

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0092410 (43) 공개일자 2012년08월21일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G02F 1/1333 (2006.01) C08J 5/18 (2006.01) G02F 1/167 (2006.01)	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가 1	
(21) 출원번호 10-2011-0012453	(72) 발명자	
(22) 출원일자 2011년02월11일	하정숙	
심사청구일자 2011년02월11일	서울특별시 노원구 화랑로 355, 101동 2203호 (월계동, 우남아파트)	
	신건철	
	서울특별시 성북구 안암로 145, 자연계캠퍼스 제2공학관 237-B호 (안암동5가, 고려대학교)	
	(74) 대리인	
	한양특허법인	

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 플렉서블 소자의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 매우 얇고 유연한 고분자 필름에 형성된 플렉서블 소자를 제조하는 방법에 관한 것이다.

본 발명은 (a) 서로 표면 에너지 차이가 큰 지지기판과 고분자 용액을 준비하는 단계; (b) 상기 지지기판 위에 고분자 용액을 스핀 코팅하고 경화하여 유연한 기관용 고분자 필름을 형성하는 단계; (c) 상기 고분자 필름 위 일부에 소자를 형성하는 단계; (d) 상기 고분자 필름 위에 형성된 소자 영역을 제외한 부분에 테이프를 부착하는 단계; 및 (e) 테이프의 접착력을 이용하여 상기 고분자 필름을 지지기판으로부터 분리하는 단계를 포함하는 플렉서블 소자의 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도1d



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20100018932

부처명 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원_도약연구

연구과제명 SiP(System in Package) 소자 응용을 위한 상향식(bottom-up) 다층 패터닝 공정

주관기관 교육과학기술부

연구기간 2010.07.01 ~ 2011.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 표면 에너지 차이가 큰 지지기판과 고분자 용액을 준비하는 단계;
- (b) 상기 지지기판 위에 고분자 용액을 스핀 코팅하고 경화하여 유연한 기판용 고분자 필름을 형성하는 단계;
- (c) 상기 고분자 필름 위 일부에 소자를 형성하는 단계;
- (d) 상기 고분자 필름 위에 형성된 소자 영역을 제외한 부분에 테이프를 부착하는 단계; 및
- (e) 테이프의 접착력을 이용하여 상기 고분자 필름을 지지기판으로부터 분리하는 단계를 포함하는 플렉서블 소자의 제조방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 표면에너지 차이는 150 mJ/m^2 이상인 것을 특징으로 하는 플렉서블 소자의 제조방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 고분자 용액은 폴리비닐리덴 플루오라이드, 폴리비닐 플루오라이드, 폴리아믹산, 폴리스티렌, 폴리메틸 아크릴레이트, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리카보네이트, 폴리비닐 피롤리돈 및 폴리카실릴렌으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종을 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 소자의 제조방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 고분자 용액은 (b)단계의 스핀 코팅과 경화 후 두께 500 nm 이하의 필름을 형성하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 소자의 제조방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 고분자 용액은 폴리아믹산을 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 소자의 제조방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 (b)단계에서 형성된 고분자 필름은 30 내지 50 mJ/m^2 의 표면에너지를 갖는 것을 특징으로 하는 플렉서블 소자의 제조방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 (c)단계에서 고분자 필름 위에 형성되는 소자는 나노선 전계효과 소자인 것을 특징으로 하는 플렉서블 소자의 제조방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 (d)단계에서 소자가 노출된 경우 테이프는 소자 영역을 제외한 고분자 필름의 외곽부분만 덮는 것을 특징으로 하는 플렉서블 소자의 제조방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서, 상기 (d)단계에서 소자가 노출되지 않은 경우 테이프로 고분자 필름 전체를 덮거나 그물형 테이프로 고분자 필름을 덮어 고분자 필름에 크랙이 생기거나 늘어나지 않도록 하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 소자의 제조방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서, 상기 (e)단계에서 부착된 테이프를 모서리부분부터 천천히 잡아당겨 고분자 필름을 지지기판으로부터 분리하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 소자의 제조방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서, 상기 지지기판으로부터 분리된 고분자 필름을 유연한 다른 기판에 전이하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 소자의 제조방법.

청구항 12

청구항 1에 있어서, 상기 고분자 필름에 부착되어 있는 테이프를 오프내어 제거하거나, 테이프 또는 테이프의 접착제를 제거하는 유기용매를 사용함으로써 제거하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 소자의 제조방법.

청구항 13

청구항 1 내지 12 중 어느 한 항의 방법에 따라 제조한 플렉서블 소자.

청구항 14

청구항 13의 플렉서블 소자를 적용하여 제조한 플렉서블 디스플레이.

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 매우 얇고 유연한 고분자 필름에 형성된 플렉서블 소자를 제조하는 방법에 관한 것이다.
- [0002] 또한, 본 발명은 상기 플렉서블 소자를 응용하여 플렉서블 디스플레이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0003] 최근 휨 수 있거나 접을 수 있는 플렉서블 디스플레이(Flexible Display)에 대한 관심이 커지고 있으며, 이미 프로토타입의 수준의 다양한 제품이 발표되었고 상용화가 진행되고 있는 상황이다.
- [0004] 기존의 디스플레이 소자가 실리콘 기판을 기반으로 하고 있는데 비하여, 플렉서블 디스플레이 소자는 유연한 기판을 기반으로 한다. 따라서 플렉서블 디스플레이 소자 구현에 있어서 그 출발점은 유연한 기판 기술이다.
- [0005] 일반적으로 가장 용이하게 사용되는 플렉서블 소자의 제조방법은 유연한 기판 위에 소자를 제조하는 것이다. 현재 플렉서블 소자의 제조를 위해 유연한 기판 재료 및 제조방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 유연한 기판 재료가 가지는 고유한 물리적 특성으로 인해 소자에의 응용이 제한되고 있다.
- [0006] 그 중에서도 유연한 기판의 두께는 소자에의 응용을 제한하는 가장 중요한 요소가 되고 있다. 유연한 기판의 두께가 얇으면 얇을수록 플렉서블 소자를 구부렸을 때 유연한 기판 자체 및 유연한 기판 위에 형성된 소자에 가해지는 팽창과 압축에 의한 스트레스가 적어진다.
- [0007] 상기 유연한 기판의 소재로 주로 사용되는 것은 고분자 필름이다. 그러나, 현재 공정 기술로는 수십 마이크로미터 이하의 두께를 갖는 고분자 필름을 기준으로 소자를 제작하는 것에 어려움이 있으며 실제 제품에 적용 시 그보다 더 두꺼운 수백 마이크로미터 수준의 고분자 필름을 사용하고 있다.
- [0008] 따라서 보다 효율적이고 간편한 방법으로 매우 얇고 유연한 필름 위에 구현된 플렉서블 소자를 제조하는 방법을 개발할 필요성이 대두되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 목적은 얇고 유연한 기판 위에 구현된 플렉서블 소자의 제조방법을 제공하는데 있다.
- [0010] 보다 구체적으로 본 발명은 마이크로미터 이하의 두께를 갖는 유연한 필름 위에 구현된 플렉서블 소자의 제조방법을 제공하는데 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 다른 목적은 플렉서블 소자를 적용한 플렉서블 표시장치의 제조방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 즉, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은,

[0013] (a) 서로의 표면 에너지 차이가 큰 지지기판과 고분자 용액을 준비하는 단계;

[0014] (b) 상기 지지기판 위에 고분자 용액을 스핀 코팅하고 경화하여 유연한 기관용 고분자 필름을 형성하는 단계;

[0015] (c) 상기 고분자 필름 위 일부에 소자를 형성하는 단계;

[0016] (d) 상기 고분자 필름 위에 형성된 소자 영역을 제외한 부분에 테이프를 부착하는 단계; 및

[0017] (e) 테이프의 접착력을 이용하여 상기 고분자 필름을 지지기판으로부터 분리하는 단계를 포함하는 플렉서블 소자의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따르면 구부렸을 때 소자에 가해지는 팽창과 압축에 의한 스트레스가 적은, 마이크로미터 이하의 두께를 가진 유연한 필름 위에 제조된 플렉서블 소자를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1a는 고분자 필름(110)을 제조하는 과정의 개략도이다,

도 1b는 고분자 필름을 경화시키는 과정의 개략도이다.

도 1c는 고분자 필름 위에 기능을 갖는 구동 소자를 형성하는 과정의 개략도이다.

도 1d는 고분자 필름을 지지기판(100)으로부터 분리하는 과정의 개략도이다.

도 1e는 분리한 고분자 필름을 원하는 기관(150) 위에 부착하고 테이프를 제거하는 과정의 개략도이다.

도 2는 본 발명에 따른 나노선 전계 효과 소자를 형성한 칩을 촬영한 사진이다.

도 3은 실리콘 옥사이드 기관으로부터 떼어낸 고분자 필름 및 소자를 촬영한 사진이다.

도 4는 고분자 필름을 떼어내고 남은 실리콘 옥사이드 기관을 촬영한 사진이다.

도 5는 고분자 필름 및 소자를 폴리디메틸실록산 고분자 기관 위에 전이시킨 상태를 촬영한 사진이다.

도 6은 구동 소자 부분의 고분자 필름을 폴리디메틸실록산 고분자 기관 위로 전이시키고 남은 외곽 부분을 촬영한 사진이다.

도 7은 폴리디메틸실록산 고분자 기관 위에 부착시킨 고분자 필름 및 소자의 테이프 및 불필요한 부분을 제거한 후의 상태를 촬영한 사진이다.

도 8은 최종적으로 완성된 스트레칭이 가능한 나노선 전계효과 소자 어레이를 비튼 상태를 촬영한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하에서 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.

[0021] 본 발명의 플렉서블 소자의 제조방법은,

[0022] (a) 서로의 표면 에너지 차이가 큰 지지기판과 고분자 용액을 준비하는 단계;

[0023] (b) 상기 지지기판 위에 고분자 용액을 스핀 코팅하고 경화하여 유연한 기관용 고분자 필름을 형성하는 단계;

[0024] (c) 상기 고분자 필름 위 일부에 소자를 형성하는 단계;

[0025] (d) 상기 고분자 필름 위에 형성된 소자 영역을 제외한 부분에 테이프를 부착하는 단계; 및

- [0026] (e) 테이프의 접착력을 이용하여 상기 고분자 필름을 지지기판으로부터 분리하는 단계를 포함한다.
- [0027] 표면에너지 차이가 크면 지지기판으로부터 형성된 고분자 필름을 떼어내는 것이 용이한 장점이 있다. 상기 지지기판은 경성기판으로서 상기 고분자 필름을 지지하는 역할을 하며 고분자 필름과 표면에너지 차이가 크다. 바람직하게는 상기 표면에너지 차이는 150 mJ/m^2 이상이다. 상기 지지기판은 특별히 한정되지 않으나, 실리콘 옥사이드(표면 에너지 200 mJ/m^2)로 덮여진 실리콘 기판이 바람직하다.
- [0028] 상기 고분자 용액은 특별히 한정되지는 않으나, 그 예로 폴리비닐리덴 플루오라이드(Polyvinylidene fluoride(PVDF)), 폴리비닐 플루오라이드(Polyvinyl fluoride (PVF)), 폴리아미산(Polyamic acid), 폴리스티렌(Polystyrene (PS)), 폴리메틸 아크릴레이트(Polymethyl acrylate (PMA)), 폴리메틸 메타크릴레이트(Polymethyl methacrylate (PMMA)), 폴리카보네이트(Polycarbonate (PC)), 폴리비닐 피롤리돈(Polyvinyl pyrrolidone (PVP)), 폴리크실릴렌(파릴렌) (Polyxylylene (parylene)) 등을 들 수 있다. 바람직하게는, 상기 고분자 용액은 폴리아미산 용액이다.
- [0029] 상기 고분자 용액은 (b)단계의 스핀 코팅과 경화 후 두께 500 nm 이하의 필름을 형성하도록 용매로 희석시킨 것을 특징으로 한다.
- [0030] 상기 고분자 용액의 스핀 코팅은 공지의 방법에 의한다.
- [0031] 상기 고분자 용액의 경화는 열 또는 자외선 등의 외부에너지를 가함으로써 실행되며, 경화 방법은 특별히 제한되지 않으며 공지의 방법에 따른다.
- [0032] 상기 (c)단계에서 고분자 필름 위에 형성되는 소자는 기능을 가진 구동 소자이며, 본 발명의 바람직한 구체예에 따르면 나노선 전계효과 소자이다.
- [0033] 상기 소자는 상기 고분자 필름 위에 게이트 전극을 패터닝하여 증착한 후 고분자 필름을 다시 코팅하고 그 위에 나노선을 슬라이딩하여 전이한 후 전극을 패터닝하여 증착하는 방식에 의해 형성된다. 상기 고분자 필름 위에 형성된 소자는 외부로 노출되거나 완성된 소자 위에 고분자 필름을 코팅하는 공정을 추가하여 외부에 비노출될 수 있다.
- [0034] 본 발명의 플렉서블 소자의 제조방법은 고분자 필름 위에 형성된 소자를 테이프를 이용하여 지지기판으로부터 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 상기 (d)단계에서 소자 영역을 제외한 부분에 부착되는 테이프의 종류 및 접착력은 특별히 한정되지는 않으나, 플라스틱 테이프가 바람직하다. 다르게는, 필름이나 소자를 전이할 때 기판 등이 잘 보이도록 반투명 또는 투명한 재질의 테이프가 사용될 수 있다.
- [0036] 상기 테이프는 소자가 노출된 경우 소자 영역을 제외한 고분자 필름의 외곽부분만 덮도록 하고, 소자가 노출되지 않은 경우 고분자 필름 전체를 덮거나 그물형으로 고분자 필름을 덮어 고분자 필름에 크랙이 생기거나 늘어나지 않도록 한다.
- [0037] 본 발명의 바람직한 일 구체예에서, 실리콘 옥사이드 기판 위에 제조된 고분자 필름은 50 mJ/m^2 이하, 바람직하게는 $30 \sim 50 \text{ mJ/m}^2$ 의 표면에너지를 갖는다.
- [0038] 따라서 고분자 필름과 실리콘 옥사이드 기판 (200 mJ/m^2)과의 표면에너지 차이가 매우 크며, 그 결과 고분자 필름과 실리콘 옥사이드 기판 간의 접착력은 매우 약하다. 그러므로 소자 영역을 제외한 부분에 테이프를 부착한

후, 부착한 테이프를 모서리부분부터 천천히 잡아당김으로써 지지기판으로부터 고분자 필름을 분리할 수 있다.

표 1

[0039] 고분자의 종류 및 필름 형성시 표면에너지

고분자	필름 형성시 표면에너지 (mJ/m^2)
폴리비닐리덴 플루오라이드(Polyvinylidene fluoride) (PVDF)	31.5
폴리비닐 플루오라이드(Polyvinyl fluoride (PVF))	36.4
폴리아믹산(Polyamic acid)	37.4
폴리스티렌(Polystyrene (PS))	38.3
폴리메틸 아크릴레이트(Polymethyl acrylate (PMA))	39.8
폴리메틸 메타크릴레이트 (Polymethyl methacrylate (PMMA, acrylic, plexiglas))	41.8
폴리카보네이트(Polycarbonate (PC))	42.3
폴리비닐 피롤리돈(Polyvinyl pyrrolidone (PVP))	46.0
폴리크실릴렌(파릴렌) (Polyxylylene (parylene))	46.3

[0040] 본 발명의 플렉서블 소자 제조방법은 상기 분리한 테이프가 부착된 고분자 필름을 유연한 다른 기판에 전이하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0041] 상기 다른 기판은 유연하거나 스트레칭이 가능한 얇은 기판으로 접착력이 있으면 특별히 한정되지 않으나, 폴리디메틸실록산 고분자 기판이 바람직하다.

[0042] 또한, 상기 분리한 테이프가 부착된 고분자 필름은 유연한 다른 기판에 전이되지 않고 그대로 소자에 응용될 수 있다.

[0043] 추가적으로, 본 발명의 플렉서블 소자의 제조방법은 고분자 필름에 부착되어 있는 테이프를 제거하는 방법으로서 소자가 노출된 경우 테이프 영역만 내려내어 떼어내거나, 소자가 노출되지 않는 경우 테이프 또는 테이프의 접착제를 제거하는 유기용매를 사용하는 단계를 포함할 수 있다. 이때 사용되는 유기용매는 특별히 한정되지 않으며, 그 예로 아세톤을 들 수 있다.

[0044] 또한, 본 발명의 플렉서블 소자의 제조방법은 추가적으로 테이프를 사용하거나 플라즈마 에칭을 통해 불필요한 부분을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

[0045] 본 발명의 플렉서블 소자의 제조방법에 따르면 마이크로미터 이하의 두께를 가진 필름 위에 형성된 플렉서블 소자를 제조할 수 있다.

[0046] 상기와 같이 제조된 플렉서블 소자는 플렉서블 디스플레이에 응용될 수 있다.

[0047] 이하 실시예를 통해 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0048] 실시예

[0049] 실리콘 옥사이드 기판 300 nm 위에 폴리아믹산 용액을 60 초간 400 rpm 으로 스핀 코팅하여 폴리아믹산 필름을 제조하였다. 상기 폴리아믹산 필름에 열 (1단계: 95 °C/3분, 2단계: 150 °C/10분, 3단계: 250 °C/2시간) 또는 자외선 (350 W Hg ramp, 10 초) 등의 외부에너지를 가함으로써 두께 300 nm의 경화된 폴리이미드 필름을 형성하였다.

[0050] 상기 폴리아믹산 용액은 폴리아믹산과 (1-메틸-2-피롤리디논/방향족 탄소용매 혼합 용매(혼합비 80:20))가 3:1로 희석된 것이며, 상기 폴리이미드 필름의 표면 에너지는 37.4 mJ/m^2 이다.

[0051] 상기 폴리이미드 필름 위에 나노선 전계 효과 소자를 형성한 후, 소자 영역을 제외한 폴리이미드 필름 외곽 부

분에 플라스틱 테이프를 부착한 다음, 평평한 상태로 소자가 형성된 폴리이미드 필름을 실리콘 옥사이드 기판으로부터 분리하였다.

[0052] 그 다음, 플라스틱 테이프로 분리한 소자가 형성된 폴리이미드 필름을 스트레칭이 가능한 폴리디메틸실록산 기판 위에 부착시켰다. 그리고, 불필요한 부분인 외곽 부분의 필름을 칼로 그어서 소자가 형성된 필름과 분리한 후 플라스틱 테이프를 제거하거나, 산소 플라즈마 에칭 (150 W, 20 sccm, 50 mTorr) 을 통해 불필요한 고분자 필름을 제거한 후에 외곽의 플라스틱 테이프 부분을 제거함으로써 플렉서블 소자를 완성하였다.

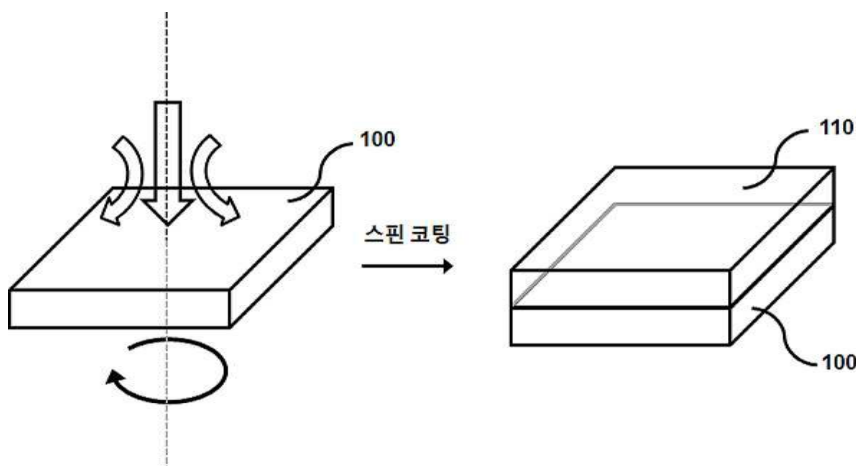
[0053] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 통해 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

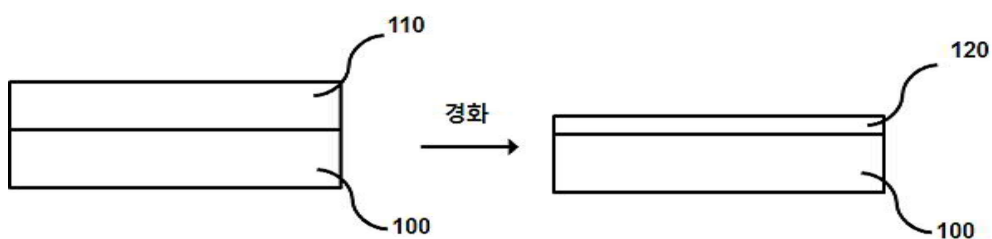
[0054] 100 : 지지기판
110 : 고분자 용액을 스핀 코팅하여 제조한 필름
120 : 경화된 고분자 필름
130 : 구동 소자
140 : 플라스틱 테이프
150 : 유연한 기판 또는 필름

도면

도면1a



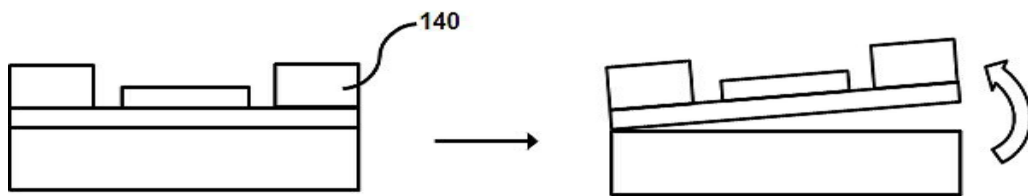
도면1b



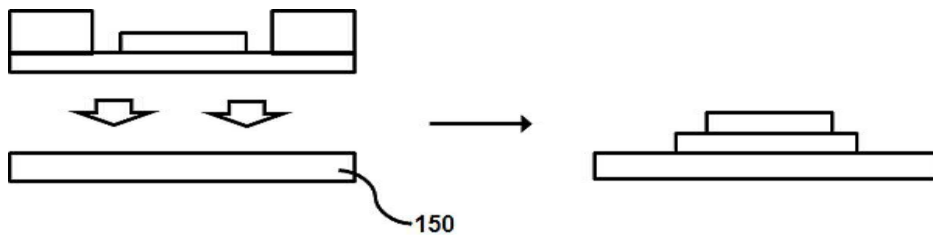
도면1c



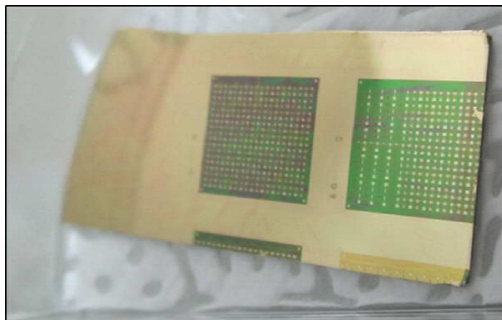
도면1d



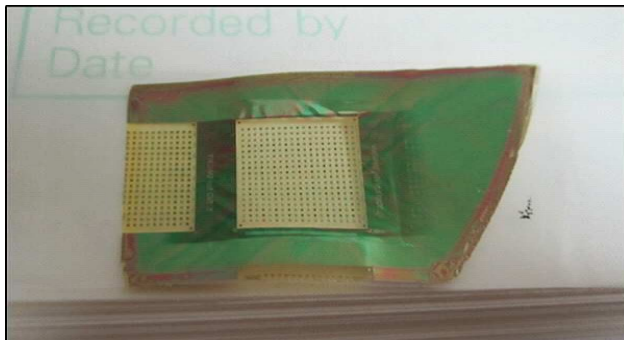
도면1e



도면2



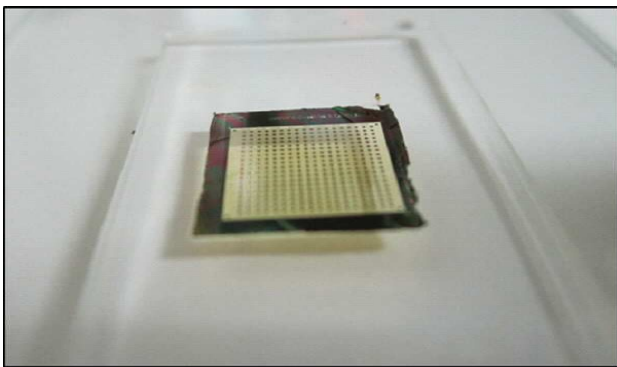
도면3



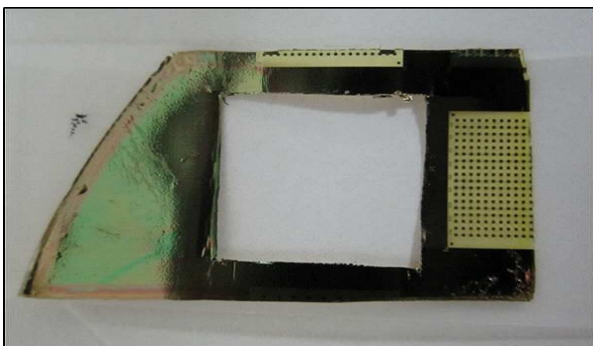
도면4



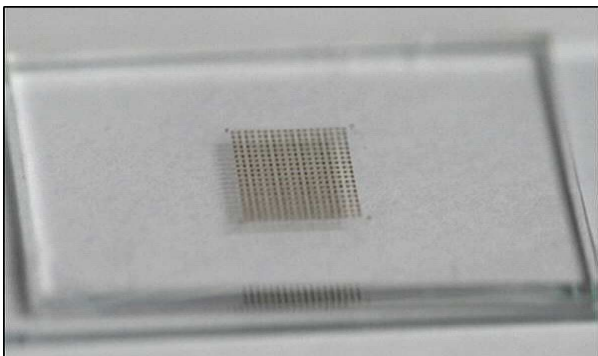
도면5



도면6



도면7



도면8

