cis/trans -Through-Space Charge-Transfer Isomers Enabled by Acceptor Fusion for High-Efficiency Thermally-Activated Delayed Fluorescence and Circularly Polarized Emission

Advanced Functional Materials · 10.1002/adfm.79291

1. 한 줄 요약

수용체 융합으로 만든 *cis/trans* 다중 π-적층 TSCT 발광체가 고효율 녹색 TADF OLED와 원편광 발광을 구현했다. *trans* 이성질체의 키랄성을 활용해 원편광 협대역 전계발광까지 확장했다.

2. 연구 배경

다중 π-적층을 이용한 공간경유 전하이동(TSCT) 발광체는 고효율 열활성화 지연형광(TADF) OLED의 후보로 주목받고 있다. 특히 키랄 광학 특성까지 갖춘 다중 π-적층 발광체를 설계하는 새로운 방법이 필요하다.

3. 핵심 기여

연구진은 단일 π-적층 TSCT 단위 두 개의 수용체를 융합해 *cis*-2D/A와 *trans*-2D/A를 설계했다. *trans* 이성질체가 고유한 키랄성을 지니며 (R,R)·(S,S) 거울상 이성질체로 존재함을 제시했다. 두 이성질체를 직접 발광체와 협대역 발광용 감응제로 활용한 소자 결과를 보고했다.

4. 재료·소자 구조

핵심 재료는 수용체 융합으로 형성한 다중 π-적층 TSCT 이성질체 *cis*-2D/A와 *trans*-2D/A다. 초록에는 이들 재료의 도핑 박막에서 녹색 TADF가 나타나며, 각각을 사용한 OLED와 협대역 OLED가 제작되었다고 명시돼 있다. 도펀트·호스트의 정확한 조성, 층별 소자 구조와 도핑 농도는 **원문 확인 필요**다.

5. 주요 성능 수치

아래 수치는 초록에 명시된 결과만 정리한 것이다. '최대'와 '최대 ~까지'는 모든 소자에 동일하게 적용되는 값으로 해석해서는 안 된다.

- *cis*-2D/A 및 *trans*-2D/A OLED 최대 외부양자효율(EQE): 각각 약 27.0%
- 협대역 OLED 최대 EQE: 최대 37.0%
- 협대역 OLED의 1000 cd m^{-2}에서 EQE: 최대 30.2%
- 키랄 *trans*-2D/A 소자의 전계발광 비대칭 인자: 약 $\pm 1.2 \times 10^{-3}$
- 키랄 감응제를 쓴 협대역 소자의 전계발광 비대칭 인자: 약 $\pm 2.3 \times 10^{-3}$
- 효율 롤오프: 크게 억제됐다고 보고했으나 정량값은 **원문 확인 필요**

6. 기존 기술과의 비교

참고문헌에는 π-적층·TSCT 발광체, TADF 소자의 효율 롤오프, 감응형 협대역 OLED에 관한 선행 연구가 포함돼 있다. 이 논문의 차별점은 수용체 융합으로 *cis/trans* 이성질체를 만들고, 한 설계 계열에서 TADF와 키랄 원편광 발광을 함께 다룬다는 점이다. 선행 소자 대비 효율이나 수명의 정량적 우위는 초록만으로 판단할 수 없어 **원문 확인 필요**다.

7. 산업 적용 가능성

높은 EQE와 1000 cd m^{-2}에서의 협대역 소자 효율은 디스플레이용 발광 재료로 검토할 만한 근거다. 원편광

전계발광은 광학 기능을 더한 OLED 설계에도 활용 가능성이 있다. 다만 양산 적합성과 실사용 수명은 제시된 초록만으로 평가할 수 없다.

8. 한계와 남은 과제

초록에는 복사 감쇠가 크게 빨라지고 효율 롤오프가 억제됐다고 서술하지만, 관련 속도 상수와 롤오프 수치는 없다. 협대역 발광의 반치폭, 색좌표, 구동전압, 소자 수명 및 제조 재현성도 **원문 확인 필요**다. 키랄 소자의 원편광 특성이 장시간 구동 후에도 유지되는지 역시 확인해야 한다.

9. 연관 논문

참고문헌의 「Research Progress of Intramolecular π-Stacked Small Molecules for Device Applications」와 「Structure Evolution of Organic Luminescent Molecules Utilizing Through-Space Charge Transfer Mechanism」은 π-적층·TSCT 설계의 배경 자료다. 「Correlating Exciton Dynamics of Thermally Activated Delayed-Fluorescence Emitters to Efficiency Roll-Off in OLEDs」는 롤오프 해석과 관련된다. 협대역 감응 발광의 맥락에서는 「Ultra-Low Power-Consumption OLEDs via Phosphor-Assisted Thermally-Activated-Delayed-Fluorescence-Sensitized Narrowband Emission」을 함께 살펴볼 수 있다.

10. 선정 이유

분자 설계 전략인 수용체 융합을 이성질체 형성, TADF 발광, 원편광 전계발광으로 연결했다는 점이 주목할 만하다. 특히 직접 발광 소자뿐 아니라 감응형 협대역 소자의 효율과 키랄 광학 특성을 함께 제시해 후속 검증 가치가 있다.

11. 키워드 태그

핵심 주제는 공간경유 전하이동과 TADF 분자 설계다. 소자 측면에서는 협대역 발광과 원편광 전계발광이 중요하다.

TSCT, TADF, OLED, 수용체 융합, 시스·트랜스 이성질체, 협대역 발광, 원편광 전계발광