



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0044673
(43) 공개일자 2010년04월30일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01) H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0103898

(22) 출원일자 2008년10월22일

심사청구일자 2008년10월22일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

이현

서울특별시 서초구 방배동 808-4 (2/5) 그랑씨엘
방배 -302

한강수

서울 도봉구 방학3동 신동아아파트 116동 502호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인대아

전체 청구항 수 : 총 18 항

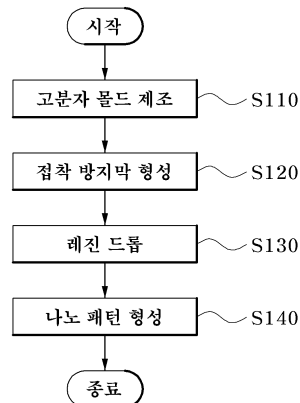
(54) 태양전지의 반사방지막 제조 방법

(57) 요약

태양전지의 반사방지막 제조 방법에 관하여 개시한다. 본 발명에 따른 (a)나노패턴이 형성된 템플릿으로 열가소성 고분자 필름을 스탬핑하여 상기 열가소성 고분자 필름 표면에 반대패턴을 형성한 후, 상기 템플릿을 분리하는 단계; (b)상기 열가소성 고분자 필름 표면에 접착방지막을 형성하는 단계; (c)나노패턴이 형성될 기관 표면에 용융상태의 레진을 드롭하는 단계; 및 (d)상기 열가소성 고분자 필름 표면의 반대패턴 내부에 상기 레진이 충전되도록 상기 열가소성 고분자 필름을 프레싱한 상태에서 상기 레진을 경화시킨 후, 상기 열가소성 고분자 필름을 분리하는 단계를 포함하여 이루어진다.

본 발명에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법은 간단한 임프린트 방법 또는 엠보싱 방법으로 태양전지의 표면이나 보호층에 저반사를 위한 나노패턴을 형성할 수 있으며, 본 발명에 의해 제조된 반사방지막은 태양전지 표면에서의 빛의 반사를 감소시켜 광투과 효율을 높일 수 있는 장점이 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

홍성훈

서울특별시 성북구 안암동 9-7번지 201호

홍은주

경기도 고양시 일산구 일산3동 후곡마을2단지아파트 204-1601

배병주

인천 남동구 운연동 35번지 4통 2반

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2007NPV08P0200002007

부처명 에너지관리공단

연구사업명 신재생에너지기술개발사업

연구과제명 유연 폴리머 기관을 사용한 유-무기 복합 태양전지의 제작

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2007년 06월 29일 ~ 2008년 06월 28일

특허청구의 범위

청구항 1

- (a)나노패턴이 형성된 템플릿으로 열가소성 고분자 필름을 스탬핑(stamping)하여 상기 열가소성 고분자 필름 표면에 반대패턴을 형성한 후, 상기 템플릿을 분리하는 단계;
- (b)상기 열가소성 고분자 필름 표면에 접착방지막을 형성하는 단계;
- (c)나노패턴이 형성될 기판 표면에 상기 기판을 이루는 물질의 굴절률의 80~120%의 굴절률을 갖는 용융상태의 레진을 드롭(drop)하는 단계; 및
- (d)상기 열가소성 고분자 필름 표면의 반대패턴 내부에 상기 레진이 충전되도록 상기 열가소성 고분자 필름을 프레스싱(pressing)한 상태에서 상기 레진을 경화시켜 상기 기판 표면에 나노패턴을 형성한 후, 상기 열가소성 고분자 필름을 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 2

- (a)나노패턴이 형성된 템플릿으로 열가소성 고분자 필름을 스탬핑하여 상기 열가소성 고분자 필름 표면에 반대패턴을 형성한 후, 상기 템플릿을 분리하는 단계;
- (b)상기 열가소성 고분자 필름 표면에 접착방지막을 형성하는 단계;
- (c)나노패턴이 형성될 기판 표면에 용융상태의 레진을 드롭하는 단계;
- (d)상기 열가소성 고분자 필름 표면의 반대패턴 내부에 상기 레진이 충전되도록 상기 열가소성 고분자 필름을 프레스싱한 상태에서 상기 레진을 경화시킨 후, 상기 열가소성 고분자 필름을 분리하는 단계;
- (e) O_2 가스를 반응가스로 하는 반응성 이온 에칭(RIE)을 이용하여, 상기 기판 표면이 노출될 때까지 상기 레진을 식각하는 단계; 및
- (f)드라이 에칭(Dry Etching)을 이용하여 상기 레진이 제거될 때까지 상기 기판을 식각하여 기판 표면에 나노패턴을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
기판 양면에 상기 나노패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 4

- 제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 (a)단계는,
- (a1)상기 템플릿을 상기 열가소성 고분자 필름 상부에 준비하는 단계;
 - (a2)상기 열가소성 고분자 필름의 유리온도(T_g)보다 높은 온도에서 스탬핑하는 단계; 및
 - (a3)상기 열가소성 고분자 필름의 유리온도(T_g)보다 낮은 온도에서 상기 템플릿을 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 (b)단계는
상기 열가소성 고분자 필름의 표면에 5~20nm 정도의 두께로 SiO_2 층을 형성한 후, SiO_2 층 위에

(heptadecafluoro-1,1,2,2-tetra-hydrodecyl)trichlorosilane 또는 $\text{Cl}_3\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_4)\text{C}_8\text{F}_{17}$ 중에서 어느 하나의 물질을 SAM(Self Assembled Monolayer) 코팅하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 열가소성 고분자 필름은

에틸렌비닐아세테이트(EVA), 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리올레핀, 폴리염화비닐(PVC), 폴리 메틸 메타크릴레이트, 폴리 메틸 아크릴레이트, 폴리스티렌, 니트로셀룰로오스, 아세틸셀룰로오스, 폴리카보네이트, 폴레에틸렌 테레프탈레이트, ABS 수지, 폴리아미드, 폴리이미드, 폴리 에테르 술폰, 폴리비닐 아세탈, 폴리 에테르 케톤 및 폴리우레탄 중에서 적어도 하나의 물질로 된 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 기관은

실리콘, 유리 및 에틸렌비닐아세테이트(EVA) 중에서 어느 하나의 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 레진은

열 경화형 또는 UV 경화형 레진인 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 템플릿은

SiC , SiO_2 , Si_3N_4 , Al_2O_3 , MgO , Si 및 Ni 중에서 어느 하나의 물질로 된 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 템플릿은

표면에 그래파이트(Graphite)가 코팅되어 있는 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 11

(a) 열가소성 고분자 기관 상부에 형성하고자 하는 나노패턴의 반대패턴이 형성된 템플릿을 준비하는 단계;

(b) 상기 템플릿으로 상기 열가소성 고분자 기관을 스탬핑하여 상기 열가소성 고분자 기관 표면에 나노패턴을 형성하는 단계; 및

(c) 상기 템플릿을 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 열가소성 고분자 기관 양면에 상기 나노패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 (b)단계는 상기 열가소성 고분자 기관의 유리온도(Tg)보다 높은 온도에서 이루어지고,

상기 (c)단계는 상기 열가소성 고분자 기관의 유리온도(Tg)보다 낮은 온도에서 이루어지는 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 템플릿은

SiC, SiO₂, Si₃N₄, Al₂O₃, MgO, Si 및 Ni 중에서 어느 하나의 물질로 된 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 열가소성 고분자 기관은

에틸렌비닐아세테이트(EVA), 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리올레핀, 폴리염화비닐(PVC), 폴리 메틸 메타크릴레이트, 폴리 메틸 아크릴레이트, 폴리스티렌, 니트로셀룰로오스, 아세틸셀룰로오스, 폴리카보네이트, 폴레에틸렌 테레프탈레이트, ABS 수지, 폴리아미드, 폴리이미드, 폴리 에테르 술폰, 폴리비닐 아세탈, 폴리 에테르 케톤 및 폴리우레탄 중에서 적어도 하나의 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 16

제11항에 있어서, 상기 템플릿은

표면에 그라파이트가 코팅되어 있는 것을 특징으로 하는 태양전지의 반사방지막 제조 방법.

청구항 17

제1항, 제2항 및 제11항 중 어느 하나의 제조 방법을 이용하여 제조된 반사방지막이, 표면에 형성되어 있는 태양전지.

청구항 18

제1항, 제2항 및 제11항 중 어느 하나의 제조 방법을 이용하여 제조된 반사방지막이, 보호층에 형성되어 있는 태양전지.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

본 발명은 태양전지의 광투과 효율을 높이기 위한 반사방지막 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 임프

[0001]

린트 또는 엠보싱 방법을 이용하여 태양전지의 표면에 나노패턴을 형성함으로써, 태양전지 표면 등에서의 반사를 최소한으로 줄일 수 있는 태양전지의 반사방지막 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근 석유나 석탄과 같은 화석 에너지 자원의 고갈이 예측되고, 환경에 대한 관심이 높아지면서 이들을 대체할 대체에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중에서도 태양전지는 에너지 자원이 무한하고 환경오염에 대한 문제점이 없어 특히 주목 받고 있다.
- [0003] 태양전지에는 태양열을 이용하여 터빈을 회전시키는데 필요한 증기를 발생시키는 태양열 전지와, 반도체의 성질을 이용하여 태양빛(photons)을 전기에너지로 변환시키는 태양광 전지가 있다. 태양전지라고 하면 일반적으로 태양광 전지를 의미하며, 본 발명 역시 태양광 전지(이하 태양전지라 한다)에 관한 것이다.
- [0004] 태양전지의 효율 상상을 위하여, 최근에는 p-n접합에 의한 광기전력 효과(photovoltaic effect)를 최적화하여 효율 상상을 위한 다양한 방법이 개발되고 있다. 전자-홀 생성을 위한 p-n 접합 구조의 최적화 방법, 생성된 전자의 누설을 방지하기 위한 표면 패시베이션 방법, 전자수집효율 상상을 위한 전극형성방법의 최적화 방법, 전면 반사방지막 형성 방법 등 태양전지 효율 상상을 위하여 다각도의 연구가 진행되고 있다.
- [0005] 일반적으로 태양전지에서 광 포획량을 증가시키기 위한 방법으로는 플라즈마를 사용한 건식 식각법 및 습식 식각과 실리콘질화막(SiNx)을 사용한 방법이 주로 사용되고 있으나, 상기의 방법들은 다결정 및 단결정 실리콘 기반 태양전지에만 적용이 가능한 방법이다. 또한 이러한 방법은 600nm 파장의 영역에서만 투과율 상상을 나타내고 그 외의 파장대 영역은 변화가 없거나 오히려 더 낮은 투과율을 나타내는 문제점이 있다.
- [0006] 일반적으로 나노패턴을 형성하기 위한 기술로 반도체 제작 공정에 주로 쓰이는 top-down 기술과 bottom-up 기술이 있다. 그러나, 태양전지 제조 공정에 top-down 기술을 적용하기에는 공정 비용이 너무 높은 문제가 있고, bottom-up 기술의 경우, 형성되는 나노패턴의 정밀도가 낮고 대면적 태양전지에 적용하기 어려운 문제가 있다.
- [0007] 따라서, 실리콘 기반뿐만 아니라 유·무기 복합 기반의 태양전지의 광투과 효율을 극대화할 수 있도록, 태양전지의 표면 및 태양전지 모듈화 공정에서 필요한 보호층에 반사방지막으로 이용할 수 있는 정밀한 나노패턴을 간단한 공정으로 형성할 수 있는 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0008] 본 발명의 하나의 목적은 임프린트 방법을 이용하여 태양전지의 반사방지막을 제조할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 다른 목적은 임프린트 방법 및 에칭 방법을 이용하여 태양전지의 반사방지막을 제조할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 또 다른 목적은 엠보싱 방법을 이용하여 태양전지의 반사방지막을 제조할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0011] 상기 하나의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법은 (a)나노패턴이 형성된 템플릿으로 열가소성 고분자 필름을 스탬핑하여 상기 열가소성 고분자 필름 표면에 반대패턴을 형성한 후, 상기 템플릿을 분리하는 단계; (b)상기 열가소성 고분자 필름 표면에 접촉방지막을 형성하는 단계; (c)나노패턴이 형성된 기판 표면에 상기 기판을 이루는 물질의 굴절률의 80~120%의 굴절률을 갖는 용융상태의 레진을 드롭하는 단계; 및 (d)상기 열가소성 고분자 필름 표면의 반대패턴 내부에 상기 레진이 충전되도록 상기 열가소성 고분자 필름을 프레싱한 상태에서 상기 레진을 경화시킨 후, 상기 열가소성 고분자 필름을 분리하는 단계를 포함하여 이루어진다.

- [0012] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법은 (a)나노패턴이 형성된 템플릿으로 열가소성 고분자 필름을 스탬핑하여 상기 열가소성 고분자 필름 표면에 반대패턴을 형성한 후, 상기 템플릿을 분리하는 단계; (b)상기 열가소성 고분자 필름 표면에 접착방지막을 형성하는 단계; (c)나노패턴이 형성될 기판 표면에 용융상태의 레진을 드롭하는 단계; (d)상기 열가소성 고분자 필름 표면의 반대패턴 내부에 상기 레진이 충전되도록 상기 열가소성 고분자 필름을 프레싱한 상태에서 상기 레진을 경화시킨 후, 상기 열가소성 고분자 필름을 분리하는 단계; (e) O_2 가스를 반응가스로 하는 반응성 이온 에칭(RIE)을 이용하여, 상기 기판 표면이 노출될 때까지 상기 레진을 식각하는 단계; 및 (f)드라이 에칭(Dry Etching)을 이용하여 상기 레진이 제거될 때까지 상기 기판을 식각하는 단계를 포함하여 이루어진다.
- [0013] 상기 또 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법은 (a)열가소성 고분자 기판 상부에 형성하고자 하는 나노패턴의 반대패턴이 형성된 템플릿을 준비하는 단계; (b)상기 템플릿으로 상기 열가소성 고분자 기판을 스탬핑하여 상기 열가소성 고분자 기판 표면에 나노패턴을 형성하는 단계; 및 (c)상기 템플릿을 분리하는 단계를 포함하여 이루어진다.

효 과

- [0014] 본 발명에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법은 간단한 임프린트 방법 또는 엠보싱 방법으로 태양전지의 표면이나 보호층에 저반사를 위한 나노패턴을 형성할 수 있으며, 본 발명에 의해 제조된 반사방지막은 태양전지 표면에서의 빛의 반사를 감소시켜 광투과 효율을 높일 수 있는 장점이 있다.
- [0015] 또한, 종래 실리콘 기판의 식각 기술로 형성된 반사방지막은 600nm 파장 근처에서만 광투과 효율이 높았으나, 본 발명에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법은 나노 패턴을 형성하게 됨으로써 보다 넓은 파장대에서 투과율 상승 효과를 얻을 수 있다.
- [0016] 또한, 종래 반사방지막은 실리콘 태양전지에 한해 제조가 가능하였으나, 본 발명에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법은 대부분의 태양전지 표면에 적용이 가능하며, 또한 태양전지 모듈화 공정에 사용되는 보호층에도 적용할 수 있어서 그 적용의 폭이 매우 넓은 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 태양전지의 반사방지막에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0019] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법은 고분자 몰드 제조 단계(S110), 접착방지막 형성 단계(S120), 레진 드롭 단계(S130) 및 나노패턴 형성 단계(S140)를 포함하여 이루어진다.
- [0020] 상기 고분자 몰드 제조 단계(S110)에서는 나노패턴이 형성된 템플릿으로 열가소성 고분자 필름을 스탬핑(stamping)하여 열가소성 고분자 필름 표면에 반대패턴을 형성한다. 일반적으로 열가소성 고분자는 유리온도(Tg) 이상의 온도에서 유연해지기 때문에, 열가소성 고분자 필름의 유리온도(Tg)보다 높은 온도에서는 쉽게 스탬핑이 이루어질 수 있다.
- [0021] 템플릿은 고온과 고압에서도 충분히 견딜 수 있는 재질로 된 것으로, SiC, SiO_2 , Si_3N_4 , Al_2O_3 , MgO, Si, Ni 등의 물질로 된 것을 이용할 수 있다.
- [0022] 템플릿에 형성되는 나노패턴은 여러 가지 방법으로 제조할 수 있다. 일례로, MgO 파우더, Al_2O_3 파우더 및 직경이 200nm ~ 300nm 정도의 SiO_2 나노 파우더(Nano Powder)가 혼합된 분말체를 가압한 후, HF와 같이 SiO_2 만을 등방성 에칭(Isotropic Etching)할 수 있는 식각제로 SiO_2 만을 선택적으로 에칭한 후, 소결 공정을 거치면 나노패턴(31)이 형성된 템플릿이 제조될 수 있다. 다른 예로, 알루미늄 양극산화(Anodized Aluminium Oxide) 방법을 이용하여, 나노패턴이 형성된 알루미늄 산화물 표면 얻을 수도 있다. 나노패턴에 의한 반사방지막에서 광투과

효율은 템플릿에 형성된 나노패턴의 크기 및 모양에 의해 조절 가능하다.

[0023] 도 2는 고분자 몰드 제조 단계(S110)를 좀 더 구체적으로 도시한 것이다.

[0024] 도 2를 참조하면, 우선, 템플릿(10)을 열가소성 고분자 필름(20) 상부에 준비한다. 이후, 열가소성 고분자 필름(20)의 유리온도(Tg)보다 높은 온도로 가열하고, 압력을 가해 템플릿에 형성된 나노패턴이 열가소성 고분자 필름(20)에 전사될 수 있도록 스탬핑한다(엠보싱 과정). 이후, 열가소성 고분자 필름(20)의 유리온도(Tg)보다 낮은 온도로 냉각하여 템플릿(10)을 열가소성 고분자 필름(20)으로부터 분리한다. 이후의 나노패턴 형성 단계(S140)는 템플릿(10) 대신에 상기의 과정을 거쳐 제작된 고분자 몰드(고분자 템플릿)를 이용한다.

[0025] 이렇게 고분자 몰드를 제작하는 이유는 후술할 나노패턴 형성 단계(S140)에서 임프린트 방법을 이용하게 되는데, 임프린트의 특성상 템플릿에 물리적 힘이 가해지므로, 템플릿(10)의 마모를 방지하기 위하여, 엠보싱법을 이용해 미리 열가소성 고분자 필름(20)에 템플릿(10)에 형성된 나노패턴의 반대패턴으로 복제하는 것이다.

[0026] 이때 이용될 수 있는 열가소성 고분자 필름(20)은 후술할 임프린트 방법을 고려할 때, 투명하고 열에 강한 물질로 된 것이 바람직하다. 도 2에서는 투명하고 열에 강한 대표적인 열가소성 고분자 필름인 폴리염화비닐(PVC) 필름을 예로 들었다. 이외에도, 본 발명의 열가소성 고분자 필름(20)을 이루는 물질로 에틸렌비닐아세테이트(EVA), 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리올레핀, 폴리 메틸 메타크릴레이트, 폴리 메틸 아크릴레이트, 폴리스티렌, 니트로셀룰로오스, 아세틸셀룰로오스, 폴리카보네이트, 폴레에틸렌 테레프탈레이트, ABS 수지, 폴리아미드, 폴리아미드, 폴리 에테르 술폰, 폴리비닐 아세탈, 폴리 에테르 케톤 및 폴리우레탄 등이 이용될 수 있다.

[0027] 실리콘카바이드(SiC) 등의 물질로 이루어진 템플릿은 열가소성 고분자 필름과 열팽창률이 다르기 때문에, 냉각시 열가소성 고분자 필름으로부터 쉽게 분리할 수 있다. 다만, 유리온도(Tg) 이상에서 열가소성 고분자 필름이 템플릿에 들러붙을 수도 있으므로, 미리 템플릿에 표면을 그래파이트(Graphite) 등과 같은 이형물질로 코팅하는 것이 바람직하다.

[0028] 접착방지막 형성 단계(S120)에서는 고분자 몰드 제조 단계(S110)를 통해 반대패턴이 형성된 열가소성 고분자 필름(20)의 표면에 접착방지막(30)을 형성한다. 접착방지막(30)은 후술할 나노패턴 형성 단계(S140)에서 열가소성 고분자 필름(20)과 레진(50, 도 3)이 접착되는 것을 방지하기 위하여 필요하다. 이러한 접착방지막(30)은 열가소성 고분자 필름(20)의 표면에 그래파이트나 테프론을 코팅할 수 있으나, 열가소성 고분자 필름(20)의 표면에 5~20nm 정도의 SiO₂층을 스퍼터링 방식 등으로 형성한 후에, 형성된 SiO₂층 표면에 단분자의 크기가 수 nm 정도인 실란 계열의 (heptadecafluoro-1,1,2,2-tetra-hydrodecyl)trichlorosilane, Cl₃Si(C₂H₄)C₈F₁₇ 등의 표면 에너지가 낮은 물질을 코팅하여 이루어지는 것이 바람직하다. 하나의 예로, 실리콘 기관의 경우 실리콘과 SiO₂ 계면에서는 강한 화학적 결합이 형성되지만, 상기 예와 같은 실란 계열의 물질 간에는 반데르발스 힘과 정전기력(electrostatic force)만이 작용하여, 상기의 실란 계열의 물질을 SiO₂층 위에 SAM(Self Assembled Monolayer) 코팅하면, 코팅으로 인한 표면 에너지 변화가 크고, 다양한 기능성을 가질 수 있어서 원활한 이형이 가능하다.

[0029] 이상의 고분자 몰드 제조 단계(S110)와 열가소성 고분자 필름 표면의 접착방지막 형성 단계(S120)는 태양전지의 반사방지막을 제조하기 위한 다음의 단계들의 준비 단계라 할 수 있다.

[0030] 도 3은 반사방지막 제조를 위한 레진 드롭 단계(S130)와 나노패턴 형성 단계(S140)를 도시한 것이다. 상기의 나노패턴의 반대패턴이 형성된 열가소성 고분자 필름(20)은 고분자 템플릿(Polymer template)으로 활용된다.

[0031] 도 3을 참조하면, 레진 드롭 단계(S130)에서는 나노패턴이 형성될 기관(40) 표면에 용융상태의 레진(50)을 드롭(drop)한다. 드롭되는 레진(50)의 양은 열가소성 고분자 필름(20) 표면의 반대패턴 내부를 완전히 충전시킬 수 있을 정도로 충분하여야 한다.

[0032] 기관(40)은 태양전지 표면층을 이루는 실리콘 등의 물질로 이루어지거나, 태양전지 모듈화 공정에서 필요한 보호층을 이루는 유리, 에틸렌비닐아세테이트(EVA) 등의 물질로 이루어질 수 있다.

[0033] 나노패턴 형성 단계(S140)에서는 열가소성 고분자 필름(20) 표면에 형성된 반대패턴 내부에 레진(50)이 충전되도록 열가소성 고분자 필름을 프레스링(pressing)한 상태에서 레진(50)을 경화시킨 후, 열가소성 고분자 필름(20)을 분리한다.

[0034] 레진의 경화는 열경화 방식, UV경화 방식 등이 이용될 수 있고, 레진의 경화 방식에 따라 드롭되는 레진(50) 역시 열경화용 레진, UV경화용 레진 등으로 선택된다.

- [0035] 도 3을 참조하면, 본 실시예에서는 경화된 레진(50)에 나노패턴이 형성되어 태양전지의 반사방지막 역할을 하게 된다. 레진(50)은 종류에 따라서 다양한 굴절률을 가질 수 있으나, 레진(50)과 기판(40)의 굴절률 차이가 큰 경우 입사되는 광에서 반사되는 양이 많아지게 되므로 레진(50)은 기판(40)을 이루는 물질의 굴절률의 80~120%의 굴절률을 갖는 것이 바람직하다. 예를 들어, 기판(40) 물질로 유리를 이용할 경우, 유리의 굴절률이 1.5정도이므로, 레진(50) 역시 비슷한 굴절률을 갖는 것이 바람직하다. 이러한 레진의 예로, UV경화용 레진의 경우 챔옵틱스(Chemoptics)사 제조 NIP-K28™ UV-curable resin(perfluorinated acrylate monomers mixed with UV photo-initiator)이나 ZPU resin 시리즈를 들 수 있고, 열경화용 레진의 경우 UV photo-initiator가 제외된 NIP-K28™에 thermal initiator가 혼합된 레진을 들 수 있다. 상기의 레진들은 대략 1.4~1.5 정도의 범위 내에서 굴절률의 조절이 가능하다.
- [0036] 도 4는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0037] 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 일실시예에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법은 고분자 몰드 제조 단계(S410), 접착방지막 형성 단계(S420), 레진 드롭 단계(S430), 나노패턴 형성 단계(S440), O₂ RIE에 의한 레진 식각 단계(S450) 및 드라이 에칭에 의한 기판 식각 단계(S460)를 포함하여 이루어진다.
- [0038] 고분자 몰드 제조 단계(S410)에서는 나노패턴이 형성된 템플릿(10)으로 열가소성 고분자 필름(20)을 스탬핑하여 열가소성 고분자 필름(20) 표면에 반대패턴을 형성한 후, 템플릿(10)을 분리한다. 접착방지막 형성 단계(S420)에서는 열가소성 고분자 필름(20) 표면에 접착방지막(30)을 형성한다. 레진 드롭 단계(S430)에서는 나노패턴이 형성된 기판(40) 표면에 용융상태의 레진(50)을 드롭한다. 나노패턴 형성 단계(S440)에서는 열가소성 고분자 필름(20) 표면의 반대패턴 내부에 레진(50)이 충전되도록 열가소성 고분자 필름(20)을 프레싱한 상태에서 레진(50)을 경화시킨 후, 열가소성 고분자 필름(20)을 분리한다. 상기의 고분자 몰드 제조 단계(S410) 내지 나노패턴 형성 단계(S440)는 도 1에서와 마찬가지로이다.
- [0039] 도 5는 반사방지막 제조를 위한 O₂ RIE에 의한 레진 식각 단계(S450) 및 드라이 에칭에 의한 기판 식각 단계(S460)를 도시한 것이다.
- [0040] 도 5를 참조하면, 본 실시예에서는 도 3과 달리 기판에 나노패턴을 직접 패터닝함으로써 반사방지막을 제조한다.
- [0041] O₂ RIE에 의한 레진 식각 단계(S450)에서는 O₂가스를 반응가스로 하는 반응성 이온 에칭(RIE)을 이용하여 경화된 레진(50)을 식각한다. 식각은 기판(40) 표면의 일부가 노출될 때까지, 즉 상대적으로 얇은 두께를 갖는 레진 부분(A)이 제거될 때까지 이루어진다. 이때 식각되는 레진의 두께는 상기의 나노패턴 형성 단계(S440)에서 프레싱된 상태일 때, 열가소성 고분자 필름(20) 표면과 기판(40) 표면 사이의 간격에 의해 결정되며, 대략 10nm 정도가 될 수 있다.
- [0042] 드라이 에칭에 의한 기판 식각 단계(S460)에서는 드라이 에칭(Dry Etching)을 이용하여 레진(50)이 제거될 때까지 기판(40)을 식각한다. 상기의 O₂ RIE에 의한 레진 식각 단계(S450)에 의해 기판(40)에서 레진이 존재하지 않는 부분(B)은 기판(40)이 식각되고, 기판(40)에서 레진(50)이 존재하는 부분(C)은 레진(50)이 식각되게 되므로, 결국 기판(40)에서 레진(50)이 완전히 제거될 때 기판(40)에는 레진의 패턴과 동일한 나노패턴이 형성된다.
- [0043] 본 실시예에서는 기판을 직접 패터닝하기 때문에 레진의 굴절률에 아무런 제한이 없어, 그만큼 레진의 선택폭이 넓어지는 특징이 있다.
- [0044] 도 6은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0045] 도 6을 참조하면, 본 발명의 다른 일실시예에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법은 템플릿 준비 단계(S610), 나노패턴 형성 단계(S620) 및 템플릿 분리 단계(S630)를 포함하여 이루어진다.
- [0046] 도 7은 도 6의 각 단계를 도시한 것으로, 이하, 도 7을 참조한다. 또한, 본 단계의 기판은 열가소성 고분자 기판으로, 그 성질은 도 2에 도시된 열가소성 고분자 필름과 다르지 않으므로, 동일한 도면부호를 사용한다.
- [0047] 템플릿 준비 단계(S610)에서는 열가소성 고분자 기판(20) 상부에 형성하고자 하는 나노패턴의 반대패턴이 형성된 템플릿(10)을 준비한다.
- [0048] 나노패턴 형성 단계(S620)에서는 템플릿(10)으로 열가소성 고분자 기판(20)을 스탬핑하여 열가소성 고분자 기판

(20) 표면에 나노패턴을 형성한다.

- [0049] 템플릿 분리 단계(S630)에서는 템플릿(10)을 열가소성 고분자 기판(20)으로부터 분리한다.
- [0050] 이때, 나노패턴 형성 단계(S620)는 열가소성 고분자 기판(20)의 유리온도(Tg)보다 높은 온도로 가열하여 공정을 진행하고, 템플릿 분리 단계(S630)는 열가소성 고분자 기판(20)의 유리온도(Tg)보다 낮은 온도로 냉각하여 공정을 진행한다.
- [0051] 템플릿(10)은 열과 압력에 강한 물질로서, SiC, SiO₂, Si₃N₄, Al₂O₃, MgO, Si, Ni 등의 물질이 될 수 있으며, 열가소성 고분자 기판으로부터 효율적인 이형을 위하여 표면에 그래파이트가 코팅되어 있는 것이 바람직하다.
- [0052] 열가소성 고분자 기판(20)은 투명하고 열에 강한 물질로 된 것이 바람직하며, 이러한 열가소성 고분자 기판(20)은 에틸렌비닐아세테이트(EVA), 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리올레핀, 폴리염화비닐(PVC), 폴리 메틸 메타크릴레이트, 폴리 메틸 아크릴레이트, 폴리스티렌, 니트로셀룰로오스, 아세틸셀룰로오스, 폴리카보네이트, 폴레에틸렌 테레프탈레이트, ABS 수지, 폴리아미드, 폴리이미드, 폴리 에테르 술폰, 폴리비닐 아세탈, 폴리 에테르 케톤 및 폴리우레탄 중에서 어느 하나 또는 2이상의 물질 등으로 이루어질 수 있다.
- [0053] 본 실시예는 엠보싱 방법을 적용하여 기판(40)에 직접 나노패턴을 형성하여 반사방지막을 제조하는 것이다. 따라서, 본 실시예에서 이용되는 기판은 투명하고, 열에 강한 열가소성 고분자 재질의 기판이므로 태양전지 모듈화 공정중 보호층으로 사용되는 EVA 필름 등에 반사방지막을 직접 형성할 수 있는 특징이 있다.
- [0054] 도 8a 및 도 8b는 PVC 필름의 핫 엠보싱 결과를 나타내는 SEM 사진이다. 도 8a에서 템플릿은 니켈(Ni) 템플릿을 이용하였다. 도 8a 및 도 8b의 PVC 필름 핫 엠보싱은 도 1의 고분자 몰드 제조 단계(S110), 도 6의 나노패턴 형성 단계(S620) 등에 적용될 수 있다. 도 8b를 참조하면, PVC 필름의 핫 엠보싱 결과, 대략 100nm의 패턴 폭과, 대략 250nm의 패턴 피치를 갖는 매우 규칙적인 나노패턴이 정교하게 형성될 수 있음을 알 수 있다.
- [0055] 도 9는 반사방지막의 나노패턴 유무에 따른 광투과율을 비교한 그래프이다. 도 9를 참조하면 반사방지막에 나노패턴, 즉 모스아이 구조(moth-eye structure)가 형성된 경우가 그렇지 않은 경우보다 넓은 파장대에서 광투과율이 높음을 알 수 있고, 그 결과 태양전지의 광투과 효율이 6~7%정도 향상되는 것을 알 수 있다.
- [0056] 반사방지막 형성을 위한 나노패턴은 기판의 어느 한면에 형성되는 경우뿐만 아니라 양면 모두에 형성될 수도 있다. 이 경우에는 기판의 양면 모두에서 광투과가 이루어지므로 광투과 효율을 더욱 높일 수 있다. 도 10은 PVC 기판의 양면에 나노패턴이 형성된 경우의 광투과율을 도시한 것이다. 도 10을 참조하면, PVC 기판에 나노패턴이 형성되지 않을 경우보다 나노패턴이 형성되었을 경우가 광투과율이 높고, PVC 기판의 한쪽 면에만 나노패턴이 형성되었을 경우보다 PVC 기판의 양쪽 면에 나노패턴이 형성된 경우가 광투과율이 높음을 알 수 있다.
- [0057] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법은 간단한 임프린트 방법(도 1 및 도 3), 임프린트 방법과 식각 방법(도 4 및 도 5), 엠보싱 방법(도 6 및 도 7)으로 태양전지의 표면이나 보호층에 나노패턴을 형성할 수 있다. 따라서, 상기와 같은 방법을 이용하여 제조된 반사방지막은 나노패턴을 통해서 태양전지 표면에서의 빛의 반사를 감소시켜, 결국 태양전지의 광투과 효율을 높일 수 있다.
- [0058] 이상에서는 본 발명의 일 실시예를 중심으로 설명하였지만, 당업자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

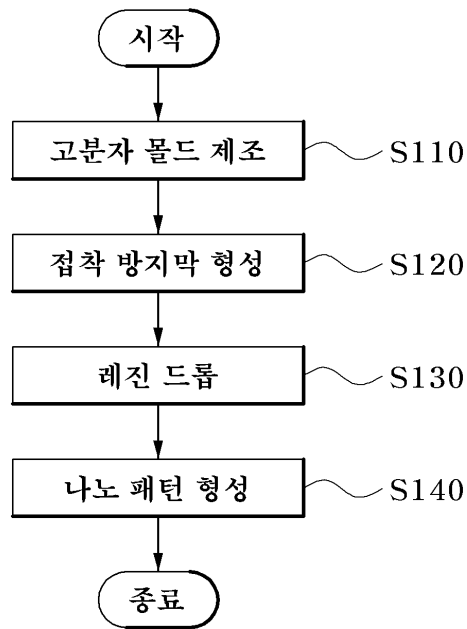
도면의 간단한 설명

- [0059] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0060] 도 2는 도 1의 고분자 몰드 제조 단계를 도시한 것이다.
- [0061] 도 3은 도 1의 레진 드롭 단계와 나노패턴 형성 단계를 도시한 것이다.
- [0062] 도 4는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0063] 도 5는 도 4의 O₂ RIE에 의한 레진 식각 단계 및 드라이 에칭에 의한 기판 식각 단계를 도시한 것이다.
- [0064] 도 6은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 태양전지의 반사방지막 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0065] 도 7은 도 6의 각 단계를 도시한 것이다.

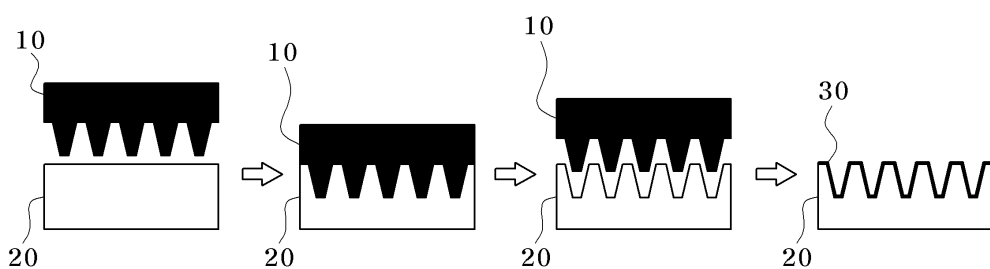
- [0066] 도 8a 및 도 8b는 PVC 필름의 핫 엠보싱 결과를 나타내는 SEM 사진이다.
- [0067] 도 9는 반사방지막의 나노패턴 유무에 따른 광투과율을 비교한 그래프이다.
- [0068] 도 10은 PVC 기판에 나노패턴이 형성된 경우의 광투과율을 도시한 것이다.

도면

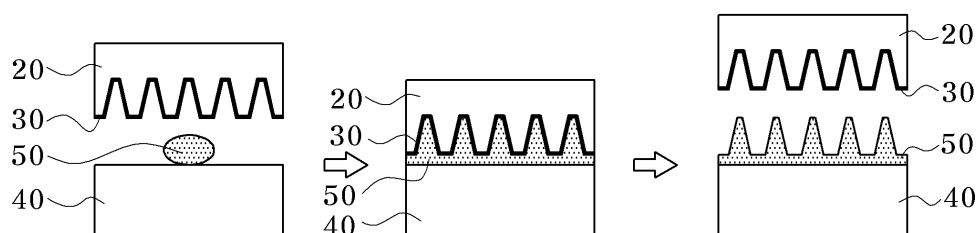
도면1



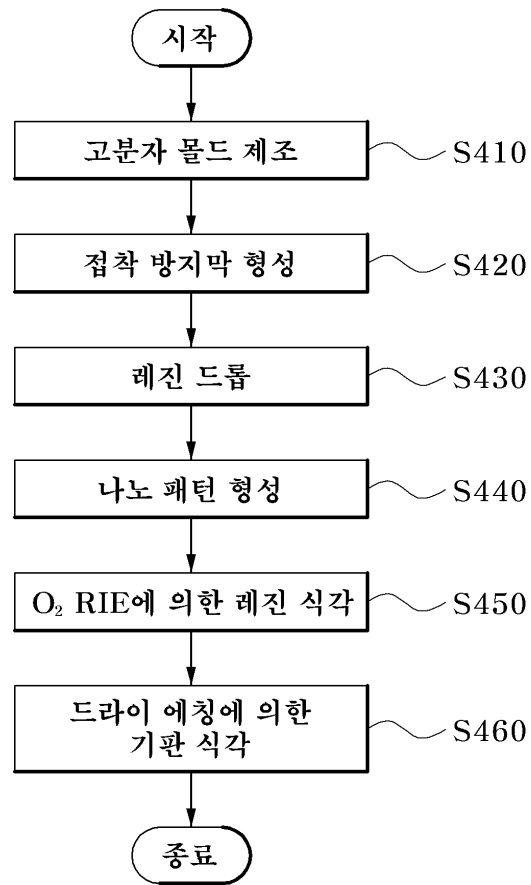
도면2



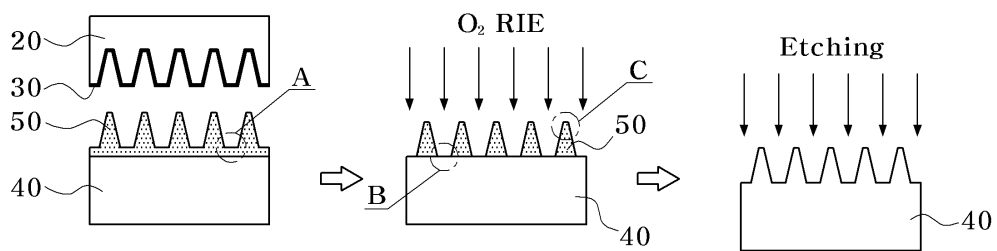
도면3



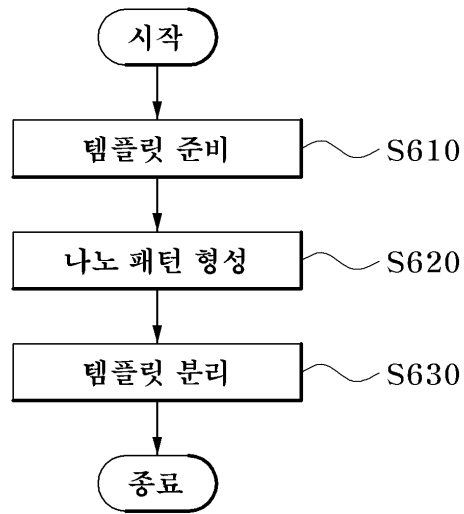
도면4



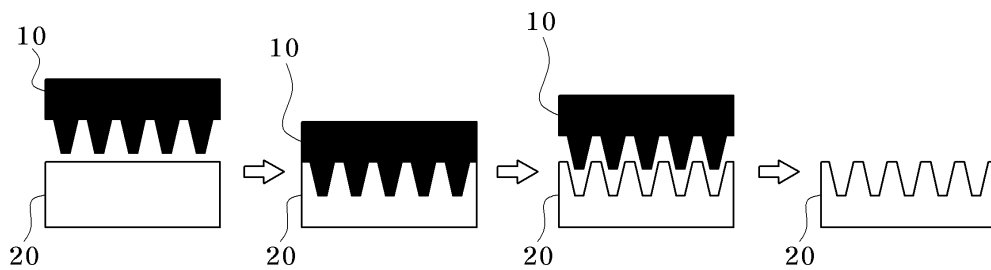
도면5



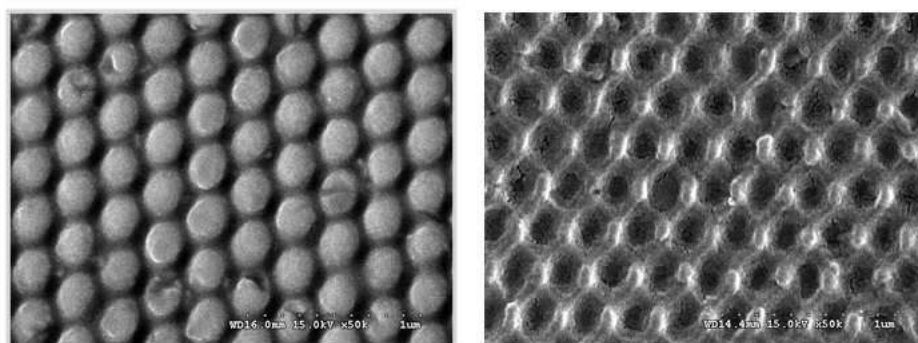
도면6



도면7



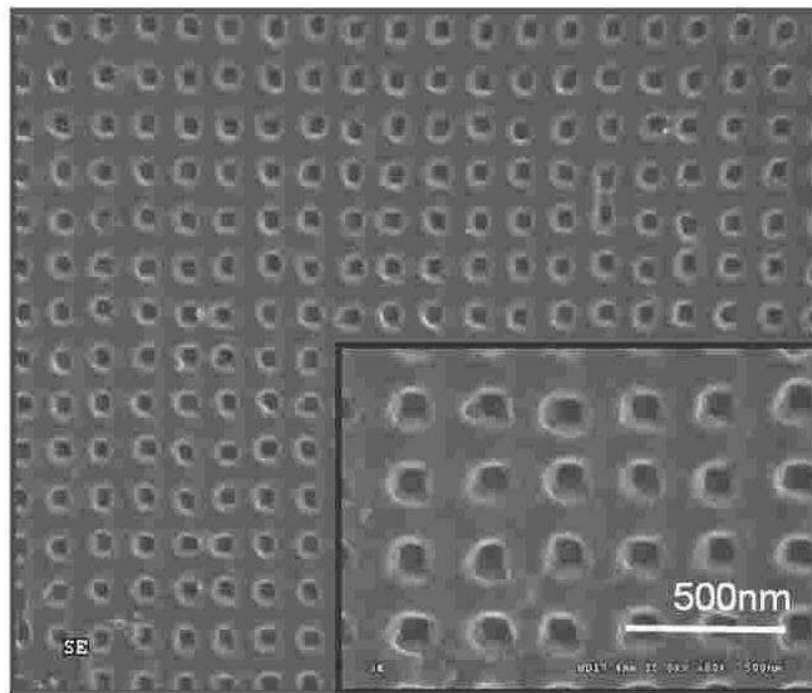
도면8a



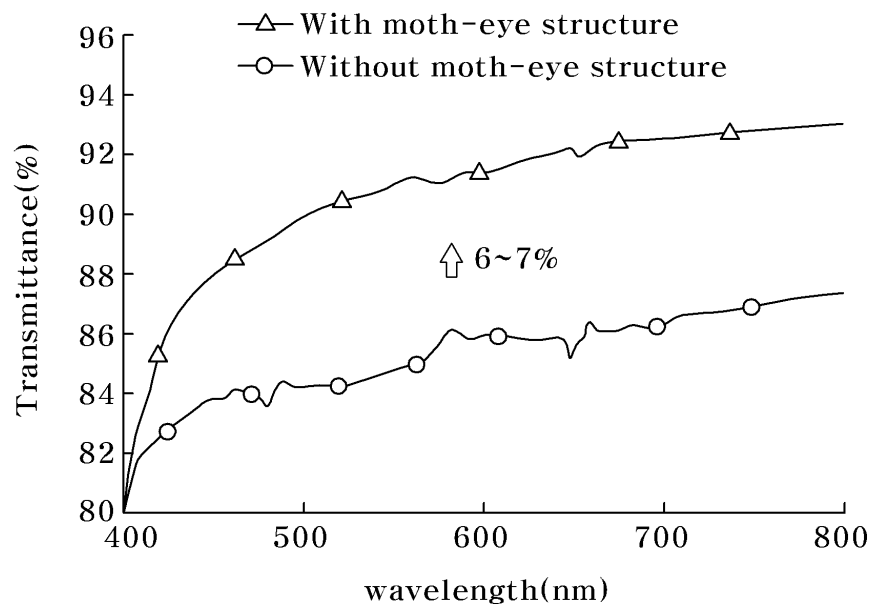
Ni 템플릿

Embossed PVC film

도면8b



도면9



도면10

