

[IUPAC PSK30 - Session A1]

Polymers for Electronics and Photonics

이 창 진
한 국 화 학 연 구 원

국내 첨단 산업과 연관되어 본 학술회의에서 많은 관심을 끈 A1 세션의 첫째 날 강연은 S. A. Jenekhe 교수(Univ. of Washington)의 초청강연 발표로 시작하였는데, plastic electronics와 optoelectronics에 적용이 가능한 유기/고분자 물질의 합성과 특성에 대해 발표가 있었다. 고효율과 장수명을 갖는 OLED 재료로 (i) blue OLEDs용 fluorene-acceptor copolymers, (ii) blue OLEDs용 *n*-형 발광 oligomers, (iii) donor-acceptor가 치환된 백색 EL용 polyfluorene copolymers, (iv) RGB OLEDs용 bipolar organic emitters에 대한 발표로 시작되어 phenoxazine 유도체의 공중합체를 이용한 OTFT 연구 결과까지 발표하였다. Donor기로 10-methylphenothiazine과 9-methylcarbazole를 가지고 acceptor로는 phenylquinioline기를 가진 두개의 다른 화합물인 BPQ-MPT와 BPQ-MCZ의 발광특성을 비교하였다. ITO/PEDOT/PVK/BPQ-MPT or BPQ-MCZ/LiF/Al 소자에서의 발광 특성을 보면 non-planar phenothiazine 구조에서 훨씬 높은 효율을 갖는 녹색 발광이 관측되었고 planar한 carbazole 구조에서는 낮은 효율의 발광이 관측되었고 높은 전압이 가해지면 eximer 혹은 exiplex에 해당되는 yellow-orange 발광이 생성되어 전체적으로 백색광이 관측된다고 하였다. 또한 용액공정이 가능한 D-A 공중합체로 제조된 OTFT는 전형적인 p-channel 특성을 보였고 hole mobility는 $8 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 이고 on/off current ratios는 5×10^5 에서 5×10^6 사이에서 관측되었다. 두 번째 초청강연에서 Univ. of Washington Dalton 교수(Univ. of Washington)는 전기광학 특성의 극대화를 위해서는 분자 구조 제어에 의한 효율적인 분자 배향이 매우 중요함을 강조하였으며, 양자 통계역학 모델링에 의한 구조 설계 및 분석실험을 통하여 분자간 정전기적 인력을 최소화 할 수 있는 덴드리머 형태의 분자구조를 개발하여 300 pm/V를 넘는 전기광학 특성이 발현된다고 발표하였다.

두 번째 날은 광학 응용 분야 세션에서 Kaino 교수(Tohoku Univ.)는 차세대 FTTH에 적용 가능한 고분자 광회로 기술에 대해 설명하였다. Photolithography와 RIE를 이용한 광도파로 제작과 비교하여 hot embossing 법이나 이광자 중합법을 이용한 광 도파로 제작법은 고분자의 특성을 활용한 방법이며 가격적으로 장점이 있다고 발표하였다. 또한 아래 그림과 같이 array로 제작된 광 도파로를 45도 각도로 잘라서 광손실을 측정하는 것이 측정 시간을 1/5로 줄이는 효과가 있어 매우 유리하다고 제안하였다. 이어서 이광섭 교수(한남대)가 이광자 효과를 이용한 서브마이크론 크기의 3차원 구조물을 광학적으로 제조하는 기법에 대해서 발표하였다. 이광자 효과가 우수한 염료를 사용함으로써 미세형상 제조가 용이하다고 발표하였고 내부에 있는 레진의 경화가 충분히 진행되지 않은 경우를 이용하여 에탄올로 추출하여 남아 있는 레진을 제거하고 부피 축소를 유도하여 3D photonic crystal 제조가 가능하다고 보고하였다.

OLED 세션에서는 삼성전자의 정규화 전무는 AM-OLED관련 연구 동향과 삼성전자의 최근 연구개발 결과에 관해 발표하였는데, OLED의 시간에 따른 휘도 감소를 보상해 주기 위해 별도의 회로가 필수적이며, WOLED와 컬러 필터를 이용한 AM-OLED의 경우 RGB가 아닌 RGBW의 픽셀을 디자인하여 소비전력을 16.7~66.7% 개선하였으며, 이에 따라 약 20% 내외의 소자 수명 연장이 가능해졌고, 32 bit의 컬러구현이 가능해졌다고 보고하였다. 현재, WOLED는 1000 nit에서 50,000 시간 이상의 수명을 보여주지만, 효율은 10 cd/A에 불과하여 요구 스펙인 30 cd/A에는 격차가 있고 이를 개선하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 결론적으로 AM-OLED의 승패는 AM-LCD와의 가격경쟁에 의해 좌우될 것이라고 역설하였다. 타이완 청화대학의 S. A. Chen 교수 그룹에서는 다중 전자 전달현상을 구현하기 위해 폴리카바졸과 폴리플루오렌의 반복단위를 갖는 폴리머를 설계하여 4.6 cd/A의 효율과(0.16, 0.10)의 우수한 색좌표를 구현하였으며, 폴리플루오렌 주쇄에 카바졸 작용기와 녹색과 적색 Ir 발광체를 축색로 가지는 구조의 폴리머를 설계, 합성하여 약 1.3%의 적색 Ir complex의 함량 이상에서 완벽한 에너지 전달이 일어나 적색발광만 보여주는 것을 확인하였다고 발표하였다. 호주 멜버른 대학의 A. B. Holmes 교수 그룹에서는 폴리플루오렌 주쇄에 아릴피리딘 치환기를 도입하는 방법과 폴리플루오렌 주쇄에 스페이서 축색를 도입하여 Ir 착체가 펜던트 형태로 존재하는 구조의 인광 발광용 고분자 Ir 착체를 개발하였다. 또한, 3,6-번 위치에 치환기를 갖는 디벤조실롤(dibenzosilole)을 제조하여 2.55 eV 이상의 높은 삼중항 에너지를 구현하였다. 이런 재료들은 용해도가 우수하여 용액 공정에 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

셋째 날은 광 관련 응용연구와 요사이 관심이 큰 OTFT 발표 세션이 있었는데 오전 세션에서 A. Persoons 교수는(K U Leuven) regioregular poly-3-alkylthiophene의 magnetic/magneto optical 특성을 발표하였다. SQUID 실험 결과에 의하면 4.8 K에서 0.1T의 자기장이 가해지면 폴리티오펜의 χT 값은 최대 6115 (emu) Kmol⁻¹ (of monomer)에 도달한다. 이 값은 대략 48,900 μB 의 μ_{eff} 값이나 평균 S값으로 25000에 상응하는데 이는 현재까지 알려진 유기 물질에서 가장 큰 값이다. 이러한 고분자의 성질은 섬유 형태의 전유기 광자기 센서의 흥미로운 응용이 가능하다는 것을 보인다. 이어서 광주과학기술원의 김동유 교수는 아조폴리머로 코팅된 표면을 polarized laser를 사용하여 표면에 grating을 형성할 수 있음을 보였다. 이 방법을 이용하면 2D 구조를 갖는 표면도 용이하게 제작할 수 있고 이러한 구조물을 이용하여 규칙적인 submicron 크기의 구멍을 갖는 TiO₂ 나노구조체도 제작할 수 있다고 발표하였다. 미국 Naval Research Lab의 김오길 박사는 PPV 올리고머가 알길 체인을 통해 acceptor와 연결된 분자를 합성하고 이를 아미로스로 둘러싸면 염료의 최대 흡수 피크가 장파장으로 이동하고, 형광 효율이 증가하며, circular dichroism이 관측됨을 발표하였다. 이는 helical하게 encapsulation되어 있는 OPV와 acceptor 간의 에너지 전달이나 전자 전달로 설명할 수 있다고 하였다. 이런 현상은 unidirectional electron transfer를 구현할 수 있는 이상적인 시스템으로 생각된다.

포스터 세션에서는 국내외에서 유기재료 응용성의 A1세션에 관련된 중점적 관심도가 반영되어 144편의 많은 논문 발표가 있어서 이들 간에 걸쳐 발표가 이루어졌으며, 이중에서 OLED/PLED 관련 발표는 32편, OTFT관련 발표는 31편으로 가장 많았고 그 외에 conducting polymer, NLO, alignment layer, low k, photocrosslinking, optical storage, organic memory, optical film, plastic substrate 등의 발표가 있었다.