(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0146356
(43) 공개일자 2014년12월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 1/09 (2006.01) *H05K 3/38* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0068886
(22) 출원일자 2013년06월17일
심사청구일자 2013년06월17일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
김도근
경남 창원시 성산구 삼정자로 79, 117동 102호 (성주동, 유니온빌리지)
정성훈
서울 은평구 불광로2길 33, 1108동 902호 (불광동, 북한산힐스테이트1차아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인다울

전체 청구항 수 : 총 11 항

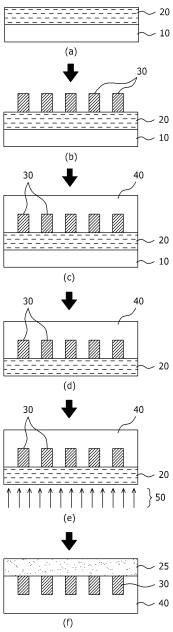
(54) 발명의 명칭 **변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법 및 이에 의해 제조된 도전 배선이 함입된 유연 기판**

(57) 요 약

본 발명은 종래 버퍼층(본 발명의 경우 변이층)을 제거하지 않고 그대로 활용할 수 있어 종래 버퍼층 사용에 따른 공정 속도 저하, 전기적 특성 감소, 이물 잔류, 환경 오염 등의 문제점을 근본적으로 제거할 수 있는 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법을 제공하는 것이다.

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



본 발명에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법은, 기판 상에 금속, 전도성 고분자 또는 탄소계 물질로 이루어진 변이층을 형성하는 단계와; 상기 변이층 상에 도전 배선을 형성하는 단계와; 상기 도전 배선을 포함하여 상기 변이층 상에 고분자를 코팅하고 경화시켜 고분자 필름을 형성하는 단계와; 물리적 힘을 가하여 상기 고분자 필름으로부터 상기 기판을 제거하는 단계; 및 상기 기판이 제거됨으로써 노출되는 상기 변이층에 전하를 띤 입자를 조사하여 산화 또는 환원시킴으로써 상기 변이층을 투명 전극으로 변환시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(72) 발명자

김종국

경남 창원시 성산구 창이대로 737, 109동 202호 (사파동, 사파동성아파트)

이승훈

경남 창원시 성산구 원이대로878번길 7, 201호 (가음동, 재료연구소아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	PNK3230
부처명	지식경제부
연구관리전문기관	산업기술연구회
연구사업명	주요사업
연구과제명	미세금속배선적용유연투명전도막형성기술개발(2/3)
기 여 율	1/1
주관기관	한국기계연구원부설재료연구소
연구기간	2013.01.01 ~ 2013.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

기판 상에 금속, 전도성 고분자 또는 탄소계 물질로 이루어진 변이층을 형성하는 단계;

상기 변이층 상에 도전 배선을 형성하는 단계;

상기 도전 배선을 포함하여 상기 변이층 상에 고분자를 코팅하고 경화시켜 고분자 필름을 형성하는 단계;

물리적 힘을 가하여 상기 고분자 필름으로부터 상기 기판을 제거하는 단계; 및

상기 기판이 제거됨으로써 노출되는 상기 변이층에 전하를 띈 입자를 조사하여 산화 또는 환원시킴으로써 상기 변이층을 투명 전극으로 변환시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법.

청구항 2

기판 상에 금속, 전도성 고분자 또는 탄소계 물질로 이루어진 변이층을 형성하는 단계;

상기 변이층 상에 투명 전극을 형성하는 단계;

상기 투명 전극 상에 도전 배선을 형성하는 단계;

상기 도전 배선을 포함하여 상기 변이층 상에 고분자를 코팅하고 경화시켜 고분자 필름을 형성하는 단계;

물리적 힘을 가하여 상기 고분자 필름으로부터 상기 기판을 제거하는 단계; 및

상기 기판이 제거됨으로써 노출되는 상기 변이층에 전하를 띈 입자를 조사하여 산화 또는 환원시킴으로써 상기 변이층을 투명 전극으로 변환시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법.

청구항 3

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 변이층을 투명 전극으로 변환시키는 단계는,

상기 변이층에 전하를 띈 입자를 조사하는 대신, 자외선, 열, 또는 용매에 의한 화학 반응을 통해 상기 변이층을 산화 또는 환원시킴으로써 투명 전극으로 변환시키는 것을 특징으로 하는 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법.

청구항 4

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 변이층은 P-타입 옥사이드(P-type Oxide)로 변환될 수 있는 물질로 형성되고,

상기 변이층에 조사되는 상기 전하를 띈 입자는 산소 이온 빔인 것을 특징으로 하는 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법.

청구항 5

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 변이층은 그래핀 옥사이드(graphene oxide) 또는 리듀스 그래핀 옥사이드(reduced graphene oxide)로 형

성되고,

상기 변이층에 조사되는 상기 전하를 띈 입자는 플라즈마인 것을 특징으로 하는 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법.

청구항 6

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 변이층에 조사되는 상기 전하를 띈 입자는 플라즈마 또는 이온 빔인 것을 특징으로 하는 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법.

청구항 7

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 변이층을 형성하는 단계는 기판 전처리 단계를 더 포함하고,

상기 기판 전처리 단계는, 상기 기판 상에 상기 변이층을 형성하기 전 기판 표면에 플라즈마(plasma)를 조사하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법.

청구항 8

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 도전 배선은, 전도성 금속 또는 이들의 합금, 전도성 금속 산화물, 전도성 폴리머, 폴리아닐린(PANI)으로 이루어진 유기전도체 물질, 전도성 금속으로 이루어진 나노 와이어, 전도성 탄소계 나노 물질 중에서 선택된 적어도 어느 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법.

청구항 9

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 고분자는 유리전이점이 180℃ 이상인 내열성 수지인 것을 특징으로 하는 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법.

청구항 10

도전 배선이 함입된 유연 기판으로서,

제1 항 또는 제2 항에 따라 제조되어, 고분자 필름 내부에는 도전 배선이 삽입되어 있고, 상기 고분자 필름의 일측에는 상기 도전 배선과 전기적으로 접속된 투명 전극이 적층되어 있는 것을 특징으로 하는 도전 배선이 함입된 유연 기판.

청구항 11

태양전지, 면조명, e-페이퍼, 터치패널, FPCB, RFID, 또는 디스플레이 패널을 포함하는 전기 전자 장치로서,

제1 항 또는 제2 항에 따라 제조된 도전 배선이 함입된 유연 기판을 구비하는 것을 특징으로 하는 도전 배선이 함입된 유연 기판을 구비하는 전기 전자 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유연 기판 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 도전성 배선이 함몰된 폴리머 기판과 이에 적층되는 투명전극을 효과적으로 형성할 수 있는 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법 및 이에 의해 제조된 도전 배선이 함입된 유연 기판에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 플렉서블(Flexible)한 특성을 갖는 전기 전자 장치, 예컨데, 플렉서블 디스플레이, 태양전지, 면조명, e-페이퍼, 플렉서블 이차전지 및 터치패널이 미래 유망 기술 분야로 각광받고 있는 실정이다.

[0003] 이처럼 플렉서블한 특성을 갖는 전기 전자 장치를 구현하기 위해서는 투명하면서 낮은 저항을 갖는 투명 전극을 포함한 유연 기판 제조 기술이 필수적으로 요구된다. 현재 실질적으로 적용 가능한 투명 전극으로는 인듐-주석 산화물(ITO)이 대표적인데, 이처럼 ITO를 포함한 산화물계 투명전극은 금속에 비해 저항이 높아 소자의 면적이 커지게 되면 성능이 급격히 감소되어 이를 보완하기 위해 보조 배선으로 금속 배선이 사용되고 있다. 또한, 회로에서 금속 배선이 단독으로 사용될 때 얇은 두께로 인한 저항 증가와 이로 인한 전력 손실 및 발열 등의 문제가 있다.

[0004] 따라서, 상기와 같은 문제의 해결을 위해서는 금속 배선의 저항이 낮추는 것이 가장 중요한데, 이를 위해서 (1) 비저항(ρ) 값을 낮추거나, (2) 배선 길이를 짧게 하거나, (3) 배선 높이(두께)를 두껍게 하는 방안이 있다. 그러나, (1) 방안의 경우, 비저항은 물질에 대한 한계가 존재하고 현재 많이 사용되는 구리의 경우 충분히 비저항이 낮은 물질이며 은과 같은 물질은 가격이 비싼 문제가 있어 적용하기 어려운 한계가 있다. (2) 방안의 경우, 회로설계와 관련된 문제로 물리적인 한계가 존재한다. 결국, 배선의 높이를 높여야 하는데 이 경우 배선의 높이가 커질수록 배선의 모양 흐트러짐, 전기적 단락, 배선간 쇼트, 배선 손상 등의 문제가 발생할 수 있다.

[0005] 따라서, 금속 배선을 기판 내부로 삽입하는 기술이 요구되며, 금속 배선을 기판 내부로 삽입하는 종래 기술로는 증착과 식각을 통해 원하는 패턴으로 식각하는 방법과, 패턴형성을 위한 드라이 에칭이 곤란한 구리(Cu) 박막 등에 CMP법을 응용하여 절연막 홈 내에 배선을 박아 넣는 다마신(Damascene) 공법 등이 있다.

[0006] 하지만 이러한 종래 방법은 증착, 식각을 반복함에 따라 재료 소모가 많고 공정 단계가 복잡하며, 플라스틱 기판에 형성된 금속층을 열처리할 때 플라스틱 기판이 열에 의해 손상될 수 있는 문제점이 있다.

[0007] 상기의 문제점을 해결하기 위하여 경질의 기판 상에 금속 배선을 먼저 형성하고 그 위에 경화성 고분자를 코팅 경화한 다음, 상기 경질의 기판을 기계적으로 뜯어내는 방식이 제안되었다.

[0008] 그러나, 이러한 종래 기술의 경우 금속 배선이 함입된 고분자 필름으로부터 상기 경질의 기판을 강제적으로 박리시키는 과정에서 금속 배선 내지 고분자 필름의 손상을 야기하여 제품 불량으로 이어질 수 있고, 또한 상기 경질의 기판이 고분자 필름으로부터 완전하게 제거되지 못하고 일부 잔류하여 이물로 작용하는 문제점이 있었다.

[0009] 이에 따라, 상기와 같은 또 다른 문제점을 해결하기 위하여 고분자 필름과 기판 간의 용이한 박리를 위해 별도의 박막을 개재시켜 버퍼층으로 사용하는 방식이 제안되었다. 예컨대, 용매로 녹여 제거 가능한 임시 코팅층을 기판 상부에 버퍼층으로 형성하고, 기판 분리 후 이를 용매에 녹여 제거하는 방식이 전술한 문제점의 해결 방법 중 하나로 제안되었다.

[0010] 그런데, 이와 같이 사후 제거 가능하게 구성된 버퍼층을 채용할 경우, 특히 용매에 의한 제거시 이를 전부 녹여 제거하기까지 매우 긴 시간이 소요되어 공정 속도를 저하시키고, 환경 문제를 야기할 수 있으며, 이러한 버퍼층을 제거하더라도 이의 일부가 잔류하여 전기적 특성을 저하시키거나 이물로 작용하는 등의 문제점이 발생될 수 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서 본 발명의 목적은 도전 배선이 함몰된 고분자 필름을 최선의 상태로 분리하여 수득할 수 있고, 특히 고분자 필름과 기판 간의 용이한 분리를 위해 별도의 버퍼층을 채용하더라도, 이를 제거할 필요 없이 그대로 활용할 수 있어 종래 버퍼층 사용에 따른 공정 속도 저하, 전기적 특성 감소, 이물 잔류, 환경 오염 등의 문제점을 근본적으로 제거할 수 있는 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법은, 기판 상에 금속, 전도성 고분자 또는 탄소계 물질로 이루어진 변이층을 형성하는 단계와; 상기 변이층 상에 도전 배선을 형성하는 단계와; 상기 도전 배선을 포함하여 상기 변이층 상에 고분자를 코팅하고 경화시켜 고분자 필름을 형성하는 단계와; 물리적 힘을 가하여 상기 고분자 필름으로부터 상기 기판을 제거하는 단계; 및 상기 기판이 제거됨으로써 노출되는 상기 변이층에 전하를 띤 입자를 조사하여 산화 또는 환원시킴으로써 상기 변이층을 투명 전극으로 변환시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또 다른 실시예에 따르면, 상기 변이층을 투명 전극으로 변환시키는 단계는 상기 변이층에 전하를 띤 입자를 조사하는 대신, 자외선, 열, 또는 용매에 의한 화학 반응을 통해 상기 변이층을 산화 또는 환원시킴으로써 투명 전극으로 변환시키도록 구성된다.

[0014] 그리고, 상기 변이층에 조사되는 전하를 띤 입자는 플라즈마 또는 이온 빔일 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법에 의하면, 접착력이 상대적으로 좋지 않은 물질로 이루어진 변이층을 개재시켜 버퍼 역할을 하도록 구성함으로써, 도전 배선이 함몰된 고분자 필름으로부터 기판을 강제 분리시 도전 배선 내지 고분자 필름을 손상시키지 않고 기판을 최선으로 분리할 수 있는 탁월한 효과가 있다.

[0016] 또한, 고분자 필름과 기판 간의 용이한 분리를 위해 별도의 버퍼층을 사용할 경우, 종래의 경우 앞서 언급한 바와 같이 버퍼층 제거에 매우 긴 시간이 소요되고, 버퍼층을 제거하더라도 이의 일부가 잔류하여 전기적 특성을 저하시키거나 이물로 작용하는 등의 문제점이 야기될 수 있었으나, 본 발명의 경우 이처럼 버퍼층 역할을 하는 변이층을 제거하지 않고 그대로 투명 전극으로 전환시켜 활용하도록 구성함으로써 이형 물질의 잔류에 의한 문제점을 근본적으로 제거할 수 있는 탁월한 효과가 있다.

[0017] 또한, 변이층을 제거하지 않고 그대로 사용할 수 있는 바, 화학 물질의 배출을 최소화할 수 있어 친환경적인 공정을 구현할 수 있는 장점이 있다.

[0018] 또한, 배선 높이에 제한되지 않아 낮은 저항의 배선의 형성할 수 있고, 배선이 기판에 삽입된 구조로 구비되어 스크래치 등에 강하고 유연성은 더욱 향상된 유연 기판을 제조할 수 있으며, 롤투롤(Roll to Roll) 시스템에 적용 가능할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법의 블록 순서도.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 공정을 단계별로 도시한 공정 흐름도.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법의 블록 순서도.

도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 공정을 단계별로 도

시한 공정 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0021] 또한, 명세서 전체에서, "~ 상에 또는 ~ 상부에" 라 함은 대상 부분의 위 또는 아래에 위치함을 의미하는 것이며, 반드시 중력 방향을 기준으로 상 측에 위치하는 것을 의미하는 것은 아니다. 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "상에 또는 상부에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 상에 또는 상부에" 접촉하여 있거나 간격을 두고 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다.

[0022] 또한, 본 명세서에서, 일 구성요소가 다른 구성요소와 "연결된다" 거나 "접속된다" 등으로 언급된 때에는, 상기 일 구성요소가 상기 다른 구성요소와 직접 연결되거나 또는 직접 접속될 수도 있지만, 특별히 반대되는 기재가 존재하지 않는 이상, 중간에 또 다른 구성요소를 매개하여 연결되거나 또는 접속될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0023] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예, 장점 및 특징에 대하여 상세히 설명하도록 한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법의 블록 순서도이고, 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 공정을 단계별로 도시한 공정 흐름도이다.

[0025] 본 발명의 제1 실시예에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법은 변이층 형성 단계(S10)와, 도전 배선 형성 단계(S20)와, 고분자층 형성 단계(S30)와, 기판 제거 단계(S40)와, 변이층 변환 단계(S50)를 포함한다.

[0026] 도 1 및 도 2를 참조하여 공정을 각 단계별로 상세히 설명하도록 한다.

[0027] (1) 변이층 형성 단계(S10)

[0028] 제1 실시예의 변이층 형성 단계는 도전성을 띠거나 또는 도전성을 띠는 물질로 변환될 수 있는 박막을 기판(10) 상에 형성하는 단계이다.

[0029] 여기서, 기판(10)은 도전 배선(30)을 고분자 필름(40)에 함입시키기 전, 목적하는 패턴의 도전 배선(30)을 형성하고 이를 지지하기 위한 기체로서, 바람직하게는 경질의 기판(10)을 사용하며 대표적인 예로 유리 기판, 실리콘 웨이퍼 등을 들 수 있으나 반드시 이에 한정하지는 않는다. 예컨대, 종이 기판, 금속 기판, 플라스틱 기판 등을 사용할 수도 있다.

[0030] 특히, 변이층(20)은 특정 에너지를 조사하거나 인가시 산화 또는 환원 반응을 일으킬 수 있는 물질로 구성하되, 상기 산화 또는 환원 작용에 의해 투명한 전도성 물질로 변환될 수 있는 박막 형태로 구성된다.

[0031] 한편, 이러한 변이층(20)은 10nm 내지 2000nm(바람직하게는 50nm 내지 900nm) 범위 내의 두께로 형성하는 것이 좋다.

[0032] 바람직한 실시예에 따르면, 변이층(20)은 구리(Cu), 니켈(Ni), 몰리브덴(Mo), 은(Ag), 주석(Sn), 크롬(Cr), 아연(Zn)과 같은 전도성 금속, PEDOT:PSS, 폴리아닐린(PANI) 등의 전도성 고분자, 또는 그래핀 옥사이드(graphene oxide), 리듀스 그래핀 옥사이드(reduced graphene oxide), 탄소나노튜브(carbon nanotube), 그래핀(graphene) 등의 탄소(carbon)계 물질을 사용할 수 있다.

[0033] 특히, 변이층(20)을 구성함에 있어서, 탄소계 물질을 사용하고 환원에 의해 투명 전극(25)으로 변환될 수 있도록 구성할 경우, 변이층(20)은 그래핀 옥사이드(graphene oxide) 또는 리듀스 그래핀 옥사이드(reduced graphene oxide)로 형성하는 것이 바람직하다.

[0034] 한편, 변이층(20)을 구성함에 있어서, 산화에 의해 투명 전극(25)으로 변환될 수 있도록 구성할 경우 P-타입 옥사이드(P-type Oxide)로 변환될 수 있는 물질로 구성하는 것이 바람직하다. 예컨대, 변이층(20)을 구리(Cu),

몰리브덴(Mo) 또는 니켈(Ni)로 형성할 경우, 이에 산소 이온 빔을 조사하여 산화시킴으로써 산화구리, 산화몰리브덴, 산화니켈 등의 투명 전극(25)으로 변환할 수 있다.

[0035] 변이층(20)은 박막 형태로 형성되는데, 바람직하게는 스퍼터링, 전자빔과 같은 물리 기상 증착(PVD) 방식 또는 열을 이용한 화학 기상 증착(CVD) 방식을 사용할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니며, 선택된 물질에 따라 그에 적합한 공법 중 하나를 사용할 수 있다. 예컨대, 스핀코팅, 딥 코팅, 닥터블레이딩, 슬릿코팅, 잉크젯 프린팅, 임프린팅과 같은 코팅 공법, 또는 전기도금을 사용할 수도 있을 것이다.

[0036] 바람직한 실시예에 따르면, 변이층 형성 단계는 기판 전처리 단계를 더 포함할 수 있다. 기판 전처리 단계는 기판(10)의 일면 상에 변이층(20)을 형성하기 전 기판(10) 표면에 플라즈마(plasma)를 조사하여 기판(10)을 전처리하는 공정이다.

[0037] 기판 전처리를 더 수행할 경우, 후술할 기판 제거 단계(S40)의 수행시 고분자 필름(40)으로부터 기판(10)을 더욱 깔끔하고 용이하게 박리시킬 수 있는 효과가 있다.

[0038] 여기서, 플라즈마는 Ar, N_2O, CF_4, CH_4, C_2H_2, H_2O, C_2H_5OH, 헥사메틸디실록산 (hexamethyldisiloxane, HMDSO) 및 테트라메틸실란(tetramethylsilane, TMS)으로 이루어지는 군으로부터 선택된 적어도 어느 하나 이상의 플라즈마인 것이 바람직하다. 상기 플라즈마를 기판(10)에 조사함으로써 기판(10) 표면의 특성을 변화시킬 수 있으며, 플라즈마 조사를 통해 기판(10) 표면에 존재하는 불순물들을 제거할 수 있다. 일례로, 유리기판에 CF_4 플라즈마를 조사하는 경우 유리 기판의 표면에 불소(fluorine) 기를 형성해 소수성으로 변화시킬 수 있고, 실리콘(Si) 기판에 N_2O 플라즈마를 조사하는 경우 실리콘(Si) 표면의 미세 산화막을 제거함으로써 표면을 소수성으로 변화시킬 수 있다. 상기 플라즈마는 압력, 인가전압 등의 공정조건에 따라 적절히 선택하여 사용할 수 있다.

[0039] 기판 전처리 단계를 통해 전처리된 기판의 표면은 이형(異形)의 특성으로 변화되며, 이에 따라 타 접합층(즉, 변이층(20))과의 접착력이 낮아져 쉽게 박리될 수 있다. 즉, 이러한 박리 특성의 변화는 플라즈마 처리에 의한 기판 표면의 이형특성에 기인하는 것으로, 이러한 이형 특성의 지표로서는 물에 대한접촉각(친수성)을 들 수 있다.

[0040] 이때, 플라즈마가 조사되어 전처리된 기판(10) 표면은 45 내지 150° (바람직하게는 45 내지 120°)의 물에 대한 접촉각을 갖는 것이 바람직하다. 전처리된 기판(10) 표면이 상기와 같이 물에 대한 접촉각을 가짐으로써 기판(10)과 고분자 필름(40)을 상호 쉽게 분리시킬 수 있다. 여기서, 상기 전처리된 기판(10) 표면이 45° 미만인 물에 대한 접촉각을 갖는 경우에는 기판(10)에 형성되는 변이층(20)이 잘 박리되지 않는 문제가 있으며, 전처리된 기판(10) 표면이 150° 를 초과하는 물에 대한 접촉각을 갖는 경우에는 변이층(20)을 기판 상에 코팅하기 어려운 문제가 있다.

[0041] (2) 도전 배선 형성 단계(S20)

[0042] 제1 실시예의 도전 배선 형성 단계는 기판(10) 상부에 도전 배선(30)을 형성하는 공정에 해당한다. 여기서, 상기 도전 배선(30)이 형성되는 기판(10) 상부란 구체적으로 기판(10)에 증착 또는 코팅된 변이층(20)의 외측 표면일 수 있다. 또한, 도전 배선(30)의 두께는 1㎛ 내지 4㎛ 범위 내의 두께로 형성할 수 있다.

[0043] 한편, 이하에서 사용하는 용어 “도전 배선(30)” 이란 전도성 성질을 갖는 재질로 이루어진 모든 전도성 배선을 통칭하는 의미로 사용되는 것임을 밝혀둔다.

[0044] 구체적으로는, 도전 배선(30)은 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 주석(Sn), 크롬(Cr), 아연(Zn) 등의 전도성 금속 또는 이들의 합금, 또는 인듐틴옥사이드(ITO), 인듐징크옥사이드(IZO), 인듐징크틴옥사이드(IZTO), 알루미늄징크옥사이드(AZO), 인듐틴옥사이드-은-인듐틴옥사이드(ITO-Ag-ITO), 인듐징크옥사이드-은-인듐징크옥사이드(IZO-Ag-IZO), 인듐징크틴옥사이드-은-인듐징크틴옥사이드 (IZTO-Ag-IZTO), 알루미늄징크옥사이드-은-알루미늄징크옥사이드 (AZO-Ag-AZO) 등의 전도성 금속 산화물 1종 이상으로 형성될 수 있다.

[0045] 상기의 물질 이외에, 도전 배선(30)은 PEDOT:PSS 또는 폴리아닐린(PANI) 등의 유기전도체 물질을 사용하여 형성될 수 있고, 또는 직경 5~100 nm 정도의 은 나노와이어(nanowire), 금 나노와이어, 구리 나노와이어, 백금 나노와이어 등을 코팅하여 형성될 수 있다.

[0046] 또는, 도전 배선(30)은 탄소나노튜브(carbon nanotube), 그래핀(graphene), 그래핀 옥사이드(graphene oxide), 리듀스 그래핀 옥사이드 (reduced graphene oxide) 등의 탄소(carbon)계 물질을 코팅함으로써 형성될 수 있다.

또한, 상기의 물질들 중 1종 이상을 혼합하여 도전 배선을 형성할 수 있도 있음은 물론이다.

[0047] 한편, 도전 배선(30)은 프린팅, 전기도금, 진공증착, 열증착, 스퍼터링, 전자빔 증착 등의 방법을 통해 경질의 기판(10) 상에 코팅 또는 증착하여 형성할 수 있다.

[0048] 상기의 다양한 코팅 또는 증착 기법 중 하나를 이용하여, 목적하는 패턴을 갖는 도전 배선(30)을 형성하면, 열처리 등을 통한 경화 공정을 더 수행하는 것이 바람직하다.

[0049] 이는, 도전 배선(30)의 코팅 또는 증착 후 경화 공정을 더 수행함으로써, 도전 배선의 우수한 전기적 특성, 치수 안정성, 균일한 미세구조 및 조직 치밀화를 달성할 수 있기 때문이다.

[0050] (3) 고분자층 형성 단계(S30)

[0051] 제1 실시예의 고분자층 형성 단계는 코팅 후 경화 방식을 통해 도전 배선(30)이 내부에 포함된 구조의 고분자 필름(40)을 형성하는 공정에 해당한다. 여기서, 최종 형성되는 고분자 필름(40)은 바람직하게는 2㎛ 내지 400㎛ 범위 내의 두께로 형성될 수 있다.

[0052] 구체적으로, 고분자층 형성 단계는 도전 배선(30)이 형성된 변이층(20) 상부에 액상의 수지를 소정 두께로 코팅하여 도 2(c)와 같이 도전 배선(30)이 내부에 포함된 고분자층을 형성한 후 이를 경화시킴으로써 도전 배선(30)이 함입된 고분자 필름(40)을 형성하게 된다.

[0053] 고분자층 형성 단계에 사용되는 상기 수지는 후술할 변이층 변환 단계에서 인가되는 에너지에 의한 고온 분위기를 고려하여 유리전이점이 180℃ 이상(바람직하게는 200℃ 이상)인 내열성 수지로 구성하는 것이 바람직하다. 이는, 고온의 열이 고분자 필름(40)의 유리전이 온도에 근접하게 되면 상기 고분자 필름의 불량(예컨데, 열팽창 등에 의한 기판 변형, 표면 조도 감소, 황변(yellowing) 현상에 의한 광투과율 감소 등)이 야기될 수 있기 때문이다.

[0054] 이와 같은 점을 고려한 바람직한 예를 들면, 본 발명의 수지는 폴리술폰(polysulfone) 수지, 폴리에테르(polyether) 수지, 폴리에테르이미드 (polyether lmide) 수지, 폴리아릴레이트(PAR:polyarylate) 수지, 플루오렌 (fluorene)기를 포함하는 아크릴레이트계 모노머/올리고머 혼합물, 및 비페닐 (biphenyl)형 지환식 에폭시(epoxy) 수지 중에서 선택된 적어도 어느 하나를 사용할 수 있다.

[0055] 한편, 자외선 조사, 용매 처리 등과 같이 변이층 변환 단계가 비교적 낮은 온도에서 수행될 경우 유리전이점에 대한 특별한 제약없이 다양한 수지 소재를 사용하여 형성할 수 있다. 구체적으로는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 설폰(PES), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 폴리카보네이트(PC), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리이미드(PI), 에틸렌비닐아세테이트(EVA), 아몰포스폴리에틸렌테레프탈레이트(APET), 폴리프로필렌테레프탈레이트(PPT), 폴리에틸렌테레프탈레이트글리세롤(PETG),폴리사이클로헥실렌디메틸렌테레프탈레이트(PCTG), 변성트리아세틸셀룰로스(TAC), 사이클로올레핀폴리머(COP), 사이클로올레핀코폴리머(COC), 디시클로펜타디엔폴리머(DCPD), 시클로펜타디엔폴리머(CPD), 폴리아릴레이트(PAR), 폴리에테르이미드(PEI), 폴리다이메틸실론세인(PDMS), 실리콘수지, 불소수지, 변성에폭시수지 등을 사용할 수 있다.

[0056] 고분자 필름(40)을 형성하는 수지 소재는 코팅 후 실온 경화, 열 경화, 자외선 경화, 습기 경화, 마이크로 웨이브 경화(microwave), 적외선(IR) 경화 등 사용되는 고분자의 특성에 맞는 적절한 방법으로 경화 가능하다.

[0057] 한편, 고분자 필름(40)을 형성하는 수지 소재의 코팅은 닥터블레이딩(doctor blading), 바코팅(bar coating), 스핀코팅(spin coating), 딥코팅(dip coating), 마이크로 그라비아 코팅(micro gravure), 임프린팅(imprinting), 잉크젯 프린팅(injet pringting), 스프레이(spray) 등과 같이 용액공정이 가능한 코팅법을 통해 수행될 수 있다.

[0058] (4) 기판 제거 단계(S40)

[0059] 제1 실시예의 기판 제거 단계는 고분자 필름(40)으로부터 기판(10)을 제거하는 공정으로서, 이때 기판(10)을 제거하기 위한 수단은 물리적 힘을 사용하게 된다.

[0060] 구체적으로, 기판 제거 단계는 단계 S10 내지 단계 S30을 통해 형성된 "기판-변이층-도전배선-고분자 필름" 적층체에 있어서, 가장 하층에 구비된 기판(10)에 물리적 힘을 가하여 이를 나머지 적층체로부터 완전히 분리 또는 박리시킴으로써, 기판(10)과 고분자 필름(40) 사이에 개재된 변이층(20)의 일측 전면(全面)을 외부로 노출시키는 공정이다.

[0061] 한편, 기판 제거 단계에서 가해지는 상기 물리적 힘은 사람에 의한 외력이거나, 기구 또는 장치에 의한 기계적 힘일 수 있다.

[0062] (5) 변이층 변환 단계(S50)

[0063] 제1 실시예의 변이층 변환 단계는 단계 S40을 통해 기판(10)이 제거됨으로써 노출되는 변이층(20)에 소정의 에너지를 인가하여 산화 또는 환원시킴으로써 상기 변이층(20)을 투명전극으로 변환시키는 공정이다.

[0064] 바람직한 실시예에 따르면, 단계 S40에서 변이층(20)에 인가되는 에너지는 전하를 띈 입자(50)의 조사일 수 있으며, 구체적으로 플라즈마 내지 이온 빔의 조사일 수 있다.

[0065] 예컨대, 바람직한 실시예에 따라, 변이층(20)을 그래핀 옥사이드(graphene oxide) 또는 리듀스 그래핀 옥사이드(reduced graphene oxide)로 구성하였다면, 상기 변이층(20)에 조사되는 에너지는 플라즈마일 수 있으며, 상기 경우 변이층(20)의 그래핀 옥사이드는 플라즈마 처리에 의해 환원을 일으켜 그래핀(graphene)으로 변환되고, 이렇게 변환된 그래핀은 투명 전극(25)으로 작용하게 된다.

[0066] 또 다른 예로, 변이층(20)을 구리(Cu) 재질로 구성하였다면, 상기 변이층 (20)에 조사되는 에너지는 산소 이온 빔일 수 있으며, 상기 경우 변이층(20)은 산소 이온 빔에 의해 산화되어 산화구리로 변환되고, 이렇게 변환된 산화구리는 투명 전극(25)으로 작용하게 된다.

[0067] 한편, 상기의 바람직한 실시예는 변이층(20)의 산화 또는 환원 수단으로서 플라즈마, 이온 빔과 같은 전하를 띈 입자를 제시하였으나, 이외에 변이층(20)을 구성하는 물질에 따라 이에 적합한 에너지(예컨대, 자외선 또는 열)를 인가하거나 용매에 의한 화학 반응을 통해 산화 또는 환원을 일으키도록 구성할 수도 있음은 물론이다.

[0068] 상기의 모든 공정이 완료되면, 도 2(f)와 같이 일측에는 투명전극이 형성되어 있고, 내부에는 도전 배선(30)이 삽입되어 있는 고분자 필름(40)을 수득할 수 있게 된다.

[0069] 이하에서는, 본 발명에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법의 구체적인 실시예를 설명하도록 한다. 참고로 다음의 실시예는 본 발명의 구성 및 효과를 보다 명확히 설명하기 위한 것일 뿐 본 발명의 권리범위를 이에 한정하는 것은 아니다.

실 시 예 1

[0070] (1) 변이층 형성 단계(S10)

[0071] 실시예 1의 변이층 형성 단계는 기판으로서 실리콘 웨이퍼를 사용하였고, 이러한 실리콘 웨이퍼의 표면 개질을 위해 변이층 형성 전에 전술한 플라즈마 전처리를 먼저 수행하였다.

[0072] 여기서, 플라즈마 전처리는 기저진공도 $3*10^{-6}$ torr에서 30 sccm의 Ar 가스와 10 sccm의 CF4 가스를 주입하여 진공도 $2*10^{-2}$ torr를 맞춘 후, 300W의 13.56MHz RF 파워를 가하여 1분간 표면 처리를 진행하였다.

[0073] 상기의 플라즈마 전처리를 완료한 후, 기판의 개질된 표면 상에 변이층을 형성하였다. 구체적으로 실시예 1의 변이층 형성 단계는 구리(Cu) 타켓을 사용한 스퍼터링 방식을 통해 구리 재질로 이루어진 변이층을 형성하였다.

[0074] 여기서, 세부 공정 조건은 마그네트론 스퍼터링 시스템에서 기저진공도 $3*10^{-6}$ torr에서 30 sccm의 Ar 가스를 주입하여 진공도 $1.2*10^{-3}$ torr를 맞춘 후, 90초간 200W의 13.56MHz RF 파워를 가하여 약 50nm의 구리 박막을 증착하였다.

[0075] (2) 도전 배선 형성 단계(S20)

[0076] 실시예 1의 도전 배선 형성 단계는 Gravure Offset 프린팅 장비를 이용하여 상기 단계 S10에서 형성된 변이층 상부로 Ag paste(silver nano paste DGP, 나노신소재(ANP))를 코팅함으로써 20 ~ 500 ㎛의 선폭 및 20 ~ 2000 ㎛의 간격을 가지는 Ag 배선을 형성하였고, 형성된 배선을 200 ℃의 온도인 hot-plate에서 1시간 열처리하였다. 열처리 후 Ag 배선의 두께는 약 1 ~ 2㎛를 나타내었다.

[0077] (3) 고분자층 형성 단계(S30)

[0078] 실시예 1의 고분자층 형성 단계는 상기 단계 S10,S20을 통해 형성된 구리 변이층과 도전 배선 상부에 닥터블레이딩(Doctor blading)을 이용하여 열경화성 폴리머(VTEC-PI-051)를 일정한 두께의 액체 상태의 막으로 코팅한

후, 200℃의 온도인 hot-plate에서 1시간 열처리하여 40㎛ 두께의 고분자 필름을 제조하였다.

[0079] (4) 기판 제거 단계(S40)

[0080] 실시예의 1의 기판 제거 단계는 단계 S30에서 형성한 고분자 필름에 물리적 힘을 가해 실리콘 웨이퍼로부터 분리하였다. 이때, 단계 S10에서 기판 상부에 형성한 변이층(구리 박막)은 단계 S30에서 형성한 고분자 필름측에 포함되어 함께 분리된다.

[0081] (5) 변이층 변환 단계(S50)

[0082] 실시예 1의 변이층 변환 단계는 단계 S40을 통해 외부로 노출된 변이층에 이온 빔을 조사하여 산화시킴으로써 구리 박막을 산화구리 투명전극으로 변환시켰다.

[0083] 여기서, 세부 공정 조건은 선형이온소스를 통해 산소 이온 빔을 조사함으로써 구리 변이층을 산화시켰고, 산소 이온 빔은 기저진공도 $5*10^{-5}$ torr에서 50 sccm의 Ar 가스를 주입하여 진공도 $1*10^{-3}$ torr를 맞춘 후, 1kV/80mA의 파워를 가하였으며, 경화된 고분자 필름을 10 mm/s의 속도로 이동시켜 2회 진행하였다.

[0084] 상기의 실시예 1의 공정을 따름으로써, 내부에는 도전 배선이 함입되어 있고, 상부에는 상기 도전 배선과 전기적으로 접속된 투명 전극(25)이 적층되어 있는 유연 기판(즉, 고분자 필름)을 제조할 수 있음을 확인하였다.

[0085] 또한, 접착력이 상대적으로 좋지 않은 물질로 이루어진 변이층을 개재시켜 버퍼 역할을 하도록 구성함으로써, 도전 배선이 함몰된 고분자 필름으로부터 기판을 강제 분리시 도전 배선 내지 고분자 필름을 손상시키지 않고 기판을 최선으로 제거할 수 있음을 확인하였다.

[0086] 특히, 고분자 필름과 기판 간의 용이한 분리를 위해 별도의 버퍼층을 사용할 경우, 종래의 경우 앞서 언급한 바와 같이 버퍼층 제거에 매우 긴 시간이 소요되고, 버퍼층을 제거하더라도 이의 일부가 잔류하여 전기적 특성을 저하시키거나 이물로 작용하는 등의 문제점이 야기될 수 있었으나, 본 발명의 경우 이처럼 버퍼층 역할을 하는 변이층을 제거하지 않고 그대로 투명 전극(25)으로 전환시켜 활용하도록 구성함으로써 이형 물질의 잔류에 의한 문제점을 근본적으로 제거할 수 있음을 확인하였다.

[0087] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법의 블록 순서도이고, 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 공정을 단계별로 도시한 공정 흐름도이다.

[0088] 본 발명의 제2 실시예에 따른 변이층을 이용한 도전 배선이 함입된 유연 기판 제조 방법은 변이층 형성 단계(S11)와, 투명전극 형성 단계(S21)와, 도전 배선 형성 단계(S31)와, 고분자층 형성 단계(S41)와, 기판 제거 단계(S51)와, 변이층 변환 단계(S61)를 포함한다.

[0089] 제2 실시예는 제1 실시예 대비 투명 전극 형성 단계를 더 포함하는 것이 차이점인 바, 이하에서는 도 3 및 도 4를 참조하여 그 차이점만 위주로 설명하도록 한다.

[0090] (1) 변이층 형성 단계(S11)

[0091] 제2 실시예의의 변이층 형성 단계는 제1 실시예와 마찬가지로 도전성을 띠거나 또는 도전성을 띠는 물질로 변환될 수 있는 박막을 기판(10) 상에 형성하는 단계이다.

[0092] 여기서, 변이층(20) 및 기판(10)의 재질을 비롯한 구체적인 구성 및 형성 방법은 제1 실시예와 동일하므로 자세한 설명은 생략하기로 한다.

[0093] 또한, 제1 실시예와 마찬가지로 변이층 형성 단계는 기판 전처리 단계를 더 포함할 수 있음은 물론이다.

[0094] (2) 투명전극 형성 단계(S21)

[0095] 변이층(20) 상부에 바로 도전 배선(30)을 형성하는 제1 실시예와 달리, 제2 실시예는 도 4(b)와 같이 변이층(20) 상부에 투명 전도막 형태의 투명 전극(60)을 먼저 형성한 후 도전 배선(30)을 형성하게 된다.

[0096] 제2 실시예의 투명 전극(60)은 물리적 기상 증착법(PVD), 화학적 기상 증착법(CVD)과 같이 일반적으로 물질의 증착에 이용되는 증착법을 사용하거나 공지된 다양한 코팅법을 사용하여 형성할 수 있다.

[0097] 구체적으로, 투명 전극(60)은 인듐틴옥사이드(ITO), 인듐징크옥사이드(IZO), 인듐징크틴옥사이드(IZTO), 알루미늄징크옥사이드(AZO), 갈륨징크옥사이드(GZO), 플로린틴옥사이드(FTO), 인듐틴옥사이드-은-인듐틴옥사이드(ITO-

Ag-ITO), 인듐징크옥사이드-은-인듐징크옥사이드(IZO-Ag-IZO), 인듐징크틴옥사이드-은-인듐징크틴옥사이드(IZTO-Ag-IZTO) 및 알루미늄징크옥사이드-은- 알루미늄징크옥사이드 (AZO-Ag-AZO)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 금속 산화물 또는 금속 산화물-금속-금속 산화물로 형성할 수 있다.

[0098] 또한, 투명 전극(60)은 PEDOT:PSS, 폴리아닐린(PANI) 등의 유기전도체 물질을 사용하여 형성하거나, 10 ~ 20 nm 정도 두께의 은 박막, 금 박막 등의 금속 박막으로 형성하거나, 직경이 5~100 nm 정도의 은 나노와이어(nanowire), 금 나노와이어, 구리 나노와이어, 백금 나노와이어 등을 코팅하여 형성하거나, 상기 투명 전극을 형성하는 재료들 중 1종 이상을 혼합하여 형성할 수도 있다.

[0099] 더 나아가, 투명 전극(60)은 탄소나노튜브(carbon nanotube), 그래핀 (graphene), 그래핀 옥사이드(graphene oxide), 리듀스 그래핀 옥사이드(reduced graphene oxide) 등의 탄소(carbon)계 물질을 코팅함으로써 형성할 수도 있다.

[0100] (3) 도전 배선 형성 단계(S31)

[0101] 제2 실시예의 도전 배선 형성 단계는 도 4(c)와 같이 투명 전극(60) 상부에 도전 배선(30)을 형성시키는 단계로서, 변이층 대신 투명 전극 상부에 도전 배선(30)을 형성시키는 점을 제외하면 제1 실시예의 도전 배선 형성 단계와 동일하다. 이렇게 형성된 도전 배선(30)은 투명 전극과 전기적으로 접촉 연결되어 전기적 특성을 향상시키게 된다.

[0102] 이후, 제2 실시예의 고분자층 형성 단계(S41)와, 기판 제거 단계(S51)와, 변이층 변환 단계(S61)는 제1 실시예의 그것과 동일하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0103] 상기와 같은 제2 실시예의 공정을 따르게 되면, 제1 실시예와 마찬가지로 내부에는 도전 배선(30)이 삽입되어 있고, 상부에는 상기 도전 배선(30)과 전기적으로 접속된 투명 전극이 적층되어 있는 유연 기판(즉, 고분자 필름)을 제조하게 된다.

[0104] 다만, 제1 실시예의 경우 1종의 투명 전극(즉, 변이층에 의해 생성된 투명전극(25))만이 구비된 구조를 갖추게 되나, 제2 실시예의 경우 2종의 투명 전극 (25,60)이 상호 전기적으로 연결되며 접합된 구조를 형성하게 되는 것이 차이점이다.

[0105] 즉, 제2 실시예의 경우 변이층(20)의 산화 또는 환원에 의해 형성되는 투명 전극(25)과 단계 S21에 의해 형성된 투명 전극(60)이 함께 구비되게 된다.

[0106] 따라서, 제1 실시예의 경우 제2 실시예 대비 일부 공정(즉, 단계 S21)의 생략에 따른 비용 절감 및 공정 속도 향상의 장점이 있으나, 기판(10) 제거 과정(즉, 단계 S40)에서 변이층(즉, 투명 전극)의 일부가 의도하지 않게 박리되거나 손상되어 전기적 특성이 저하될 수 있는 단점이 있는 반면, 제2 실시예의 경우 이와 반대로 일부 공정(즉, 단계 S21)의 추가에 따른 비용 및 공정 속도 증대의 단점이 있으나, 기판 제거 과정(즉, 단계 S40)에서 변이층(즉, 투명 전극)의 일부가 박리 또는 손상되더라도 단계 S21에서 형성된 또 다른 투명 전극이 이를 보상해 줄 수 있어 전기적 특성을 더 향상시킬 수 있는 장점이 있게 된다.

[0107] 한편, 상기의 제1 및 제2 실시예에 따라 제조된 도전 배선이 함입된 유연 기판은 태양전지, 면조명, e-페이퍼, 터치패널, FPCB(Flexible Printed Circuit Board), RFID(Radio Frequency Identification), 또는 디스플레이 패널 등과 같은 전기 전자 장치에 적용될 수 있다.

[0108] 상기에서 본 발명의 바람직한 실시예가 특정 용어들을 사용하여 설명 및 도시되었지만 그러한 용어는 오로지 본 발명을 명확히 설명하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명의 실시예 및 기술된 용어는 다음의 청구범위의 기술적 사상 및 범위로부터 이탈되지 않고서 여러가지 변경 및 변화가 가해질 수 있는 것은 자명한 일이다. 이와 같이 변형된 실시예들은 본 발명의 사상 및 범위로부터 개별적으로 이해되어져서는 안되며, 본 발명의 청구범위 안에 속한다고 해야 할 것이다.

부호의 설명

[0109] 10: 기판 20: 변이층

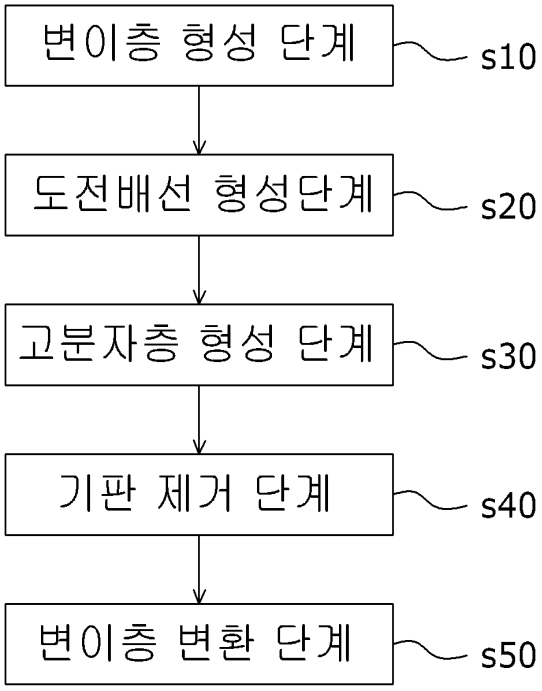
25: 변이층에 의해 형성된 투명 전극

30: 도전 배선 40: 고분자 필름

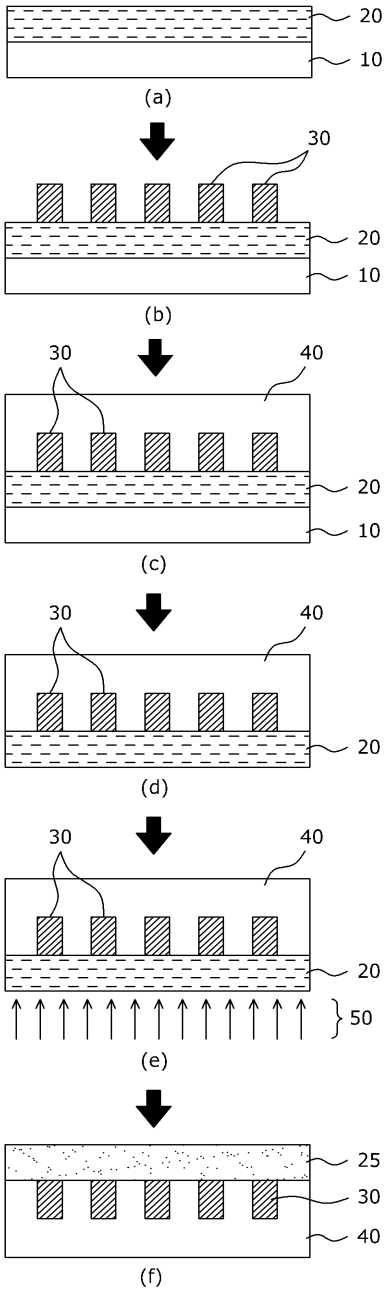
50: 전하를 띤 입자 60: 투명 전극

도면

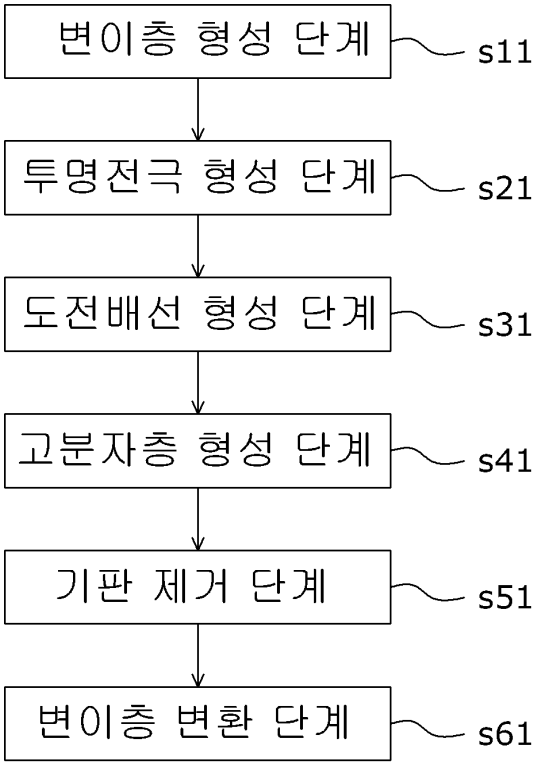
도면1



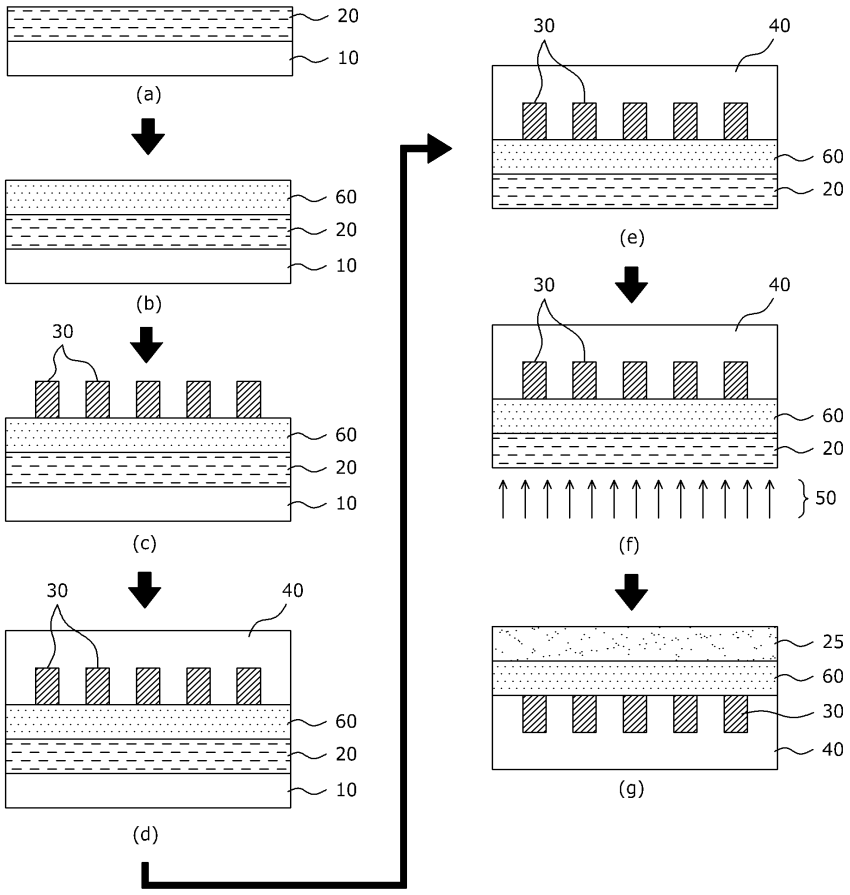
도면2



도면3


변이층 형성 단계
s11
투명전극 형성 단계
s21
도전배선 형성 단계
s31
고분자층 형성 단계
s41
기판 제거 단계
s51
변이층 변환 단계
s61

도면4


20
10
(a)
60
20
10
(b)
30
60
20
10
(c)
30
40
60
20
10
(d)
30
40
60
20
(e)
30
40
60
20
50
(f)
25
60
30
40
(g)