(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0076735
(43) 공개일자 2024년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07D 339/06 (2006.01) *C07C 255/31* (2006.01)
C07C 255/34 (2006.01) *H10K 85/60* (2023.01)
(52) CPC특허분류
C07D 339/06 (2022.08)
C07C 255/31 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0162325
(22) 출원일자 2023년11월21일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020220156802 2022년11월21일 대한민국(KR)

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
김상동
경기도 성남시 분당구 내정로 185, 210동 1305호 (수내동, 양지마을)
권오규
서울특별시 송파구 올림픽로 435, 105동 1801호 (신천동, 파크리오)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

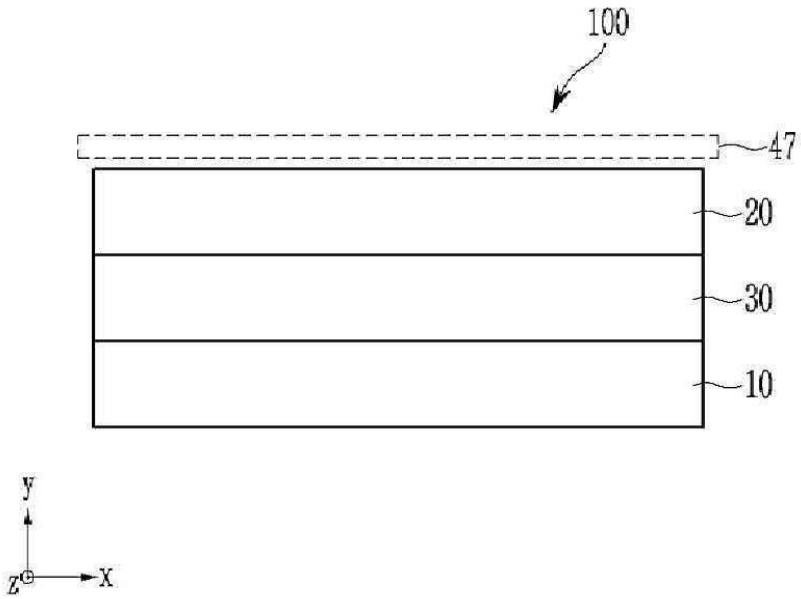
(54) 발명의 명칭 **신규 화합물, 및 이를 포함하는 광전 소자, 이미지 센서 및 전자 장치**

(57) 요 약

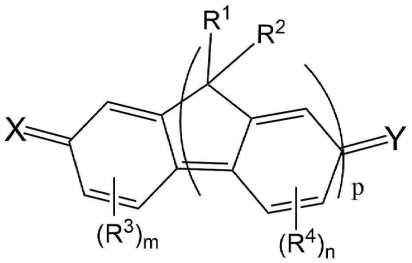
하기 화학식 1로 표현되는 화합물, 이를 포함하는 광전 소자, 이미지 센서 및 전자 장치에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



[화학식 1]



화학식 1에서, 각 치환기의 정의는 명세서에 기재된 바와 같다.

(52) CPC특허분류
C07C 255/34 (2013.01)
G02B 5/208 (2013.01)
H10K 30/60 (2023.02)
H10K 30/81 (2023.02)
H10K 30/84 (2023.02)
H10K 85/621 (2023.02)
H10K 85/623 (2023.02)
H10K 85/624 (2023.02)
C07C 2603/12 (2017.05)

(72) 발명자
김래성
경기도 수원시 영통구 삼성로 130 ,연구1동5층(매탄동,삼성전자미래기술캠퍼스)
박상호
경기도 안양시 동안구 시민대로159번길 62, 203동 1003호 (비산동, 은하수아파트)
박인선
경기도 수원시 영통구 센트럴타운로 76, 6119동 503호 (이의동, 광교e편한세상아파트)
이덕형
서울특별시 마포구 백범로37길 12, 107동 602호 (신공덕동, 신공덕1차삼성래미안아파트)
임동석
경기도 성남시 분당구 서판교로 29, 922동 1401호 (판교동, 판교원마을)
정찬주
서울특별시 마포구 창전로2길 37, 303호 (신수동)
최은경
대구광역시 서구 국채보상로46길 31-18, 101호 (평리4동, 우석빌라 가동)
추미현
서울특별시 금천구 시흥대로51길 55, 1동 604호 (시흥제1동, 성지아파트)

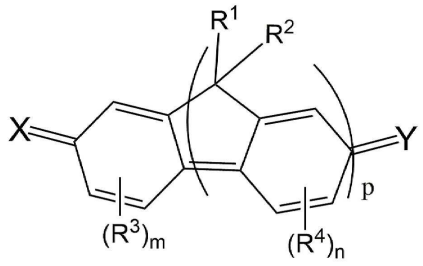
명 세 서

청구범위

청구항 1

하기 화학식 1로 표현되는 화합물:

[화학식 1]



상기 화학식 1에서,

R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

R^3 및 R^4는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

p는 1 내지 5의 정수 중 하나이고,

X 및 Y는, 각각 독립적으로, 전자받개(electron-acceptor) 모이어티, 전자주개(electron-donor) 모이어티, 또는 이들의 조합에서 선택되되,

p가 1일 때, 상기 X 및 Y가 동일한 전자받개 모이어티인 경우, R^1 및 R^2가 동시에 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 지방족 탄화수소기는 아니고,

p가 1일 때, 상기 X 및 Y 중 하나는 전자받개 모이어티이고, 다른 하나는 전자주개 모이어티인 경우, R^1 및 R^2가 동시에 수소이거나, 또는 동시에 메틸기는 아니고,

p가 2일 때, 상기 X 및 Y는 동일한 전자받개 모이어티를 포함하지 않는다.

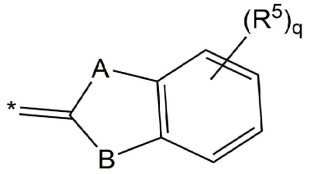
청구항 2

제1항에서, 상기 전자받개 모이어티는 $(CN)_2$-C=*로 표현되는(여기서, *는 상기 화학식 1의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분이다) 화합물.

청구항 3

제1항에서, 상기 전자주개 모이어티는 하기 화학식 2로 표현되는 화합물:

[화학식 2]



상기 화학식 2에서,

A 및 B는, 각각 독립적으로, 산소(O), 황(S), 셀레늄(Se), 또는 텔루리움(Te)에서 선택되고,

R^5는 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

q는 0 내지 4의 정수 중 하나이고,

*는 상기 화학식 1의 Y 위치에 연결되는 부분이다.

청구항 4

제1항에서,

R^1 내지 R^4는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 또는 1의 정수이고,

p는 1 내지 4의 정수 중 하나인 화합물.

청구항 5

제1항에서,

p가 1이고, X 및 Y 중 하나는 전자받개 모이어티이고, 다른 하나는 전자주개 모이어티인 경우, R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 할로겐, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택된 화합물.

청구항 6

제1항에서,

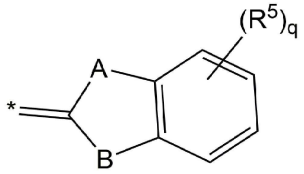
p가 1이고, X 및 Y가 각각 동일한 전자받개 모이어티인 경우, R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 수소, 할로겐, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택되되, R^1 및 R^2가 동시에 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기는 아닌 화합물.

청구항 7

제1항에서,

p가 2일 때, X는 $(CN)_2$-C=*로 표현되고 (여기서, *는 상기 화학식 1의 X 위치에 연결되는 부분이다), Y는 하기 화학식 2로 표현되는 화합물:

[화학식 2]



상기 화학식 2에서,

A 및 B는, 각각 독립적으로, 산소(O), 황(S), 셀레늄(Se), 또는 텔루리움(Te)에서 선택되고,

R^5는 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

q는 0 내지 4의 정수 중 하나이고,

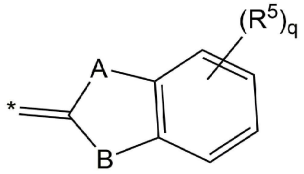
*는 상기 화학식 1의 Y 위치에 연결되는 부분이다.

청구항 8

제1항에서,

p가 2일 때, X 및 Y는 모두 하기 화학식 2로 표현되는 화합물:

[화학식 2]



상기 화학식 2에서,

A 및 B는, 각각 독립적으로, 산소(O), 황(S), 셀레늄(Se), 또는 텔루리움(Te)에서 선택되고,

R^5는 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

q는 0 내지 4의 정수 중 하나이고,

*는 상기 화학식 1의 X 및 Y 위치에 연결되는 부분이다.

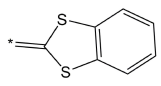
청구항 9

제1항에서,

R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 할로겐, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5 알킬기, 또는 이들의 조합으로부터 선택되고,

m 및 n은 각각 독립적으로 0 또는 1이고,

p는 1 내지 4의 정수 중 하나이고,

X 및 Y는, 각각 독립적으로, $(CN)_2$-C=*,  , 또는 이들의 조합으로부터 선택되며, 여기서, *는 상기 화학식 1의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분이고,

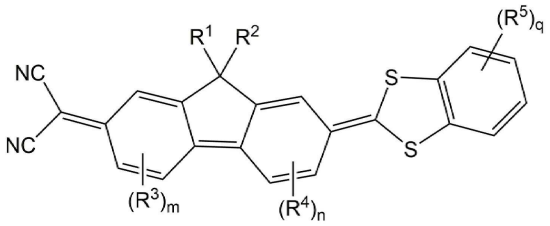
p가 1일 때, R^1 및 R^2 중 적어도 하나는 할로겐이고,

p가 2일 때, X 및 Y는 서로 동일하지 않은 화합물.

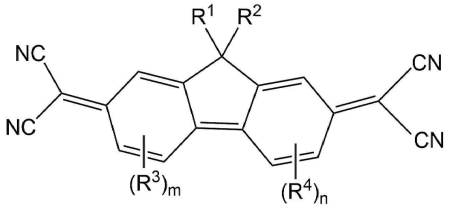
청구항 10

제1항에서, 상기 화학식 1은 하기 화학식 1-1 내지 1-3 중 하나 이상으로 표시되는 화합물:

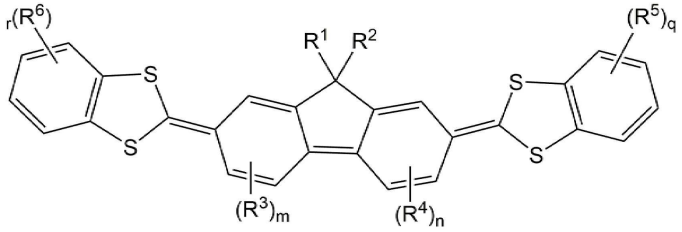
[화학식 1-1]



[화학식 1-2]



[화학식 1-3]



상기 화학식 1-1 내지 1-3에서,

R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 또는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기로부터 선택되고,

R^3 및 R^4는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

R^5 및 R^6는, 각각 독립적으로, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

q 및 r은, 각각 독립적으로, 0 내지 4의 정수 중 하나이되,

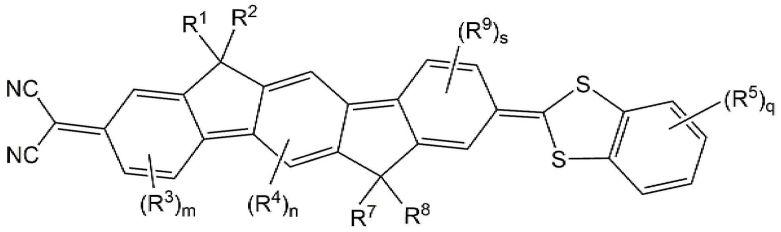
상기 화학식 1-1에서, R^1 및 R^2가 동시에 수소 또는 메틸기는 아니고,

상기 화학식 1-2에서, R^1 및 R^2가 동시에 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기는 아니다.

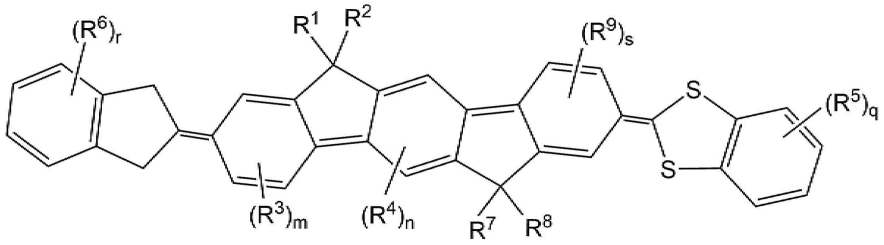
청구항 11

제1항에서, 상기 화학식 1은 하기 화학식 1-4 또는 하기 화학식 1-5로 표시되는 화합물:

[화학식 1-4]



[화학식 1-5]



상기 화학식 1-4 및 화학식 1-5에서,

R^1, R^2, R^7, 및 R^8은, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

R^3, R^4, 및 R^9는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

R^5 및 R^6는, 각각 독립적으로, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

m 및 s는, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

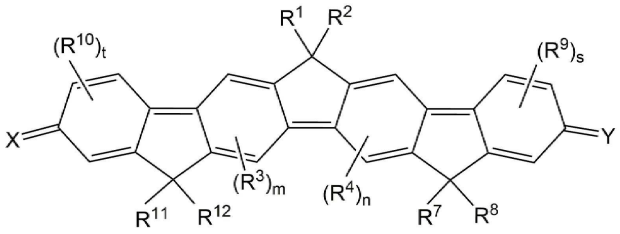
n은 0 내지 2의 정수 중 하나이고,

q 및 r은, 각각 독립적으로, 0 내지 4의 정수 중 하나이다.

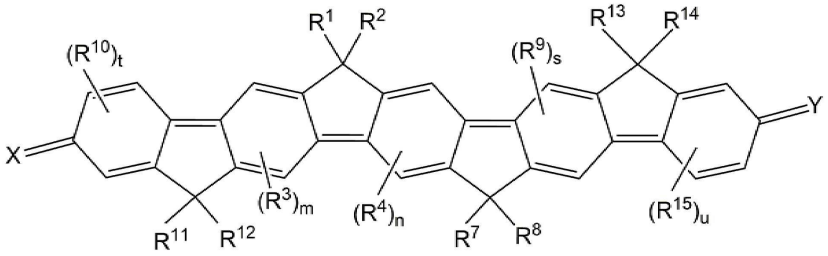
청구항 12

제1항에서, 상기 화학식 1은 하기 화학식 1-6 또는 하기 화학식 1-7로 표시되는 화합물:

[화학식 1-6]



[화학식 1-7]



상기 화학식 1-6 및 화학식 1-7 에서,

R^1, R^2, R^7, R^8, R^{11}, R^{12}, R^{13}, 및 R^{14}는, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

R^3, R^4, R^9, R^{10}, 및 R^{15}는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

X 및 Y는, 각각 독립적으로, 전자받개 모이어티, 전자주개 모이어티, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

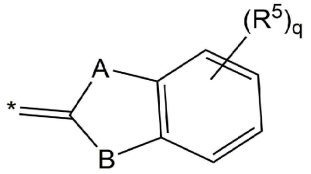
상기 화학식 1-6에서, m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 내지 2의 정수 중 하나이고, s 및 t는, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

상기 화학식 1-7에서, m, n, 및 s는, 각각 독립적으로, 0 내지 2의 정수 중 하나이고, t 및 u는, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이다.

청구항 13

제12항에서, 상기 전자받개 모이어티는 $(CN)_2$-C=*로 표현되고(여기서, *는 상기 화학식 1-6 또는 화학식 1-7의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분을 나타낸다), 상기 전자주개 모이어티는 하기 화학식 2로 표현되는 화합물:

[화학식 2]



상기 화학식 2에서,

A 및 B는, 각각 독립적으로, 산소(O), 황(S), 셀레늄(Se), 또는 텔루리움(Te)에서 선택되고,

R^5는 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

q는 0 내지 4의 정수 중 하나이고,

*는 상기 화학식 1-6 또는 화학식 1-7의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분을 나타낸다.

청구항 14

제1항에서, 상기 화합물의 분자량은 약 250 g/mol 내지 약 1,000 g/mol인 화합물.

청구항 15

제1항에서, 상기 화합물의 흡수 피크 파장은 약 750 nm 내지 약 3000 nm의 파장 영역에 속하는 화합물.

청구항 16

제1항의 화합물을 포함하는 근적외선 흡수, 근적외선 차단, 또는 근적외선 흡수 및 차단 필름.

청구항 17

서로 마주하는 제1 전극과 제2 전극, 그리고

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 활성층을 포함하는 광전 소자로서,

상기 활성층은 제1항의 화합물을 포함하는, 광전 소자.

청구항 18

서로 마주하는 제1 전극과 제2 전극,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 활성층, 그리고

상기 활성층과 상기 제1 전극 사이, 상기 활성층과 상기 제2 전극 사이, 또는 상기 활성층과 상기 제1 전극 사이 및 상기 활성층과 상기 제2 전극 사이 모두에 적어도 하나의 전하 보조층을 포함하는 광전 소자로서,

상기 적어도 하나의 전하 보조층은 제1항의 화합물을 포함하는, 광전 소자.

청구항 19

제17항 또는 제18항에 따른 광전 소자를 포함하는 이미지 센서.

청구항 20

제17항 또는 제18항에 따른 광전 소자를 포함하는 전자 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 신규 화합물, 및 상기 화합물을 포함하는 광전 소자, 이미지 센서, 및 전자 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광전 소자는 광전 효과를 이용하여 빛을 전기 신호로 변환시키는 소자로, 광 다이오드 및 광 트랜지스터 등을 포함하며, 이미지 센서 등에 적용될 수 있다.

[0003] 광 다이오드를 포함하는 이미지 센서는 날이 갈수록 해상도가 높아지고 있으며, 이에 따라 화소 크기가 작아지고 있다. 현재 주로 사용하는 실리콘 광 다이오드의 경우 화소의 크기가 작아지면서 흡수 면적이 줄어들기 때문에 감도 저하가 발생할 수 있다. 이에 따라 실리콘을 대체할 수 있는 유기 물질이 연구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 일 구현예는 신규 화합물을 제공한다. 상기 신규 화합물은 흡광 계수가 크고 분자 구조에 따라 특정 파장 영역의 빛을 선택적으로 흡수할 수 있는 유기 물질을 포함할 수 있으며, 그에 따라 광 다이오드와 색 필터를 동시에 대체할 수 있어 감도 개선 및 고집적에 매우 유리할 수 있다.

[0005] 다른 일 구현예는 상기 신규 화합물을 포함하는 근적외선 흡수 및/또는 차단 필름을 제공한다.

[0006] 또다른 일 구현예는 상기 신규 화합물을 포함하는 광전 소자를 제공한다.

[0007] 또다른 일 구현예는 상기 광전 소자를 포함하는 이미지 센서를 제공한다.

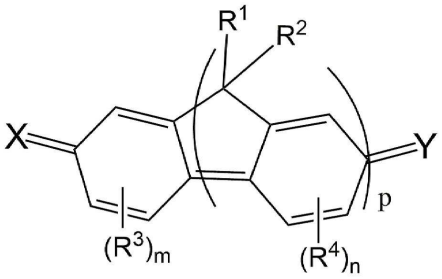
[0008] 또다른 일 구현예는 상기 이미지 센서를 포함하는 유기 센서를 제공한다.

[0009] 또다른 일 구현예는 상기 유기 센서를 포함하는 전자 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 구현예에 따른 화합물은 하기 화학식 1로 표현된다:

[0011] [화학식 1]

[0012] 

[0013] 상기 화학식 1에서,

[0014] R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0015] R^3 및 R^4는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0016] m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

[0017] p는 1 내지 5의 정수 중 하나이고,

[0018] X 및 Y는, 각각 독립적으로, 전자받개(electron-acceptor) 모이어티, 전자주개(electron-donor) 모이어티, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0019] p가 1일 때, 상기 X 및 Y가 동일한 전자받개 모이어티인 경우, R^1 및 R^2가 동시에 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 지방족 탄화수소기는 아니고,

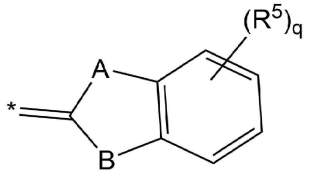
[0020] p가 1일 때, 상기 X 및 Y중 하나는 전자받개(electron-acceptor) 모이어티이고, 다른 하나는 전자주개(electron-donor) 모이어티인 경우, R^1 및 R^2가 동시에 수소이거나, 또는 동시에 메틸기는 아니고,

[0021] p가 2일 때, 상기 X 및 Y는 동일한 전자받개 모이어티를 포함하지 않는다.

[0022] 상기 전자받개 모이어티는 $(CN)_2$-C=*로 표현되고, 여기서, *는 상기 화학식 1의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분이다.

[0023] 상기 전저주개 모이어티는 하기 화학식 2로 표현된다:

[0024] [화학식 2]

[0025] 

[0026] 상기 화학식 2에서,

[0027] A 및 B는, 각각 독립적으로, 산소(O), 황(S), 셀레늄(Se), 또는 텔루리움(Te)에서 선택되고,

[0028] R^5는 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0029] q는 0 내지 4의 정수 중 하나이고,

[0030] 상기 화학식 1에서,

[0031] R^1 내지 R^4는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0032] m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 또는 1의 정수이고,

[0033] p는 1 내지 4의 정수 중 하나이다.

[0034] 상기 화학식 1에서,

[0035] p가 1이고, X 및 Y 중 하나는 전자받개 모이어티이고, 다른 하나는 전자주개 모이어티인 경우, R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 할로겐, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택된다.

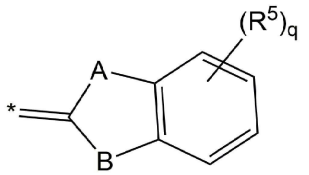
[0036] 상기 화학식 1에서,

[0037] p가 1이고, X 및 Y가 동일한 전자주개 모이어티인 경우, R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 수소, 할로겐, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택되되, R^1 및 R^2는가 동시에 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기는 아니다.

[0038] 상기 화학식 1에서,

[0039] p가 2일 때, X는 $(CN)_2$-C=*로 표현되고(여기서, *는 상기 화학식 1의 X 위치에 연결되는 부분이다), Y는 하기 화학식 2로 표현된다.

[0040] [화학식 2]

[0041] 

[0042] 상기 화학식 2에서,

[0043] A 및 B는, 각각 독립적으로, 산소(O), 황(S), 셀레늄(Se), 또는 텔루리움(Te)에서 선택되고,

[0044] R^5는 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

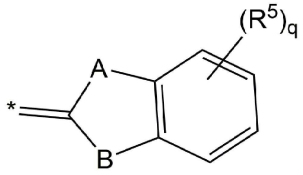
[0045] q는 0 내지 4의 정수 중 하나이고,

[0046] *는 상기 화학식 1의 Y 위치에 연결되는 부분이다.

[0047] 상기 화학식 1에서,

[0048] p가 2일 때, X 및 Y는 모두 하기 화학식 2로 표현된다.

[0049] [화학식 2]

[0050] 

[0051] 상기 화학식 2에서,

[0052] A 및 B는, 각각 독립적으로, 산소(O), 황(S), 셀레늄(Se), 또는 텔루리움(Te)에서 선택되고,

[0053] R^5는 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0054] q는 0 내지 4의 정수 중 하나이고,

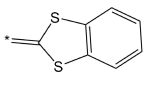
[0055] *는 상기 화학식 1의 X 및 Y 위치에 연결되는 부분이다.

[0056] 상기 화학식 1에서,

[0057] R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 할로겐, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5 알킬기, 또는 이들의 조합으로부터 선택되고,

[0058] m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 또는 1이고,

[0059] p는 1 내지 4의 정수 중 하나이고,

[0060] X 및 Y는, 각각 독립적으로, $(CN)_2$-C=*, 

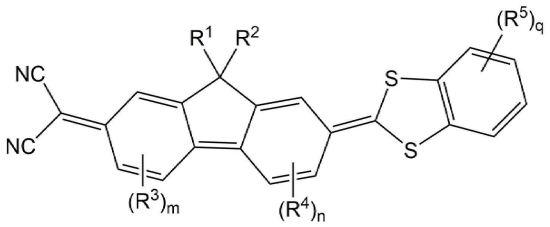
, 또는 이들의 조합으로부터 선택되며, 여기서, *는 상기 화학식 1의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분이되,

[0061] p가 1일 때, R^1 및 R^2 중 적어도 하나는 할로겐이고,

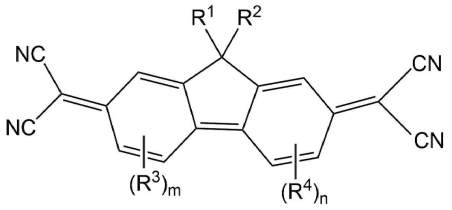
[0062] p가 2일 때, X 및 Y는 서로 동일하지 않다.

[0063] 상기 화학식 1은 하기 화학식 1-1 내지 하기 화학식 1-3 중 하나 이상으로 표시된다:

[0064] [화학식 1-1]

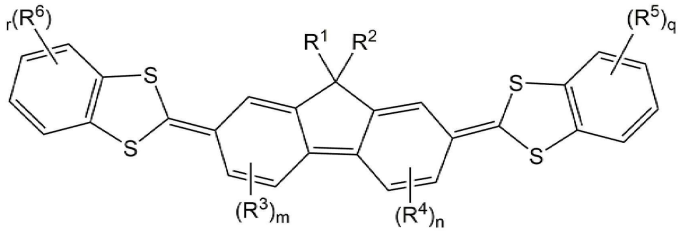
[0065] 

[0066] [화학식 1-2]



[0067]

[0068] [화학식 1-3]



[0069]

[0070] 상기 화학식 1-1 내지 1-3에서,

[0071] R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 또는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기로부터 선택되고,

[0072] R^3 및 R^4는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0073] m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

[0074] R^5 및 R^6는, 각각 독립적으로, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

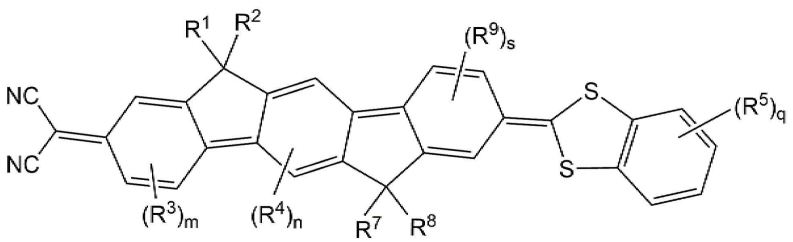
[0075] q 및 r은, 각각 독립적으로, 0 내지 4의 정수 중 하나이되,

[0076] 상기 화학식 1-1에서, R^1 및 R^2가 동시에 수소 또는 메틸기는 아니고,

[0077] 상기 화학식 1-2에서, R^1 및 R^2가 동시에 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기는 아니다.

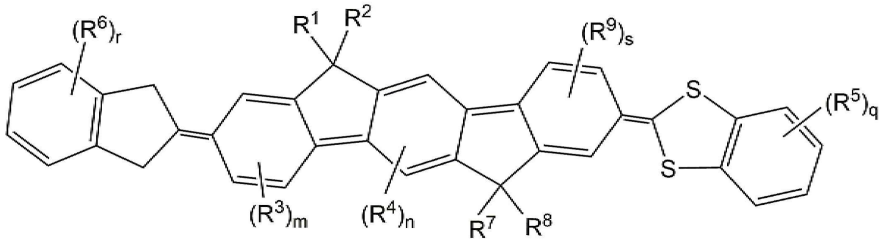
[0078] 상기 화학식 1은 하기 화학식 1-4 또는 하기 화학식 1-5로 표시된다:

[0079] [화학식 1-4]



[0080]

[0081] [화학식 1-5]



[0082]

[0083] 상기 화학식 1-4 및 화학식 1-5에서,

[0084] R^1, R^2, R^7, 및 R^8은, 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0085] R^3, R^4, 및 R^9는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0086] R^5 및 R^6는, 각각 독립적으로, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

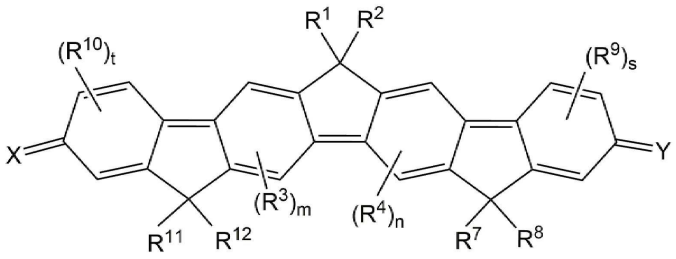
[0087] m 및 s는, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

[0088] n은 0 내지 2의 정수 중 하나이고,

[0089] q 및 r은, 각각 독립적으로, 0 내지 4의 정수 중 하나이다.

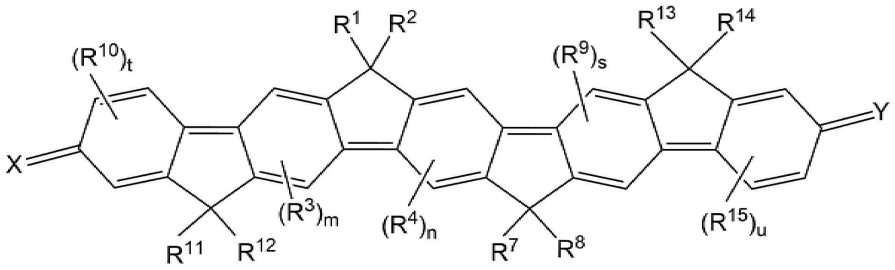
[0090] 상기 화학식 1은 화학식 1-6 또는 하기 화학식 1-7로 표시된다:

[0091] [화학식 1-6]



[0092]

[0093] [화학식 1-7]



[0094]

[0095] 상기 화학식 1-6 및 화학식 1-7 에서,

[0096] R^1, R^2, R^7, R^8, R^{11}, R^{12}, R^{13}, 및 R^{14}는, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0097] R^3, R^4, R^9, R^{10}, 및 R^{15}는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

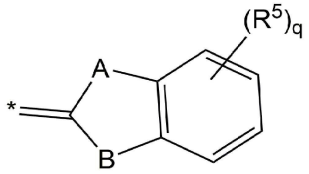
[0098] X 및 Y는, 각각 독립적으로, 각각 독립적으로, 전자받개 모이어티, 전자주개 모이어티, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0099] 상기 화학식 1-6에서, m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 내지 2의 정수 중 하나이고, s 및 t는, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

[0100] 상기 화학식 1-7에서, m, n, 및 s는, 각각 독립적으로, 0 내지 2의 정수 중 하나이고, t 및 u는, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이다.

[0101] 상기 화학식 1-6 및 화학식 1-7에서, 상기 전자받개 모이어티는 $(CN)_2$-C=*로 표현되고, 여기서, *는 상기 화학식 1-6 또는 화학식 1-7의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분을 나타내고, 상기 전자주개 모이어티는 하기 화학식 2로 표현된다:

[0102] [화학식 2]

[0103] 

[0104] 상기 화학식 2에서,

[0105] A 및 B는, 각각 독립적으로, 산소(O), 황(S), 셀레늄(Se), 또는 텔루리움(Te)에서 선택되고,

[0106] R^5는 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0107] q는 0 내지 4의 정수 중 하나이고,

[0108] *는 상기 화학식 1-6 또는 화학식 1-7의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분을 나타낸다.

[0109] 상기 화합물의 분자량은 약 250 g/mol 내지 약 1,000 g/mol이다.

[0110] 상기 화합물의 흡수 피크 파장은 약 750 nm 내지 약 3,000 nm의 파장 영역에 속한다.

[0111] 다른 일 구현예에 따른 근적외선 흡수 및/또는 차단 필름은 상기 일 구현예에 따른 화합물을 포함한다.

[0112] 또 다른 일 구현예에 따른 광전 소자는, 서로 마주하는 제1 전극과 제2 전극, 그리고 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 활성층을 포함하고, 상기 활성층은 상기 화학식 1로 표현되는 화합물을 포함한다.

[0113] 상기 활성층의 흡수 피크 파장은 750 nm 내지 3,000 nm의 파장 영역에 속한다.

[0114] 또 다른 일 구현예에 따른 광전 소자는, 서로 마주하는 제1 전극과 제2 전극, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 활성층, 그리고 상기 활성층과 상기 제1 전극 사이, 상기 활성층과 상기 제2 전극 사이, 또는

상기 활성층과 상기 제1 전극 사이 및 상기 활성층과 상기 제2 전극 사이 모두에 적어도 하나의 전하 보조층을 포함하고, 상기 전하 보조층은 상기 화학식 1로 표현되는 화합물을 포함한다.

[0115] 또 다른 일 구현예에 따른 이미지 센서는 일 구현예에 따른 광전 소자를 포함한다.

[0116] 또 다른 일 구현예에 따른 전자 장치는 상기 광전 소자를 포함한다.

[0117] 또 다른 일 구현예에 따른 전자 장치는 상기 이미지 센서를 포함한다.

발명의 효과

[0118] 일 구현예에 따른 화합물은 근적외선 영역에서 양호한 흡광 특성을 보이며, 예를 들어, 보다 장파장 영역의 근적외선 파장에 대한 우수한 흡광 특성을 발휘한다. 따라서, 일 구현예에 따른 화합물은 근적외선 흡수재로 사용될 수 있고, 상기 화합물을 포함하는 근적외선 흡수 및/또는 차단 필름, 광전 소자, 이미지 센서, 전자 장치 등에 유리하게 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0119] 도 1은 일 구현예에 따른 광전 소자를 도시한 단면도이고,

도 2는 다른 구현예에 따른 광전 소자를 도시한 단면도이고,

도 3은 일 구현예에 따른 유기 센서를 보여주는 단면도이고,

도 4는 다른 구현예에 따른 유기 센서를 보여주는 단면도이고,

도 5는 또 다른 구현예에 따른 유기 센서를 보여주는 단면도이고,

도 6은 일 구현예에 따른 유기 센서의 픽셀 어레이의 일 예를 나타내는 개략도이고,

도 7은 일 구현예에 따른 유기 센서를 나타내는 단면도이고,

도 8은 다른 구현예에 따른 유기 센서를 나타내는 단면도이고,

도 9는 또 다른 구현예에 따른 유기 센서를 나타내는 단면도이고,

도 10은 또 다른 구현예에 따른 유기 센서를 나타내는 단면도이고,

도 11은 또 다른 구현예에 따른 유기 센서를 나타내는 단면도이고,

도 12는 일 구현예에 따른 유기 센서를 포함하는 디지털 카메라의 블록 다이어그램이고,

도 13은 일 구현예에 따른 전자 장치의 개략도이고,

도 14는 합성예 1 내지 합성예 3, 및 비교합성예 1에서 각각 제조된 화합물 1(Compound 1), 화합물 2(Compound 2), 화합물 3(Compound 3), 및 화합물 a의 용액 상태에서의 흡광 스펙트럼을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0120] 이하, 구현예에 대하여 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 실제 적용되는 구조는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예에 한정되지 않는다.

[0121] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 도면에서 본 구현예를 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하였다.

[0122] 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다. 일 구성 요소가 다른 구성 요소 "위에" 있는 것으로 언급될 때, 이는 다른 구성 요소의 상부 또는 하부에 접촉하여 있을 수 있음을 의미한다.

[0123] 본 명세서에서 별도의 정의가 없는 한, "치환된"이란, 화합물 중의 수소 원자가 할로겐 원자(F, Br, Cl 또는 I), 히드록시기, 니트로기, 시아노기, 아미노기, 아지도기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 카르보닐

기, 카르바밀기, 티올기, 에스테르기, 카르복실기나 그의 염, 술폰산기나 그의 염, 인산기나 그의 염, C1 내지 C20 알킬기, C1 내지 C20 알콕시기, C2 내지 C20 알케닐기, C2 내지 C20 알키닐기, C6 내지 C30 아릴기, C7 내지 C30 아릴알킬기, C2 내지 C20 헤테로아릴기, C3 내지 C20 헤테로아릴알킬기, C3 내지 C30 사이클로알킬기, C3 내지 C15 사이클로알케닐기, C6 내지 C15 사이클로알키닐기, C2 내지 C20 헤테로사이클로알킬기 및 이들의 조합에서 선택된 치환기로 치환된 것을 의미한다.

[0124] 또한, 본 명세서에서 별도의 정의가 없는 한, "헤테로"란, N, O, S, P 및 Si에서 선택된 헤테로 원자를 1 내지 3개 함유한 것을 의미한다.

[0125] 본 명세서에서 "알킬기"는 예를 들어 메틸기, 에틸기, 프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, t-부틸기, 펜틸기, 헥실기 등을 들 수 있다.

[0126] 본 명세서에서 "사이클로알킬기"는, 시클로프로필기, 시클로부틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기 등일 수 있다.

[0127] 본 명세서에서 "아릴(aryl)기"는 환형인 치환기의 모든 원소가 p-오비탈을 가지고 있으며, 이들 p-오비탈이 공액(conjugation)을 형성하고 있는 치환기를 의미하고, 모노시클릭, 폴리시클릭 또는 융합 고리 폴리시클릭(즉, 탄소원자들의 인접한 쌍들을 나눠 가지는 고리) 작용기를 포함한다.

[0128] 본 명세서에서 별도의 정의가 없는 한, "시아노 함유기"는 C1 내지 C30 알킬기, C2 내지 C30 알케닐기 또는 C2 내지 C30 알키닐기의 적어도 하나의 수소가 시아노기로 치환된 1가의 작용기를 의미할 수 있다. 또한 상기 시아노 함유기는 $=CR^{x'}-(CR^{x}R^{y})_{p}-CR^{y'}(CN)_{2}$로 표현되는 디시아노알케닐기와 같은 2가의 작용기를 포함할 수 있으며 여기에서 R^{x}, R^{y}, $R^{x'}$ 및 $R^{y'}$는 동일하거나 상이하며 각각 독립적으로 수소 또는 C1 내지 C10 알킬기이고 p는 0 내지 10의 정수이다. 상기 시아노 함유기의 구체적인 예로는 디시아노메틸기(dicyanomethyl group), 디시아노비닐기(dicyanovinyl group), 시아노에티닐기(cyanoethynyl group) 등이 있다.

[0129] 본 명세서에서 별도의 정의가 없는 한, "헤테로고리"는 적어도 하나의 헤테로 원자를 포함한 고리를 의미하고, 여기서 헤테로 원자는 N, O, S, P 및 Si에서 선택될 수 있고, 고리는 지방족 고리, 방향족 고리 또는 이들의 융합고리를 포함한다.

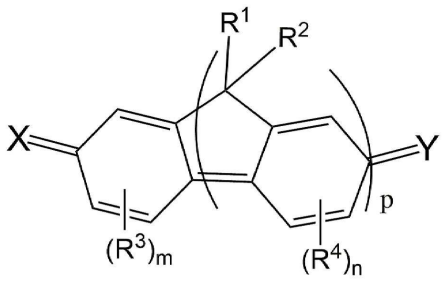
[0130] 본 명세서에서 별도의 정의가 없는 한, "조합"이란 하나의 치환기가 다른 치환기에 치환되거나, 서로 융합하여 존재하거나, 단일결합이나 C1 내지 C10 알킬렌기에 의해 서로 연결된 치환기들을 의미한다.

[0131] 본 명세서에서 "5원 방향족 고리"는 공액 구조를 제공하는 5원 사이클릭기(예를 들어 C5 아릴기) 또는 공액 구조를 제공하는 5원 헤테로사이클릭기(예를 들어 C2 내지 C4 헤테로아릴기)를 의미한다. 본 명세서에서 "6원 방향족 고리"는 공액 구조를 제공하는 6원 사이클릭기(예를 들어 C6 아릴기) 또는 공액 구조를 제공하는 6원 헤테로사이클릭기(예를 들어 C2 내지 C5 헤테로아릴기)를 포함할 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한 방향족 고리는 상기 5원 방향족 고리 또는 6원 방향족 고리를 포함할 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0132] 이하, 일 구현예에 따른 화합물을 설명한다.

[0133] 일 구현예에 따른 화합물은 하기 화학식 1로 표현된다:

[0134] [화학식 1]

[0135] 

[0136] 상기 화학식 1에서,

[0137] R^{1} 및 R^{2}는, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로

방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0138] R^3 및 R^4는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0139] m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

[0140] p는 1 내지 5의 정수 중 하나이고,

[0141] X 및 Y는, 각각 독립적으로, 전자받개(electron-acceptor) 모이어티, 전자주개(electron-donor) 모이어티, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0142] p가 1일 때, 상기 X 및 Y가 동일한 전자받개 모이어티인 경우, R^1 및 R^2가 동시에 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 지방족 탄화수소기는 아니고 (즉, 둘 다 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 지방족 탄화수소기는 아니고, 또한, 각각이 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 지방족 탄화수소기는 아니고),

[0143] p가 1일 때, 상기 X 및 Y중 하나는 전자받개 모이어티이고, 다른 하나는 전자주개 모이어티인 경우, R^1 및 R^2가 동시에 수소이거나, 또는 동시에 메틸기는 아니고 (즉, 둘 다 수소이거나 또는 둘 다 메틸기는 아니고),

[0144] p가 2일 때, 상기 X 및 Y는 동일한 전자받개 모이어티를 포함하지 않는다.

[0145] 일 구현예에 따른 상기 화학식 1로 표현되는 화합물은 플루오렌(fluorene) 구조를 기초로 한 퀴노이드형(quinoid-type) 화합물로서, 상기 화학식 1에서 'p'로 표시한 반복단위의 수를 변경하여 공역 길이(conjugation length)를 조절할 수 있고, 그에 따라 상기 화학식 1로 표현되는 화합물의 최대 흡수 파장을 조절할 수 있다. 또한, 상기 화학식 1로 표현되는 화합물은 양 말단에 존재하는 X 및 Y에, 각각 독립적으로, 전자받개 모이어티 또는 전자주개 모이어티를 포함함으로써, 상기 화합물의 전하전달(charge transfer) 특성을 더욱 강화할 수 있다. 상기 화학식 1로 표현되는 화합물은 밴드갭 에너지가 낮으며, 근적외선 파장 영역의 빛을 효과적으로 흡수할 수 있고, 또한, 상기 화합물의 분자량을 1,000 gram/mole 이하로 조절함으로써 증착 공정에 유리하게 적용할 수 있다.

[0146] 근적외선과 같이 장파장의 빛을 흡수하는 소재는 작은 HOMO-LUMO간 밴드갭(bandgap) 에너지를 가지는 것이 좋다. 작은 밴드갭 에너지를 가지기 위해서는 공액 길이를 길게 할 수 있으나, 공액 길이가 길어지면 증착 공정 적용에 불리하고, 증착 중에 화합물들의 응집이 발생할 수 있다. 상기 화학식 1로 표현되는 화합물은 상기 반복단위의 수를 조절함으로써 공액 길이를 쉽게 조절할 수 있고, 그로 인해, 근적위선 파장의 흡수에 유리한 작은 밴드갭 에너지의 달성을 용이하게 조절할 수 있다. 이러한 공액 구조의 추가는 증착 가능한 범위에서 적절히 조절할 수 있으며, 예를 들어, 분자량 약 1,000 g/mol 이하의 범위로 조절되어, 증착에 유리하게 적용될 수 있다. 뿐만 아니라, 일 구현예에 따른 상기 화학식 1의 화합물은 응집 현상 없이 단분자 상태에서 약 800 nm 이상, 900 nm 이상, 1,000 nm 이상, 1,100 nm 이상, 1,200 nm 이상, 1,300 nm 이상의 장파장까지 흡수할 수 있는 것으로 예상된다.

[0147] 일 구현예에 따른 화합물은 상기 화학식 1로 표현되는 특정 구조를 가짐으로써, 분자량 약 1,000 g/mol 이하, 예를 들어, 분자량 약 900 g/mol 이하, 분자량 약 800 g/mol 이하, 분자량 약 750 g/mol 이하로 조절될 수 있고, 예를 들어, 분자량 약 250 g/mol 내지 약 1,000 g/mol, 약 300 g/mol 내지 약 950 g/mol을 가짐으로써, 용이하게 증착 가능하면서도 보다 장파장, 예컨대, 약 750 nm 이상, 예를 들어, 약 800 nm 이상, 예를 들어, 약 850 nm 이상, 예를 들어, 약 900 nm 이상, 예를 들어, 약 950 nm 이상, 예를 들어, 약 1,000 nm 이상, 약 1,100 nm 이상, 약 1,200 nm 이상, 약 1,300 nm 이상의 장파장 영역의 광에 대한 흡수 능력이 우수할 수 있다. 따라서, 상기 화합물을 근적외선 흡수재로서 포함하는 층 및/또는 구조물은 근적외선 파장의 광에 대한 개선된 감도 및/또는 흡광도를 가질 수 있다. 근적외선을 선택적으로 흡수 및/또는 변환(전기 신호로, 예를 들어 광전 변환)하도록 구성된 장치(예컨대, 센서)는, 예를 들어 상기 근적외선 광을 선택적으로 흡수 및/또는 변환(전기 신호로 변환, 예를 들어, 광전 변환)하도록 구성된 활성층에 근적외선 흡수재를 포함함으로써 개선된 성능과 효율을 가질 수 있고, 그 결과, 보다 우수한 품질의 이미지를 생성할 수 있고, 및/또는 생성된 이미지의 품질을

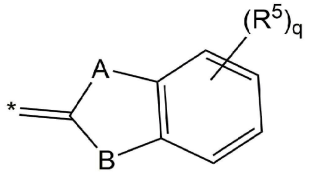
저하하지 않으면서 보다 낮은 에너지 소비로써 이미지를 생성할 수 있다.

[0148] 상기 화학식 1로 표현되는 화합물은, 예를 들어, 약 750 nm 내지 약 3,000 nm의 파장 영역, 예를 들어, 약 750 nm 내지 2,500 nm의 파장 영역, 약 800 nm 내지 2,000 nm의 파장 영역, 약 800 nm 내지 1,800 nm 파장 영역, 약 800 nm 내지 1,600 nm 파장 영역, 약 800 nm 내지 1,500 nm 파장 영역, 약 800 nm 내지 1,300 nm 파장 영역, 약 800 nm 내지 1,200 nm 파장 영역, 약 800 nm 내지 약 1,000 nm 파장 영역의 빛을 흡수할 수 있는 흡광 특성을 나타내는 신규한 화합물이다.

[0149] 상기 화학식 1에서, 상기 전자받개 모이어티는 $(CN)_2$-C=*로 표현될 수 있고, 여기서, *는 상기 화학식 1의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분이다.

[0150] 상기 화학식 1에서, 상기 전자주개 모이어티는 하기 화학식 2로 표현될 수 있다:

[0151] [화학식 2]

[0152] 

[0153] 상기 화학식 2에서,

[0154] A 및 B는, 각각 독립적으로, 산소(O), 황(S), 셀레늄(Se), 또는 텔루리움(Te)에서 선택될 수 있고,

[0155] R^5는 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택될 수 있고,

[0156] q는 0 내지 4의 정수 중 하나이고,

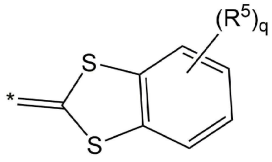
[0157] *는 상기 화학식 1의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분이다.

[0158] 상기 화학식 2에서, 상기 A 및 B는, 각각 독립적으로, 황(S), 셀레늄(Se), 또는 텔루리움(Te)에서 선택될 수 있고, 예를 들어, A 및 B는, 각각 독립적으로, 황(S), 또는 셀레늄(Se)에서 선택될 수 있고, 예를 들어, A 및 B는, 모두 황(S)일 수 있다.

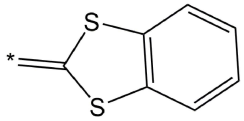
[0159] 상기 화학식 2에서, R^5는 중수소, 또는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기일 수 있고, 예를 들어, 상기 화학식 2에서, q는 0일 수 있으며, 이 경우, 상기 화학식 2는 치환기 R^5를 가지지 않을 수 있다.

[0160] 일 실시예에서, 상기 화학식 2는 하기 화학식 2-1로 표현될 수 있고, 예컨대, 하기 화학식 3으로 표현될 수 있다:

[0161] [화학식 2-1]

[0162] 

[0163] [화학식 3]

[0164] 

[0165] 상기 화학식 2-1 및 화학식 3에서,

[0166] R^5, q, 및 *는, 각각, 상기 화학식 2에서 정의한 바와 같다.

[0167] 상기 화학식 1의 X 및 Y로 표현한 전자주개 모이어티 및 전자받개 모이어티의 일 예로서, 각각 화학식 $(CN)_2$-C=*, 및 상기 화학식 2로 표현되는 기를 설명하였으나, 상기 화학식 1의 양 말단(즉, 반대편 말단)에 존재하는 전자주개 모이어티 및 전자받개 모이어티는 이들 기로 제한되지 않으며, 당해 기술 분야에서 공지된 다양한 종류의 전저주개 모이어티 및 전자받개 모이어티를 포함할 수 있음은 당연하다.

[0168] 일 실시예에서, 상기 화학식 1의 양 말단에 존재하는 X 및 Y는 모두 전자주개 모이어티이거나, X 및 Y는 모두 전자받개 모이어티이거나, X는 전자주개 모이어티이고 Y는 전자받개 모이어티이거나, 또는 X는 전자받개 모이어티이고 Y는 전자주개 모이어티일 수 있다.

[0169] 상기 화학식 1에서, R^1 내지 R^4는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택될 수 있고, m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 또는 1의 정수일 수 있다.

[0170] 상기 화학식 1에서, p는 1 내지 4의 정수 중 하나일 수 있다. p가 1 내지 4의 정수 중 하나일 경우, 상기 화학식 1로 표현되는 화합물의 분자량을 1,000 g/mol 이하로 조절하기에 유리하며, 이 경우, 상기 화학식 1로 표현되는 화합물은 증착 공정에 유리하게 적용될 수 있다.

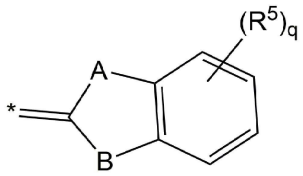
[0171] 일 실시예에서, 상기 화학식 1의 p는 1이고, X 및 Y 중 하나는 전자받개 모이어티이고, 다른 하나는 전자주개 모이어티인 경우, R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 할로겐, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택될 수 있다. 예를 들어, 상기 R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 할로겐, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택된다.

[0172] 일 실시예에서, 상기 화학식 1의 p는 1이고, X 및 Y가 동일한 전자주개 모이어티인 경우, 상기 화학식 1의 R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 수소, 할로겐, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택되되, R^1 및 R^2가 동시에 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기는 아니다 (즉, R^1 및 R^2 둘 다 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20 알킬기는 아니다).

[0173] 일 실시예에서, 상기 화학식 1의 p가 1일 때, R^1 및 R^2 중 적어도 하나는 할로겐일 수 있고, 예를 들어, R^1 및 R^2는 중 하나는 할로겐이고 다른 하나는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알킬기이거나, 또는 R^1 및 R^2가 모두 할로겐일 수 있다. 여기서, 상기 할로겐은 불소(F)일 수 있고, 상기 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알킬기는 아이소프로필기일 수 있다.

[0174] 일 실시예에서, 상기 화학식 1의 p는 2이고, 이 때, 상기 화학식 1의 X는 $(CN)_2$-C=*로 표현되고 (여기서, *는 상기 화학식 1의 X 위치에 연결되는 부분이다), 상기 화학식 1의 Y는 하기 화학식 2로 표시될 수 있다:

[0175] [화학식 2]

[0176] 

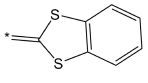
[0177] 상기 화학식 2에서, A, B, R^5, 및 q는 상기 화학식 2에 대해 정의한 바와 같다.

[0178] 상기 화학식 1에서,

[0179] R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 할로겐, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5 알킬기, 또는 이들의 조합으로부터 선택되고,

[0180] m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 또는 1이고,

[0181] p는 1 내지 4의 정수 중 하나이고,

[0182] X 및 Y는, 각각 독립적으로, $(CN)_2$-C=*,  , 또는 이들의 조합으로부터 선택되며, 여기서, *는 상기 화학식 1의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분이고,

[0183] p가 1일 때, 상기 R^1 및 R^2 중 적어도 하나는 할로겐이고,

[0184] p가 2일 때, 상기 X 및 Y는 서로 동일하지 않다.

[0185] 일 실시예에서, 상기 할로겐은 불소(F) 또는 염소(Cl)일 수 있고, 상기 C1 내지 C5 알킬기는 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 아이소프로필기, n-부틸기, 아이소부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 아이소펜틸기, tert-펜틸기, 또는 이들의 조합으로부터 선택될 수 있다.

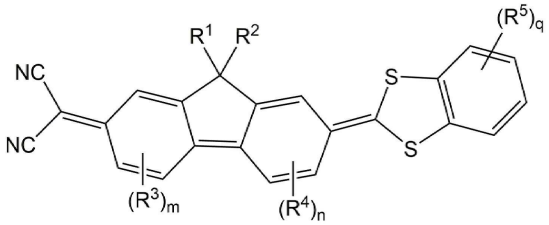
[0186] 상기 화학식 1에서,

[0187] p가 3 또는 4일 때, X 및 Y는 서로 동일하거나 다르고,

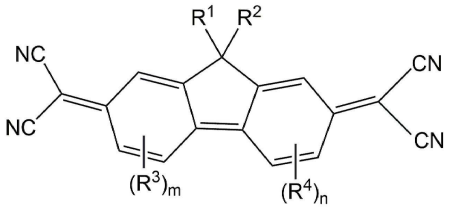
[0188] R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 수소, 할로겐, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알킬기, 또는 이들의 조합으로부터 선택될 수 있다.

[0189] 상기 화학식 1은 하기 화학식 1-1 내지 하기 화학식 1-3 중 하나 이상으로 표시될 수 있다:

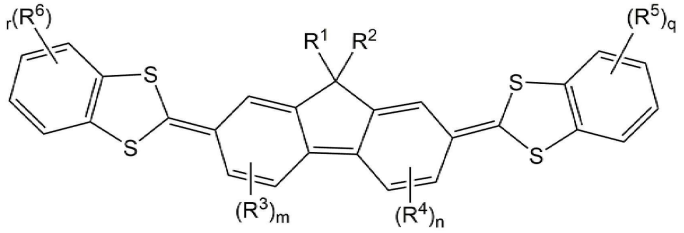
[0190] [화학식 1-1]

[0191] 

[0192] [화학식 1-2]

[0193] 

[0194] [화학식 1-3]

[0195] 

[0196] 상기 화학식 1-1 내지 1-3에서,

[0197] R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 또는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기로부터 선택되고,

[0198] R^3 및 R^4는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지

C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0199] m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

[0200] R^5 및 R^6는, 각각 독립적으로, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0201] q 및 r은, 각각 독립적으로, 0 내지 4의 정수 중 하나이되,

[0202] 상기 화학식 1-1에서, R^1 및 R^2가 동시에 수소이거나 또는 동시에 메틸기는 아니고,

[0203] 상기 화학식 1-2에서, R^1 및 R^2가 동시에 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기는 아니다 (즉, R^1 및 R^2 둘 다 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기는 아니다).

[0204] 상기 화학식 1-1 내지 1-3에서,

[0205] R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 할로겐, 예를 들어, 불소(F)이거나, 또는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5 알킬기로부터 선택되되, R^1 및 R^2 중 적어도 하나는 할로겐, 예를 들어, 불소(F)이고,

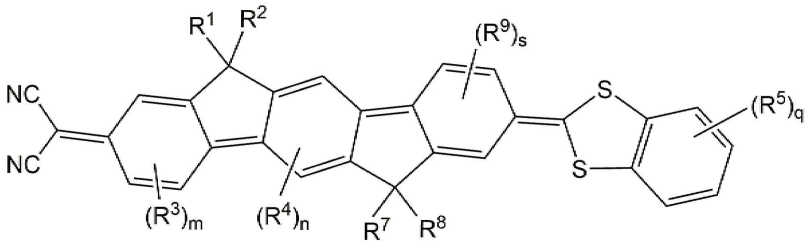
[0206] R^3 내지 R^6는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C10의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C10 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0207] m, n, q 및 r은, 각각 독립적으로, 0 내지 2의 정수 중 하나일 수 있다.

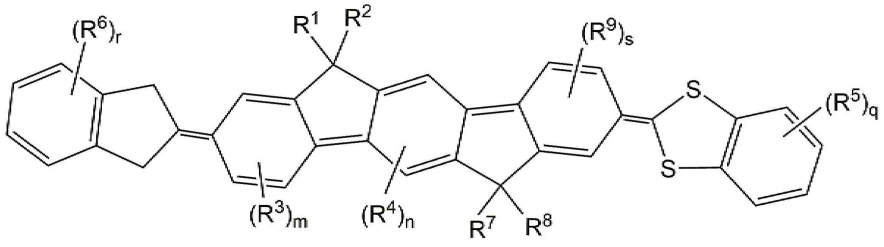
[0208] 상기 화학식 1-1 내지 1-3에서, R^1 및 R^2는, 각각 독립적으로, 불소, 또는 C1 내지 C5 알킬기로부터 선택되되, R^1 및 R^2 중 적어도 하나는 불소이고, m, n, q 및 r은 모두 0일 수 있다.

[0209] 상기 화학식 1은 하기 화학식 1-4 또는 하기 화학식 1-5로 표시될 수 있다:

[0210] [화학식 1-4]

[0211] 

[0212] [화학식 1-5]

[0213] 

[0214] 상기 화학식 1-4 및 화학식 1-5에서,

[0215] R^1, R^2, R^7, 및 R^8은, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는

비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0216] R^3, R^4, 및 R^9는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0217] m 및 s는, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

[0218] R^5 및 R^6는, 각각 독립적으로, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0219] m 및 s는, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

[0220] n은 0 내지 2의 정수 중 하나이고,

[0221] q 및 r은, 각각 독립적으로, 0 내지 4의 정수 중 하나이다.

[0222] 상기 화학식 1-4 및 화학식 1-5에서,

[0223] R^1, R^2, R^7, 및 R^8은, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C10의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C10 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0224] R^3, R^4, 및 R^9는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C10의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C10 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0225] R^5 및 R^6는, 각각 독립적으로, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C10의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0226] m 및 s는, 각각 독립적으로, 0 내지 2의 정수 중 하나이고,

[0227] n은 0 또는 1이고,

[0228] q 및 r은, 각각 독립적으로, 0 내지 2의 정수 중 하나일 수 있다.

[0229] 상기 화학식 1-4 및 화학식 1-5에서,

[0230] R^1, R^2, R^7, 및 R^8은, 수소, 중수소, 할로겐, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C6의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C10 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0231] R^3, R^4, R^5, R^6, 및 R^9는, 각각 독립적으로, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C6의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C10 아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0232] m, n, s, q, 및 r은, 각각 독립적으로, 0 또는 1의 정수 중 하나일 수 있다.

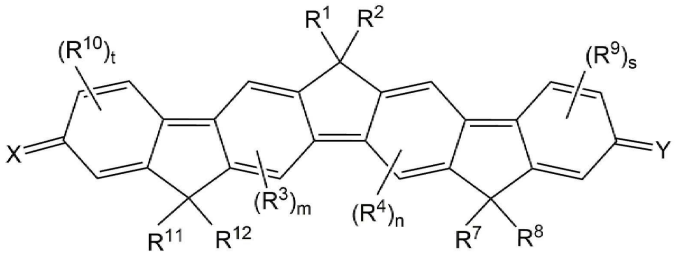
[0233] 상기 화학식 1-4 및 화학식 1-5에서,

[0234] R^1, R^2, R^7, 및 R^8은, 수소, 중수소, 할로겐, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

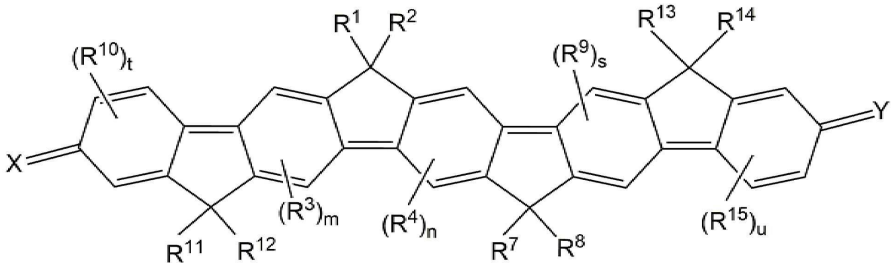
[0235] m, n, s, q, 및 r은 모두 0일 수 있다.

[0236] 상기 화학식 1은 하기 화학식 1-6 또는 하기 화학식 1-7로 표시될 수 있다:

[0237] [화학식 1-6]

[0238] 

[0239] [화학식 1-7]

[0240] 

[0241] 상기 화학식 1-6 및 화학식 1-7 에서,

[0242] R^1, R^2, R^7, R^8, R^{11}, R^{12}, R^{13}, 및 R^{14}는, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0243] R^3, R^4, R^9, R^{10}, 및 R^{15}는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

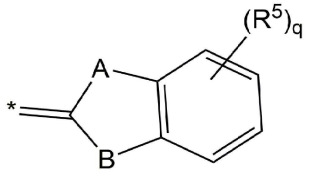
[0244] X 및 Y는, 각각 독립적으로, 각각 독립적으로, 전자받개 모이어티, 전자주개 모이어티, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0245] 상기 화학식 1-6에서, m 및 n은, 각각 독립적으로, 0 내지 2의 정수 중 하나이고, s 및 t는, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

[0246] 상기 화학식 1-7에서, m, n, 및 s는, 각각 독립적으로, 0 내지 2의 정수 중 하나이고, t 및 u는, 각각 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중 하나이다.

[0247] 상기 화학식 1-6 및 화학식 1-7에서, 상기 전자받개 모이어티는 $(CN)_2$-C=*로 표현되고, 여기서, *는 상기 화학식 1-6 또는 화학식 1-7의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분을 나타내고, 상기 전자주개 모이어티는 하기 화학식 2로 표현될 수 있다:

[0248] [화학식 2]

[0249] 

[0250] 상기 화학식 2에서,

[0251] A 및 B는, 각각 독립적으로, 산소(O), 황(S), 셀레늄(Se), 또는 텔루리움(Te)에서 선택되고,

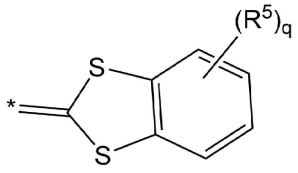
[0252] R^5는 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0253] q는 0 내지 4의 정수 중 하나이고,

[0254] *는 상기 화학식 1-6 또는 화학식 1-7의 X 또는 Y 위치에 연결되는 부분을 나타낸다.

[0255] 상기 화학식 1-6 및 화학식 1-7에서, 상기 X는 $(CN)_2$-C=*로 표현되고 (여기서, *는 상기 화학식 1-6 또는 화학식 1-7의 X 위치에 연결되는 부분을 낸다), 상기 Y는 하기 화학식 2-1로 표현될 수 있다:

[0256] [화학식 2-1]

[0257] 

[0258] 상기 화학식 2-1에서,

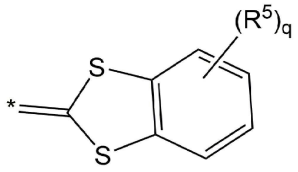
[0259] R^5는 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 포화 또는 불포화 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 포화 또는 불포화 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합에서 선택되고,

[0260] q는 0 내지 4의 정수 중 하나이고,

[0261] *는 상기 화학식 1-6 또는 화학식 1-7의 Y 위치에 연결되는 부분을 나타낸다.

[0262] 상기 화학식 1-6 또는 상기 화학식 1-7에서, 상기 X 및 Y가 모두 $(CN)_2$-C=*로 표현되거나(여기서, *는 상기 화학식 1-5 또는 상기 화학식 1-6의 X 및 Y 위치에 연결되는 부분을 나타낸다), 또는 상기 X 및 Y가 모두 하기 화학식 2-1로 표현될 수 있다:

[0263] [화학식 2-1]

[0264] 

[0265] 상기 화학식 2-1의 R^5, q, *는 상기에서 정의한 바와 같다.

[0266] 상기 화학식 1-6 및 화학식 1-7에서,

[0267] R^1, R^2, R^7, R^8, R^{11}, R^{12}, R^{13}, 및 R^{14}는, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C10의 사이클로알킬기, 치환 또

는 비치환된 C6 내지 C10 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C10 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C10 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택될 수 있고,

[0268] R^3, R^4, R^9, R^{10}, 및 R^{15}는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 하이드록시기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C10의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C10 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C10 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C10 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택될 수 있고,

[0269] X 및 Y는, 각각 독립적으로, $(CN)_2$-C=* (여기서, *는 상기 화학식 1-5 또는 상기 화학식 1-6의 X 및 Y 위치에 연결되는 부분을 나타낸다), 또는 상기 화학식 2-1로 표현될 수 있고,

[0270] m, n, s, t 및 u는, 각각 독립적으로, 0 내지 2의 정수 중 하나일 수 있다.

[0271] 상기 화학식 1-6 및 화학식 1-7에서,

[0272] R^1, R^2, R^7, R^8, R^{11}, R^{12}, R^{13}, 및 R^{14}는, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C6의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C10 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C10 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C10 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택될 수 있고,

[0273] R^3, R^4, R^9, R^{10}, 및 R^{15}는, 각각 독립적으로, 중수소, 할로겐, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C6의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C10 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C10 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C10 아릴옥시기, 또는 이들의 조합에서 선택될 수 있고,

[0274] X 및 Y는, 각각 독립적으로, 각각 독립적으로, $(CN)_2$-C=* (여기서, *는 상기 화학식 1-5 또는 상기 화학식 1-6의 X 및 Y 위치에 연결되는 부분을 나타낸다), 또는 상기 화학식 2-1로 표현될 수 있고,

[0275] m, n, s, t 및 u는, 각각 독립적으로, 0 또는 1의 정수일 수 있다.

[0276] 상기 화학식 1-6 및 화학식 1-7에서,

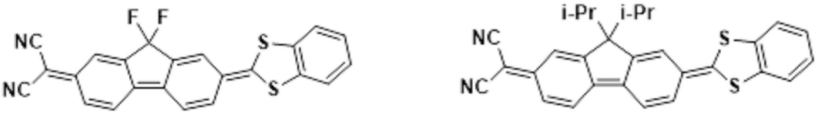
[0277] R^1, R^2, R^7, R^8, R^{11}, R^{12}, R^{13}, 및 R^{14}는, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C6의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C10 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C10 헤테로아릴기, 또는 이들의 조합에서 선택될 수 있고,

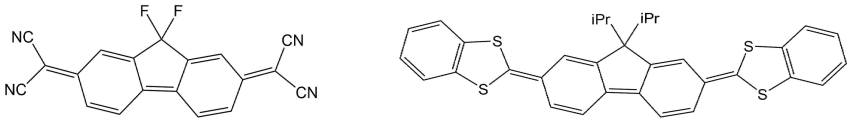
[0278] X 및 Y는, 각각 독립적으로, 각각 독립적으로, $(CN)_2$-C=* (여기서, *는 상기 화학식 1-5 또는 상기 화학식 1-6의 X 및 Y 위치에 연결되는 부분을 나타낸다), 또는 상기 화학식 2-1로 표현될 수 있고,

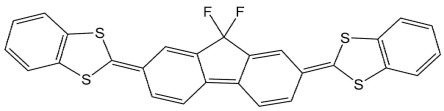
[0279] m, n, s, t 및 u는 모두 0 일 수 있다.

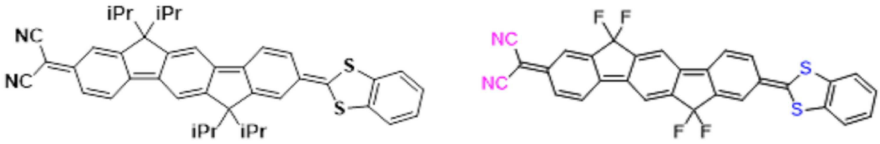
[0280] 상기 화학식 1-1 내지 화학식 1-7에서, 상기 할로겐은 불소(F) 또는 염소(Cl)일 수 있고, 상기 C1 내지 C5 알킬기는 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 아이소프로필기, n-부틸기, 아이소부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 아이소펜틸기, tert-펜틸기, 또는 이들의 조합으로부터 선택될 수 있다.

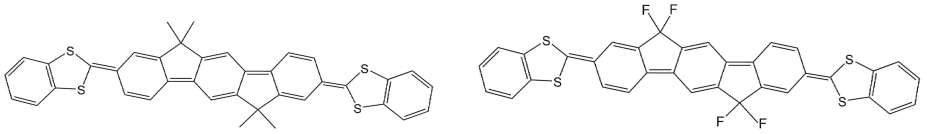
[0281] 일 구현에에 따른 화합물의 예로서 하기 화합물들을 예시할 수 있으나, 일 구현예에 따른 화합물이 이들 화합물로 제한되는 것은 아니다:

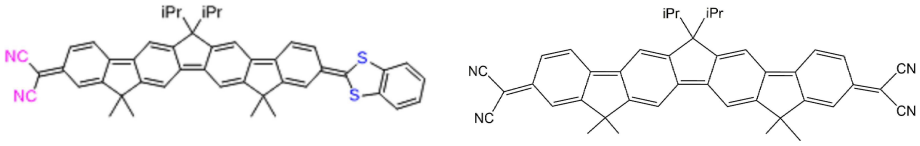
[0282] 

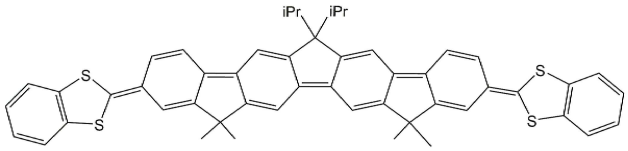
[0283] 

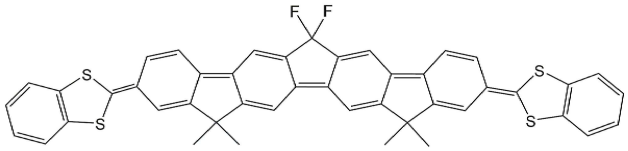
[0284] 

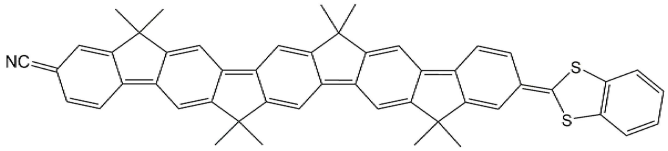
[0285] 

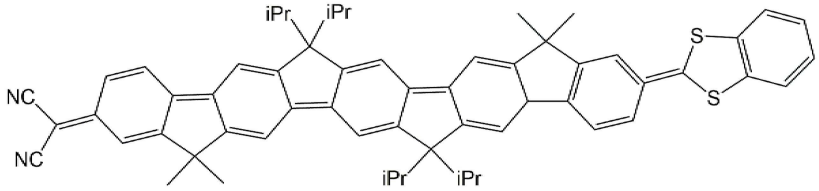
[0286] 

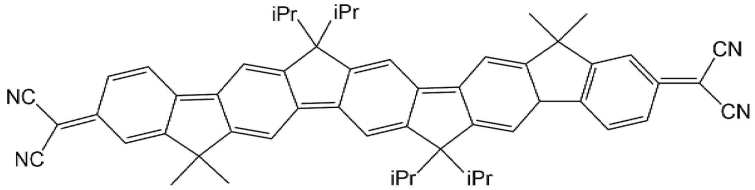
[0287] 

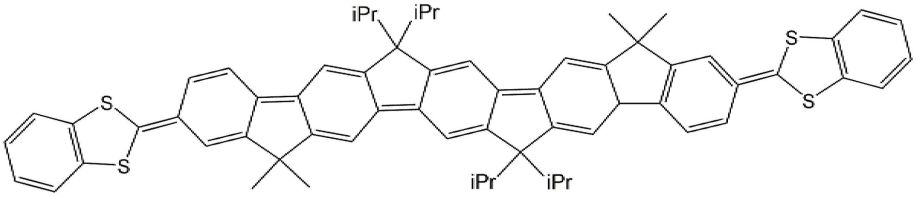
[0288] 

[0289] 

[0290] 

[0291] 

[0292] 

[0293] 

[0294] 전술한 바와 같이, 일 구현예에 따른 화합물의 분자량은 약 250 g/mol 내지 약 1,000 g/mol의 범위 내일 수 있으며, 이는 상기 화합물을 증착 공정을 이용하여 적용할 경우의 예시적인 범위이나, 상기 화합물의 분자량 범위는 반드시 상기 범위로 제한되지 않는다.

[0295] 또한, 상기 화합물의 흡수 피크 파장(peak absorption wavelength, λmax)은 약 750 nm 이상일 수 있고, 예컨대 약 770 nm 이상, 예컨대 약 780 nm 이상, 예컨대 약 790 nm 이상, 예컨대 약 800 nm 이상, 예컨대 약 810 nm 이상, 예컨대 약 820 nm 이상 또는 약 830 nm 이상일 수 있다. 예컨대, 상기 화합물의 흡수 피크 파장은, 예컨대, 약 750 nm 내지 3,000 nm의 파장 영역에 속할 수 있고, 상기 범위 내에서, 예컨대, 약 750 nm 내지 2,500 nm, 예컨대 약 780 nm 내지 2,200 nm, 예컨대 약 790 nm 내지 2,100 nm, 예컨대 약 800 nm 내지 2,000 nm, 예컨대 약 810 nm 내지 2,000 nm, 예컨대 약 820 nm 내지 2,000 nm 또는 예컨대 약 830 nm 내지 2,000 nm, 예컨대, 약 850 nm 내지 2,000 nm, 예컨대, 약 900 nm 내지 2,000 nm, 예컨대, 약 950 nm 내지 약 1,800 nm, 예컨대, 약 1,000 nm 내지 약 1,800 nm, 예컨대, 약 1,100 nm 내지 약 1,800 nm, 예컨대, 약 1,150 nm 내지 약 1,800 nm, 예컨대, 약 1,200 nm 내지 1,800 nm의 파장 영역, 예컨대, 약 1,250 nm 내지 약 1,700 nm, 예컨대, 약 1,300 nm 내지 1,700 nm, 예컨대, 약 1,300 nm 내지 약 1,600 nm, 예컨대, 약 1,300 nm 내지 약 1,500 nm 파장 영역의 빛을 흡수할 수 있는 흡광 특성을 가진다.

[0296] 따라서, 일 구현예에 따른 화합물은 근적외선 파장 영역의 광을 흡수할 수 있다.

[0297] 또한, 일 구현예에 따른 화합물은 양호한 전하 이동 특성을 나타낼 수 있으며, 이에 따라 빛을 흡수(예컨대, 선택적으로 흡수)하여 흡수한 빛을 전기적 신호로 변환(예컨대, 광전변환)하는 광전 변환 특성이 양호하여 광전 소자의 광전 변환 물질로서 효과적으로 사용될 수 있다. 따라서, 예를 들어 광전 소자의 활성층 및/또는 전하 보조층(예를 들어, 도 1 및 2에 도시된 활성층(30) 및/또는 전하 보조층(40, 45))에 일 구현예에 따른 화합물을 포함하는 광전 소자는 개선된 성능 및/또는 효율을 가질 수 있으며, 예를 들어, 상기 화합물을 포함함으로써 입사된 근적외선의 광전 변환을 구현하는 것과 관련하여 개선된 성능 및/또는 효율을 가질 수 있다.

[0298] 일 구현예에 따른 화합물은 내열성이 양호하여 증착시 열 분해가 방지되거나 감소될 수 있어 반복적으로 증착될 수 있다. 상기 화합물은 열 증착 또는 진공 증착될 수 있으며, 예컨대, 승화(sublimation)에 의해 증착될 수 있다. 예컨대, 승화에 의한 증착은 열중량분석(thermogravimetric analysis, TGA)에 의해 확인될 수 있으며, 약 10 파스칼(Pa) 이하의 압력에서 열 중량 분석시, 예컨대, 초기 중량 대비 10%의 중량 감소가 일어나는 온도는 약 400 ℃ 이하, 예를 들어, 약 390 ℃ 이하, 약 380 ℃ 이하, 약 370 ℃ 이하일 수 있다. 예컨대, 상기 화합물은 약 10 Pa 이하의 압력에서 열 중량 분석시, 예컨대, 초기 중량 대비 10%의 중량 감소가 일어나는 온도는 약 230 ℃ 내지 400 ℃일 수 있다.

[0299] 다른 일 구현예는 일 구현예에 따른 화합물(즉, 화학식 1로 표현되는 화합물)을 포함하는 근적외선 흡수/차단 필름을 제공한다.

[0300] 상기 근적외선 흡수/차단 필름은 근적외선 파장 영역의 흡광 특성이 요구되는 다양한 분야에 적용(포함)될 수 있다.

[0301] 일 구현예에 따른 화합물은 근적외선 파장 영역의 흡광 특성 및 광전 특성을 동시에 가지므로, 광전 변환 물질로 효과적으로 사용될 수 있다.

[0302] 이하, 도면을 참조하여, 일 구현예에 따른 화합물(화학식 1로 표현되는 화합물)을 포함하는 광전 소자, 이미지 센서, 및 전자 장치에 대해 설명한다.

[0303] 도 1은 일 구현예에 따른 광전 소자를 보여주는 단면도이다.

[0304] 도 1을 참고하면, 일 구현예에 따른 광전 소자(100)는 서로 마주하는 제1 전극(10)과 제2 전극(20), 그리고 제1 전극(10)과 제2 전극(20) 사이에 위치하는 활성층(30)을 포함한다.

[0305] 기판(도시하지 않음)은 제1 전극(10) 측에 배치될 수도 있고 제2 전극(20) 측에 배치될 수 있다. 기판은 예컨대

유리와 같은 무기 물질, 폴리카보네이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리아미드, 폴리에테르술폰 또는 이들의 조합과 같은 유기 물질 또는 실리콘 웨이퍼 등으로 만들어질 수 있다. 기판은 생략될 수 있다.

[0306] 제1 전극(10)과 제2 전극(20) 중 어느 하나는 애노드(anode)이고 다른 하나는 캐소드(cathode)이다. 예컨대 제1 전극(10)은 애노드이고 제2 전극(20)은 캐소드일 수 있다.

[0307] 제1 전극(10)과 제2 전극(20) 중 적어도 하나는 투광 전극일 수 있고, 투광 전극은 예컨대 인듐 주석 산화물(indium tin oxide, ITO), 인듐 아연 산화물(indium zinc oxide, IZO), 아연 산화물(ZnO), 주석 산화물(SnO), 알루미늄 주석 산화물(AlTO) 및 불소 도핑된 주석 산화물(FTO)과 같은 도전성 산화물, 또는 얇은 두께의 단일층 또는 복수층의 금속 박막으로 만들어질 수 있다. 제1 전극(10)과 제2 전극(20) 중 하나가 불투광 전극인 경우 예컨대 알루미늄(Al), 은(Ag) 또는 금(Au)과 같은 불투명 도전체로 만들어질 수 있다. 일 예로, 제1 전극(10)과 제2 전극(20)은 모두 투광 전극일 수 있다. 일 예로, 제2 전극(20)은 빛을 받는 측에 위치하는 수광 전극(light receiving electrode)일 수 있다.

[0308] 활성층(30)은 p형 반도체와 n형 반도체가 pn 접합(pn junction)을 형성하는 층으로, 외부(예컨대, 활성층(30)의 외부)에서 빛을 받아 엑시톤(exciton)을 생성한 후 생성된 엑시톤을 정공과 전자로 분리할 수 있다.

[0309] p형 반도체와 n형 반도체는 각각 적어도 일부 파장 영역의 광을 흡수(예컨대, 선택적으로 흡수)하는 흡광 물질일 수 있으며, 일 구현예에 따른 화합물은 p형 반도체 또는 n형 반도체로서 사용될 수 있다. 일 예로, 일 구현예에 따른 화합물은 p형 반도체로 사용될 수 있고, n형 반도체로서 플러렌 또는 플러렌 유도체를 포함할 수 있다. 따라서, 활성층(30)은 적어도 부분적으로 전술한 근적외선 흡수재(예를 들어, 일 구현예에 따른 화합물은 및 풀러렌 또는 풀러렌 유도체를 포함할 수 있음)를 포함할 수 있다. 또한 상기 활성층(30)의 피크 흡수 파장(peak absorption wavelength, λmax)은 예컨대 약 750 nm 이상일 수 있고, 예컨대 약 770 nm 이상, 예컨대 약 780 nm 이상, 예컨대 약 790 nm 이상, 예컨대 약 800 nm 이상, 예컨대 약 810 nm 이상, 예컨대 약 820 nm 이상 또는 약 830 nm 이상일 수 있다. 상기 근적외선 흡수재(일 구현예에 따른 화합물)의 피크 흡수 파장은 예컨대 약 750 nm 내지 3000 nm의 파장 영역에 속할 수 있고, 상기 범위 내에서 예컨대 약 750 nm 내지 2500 nm, 예컨대 약 780 nm 내지 2200 nm, 예컨대 약 790 nm 내지 2100 nm, 예컨대 약 800 nm 내지 2000 nm, 예컨대 약 810 nm 내지 2000 nm, 예컨대 약 820 nm 내지 2000 nm 또는 예컨대 약 830 nm 내지 2000 nm의 파장 영역에 속할 수 있다. 상기 활성층(30) 및 이를 포함하는 광전 소자(100)는 개선된 근적외선 흡수 특성(예를 들어, 근적외선 파장 영역의 광에 대한 개선된 감도, 근적외선 영역의 광에 대한 개선된 흡수도 등)을 가질 수 있으며, 이에 따라 일 구현예에 따른 화합물을 포함하는 활성층에 기초하여 개선된 광전 변환 성능 및/또는 효율 및/또는 개선된 열 안정성을 나타낼 수 있다.

[0310] 일 구현예에서, 상기 활성층(30)은 일 구현예에 따른 화합물을 포함하는 근적외선 흡수/차단 필름일 수 있다. 활성층(30)은 전술한 근적외선 흡수재(예컨대, p형 반도체) 및 플러렌 또는 플러렌 유도체(예컨대, n형 반도체)가 공증착된 진성층을 포함할 수 있으며, 이때 p형 반도체와 n형 반도체는 약 1:9 내지 9:1의 부피비로 포함될 수 있으며, 상기 범위 내에서 예컨대 약 2:8 내지 8:2의 부피비로 포함될 수 있으며, 상기 범위 내에서 예컨대 약 3:7 내지 7:3의 부피비로 포함될 수 있으며, 상기 범위 내에서 예컨대 약 4:6 내지 6:4의 부피비로 포함될 수 있으며, 상기 범위 내에서 예컨대 약 5:5의 부피비로 포함될 수 있다.

[0311] 활성층(30)은 진성층 외에 p형 층 및/또는 n형 층을 더 포함할 수 있다. p형 층은 전술한 근적외선 흡수재(예컨대, p형 반도체)로 작용할 수 있는 일 구현예에 따른 화합물(화학식 1로 표현되는 화합물)을 포함할 수 있고, n형 층은 전술한 n형 반도체를 포함할 수 있다. 예컨대 p형 층/I층, I층/n형 층, p형 층/I층/n형 층 등 다양한 조합으로 포함될 수 있다.

[0312] 상기 광전 소자(100)는 제1 전극(10)과 활성층(30) 사이 및/또는 제2 전극(20)과 활성층(30) 사이에 위치하는 보조층(도시하지 않음)을 더 포함할 수 있다. 상기 보조층은 전하 보조층 또는 광학 보조층일 수 있다. 이러한 광전 소자는 도 2에 도시되어 있다.

[0313] 도 2는 다른 구현예에 따른 광전 소자를 보여주는 단면도이다. 도 2를 참조하면, 광전 소자(200)는 서로 마주하는 제1 전극(10)과 제2 전극(20), 제1 전극(10)과 제2 전극(20) 사이에 위치하는 활성층(30), 제1 전극(10)과 활성층(30) 사이에 배치된 제1 보조층(40) 및 제2 전극(20)과 활성층(30) 사이에 위치하는 제2 보조층(45)을 포함한다. 일 실시예에서, 상기 제1 보조층(40)과 제2 보조층(45)중 하나만 상기 광전 소자(200)에 포함될 수 있고, 상기 제1 보조층(40)과 제2 보조층(45) 중 나머지 하나는 생략될 수 있다.

[0314] 상기 제1 보조층(40) 및 제2 보조층(45)은 전하보조층으로서, 활성층(30)에서 분리된 정공과 전자의 이동을 용이하게 하여 효율을 높일 수 있다.

[0315] 전하 보조층(40 및/또는 45)은 정공의 주입을 용이하게 하는 정공 주입층(hole injecting layer, HIL), 정공의 수송을 용이하게 하는 정공 수송층(hole transporting layer, HTL), 전자의 이동을 저지하는 전자 차단층(electron blocking layer, EBL), 전자의 주입을 용이하게 하는 전자 주입층(electron injecting layer, EIL), 전자의 수송을 용이하게 하는 전자 수송층(electron transporting layer, ETL) 및 정공의 이동을 저지하는 정공 차단층(hole blocking layer, HBL)에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0316] 전하 보조층(40 및/또는 45)은, 예컨대 유기물, 무기물 또는 유무기물을 포함할 수 있다. 상기 유기물은 정공 또는 전자 특성을 가지는 유기 화합물일 수 있고, 상기 무기물은 예컨대 몰리브덴 산화물, 텅스텐 산화물, 니켈 산화물과 같은 금속 산화물일 수 있다.

[0317] 전하 보조층은, 예컨대 일 구현예에 따른 화합물을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 전하 보조층(40 및/또는 45)은 일 구현예에 따른 화합물을 포함할 수 있고, 활성층(30)도 일 구현예에 따른 화합물을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 전하 보조층(40 및/또는 45)은 일 구현예에 따른 화합물을 포함할 수 있고, 활성층(30)은 일 구현예에 따른 화합물을 포함하지 않을 수 있다. 상기 전하 보조층(40 및/또는 45) 및 이를 포함하는 광전 소자(200)는 개선된 근적외선 광 흡수 특성(예를 들어, 근적외선 파장 영역의 광에 대한 개선된 감도, 근적외선 영역의 광에 대한 개선된 흡수도 등) 및 이에 따라 일 구현예에 따른 화합물을 포함하는 전하 보조층(40 및/또는 45)에 기초하여 개선된 광전 변환 성능 및/또는 효율 및/또는 개선된 열 안정성을 나타낼 수 있다.

[0318] 상기 광학 보조층은 광전 소자의 광 입사 방향에 위치할 수 있으며, 예컨대 제2 전극(20)이 수광 전극(예컨대, 광전 소자(200)에서 빛이 들어오는 위치에 근접한 전극)일 때 활성층(30)의 상부에 위치할 수 있다. 예컨대, 상기 광학 보조층은 제2 전극(20)과 활성층(30) 사이에 위치할 수 있다.

[0319] 광전 소자(100, 200)는 제1 전극(10) 또는 제2 전극(20)의 일면에 반사방지층(47)을 더 포함할 수 있다. 반사방지층(47)은 광이 입사되는 측에 배치되어 입사 광의 반사도를 낮춤으로써 광 흡수도를 더욱 개선할 수 있다. 예컨대 제1 전극(10) 측으로 광이 입사되는 경우 반사방지층은 제1 전극(10)의 일면에 위치할 수 있고 제2 전극(20) 측으로 광이 입사되는 경우 반사방지층은 제2 전극(20)의 일면에 위치할 수 있다.

[0320] 반사방지층(47)은 예컨대 약 1.6 내지 2.5의 굴절률을 가지는 물질을 포함할 수 있으며, 예컨대 상기 범위의 굴절률을 가지는 금속 산화물, 금속 황화물 및 유기물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 반사방지층(47)은 예컨대 알루미늄 함유 산화물, 몰리브덴 함유 산화물, 텅스텐 함유 산화물, 바나듐 함유 산화물, 레늄 함유 산화물, 니오븀 함유 산화물, 탄탈륨 함유 산화물, 티타늄 함유 산화물, 니켈 함유 산화물, 구리 함유 산화물, 코발트 함유 산화물, 망간 함유 산화물, 크롬 함유 산화물, 텔러륨 함유 산화물 또는 이들의 조합과 같은 금속 산화물; 아연설파이드와 같은 금속 황화물; 또는 아민 유도체와 같은 유기물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0321] 광전 소자(100, 200)는 제1 전극(10) 또는 제2 전극(20) 측으로부터 빛이 입사되어 활성층(30)이 특정(또는 소정) 파장 영역의 빛을 흡수하면 내부에서 엑시톤이 생성될 수 있다. 엑시톤은 활성층(30)에서 정공과 전자로 분리되고, 분리된 정공은 제1 전극(10)과 제2 전극(20) 중 하나인 애노드 측으로 이동하고 분리된 전자는 제1 전극(10)과 제2 전극(20) 중 다른 하나인 캐소드 측으로 이동하여 전류가 흐를 수 있게 된다.

[0322] 광전 소자(100, 200)는 태양 전지, 이미지 센서, 광 검출기, 광 센서 및 유기발광다이오드 등에 적용될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0323] 광전 소자(100, 200)는 예컨대 유기 센서에 적용될 수 있다. 유기 센서는 유기 CMOS 센서일 수 있으며, 예컨대 유기 CMOS 적외광 센서 또는 유기 CMOS 이미지 센서일 수 있다. 일 구현예에서, 광전 소자(100)는 활성층(30)에 추가로 또는 대안으로, 제1 전극(10) 또는 제2 전극(20) 중 하나 이상을 포함하는 임의의 구성 요소에 일 구현예에 따른 화합물을 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 광전 소자(200)는 활성층(30) 및/또는 하나 이상의 전하 보조층(40/45)에 추가로 또는 대안으로 제1 전극(10) 또는 제2 전극(20)중 하나 이상을 포함하는 임의의 구성 요소에 일 구현예에 따른 화합물을 포함할 수 있다.

[0324] 도 3은 일 구현예에 따른 유기 센서를 보여주는 단면도이다. 전술한 바와 같이, 일 구현예에 따른 유기 센서는 이미지 센서일 수 있다.

[0325] 일 구현예에 따른 유기 센서(300)는 반도체 기판(110), 절연층(80) 및 광전 소자(100)를 포함한다.

[0326] 반도체 기판(110)은 실리콘 기판일 수 있으며, 전송 트랜지스터(도시하지 않음) 및 전하 저장소(55)가 집적되어 있다. 전하 저장소(55)는 각 화소마다 집적되어 있을 수 있다. 전하 저장소(55)는 광전 소자(100)와 전기적으로 연결되어 있고 전하 저장소(55)의 정보는 전송 트랜지스터에 의해 전달될 수 있다.

[0327] 반도체 기판(110) 위에는 또한 금속 배선(도시하지 않음) 및 패드(도시하지 않음)가 형성되어 있다. 금속 배선 및 패드는 신호 지연을 줄이기 위하여 낮은 비저항을 가지는 금속, 예컨대 알루미늄(Al), 구리(Cu), 은(Ag) 및 이들의 합금으로 만들어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 그러나 상기 구조에 한정되지 않고, 금속 배선 및 패드가 반도체 기판(110)의 하부에 위치할 수도 있다.

[0328] 금속 배선 및 패드 위에는 절연층(80)이 형성되어 있다. 절연층(80)은 산화규소 및/또는 질화규소와 같은 무기 절연 물질 또는 SiC, SiCOH, SiCO 및/또는 SiOF와 같은 저유전율(low K) 물질로 만들어질 수 있다. 절연층(80)은 전하 저장소(55)를 드러내는 트렌치(85)를 가진다. 트렌치는 충전재로 채워져 있을 수 있다.

[0329] 절연층(80) 위에는 전술한 광전 소자(100)가 형성되어 있다. 광전 소자(100)는 전술한 바와 같이 제1 전극(10), 활성층(30) 및 제2 전극(20)을 포함한다. 도면에서는 제1 전극(10), 활성층(30) 및 제2 전극(20)이 차례로 적층된 구조를 예시적으로 도시하였으나 이에 한정되지 않고, 제2 전극(20), 활성층(30) 및 제1 전극(10)의 순서로 배치될 수도 있다.

[0330] 제1 전극(10)과 제2 전극(20)는 모두 투명 전극일 수 있으며, 활성층(30)은 도 1 및 도 2를 참고하여 설명한한 바와 같다. 활성층(30)은 근적외선 파장 영역의 광을 선택적으로 흡수할 수 있다. 제2 전극(20) 측으로부터 입사된 광은 활성층(30)에서 근적외선 파장 영역의 빛이 주로 흡수되어 광전 변환될 수 있다. 도 1을 참고하여 전술한 바와 같이, 상기 활성층(30)은 일 구현예에 따른 화합물을 포함할 수 있어 근적외선에 대한 감도가 향상되어 유기 센서(300)의 입사된 근적외선의 흡수 및/또는 변환(광을 전기 신호로 변환)하는 성능 및/또는 효율(예컨대 광전 변환 성능 및/또는 효율)이 향상될 수 있다. 결과적으로, 근적외선 파장 영역의 광을 흡수 및/또는 광전 변환하는 유기 센서(300)의 기능은 활성층(30)에 일 구현예에 따른 화합물을 포함하는 것에 기초할 수 있다.

[0331] 광전 소자(100) 위에는 집광 렌즈(도시하지 않음)가 더 형성되어 있을 수 있다. 집광 렌즈는 입사 광의 방향을 제어하여 광을 하나의 지점으로 모을 수 있다. 집광 렌즈는, 예컨대, 실린더 모양 또는 반구 모양일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0332] 도 3에는 도 1의 광전 소자(100)가 적용된 유기 센서를 도시하였으나, 도 2에 따른 광전 소자(200)도 (예컨대, 유기 센서(300)에서 광전 소자(100)을 대체하여) 동일하게 적용될 수 있다.

[0333] 본 구현예에 따른 유기 센서는 유기 적외광 센서일 수 있으며, 예컨대 홍채 센서(iris sensor) 또는 거리 센서(depth sensor)일 수 있다.

[0334] 홍채 센서(iris sensor)는 사람마다 각기 다른 홍채의 특성을 이용하여 개인 신원을 파악하는 센서로, 사용자와의 적절한 거리 내에서 센서를 통해 사용자의 눈을 촬영하고 촬영된 이미지를 처리하여 미리 저장된 이미지와 비교함으로써 홍채 인식 동작을 수행할 수 있다.

[0335] 거리 센서(depth sensor)는 3차원 객체의 정보로부터 객체의 형상이나 위치를 파악하는 센서로, 사용자와의 적절한 거리 내에서 센서를 통해 객체를 촬영하고 촬영된 이미지를 처리하여 객체 형상이나 위치를 확인할 수 있다. 이러한 거리 센서는 예컨대 얼굴 인식 센서로 사용될 수 있다.

[0336] 도 4는 다른 구현예에 따른 유기 센서를 보여주는 단면도이다.

[0337] 본 구현예에 따른 유기 센서는 기능이 다른 복수의 센서를 포함할 수 있다. 일 예로, 기능이 다른 복수의 센서 중 적어도 하나는 생체 인식 센서일 수 있으며, 생체 인식 센서는 예컨대 홍채 센서, 거리 센서, 지문 센서, 혈관 분포 센서 등일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 일 예로, 기능이 다른 복수의 센서 중 하나는 홍채 센서일 수 있고 다른 하나는 거리 센서일 수 있다.

[0338] 일 예로, 복수의 센서는, 예컨대, 적외선 파장 영역 내에서 제1 파장(λ1)을 가진 적외선 영역의 광을 감지(예컨대, 선택적 흡수 및/또는 변환(전기신호로 변환, 예컨대 광전변환))하는 제1 적외광 센서와 적외선 파장 영역 내에서 제2 파장(λ2)(제1 파장(λ1)을 포함하는 적외선 파장 영역과 동일하거나 상이한 적외선 파장 영역)을 가진 적외광을 감지(예컨대, 선택적 흡수 및/또는 변환(전기신호로 변환, 예컨대 광전변환))하는 제2 적외광 센서를 포함할 수 있다.

[0339] 제1 파장(λ1)과 제2 파장(λ2)은 예컨대 약 750 nm 내지 3000 nm의 파장 영역 내에서 서로 다를 수 있으며, 예컨대 제1 파장(λ1)과 제2 파장(λ2)의 차이는 약 30 nm 이상일 수 있고 상기 범위 내에서 약 50 nm 이상일 수 있고 약 70 nm 이상일 수 있고 약 80 nm 이상일 수 있고 약 90 nm 이상일 수 있다.

[0340] 일 예로, 제1 파장(λ1)과 제2 파장(λ2) 중 하나는 약 780 nm 내지 900 nm의 파장 영역에 속할 수 있고, 제1 파장(λ1)과 제2 파장(λ2) 중 다른 하나는 약 900 nm 초과 1000 nm 이하의 파장 영역에 속할 수 있다.

[0341] 일 예로, 제1 파장(λ1)과 제2 파장(λ2) 중 하나는 약 780 nm 내지 840 nm의 파장 영역에 속할 수 있고, 제1 파장(λ1)과 제2 파장(λ2) 중 다른 하나는 약 910 nm 내지 970 nm의 파장 영역에 속할 수 있다.

[0342] 일 예로, 제1 파장(λ1)과 제2 파장(λ2) 중 하나는 약 800 nm 내지 830 nm의 파장 영역에 속할 수 있고, 제1 파장(λ1)과 제2 파장(λ2) 중 다른 하나는 약 930 nm 내지 950 nm의 파장 영역에 속할 수 있다.

[0343] 일 예로, 제1 파장(λ1)과 제2 파장(λ2) 중 하나는 약 805 nm 내지 815 nm의 파장 영역에 속할 수 있고, 제1 파장(λ1)과 제2 파장(λ2) 중 다른 하나는 약 935 nm 내지 945 nm의 파장 영역에 속할 수 있다.

[0344] 일 예로, 제1 파장(λ1)과 제2 파장(λ2) 중 하나는 약 810 nm일 수 있고, 제1 파장(λ1)과 제2 파장(λ2) 중 다른 하나는 약 940 nm일 수 있다.

[0345] 본 구현예에 따른 유기 센서(400)는 듀얼 밴드패스 필터(95), 제1 적외광 센서(100A), 절연층(80) 및 제2 적외광 센서(120)가 집적된 반도체 기판(110)을 포함한다. 상기 제2 적외광 센서(120)는 적어도 부분적으로 반도체 기판(110) 내에 매립되어 있다. 제1 적외광 센서(100A)와 제2 적외광 센서(120)는 예를 들어 반도체 기판(110)의 상부 표면(110S)에 대하여 수직인 방향으로 적층되어 있다.

[0346] 도 4에 도시된 바와 같이, 듀얼 밴드패스 필터(95)는 유기 센서(400)의 전면(front side)에 위치될 수 있으며, 제1 파장(λ1)을 포함한 적외광 (예컨대 적외선 파장 영역의 광) 및 제2 파장(λ2)을 포함한 적외광을 선택적으로 투과하고 그 외의 광은 차단 및/또는 흡수시킬 수 있다. 여기서, 그 외의 광은 자외선 및 가시광선 영역의 광도 포함될 수 있다.

[0347] 제1 적외광 센서(100A)는 제1 전극(10), 활성층(30) 및 제2 전극(20)을 포함한다. 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 적외광 센서(100A)는 도 1을 참고하여 전술한 구현예의 광전 소자(100)와 동일할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 제1 적외광 센서(100A)는 도 2에 도시된 광전 소자(200)일 수도 있다.

[0348] 도 4에 도시된 바와 같이, 제2 적외광 센서(120)는 반도체 기판(110) 내에 집적되어 있을 수 있으며, 광 감지 소자일 수 있다. 반도체 기판(110)은 예컨대 실리콘 기판일 수 있으며, 제2 적외광 센서(120), 전하 저장소(55) 및 전송 트랜지스터(도시하지 않음)가 집적되어 있다.

[0349] 제2 적외광 센서(120)는 광 다이오드(예컨대, 실리콘계 광다이오드)일 수 있으며, 유입된 광을 센싱(예컨대, 흡수)하고 센싱된 정보는 전송 트랜지스터에 의해 전달될 수 있다. 여기서, 제2 적외광 센서(120)에 유입된 광은 듀얼 밴드패스 필터(95)와 제1 적외광 센서(100A)를 통과(예컨대 선택적으로 투과)한 광으로, 제2 파장(λ2)을 포함한 특정(또는 소정의) 영역의 적외광일 수 있다. 제1 파장(λ1)을 포함하는 소정 영역의 적외광은 제1 적외광 센서의 활성층(30)에서 모두 흡수되어 제2 적외광 센서(120)에 도달하지 않을 수 있다. 이 경우, 제2 적외광 센서(120)에 유입되는 광의 파장 선택성을 위한 별도의 필터가 필요하지 않다. 그러나 제1 파장(λ1)을 포함하는 특정(또는 소정의) 영역의 적외광이 활성층(30)에서 모두 흡수되지 않는 경우를 대비하여, 제1 적외광 센서(100A)와 제2 적외광 센서(120) 사이에 필터를 추가로 구비할 수도 있다.

[0350] 따라서, 상기 유기 센서(400)에서 제1 적외선 센서(100A)는 입사광의 제1 근적외선 파장 영역(예컨대, 제1 파장(λ1)을 포함하는 제1 근적외선 파장 영역)의 광을 감지(예컨대, 선택적으로 흡수 및/또는 전기적 신호로 변환(예컨대, 광전 변환))하도록 구성된 광전 소자(예컨대, 광전 소자(100 및/또는 200))를 포함할 수 있고, 제2 적외선 센서(120)는 입사광의 별도 파장 영역(예컨대, 제1 근적외선 파장 영역과 다르고 제2 파장(λ2)을 포함하고 제1 파장 (λ1)을 제외한 제2 근적외선 파장 영역)에서 광을 선택적으로 흡수 및/또는 변환(예컨대, 광전 변환)하도록 구성된 추가 센서일 수 있다.

[0351] 본 구현예에 따른 유기 센서는 별개의 기능을 수행하는 두 개의 적외광 센서를 포함함으로써 복합 센서의 기능을 수행할 수 있을 뿐만 아니라, 각 화소에 별개의 기능을 수행하는 두 개의 센서를 적층함으로써 크기는 그대로 유지하되 각 센서의 기능을 수행할 수 있는 화소의 개수를 2 배로 늘려 감도를 크게 개선할 수 있다.

[0352] 도 1을 참조하여 서술한 바와 같이, 활성층(30) 또는 광전 소자(100 및/또는 200)의 임의의 부분은 일 구현예에

따른 화합물을 포함할 수 있으며, 이에 따라 근적외선에 대한 감도 및/또는 흡광도가 개선되어 성능이 향상될 수 있고, 입사된 근적외선 광을 전기 신호로 흡수 및/또는 광전 변환하는 유기 센서(400)의 성능 및 효율(예컨대, 광전 변환 성능 및/또는 효율)이 개선될 수 있다. 일 실시예에서, 제2 적외선 센서(120)는 일 구현예에 따른 화합물을 포함할 수 있으며, 이에 따라 근적외선에 대한 감도 및/또는 흡광도가 개선되어 성능이 향상될 수 있고, 입사된 근적외선 광을 전기 신호로 흡수 및/또는 광전 변환하는 유기 센서(400)의 성능 및 효율(예컨대, 광전 변환 성능 및/또는 효율)이 개선될 수 있다. 결과적으로, 근적외선 파장 영역의 광을 흡수 및/또는 광전 변환하는 유기 센서(400)의 기능은 활성층(30)에 일 구현예에 따른 화합물을 포함하는 것에 기초할 수 있다.

[0353] 도 5는 또 다른 구현예에 따른 유기 센서를 보여주는 단면도이다.

[0354] 본 구현예에 따른 유기 센서는 유기 CMOS 이미지 센서일 수 있다.

[0355] 도 5를 참조하면, 일 구현예에 따른 유기 센서(500)는 광 감지 소자(예컨대, 광다이오드, 예컨대 실리콘 기반 광다이오드)(50a, 50b, 50c), 전송 트랜지스터(도시하지 않음) 및 전하 저장소(55)가 집적되어 있는 반도체 기판(110), 하부 절연층(60), 색 필터 층(70a, 70b. 70c), 절연층(80)(상부 절연층이라고도 함) 및 광전 소자(100)를 포함한다.

[0356] 반도체 기판(110)은 광 감지 소자(50a, 50b, 50c), 전송 트랜지스터(도시하지 않음) 및 전하 저장소(55)가 집적되어 있고, 광 감지 소자(50a, 50b, 50c)는 반도체 기판(110)에 적어도 일부 매립되어 있으며 반도체 기판(110)의 상부 표면(110S)에 수직인 방향으로 상기 광전 소자(100)과 중첩되어 있을 수 있다. 광 감지 소자(50a, 50b, 50c)는 서로 다른 가시광 파장의 광을 감지(예컨대 선택적으로 흡수 및/또는 변환(광변환)하도록 구성된 광 다이오드(예컨대, 실리콘 광 다이오드)일 수 있다.

[0357] 광 감지 소자(50a, 50b, 50c), 전송 트랜지스터, 및/또는 전하 저장소(55)는 각 화소마다 집적되어 있을 수 있으며, 일 예로, 광 감지 소자(50a)는 청색 화소에 포함되고, 광 감지 소자(50b)는 적색 화소에 포함되고, 광 감지 소자(50c)는 녹색 화소에 포함될 수 있다.

[0358] 광 감지 소자(50a, 50b, 50c)는 빛을 센싱(예컨대, 선택적 흡수 및/또는 변환(전기신호로 변환, 예컨대 광전변환))하고 센싱된 정보는 전송 트랜지스터에 의해 전달될 수 있고, 전하 저장소(55)는 광전 소자(100)와 전기적으로 연결되어 있고, 전하 저장소(55)의 정보는 전송 트랜지스터에 의해 전달될 수 있다.

[0359] 반도체 기판(110) 위에는 또한 금속 배선(도시하지 않음) 및 패드(도시하지 않음)가 형성되어 있다. 금속 배선 및 패드는 신호 지연을 줄이기 위해 낮은 비저항을 가지는 금속, 예컨대 알루미늄(Al), 구리(Cu), 은(Ag) 및 이들의 합금으로 만들어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 그러나, 상기 구조에 한정되지 않고, 금속 배선 및 패드가 광 감지 소자(50a, 50b)의 하부에 위치할 수도 있다.

[0360] 금속 배선 및 패드 위에는 하부 절연층(60)이 형성되어 있다. 하부 절연층(60)은 상기 절연층(80)과 동일하거나 상이한 물질 조성을 포함할 수 있다. 하부 절연층(60) 위에는 색 필터(70a, 70b, 70c)가 형성되어 있다. 색 필터(70a, 70b, 70c)는 청색 화소에 형성되어 있는 청색 필터(70a), 적색 화소에 형성되어 있는 적색 필터(70b), 및 녹색 화소에 형성되어 있는 녹색 필터(70c)를 포함한다.

[0361] 색 필터(70a, 70b, 70c) 위에는 절연층(80)(상부 절연층이라고도 함)이 형성되어 있다. 상기 절연층(80)은 색 필터(70a, 70b, 70c)에 의한 단차를 제거하고 평탄화할 수 있다.

[0362] 절연층(80) 위에는 전술한 광전 소자(100)가 형성되어 있다. 광전 소자(100)는, 전술한 바와 같이 제1 전극(10), 활성층(30) 및 제2 전극(20)을 포함한다. 도면에서는 제1 전극(10), 활성층(30) 및 제2 전극(20)이 차례로 적층된 구조를 예시적으로 도시하였으나 이에 한정되지 않고, 제2 전극(20), 활성층(30), 및 제1 전극(10)의 순서로 배치될 수도 있다.

[0363] 절연층(80) 위에는 전술한 광전 소자(100)가 형성되어 있다. 광전 소자(100)는, 전술한 바와 같이, 제1 전극(10), 활성층(30), 및 제2 전극(20)을 포함한다.

[0364] 제1 전극(10)과 제2 전극(20)는 모두 투명 전극일 수 있으며, 활성층(30)은 전술한 바와 같다. 활성층(30)은 근적외선 파장 영역의 광을 선택적으로 흡수 및 또는 변환(전기신호로 변환, 예컨대 광전변환)할 수 있다. 광전 소자(100, 200)와 관련하여 전술한 바와 같이, 광전 소자(100)의 임의의 부분(예컨대, 제1 전극(10), 제2 전극(20) 및/또는 활성층(30))은 일 구현예에 따른 화합물을 포함할 수 있다.

[0365] 제2 전극(20) 측으로부터 입사된 광은 활성층(30)에서 근적외선 파장 영역의 빛이 주로 흡수되어 광전 변환될

수 있다. 나머지 파장 영역의 빛은 제1 전극(10) 및 색 필터(70a, 70b, 70c)를 통과할 수 있고, 색 필터(70a)를 통과한 청색 파장 영역의 광은 광 감지 소자(50a)에 의해 센싱될 수 있고, 색 필터(70b)를 통과한 적색 파장 영역의 광은 광 감지 소자(50b)에 의해 센싱될 수 있고, 색 필터(70c)를 통과한 녹색 파장 영역의 광은 광 감지 소자(50c)에 의해 센싱될 수 있다.

[0366] 도 1을 참조하여 서술한 바와 같이, 활성층(30)은 일 구현예에 따른 화합물을 포함함으로써, 근적외선에 대한 감도가 향상되어 입사된 근적외선의 흡수 및/또는 변환(광을 전기 신호로 변환)하는 유기 센서(500)의 성능 및/또는 효율(예컨대, 광전 변환 성능 및/또는 효율)이 향상될 수 있다. 결과적으로, 근적외선 파장 영역의 광을 흡수 및/또는 광전 변환하는 유기 센서(500)의 기능은 활성층(30)에 일 구현예에 따른 화합물을 포함하는 것에 기초할 수 있다.

[0367] 따라서, 일 구현예에 따른 화합물을 포함하고, 제1 근적외선 파장 영역의 광을 선택적으로 흡수 및/또는 변환(예컨대, 광전 변환)하도록 구성된 광전 소자가 유기 센서에 포함된 경우, 상기 유기 센서는 반도체 기판 내에 적어도 부분적으로 매립된 복수의 광다이오드(예컨대, 광 감지 소자(50a, 50b, 50c)를 포함하고 별도의 가시 파장 영역의 광(예컨대, 청색, 적색, 및/또는 녹색광)을 선택적으로 흡수 및/또는 변환(전기 신호로 변환, 예컨대 광전 변환)하도록 구성된 추가 센서를 포함할 수 있다.

[0368] 도 6은, 일 구현예에 따른 유기 센서의 픽셀 어레이의 일 예를 나타내는 개략도이다.

[0369] 도 6을 참고하면, 일 구현예에 따른 유기 센서(600)는 복수의 픽셀(PX)을 포함하고, 복수의 픽셀(PX)은 행과 열을 따라 반복적으로 배열된 매트릭스 어레이를 가질 수 있다. 복수의 픽셀(PX)은, 도 6에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 2x2 픽셀 어레이의 단위 픽셀 그룹(A)을 형성("적어도 부분적으로 포함")할 수 있다. 다만, 픽셀의 배열은 이에 한정되지 않고 다양하게 수정될 수 있으며, 단위 픽셀 그룹(A)은 2x2 어레이 외에 3x3 어레이, 4x4 어레이 등 다양한 픽셀 어레이로 다양하게 변형될 수 있다.

[0370] 상기 픽셀의 적어도 일부는 하나의 픽셀 내부에 서로 다른 기능을 갖는 복수의 센서를 포함할 수 있으며, 복수의 센서는 그 내부에 적층될 수 있다. 일부 예시적인 구현예에서, 각 픽셀 (PX)은 서로에 대해 서로 다른 파장 영역 ("빛의 파장 스펙트럼")에서 빛을 감지(예컨대, 흡수)하도록 구성된 2개 이상의 유기 센서를 포함할 수 있다. 상기 서로 다른 파장 영역의 빛을 감지하도록 구성된 유기 센서는 FIG. 7 (예컨대, y 방향)에 도시된 바와 같이, 유기 센서(600)의 기판의 상부 표면(110S)에 수직인 방향(예컨대, 제조 공차 및/또는 재료 공차 범위 내에서 수직)인 방향으로 적층될 수 있다. 여기서, 상이한 파장 영역의 광은 가시광 파장 영역; 근적외선 파장 영역을 포함하는 적외선 파장 영역; 및 자외선 (UV) 파장 영역에서 각각 선택될 수 있다.

[0371] 본 명세서의 임의의 예시적인 구현예에 따른 임의의 유기 센서는 도 6에 도시된 바와 같은 유기 센서(600)의 픽셀 어레이 구조를 가질 수 있다.

[0372] 도 7은 일 구현예에 따른 유기 센서를 나타내는 단면도이다.

[0373] 도 7에 도시 된 바와 같이, 일 구현예에 따른 유기 센서(700)는 광 감지 소자(50a, 50b), 전송 트랜지스터(미도시) 및 전하 저장소(55)를 포함하는 가시광 센서 (50)가 집적되어 있는 반도체 기판(110); 하부 절연층(60); 컬러 필터층(70); 절연층 (80) (동일한 유기 센서에서 하부 절연층(60)과 함께 존재할 때 상부 절연층이라고도 함); 및 광전 소자(100)를 포함한다.

[0374] 반도체 기판 (110)은 실리콘 기판일 수 있으며, 광 감지 소자(50a, 50b), 전송 트랜지스터 (미도시) 및 전하 저장소(55)가 집적되어 있다. 광 감지 소자(50a, 50b)는 광다이오드 (예컨대, 실리콘 기반 광다이오드)일 수 있다.

[0375] 광 감지 소자(50a, 50b)는 빛을 감지하고, 광 감지 소자가 감지한 정보는 전송 트랜지스터에 의해 전달되고, 전하 저장소(55)는 광전 소자(100)와 전기적으로 연결되며, 전하 저장소(55)의 정보는 전송 트랜지스터에 의해 전송될 수 있다.

[0376] 반도체 기판(110) 위에는 또한 금속 배선(도시하지 않음) 및 패드(도시하지 않음)가 형성되어 있다. 금속 배선 및 패드는 신호 지연을 줄이기 위하여 낮은 비저항을 가지는 금속, 예컨대 알루미늄(Al), 구리(Cu), 은(Ag) 및 이들의 합금으로 만들어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 그러나, 상기 구조에 한정되지 않고, 금속 배선 및 패드가 광 감지 소자(50a, 50b)의 하부에 위치할 수도 있다.

[0377] 금속 배선 및 패드 위에는 하부 절연층(60) 이 형성되어 있다. 하부 절연층(60)은 산화규소 및/또는 질화규소와 같은 무기 절연 물질 또는 SiC, SiCOH, SiCO 및/또는 SiOF와 같은 저유전율(low K) 물질로 만들어질 수

있다. 하부 절연층(60)은 전하 저장소(55)를 드러내는 트렌치(85)를 가진다. 트렌치는 충전재로 채워져 있을 수 있다.

[0378] 하부 절연층(60) 위에는 색 필터층(70)이 형성되어 있다. 색 필터층(70)은 청색 화소에 형성되어 있는 청색 필터(70a), 및 적색 화소에 형성되어 있는 적색 필터(70b)를 포함한다. 도 7에서 녹색 필터는 포함되어 있지 않으나, 녹색 필터가 더 구비될 수 있다.

[0379] 색 필터층(70) 위에 절연층(80)이 형성되어 잇다. 상기 절연층(80)은 색 필터층(70)에 의한 단차를 제거하고 평탄화할 수 있다. 상기 절연층(80) 및 하부 절연층(60)은 패드를 드러내는 컨택홀(도시하지 않음)을 포함할 수 있으며, 상기 홀(예컨대, 트렌치 85)을 통하여 녹색 화소의 전하 저장소(55)를 드러낼 수 있다.

[0380] 상기 절연층(80) 위에는 전술한 광전 소자(100)가 형성되어 있다. 광전 소자(100)는 전술한 바와 같이 제1 전극(10), 활성층(30), 및 제2 전극(20)을 포함한다. 상기 광전 소자(100)는 도 1의 광전 소자(100)와 동일할 수 있으며, 예시적인 구현예들에서, 도 1의 광전 소자(100)는 도 2의 광전 소자(200)로 대체될 수 있다.

[0381] 제1 전극(10)과 제2 전극(20)는 모두 투명 전극일 수 있으며, 상기 활성층(30)은 근적외선 파장 영역의 광을 선택적으로 흡수 및 또는 변환(전기신호로 변환, 예컨대 광전변환)할 수 있다. 일부 구현예에서, 도 7에 도시 된 바와 같이, 상기 활성층(30)은 가시광 파장 영역 (예를 들어, 녹색광)의 광을 추가적으로 선택적으로 흡수 및/또는 변환 (전기 신호로, 예를 들어, 광전 변환)할 수 있다.

[0382] 광전 소자(100) 위에는 집광 렌즈(도시하지 않음)가 더 형성되어 있을 수 있다. 집광 렌즈는 입사 광의 방향을 제어하여 광을 하나의 지점으로 모을 수 있다. 집광 렌즈는 예컨대 실린더 모양 또는 반구 모양일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0383] 도 7에서 반도체 기판(110) 위에 근적외선 파장 영역의 광을 선택적으로 흡수하는 광전 소자(100)가 적층된 구조를 도시하였으나, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니다. 광전 소자(100)의 상면에서 유기 센서(700)로 입사되는 빛 중 적어도 근적외선 파장 영역의 빛은 주로 활성층(30)에서 흡수되어 광전 변환될 수 있으며, 가시광(예컨대 청색, 녹색, 및/또는 적색) 파장 영역은 제1 전극(10)을 통과하여 광 감지 소자(50a, 50b)에 의해 감지될 수 있다.

[0384] 도 8은 다른 구현예에 따른 유기 센서를 나타내는 단면도이다.

[0385] 도 8을 참고하면, 일 구현예에 따른 유기 센서(800)는 전술한 바와 같은 가시광 센서(50) 및 광전 소자(100)를 포함한다.

[0386] 도 8을 참조하면, 일 구현예에 따른 유기 센서(800)에서 가시광 센서(50)는 반도체 기판 (110)에 집적된 광다이오드와 반도체 기판(110) 상에 배치된 광전 소자의 조합일 수 있고, 광전 소자(100)는 별도의 광전 소자일 수 있다.

[0387] 따라서, 상기 유기 센서가 상기 근적외선 흡수재를 포함하고, 제1 근적외선 파장 영역의 빛을 선택적으로 흡수 및/또는 변환(예컨대 광전 변환)하도록 구성된 광전 소자(예컨대, 100), 및 입사광의 별도 파장 영역에서 광을 선택적으로 흡수 및/또는 변환(예컨대, 광전 변환)하도록 구성된 추가 센서(예컨대, 50a 및/또는 50b)를 포함하는 경우, 상기 유기 센서는 반도체 기판 상에 추가 광전 소자(예컨대, 50c)를 더 포함할 수 있으며, 추가 광전 소자는 광전 소자(100)와 반도체 기판(110) 사이에 위치할 수 있고, 추가 광전 소자는 제1 근적외선 파장 영역과 다르며, 추가 센서(50a 및/또는 50b)에 의해 흡수되는 별도의 파장 영역과 다른 입사광의 추가 파장 영역에서의 광을 선택적으로 흡수 및/또는 변환(예를 들어, 광전 변환)하도록 구성될 수 있다.

[0388] 반도체 기판(110)에는 청색 광 감지 소자(50a), 적색 광 감지 소자(50b), 전하 저장소(55), 및 전송 트랜지스터(도시하지 않음)가 집적되어 있다. 청색 광 감지 소자(50a)와 적색 광 감지 소자(50b)는 반도체 기판 (110)의 수평 방향으로 서로 이격된 광다이오드 (예컨대, 실리콘 기반 광다이오드)이다. 청색 광 감지 소자(50a)는 청색 화소에 집적되고, 적색 광 감지 소자(50b)는 적색 화소에 집적된다.

[0389] 반도체 기판(110) 상에 하부 절연층(60) 및 컬러 필터층(70)이 형성된다. 컬러 필터층(70)은 청색 광 감지 소자(50a)와 중첩되는 청색 필터(70a) 및 적색 광 감지 소자(50b)와 중첩되는 적색 필터(70b)를 포함한다.

[0390] 컬러 필터층(70) 상에는 중간 절연층(65)이 형성되어있다. 하부 절연층(60) 및 중간 절연층(65)은 전하 저장소(55)를 노출시키는 관통 홀 (예컨대, 트렌치 (85))을 가질 수 있다. 관통 구멍(예를 들어, 트렌치 (85))은 충전재로 채워질 수 있다. 하부 절연층(60) 또는 중간 절연층(65) 중 적어도 하나는 생략될 수 있다.

[0391] 중간 절연층(65) 상에는 추가 광전 소자(850)가 형성된다. 도 8에 도시된 바와 같이, 추가 광전 소자(850)는 또한 녹색 센서(50c)이지만, 일부 예시적인 구현예에서 추가 광전 소자(850)는 녹색 파장 영역과 상이한 파장 영역의 빛을 감지(예컨대, 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환(광전 변환)하도록 구성될 수 있으며, 상기 파장 영역의 빛은 광전 소자(100)에 의해 감지되는 제1 근적외선 파장 영역과 상이한 다른 비가시광 파장 영역(예컨대, 제2 근적외선 파장 영역)일 수 있다. 상기 추가 광전 소자(850)는 서로 마주 보는 제1 전극(하부 전극)(101)과 제2 전극 (상부 전극) (102), 및 제1 전극(101)과 제2 전극(102) 사이에 활성층(103)을 포함한다. 제1 전극(101) 또는 제2 전극(102) 중 하나는 애노드이고, 다른 하나는 캐소드이다.

[0392] 제1 전극(101) 및 제2 전극(102)은 모두 투명 전극일 수 있으며, 투광 전극은 예컨대 인듐 주석 산화물(indium tin oxide, ITO), 인듐 아연 산화물(indium zinc oxide, IZO), 아연 산화물(ZnO), 주석 산화물(SnO), 알루미늄 주석 산화물(AlTO) 및 불소 도핑된 주석 산화물(FTO)과 같은 도전성 산화물, 또는 얇은 두께의 단일층 또는 복수층의 금속 박막으로 만들어질 수 있다.

[0393] 상기 활성층(103)은 광전 소자(100 및/또는 200)의 활성층(30)과 유사한 조성을 가질 수 있으며, 일 구현예에 따른 화합물을 포함할 수 있다. 활성층(103)은 파장 영역의 적어도 일부 (예를 들어, 광의 파장 스펙트럼)에서 광을 선택적으로 흡수 및/또는 (예컨대 흡수된 빛을) (전기적 신호로) 변환(예컨대, 광전 변환)하도록 구성된 광전 변환층일 수 있다. 상기 활성층(103)은 예를 들어 녹색 파장 영역의 빛(이하 "녹색광"이라고 함), 청색 파장 영역의 빛(이하 "청색광"이라고 함), 적색 파장 영역 (이하 "적색광"이라 함), 적외선 파장 영역의 빛 (이하 "적외광"이라 함), 자외선 파장 영역의 빛 (이하 "자외광"이라고 함), 또는 이들의 조합 등을 전기 신호로 변환할 수 있다.

[0394] 예를 들어, 활성층(103)은 녹색광, 청색광, 적색광, 적외광 또는 자외광 중 적어도 하나를 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환 (예컨대, 광전 변환)하도록 구성될 수 있다. 여기서, 녹색광, 청색광, 적색광, 적외광 또는 자외광중 적어도 하나를 선택적으로 흡수한다는 것은 광 흡수 스펙트럼이 약 500 nm 내지 약 600 nm, 약 380 nm 이상 및 약 500 nm 미만, 약 600 nm 초과 및 약 700 nm 이하, 약 700 nm 초과 및 약 3000 이하에서 최대 흡수 파장 (λmax)을 가지며, 해당 파장 영역의 광 흡수 스펙트럼은 다른 파장 영역의 스펙트럼보다 현저히 높다는 것을 의미한다.

[0395] 활성층(103)은 pn 접합을 형성하고 외부로부터 빛을 받아 엑시톤을 생성한 후 생성된 엑시톤을 정공과 전자로 분리할 수있는 하나 이상의 p 형 반도체와 하나 이상의 n 형 반도체를 포함할 수 있다. 상기 p 형 반도체 및 n 형 반도체는 각각 독립적으로 광 흡수성 물질일 수 있으며, 예를 들어 p 형 반도체 또는 n 형 반도체 중 적어도 하나는 유기 광 흡수성 물질일 수 있다. 예를 들어, p 형 반도체 또는 n 형 반도체 중 적어도 하나는 특정(또는 소정의) 파장 영역에서 광을 선택적으로 흡수하는 파장 선택형(wavelength-selective) 광 흡수 재료일 수 있으며, 예를 들어 p 형 반도체 또는 n 형 반도체 중 적어도 하나는 파장 선택성 유기 광 흡수 물질일 수 있다. 상기 p 형 반도체와 n 형 반도체는 녹색 파장 영역, 청색 파장 영역, 적색 파장 영역, 및 적외선 파장 영역 중 동일한 파장 영역 또는 다른 파장 영역에서 피크 흡수 파장 (λmax)을 가질 수 있다. 예를 들어, p 형 반도체는 전자 공여 모이어티, 파이 공액 연결기, 및 전자 수용 모이어티를 포함하는 코어 구조를 갖는 유기 물질일 수 있다. 상기 p 형 반도체는 예를 들어 화학식 4로 표시될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

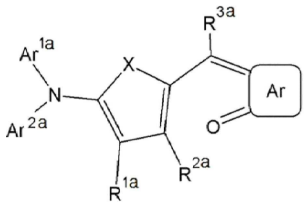
[0396] [화학식 4]

[0397] EDG - HA - EAG

[0398] 상기 화학식 4에서,

[0399] HA는 S, Se, Te 또는 Si 중 적어도 하나를 갖는 C2 내지 C30 헤테로 고리기일 수 있고, EDG는 전자 공여기일 수 있고, EAG는 전자 수용기일 수 있다. 예를 들어, 화학식 4로 표시되는 p 형 반도체는 예를 들어 화학식 4A로 표시될 수 있다.

[0400] [화학식 4A]



[0401]

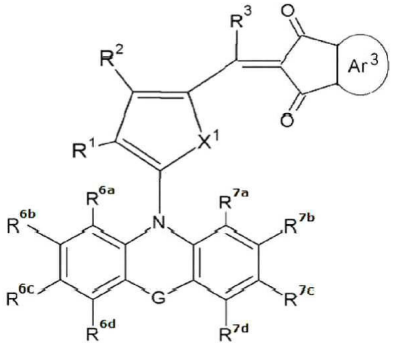
[0402] 상기 화학식 4A에서,

[0403] X는 S, Se, Te, SO, SO_2 또는 SiR^aR^b일 수 있고, Ar은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌이기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 고리기, 또는 이들의 융합 고리일 수 있고, Ar^{1a} 및 Ar^{2a}는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기이거나 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 아릴기일 수 있고, Ar^{1a} 및 Ar^{2a}는 독립적으로 존재하거나 서로 연결되어 융합 링을 형성할 수 있고, R^{1a} 내지 R^{3a}, R^a, 및 R^b는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C6 알콕시기, 할로겐 또는 시아노기일 수 있다.

[0404] 예를 들어, 화학식 4A에서 Ar^{1a} 및 Ar^{2a}는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 안트라세닐기, 치환 또는 비치환된 페난트레닐기, 치환 또는 비치환된 피리디닐기, 치환 또는 비치환된 피리다지닐기, 치환 또는 비치환된 피리미디닐기, 치환 또는 비치환된 피라지닐기, 치환 또는 비치환된 퀴놀리닐기, 치환 또는 비치환된 이소퀴놀리닐기, 치환 또는 비치환된 나프티리디닐기, 치환 또는 비치환된 시놀리닐기, 치환 또는 비치환된 퀴나 졸리닐기, 치환 또는 비치환된 프탈라지닐기, 치환 또는 비치환된 벤조트리아지닐 기, 치환 또는 비치환된 피리도피라지닐기, 치환 또는 비치환된 피리도피리미디닐기, 및 치환 또는 비치환된 피리도피리다지닐기일 수 있다. 예를 들어, 화학식 4A의 Ar^{1a} 및 Ar^{2a}는 서로 연결되어 고리를 형성하거나, 예를 들어 Ar^{1a}와 Ar^{2a}는 단일 결합, $-(CR^gR^h)_{n2}-$ (n2는 1 또는 2), -O-, -S-, -Se-, -N=, -NRi-, $-SiR^jR^k-$, 또는 GeR^lR^m-중 하나로 연결되어 고리를 형성한다. 여기서, R^g 내지 R^m은 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C6 알콕시기일 수 있으며, 할로겐, 또는 시아노기일 수 있다.

[0405] 예를 들어, 상기 화학식 4로 표시되는 p 형 반도체는 예를 들어 화학식 4B로 표시될 수 있다.

[0406] [화학식 4B]



[0407]

[0408] 상기 화학식 4B에서,

[0409] X^1은 Se, Te, O, S, SO 또는 SO_2일 수 있고, Ar^3은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴렌이기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 고리 기 또는 이들의 융합 고리일 수 있고, R1 내지 R3은 각각 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 아릴기, 할로겐, 시아노기, 시아노 함유기, 또는

이들의 조합일 수 있고, G는 단일 결합, -O-, -S-, -Se-, -N=, $-(CR^fR^g)_k-$, -NRh-, -SiRiRj-, $-GeR^kR^l-$, $-(C(R^m)=C(R^n))-$, 및 SnR^oR^p중 하나 일 수 있고, 여기서 R^f, R^g, R^h, R^i, R^j, R^k, R^l, R^m, R^n, R^o, 및 R^p 는 독립적으로 수소, 할로겐, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알콕시기 및 치환 또는 비치환된 C6 내지 C12 아릴기, R^f 및 R^g, R^i 및 R^j, R^k 및 R^l, R^m 및 R^n, 및 R^o 및 R^p는 독립적으로 단독으로 존재하거나 서로 연결되어 고리를 제공할 수 있고, k는 1 또는 2 일 수 있고, R^{6a} 내지 R^{6d} 및 R^{7a} 내지 R^{7d}는 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 아릴기, 할로겐, 시아노기, 시아노 함유기 또는 이들의 조합일 수 있고, R^{6a} 내지 R^{6d}는 독립적으로 단독으로 존재하거나 이들의 인접한 2 개는 서로 연결되어 융합 고리를 형성하고 R^{7a} 내지 R^{7d}는 각각 독립적으로 단독으로 존재하거나, 인접한 두 개가 서로 연결되어 융합 고리를 형성할 수 있다.

[0410] 예를 들어, 화학식 4B의 Ar^3은 벤젠 링, 나프틸렌 링, 안트라센 링, 티오펜 링, 셀레노펜 링, 텔루로펜 링, 피리딘 링, 피리미딘 링, 또는 이들 중 둘 이상의 융합 고리 일 수 있다. n 형 반도체는 예를 들어 풀러렌 또는 풀러렌 유도체일 수 있으나 이에 제한되지 않는다.

[0411] 활성층(103)은 p 형 반도체와 n 형 반도체가 벌크 헤테로접합으로 혼합된 진성층 (I 층) 일 수 있다. 여기서, p 형 반도체와 n 형 반도체는 약 1 : 9 내지 약 9 : 1, 예를 들어 약 2 : 8 내지 약 8 : 2, 약 3 : 7 내지 약 7: 3, 약 4 : 6 내지 약 6 : 4, 또는 약 5 : 5의 부피비로 혼합될 수 있다. 활성층(103)은 전술한 p 형 반도체를 포함하는 p 형 층과 전술한 n 형 반도체를 포함하는 n 형 층을 포함하는 이중층을 포함할 수 있다.

[0412] 여기서, p 형층과 n 형층의 두께비는 약 1 : 9 내지 약 9 : 1, 예를 들어 약 2 : 8 내지 약 8 : 2, 약 3 : 7 내지 약 7 : 3, 약 4 : 6 내지 약 6 : 4, 또는 약 5 : 5일 수 있다. 활성층(103)은 진성층 외에 p 형층 및/또는 n 형층을 더 포함할 수 있다. p 형 층은 전술한 p 형 반도체(즉, 일 구현예에 따른 화합물)를 포함할 수 있고, n 형 층은 전술한 n 형 반도체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 활성층(103)은 전술한 p 형 반도체와 전술한 n 형 반도체를 p 형층 / I층, I층/ n 형층, p 형층 / I층 / n형층 등의 다양한 조합으로 포함할 수 있다.

[0413] 도 8에 도시된 바와 같이, 활성층(103)은 녹색광을 선택적으로 흡수 및/또는 변환 (전기적 신호, 예를 들어, 광전 변환)하도록 구성되지만, 이에 한정되지 않고, 일부 구현예에서 활성층(103)은 청색광, 적색광 또는 임의의 가시광 파장 영역 또는 비가시광 파장 영역(예컨대, 광전 소자(100)에 의해 선택적으로 투과되는 근적외선 광의 제2 파장 영역)의 광을 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환(예를 들어 광전 변환)되도록 구성될 수 있다.

[0414] 도 9는 또 다른 구현예에 따른 유기 센서를 나타내는 단면도이다.

[0415] 도 9를 참고하면, 일 구현예에 따른 유기 센서(900)는 가시광 센서(50) 및 상기 구현예와 유사한 광전 소자(100)를 포함한다. 가시광 센서(50)는 반도체 기판 (110)에 집적된 청색 광 감지 소자(50a) 및 적색 광 감지 소자(50b) 및 반도체 기판 (110) 상에 배치된 녹색 센서(50c)를 포함하는 추가 광전 소자(850)를 포함하며, 청색 광 감지 소자(50a) 및 적색 광 감지 소자(50b)는 광다이오드(예컨대, 실리콘 기반 광다이오드)일 수 있고, 추가 광전 소자(850)는 도 8에 도시된 녹색 센서(50c)와 동일하거나 상이할 수 있는 녹색 센서(50c)일 수 있다. 상기 추가 광전 소자(850)는 제1 전극(101), 활성층(103) 및 제2 전극 (상부 전극) (102)을 포함하고, 상기 광전 소자(100)는 제1 전극(10), 활성층(30) 및 제2 전극(20)을 포함한다.

[0416] 다만, 일 구현예에 따른 유기 센서(900)에서 반도체 기판(110)에 집적된 청색광 감지 소자(50a) 및 적색광 감지 소자(50b)는 수직 방향(예를 들어, 반도체 기판 (110)의 상부 표면(110S)에 수직)으로 적층되어 있다. 상기 청색광 감지 소자(50a) 및 적색광 감지 소자(50b)는 적층 깊이에 따라 각 파장 영역의 빛을 선택적으로 흡수 및/또는 변환 (예컨대, 광전 변환)하여 감지하도록 구성될 수 있다. 즉, 장파장 영역의 적색광을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환 (예컨대, 광전 변환)하도록 구성된 적색광 감지 소자(50b)는 단파장 영역의 청색광을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환 (예컨대, 광전 변환)하도록 구성된 청색 광 감지 소자(50a)보다 반도체 기판 (110)의 표면에서 더 깊은 쪽에 배치된다. 이와 같이 적층 깊이에 따라 흡수 파장을 분리하여 컬러 필터층(70)을 생략할 수 있다.

[0417] 도 10은 일 구현예에 따른 유기 센서를 나타내는 단면도이다.

[0418] 도 10을 참고하면, 본 구현예에 따른 유기 센서(950)는 가시광 센서(50) 및 상기 구현예와 유사한 광전 소자(100)를 포함한다. 상기 가시광 센서(50)는 반도체 기판(110)에 집적된 청색 광 감지 소자(50a), 녹색 센서

(50c), 및 적색 광 감지 소자(50b)를 포함하고, 청색 광 감지 소자(50a), 녹색 센서(50c), 및 적색 광 감지 소자(50b)는 광다이오드일 수 있다. 본 구현예에 따른 유기 센서(950)는 반도체 기판(110)에 집적된 청색 광 감지 소자(50a), 녹색 센서(50c), 및 적색 광 감지 소자(50b)가 수직 방향으로 적층되어 있다. 청색 광 감지 소자(50a), 녹색 센서(50c) 및 적색 광 감지 소자(50b)는 상부 표면(110S)으로부터 적층 깊이에 따라 각 파장 영역의 빛을 선택적으로 흡수 및/또는 변환 (예컨대 광전 변환)하도록 구성될 수 있다. 즉, 장파장 영역의 적색광을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환 (예컨대 광전 변환)하도록 구성된 적색 광 감지 소자(50b)는 단파장 영역의 청색광을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환 (예컨대, 광전 변환)하도록 구성된 청색 광 감지 소자(50a)보다 반도체 기판(110)의 상부 표면(110S)에서 더 깊게 배치되며, 중간 파장 영역의 녹색광을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환 (예컨대 광전 변환)하도록 구성된 녹색 센서(50c)는 청색 광 감지 소자(50a)보다 반도체 기판 (110)의 상부 표면(110S)에서 더 깊게 배치되고 적색 광 감지 소자(50b)보다 반도체 기판(110)의 상부 표면(110S)에 더 가깝게 배치된다. 이와 같이 적층 깊이에 따라 흡수 파장을 분리하여 컬러 필터층(70)을 생략할 수 있다.

[0419] 도 11은 또 다른 구현예에 따른 유기 센서를 나타내는 단면도이다.

[0420] 도 11을 참조하면, 일 구현예에 따른 유기 센서(970)는 입사광의 근적외선 파장 스펙트럼(예컨대 제1 근적외선 파장 영역)의 광을 선택적으로 흡수 및/또는 변환(예컨대 광전 변환)하도록 구성된 제1 광전 소자(예컨대, 적외선/근적외선 광전 소자(1200d)), 및 제1 광전 소자와 반도체 기판(110) 사이에 수직으로 적층된 하나 이상의 추가 광전 소자(예컨대, 1200a 내지 1200c)를 포함하고, 상기 추가 광전 소자의 각각 별도의 광전 소자는 별도의 광전 변환층을 포함하고, 입사광의 별도의 (예컨대 각각의) 파장 영역을 선택적으로 흡수 및/또는 변환 (예를 들어, 광전 변환)하도록 구성되며, 상기 별도의 (예컨대, 각각의) 파장 영역은 제1 근적외선 파장 영역과 상이하고, 별도의 가시광 및/또는 비가시광 파장 영역일 수 있다. 예를 들어, 도 11에 도시한 바와 같이, 상기 유기 센서(970)는 입사광의 적색 파장 스펙트럼에서 광을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환(예컨대, 광전 변환)하도록 구성된 적색 광전 소자, 입사광의 녹색 파장 스펙트럼에서 광을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환(예컨대, 광전 변환)하도록 구성된 녹색 광전 소자, 입사광의 청색 파장 스펙트럼에서 광을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환(예컨대, 광전 변환)하도록 구성된 청색 광전 소자를 포함하는 추가 광전 소자들을 포함하며, 이들은 수직 방향(예컨대, z 방향, 즉, 반도체 기판 (110)의 상부 표면 (110S)에 수직으로 연장하는 방향)으로 적층되어 있다.

[0421] 따라서, 도 11에 도시된 바와 같이, 유기 센서(970)는 반도체 기판(110) 상에 수직으로 적층된 복수의 광전 소자(1200a 내지 1200d)를 포함하여 복수의 광전 소자(1200a 내지 1200d)가 반도체 기판 (110)의 상부 표면(110S)에 수직으로 연장되는 방향으로 중첩될 수 있다. 상기 유기 센서(970)는 제1 근적외선 파장 영역의 광을 선택적으로 흡수 및/또는 변환하도록 구성된 제1 광전 소자(예컨대 제4 광전 소자(1200d))에 추가하여 다수의 추가 광전 소자(1200a 내지 1200c)를 포함하지만, 일부 예시적인 구현예에서 유기 센서(970)는 광전 소자(1200d)와 반도체 기판 (110) 사이에 단일의 추가 광전 소자(예컨대, 1200a 내지 1200c 중 어느 하나)를 포함하는 것으로 제한될 수도 있다.

[0422] 본 구현예에 따른 유기 센서(970)는 반도체 기판(110), 하부 절연층(80a), 중간 절연층(80b), 또다른 중간 절연층(80c), 상부 절연층(80d), 제1 광전 소자(1200a), 제2 광전 소자(1200b), 제3 광전 소자(1200c) 및 제4 광전 소자(1200d)를 포함한다. 일부 예시적인 구현예에서, 제4 광전 소자(1200d)는 제1 근적외선 파장 영역의 광을 선택적으로 흡수 및/또는 변환 (예를 들어, 광전 변환)하도록 구성된 제1 광전 소자일 수 있고, 제1 내지 제3 광전 소자(1200a 내지 1200c)는 제1 근적외선 파장 영역과 상이한 하나 이상의 별도의 파장 영역에서 광을 선택적으로 흡수 및/또는 변환 (예컨대, 광전 변환)하도록 구성된 적어도 하나의 추가 광전 소자일 수 있다. 도시된 바와 같이, 제1 내지 제4 광전 소자(1200a 내지 1200d)는 반도체 기판 (110)의 상부 표면(110S)에 수직으로 연장된 방향으로 서로 중첩되도록 반도체 기판 (110) 상에 적층된다. 반도체 기판(110)은 실리콘 기판일 수 있으며, 전송 트랜지스터 (미도시) 및 전하 저장소가 집적된다.

[0423] 제1 내지 제3 광전 소자(1200a 내지 1200c)는, 도 8 및 도 9에 도시된 추가 광전 소자(850)와 동일한 구조를 가질 수 있다. 단, 각각의 별도의 광전 소자(1200a 내지 1200c)는 가시광 및/또는 비가시광(예컨대 근적외선)의 별도의 파장 영역을 광전 변환하도록 구성될 수 있으며, 상기 광전 변환층(1230a 내지 1230c)은 전술한 활성층(103) 및/또는 활성층(30)의 다양한 예시적 구현예 (예를 들어, 상이한 예시적 구현예)와 동일한 구조 및/또는 조성을 가짐으로써 다른 가시광 및/또는 비가시광 파장 영역의 빛을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환 (예를 들어, 광전 변환)할 수 있으며, 일 구현예에 따른 화합물을 포함할 수 있다.

[0424] 제1 광전 소자(1200a)는 하부 절연 층(80a) 상에 형성된다. 제1 광전 소자(1200a)는 광전 변환층(1230a)을 포함한다. 제1 광전 소자(1200a)는 본 명세서에서 설명된 임의의 구현예에 따른 광전 소자중 어느 하나일 수 있다. 상기 광전 변환층(1230a)은 입사광의 적외선, 적색, 청색, 녹색 파장 스펙트럼 중 하나의 빛을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환(예컨대, 광전 변환)할 수 있다. 예를 들어, 제1 광전 소자(1200a)는 청색 광전 소자일 수 있다.

[0425] 상기 중간 절연층(80b)은 제1 광전 소자(1200a) 상에 형성된다.

[0426] 제2 광전 소자(1200b)는 중간 절연층(80b) 상에 형성된다. 제2 광전 소자(1200b)는 광전 변환층(1230b)을 포함한다. 제2 광전 소자(1200b)는 본 명세서에서 설명하는 구현예들 중 어느 하나에 따른 광전 소자일 수 있다. 광전 변환층(1230b)은 입사광의 적외선, 적색, 청색 또는 녹색 파장 스펙트럼 중 하나의 빛을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환(예컨대, 광전 변환)할 수 있다. 예를 들어, 제2 광전 소자(1200b)는 녹색 광전 소자일 수 있다. 제2 광전 소자(1200b) 위에는 또 다른 중간 절연층(80c)이 형성된다.

[0427] 제3 광전 소자(1200c)는 중간 절연층(80c) 상에 형성된다. 제3 광전 소자(1200c)는 광전 변환층(1230c)을 포함한다. 제3 광전 소자(1200c)는 본 명세서에 기재된 광전 소자 중 어느 하나의 구현예에 따른 광전 소자일 수 있다. 광전 변환층(1230c)은 입사광의 적외선, 적색, 청색 또는 녹색 파장 스펙트럼 중 하나의 빛을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환 (예컨대, 광전 변환)할 수 있다. 예를 들어, 제3 광전 소자(1200c)는 적색 광전 소자일 수 있다.

[0428] 제3 광전 소자(1200c) 상에 상부 절연층(80d)이 형성된다.

[0429] 하부 절연층(80a), 중간 절연층(80b, 80c) 및 상부 절연층(80d)은 전하 저장부 (55a, 55b, 55c, 55d)를 노출시키는 복수의 관통 홀을 갖는다.

[0430] 제4 광전 소자(1200d)는 상부 절연층(80d) 상에 형성된다. 제4 광전 소자(1200d)는 광전 변환층(1230d)을 포함한다. 제4 광전 소자(1200d)는 본 명세서에서 설명하는 구현예들 중 어느 하나에 따른 광전 소자일 수 있다. 광전 변환층(1230d)은 빛의 적외선, 적색, 청색 또는 녹색 파장 스펙트럼 중 하나의 빛을 선택적으로 흡수 및/또는 (전기적 신호로) 변환 (예컨대, 광전 변환)할 수 있다. 예를 들어, 제4 광전 소자(1200d)는 근적외선 흡수재를 포함할 수 있는 적외선/근적외선 광전 소자 일 수 있다. 도면에서는 제1 광전 소자(1200a), 제2 광전 소자(1200b), 제3 광전 소자(1200c) 및 제4 광전 소자(1200d)가 순차적으로 적층되어 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 다양한 순서로 적층될 수 있다.

[0431] 전술한 바와 같이, 제1 광전 소자(1200a), 제2 광전 소자(1200b), 제3 광전 소자(1200c), 및 제4 광전 소자(1200d)는 적층 구조를 가지므로, 유기 센서의 크기를 줄여 소형화를 실현할 수 있다.

[0432] 전술한 유기 센서는 다양한 전자 장치에 적용될 수 있으며, 예컨대, 카메라, 캠코더, 이들을 내장한 모바일 폰, 디스플레이 장치, 보안 장치 또는 의료 장치 등에 적용될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0433] 도 12는 일 구현예에 따른 이미지 센서를 포함하는 디지털 카메라의 블록 다이어그램이다.

[0434] 도 12를 참조하면, 디지털 카메라(1000)는 렌즈(1010), 이미지 센서(1020), 모터(1030) 및 엔진(1040)을 포함한다. 상기 이미지 센서(1020)는 상기 도 3 내지 도 11에 도시된 구현예들에 따른 이미지 센서중 어느 하나일 수 있다.

[0435] 렌즈(1010)는 입사광을 이미지 센서(1020)에 집광한다. 이미지 센서(1020)는 렌즈(1010)를 통하여 수광된 빛에 대하여 RGB 데이터를 생성한다.

[0436] 일 구현예에서, 이미지 센서(1020)는 엔진(1040)과 인터페이스할 수 있다. 모터(1030)는 렌즈(1010)의 촛점을 조절하거나 엔진(1040)으로부터 받은 콘트롤 신호에 대응하여 셔터를 조절할 수 있다. 엔진(1040)은 이미지 센서(1020)와 모터(1030)를 조절할 수 있다.

[0437] 엔진(1040)은 호스트/어플리케이션(1050)에 연결될 수 있다.

[0438] 도 13은 일 구현예에 따른 전자 장치의 개략도이다.

[0439] 도 13을 참고하면, 전자 장치(1100)는 버스(1110)를 통해 서로 전기적으로 결합되는 프로세서(1120), 메모리(1130), 및 이미지 센서(1140)를 포함할 수 있다.

[0440] 이미지 센서(1140)는 전술한 구현예들에 따른 이미지 센서 및/또는 유기 센서일 수 있다. 메모리(1130)는 비일

시적(non-transitory) 컴퓨터 판독 가능 매체일 수 있으며, 명령어 프로그램을 저장할 수 있다. 메모리(1130)는 플래시 메모리, PRAM(Phase-Change Random Access Memory), MRAM(Magneto-Resistive RAM), ReRAM(Resistive RAM) 또는 FRAM (Ferro-electric RAM)과 같은 비휘발성 메모리 또는 정적(static) RAM(SRAM), 동적(dynamic) RAM(DRAM) 또는 동기식(synchronous) DRAM(SDRAM)과 같은 휘발성 메모리일 수 있다. 프로세서(1120)는 하나 이상의 기능을 수행하기 위해 저장된 명령어 프로그램을 실행할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(1120)는 이미지 센서(1140)에서 생성된 전기적 신호를 처리하도록 구성될 수 있다. 프로세서(1120)는 논리 회로를 포함하는 하드웨어와 같은 처리 회로(processing circuitry); 소프트웨어를 실행하는 프로세서와 같은 하드웨어/소프트웨어 조합; 또는 이들의 조합일 수 있다. 예를 들어, 처리 회로는, 예를 들어, 중앙 처리 장치(CPU), 산술 논리 장치(ALU), 디지털 신호 프로세서, 마이크로 컴퓨터, FPGA(Field Programmable Gate Array), SoC(System-on-Chip), 프로그래밍 가능 논리 장치, 마이크로 프로세서, ASIC(application-specific integrated circuit) 등일 수 있다. 프로세서(1120)는 이러한 처리에 기초하여 출력 (예를 들어, 디스플레이 인터페이스에 표시될 이미지)을 생성하도록 구성될 수 있다.

[0441] 전술한 바와 같이, 일 구현예에 따른 임의의 소자, 시스템, 모듈, 부품, 유닛, 컨트롤러, 회로, 및/또는 이들의 일부(디지털 카메라 (1000), 이미지 센서 (1020), 모터 (1030), 엔진 (1040), 호스트/어플리케이션 (1050), 전자 장치 (1100), 프로세서 (1120), 메모리 (1130), 이미지 센서 (1140), 이들의 일부 등을 제한 없이 포함)는 로직 회로를 포함하는 하드웨어; 프로세서 실행 소프트웨어와 같은 하드웨어/소프트웨어 조합; 또는 이들의 조합과 같은 처리 회로의 하나 이상에 의해 실행될 수 있거나, 및/또는 이들에 포함될 수 잇다. 예를 들어, 상기 프로세싱 회로는, 더 구체적으로, 그러나 제한 없이, 중앙처리회로(CPU), 연산 로직 유닛(ALU: arithmetic logic unit), 그래픽 프로세싱 유니트 (GPU), 응용 프로세서(AP), 디지털 신호 프로세서 (DSP), 마이크로컴퓨터, 필드 프로그램화 게이트 어레이 (FPGA), 및 프로그램화 논리 유닛, 마이크로프로세서, 응용-특이성 집적 회로(ASIC: Application-specific integrated circuit), 신경망 처리 유닛(NPU: Neural network processing unit), 전자 통제 유닛 (ECU), 이미지 신호 프로세서 (ISP) 등을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 프로세싱 회로는, 일 구현예에 따른 임의의 장치, 시스템, 모듈, 부품, 유닛, 컨트롤러, 회로, 및/또는 이들의 일부 일부의 전체 또는 일부에 의해 수행되는 방법 및/또는 기능을 수행하기 위한 지시 프로그램을 실행하기 위한 비변환(non-transitory) 컴퓨터 가독형 저장 장치 (즉, 메모리), 예를 들어, 고상 드라이브(SSD: Solid state drive), 저장, 및 프로세서 (즉, CPU)를 포함할 수 있다.

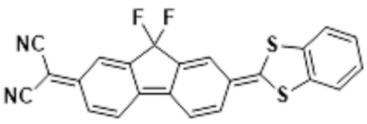
[0443] 이하, 실시예를 통하여 상술한 구현예를 보다 상세하게 설명한다. 다만 하기의 실시예는 단지 설명의 목적을 위한 것이며 권리범위를 제한하는 것은 아니다.

[0445] **실시예**

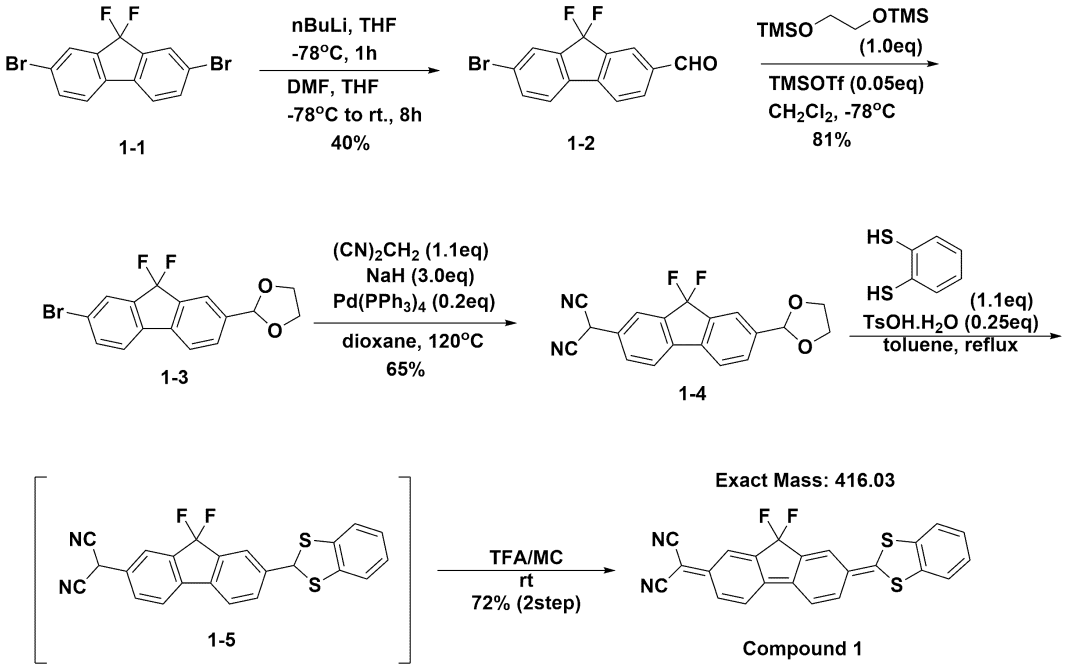
[0446] **합성예 1: 화합물 1의 합성**

[0447] 하기 반응식 1로 나타낸 반응 과정을 통해 하기 화합물 1을 합성한다.

[0448] (화합물 1)

[0449] 

[0450] (반응식 1)

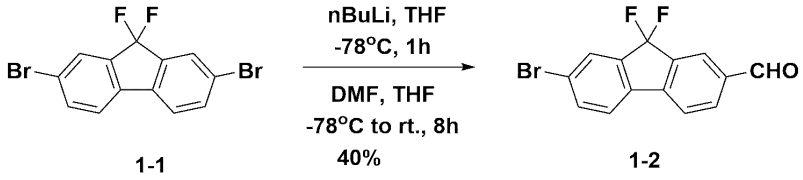


[0451]

[0452] 상기 반응식 1로 나타낸 바와 같이, 1-1의 화합물(Combi-Block 社, QP8094)을 출발 물질로 하여 THF 용매 내에서 n-BuLi의 당량 및 적가 속도를 조절하여 약 40%의 수율로 생성물 1-2를 합성하고, 상기 반응 scheme에 따라 1-3으로 표시한 아세탈(acetal)을 약 81% 수율로 합성한다. 그 후, 촉매량의 $Pd(PPh_3)_4$로 말로노니트릴(malononitrile)과의 coupling 반응을 통해 약 65%의 수율로 화합물 1-4를 합성하고, 화합물 1-4의 acetal 구조의 benzene-1,2-dithiol로의 치환 반응에 의해 화합물 1-5를 합성한다. 이어서, 반응 혼합물 상태의 화합물 1-5를 상온에서 TFA로 처리하는 과정을 두 단계에 걸쳐 수행함으로써, 약 72%의 수율로 상기 화합물 1(Compound 1)을 합성한다.

[0453] 이하, 상기 반응식 1의 각 반응 단계를 자세히 설명한다.

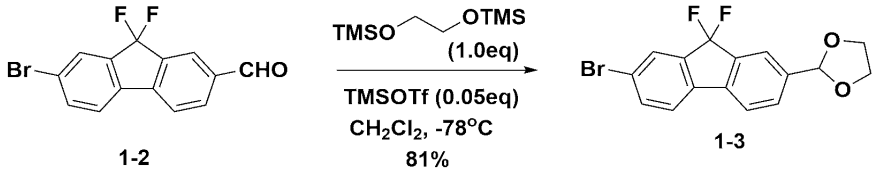
[0454] (1) 화합물 1-1로부터 화합물 1-2를 합성하는 단계



[0455]

[0456] 불꽃 무수 건조한 100ml 둥근 바닥 플라스크에 출발물질 1-1의 화합물 2.04 g (5.68 mmol, 1.00eq)을 THF (50 ml)에 녹이고, -78℃ 로 하온한 뒤, 1.15 M n-BuLi 5.43 ml (6.248 mmol, 1.10eq)를 천천히 첨가하고, -78℃에서 1 시간 교반한다. 그 후, DMF 0.88 ml (11.360 mmol, 2.00eq)를 첨가하고, -78℃에서 서서히 상온으로 승온하여 밤새 교반한다. TLC(EA:Hex=1:20)로 반응 진행을 확인한 후, HCl 수용액을 사용하여 반응을 종결시킨다. 그 후, Ethyl acetate와 H_2O로 유기층을 추출하고, $MgSO_4$로 건조한다. Column chromatography (Hex to EA:Hex=1:20)를 수행하여 monoaldehyde 화합물 1-2를 527 mg (30%) 수득한다.

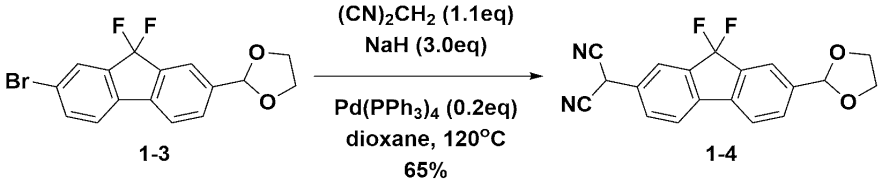
[0457] (2) 화합물 1-2로부터 화합물 1-3을 합성하는 단계



[0458]

[0459] 불꽃 무수 건조한 100ml 둥근 바닥 플라스크에 상기 화합물 1-2 (205 mg, 0.6632 mmol, 1.00eq)를 CH_2Cl_2 (3 ml)에 녹이고, -78℃로 하온한 뒤, $(TMSOCH_2)_2$ (0.163 ml, 0.6640 mmol, 1.00eq), 및 TMSOTf (7.4 ul, 0.0332 mmol, 0.05eq)를 차례로 첨가하고, -78℃에서 6 시간 교반한다. TLC (EA:Hex=1:20)로 반응 진행을 확인한 후, triethylamine을 사용하여 반응을 종결하고, CH_2Cl_2와 H_2O로 유기층을 추출한 후, Na_2SO_4로 건조한다. 이로부터 별도의 정제 없이 상기 화합물 1-3을 190 mg (81%) 수득한다.

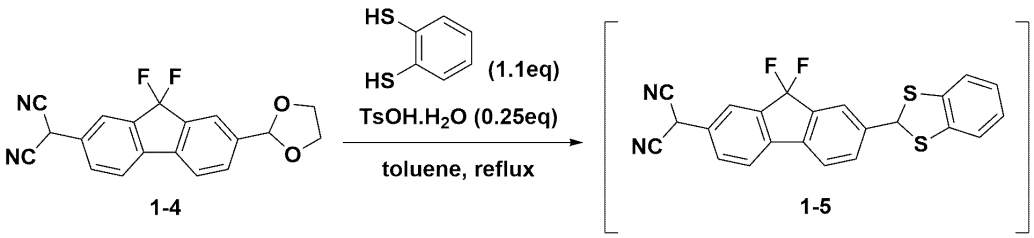
[0460] (3) 화합물 1-3로부터 화합물 1-4를 합성하는 단계



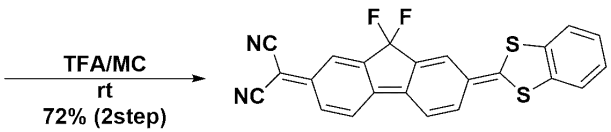
[0461]

[0462] 불꽃 무수 건조한 10 ml 둥근 바닥 플라스크에 $(CN)_2CH_2$ (46 mg, 0.6951 mmol, 1.20eq)를 1,4-dioxane (3ml)에 녹인다. 0℃로 하온한 뒤, 60% NaH (71 mg, 1.7379 mmol, 3.00eq)를 첨가한다. 서서히 상온으로 승온하면서 30 분간 교반한다. $Pd(PPh_3)_4$ (134 mg, 0.1159 mmol, 0.20eq), 및 화합물 **1-3** (204.6 mg, 0.5793 mmol, 1.00eq)을 넣어준다. 120℃로 승온하여 밤새 교반한다. TLC (EA:Hex=1:20)로 반응 진행을 확인한 후, NH_4Cl 수용액을 사용하여 반응 종결한다. CH_2Cl_2와 NH_4Cl 수용액으로 유기층을 추출한 후, $MgSO_4$로 건조한다. Celite 필터 진행한 뒤 감압 농축한다. 칼럼크로마토그래피 (EA:Hex=1:10 to 1:5) 진행하여 화합물 **1-4**를 127 mg (65%) 수득한다.

[0463] (4) 화합물 1-4로부터 화합물 1을 합성하는 단계



Exact Mass: 416.03



Compoud 1

[0464]

[0465] 불꽃 무수 건조한 10ml 둥근 바닥 플라스크에 화합물 **1-4** (61.44 mg, 0.1816 mmol, 1.00eq)를 Toluene (2 ml)에 녹인다. 상온에서 톨루엔(0.5ml) 내 Benzenedithiol (28 mg, 0.1997 mmol, 1.10eq), 및 $TsOH \cdot H_2O$ (8 mg, 0.0454 mmol, 0.25eq)를 차례로 첨가한다. 상온에서 120℃까지 서서히 승온하여 4 시간 교반한다. Crude 상태의 화합물 1-5를 포함하는 반응액을 상온으로 하온하여 TFA 0.5 ml를 넣어준 뒤, 1 시간 교반한다. CH_2Cl_2와 $NaHCO_3$ 수용액으로 유기층을 추출한 후, $MgSO_4$로 건조하여 감압 농축한다. Crude 물질을 Ether washing하여 Compound 1을 54.45 mg (72%) 수득한다.

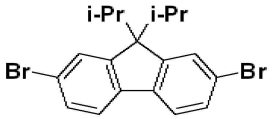
[0466] 수득된 화합물 1의 ^1H NMR 결과는 아래와 같고, HRMS ((MALDI-TOF)에 의한 분자량은 415.893 으로 나타났다:

[0467] ^1H NMR (400 MHz, TFA-*d*) d 8.70 - 8.67 (m, 2H), 8.58 - 8.55 (m, 2H), 8.23 - 8.20 (m, 3H), 8.16 - 8.11 (m, 2H), 8.23 (d, *J* = 7.6 Hz, 1H); HRMS (MALDI-TOF) found 415.893.

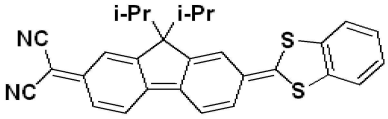
[0469] **합성예 2: 화합물 2의 합성**

[0470] 출발물질로서 합성예 1의 화합물 1-1 대신 하기 화합물 2-1을 사용하는 것을 제외하고, 나머지 합성예 1에서 설명한 것과 동일한 방법을 사용하여 하기 화합물 2를 합성한다.

[0471] (화합물 2-1) (화합물 2)



2-1

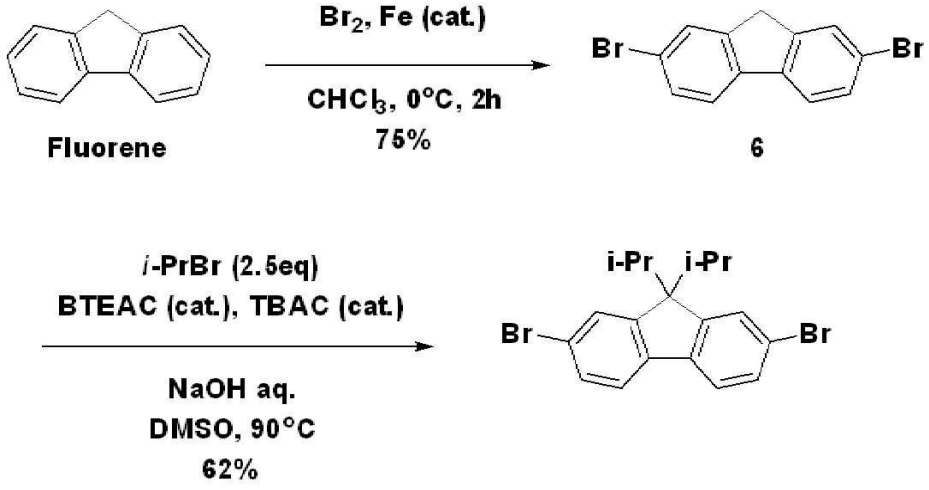


Compoud 2

[0472]

[0473] 여기서, 상기 화합물 2-1은 Beilstein J. *Org. Chem.* 2020, *16*, 1683-1692 및 Martin S.; Peter S. *Chem. Mater.* 2004, *16*, 4736-4742에 개시된 내용을 참조하여, 출발물질로서 플루오렌을 사용하여, 하기 반응식으로 나타낸 반응 scheme에 따라 합성할 수 있다:

[0474] (화합물 2-1의 제조에 관한 반응식)



[0475]

[0476] 구체적으로, 불꽃 무수 건조한 250 ml 둥근 바닥 플라스크에 Fluorene(4.0 g, 24.06 mmol, 1.00 eq)과 Fe(134 mg, 2.41 mmol, 0.1 eq)을 $CHCl_3$(60ml)에 녹이고, 0℃로 하온하여, Br_2(1.0M in $CHCl_3$)(50.52 ml, 50.52 mmol, 2.10 eq)을 적가하여 2 시간 동안 교반한다. NMR를 통해 반응 진행을 확인한 후, $Na_2S_2O_5$ 포화수용액 150 ml를 사용하여 반응을 종결시킨다. 그 후, CH_2Cl_2와 $Na_2S_2O_5$ 수용액으로 유기층을 추출한 후, $MgSO_4$로 건조한 뒤, 감압 농축한다. 조 생성액(crude) 8 g을 0°C EtOH을 사용하여 필터 세정한다. 중간체로서, 흰색 고체인 2,7-dibromo-9H-fluorene (상기 반응식 내 화합물 6)을 6.0 g (75%) 수득한다. 화합물 6의 ^{1}H NMR 결과는 아래와 같다:

[0477] ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) d 7.64 (s, 2H), 7.56 (d, *J* = 8.1 Hz, 2H), 7.48 (d, *J* = 8.1 Hz, 2H), 3.82 (s, 2H); ^{13}C NMR (100 MHz, $CDCl^3$) d 144.75, 139.64, 130.10, 128.29, 128.23, 121.15, 120.90, 36.53.

[0478] 이어서, 25ml 둥근 바닥 플라스크에 상기 화합물 6(2,7-dibromo-9H-fluorene)(390 mg, 1.203 mmol, 1.00 eq)을 넣고, DMSO (4ml)로 용해시킨다. 이어서, 상온에서 Bexzyltriethylammonium chloride (26mg), tetrabutylammonium chloride (26mg), 및 25N NaOH 수용액 2ml를 차례로 첨가하고, *i*-PrBr(0.33 ml, 3.008 mmol, 2.50 eq)를 적가한다. 반응물을 100℃로 승온하여 2 시간 교반한다. 그 후, TLC(Hexane)을 통해 반응 진행을 확인한 후, 상온으로 하온하여 CH_2Cl_2와 H_2O로 유기층을 추출하고, $MgSO_4$로 건조한 뒤, 감압 농축한다.

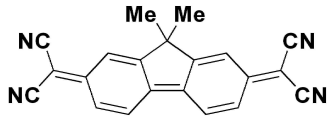
EtOH를 사용하여 재결정하여 62% 수율로 화합물 **2-1** 310 mg을 수득한다. 화합물 2-1의 ^{1}H NMR 결과는 아래와 같다:

[0479] R_f : 0.6 (SiO_2, hexane) ; ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) d 7.54 - 7.50 (m, 4H), 7.46 (dd, J = 8.1, 1.4 Hz, 2H), 2.55 - 2.43 (m, 2H), 0.71 (d, J = 6.8 Hz, 12H); ^{13}C NMR (100 MHz, $CDCl_3$) d 151.19, 139.71, 130.05, 127.41, 127.35, 121.11, 120.74, 61.91, 32.96, 17.68.

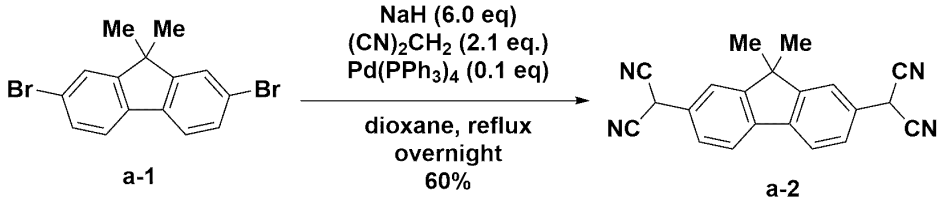
[0481] **비교 합성예 1: 화합물 a의 합성**

[0482] 하기 반응식 2에 따라 하기 화합물 a(Compound a)를 합성한다.

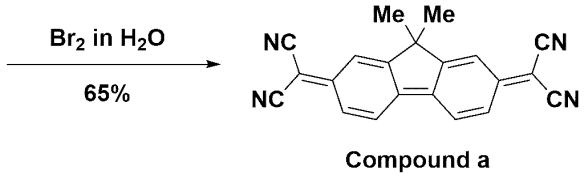
[0483] (화합물 a)

[0484] 

[0485] (반응식 2)



Exact Mass: 320.11



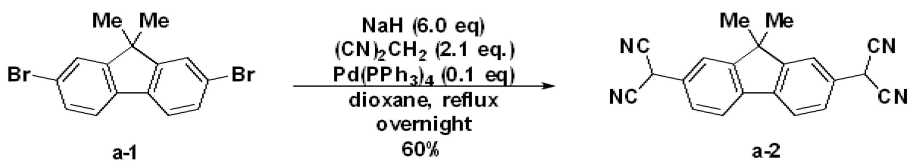
Compound a

[0486]

[0487] 상기 반응식 2에 나타낸 화합물 a-1을 출발 물질로 dioxane 용매 하에서 촉매량의 $Pd(PPh_3)_4$으로 2.1 당량의 malononitrile과의 coupling 반응을 통하여 51% 수율로 화합물 a-2를 합성하였다. Br_2 수용액을 사용하는 산화 반응을 진행하고, 석출된 고체를 필터한 후, ether로 씻어주는 과정을 통해 50% 수율로 상기 화합물 a (Compound a)를 합성한다.

[0488] 이하, 상기 반응식 2의 각 단계별 합성 과정을 더 구체적으로 설명한다.

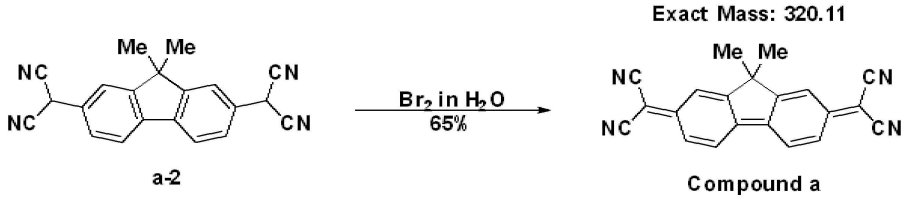
[0489] <u>(1) 화합물 a-1로부터 화합물 a-2의 합성 단계</u>

[0490] 

[0491] 불꽃 무수 건조한 100ml 둥근 바닥 플라스크에 $(CN)_2CH_2$ (0.463 ml, 8.349 mmol, 2.10eq)를 dioxane (21ml)에 녹이고, 0℃로 하온한 뒤, 60% NaH (0.954 g, 23.859 mmol, 6.00eq)를 첨가한다. 서서히 상온으로 승온하면서 30 분간 교반한다. 이후, $Pd(PPh_3)_4$ (0.459 g, 0.397 mmol, 0.10eq), 및 출발물질인 화합물 **a-1** (1.4 g, 3.976

mmol, 1.00eq)을 첨가하고, 120℃로 승온하여 밤새 교반한다. TLC(EA:Hex=1:20, 1:1)로 반응 진행을 확인한 후, 반응 용액을 상온으로 식혀준다. NH_4Cl 수용액을 사용하여 반응을 종결하고, CH_2Cl_2와 NH_4Cl 수용액으로 유기층을 추출한 후, $MgSO_4$로 건조시킨다. Celite 필터 진행 뒤 감압 농축한다. Column chromatography (MC)와 Ether/Hex 재결정을 진행하여 상기 화합물 **a-2**를 650 mg (51%) 수득한다.

[0492] (2) 화합물 a-2로부터 화합물 a의 합성 단계

[0493] 

a-2 Compound a

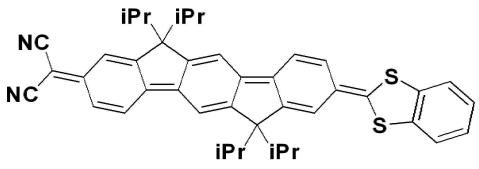
[0494] Br_2 포화수용액(5 ml)을 10 ml 둥근 바닥 플라스크에 첨가하고, 상온에서 화합물 **a-2** (150 mg, 0.4653 mmol, 1.00eq)를 첨가한다. 상온에서 3 시간 반응시킨 후, TLC(MC)로 반응을 확인한 후, 석출된 고체를 필터하고, H_2O와 diethyl ether로 차례로 washing 한다. 그 후, 상기 생성물을 진공 건조하여 화합물 a (Compound a) 95 mg (50%)을 수득한다. 수득한 화합물 a의 ^1H NMR 결과는 아래와 같고, MALDI-TOF에 의해 얻어진 분자량은 약 319.697 이다:

[0495] ^1H NMR (400 MHz, TFA-*d*) d 7.72 (d, *J* = 9.2 Hz, 2H), 7.57 (d, *J* = 8.9 Hz, 2H), 7.40 (s, 2H), 1.51 (s, 6H); HRMS (MALDI-TOF) found 319.697.

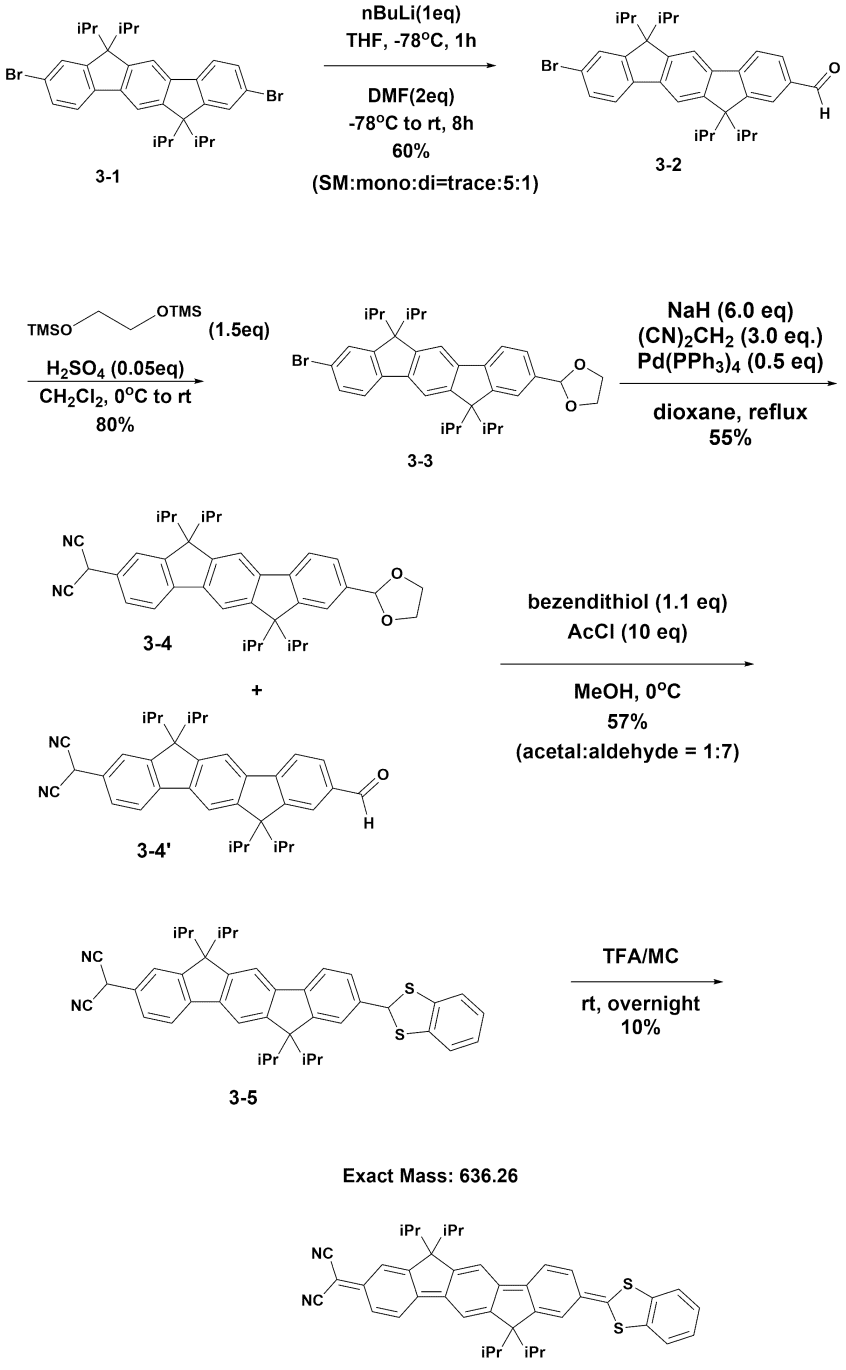
[0497] **합성예 3: 화합물 3의 합성**

[0498] 하기 반응식 3으로 나타낸 반응 과정을 통해 하기 화합물 3을 합성한다.

[0499] (화합물 3)

[0500] 

[0501] (반응식 3)



[0502]

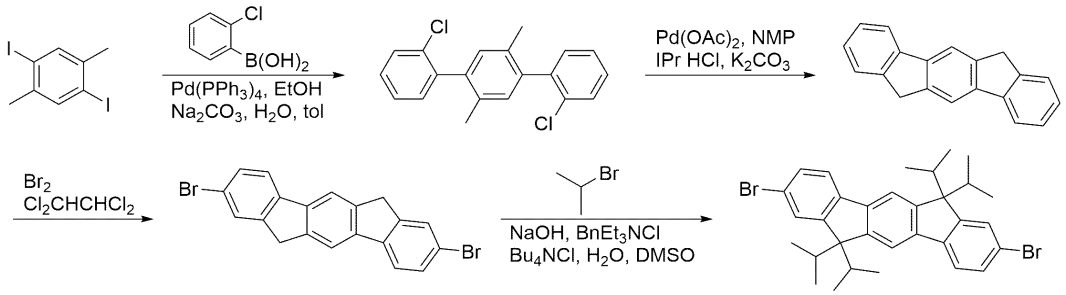
[0503] 상기 반응식 3에 나타낸 화합물 3-1을 출발 물질로 하여 THF 용매 내에서 n-BuLi의 당량 및 적가 속도를 조절하여 60% 수율로 생성물 3-2를 합성한다. 상기 합성 scheme의 방법을 통해 상기 화합물 3-3의 acetal을 80% 수율로 합성하고, 촉매량의 $Pd(PPh_3)_4$으로 말로노니트릴(malononitrile)과의 coupling 반응을 통하여 55% 수율로 acetal 구조의 화합물 3-4 와 탈보호된 aldehyde 구조의 화합물 3-4'이 1:7 비율로 혼합된 생성물을 합성한다. 상기 화합물 3-4 와 화합물 3-4'의 혼합물로부터 benzene-1,2-dithiol로의 치환 및 protection 반응을 통해 57% 수율로 화합물 3-5가 합성됨을 확인한다. 3-5 화합물을 상온에서 TFA 처리하여 60% 수율로 화합물 3 (Compound 3)을 합성한다.

[0504] 이하, 상기 반응식 3의 각 단계의 반응을 자세히 설명한다.

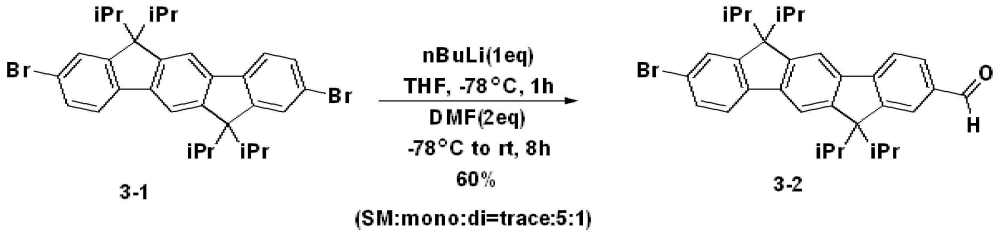
[0505] (0) 출발물질인 화합물 3-1의 합성 단계

[0506] 상기 반응식 3에서의 출발물질인 화합물 3-1은, Advanced Synthesis & Catalysis (2010), 352(18), 3267-3274, Organic Letters (2005), 7(5), 795-797, 및 Chemistry of Materials (2004), 16(23), 4736-4742를 참조하여, 하기 반응식에 따라 합성한다.

[0507] (화합물 3-1 합성 반응식)

[0508] 

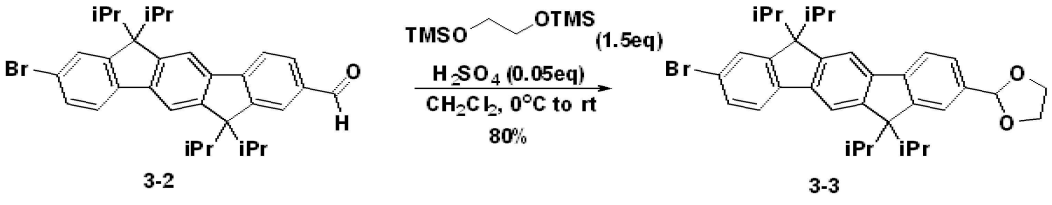
[0510] (1) 화합물 3-1로부터 화합물 3-2의 합성 단계

[0511] 

[0512] 불꽃 무수 건조한 250 ml 둥근 바닥 플라스크에 화합물 **3-1** (3.0 g, 5.168 mmol, 1.00eq)을 THF (75 ml)에 녹인다. 그 후, -78℃로 하온한 뒤, 1.16M *n*-BuLi (4.45 ml, 5.168 mmol, 1.00eq)을 천천히 (0.01ml/min) 첨가한다. -78℃에서 1 시간 교반한 후, DMF (0.80 ml, 10.336 mmol, 2.00eq)를 첨가한다. -78℃에서 서서히 상온으로 승온시켜 밤새 교반한다. TLC(EA:Hex=1:20)로 반응 진행을 확인한 후, NH_4Cl 수용액을 사용하여 반응을 종결시킨다. 그 후, CH_2Cl_2와 NH_4Cl 수용액으로 유기층을 추출한 후, Na_2SO_4로 건조한다. 이어서, 칼럼크로마토그래피(Hex to EA:Hex=1:20)를 진행하여 60%의 수율로 모노알데히드(monoaldehyde) 화합물 **3-2** 1.62 g 을 수득한다. R_f : 0.3 (SiO_2, hexane/EtOAc = 20:1). 화합물 3-2의 ^{1}H NMR 결과는 다음과 같다:

[0513] ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) d 10.05 (s, 1H), 7.93 (s, 1H), 7.87 (q, *J* = 8.1 Hz, 2H), 7.76 (t, *J* = 6.8 Hz, 1H), 7.70 (s, 1H), 7.64 - 7.59 (m, 1H), 7.57 (s, 1H), 7.49 (d, *J* = 8.1 Hz, 1H), 2.69 - 2.52 (m, 4H), 0.76 (s, 24H).

[0514] (2) 화합물 3-2로부터 화합물 3-3의 합성 단계

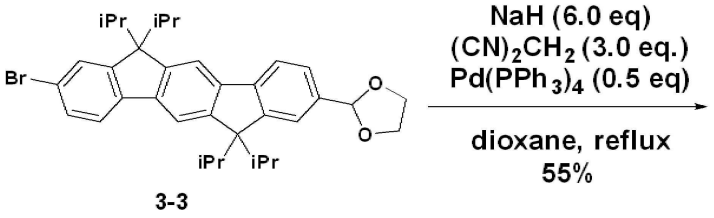
[0515] 

[0516] 불꽃 무수 건조한 25ml 둥근 바닥 플라스크에 화합물 **3-2** (750 mg, 1.4177 mmol, 1.00 eq)를 MC(10 ml)에 녹이고, 상온에서 H_2SO_4 (15 ul, 0.2835 mmol, 0.20eq)와 $(TMSOCH_2)_2$ (1.79 ml, 5.671 mmol, 4.00 eq)를 차례로 첨가한다. 그 후, 상온에서 10 분 교반하고, TLC(EA:Hex=1:20)로 반응 진행을 확인한 후, Triethylamine을 사용하여 반응을 종결한다. CH_2Cl_2와 H_2O로 유기층을 추출한 후, $MgSO_4$로 건조한다. 이어서, 칼럼크로마토그래피(EA:Hex=1:20)를 진행하여 80%의 수율로 화합물 **3-3** 650 mg을 수득한다. R_f : 0.25 (SiO_2, hexane/EtOAc =

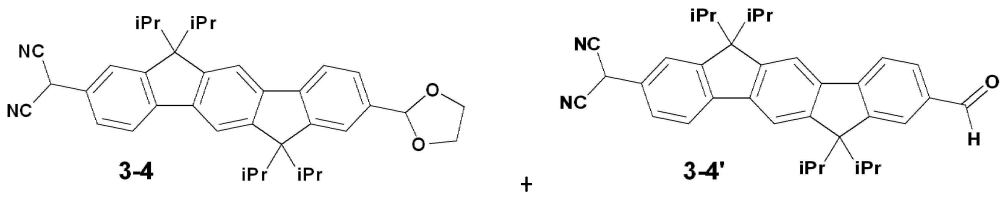
20:1). 화합물 3-3의 ^{1}H NMR 결과는 아래와 같다:

[0517] ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) d 7.72 (d, *J* = 8.0 Hz, 1H), 7.68 (s, 1H), 7.65 (s, 1H), 7.58 (d, *J* = 7.9 Hz, 1H), 7.54 (s, 1H), 7.51 (s, 1H), 7.49 - 7.43 (m, 2H), 5.87 (s, 1H), 4.23 - 4.13 (m, 2H), 4.13 - 4.01 (m, 2H), 2.65 - 2.50 (m, 4H), 0.79 - 0.65 (m, 24H).

[0518] (3) 화합물 3-3으로부터 화합물 3-4 및 화합물 3-4'의 합성 단계

[0519] 

3-3

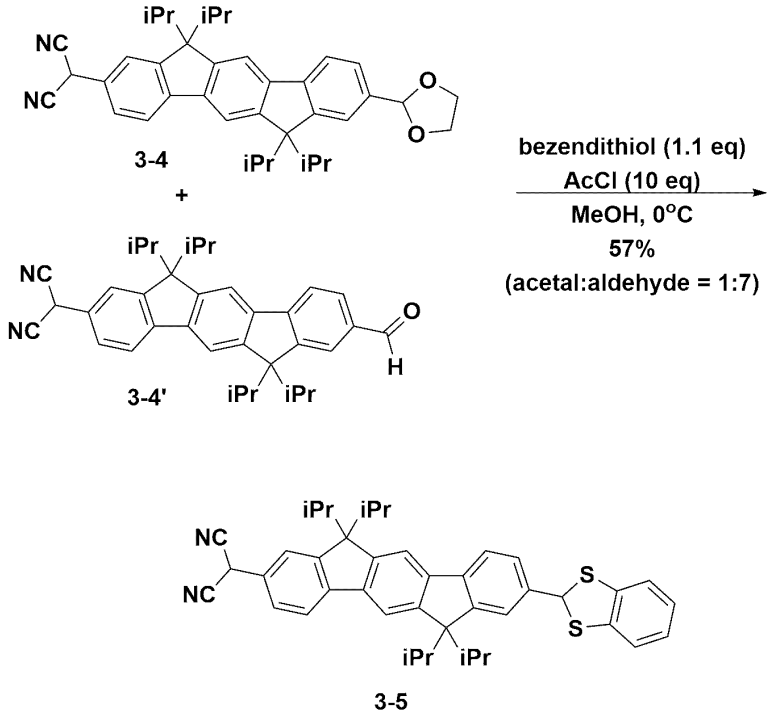
[0520] 

3-4 + 3-4'

[0521] (1 : 7)

[0522] 불꽃 무수 건조한 100 ml 둥근 바닥 플라스크에 $(CN)_2CH_2$ (138 mg, 2.0919 mmol, 3.00 eq)를 1,4-dioxane (20ml)에 녹인다. 0℃로 하온한 뒤, 60% NaH (167 mg, 4.1839 mmol, 6.00 eq)를 첨가하고, 서서히 상온으로 승온하면서 30 분간 교반한다. 이어서, $Pd(PPh_3)_4$ (403 mg, 0.3486 mmol, 0.50 eq), 및 화합물 **3-3** (400 mg, 0.6973 mmol, 1.00 eq)을 첨가하고, 120℃로 승온하여 5 시간 교반한다. TLC (EA:Hex=1:20, 1:5)로 반응 진행을 확인한 후, H_2O를 사용하여 반응을 종결한다. 그 후, CH_2Cl_2와 NH_4Cl 수용액으로 유기층을 추출한 후, $MgSO_4$로 건조하여 감압 농축한다. 칼럼크로마토그래피 (MC:Hex=1:1 to 3:1)를 진행하여 acetal 구조와 aldehyde 구조가 1:7의 비율로 혼합된 화합물 **3-4** 와 화합물 **3-4'**을 55%의 수율로 199 mg 수득한다. R_f : 0.25 (SiO_2, hexane/EtOAc = 5:1)

[0523] (4) 화합물 3-4와 화합물 3-4'의 혼합물로부터 화합물 3-5의 합성 단계

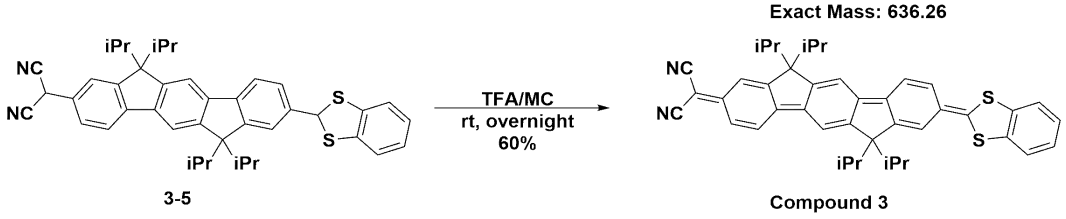


[0524]

[0525] 불꽃 무수 건조한 5ml 둥근 바닥 플라스크에 MeOH (2.3 ml)를 넣고 -20℃로 하온한다. Acetyl chloride (0.23 ml, 3.3203 mmol, 10 eq)를 적가하여 5 분간 교반한다. 1:7 비율로 혼합된 화합물 3-4 와 화합물 3-4'의 혼합물(173 mg, 0.3320 mmol 1.00eq)과 Benzenedithiol(52 mg, 0.3652 mmol, 1.10eq)을 차례로 첨가한다. 이어서, -20℃에서 0℃까지 서서히 승온하여 2 시간 교반하고, TLC (EA:Hex=1:3)로 반응 완료를 확인한 후, $NaHCO_3$ 수용액으로 반응을 종결한다. CH_2Cl_2와 $NaHCO_3$ 수용액으로 유기층을 추출하고(R_f: 0.3 (SiO_2, hexane/EtOAc = 5:1), Na_2SO_4로 건조하여 감압 농축한다. Ether와 Hex로 재결정하여, 57% 수율로 화합물 **3-5** 121 mg 수득한다. 화합물 3-5의 ^{1}H NMR 값은 아래와 같고, MALDI-TOF로 측정한 분자량은 약 639.86이다:

[0526] ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) d 7.80 (d, J = 7.6 Hz, 1H), 7.72 - 7.64 (m, 3H), 7.56 (d, J = 6.9 Hz, 1H), 7.50 (s, 1H), 7.47 (d, J = 7.5 Hz, 1H), 7.24 - 7.18 (m, 2H), 7.10 - 7.04 (m, 2H), 6.37 (s, 1H), 5.15 (s, 1H), 2.67 - 2.51 (m, 4H), 0.79 - 0.66 (m, 24H); HRMS (MALDI-TOF) found 639.86.

[0527] (5) 화합물 3-5로부터 화합물 3의 합성 단계



[0528]

[0529] 상온에서 5ml 둥근 바닥 플라스크에 화합물 **3-5** (25 mg, 0.039mmol)를 첨가하고, TFA/MC (1:1) 2ml를 첨가하여 밤새 상온에서 교반한다. 반응용액으로부터 로터리를 사용하여 용매를 제거한다. 얻어진 고체를 Diethyl ether로 세정하여 10% 수율로 화합물 3을 2.55 mg 수득한다. 화합물 3의 ^{1}H NMR 값은 아래와 같고, MALDI-TOF으로 측정한 분자량은 약 636.076이다:

[0530] ^{1}H NMR (400 MHz, TFA-d) d 8.29 - 8.24 (m, 2H), 8.16 (d, J = 6.1 Hz, 2H), 7.97 (d, J = 10.6 Hz, 2H), 7.90 (s, 1H), 7.89 - 7.82 (m, 2H), 7.59 (s, 1H), 7.50 (d, J = 7.0 Hz, 1H), 2.80 - 2.53 (m, 4H), 0.79

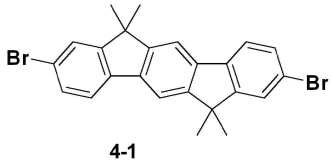
(d, J = 6.1 Hz, 12H), 0.75 - 0.66 (m, 12H); HRMS (MALDI-TOF) found 636.076.

[0532] **제조 합성예: 중간체 화합물의 합성**

[0533] **제조합성예 1: 화합물 4-1의 합성**

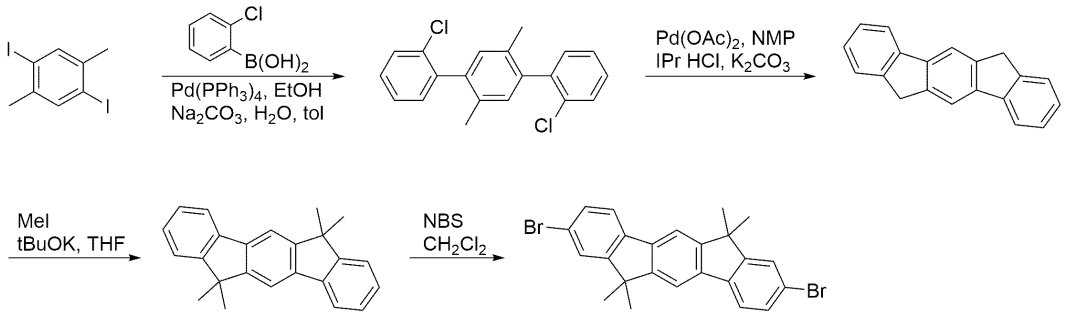
[0534] Advanced Synthesis & Catalysis (2010), 352(18), 3267-3274에 개시된 방법을 참조하여, 하기 반응식 4에 따라 하기 화합물 4-1을 제조할 수 있다.

[0535] (화합물 4-1)

[0536] 

4-1

[0537] (반응식 4)

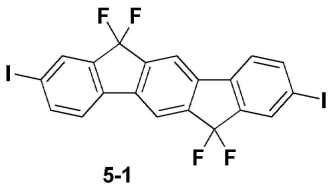
[0538] 

[0539] 출발물질로서 화합물 3-1 대신 상기 제조된 화합물 4-1을 사용하여 합성예 3에 기재된 것과 동일한 방법으로 반응시키면, 합성예 3에서 제조된 화합물 3의 고리들에 치환된 디아이소프로필기 대신 디메틸기가 치환된 일 구현예에 따른 화합물을 제조할 수 있다.

[0541] **제조합성예 2: 화합물 5-1의 합성**

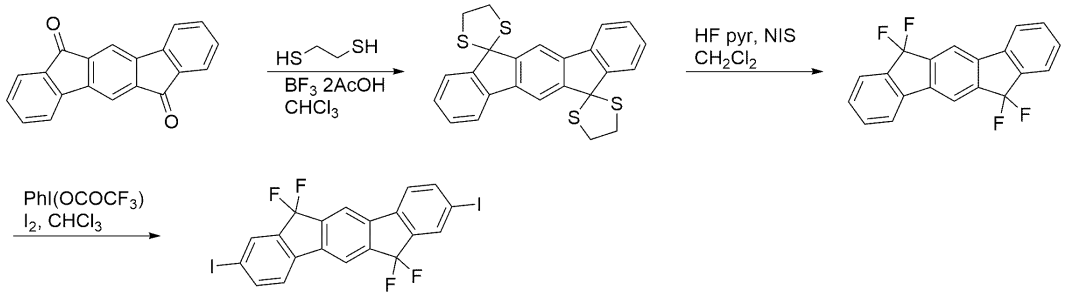
[0542] 하기 반응식 5에 따라 하기 화합물 5-1을 제조할 수 있다.

[0543] (화합물 5-1)

[0544] 

5-1

[0545] (반응식 5)

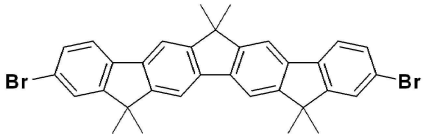
[0546] 

[0547] 출발물질로서 화합물 3-1 대신 상기 제조된 화합물 5-1을 사용하여 합성예 3에 기재된 것과 동일한 방법으로 반응시키면, 합성예 3에서 제조된 화합물 3의 고리들에 치환된 디아이소프로필기 대신 디플루오로기가 치환된 일 구현예에 따른 화합물을 제조할 수 있다.

[0549] **제조합성예 3: 화합물 6-1의 합성**

[0550] 하기 반응식 6에 따라 하기 화합물 6-1을 제조할 수 있다.

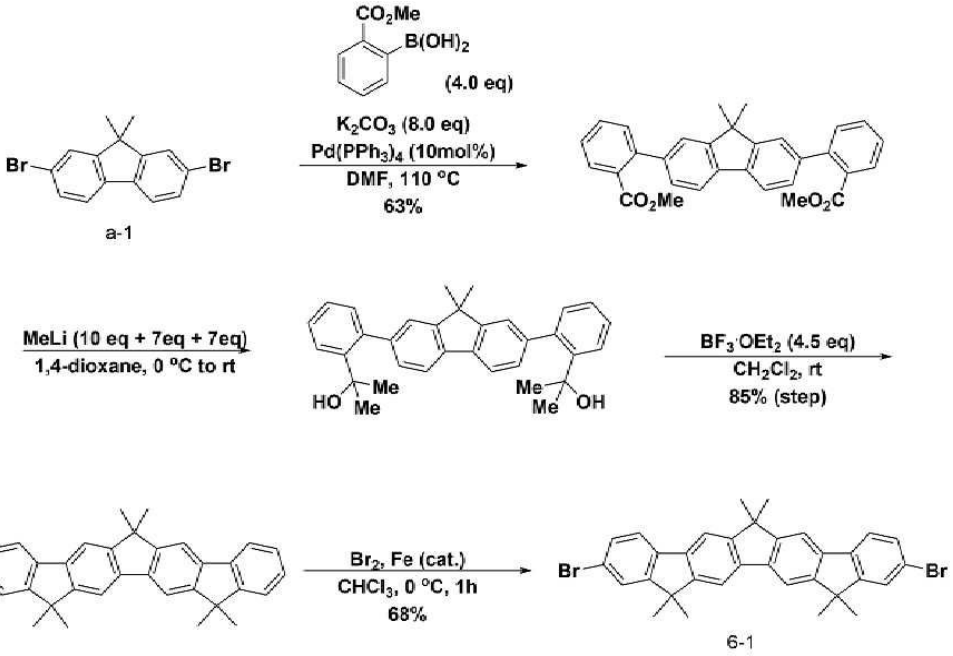
[0551] (화합물 6-1)



6-1

[0552]

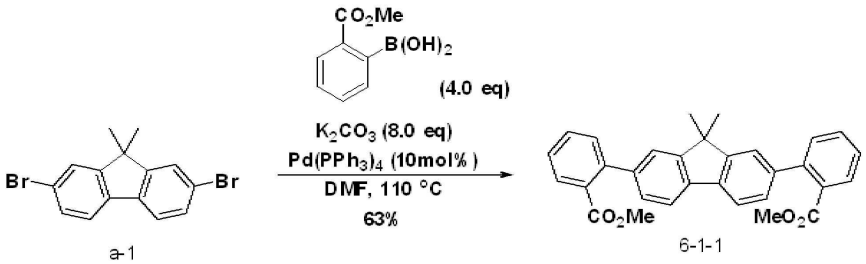
[0553] (반응식 6)



[0554]

[0555] 이하, 상기 반응식 6의 각 반응 단계에 대해 자세히 설명한다.

[0556] (1) 화합물 a-1로부터 화합물 6-1-1의 합성 단계



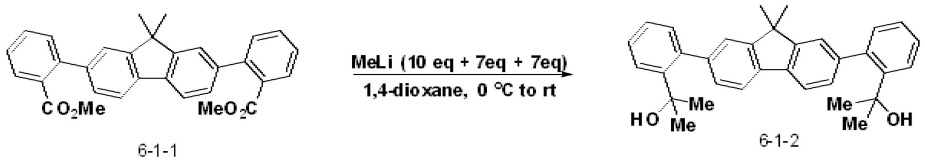
[0557]

[0558] 불꽃 무수 건조한 250ml 둥근 바닥 플라스크에 2,7-dibromo-9,9-dimethyl-9H-fluorene (5.0 g, 14.202 mmol, 1.00 eq), 2-(Methoxycarbonyl)phenylboronic acid (10.224 g, 56.808 mmol, 4.00eq), K_2CO_3 (15.702 g, 113.617 mmol, 8.00eq), 및 $Pd(PPh_3)_4$ (1.641g, 1.420 mmol, 10 mol%)를 차례로 DMF(150 ml)에 녹인다. 10 분간 질소 purging 하여 내부 공기를 제거한 후, 110℃로 승온하여 밤새 교반한다. TLC(EA:Hex=1:5)로 반응 진행

을 확인한 후, 반응 용액을 상온으로 식히고, H_2O를 사용하여 반응을 종결한다. 그 후, air gun을 사용하여 DMF를 제거한다. CH_2Cl_2와 NaCl 수용액으로 유기층을 추출한 후, $MgSO_4$로 건조하고, Celite 필터를 진행한 뒤 감압 농축한다. 이어서, Column chromatography (Dichloromethane: Hexane = 3:1)를 진행하여 63% 수율로 목적 화합물 에스터 6-1-1을 4.1 g 수득한다. 화합물 6-1-1의 ^{1}H NMR 결과는 아래와 같다:

[0559] R_f : 0.5 (SiO_2, hexane/EtOAc = 5:1); ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 7.82 (d, J = 7.3 Hz, 2H), 7.77 (d, J = 7.4 Hz, 2H), 7.56 (t, J = 7.3 Hz, 2H), 7.48 (d, J = 8.1 Hz, 2H), 7.43 (t, J = 7.2 Hz, 2H), 7.37 (s, 2H), 7.33 (d, 2H), 3.62 (s, 6H), 1.52 (s, 6H).

[0560] (2) 화합물 6-1-1로부터 화합물 6-1-2의 합성 단계

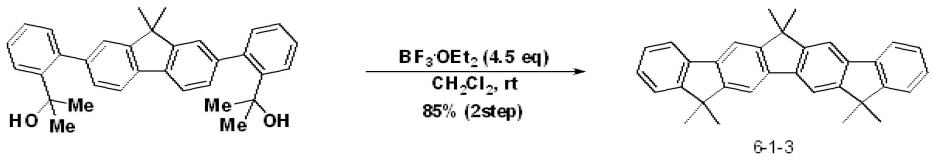
[0561] 

6-1-1 6-1-2

[0562] 불꽃 무수 건조한 250ml 둥근 바닥 플라스크에서 화합물 6-1-1 (3.7 g, 7.999 mmol, 1.00 eq)을 THF (114 ml)로 녹인다. 0℃로 하온하여 CH_3Li (3.1M in diethoxymethane) (25.8 ml, 79.99 mmol, 10.00 eq)를 적가한다. 상온으로 서서히 승온하여 밤새 교반한다. TLC(Ethyl acetate: Hexane = 1:5)를 통해 반응을 확인한 후, NH_4Cl 포화 수용액을 사용하여 반응을 종결한다. CH_2Cl_2와 NH_4Cl 포화 수용액으로 유기층을 추출한 후, Na_2SO_4로 건조한 뒤 감압 농축한다. 얻어진 crude 화합물을 불꽃 무수 건조한 250ml 둥근 바닥 플라스크에 넣고 THF (114 ml)로 녹인다. 0℃로 하온하여 CH_3Li (3.1M in diethoxymethane) (18.06 ml, 55.99 mmol, 7.00 eq)를 적가한다. 상온으로 천천히 승온하여 밤새 교반한다. 하루 동안 반응을 관찰한 뒤, 동일한 방법으로 work-up하고, 얻어진 crude 화합물을 MeLi 7.0 eq과 한 번 더 반응시킨 후, NH_4Cl 포화 수용액을 사용하여 반응을 종결한다. CH_2Cl_2와 NH_4Cl 포화 수용액으로 유기층을 추출한 후, Na_2SO_4로 건조한 뒤, 감압 농축하여 crude 알코올 화합물 6-1-2를 수득한다. 화합물 6-1-2는 추가 정제 없이 다음 반응에 이용하며, ^{1}H NMR 측정 결과는 다음과 같다:

[0563] R_f : 0.3 (SiO_2, hexane/EtOAc = 3:1); ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 7.76 (d, J = 7.9 Hz, 2H), 7.69 (d, J = 8.0 Hz, 2H), 7.40 (s, 2H), 7.37 (d, J = 7.9 Hz, 2H), 7.34 - 7.27 (m, 6H), 7.16 (d, J = 7.4 Hz, 2H), 1.49 (s, 18H).

[0564] (3) 화합물 6-1-2로부터 화합물 6-1-3의 합성 단계

[0565] 

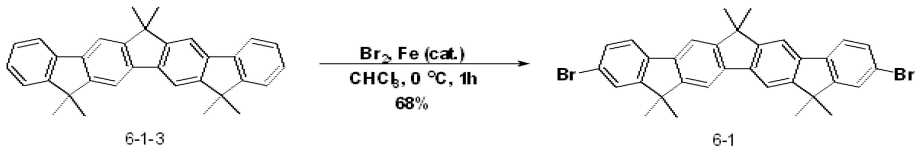
6-1-2 6-1-3

[0566] 불꽃 무수 건조한 100ml 둥근 바닥 플라스크에서 알코올 **화합물 6-1-2** (5.1 g, 11.024 mmol, 1.00eq)를 CH_2Cl_2(55.1 ml)로 녹인다. 0℃로 하온하여 BF_3OEt_2(6.12 ml, 49.609 mmol, 4.50 eq)를 적하한 뒤, 상온에서 30분 교반한다. TLC(Ethyl acetate: Hexane = 1:3)를 통해 반응을 확인한 후, TEA로 반응을 종결한다. CH_2Cl_2와 H_2O로 유기층을 추출한 후, $MgSO_4$로 건조한 뒤 감압 농축한다. 0℃에서 15 mL의 메탄올을 부가하고 상온에서 1 시간 교반한 후, 고체를 필터하여 화합물 6-1-1로부터 2 단계 85% 수율로 화합물 6-1-3을 4.0 g 수득하였다. 화합물 6-1-3의 ^{1}H NMR 결과는 다음과 같다:

[0567] R_f : 0.8 (SiO_2, hexane/EtOAc = 3:1); ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 7.82 (s, 2H), 7.78 (d, J = 5.8 Hz, 2H),

7.77 (s, 1H), 7.45 (d, J = 6.7 Hz, 2H), 7.36 (t, J = 7.5 Hz, 2H), 7.31 (t, J = 7.5 Hz, 3H), 1.62 (s, 6H), 1.57 (s, 12H), 1.54 (s, 6H).

[0568] (4) 화합물 6-1-3으로부터 화합물 6-1의 합성 단계

[0569] 

6-1-3 6-1

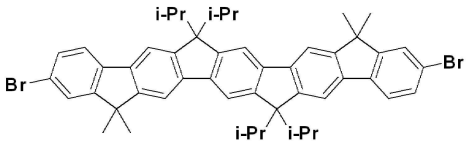
[0570] 불꽃 무수 건조한 25ml 둥근 바닥 플라스크에서 화합물 6-1-3 (1.0 g, 2.344 mmol, 1.00eq)을 $CHCl_3$(7 ml)로 녹인다. 0℃로 하온하여 Br_2 (1.0 M solution in $CHCl_3$) (4.92 ml, 4.92 mmol, 2.10 eq)를 적하한 뒤, 2 시간 교반한다. TLC(Ethyl acetate: Hexane = 1:3)를 통해 반응을 확인한 후, aq.$Na_2S_2O_5$로 반응을 종결한다. CH_2Cl_2와 H_2O로 유기층을 추출한 후, $MgSO_4$로 건조한 뒤 감압 농축한다. 0℃에서 Ether: Hex (1:12)로 씻어주고, 상온에서 1 시간 교반한 후, 고체를 필터하여 68% 수율로 화합물 6-1을 938 mg 수득한다. 화합물 6-1의 ^{1}H NMR 결과는 다음과 같다:

[0571] R_f : 0.8 (SiO_2, hexane/EtOAc = 3:1); ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 7.79 (s, 2H), 7.73 (s, 2H), 7.63 (d, J = 7.6 Hz, 2H), 7.56 (s, 2H), 7.48 (d, J = 8.9 Hz, 2H), 1.60 (s, 6H), 1.56 (s, 12H).

[0573] **제조합성예 4: 화합물 7-1의 합성**

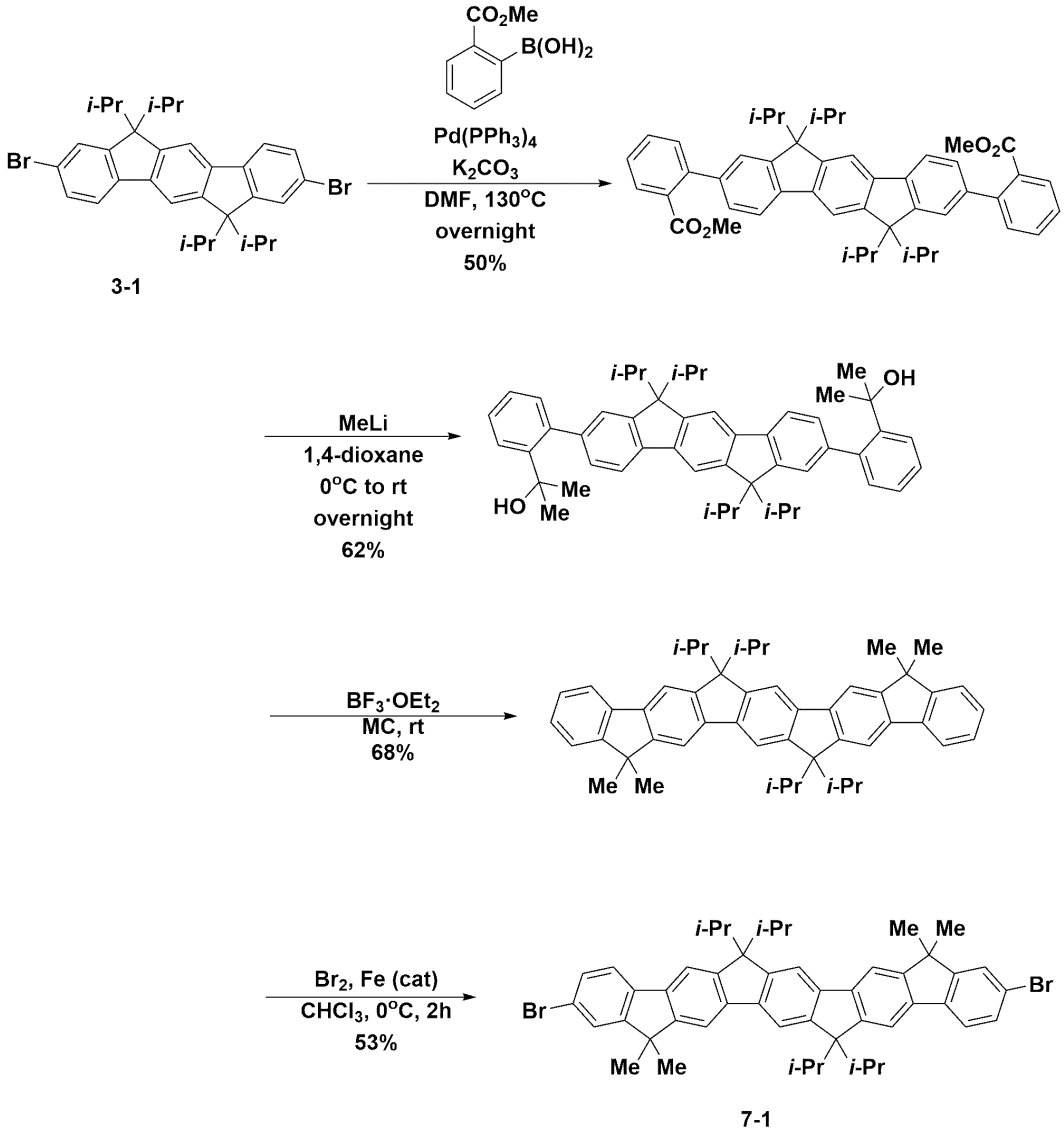
[0574] 하기 반응식 7에 따라 하기 화합물 7-1을 제조할 수 있다.

[0575] (화합물 7-1)

[0576] 

7-1

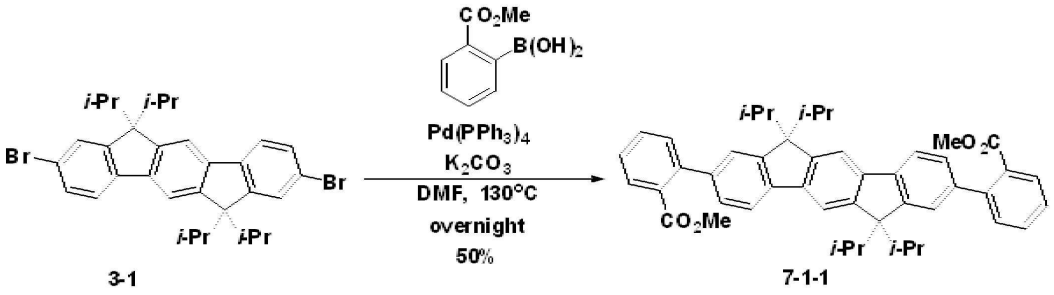
[0577] (반응식 7)



[0578]

[0579] 이하, 상기 반응식 7의 각 반응 단계에 대해 자세히 설명한다.

[0580] (1) 화합물 3-1로부터 화합물 7-1-1의 합성 단계



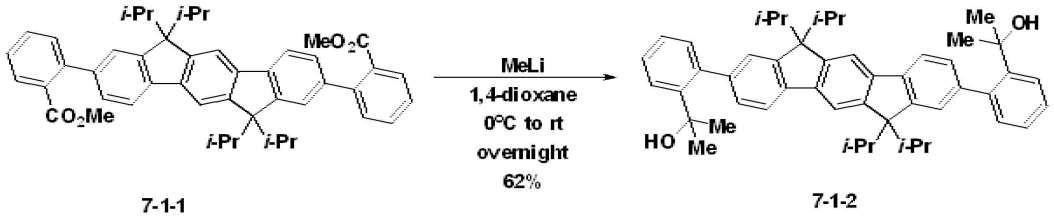
[0581]

[0582] 불꽃 무수 건조한 2구 둥근 바닥 플라스크에서 화합물 3-1 (5 g, 8.61 mmol, 1.0 eq)을 DMF (100 mL, 0.086 M)에 녹인다. Boronic acid (4.65 g, 25.84 mmol, 3.0 eq), $Pd(Ph_3)_4$ (1 g, 0.86 mmol, 0.1 eq), 및 K_2CO_3 (7.1 g, 51.68 mmol, 6.0 eq)를 차례로 넣고, 130℃에서 환류한다. 하루 동안 반응을 관찰하고, 반응이 완료되면 천천히 상온으로 식힌 뒤, 공기를 불어 DMF를 모두 제거한다. Crude 화합물에 150 mL MC를 넣고 상온에서 3시간 교반하고, 녹지 않는 고체(생성물)를 필터한다. 여액의 용매를 제거하고, MC/Hex/Ether로 다시 한번 재결

정하여, 50% 수율로 생성된 화합물 7-1-1을 얻는다. 화합물 7-1-1의 ^{1}H NMR 결과는 아래와 같다:

[0583] ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 7.82 (d, *J* = 7.6 Hz, 2H), 7.76 (d, *J* = 7.7 Hz, 2H), 7.73 (s, 2H), 7.57-7.535 (t, *J* = 7.6, 2H), 7.47-7.403 (dt, *J* = 7.6, 4H), 7.35 (s, 3H), 7.32 (d, *J* = 1.5 Hz, 3H), 3.64 (s, 6H), 0.79 (dd, *J* = 14.4, 6.5 Hz, 24H).

[0584] (2) 화합물 7-1-1로부터 화합물 7-1-2의 합성 단계



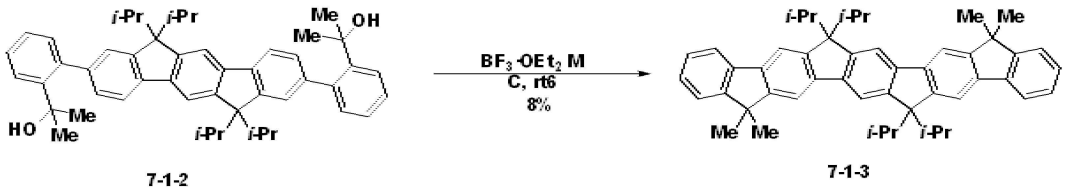
7-1-1 7-1-2

[0585]

[0586] 불꽃 무수 건조한 둥근 바닥 플라스크에서 화합물 7-1-1 (2.68 g, 3.88 mmol, 1.0 eq)을 1,4-dioxane 35 mL에 희석하고, -78℃로 하온한다. MeLi 3.1 M solution in diethoxymethane (12.5 mL, 38.80 mmol, 10.0 eq)을 천천히 적가하고, 상온으로 천천히 승온한다. 하루 동안 반응을 관찰한 뒤, aq.NH_4Cl로 반응을 종결하고, MC와 물로 추출한 뒤, $MgSO_4$로 건조한다. 얻어진 crude 화합물을 불꽃 무수 건조한 둥근 바닥 플라스크에 넣고 48 mL의 1.4-dioxane에 희석하고, -78℃로 하온한다. MeLi 3.1 M solution in diethoxymethane (8.8 mL, 27.16 mmol, 7.0 eq)을 천천히 적가하고, 상온으로 천천히 승온한다. 하루 동안 반응을 관찰한 뒤, 동일한 방법으로 work-up하고, 얻어진 crude 화합물을 MeLi 7.0 당량과 한 번 더 반응시켜 최대한 생성물로 수렴시킨다. Aq.NH_4Cl로 반응을 종결하고, MC와 물로 추출하고, 용매를 제거하고 얻은 crude 화합물을 MeOH로 세정하여, 62% 수율로 화합물 7-1-2을 얻는다. 화합물 7-1-2의 ^{1}H NMR 결과는 다음과 같다:

[0587] ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 7.75 (s, 3H), 7.71-7.697 (d, 2H), 7.40 (s, 4H), 7.31 (d, *J* = 7.5 Hz, 3H), 7.15 (d, *J* = 6.7 Hz, 2H), 2.61 (s, 4H), 1.54 (d, *J* = 18.0 Hz, 12H), 0.83 (m, 24H).

[0588] (3) 화합물 7-1-2로부터 화합물 7-1-3의 합성 단계



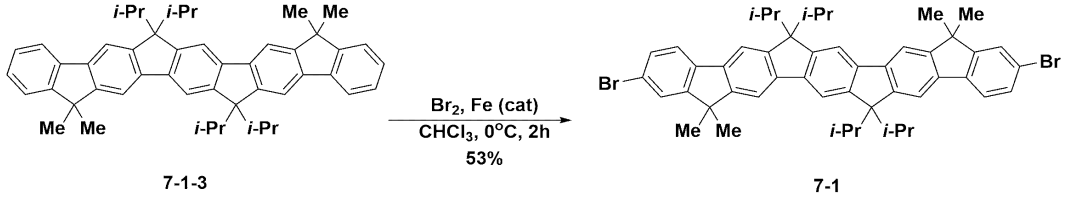
7-1-2 7-1-3

[0589]

[0590] 불꽃 무수 건조한 둥근 바닥 플라스크에서 화합물 7-1-2 (1.28 g, 1.86 mmol, 1.0 eq)를 37 mL의 MC에 녹이고, BF_3OEt_2 (1.17 mL, 9.29 mmol, 5.0 eq) 를 천천히 적가한다. TLC (EA: Hex 1: 10)로 반응을 확인한 뒤, 0℃로 하온하여, TEA로 반응을 종결시킨다. MC와 물로 추출하고, $MgSO_4$로 건조한다. 회전 감압 증발기로 용매를 제거한 뒤, 얻어진 crude 화합물에 15 mL의 메탄올을 부가하고, 상온에서 1 시간 교반한다. 그 후, 냉동실에서 하루 동안 둔 뒤, 생성된 고체를 필터하여 68% 수율로 생성된 화합물 7-1-3을 얻는다. 화합물 7-1-3의 ^{1}H NMR 결과는 다음과 같다:

[0591] ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 7.75 (s, 8H), 7.46-7.448 (d, *J* = 7.1 Hz, 2H), 7.39 - 7.343 (m, 2H), 7.32-7.303 (d, *J* = 6.9 Hz, 2H), 2.75 - 2.62 (m, 4H), 1.59 (s, 12H), 0.84 (m, 24H).

[0592] (4) 화합물 7-1-3으로부터 화합물 7-1의 합성 단계



7-1-3 7-1

[0593]

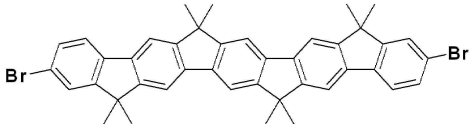
[0594] 불꽃 무수 건조한 둥근 바닥 플라스크에서 화합물 7-1-3 (800 mg, 1.22 mmol, 1.0 eq)을 24 mL의 $CHCl_3$에 녹이고, 0℃로 하온한다. Br_2 1.0 M solution in $CHCl_3$ (2.56 mL, 2.56 mmol, 2.1 eq)를 천천히 적가한다. TLC (EA: Hex 1: 10)로 반응의 종결을 확인하고, aq.$Na_2S_2O_5$로 반응을 종결시킨다. MC와 물로 추출하고, $MgSO_4$로 건조한다. 얻어진 crude 화합물을 ether: Hex (1:9)로 세정하고, 53%의 수율로 화합물 7-1을 얻는다. 화합물 7-1의 ^{1}H NMR 결과는 아래와 같다:

[0595] ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 7.77 - 7.68 (m, 5H), 7.63-7.61 (d, J = 8.9 Hz, 2H), 7.56 (s, 2H), 7.48-7.46 (d, J = 8.6 Hz, 2H), 2.68 (m, 4H), 1.57-1.55 (d, J = 6.5 Hz, 12H), 0.83 (s, 24H).

[0597] **제조합성예 5: 화합물 8-1의 합성**

[0598] 하기 반응식 8에 따라 하기 화합물 8-1을 제조할 수 있다.

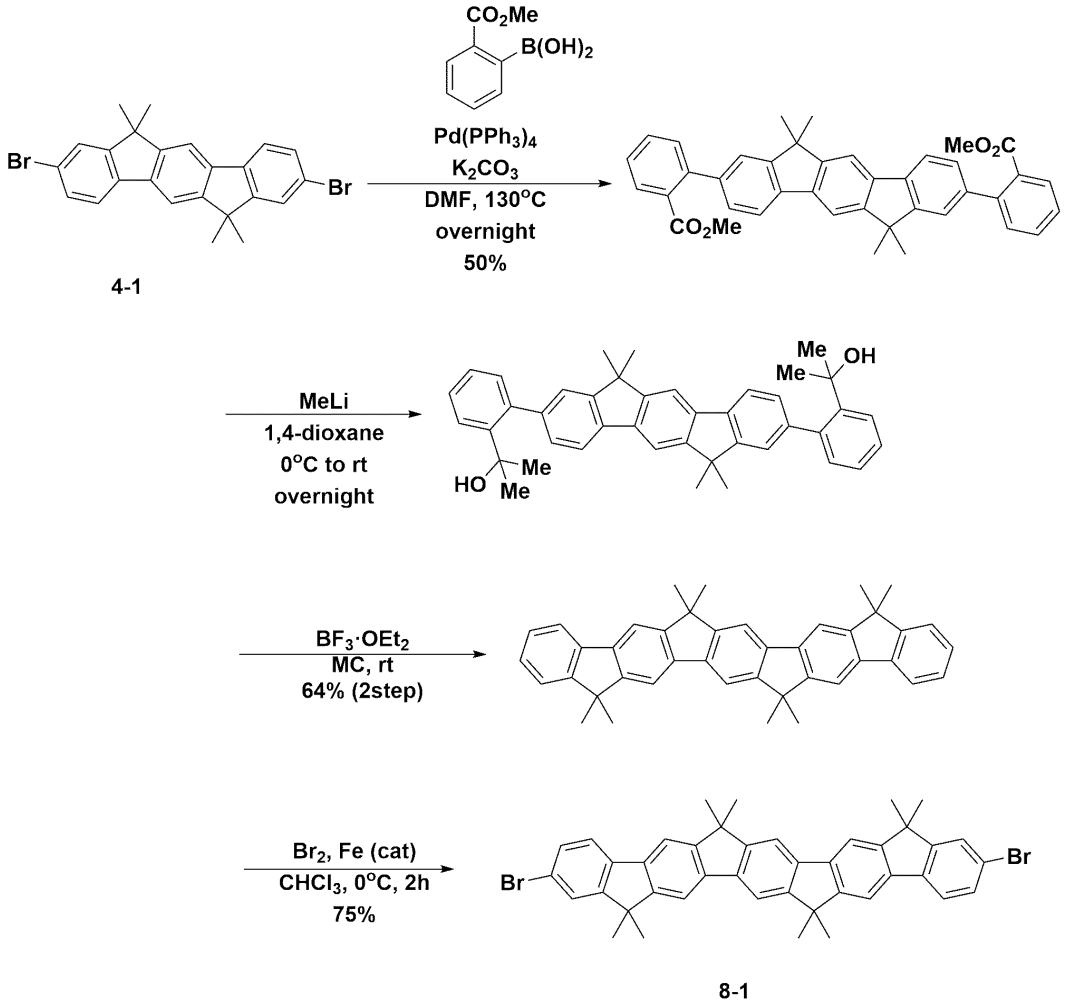
[0599] (화합물 8-1)



8-1

[0600]

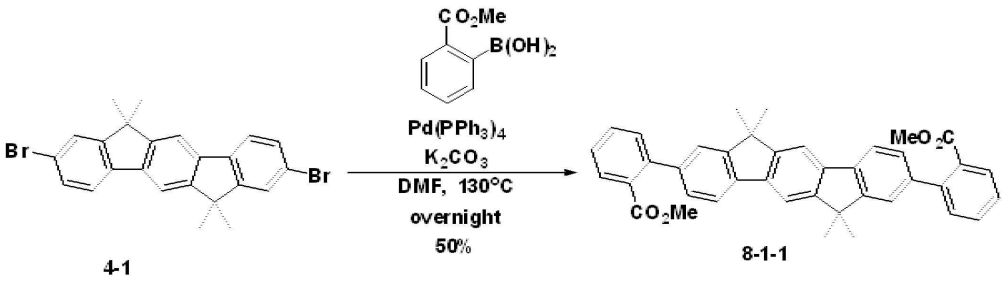
[0601] (반응식 8)



[0602]

[0603] 출발 물질로서 화합물 3-1을 사용하는 대신 화합물 4-1을 사용하는 것 외에는, 상기 반응식 7에서와 동일한 합성 방법을 통하여 중간체 8-1을 합성할 수 있다. 이하, 상기 반응식 8의 각 반응 단계를 자세히 설명한다.

[0604] (1) 화합물 4-1로부터 화합물 8-1-1을 합성하는 단계



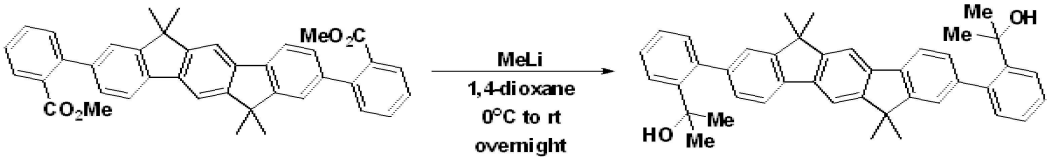
[0605]

[0606] 불꽃 무수 건조한 250ml 둥근 바닥 플라스크에서 화합물 4-1인 2,8-dibromo-6,6,12,12-tetramethyl-6,12-dihydroindeno[1,2-b]fluorene(5.0g, 10.68 mmol, 1.00 eq), (Methoxycarbonyl)phenylboronic acid (6.73g, 37.38 mmol, 3.50eq), K_2CO_3 (10.33 g, 74.76 mmol, 7.00eq), 및 $Pd(PPh_3)_4$ (1.234 g, 1.068 mmol, 10 mol%)를 차례로 DMF(150 ml)에 녹인다. 10 분간 질소 purging 하여 내부 공기를 제거한 뒤, 110℃로 승온하여 밤새 교반한다. TLC(EA: Hex = 1:5)로 반응 진행을 확인한 후, 반응 용액을 상온으로 식힌 뒤, H_2O를 사용하여 반응을 종결한다. 그 후, air gun을 사용하여 DMF를 제거하고, CH_2Cl_2와 NaCl 수용액으로 유기층을 추출한 후 감압 농축한다. Crude 생성물에 MC를 넣고 상온에서 3 시간 교반한 후, 녹지 않는 고체 (생성물)를 필터한다. 여액의 용매를 제거하고, MC로 다시 한번 재결정하여 50% 수율로 에스터 화합물 8-1-1을 2.7 g 수득한다. 화합물 8-

1-1의 ^{1}H NMR 결과는 다음과 같다:

[0607] R_f : 0.4 (SiO_2, hexane/EtOAc = 5:1); ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 7.82 (d, J = 4.0 Hz, 2H), 7.81 (d, J = 2.5 Hz, 2H), 7.79 (s, 2H), 7.56 (t, J = 7.1 Hz, 2H), 7.50 (d, J = 7.6 Hz, 2H), 7.43 (t, J = 7.6 Hz, 2H), 7.37 (s, 2H), 7.36 (d, J = 9.1 Hz, 2H), 3.61 (s, 6H), 1.54 (s, 18H).

[0608] (2) 화합물 8-1-1로부터 화합물 8-1-2를 합성하는 단계



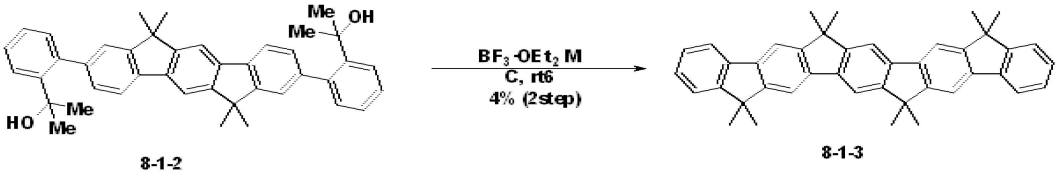
8-1-1 8-1-2

[0609]

[0610] 불꽃 무수 건조한 50 ml 둥근 바닥 플라스크에서 화합물 8-1-1 (800 mg, 1.539 mmol, 1.00 eq)을 1,4-dioxane (21.98 ml)에 녹인다. 0℃로 하온하여 CH_3Li (3.1M in diethoxymethane) (4.97ml, 15.39 mmol, 10.00 eq)를 적가한다. 상온으로 서서히 승온하여 밤새 교반한다. TLC(Ethyl acetate: Hexane = 1:3)를 통해 반응을 확인한 후, NH_4Cl 포화 수용액을 사용하여 반응을 종결한다. CH_2Cl_2와 NH_4Cl 포화 수용액으로 유기층을 추출한 후, 감압 농축한다. 얻어진 crude 화합물을 불꽃 무수 건조한 50ml 둥근 바닥 플라스크에 넣고, 1,4-dioxane (21.98 ml)으로 녹인다. 0℃로 하온하여 CH_3Li (3.1M in diethoxymethane) (348 ml, 10.78 mmol, 7.00 eq)를 적가하고, 상온으로 천천히 승온하여 밤새 교반한다. 하루 동안 반응을 관찰한 뒤, 동일한 방법으로 work-up하고, 얻어진 crude 화합물을 MeLi 7.0 eq과 한 번 더 반응시킨 후, NH_4Cl 포화 수용액을 사용하여 반응을 종결한다. CH_2Cl_2와 NH_4Cl 포화 수용액으로 유기층을 추출한 후, Na_2SO_4로 건조한 뒤 감압 농축하여 알코올 단계의 crude 화합물 8-1-2를 수득한다. 화합물 8-1-2는 정제 없이 그 다음 반응에 이용하며, ^{1}H NMR 결과는 다음과 같다:

[0611] R_f : 0.3 (SiO_2, hexane/EtOAc = 3:1); ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 7.80 (s, 2H), 7.79 (d, J = 7.9 Hz, 2H), 7.69 (d, J = 7.8 Hz, 2H), 7.40 (s, 2H), 7.37 (d, J = 6.3 Hz, 2H), 7.34 - 7.27 (m, 4H), 7.18 (d, J = 7.0 Hz, 2H), 1.54 (s, 12H), 1.50 (s, 12H).

[0612] (3) 화합물 8-1-2로부터 화합물 8-1-3을 합성하는 단계



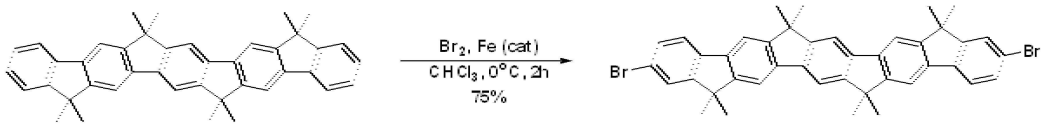
8-1-2 8-1-3

[0613]

[0614] 불꽃 무수 건조한 100ml 둥근 바닥 플라스크에서 화합물 8-1-2 (2.45 g, 4.233 mmol, 1.00eq)를 CH_2Cl_2(42.33 ml)에 녹인다. 0℃로 하온하여 BF_3OEt_2(2.61 ml, 21.165 mmol, 5.00 eq)를 적하한 뒤, 상온에서 30 분 교반한다. TLC(Ethyl acetate: Hexane = 1:3)를 통해 반응을 확인한 후, TEA로 반응을 종결한다. CH_2Cl_{-2}와 H_2O로 유기층을 추출한 후, 감압 농축한다. 0℃에서 Ethyl acetate: Hexane(1:12)을 넣고, 상온에서 1 시간 교반한 후, 고체를 필터하여 8-1-1로 부터 2 단계로 64%의 수율로 화합물 8-1-3을 1.46 g 수득한다. 화합물 8-1-3의 ^{1}H NMR 결과는 다음과 같다:

[0615] R_f : 0.8 (SiO_2, hexane/EtOAc = 3:1); ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 7.83 (s, 2H), 7.83 (s, 2H), 7.78 (d, J = 5.3 Hz, 2H), 7.77 (s, 2H), 7.45 (d, J = 8.1 Hz, 2H), 7.36 (t, J = 7.1 Hz, 2H), 7.31 (t, J = 6.8 Hz, 2H), 1.64 (s, 12H), 1.54 (s, 12H).

[0616] (4) 화합물 8-1-3으로부터 화합물 8-1을 합성하는 단계



[0617] 8-1-3 8-1

[0618] 불꽃 무수 건조한 50 ml 둥근 바닥 플라스크에서 화합물 8-1-3 (504 mg, 0.929 mmol, 1.00eq)을 $CHCl_3$(18.58 ml)에 녹인다. 0℃로 하온하여 Br_2 (1.0 M solution in $CHCl_3$) (1.95 ml, 1.95 mmol, 2.10 eq)를 적가한 뒤, 2 시간 교반한다. TLC(Ethyl acetate: Hexane=1:3)을 통해 반응을 확인한 후, aq.$Na_2S_2O_5$로 반응을 종결한다. CH_2Cl_2와 H_2O로 유기층을 추출 후, 감압 농축한다. 0℃ EtOH을 첨가하여 1 시간 교반 후, 고체를 필터하여 75% 수율로 화합물 8-1을 488mg 수득하였다. 화합물 8-1의 ^1H NMR 결과는 다음과 같다:

[0619] R_f: 0.8 (SiO_2, hexane/EtOAc = 3:1); ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 7.82 (s, 2H), 7.78 (d, J = 32.1 Hz, 2H), 7.74 (s, 2H), 7.63 (s, 2H), 7.60 (d, J = 22.2 Hz, 2H), 7.48 (s, 2H), 1.57 (s, 24H).

[0621] **평가 I: 흡광 특성**

[0622] (1) 합성예 및 비교합성예에 따른 화합물의 용액 내 흡광 스펙트럼 비교

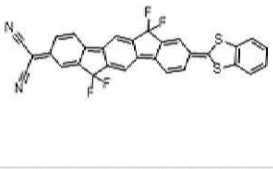
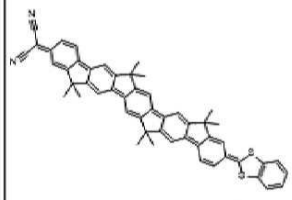
[0623] 합성예 1 내지 합성예 3, 및 비교합성예 1에서 각각 제조된 화합물 1(Compound 1), 화합물 2(Compound 2), 화합물 3(Compound 3), 및 화합물 a(Compound a)를 DMSO (Dimethyl Sulfoxide)에 녹인 후, 상기 용액 상태에서의 흡수 스펙트럼을 측정하고, 그 결과를 도 14에 나타낸다.

[0624] 도 14로부터 알 수 있는 것처럼, 비교합성예 1에 따른 화합물 a의 최대 흡광 피크 파장은 600 nm 미만에 존재함에 반하여, 일 구현예에 따른 화합물 1과 화합물 2의 적외선 영역에서의 최대 흡광 피크 파장은 모두 약 800 nm 부근에 존재한다. 특히, 화합물 1의 최대 흡광 피크 파장은 800 nm 미만에 존재하나, 화합물 2의 최대 흡광 피크 파장은 800 nm를 초과하여 존재한다. 나아가, 일 구현예에 따른 화합물 3의 적외선 영역에서의 최대 흡광 피크 파장은 약 900 nm 부근에 존재함을 알 수 있다. 이러한 결과로부터, 일 구현예에 따른 화합물의 근적외선 영역에서의 우수한 흡광 특성을 알 수 있다.

[0625] (2) 시뮬레이션 계산 결과에 따른 흡광 특성의 예측

[0626] 일 구현예에 따른 화합물들의 흡광 특성을 계산한 결과를 하기 표 1에 나타낸다.

표 1

계산 방법		
	(nm)	(nm)
Exact Mass	540	756
b3lyp/6-311g(d,p)	800	1354
wb97xd/6-311g(d,p)	842	1737
m062x/6-311g(d,p)	807	1471
m11/6-311g(d,p)	854	1895
lc-wpbe/6-311g(d,p)	837	1884

[0627]

[0628] 표 1을 참조하면, 일 구현예에 따른 화합물들은 800 g/mol 이하의 저분자량 물질로서, 800 nm 이상의 장파장 영역의 광을 흡수할 수 있음을 알 수 있다. 특히, 공액길이를 증가시킴으로써 1,300 nm 이상의 보다 장파장 영역의 광을 흡수할 수 있고, 공액구조의 반복단위의 수가 4개로 증가하더라도 분자량은 불과 756 g/mol로서, 낮은 분자량을 유지하여 증착 공정에 유리하게 적용될 수 있음을 알 수 있다.

[0630] **실시예 및 비교예: 광전 소자의 제작**

[0631] 유리 기판 위에 ITO를 스퍼터링으로 적층하여 150 nm 두께의 애노드를 형성한다. 이어서, 애노드 위에 합성예 1 내지 3에 따른 화합물과 비교합성예 1에 따른 화합물을 각각 C60과 1:1 부피비로 공증착하여 150 nm 두께의 활성층(광전변환층)을 형성한다. 활성층 위에 C60을 증착하여 30 nm 두께의 보조층을 형성한다. 보조층 위에 ITO를 스퍼터링하여 7 nm 두께의 캐소드를 형성하고, 캐소드 위에 산화알루미늄(Al_2O_3)을 증착하여 50 nm 두께의 반사방지층을 형성한 후, 유리판으로 봉지하여 실시예 1 내지 3 및 비교예 1에 따른 광전 소자를 제작한다.

[0633] 이상에서 실시예들에 대하여 상세하게 설명하였지만 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구 범위에서 정의하고 있는 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

[0635] 10, 101: 제1 전극 20, 102: 제2 전극

30, 103: 활성층 40: 제1 보조층,

45: 제2 보조층 50a, 50b, 50c: 광 감지 소자

55: 전하저장소 70a, 70b, 70c: (적색, 녹색, 청색) 색 필터

60: 하부 절연층 80: (상부) 절연층

85: 트렌치 95: 듀얼 밴드패스 필터

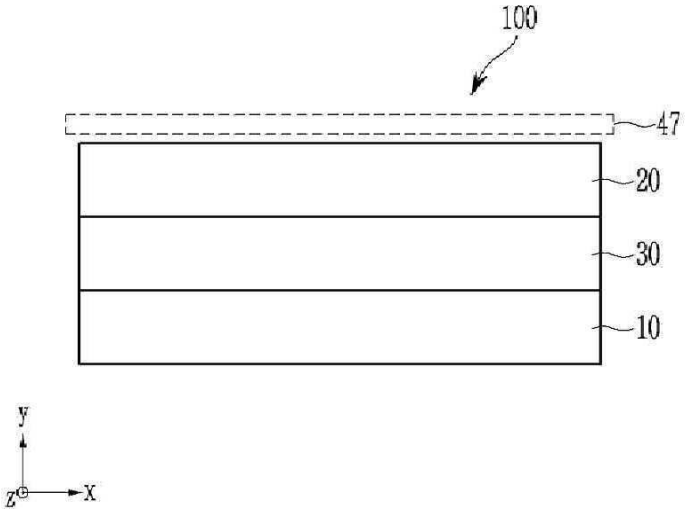
100, 200: 광전 소자 100A: 제1 적외광 센서

110: 반도체 기판 120: 제2 적외광 센서

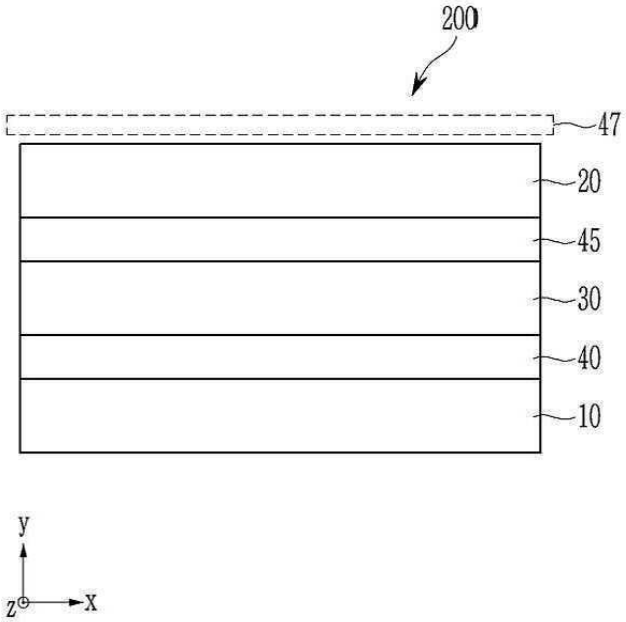
300, 400, 500, 600, 700, 800, 900: 유기 센서

도면

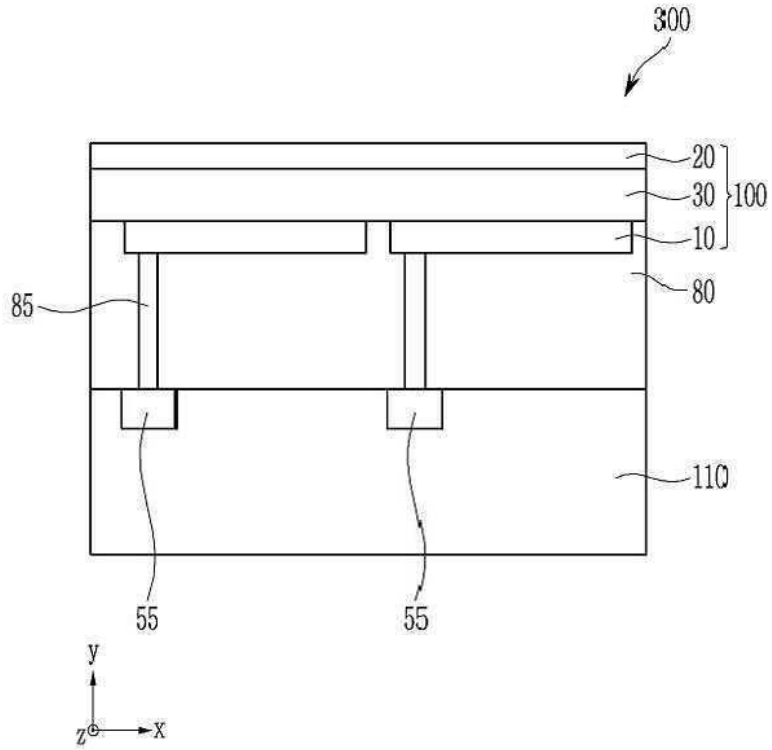
도면1



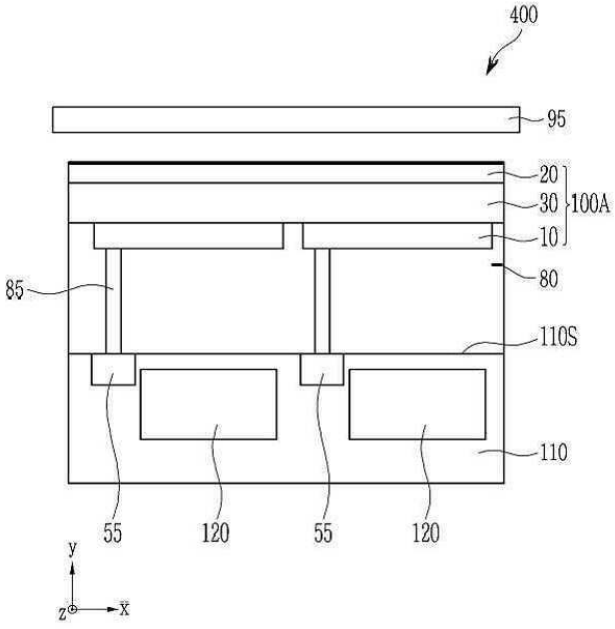
도면2



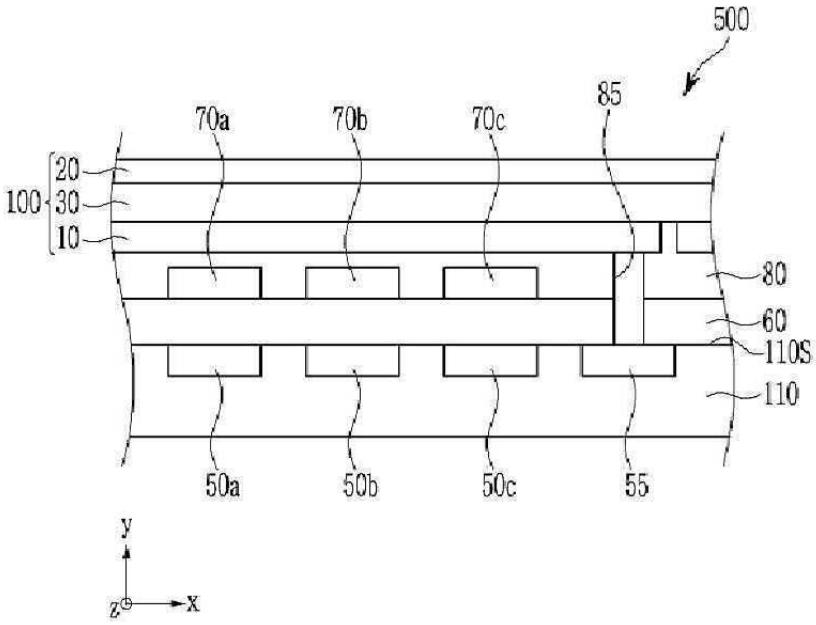
도면3


300
20
30
100
10
80
85
110
55
55
y
z
x

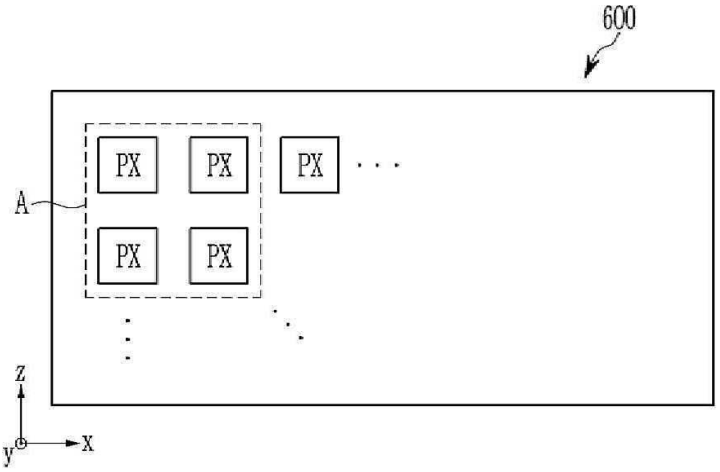
도면4


400
95
20
30
100A
10
80
85
110S
110
55
120
55
120
y
z
x

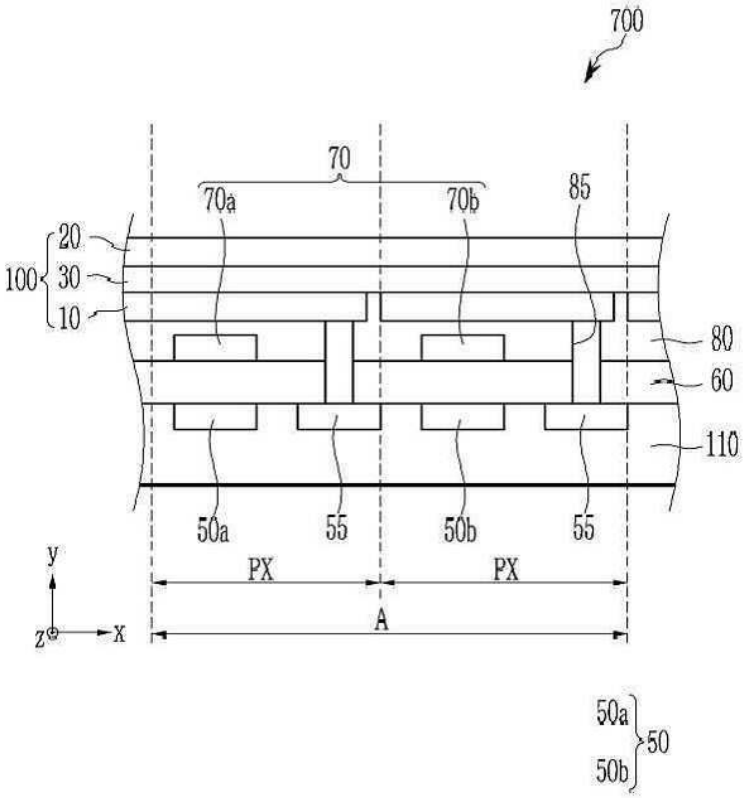
도면5


500
85
70a
70b
70c
100
20
30
10
80
60
110S
110
50a
50b
50c
55
y
z
x

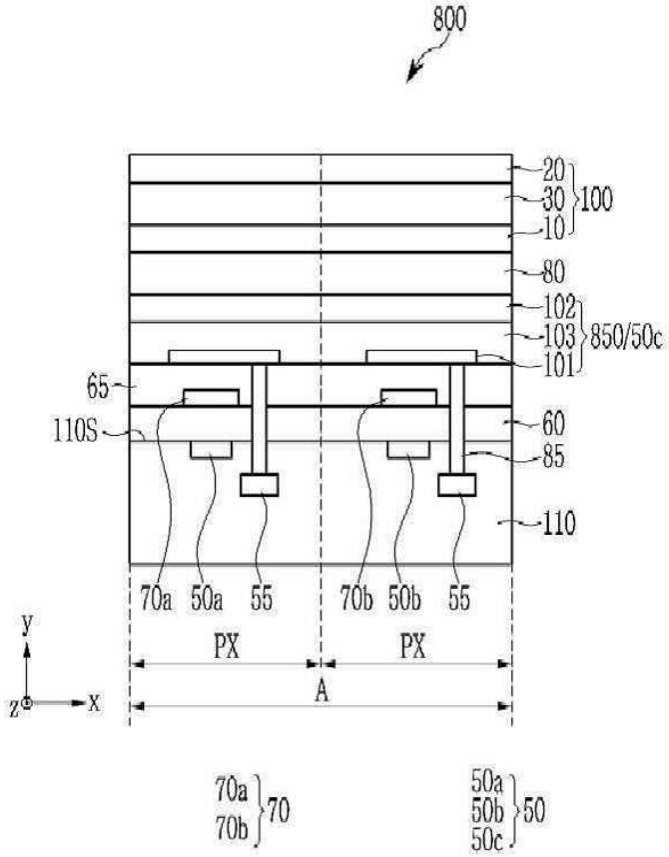
도면6


600
PX
PX
PX
PX
PX
A
z
y
x

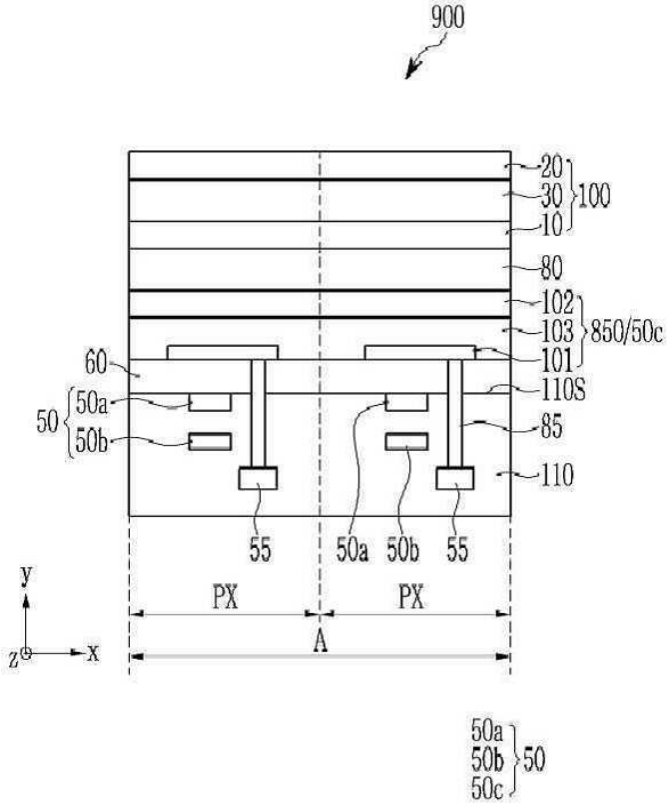
도면7


700
70
70a
70b
85
20
30
10
100
80
60
110
50a
55
50b
55
y
z
x
PX
PX
A
50a
50b
50

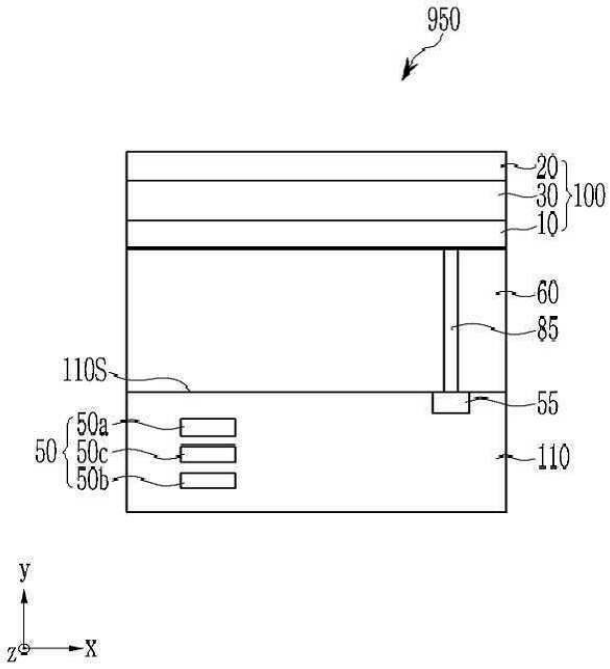
도면8


800
20
30
10
100
80
102
103
101
850/50c
65
110S
60
85
110
70a
50a
55
70b
50b
55
y
z
x
PX
PX
A
70a
70b
70
50a
50b
50c
50

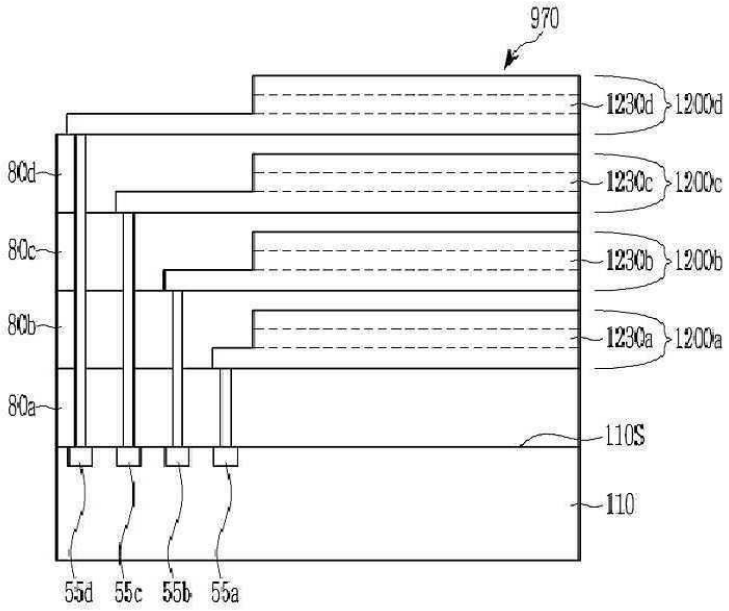
도면9


900
20
30
10
100
80
102
103
101
850/50c
60
50
50a
50b
110S
85
110
55
50a
50b
55
PX
PX
A
y
z
x
50a
50b
50c
50

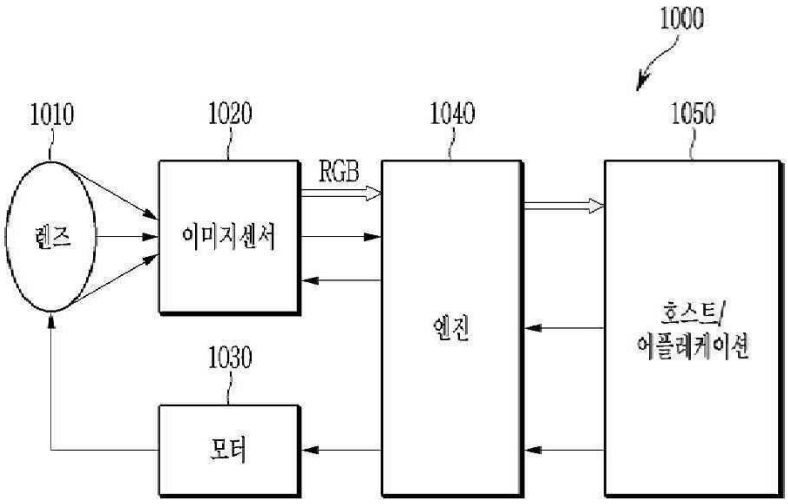
도면10


950
20
30
10
100
60
85
110S
55
50
50a
50c
50b
110
y
z
x

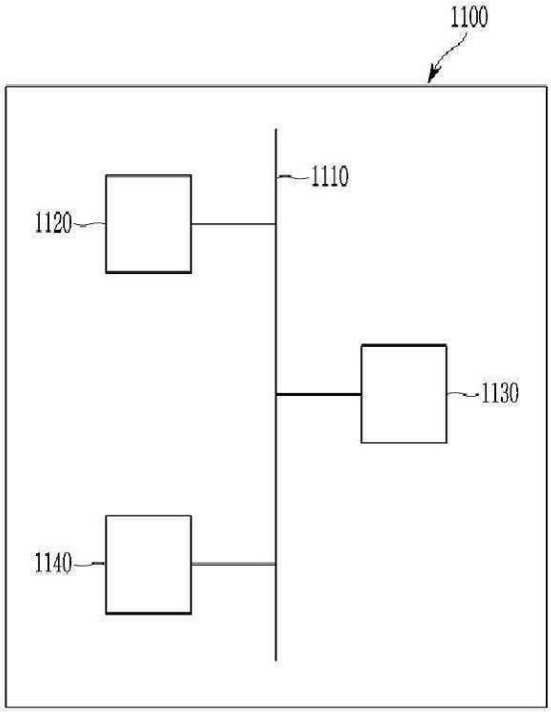
도면11


970
1230d
1200d
1230c
1200c
1230b
1200b
1230a
1200a
80d
80c
80b
80a
110S
110
55d
55c
55b
55a

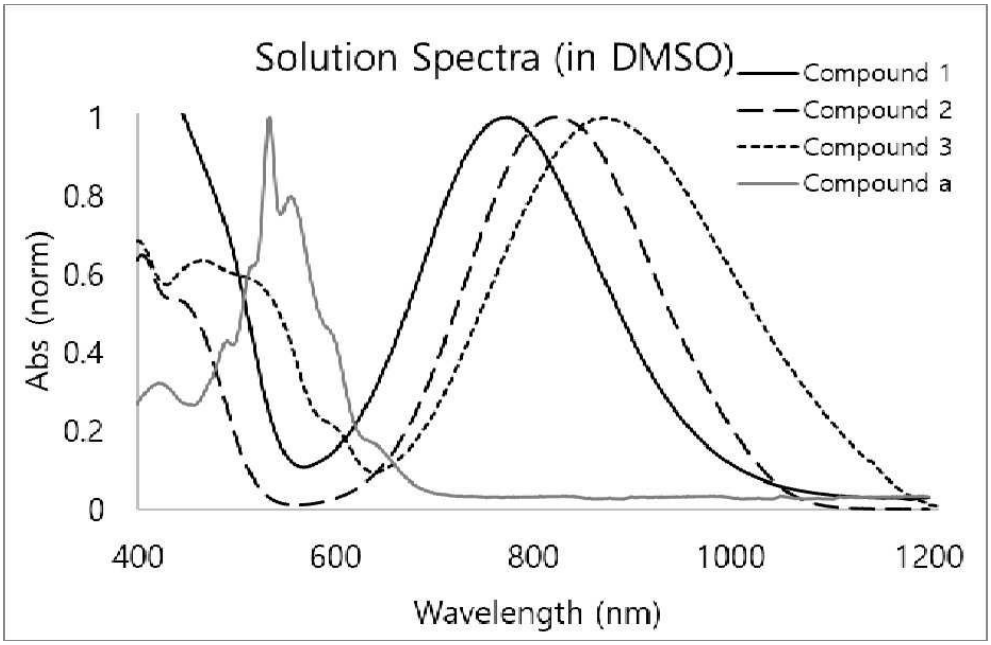
도면12


1000
1010
1020
1040
1050
RGB
렌즈
이미지센서
엔진
호스트/
어플리케이션
1030
모터

도면13


1100
1110
1120
1130
1140

도면14


Solution Spectra (in DMSO)
Compound 1
Compound 2
Compound 3
Compound a
Abs (norm)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
400
600
800
1000
1200
Wavelength (nm)