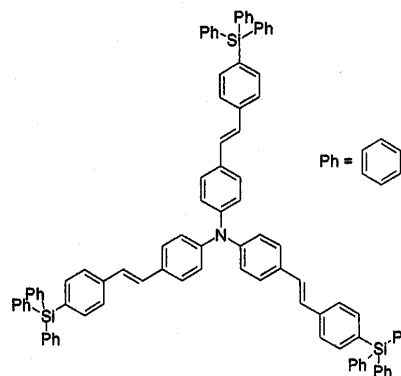
(S67)



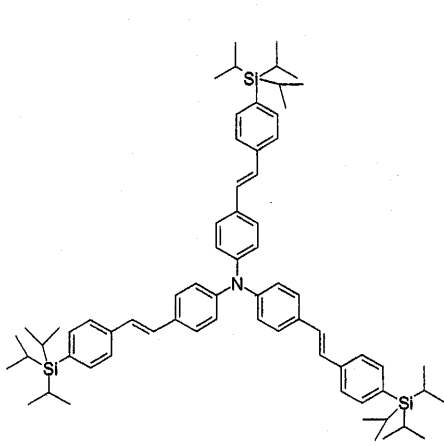
(S68)



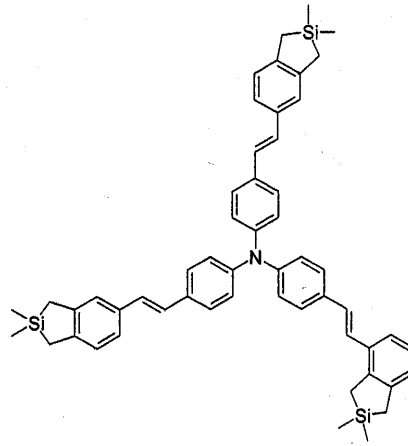
(S69)



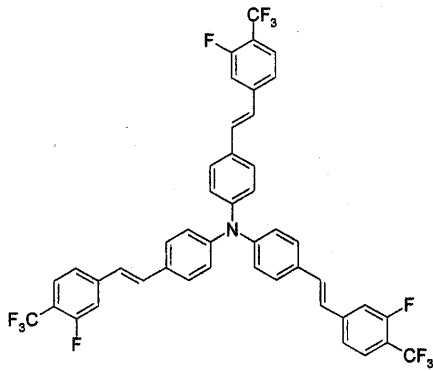
(S70)



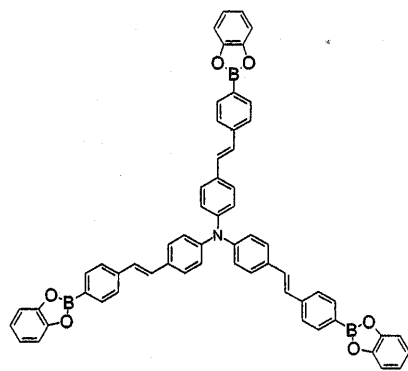
(S71)



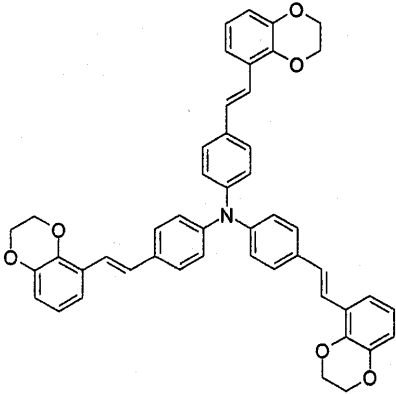
(S72)



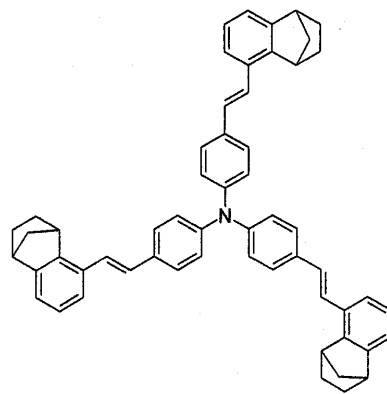
(S73)



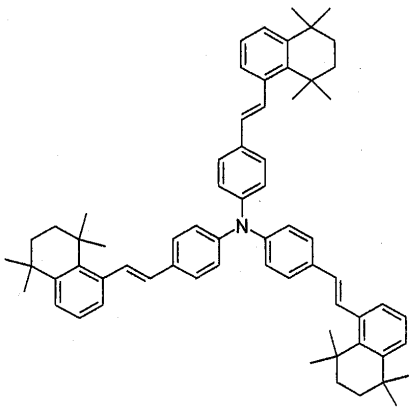
(S74)



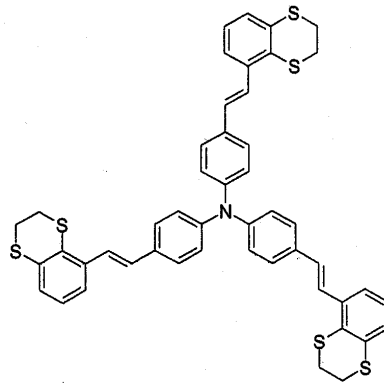
(S75)



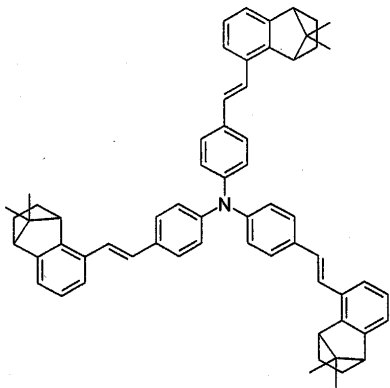
(S76)



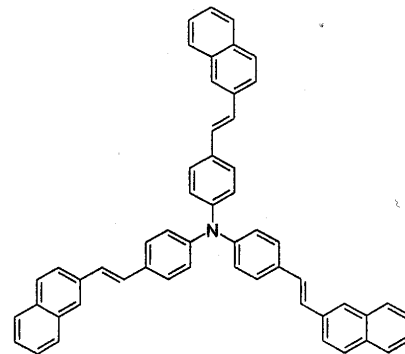
(S77)



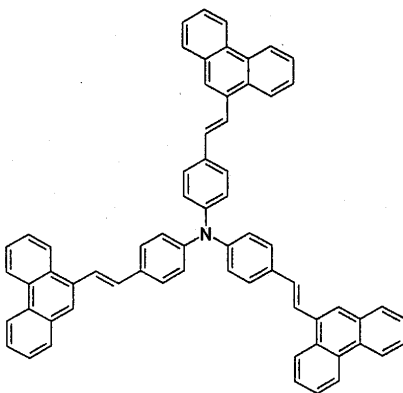
(S78)



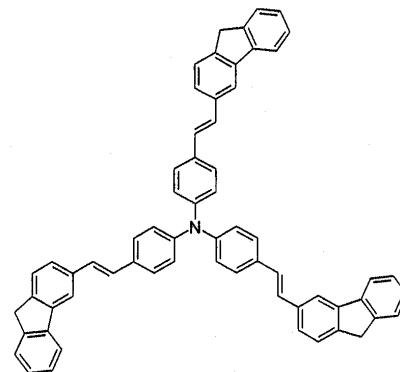
(S79)



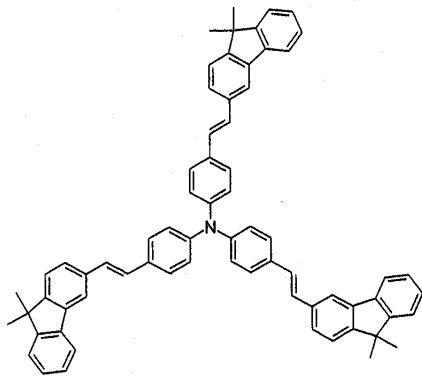
(S80)



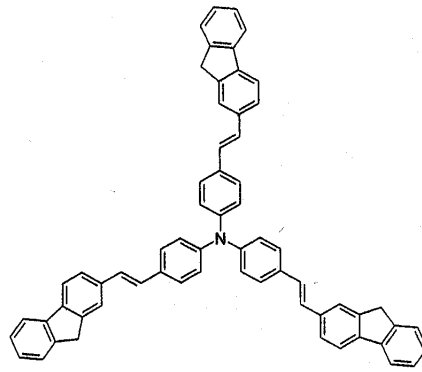
(S81)



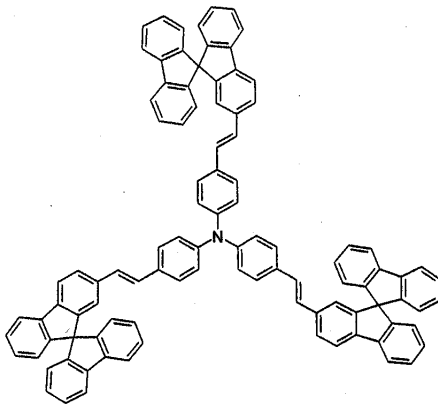
(S82)



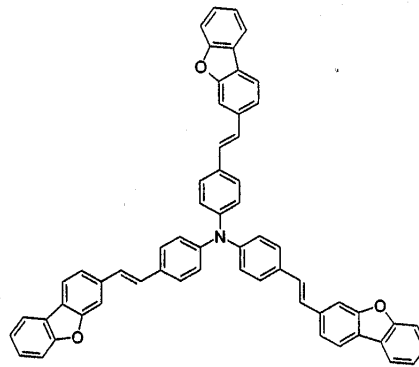
(S83)



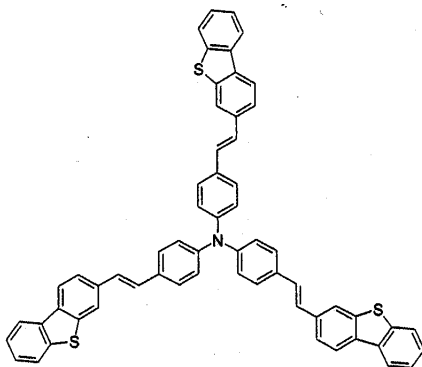
(S84)



(S85)



(S86)



(S87)

<59>

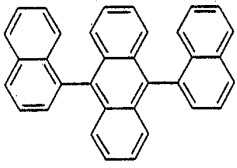
<60> 화학식 (2) 및 화학식 (3)의 화합물의 바람직한 구현예를 하기에 기재한다.

<61> 바람직하게는 기호 Ar^3 가 각각의 경우 동일 또는 상이하게, 하나 이상의 라디칼 R^2 로 치환될 수 있는 방향족 환원자수 9 내지 25의 방향족 또는 헤테로방향족 환계를 의미하는 화학식 (2) 및 화학식 (3)의 화합물이다.

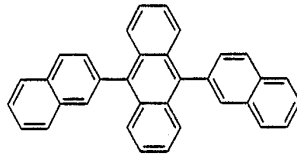
특히 바람직하게는 기호 Ar^3 가 각각의 경우 동일 또는 상이하게, 각각 하나 이상의 라디칼 R^2 로 치환될 수 있는 방향족 환원자수 10 내지 16의 축합 아릴 또는 헤테로아릴기 또는 임의의 방향족 가교 비아릴기를 의미하는 화학식 (2) 및 화학식 (3)의 화합물이다. 특히 매우 바람직하게는 기호 Ar^3 가 각각의 경우 동일 또는 상이하게, 각각 하나 이상의 라디칼 R^2 로 치환될 수 있는 1-나프틸, 2-나프틸, 9-안트릴, 2-페난트레닐, 9-페난트레닐, 퀴놀리닐, 이소퀴놀리닐, 오르토-비페닐, 2-플루오레닐 또는 2-스피로비플루오레닐기, 특히 하나 이상의 라디칼 R^2 로 치환될 수 있는 1-나프틸을 의미하는 화학식 (2)의 화합물이다.

- <62> 더욱 바람직하게는 기호 R^2 가 각각의 경우 동일 또는 상이하계, H, F, 각 경우 하나 이상의 CH_2 기가 $Si(R^3)_2$, $-R^3C=CR^3-$, $-O-$, $-S-$ 또는 $-N(R^3)-$ 로 치환될 수 있고 각 경우 하나 이상의 H원자가 F로 치환될 수 있는 탄소수 1 내지 6의 직쇄형 알킬 또는 알콕시기 또는 탄소수 3 내지 10의 분지형 또는 환형 알킬 또는 알콕시기, 또는 방향족 환 원자수 5 내지 14의 아릴 또는 헤테로아릴기, 또는 상기 계의 2 또는 3개의 조합을 의미하는 화학식 (2) 및 화학식 (3)의 화합물이다; 여기서 2 이상의 인접 라디칼 R^2 는 또한 서로 단환 또는 다환의 지방족 또는 방향족 환 계를 형성할 수 있다. 특히 바람직한 라디칼 R^2 는 H, F, 각 경우 하나 이상의 H원자가 F로 치환될 수 있는 탄소수 1 내지 4의 직쇄형 알킬기, 탄소수 3 내지 5의 분지형 알킬기 또는 탄소수 5 내지 10의 환형 알킬기, 또는 방향족 환 원자수 6 내지 10의 아릴 또는 헤테로아릴기, 또는 2개의 상기 계의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택된다; 여기서 2 이상의 인접 라디칼 R^2 는 또한 서로 단환 또는 다환의 지방족 또는 방향족 환계를 형성할 수 있다.
- <63> 더욱 바람직하게는 기호 X가 각각의 경우 동일 또는 상이하계, 탄소수 1 내지 10의 선형 알킬렌기 또는 탄소수 3 내지 10의 분지형 또는 환형 알킬렌 또는 알킬리덴기, 탄소수 6 내지 25의 2가 방향족 기, $-O-$, $-S-$ 또는 화학식 $-N(R^3)-$ 또는 $-P(=O)R^3-$ 의 기 또는 단일결합을 나타내는 화학식 (3)의 화합물이다.
- <64> 더욱 바람직하게는 기호 R^4 가 각각의 경우 동일 또는 상이하계, H, F, 각 경우 하나 이상의 CH_2 기는 $-R^3C=CR^3-$, $Si(R^3)_2$, $-O-$, $-S-$, 또는 $-N(R^3)-$ 로 치환될 수 있고 각 경우 하나 이상의 H원자는 F로 치환될 수 있는 탄소수 1 내지 6의 직쇄형 알킬 또는 알콕시기 또는 탄소수 3 내지 10의 분지형 또는 환형 알킬 또는 알콕시기, 또는 방향족 환 원자수 5 내지 14의 아릴 또는 헤테로아릴기, 또는 상기 계의 2 또는 3개의 조합을 의미하는 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물이다; 여기서 2 이상의 라디칼 R^4 는 또한 서로 단환 또는 다환의 지방족 환계를 형성할 수 있다. 특히 바람직한 라디칼 R^4 는 H, F, 각 경우 하나 이상의 H원자는 F로 치환될 수 있는 탄소수 1 내지 4의 직쇄형 알킬기, 탄소수 3 내지 5의 분지형 알킬기 또는 탄소수 5 내지 10의 환형 알킬기, 또는 방향족 환 원자수 6 내지 10의 아릴 또는 헤테로아릴기, 또는 2개의 상기 계의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다; 여기서 2 이상의 인접 라디칼 R^4 는 또한 서로 단환 또는 다환의 지방족 환계를 형성할 수 있다.
- <65> 더욱 바람직하게는 표시 n이 0, 1, 또는 2, 특히 바람직하게는 0 또는 1을 의미하는 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물이다. 만약 표시 n이 1을 의미한다면, 치환기 R^4 는 바람직하게는 안트라센의 2-위치 및/또는 6-위치에서 결합된다.
- <66> 더욱 바람직하게는 분자량이 400 내지 1200 g/mol, 특히 바람직하게는 400 내지 900 g/mol 인 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물이다.
- <67> 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물은 바람직하게는 순수 탄화수소 화합물이다.
- <68> 여기서 두 Ar^3 기가 동일하게 선택되는 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물 및 또한 두 Ar^3 기가 상이한 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물 모두가 본 발명에 따른다는 것은 강조되어야 한다.
- <69> 더욱 바람직하게는 Ar^3 -안트라센 결합 주변 또는 또한 안트라센-X 결합 주변 적당한 곳에 부자유 회전(hindered rotation)이 있어서 회전장애 이성질체의 형성이 가능한 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물이 주어진다. 본 발명을 위해, “부자유 회전”은 실온에서 80 kJ/mol 이상, 바람직하게는 100 kJ/mol 이상, 특히 바람직하게는 120 kJ/mol 이상의 회전 장애를 의미하는 것으로 간주한다. 상기 회전 장애는 온도-의존 NMR 측정에 의해 실험적으로 측정할 수 있다. 상기 유형의 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물은 예를 들어, WO 06/048268에 기재되었다. 만약 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물이 상기 기재한 바대로, 하나 이상의 결합 주변에서 회전장애 이성질화를 나타낸다면, 각 경우의 발명은 또한 대응하는 단리(isolated) 또는 강화(enriched) 회전장애 이성질체를 포함하는 OLEDs에 관한 것이다. 이것은 거울상 이성질체 및 부분입체 이성질체 모두에 관한 것이다. 적합한 회전장애 이성질체의 선택은, 예를 들어, 화합물의 용해도 및 전기 광학적 성질에 영향을 줄 수 있다.

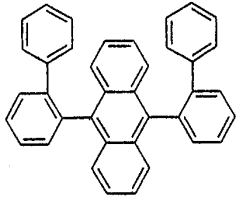
<70> 바람직한 화학식 (2) 및 화학식 (3)의 화합물의 예는 하기 묘사한 화합물 (A1) 내지 (A4)이다.



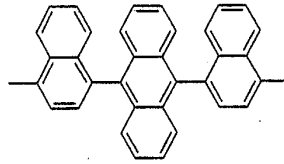
(A1)



(A2)

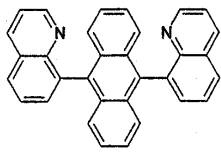


(A3)

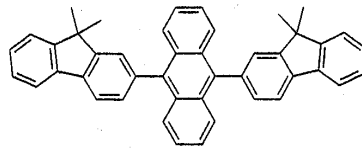


(A4)

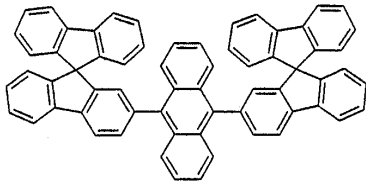
<71>



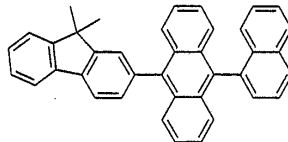
(A5)



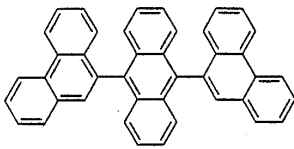
(A6)



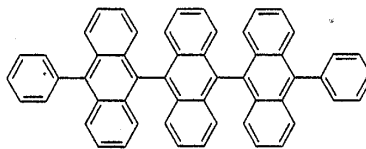
(A7)



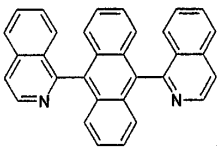
(A8)



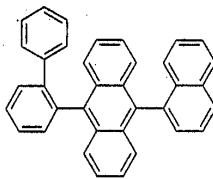
(A9)



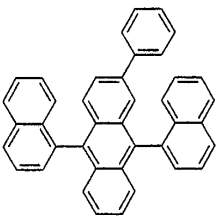
(A10)



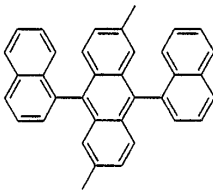
(A11)



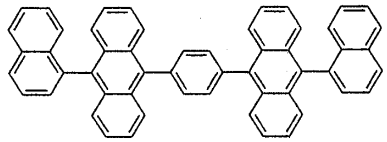
(A12)



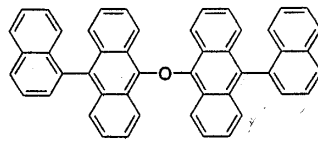
(A13)



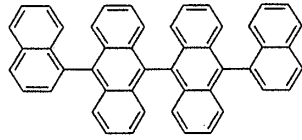
(A14)



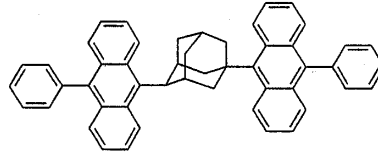
(A15)



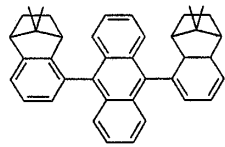
(A16)



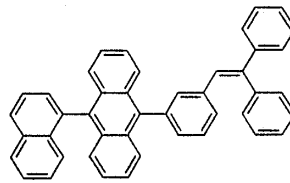
(A17)



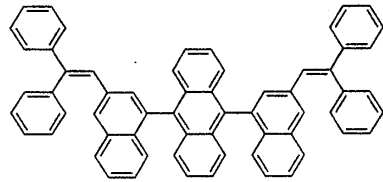
(A18)



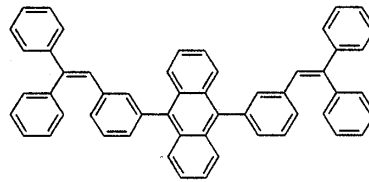
(A19)



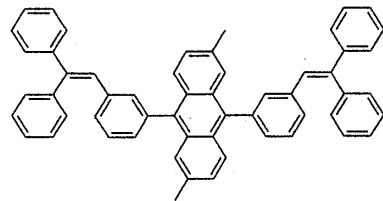
(A20)



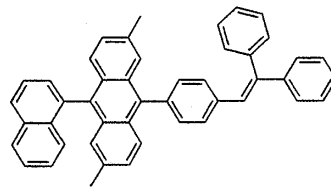
(A21)



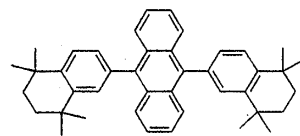
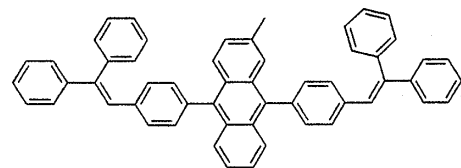
(A22)



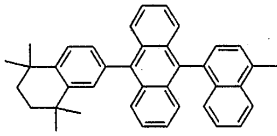
(A23)



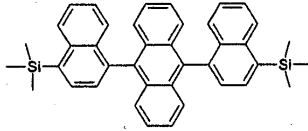
(A24)



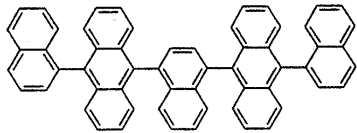
(A25)



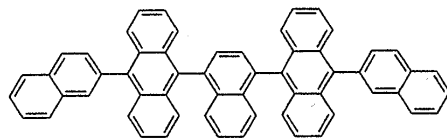
(A27)



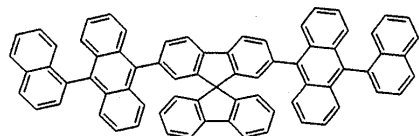
(A29)



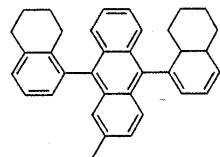
(A33)



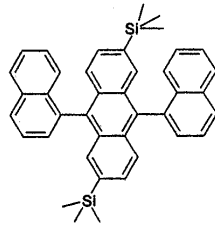
(A35)



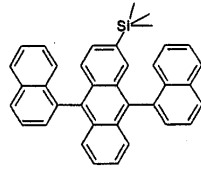
(A36)



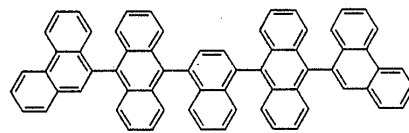
(A26)



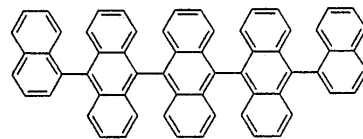
(A28)



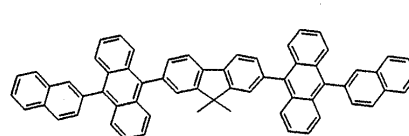
(A30)



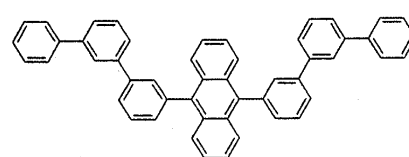
(A34)



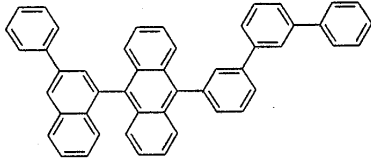
(A36)



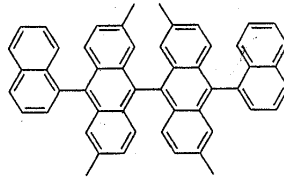
(A36)



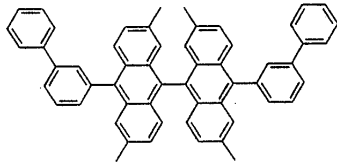
(A37)



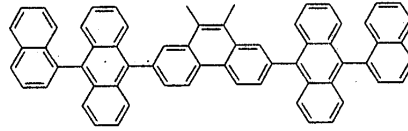
(A38)



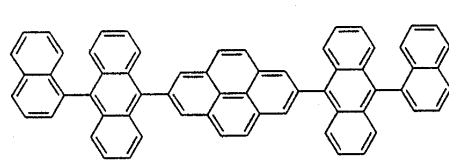
(A39)



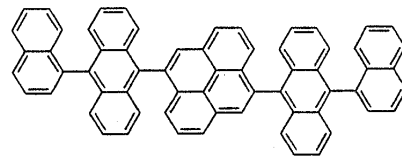
(A40)



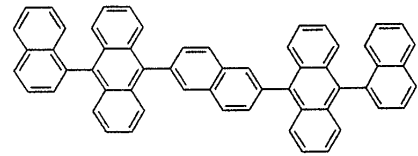
(A41)



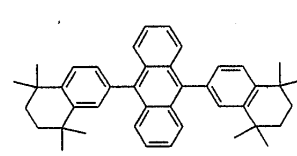
(A42)



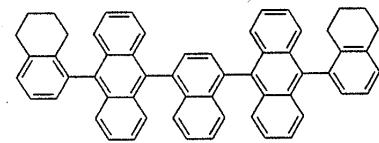
(A43)



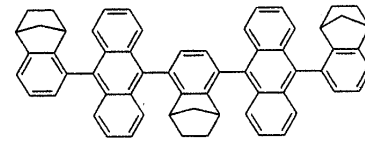
(A44)



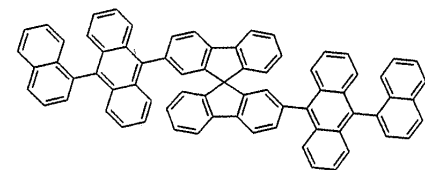
(A45)



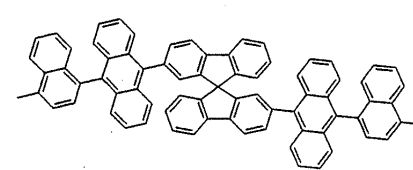
(A46)



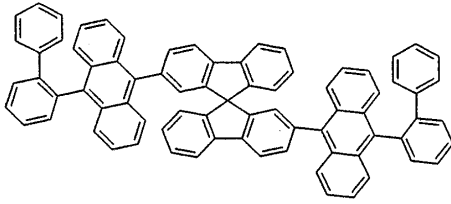
(A47)



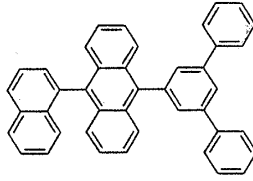
(A48)



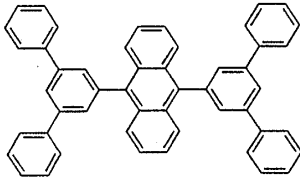
(A49)



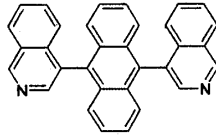
(A50)



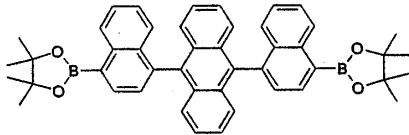
(A51)



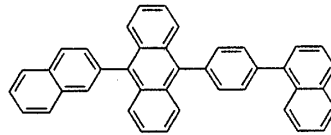
(A52)



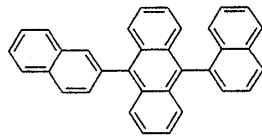
(A53)



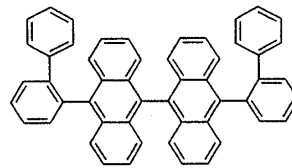
(A54)



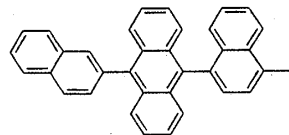
(A55)



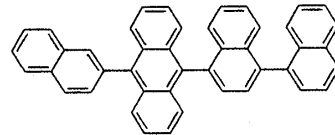
(A56)



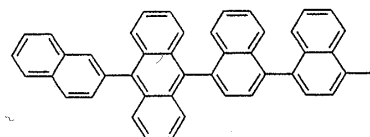
(A57)



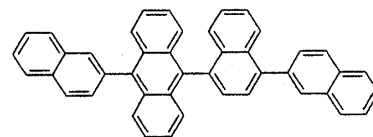
(A58)



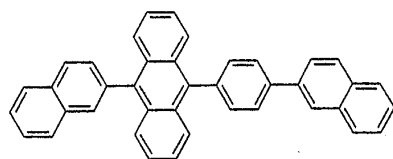
(A59)



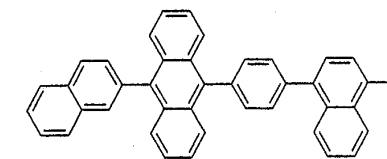
(A60)



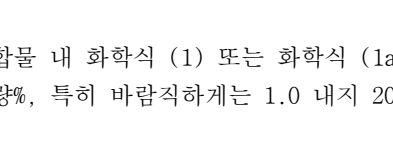
(A61)



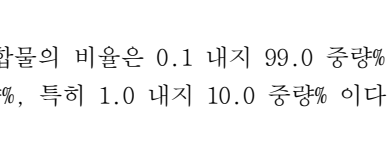
(A62)



(A63)



(A64)



<76>

<77>

<78>

혼합물 내 화학식 (1) 또는 화학식 (1a)의 화합물의 비율은 0.1 내지 99.0 중량%, 바람직하게는 0.5 내지 50.0 중량%, 특히 바람직하게는 1.0 내지 20.0 중량%, 특히 1.0 내지 10.0 중량% 이다. 대응하여, 혼합물 내 화

학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물의 비율은 1.0 내지 99.9 중량%, 바람직하게는 50.0 내지 99.5 중량%, 특히 바람직하게는 80.0 내지 99.0 중량%, 특히 90.0 내지 99.0 중량% 이다.

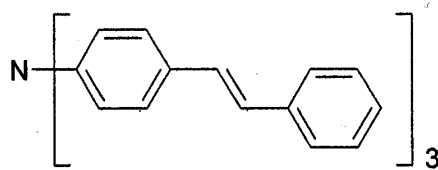
- <79> 더욱 바람직하게는 하나 이상의 상기 층이 하나 이상의 화학식 (1) 또는 화학식 (1a)의 화합물 및 하나 이상의 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물을 포함하는, 다수의 발광층이 사용되는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 장치에 주어진다. 상기 발광층들은 특히 바람직하게는 모두 다수의 380 nm 내지 750 nm 의 최대 발광 파장을 가져 전체로서 백색 발광을 일으킨다, 즉 추가 발광층(들)에 형광을 내거나 인광을 발할 수 있고 황색, 주황색 또는 적색광을 방출하는 하나 이상의 추가 발광 화합물이 또한 사용된다. 특히 바람직하게는 하나 이상의 상기 층이 하나 이상의 화학식 (1) 또는 화학식 (1a)의 화합물 및 하나의 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물을 포함하고, 3층이 청색, 녹색 및 주황색 또는 적색 발광을 나타내는 3층 계(기본 구조는 예를 들어, WO 05/011013 참조)이다.
- <80> 화학식 (1) 또는 화학식 (1a) 및 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물 이외에, 발광층에 추가 물질, 예를 들어 정공- 또는 전자-수송 물질이 또한 존재할 수 있다.
- <81> 음극, 양극 및 발광층(들) 이외에, 유기 전계발광 장치는 또한 추가 층을 포함할 수 있다. 상기는 예를 들어: 정공-주입층, 정공-수송층, 전자-수송층 및/또는 전자-주입층일 수 있다. 상기 층의 물질들은 또한 도핑될 수 있다. 하지만, 각각의 상기 층이 반드시 존재해야만 하는 것은 아니다. 적합한 정공-수송 물질은 예를 들어, 통상 선행기술에 따라 사용되고, 또한 p-도핑될 수 있는 방향족 아민이다. 적합한 전자-수송 물질은, 각 경우 n-도핑될 수 있는, 예를 들어, AlQ₃와 같은 금속 킬레이트 착물, 트리아진 유도체와 같은 전자-결핍 헤테로환에 기초한 화합물, 또는 WO 05/084081 및 WO 05/084082에 기재된 바대로 방향족 카르보닐 또는 포스핀 옥시드를 함유하는 화합물이다. 적합한 전자-주입 물질은 특히, 알칼리 및 알칼리 토금속의 플루오라이드 및 옥시드, 예를 들어 NaF, BaF₂, CaF₂, LiF 또는 Li₂O이다.
- <82> 더욱 바람직하게는 상기 물질들은 진공 승화 장치에서 10⁻⁵ mbar 미만, 바람직하게는 10⁻⁶ mbar 미만, 특히 바람직하게는 10⁻⁷ mbar 미만의 압력으로 기상-증착되는, 하나 이상의 층이 승화 방법에 의해 코팅되는 것을 특징으로 하는, 유기 전계 발광 장치이다.
- <83> 마찬가지로, 바람직하게는 상기 물질들이 10⁻⁵ mbar 내지 1 bar의 압력에서 적용되는, 하나 이상의 층이 OVPD(유기 기상 증착) 방법에 의해 또는 운반-기체 승화 보조기구로 코팅되는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치이다.
- <84> 더욱 바람직하게는 하나 이상의 층이 예를 들어, 스핀 코팅에 의한, 또는 예를 들어, 스크린 인쇄, 플렉소그래픽 인쇄 또는 오프셋 인쇄와 같은 목적하는 임의의 인쇄 공정에 의한, 하지만 특히 바람직하게는 LITI(광유도 열 영상(light induced thermal imaging), 열전사 인쇄(thermotransfer printing)) 또는 잉크젯 인쇄에 의한 용액으로부터 제조되는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치이다. 화학식 (1) 및 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 가용성 화합물이 이를 위해 필요하다. 고용해도는 적합한 화합물의 치환을 통하거나 또는 선택적으로 적합한 회전장에 이성질체의 선택을 통해 달성될 수 있다.
- <85> 나아가 본 발명은 승화 방법에 의해 또는 예를 들어, 인쇄 공정에 의한 용액으로부터 하나 이상의 화학식 (1)의 화합물을 하나 이상의 화학식 (2) 및/또는 화학식 (3)의 화합물과 함께 적용하는 것을 특징으로 하는, 유기 전계발광 장치의 제조 공정에 관한 것이다.
- <86> 나아가 본 발명은 바람직하게는 혼합물에 상기 적용을 하는, 하나 이상의 화학식 (1) 또는 화학식 (1a)의 화합물 및 하나 이상의 화학식 (2) 또는 화학식 (3)의 화합물을 포함하는 혼합물에 관한 것이다.
- <87> 나아가 본 발명은 유기 전자 장치, 특히 유기 전계발광 장치의 제조 발명에 따른 혼합물의 용도에 관한 것이다.
- <88> 본 발명에 따른 유기 전계발광 장치는 선행기술에 비해 하기의 놀라운 이점을 가진다:
- <89> 1. 선행기술에 따른 계와 비교하여 장치의 안정성이 더 높아졌고, 이는 현저히 길어진 수명에 비추어 분명하다.
- <90> 2. 통상 사용되는 선행기술에 따른 계를 포함하는 장치와 비교할 때 장치의 발광색은 현저히 더 짙은 청색이다. 따라서 본 발명에 따른 장치는 고품질 풀컬러 디스플레이 내 사용에 보다 적합하다.

- <91> 3. 화합물은 현저한 분해 없이 양호하게 승화 및 기상 증착될 수 있고, 결과적으로 처리하기 쉬우므로 선행기술에 따른 물질보다 OLEDs용으로 보다 적합하다.
- <92> 본 적용 본문 및 하기 실시예 또한 OLEDs 및 대응하는 디스플레이에 관한 본 발명에 따른 혼합물의 용도에 대한 것이다.
- <93> 기체의 제약에도 불구하고 당업자가 추가 진보성 없이 기타 전자 장치, 예를 들어 유기 전계-효과 트랜지스터(O-FETs), 유기 박막 트랜지스터(O-TFTs), 유기 발광 트랜지스터(O-LETs), 유기 집적회로(O-ICs), 유기 태양전지(O-SCs), 유기 전계 쿼츠 장치(O-FQDs), 유기 감광체 또는 유기 레이저 다이오드(O-lasers)에서의 추가 이용을 위해 본 발명에 따른 혼합물을 사용하는 것이 또한 가능하다.
- <94> 나아가 본 발명은 대응하는 장치 및 상기 장치 자체에서 본 발명에 따른 혼합물의 용도에 관한 것이다.
- <95> 본 발명은 하기 실시예로 보다 상세하게 설명될 것이고 그것에 의하여 한정되기를 바라지 않는다.

실시예

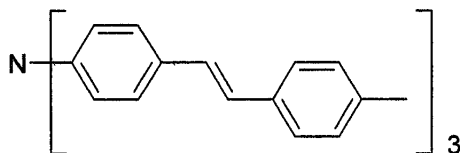
- <96> 하기 합성은 만약 달리 지시한 바 없다면, 보호-기체 대기하에서 수행한다. 출발 물질은 알드리치(ALDRICH)사제(트리스(4-브로모페닐)아민, 4-tert-부틸스티렌, 4-플루오로스티렌, 팔라듐(II)아세테이트, N,N-디메틸글리신, 무기물, 용매) 및 엡실론 키미 프로덕트(Epsilon Chimie Products)사제(디에틸 4-브로모벤질 포스포네이트)를 구입할 수 있다. 트리스(4-포르밀페닐)아민은 *Synthesis* 2005, 11, 1771에 기재된 바대로 조제할 수 있다. 트리스[(페닐비닐)페닐]아민은 *Macromolecules* 1996, 29, 7705에 기재된 바대로 합성할 수 있다. 4-트리플루오로메톡시스티렌은 *J.Org.Chem.* 1964, 29, 1에 기재된 바대로 조제할 수 있다. 6-에테닐-1,2,3,4-테트라히드로-1,1,4,4-테트라메틸나프탈렌은 *J.Med.Chem.* 1989, 32, 1504에 기재된 바대로 조제할 수 있다.

- <97> 실시예 1: 트리스(페닐비닐페닐)아민 (도펀트 D1)



- <98>
- <99> NMP 500 ml 내 트리스(4-브로모페닐)아민 24.1 g (50 mmol), 스티렌 25.8 ml (225 mmol), 팔라듐(II)아세테이트 337 mg (1.5 mmol), N,N-디메틸글리신 1.55 g (15 mmol), 철(III)클로라이드 81 mg (0.5 mmol) 및 탄산수소나트륨 37.8 g (450 mmol)의 혼합물을 격렬히 교반하면서 140°C까지 천천히 가열하고 이어서 상기 온도에서 16시간 동안 교반하였다. 냉각 후, 디클로로메탄 500 ml 및 물 1000 ml를 첨가하였다. 유기상을 분리하고 각 회 마다 물 500 ml로 5회 세정하였다. 황산나트륨으로 건조 후, 유기상을 증발건조하였다. 상기 방법으로 수득한 황색 고체를 톨루엔으로 6회 재결정화하고, 각 회 환류 하에 에탄올 500 ml와 함께 교반하여 2회 세정하고 이어서 감압(T=350°C, p=5×10⁻⁵ mbar) 하에 3회 승화시키고, HPLC에 따라 99.5% 초과 순도의 생성물 18.8 g (34 mmol)(이론상 68.1% 상당)을 생성하였다.

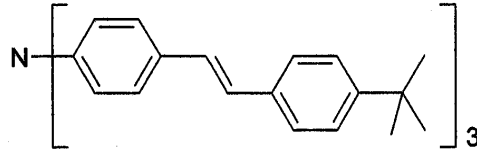
- <100> 실시예 2: 트리스[4-(메틸페닐비닐)페닐]아민 (도펀트 D2)



- <101>
- <102> NMP 500 ml 내 트리스(4-브로모페닐)아민 24.1 g (50 mmol), 4-메틸스티렌 29.6 ml (225 mmol), 팔라듐(II)아세테이트 337 mg (1.5 mmol), N,N-디메틸글리신 1.55 g (15 mmol), 철(III)클로라이드 81 mg (0.5 mmol) 및 탄산수소나트륨 37.8 g (450 mmol)의 혼합물을 격렬히 교반하면서 140°C까지 천천히 가열하고 이어서 상기 온도에서 16시간 동안 교반하였다. 냉각 후, 디클로로메탄 500 ml 및 물 1000 ml를 첨가하였다. 유기상을 분

리하고 각 회 마다 물 500 ml 로 5회 세정하였다. 황산나트륨으로 건조 후, 유기상을 증발건조하였다. 상기 방법으로 수득한 황색 고체를 톨루엔으로 6회 재결정화하고, 각 회 환류 하에 에탄올 500 ml 와 함께 교반하여 2회 세정하고 이어서 감압(T=350℃, p=5×10⁻⁵ mbar) 하에 3회 승화시키고, HPLC에 따라 99.5 % 초과 순도의 생성물 15.7 g (26 mmol)(이론상 52.8 % 상당)을 생성하였다.

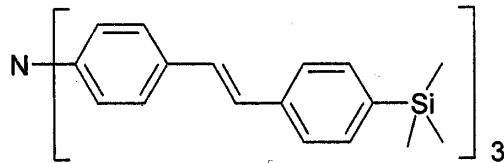
<103> 실시예 3: 트리스[4-(tert-부틸페닐비닐)페닐]아민 (도펀트 D3)



<104>

<105> NMP 500 ml 내 트리스(4-브로모페닐)아민 24.1 g (50 mmol), 4-tert-부틸스티렌 42.4 ml (225 mmol), 팔라듐(II)아세테이트 337 mg (1.5 mmol), N,N-디메틸글리신 1.55 g (15 mmol), 철(III)클로라이드 81 mg (0.5 mmol) 및 탄산수소나트륨 37.8 g (450 mmol)의 혼합물을 격렬히 교반하면서 140℃까지 천천히 가열하고 이어서 상기 온도에서 16시간 동안 교반하였다. 냉각 후, 디클로로메탄 500 ml 및 물 1000 ml를 첨가하였다. 유기상을 분리하고 물 500 ml 로 5회 세정하였다. 황산나트륨으로 건조 후, 유기상을 증발건조하였다. 상기 방법으로 수득한 황색 고체를 디옥산으로 4회 및 톨루엔/n-헵탄 (2:1, v:v)으로 2회 재결정화하고, 환류 하에 에탄올 500 ml 와 함께 교반하여 2회 세정하고 이어서 감압(T=330℃, p=5×10⁻⁵ mbar) 하에 3회 승화시키고, HPLC에 따라 99.5 % 초과 순도의 생성물 17.4 g (24 mmol)(이론상 48.3 % 상당)을 생성하였다.

<106> 실시예 4: 트리스(4-(트리메틸실릴페닐비닐)페닐)아민 (도펀트 D4)



<107>

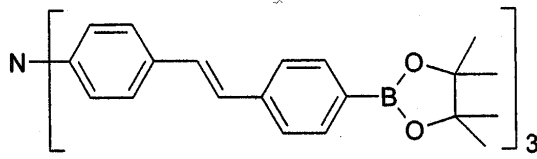
<108> a) 트리스(4-브로모페닐비닐)페닐)아민

<109> 소듐 tert-부톡사이드 112.5 g (1.17 mol)을 격렬히 교반하면서 디에틸(4-브로모벤질)포스포네이트 179.7 g (585 mmol) 및 DMF 1000 ml 의 혼합물에 첨가하고, 0℃까지 냉각하였다. 혼합물을 0℃에서 추가 30분 동안 교반하고, DMF 1000 ml 내 트리스(4-포르밀페닐)아민 49.6 g (150 mmol)의 용액을 적가하였다. 혼합물을 0 내지 5℃에서 추가 3시간 동안 교반하고 2.5 M HCl 250 ml, 물 600 ml 및 에탄올 200 ml 의 혼합물을 첨가하여 얼음-냉각하면서 가수분해하였다. 침전된 고체를 흡입하며 여과하고, 각 회 에탄올/물 (1:1, v:v) 300 ml 로 3회 및 각 회 에탄올 300 ml 로 3회 세정하고 감압 하에서 건조하였다. 고체를 DMF 300 ml로 재결정하고, 이어서 끓는 에탄올 500 ml 로 세정하고 감압 하에서 건조하였다. NMR에 따라 99.0 % 순도의 수율 97.2 g (123 mmol)(이론상 82.1 % 상당).

<110> b) 트리스(4-(트리메틸실릴페닐비닐)페닐)아민

<111> n-BuLi (n-헥산 내 2.5 M) 100 ml (250 mmol)를 디에틸 에테르 1000 ml 내 트리스(4-브로모페닐비닐)페닐)아민 39.4 g (50 mmol)의 격렬히 교반한 현탁액에 실온에서 적가하고, 혼합물을 실온에서 추가 3시간 동안 교반하였다. 상기 방법으로 수득한 용액을 -78℃까지 냉각하고, 디에틸 에테르 100 ml 내 클로로트리메틸실란 57.5 ml (450 mmol)의 혼합물을 첨가하고, 혼합물을 실온까지 천천히 데웠다. 물 500 ml 첨가 후, 유기상을 분리하고, 황산마그네슘으로 건조하고 증발시켰다. 상기 방법으로 수득한 황색 고체를 톨루엔/아세트니트릴로 5회 재결정화하고 이어서 감압(T=310℃, p=5×10⁻⁵ mbar) 하에 3회 승화시키고, HPLC에 따라 99.5 % 초과 순도의 생성물 23.6 g (31 mmol)(이론상 61.4 % 상당)을 생성하였다.

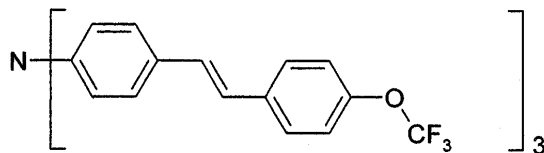
<112> 실시예 5: 트리스[[(4-보론산 피나콜 에스테르)페닐비닐]페닐]아민 (도펀트 D5)



<113>

<114> n-BuLi (n-헥산 내 2.5 M) 100 ml (250 mmol)를 디에틸 에테르 1000 ml 내 트리스(4-브로모페닐비닐페닐)아민 (실시예 4a에 따름) 39.4 g (50 mmol)의 격렬히 교반한 현탁액에 실온에서 적가하고, 혼합물을 실온에서 추가 3 시간 동안 교반하였다. 상기 방법으로 수득한 용액을 -78℃까지 냉각하고, 디에틸 에테르 100 ml 내 트리메틸 보레이트 50.2 ml (450 mmol) 혼합물을 첨가하고, 혼합물을 실온까지 천천히 데웠다. 아세트산 40 ml 및 물 500 ml 혼합물 첨가 및 추가 30분 동안 교반 후, 유기상을 분리하고 증발시켰다. 상기 방법으로 수득한 황색 고체는 톨루엔 500 ml 내 부유하고, 피나콜 17.7 g (150 mmol)을 첨가하고, 혼합물을 물의 분리 완료시까지 끓였다. 톨루엔 제거 후 수득한 오일을 톨루엔/아세토니트릴로 5회 재결정화하고 이어서 감압(T= 290 °C, p=5×10⁻⁵ mbar) 하에 3회 승화시키고, HPLC에 따라 99.0 % 초과 순도의 생성물 25.1 g (27 mmol)(이론상 54.0 % 상당)을 생성하였다.

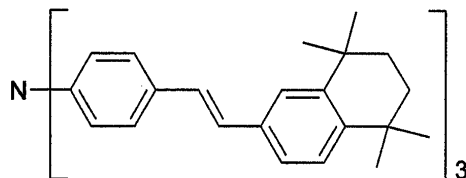
<115> 실시예 6: 트리스[[(4-트리플루오로메톡시)페닐비닐]페닐]아민 (도펀트 D6)



<116>

<117> NMP 500 ml 내 트리스(4-브로모페닐)아민 24.1 g (50 mmol), 4-트리플루오로메톡시스티렌 30.2 g (225 mmol), 팔라듐(II)아세테이트 337 mg (1.5 mmol), N,N-디메틸글리신 1.55 g (15 mmol), 철(III)클로라이드 81 mg (0.5 mmol) 및 탄산수소나트륨 37.8 g (450 mmol)의 혼합물을 격렬히 교반하면서 140℃까지 천천히 가열하고 이어서 상기 온도에서 24시간 동안 교반하였다. 냉각 후, 디클로로메탄 500 ml 및 물 1000 ml를 첨가하였다. 유기상을 분리하고 물 500 ml 로 5회 세정하였다. 황산나트륨으로 건조 후, 유기상을 증발건조하였다. 상기 방법으로 수득한 황색 고체를 톨루엔/n-헵탄 (1:1, v:v)으로 5회 재결정화하고, 환류 하에 에탄올 500 ml 와 함께 교반하여 2회 세정하고 이어서 감압(T=280℃, p=5×10⁻⁵ mbar) 하에서 3회 승화시키고, HPLC에 따라 99.5 % 초과 순도의 생성물 11.0 g (17 mmol)(이론상 34.3 % 상당)을 생성하였다.

<118> 실시예 7: 트리스[4-(6-에테닐-1,2,3,4-테트라히드로-1,1,4,4-테트라메틸나프탈렌)페닐]아민 (도펀트 D7)

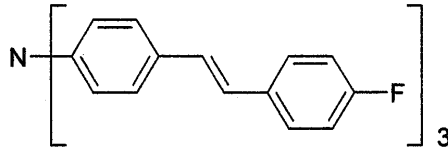


<119>

<120> NMP 500 ml 내 트리스(4-브로모페닐)아민 24.1 g (50 mmol), 6-에테닐-1,2,3,4-테트라히드로-1,1,4,4-테트라메틸나프탈렌 48.2 g (225 mmol), 팔라듐(II)아세테이트 337 mg (1.5 mmol), N,N-디메틸글리신 1.55 g (15 mmol), 철(III)클로라이드 81 mg (0.5 mmol) 및 탄산수소나트륨 37.8 g (450 mmol)을 격렬히 교반하면서 140℃ 까지 천천히 가열하고 이어서 상기 온도에서 16시간 동안 교반하였다. 냉각 후, 디클로로메탄 500 ml 및 물 1000 ml 를 첨가하였다. 유기상을 분리하고 물 500 ml 로 5회 세정하였다. 황산나트륨으로 건조 후, 유기상을 증발건조하였다. 상기 방법으로 수득한 황색 고체를 디옥산으로 5회 재결정화하고, 환류 하에 에탄올 500 ml 와 함께 교반하여 2회 세정하고 이어서 감압(T=340℃, p=5×10⁻⁵ mbar) 하에서 3회 승화시키고, HPLC

에 따라 99.5 % 초과 순도의 생성물 24.7 g (28 mmol)(이론상 56.0 % 상당)을 생성하였다.

<121> 실시예 8: 트리스[4-(플루오로페닐)비닐]아민 (도펀트 D8)



<122>

<123> NMP 500 ml 내 트리스(4-브로모페닐)아민 24.1 g (50 mmol), 4-플루오로스티렌 26.8 ml (225 mmol), 팔라듐(II)아세테이트 337 mg (1.5 mmol), N,N-디메틸글리신 1.55 g (15 mmol), 철(III)클로라이드 81 mg (0.5 mmol) 및 탄산수소나트륨 37.8 g (450 mmol)을 격렬히 교반하면서 140°C까지 천천히 가열하고 이어서 상기 온도에서 16시간 동안 교반하였다. 냉각 후, 디클로로메탄 500 ml 및 물 1000 ml 를 첨가하였다. 유기상을 분리하고 물 500 ml 로 5회 세정하였다. 황산나트륨으로 건조 후, 유기상을 증발건조하였다. 상기 방법으로 수득한 황색 고체를 디옥산으로 5회 재결정화하고, 환류 하에 에탄올 500 ml 와 함께 교반하여 2회 세정하고 이어서 감압(T=290°C, p=5×10⁻⁵ mbar) 하에 3회 승화시키고, HPLC에 따라 99.5 % 초과 순도의 생성물 15.4 g (26 mmol)(이론상 56.1 % 상당)을 생성하였다.

<124> 실시예 9: OLEDs 제조

<125> OLEDs는 WO 04/058911에 기재된 바대로, 개개의 경우 각각의 상황(예를 들어 최적의 효율 또는 색을 달성하기 위한 막 두께 편차)에 따라 개조된 일반 공정에 의해 제조된다. 더 양호한 비교를 위해 실시예에서 사용된 기초 구조 및 (발광층 이외의)물질들은 동일하다. 하기 구조의 OLEDs는 상기 언급한 일반 공정과 유사하게 제조된다:

<126> 정공-주입층 (HIL) 20 nm 페도트(PEDOT) (물로 스펀코팅됨; 독일 H.C. 스타크(Starck), 고슬라(Goslar)사제를 구입; 폴리(3,4-에틸렌디옥시-2,5-티오펜))

<127> 정공-수송층 (HTL) 10 nm 2,2',7,7'-테트라키스(디-파라-토릴아미노)-스피로-9,9'-비플루오렌(간략히 HTM-1)

<128> 정공-수송층 (HTL) 30 nm NPB (N-나프틸-N-페닐-4,4'-디아미노비페닐)

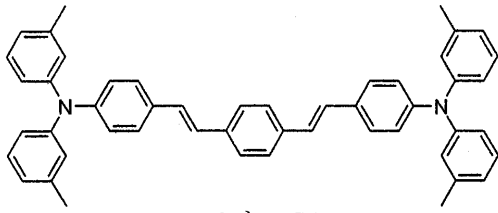
<129> 발광층 (EML) 물질, 농도 및 막 두께는 표 1 참조

<130> 전자 전도체 (ETL) 20 nm AlQ₃ (신택(SynTec)사제를 구입, 트리스(퀴놀리나토)알루미늄(III))

<131> 음극 1 nm LiF, 상부는 150 nm Al

<132> 상기 OLEDs는 표준 방법에 의해 특정화된다; 이를 위해, 휘도의 함수로서 전계발광 스펙트럼, 효율 (cd/A 로 측정), 전력 효율 (lm/W 로 측정)을 전류/전압/휘도 특징선 (IUL 특징선)으로부터 계산하고, 수명을 측정하였다. 수명은 최초 휘도 1000 cd/m² 가 반으로 떨어진 시간으로 정의하였다.

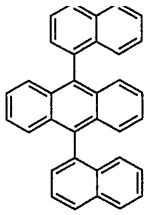
<133> 표 1은 각 경우 막 두께를 포함하여 EML의 조성물이 제시된, 도펀트 D1 내지 D8 (본 발명에 따른 실시예) 및 도펀트 C1 (비교예)을 포함하는 일부 OLEDs(실시예 10 내지 22)의 결과를 보여준다. 도펀트 C1의 구조를 하기에 묘사하였다:



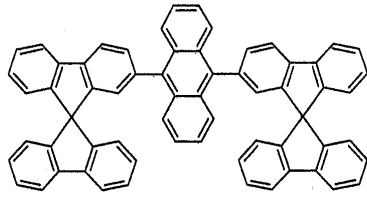
도펀트 C1
(비교예)

<134>

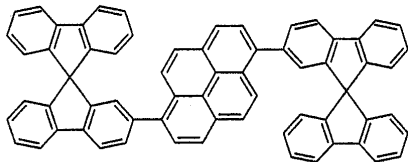
<135> 본 발명에 따른 호스트 물질로 9,10-비스(1-나프틸)안트라센 (H1) 또는 9,10-비스(2-스피로비플루오레닐)안트라센 (H2)이 사용되었다. 호스트 물질 H3는 비교 호스트 물질로 사용되었다. 호스트 물질을 하기에 묘사하였다:



호스트 H1



호스트 H2



호스트 H3

<136>

<137> 상기 OLEDs에서, 도핑의 정도, 즉 호스트 물질 내 도펀트의 비율은 각 경우 색 및 수명에 대해 최상의 결과를 얻는 방법으로 최적화하였다. D1 및 D2에서, 2% 도핑 정도로 최상의 결과를 얻었다. D3 내지 D8 및 C1에서, 5% 도핑 정도로 최상의 결과를 얻었다.

<138> 표 1의 실시예들에서 볼 수 있듯이, 본 발명에 따른 전계발광 장치는 선행기술에 따른 트리스틸벤아민 유도체와 비교하여 현저히 개선된 수명을 가짐과 동시에 더 양호한 색 좌표의 질은 청색 발광 및 개선된 효율을 나타낸다. 비록 선행기술에 따른 도펀트 C1 또한 양호한 수명을 나타내지만, 녹색 발광색은 상기 도펀트가 고품질 제품에 사용될 수 없음을 의미한다. 특히, 나아가 실시예에 지시된 수명이 동일한 초기 휘도에서 측정되었음을 주목해야 한다. 만약 수명이 동일한 전류밀도에서 비교되어 동등한 색 좌표로 전환된다면, 본 발명에 따른 전계발광 장치는 선행기술에 따른 장치보다 더 긴 수명을 가진다.

표 1

실시예	H1L1	H1L2	EML	최대 효율 (cd/A)	100 cd/m ² 에서의 전압(V)	CIE	수명 (h)
실시예 10	HTM-1 (10 nm)	NPB (30 nm)	H1 : D1 (2%) (30 nm)	3.4	5.1	x=0.15; y=0.16	500
실시예 11	HTM-1 (10 nm)	NPB (30 nm)	H1 : D2 (2%) (30 nm)	3.6	5.0	x=0.15; y=0.17	800
실시예 12	HTM-1 (10 nm)	NPB (20 nm)	H1 : D3 (5%) (30 nm)	4.2	5.1	x=0.15; y=0.11	1600
실시예 13	HTM-1 (10 nm)	NPB (30 nm)	H1 : D4 (5%) (30 nm)	4.9	4.5	x=0.15; y=0.13	1200
실시예 14	HTM-1 (10 nm)	NPB (30 nm)	H1 : D5 (5%) (30 nm)	4.7	4.7	x=0.15; y=0.14	1100
실시예 15	HTM-1 (10 nm)	NPB (30 nm)	H1 : D6 (5%) (30 nm)	4.5	4.9	x=0.15; y=0.13	1000
실시예 16	HTM-1 (10 nm)	NPB (20 nm)	H1 : D7 (5%) (30 nm)	4.4	5.0	x=0.15; y=0.12	1500
실시예 17	HTM-1 (10 nm)	NPB (30 nm)	H1 : D8 (5%) (30 nm)	4.0	5.2	x=0.15; y=0.14	1050
실시예 18 (비표예)	HTM-1 (10 nm)	NPB (30 nm)	H1 : C1 (5%) (30 nm)	12.2	5.3	x=0.17; y=0.33	7000

실시예 19	HTM-1 (10 nm)	NPB (30 nm)	H2 : D1 (2%) (30 nm)	3.1	5.5	x=0.15; y=0.14	370
실시예 20	HTM-1 (10 nm)	NPB (30 nm)	H2 : D2 (2%) (30 nm)	3.3	5.4	x=0.15; y=0.16	500
실시예 21	HTM-1 (10 nm)	NPB (30 nm)	H2 : D3 (5%) (30 nm)	3.6	5.6	x=0.15; y=0.11	650
실시예 22 (비교예)	HTM-1 (10 nm)	NPB (30 nm)	H3 : D1 (2%) (30 nm)	3.0	5.7	x=0.16; y=0.17	280