



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2018-0098121  
 (43) 공개일자 2018년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 51/00* (2006.01) *C09K 11/06* (2006.01)  
*H01L 51/50* (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
*H01L 51/0072* (2013.01)  
*C09K 11/06* (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2017-0177273  
 (22) 출원일자 2017년12월21일  
 심사청구일자 2017년12월21일  
 (30) 우선권주장  
 1020170024906 2017년02월24일 대한민국(KR)

(71) 출원인  
**주식회사 엘지화학**  
 서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)  
 (72) 발명자  
**차용범**  
 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원  
**홍원표**  
 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**유미특허법인**

전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **유기 발광 소자**

**(57) 요약**

본 발명은 구동 전압, 효율 및 수명이 개선된 유기발광 소자를 제공한다.

**대표도** - 도1

7
6
5
4
3
2
1

(52) CPC특허분류

*H01L 51/0059* (2013.01)

*H01L 51/5012* (2013.01)

*H01L 51/5096* (2013.01)

*C09K 2211/1011* (2013.01)

(72) 발명자

**한수진**

대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원

**윤홍제**

대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원

명세서

청구범위

청구항 1

양극,

음극,

상기 양극과 음극 사이에 발광층, 및

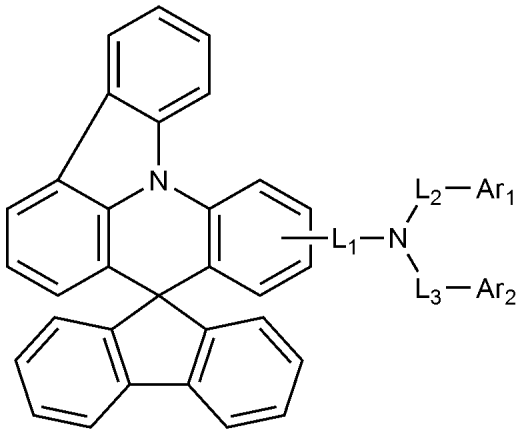
상기 양극과 발광층 사이에 전자억제층을 포함하고,

상기 전자억제층은 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하고,

상기 발광층은 하기 화학식 2로 표시되는 화합물을 포함하는,

유기 발광 소자:

[화학식 1]

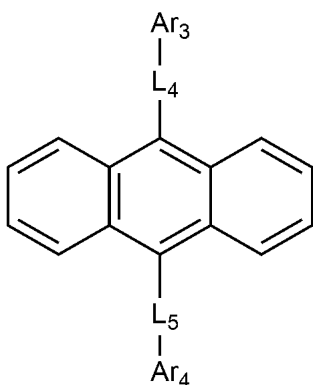


상기 화학식 1에서,

Ar<sub>1</sub> 및 Ar<sub>2</sub>는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C<sub>6-18</sub> 아릴; 또는 치환 또는 비치환된 O 및 S로 구성되는 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는 C<sub>2-60</sub> 헤테로아릴렌이고,

L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, 및 L<sub>3</sub>는 각각 독립적으로 결합; 치환 또는 비치환된 C<sub>6-60</sub> 아릴렌; 또는 치환 또는 비치환된 O, N, Si 및 S로 구성되는 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는 C<sub>2-60</sub> 헤테로아릴렌이고,

[화학식 2]



상기 화학식 2에서,

$Ar_3$  및  $Ar_4$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된  $C_{6-60}$  아릴; 또는 치환 또는 비치환된 O, N, Si 및 S로 구성된 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는  $C_{2-60}$  헤테로아릴렌이고,

$L_4$  및  $L_5$ 은 각각 독립적으로 결합; 치환 또는 비치환된  $C_{6-60}$  아릴렌; 또는 치환 또는 비치환된 O, N, Si 및 S로 구성되는 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는  $C_{2-60}$  헤테로아릴렌이다.

## 청구항 2

제1항에 있어서,

$Ar_1$  및  $Ar_2$ 는 각각 독립적으로 페닐, 비페닐린, 터페닐린, 나프틸, 페난쓰레닐, 트리페닐레닐, 디메틸플루오레닐, 디페닐플루오레닐, 스피로비플루오레닐, 디벤조푸라닐, 또는 디벤조티오페닐이인, 유기 발광 소자.

## 청구항 3

제1항에 있어서,

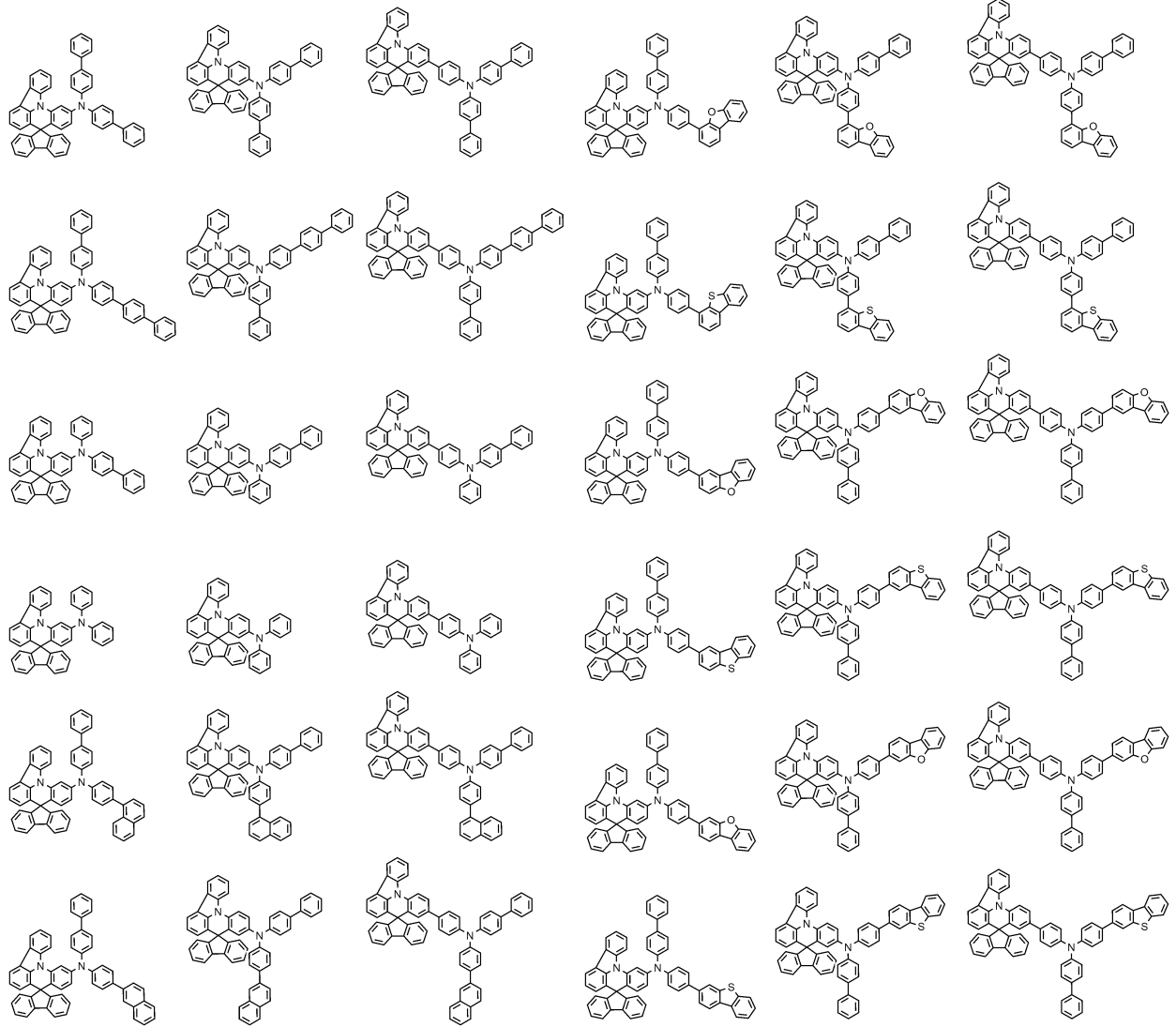
$L_1$ ,  $L_2$ , 및  $L_3$ 는 각각 독립적으로 결합, 페닐렌, 비페닐릴렌, 나프틸렌, 또는 디메틸플루오레닐렌인, 유기 발광 소자.

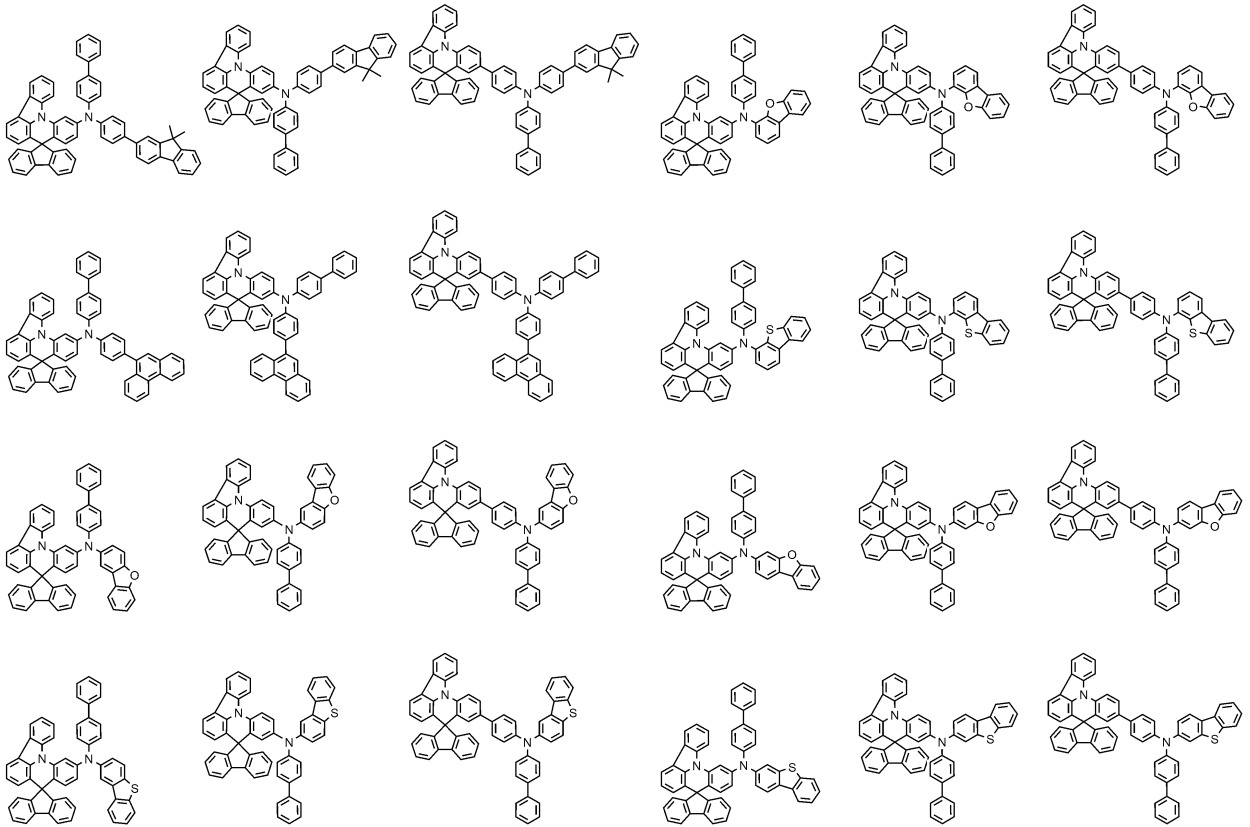
## 청구항 4

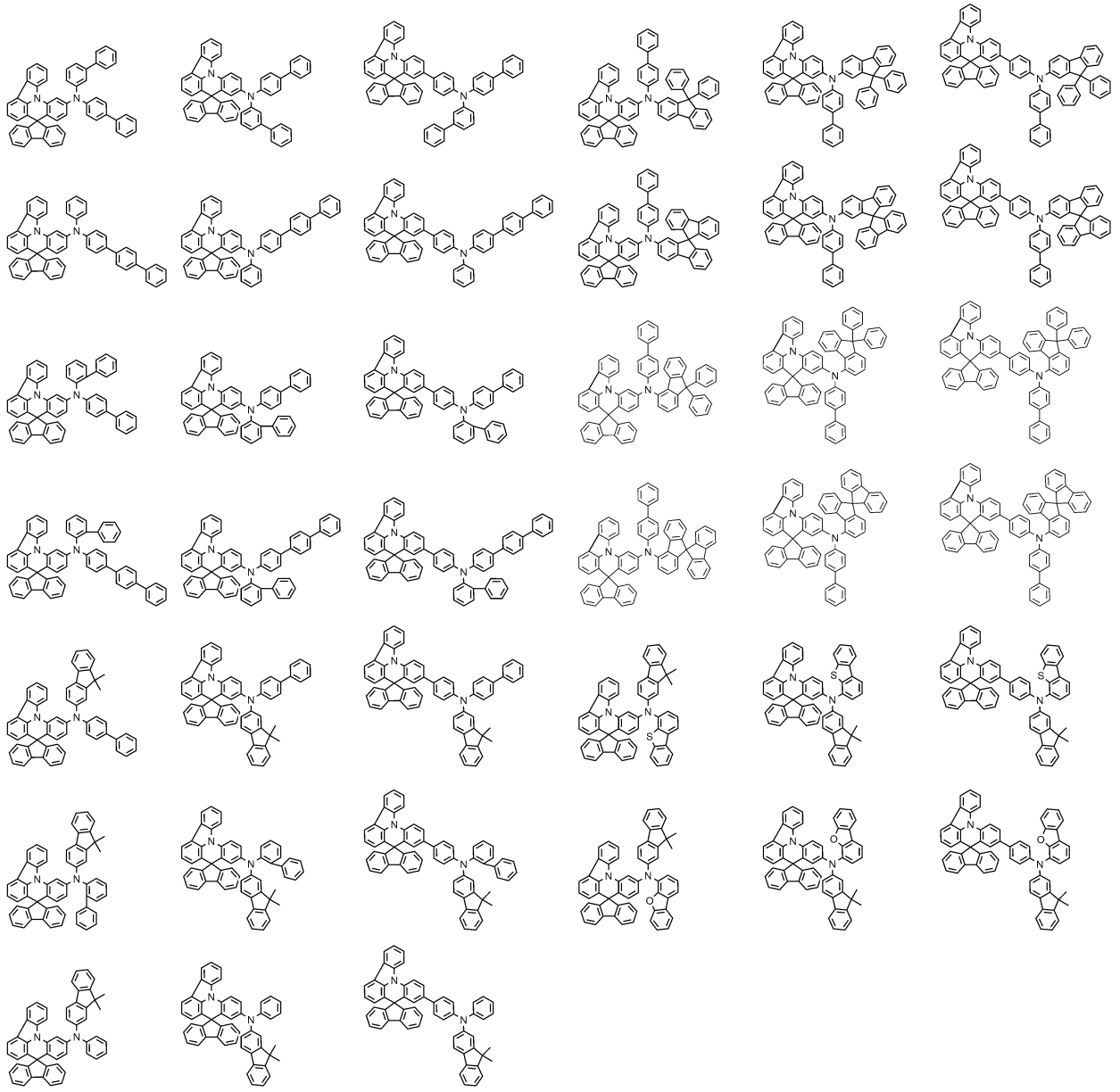
제1항에 있어서,

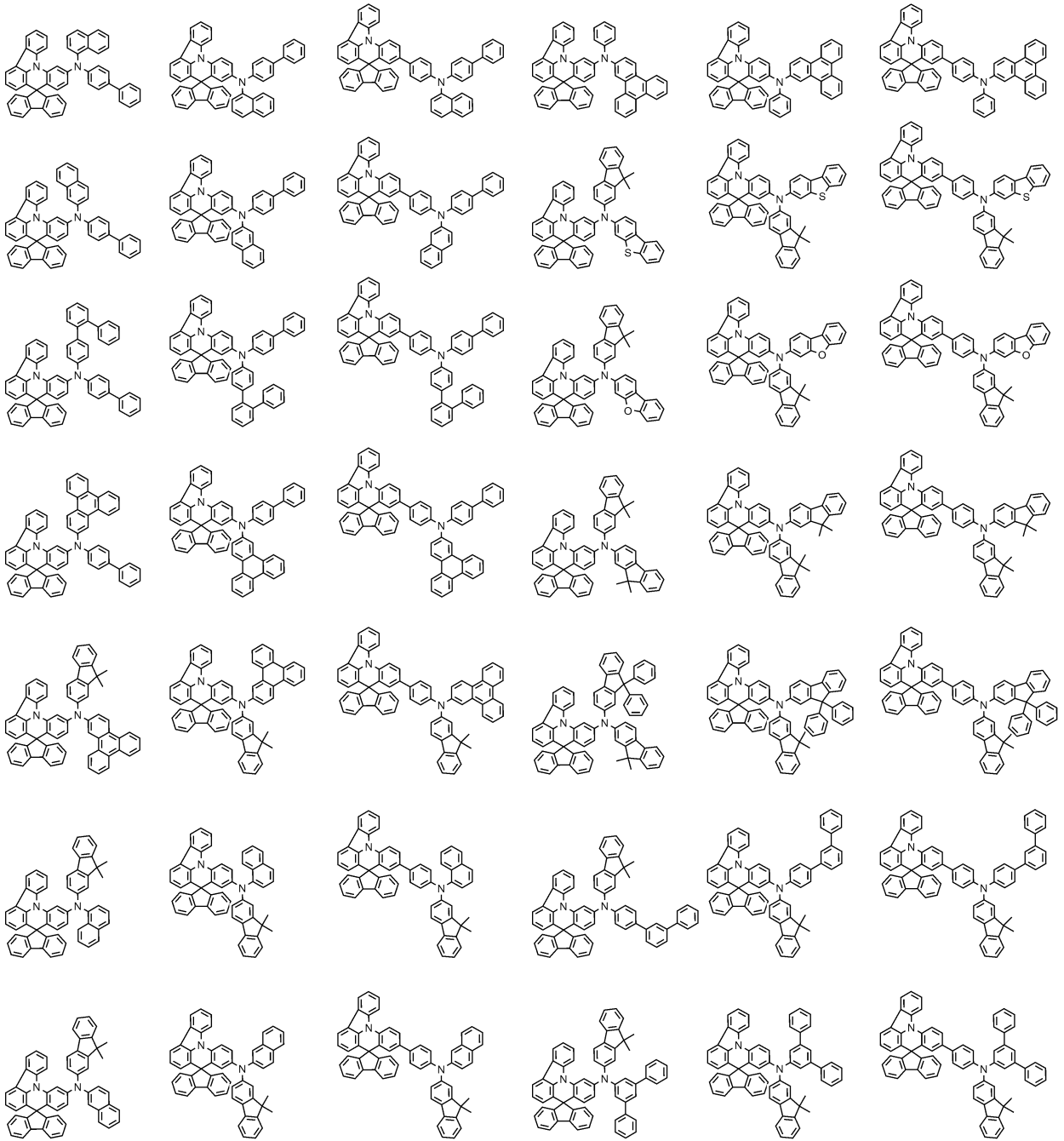
상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기로 구성되는 군으로부터 선택되는 어느 하나의 화합물인,

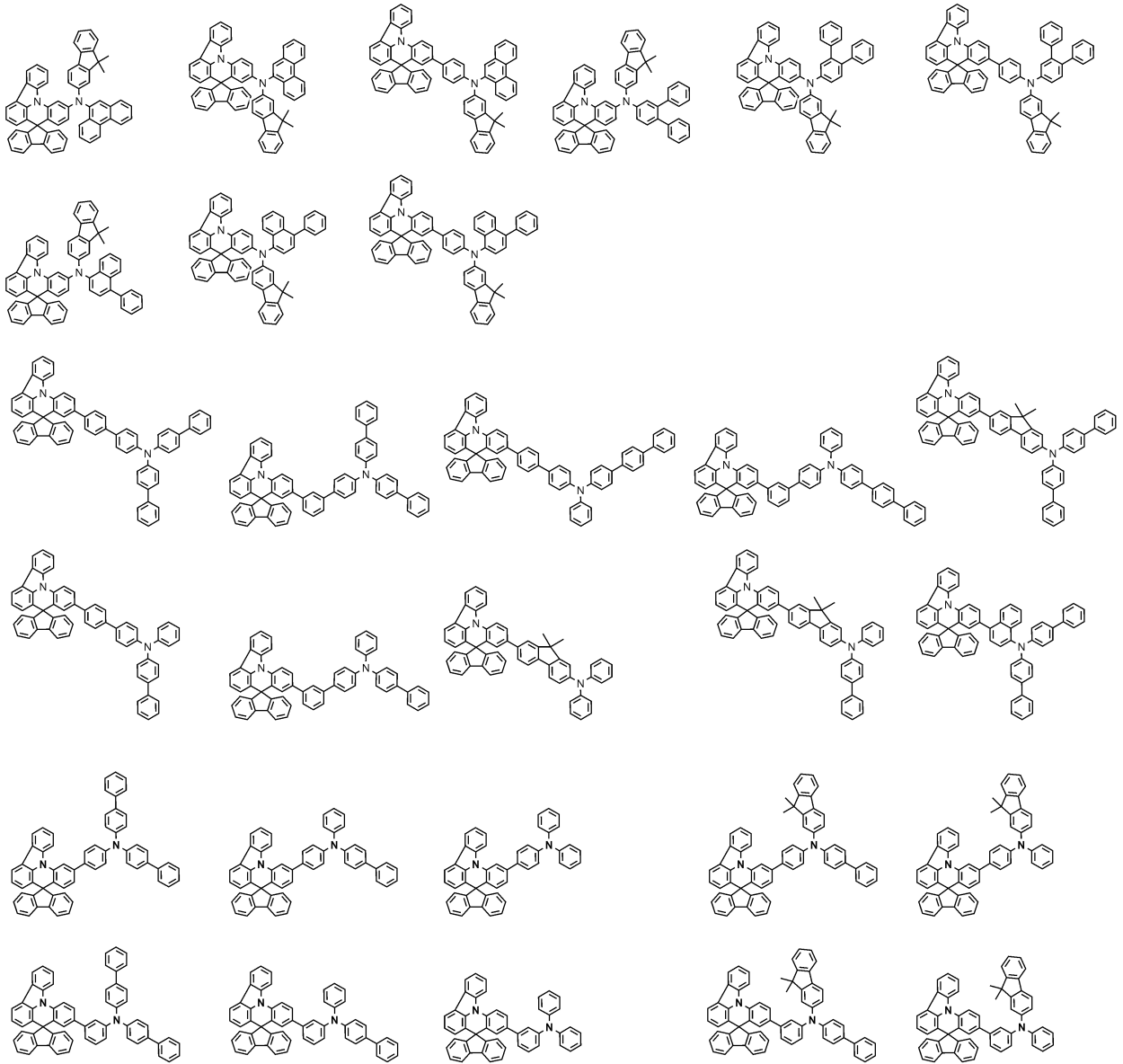
유기 발광 소자:

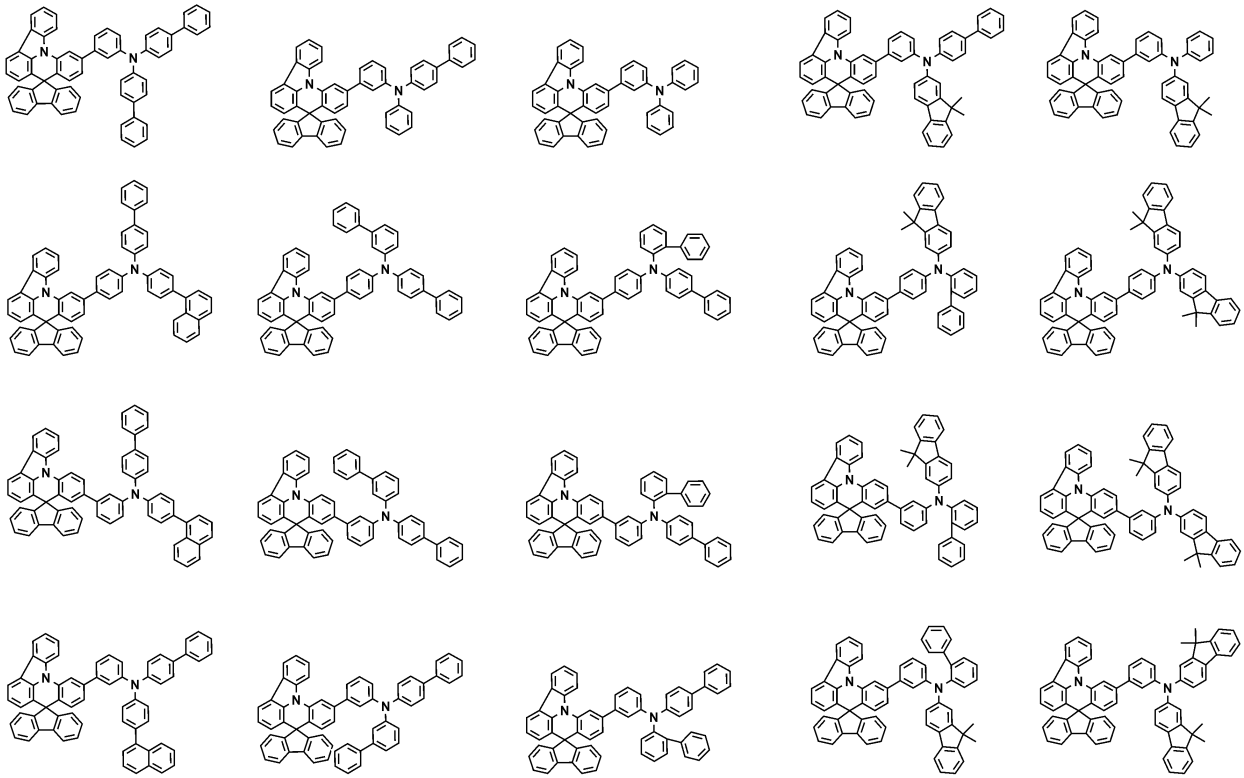












**청구항 5**

제1항에 있어서,

$Ar_3$  및  $Ar_4$ 는 각각 독립적으로 페닐, 비페닐린, 터페닐린, 나프틸, 페난쓰레닐, 트리페닐레닐, 디메틸플루오레닐, 또는 디페닐플루오레닐인,

유기 발광 소자.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

$L_4$  및  $L_5$ 는 각각 독립적으로 결함, 페닐렌, 나프틸렌, 또는 안트라세닐렌인,

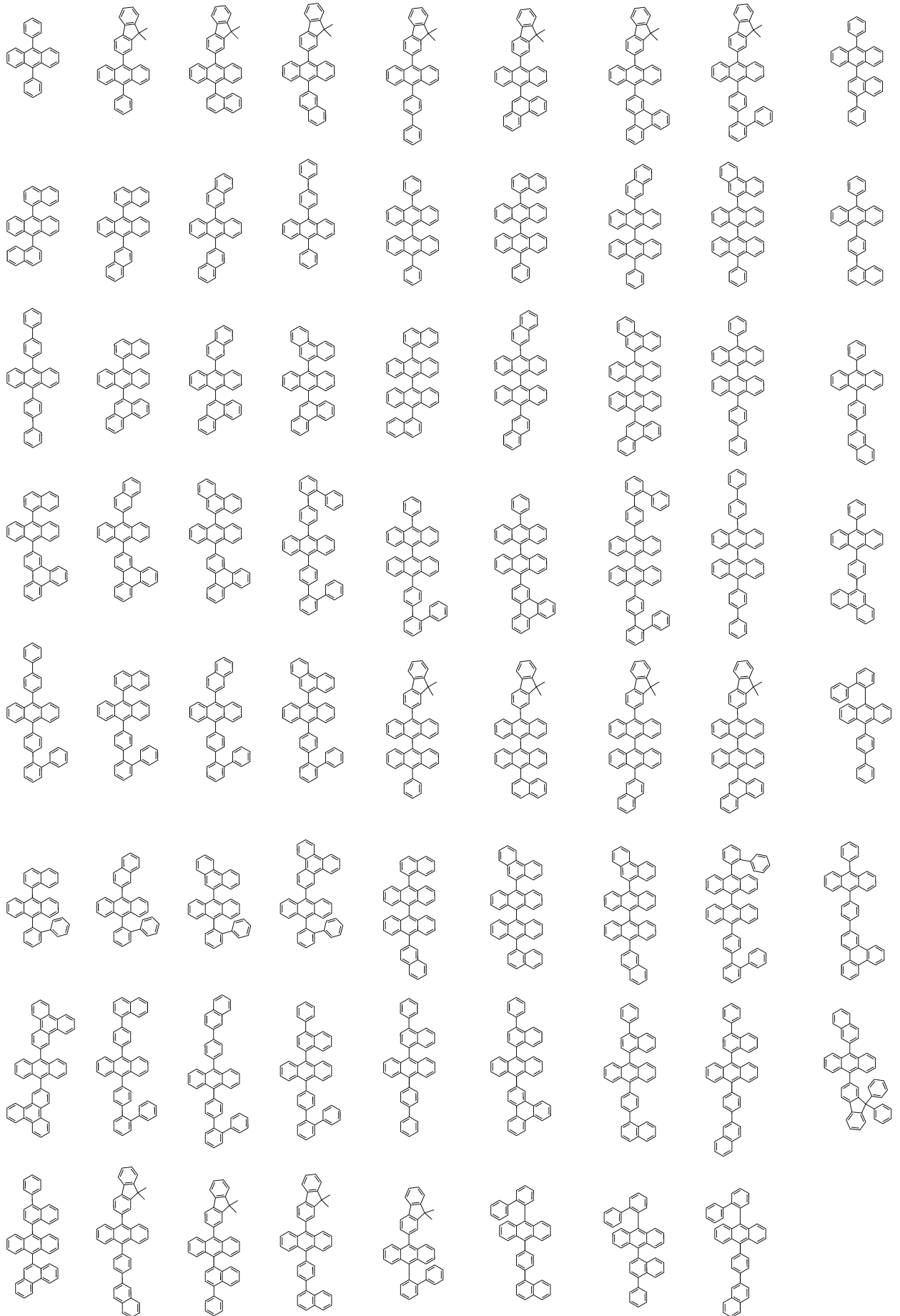
유기 발광 소자.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 화학식 2로 표시되는 화합물은 하기로 구성되는 군으로부터 선택되는 어느 하나의 화합물인,

유기 발광 소자:



**청구항 8**

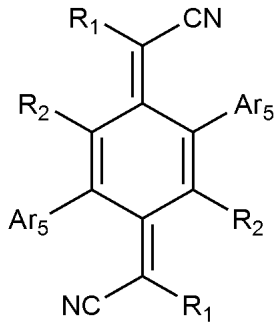
제1항 있어서,

상기 양극과 전자억제층 사이에 정공주입층 또는 전하발생층을 포함하고,

상기 정공주입층 또는 전하발생층은 하기 화학식 3으로 표시되는 화합물을 포함하는,

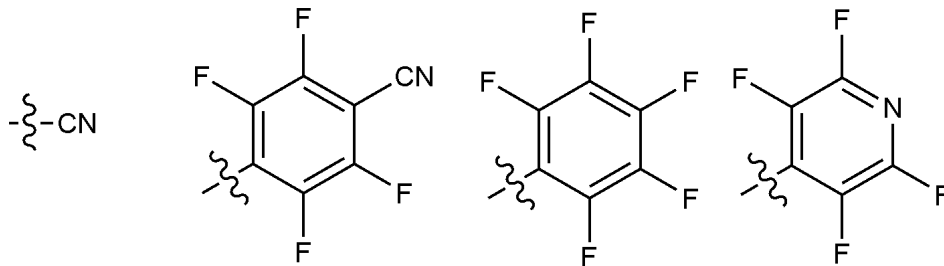
유기 발광 소자:

[화학식 3]



상기 화학식 3에서,

R<sub>1</sub>은 하기로 구성되는 군으로부터 선택되는 어느 하나이고,



R<sub>2</sub>는 수소, 중수소, 할로젠, 시아노, 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>1-60</sub> 할로알킬이고,

Ar<sub>5</sub>는 치환 또는 비치환된 C<sub>6-60</sub> 아릴; 또는 치환 또는 비치환된 O, N, Si 및 S로 구성되는 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는 C<sub>2-60</sub> 헤테로아릴렌이다.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

Ar<sub>5</sub>는 페닐, 나프틸, 피리딘, 퀴나졸리닐, 또는 티오펜일이고, 상기 Ar<sub>5</sub>는 비치환되거나 또는 할로젠, C<sub>1-6</sub> 할로알킬, C<sub>1-6</sub> 할로알콕시, 및 시아노로 구성되는 군으로부터 선택되는 1 내지 5개의 치환기로 치환된,

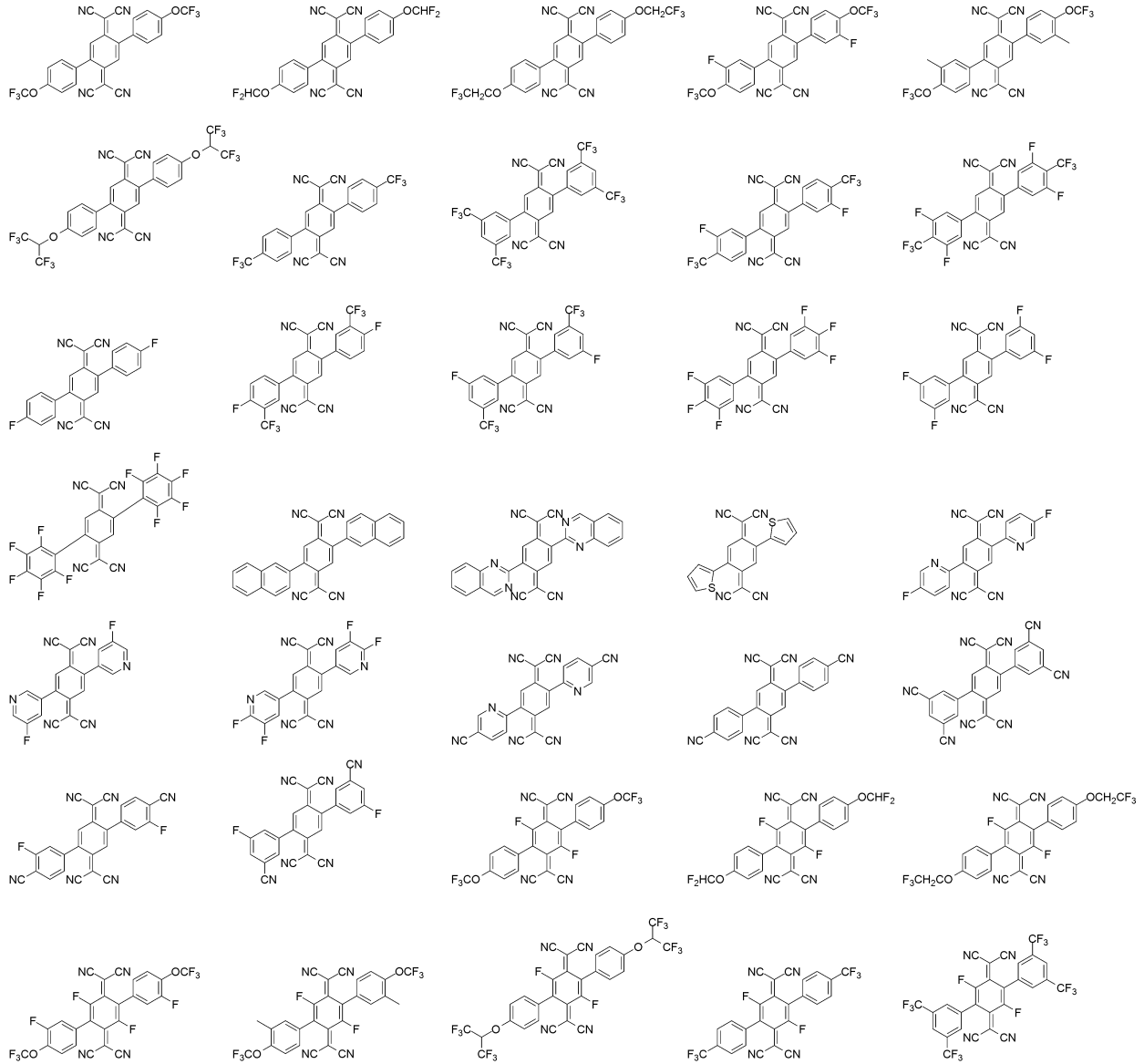
유기 발광 소자.

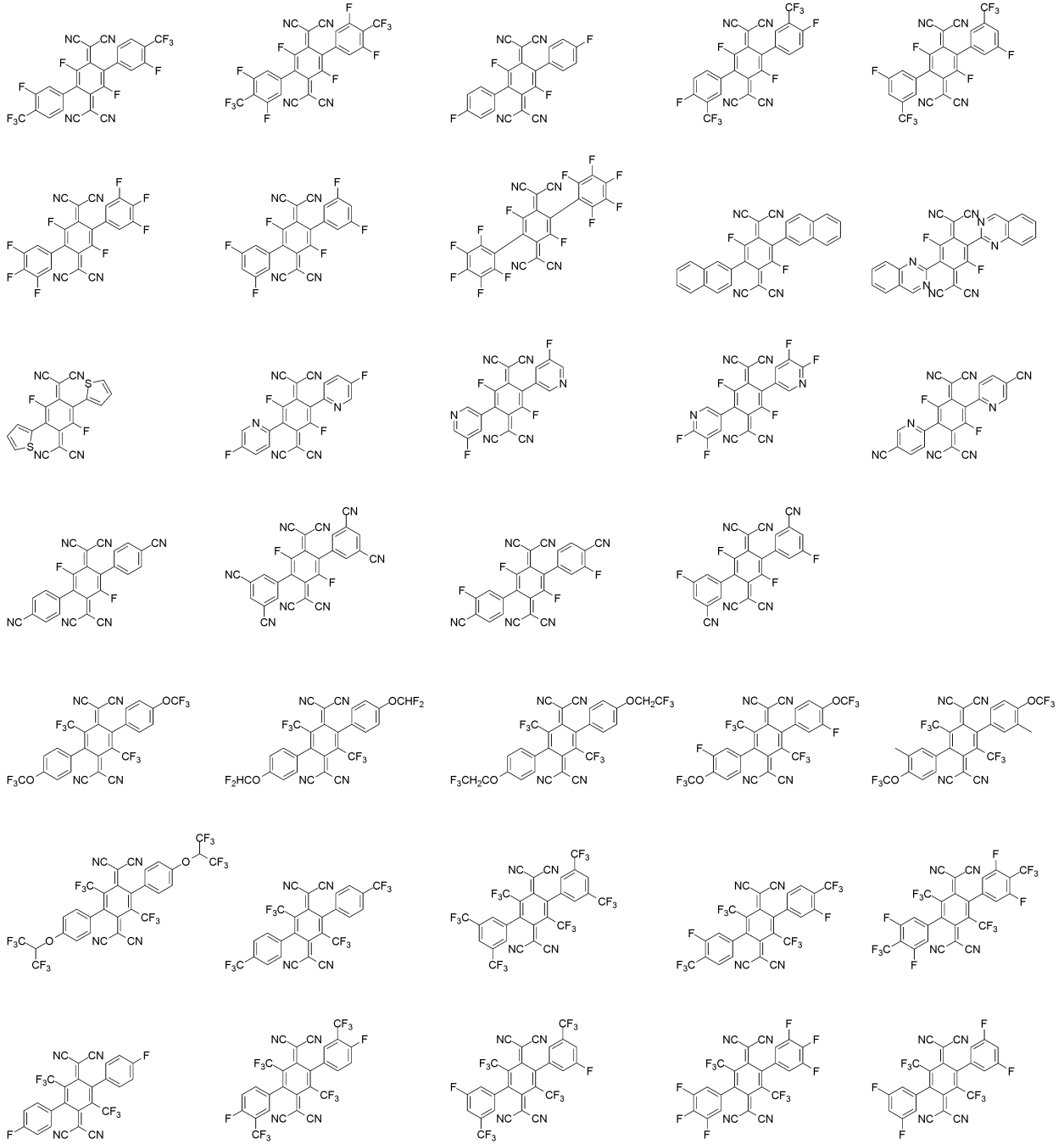
**청구항 10**

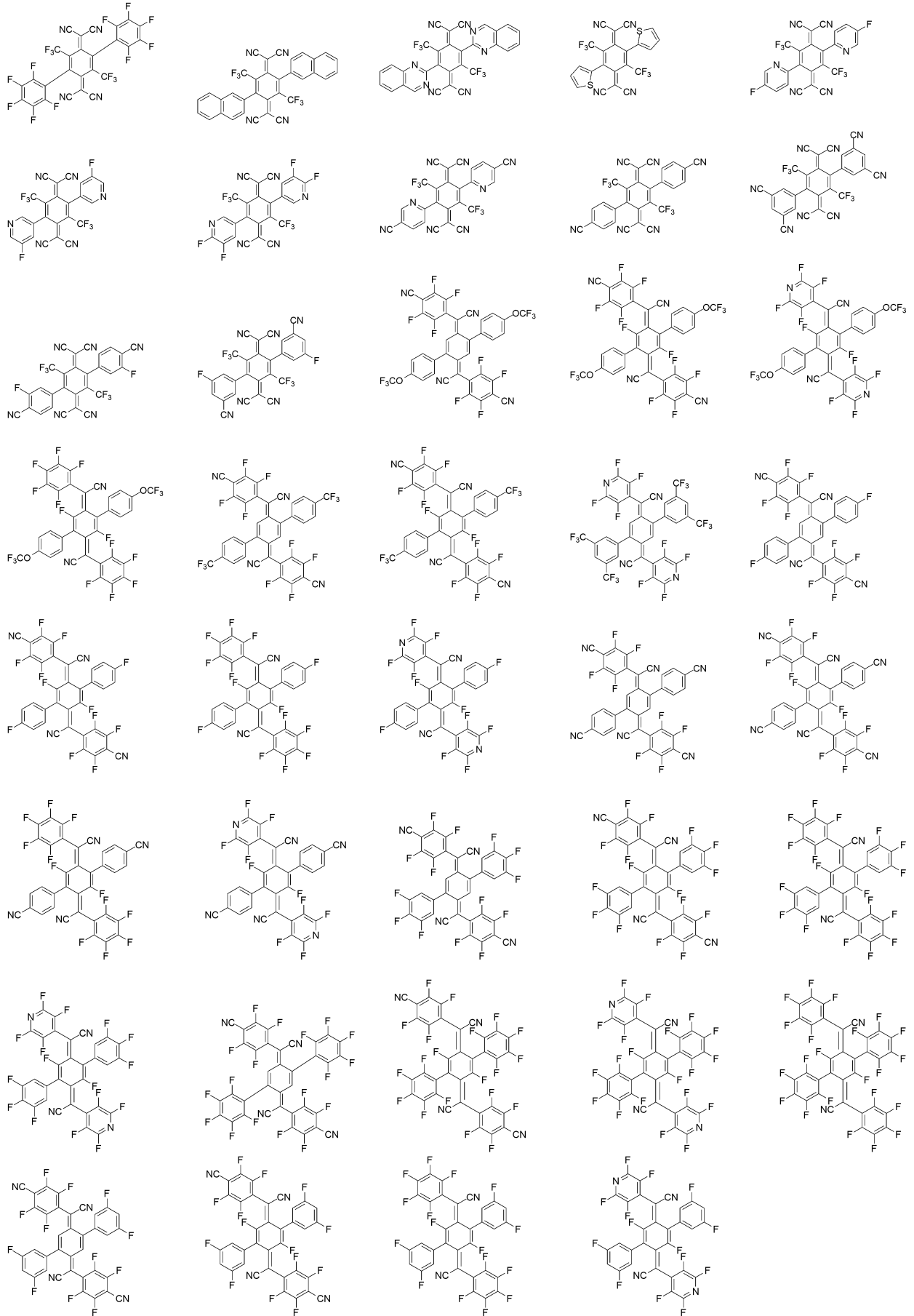
제8항에 있어서,

상기 화학식 3으로 표시되는 화합물은, 하기로 구성되는 군으로부터 선택되는 어느 하나의 화합물인,

유기 발광 소자:







청구항 11

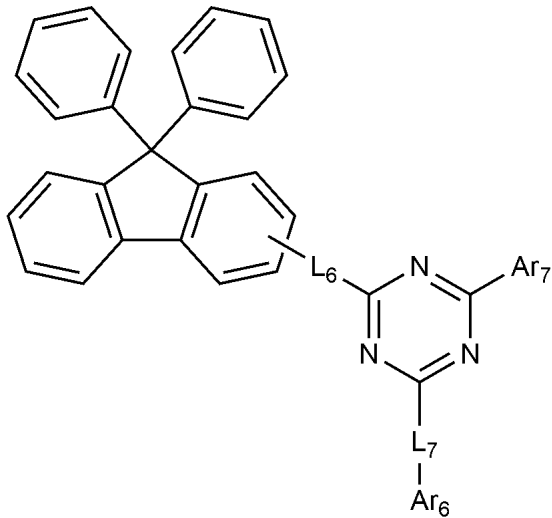
제1항에 있어서,

상기 발광층과 음극 사이에 전자수송층 또는 정공억제층을 포함하고,

상기 전자수송층 또는 정공억제층은 하기 화학식 4로 표시되는 화합물, 또는 하기 화학식 5로 표시되는 화합물을 포함하는,

유기 발광 소자:

[화학식 4]

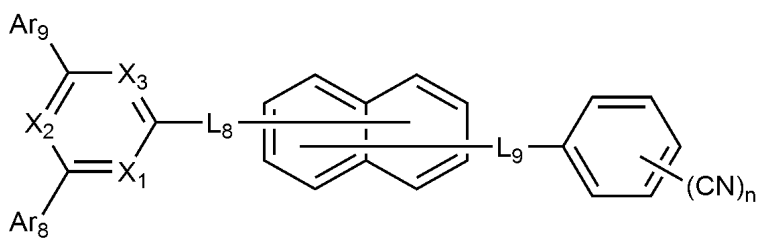


상기 화학식 4에서,

L<sub>6</sub> 및 L<sub>7</sub>은 각각 독립적으로 결합; 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>6-60</sub> 아릴렌이고,

Ar<sub>6</sub> 및 Ar<sub>7</sub>은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C<sub>6-60</sub> 아릴; 또는 치환 또는 비치환된 O, N, Si 및 S로 구성된 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는 C<sub>2-60</sub> 헤테로아릴이고,

[화학식 5]



상기 화학식 5에서,

X<sub>1</sub> 내지 X<sub>3</sub>은 각각 독립적으로 N, 또는 CH이고,

L<sub>8</sub> 및 L<sub>9</sub>은 각각 독립적으로, 결합; 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>6-60</sub> 아릴렌이고,

Ar<sub>8</sub> 및 Ar<sub>9</sub>은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C<sub>6-60</sub> 아릴; 또는 치환 또는 비치환된 O, N, Si 및 S로 구성된 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는 C<sub>2-60</sub> 헤테로아릴이고,

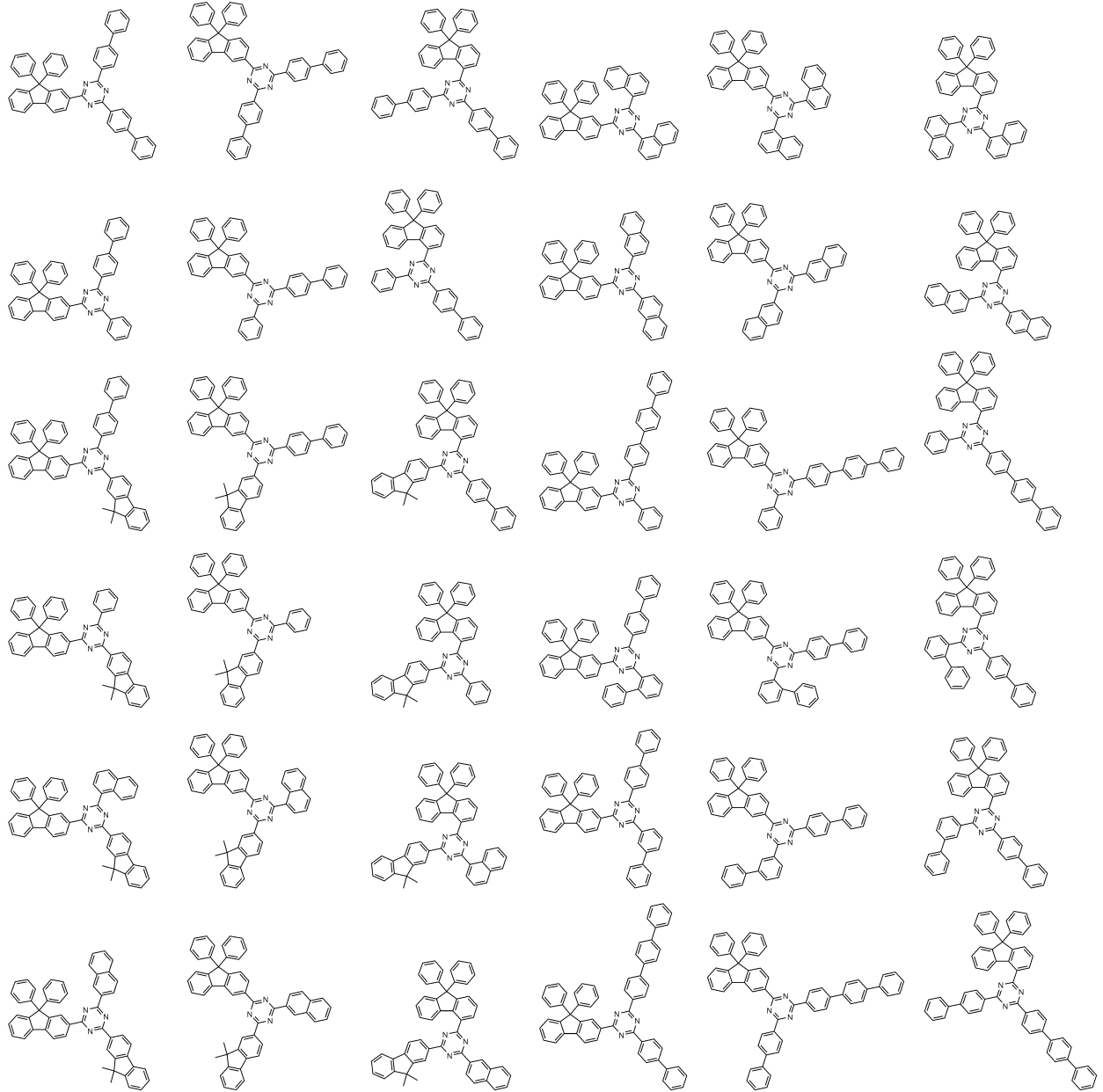
n은 1 내지 5의 정수이다.

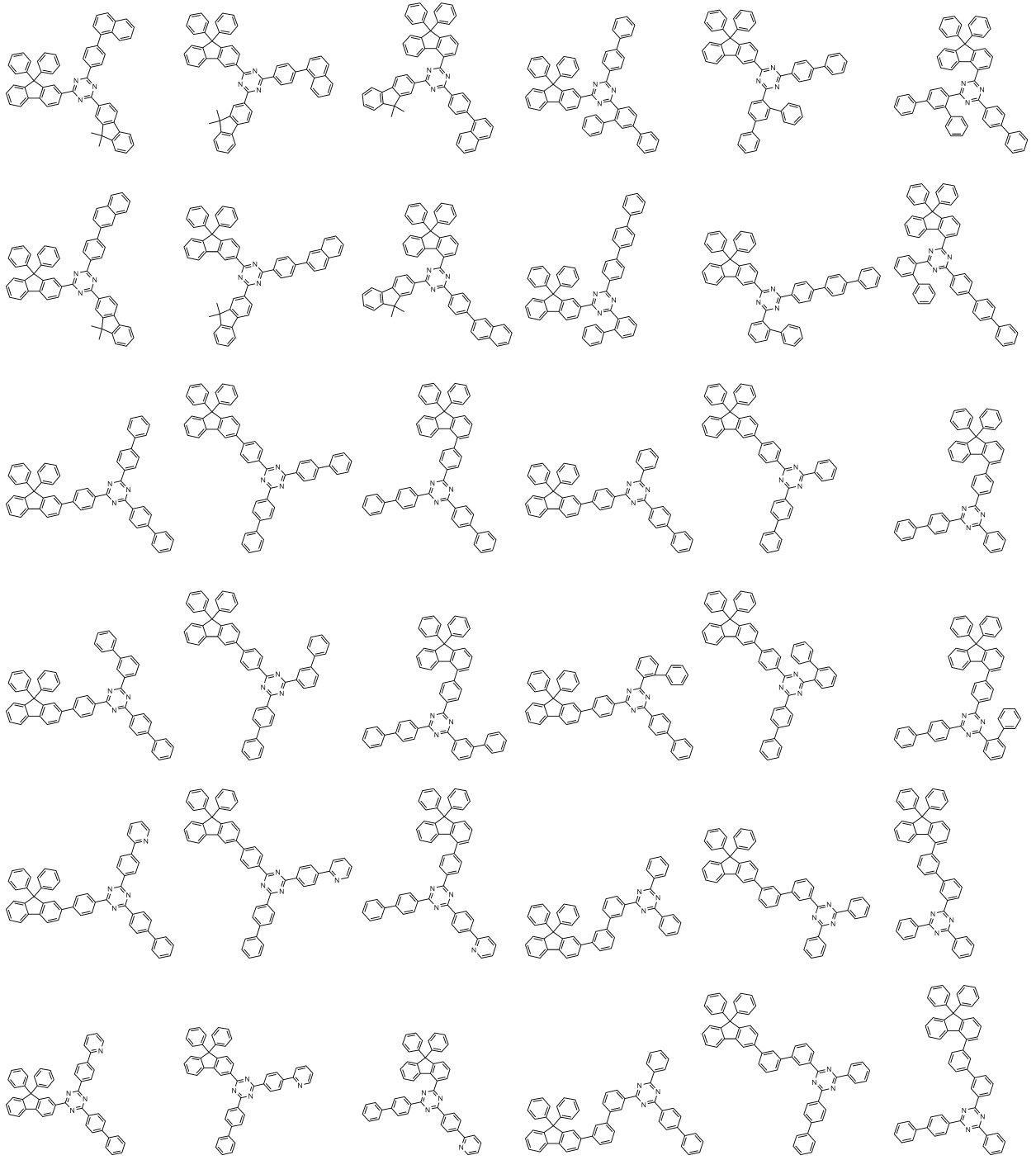
청구항 12

제11항에 있어서,

상기 화학식 4로 표시되는 화합물은, 하기로 구성되는 군으로부터 선택되는 어느 하나의 화합물인,

유기 발광 소자:



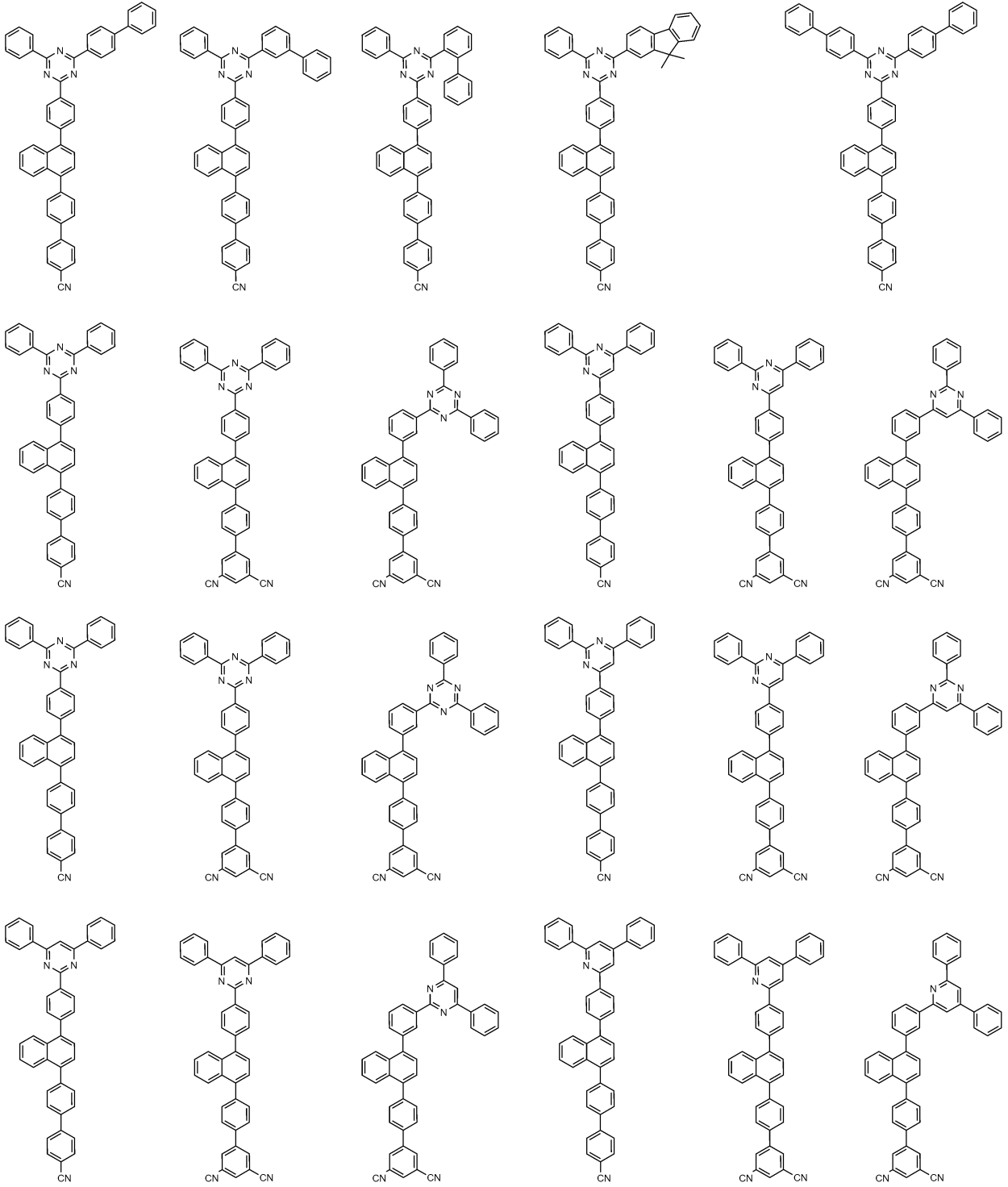


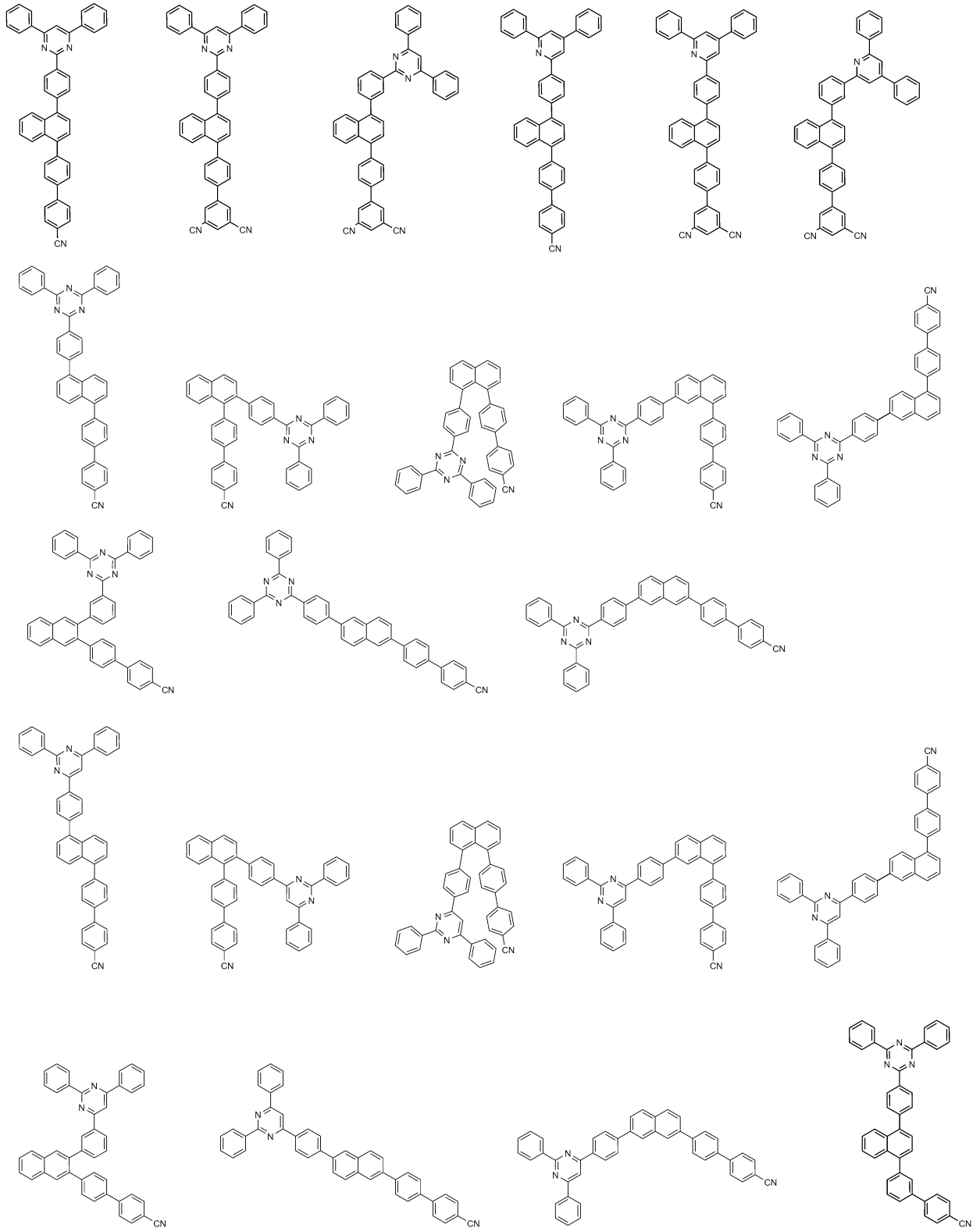
**청구항 13**

제11항에 있어서,

상기 화학식 5로 표시되는 화합물은, 하기로 구성되는 군으로부터 선택되는 어느 하나의 화합물인,

유기 발광 소자:





**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 구동 전압, 효율 및 수명이 개선된 유기 발광 소자에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적으로 유기 발광 현상이란 유기 물질을 이용하여 전기 에너지를 빛 에너지로 전환시켜주는 현상을 말한다. 유기 발광 현상을 이용하는 유기 발광 소자는 넓은 시야각, 우수한 콘트라스트, 빠른 응답 시간을 가지며, 휘도, 구동 전압 및 응답 속도 특성이 우수하여 많은 연구가 진행되고 있다.

[0004] 유기 발광 소자는 일반적으로 양극과 음극 및 상기 양극과 음극 사이에 유기물 층을 포함하는 구조를 가진다. 상기 유기물 층은 유기 발광 소자의 효율과 안정성을 높이기 위하여 각기 다른 물질로 구성된 다층의 구조로 이루어진 경우가 많으며, 예컨대 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층, 전자주입층 등으로 이루어질 수 있다. 이러한 유기 발광 소자의 구조에서 두 전극 사이에 전압을 걸어주게 되면 양극에서는 정공이, 음극에서는 전자가 유기물층에 주입되게 되고, 주입된 정공과 전자가 만났을 때 엑시톤(exciton)이 형성되며, 이 엑시톤이 다시 바닥상태로 떨어질 때 빛이 나게 된다.

[0006] 상기와 같은 유기 발광 소자에서, 구동 전압, 효율 및 수명이 개선된 유기 발광 소자의 개발이 지속적으로 요구되고 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 한국특허 공개번호 제10-2000-0051826호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명은 구동 전압, 효율 및 수명이 개선된 유기 발광 소자에 관한 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 본 발명은 하기의 유기 발광 소자를 제공한다:

[0010] 양극,

[0011] 음극,

[0012] 상기 양극과 음극 사이에 발광층, 및

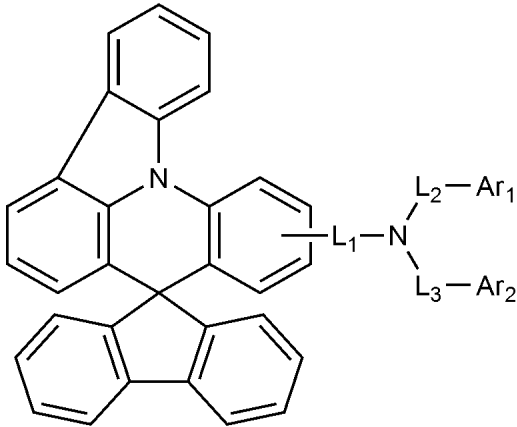
[0013] 상기 양극과 발광층 사이에 전자억제층을 포함하고,

[0014] 상기 전자억제층은 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하고,

[0015] 상기 발광층은 하기 화학식 2로 표시되는 화합물을 포함하는,

[0016] 유기 발광 소자:

[0017] [화학식 1]



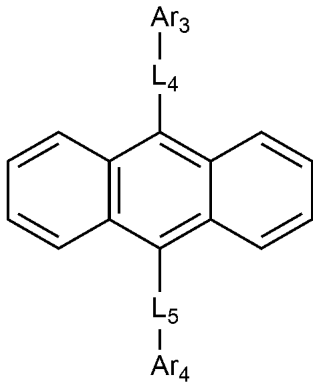
[0018]

[0019] 상기 화학식 1에서,

[0020] Ar<sub>1</sub> 및 Ar<sub>2</sub>는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C<sub>6-18</sub> 아릴; 또는 치환 또는 비치환된 O 및 S로 구성되는 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는 C<sub>2-60</sub> 헤테로아릴렌이고,

[0021] L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, 및 L<sub>3</sub>는 각각 독립적으로 결합; 치환 또는 비치환된 C<sub>6-60</sub> 아릴렌; 또는 치환 또는 비치환된 O, N, Si 및 S로 구성되는 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는 C<sub>2-60</sub> 헤테로아릴렌이고,

[0022] [화학식 2]



[0023]

[0024] 상기 화학식 2에서,

[0025] Ar<sub>3</sub> 및 Ar<sub>4</sub>는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C<sub>6-60</sub> 아릴; 또는 치환 또는 비치환된 O, N, Si 및 S로 구성되는 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는 C<sub>2-60</sub> 헤테로아릴렌이고,

[0026] L<sub>4</sub> 및 L<sub>5</sub>은 각각 독립적으로 결합; 치환 또는 비치환된 C<sub>6-60</sub> 아릴렌; 또는 치환 또는 비치환된 O, N, Si 및 S로 구성되는 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는 C<sub>2-60</sub> 헤테로아릴렌이다.

**발명의 효과**

[0027] 상술한 유기 발광 소자는, 구동 전압, 효율 및 수명이 우수하다.


**도면의 간단한 설명**

[0028] 도 1은, 기관(1), 양극(2), 정공수송층(3), 전자억제층(4), 발광층(5), 전자수송층(6), 및 음극(7)으로 이루어진 유기 발광 소자의 예를 도시한 것이다.

도 2는, 기관(1), 양극(2), 정공주입층(8), 정공수송층(3), 전자억제층(4), 발광층(5), 전자수송층(6), 및 음극(6)으로 이루어진 유기 발광 소자의 예를 도시한 것이다.

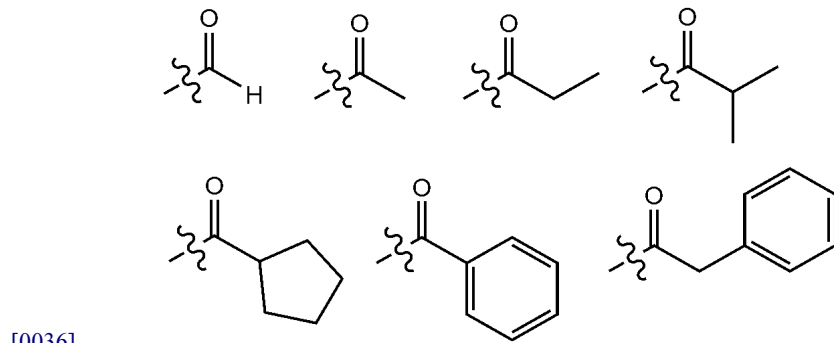
**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0029] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 보다 상세히 설명한다.

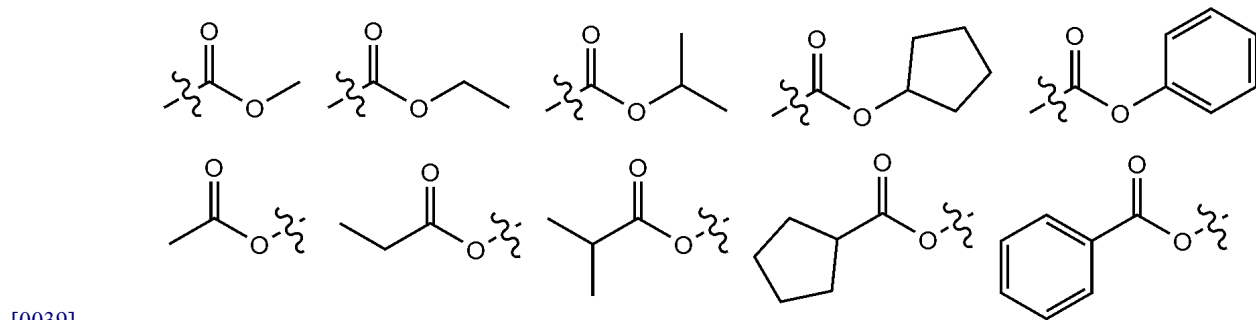
[0031] 본 명세서에서,  는 다른 치환기에 연결되는 결합을 의미한다.

[0033] 본 명세서에서 "치환 또는 비치환된"이라는 용어는 중수소; 할로젠기; 니트릴기; 니트로기; 히드록시기; 카보닐기; 에스테르기; 이미드기; 아미노기; 포스핀옥사이드기; 알콕시기; 아릴옥시기; 알킬티옥시기; 아릴티옥시기; 알킬술폰시기; 아릴술폰시기; 실릴기; 붕소기; 알킬기; 사이클로알킬기; 알케닐기; 아릴기; 아르알킬기; 아르알케닐기; 알킬아릴기; 알킬아민기; 아랄킬아민기; 헤테로아릴아민기; 아릴아민기; 아릴포스핀기; 또는 N, O 및 S 원자 중 1개 이상을 포함하는 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택된 1개 이상의 치환기로 치환 또는 비치환되거나, 상기 예시된 치환기 중 2 이상의 치환기가 연결된 치환 또는 비치환된 것을 의미한다. 예컨대, "2 이상의 치환기가 연결된 치환기"는 비페닐기일 수 있다. 즉, 비페닐기는 아릴기일 수도 있고, 2개의 페닐기가 연결된 치환기로 해석될 수 있다.

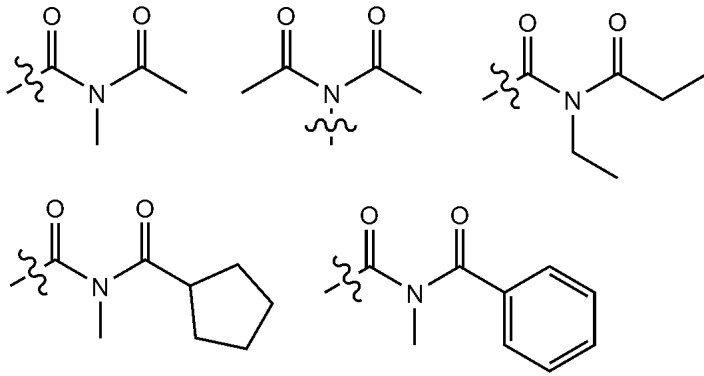
[0035] 본 명세서에서 카보닐기의 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 1 내지 40인 것이 바람직하다. 구체적으로 하기와 같은 구조의 화합물이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



[0038] 본 명세서에 있어서, 에스테르기는 에스테르기의 산소가 탄소수 1 내지 25의 직쇄, 분지쇄 또는 고리쇄 알킬기 또는 탄소수 6 내지 25의 아릴기로 치환될 수 있다. 구체적으로, 하기 구조식의 화합물이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



[0041] 본 명세서에 있어서, 이미드기의 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 1 내지 25인 것이 바람직하다. 구체적으로 하기와 같은 구조의 화합물이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



[0042]

[0044]

본 명세서에 있어서, 실릴기는 구체적으로 트리메틸실릴기, 트리에틸실릴기, t-부틸디메틸실릴기, 비닐디메틸실릴기, 프로필디메틸실릴기, 트리페닐실릴기, 디페닐실릴기, 페닐실릴기 등이 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0046]

본 명세서에 있어서, 붕소기는 구체적으로 트리메틸붕소기, 트리에틸붕소기, t-부틸디메틸붕소기, 트리페닐붕소기, 페닐붕소기 등이 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0048]

본 명세서에 있어서, 할로젠기의 예로는 불소, 염소, 브롬 또는 요오드가 있다.

[0050]

본 명세서에 있어서, 상기 알킬기는 직쇄 또는 분지쇄일 수 있고, 탄소수는 특별히 한정되지 않으나 1 내지 40인 것이 바람직하다. 일 실시상태에 따르면, 상기 알킬기의 탄소수는 1 내지 20이다. 또 하나의 실시상태에 따르면, 상기 알킬기의 탄소수는 1 내지 10이다. 또 하나의 실시상태에 따르면, 상기 알킬기의 탄소수는 1 내지 6이다. 알킬기의 구체적인 예로는 메틸, 에틸, 프로필, n-프로필, 이소프로필, 부틸, n-부틸, 이소부틸, tert-부틸, sec-부틸, 1-메틸-부틸, 1-에틸-부틸, 펜틸, n-펜틸, 이소펜틸, 네오펜틸, tert-펜틸, 헥실, n-헥실, 1-메틸헥실, 2-메틸헥실, 4-메틸-2-펜틸, 3,3-디메틸부틸, 2-에틸부틸, 헵틸, n-헵틸, 1-메틸헵틸, 사이클로헵틸메틸, 사이클로헵틸메틸, 옥틸, n-옥틸, tert-옥틸, 1-메틸헵틸, 2-에틸헵틸, 2-프로필헵틸, n-노닐, 2,2-디메틸헵틸, 1-에틸-프로필, 1,1-디메틸-프로필, 이소헵틸, 2-메틸헵틸, 4-메틸헵틸, 5-메틸헵틸 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.

[0052]

본 명세서에 있어서, 상기 알케닐기는 직쇄 또는 분지쇄일 수 있고, 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 2 내지 40인 것이 바람직하다. 일 실시상태에 따르면, 상기 알케닐기의 탄소수는 2 내지 20이다. 또 하나의 실시상태에 따르면, 상기 알케닐기의 탄소수는 2 내지 10이다. 또 하나의 실시상태에 따르면, 상기 알케닐기의 탄소수는 2 내지 6이다. 구체적인 예로는 비닐, 1-프로페닐, 이소프로페닐, 1-부테닐, 2-부테닐, 3-부테닐, 1-펜테닐, 2-펜테닐, 3-펜테닐, 3-메틸-1-부테닐, 1,3-부타디에닐, 알릴, 1-페닐비닐-1-일, 2-페닐비닐-1-일, 2,2-디페닐비닐-1-일, 2-페닐-2-(나프틸-1-일)비닐-1-일, 2,2-비스(디페닐-1-일)비닐-1-일, 스틸베닐기, 스티레닐기 등이 있으나 이들에 한정되지 않는다.

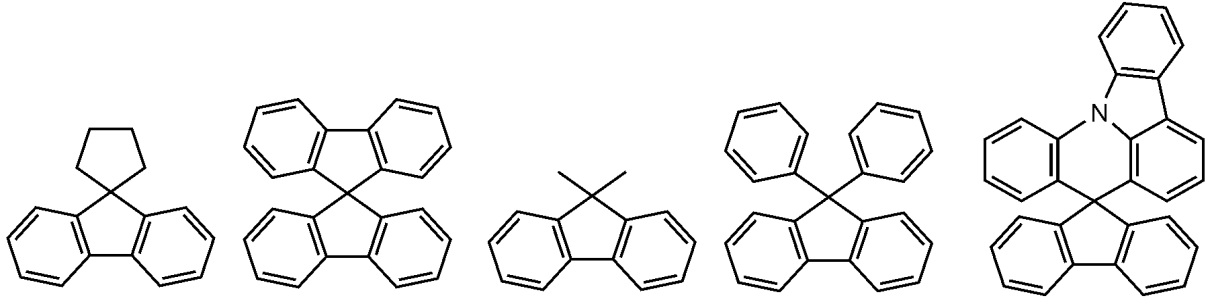
[0054]

본 명세서에 있어서, 사이클로알킬기는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 3 내지 60인 것이 바람직하며, 일 실시상태에 따르면, 상기 사이클로알킬기의 탄소수는 3 내지 30이다. 또 하나의 실시상태에 따르면, 상기 사이클로알킬기의 탄소수는 3 내지 20이다. 또 하나의 실시상태에 따르면, 상기 사이클로알킬기의 탄소수는 3 내지 6이다. 구체적으로 사이클로프로필, 사이클로부틸, 사이클로펜틸, 3-메틸사이클로펜틸, 2,3-디메틸사이클로펜틸, 사이클로헥실, 3-메틸사이클로헥실, 4-메틸사이클로헥실, 2,3-디메틸사이클로헥실, 3,4,5-트리메틸사이클로헥실, 4-tert-부틸사이클로헥실, 사이클로헵틸, 사이클로옥틸 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0056] 본 명세서에 있어서, 아릴기는 특별히 한정되지 않으나 탄소수 6 내지 60인 것이 바람직하며, 단환식 아릴기 또는 다환식 아릴기일 수 있다. 일 실시상태에 따르면, 상기 아릴기의 탄소수는 6 내지 30이다. 일 실시상태에 따르면, 상기 아릴기의 탄소수는 6 내지 20이다. 상기 아릴기가 단환식 아릴기로는 페닐기, 바이페닐기, 터페닐기 등이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 다환식 아릴기로는 나프틸기, 안트라세닐기, 페난트릴기, 파이레닐기, 페릴레닐기, 크라이세닐기, 플루오레닐기 등이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0058] 본 명세서에 있어서, 플루오레닐기는 치환될 수 있고, 치환기 2개가 서로 결합하여 스피로 구조를 형성할 수 있다.

상기 플루오레닐기가 치환되는 경우,



등이 될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0060] 본 명세서에 있어서, 헤테로고리기는 이종 원소로 O, N, Si 및 S 중 1개 이상을 포함하는 헤테로고리기로써, 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 2 내지 60인 것이 바람직하다. 헤테로고리기의 예로는 티오펜기, 퓨란기, 피롤기, 이미다졸기, 티아졸기, 옥사졸기, 옥사디아졸기, 트리아졸기, 피리딘기, 비피리딘기, 피리미딘기, 트리아진기, 트리아졸기, 아크리딘기, 피리다진기, 피라지닐기, 퀴놀리닐기, 퀴나졸린기, 퀴녹살리닐기, 프탈라지닐기, 피리도 피리미디닐기, 피리도 피라지닐기, 피라지노 피라지닐기, 이소퀴놀린기, 인돌기, 카바졸기, 벤조옥사졸기, 벤조이미다졸기, 벤조티아졸기, 벤조카바졸기, 벤조티오펜기, 디벤조티오펜기, 벤조퓨라닐기, 페난쓰롤린기(phenanthroline), 티아졸릴기, 이소옥사졸릴기, 옥사디아졸릴기, 티아디아졸릴기, 벤조티아졸릴기, 페노티아지닐기 및 디벤조퓨라닐기 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.

[0062] 본 명세서에 있어서, 아르알킬기, 아르알케닐기, 알킬아릴기, 아릴아민기 중의 아릴기는 전술한 아릴기의 예시와 같다. 본 명세서에 있어서, 아르알킬기, 알킬아릴기, 알킬아민기 중 알킬기는 전술한 알킬기의 예시와 같다. 본 명세서에 있어서, 헤테로아릴아민 중 헤테로아릴은 전술한 헤테로고리기에 관한 설명이 적용될 수 있다. 본 명세서에 있어서, 아르알케닐기 중 알케닐기는 전술한 알케닐기의 예시와 같다. 본 명세서에 있어서, 아릴렌은 2가지인 것을 제외하고는 전술한 아릴기에 관한 설명이 적용될 수 있다. 본 명세서에 있어서, 헤테로아릴렌은 2가지인 것을 제외하고는 전술한 헤테로고리기에 관한 설명이 적용될 수 있다. 본 명세서에 있어서, 탄화수소 고리는 1가지가 아니고, 2개의 치환기가 결합하여 형성한 것을 제외하고는 전술한 아릴기 또는 사이클로알킬기에 관한 설명이 적용될 수 있다. 본 명세서에 있어서, 헤테로고리는 1가지가 아니고, 2개의 치환기가 결합하여 형성한 것을 제외하고는 전술한 헤테로고리기에 관한 설명이 적용될 수 있다.

[0064] 이하, 각 구성 별로 본 발명을 상세히 설명한다.

[0066] 양극 및 음극

[0067] 본 발명에서 사용되는 양극 및 음극은, 유기 발광 소자에서 사용되는 전극을 의미한다.

[0069] 상기 양극 물질로는 통상 유기물 층으로 정공 주입이 원활할 수 있도록 일함수가 큰 물질이 바람직하다. 상기

양극 물질의 구체적인 예로는 바나듐, 크롬, 구리, 아연, 금과 같은 금속 또는 이들의 합금; 아연 산화물, 인듐 산화물, 인듐주석 산화물(ITO), 인듐아연 산화물(IZO)과 같은 금속 산화물; ZnO:Al 또는  $\text{SnO}_2$ :Sb와 같은 금속과 산화물의 조합; 폴리(3-메틸티오펜), 폴리[3,4-(에틸렌-1,2-디옥시)티오펜](PEDOT), 폴리피롤 및 폴리아닐린과 같은 전도성 고분자 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.

[0071] 상기 음극 물질로는 통상 유기물층으로 전자 주입이 용이하도록 일함수가 작은 물질인 것이 바람직하다. 상기 음극 물질의 구체적인 예로는 마그네슘, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 티타늄, 인듐, 이트륨, 리튬, 가돌리늄, 알루미늄, 은, 주석 및 납과 같은 금속 또는 이들의 합금; LiF/Al 또는  $\text{LiO}_2$ /Al과 같은 다층 구조 물질 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.

[0073] 전자억제층

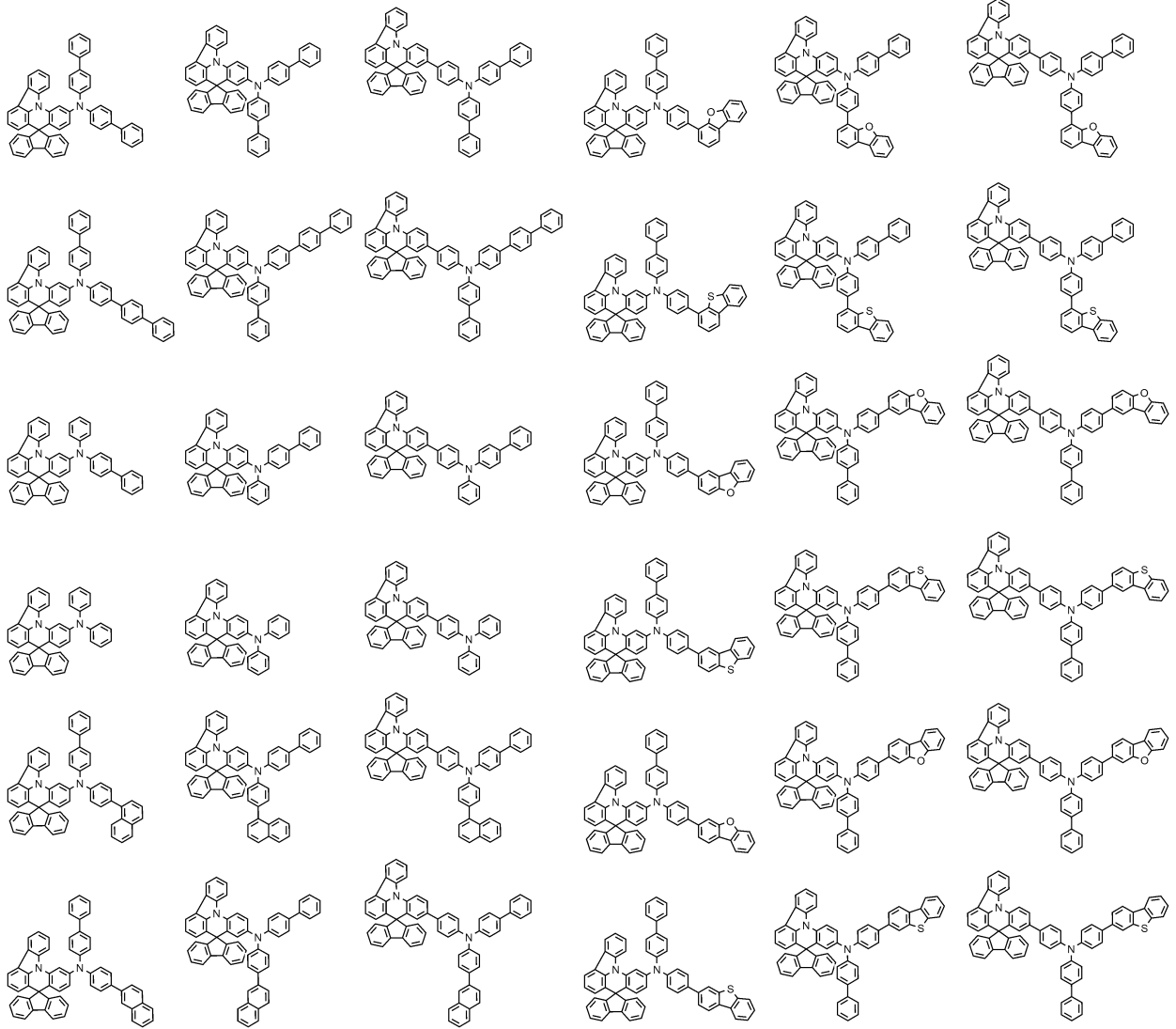
[0074] 본 발명에 따른 유기 발광 소자는, 상기 양극과 발광층 사이에 전자억제층을 포함한다.

[0076] 상기 전자억제층은, 음극에서 주입된 전자가 발광층에서 재결합하지 않고 양극 쪽으로 전달되는 것을 억제하여 유기 발광 소자의 효율을 향상시키는 역할을 한다. 본 발명에서는 상기 전자억제층을 구성하는 물질로서 상기 화학식 1로 표시되는 화합물을 사용한다.

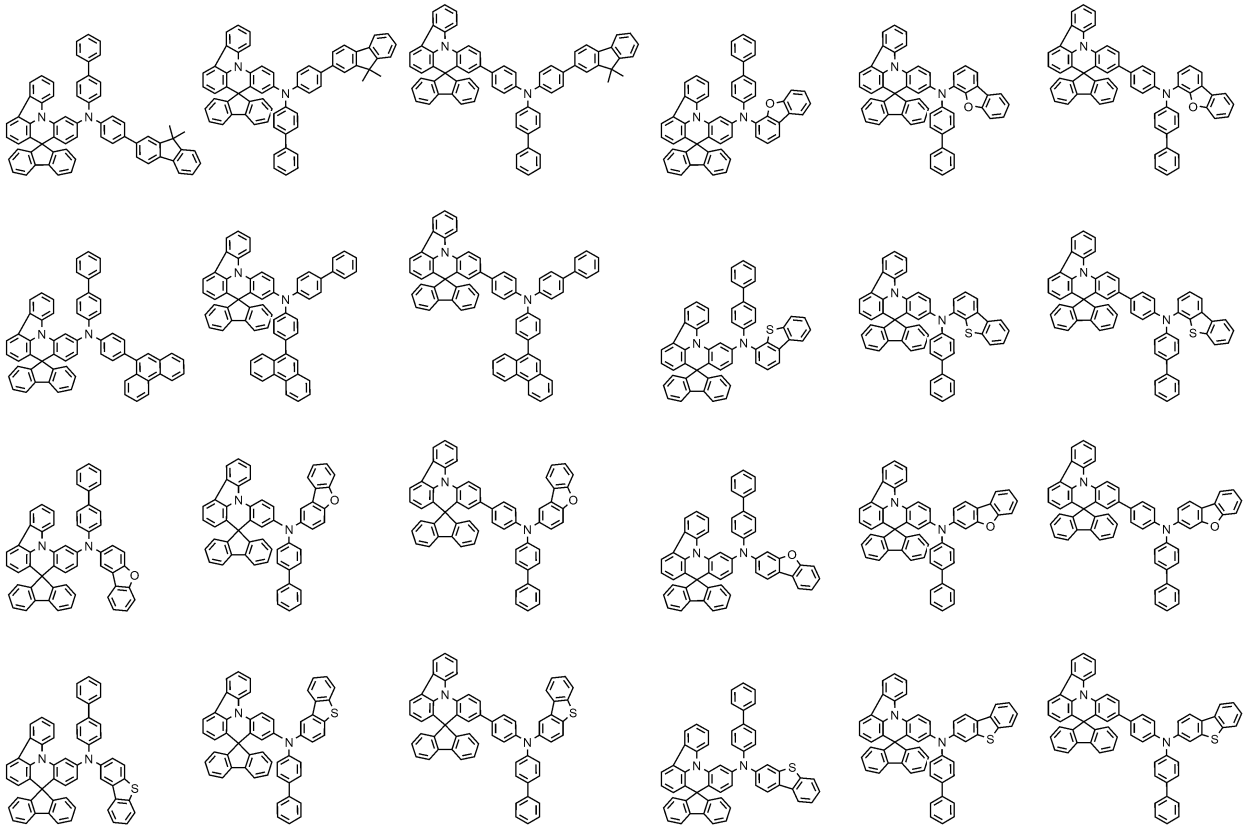
[0078] 상기 화학식 1에서, 바람직하게는,  $\text{Ar}_1$  및  $\text{Ar}_2$ 는 각각 독립적으로 페닐, 비페닐린, 테페닐린, 나프틸, 페난쓰레닐, 트리페닐레닐, 디메틸플루오레닐, 디페닐플루오레닐, 스피로비플루오레닐, 디벤조퓨라닐, 또는 디벤조티오펜이다. 또한 바람직하게는, 상기  $\text{Ar}_1$  및  $\text{Ar}_2$ 의 정의에서,  $\text{Ar}_1$  및  $\text{Ar}_2$ 가 모두 페닐, 또는 비페닐린인 경우를 제외한다.

[0080] 또한, 바람직하게는,  $L_1$ ,  $L_2$ , 및  $L_3$ 는 각각 독립적으로 결함, 페닐렌, 비페닐릴렌, 나프틸렌, 또는 디메틸플루오레닐렌이다.

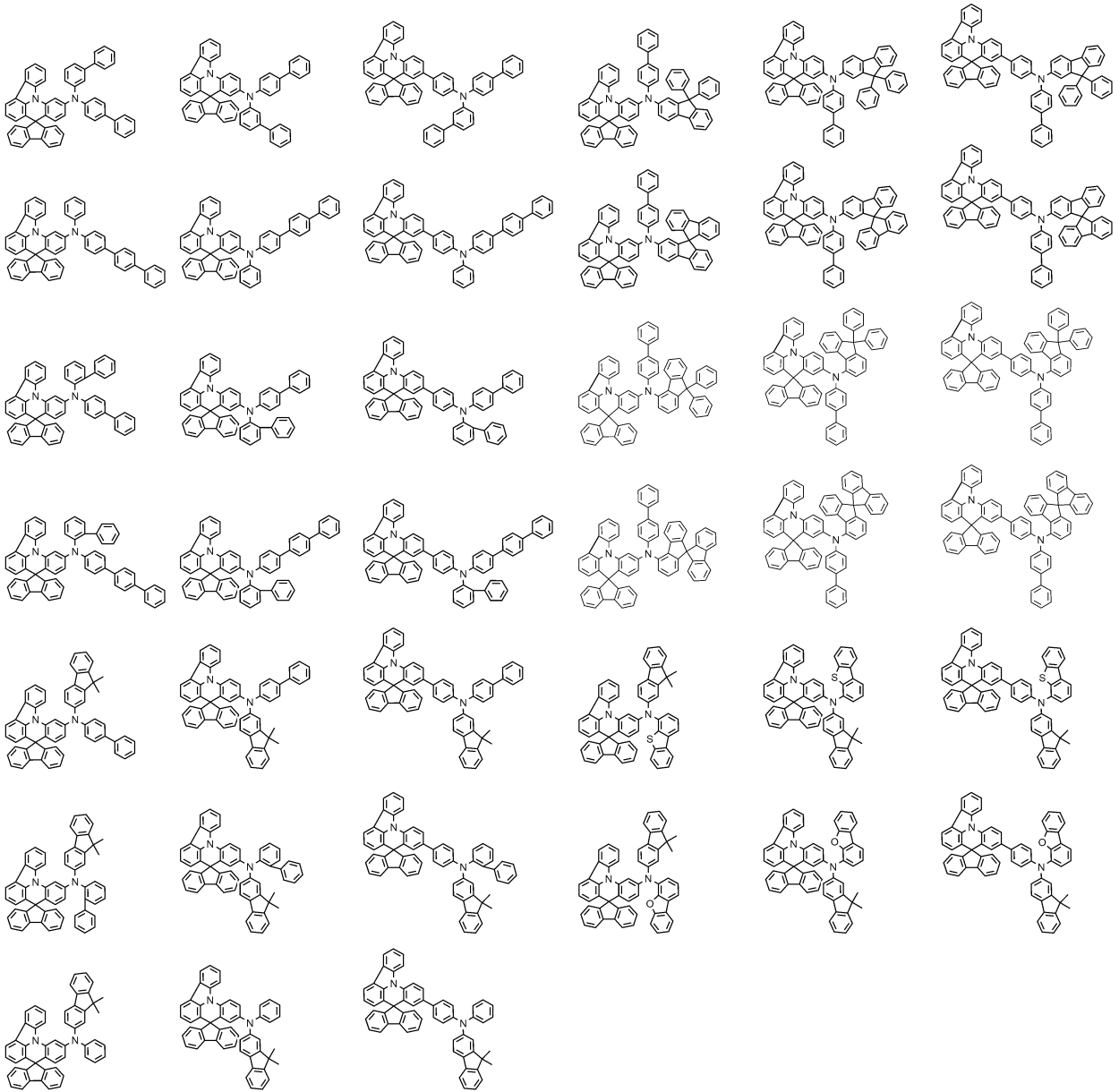
[0082] 상기 화학식 1로 표시되는 화합물의 대표적인 예는 다음과 같다:

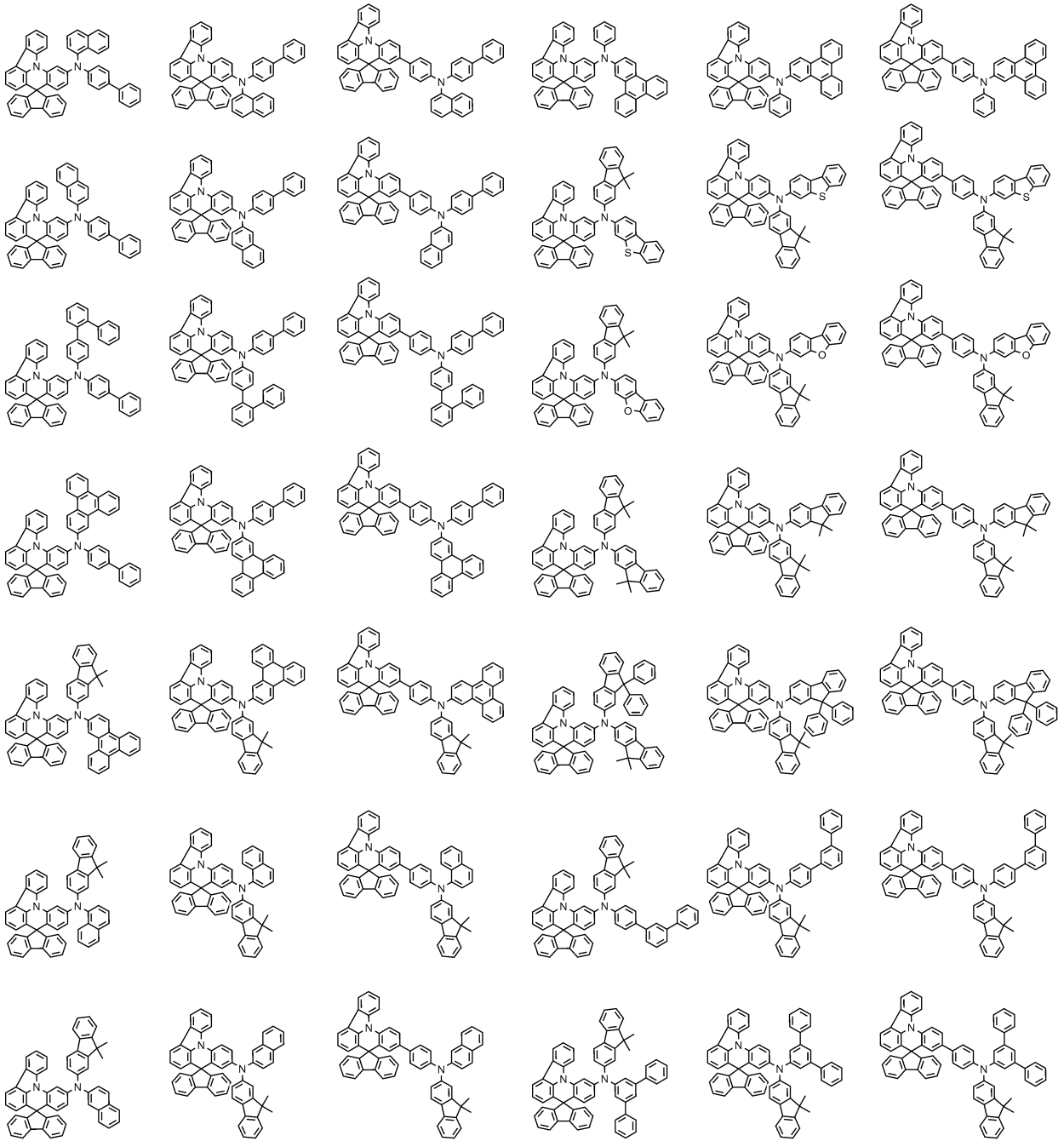


[0083]

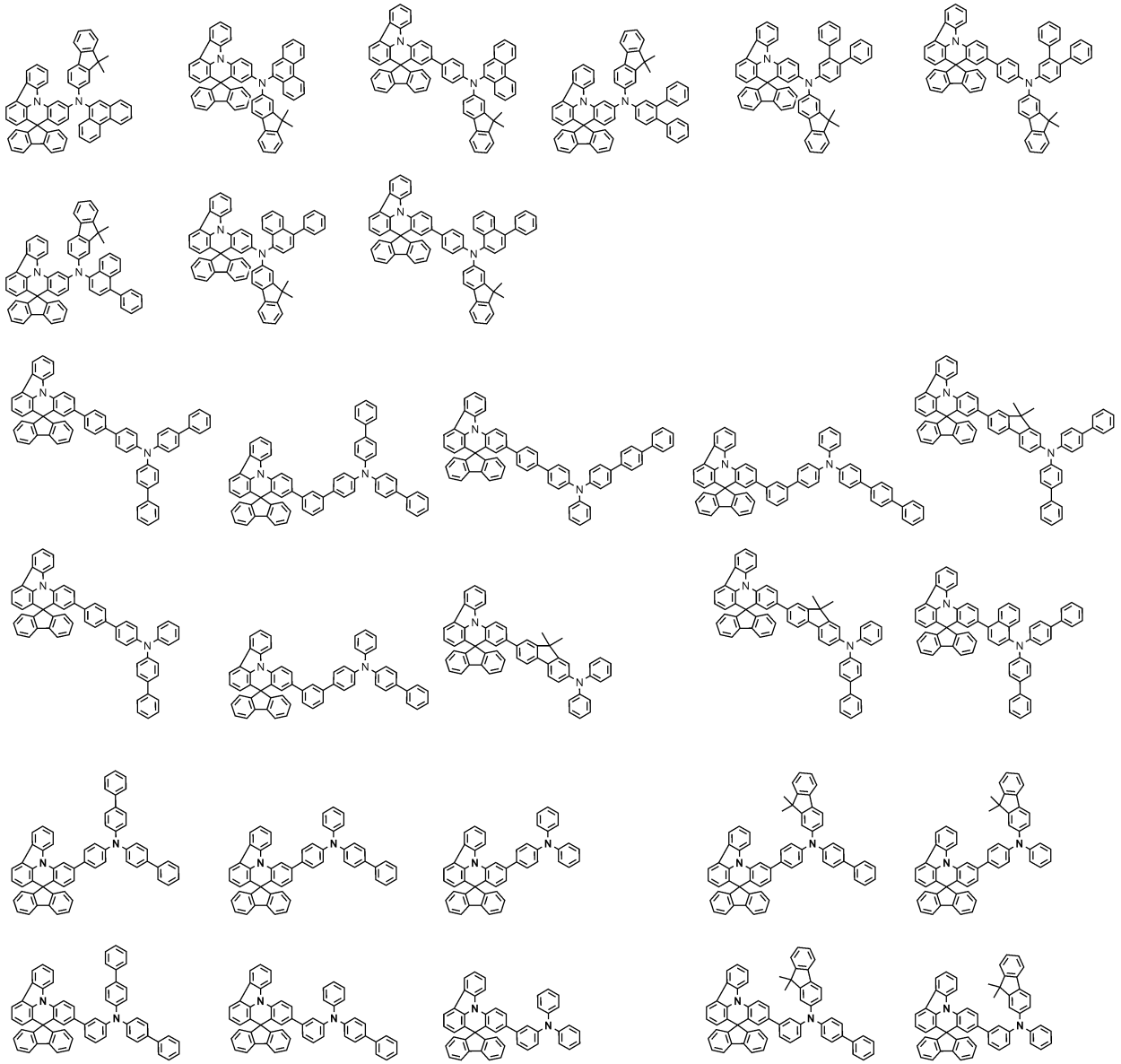


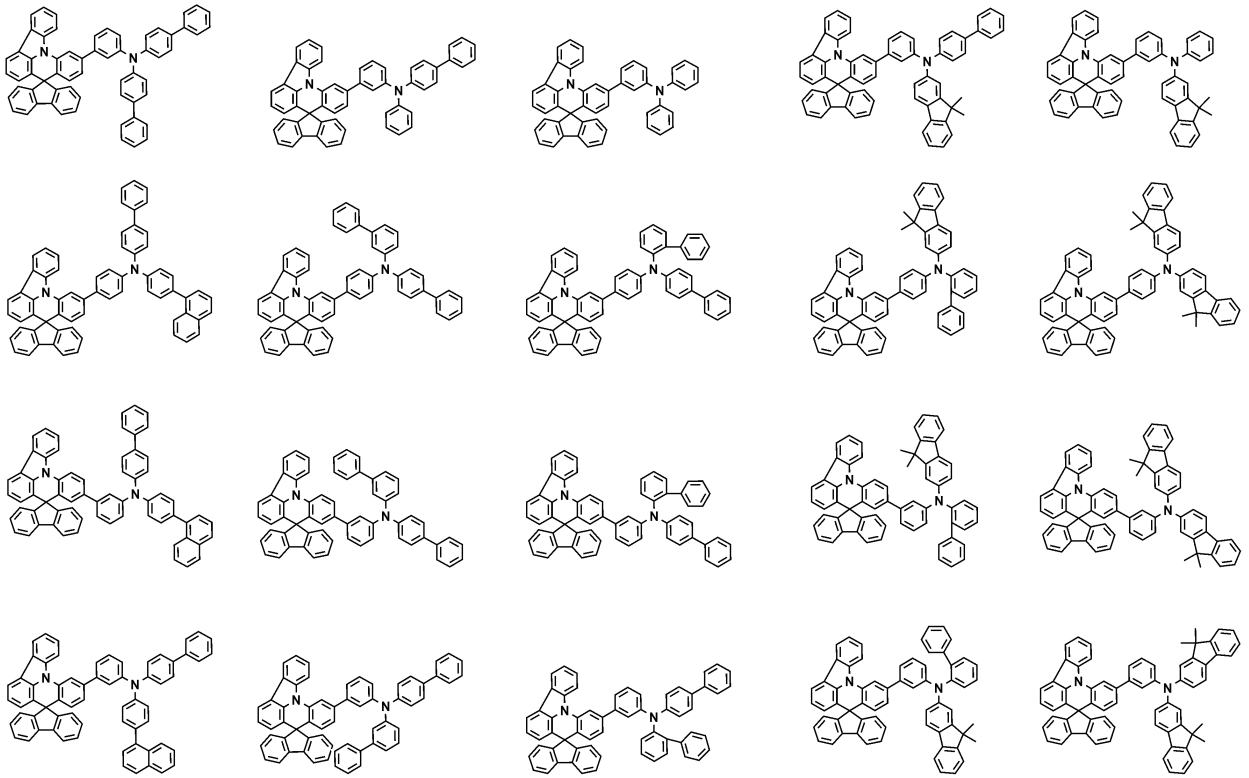
[0084]





[0086]





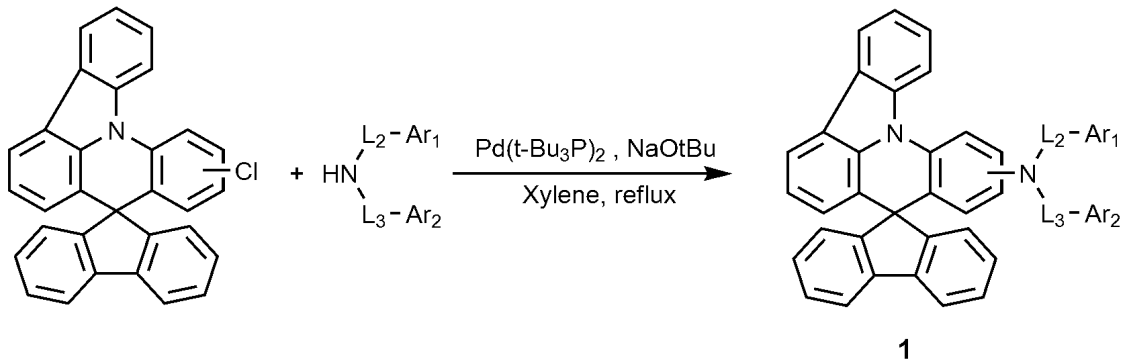
[0088]

[0090]

또한, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기 반응식 1-1 또는 1-2와 같이 제조할 수 있으며, 상기 제조 방법은 후술할 제조예에서 보다 구체화될 수 있다. 또한, 하기 반응식 1-1은 화학식 1에서 L1이 결합인 경우를 의미한다.

[0091]

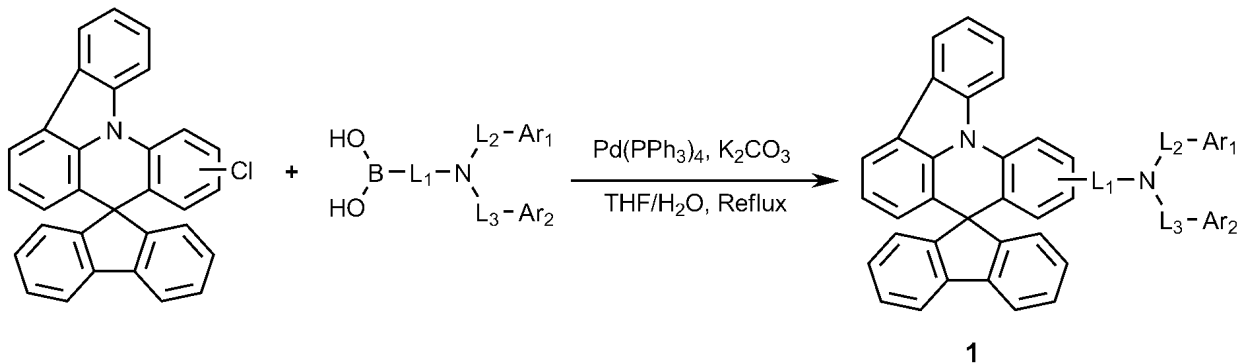
[반응식 1-1]



[0092]

[0093]

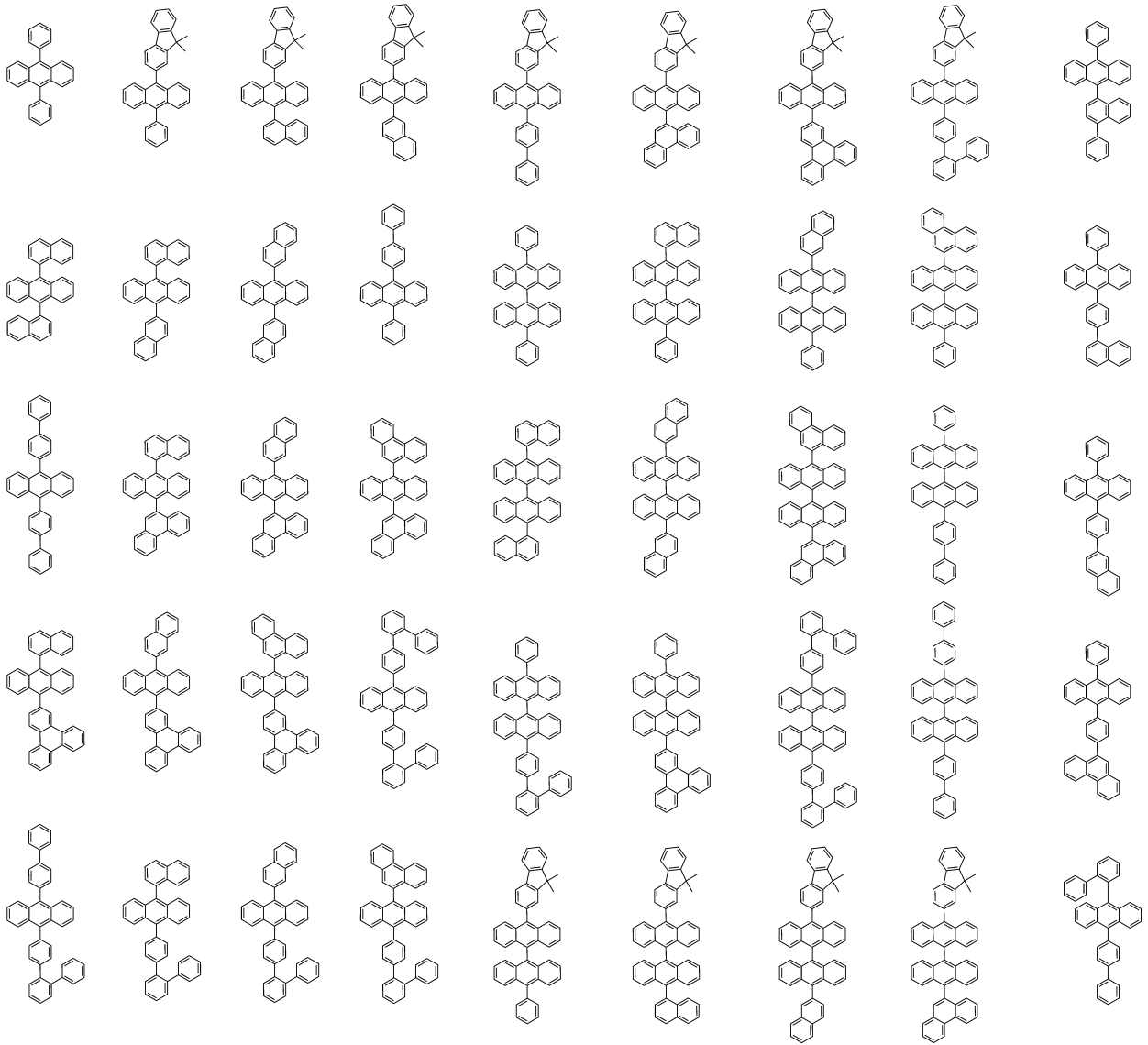
[반응식 1-2]



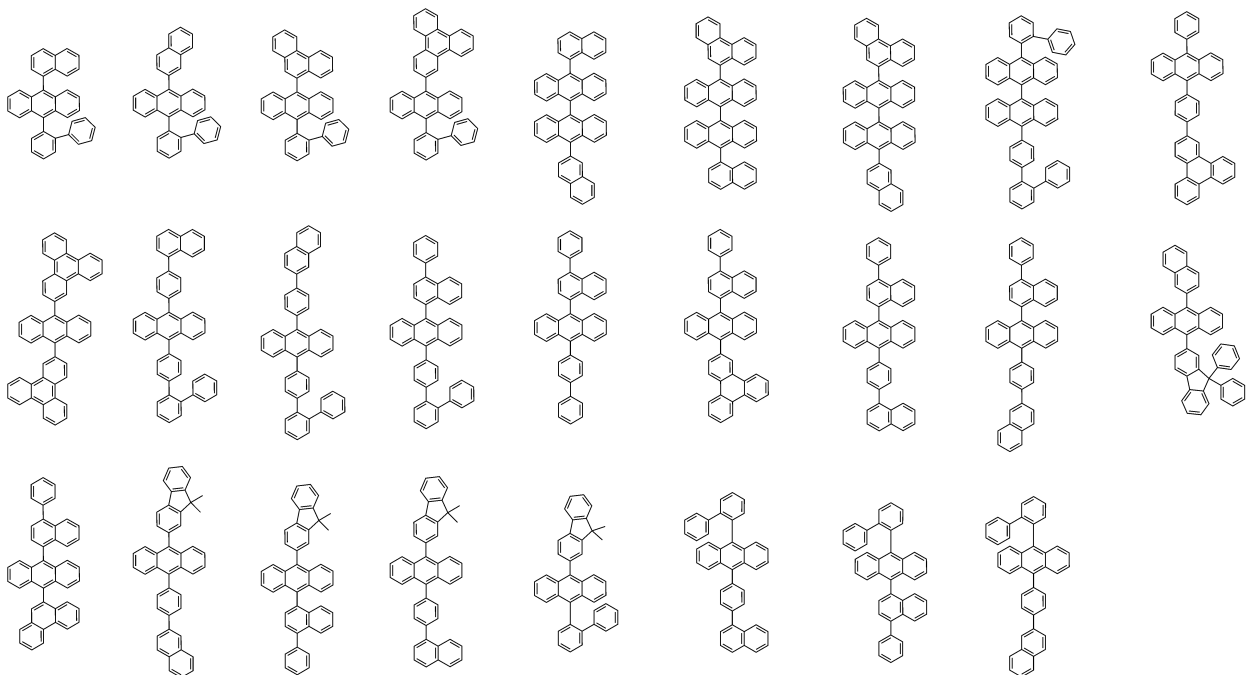
[0094]

- [0095] (상기 반응식 1-1 및 1-2에서,  $Ar_1$ ,  $Ar_2$ ,  $L_1$ ,  $L_2$  및  $L_3$ 은 앞서 정의한 바와 같다)
- [0097] **발광층**
- [0098] 본 발명에서 사용되는 발광층은, 양극과 음극으로부터 전달받은 정공과 전자를 결합시킴으로써 가시광선 영역의 빛을 낼 수 있는 층으로서, 형광이나 인광에 대한 양자 효율이 좋은 물질이 바람직하다.
- [0100] 일반적으로, 발광층은 호스트 재료와 도펀트 재료를 포함하며, 본 발명에는 상기 화학식 2로 표시되는 화합물을 호스트로 포함한다.
- [0102] 상기 화학식 2에서, 바람직하게는,  $Ar_3$  및  $Ar_4$ 는 각각 독립적으로 페닐, 비페닐린, 터페닐린, 나프틸, 페난쓰레닐, 트리페닐레닐, 디메틸플루오레닐, 또는 디페닐플루오레닐이다.
- [0104] 또한 바람직하게는,  $L_4$  및  $L_5$ 는 각각 독립적으로 결합, 페닐렌, 나프틸렌, 또는 안트라세닐렌이다.

[0106] 상기 화학식 2로 표시되는 화합물의 대표적인 예는 다음과 같다:



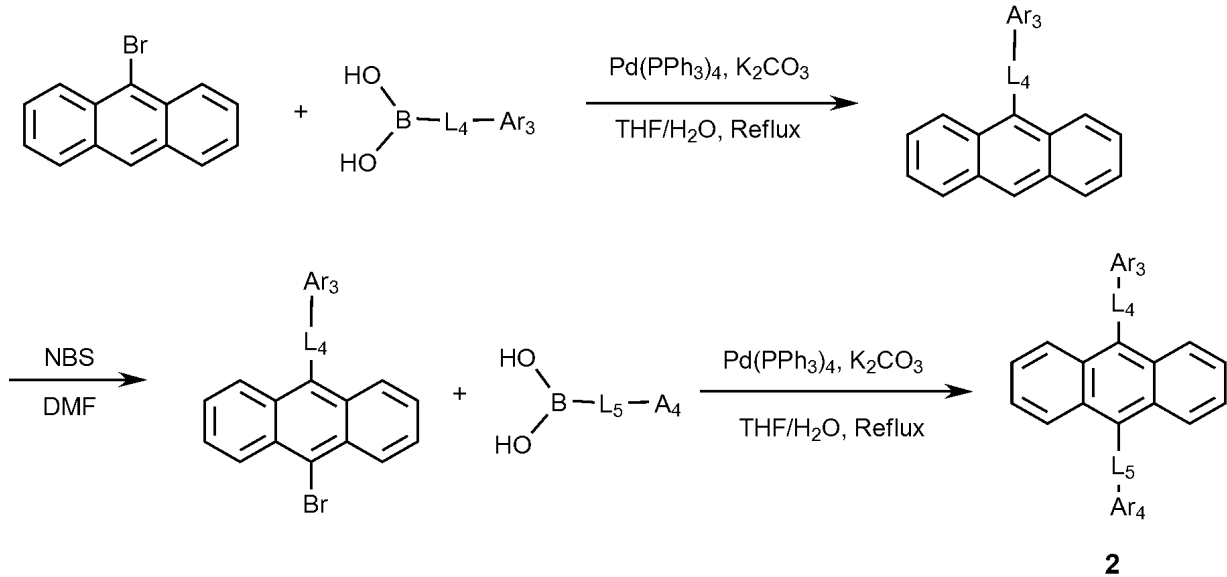
[0107]



[0108]

[0110] 또한, 상기 화학식 2로 표시되는 화합물은 하기 반응식 2와 같이 제조할 수 있으며, 상기 제조 방법은 후술할 제조예에서 보다 구체화될 수 있다.

[0111] [반응식 2]



[0112] (상기 반응식 2에서, Ar<sub>3</sub>, Ar<sub>4</sub>, L<sub>4</sub> 및 L<sub>5</sub>는 앞서 정의한 바와 같다)

[0115] 상기 도펀트 재료로는 유기 발광 소자에 사용되는 물질이면 특별히 제한되지 않는다. 일례로, 방향족 아민 유도체, 스티릴아민 화합물, 붕소 착체, 플루오란텐 화합물, 금속 착체 등이 있다. 구체적으로 방향족 아민 유도체로는 치환 또는 비치환된 아릴아미노기를 갖는 축합 방향족화합물, 아릴아미노기를 갖는 피렌, 안트라센, 크리센, 페리플란텐 등이 있으며, 스티릴아민 화합물로는 치환 또는 비치환된 아릴아민에 적어도 1개의 아릴비닐기가 치환되어 있는 화합물로, 아릴기, 실릴기, 알킬기, 사이클로알킬기 및 아릴아미노기로 이루어진 군에서 1 또는 2 이상 선택되는 치환기가 치환 또는 비치환된다. 구체적으로 스티릴아민, 스티릴디아민, 스티릴트리아민, 스티릴테트라아민 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다. 또한, 금속 착체로는 이리듐 착체, 백금 착체 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0117] 정공수송층

[0118] 본 발명에 따른 유기 발광 소자는, 상기 전자억제층과 양극 사이에 정공수송층을 포함할 수 있다.

[0120] 상기 정공수송층은 정공주입층으로부터 정공을 수취하여 발광층까지 정공을 수송하는 층으로, 정공 수송 물질로 양극이나 정공 주입층으로부터 정공을 수송받아 발광층으로 옮겨줄 수 있는 물질로 정공에 대한 이동성이 큰 물질이 적합하다.

[0122] 상기 정공 수송 물질의 구체적인 예로는 아릴아민 계열의 유기물, 전도성 고분자, 및 공액 부분과 비공액 부분이 함께 있는 블록 공중합체 등이 있으나, 이들에만 한정되는 것은 아니다.

[0124] 정공주입층 또는 전하발생층

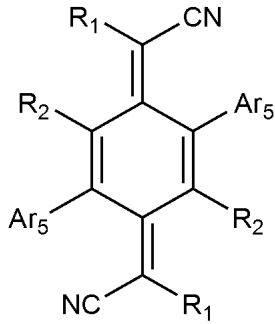
[0125] 본 발명에 따른 유기 발광 소자는, 상기 양극과 전자억제층, 또는 상기 양극과 정공수송층 사이에 정공주입층

또는 전하발생층을 포함할 수 있다.

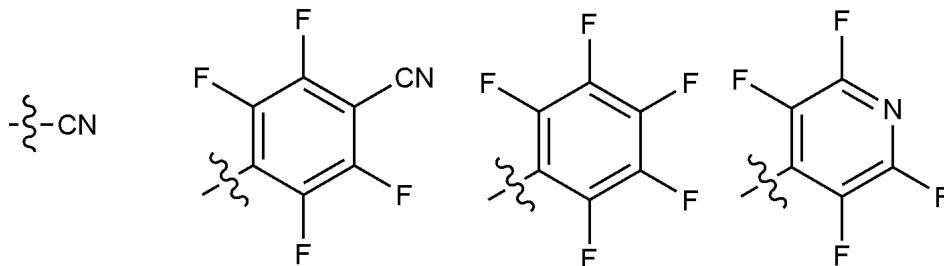
[0127] 상기 정공주입층 또는 전하발생층은 정공을 수송하는 능력을 가져 양극에서의 정공 주입효과, 발광층 또는 발광 재료에 대하여 우수한 정공 주입 효과를 갖고, 발광층에서 생성된 여기자의 전자주입층 또는 전자주입재료에의 이동을 방지하는 역할을 한다.

[0129] 특히, 상기 정공주입층 또는 전하발생층은 하기 화학식 3으로 표시되는 화합물을 포함하는 것이 바람직하다:

[0130] [화학식 3]



[0131] 상기 화학식 3에서,  
 [0132] R<sub>1</sub>은 하기로 구성되는 군으로부터 선택되는 어느 하나이고,  
 [0133]



[0134] R<sub>2</sub>는 수소, 중수소, 할로젠, 시아노, 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>1-60</sub> 할로알킬이고,  
 [0135]

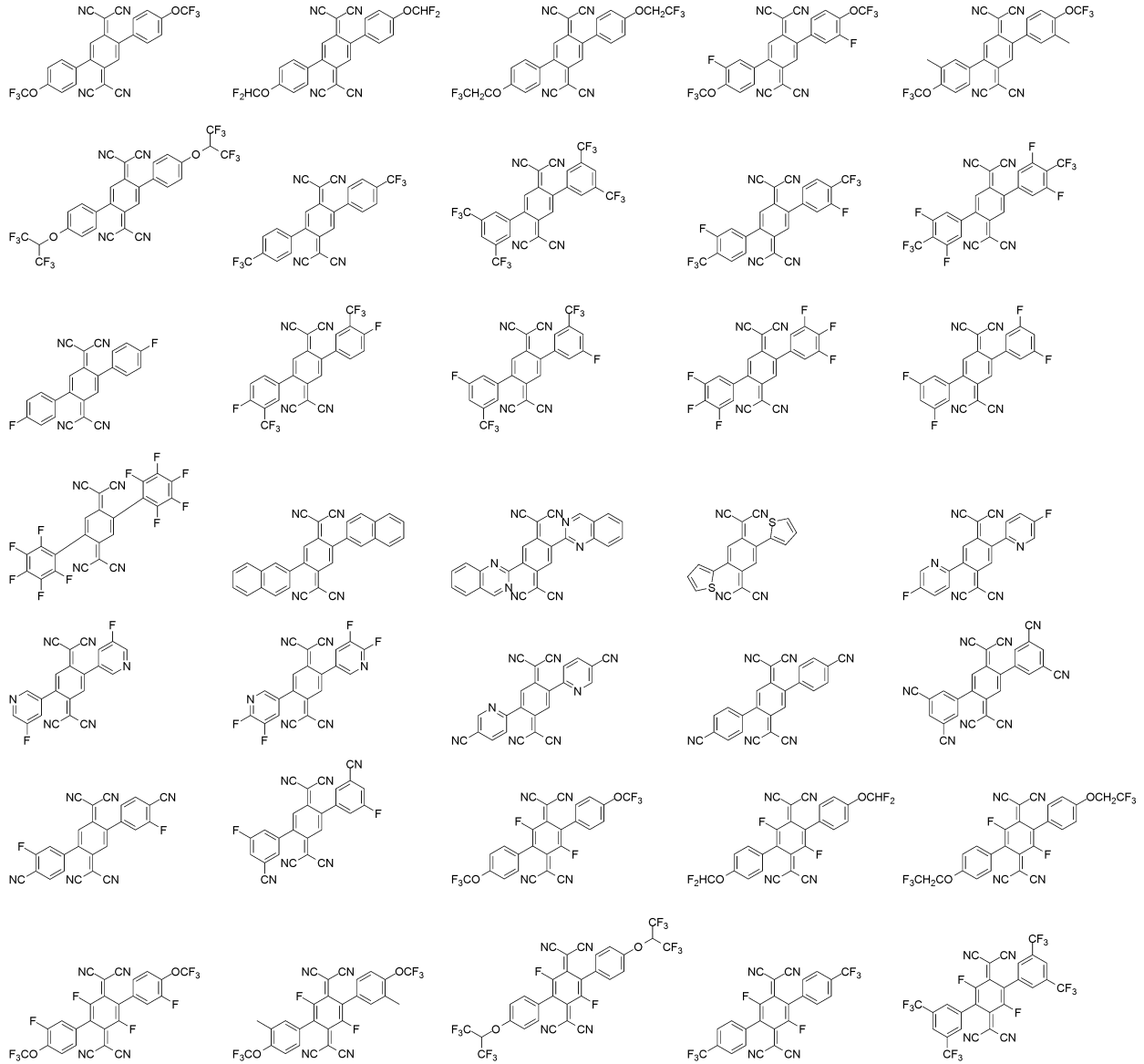
[0136] Ar<sub>5</sub>는 치환 또는 비치환된 C<sub>6-60</sub> 아릴; 또는 치환 또는 비치환된 O, N, Si 및 S로 구성되는 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는 C<sub>2-60</sub> 헤테로아릴렌이다.

[0138] 상기 화학식 3으로 표시되는 화합물은, 열적 안정성이 우수하고 화학 구조에 따른 입체 구조로 인하여 유기 발광 소자 제조시 결정화가 일어나지 않으며, 또한 전자수용성이 높아 유기 발광 소자의 구동 전압을 낮추고 장수명이 가능케 할 수 있다.

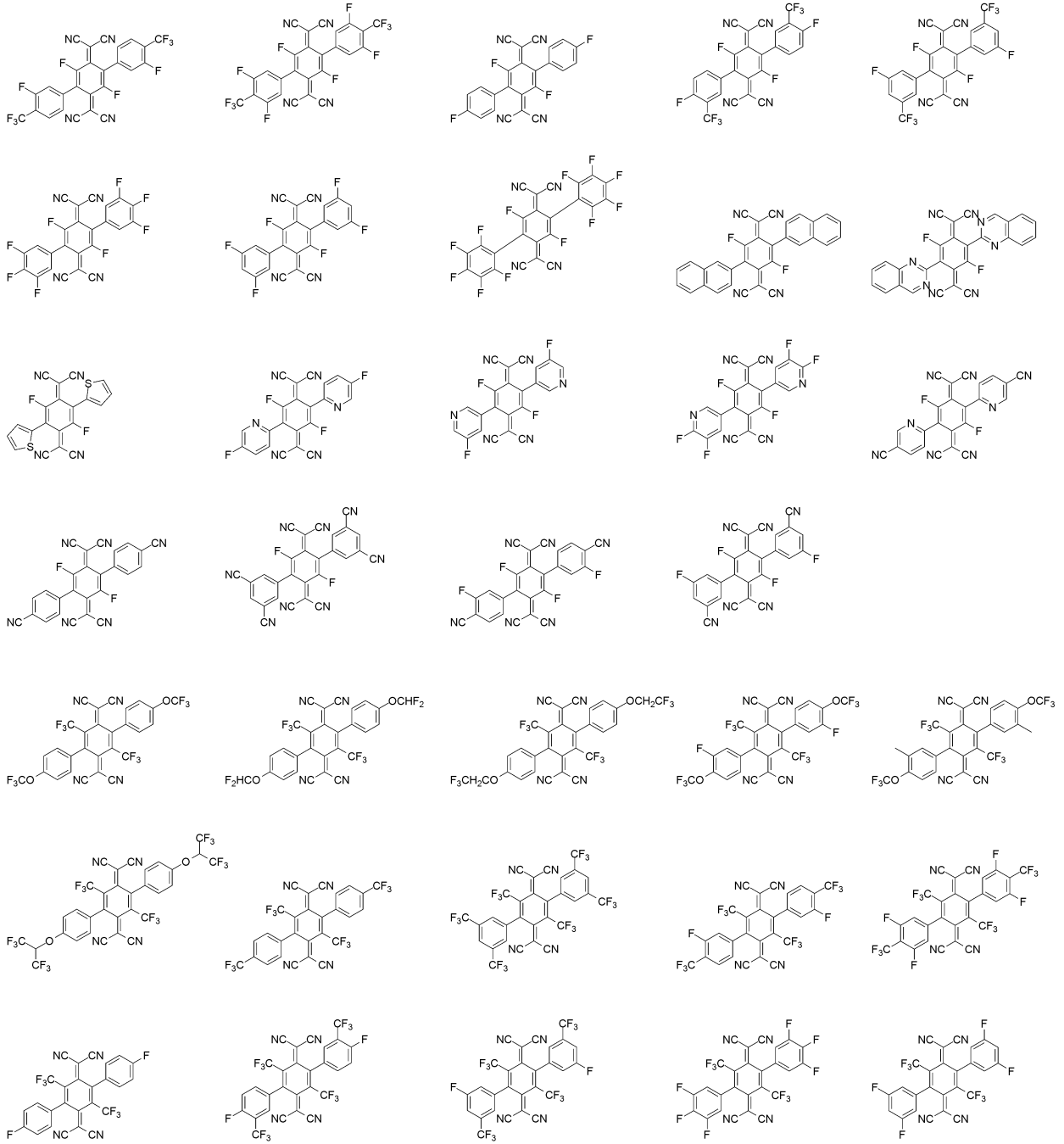
[0140] 상기 화학식 3에서, 바람직하게는, R<sub>2</sub>는 수소, 플루오로, 트리플루오로메틸이다.

[0142] 또한 바람직하게는, Ar<sub>5</sub>는 페닐, 나프틸, 피리딘, 퀴나졸리닐, 또는 티오펜일이고, 상기 Ar<sub>5</sub>는 비치환되거나 또는 할로젠, C<sub>1-6</sub> 할로알킬, C<sub>1-6</sub> 할로알콕시, 및 시아노로 구성되는 군으로부터 선택되는 1 내지 5개의 치환기로 치환된다. 보다 바람직하게는, 상기 치환기는 OCF<sub>3</sub>, OCHF<sub>2</sub>, OCH<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>, OCH(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, F, CF<sub>3</sub>, 또는 CN이다.

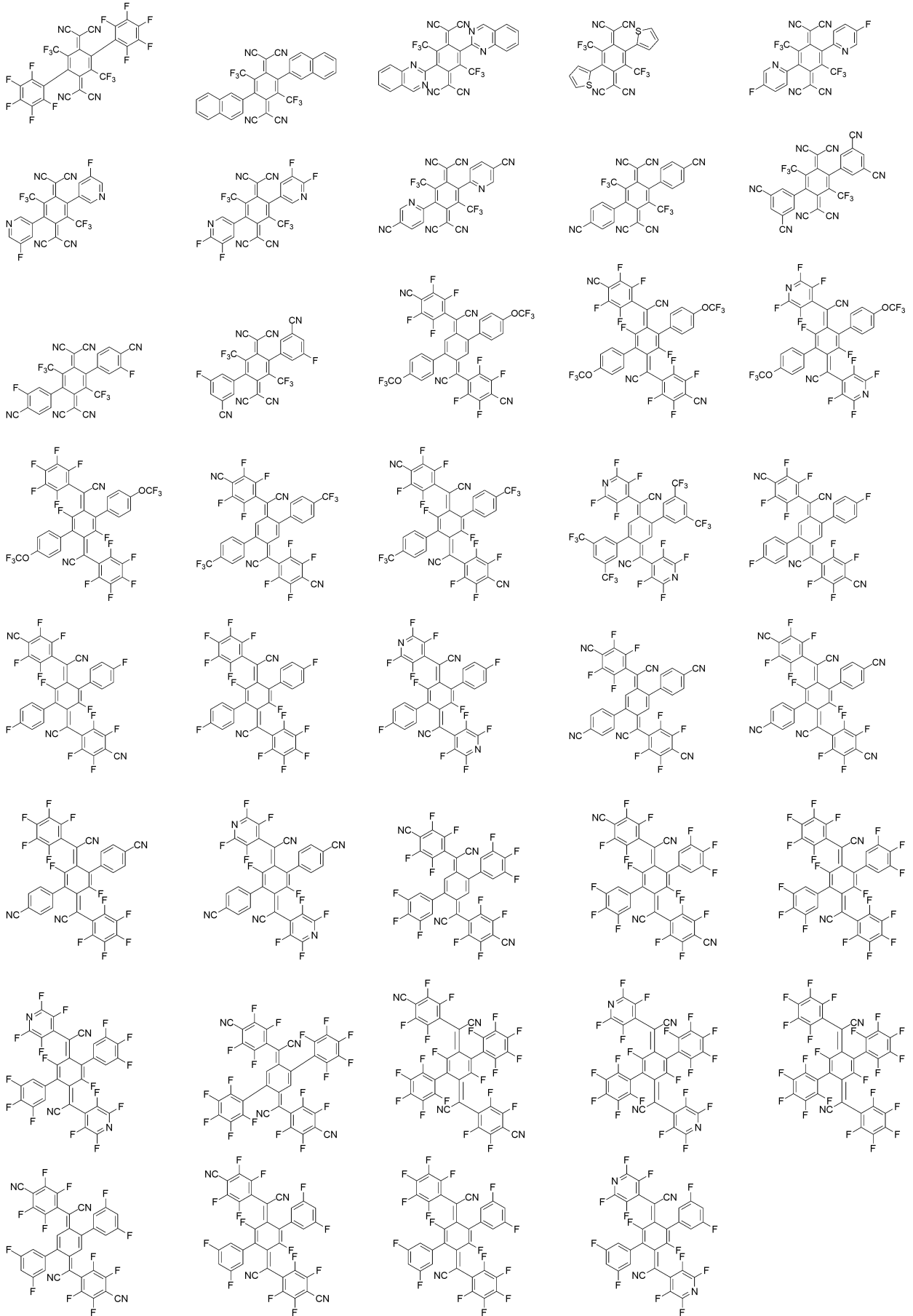
[0144] 상기 화학식 3으로 표시되는 화합물의 대표적인 예는 다음과 같다:



[0145]



[0146]



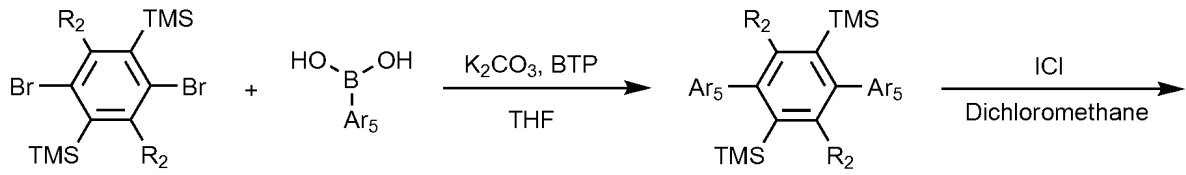
[0147]

[0148]

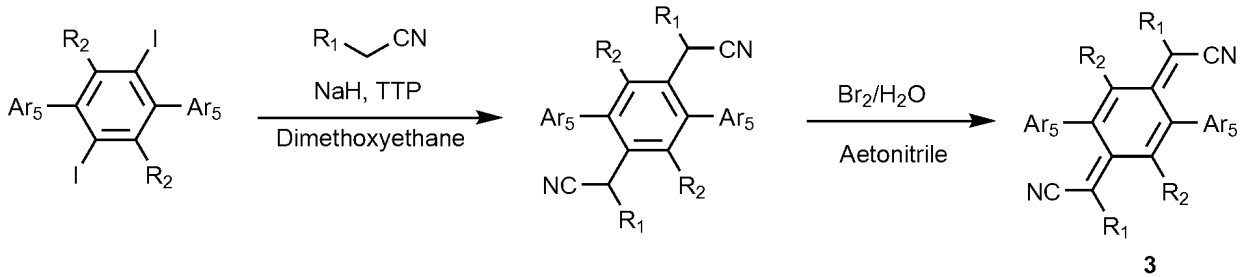
[0150] 또한, 상기 화학식 3으로 표시되는 화합물은 하기 반응식 3-1 또는 3-2와 같이 제조할 수 있으며, 상기 제조 방

법은 후술할 제조예에서 보다 구체화될 수 있다.

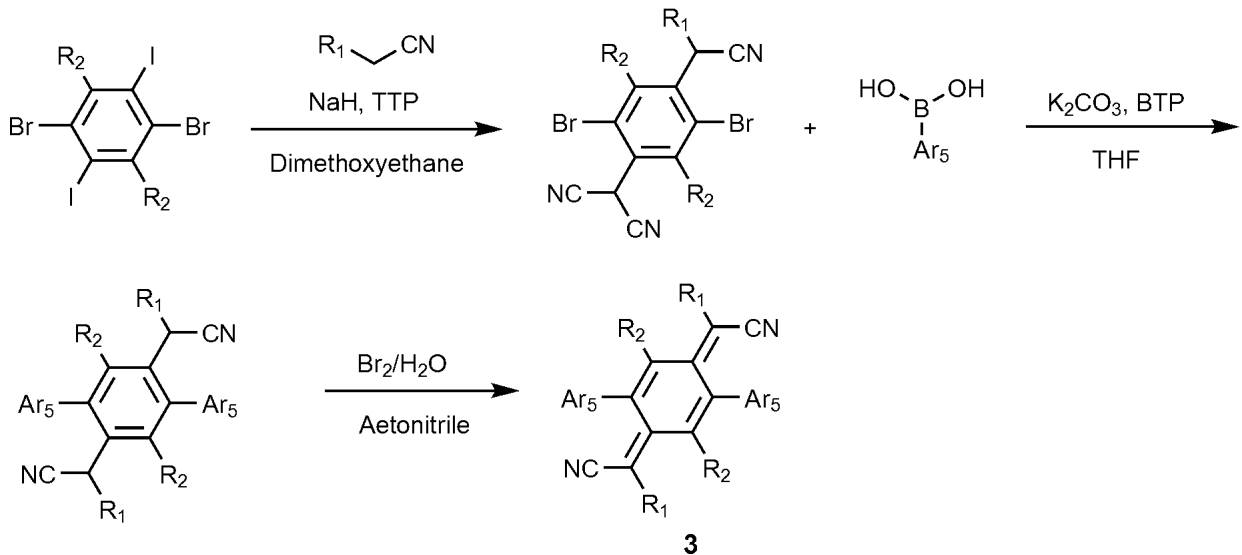
[0151] [반응식 3-1]



[0152]



[0153] [반응식 3-2]



[0154]

[0155] (상기 반응식 3-1 및 3-2에서, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> 및 Ar<sub>5</sub>는 앞서 정의한 바와 같다)

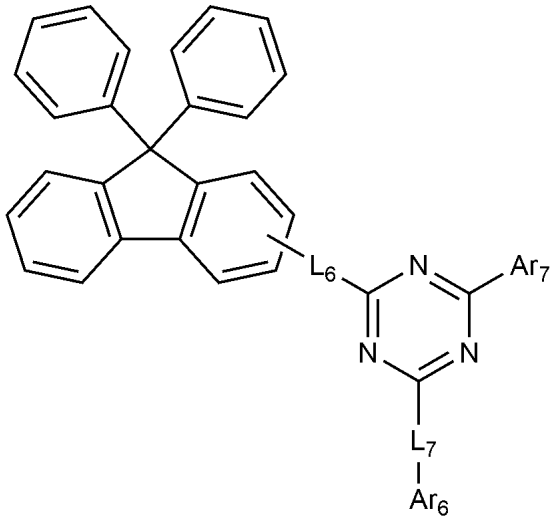
[0157] 전자수송층 또는 정공억제층

[0158] 본 발명에 따른 유기 발광 소자는, 상기 발광층과 음극 사이에 전자수송층 또는 정공억제층을 포함할 수 있다.

[0160] 상기 전자수송층 또는 정공억제층은, 음극 또는 음극 상에 형성된 전자주입층으로부터 전자를 수취하여 발광층 까지 전자를 수송하고, 또한 발광층에서 정공이 전달되는 것을 억제하는 층으로, 전자 수송 물질로는 음극으로부터 전자를 잘 주입 받아 발광층으로 옮겨줄 수 있는 물질로서, 전자에 대한 이동성이 큰 물질이 적합하다.

[0162] 상기 전자수송층 또는 정공억제층은 하기 화학식 4로 표시되는 화합물, 또는 하기 화학식 5로 표시되는 화합물을 포함하는 것이 바람직하다:

[0163] [화학식 4]



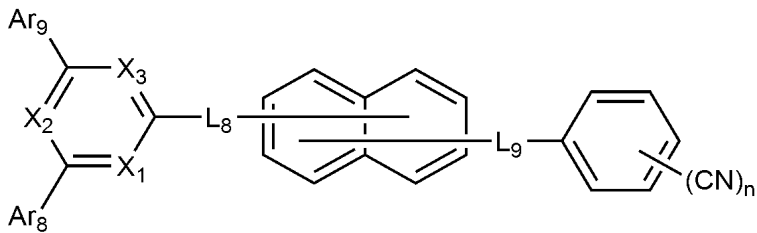
[0164]

[0165] 상기 화학식 4에서,

[0166]  $L_6$  및  $L_7$ 은 각각 독립적으로 결합; 또는 치환 또는 비치환된  $C_{6-60}$  아릴렌이고,

[0167]  $Ar_6$  및  $Ar_7$ 은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된  $C_{6-60}$  아릴; 또는 치환 또는 비치환된 O, N, Si 및 S로 구성된 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는  $C_{2-60}$  헤테로아릴이고,

[0168] [화학식 5]



[0169]

[0170] 상기 화학식 5에서,

[0171]  $X_1$  내지  $X_3$ 은 각각 독립적으로 N, 또는 CH이고,

[0172]  $L_8$  및  $L_9$ 은 각각 독립적으로, 결합; 또는 치환 또는 비치환된  $C_{6-60}$  아릴렌이고,

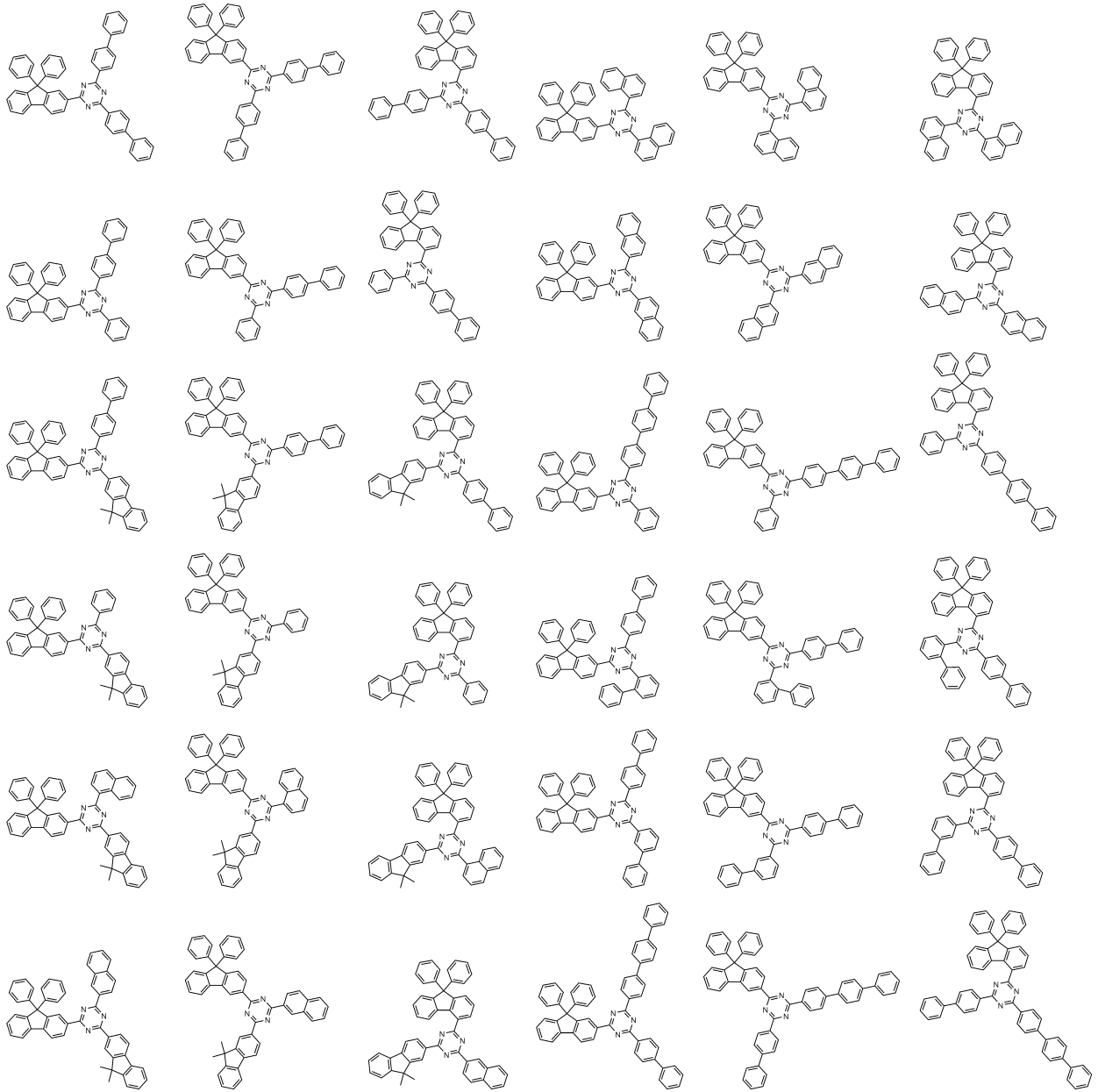
[0173]  $Ar_8$  및  $Ar_9$ 은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된  $C_{6-60}$  아릴; 또는 치환 또는 비치환된 O, N, Si 및 S로 구성된 군으로부터 선택되는 헤테로원자를 1개 이상을 포함하는  $C_{2-60}$  헤테로아릴이고,

[0174]  $n$ 은 1 내지 5의 정수이다.

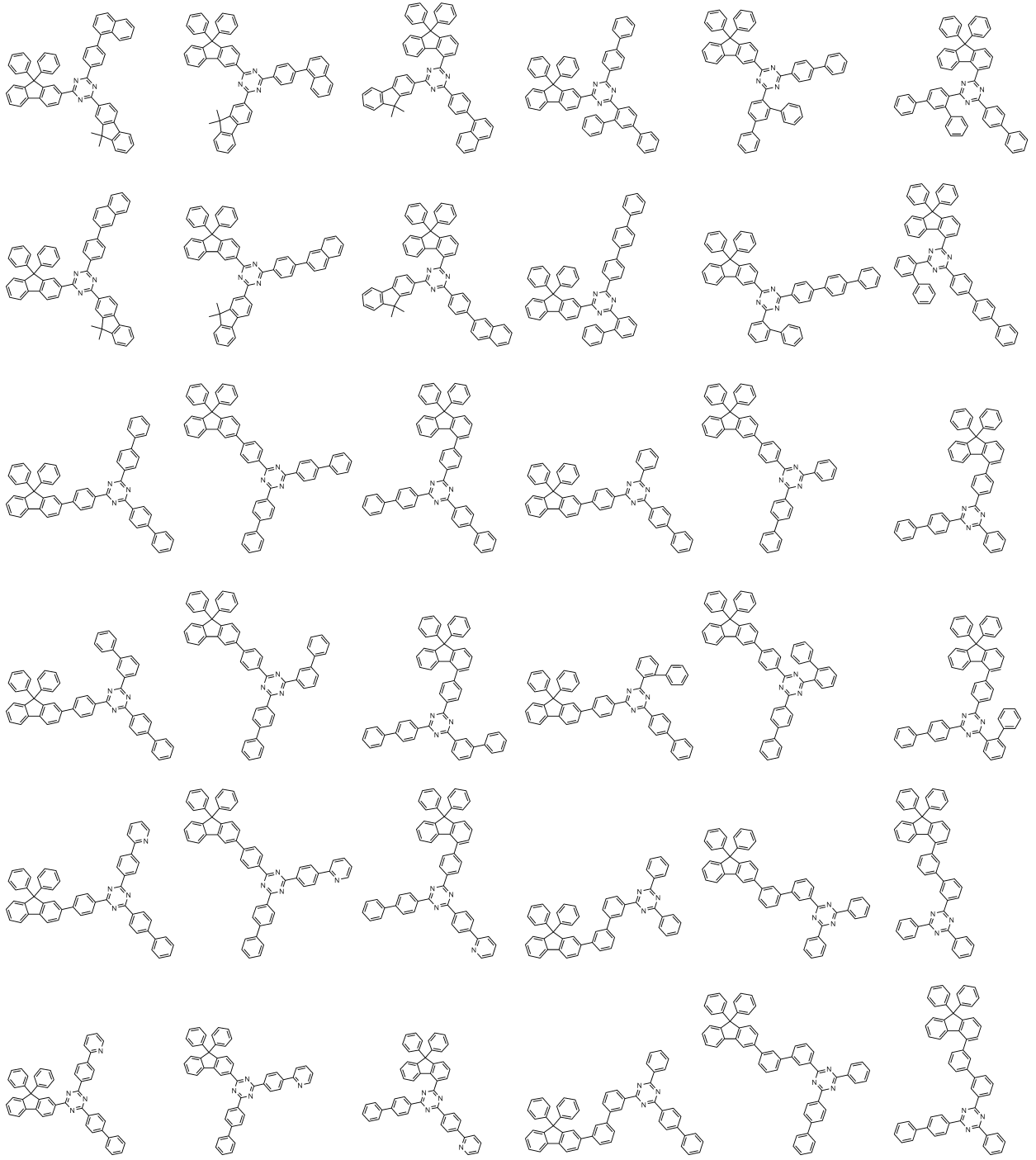
[0176] 상기 화학식 4에서, 바람직하게는,  $L_6$  및  $L_7$ 은 각각 독립적으로 결합, 페닐렌, 또는 비페닐릴렌이다.

[0178] 또한 바람직하게는,  $Ar_6$  및  $Ar_7$ 은 각각 독립적으로 페닐, 비페닐린, 터페닐린, 나프틸, 디메틸플루오레닐, 또는 피리디닐이다.

[0180] 상기 화학식 4로 표시되는 화합물의 대표적인 예는 다음과 같다:



[0181]

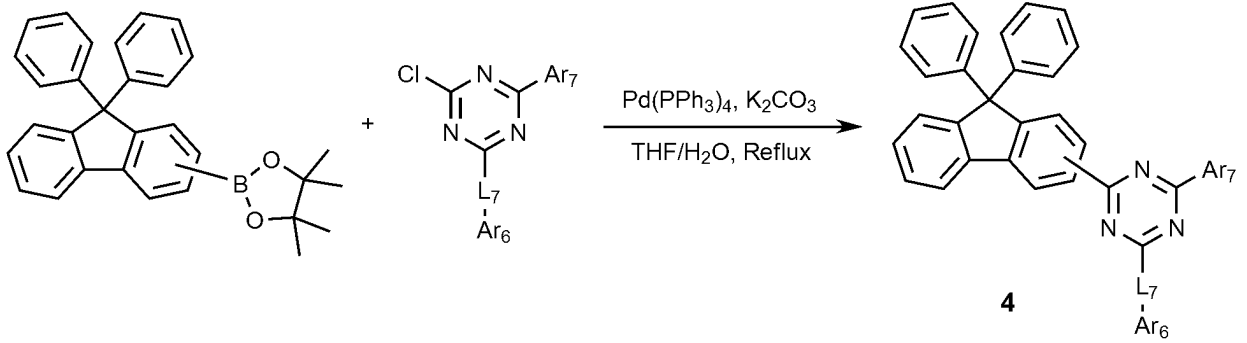
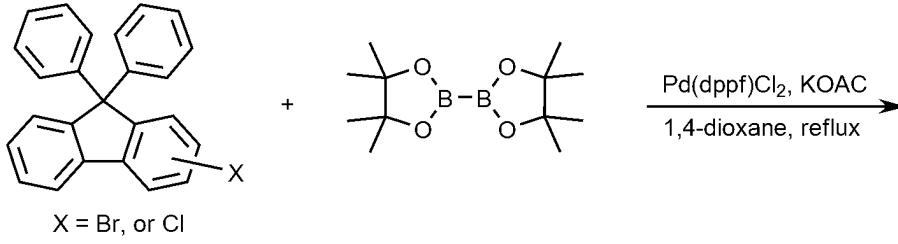


[0182]

[0184]

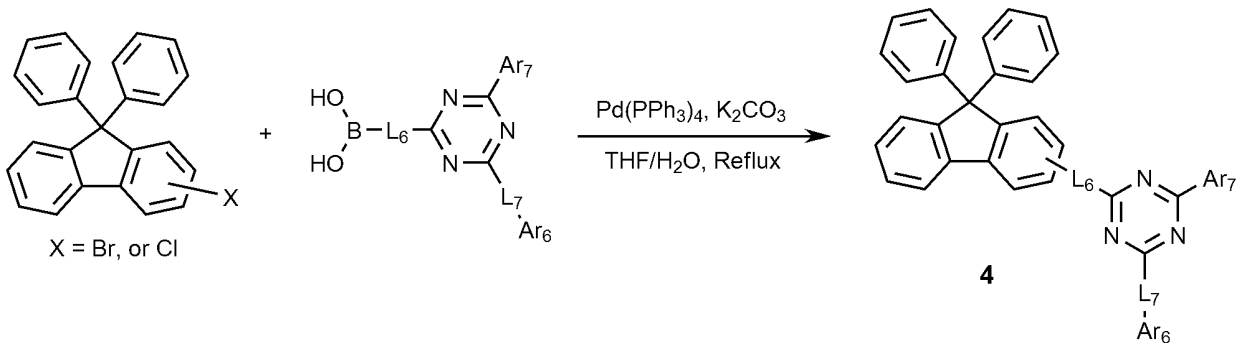
또한, 상기 화학식 4로 표시되는 화합물은 하기 반응식 4-1 또는 4-2와 같이 제조할 수 있으며, 상기 제조 방법은 후술할 제조예에서 보다 구체화될 수 있다. 또한, 하기 반응식 4-1은 화학식 4에서 L<sub>4</sub>가 결합인 경우를 의미한다.

[0185] [반응식 4-1]



[0186]

[0187] [반응식 4-2]



[0188]

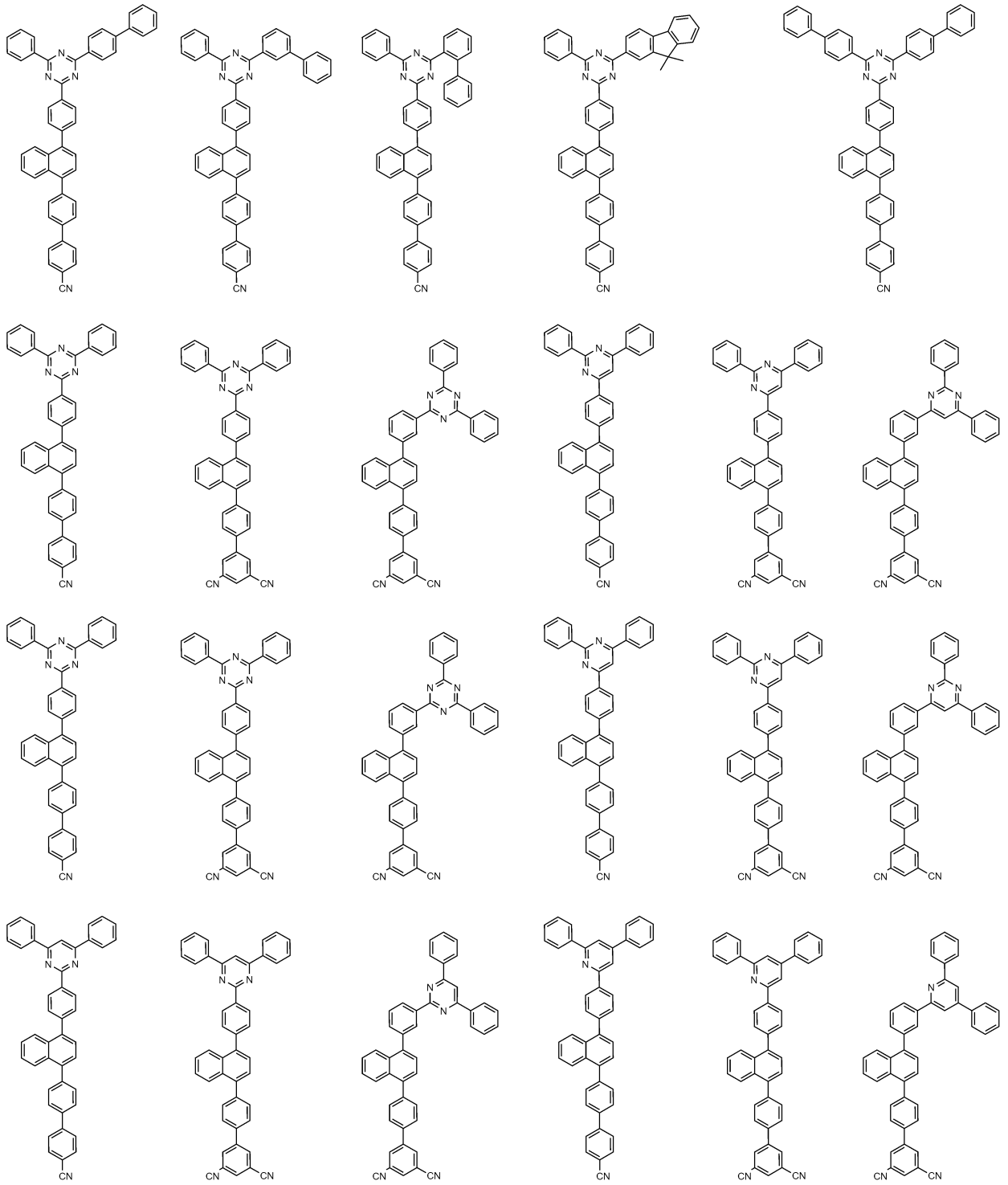
[0189] (상기 반응식 4-1 및 4-2에서, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub>, Ar<sub>6</sub>, 및 Ar<sub>7</sub>은 앞서 정의한 바와 같다)

[0191] 상기 화학식 5에서, 바람직하게는, X<sub>1</sub> 내지 X<sub>3</sub> 중 적어도 하나 이상이 N이다.

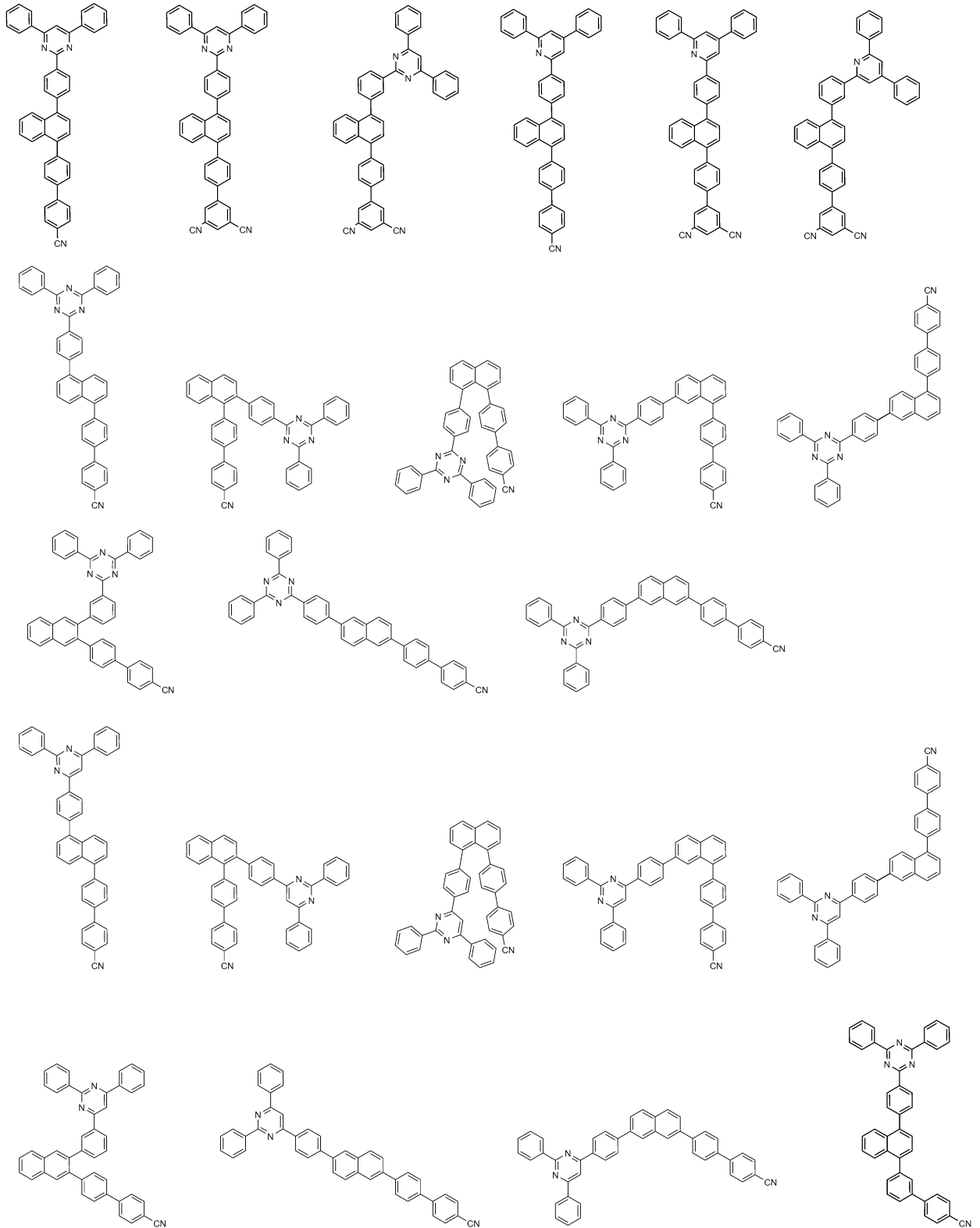
[0193] 또한 바람직하게는, L<sub>8</sub> 및 L<sub>9</sub>은 각각 독립적으로, 페닐렌이다.

[0195] 또한, 바람직하게는, Ar<sub>8</sub> 및 Ar<sub>9</sub>는 각각 독립적으로 페닐, 비페닐, 또는 디메틸플루오레닐이다.

[0197] 상기 화학식 5로 표시되는 화합물의 대표적인 예는 다음과 같다:



[0198]

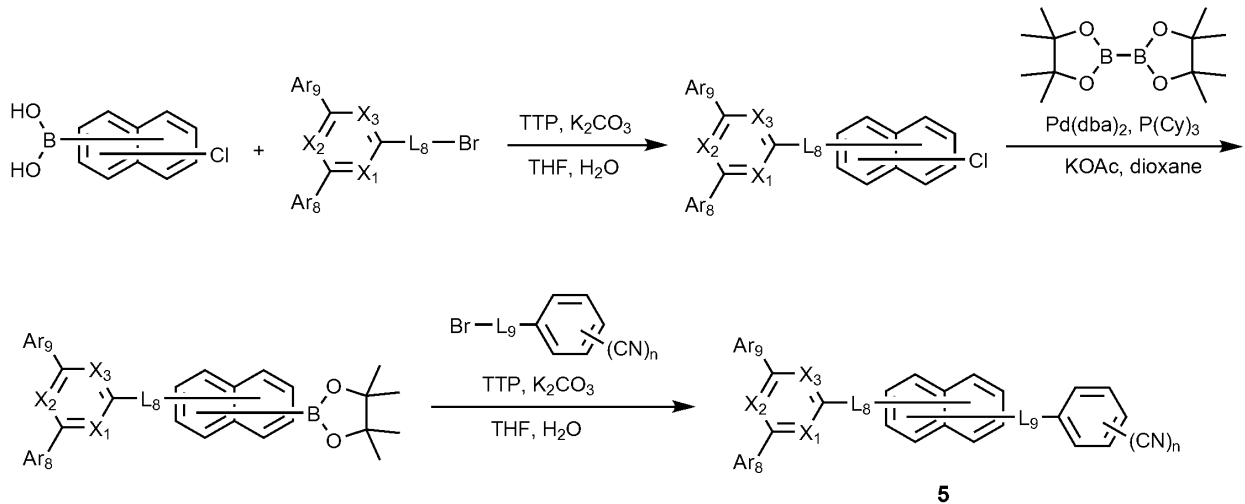


[0199]

[0201]

또한, 상기 화학식 5로 표시되는 화합물은 하기 반응식 5와 같이 제조할 수 있으며, 상기 제조 방법은 후술할 제조예에서 보다 구체화될 수 있다.

[0202] [반응식 5]



[0203]

[0204] (상기 반응식 5에서, X<sub>1</sub> 내지 X<sub>3</sub>, L<sub>8</sub>, L<sub>9</sub>, Ar<sub>8</sub>, Ar<sub>9</sub> 및 n은 앞서 정의한 바와 같다)

[0206] 전자주입층

[0207] 본 발명에 따른 유기 발광 소자는 상기 전자수송층과 음극 사이에 전자주입층을 추가로 포함할 수 있다. 상기 전자주입층은 전극으로부터 전자를 주입하는 층으로, 전자를 수송하는 능력을 갖고, 음극으로부터의 전자 주입 효과, 발광층 또는 발광 재료에 대하여 우수한 전자주입 효과를 가지며, 발광층에서 생성된 여기자의 정공주입 층에의 이동을 방지하고, 또한, 박막형성능력이 우수한 화합물이 바람직하다.

[0209] 상기 전자주입층으로 사용될 수 있는 물질의 구체적인 예로는, 플루오레논, 안트라퀴노다이메탄, 다이페노퀸논, 티오피란 다이옥사이드, 옥사졸, 옥사다이아졸, 트리아졸, 이미다졸, 페릴렌테트라카복실산, 프레오레닐리덴 메탄, 안트론 등과 그들의 유도체, 금속 착체 화합물 및 질소 함유 5원환 유도체 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0211] 상기 금속 착체 화합물로서는 8-하이드록시퀴놀리나토 리튬, 비스(8-하이드록시퀴놀리나토)아연, 비스(8-하이드록시퀴놀리나토)구리, 비스(8-하이드록시퀴놀리나토)망간, 트리스(8-하이드록시퀴놀리나토)알루미늄, 트리스(2-메틸-8-하이드록시퀴놀리나토)알루미늄, 트리스(8-하이드록시퀴놀리나토)갈륨, 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨, 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)아연, 비스(2-메틸-8-퀴놀리나토)클로로갈륨, 비스(2-메틸-8-퀴놀리나토)(o-크레졸라토)갈륨, 비스(2-메틸-8-퀴놀리나토)(1-나프톨라토)알루미늄, 비스(2-메틸-8-퀴놀리나토)(2-나프톨라토)갈륨 등이 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0213] 유기 발광 소자

[0214] 본 발명에 따른 유기 발광 소자의 구조를 도면에 예시하였다. 도 1은, 기판(1), 양극(2), 정공수송층(3), 전자억제층(4), 발광층(5), 전자수송층(6), 및 음극(7)으로 이루어진 유기 발광 소자의 예를 도시한 것이다. 또한, 도 2는, 기판(1), 양극(2), 정공주입층(8), 정공수송층(3), 전자억제층(4), 발광층(5), 전자수송층(6), 및 음극(6)으로 이루어진 유기 발광 소자의 예를 도시한 것이다.

[0216] 본 발명에 따른 유기 발광 소자는 상술한 구성을 순차적으로 적층시켜 제조할 수 있다. 이때, 스퍼터링법(sputtering)이나 전자빔 증발법(e-beam evaporation)과 같은 PVD(physical Vapor Deposition)방법을 이용하여, 기판 상에 금속 또는 전도성을 가지는 금속 산화물 또는 이들의 합금을 증착시켜 양극을 형성하고, 그 위에 상술한 각 층을 형성한 후, 그 위에 음극으로 사용할 수 있는 물질을 증착시켜 제조할 수 있다. 이와

같은 방법 외에도, 기관 상에 음극 물질로부터 유기물층, 양극 물질을 차례로 증착시켜 유기 발광 소자를 만들 수 있다. 또한, 발광층은 호스트 및 도펀트를 진공 증착법 뿐만 아니라 용액 도포법에 의하여 형성될 수 있다. 여기서, 용액 도포법이라 함은 스핀 코팅, 딥코팅, 닥터 블레이딩, 잉크젯 프린팅, 스크린 프린팅, 스프레이법, 롤 코팅 등을 의미하지만, 이들만으로 한정되는 것은 아니다.

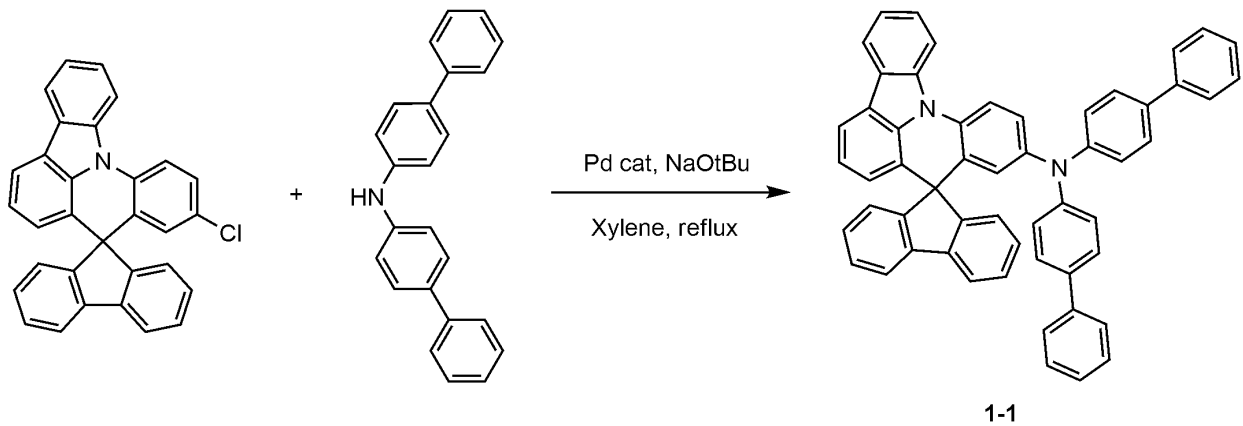
[0218] 이와 같은 방법 외에도, 기관 상에 음극 물질로부터 유기물층, 양극 물질을 차례로 증착시켜 유기 발광 소자를 제조할 수 있다(WO 2003/012890). 다만, 제조 방법이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0220] 한편, 본 발명에 따른 유기 발광 소자는 사용되는 재료에 따라 전면 발광형, 후면 발광형 또는 양면 발광형일 수 있다.

[0222] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시한다. 그러나 하기의 실시예는 본 발명을 보다 쉽게 이해하기 위하여 제공되는 것일 뿐, 이에 의해 본 발명의 내용이 한정되는 것은 아니다.

[0224] [제조예]

[0225] 제조예 1-1: 화합물 1-1의 제조

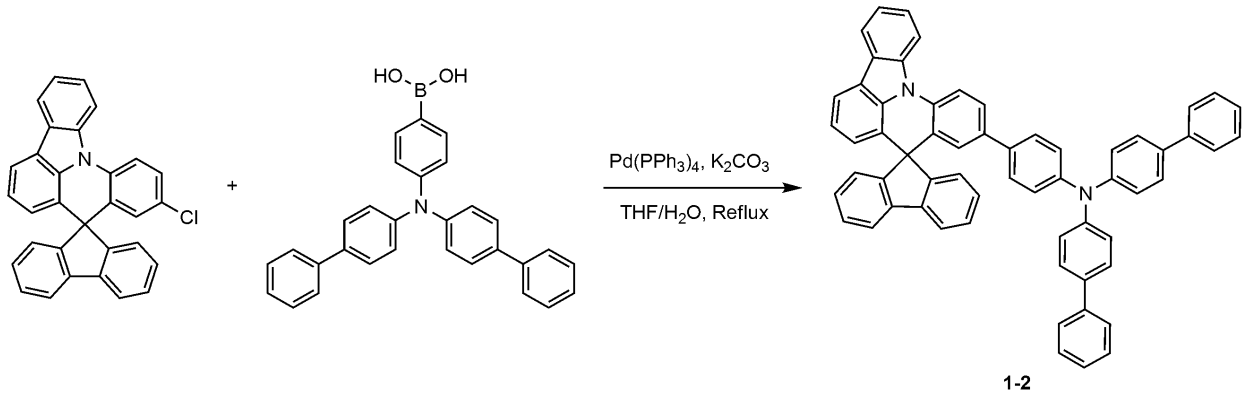


[0226]

[0227] 질소 분위기에서 500 ml 둥근 바닥 플라스크에 10'-클로로스피로[플루오렌-9,8'-인돌로[3,2,1-de]아크리딘](7.68 g, 22.99 mmol), 디비페닐-4-일아민(5.61 g, 26.44 mmol)을 자일렌(220 ml)에 완전히 녹인 후 소듐 터트-부톡사이드(3.54 g, 36.79 mmol)를 첨가하고, Pd(t-Bu<sub>3</sub>P)<sub>2</sub>(0.24 g, 0.46 mmol)을 넣은 후 3시간 동안 가열 및 교반하였다. 상온으로 온도를 낮추고 여과하여 base를 제거한 후 자일렌을 감압 농축시켜 제거하고 에틸 아세테이트(260 ml)로 재결정을 2회 실시하여 화합물 1-1(12.34 g, 수율: 77%)을 제조하였다.

[0228] MS: [M+H]<sup>+</sup> = 725

[0230] 제조예 1-2: 화합물 1-2의 제조

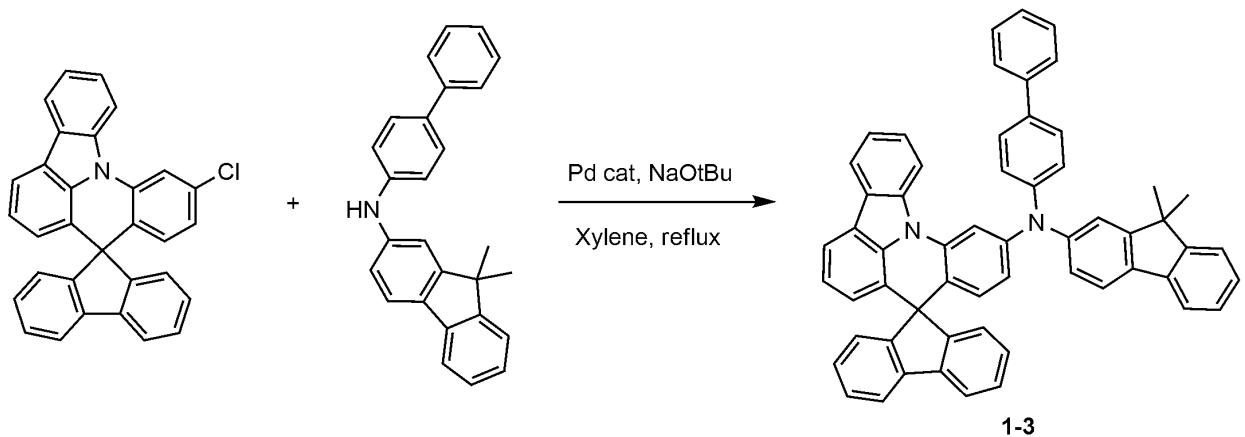


[0231]

[0232] 질소 분위기에서 500 ml 둥근 바닥 플라스크에 10'-클로로스피로[플루오렌-9,8'-인돌로[3,2,1-de]아크리딘](8.12 g, 24.31 mmol), 4-(디비페닐-4-일아미노)페닐보론산(11.90 g, 26.74 mmol)을 THF(260 ml)에 완전히 녹인 후 2M 탄산칼륨 수용액(130 ml)을 첨가하고, 테트라키스-(트리페닐포스핀)팔라듐(0.84 g, 0.73 mmol)을 넣은 후 3시간 동안 가열 및 교반하였다. 상온으로 온도를 낮추고 물 층을 제거하고 무수황산마그네슘으로 건조한 후 감압농축 시키고 THF(210 ml)로 재결정하여 화합물 1-2(14.46 g, 수율: 74%)를 제조하였다.

[0233] MS:  $[M+H]^+$  = 801

[0235] 제조예 1-3: 화합물 1-3의 제조

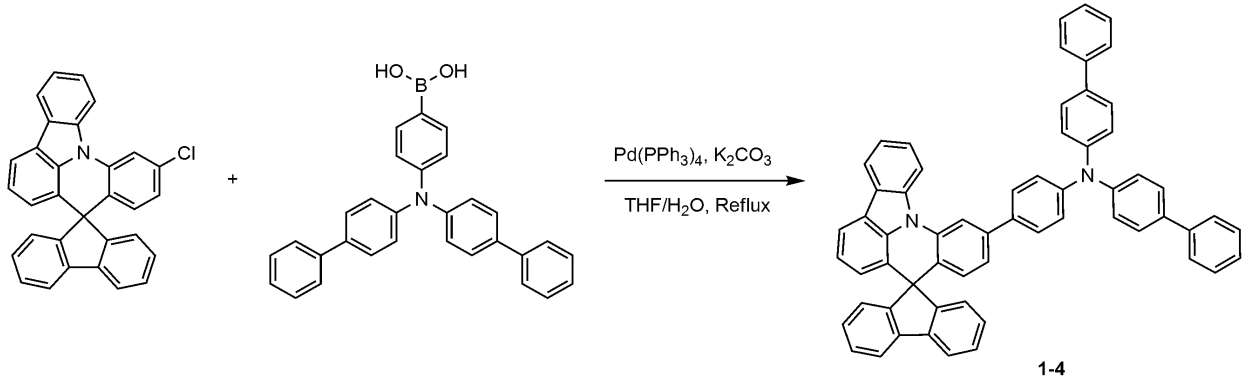


[0236]

[0237] 10'-클로로스피로[플루오렌-9,8'-인돌로[3,2,1-de]아크리딘] 대신 11'-클로로스피로[플루오렌-9,8'-인돌로[3,2,1-de]아크리딘]를 사용하고, 디비페닐-4-일아민 대신 N-(비페닐-4-일)-9,9-디메틸-9H-플루오렌-2-아민을 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 1-1의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 1-3를 제조하였다.

[0238] MS:  $[M+H]^+$  = 765

[0240] 제조예 1-4: 화합물 1-4의 제조

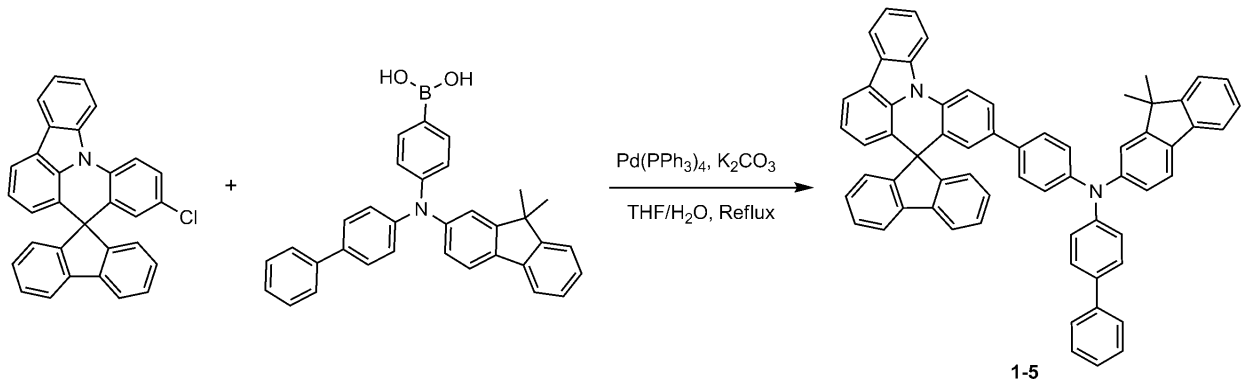


[0241]

[0242] 10'-클로로스피로[플루오렌-9,8'-인돌로[3,2,1-de]아크리딘] 대신 11'-클로로스피로[플루오렌-9,8'-인돌로[3,2,1-de]아크리딘]를 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 1-2의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 1-4를 제조하였다.

[0243] MS:  $[M+H]^+ = 801$

[0245] 제조예 1-5: 화합물 1-5의 제조

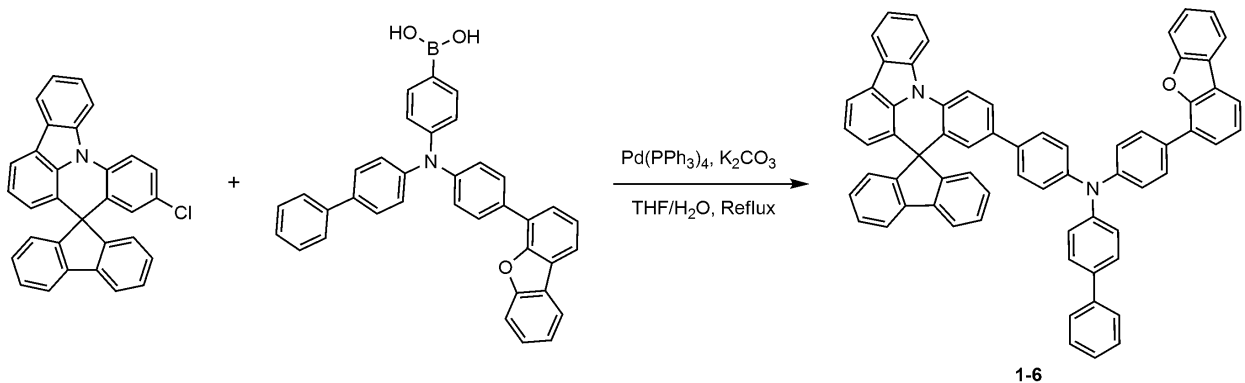


[0246]

[0247] 4-(디비페닐-4-일아미노)페닐보론산 대신 4-(비페닐-4-일(9,9-디메틸-9H-플루오렌-2-일)아미노)페닐보론산을 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 1-2의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 1-5를 제조하였다.

[0248] MS:  $[M+H]^+ = 841$

[0250] 제조예 1-6: 화합물 1-6의 제조



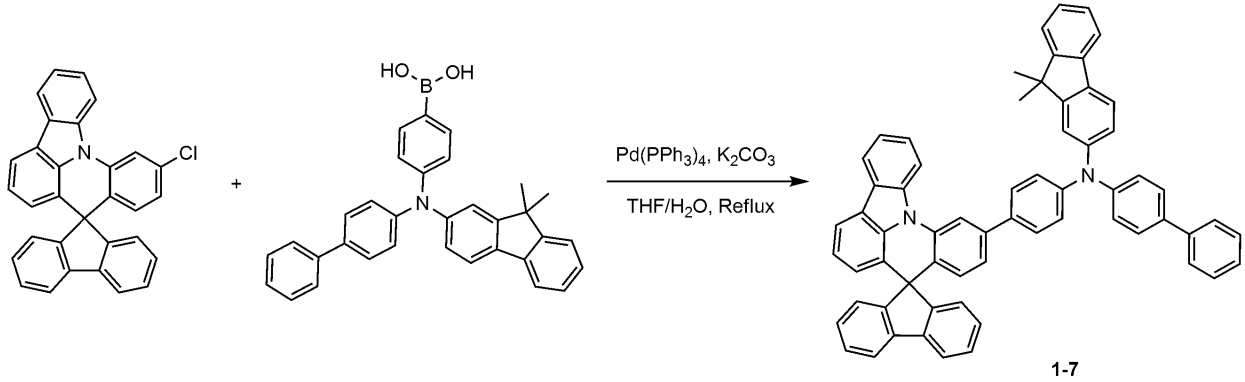
[0251]

[0252] 4-(디비페닐-4-일아미노)페닐보론산 대신 4-(비페닐-4-일(4-(디벤조[b,d]퓨란-4-일)페닐)아미노)페닐보론산을

사용하는 것을 제외하고는, 화합물 1-2의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 1-6를 제조하였다.

[0253] MS:  $[M+H]^+$  = 891

[0255] 제조예 1-7: 화합물 1-7의 제조

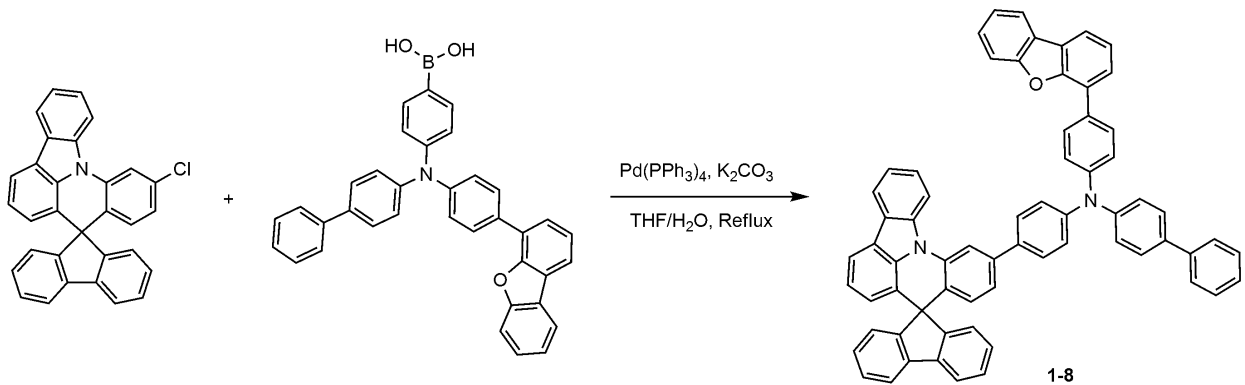


[0256]

[0257] 11'-클로로스피로[플루오렌-9,8'-인돌로[3,2,1-de]아크리딘] 대신 10'-클로로스피로[플루오렌-9,8'-인돌로[3,2,1-de]아크리딘]를 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 1-5의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 1-7를 제조하였다.

[0258] MS:  $[M+H]^+$  = 841

[0260] 제조예 1-8: 화합물 1-8의 제조

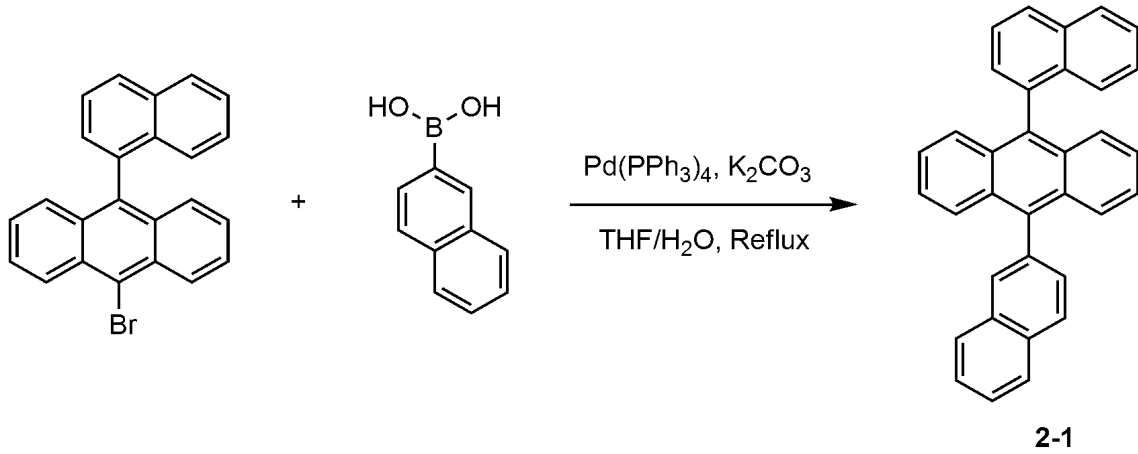


[0261]

[0262] 11'-클로로스피로[플루오렌-9,8'-인돌로[3,2,1-de]아크리딘] 대신 10'-클로로스피로[플루오렌-9,8'-인돌로[3,2,1-de]아크리딘]을 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 1-6의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 1-8를 제조하였다.

[0263] MS:  $[M+H]^+$  = 891

[0265] 제조예 2-1: 화합물 2-1의 제조

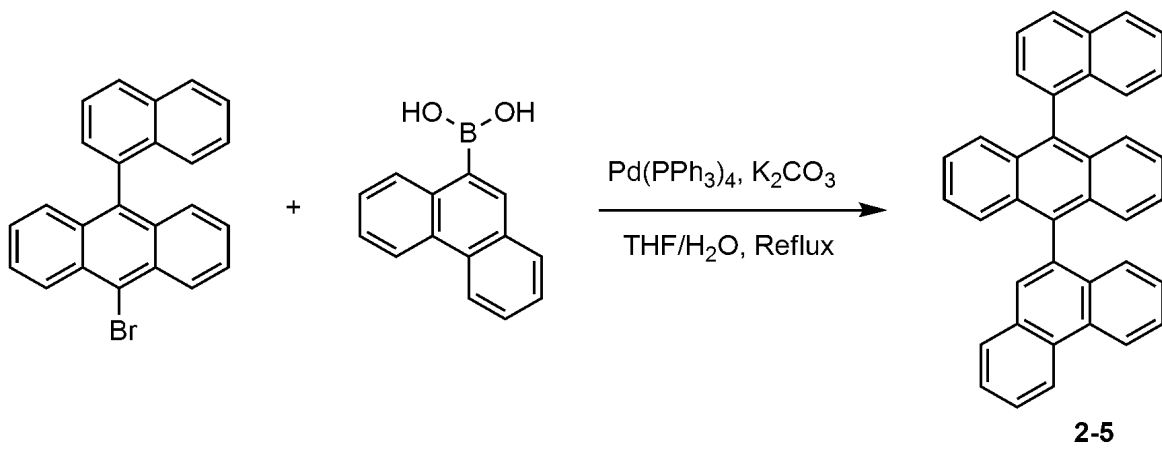


[0266]

[0267] 질소 분위기에서 500 ml 둥근 바닥 플라스크에 9-브로모-10-(나프탈렌-1-일)안트라센(8.12 g, 24.31 mmol), 나프탈렌-2-일보론산(11.90 g, 26.74 mmol)을 THF(260 ml)에 완전히 녹인 후 2M 탄산칼륨 수용액(130 ml)을 첨가하고, 테트라키스-(트리페닐포스핀)팔라듐(0.84g, 0.73mmol)을 넣은 후 3시간 동안 가열 및 교반하였다. 상온으로 온도를 낮추고 물 층을 제거하고 무수 황산마그네슘으로 건조한 후 감압 농축시키고 THF(210 ml)로 재결정하여 화합물 2-1(14.46 g, 수율: 74%)를 제조하였다.

[0268] MS:  $[M+H]^+ = 431$

[0270] 제조예 2-2: 화합물 2-5의 제조

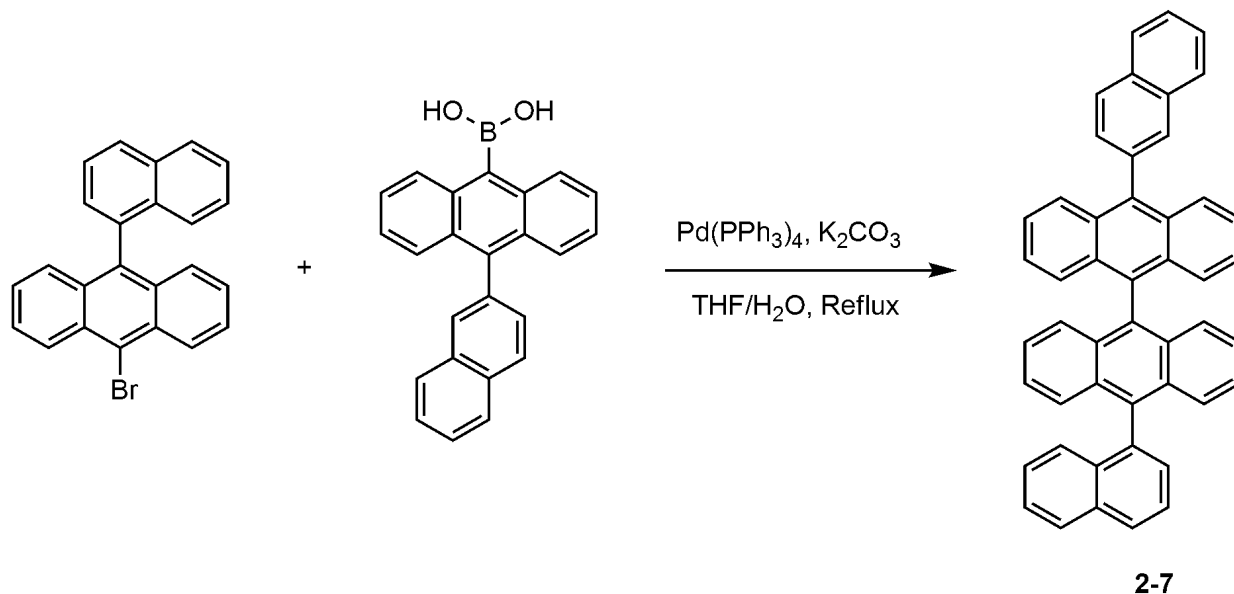


[0271]

[0272] 나프탈렌-2-일보론산 대신 페난쓰렌-9-일보론산을 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 2-1의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 2-5를 제조하였다.

[0273] MS:  $[M+H]^+ = 481$

[0275] 제조예 2-3: 화합물 2-7의 제조

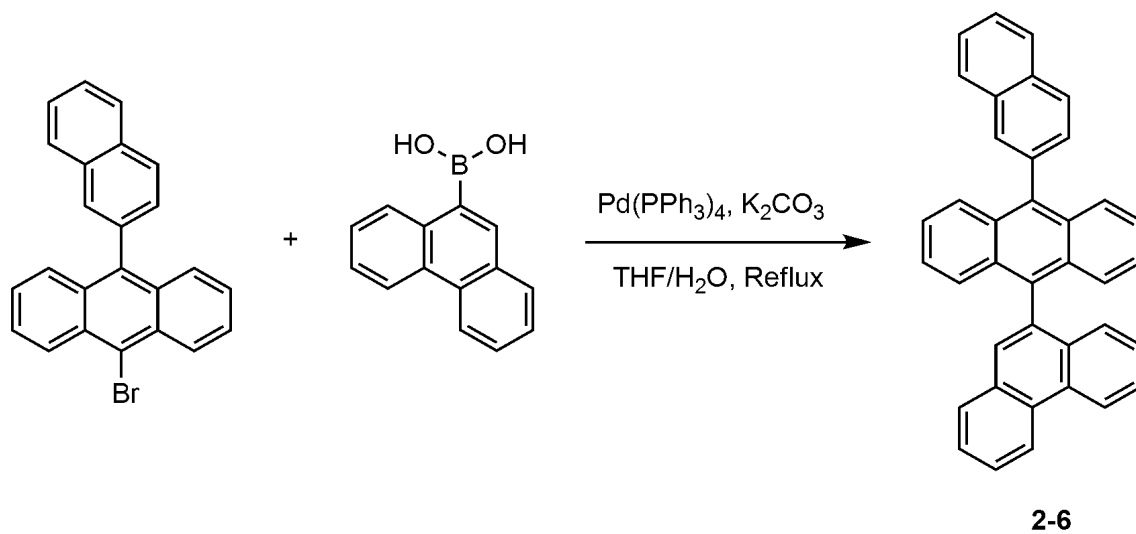


[0276]

[0277] 나프탈렌-2-일보론산 대신 10-(나프탈렌-2-일)안트라센-9-일보론산을 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 2-1의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 2-7를 제조하였다.

[0278] MS:  $[M+H]^+ = 607$

[0280] 제조예 2-4: 화합물 2-6의 제조

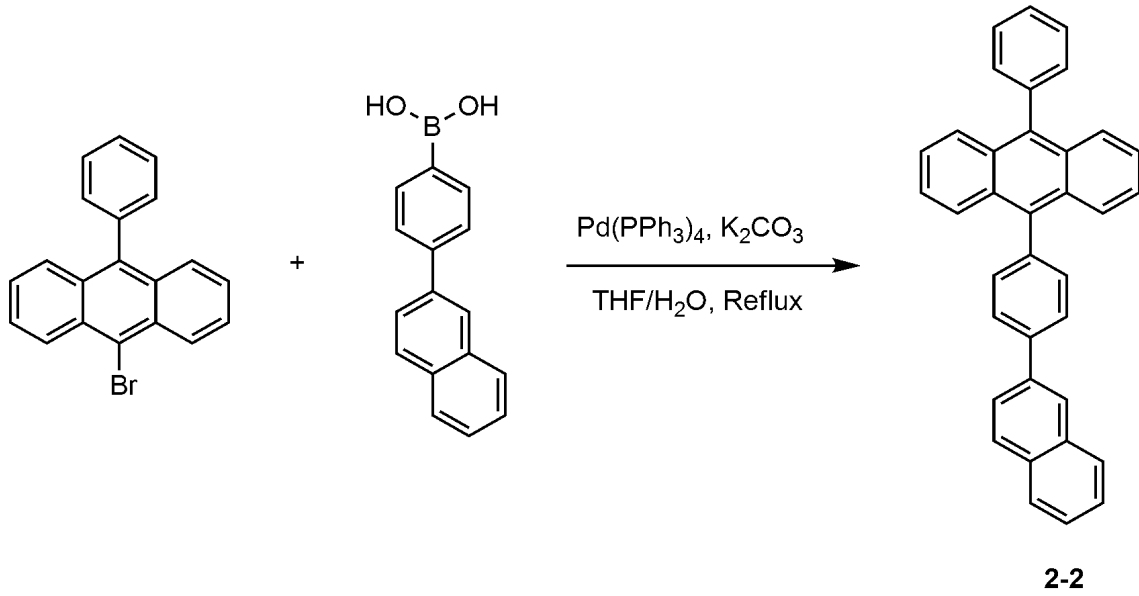


[0281]

[0282] 9-브로모-10-(나프탈렌-1-일)안트라센 대신 9-브로모-10-(나프탈렌-2-일)안트라센을 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 2-5의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 2-6를 제조하였다.

[0283] MS:  $[M+H]^+ = 481$

[0285] 제조예 2-5: 화합물 2-2의 제조

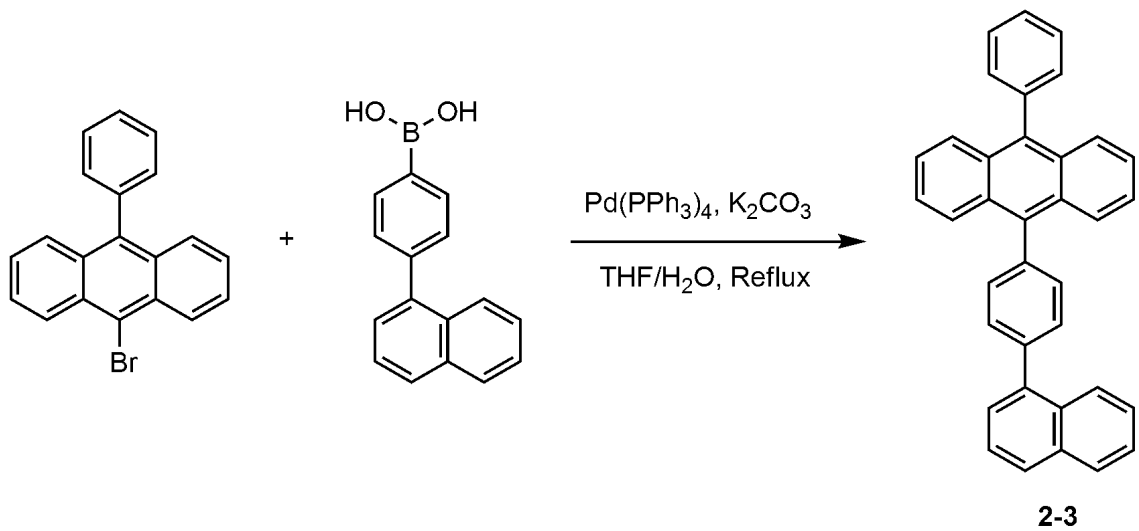


[0286]

[0287] 질소 분위기에서 500 ml 둥근 바닥 플라스크에 9-브로모-10-페닐안트라센(10.25 g, 30.87 mmol), 4-(나프탈렌-2-일)페닐보론산(8.42 g, 33.96 mmol)을 THF(260 ml)에 완전히 녹인 후 2M 탄산칼륨 수용액(130 ml)을 첨가하고, 테트라키스-(트리페닐포스핀)팔라듐(1.07 g, 0.93 mmol)을 넣은 후 3시간 동안 가열 및 교반하였다. 상온으로 온도를 낮추고 물 층을 제거하고 무수 황산마그네슘으로 건조한 후 감압 농축시키고 톨루엔(180 ml)으로 재결정하여 화합물 2-2(10.55 g, 수율: 75%)를 제조하였다.

[0288] MS:  $[M+H]^+ = 457$

[0290] 제조예 2-6: 화합물 2-3의 제조

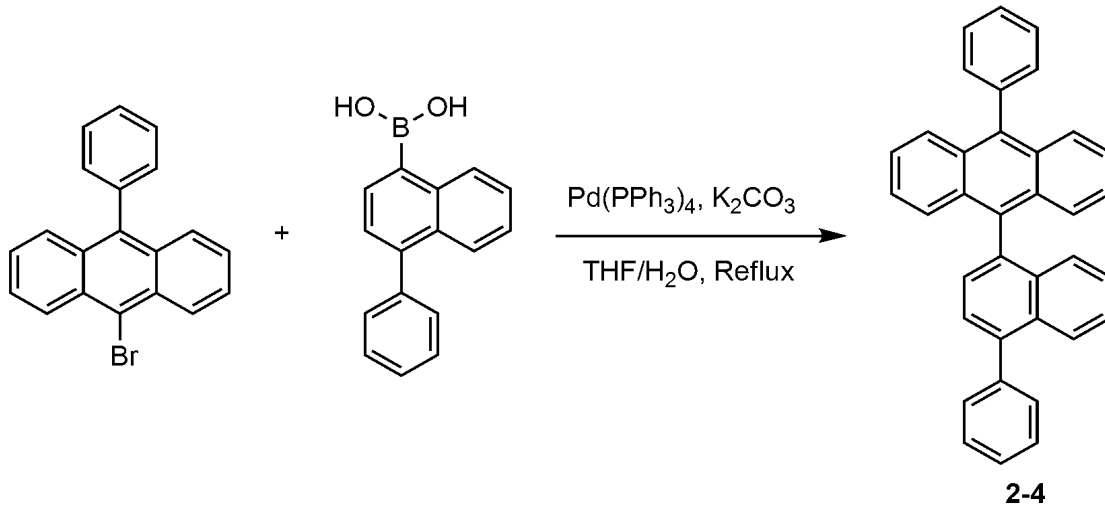


[0291]

[0292] 4-(나프탈렌-2-일)페닐보론산 대신 4-(나프탈렌-1-일)페닐보론산을 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 2-2의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 2-3을 제조하였다.

[0293] MS:  $[M+H]^+ = 481$

[0295] 제조예 2-7: 화합물 2-4의 제조

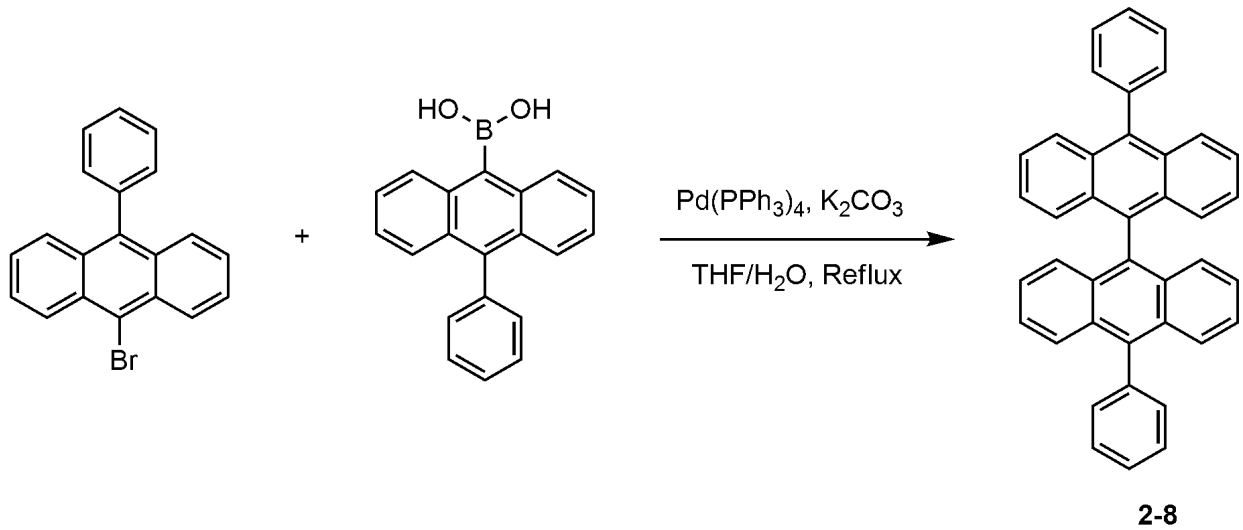


[0296]

[0297] 4-(나프탈렌-2-일)페닐보론산 대신 4-페닐나프탈렌-1-일보론산을 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 2-2의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 2-4를 제조하였다.

[0298] MS:  $[M+H]^+ = 481$

[0300] 제조예 2-8: 화합물 2-8의 제조



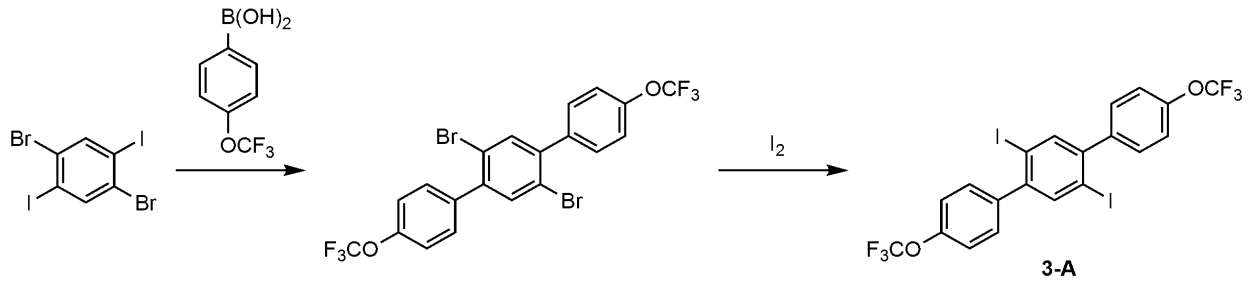
[0301]

[0302] 4-(나프탈렌-2-일)페닐보론산 대신 10-페닐안트라센-9-일보론산을 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 2-2의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 2-8을 제조하였다.

[0303] MS:  $[M+H]^+ = 507$

[0305] 제조예 3-1: 화합물 3-1의 제조

[0306] 1) 화합물 3-A의 제조

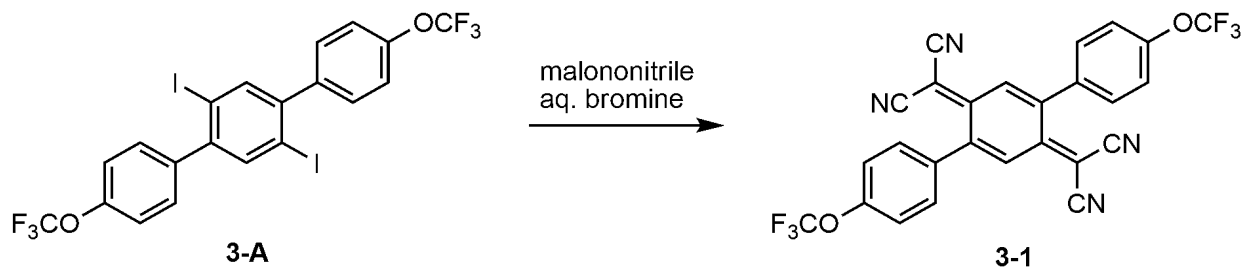


[0307]

[0308] 1,4-디브로모-2,5-디요오도벤젠(18.5 g, 0.038 mol)을 (4-트리플루오로메톡시)페닐보론산(16.0 g, 0.078 mol), 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0)(2.2 g), 2M 탄산칼륨(114 ml), THF(360 ml)와 혼합하고, 질소 조건에서 8 시간 동안 환류 및 교반하였다. 냉각 후, 물과 디클로로메탄으로 추출하고, 추가로 실리카겔 컬럼(전개 용매: 에틸아세테이트/헥산 = 10/1(v/v))으로 분리하여, 백색 고체(8.0 g, 수율: 38.0%) 얻었다.

[0310] 상기 백색 고체(8.5 g, 15.3 mmol), 니켈 파우더(9.0 g, 76.6 mmol), 포타슘아이오다이드(5.0 g, 30.4 mmol), 아이오딘(0.19 g, 0.77 mmol)을 디에틸포름알데히드(20 ml)와 혼합하고, 아르곤 조건에서 24시간 동안 환류 및 교반하였다. 반응 종료 후, 3% 묽은 염산(100 ml)과 디에틸 에테르(40 ml)을 투입하였다. 니켈 고형물을 제거하고, 물과 디에틸 에테르로 추출하고, 실리카겔 컬럼(전개 용매: 에틸아세테이트/헥산 = 10/1(v/v))으로 분리하여, 백색 고체로 화합물 3-A(5.4 g, 수율: 54.0%)를 얻었다.

[0312] 2) 화합물 3-1의 제조



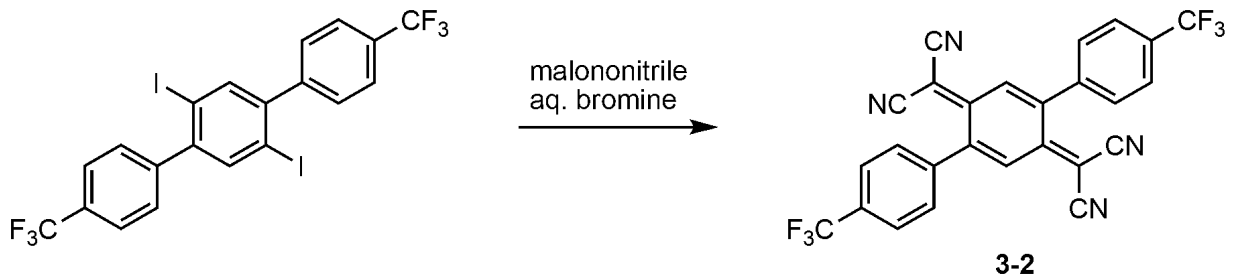
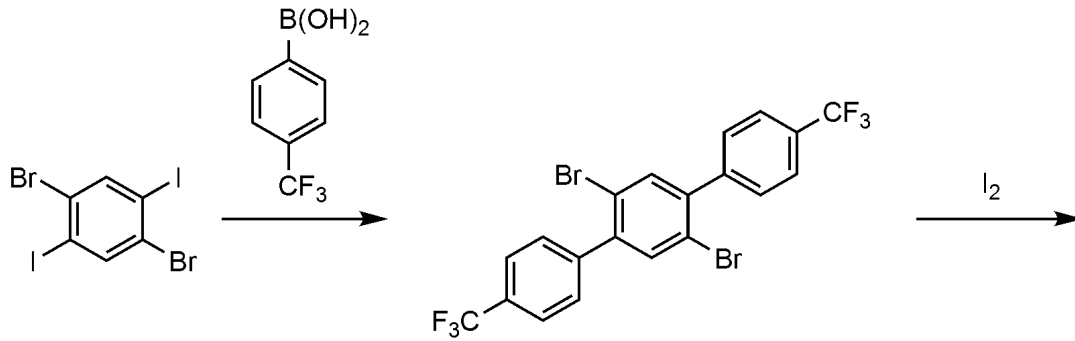
[0313]

[0314] 말로노나이트릴(1.7 g)을 1,2-다이메톡시에탄(60 ml)에 녹인 후 질소 조건에서 10°C로 냉각하였다. 소듐 하이드라이드(1.3 g)을 4회로 나누어 적가하고, 상온에서 20분 동안 교반한 뒤 0°C로 재냉각하였다. 앞서 제조한 화합물 3-A(3.60 g, 5.54 mmol)과 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0.64 g, 0.55 mmol)을 투입하고, 환류 조건에서 8시간 동안 교반하였다. 그 후, 묽은 염산과 에틸아세테이트로 분리하고, 무수 황산나트륨으로 건조 및 여과하였다. 에틸 아세테이트를 감압 증류한 후, 실리카겔 컬럼(전개 용매: 에틸아세테이트)으로 분리하여, 고체(1.8 g, 수율: 62.0%) 얻었다.

[0316] 다음으로, 상기 고체(1.8 g)를 아세토니트릴(30 ml)에 녹인 후, 희석한 브롬수(20 ml)를 투입하였다. 20분 동안 교반 후, 과량의 증류수를 투입하여 석출된 고체를 여과하고, 증류수로 세정하였다. 그 후, 아세토니트릴로 재결정하여 화합물 3-1(1.20 g)을 얻었다.

[0317] MS:  $[M+H]^+ = 525$

[0319] 제조예 3-2: 화합물 3-2의 제조



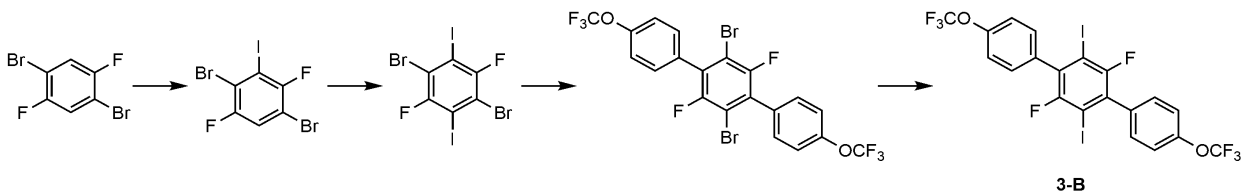
[0320]

[0321] (4-트리플루오로메톡시)페닐보론산 대신 (4-(트리플루오로메틸)페닐보론산 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 3-1의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 3-2를 제조하였다.

[0322] MS:  $[M+H]^+ = 493$

[0324] 제조예 3-3: 화합물 3-3의 제조

[0325] 1) 화합물 3-B의 제조



[0326]

[0327] 2,2,6,6-테트라메틸피페리다이드화 리튬(100 mmol)을 THF(120 ml)에 녹인 후 질소 조건에서 -78℃로 냉각하였다. 1,4-디브로모-2,5-디플루오로벤젠(27.2 g, 100 mmol)을 THF(60 ml)에 녹여, 질소 조건, -78℃에서 삽관 투입하고, 상온으로 승온하였다. 그 후, 소듐 티오설페이트 수용액으로 반응을 종료하고, 에틸 아세테이트로 분리하여, 무수 황산나트륨으로 건조 및 여과하였다. 실리카겔 컬럼(전개 용매: 에틸아세테이트/헥산 = 10/1(v/v))으로 분리하여, 고체(26.3 g, 수율: 66.0%)를 얻었다.

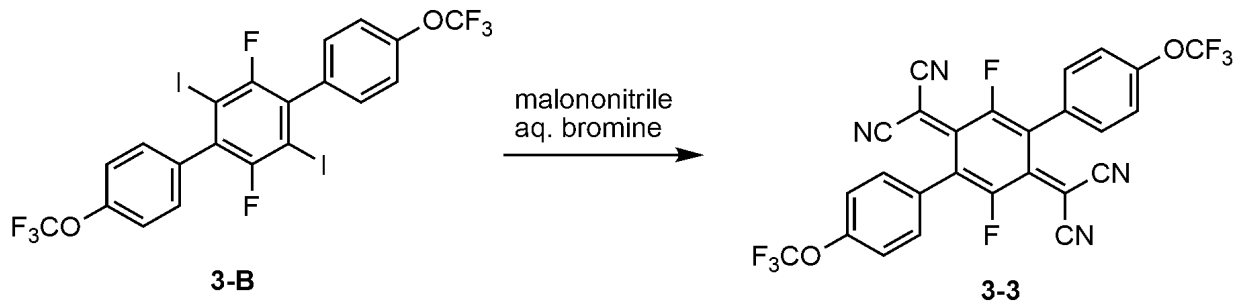
[0329] 다음으로, 2,2,6,6-테트라메틸피페리다이드화 리튬(100 mmol)을 THF(120 ml)에 녹인 후 질소 조건에서 -78℃로 냉각하였다. 1,4-디브로모-2,5-디플루오로-3-요오도벤젠(39.8 g, 100 mmol)을 THF(60 ml)에 녹여, 질소 조건, -78℃에서 삽관 투입하고, 상온으로 승온하였다. 그 후, 소듐 티오 설페이트 수용액으로 반응을 종료하고, 에틸 아세테이트로 분리하여, 무수 황산나트륨으로 건조 및 여과하였다. 실리카겔 컬럼(전개 용매: 에틸아세테이트/헥산 = 10/1)으로 분리하여, 고체(30.3 g, 수율: 58.0%) 얻었다.

[0331] 다음으로, 1,4-디브로모-2,5-디플루오로-3,6-디요오도벤젠(19.9 g, 0.038 mol)을 (2-플루오로-4-트리플루오로메

특시)페닐보론산(17.5 g, 0.078 mol), 테트라키스(트라이페닐포스핀)팔라듐(0)(2.2 g), 2M 탄산칼륨(114 ml), THF(360 ml)와 혼합하고, 질소 조건에서 12시간 동안 환류 및 교반하였다. 냉각 후, 물과 디클로로메탄으로 추출하고, 추가로 실리카겔 컬럼(전개 용매: 에틸아세테이트/헥산 = 10/1(v/v))으로 분리하여, 백색 고체(7.8 g, 수율: 34.7%)를 얻었다.

[0333] 다음으로, 상기 백색 고체(9.06 g, 15.3 mmol), 니켈 파우더(9.0 g, 76.6 mmol), 포타슘 아이오다이드(5.0 g, 30.4 mmol), 아이오딘(0.19 g, 0.77 mmol)을 디에틸포름알데히드(20 ml)와 혼합하고, 아르곤 조건에서 24시간 동안 환류 및 교반하였다. 반응 종료 후, 3% 묽은 염산(100 ml)과 디에틸 에테르(40 ml)를 투입하였다. 니켈 고형물을 제거하고, 물과 디에틸 에테르로 추출하고, 실리카겔 컬럼(전개 용매: 에틸아세테이트/헥산 = 10/1(v/v))으로 분리하여, 백색 고체로 화합물 3-B(3.2 g, 수율: 30.4%)를 얻었다.

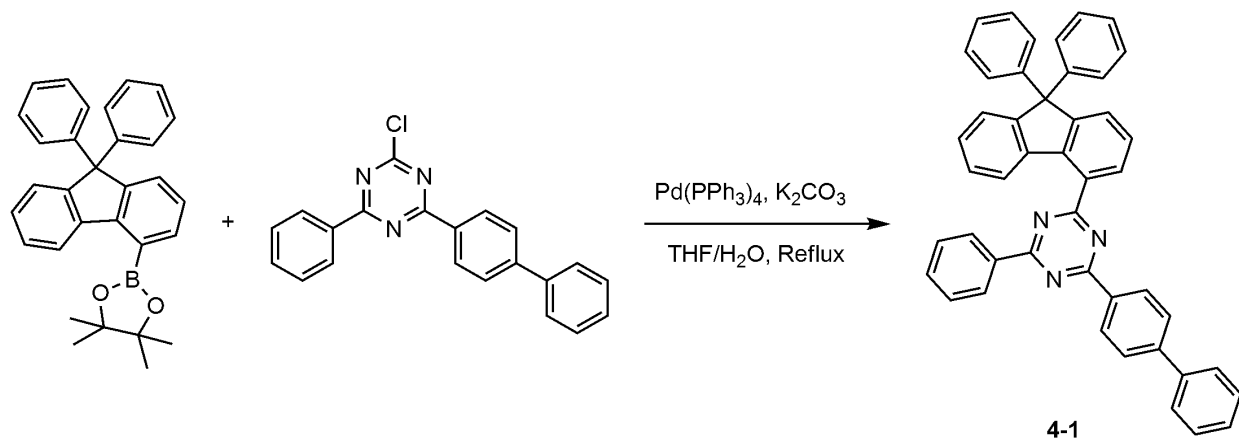
[0335] 2) 화합물 3-3의 제조



[0336] 화합물 3-A(3.60 g) 대신 화합물 3-B(3.8 g)를 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 3-1의 제조와 동일한 방법으로 화합물 3-3(0.84 g)을 제조하였다.

[0338] MS:  $[M+H]^+ = 561$

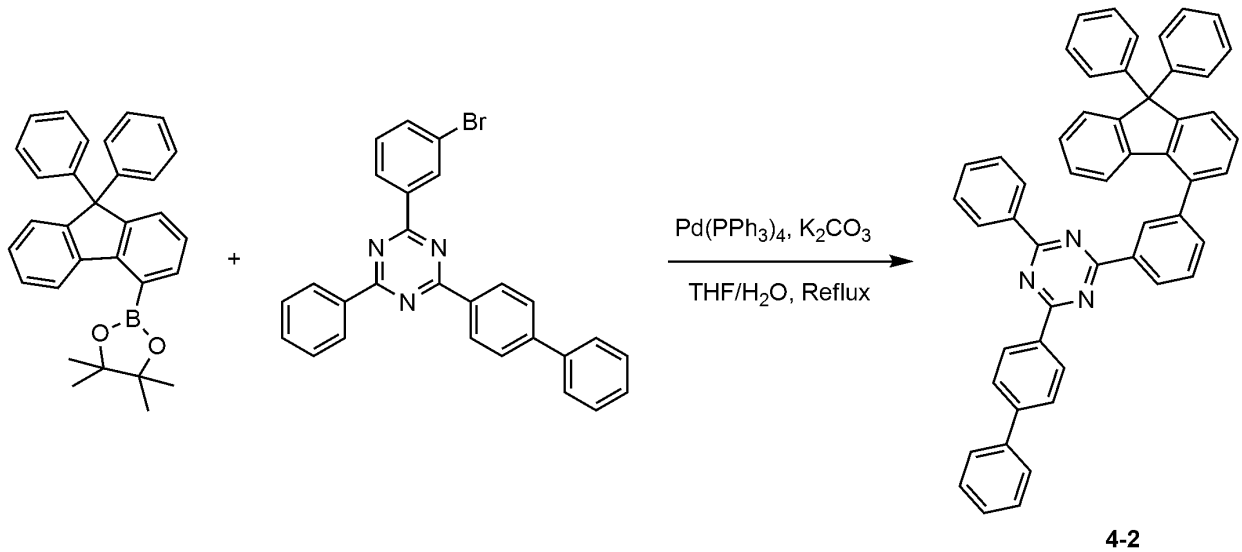
[0340] 제조예 4-1: 화합물 4-1의 제조



[0341] 질소 분위기에서 500 ml 둥근 바닥 플라스크에 2-(9,9-디페닐-9H-플루오렌-4-일)-4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란(8.90 g, 20.04 mmol), 2-(비페닐-4-일)-4-클로로-6-페닐-1,3,5-트리아진(6.25 g, 18.22 mmol)을 THF(240 ml)에 완전히 녹인 후 2M 탄산칼륨 수용액(120 ml)을 첨가하고, 테트라키스-(트라이페닐포스핀)팔라듐(0.63 g, 0.55 mmol)을 넣은 후 3시간 동안 가열 및 교반하였다. 상온으로 온도를 낮추고 물 층을 제거하고 무수 황산마그네슘으로 건조한 후 감압 농축시키고 에틸 아세테이트(230 ml)로 재결정하여 화합물 4-1(8.85 g, 수율: 78%)를 제조하였다.

[0343] MS:  $[M+H]^+ = 626$

[0345] 제조예 4-2: 화합물 4-2의 제조

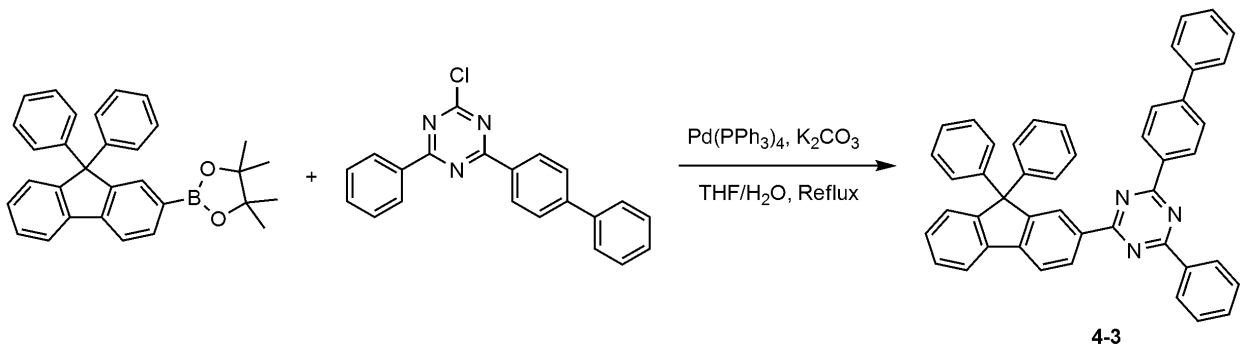


[0346]

[0347] 2-(비페닐-4-일)-4-클로로-6-페닐-1,3,5-트리아진 대신 2-(비페닐-4-일)-4-(3-브로모페닐)-6-페닐-1,3,5-트리아진을 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 4-1의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 4-2를 제조하였다.

[0348] MS:  $[M+H]^+ = 702$

[0350] 제조예 4-3: 화합물 4-3의 제조

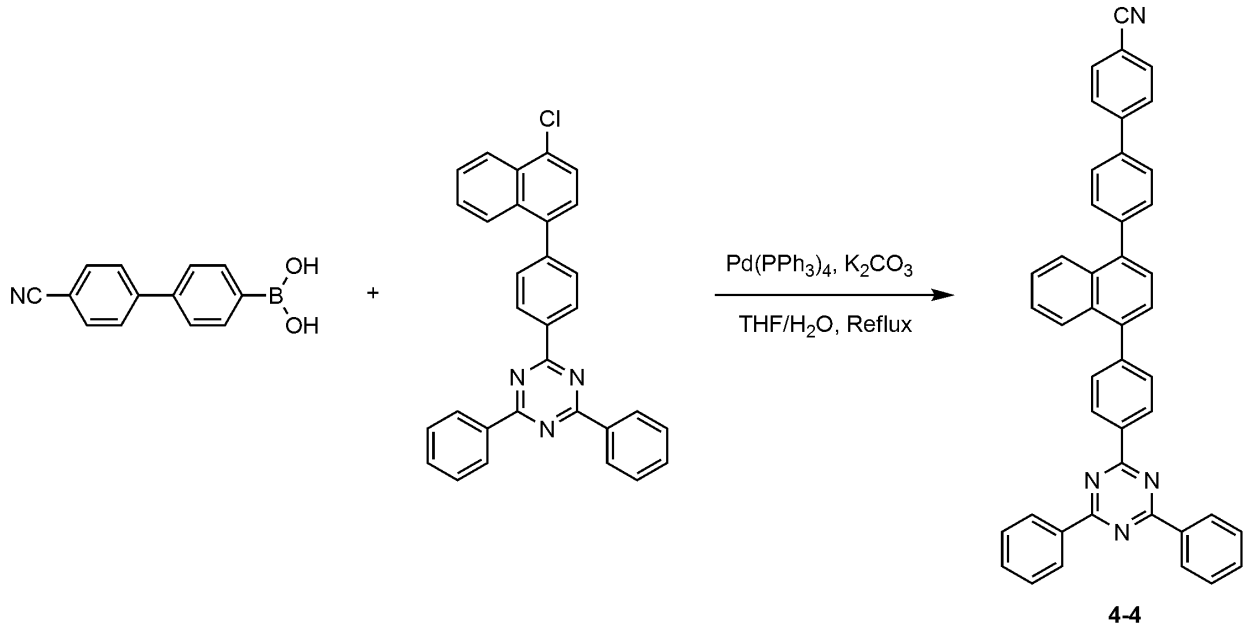


[0351]

[0352] 2-(9,9-디페닐-9H-플루오렌-4-일)-4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란 대신 2-(9,9-디페닐-9H-플루오렌-2-일)-4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란을 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 4-1의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 4-3를 제조하였다.

[0353] MS:  $[M+H]^+ = 507$

[0355] 제조예 4-4: 화합물 4-4의 제조

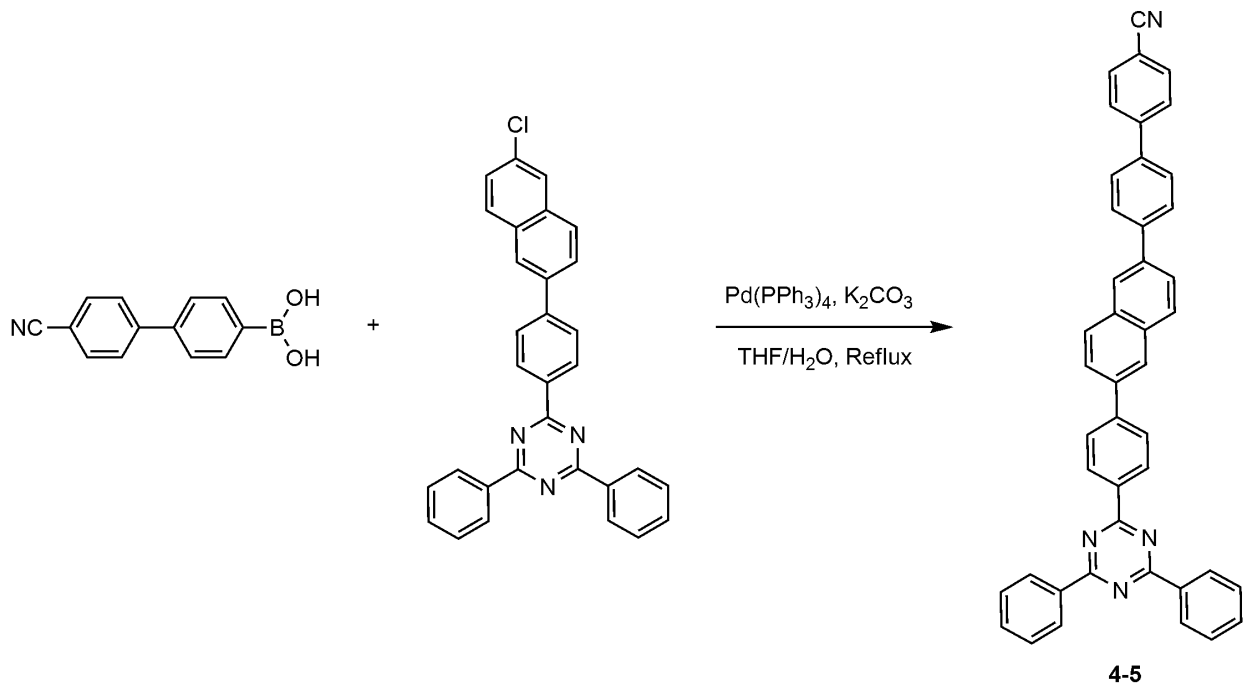


[0356]

[0357] 질소 분위기에서 500 ml 둥근 바닥 플라스크에 (4'-시아노-[1,1'-비페닐]-4-일)보론산(6.03 g, 27.04 mmol), 2-(4-(4-클로로나프탈렌-1-일)페닐)-4,6-디페닐-1,3,5-트리아진(11.53 g, 24.58 mmol)을 THF(220 ml)에 완전히 녹인 후 2M 탄산칼륨 수용액(110 ml)을 첨가하고, 테트라키스-(트리페닐포스핀)팔라듐(0.85 g, 0.74 mmol)을 넣은 후 4시간 동안 가열 및 교반하였다. 상온으로 온도를 낮추고 물 층을 제거하고 무수 황산마그네슘으로 건조한 후 감압 농축시키고 에틸 아세테이트(250 ml)로 재결정하여 화합물 4-4(12.22 g, 수율: 81%)를 제조하였다.

[0358] MS:  $[M+H]^+ = 613$

[0360] 제조예 4-5: 화합물 4-5의 제조



[0361]

[0362] 2-(4-(4-클로로나프탈렌-1-일)페닐)-4,6-디페닐-1,3,5-트리아진 대신 2-(4-(6-클로로나프탈렌-2-일)페닐)-4,6-디페닐-1,3,5-트리아진을 사용하는 것을 제외하고는, 화합물 4-4의 제조 방법과 동일한 방법으로, 화합물 4-5를

제조하였다.

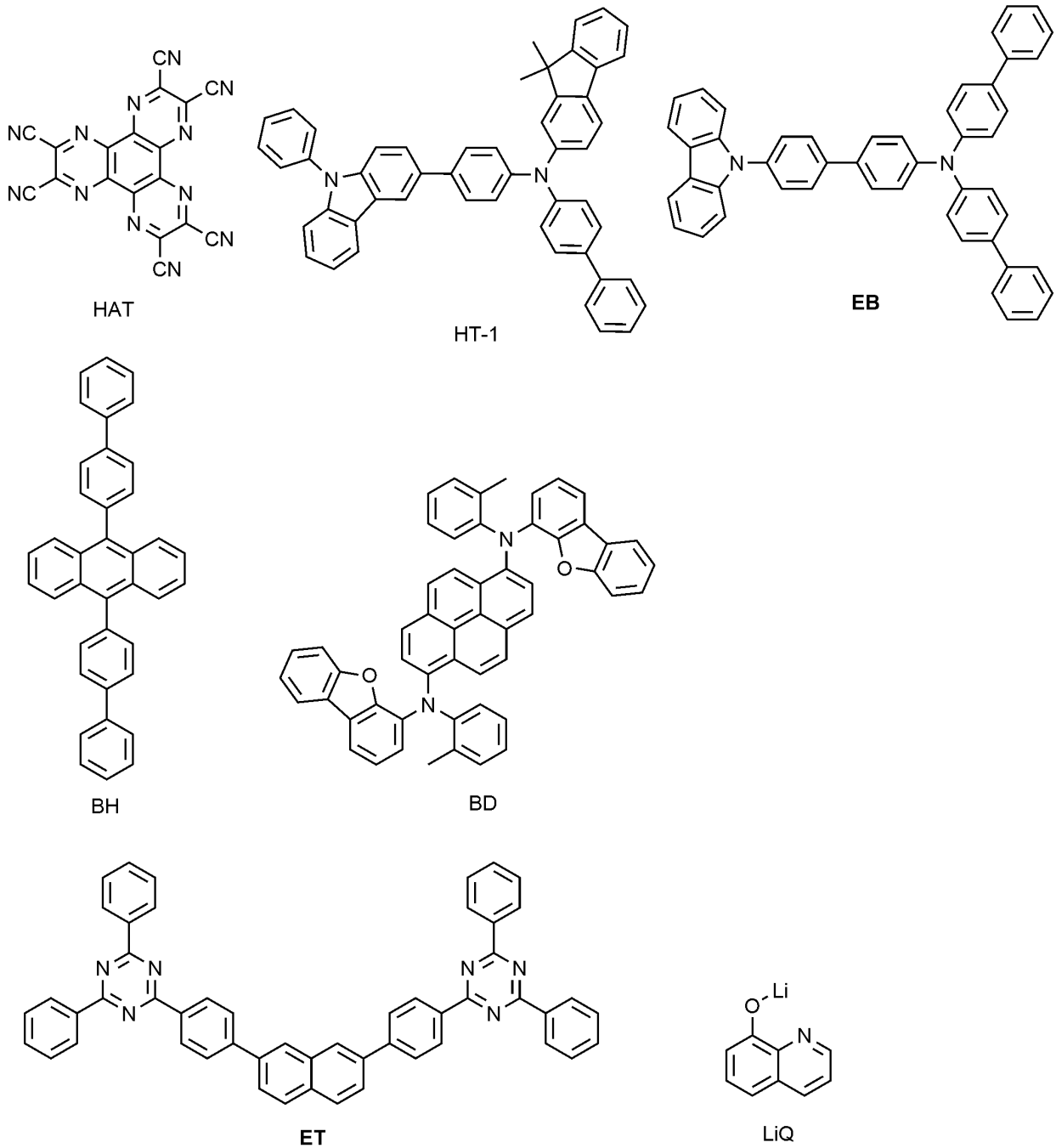
[0363] MS:  $[M+H]^+ = 613$

[0365] [실험예 1]

[0366] 비교 실험예 1-1

[0367] ITO(indium tin oxide)가 1,000Å의 두께로 박막 코팅된 유리 기판을 세제를 녹인 증류수에 넣고 초음파로 세척하였다. 이때, 세제로는 피셔사(Fischer Co.) 제품을 사용하였으며, 증류수로는 밀리포어사(Millipore Co.) 제품의 필터(Filter)로 2차로 걸러진 증류수를 사용하였다. ITO를 30분간 세척한 후 증류수로 2회 반복하여 초음파 세척을 10분간 진행하였다. 증류수 세척이 끝난 후, 이소프로필알콜, 아세톤, 메탄올의 용제로 초음파 세척을 하고 건조시킨 후 플라즈마 세정기로 수송시켰다. 또한, 산소 플라즈마를 이용하여 상기 기판을 5분간 세정한 후 진공 증착기로 기판을 수송시켰다. 이렇게 준비된 ITO 투명 전극 위에 하기 화합물 HAT(hexaazatriphenylene)를 150Å의 두께로 열 진공 증착하여 정공주입층을 형성하였다. 상기 정공주입층 위에 정공을 수송하는 물질인 하기 화합물 HT-1(1150Å)를 진공 증착하여 정공수송층을 형성하였다. 이어서, 상기 정공수송층 위에 막 두께 150Å으로 하기 화합물 EB를 진공 증착하여 전자억제층을 형성하였다. 이어서, 상기 전자억제층 위에 막 두께 300Å으로 하기 화합물 BH와 BD를 25:1의 중량비로 진공증착하여 발광층을 형성하였다. 상기 발광층 위에 하기 화합물 ET와 하기 화합물 LiQ(Lithium Quinolate)를 1:1의 중량비로 진공 증착하여 360Å의 두께로 전자 주입 및 수송층을 형성하였다. 상기 전자 주입 및 수송층 위에 순차적으로 12Å두께로 리튬플로라이드(LiF)와 2,000Å 두께로 알루미늄을 증착하여 음극을 형성하여, 유기 발광 소자를 제조하였다.

[0369] 상기의 과정에서 유기물의 증착속도는 0.4 ~ 0.7Å/sec를 유지하였고, 음극의 리튬 플로라이드는 0.3Å/sec, 알루미늄은 2Å/sec의 증착 속도를 유지하였으며, 증착시 진공도는  $2 \times 10^{-7} \sim 5 \times 10^{-6}$  torr를 유지하여, 유기 발광 소자를 제작하였다. 또한, 상기 사용한 화합물은 하기와 같다.



[0370]

[0372] **비교 실험예 1-2 내지 1-9**

[0373] 상기 비교 실험예 1-1에서, 상기 EB 화합물 대신 하기 표 1에 기재된 제조예에서 제조한 화합물을, 또는 상기 BH 화합물 대신 하기 표 1에 기재된 제조예에서 제조한 화합물을 사용한 것을 제외하고는, 상기 비교 실험예 1-1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0375] **실험예 1-1 내지 1-16**

[0376] 상기 비교 실험예 1-1에서, 상기 EB 화합물과 상기 BH 화합물 대신 각각 하기 표 1에 기재된 제조예에서 제조한 화합물을 사용한 것을 제외하고는, 상기 비교 실험예 1-1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0378] 상기 제조한 유기 발광 소자를 20 mA/cm<sup>2</sup>의 전류밀도에서 구동 전압과 발광 효율을 측정하였고, 20 mA/cm<sup>2</sup>의 전

류밀도에서 초기 휘도 대비 95%가 되는 시간(T95)을 측정하였다. 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

**표 1**

	발광층의 호스트	전자억제층	전압 (V)	휘도 (cd/A)	T95 (hr)
비교 실험예 1-1	BH	EB	4.33	5.93	270
비교 실험예 1-2	BH	1-1	4.24	6.12	280
비교 실험예 1-3	BH	1-3	4.15	6.16	280
비교 실험예 1-4	BH	1-6	4.17	6.04	285
비교 실험예 1-5	BH	1-8	4.23	6.17	290
비교 실험예 1-6	2-2	EB	4.22	6.05	285
비교 실험예 1-7	2-4	EB	4.23	6.18	280
비교 실험예 1-8	2-5	EB	4.13	6.09	275
비교 실험예 1-9	2-7	EB	4.16	6.21	280
실험예 1-1	2-2	1-1	3.64	6.55	315
실험예 1-2	2-4	1-1	3.63	6.53	310
실험예 1-3	2-5	1-1	3.62	6.64	315
실험예 1-4	2-7	1-1	3.68	6.75	300
실험예 1-5	2-2	1-3	3.72	6.64	310
실험예 1-6	2-4	1-3	3.73	6.66	305
실험예 1-7	2-5	1-3	3.75	6.69	300
실험예 1-8	2-7	1-3	3.74	6.67	315
실험예 1-9	2-2	1-6	3.89	6.45	305
실험예 1-10	2-4	1-6	3.86	6.41	300
실험예 1-11	2-5	1-6	3.85	6.42	300
실험예 1-12	2-7	1-6	3.82	6.44	305
실험예 1-13	2-2	1-8	3.74	6.56	325
실험예 1-14	2-4	1-8	3.72	6.54	320
실험예 1-15	2-5	1-8	3.71	6.58	325
실험예 1-16	2-7	1-8	3.79	6.55	325

[0381] 상기 표 1에 나타난 바와 같이, 비교 실험예 1-1 내지 1-9는 화학식 1의 화합물을 EB 대신 사용하거나, 또는 화학식 2의 화합물을 BH 대신 사용한 것으로, 화학식 1 및 화학식 2로 표시되는 화합물을 따로 사용한 소자의 특성을 나타낸다. 또한, 실험예 1-1 내지 1-16은, 화학식 1의 화합물과 화학식 2의 화합물을 각각 전자억제층 및 발광층의 호스트로 사용한 것으로, 화학식 1 및 화학식 2로 표시되는 화합물을 함께 적용한 소자의 특성을 나타낸다.

[0383] 이에 비교 실험예 대비 본 발명에 따른 실험예의 유기 발광 소자는, 전체적으로 발광 효율은 7 내지 10% 높아지며, 구동 전압은 10 내지 12% 정도 낮아지고, 또한 수명은 동등 내지 증가한 결과를 나타내었다.

[0385] 이를 통하여, 본 발명의 화학식 1의 화합물을 전자억제층 재료로 사용하고 본 발명의 화학식 2의 화합물을 발광층의 호스트 재료로 조합할 경우, 유기 발광 소자의 구동 전압, 발광 효율, 및 수명 특성을 개선할 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

[0387] **[실험예 2]**

[0388] **비교 실험예 2-1 내지 2-8**

[0389] 상기 비교 실험예 1-1에서, 상기 EB 화합물과 상기 BH 화합물 대신 하기 표 2에 기재된 제조예에서 제조한 화합물을 사용한 것을 제외하고는, 상기 비교 실험예 1-1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0391] 실험예 2-1 내지 2-4

[0392] 상기 비교 실험예 1-1에서, 상기 EB 화합물과 상기 BH 화합물 대신 각각 하기 표 2에 기재된 제조예에서 제조한 화합물을 사용한 것을 제외하고는, 상기 비교 실험예 1-1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0394] 실험예 2-5 내지 2-16

[0395] 상기 비교 실험예 1-1에서, 상기 HAT 화합물, 상기 EB 화합물, 및 상기 BH 화합물 대신 각각 하기 표 2에 기재된 제조예에서 제조한 화합물을 사용한 것을 제외하고는, 상기 비교 실험예 1-1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0397] 상기 제조한 유기 발광 소자를 20 mA/cm<sup>2</sup>의 전류밀도에서 구동 전압과 발광 효율을 측정하였고, 20 mA/cm<sup>2</sup>의 전류밀도에서 초기 휘도 대비 95%가 되는 시간(T95)을 측정하였다. 그 결과를 하기 표 2에 나타내었다. 비교의 편의를 위하여, 비교 실험예 1-1의 결과도 함께 나타내었다.

표 2

[0398]

	정공주입층	발광층의 호스트	전자억제층	전압 (V)	휘도 (cd/A)	T95 (hr)
비교 실험예 1-1	HAT	BH	EB	4.33	5.93	270
비교 실험예 2-1	HAT	BH	1-2	4.24	6.12	280
비교 실험예 2-2	HAT	BH	1-4	4.15	6.16	280
비교 실험예 2-3	HAT	BH	1-5	4.17	6.04	285
비교 실험예 2-4	HAT	BH	1-7	4.23	6.17	290
비교 실험예 2-5	HAT	2-1	EB	4.22	6.05	285
비교 실험예 2-6	HAT	2-3	EB	4.23	6.18	280
비교 실험예 2-7	HAT	2-6	EB	4.13	6.09	275
비교 실험예 2-8	HAT	2-8	EB	4.16	6.21	280
실험예 2-1	HAT	2-1	1-2	3.64	6.55	315
실험예 2-2	HAT	2-3	1-2	3.63	6.53	310
실험예 2-3	HAT	2-6	1-2	3.62	6.54	315
실험예 2-4	HAT	2-8	1-2	3.68	6.55	300
실험예 2-5	3-1	2-1	1-4	3.72	6.54	310
실험예 2-6	3-3	2-3	1-4	3.73	6.56	305
실험예 2-7	3-1	2-6	1-4	3.75	6.59	300
실험예 2-8	3-3	2-8	1-4	3.74	6.57	315
실험예 2-9	3-3	2-1	1-5	3.59	6.69	305
실험예 2-10	3-1	2-3	1-5	3.57	6.71	300
실험예 2-11	3-3	2-6	1-5	3.59	6.68	300
실험예 2-12	3-1	2-8	1-5	3.58	6.67	305
실험예 2-13	3-3	2-1	1-7	3.74	6.56	325
실험예 2-14	3-1	2-3	1-7	3.72	6.54	320
실험예 2-15	3-1	2-6	1-7	3.71	6.58	325
실험예 2-16	3-3	2-8	1-7	3.79	6.55	325

[0400] 상기 표 1의 결과와 유사하게, 화학식 1 및 화학식 2로 표시되는 화합물을 따로 사용한 비교 실험예의 유기 발광 소자에 비하여, 이를 함께 적용한 실험예의 유기 발광 소자는 전체적으로 발광 효율은 7 내지 10% 높아지며, 구동 전압은 10 내지 12% 정도 낮아지고, 또한 수명은 동등 내지 증가한 결과를 나타내었다.

[0402] 나아가, 정공주입층으로 본 발명에 따른 화학식 3의 화합물을 사용하였을 때 구동 전압이 보다 낮아지는 경향을

나타내었다. 특히 실험예 2-9 내지 2-12의 유기 발광 소자는 상대적으로 구동 전압이 보다 감소하고 효율이 보다 상승하는 결과를 나타내었다.

[0404] [실험예 3]

[0405] 실험예 3-1 내지 3-13

[0406] 상기 비교 실험예 1-1에서, 상기 ET 화합물, 상기 EB 화합물, 및 상기 BH 화합물 대신 각각 하기 표 3에 기재된 제조예에서 제조한 화합물을 사용한 것을 제외하고는, 상기 비교 실험예 1-1과 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0408] 상기 제조한 유기 발광 소자를 20 mA/cm<sup>2</sup>의 전류밀도에서 구동 전압과 발광 효율을 측정하였고, 20 mA/cm<sup>2</sup>의 전류밀도에서 초기 휘도 대비 95%가 되는 시간(T95)을 측정하였다. 그 결과를 하기 표 3에 나타내었다. 비교의 편의를 위하여, 비교 실험예 1-1 내지 1-9 및 실험예 1-1 내지 1-3의 결과도 함께 나타내었다.

표 3

[0409]

	전자수송층	발광층의 호스트	전자억제층	전압 (V)	휘도 (cd/A)	T95 (hr)
비교 실험예 1-1	ET	BH	EB	4.33	5.93	270
비교 실험예 1-2	ET	BH	1-1	4.24	6.12	280
비교 실험예 1-3	ET	BH	1-3	4.15	6.16	280
비교 실험예 1-4	ET	BH	1-6	4.17	6.04	285
비교 실험예 1-5	ET	BH	1-8	4.23	6.17	290
비교 실험예 1-6	ET	2-2	EB	4.22	6.05	285
비교 실험예 1-7	ET	2-4	EB	4.23	6.18	280
비교 실험예 1-8	ET	2-5	EB	4.13	6.09	275
비교 실험예 1-9	ET	2-7	EB	4.16	6.21	280
실험예 1-1	ET	2-2	1-1	3.64	6.55	315
실험예 1-2	ET	2-4	1-1	3.63	6.53	310
실험예 1-3	ET	2-5	1-1	3.62	6.64	315
실험예 3-1	4-1	2-7	1-1	3.68	6.75	345
실험예 3-2	4-4	2-2	1-3	3.72	6.64	350
실험예 3-3	4-1	2-4	1-3	3.73	6.66	345
실험예 3-4	4-4	2-5	1-3	3.75	6.69	345
실험예 3-5	4-4	2-7	1-3	3.74	6.67	350
실험예 3-6	4-4	2-2	1-6	3.89	6.45	340
실험예 3-7	4-1	2-4	1-6	3.86	6.41	345
실험예 3-8	4-1	2-5	1-6	3.85	6.42	340
실험예 3-9	4-1	2-7	1-8	3.82	6.44	340
실험예 3-10	4-1	2-2	1-8	3.74	6.56	360
실험예 3-11	4-4	2-4	1-8	3.72	6.54	365
실험예 3-12	4-1	2-5	1-8	3.71	6.58	365
실험예 3-13	4-4	2-7	1-7	3.79	6.55	360

[0411] 상기 표 3에 나타난 바와 같이, 전자수송층으로 화학식 4의 물질을 같이 조합하면 수명이 보다 향상됨을 확인할 수 있다.

부호의 설명

[0412]

- 1: 기관 2: 양극
- 3: 정공수송층 4: 전자억제층

5: 발광층 6: 전자수송층

7: 음극 8: 정공주입층

도면

도면1

7
6
5
4
3
2
1

도면2

7
6
5
4
3
8
2
1