(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0034418
(43) 공개일자 2011년04월05일

(51) Int. Cl.
H01L 31/052 (2006.01) *H01L 31/042* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0091931
(22) 출원일자 2009년09월28일
심사청구일자 2009년09월28일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
이헌
서울 서초구 방배4동 808-5 그랑씨엘 방배 302호
한강수
서울 도봉구 방학3동 신동아 아파트 116동 502호
(74) 대리인
특허법인이지

전체 청구항 수 : 총 15 항

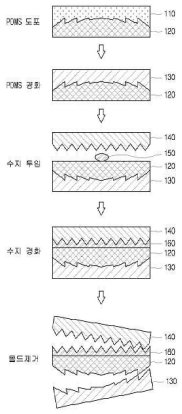
(54) 광투과율 및 집광이 우수한 태양전지용 집광부재 및 그 제조방법

(57) 요 약

본 발명은 광투과율 및 집광이 우수한 태양전지용 집광부재 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 집광형 태양전지 모듈에 사용되는 집광렌즈인 프레넬 렌즈의 전면 또는 후면에 임프린트 및 엠보싱 방법으로 형성된 나노패턴을 포함하는 태양전지용 집광부재 및 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 집광형 태양전지의 집광렌즈와 공기 계면에서의 빛의 반사를 감소시키는 것이 가능하여 광투과율 및 집광성능을 증가시켜 태양전지의 효율을 높일 수 있다. 또한, 나노패턴을 갖는 집광부재가 갖는 낮은 표면에너지의 특성으로 인해 태양전지의 집광부재에 자정작용이 부여되어 태양전지의 효율이 증가되고, 유지비용을 절감할 수 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 000364330109
부처명 중소기업청
연구관리전문기관
연구사업명 산학연공동기술개발사업
연구과제명 고발전효율 양면수광형 솔라셀 집광시스템 제작
기여율
주관기관 고려대학교 산학협력단
연구기간 2009년 06월 01일 ~ 2010년 05월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

나노패턴이 형성된 임프린트 몰드 및 프레넬 렌즈를 준비하는 단계;

상기 프레넬 렌즈의 프레넬 패턴이 형성되어 있는 면의 반대 면인 후면에 임프린트용 수지를 도포하는 단계;

상기 도포된 임프린트용 수지를 상기 나노패턴이 형성된 임프린트 몰드로 가압하는 단계;

상기 가압된 수지를 경화하는 단계; 및

상기 나노패턴을 포함하는 임프린트 몰드를 제거하는 단계

를 포함하는 태양전지용 집광부재의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 임프린트용 수지는 폴리디메틸실록산(PDMS, poly-dimethylsiloxanes), NIP-K28, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA, polymethylmethacrylate), 폴리비닐클로라이드(PVC, polyvinyl chloride), 폴리카보네이트(PC, polycarbonate), PTFE(polytetrafluoroethylene) 및 벤질메타-아크릴레이트(benzylmetha-acrylate)로 이루어진 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 태양전지용 집광부재의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 임프린트 수지의 경화단계는 열경화 또는 자외선 경화 처리하는 것을 특징으로 하는 태양전지용 집광부재의 제조방법.

청구항 4

나노패턴이 형성된 필름형 몰드 및 프레넬 렌즈를 준비하는 단계;

상기 프레넬 렌즈의 프레넬 패턴이 형성되어 있는 전면에 상기 수지를 도포하는 단계;

상기 필름형 몰드로 임프린팅하는 단계; 및

상기 도포된 필름형 몰드를 제거하여 프레넬 렌즈의 전면에 나노패턴을 형성하는 단계

를 포함하는 태양전지용 집광부재의 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 필름형 몰드는 폴리비닐알콜(PVA, polyvinyl alcohol) 또는 폴리디메틸실록산(PDMS, poly-dimethylsiloxanes)를 사용하는 것을 특징으로 하는 태양전지용 집광부재의 제조방법.

청구항 6

열 가소성 필름, 프레넬 렌즈 패턴이 형성된 금속 몰드 및 나노패턴이 형성된 금속 몰드를 준비하는 단계;

상기 열 가소성 필름의 일면에는 상기 프레넬 렌즈 패턴이 형성된 금속 몰드를 부착시키고, 다른 일면에는 상기 나노패턴이 형성된 금속 몰드를 부착시키고 동시에 가열 및 압착하는 단계; 및

상기 프레넬 렌즈 패턴이 형성된 금속 몰드 및 나노패턴이 형성된 금속 몰드를 제거하는 단계

를 포함하는 태양전지용 집광부재의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 열가소성 필름(thermo-plastic film)은 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA, polymethylmethacrylate), 폴리비닐클로라이드(PVC, polyvinyl chloride), 폴리에틸렌(PE, polyethylene), 폴리프로필렌 (PP, polypropylene), 폴리스티렌(PS, polystyrene), 아크릴로니트릴부타디엔스티렌(ABS, acrylonitrile butadiene styrene), 폴리아미드(PA, polyamide; nylon), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET, Polyethylene Terephtalate) 및 폴리카보네이트(PC, polycarbonate)로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 태양전지용 집광부재의 제조방법.

청구항 8

프레넬 렌즈; 및

상기 프레넬 렌즈의 프레넬 패턴이 형성되어 있는 전면 및 그 반대 면인 후면 중 어느 하나 이상의 면에 형성된 나노패턴층을 포함하는 태양전지용 집광부재.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 프레넬 렌즈의 후면에 형성되는 나노패턴층은 임프린트용 수지의 경화로 형성된 것임을 특징으로 하는 태양전지용 집광부재.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 임프린트용 수지는 폴리디메틸실록산(PDMS, poly-dimethylsiloxanes), NIP-K28, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA, polymethylmethacrylate), 폴리비닐클로라이드(PVC, polyvinyl chloride), 폴리카보네이트(PC, polycarbonate), PTFE(polytetrafluoroethylene) 및 벤질메타-아크릴레이트(benzylmetha-acrylate)로 이루어진 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 태양전지용 집광부재.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 프레넬 렌즈의 전면에 형성되는 나노패턴층은 필름형몰드의 임프린팅을 통해 형성되는 것을 특징으로 하는 태양전지용 집광부재.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 필름형 몰드는 폴리비닐알콜(PVA, polyvinyl alcohol) 또는 폴리디메틸실록산(PDMS, poly-dimethylsiloxanes)를 사용하는 것을 특징으로 하는 태양전지용 집광부재.

청구항 13

일면에 프레넬 렌즈의 패턴이 형성되고, 다른 일면에 나노패턴이 형성되어 있는 열가소성 수지 재질의 태양전지용 집광부재.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 열가소성 수지는 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA, polymethylmethacrylate), 폴리비닐클로라이드(PVC, polyvinyl chloride), 폴리에틸렌(PE, polyethylene), 폴리프로필렌 (PP, polypropylene), 폴리스티렌(PS, polystyrene), 아크릴로니트릴부타디엔스티렌(ABS, acrylonitrile butadiene styrene), 폴리아미드(PA, polyamide; nylon), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET, Polyethylene Terephtalate) 및 폴리카보네이트(PC, polycarbonate)로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 태양전지용 집광부재.

청구항 15

제8항 내지 제14항 중 어느 한 항에 따른 집광부재를 포함하는 태양전지.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광투과율 및 집광이 우수한 태양전지용 집광부재 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 집광형 태양전지 모듈에 사용되는 집광렌즈인 프레넬 렌즈의 전면 또는 후면에 임프린트 및 엠보싱 방법으로 형성된 나노패턴을 포함하는 태양전지용 집광부재 및 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 석유나 석탄과 같은 기존 화석 에너지 자원의 고갈이 예측되고, 환경에 대한 관심이 높아지면서 이들을 대체할 대체 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중에서도 태양전지는 에너지 자원이 무한하고 환경오염에 대한 문제점이 없어 특히 주목받고 있다. 태양전지에는 태양열을 이용하여 터빈을 회전시키는데 필요한 증기를 발생시키는 태양열 전지와, 반도체의 성질을 이용하여 태양빛(photons)을 전기에너지로 변환시키는 태양광 전지가 있으며, 태양전지라고 하면 일반적으로 태양광 전지(이하 태양전지라 한다)를 일컫는다.

[0003] 태양전지의 현재 기술을 살펴보면, p-n 접합에 의한 광기전력효과 (photovoltaic effect)를 최적화함으로써 효율 상승을 도모하는 다양한 방법이 개발되고 있다. 예로써, 전자-홀 생성을 위한 p-n 접합 구조의 최적화 방법, 생성된 전자의 누설을 방지하기 위한 표면 패시베이션(passivation) 방법, 전자수집효율 상승을 위한 전극형성 방법의 최적화 및 전면 반사방지막 형성 등의 광 포획량 증가를 위한 방법 등 다각도의 연구가 진행되고 있는 실정이다.

[0004] 그 중에서도 집광형 태양전지는 태양광을 수집하여 보다 높은 효율을 도모하는 태양전지의 일종으로서, 태양에너지를 전기에너지로 바꾸는 기본 원리에 있어서 기존의 태양전지와 동일하나, 광학 시스템을 사용하여 태양광을 셀에 집속하는 장치를 부가적으로 사용하는 것이 차이점이다. 집광형 태양전지는 1970년대 부터 연구되어 왔으나, 최근에 들어서야 그 상업적인 가치가 더해지고 있다. 만일 대규모 파워플랜트에 사용될 경우에 가스, 오일, 석탄 등의 기존 에너지원과도 경쟁할 수 있어, 집광형 태양전지 관련 분야가 더욱 주목을 받고 있다.

[0005] 이러한 집광형 태양전지의 집광 시스템과 관련된 가장 중요한 이슈는 집광율(concetration ratio)이다. 집광 시스템은 집광율에 따라서, x10배 이하의 저집광, x10~100 배율의 중집광, 그리고 x100~1000배의 고집광의 세 가지로 크게 나뉠 수 있다. 또한 집광하는 광학시스템에 따라서 반사형(reflective)과 굴절형(refractive)으로 나뉜다. 반사형의 대표적인 경우는 포물면거울(parabolic mirror)을 사용하는 경우이고, 굴절형의 대표적인 경우는 프레넬(fresnel)렌즈를 사용하는 경우이다. 두 경우 모두 광학시스템을 이용하여 셀에 집광하는 방식으로, 전력 생산에 필요한 태양전지 셀의 양을 최소화하여 전력 생산 단가를 낮추는 것이 목표이다.

[0006] 태양전지에 사용되는 태양광 집광기의 구성요소들(프레임, 렌즈, 모터, 전기회로 등)은 다양한 소재로 개발되고 있다. 그러나, 태양전지와 마찬가지로 신뢰성이 뛰어난 소재로 제작되어 태양전지의 수명에 부합하는 수준의 수명을 갖도록 하는 것이 요구된다.

[0007] 태양전지의 집광시스템에 있어서는 대한민국등록특허 10-0466257에 광투과성이 높은 투명한 소재를 태양전지의 상면에 설치하고, 중심부가 볼록한 형태로 형성된 판상의 몸체를 따라 태양광이 굴절하도록 하여 태양광이 포집되도록 하는 시스템이 개시되어 있다. 이와 같이 태양전지의 집광시스템을 개시하고 있는 관련 기술들은 광투과

성이 높은 투명한 소재만을 개시하고 있을 뿐, 광투과성을 고려하여 소재의 종류나 물리적 특성을 보다 향상시키는 등의 기술에 대해서는 개시하고 있는 바가 없다.

[0008] 또한, 대한민국등록실용신안 20-0390785에는 표면이 자외선 차단 필름으로 코팅된 프레넬 렌즈를 이용한 태양전지 장치가 개시되어 있으나, 렌즈의 집광 특성 만을 이용하여 집광하는 시스템의 구축에 그치고 있다.

[0009] 태양전지의 상용화를 위해 보다 작은 규모의 시스템, 또는 보다 효율적인 시스템 관련 기술이 필연적으로 요구되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0010] 이에 본 발명자들은 태양전지에 사용하기 위한 집광부재의 효율을 높일 수 있는 방법을 개발하고자 예의 연구한 결과, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[0011] 결국 본 발명의 목적은 집광형 태양전지 모듈에 사용하기 위해 집광렌즈 표면에 나노패턴층이 형성된 집광부재 및 이를 제조하는 방법을 제공하는데 있다.

과제 해결수단

[0012] 상기 목적을 달성하고자 본 발명에서는 태양전지에 사용되는 프레넬 렌즈의 전면 또는 후면에 나노패턴층을 보다 효율적으로 형성할 수 있는 방법을 제공한다.

[0013] 본 발명의 일 측면에 따르면, 나노패턴이 형성된 임프린트 몰드 및 프레넬 렌즈를 준비하는 단계; 상기 프레넬 렌즈의 프레넬 패턴이 형성되어 있는 면의 반대 면인 후면에 임프린트용 수지를 도포하는 단계; 상기 도포된 임프린트용 수지를 상기 나노패턴이 형성된 임프린트 몰드로 가압하는 단계; 상기 가압된 수지를 경화하는 단계; 및 상기 나노패턴을 포함하는 임프린트 몰드를 제거하는 단계를 포함하는 태양전지용 집광부재의 제조방법이 제공된다.

[0014] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 임프린트용 수지는 폴리디메틸실록산(PDMS, poly-dimethylsiloxanes), NIP-K28, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA, polymethylmethacrylate), 폴리비닐클로라이드(PVC, polyvinyl chloride), 폴리카보네이트(PC, polycarbonate), PTFE(polytetrafluoroethylene) 및 벤질메타-아크릴레이트(benzylmetha-acrylate)로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0015] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 임프린트 수지의 경화단계는 열경화 또는 자외선 경화 처리하는 것일 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 나노패턴이 형성된 필름형 몰드 및 프레넬 렌즈를 준비하는 단계; 상기 프레넬 렌즈의 프레넬 패턴이 형성되어 있는 전면에 상기 필름형 몰드를 도포하는 단계; 상기 필름형 몰드를 임프린팅하는 단계; 및 상기 도포된 필름형 몰드를 제거하여 프레넬 렌즈의 전면에 나노패턴을 형성하는 단계를 포함하는 태양전지용 집광부재의 제조방법이 제공된다.

[0017] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 필름형 몰드는 폴리비닐알콜(PVA, polyvinyl alcohol) 또는 폴리디메틸실록산(PDMS, poly-dimethylsiloxanes)를 사용하는 것일 수 있다.

[0018] 본 발명의 또다른 측면에 따르면, 열 가소성 필름, 프레넬 렌즈 패턴이 형성된 금속 몰드 및 나노패턴이 형성된 금속 몰드를 준비하는 단계; 상기 열 가소성 필름의 일면에는 상기 프레넬 렌즈 패턴이 형성된 금속 몰드를 부착시키고, 다른 일면에는 상기 나노패턴이 형성된 금속 몰드를 부착시키고 동시에 가열 및 압착하는 단계; 및 상기 프레넬 렌즈 패턴이 형성된 금속 몰드 및 나노패턴이 형성된 금속 몰드를 제거하는 단계를 포함하는 태양전지용 집광부재의 제조방법이 제공된다.

[0019] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 열가소성 필름(thermo-plastic film)은 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA, polymethylmethacrylate), 폴리비닐클로라이드(PVC, polyvinyl chloride), 폴리에틸렌(PE, polyethylene), 폴리프로필렌 (PP, polypropylene), 폴리스티렌(PS, polystyrene), 아크릴로니트릴부타디엔스티렌(ABS, acrylonitrile butadiene styrene), 폴리아미드(PA, polyamide; nylon), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET, Polyethylene Terephtalate) 및 폴리카보네이트(PC, polycarbonate)로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 물질로 이루어진 것일 수 있다.

[0020] 본 발명의 또다른 측면에 따르면, 프레넬 렌즈; 및 상기 프레넬 렌즈의 프레넬 패턴이 형성되어 있는 전면 및 그 반대 면인 후면 중 어느 하나 이상의 면에 형성된 나노패턴층을 포함하는 태양전지용 집광부재가 제공된다.

[0021] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 프레넬 렌즈의 후면에 형성되는 나노패턴층은 임프린트용 수지의 경화로 형성된 것일 수 있다.

[0022] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 임프린트용 수지는 폴리디메틸실록산(PDMS, poly-dimethylsiloxanes), NIP-K28, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA, polymethylmethacrylate), 폴리비닐클로라이드(PVC, polyvinyl chloride), 폴리카보네이트(PC, polycarbonate), PTFE(polytetrafluoroethylene) 및 벤질메타-아크릴레이트(benzylmetha-acrylate)로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있다.

[0023] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 프레넬 렌즈의 전면에 형성되는 나노패턴층은 필름형몰드의 임프린팅을 통해 형성되는 것일 수 있다.

[0024] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 필름형 몰드는 폴리비닐알콜(PVA, polyvinyl alcohol) 또는 폴리디메틸실록산(PDMS, poly-dimethylsiloxanes)를 사용하는 것일 수 있다.

[0025] 본 발명의 또다른 측면에 따르면, 일면에 프레넬 렌즈의 패턴이 형성되고, 다른 일면에 나노패턴이 형성되어 있는 열가소성 수지 재질의 태양전지용 집광부재가 제공된다.

[0026] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 열가소성 수지는 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA, polymethylmethacrylate), 폴리비닐클로라이드(PVC, polyvinyl chloride) 및 폴리카보네이트(PC, polycarbonate)로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 물질로 이루어진 것일 수 있다.

[0027] 본 발명의 또다른 측면에 따르면, 상기 태양전지용 집광부재를 포함하는 태양전지가 제공될 수 있다.

효 과

[0028] 본 발명에 따르면, 집광형 태양전지의 집광렌즈와 공기 계면에서의 빛의 반사를 감소시킴으로써, 광투과율 및 집광성능을 증가시켜 태양전지의 효율을 높일 수 있다. 또한, 나노패턴을 갖는 집광부재가 갖는 낮은 표면에너지의 특성으로 인해 태양전지의 집광부재에 자정작용이 부여되어 태양전지의 효율이 증가되고, 유지비용이 절감할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0029] 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.

[0030] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0031] 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.

[0032] 이하, 본 발명에 따른 투명전도성 기판의 나노패턴 형성방법의 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0033] 본 발명에서 사용되는 용어의 의미는 다음과 같다.

[0034] 렌즈의 전면이라 함은 프레넬 렌즈의 패턴이 새겨져 있는 면을 의미한다.

[0035] 렌즈의 후면이라 함은 프레넬 렌즈의 패턴이 새겨져 있지 않은 평탄한 면으로서, 전면의 반대면을 의미한다.

[0036] 태양전지의 집광부재라 함은 집광형 태양전지에 있어서, 태양광이 포집되도록 하는 장치로서, 집광렌즈, 이에 대한 표면처리 소재 및 이러한 소재로 형성되는 표면의 미세구조를 포함한다. 태양전지의 표면에서 직접 태양광을 포집하도록 사용되거나, 태양전지 표면층으로부터 투과되어 내부로 진입한 태양광을 포집하는데 사용될 수 있도록 태양전지의 내부에도 설치될 수 있다.

[0037] **1. 임프린트용 수지의 경화를 이용한 프레넬 렌즈 후면의 나노패턴 형성**

[0038] 도 1에는 임프린트 방법을 사용한 프레넬 렌즈(fresnel lens) 후면에 저반사 기능성 나노패턴층 형성하는 과정을 나타낸 모식도가 도시되어 있다. 이때 열경화 수지 또는 자외선 경화 수지를 사용할 수 있으며, 수지는 경우에 따라 다양한 굴절률을 가질 수 있다. 수지의 경화 과정 후 템플릿을 제거하여 나노패턴을 형성한다.

[0039] 먼저, 임프린트 공정 중에 고압에 의한 패턴의 손상을 방지하기 위한 완충재의 역할을 하도록 프레넬 렌즈(120)의 전면에 폴리디메틸실록산(PDMS)(110)을 도포하고, 이를 경화시켜 PDMS 보호층(130)을 형성하였다. PDMS에 의해 fresnel 패턴이 형성되는 것은 아니나, 공정 후 프레넬 렌즈로부터 떼어낸 PDMS 층은 프레넬 패턴의 역상을 갖는 몰드로 사용될 수도 있다.

[0040] PDMS의 재료는 다우코닝사의 silgard 184 A와 B를 사용하였다. Silgard 184 A 와 B를 특정 비율 (10:1)로 섞어 열을 가한 다음, 경화가 진행되어 최종적으로 PDMS 탄성체가 제조되도록 하였다. 이 때의 가열온도는 실온~200℃까지 가능하며, 온도의 범위는 경화시간과 연관된다. 프레넬 렌즈 위에 Silgard 184 A, B 혼합물을 붓거나 코팅하여 원하는 두께를 형성한 후 열경화 시킴으로써, 임프린트 공정중에 발생할 수 있는 고압에 의한 프레넬 패턴의 손상을 방지할 수 있었다.

[0041] 그런 다음, 상기 프레넬 렌즈(120)의 후면에 임프린트용 수지(150)를 투입하고 폴리비닐클로라이드(PVC) 템플릿(140)으로 임프린트하여 패턴을 형성하였다.

[0042] 이때 사용가능한 수지로는, 폴리디메틸실록산(PDMS, poly-dimethylsiloxanes), NIP-K28, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA, polymethylmethacrylate), 폴리비닐클로라이드(PVC, polyvinyl chloride), 폴리카보네이트(PC, polycarbonate), 벤질메타-아크릴레이트(benzylmetha-acrylate), 폴리디메틸실록산(PDMS)이 첨가된 모노머 수지 등이 있다. 상용화 되어있는 수지로는 Chemoptics 사의 ExpatternTM 시리즈, 벤질메타크릴레이트 계열의 모노머 베이스 수지 및 다양한 레진의 사용이 가능하다.

[0043] 상기 임프린트 수지는 열 처리 또는 자외선 처리를 통한 경화처리를 하였다.

[0044] 경화 방법은 크게 두 가지 (열, 자외선) 방법이 있으며, 열을 사용하는 방법은 다시 두 개로 나뉠 수 있다. 열경화성 타입(thermoset type)의 경우 일정 온도 이상이 되면 고분자 중합 반응이 일어나서 고분자의 형태를 갖도록 한다.

[0045] 열가소성 타입(thermoplastic type)의 경우 레진 재료의 유리전이온도 이상으로 가열한 채 임프린트용 몰드로 가압하여 패턴을 형성한 후 냉각시켜 패턴을 형성하는 방법이다. 자외선 경화방식의 경우 수지(resin) 도포, 임프린트 몰드를 사용하여 가압, 자외선 조사, 몰드제거와 같은 순서로 진행 된다.

[0046] 본 실시예에서는 자외선 경화방식을 이용하였다. 먼저 프레넬 렌즈는 PMMA의 재질로 형성된 것이며, 프레넬 패턴 면은 PDMS로 보호층을 형성하여 가압에 의한 손상에 대비하였다. 이후 렌즈의 배면에 임프린트 레진을 도포한 후, 약 300nm 크기의 도트 어레이(dot array)를 갖는 몰드로 덮고 가압하였다. 이후, 압력을 유지한 채 345nm 파장을 갖는 자외선을 조사하여 렌즈와 몰드사이에 위치하는 임프린트 레진을 경화시켰다. 경화 후 압력을 해제하고, PDMS와 임프린트 몰드를 떼어냄으로써 전면에는 프레넬 패턴을, 후면에는 고투과성 패턴을 갖는 집광부재를 제작할 수 있었다.

[0047] 수지가 경화된 후, 폴리디메틸실록산(PDMS) 보호층(130)과 PVC몰드(140)를 제거하여, 프레넬 렌즈(120)의 후면에 나노패턴(160)이 형성된 집광부재를 완성하였다.

[0048] **2. 필름형 몰드를 사용한 프레넬 렌즈 전면의 나노패턴층 형성**

[0049] 도 2에는 필름형태의 몰드를 사용한 프레넬 렌즈 전면에 저반사 기능성 나노패턴층 형성 과정을 나타낸 모식도를 도시하였다. 도 2와 같은 방법으로 프레넬 렌즈 전면에 나노패턴(moth-eye pattern)을 형성할 수 있다.

[0050] 우선, 나노패턴을 갖는 필름형 몰드(210)를 준비하고, 프레넬 렌즈(220)의 전면에 임프린트 레진을 도포한다(230). 그런 다음, 필름형 몰드를 덮고 이를 이용하여 임프린팅 공정을 수행하였다. 이와 같은 공정을 거쳐 프레넬 렌즈 표면에 나노패턴을 형성하도록 한 다음, 몰드를 제거하고 나노패턴(240)만을 남기는 형태로 완성하였다.

[0051] 본 발명에 사용하는 필름형 몰드는 기판에 패턴을 형성하기 위한 저반사 패턴이 형성되어 있는 필름으로 이러한 패턴 형성용 몰드 필름을 이용하여 반도체, 전자, 광전, 자기, 표시 소자, 미세 전자기계 소자, 프리즘 시트나 렌티큘라렌즈 시트와 같은 광학용 렌즈시트의 기판 상에 우수한 균일성을 갖는 미세 패턴을 형성할 수 있는 것이다. 이는 도1에서 사용된 임프린트 몰드와 같은 역할을 하며, 매우 유연(flexible)하여 프레넬 렌즈의 패턴이 새겨져 있는 전면 구석 구석에 나노패턴을 형성할 수 있는 장점을 갖고 있다. 도 2의 경우 필름형 몰드(210) 표면에는 도 1의 임프린트 몰드(140)와 같은 나노패턴이 형성되어 있다.

[0052] 이때 필름형 몰드(film form mold)의 예로는 폴리비닐알콜(poly vinyl alcohol (PVA))몰드, 폴리디메틸실록산(PDMS) 몰드 등이 사용가능하다. 제작 방법으로는 마스터 몰드 위에 프리폴리머(pre-polymer) 상태의 PVA 및 PDMS를 붓고 경화시킨 후 떼어내서 마스터 몰드의 미세 패턴을 복제하여 사용할 수 있다. 특히 폴리비닐알콜(PVA)몰드를 사용할 경우에는 패턴형성 공정 완료 후 제작된 샘플을 물에 담궈 폴리비닐알콜(PVA)만을 선택적으로 제거할 수 있다.

[0053] **3. 엠보싱 방법을 사용하여 프레넬 렌즈 패턴 및 나노패턴의 형성**

[0054] 도 3에는 엠보싱 방법을 사용하여 프레넬 렌즈 패턴 및 저반사 기능성 나노패턴을 형성하는 방법을 나타낸 모식도를 도시하였다. 도 3과 같은 방법으로 핫 엠보싱 방법을 사용하여 집광을 위한 전면 프레넬 렌즈 패턴과 빛의 반사 방지를 위한 나노패턴(moth-eye pattern)을 열 가소성 필름(thermo-plastic film) 표면에 직접 형성할 수 있다.

[0055] 우선, 프레넬 렌즈 패턴을 갖는 금속 몰드로서 니켈 마스터 몰드(Ni master mold, 310), 나노패턴을 갖는 니켈 마스터 몰드(330) 및 열가소성 필름(320)을 준비하고, 이를 가열 및 압착하는 핫 엠보싱 과정을 수행하였다. 이를 통해, 한쪽 면에는 프레넬 렌즈 패턴, 그 반대편에는 나노패턴을 갖는 열가소성 수지 재질의 태양전지용 집광부재(340)를 제조할 수 있었다. 이 때의 핫 엠보싱 과정은 열가소성 고분자의 유리 전이 온도까지 온도를 상승시킬 수 있는 방법이면 모두 가능하며, 이 경우에는 핫플레이트를 사용하여 가열하였다. 가열상태에서 열가소성 필름이 유동성을 가질 때, 약 10 bar 이상의 압력으로 가압하여 패턴을 형성시켰으며, 이 상태로 실온 까지 냉각시킨 후 몰드를 제거하였다.

[0056] 이때, 상기 열가소성 필름(thermo-plastic film)으로는 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA, polymethylmethacrylate), 폴리비닐클로라이드(PVC, polyvinyl chloride), 폴리에틸렌(PE, polyethylene), 폴리프로필렌 (PP, polypropylene), 폴리스티렌(PS, polystyrene), 아크릴로니트릴부타디엔스티렌(ABS, acrylonitrile butadiene styrene), 폴리아미드(PA, polyamide; nylon), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET, Polyethylene Terephtalate) 또는 폴리카보네이트(PC, polycarbonate)가 사용될 수 있다.

[0057] 이상으로 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시 양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항 들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0058] 도 1은 임프린트 방법을 사용한 프레넬 렌즈(fresnel lens) 후면에의 저반사 기능성 나노패턴층 형성하는 과정을 나타낸 모식도이다.

[0059] 도 2는 필름형태의 몰드를 사용한 프레넬 렌즈 전면에서 저반사 기능성 나노패턴층 형성 과정을 나타낸 모식도이다.

[0060] 도 3은 엠보싱 방법을 사용하여 프레넬 렌즈 패턴 및 저반사 기능성 나노패턴을 형성하는 방법을 나타낸 모식도이다.

[0061] * 도면의 주요부호 설명

[0062] 110 : 폴리디메틸실록산 전처리액 (PDMS pre-solution)

[0063] 120 : 프레넬 렌즈

[0064] 130 : PDMS 보호층

[0065] 140 : 템플릿

[0066] 150 : 임프린트용 열 경화성 수지 또는 자외선 경화성 수지

[0067] 160 : 나노패턴

[0068] 210 : 필름형 몰드

[0069] 220 : 프레넬 렌즈

[0070] 230 : 도포된 수지

[0071] 310 : 니켈 마스터 몰드

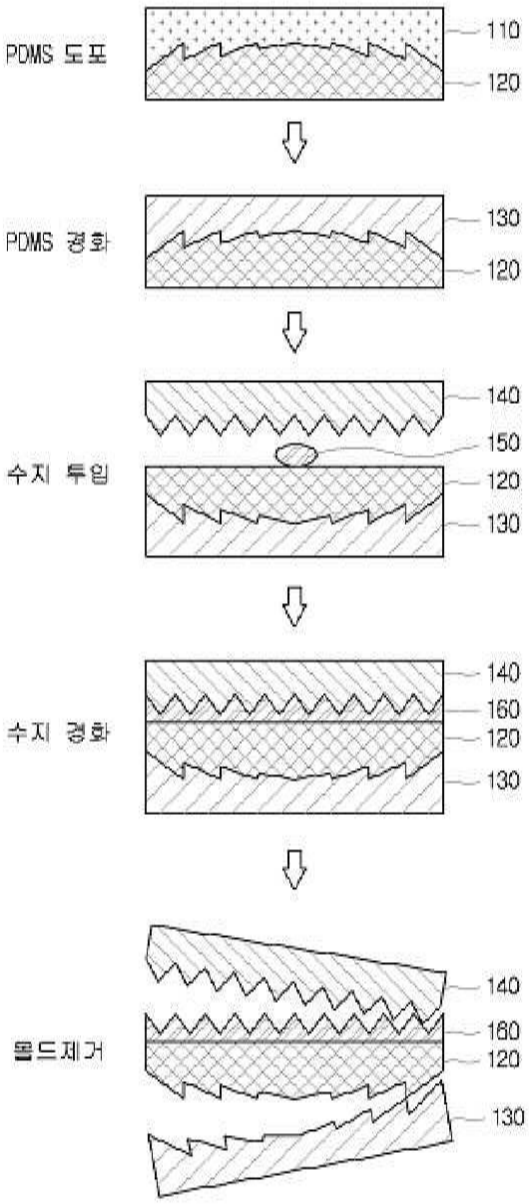
[0072] 320 : 열 가소성 필름

[0073] 330 : 니켈 마스터 몰드

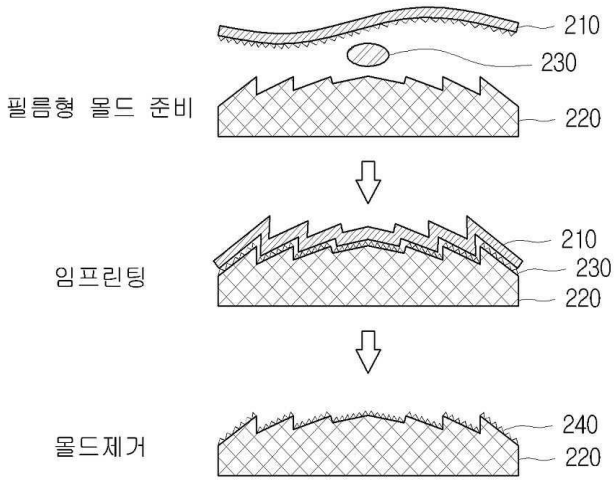
[0074] 340 : 프레넬 렌즈 패턴과 나노패턴이 양면으로 형성된 태양전지 집광부재

도면

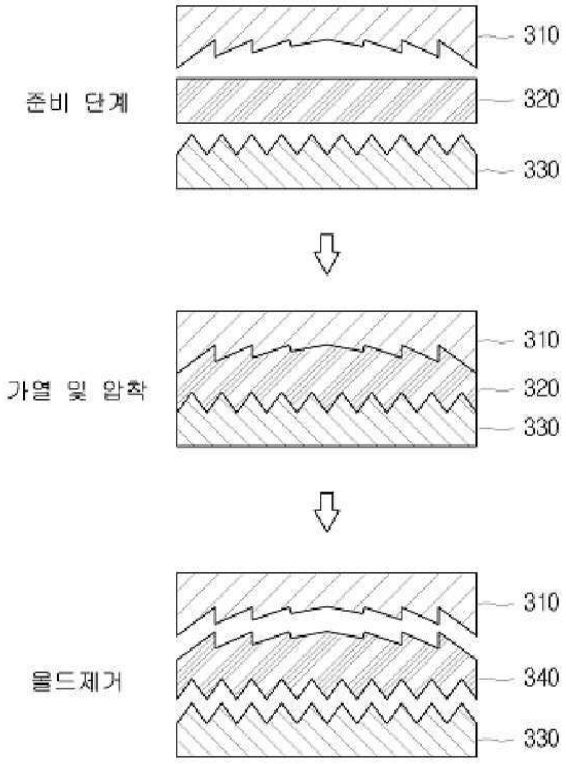
도면1


PDMS 도포
110
120
PDMS 경화
130
120
수지 투입
140
150
120
130
수지 경화
140
160
120
130
몰드제거
140
160
120
130

도면2


필름형 몰드 준비
210
230
220
임프린팅
210
230
220
몰드제거
240
220

도면3


준비 단계
310
320
330
가열 및 압착
310
320
330
몰드제거
310
340
330