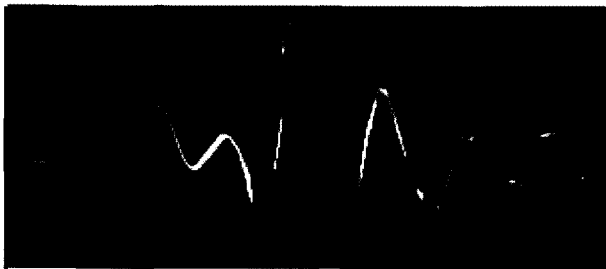


Photonics Application

Optical Material, Optical Precision Instruments

광응용(광소재, 광정밀기기)

양자폭포레이저에서 발생된 테라헤르츠 펄스



〈그림〉 이전보다 거의 1만 배나 더 강력한 양자폭포레이저의 출력을 이용한 연구진이 T-선 펄스열을 만들었다. 이것은 이 기술이 물질 조사에 이용될 수 있음을 확인시켜준 성과이다.

최초로 테라헤르츠 광선, 즉 T-선(T-ray)이 양자폭포레이저로부터 하나의 연속적인 빔이 아닌 분리된 '패킷' 형태의 테라헤르츠 펄스로 방출되었다. 이번 연구로 인해서 천연재료나 인공 재료들을 T-선으로 영상화할 수 있는 새로운 방법이 개발될 수 있을 것이다. 프랑스의 드니 디드로대(Denis Diderot University)와 국립 과학연구센터 및 영국의 리즈대(University of Leeds) 연구진은 자신들의 이번 성과를 'Nature Photonics'에 온라인으로 발표했다.

"T-선"이라는 용어는 전파와 가시광선 사이에 있는 전자기 스펙트럼의 복사대역을 말한다. T-선은 화학 및 생체 물질 속의 불순물을 검출하는데 이용될 수 있으며, 다양한 물질을 확인하는데 이용될 수 있는 특징적인 '스펙트럼 지문'을 발생시킬 수 있다. 연구진은 최근에 테라헤르츠 시간영역 분광법이라는 기술에 관심을 갖게 되었다. 이 기술은 T-선 펄스를 이용하여 물질을 조사하는데 특히 민감하다. 지금까지, 이러한 펄스는 마이크로와트 정도의 매우 약한 출력을 발생시키는 레이저 광원을 이용하여 만들어져 왔다.

이번 최근 연구에서 스테파노 바르비에리(Stefano Barbieri)와 동료들은 리즈대 전기전자공학과의 에드먼드 린필드(Edmund Linfield)와 길 데이비스(Giles Davies)와 함께 이전보다 거의 1만 배

정도 더 강력한 양자폭포레이저의 출력을 이용하여 T-선 펄스열을 만들었다. 그들은 또한 완전한 펄스열을 검출하는 방법도 고안함으로써, 이 기술이 물질을 조사하는데 이용될 수 있다는 것을 확인했다. "화학대기감지나 의료영상 등과 같은 다양한 분야에 응용될 새로운 영상기술과 분광기술을 제공할 T-선의 가능성은 무한하다. 이번 성과는 이 기술의 토대를 보강하는데 있어서 큰 진전을 이루었다." 라고 린필드는 말했다.

이번 연구는 프랑스 군수위원회(Delegation Generale pour l'Armement), 국립연구청, 영국 공학자연구과학연구소의(Engineering and Physical Sciences Research Council), 그리고 유럽 연구협의회(European Research Council) 프로그램인 NOTES와 TOSCA의 후원을 받았다.

< www.photonics.com >

레이저 광선을 조정하는 효율적인 방법

레이저를 이용한 많은 실용적인 응용에서, 레이저 광선의 방향을 제어하는 것은 매우 중요하다. 노스 캐롤라이나 대학의 연구진은 정확하면서도 상대적으로 저렴한 비용으로 레이저 광선을 조정하는 에너지 효율적인 방법을 개발했다. "많은 경우에 레이저 그 자체를 조정하는 것보다 목표물에 맞추어진 레이저 광선의 방향을 바꾸는 것이 훨씬 쉽다. 우리는 아무것도 움직이지 않고 이것을 효율적으로 하는 방법을 개발했다." 라고 노스 캐롤라이나 주립 대학의 전기 공학과 조교수이자 이 논문의 공동 저자인 Michael Escuti 박사가 말했다. "우리는 다양한 각도에서 광선을 조정하고자 하며, 이것은 실용적인 응용에서 매우 중요하다." Escuti 연구진의 성공의 열쇠는 "편광 격자"의 사용이며, 이것은 유리 접시 위에 있는 액정 물질의 얇은 층으로 이루어져 있다. 연구진은 레이저 광선이 이러한 편광 격자를 통과할 수 있게 하는 소자를 만들었다. 연구진은 각 격자의 광학적 속성을 조작하여 각 개별 격자가 빛의 방향을 바꾸는지를 제어함으로써 레이저



광선을 조정할 수 있었다. “각 개별 격자는 어떠한 흡수 없이도 빛을 원하는 방향으로 바꿀 수 있기 때문에, 격자층은 레이저 전력을 약하게 만들지 않는다.” 라고 Escuti가 말했다.

“이 시스템의 또 다른 장점은 격자의 수가 증가할 수록조정 가능한 각도는 지수적으로 증가한다. 따라서 우리는 레이저를 효과적으로 조정할 뿐만 아니라 더 적은 구성 요소를 가지고도 훨씬 집적적인 시스템을 구축할 수 있다.” 라고 그는 설명했다. “다른 레이저 조정 기술과 비교해 볼 때, 이 시스템을 매우 비용 효율적이다. 우리는 우리가 이미 액정 디스플레이 분야에서 광범위하게 사용하고 있는 기술과 물질을 이용한다.”

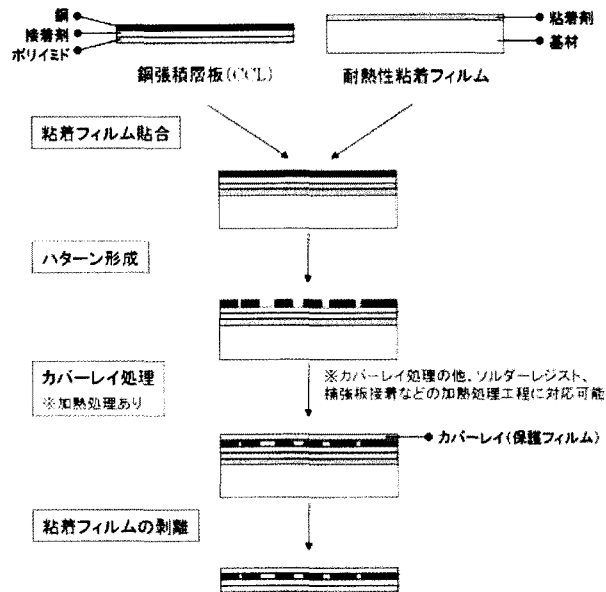
이 기술은 잠재적인 다양한 응용이 있다. 예를 들면, 자유 공간 통신은 각 인공 위성들이 위치한 플랫폼 사이의 자료를 전송하거나 전장에서 병사들과 항공기 사이의 데이터를 주고 받는 데 레이저를 사용한다. 이러한 종류의 통신은 정확하고 효율적인 레이저 광선 조정에 의존한다. 이 연구를 활용할 수 있는 또 다른 기술은 레이저 무기와 라이다(LIDAR)인데, 이것은 지형 지도와 같은 광학 스캐닝에 빛을 사용한다. Escuti의 연구진은 이미 미국 공군에 이 기술의 기본 모형을 전달했으며, 이 기술의 실용 가능성을 알아보기 위한 추가 연구에 돌입했다.

< www.physorg.com >

슬림형 전자 부품의 제조에 사용하는 내열성 점착 필름 개발

일본의 대일본 인쇄 주식회사(Dai Nippon Printig : DNP)는 슬림형 전자 부품의 제조 공정에서 사용되는 내열성 점착 필름 2종을 개발했다. 이번 개발은 가열 후에도 자외선(UV)을 조사함으로써 용이하게 벗겨낼 수 있는 "UV박리 타입"과 UV조사가 불필요하고 전자 부품 불편의 원인이 되는 실록산 가스를 발생하지 않는 "미점착 타입"이다.

모바일 단말기 등 전자기기의 소형화·고기능화에 따라, 기기에 탑재되는 전자 부품도 슬림화 진행되고 있다. 이러한 전자 부품에 대해서는 그 제조 공정에 있어서 매우 얇은 제품의 가공이나 운반 작업성을 향상시키기 위해 점착 필름으로 제품을 가고정해, 작업 후 벗겨내는 방법이 이용되고 있다. 그러나, 플렉서블 프린트 기판(Flexible Printed Circuit:FPC)에 있어서의 열압착 및 수지 경화 등의 제조 공정에서 150℃~160℃의 고열이 더해지는 경우에는 점착 필름의 점착력이 높아져 버리기 때문에, 작업 후



에 필름이 잘 벗겨지지 않아 박리 후에도 점착제가 남는 등의 문제가 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 대일본 인쇄주식회사(Dai Nippon Printig : DNP)는 이러한 과제를 해결하기 위해, 내열성이 높은 고분자계 수지(Resin)를 응용해, 고열이 가해지는 제조 공정에서도 사용할 수 있는 내열성 점착 필름의 개발에 성공했다.

1. UV 박리 타입

180℃까지의 가열 공정 후에도 UV(Ultra Violet) 조사에 의해 용이하게 점착 필름을 박리할 수 있다. 플렉서블 프린트 기판(Flexible Printed Circuit:FPC) 등의 제조에 이용이 용이할 것으로 기대된다.

2. 미점착 타입

200℃까지의 가열 공정 이후에도 UV(Ultra Violet) 조사 없이 용이하게 점착 필름을 박리 할 수 있다. 기존의 "미점착 타입"의 내열성 점착 필름으로 사용되고 있는 실리콘계 점착제는 전자 부품의 불편의 원인이 되는 실록산(siloxane : 규소와 산소의 화합물) 가스를 발생할 우려가 있었는데, 개발된 제품은 실록산 가스를 전혀 발생시키지 않는다.

< www.dnp.co.jp >

Photonics Application

Optical Material, Optical Precision Instruments

광응용(광소재, 광정밀기기)

세계 최박형 0.28mm 터치 패널용 유리 기판 개발

일본 AGC(Asahi Glass Co.Ltd)는 터치 패널용 유리 기판으로서는 세계에서 가장 얇은 두께 0.28mm의 소다 라임 유리(*1)의 개발에 성공했다. 이번 달 하순부터 플로트 공법(*2)으로 양산을 개시해 스마트폰이나 태블릿 PC의 경량화에 공헌할 것으로 기대된다.

AGC는 이번 달 하순부터 전자기기에 탑재되는 터치 패널용 유리 기판 시장에 전개를 개시한다.

최근, 세계적으로 급속히 보급이 진행되고 있는 스마트폰이나 태블릿 PC에서는 터치 패널을 통해 입력을 실시하는 방법이 주류이다. 터치 패널은 표면을 보호하는 커버재와 전극층을 배치하는 기판재로 구성되어 있는데, 기판재에는 열에 의한 변형이 거의 없고, 자외선 등에 의한 변색이 적어 내후성이 매우 높으며, 가공성이 뛰어나 화학 강화 처리(*3)를 할 수 있는 등의 특징으로부터 AGC 제품을 시작으로 하는 소다 라임 유리가 광범위하게 사용되고 있다. 스마트폰이나 태블릿 PC 등의 모바일 단말기는 휴대성이 소비자의 구매판단 기준 중 중요한 요소가 되고 있어, 주요 구성 부재의 하나인 터치 패널용 유리 기판에서도 소비자들은 보다 얇고 가벼워 지기를 요구하고 있다.

현재, 세계에서 가장 얇은 터치 패널용 유리 기판은 AGC 제품을 포함해서 0.33mm였는데, 이번에 약 15% 더 얇게 만드는데 성공한 이 제품은 중량면에서도 15%의 경량화를 실현했다. AGC는 경영방침 Grow Beyond에서 내걸었던 "새로운 성장 기반의 구축"의 실현을 위해 터치 패널용 유리 기판과 올해 1월에 발매를 개시한 화학 강화용 특수 유리 "Dragontrail(TM)" 등 다양한 디스플레이용 특수 유리를 통해서 솔루션 제공에 주력할 예정이다. 더불어, 이 터치 패널용 유리 기판은 5월 15일부터 로스앤젤레스에서 개최된 전시회 "Society for Information Display(SID)" 에서 전시되었다.

1. 소다 라임 유리 : 산화 나트륨, 이산화 규소 등을 주성분으로 한 유리로서 건축용, 자동차용 외 각종 전자기기에 사용되고 있는 가장 일반적인 유리이다.

2. 플로트법 : 유리 소지를 용해된 금속 위에 띄워 유리를 성형하는 제조법. 높은 평탄도의 유리를 효율적으로 제조할 수 있다는 특징을 가진다.

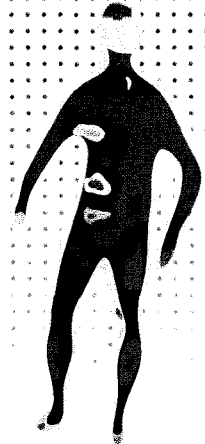
3. 화학 강화 처리 : 유리판을 약품에 담그는 것으로 표층을 화학적으로 강화하는 기술

< www.agc.com >

나노 기술을 이용한 인체 동작 감지

미래의 나노 기술 기반 전자 소자들은 보이지 않는 즉, 투명하고 플렉서블할 것이고, 그리드 반도체 칩들을 대신하여 상상할 수 있는 거의 모든 물질들이 내장될 플렉서블하고 늘어날 수 있는 전자 소자들을 선보일 것이다. 음악 플레이어들, 센서들, 원격 조정, 휴대폰, 컴퓨터 등과 같은 전자 소자들을 소유하는 것보다 이 소자들의 기능들은 옷, 패키징, 가구 등 일상 생활의 아이템들 내로 내장될 것이다. 또한, 피부나 신체 장기들에 붙여질 수도 있을 것이다. 티셔츠들 상에 프린트된 건강 모니터를 보는 것이 기대될 수 있고 의사들의 수술 장갑들 상에 지능 센서들, 아기 기저귀들 내 포함된 진단 소자들 또는 산업적 이용과 컴퓨터 게임들을 위해 데이터 장갑들 상의 인체-기계 인터페이스들에 사용될 수 있을 것이다.

늘어날 수 있는 전자 제품들을 개발하기 위한 많은 전략들은 초박막, 늘어날 수 있는 실리콘 구조들과 같은 현존하는 물질들로부터 새로운 건설하는 엔지니어링에 의존한다. 다른 접근법으



로는 폴리머와 같은 늘어날 수 있는 물질들 상에 초박막 CMOS 회로를 제조하는 것이다.

일본의 Tsukuba에서 ALST 나노튜브 연구 센터의 수퍼 성장 CNT 연구팀의 켄지 하타는 “나노기술은 일반적인 기술의 단순한 확장으로 실현 가능하지 않은 실현 가능한 능력과 기능을 가진 인간적인 소자들을 개발하는데 사용될 수 있는 물질과 구조들을 허락한다.” 고 한다. 그리고, 그는 “연구는 피부나 옷의 일부로서 작용할 수 있는 소자들을 제안하고, 도처에 존재하는 식으로 사용될 수 있다. 우리는 그러한 소자들이 결국 레크레이션, 가상 현실, 로보틱스, 건강 분야에서 넓은 응용 영역을 갖게 할 것이다” 라고 한다.

미래 전자 소자들의 수 많은 응용들은 그래핀과 나노 튜브들의 탄소 나노 물질에 기초될 것이다. 하타의 연구그룹의 새로운 연구는 벗겨질 때 줄모양 치즈의 구조적인 변형과 비슷한 방법에서 늘려질 때 변형되는 배열된 단일 벽 탄소 나노 튜브(SWCNT) 박막들로 구성된 새로운 형태의 늘릴 수 있는 전자 나노 물질들을 개발했다. 2011년 3월 27일 “A stretchable carbon nanotube strain sensor for human-motion detection”의 제목으로 Nature Nanotechnology 온라인 판에 게재된 글들의 발견들은 높은 내구성(150% 변형에서 만 사이클), 빠른 응답속도(14 ms 지체 시간), 낮은 크리프(creep)(100% 변형에서 3%)를 가지고 280%까지 변형을 측정하고 견딜 수 있다는 것이다.

하타는 “이러한 중요한 특징들은 움직임, 타이핑, 숨쉬기, 말하기를 감지하는데 이 물질들을 사용하여 피부 상에 짜여진 옷 안으로 다양한 변형 센서들을 포함함으로써 시현했던 것처럼 정확히 대형, 빠른 신체 움직임을 감지하기 위해 이 물질을 이용한다.” 라고 한다.

SWCNT 필름 변형 센서들을 제조하기 위하여, 처음 연구팀은 화학 기상 증착법을 이용하여 수직으로 정렬되고 매우 희박한(3~4% 차지율) SWCNT 박막 필름들을 성장시켰다. 순차적으

로 이 필름들을 층층이 쌓고, 끝부분들에서 겹쳐지게 하고, 변형 축으로 수직 정렬된 SWCNT들의 배열로 임의의 길이의 긴 필름들을 만들 수 있었다.

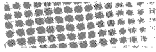
각각의 반복에 대해, 이 연구팀은 공기 매트릭스를 수축시키는 것과 비슷한 방법에서 기판에 400 nm 두께의 이 박막을 평평하게 한 이소프로필 알코올(isopropyl alcohol) 방울로 이 필름을 적셨다고 하타가 설명했다. 이것은 SWCNT들을 고밀도로 묶인 고체 형태 내로 묶기 위한 것이다.

이 프로세스는 어떤 기계적인 압력 부가 없이 성취된 기판에 콘택된 강한 반 데르 왈스의 개발에 기인한다. 접착력은 $\sim 12 \text{ N cm}^{-2}$ 로 측정되었고, 커다란 변형에 견디는데 충분했다.

SWCNT 변형 센서의 두 가지 중요한 혜택들은 낮은 크리프와 빠른 응답속도이다. 이 연구팀은 초당 10.6 mm의 속도에서 5초의 회복시간을 가지고 5 내지 100 % 변형 사이의 센서를 반복했다. 이 변형에 대한 응답속도는 3%의 낮은 오버슈트(overshoot)와 약 5초의 회복 시간을 가지기 때문에 상당히 빠르다. 이것은 전도 필터들을 이용한 폴리머 화합물들에서 관찰된 100초 이상의 회복시간과 8.8% 오버슈트에 비해 상당히 진보되었고, 3배 작은 변형 속도를 가진다.

이런 특성에 의해, 이 변형 센서는 온도 내 변화에 기인한 기판의 팽창/축소가 이 센서에 의해 변형으로써 감지될 것이기 때문에 온도에 민감하다. 또한, 탄소 나노튜브들의 전도성에 영향을 끼치는 어떤 환경적인 효과도 변형 센서들에 영향을 끼친다. 예를 들어, 가스들에 노출함은 탄소 나노튜브들을 도핑하고 나노튜브들의 전도성을 변하게 하는 것으로 잘 알려져 있다. 심지어 이 물질에 숨을 부는 것 역시 변형으로 기록된다.

그러므로 패키징은 환경적인 효과들에 변형 센서의 민감도를 감소시키고 자극으로의 손상을 보호하기 위해 중요하다. 이를 해결하기 위해, 이 연구팀은 PDMS 코팅을 가지고 변형 센서를 밀봉했다. 밀봉 시, 이 센서는 게이지(gauge) 요소에서 약간만의



Photonics Application

Optical Material, Optical Precision Instruments

광응용(광소재, 광정밀기기)

감소를 가지고 밀봉 전 만큼 감지했다.

착용 가능한 소자들에서 SWCNT 필름들의 가능성을 시험하기 위해, 이 연구원들은 필름들에 늘릴 수 있는 전극들을 연결하고 봉대들과 옷 상에 이 감지기들을 조립함에 의해 늘릴 수 있는 신체 움직임 감지기를 제조했다.

인체 움직임 감지에서 폭넓은 영역의 가능 응용 제품들이 있다. 가슴에 고정됐을 때, 호흡은 가슴 확장과 축소인 흡입과 방출을 가지고 결합된 상대적인 저항의 상향과 하향 기울기들에 의해 감지될 수 있다. 인후에 부착될 때, 목젓(Adam's apple)의 움직임을 감지함에 의해 발음(말투)을 감지했다. 그런 소자들은 잠자는 유아들에서 유아 돌연사 증후군의 초기 감지를 위한 숨쉬기 감지에 유용할 것이다.

이 연구팀에 의해 시험된 또 다른 흥미로운 응용은 단일 장갑 상에 조립된 다섯 개 독립 SWCNT 변형 센서들로 만들어진 데이터 장갑이다.

이 양방향성 소자는 개별적이고 정확하게 각 손가락의 움직임을 감지할 수 있고 각 게이지의 출력은 손 구성을 평가되도록 측정될 수 있다. 이 소자는 수술 과정들을 원격으로 실시하고 지뢰 제거 동작들의 안정성과 속도를 증가시키기 위해 마스터-핸드(master-hand)로써 이용될 수 있다.

< www.nanowerk.com >

호흡기구의 안전도를 향상시키는 센서

새로운 종류의 호흡기의 탄소필터가 위험스럽게 포화되었거나, 사용하기에 안전하지 않을 때 응급서비스 요원에게 경고를 해 줄 수 있다.

Advanced Materials 저널에 최근 이슈에서, 캘리포니아대학의

연구자들과 Tyco Electronics사는 어떻게 탄소 나노구조를 만들었는지, 그리고 휘발성 유기 화합물을 위한 마이크로센서의 잠재적인 사용에 대하여 증명하는 내용을 실었다.

응급서비스 요원들은 이러한가스들로부터 자신을 보호하고 있다. 그러나 이 가스의 구성요소들은 알려지지 않고 있으며, 가스 마스크를 통하여 그들은 호흡을 하고 있다. 공기 중의 독소는 가스 마스크 필터에서 탄소를 가지고 있으며, 위험한 물질들을 모아 두고 있다. 필터가 포화되어지면, 화학물질들은 통과하기 시작할 것이다. 그리고나서 필터가 언제 사용되어야 할지를 결정할 수 있는 쉬운 방법은 없을 것이다. 현재 안전 프로토콜은 얼마나 오랫동안 사용자가 마스크를 착용하고 있는지에 대한 필터변화의 시간에 기초하고 있다. '새로운 센서들은 필터의 탄소가 실제로 흡수되어질 때 얼마나 많은 물질들이 정확하게 읽혀지는지에 대한 것을 제공해준다.

이러한 탄소 나노필터들은 인공호흡기에서 사용되는 활성화된 목탄으로서 동일한 화학적인 특성을 가지고 있기 때문에, 그들은 유기 오염물질을 흡수할 수 있는 동일한 능력을 가지고 있다.'

라고 팀 리더인 UC San Diego 바이오화학과 Michael Sailor 교수가 말했다. Sailor의 팀은 나노섬유를 반복되는 구조에 모아놓았다. 이것은 빛의 특정 파장을 반사하는 광자결정이라는 것이다. 무지개빛의 센서들은 섬유가 독소를 흡수했을 때 색깔이 변화하게 된다. 그래서 추가적인 화학물질들이 흡수되어질 때 그것의 흡수 능력을 시각적인 표시로 보여주게 된다.

이 팀이 제작한 물질들은 매우 얇으며, Sailor의 그룹은 이미 광학섬유 끝에 밀리미터 이하의 유사한 광학센서를 놓았었다. 그래서 그들은 인공호흡기 카트리지에 포함될 수 있다는 것을 보여주었다.

< www.theengineer.co.uk >



ISSUE

신기술, 신제품

초내열 광학 등방성 투명 필름

일본 JSR 주식회사는 실용 온도 260°C 이상의 내열성을 가지는 초내열 광학 등방성 투명 필름을 개발했다. 이 제품은 고투명성, 광학 등방성, 고굴절률, 헨드 리플로우 내열성, 저열수축성, 저유전성, 저흡수성, 난연소성 등을 겸비하고 있어 가공시의 요구 성능도 만족시키는 좋은 재료이다.

터치 패널용 투명 도전 필름 기재, 유기 EL 조명 기재, 플렉서블 프린트 기재, 절연막용으로서 검토가 진행되고 있다.

또한, 유기 EL이나 전자 종이를 포함한 각종 디스플레이 기재, 광 센서, 고주파 회로 기재, 광도파로 재료 등 광범위한 용도에 적용이 기대된다. 또, 이 재료는 상기 성능은 물론 공기 중 고온 조건 하에서도 가공이 가능하고 박막에서도 강도가 높아 크랙이 발생하지 않는 등 제품 수율과 생산성 향상에 매우 우월하다. 유리를 대체하는 것이 가능한 초내열 광학 등방성 투명 재료로서 기대를 모으고 있다.

현재, 시장에서 사용되고 있는 광학 등방성 필름 중에는 고내열성, 고투명성, 고강도, 저열수축 등 가공시의 요구 성능도 동시에 만족시키는 재료는 없었다.

JSR에서는 이러한 시장의 요구에 부응하기 위해, 지금까지 축적해 온 독자적인 고분자 설계 기술과 특수한 합성 기술을 활용하여 완전히 새로운 타입의 재료를 개발했다.

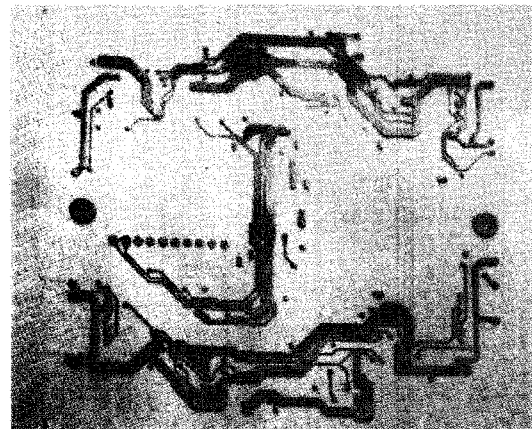
JSR에서는 작년 12월에 이 제품의 파일럿 설비를 완성시켜 샘플 출하가 가능한 생산 체제를 구축했다. 이미 판매되고 있는 ARTON 등 광학 필름을 가공한 ITO 필름과 더불어 본 개발품의 특징을 활용해 고온 결정화에 의한 저저항 투명 도전막의 제막 등 정밀 가공 기술을 부여함으로써 고기능이 요구되는 분야로 확대를 전개할 방침이다. 이 재료는 필름 이외에 바니스로 제공도 가능하다.

< www.jsr.co.jp >

< 参考 >



JSRの超耐熱光学等方性透明フィルム LUCERAT™



LUCERAT™上の銅メッキ回路 関東学院大学表面工学研究所様 ご提供サンプル