(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월18일
(11) 등록번호 10-1244889
(24) 등록일자 2013년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 1/11 (2006.01) *G02B 1/10* (2006.01)
B82B 1/00 (2006.01) *B82Y 30/00* (2011.01)
(21) 출원번호 10-2012-0027763
(22) 출원일자 2012년03월19일
심사청구일자 2012년03월19일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110062566 A
JP2007156391 A
JP2006124417 A
JP2002122703 A

(73) 특허권자
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
윤정흠
경상남도 김해시 장유면 부곡리 881-2번지 부영 16차 803동 306호
나종주
경기도 성남시 분당구 백현동 백현마을 706동 803호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인이지

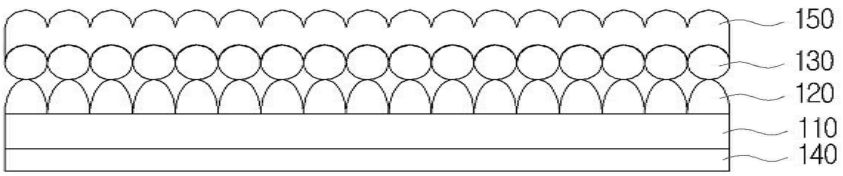
전체 청구항 수 : 총 29 항 심사관 : 황준석

(54) 발명의 명칭 **보호층이 구비된 반사 방지 기판 및 그 제조 방법**

(57) 요 약

보호층이 구비된 반사 방지 기판 및 그 제조 방법이 개시된다. 빛의 투과가 가능한 베이스 기판을 준비하는 단계; 건식 에칭 방식을 이용하여 베이스 기판의 표면에 복수의 돌기형 구조체를 형성하는 단계 및 무기물 입자의 증착에 의해 복수의 돌기형 구조체 각각에 빛의 반사를 방지할 수 있는 반사 방지 구조체를 형성하여, 베이스 기판 표면에 반사 방지층을 형성하는 단계를 포함하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 및 그 제조 방법이 제공된다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이건환

경기도 평택시 포승읍 석정리 990

권정대

경상남도 창원시 성산구 성주동 프리빌리지2차 211동 1203호

이성훈

경상남도 창원시 구암동 51-1 구암메트로하이츠 102동 204호

특허청구의 범위

청구항 1

빛의 투과가 가능한 베이스 기판을 준비하는 단계;

건식 에칭 방식을 이용하여 상기 베이스 기판의 일면에 복수의 돌기형 구조체를 형성하는 단계;

무기물 입자의 증착에 의해 상기 복수의 돌기형 구조체 각각에 빛의 반사를 방지할 수 있는 반사 방지 구조체를 형성하여, 상기 베이스 기판의 상기 일면에 반사 방지층을 형성하는 단계; 및

상기 베이스 기판의 타면에 보호층을 형성하는 단계를 포함하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 보호층을 형성하는 단계는,

Si, Al, Zn, Ti의 산화물 중 적어도 어느 하나 이상을 포함하여 상기 보호층을 형성하는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 보호층은,

1㎚ 이상 100㎚ 이하의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 돌기형 구조체를 형성하는 단계는,

플라즈마 건식 에칭 방식을 이용하여 상기 베이스 기판의 표면에 상기 복수의 돌기형 구조체를 형성하는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 반사 방지층을 형성하는 단계는,

상기 무기물 입자를 플라즈마 박막 증착하여 상기 반사 방지 구조체를 형성하는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 반사 방지 구조체는 20㎚ 이상 200㎚ 이하의 간격으로 배열되며,

상기 복수의 돌기형 구조체를 형성하는 단계는,

상기 반사 방지 구조체가 20㎚ 이상 200㎚ 이하의 간격으로 배열될 수 있도록 상기 복수의 돌기형 구조체의 직경 및 배열 간격을 조절하기 위하여 에칭 노출 시간을 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 에칭 노출 시간을 제어하는 단계는,

상기 에칭 노출 시간을 7분 미만으로 하는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 반사 방지층을 형성하는 단계는,

서로 인접하여 배치되는 상기 반사 방지 구조체로 이루어지는 상기 반사 방지층을 형성하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 반사 방지층을 형성하는 단계는,

구 형상의 상기 반사 방지 구조체를 형성하는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 반사 방지층을 형성하는 단계 이후에,

상기 반사 방지층에 연속 박막층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 연속 박막층을 형성하는 단계는,

상기 무기물 입자와 동일한 물질을 이용하여 상기 연속 박막층을 형성하는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 연속 박막층은,

5nm 이상 100nm 이하의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 베이스 기판의 표면에는 강화 코팅층이 구비될 수 있는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

건식 에칭 방식을 이용하여 상기 복수의 돌기형 구조체를 형성하는 단계는,

Ar, O2, H2, He 및 N2에서 선택된 적어도 어느 하나의 기체를 포함하여 건식 에칭하는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 무기물 입자는,

금속물질 (Al, Ba, Be, Ca, Cr, Cu, Cd, Dy, Ga, Ge, Hf, In, Lu, Mg, Mo, Ni, Rb, Sc, Si, Sn, Ta, Te, Ti, W, Zn, Zr, Yb etc) 의 산화물(oxide)과 질화물(nitride), 그리고 산화물-질화물의 화합물(oxynitride: AlON, SiON) 및 불화 마그네슘(Magnesium fluoride)에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 베이스 기판은,

불소계 투명 폴리머 필름, 아크릴계 투명 폴리머필름, 폴리에틸렌 테레프탈레이트계열 투명 폴리머 필름, 폴리카보네이트, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리에테르설폰, 폴리시클로올레핀, CR39 및 폴리우레탄(polyiourethane)에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법.

청구항 17

빛의 투과가 가능한 베이스 기판;

상기 베이스 기판의 일면에 형성되는 복수의 돌기형 구조체;

상기 복수의 돌기형 구조체에 형성되며, 무기물 입자의 증착에 의하여 형성되는 반사 방지 구조체로 이루어지며, 상기 베이스 기판의 표면에 형성되는 반사 방지층; 및

상기 반사 방지층의 타면에 형성되는 보호층을 포함하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 보호층은,

Si, Al, Zn, Ti의 산화물 중 적어도 어느 하나를 포함하여 형성되는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 복수의 돌기형 구조체는,

플라즈마 건식 에칭 방식을 이용하여 상기 베이스 기판의 표면에 형성되는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 반사 방지층은,

상기 무기물 입자를 플라즈마 박막 증착하여 형성되는 상기 반사 방지 구조체로 이루어지는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판.

청구항 21

제17항에 있어서,

상기 반사 방지 구조체는,

20nm 이상 200nm 이하의 간격으로 배열되는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판.

청구항 22

제17항에 있어서,

상기 반사 방지층은,

서로 인접하여 배치되는 상기 반사 방지 구조체로 이루어지는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판.

청구항 23

제17항에 있어서,

상기 반사 방지 구조체는,

구 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판.

청구항 24

제17항에 있어서,

상기 반사 방지층에 형성되는 연속 박막층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반사 방지 기판.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 연속 박막층은,

상기 무기물 입자와 동일한 물질을 이용하여 형성되는 것을 특징으로 하는 반사 방지 기판.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 연속 박막층은,

5nm 이상 100nm 이하의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 반사 방지 기판.

청구항 27

제17항에 있어서,

상기 베이스 기판은,

상기 베이스 기판의 표면에는 강화 코팅층이 구비될 수 있는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판.

청구항 28

제17항에 있어서,

상기 무기물 입자는,

금속물질 (Al, Ba, Be, Ca, Cr, Cu, Cd, Dy, Ga, Ge, Hf, In, Lu, Mg, Mo, Ni, Rb, Sc, Si, Sn, Ta, Te, Ti, W, Zn, Zr, Yb etc) 의 산화물(oxide)과 질화물(nitride), 그리고 산화물-질화물의 화합물(oxynitride: AlON, SiON) 및 불화 마그네슘(Magnesium fluoride)에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판.

청구항 29

제17항에 있어서,

상기 베이스 기판은,

불소계 투명 폴리머 필름, 아크릴계 투명 폴리머필름, 폴리에틸렌 테레프탈레이트계열 투명 폴리머 필름, 폴리카보네이트, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리에테르설폰, 폴리시클로올레핀, CR39 및 폴리우레탄(polyiourethane)에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 보호층이 구비된 반사 방지 기판 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 사용이 증대되고 있는 휴대폰, 스마트폰, 태블릿 PC 등과 같은 휴대용 전자 기기의 등장으로 인하여, 강화 유리, 폴리머 등으로 이루어지는 휴대용 전자 기기의 화면을 보호하기 위한 화면 보호용 기판의 광학적 특성이 향상되어야 할 필요가 있다. 나아가, 화면 보호용 기판이 아니라, 직접 휴대용 전자 기기의 화면을 대체할 수 있는 기판의 필요성 역시 점차 증대되고 있는 실정이다.

[0003] 현재 휴대용 전자 기기의 화면에 사용되기 위한 유연소자 구현을 위한 기술적 요구는 LCD및 LED로 대변되는 디스플레이와 박막 및 유기 태양전지에서 광범위하게 대두되고 있다. 이러한 유연소자 구현의 기술적 선결 조건으로 기존 유리 기판이 유연 폴리머기판으로 대체되어야만 한다. 폴리머 기판은 기계적으로 뛰어난 유연성을 가지고 경량이어서 제품디자인의 자유도를 높이면서도 유리에 준하는 광특성과 화학적 안정성이 요구된다.

[0004] 반사방지특성의 조절을 통한 광투과성의 향상, 명암의 향상, 고스트 이미지의 제거 등은 투명 폴리머 기판의 상용화를 위한 핵심 요소 기술로 알려져 있다. 폴리머 고유의 물질 특성으로는 완전히 구현될 수 없는 이러한 요소 기술들은 폴리머 기판 표면상의 화학 및 구조적 변형과 이종의 코팅물질의 추가 등을 통해 시도되어 왔다.

[0005] 이와 관련한 기술로 공개 특허 제2010-0099092호가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 실시예들은, 베이스 기판 표면의 전처리를 통하여 빛의 반사를 방지하여 투과도를 향상시킴으로서 광학적 특성이 향상되는 보호층이 구비된 반사 방지 기판을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 측면에 따르면, 빛의 투과가 가능한 베이스 기판을 준비하는 단계, 건식 에칭 방식을 이용하여 베이스 기판의 표면에 복수의 돌기형 구조체를 형성하는 단계, 무기물 입자의 증착에 의해 복수의 돌기형 구조체 각각에 빛의 반사를 방지할 수 있는 반사 방지 구조체를 형성하여, 베이스 기판 표면에 반사 방지층을 형성하는 단계 및 반사 방지층 표면에 보호층을 형성하는 단계를 포함하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판 제조 방법이 제공된다.

[0008] 보호층을 형성하는 단계는, Si, Al, Zn, Ti의 산화물 중 적어도 어느 하나를 증착하여 보호층을 형성할 수 있다.

[0009] 복수의 돌기형 구조체를 형성하는 단계는, 플라즈마 건식 에칭 방식을 이용하여 베이스 기판의 표면에 복수의 돌기형 구조체를 형성할 수 있다.

[0010] 반사 방지층을 형성하는 단계는, 무기물 입자를 플라즈마 박막 증착하여 반사 방지 구조체를 형성할 수 있다.

[0011] 반사 방지 구조체는 20nm 이상 200nm 이하의 간격으로 배열되며, 복수의 돌기형 구조체를 형성하는 단계는, 반사 방지 구조체가 20nm 이상 200nm 이하의 간격으로 배열될 수 있도록 복수의 돌기형 구조체의 직경 및 배열 간격을 조절하기 위하여 에칭 노출 시간을 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 에칭 노출 시간을 제어하는 단계는, 에칭 노출 시간을 7분 미만으로 할 수 있다.

[0013] 반사 방지층을 형성하는 단계는, 서로 인접하여 배치되는 반사 방지 구조체로 이루어질 수 있다.

[0014] 반사 방지층을 형성하는 단계는, 구 형상의 반사 방지 구조체를 형성할 수 있다.

[0015] 반사 방지층을 형성하는 단계 이후에, 반사 방지층의 표면에 연속 박막층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0016] 연속 박막층을 형성하는 단계는, 무기물 입자와 동일한 물질을 이용하여 연속 박막층을 형성할 수 있다.

[0017] 연속 박막층은, 5nm 이상 100nm 이하의 두께로 형성될 수 있다.

[0018] 베이스 기판의 표면에는 강화 코팅층이 마련될 수 있다.

[0019] 건식 에칭 방식을 이용하여 복수의 돌기형 구조체를 형성하는 단계는, Ar, O_2, H_2, He 및 N_2에서 선택된 적어도 어느 하나의 기체를 포함하여 사용할 수 있다.

[0020] 무기물 입자는, 금속물질 (Al, Ba, Be, Ca, Cr, Cu, Cd, Dy, Ga, Ge, Hf, In, Lu, Mg, Mo, Ni, Rb, Sc, Si, Sn, Ta, Te, Ti, W, Zn, Zr, Yb etc) 의 산화물(oxide)과 질화물(nitride), 그리고 산화물-질화물의 화합물(oxynitride: AlON, SiON) 및 불화 마그네슘(Magnesium fluoride)에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0021] 베이스 기판은, 불소계 투명 폴리머 필름, 아크릴계 투명 폴리머필름, 폴리에틸렌 테레프탈레이트계열 투명 폴리머 필름, 폴리카보네이트, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리에테르설폰, 폴리시클로올레핀, CR39 및 폴리우레탄(polyiourethane)에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 빛의 투과가 가능한 베이스 기판, 베이스 기판의 일면에 형성되는 복수의 돌기형 구조체, 복수의 돌기형 구조체에 형성되며, 무기물 입자의 증착에 의하여 형성되는 반사 방지 구조체로 이루어지며, 베이스 기판의 표면에 형성되는 반사 방지층 및 반사 방지층 표면에 형성되는 보호층을 포함하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판이 제공된다.

[0023] 보호층은, Si, Al, Zn, Ti의 산화물 중 적어도 어느 하나를 증착하여 보호층을 형성할 수 있다.

[0024] 복수의 돌기형 구조체는, 플라즈마 건식 에칭 방식을 이용하여 베이스 기판의 표면에 형성될 수 있다.

[0025] 반사 방지층은, 무기물 입자를 플라즈마 박막 증착하여 형성되는 반사 방지 구조체로 이루어질 수 있다.

[0026] 반사 방지 구조체는, 20nm 이상 200nm 이하의 간격으로 배열될 수 있다.

[0027] 반사 방지층은, 서로 인접하여 배치되는 반사 방지 구조체로 이루어질 수 있다.

[0028] 반사 방지 구조체는, 구 형상으로 형성될 수 있다.

[0029] 이때, 반사 방지층 및 보호층의 사이에 개재되는 연속 박막층이 더 포함될 수 있다.

[0030] 연속 박막층은, 무기물 입자와 동일한 물질을 이용하여 형성될 수 있다.

[0031] 연속 박막층은, 5nm 이상 100nm 이하의 두께로 형성될 수 있다.

[0032] 베이스 기판은, 베이스 기판의 표면에는 강화 코팅층이 마련될 수 있다.

[0033] 무기물 입자는, 금속물질 (Al, Ba, Be, Ca, Cr, Cu, Cd, Dy, Ga, Ge, Hf, In, Lu, Mg, Mo, Ni, Rb, Sc, Si, Sn, Ta, Te, Ti, W, Zn, Zr, Yb etc) 의 산화물(oxide)과 질화물(nitride), 그리고 산화물-질화물의 화합물(oxynitride: AlON, SiON) 및 불화 마그네슘(Magnesium fluoride)에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0034] 베이스 기판은, 불소계 투명 폴리머 필름, 아크릴계 투명 폴리머필름, 폴리에틸렌 테레프탈레이트계열 투명 폴리머 필름, 폴리카보네이트, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리에테르설폰, 폴리시클로올레핀, CR39 및 폴리우레탄(polyiourethane)에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0035] 본 발명의 실시예들에 따르면, 반사 방지층의 형성 단계 이전에 플라즈마와 같은 건식 에칭 방식을 이용하여 베이스 기판의 표면을 전처리 함으로써, 이후 형성되는 반사 방지층을 이루는 반사 방지 구조체의 배열 간격 및 크기 등을 용이하게 제어할 수 있다. 그러므로 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 광학적 특성 및 물리적 특성 역시 용이하게 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 보호층이 구비된 반사 방지 기판을 나타낸 개략도.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 보호층이 구비된 반사 방지 기판을 제조하는 방법을 순서대로 나타낸 순

서도.

도 3 내지 도 5, 도 7 내지 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 보호층이 구비된 반사 방지 기판을 제조하는 방법을 순서대로 나타낸 공정도.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 실제 구조를 나타낸 도면.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 건식 에칭 처리 시간에 따른 빛의 투과도를 나타낸 도면.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라 서로 인접하게 배열된 반사 방지 구조체를 나타낸 도면.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 내구성 측정 결과를 도시한 도면.

도 12는 공지의 보호층이 구비된 반사 방지 기판에 따른 내구성 측정 결과를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0038] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0039] 본 출원에서 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.

[0040] 이하, 본 발명에 따른 보호층이 구비된 반사 방지 기판 및 그 제조 방법의 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 보호층이 구비된 반사 방지 기판을 도시한 도면이며, 도 2는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 보호층이 구비된 반사 방지 기판을 제조하는 방법을 순서대로 도시한 순서도이다.

[0042] 도 3 내지 도 5, 도 7 내지 도 8는 본 실시예에 따른 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 제조 방법에 의하여 제조되는 보호층이 구비된 반사 방지 기판이 순서대로 도시되는 공정도이다.

[0043] 도 2에 도시된 것과 같이, 본 발명의 일 실시예에 따라, 베이스 기판(110) 준비 단계(s100), 복수의 돌기형 구조체(120) 형성 단계(s200), 반사 방지층(130) 형성 단계(s300) 및 보호층(140) 형성 단계(s400)를 포함하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 제조 방법이 제공된다.

[0044] 베이스 기판(110) 준비 단계(s100)는, 도 3에 도시된 것과 같이, 빛의 투과가 가능한 재질로 이루어지는 베이스 기판(110)을 준비하는 단계이다.

[0045] 베이스 기판(110)은 빛의 투과가 가능하도록, 불소계 투명 폴리머 필름, 아크릴계 투명 폴리머필름, 폴리에틸렌 테레프탈레이트계열 투명 폴리머 필름, 폴리카보네이트, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리에테르설폰, 폴리시클로올레핀, CR39 및 폴리우레탄(polyiourethane)에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0046] 본 실시예에 따른 베이스 기판(110)은 투명한 폴리머 재질로 이루어 질 수 있으므로, 빛이 원활히 투과되어야 하는 휴대용 전자 기기의 디스플레이 화면과 같은 곳에 용이하게 사용될 수 있다.

[0047] 이때, 본 실시예에 따른 베이스 기판(110)은 표면에 형성되는 강화 코팅층을 포함하여 형성될 수 있다.

[0048] 강화 코팅층은, 베이스 기판(110)의 강도 및 경도 등과 같은 물리적 특성을 향상시킬 수 있으며, 이후 베이스 기판(110)에 적층되는 반사 방지층(130)의 접착력 역시 향상시킬 수 있다. 또한, 강화 코팅층의 형성으로 인하여 베이스 기판(110)의 광학적 특성 역시 향상 가능하며, 내화학적 특성 역시 향상될 수 있다.

[0049] 강화 코팅층의 형성을 위하여 사용되는 폴리머 도료는, 아크릴계, 폴리우레탄계, 에폭시계 및 프라이머계 도료 중에서 적어도 어느 하나 이상으로 이루어지는 폴리머 도료일 수 있으며, 이 외에도 베이스 기판(110)에 상술한 효과를 발휘시킬 수 있는 폴리머 도료라면 본 발명의 실시 범위에 포함될 수 있을 것이다.

[0050] 또한, 본 실시예에 따라 제공되는 강화 코팅층은, 무기 미립자인 금속산화물, 황화물, 알루미나, 실리카, 산화지르코늄, 산화철 등을 상술한 폴리머 도료에 섞어서 형성될 수 있다.

[0051] 복수의 돌기형 구조체(120)를 형성하는 단계(s200)는, 도 4에 도시된 것과 같이, 기존의 습식 에칭 방식과는 달리 건식 에칭 방식을 이용하여 베이스 기판(110)의 일면에 복수의 돌기형 구조체(120)를 형성하는 단계이다.

[0052] 건식 에칭 방식을 이용하게 되면, 습식 에칭을 이용하여 에칭하는 경우에 비하여 보다 정밀하고 정확하게 복수의 돌기형 구조체(120)의 형성을 제어할 수 있다.

[0053] 본 실시예에 따른 건식 에칭 방식은, 플라즈마 건식 에칭 방식일 수 있다.

[0054] 이때, 본 실시예에 따라 플라즈마 건식 에칭 방식에 사용되는 물질로는, Ar, O_2, H_2, He 및 N_2에서 선택된 적어도 어느 하나의 기체일 수 있다.

[0055] 본 실시예에 따라, 베이스 기판(110)을 상술한 기체 물질 중 적어도 어느 하나의 기체를 포함하여 형성되는 플라즈마에 노출시키면, 베이스 기판(110)의 표면이 에칭되어 복수의 돌기형 구조체(120)가 형성될 수 있다.

[0056] 이때, 본 실시예에 따라 제공되는 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 광학적 특성은 이후 자세히 서술하는 반사 방지 구조체로 이루어지는 반사 방지층(130)에 의하여 제어되며, 이러한 반사 방지 구조체 간의 간격을 제어하기 위하여는 반사 방지 구조체가 형성되는 복수의 돌기형 구조체(120) 간의 간격을 제어하여야 한다.

[0057] 그러므로, 본 실시예에 따른 복수의 돌기형 구조체(120)는 반사 방지층(130)의 광학적 특성을 위하여 에칭 노출 시간이 제어될 수 있다.

[0058] 특히, 본 실시예에 따라 제공되는 복수의 돌기형 구조체(120)를 형성하기 위하여, 베이스 기판(110)을 플라즈마에 노출시키는 시간은 7분 미만으로 제어될 수 있다.

[0059] 도 9는 베이스 기판(110)을 플라즈마에 노출시킨 시간에 따라, 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 반사 방지 특성의 변화를 도시한 그래프이다.

[0060] 도 9에 도시된 것과 같이, 본 실시예에 따라 제공되는 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 광학적 특성은 플라즈마 노출 시간이 3분 내외인 경우에 최대치를 나타내며, 플라즈마 노출 시간이 7분 이상이 되면, 플라즈마에 노출되지 않은 경우와 유사한 광학적 특성을 나타내게 된다.

[0061] 그러므로, 본 실시예에 따라 반사 방지층(130)을 형성하기 위하여 베이스 기판(110)의 전처리로서 제공되는, 복수의 돌기형 구조체(120) 형성 단계에서의 플라즈마 노출 시간은 7분 미만일 수 있다.

[0062] 반사 방지층(130) 형성 단계(s300)는, 도 5에 도시된 것과 같이, 베이스 기판(110)의 일면에 건식 에칭 방식에 의하여 형성된 복수의 돌기형 구조체(120)에 무기물 입자를 증착시킴으로써, 각각의 돌기형 구조체에 반사 방지 구조체를 형성하여 반사 방지층(130)을 형성하는 단계이다.

[0063] 도 6에는 본 실시예에 따라 형성되는 반사 방지층(130)의 실제 모습을 현미경으로 촬영한 도면이 도시되어 있다.

[0064] 본 실시예에 따라 제공되는 무기물 입자는, Si, Al, Ti, Zn, Fe계 산화물, 질화물 및 불화 마그네슘(Magnesium fluoride)에서 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0065] 따라서, 상술한 무기물 입자를 통하여 형성된 반사 방지층(130) 역시 빛의 반사가 방지되어, 빛의 투과율 향상에 기여할 수 있다.

[0066] 본 실시예에 따라, 무기물 입자를 증착하는 방법은, 복수의 돌기형 구조체(120)를 형성하는 것과 마찬가지로 플라즈마를 이용하는 증착 방법일 수 있다.

[0067] 무기물 입자를 플라즈마 방식으로 증착하게 되면, 증착 초기에는 복수의 돌기형 구조체(120) 및 복수의 돌기형 구조체(120) 사이의 골짜기(valley)에 균일하게 무기물 입자가 증착된다.

[0068] 그러나, 점차 시간이 지나면서, 플라즈마 입자의 음영 효과(shadow effect)로 인하여, 기체로 이루어진 플라즈마 상에서 베이스 기판(110)의 표면으로 도달하는 무기물 입자가 복수의 돌기형 구조체(120) 및 복수의 돌기형 구조체(120) 상부에서 성장하는 반사 방지 구조체에 가려져서 복수의 돌기형 구조체(120) 사이의 골짜기까지 도달하지 못하는 현상이 발생하게 된다.

[0069] 따라서, 복수의 돌기형 구조체(120) 상부에 증착되는 무기물 입자가 증가하게 되므로, 결국에는 복수의 돌기형 구조체(120)의 상부에만 무기물 입자가 증착된다.

[0070] 또한, 베이스 기판(110)에 수 mm 이내의 거리로 근접한 플라즈마 영역 (plasma sheath)에서는, 베이스 기판(110)의 표면에서 돌출한 부분에 불균형적인 음전하의 축적이 발생하고 이는 이 부분으로 양전하 이온이나 반응기체의 집중을 유도하는 현상이 발생하게 된다.

[0071] 그 결과로써 베이스 기판(110)의 표면에서 수직한 방향으로 돌출한 복수의 돌기형 구조체에 반응 기체가 집중되어 반사 방지 구조체가 복수의 돌기형 구조체(120)의 상부에만 집중적으로 형성되도록 한다.

[0072] 상술한 두 가지 원인을 바탕으로 하여, 도 5 및 도 6에 도시된 것과 같이, 복수의 돌기형 구조체(120) 각각의 상부에는 단위 입자 구조를 가지는 반사 방지 구조체가 형성된다.

[0073] 이때, 복수의 돌기형 구조체(120) 각각의 상부에 형성되는 반사 방지 구조체는, 도 5 및 도 6에 도시된 것과 같이, 구 형상으로 형성될 수 있다.

[0074] 본 실시예에 따라 제공되는 반사 방지 구조체는, 빛의 투과 효율을 증가시키고, 빛의 반사를 방지하기 위하여 200 nm 이하의 간격으로 배열될 수 있다.

[0075] 이때, 본 실시예에 따라 제공되는 베이스 기판(110)은, 플라즈마 노출 시간을 제어하여 복수의 돌기형 구조체(120) 간의 배열 간격을 조절함으로써 반사 방지 구조체의 배열 간격을 조절할 수 있음은 상술한 것과 같다.

[0076] 한편, 반사 방지층(130)은 광학적 특성의 증대뿐만 아니라, 물리적 특성의 향상을 위하여, 반사 방지 구조체는 서로 인접하여 배치될 수 있다.

[0077] 도 10에는 서로 인접하여 배치되는 반사 방지 구조체가 도시되어 있다.

[0078] 도 10에 도시된 것과 같이, 반사 방지 구조체가 서로 인접하여 배치되는 경우에는, 그렇지 않은 경우에 비하여, 강도 및 내구성과 같은 물리적 특성이 증가된다.

[0079] 도 11에는 반사 방지 구조체가 서로 인접하여 배치되는 보호층이 구비된 반사 방지 기판을 실험군으로 설정하고, 도 12에는 대조군으로 반사 방지 구조체의 형성 없이 단순히 연속적으로 형성되는 코팅층을 포함하는 기판을 설정하여 지우개 마모 시험기(Rubbing tester)를 이용한 내마모 시험기 신뢰성 테스터를 수행한 결과를 도시하고 있다.

[0080] 테스터 조건은, 타이핑 고무 지우개 (직경 1/4 in)를 마찰자로 하고, 하중은 500 gram, 시험 속도 40회/min 및 시험 횟수 1500회로 설정되었으며, 결과의 분석은 각각의 반사 방지층(130) 및 코팅층의 지우개 마모 시험 전후 H_20의 접촉각을 측정하여 발수 특성을 평가하였다.

[0081] 도 11에 도시된 것과 같이, 서로 인접하게 배치된 반사 방지 구조체를 포함하는 반사 방지층(130)이, 도 12에 도시된 연속적인 코팅층보다 지우개 마모 시험 후에도 H_20의 접촉각의 편차가 작아 강도 및 내구성과 같은 물리적 특성에 있어서, 보다 우수한 결과를 나타내고 있다.

[0082] 보호층(140) 형성 단계(s400)는, 산소, 물 등과 같이 베이스 기판(110)에 흡수되어 베이스 기판(110) 및 제품의 내부를 오염시키거나, 제품의 불량을 발생시킬 수 있는 이물의 투과를 방지하며, 외부 환경으로부터 베이스 기판의 표면을 보호하고 기판 자체의 경도를 강화시키는 보호층(140)을, 베이스 기판의(110) 타면에 형성하는 단계이다.

[0083] 이때, 보호층(140)은, Si, Al, Zn, Ti의 산화물 중 적어도 어느 하나 이상을 포함하여 이루어질 수 있다.

[0084] 이때, 본 실시예에 따라 제공되는 보호층이 구비된 반사 방지 기판은, 연속 박막층(150)을 형성하는 단계(s50

0)를 더 포함할 수 있다.

[0085] 연속 박막층(150)은, 도 8에 도시된 것과 같이, 반사 방지층(130) 표면에 형성되는 것으로, 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 강도, 경도, 내구성 등의 물리적 특성을 보다 향상시키기 위하여, 단위 입자 구조를 가지는 반사 방지 구조체 표면에 형성되는 연속적인 면을 가지는 물질의 층이다.

[0086] 본 실시예에 따라 제공되는 연속 박막층(150)은, 반사 방지층(130)을 형성하기 위하여 사용되는 무기물 입자와 동일한 물질을 사용하여 이루어질 수 있다.

[0087] 반사 방지층(130)과 동일한 물질을 사용하여 이루어지는 경우에는, 빛의 굴절과 같은 광학적 특성의 제어가 용이하며, 제조 공정에 있어서 번거로움이 감소될 수 있다.

[0088] 한편, 본 실시예에 따라 제공되는 연속 박막층(150)은 광학적 특성의 제어를 위하여 5 nm 이상 100 nm 이하의 두께로 형성될 수 있다.

[0089] 본 실시예에 따라 제공되는 연속 박막층(150)은, 무기물 입자의 증착에 의하여 형성될 수 있다.

[0090] 상술한 플라즈마 증착 방식 이외에도, 물리적 증기 증착법(PVD, Physical Vapor Diposition), 화학적 증기 증착법(CVD, Chemical Vapor Deposition)과 같은 증착법과 같이 일반적으로 물질의 증착에 이용되는 다양한 방법을 사용하여 형성될 수 있음은 물론이다.

[0091] 또한, 증착법 이외에도, 솔 겔(sol-gel), 혹은 디핑(dipping) 등과 같이 액상의 폴리머 입자를, 반사 방지층(130)을 이루고 있는 구 형상의 반사 방지 구조체 사이의 공간 및 반사 방지층(130) 표면에까지 도포하여 연속 박막층(150)을 형성하는 방법이 이용될 수도 있다.

[0092] 이상에서 서술한 것과 같이, 본 실시예에 따라 제공되는 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 제조 방법은, 반사 방지층(130)의 형성 단계 이전에 플라즈마와 같은 건식 에칭 방식을 이용하여 베이스 기판(110)의 표면을 전처리 함으로써, 이후 형성되는 반사 방지층(130)을 이루는 반사 방지 구조체의 배열 간격 및 크기 등을 용이하게 제어할 수 있다.

[0093] 그러므로 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 광학적 특성 및 물리적 특성 역시 용이하게 제어할 수 있는 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0094] 이하에서는 전술한 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 제조 방법에 의하여 제조되는 보호층이 구비된 반사 방지 기판에 의하여 설명하기로 한다.

[0095] 본 발명의 다른 실시예에 따라, 베이스 기판(110), 복수의 돌기형 구조체(120), 반사 방지층(130) 및 보호층(150)을 포함하는 보호층이 구비된 반사 방지 기판이 제공된다.

[0096] 베이스 기판(110)은, 빛의 투과가 가능한 재질로 이루어지는 기판으로, 빛의 투과가 가능하도록, 불소계 투명 폴리머 필름, 아크릴계 투명 폴리머필름, 폴리에틸렌 테레프탈레이트계열 투명 폴리머 필름, 폴리카보네이트, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리에테르설폰, 폴리시클로올레핀, CR39 및 폴리우레탄(polyiourethane)에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0097] 본 실시예에 따른 베이스 기판(110)은 투명한 폴리머 재질로 이루어 질 수 있으므로, 빛이 원활히 투과되어야 하는 휴대용 전자 기기의 디스플레이 화면과 같은 곳에 용이하게 사용될 수 있다.

[0098] 이때, 본 실시예에 따른 베이스 기판(110)은 표면에 형성되는 강화 코팅층을 포함하여 형성될 수 있다.

[0099] 강화 코팅층은, 베이스 기판(110)의 강도 및 경도 등과 같은 물리적 특성을 향상시킬 수 있으며, 이후 베이스 기판(110)에 적층되는 반사 방지층(130)의 접착력 역시 향상시킬 수 있다. 또한, 강화 코팅층의 형성으로 인하여 베이스 기판(110)의 광학적 특성 역시 향상 가능하며, 내화학적 특성 역시 향상될 수 있다.

[0100] 강화 코팅층의 형성을 위하여 사용되는 폴리머 도료는, 아크릴계, 폴리우레탄계, 에폭시계 및 프라이머계 도료 중에서 적어도 어느 하나 이상으로 이루어지는 폴리머 도료일 수 있으며, 이 외에도 베이스 기판(110)에 상술한 효과를 발휘시킬 수 있는 폴리머 도료라면 본 발명의 실시 범위에 포함될 수 있을 것이다.

[0101] 또한, 본 실시예에 따라 제공되는 강화 코팅층은, 무기 미립자인 금속산화물, 황화물, 알루미나, 실리카, 산화지르코늄, 산화철 등을 상술한 폴리머 도료에 섞어서 형성될 수 있음은 전술한 것과 같다.

[0102] 복수의 돌기형 구조체(120)는, 베이스 기판(110)의 일면을 건식 에칭 방식으로 식각하여 형성되는 부분이다.

[0103] 전술한 것과 같이, 본 실시예에 따라 제공되는 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 광학적 특성은, 반사 방지 구조체로 이루어지는 반사 방지층(130)에 의하여 제어된다. 또한, 이러한 반사 방지 구조체 간의 간격은, 반사 방지 구조체가 형성되는 복수의 돌기형 구조체(120) 간의 간격에 의하여 제어된다.

[0104] 그러므로, 이후 서술하는 것과 같이, 200 nm 이하의 간격으로 반사 방지 구조체가 배열될 수 있도록, 반사 방지 구조체가 형성되는 복수의 돌기형 구조체(120) 간의 간격 역시 200 nm 이하의 간격으로 배열되도록 제어될 수 있다.

[0105] 복수의 돌기형 구조체(120) 간의 배열 간격의 제어는 플라즈마와 같은 건식 에칭에 노출되는 시간을 제어를 통하여 이루어진다.

[0106] 반사 방지층(130)은, 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 광학적 특성 및 물리적 특성의 제어를 위하여, 베이스 기판(110)의 일면에 건식 에칭 방식에 의하여 형성된 복수의 돌기형 구조체(120)에 무기물 입자를 증착시킴으로써, 각각의 돌기형 구조체에 형성되는 반사 방지 구조체로 이루어지는 층이다.

[0107] 본 실시예에 따라 제공되는 무기물 입자는, 금속물질 (Al, Ba, Be, Ca, Cr, Cu, Cd, Dy, Ga, Ge, Hf, In, Lu, Mg, Mo, Ni, Rb, Sc, Si, Sn, Ta, Te, Ti, W, Zn, Zr, Yb etc) 의 산화물(oxide)과 질화물(nitride), 그리고 산화물-질화물의 화합물(oxynitride: AlON, SiON) 및 불화 마그네슘(Magnesium fluoride)에서 적어도 어느 하나를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0108] 따라서, 상술한 무기물 입자를 통하여 형성된 반사 방지층(130) 역시 빛의 반사가 방지되어, 빛의 투과율 향상에 기여할 수 있다.

[0109] 본 실시예에 따라, 무기물 입자를 증착하는 방법은, 복수의 돌기형 구조체(120)를 형성하는 것과 마찬가지로 플라즈마를 이용하는 증착 방법일 수 있다.

[0110] 상술한 것과 같이 본 실시예에 따라 제공되는 반사 방지 구조체는, 빛의 투과 효율을 증가시키고, 빛의 반사를 방지하기 위하여 200 nm 이하의 간격으로 배열될 수 있다.

[0111] 또한, 본 실시예에 따라 제공되는 베이스 기판(110)은, 플라즈마 노출 시간을 제어하여 복수의 돌기형 구조체(120) 간의 배열 간격을 조절함으로써 반사 방지 구조체의 배열 간격을 조절할 수 있음 역시 상술한 것과 같다.

[0112] 이때, 반사 방지 구조체는 서로 인접하여 배치될 수 있으며, 서로 인접하여 배치되는 반사 방지 구조체에 의하여 형성되는 반사 방지층(130)으로 인하여, 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 강도 및 내구성과 같은 물리적 특성이 증가된다.

[0113] 이와 관련된 실험 결과가 도 11 및 도 12에 도시되어 있으며, 도 11에 도시된 것과 같이, 서로 인접하게 배치된 반사 방지 구조체를 포함하는 반사 방지층(130)이, 도 12에 도시된 연속적인 코팅층보다 지우개 마모 시험 후에도 H_2O의 접촉각의 편차가 작아 강도 및 내구성과 같은 물리적 특성에 있어서, 보다 우수한 결과를 나타내고 있다.

[0114] 보호층(150)은, 산소, 물 등과 같이 베이스 기판(110)에 흡수되어 베이스 기판(110) 및 제품의 내부를 오염시키거나, 제품의 불량을 발생시킬 수 있는 이물의 투과를 방지하며, 외부 환경으로부터 베이스 기판(110)의 표면을 보호하고 기판 자체의 경도를 강화시키는 기능성 박막으로, 베이스 기판(110)의 타면에 형성된다.

[0115] 이때, 보호층(140)은, Si, Al, Zn, Ti의 산화물 중 적어도 어느 하나 이상을 포함하여 이루어질 수 있다.

[0116] 본 실시예에 따라 제공되는 보호층이 구비된 반사 방지 기판은, 연속 박막층(140)을 더 포함할 수 있다.

[0117] 연속 박막층(140)은, 반사 방지층(130) 표면에 형성되는 것으로, 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 강도, 경도, 내구성 등의 물리적 특성을 보다 향상시키기 위하여, 단위 입자 구조를 가지는 반사 방지 구조체 표면에 형성되는 연속적인 면을 가지는 물질의 층이다.

[0118] 본 실시예에 따라 제공되는 연속 박막층(140)은, 반사 방지층(130)을 형성하기 위하여 사용되는 무기물 입자와 동일한 물질을 사용하여 이루어질 수 있다.

[0119] 반사 방지층(130)과 동일한 물질을 사용하여 이루어지는 경우에는, 빛의 굴절과 같은 광학적 특성의 제어가 용이하며, 제조 공정에 있어서 번거로움이 감소될 수 있다.

[0120] 한편, 본 실시예에 따라 제공되는 연속 박막층(140)은 광학적 특성의 제어를 위하여 5 nm 이상 100 nm 이하의

두께로 형성될 수 있다.

[0121] 이상에서 서술한 것과 같이, 본 실시예에 따라 제공되는 보호층이 구비된 반사 방지 기판은 반사 방지층(130)의 형성 단계 이전에 플라즈마와 같은 건식 에칭 방식을 이용하여 베이스 기판(110)의 표면을 전처리 함으로써, 이후 형성되는 반사 방지층(130)을 이루는 반사 방지 구조체의 배열 간격 및 크기 등을 용이하게 제어할 수 있다.

[0122] 그러므로 보호층이 구비된 반사 방지 기판의 광학적 특성 및 물리적 특성 역시 용이하게 제어할 수 있는 보호층이 구비된 반사 방지 기판이 제공될 수 있다.

[0123] 이상, 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서, 구성 요소의 부가, 변경, 삭제 또는 추가 등에 의해 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있을 것이며, 이 또한 본 발명의 권리범위 내에 포함된다고 할 것이다.

부호의 설명

[0124] 110: 베이스 기판

120: 복수의 돌기형 구조체

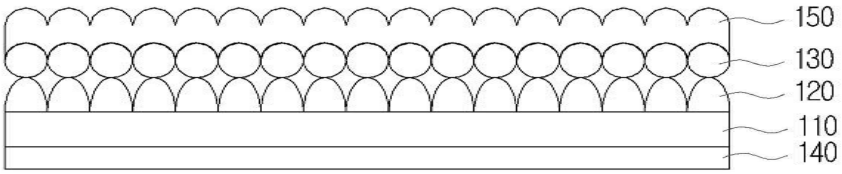
130: 반사 방지층

140: 보호층

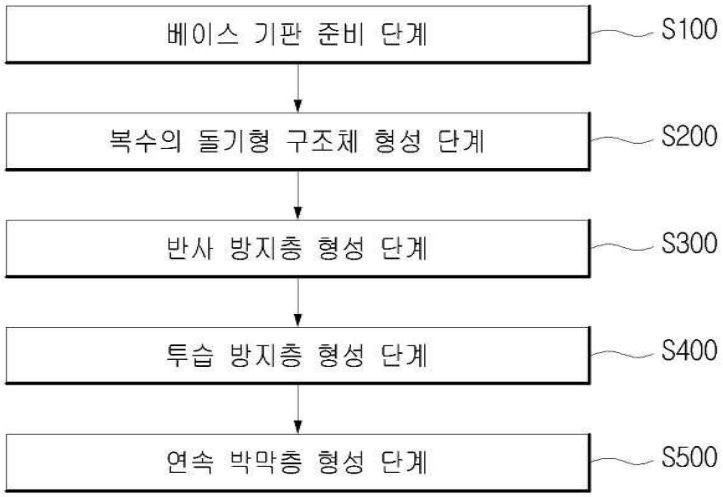
150: 연속 박막층

도면

도면1



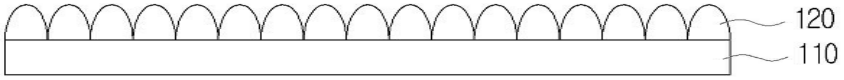
도면2



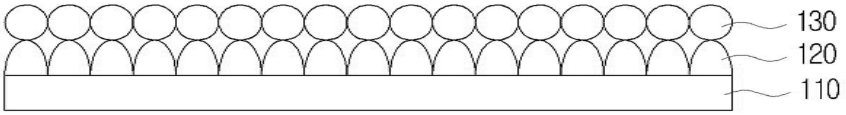
도면3



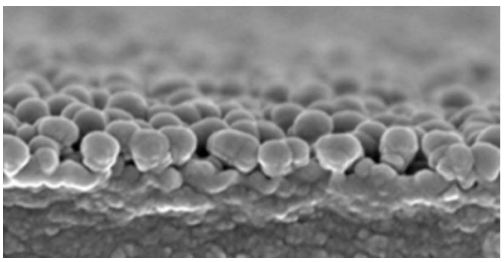
도면4



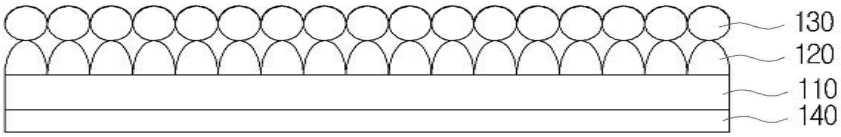
도면5



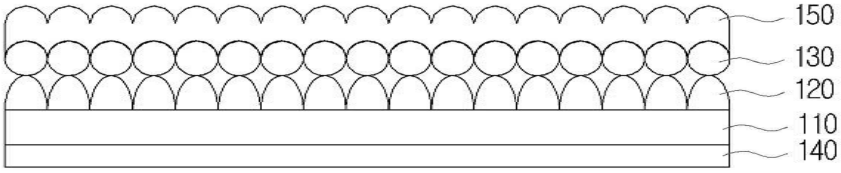
도면6



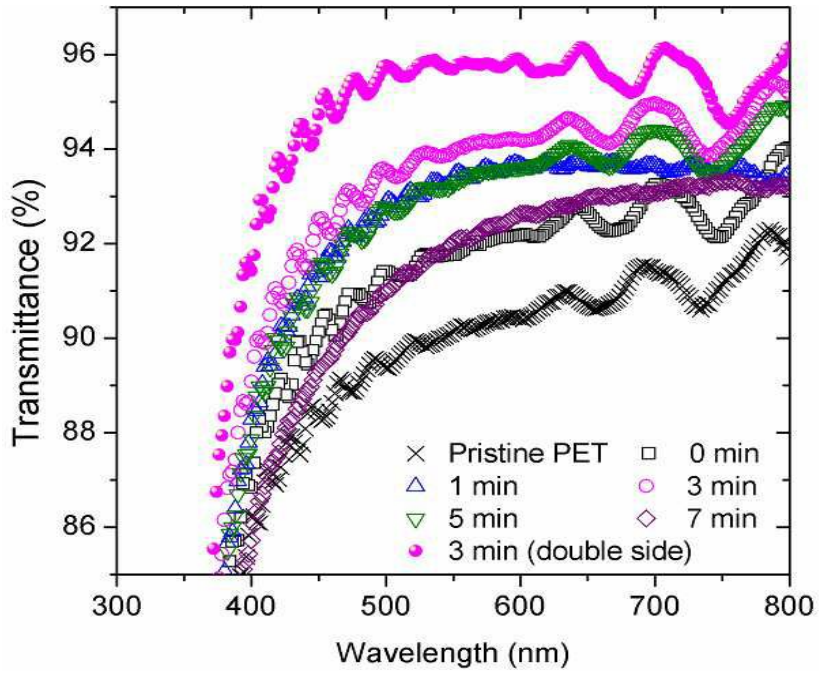
도면7



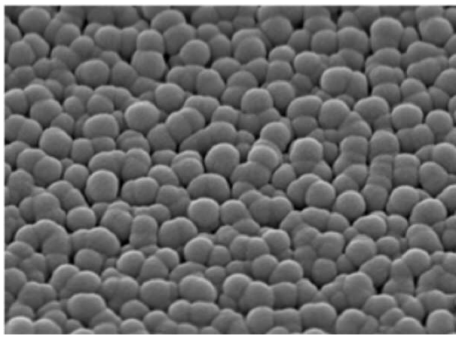
도면8



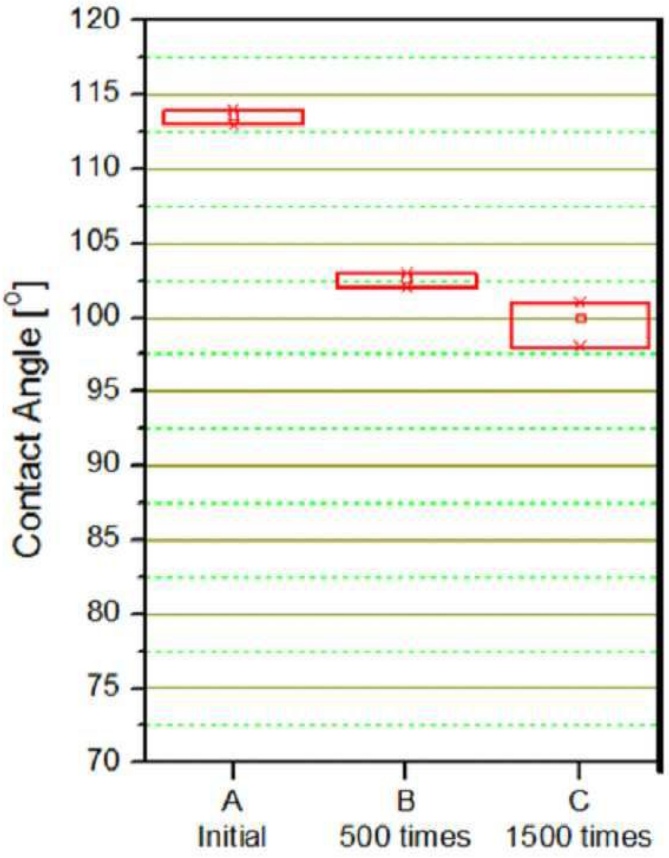
도면9


Transmittance (%)
96
94
92
90
88
86
300
400
500
600
700
800
Wavelength (nm)
Pristine PET
0 min
1 min
3 min
5 min
7 min
3 min (double side)

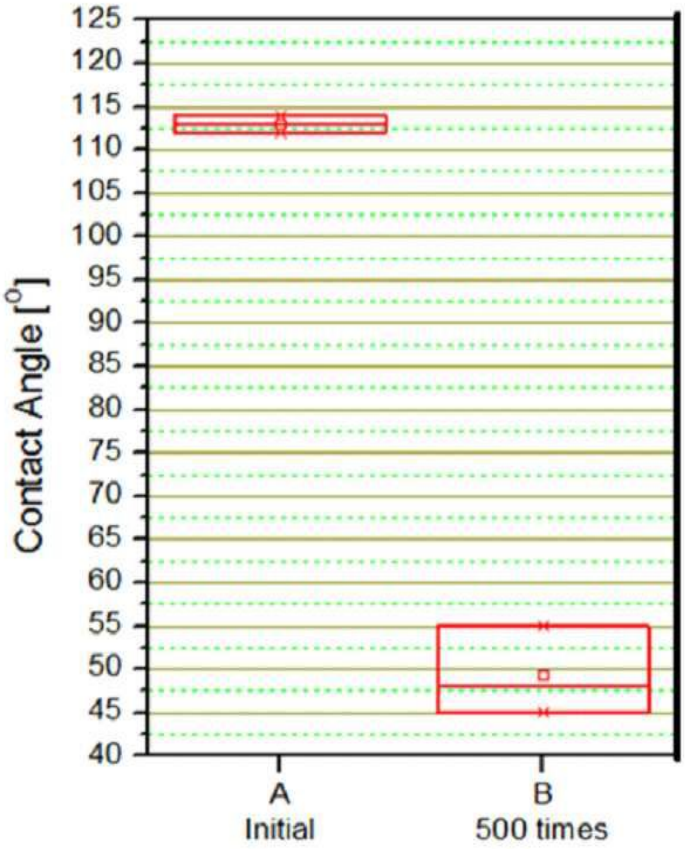
도면10



도면11


120
115
110
105
100
95
90
85
80
75
70
Contact Angle [°]
A
Initial
B
500 times
C
1500 times

도면12


Contact Angle [°]
125
120
115
110
105
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
A
Initial
B
500 times