# An Embedded Plasticization Strategy for Flexible Thermally Activated Delayed Fluorescence Polymers with High Luminance

Journal of the American Chemical Society · 10.1021/jacs.6c15384

## 1. 한 줄 요약

PEG 기반 유연 연결기를 발광 고분자 골격에 공유결합으로 도입해, TADF 발광과 필름 변형성을 함께 확보한 연구다. 최적화된 소자의 최대 외부양자효율(EQE)은 경질 OLED에서 20.1%, 유연 OLED에서 14.7%였다.

## 2. 연구 배경

TADF 고분자는 이론적으로 100% 내부양자효율을 달성할 수 있고 용액 공정이 가능해 유연 디스플레이용으로 주목받는다. 그러나 효율적인 TADF 발광과 기계적 유연성을 동시에 갖춘 발광 고분자는 드물다는 것이 이 연구의 출발점이다.

## 3. 핵심 기여

저자들은 발광 단위 사이에 가소화 기능을 지닌 연결기를 내장하는 분자 설계 전략을 제시했다. 이 설계는 지연형광에 필요한 도너-억셉터 전자구조를 유지하면서 발광 고분자 자체에 유연성을 부여하려는 접근이다. 초록은 작은 단일항-삼중항 에너지 차이, 뚜렷한 지연형광, 양호한 필름 변형성을 보고한다.

## 4. 재료·소자 구조

아크리딘-벤조페논-카바졸 고분자 골격에 폴리에틸렌글리콜(PEG) 기반 유연 세그먼트를 공유결합으로 도입했다. 경질 OLED의 최적화 발광 재료는 PIDC(2,7)-EO이며, 유연 기판을 사용한 OLED도 제작했다. 각 소자의 층 구성, 전극, 발광층 두께 및 제조 조건은 원문 확인 필요.

## 5. 주요 성능 수치

- 경질 OLED 최대 EQE: 20.1%.
- PIDC(2,7)-EO 기반 경질 OLED 최대 휘도: 85,988 $cd \cdot m^{-2}$.
- 유연 OLED 최대 EQE: 14.7%.
- PDMS 기판 위 순수 고분자 필름의 변형 평가 시 인가한 기판 변형률: 75%.
- 단일항-삼중항 에너지 차이의 정량값과 유연 소자의 최대 휘도: 원문 확인 필요.

## 6. 기존 기술과의 비교

초록은 경질 OLED의 최대 휘도가 고분자 기반 TADF OLED에서 보고된 값 중 높은 수준에 속한다고 설명한다. 다만 비교 대상, 측정 조건, 효율 저하 정도가 제시되지 않아 기존 소자 대비 우위를 정량적으로 판정하려면 원문 확인 필요. 참고문헌에는 고효율 신축성 TADF 고분자와 본질적으로 신축 가능한 OLED 연구가 포함되지만, 동일 조건의 직접 비교 수치는 제공되지 않았다.

## 7. 산업 적용 가능성

발광 고분자 자체의 유연성과 용액 공정 가능성을 결합한 점은 유연 OLED 소재 설계에 유용하다. 특히 유연 기판 소자에서 최대 EQE 14.7%를 얻은 것은 필름 특성이 소자 구현으로 이어졌다는 근거다. 다만 대면적 공정성, 수명, 반복 굽힘 후 성능 유지 여부는 원문 확인 필요.

## 8. 한계와 남은 과제

75%는 PDMS 위 순수 고분자 필름에 가한 기판 변형률이지, 완성된 유연 OLED의 신축 한계를 뜻하지 않는다. 초록에는 반복 변형 내구성, 구동 수명, 색 특성, 효율 저하에 관한 수치가 없다. 또한 최대 EQE와 최대 휘도가 같은 구동 조건에서 얻어졌는지는 원문 확인 필요.

## 9. 연관 논문

참고문헌의 「High-efficiency stretchable light-emitting polymers from thermally activated delayed fluorescence」는 신축성과 TADF 고분자를 함께 다룬다는 점에서 가장 직접적으로 연관된다. 「Intrinsically stretchable organic light-emitting diodes」와 「Elastomeric Light Emitting Polymer Enhanced by Interpenetrating Networks」는 유연·신축 발광 소재 및 소자라는 인접 주제에 해당한다. 이들 연구와의 구체적인 성능 비교는 제공된 참고문헌 제목만으로 판단할 수 없다.

## 10. 선정 이유

이 논문은 분자 수준의 유연화 전략과 경질·유연 OLED의 발광 성능을 한 초록에서 함께 제시한다. 특히 높은 휘도 수치뿐 아니라 유연 소자의 EQE를 별도로 보고해, 소재 설계가 실제 소자에 적용되었는지 살펴볼 근거를 제공한다.

## 11. 키워드 태그

태그는 소재 설계, 기계적 특성, 소자 성능을 중심으로 골랐다. 필름 변형 평가와 유연 기판 소자 결과는 서로 구분해 반영했다.

TADF 고분자, 내장형 가소화 연결기, PEG, 도너-억셉터, 필름 변형성, 유연 OLED, 외부양자효율