(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0005168
(43) 공개일자 2016년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 13/00 (2006.01) *H01B 5/14* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0083004
(22) 출원일자 2014년07월03일
심사청구일자 2014년07월03일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
김도근
경남 창원시 성산구 삼정자로 79, 117동 102호 (성주동, 유니온빌리지)
김병준
경남 창원시 성산구 삼정자로 79, 116동 401호 (성주동, 유니온빌리지)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 10 항

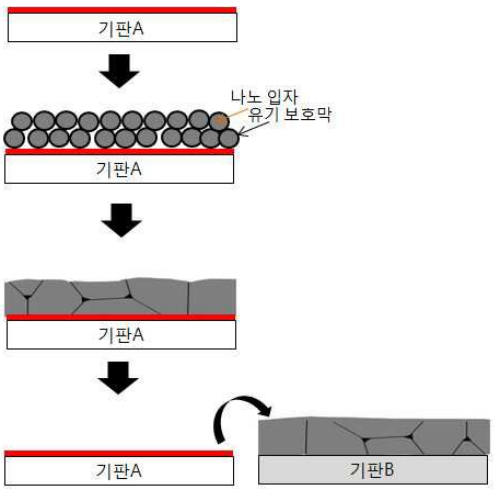
(54) 발명의 명칭 **전사 가능한 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법 및 이에 따라 제조된 전도성 배선이 함입된 필름**

(57) 요 약

본 발명은 전사 가능한 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법 및 이에 따라 제조된 전도성 배선이 함입된 필름에 관한 것으로, 기판의 표면 처리를 통해 전사 공정에서 이형이 용이하게 처리를 한 후, 후속 열처리를 비활성 분위기에서 시행함으로써 표면 처리 효과를 유지시킬 수 있다.

또한, 비활성 분위기에서 나노 잉크 분해 온도 이상의 높은 온도에서 열처리를 함으로써 나노입자 조직을 치밀화시켜 최종적으로 전극의 높은 전기 전도도를 확보하는 효과가 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

정성훈

경상남도 창원시 성산구 상남동 61~80 재료연구소

이승훈

경상남도 창원시 성산구 가음동 1~14 13-3 재료연구소 아파트 201호

안원민

부산 북구 덕천로52번길 35, C동 101호 (덕천동, 우방하이츠빌라)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	PNK3650
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	산업기술연구회
연구사업명	주요사업
연구과제명	미세금속 배선적용 유연 투명전도막 형성기술개발(3/3)
기 여 율	1/1
주관기관	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2014.01.01 ~ 2014.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판을 표면처리하는 단계(단계 1);

상기 단계 1의 표면처리된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계(단계 2);

상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계(단계 3);

상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계(단계 4); 및

상기 단계 4의 고분자 층을 박리시키는 단계(단계 5);

를 포함하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법.

청구항 2

기판을 플라즈마 처리하는 단계(단계 1);

상기 단계 1의 플라즈마 처리된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계(단계 2);

상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계(단계 3);

상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계(단계 4); 및

상기 단계 4의 고분자 층을 박리시키는 단계(단계 5);

를 포함하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법.

청구항 3

기판에 이형의 코팅막을 증착시키는 단계(단계 1);

상기 단계 1의 이형의 코팅막이 증착된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계(단계 2);

상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계(단계 3);

상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계(단계 4); 및

상기 단계 4의 고분자 층을 박리시키는 단계(단계 5);

를 포함하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 단계 1의 플라즈마 처리 후, 기판에 이형의 코팅막을 증착하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전

도성 배선이 함입된 필름의 제조방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 단계 1의 플라즈마 처리는 산소플라즈마, 아르곤플라즈마, 질소플라즈마 및 수소플라즈마 중 1종 이상인 것을 특징으로 하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 단계 1의 이형의 코팅막 증착은 디메틸 디클로로실란(dimethyl dichlorosilane), 트리메틸 클로로실란(trimethyl chlorosilane), 옥타데실 트리클로로실란(octadecyl trichlorosilane), 퍼플루로옥틸 트리클로로실란(perfluorooctyl trichlorosilane), FOTS(Trichloro-(1H,1H,2H,2H-perfluorooctyl) silane) 및 퍼플루로데실 트리클로로실란(perfluorodecyl trichlorosilane) 으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상에 의한 SAM(self assembled monolayer) 처리인 것을 특징으로 하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법.

청구항 7

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단계 3의 비활성 분위기는 질소, 헬륨, 네온, 아르곤, 크립톤, 크세논, 및 이들의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된 것을 특징으로 하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법.

청구항 8

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단계 3의 열처리는 250 내지 500℃ 인 것을 특징으로 하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법.

청구항 9

기판을 표면처리하는 단계(단계 1);

상기 단계 1의 표면처리된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계(단계 2);

상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계(단계 3);

상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계(단계 4);

상기 단계 4의 고분자 층을 박리시키는 단계(단계 5); 및

상기 단계 5의 박리된 고분자 층을 또 다른 기판으로 전사시키는 단계(단계 6);

를 포함하는 전도성 배선이 함입된 필름의 전사방법.

청구항 10

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 제조방법에 의해 제조되는 전도성 배선이 함입된 필름.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전사 가능한 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법 및 이에 따라 제조된 전도성 배선이 함입된 필름에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래 전자 부품의 전극을 형성하는 방법으로서는, 예를 들면, 반도체 회로 등의 제조에 있어서는 기판상에 직접 도금이나 증착에 의해 금속막을 형성한 후에, 포토리소그래피 등에 의해 패터닝을 실시하는 방법이 알려져 있다.

[0003] 한편, OLED 기술의 응용은 크게 디스플레이와 조명분야로 나누어진다. 조명은 우리가 사용하는 전체 전기에너지의 약 20%를 차지하며, LED 광원과 함께 OLED 광원을 이용한 조명기술이 주목을 받고 있다. 점광원인 LED와 달리 OLED는 얇은 면광원의 형태를 가지며 기존 광원이 구현하기 힘든 투명하면서도 유연한 조명이 가능하다. LED는 야외광원, 자동차 등의 외부광원으로 발전했으며, OLED는 다양한 컬러가 구현 가능해 실내광원으로 발전하였다.

[0004] 현재 OLED 광원의 수명은 10,000시간이고, 발광휘도는 1000 cd/㎡이다. 따라서, 발광휘도가 3000 cd/㎡ 이상이고, 수명이 연장된 OLED에 대한 기술 개발이 활발이 이루어지고 있다. OLED는 금속박막으로 이루어진 금속전극을 포함하고 있다.

[0005] 기존 투명전극은 대부분 ITO를 사용해 왔으나, 기계적 성질이 취약하므로 사용 중 굽히고 펴는 동작을 반복하는 유연성 소자에는 적용이 불가능하다. 따라서 최근 탄소나노튜브, 금속 나노선, 그래핀, 금속 메시 등 다양한 투명 전극들이 개발되고 있지만, 대부분 전기 전도도가 낮다는 단점이 있다. 특히 대면적으로 소자를 만들 경우 큰 저항에 의해 소자 동작의 불균일성이 커지고, 효율이 떨어지는 문제가 발생하게 된다. 이를 해결하기 위해, 금속 전극을 이용해 전기적 성질을 향상시키는 방법이 주목을 받고 있으며, 특히 대량 생산, 생산성 확보를 위해 금속 나노 입자를 이용해 전도성 전극을 유연성 기판 위에 형성하는 기술 개발이 필요하다.

[0006] 나노 입자를 이용해 전도성 전극을 형성하는 경우 일반적으로 높은 온도에서의 열처리 공정을 통해 전도성을 향상시킨다. 반면, 이렇게 열처리된 전극은 기판과의 밀착력이 매우 높아져서 다른 기판으로 전사가 불가능하게 되는 문제가 발생하였다.

[0007]

[0008] 이러한 문제점을 극복하기 위해 종래에는 기판 등에 표면 처리를 실시하도록 하였다. 그러나, 표면 처리를 한 경우에도, 후속 열처리 공정에서 기존의 표면 처리가 무효화되어 여전히 전사가 불가능하게 되는 문제가 발생하였다.

[0009] 또는 이러한 표면처리를 유지하기 위해 충분한 고온에서의 열처리를 가하지 못하게 되어 높은 전기 전도도를 가진 전극을 제조하지 못하는 문제가 발생하였다.

[0010] 이에, 본 발명자들은 상기 문제들을 해결하는데 관심을 가지고 연구를 진행하던 중, 모재 기판과 나노 입자 전극 사이에 표면처리를 실시한 후, 충분히 높은 온도에서의 열처리를 비활성 분위기에서 실시함으로써, 최종적으로 전사 가능한 고전도성 전극을 제작하여 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제2012-0084529호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 목적은 전사 가능한 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법 및 이에 따라 제조된 전도성 배선이 함입된 필름을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은

[0014] 기판을 표면처리하는 단계(단계 1);

[0015] 상기 단계 1의 표면처리된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계(단계 2);

[0016] 상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계(단계 3);

[0017] 상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계(단계 4); 및

[0018] 상기 단계 4의 고분자 층을 박리시키는 단계(단계 5);

[0019] 를 포함하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법을 제공한다.

[0020] 또한, 본 발명은

[0021] 기판을 플라즈마 처리하는 단계(단계 1);

[0022] 상기 단계 1의 플라즈마 처리된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계(단계 2);

[0023] 상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계(단계 3);

[0024] 상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계(단계 4); 및

[0025] 상기 단계 4의 고분자 층을 박리시키는 단계(단계 5);

[0026] 를 포함하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법을 제공한다.

[0027] 또한, 본 발명은

[0028] 기판에 이형의 코팅막을 증착시키는 단계(단계 1);

[0029] 상기 단계 1의 이형의 코팅막이 증착된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계(단계 2);

[0030] 상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계(단계 3);

[0031] 상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계(단계 4); 및

[0032] 상기 단계 4의 고분자 층을 박리시키는 단계(단계 5);

[0033] 를 포함하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법을 제공한다.

[0034] 또한, 본 발명은

[0035] 기판을 표면처리하는 단계(단계 1);

[0036] 상기 단계 1의 표면처리된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계(단계 2);

[0037] 상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계(단계 3);

[0038] 상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계(단계 4);

[0039] 상기 단계 4의 고분자 층을 박리시키는 단계(단계 5); 및

[0040] 상기 단계 5의 박리된 고분자 층을 또 다른 기판으로 전사시키는 단계(단계 6);

[0041] 를 포함하는 전도성 배선이 함입된 필름의 전사방법을 제공한다.

[0042] 나아가, 본 발명은 제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 제조방법에 의해 제조되는 전도성 배선이 함입된 필름을 제공한다.

발명의 효과

[0043] 본 발명에 따른 전사 가능한 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법 및 이에 따라 제조된 전도성 배선이 함입된 필름에 있어서, 기판의 표면 처리를 통해 전사 공정에서 이형이 용이하게 처리를 한 후, 후속 열처리를 비활성 분위기에서 시행함으로써 표면 처리 효과를 유지시킬 수 있다.

[0044] 또한, 비활성 분위기에서 나노 잉크 분해 온도 이상의 높은 온도에서 열처리를 함으로써 나노입자 조직을 치밀화시켜 최종적으로 전극의 높은 전기 전도도를 확보하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0045] 도 1은 본 발명에 따른 전사 가능한 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법을 개략적으로 나타낸 모식도이고;

도 2는 열처리 온도와 전극의 전도도를 분석한 그래프리고;

도 3은 실시예 1 및 비교예 1의 SEM 사진이고;

도 4는 실시예 2 및 비교예 2의 접촉각을 단계별로 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046] 이하 본 발명을 상세히 설명한다.

[0047] 본 발명은

[0048] 기판을 표면처리하는 단계(단계 1);

[0049] 상기 단계 1의 표면처리된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계

(단계 2);

[0050] 상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계(단계 3);

[0051] 상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계(단계 4); 및

[0052] 상기 단계 4의 고분자 층을 박리시키는 단계(단계 5);

[0053] 를 포함하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법을 제공한다.

[0054] 본 발명에 따라 전도성 배선이 함입된 필름을 제조하는 것을 각 단계별로 도시한 모식도를 도 1에 나타내었다.

[0055] 이하, 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0056] 먼저, 본 발명에 따른 전도성 필름의 제조방법에 있어서, 단계 1은 기판을 표면처리하는 단계이다.

[0057] 상기 기판은 은 나노 입자등이 고온에서 소성하여 막의 안정성과 높은 전도도를 나타내는 온도에 변형이 일어나지 않는 것이면 특별히 한정되지 않는다. 일례로, 상기 기판은 리지드한 기판으로 유리기판 등일 수 있다. 유연한 기판의 경우에는 스크린 인쇄나 나노임프린팅 공정시에 손상을 입게 되는 문제가 있다. 그러나 유리기판과 같은 리지드한 기판인 경우에는 손상이 없어 보다 폭넓고 나노급의 초미세 패턴과 같은 다양한 공정의 적용이 가능하다.

[0058] 또한, 기판은 유연한 기판으로 폴리머 기판일 수 있다. 상기 폴리머는 폴리비닐 클로라이드(polyvinyl chloride, PVC), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에테르 설폰(polyether sulfone, PES), 폴리카보네이트(polycarbonate, PC), 폴리메틸메타크릴레이트(poly(methyl methacrylate), PMMA), 폴리이미드(polyimide, PI), 에틸렌비닐아세테이트(ethylene-vinyl acetate, EVA), 폴리프로필렌 테레프탈레이트(Polypropylene terephthalate, PPT), 폴리에틸렌테레프탈레이트글리세롤(polyethyleneterephthalate glycol-modified, PETG) 및 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphthalate, PEN) 등 중 어느 하나로 이루어 질 수 있다.

[0059] 또한, 기판은 Si 또는 SiO_2 등의 기판일 수 있다.

[0060] 이때, 기판은 평면 또는 원통 형태 또는 유연성을 지닌 호일 형태 모두 가능하다.

[0061] 나노 입자를 이용해 전도성 전극을 형성하는 경우 일반적으로 높은 온도에서의 열처리 공정을 통해 전도성을 향상시킨다(도 2참조). 한편, 이렇게 열처리된 전극은 기판과의 밀착력이 매우 높아져서 다른 기판으로 전사가 불가능하게 된다.

[0062] 이때 상기 기판에 표면처리를 함으로써 상기 문제를 극복할 수 있다. 구체적으로, 상기 표면처리는 플라즈마 또는 이형의 코팅막이 증착일 수 있다.

[0063] 다음으로, 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법에 있어서, 단계 2는 상기 단계 1의 표면처리된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계이다.

[0064] 상기 코팅 방법은 특별히 제한되지 않으나, 스프레이(spray), 디핑(dipping), 스핀코팅(spin coating), 스크린 프린팅(screen printing), 잉크젯 프린팅(inkjet printing), 패드 프린팅, 나이프 코팅, 키스 코팅, 그라비아 코팅 등 일 수 있다.

[0065] 상기 나노입자는 전도성을 띄는 것이면 특별히 제한되지 않으나, 일례로 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 코발트(Co) 등의 금속 또는 이들의 합금, 또는 인듐틴옥사이드(ITO), 인듐징크옥사

이드(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 이상을 프린팅, 전기도금, 진공증착, 열증착, 스퍼터링, 전자빔 증착 등의 방법으로 희생층 상부에 코팅 또는 증착하여 형성될 수 있다.

[0066] 다음으로, 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법에 있어서, 단계 3은 상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계이다.

[0067] 종래에는, 후속의 열처리 공정으로 기존 표면처리가 사라져 여전히 전사가 불가능해지거나, 또는 상기 표면처리를 유지하기 위하여 충분한 온도의 열처리를 하지 못하여 높은 전기 전도도를 확보하지 못하는 문제가 있었다.

[0068] 반면, 본 발명에서는 상기 고온의 열처리를 비활성 분위기에서 시행함으로써, 기판의 표면처리가 유지되어 전사가 원활히 일어날 수 있도록 하였다.

[0069] 구체적으로, 비활성 분위기에서 열처리를 시행한 경우 디웨팅(dewetting)현상이 감소하여 균일하고 안정화된 결정 박막을 얻었다. 또한, 표면처리를 통해 높게 형성된 접촉각이 후속의 고온의 열처리에도 불구하고 비활성 분위기에서 시행한 경우에는 여전히 높은 접촉각을 유지하였다(도 3,4 참조).

[0070] 이때, 상기 비활성 분위기는 질소, 헬륨, 네온, 아르곤, 크립톤, 크세논, 및 이들의 혼합물 등 일 수 있다. 일례로, Ar 가스 분위기에서 유량은 500 sccm, 압력은 $1.0 * 10^{0}$ torr 에서 열처리를 시행 할 수 있다.

[0071] 통상적으로 높은 온도에서 열처리를 시행할수록 배선의 전도성이 향상된다(도 2참조). 이때 열처리 온도는 잉크의 분해 온도 이상인 고온의 열처리를 시행하는 것이면 특별히 제한하지 않고, 이는 나노입자에 따라 다르다. 바람직하게는, 250 내지 500℃ 가 바람직하다. 상기 열처리 온도가 250℃ 미만일 경우에는 전도성이 너무 낮아서 전극으로 적합하지 않고, 500℃ 를 초과하는 경우에는 표면처리의 효과가 약해져 박리가 원활히 일어나지 않는 문제가 있다.

[0072] 다음으로, 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법에 있어서, 단계 4는 상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계이다(미도시).

[0073] 상기 단계 4의 경화성 고분자는 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. 상기 경화성 고분자는 전도성 배선 상부로 코팅된 후 열 경화, 자외선 경화, 습기 경화, 마이크로 웨이브 경화(microwave), 적외선(IR) 경화 등 사용되는 고분자의 특성에 맞는 경화방법으로 경화된다. 이때, 상기 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) 등 용액공정이 가능한 코팅방법으로 수행될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0074] 다음으로, 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법에 있어서, 단계 5는 상기 단계 4의 고분자 층

을 박리시키는 단계이다.

[0075] 박리방법은 특별히 한정되지는 않으나, 기판의 종류에 따라 박리방법을 변경하여 사용할 수 있다.

[0076] 예를 들면, Si, 세라믹, 금속, 금속 호일, 유리 등의 기판의 경우 물리적인 힘을 가하여 박리할 수 있다. 또한 상기 기판이 유리기판일 경우, HF용액을 이용하는 박리방법이 사용될 수 있고, 상기 기판이 금속기판일 경우에는 산을 이용하는 박리방법이 이용될 수 있다.

[0077] 또한, 본 발명은

[0078] 기판을 플라즈마 처리하는 단계(단계 1);

[0079] 상기 단계 1의 플라즈마 처리된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계(단계 2);

[0080] 상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계(단계 3);

[0081] 상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계(단계 4); 및

[0082] 상기 단계 4의 고분자 층을 박리시키는 단계(단계 5);

[0083] 를 포함하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법을 제공한다.

[0084] 이하, 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0085] 먼저, 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법에 있어서, 단계 1은 기판을 플라즈마 처리하는 단계이다.

[0086] 이때 플라즈마 처리는 기판에 소수성을 부여할 수 있도록 하는 것으로, 산소플라즈마, 아르곤플라즈마, 질소플라즈마, 수소플라즈마, 오존, 네온플라즈마, 헬륨플라즈마, 크립톤플라즈마, 크세논플라즈마, 일산화탄소플라즈마, 이산화탄소플라즈마, 암모니아플라즈마, 메탄플라즈마, CF_4 플라즈마, C_2F_6 플라즈마 및 C_3F_8 플라즈마 등에서 1종 이상 일수 있다. 이는 기판 상부에 코팅할 금속 배선 등이 기판과 쉽게 박리되도록 하기 위한 것이다. 즉, 플라즈마 처리를 통해 기판 표면의 특성을 변화시켜 금속 배선 등의 박리가 용이하도록 하기 위함이다. 상기 플라즈마는 압력, 인가전압 등의 공정조건에 따라 적절히 선택하여 사용할 수 있다.

[0087] 또한, 상기 단계의 플라즈마 처리 후, 기판에 이형의 코팅막을 증착하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0088] 다음으로, 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법에 있어서, 단계 2 내지 5는 전술한 바와 동일하며, 이에 대한 설명은 생략한다.

[0089] 또한, 본 발명은

[0090] 기판에 이형의 코팅막을 증착시키는 단계(단계 1);

[0091] 상기 단계 1의 이형의 코팅막이 증착된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계(단계 2);

[0092] 상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계(단계 3);

[0093] 상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계(단계 4); 및

[0094] 상기 단계 4의 고분자 층을 박리시키는 단계(단계 5);

[0095] 를 포함하는 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법을 제공한다.

[0096] 이하, 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0097] 먼저, 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법에 있어서, 단계 1은 기판에 이형의 코팅막을 증착시키는 단계이다.

[0098] 나노입자를 이용해 전도성 전극을 형성하기 위하여 열처리를 시행하는 경우, 나노입자와 기판과의 표면적의 증가로 점착력이 증가하여 전사가 제대로 이루어지지 않는 문제가 있으며, 이는 기판을 이형의 코팅막으로 증착하여 표면의 표면 에너지를 낮추어 점착을 감소시켜 해결 할 수 있다.

[0099] 일례로서 자기조립단 분자막(self assembled monolayer, SAM)처리를 통해 표면에너지를 쉽게 조절 할 수 있다. 자기조립단 분자막은 표면의 강한 공유 결합을 이용하는 것으로 수 나노 이내의 박막을 만들 수 있으며 좋은 이형제 역할을 할 수 있다.

[0100] 이때, SAM 처리는 디메틸 디클로로실란(dimethyl dichlorosilane), 트리메틸 클로로실란(trimethyl chlorosilane), 옥타데실 트리클로로실란(octadecyl trichlorosilane), 퍼플루로옥틸 트리클로로실란(perfluorooctyl trichlorosilane), FOTS(Trichloro-(1H,1H,2H,2H-perfluorooctyl) silane) 및 퍼플루로데실 트리클로로실란(perfluorodecyl trichlorosilane) 등으로 할 수 있다.

[0101] 다음으로, 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법에 있어서, 단계 2 내지 5는 전술한 바와 동일하며, 이에 대한 설명은 생략한다.

[0102] 또한, 본 발명은

[0103] 기판을 표면처리하는 단계(단계 1);

[0104] 상기 단계 1의 표면처리된 기판에 전도성 나노입자를 포함하는 잉크를 코팅하여 전도성 배선을 형성시키는 단계(단계 2);

[0105] 상기 단계 2의 형성된 전도성 배선을 비활성 분위기에서 열처리하는 단계(단계 3);

[0106] 상기 단계 3의 열처리된 전도성 배선이 형성된 기판 상부에 경화성 고분자를 코팅하고 경화시켜 전도성 배선이 함입된 고분자 층을 제조하는 단계(단계 4);

[0107] 상기 단계 4의 고분자 층을 박리시키는 단계(단계 5); 및

[0108] 상기 단계 5의 박리된 고분자 층을 또 다른 기판으로 전사시키는 단계(단계 6);

[0109] 를 포함하는 전도성 배선이 함입된 필름의 전사방법을 제공한다.

[0110] 이하, 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 전사방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0111] 이때, 상기 전도성 배선이 함입된 필름의 전사방법에 있어서, 단계 1 내지 5는 전술한 전도성 배선이 함입된 필름의 제조방법과 동일하며, 이에 대한 설명은 생략한다.

[0112] 본 발명에 따른 전도성 배선이 함입된 필름의 전사방법에 있어서, 단계 6는 상기 단계 5의 박리된 고분자 층을 또 다른 기판으로 전사시키는 단계이다.

[0113] 상기의 박리된 고분자 층을 목적하는 또 다른 기판, 일례로 투명한 유연기판에 전사시켜 전극을 제조할 수 있

다.

[0114] 전도성 배선이 함몰된 유연기판과 투명전극을 결합하여 투명전극을 대면적화함에 따라 저항이 커지는 문제를 해결할 수 있으며, 이를 유연성이 요구되는 태양전지, 디스플레이 등의 전자소자에 적용할 수 있다.

[0115] 이때, 투명전극은 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 형성될 수 있고, PEDOT:PSS 또는 폴리아닐린(PANI) 등의 유기전도체 물질을 사용하여 형성될 수 있다. 또한, 10 ~ 20 nm 정도 두께의 은 박막, 금 박막 등의 금속 박막으로 상기 투명전극이 형성될 수 있고, 직경이 5~100 nm 정도의 은 나노와이어(nanowire), 금 나노와이어, 구리 나노와이어, 백금 나노와이어 등을 코팅하여 형성되는 박막으로 상기 투명전극이 형성될 수 있으며, 상기 투명전극을 형성하는 재료들 중 1종 이상을 혼합하여 투명전극을 형성할 수 있다. 나아가, 탄소나노튜브(carbon nanotube), 그래핀(graphene) 등의 탄소(carbon)계 물질을 코팅함으로써 상기 투명전극이 형성될 수 있다.

[0116] 나아가, 본 발명은 상기의 제조방법에 의해 제조되는 전도성 배선이 함입된 필름을 제공한다.

[0117] 상기 제조방법과 같이 비활성 분위기에서 고온의 열처리를 시행하여 제조된 전도성 배선이 함입된 필름은 공기 중에서 제조된 것과 달리 박리가 원활하게 일어나 기존 기판에 남는 것 없이 배선의 전사가 일어난다.

[0118] 또한, 막의 기공이 감소하여 막이 고밀도로 치밀하게 형성된다. 그리하여 전사 가능한 고전도성의 배선이 함입된 필름필름을 형성할 수 있다. 구체적으로 낮은 저항이 형성되는 500℃의 고온의 열처리를 가한 경우에도 기판의 SAM 처리시의 높은 접촉각을 유지하여 전사가 원활히 일어나는 전도성 배선이 함입된 필름이 형성된다.

[0119] 이하, 본 발명을 하기 실시예 및 실험예에 의해 더욱 상세히 설명한다.

[0120] 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시할 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시예 및 실험예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0121] **<실시예 1> 비활성 분위기에서 제조된 전도성 배선이 함입된 필름 1**

[0122] 단계 1 : Si 웨이퍼(wafer) 기판 위에 FOTS (Trichloro-(1H,1H,2H,2H-perfluorooctyl) silane)을 이용하여 SAM(self-assembled monolayer) 처리를 하였다.

[0123] 단계 2 : 상기 기판 위에 은(Ag)나노입자를 잉크젯 프린팅을 통해 코팅함으로써 50 ㎛ 의 선폭 및 500 ㎛의 간격을 가지는 Ag 배선을 형성하였다.

[0124] 단계 3 : 상기 형성된 Ag 배선을 Ar 가스하에서 400℃에서 30분간 열처리를 하였다. 열처리 후 Ag 배선의 두께는 1 ㎛를 나타내었다. 이때, Ar의 유량은 500 sccm, 압력은 1.0×10^{0} torr 이었다.

[0125] 단계 4: 상기 단계 3에서 형성된 Ag 배선 상부로 폴리이미드

[0126] (Polyimide)폴리머를 스핀코팅방법을 이용하여 일정한 두께를 가지는 액체상태의 막으로 코팅하였으며, 200℃, 30분 열처리 과정을 통해 경화시킴으로써 40 ㎛ 두께를 가지는 고분자 층을 제조하였다.

[0127] 단계 5: 상기 단계 4를 거친 기판에서 물리적 힘을 가해 고분자 층을 박리하여, 전도성 배선이 함입된 필름을 제조하였다.

[0128] **<실시예 2> 비활성 분위기에서 제조된 전도성 배선이 함입된 필름 2**

[0129] 실시예 1과 동일하게 실시하되, 500℃의 온도에서 열처리를 시행하여 전도성 필름을 제조하였다.

[0130] **<실시예 3> 비활성 분위기에서 제조된 전도성 배선이 함입된 기판**

[0131] 상기 실시예 1의 단계 5에서 제조된 전도성 배선이 함입된 필름을 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate,PET), 폴리카보네이트(polycarbonate, PC)기판으로 라미네이팅(laminating) 방법으로 전사시켜 전도성 배선이 함입된 기판을 제조하였다.

[0132] **<비교예 1> 공기 중에서 제조된 전도성 배선이 함입된 기판 1**

[0133] 상기 실시예 1과 동일하게 실시하되, 공기중에서 열처리를 시행하여 전도성 필름을 제조하였다.

[0134] **<비교예 2> 공기 중에서 제조된 전도성 배선이 함입된 기판 2**

[0135] 실시예 2와 동일하게 실시하되, 공기중에서 열처리를 시행하여 전도성 필름을 제조하였다.

[0136] **<실험예 1> 열처리 온도와 전극의 전도도 분석**

[0137] 본 발명에 따른 전사 가능한 전도성 필름의 제조에 있어서 열처리 온도와 전극의 전도도와의 관계를 확인하기 위하여, 공기중에서 30분간의 열처리(rapid thermal annealing)한 전도성 필름의 온도 증가에 따른 저항과의 관계를 분석하였으며, 이 결과를 도 2에 나타내었다.

[0138] 도 2에 나타난 바와 같이, 열처리 온도를 점차 증가시킴에 따라 저항이 낮게 나타나고 500℃에서 저항이 가장 낮게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 또한, 500℃ 로 갈수록 나노입자 조직이 치밀화되는 것을 확인할 수 있었다.

[0139] 따라서, 높은 전도도를 가지는 전극을 제조하기 위해서는 고온의 열처리가 필요한 것을 확인할 수 있다.

[0140] **<실험예 2> 비활성 분위기에서 열처리시 전사 능력 분석**

[0141] 본 발명에 따른 실시예 1에 있어서, 비활성 분위기에서 열처리함에 따른 전사 능력을 측정하기 위하여 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 분석하고, 그 결과를 도 3(a), (b), (c)에 나타내었다.

[0142] 도 3(a)에 나타낸 바와 같이, 공기 중에서 400℃ 의 열처리로 제조된 전도성 필름인 비교예 1의 경우 박리가 원활하게 일어나지 않아 배선이 옮겨지지 않고 기존 기판에 남는 반면, 비활성 분위기에서 400℃ 의 열처리로 제조된 전도성 필름인 실시예 1의 경우 배선이 전사됨을 확인할 수 있다.

[0143] 도 3(b)에 나타낸 바와 같이, 비교예 1의 경우 디웨팅(dewetting)이 일어나는 나는 반면, 실시예 1의 경우 디웨팅현상이 감소하여 균일하고 안정화된 결정 박막을 얻을 수 있음을 확인 할 수 있다.

[0144] 도 3(c)에 나타낸 바와 같이, 비교예 1과 달리 실시예 1의 경우 기공이 감소하여 막이 고밀도로 치밀하게 형성되는 것을 확인할 수 있다.

[0145] 따라서, 공기 중에서 고온의 열처리를 시행하는 경우 기존에 표면처리가 무효화되는 반면, 비활성 분위기에서는 표면 에너지를 낮추는 기존에 시행한 표면처리가 남는 것을 알 수 있다.

[0146] **<실험예 3> 표면처리와 비활성 분위기에서 열처리에 따른 표면 특성 분석**

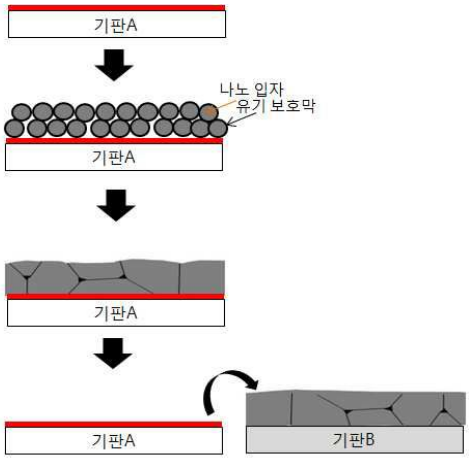
[0147] 본 발명에 따른 전사 가능한 전도성 필름의 제조에 있어서 표면처리와 비활성 분위기에서 열처리에 따른 표면의 특성을 측정하기 위하여 접촉각(contact angle)을 분석하고, 그 결과를 도 4에 나타내었다.

[0148] 도 4에 나타낸 바와 같이, 기판인 Si wafer에 SAM 처리를 하자 접촉각이 증가하였다. 또한, 이는 300℃의 열처리까지는 공기 중에서와 Ar 하에서의 열처리시의 접촉각에 차이를 보이지 않았다. 그러나, 500℃의 열처리를 시행하는 경우 공기 중에서는 SAM처리에 따른 효과가 사라지면서 접촉각이 다시 감소하는 반면, Ar가스 하에서는 SAM처리시의 높은 접촉각을 유지하는 것을 확인할 수 있었다.

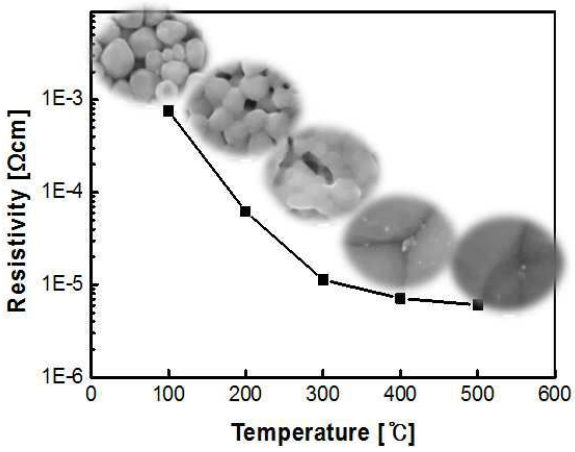
[0149] 따라서, 고온에서의 열처리를 공기 중에서 시행하는 경우 표면처리의 효과가 사라지는 반면, Ar 가스하에서는 고온의 열처리에도 불구하고 표면처리의 효과가 유지되는 것을 알 수 있다.

도면

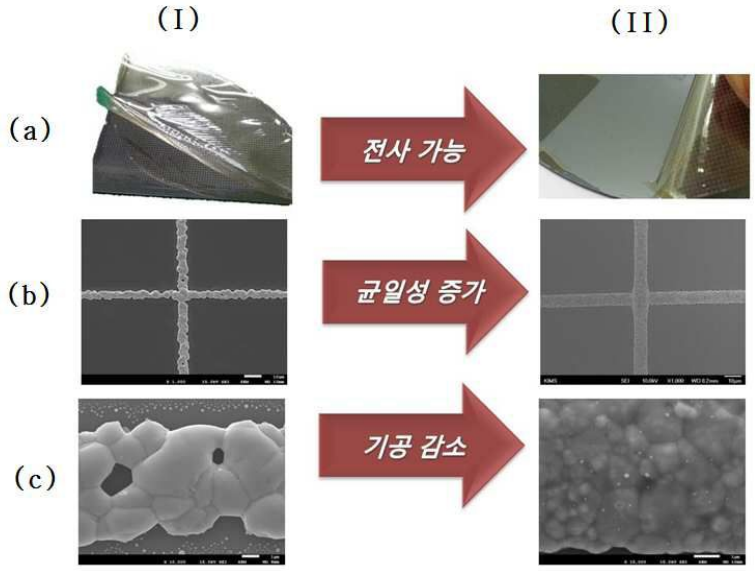
도면1



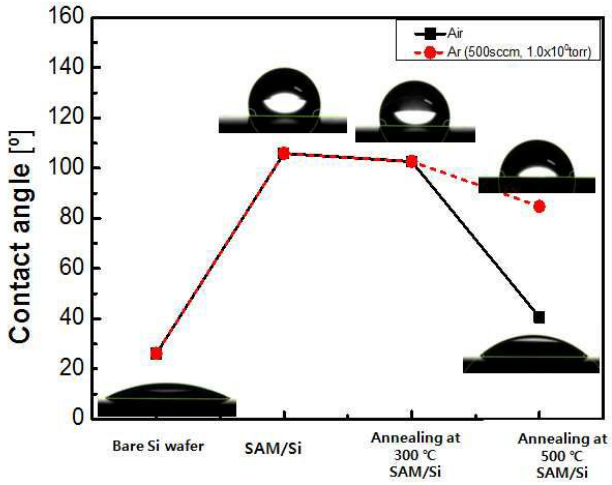
도면2


Resistivity [Ωcm]
1E-3
1E-4
1E-5
1E-6
0
100
200
300
400
500
600
Temperature [℃]

도면3


(I)
(II)
(a)
(b)
(c)
전사 가능
균일성 증가
기공 감소

도면4


Air
Ar (500sccm, 1.0x10⁻⁵torr)
Contact angle [°]
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Bare Si wafer
SAM/Si
Annealing at 300 ℃ SAM/Si
Annealing at 500 ℃ SAM/Si