

투명유연 전극, 히터, 전자파차폐 필름



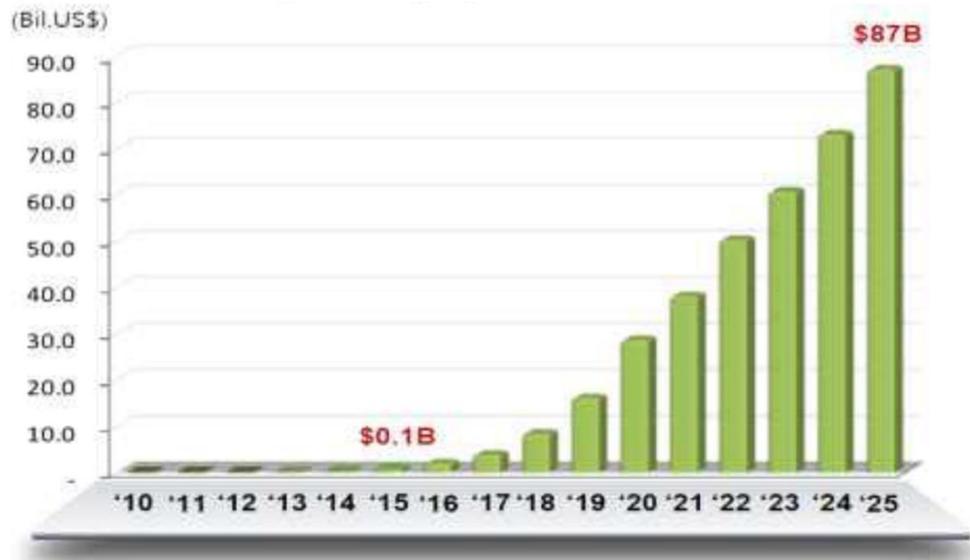
Korea Institute of Science and Technology

2019

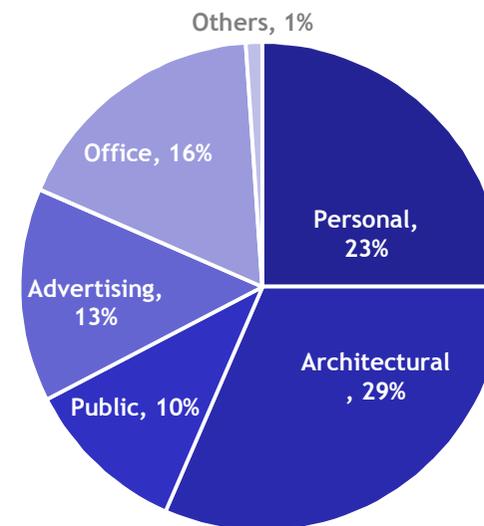
Transparent Display Market

- 투명 디스플레이 시장은 2015년 약1억불에서 2025년 약 870억 불 시장으로 크게 성장할 것으로 기대됨
- 전체 투명 전극 시장규모는 2012년 약 19억 불에서 2020년 약51억 불 규모로 성장할 것으로 예상되며, 그 중에서도 디스플레이 시장이 가장 큰 규모로 예상됨
- 2012년에는 투명전극의 99%가 ITO였지만, Flexible Display 시장의 성장으로 새로운 대체물질이 요구되고 있음 (차세대 대체소재로는 Metal Mesh, Ag Nanowire, CNT, Graphene 등이 있음)

Transparent Display Market Forecast (Revenue)



Transparent Display Market in 2015 by Application



Application of Transparent Display

- See-Through Display, Information Windows, Mobile UI Innovation, Design & Function Enhancement 등 다양한 응용분야에 융합이 가능
- 투명한 특성을 활용하여 자동차, 광고, 실내인테리어, 건축, 핸드폰, 군사, 교육, 의료 등 다양한 분야에 응용될 것으로 기대됨

① See-Through Display



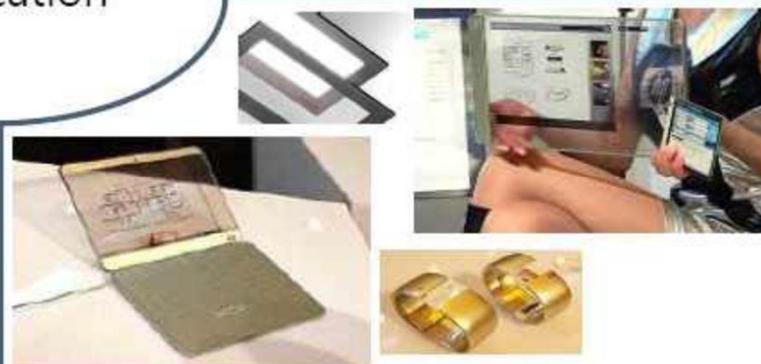
② Information Windows



Application



③ Mobile UI Innovation



④ Design & Function Enhancement

□ Indium Tin Oxide



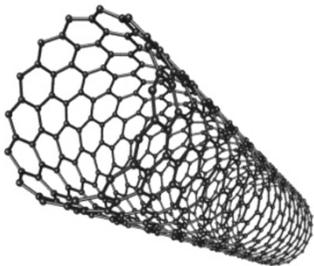
- 특징**
- 투명전극 시장의 90% 이상을 차지
 - 우수한 비 저항과 높은 투광도
 - 우수한 Etching 특성

- 단점**
- 투명전극 시장의 90% 이상을 차지
 - 우수한 비 저항과 높은 투광도
 - 우수한 Etching 특성

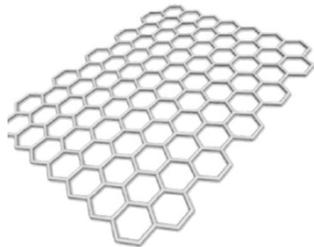
- 차세대 투명전극 요구사항**
- 고 투광도 대비 낮은 면저항
 - 상온에서의 코팅
 - 낮은 가격
 - 높은 유연성

□ 차세대 투명 유연 전극 및 전자파 차폐 재료

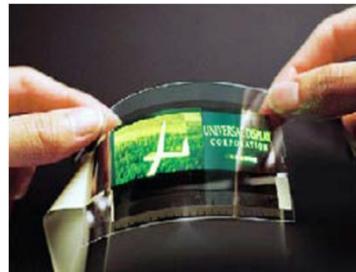
탄소나노튜브



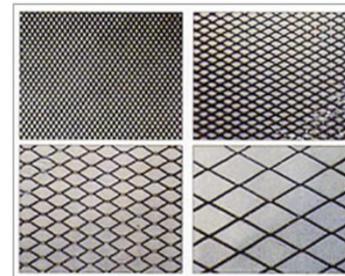
그래핀



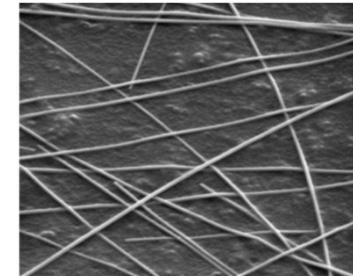
전도성 고분자



메탈 메쉬



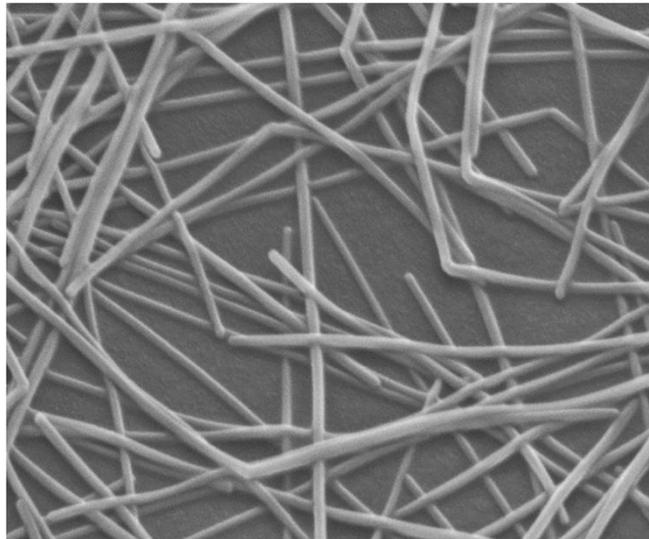
은 나노와이어



Silver Nano Wire

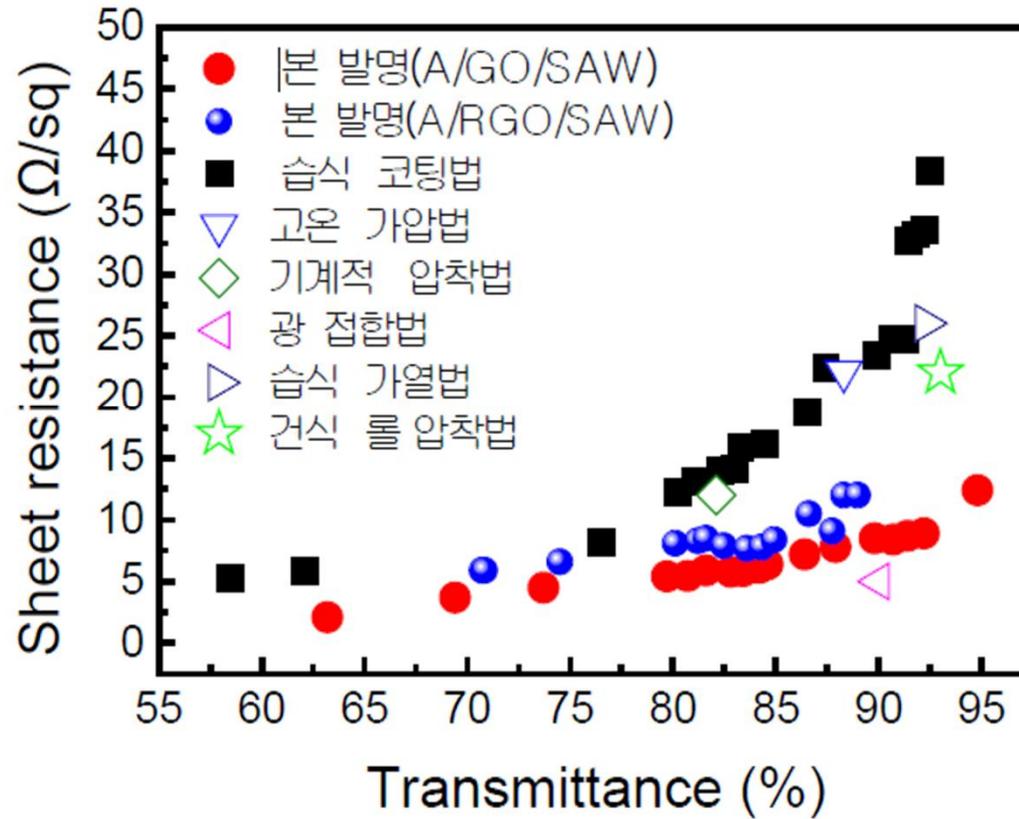
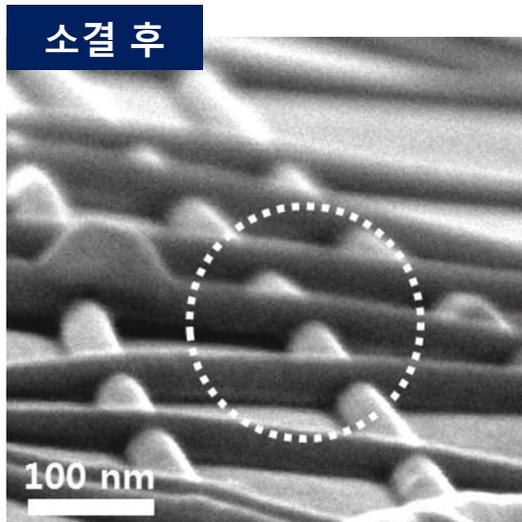
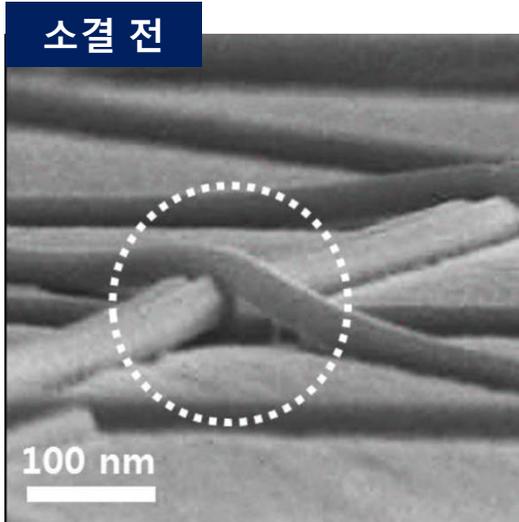
□ 은 나노 와이어의 투명 유연전극 및 전자파 차폐 재료 가능성

- 은 나노 와이어는 다른 금속 중에서도 투광도 대비 높은 전기 전도도를 가지며 높은 유연특성으로, 플렉시블 디스플레이에 적용 가능성이 높음
- 은 나노 와이어는 저항값이 80 ~ 120 Ω 으로 200 ~ 400 Ω 인 ITO Film보다 낮으며, 기존의 ITO는 진공 공정을 사용하는데 비해 Roll-to-Roll 방식이 가능하여 대량생산 및 대형화가 가능
- 은 나노 와이어는 거의 무색에 가까워 웨어러블 디바이스나 폴더블 디스플레이 적용시 영상의 색감을 충실히 표현가능



Performance : 투명전극 - 면저항

□ 기존 투명 유연 전극과의 투광도 대비 면저항 비교

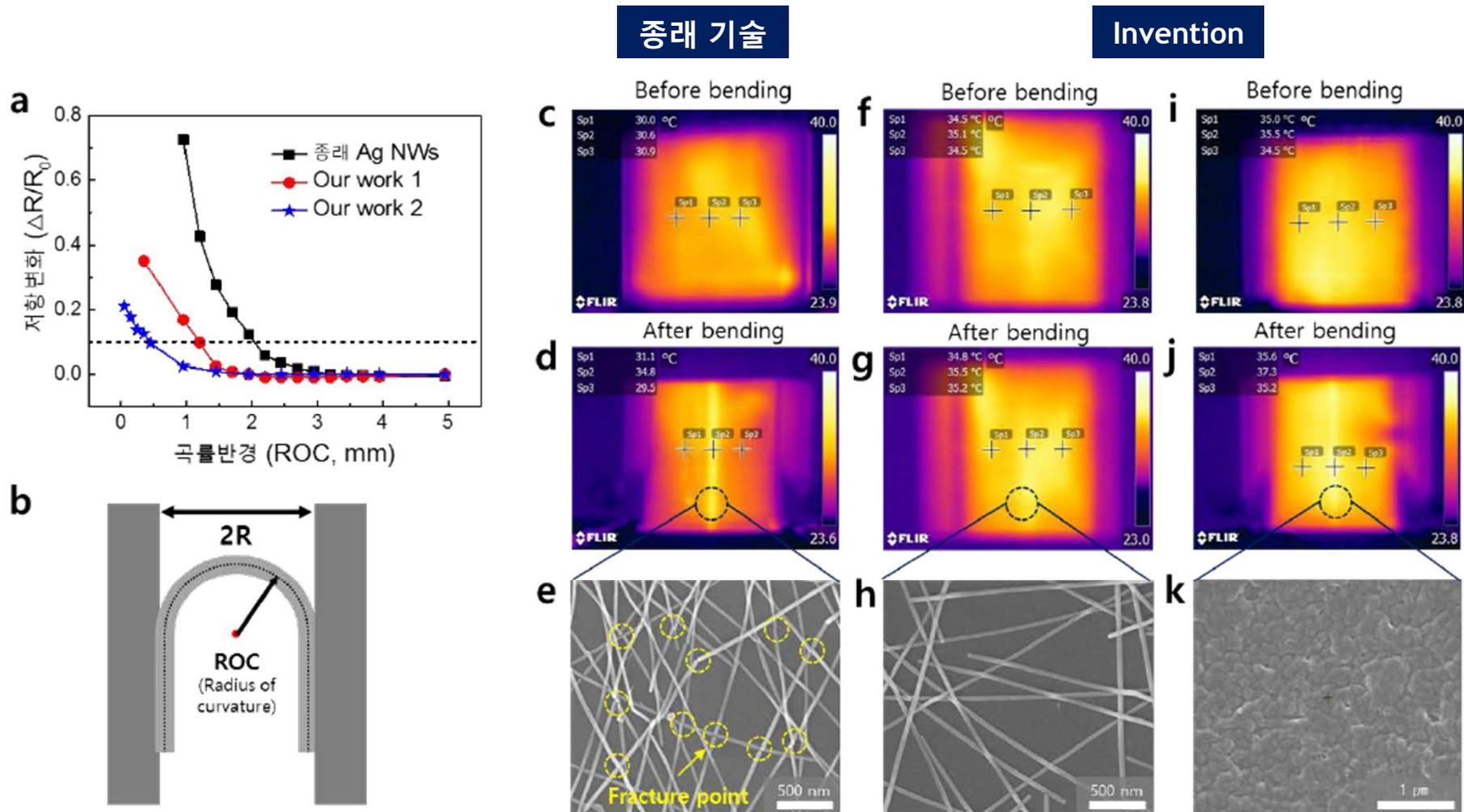


❖ 면저항 = 9.5Ω/□, 투광도=91.5%

❖ 투광도 90% 이상에서 기존 대비 75 ~ 194% 면저항 감소

Performance : 투명전극 - 유연성

□ 기존 투명 유연 전극과의 기계적 유연성 비교

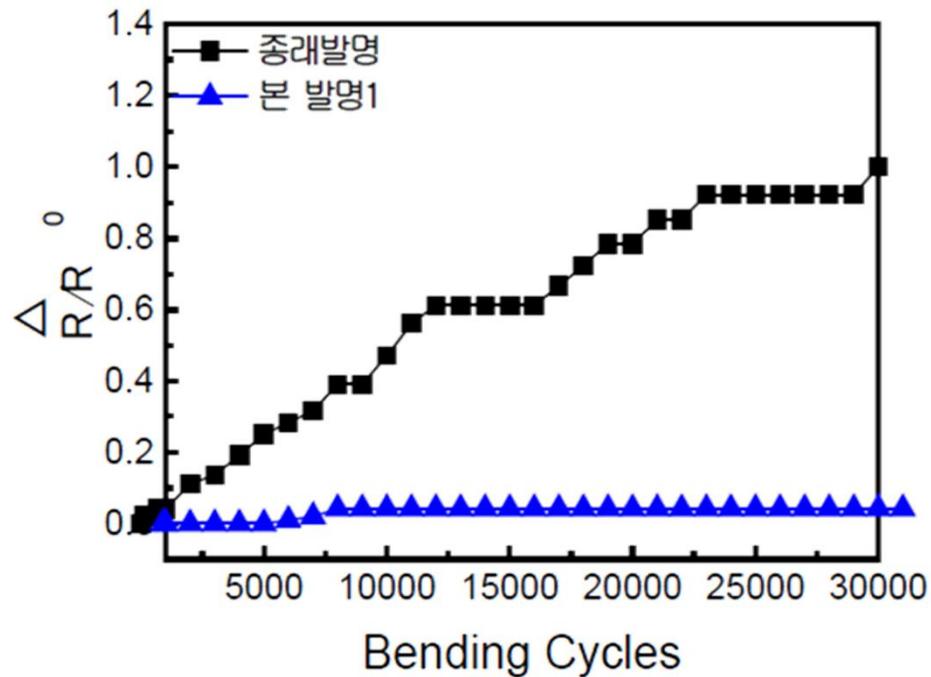


❖ 임계곡률반경 : 종래 2 mm → 1.2 mm → 0.5 mm

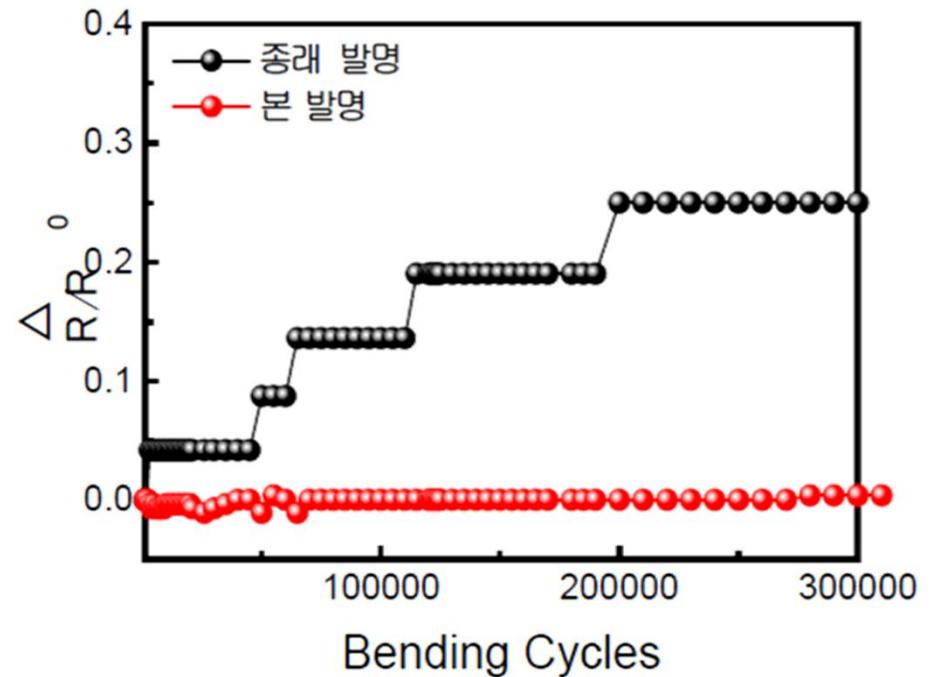
❖ 100 μmPET, 광투과도 : 85%

Performance : 투명전극 - 밴딩 내구성

□ 기존 투명 유연 전극과의 밴딩 내구성 비교



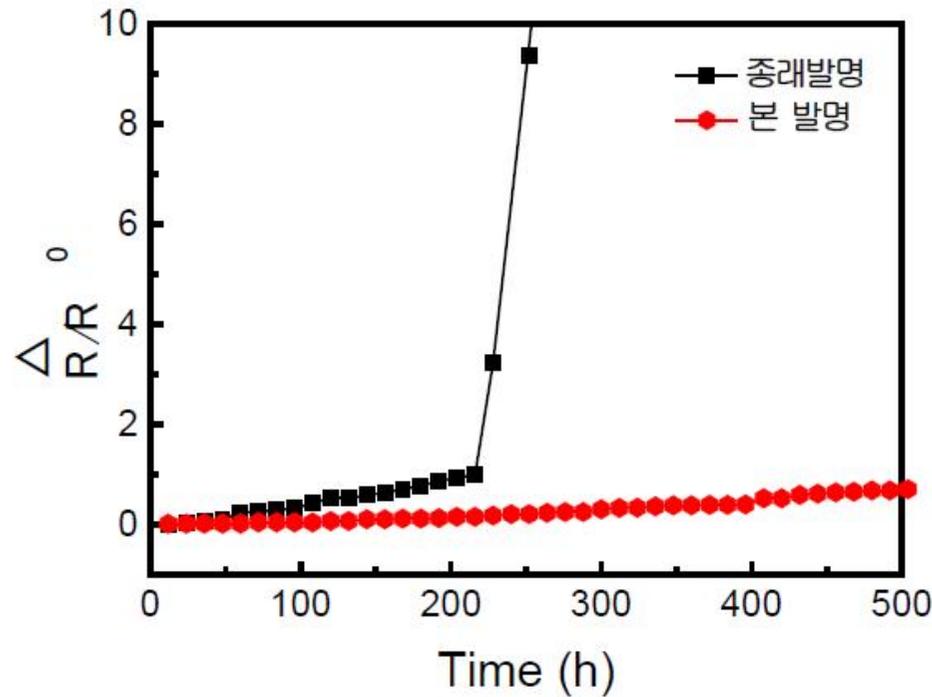
30,000 Cycle Bending Test
(100 μmPET, T: 85%)



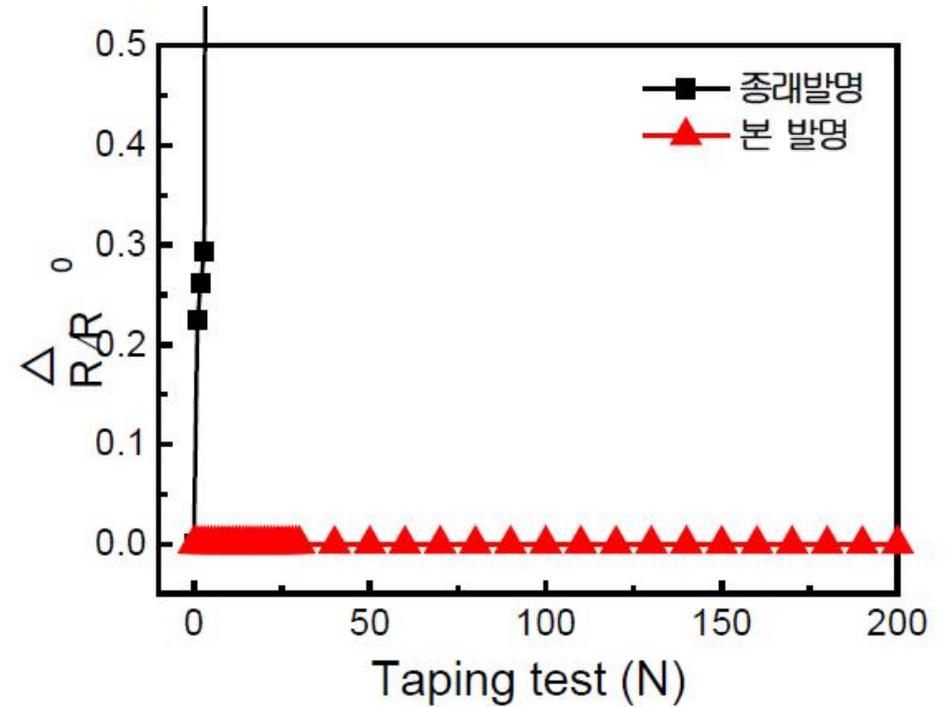
300,000 Cycle Bending Test
저항변화(25 μmPET, T: 85%)

Performance : 투명전극 - 내구성

□ 기존 투명 유연 전극과의 내구성 비교



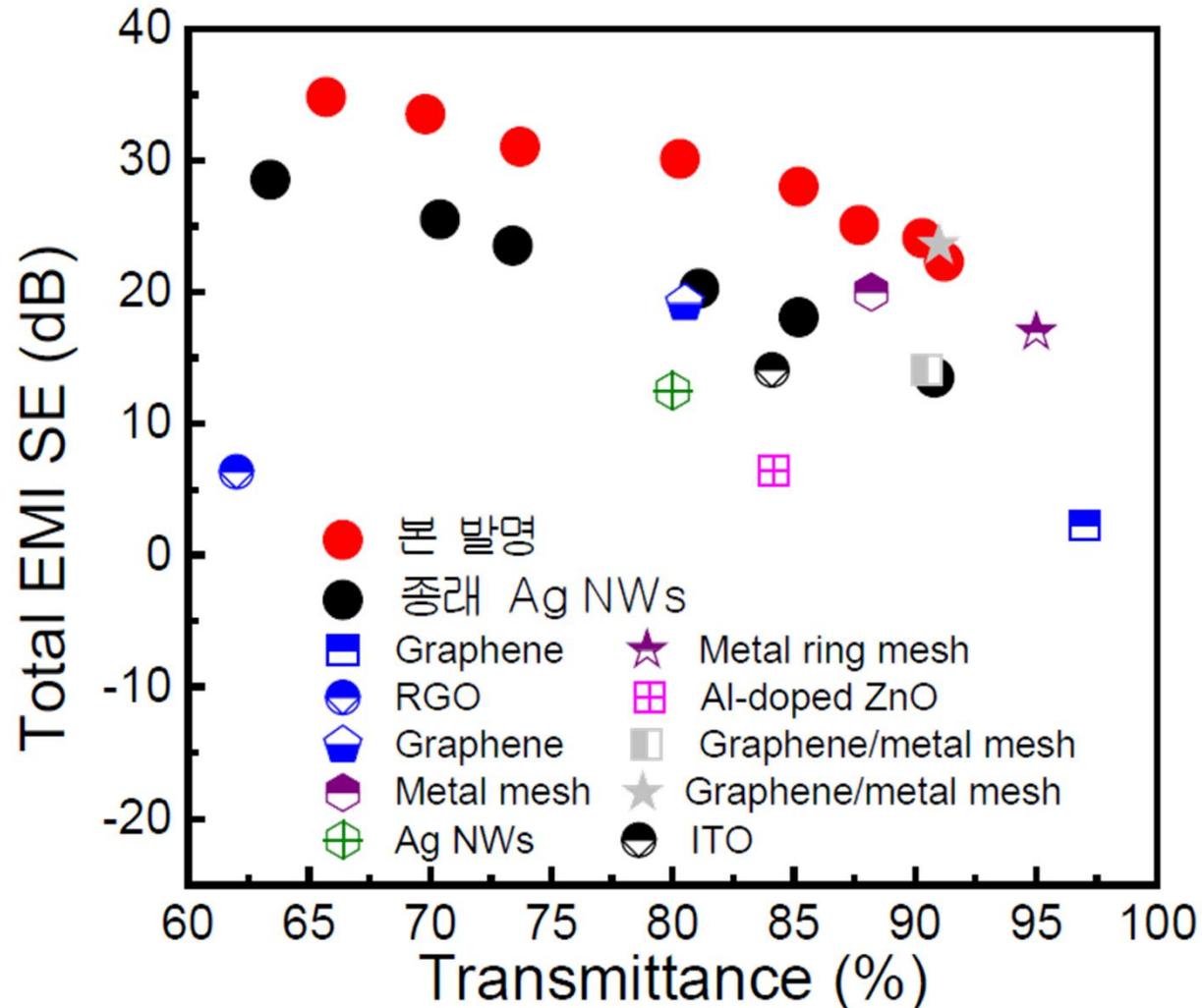
항온/항습 테스트
(85 °C, 85%습도)



PET 기판과의 접착성 테스트

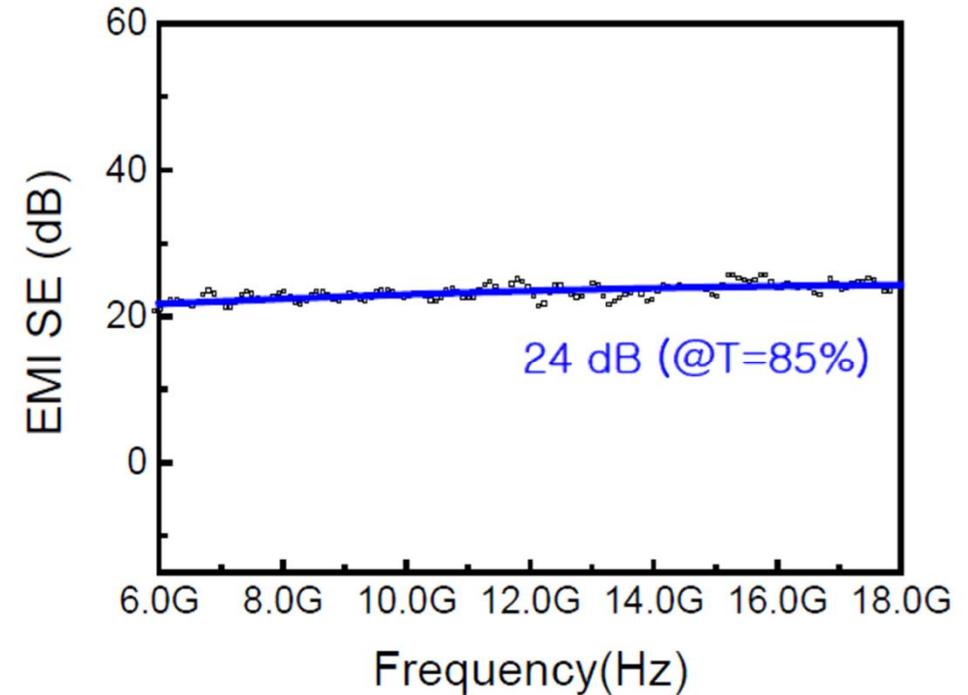
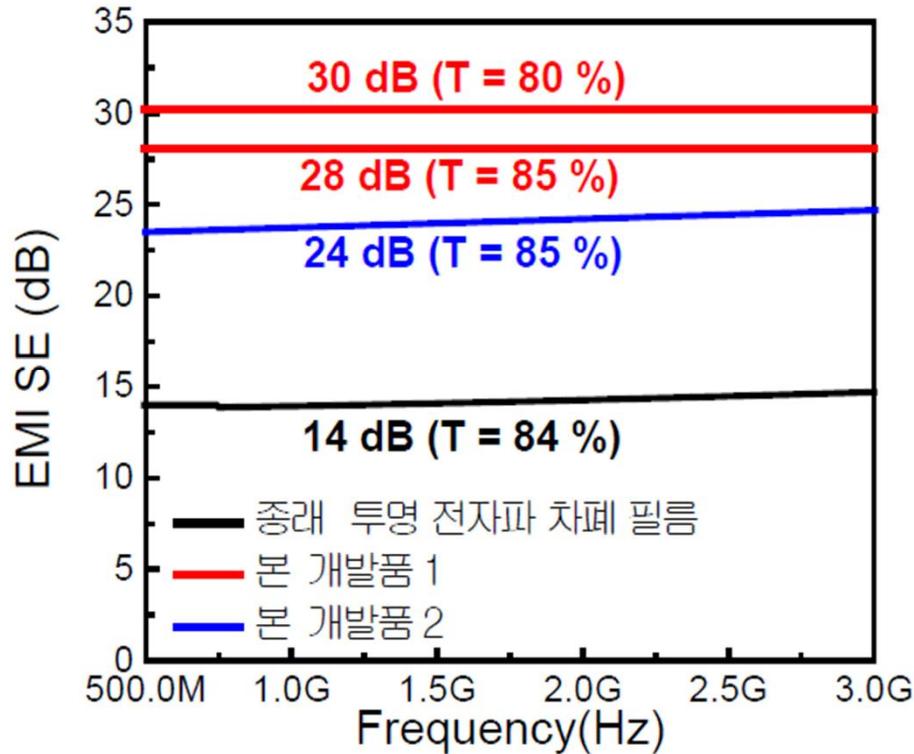
Performance : 전자파 차폐 - 차폐 성능 (1/2)

□ 기존 투명 유연 전자파 차폐 필름과의 투광도 대비 차폐 성능 비교



Performance : 전자파 차폐 - 차폐 성능 (2/2)

□ 기존 투명 유연 전자파 차폐 필름과의 투광도 대비 차폐 성능 비교

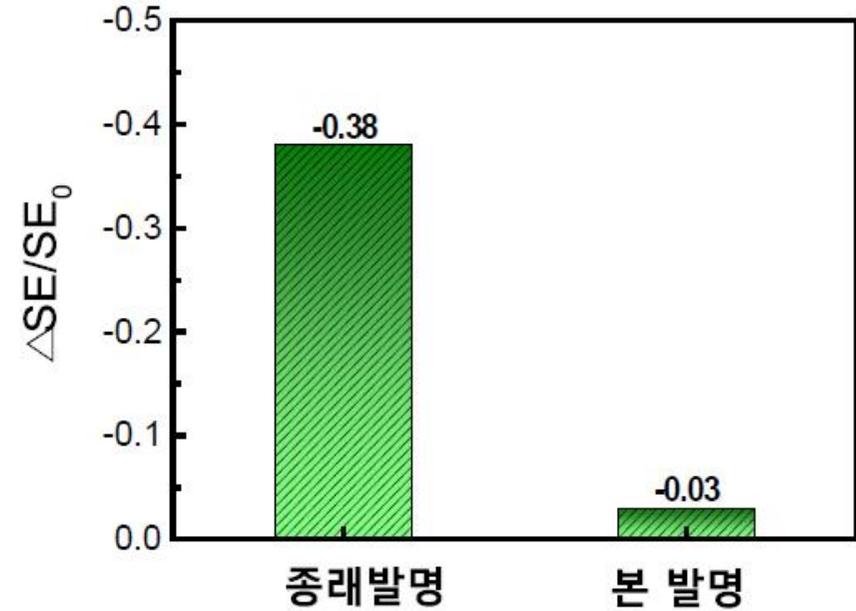
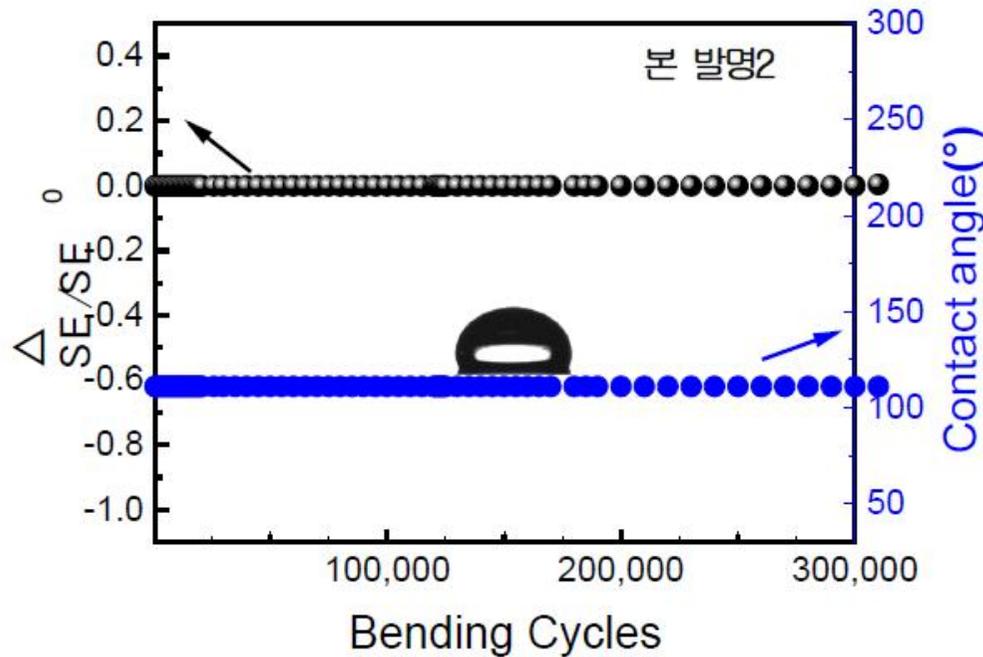


❖ 투명 AgNW 전자파 차폐 필름

- 투광도 = 85% (@550nm)
- EMI 차폐 특성 = 24dB이상 (@0.5~18GHz)

Performance : 전자파 차폐 - 내구성

□ 투명 유연 전자파 차폐 필름의 반복 굽힘 유연성 및 습도 내구성 비교

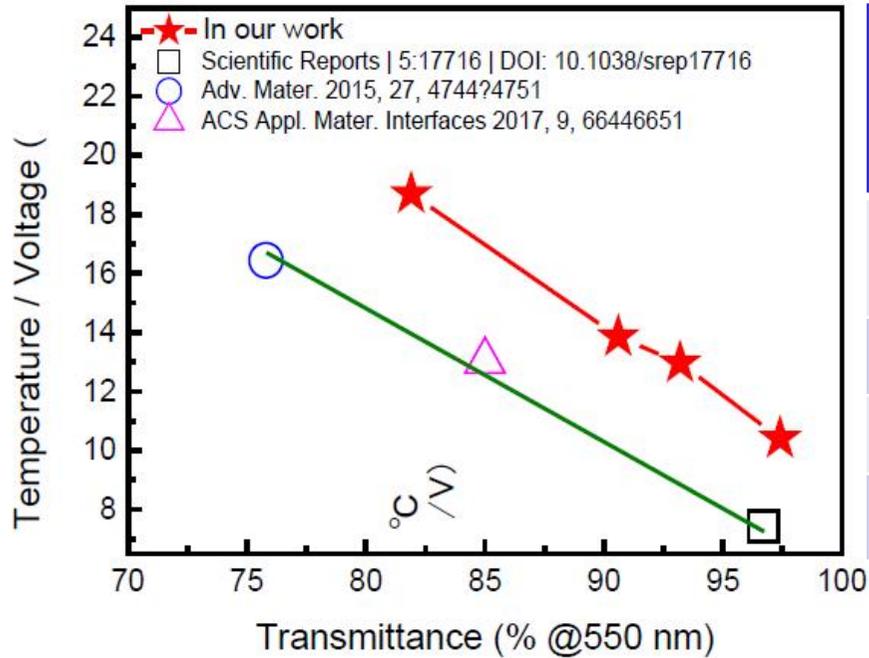


❖ 300,000 Cyclic Bending Test 후 EMI 차폐값 전혀 변화 없음
(2 mm 곡률반경, 25 μ mPET, T: 85%)

❖ 항온/항습(85°C, 85%습도)에서 500시간 테스트 후 EMI 차폐값 거의 변화 없음

Performance : 면상 발열 - 발열 성능

□ 투명 유연 히터의 발열 특성 비교



핵심 기술	발열 특성			기술 비교			
	전압 (V)	온도 (°C)	투광도 (%)	기판 자유도	상용화 가능성	비용	시간
Invention (습식소결 + 기판 자유도)	6	83.1	90.6	○	○	○	○
광학적 소결 ¹	7	52	96.7	X	○	△	○
신축성 기판 ²	5	82.2	75.8	○	X	△	X
신축성 기판 + 복합재료 ³	4	52.1	85	△	△	△	○

○ : 우수, △ : 보통, X : 나쁨

¹Scientific Reports 5:17716, DOI: 10.1038/srep17716

²Adv. Mater. 2015, 27, 4744-4751

³ACS Appl. Mater. Interfaces 2017, 9, 6644-6651

❖ **인가 전압당 발열 효율이 매우 높음 (100 μmPET)**

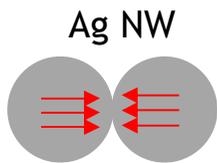
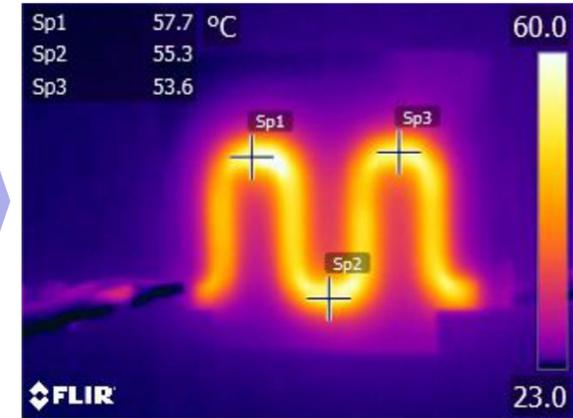
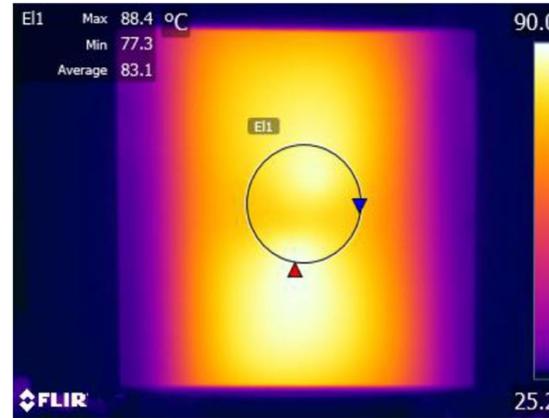
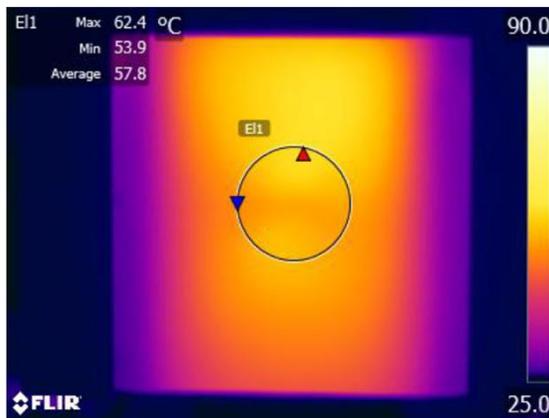
Performance : 면상 발열 - 발열 성능

□ 투명 유연 히터의 발열 특성 비교

종래 기술 : 57.8 °C

Invention : 83.1 °C

레이저 패터닝 후

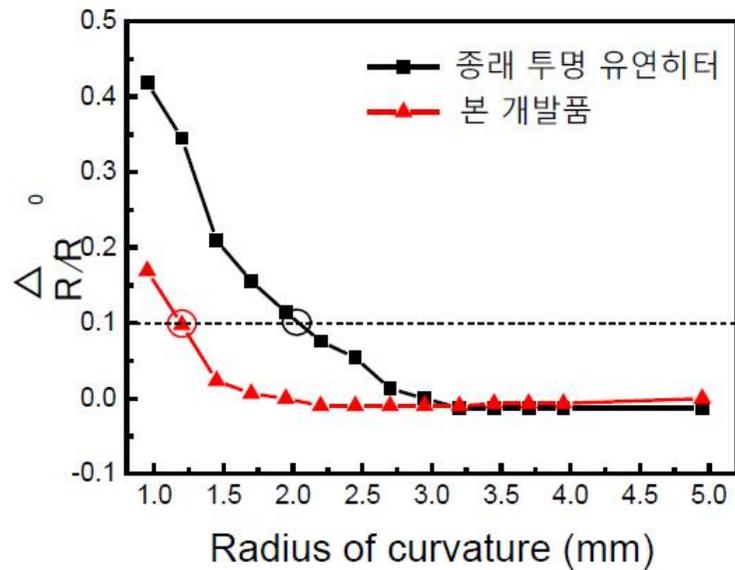


❖ 동일 전압 대비 발열 온도 25.3 °C 상승

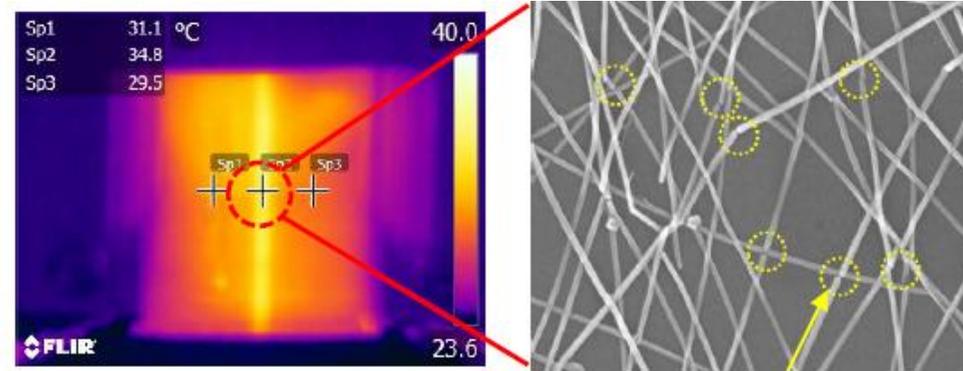
❖ 레이저 패터닝 공정을 통해 원하는 발열 패턴을 구현 가능

□ 투명 유연 히터의 굽힘 유연성 비교

곡률 반경에 따른 저항 변화

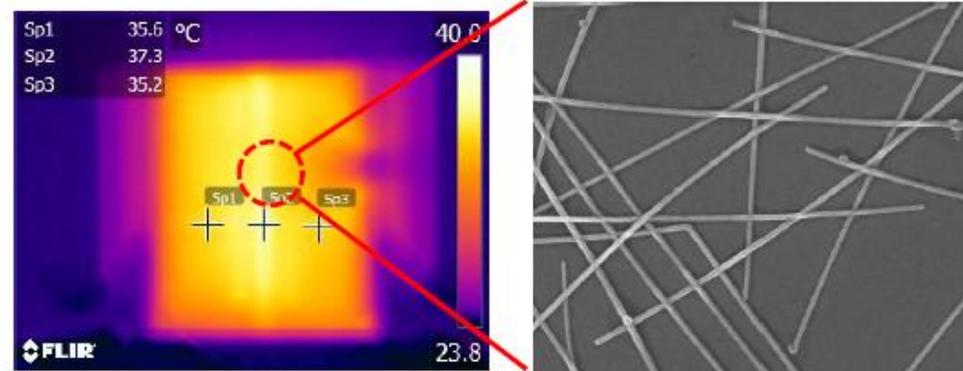


종래 Heater (ROC 1.5mm 밴딩 후)



끊어짐

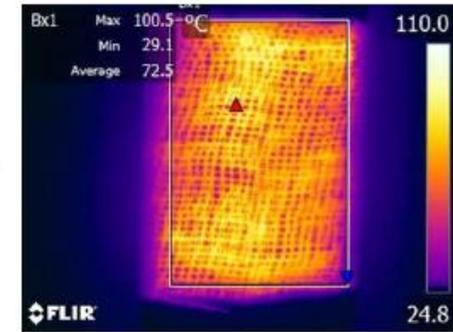
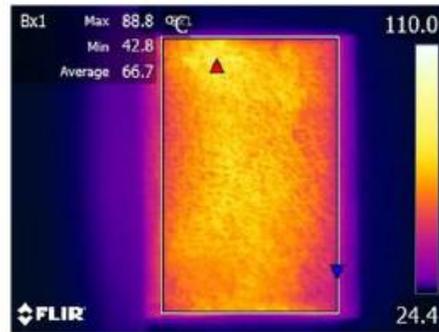
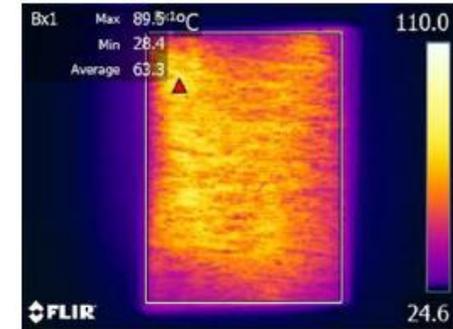
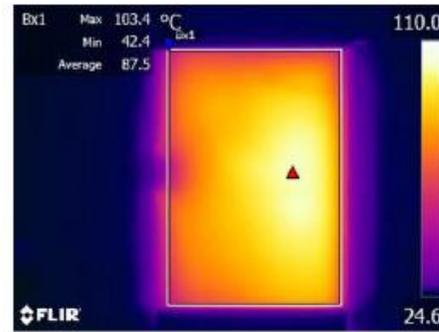
Invention (ROC 1.5mm 밴딩 후)



❖ 나노 와이어 사이의 네트워크 강화로 1.5 mm의 낮은 곡률 반경에서도 발열특성이 변하지 않고, 유연 특성이 강화됨 (100 μmPET, T: 85%)

Performance : 면상 발열 - 기판 자유도

□ 투명 유연 히터의 기판 자유도



❖ 고분자필름, 부직포, 한지, 섬유 등 다양한 기판에서 적용 가능



감사합니다

Contact Point : AMPACC Korea 홍성윤 대표
syh@ampacc.com