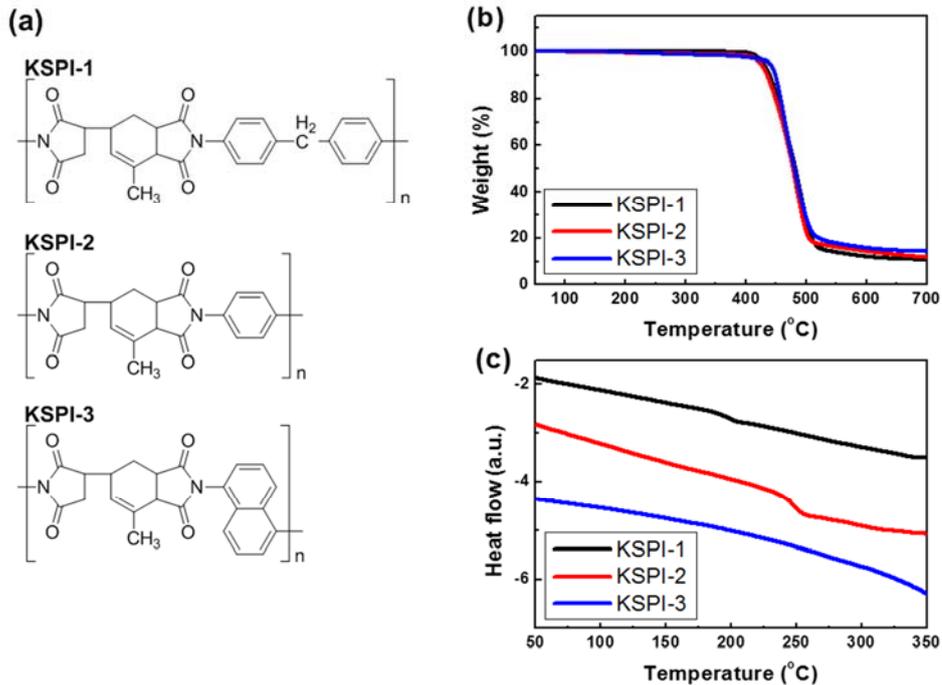


제 4 장 고내열성 유기절연체-2

김윤호

1. Soluble PI

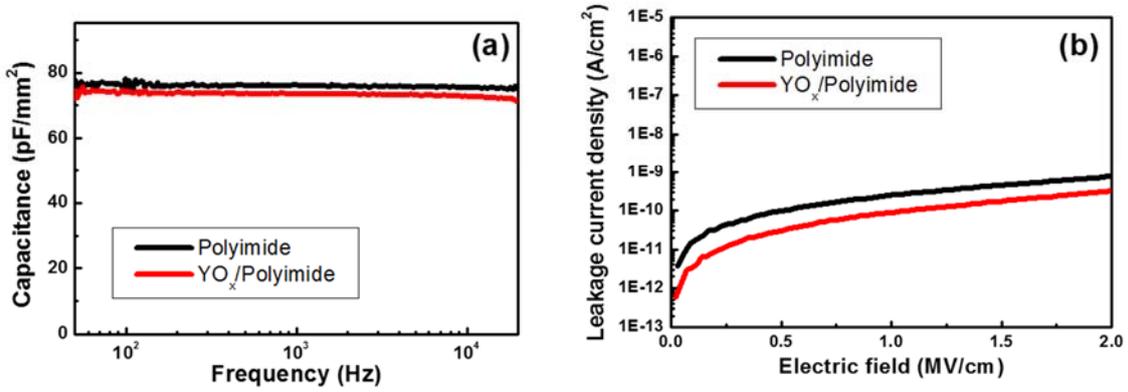
▪ (a) Chemical structures, and (b) TGA and (c) DSC results of PIs



→ KSPI materials are stable up to at least 300 °C, and applicable to the oxide TFTs in terms of thermal resistance!

완전한 폴리이미드 구조를 얻기 위해서는 반드시 열처리나 화학적인 이미드화 반응이 필요하다. 하지만 이러한 공정의 단점을 해결하기 위하여, 유기용매에 녹는 폴리이미드 소재가 개발되었다. 이러한 용해형 (soluble) PI 는 입체적으로 뒤틀려진 분자구조를 가지는 DOCD A 와 같은 모노머를 이용함으로써, 유기용매에 대한 용해성을 증가시킬 수 있었다. 이렇게 제조된 폴리이미드는 전기적인 절연성은 다소 감소하지만 여전히 350 도 이상의 높은 열적안정성을 가지고 있으며 TFT 절연체로 충분히 사용 가능한 절연특성을 가진다.

- (a) Capacitances & (b) leakage current densities of the **300 °C-annealed** 350 nm-thick PI and 375 nm-thick YO_x/PI films

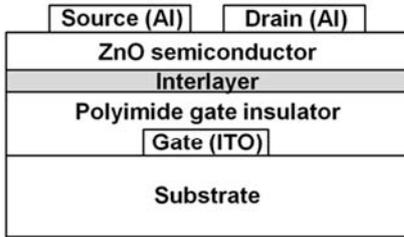


- Summary of dielectric, insulating, surface properties

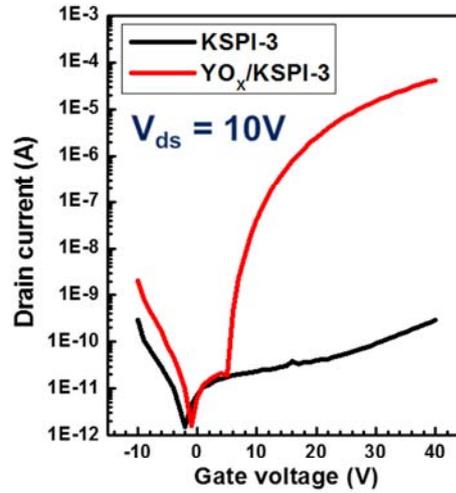
Gate insulator	Dielectric constant	Leakage current density [A/cm ²]	Surface rms roughness [nm]	Surface energy [dyne/cm]
KSPI	3.1	7.7×10^{-10}	1.40	55.6
YO_x(or Al₂O₃)/KSPI	3.2	3.3×10^{-10}	0.41	70.8

고온 공정이 필요한 산화물 TFT 용 절연체로 이용이 가능하며 계면에 용액공정이 가능한 산화물층 (예: YO_x, AlO_x)을 도입하여, 산화물 반도체와의 계면 특성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 용해성 PI가 되면서 감소된 절연특성을 향상시킬 수 있었다.

▪ Transfer characteristics of ZnO TFTs with KSPI-3 and YO_x/KSPI-3 gate insulators



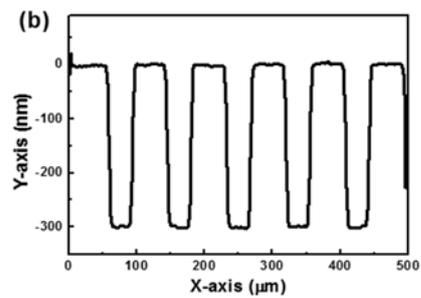
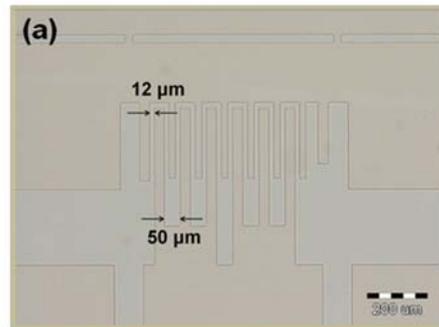
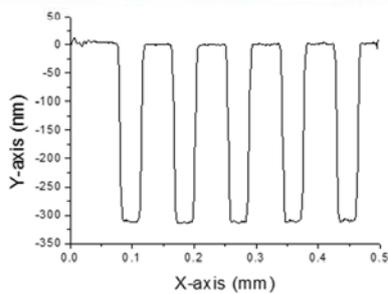
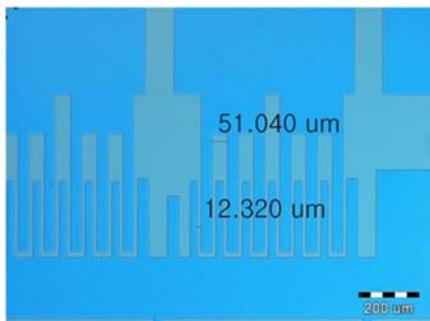
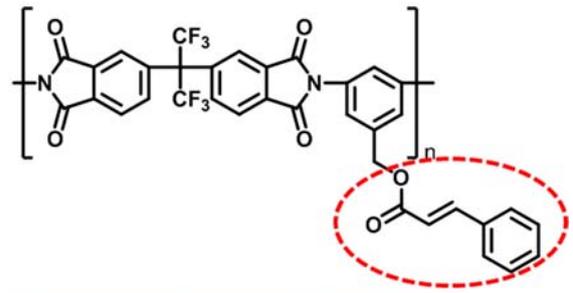
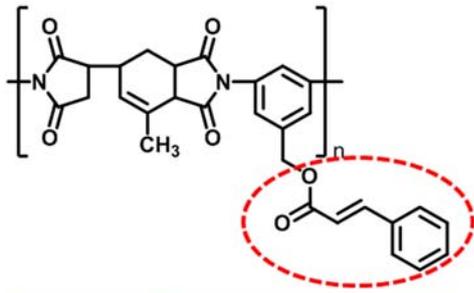
- Interlayer thickness: 15 nm
- KSPI-3 thickness: 150 nm
- ZnO aqueous ink was spin coated on the GI, and annealed at 300 °C



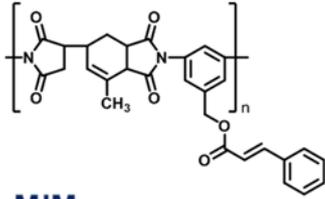
Gate insulator	Mobility (cm ² /V·s)	I _{on} /I _{off}	S-slope (V/dec.)	V _{th} (V)
KSPI-3	inactive	-	-	-
YO _x /KSPI-3	0.456	2.12 × 10 ⁶	0.73	15.3
SiO ₂	0.135	3.07 × 10 ⁶	0.67	18.5

ZnO 산화물 반도체를 이용하여 TFT 를 제작해 본 결과 기존 SiO₂ 절연체를 사용했을 때 보다 훨씬 향상 된 소자 특성을 나타낼 수 있음을 확인하였다. 절연특성과 유연특성을 동시에 가지는 우수한 절연소재로 적용될 수 있음을 의미한다.

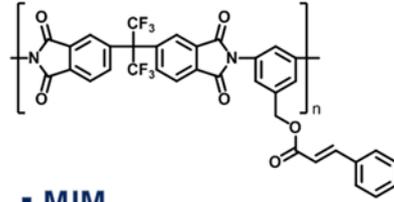
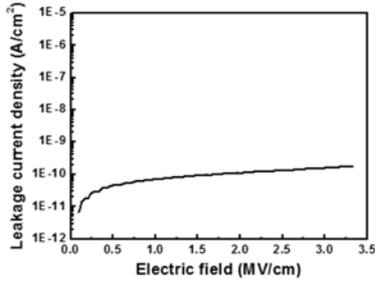
2. 광경화형 폴리이미드



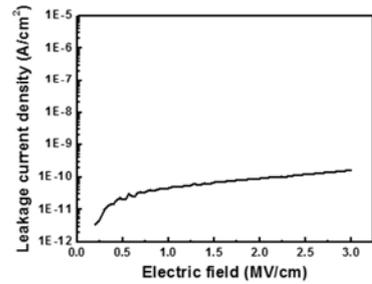
용해서 PI 에 DABC 와 같이 광경화가 가능한 기능성 그룹을 도입하여 광학적으로 패턴이 가능한 폴리이미드 소재도 개발되었다. DABC 는 광개시제 없이 광가교 반응이 가능하기 때문에 불순물을 최소화 해야 하는 유기절연체 및 전자재료용 소재로 매우 적합하다. 범용적인 포토리소그래피 공정을 통해 10 μm 이하의 폴리이미드 미세패턴을 성공적으로 제작할 수 있었다.



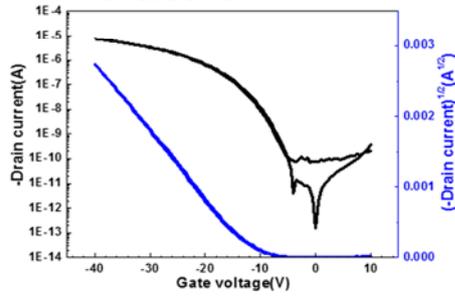
▪ MIM



▪ MIM

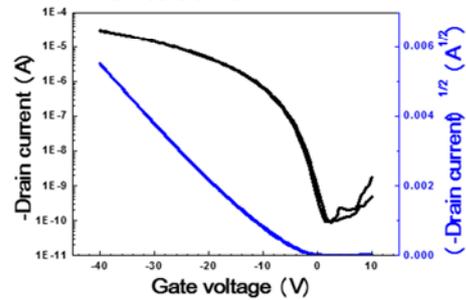


▪ Pentacene TFT



$\mu = 0.16$, on/off = 4.2×10^6 , $V_{th} = -11.9V$

▪ Pentacene TFT



$\mu = 0.22$, on/off = 3.2×10^5 , $V_{th} = -7.4V$

합성된 광경화형 용해성 폴리이미드를 이용하여 pentacene TFT 를 제작해본 결과, 광경화 이전에도 매우 안정적인 소자를 제작할 수 있었으며, hysteresis 없이 소자가 구동될 수 있음을 확인하였다. 광경화 후에는 절연특성과 소자특성이 보다 개선되었다.

References

1. Yoon et al., *J. Mater. Chem. C* 2, 2191 (2014)
2. Jang et al., *Org. Electron.* 13, 1665 (2012)
3. Jang et al., *Org. Electron.* 14, 1777 (2013)
4. Won et al., *Syn. Metal* 163, 47 (2013)
5. Yoo et al., *Org. Electron.* 23, 213 (2015)