



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0118209
(43) 공개일자 2022년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/64 (2010.01) H01L 33/62 (2010.01)
H05K 1/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 33/641 (2013.01)
H01L 33/62 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0022077
(22) 출원일자 2021년02월18일
심사청구일자 2021년02월18일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
성태연
서울특별시 서초구 잠원로 60 신반포자이 107
동-801호
김종호
경기도 평택시 세교6로 46 힐스테이트평택 104동
1502호
김수경
서울특별시 성북구 안암로9가길 85 천해 401호
(74) 대리인
특허법인 누리

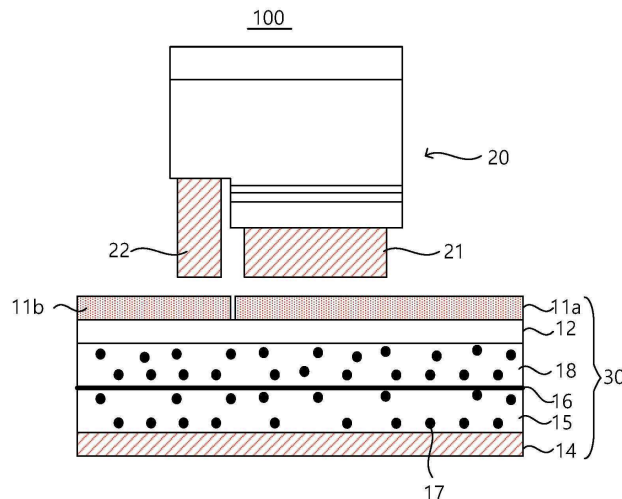
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 그래핀 기반 방열 구조체 및 이를 사용한 UV-C LED 용 패키지

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 방열 구조체는, 금속 또는 절연체로 형성된 하부 서브마운트 기판; 상기 하부 서브마운트 기판 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층; 상기 하부 폴리머층 상에 배치된 그래핀층; 상기 그래핀층 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층; 상기 상부 폴리머층에 배치되고 절연체로 형성된 상부 서브마운트 기판; 및 상기 상부 서브마운트 기판 상에 패터닝된 제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01L 33/642 (2013.01)

H01L 33/644 (2013.01)

H05K 1/0204 (2013.01)

H01L 2933/0075 (2020.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415165898
과제번호	19-CM-BR-03-MKE
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	국방과학연구소
연구사업명	민군기술협력(R&D)(산업부)
연구과제명	220mW급 UV-LED 및 화학/생물 작용제 제독/살균기 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세미콘라이트
연구기간	2019.06.28 ~ 2022.06.27

명세서

청구범위

청구항 1

금속 또는 절연체로 형성된 하부 서브마운트 기관;

상기 하부 서브마운트 기관 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층;

상기 하부 폴리머층 상에 배치된 그래핀층;

상기 그래핀층 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층;

상기 상부 폴리머층에 배치되고 절연체로 형성된 상부 서브마운트 기관; 및

상기 상부 서브마운트 기관 상에 패터닝된 제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드를 포함하는 것을 특징으로 하는 방열 구조체.

청구항 2

제1항에 있어서,

탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머층은 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 및 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 적어도 하나를 포함하고,

탄소 섬유 분말은 그래파이트, 탄소 섬유 및 그 혼합물인 것을 특징으로 하는 방열 구조체.

청구항 3

금속 촉매 기관 상에 그래핀층이 형성된 기관을 준비하는 단계;

상기 그래핀층 상에 캐리어 수지 기관을 접합하는 단계;

상기 금속 촉매 기관을 선택적으로 제거하여 상기 그래핀층을 노출하는 단계;

일면에 제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드가 형성된 절연체 재료의 상부 서브마운트 기관을 준비하는 단계;

상기 상부 서브마운트 기관의 타면에 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층을 상부 서브마운트 기관 상에 형성하는 단계;

상기 캐리어 수지 기관의 상기 그래핀층을 상기 상부 서브마운트 기관 상의 상기 상부 폴리머층에 부착하는 단계;

상기 그래핀층을 노출시키도록 상기 캐리어 수지 기관을 제거하는 단계;

하부 서브마운트 기관에 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층을 형성하는 단계; 및

상기 그래핀층과 하부 서브마운트에 형성된 상기 하부 폴리머층을 서로 접합하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 방열 구조체의 제조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머층은 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 및 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 중에서 적어도 하나를 포함하고,

상기 탄소 섬유 분말은 그래파이트, 탄소 섬유 및 그 혼합물인 것을 특징으로 하는 방열 구조체의 제조 방법.

청구항 5

금속 또는 절연체로 형성된 하부 서브마운트 기관;

상기 하부 서브마운트 기관 상에 배치된 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층;

상기 하부 폴리머층 상에 배치된 하부 그래핀층;

상기 하부 그래핀층 상에 배치된 탄소 섬유 분말이 분산된 보조 하부 폴리머층;

상기 보조 하부 폴리머층 상에 배치된 복수의 수직 기공들을 가진 아노딕 알루미늄 산화물층(Anodic aluminium; AAO);

상기 수직 기공들을 채우고 상기 아노딕 알루미늄 산화물층을 덮도록 배치되고 상기 탄소 섬유 분말을 포함하는 보조 상부 폴리머층;

상기 보조 상부 폴리머층 상에 배치된 상부 그래핀층;

상기 상부 그래핀층 상에 배치되는 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층;

상기 상부 폴리머층 상에 배치되고 절연체로 형성된 상부 서브마운트 기관; 및

상기 상부 서브마운트 기관 상에 패터닝된 제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드를 포함하는 것을 특징으로 하는 방열 구조체.

청구항 6

제5항에 있어서,

탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머층은 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 및 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 중에서 적어도 하나를 포함하고,

탄소 섬유 분말은 그래파이트, 탄소 섬유 및 그 혼합물인 것을 특징으로 하는 방열 구조체.

청구항 7

탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층이 형성된 하부 서브마운트 기관을 준비하는 단계;

상기 하부 폴리머층에 하부 그래핀층을 형성하는 단계;

상기 하부 그래핀층 상에 탄소 섬유 분말이 분산된 보조 하부 폴리머층을 형성하는 단계;

아노딕 알루미늄 산화물 템플레이트와 상기 보조 하부 폴리머층을 접합하는 단계;

상기 아노딕 알루미늄 산화물 템플레이트의 알루미늄 포일을 제거하고, 수직 기공들을 덮고 있는 산화알루미늄을 식각하여 수직 기공들을 개방하여 아노딕 알루미늄 산화물층을 형성하는 단계;

상기 수직 기공들 및 상기 아노딕 알루미늄 산화물층에 탄소 섬유 분말이 분산된 보조 상부 폴리머층을 형성하는 단계;

제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드를 구비한 상부 서브 마운트 기관에 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층을 형성하는 단계;

상기 상부 서브 마운트 기관의 상기 상부 폴리머층에 상부 그래핀층을 형성하는 단계; 및

상기 상부 그래핀층과 상기 보조 상부 폴리머층을 접합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방열 구조체의 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머층은 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 및 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 중에서 적어도 하나를 포함하고 탄소 섬유 분말은 그라파이트, 탄소 섬유 및 그 혼합물인 것을 특징으로 하는 방열 구조체의 제조 방법.

청구항 9

상부면에 배치된 제1 상부 전극 및 제2 상부 전극, 하부면에 배치된 제1 하부 전극 및 제2 하부 전극, 상기 제1 상부 전극과 상기 제1 하부 전극을 연결하는 제1 비아, 및 상기 제2 상부 전극과 상기 제2 하부 전극을 연결하는 제2 비아를 포함하는 인쇄회로 기판;

상기 인쇄회로 기판 상에 배치된 방열 구조체; 및

상기 방열 구조체 상에 배치된 LED 소자를 포함하고,

상기 방열 구조체는:

금속 또는 절연체로 형성된 하부 서브마운트 기판;

상기 하부 서브마운트 기판 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층;

상기 하부 폴리머층 상에 배치된 그래핀층;

상기 그래핀층 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층;

상기 상부 폴리머층에 배치되고 절연체로 형성된 상부 서브마운트 기판; 및

상기 상부 서브마운트 기판 상에 패터닝된 제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드를 포함하는 것을 특징으로 하는 LED 패키지.

청구항 10

상부면에 배치된 제1 상부 전극 및 제2 상부 전극, 하부면에 배치된 제1 하부 전극 및 제2 하부 전극, 상기 제1 상부 전극과 상기 제1 하부 전극을 연결하는 제1 비아, 및 상기 제2 상부 전극과 상기 제2 하부 전극을 연결하는 제2 비아를 포함하는 인쇄회로 기판;

상기 인쇄회로 기판 상에 배치된 방열 구조체; 및

상기 방열 구조체 상에 배치된 LED 소자를 포함하고,

상기 방열 구조체는:

금속 또는 절연체로 형성된 하부 서브마운트 기판;

상기 하부 서브마운트 기판 상에 배치된 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층;

상기 하부 폴리머층 상에 배치된 하부 그래핀층;

상기 하부 그래핀층 상에 배치된 탄소 섬유 분말이 분산된 보조 하부 폴리머층;

상기 보조 하부 폴리머층 상에 배치된 복수의 수직 기공들을 가진 아노딕 알루미늄 산화물층(Anodic aluminium; AAO);

상기 수직 기공들을 채우고 상기 아노딕 알루미늄 산화물층을 덮도록 배치되고 상기 탄소 섬유 분말을 포함하는 보조 상부 폴리머층;

상기 보조 상부 폴리머층 상에 배치된 상부 그래핀층;

상기 상부 그래핀층 상에 배치되는 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층;

상기 상부 폴리머층 상에 배치되고 절연체로 형성된 상부 서브마운트 기판; 및

상기 상부 서브마운트 기판 상에 패터닝된 제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드를 포함하는 것을 특징으로 하는 LED 패키지.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 심자외선 영역 (280 nm 이하) 파장대의 빛을 내는 발광소자 패키지에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 방열 특성이 우수한 그래핀 기반 심자외선 발광소자 패키지 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] UV-C LED는 기존에 널리 사용되던 수은 램프에 비해 친환경적이며, 경화, 의료, 살균, 소독 등 여러 분야에서 널리 사용될 수 있어 유망한 발광소자로 각광 받고 있다.
- [0003] 그 중 280 nm 이하 파장대의 빛을 내는 심자외선 발광소자 (UV-C LED)의 경우 높은 에너지를 가져 살균, 소독 능력이 탁월하므로 관련 연구가 많이 진행되고 있다.
- [0004] 하지만 매우 짧은 단파장 영역의 UV-C 빛으로 인해 열이 많이 발생하게 되고, 이때 LED 패키지를 통한 열 방출이 효과적으로 일어나지 않는다면 LED 소자 온도가 상승하여 소자의 특성이 열화된다.
- [0005] 기존의 LED 패키지는 방열을 위해 Al_2O_3 , AlN 등의 세라믹 물질을 서브 마운트로 사용하여 솔더링하는 방식으로 패키징을 진행해왔다.
- [0006] 하지만, 이러한 세라믹 물질의 서브 마운트는 UV-C LED에서 발생하는 열을 내보내기에는 열전도도가 충분하지 못하고, 두께도 100 $\mu m \sim 1 mm$ 정도로 두꺼워 방열 효율이 떨어진다.
- [0007] 이는 발광 효율 및 수명 저하 등 소자 자체의 성능 감소와 신뢰성 감소, 소비 전력의 변화 등을 의미하므로 얇은 서브 마운트 두께를 갖고 우수한 방열 특성을 가져 발생하는 열을 LED 칩에서 PCB 기판 및 방열판에 빠르게 전도시킬 수 있는 새로운 UV-C LED 패키지 개발이 중요하다.
- [0008] 또한, 이러한 UV-C LED 패키지는 구성요소가 내구성, 가공의 용이함 및 UV 빛에 대한 내마모성을 유지할 수 있어야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 UV-C LED에서 세라믹 서브 마운트의 낮은 방열 특성으로 인한 소자의 성능 저하를 개선하기 위한 것으로서, 그래핀층과 탄소를 기반으로 하는 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머층 혹은 그래핀층과 탄소를 기반으로 하는 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머로 채워진 AAO (Anodized AlOx) 층을 기반으로 하는 방열 구조체 및 이를 이용한 UV-C LED 패키지 구조를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 방열 구조체는, 금속 또는 절연체로 형성된 하부 서브마운트 기판; 상기 하부 서브마운트 기판 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층; 상기 하부 폴리머층 상에 배치된 그래핀층; 상기 그래핀층 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층; 상기 상부 폴리머층에 배치되고 절연체로 형성된 상부 서브마운트 기판; 및 상기 상부 서브마운트 기판 상에 패터닝된 제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드를 포함한다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머층은 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 폴리에틸 에테르케톤(Polyetheretherketone) 중에서 적어도 하나를 포함하고, 상기 탄소 섬유 분말은 그래파이트, 탄소 섬유 및 그 혼합물일 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 방열 구조체의 제조 방법은, 금속 촉매 기판 상에 그래핀층이 형성된 기판을 준비하는 단계; 상기 그래핀층 상에 캐리어 수지 기판을 접합하는 단계; 상기 금속 촉매 기판을 선택적으로 제거하여 상기 그래핀층을 노출하는 단계; 일면에 제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드가 형성된 절연체 재질의

상부 서브마운트 기관을 준비하는 단계; 상기 상부 서브마운트 기관의 타면에 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층을 상부 서브마운트 기관 상에 형성하는 단계; 상기 캐리어 수지 기관의 상기 그래핀층을 상기 상부 서브마운트 기관 상의 상기 상부 폴리머층에 부착하는 단계; 상기 그래핀층을 노출시키도록 상기 캐리어 수지 기관을 제거하는 단계; 하부 서브마운트 기관에 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층을 형성하는 단계; 및 상기 그래핀층과 하부 서브마운트에 형성된 상기 하부 폴리머층을 서로 접합하는 단계;를 포함한다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머층은 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 중에서 적어도 하나를 포함하고, 상기 탄소 섬유 분말은 그래파이트, 탄소 섬유 및 그 혼합물일 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 방열 구조체는, 금속 또는 절연체로 형성된 하부 서브마운트 기관; 상기 하부 서브마운트 기관 상에 배치된 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층; 상기 하부 폴리머층 상에 배치된 하부 그래핀층; 상기 하부 그래핀층 상에 배치된 탄소 섬유 분말이 분산된 보조 하부 폴리머층; 상기 보조 하부 폴리머층 상에 배치된 복수의 수직 기공들을 가진 아노딕 알루미늄 산화물층(Anodic aluminium; AAO); 상기 수직 기공들을 채우고 상기 아노딕 알루미늄 산화물층을 덮도록 배치되고 상기 탄소 섬유 분말을 포함하는 보조 상부 폴리머층; 상기 보조 상부 폴리머층 상에 배치된 상부 그래핀층; 상기 상부 그래핀층 상에 배치되는 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층; 상기 상부 폴리머층 상에 배치되고 절연체로 형성된 상부 서브마운트 기관; 및 상기 상부 서브마운트 기관 상에 패터닝된 제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드를 포함한다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머층은 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 중에서 적어도 하나를 포함하고, 탄소 섬유 분말은 그래파이트, 탄소 섬유 및 그 혼합물일 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 방열 구조체의 제조 방법은, 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층이 형성된 하부 서브마운트 기관을 준비하는 단계; 상기 하부 폴리머층에 하부 그래핀층을 형성하는 단계; 상기 하부 그래핀층 상에 탄소 섬유 분말이 분산된 보조 하부 폴리머층을 형성하는 단계; 아노딕 알루미늄 산화물 템플레이트와 상기 보조 하부 폴리머층을 접합하는 단계; 상기 아노딕 알루미늄 산화물 템플레이트의 알루미늄 포일을 제거하고, 수직 기공들을 덮고 있는 산화알루미늄을 식각하여 수직 기공들을 개방하여 아노딕 알루미늄 산화물층을 형성하는 단계; 상기 수직 기공들 및 상기 아노딕 알루미늄 산화물층에 탄소 섬유 분말이 분산된 보조 상부 폴리머층을 형성하는 단계; 제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드를 구비한 상부 서브마운트 기관에 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층을 형성하는 단계; 상기 상부 서브마운트 기관의 상기 상부 폴리머층에 상부 그래핀층을 형성하는 단계; 및 상기 상부 그래핀층과 상기 보조 상부 폴리머층을 접합하는 단계를 포함한다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머층은 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 중에서 적어도 하나를 포함하고, 상기 탄소 섬유 분말은 그래파이트, 탄소 섬유 및 그 혼합물일 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 LED 패키지는, 상부면에 배치된 제1 상부 전극 및 제2 상부 전극, 하부면에 배치된 제1 하부 전극 및 제2 하부 전극, 상기 제1 상부 전극과 상기 제1 하부 전극을 연결하는 제1 비아, 및 상기 제2 상부 전극과 상기 제2 하부 전극을 연결하는 제2 비아를 포함하는 인쇄회로 기관; 상기 인쇄회로 기관 상에 배치된 방열 구조체; 및 상기 방열 구조체 상에 배치된 LED 소자를 포함한다. 상기 방열 구조체는: 금속 또는 절연체로 형성된 하부 서브마운트 기관; 상기 하부 서브마운트 기관 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층; 상기 하부 폴리머층 상에 배치된 그래핀층; 상기 그래핀층 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층; 상기 상부 폴리머층에 배치되고 절연체로 형성된 상부 서브마운트 기관; 및 상기 상부 서브마운트 기관 상에 패터닝된 제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드를 포함한다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 LED 패키지는, 상부면에 배치된 제1 상부 전극 및 제2 상부 전극, 하부면에 배치된 제1 하부 전극 및 제2 하부 전극, 상기 제1 상부 전극과 상기 제1 하부 전극을 연결하는 제1 비아, 및 상기 제2 상부 전극과 상기 제2 하부 전극을 연결하는 제2 비아를 포함하는 인쇄회로 기관; 상기 인쇄회로 기관 상에 배

치된 방열 구조체; 및 상기 방열 구조체 상에 배치된 LED 소자를 포함한다. 상기 방열 구조체는: 금속 또는 절연체로 형성된 하부 서브마운트 기관; 상기 하부 서브마운트 기관 상에 배치된 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층; 상기 하부 폴리머층 상에 배치된 하부 그래핀층; 상기 하부 그래핀층 상에 배치된 탄소 섬유 분말이 분산된 보조 하부 폴리머층; 상기 보조 하부 폴리머층 상에 배치된 복수의 수직 기공들을 가진 아노딕 알루미늄 산화물층(Anodic aluminium; AAO); 상기 수직 기공들을 채우고 상기 아노딕 알루미늄 산화물층을 덮도록 배치되고 상기 탄소 섬유 분말을 포함하는 보조 상부 폴리머층; 상기 보조 상부 폴리머층 상에 배치된 상부 그래핀층; 상기 상부 그래핀층 상에 배치되는 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층; 상기 상부 폴리머층 상에 배치되고 절연체로 형성된 상부 서브마운트 기관; 및 상기 상부 서브마운트 기관 상에 패터닝된 제1 전극 본딩 패드 및 제2 전극 본딩 패드를 포함한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 방열 구조체는 금속 중 가장 뛰어난 열 전도도를 가지는 은보다 10배 가량 높은 열 전도도를 가지는 그래핀을 사용함으로써, LED 소자에서 발생하는 열을 효율적으로 방출할 수 있다.
- [0021] 또한, 그래핀을 사용하여 수평 방향의 방열 특성을 효과적으로 향상시킬뿐만 아니라, 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머층을 삽입함으로써 수직 방향의 열전도도를 증가시켜 기존의 세라믹 서브마운트 (약 1 mm)보다 더 얇은 두께 (약 100 ~ 500 μm) 서브 마운트 기관을 만들 수 있다.
- [0022] 또한, 폴리머층의 경우 음의 열팽창 계수를 가지는 탄소 섬유 분말을 혼합한 복합재료를 사용함으로써 열 방출 시 그래핀과의 열팽창 계수 차이를 감소시켜 그래핀의 주름을 방지하고 접착성 저하를 막을 수 있다는 장점이 있으며, 분산된 탄소 섬유 분말은 높은 열전도도를 가지므로 기존의 폴리머보다 향상된 열전도도를 가지게 된다.
- [0023] 본 발명의 패키지 구조에서는 방열 구조체가 서브마운트 영역을 포함하는 구조이므로 LED 소자에서 발생하는 다량의 열을 인쇄회로 기관 및 방열판으로 신속히 배출시켜 LED 소자에 열이 축적되는 것을 막을 수 있다.
- [0024] 따라서 본 발명의 패키지 구조에 LED 소자를 실장할 경우, 전체적으로 방열 성능을 향상시켜 소자의 열화를 막을 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 LED 패키지를 나타내는 평면도이다.
- 도 2는 도 1의 A-A' 선을 따라 자른 단면도이다.
- 도 3은 도 2의 LED 소자 및 방열 구조체를 나타내는 단면도이다.
- 도 4a 내지 도 4h는 도 2의 방열 구조체를 제조하는 방법을 나타내는 단면도들이다.
- 도 5a, 도 5b, 및 도 5c는 본 발명의 변형된 실시예에 따른 그래핀과 폴리머층의 접합 강도를 증가시키는 방법을 설명하는 개념도들이다.
- 도 6는 본 발명의 다른 실시예에 따른 LED 소자 및 방열 구조체를 나타내는 단면도이다.
- 도 7a 내지 도 7f는 도 6의 방열 구조체의 제조 방법을 나타내는 단면도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 그래핀은 높은 열전도도와 음의 열팽창 계수를 가진다. 한편, 종래의 질화알루미늄 또는 알루미늄, 금속은 양의 열팽창 계수를 가진다. 따라서, 양의 열팽창 계수를 가진 물질과 음의 열팽창 계수를 가진 그래핀이 접합(bonding)하는 경우, 열 스트레인에 의하여 접합 특성이 악화된다.
- [0027] 그라파이트, 탄소 섬유와 같은 음의 열팽창 계수를 가지고 높은 열전도도를 가지는 탄소 섬유 분말은 폴리머에 혼합하여 복합재료를 만들 수 있다. 이 경우, 복합재료의 열팽창계수가 감소하고 열전도도는 증가한다. 따라서 폴리머와 탄소 섬유 분말(그라파이트(graphite), 탄소 섬유(CF, carbon fiber))을 혼합하여 그래핀 층과 접합하고자하는 물질의 열팽창계수 차이를 줄일 수 있다. 탄소 섬유 분말은 탄소 섬유를 기계적으로 밀링(milling)하여 형성될 수 있다. 탄소 섬유 분말은 수십 마이크로미터 이하의 크기를 가질 수 있다. 탄소 섬유 분말 함유 폴리머의 열팽창 계수는 탄소 섬유 분말의 탄소 섬유 부피 비율(Carbon fiber volume fraction)에 따라, 감소한다. 한편, 탄소 섬유 분말 함유 폴리머의 열전도도는 탄소 섬유 분말의 탄소 섬유 부피 비율(Carbon

fiber volume fraction)에 따라, 증가한다. 따라서, 탄소 섬유 분말 함유 폴리머에서 탄소 섬유 부피 비율의 부피 비율은 접합하고자 하는 두 물질의 중간의 열팽창계수를 가지도록 설정될 수 있다.

- [0028] 한편, 탄소나노튜브는 양의 열팽창계수를 가지며, 폴리머와 혼합되는 경우, 폴리머의 높은 양의 열팽창계수를 상쇄하는 효과가 작다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 방열 필름의 구조는 폴리이미드(PI) 필름/탄소 섬유 분말 함유 폴리머층/그래핀/탄소 섬유 분말 함유 폴리머층/PI 필름(또는 금속층)일 수 있다. 이 경우, 인접한 다른 층 사이의 열팽창계수의 차이가 감소할 수 있다. 인접한 다른 층 사이의 열팽창계수 차이가 감소하면, 방열 필름의 열 스트레스(thermal stress)가 감소할 수 있다. 또한, 폴리머층은 탄소 섬유 분말을 함유하여 열전도도를 증가시키고 열팽창 계수를 감소시킬 수 있다. 예를 들어, PI 필름과 그래핀층을 접합하고자 하는 경우, 탄소 섬유 분말 함유 폴리머층은 PI 필름과 그래핀의 중간의 열팽창계수를 가질 수 있다. 구체적으로, 탄소 섬유 부피 비율(Carbon fiber volume fraction)은 5 % 내지 50 % 일 수 있다.
- [0030] 본 발명에 따른 방열 구조체 또는 방열 필름은, 공정 진행을 위해서 최소 100 μm 이상의 두께를 가질 수 있다. 바람직하게는, 방열 구조체 또는 방열 필름(그래핀층/탄소 섬유 분말 함유 폴리머층 기반의 방열 필름)의 두께는 100 ~ 500 μm 정도일 수 있다. 이러한 두께는 일반적으로 약 1 mm 두께의 Al_2O_3 , AlN를 서브마운트 기판보다 작고, 높은 열전도도 및 열 스트레스에 강하다.
- [0031] 그래핀층과 폴리머층의 접착성 또는 PI 필름과 그래핀층의 접착성을 개선하기 위하여, 폴리머층, PI 필름 또는 그래핀층은 저전력 수소 플라즈마 처리(low power hydrogen plasma treatment) 또는 친수성 자기조립단분자막 증착(hydrophilic self-assembled monolayer deposition)을 통해 접착성을 향상시킬 수 있다.
- [0032] 공정 과정 중 캐리어 수지(PMMA)를 제거하는 과정에서 용매인 아세톤이 사용되기 때문에 폴리머층은 용매인 아세톤에 녹지 않고, 용액 공정이 가능한 물질로 선정될 수 있다. 폴리머층은 PANI (Polyaniline), PAI (Poly(amide-imide)), PAN (Polyacrylonitrile), PVP (Polyvinylpyrrolidone), Polyamide, COP(Cyclic olefin copolymer), PEEK(Polyetheretherketone)일 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 방열 필름은, 한 쌍의 그래핀층 사이에 복수의 수직 기공들을 가진 아노딕 알루미늄 산화물층을 포함할 수 있다. 수직 기공들은 탄소 섬유 분말을 함유한 폴리머로 채워지고, 열전도도를 증가시킬 수 있다. 한 쌍의 그래핀층의 하나는 탄소 섬유 분말을 함유한 폴리머층을 개재하여 상부 서브마운트 기판에 접합한다. 또한, 한 쌍의 그래핀층의 하나는 탄소 섬유 분말을 함유한 폴리머층을 개재하여 하부 서브마운트 기판에 접합한다. 탄소 섬유 분말을 함유한 폴리머층은 상기 그래핀층과 상기 아노딕 알루미늄 산화물층을 접합(bonding)한다. 따라서, 인접한 다른 물질 사이의 열팽창계수가 감소하여, 열 스트레스가 감소할 수 있다.
- [0034] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 도면들에 있어서, 구성요소는 명확성을 기하기 위하여 과장되어진 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 LED 패키지를 나타내는 평면도이다.
- [0036] 도 2는 도 1의 A-A' 선을 따라 자른 단면도이다.
- [0037] 도 3은 도 2의 LED 소자 및 방열 구조체를 나타내는 단면도이다.
- [0038] 도 1 내지 도 3을 참조하면, LED 패키지(100)는 인쇄회로 기판(110), 방열 구조체(30), 및 LED 소자(20)를 포함한다.
- [0039] 상기 인쇄회로 기판(110)은 상부면에 배치된 제1 상부 전극(111a) 및 제2 상부 전극(112a), 하부면에 배치된 제1 하부 전극(111b) 및 제2 하부 전극(112b), 상기 제1 상부 전극(111a)과 상기 제1 하부 전극(111b)을 연결하는 제1 비아(111c), 및 상기 제2 상부 전극(112a)과 상기 제2 하부 전극(112b)을 연결하는 제2 비아(112c)를 포함한다. 상기 방열 구조체(30)는 상기 인쇄회로 기판(110) 상에 배치된다.
- [0040] LED 소자(20)는 상기 방열 구조체(30) 상에 배치된다. LED 소자(20)는 플립칩 형태를 가지고, 제1 전극 본딩 범프(21) 및 제2 전극 본딩 범프(22)를 통해 방열 구조체(30)에 실장될 수 있다. LED 소자(20)는 UV-C LED 소자일 수 있다.

- [0041] 상기 방열 구조체(30)는, 금속 또는 절연체로 형성된 하부 서브마운트 기관(14); 상기 하부 서브마운트 기관(14) 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층(15); 상기 하부 폴리머층(15) 상에 배치된 그래핀층(16); 상기 그래핀층(16) 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층(18); 상기 상부 폴리머층(18)에 배치되고 절연체로 형성된 상부 서브마운트 기관(12); 및 상기 상부 서브마운트 기관(12) 상에 패터닝된 제1 전극 본딩 패드(11a) 및 제2 전극 본딩 패드(11b)를 포함한다.
- [0042] 제1 전극 본딩 패드(11a)는 LED 소자(20)의 제1 전극 본딩 범프(21)에 연결되고, 제2 전극 본딩 패드(11b)는 LED 소자(20)의 제2 전극 본딩 범프(22)에 연결된다.
- [0043] 와이어 본딩(115)은 방열 구조체(30)의 제1 전극 본딩 패드(11a)와 인쇄회로 기관(110)의 제1 상부 전극(111a)을 연결하고, 와이어 본딩(115)은 방열 구조체(30)의 제2 전극 본딩 패드(11b)와 인쇄회로 기관(110)의 제2 상부 전극(112a)을 연결할 수 있다.
- [0044] 반사부(113)는 LED 소자(20)를 수용하도록 캐비티를 포함하며, 캐비티의 측면에는 UV-C 영역(100~280 nm)에서 반사도가 높은 Al 또는 Al 합금의 반사층을 포함할 수 있다.
- [0045] 반사부(113)의 상부에는 UV-C 영역에서 높은 투과도를 나타내는 쿼츠 재료로 형성된 UV-C 투과형 보호재(114)가 존재한다.
- [0046] 상기 방열 구조체(30)는 4개의 코너를 갖는 사각형으로 형성된다. 제1 전극 본딩 패드(11a) 및 제2 전극 본딩 패드(11b)는 각각 "┐" 형상 및 "└" 형상을 가질 수 있다.
- [0047] 상기 하부 서브마운트 기관(14)은 금속 또는 절연체로 형성될 수 있다. 상기 하부 서브마운트 기관(14)은 구리 필름 또는 열전도율이 높은 세라믹 또는 폴리머 재질일 수 있다. 바람직하게는 상기 하부 서브마운트 기관(14)은 수 μm 내지 수백 μm 의 구리 필름일 수 있다.
- [0048] 하부 폴리머층(15)은 상기 하부 서브마운트 기관(14) 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머일 수 있다. 탄소 섬유 분말(17)이 분산된 폴리머 용액은 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 등의 폴리머 용액에 탄소 섬유 분말을 넣은 후 분산 장비를 이용하여 얻을 수 있다. 바람직하게는, 상기 폴리머는, 아세톤에 용해되지 않는 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 또는 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 일 수 있다.
- [0049] 상기 탄소 섬유 분말은 그래파이트, 탄소 섬유 및 그 혼합물일 수 있다. 상기 탄소 섬유 분말의 크기는 수십 μm 이하일 수 있다. 상기 탄소 섬유 분말은 통상적인 탄소 섬유를 밀링하여 얻을 수 있다. 상기 폴리머에 혼합되는 탄소 섬유 분말의 부피 비는 접합하고자 하는 두 물질의 열팽창 계수에 의존할 수 있다. 예를 들어, 하부 서브마운트 기관으로 PI와 그래핀층을 접합하는 경우, 부피 퍼센트는 5% 내지 50%일 수 있다.
- [0050] 상기 하부 서브마운트 기관(14) 상에 스핀 코팅과 같은 방식을 이용하여 상기 하부 폴리머층(15)을 도포한 후, 열이나 UV 빛 등을 사용하여 경화시켜 필름을 얻는다. 탄소 섬유 분말(17)의 부피 퍼센트는 폴리머층에서 5% 내지 50 %일 수 있다. 상기 하부 폴리머층(15)은 주로 수직 방향으로 열전달을 수행할 수 있다. 상기 하부 폴리머층(15)은 통상적인 세라믹 서브마운트 기관에 비하여 두께를 감소시키고 높은 열전도도, 낮은 열 스트레스 및 유연성을 제공할 수 있다. 상기 하부 폴리머층(15)은 수 μm 내지 수백 μm 의 두께를 가질 수 있다. 상기 하부 폴리머층(15)은 상기 그래핀층(16) 및 상기 하부 서브마운트 기관(14)과 충분한 본딩 강도를 제공하고, 열에 의하여 팽창하는 경우에도 안정적인 본딩 특성을 제공할 수 있다.
- [0051] 그래핀층(16)은 단층 또는 복층 구조일 수 있다. 상기 그래핀층(16)은 수평 방향으로 열을 전달하고, 상기 하부 서브마운트 기관(14)에 열을 효율적으로 전달하고 열팽창에 불구하고 안정적인 열접촉을 제공할 수 있다. 상기 그래핀층(16)은 수평 방향으로 열전달을 수행하여 방열 기능을 수행할 수 있다.
- [0052] 상부 폴리머층(18)은 상기 그래핀층(16) 상에 배치되고 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머를 포함할 수 있다. 상기 상부 폴리머층은 상기 하부 폴리머층과 동일한 구조 및 재질일 수 있다. 다만, 탄소 섬유 분말의 부피 퍼센트는 서로 다를 수 있다.
- [0053] 상부 서브마운트 기관(12)은 상기 상부 폴리머층(18)에 배치되고 절연체로 형성될 수 있다. 상부 서브마운트 기

관(12)은 절연체로 형성되고, 상부 서브마운트 기관(12)은 유연성을 가진 폴리머 기관일 수 있다. 예를 들어, 상부 서브마운트 기관(12)은 수십 μm 두께의 폴리이미드 필름일 수 있다. 패터닝된 제1 전극 본딩 패드(11a) 및 제2 전극 본딩 패드(11b)가 상기 상부 서브마운트 기관(12) 상에 배치된다. 제1 전극 본딩 패드(11a) 및 제2 전극 본딩 패드(11b)는 구리 패턴일 수 있다.

[0054] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 방열 구조체(30)는 차례로 적층된 2 개 이상의 그래핀층과 이웃한 그라핀층 사이에 배치된 탄소 섬유 분말을 포함한 폴리머층을 포함할 수 있다.

[0055] 도 4a 내지 도 4h는 도 2의 방열 구조체를 제조하는 방법을 나타내는 단면도들이다.

[0056] 도 4a 내지 도 4h를 참조하면, 방열 구조체(30)의 제조 방법은, 금속 촉매 기관(117) 상에 그래핀층(16)이 형성된 기관을 준비하는 단계; 상기 그래핀층(16) 상에 캐리어 지지 기관(116)을 접합하는 단계; 상기 금속 촉매 기관(117)을 선택적으로 제거하여 상기 그래핀층(16)을 노출하는 단계; 일면에 제1 전극 본딩 패드(11a) 및 제2 전극 본딩 패드(11b)가 형성된 절연체 재질의 상부 서브마운트 기관(12)을 준비하는 단계; 상기 상부 서브마운트 기관(12)의 타면에 탄소 섬유 분말(17)이 분산된 상부 폴리머층(18)을 상부 서브마운트 기관(12) 상에 형성하는 단계; 상기 캐리어 지지 기관(116)의 상기 그래핀층(16)을 상기 상부 서브마운트 기관 상의 상기 상부 폴리머층(18)에 부착하는 단계; 상기 그래핀층(16)을 노출시키도록 상기 캐리어 지지 기관(116)을 제거하는 단계; 하부 서브마운트 기관(14)에 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층(15)을 형성하는 단계; 및 상기 그래핀층(16)과 하부 서브마운트에 형성된 상기 하부 폴리머층(15)을 서로 접합하는 단계;를 포함한다.

[0057] 도 4a를 참조하면, 그래핀층(16)은 금속 촉매 기관(117) 상에 화학기상증착(chemical vapor deposition; CVD) 방법으로 성장될 수 있다. 상기 금속 촉매 기관(117)은 구리 기관일 수 있다. 이어서, 성장된 그래핀층(16) 상에 캐리어 지지 기관(116)을 접착한다. 상기 캐리어 지지 기관(carrier resin substrate, 116)은 PMMA (poly-methyl methacrylate)일 수 있다. 상기 캐리어 지지 기관(116)은 PMMA (poly-methyl methacrylate) 물질을 스핀 코팅하여 형성될 수 있다. 이 때, PMMA 물질의 유리 전이 온도인 105°C 이상에서 열처리를 진행하면 그래핀과 기관의 접착성을 증가시키고, 그래핀 필름의 주름을 최소화할 수 있다.

[0058] 도 4b를 참조하면, 습식 식각을 통하여 상기 금속 촉매 기관(117)을 선택적으로 제거한다. 이에 따라, 그래핀층(16)이 노출된다.

[0059] 도 4c를 참조하면, 상부 서브마운트 기관(12)은 절연체로 형성되고, 상부 서브마운트 기관(12)은 유연성을 가진 폴리머 기관(예를 들어, PI 기관)일 수 있다. 상부 서브마운트 기관(12)의 일면 상에 도전층이 형성되고, 상기 도전층을 패터닝하여 제1 전극 본딩 패드(11a) 및 제2 전극 본딩 패드(11b)를 형성할 수 있다.

[0060] 상기 상부 서브마운트 기관(12)의 타면에 탄소 섬유 분말(17)이 분산된 상부 폴리머층(18)을 상부 서브마운트 기관(12) 상에 형성한다.

[0061] 상기 상부 폴리머층은 상기 상부 서브마운트 기관(12)에 스핀 코팅 방식으로 형성될 수 있다. 탄소 섬유 분말(17)이 분산된 폴리머 용액은 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 등의 폴리머 용액에 탄소 섬유 분말을 넣은 후 분산 장비를 이용하여 얻을 수 있다. 바람직하게는, 상기 폴리머는, 아세톤에 용해되지 않는 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 또는 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 일 수 있다. 상기 폴리머 용액은 도포한 후 열이나 UV 빛 등을 사용하여 경화시켜 필름 형태의 상부 폴리머층(18)을 얻는다.

[0062] 상기 탄소 섬유 분말은 그라파이트, 탄소 섬유 및 그 혼합물일 수 있다. 상기 탄소 섬유 분말의 크기는 수십 μm 이하일 수 있다. 상기 탄소 섬유 분말은 통상적인 탄소 섬유를 밀링하여 얻을 수 있다. 상기 폴리머에 혼합되는 탄소 섬유 분말의 부피 비는 접합하고자 하는 두 물질의 열팽창 계수에 의존할 수 있다.

[0063] 탄소 섬유 분말(17)이 분산된 폴리머 용액은 스핀 코팅, 스프레이 코팅, 잉크젯 프린팅(ink-jet printing) 등의 방법을 사용하여 도포될 수 있다. 또는 별도로 제작된 폴리머층이 상기 그래핀층과 본딩될 수 있다.

[0064] 도 4d, 4e, 4f를 참조하면, 상기 그래핀층(16)과 상기 상부 폴리머층(18)은 서로 본딩될 수 있다. 상기 그래핀층(16)과 상기 상부 폴리머층(18) 사이의 본딩 강도를 증가시키기 위하여, 상기 그래핀층(16) 또는/및 상기 상부 폴리머층(18)은 저전력 플라즈마 처리(low power plasma treatment) 및 친수성 자기조립단분자막 증착

(hydrophilic self-assembled monolayer deposition)을 통해 접착성을 향상시킬 수 있다.

- [0065] 구체적으로, 상기 상부 폴리머층(18)은 저전력 산소 플라즈마 처리되어, 상기 상부 폴리머층(18)의 표면은 OH를 가지도록 처리될 수 있다. 이어서, 친수성 자기조립단분자막이 증착될 수 있다. 친수성 자기조립단분자막은 APTES (3-Aminopropyltriethoxysilane) 또는 MPTES ((3-Mercaptopropyl)trimethoxysilane)일 수 있다. 이에 따라, 상기 그래핀층(16)과 상기 상부 폴리머층(18)은 서로 본딩될 수 있다.
- [0066] 도 4g를 참조하면, 그래핀층(16) 상의 케리어 수지 기판(116)은 용매를 통해 제거할 수 있다. 케리어 수지 기판(116)이 PMMA인 경우, 용매는 아세톤을 포함할 수 있다. 이에 따라, 그래핀층(16)이 상기 상부 서브마운트 기판(12)의 상부 폴리머층(18)에 형성될 수 있다.
- [0067] 도 4h를 참조하면, 하부 폴리머층(15)이 형성된 하부 서브 마운트 기판(14)이 준비된다. 하부 폴리머층(15)은 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머층일 수 있다. 상기 하부 폴리머층의 형성 방법은 상부 폴리머층의 형성 방법과 동일하다.
- [0068] 하부 서브 마운트 기판(14)이 구리와 같은 금속인 경우, 상기 하부 서브 마운트 기판과 하부 폴리머층(15) 사이의 접합 강도를 증가시키기 위하여, 상기 하부 서브 마운트 기판 상에 Ti 접합층이 추가적으로 배치될 수 있다. 또는, 상기 하부 서브 마운트 기판과 하부 폴리머층(15) 사이의 접합 강도를 증가시키기 위하여, 상기 하부 서브 마운트 기판의 표면은 거칠기 처리되어 요철 구조를 가질 수 있다.
- [0069] 상기 하부 폴리머층(15)은 상기 그래핀층(16)과 접합될 수 있다. 상기 그래핀층(16)과 상기 하부 폴리머층(15) 사이의 본딩 강도를 증가시키기 위하여, 상기 그래핀층(16) 또는/및 상기 하부 폴리머층(15)은 저전력 수소 플라즈마 처리(low power hydrogen plasma treatment) 또는 친수성 자기조립단분자막 증착(hydrophilic self-assembled monolayer deposition)을 통해 접착성을 향상시킬 수 있다.
- [0070] 도 5a, 도 5b, 및 도 5c는 본 발명의 변형된 실시예에 따른 그래핀과 폴리머층의 접합 강도를 증가시키는 방법을 설명하는 개념도들이다.
- [0071] 도 5a, 도 5b, 및 도 5c를 참조하면, 그래핀층(16)에 히드록실화(hydroxylation), 부분환원(partial reduction)을 해주거나, APTES에 가수분해(hydrolysis)를 해줄 수 있다.
- [0072] 그래핀의 히드록실화(hydroxylation)를 위하여, 그래핀층(16)에 과산화수소(H_2O_2) 처리하여, 그래핀층의 표면에 OH기를 형성시킨 후, 그래핀층(16)은 APTES 또는 MPTES와 결합할 수 있다.
- [0073] 또는, 그래핀(16)의 부분환원(partial reduction)을 위하여, 그래핀층(16)은 N_2H_4 와 NH_3 용액(NH_4OH) 처리된 후, MPTES 또는 APTES와 결합할 수 있다.
- [0074] 또는, 가수분해(hydrolysis)를 위하여, MPTES 또는 APTES에 H_2O 또는 CH_3COOH 를 처리하여, CH_3 기를 -OH기로 치환시킬 수 있다. 이어서, 처리된 MPTES 또는 APTES는 그래핀층 상에 도포된 후, 그래핀층과 폴리머층을 결합시킬 수 있다.
- [0075] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 LED 소자 및 방열 구조체를 나타내는 단면도이다.
- [0076] 도 6을 참조하면, LED 패키지(200)는 인쇄회로 기판(110), 방열 구조체(230), 및 LED 소자(20)를 포함한다.
- [0077] 상기 방열 구조체(230)는, 금속 또는 절연체로 형성된 하부 서브마운트 기판(14); 상기 하부 서브마운트 기판(14) 상에 배치된 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층(15); 상기 하부 폴리머층(15) 상에 배치된 하부 그래핀층(16'); 상기 하부 그래핀층(16') 상에 배치된 탄소 섬유 분말이 분산된 보조 하부 폴리머층(237); 상기 보조 하부 폴리머층(237) 상에 배치된 복수의 수직 기공들을 가진 아노딕 알루미늄 산화물층(Anodic aluminium; AA0, 238); 상기 수직 기공들을 채우고 상기 아노딕 알루미늄 산화물층(238)을 덮도록 배치되고 상기 탄소 섬유 분말을 포함하는 보조 상부 폴리머층(238a); 상기 보조 상부 폴리머층(238a) 상에 배치된 상부 그래핀층(16''); 상기 상부 그래핀층(16'') 상에 배치되는 탄소 섬유 분말이 분산된 상부 폴리머층(18); 상기 상부 폴리머층(18) 상에 배치되고 절연체로 형성된 상부 서브마운트 기판(12); 및 상기 상부 서브마운트 기판 상에 패터닝된 제1 전극 본딩 패드(11a) 및 제2 전극 본딩 패드(11b)를 포함한다.
- [0078] 아노딕 알루미늄 산화물층(Anodic aluminum oxide; AA0, 238)은 복수의 수직 기공들을 포함한다. 탄소 섬유 분말(17)이 분산된 폴리머는 수직 기공들을 채우고 경화된다. 이에 따라, 상기 아노딕 알루미늄 산화물층(238)은 탄소 섬유 분말(17)에 의하여 높은 수직 방향 열전도도를 가진다. 상기 수직 기공들의 직경은 상기 탄소 섬유

분말(17)보다 충분히 클 수 있다. 구체적으로, 상기 수직 기공들의 직경은 수백 nm 내지 수십 μm 일 수 있다.

- [0079] 상기 아노딕 알루미늄 산화물층(238)과 하부 그래핀층(16') 사이에 보조 하부 폴리머층(237)이 배치될 수 있다. 보조 상부 폴리머층(238a)가 상기 아노딕 알루미늄 산화물층(238)과 상부 그래핀층(16'') 사이에 배치될 수 있다. 상기 아노딕 알루미늄 산화물층(238)은 높은 기계적 안정성 및 높은 열적 안정성을 가질 수 있다. 하지만, 상기 아노딕 알루미늄 산화물층(238)은 낮은 열전도도에 의하여 방열 특성을 악화시킬 수 있다. 따라서, 탄소 섬유 분말(17)로 상기 수직 기공을 채워서 열전도도를 증가시킨다. 또한, 상기 아노딕 알루미늄 산화물층(238)의 상부면 및 하부면에 그래핀층을 각각 배치하여 수평 방향의 열전도도를 증가시킨다. 그래핀층(16', 16'')과 상기 아노딕 알루미늄 산화물층(238)의 접합을 위하여, 탄소 섬유 분말(17)이 분산된 폴리머층(237, 238a)이 사용된다. 또한, 하부 서브마운트 기관(14)과 하부 그래핀층(16')을 접합하기 위하여, 하부 폴리머층(15)이 사용된다. 상부 서브마운트 기관(12)과 상부 그래핀층(16'')을 접합하기 위하여 상부 폴리머층(18)이 사용된다.
- [0080] 폴리머층(15, 18, 237, 238a)은 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머일 수 있다. 탄소 섬유 분말(17)이 분산된 폴리머 용액은 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 등의 폴리머 용액에 탄소 섬유 분말을 넣은 후 분산 장비를 이용하여 얻을 수 있다. 바람직하게는, 상기 폴리머는 아세톤에 용해되지 않는 폴리아닐린(polyaniline(PANI)), 폴리아미드-이미드(poly(amide-imide)), 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아미드(polyamide), 환형 올레핀 공중합체(Cyclic olefin copolymer), 또는 폴리에테르에테르케톤(Polyetheretherketone) 일 수 있다.
- [0081] 상기 탄소 섬유 분말(17)은 그라파이트, 탄소 섬유 및 그 혼합물일 수 있다. 상기 탄소 섬유 분말의 크기는 수십 μm 이하일 수 있다. 상기 탄소 섬유 분말은 통상적인 탄소 섬유를 밀링하여 얻을 수 있다. 상기 폴리머에 혼합되는 탄소 섬유 분말의 부피 비는 접합하고자 하는 두 물질의 열팽창 계수에 의존할 수 있다. 예를 들어, 하부 서브마운트 기관으로 PI와 그래핀층을 접합하는 경우, 부피 퍼센트는 5% 내지 50%일 수 있다.
- [0082] 도 7a 내지 도 7f는 도 6의 방열 구조체의 제조 방법을 나타내는 단면도들이다.
- [0083] 도 7a 내지 도 7f를 참조하면, 방열 구조체(230)의 제조 방법은, 탄소 섬유 분말(17)이 분산된 하부 폴리머층(15)이 형성된 하부 서브마운트 기관(14)을 준비하는 단계; 상기 하부 폴리머층(15)에 하부 그래핀층(16')을 형성하는 단계; 상기 하부 그래핀층(16') 상에 탄소 섬유 분말(17)이 분산된 보조 하부 폴리머층(237)을 형성하는 단계; 아노딕 알루미늄 산화물 템플레이트(239)와 상기 보조 하부 폴리머층(237)을 접합하는 단계; 상기 아노딕 알루미늄 산화물 템플레이트(239)의 알루미늄 포일(238')을 제거하고, 수직 기공들(238'')을 덮고 있는 산화알루미늄을 식각하여 수직 기공들(238'')을 개방하여 아노딕 알루미늄 산화물층(238)을 형성하는 단계; 상기 수직 기공들(238'') 및 상기 아노딕 알루미늄 산화물층(238)에 탄소 섬유 분말(17)이 분산된 보조 상부 폴리머층(238a)을 형성하는 단계; 제1 전극 본딩 패드(11a) 및 제2 전극 본딩 패드(11b)를 구비한 상부 서브 마운트 기관(12)에 탄소 섬유 분말(17)이 분산된 상부 폴리머층(18)을 형성하는 단계; 상기 상부 서브 마운트 기관의 상기 상부 폴리머층(18)에 상부 그래핀층(16'')을 형성하는 단계; 및 상기 상부 그래핀층(16'')과 상기 보조 상부 폴리머층(238a)을 접합하는 단계를 포함한다.
- [0084] 도 7a 및 7b를 참조하면, 하부 서브 마운트 기관(14) 상에 탄소 섬유 분말이 분산된 하부 폴리머층(15)을 형성한다. 상기 하부 폴리머층 상에 하부 그래핀층(16')을 형성한다. 상기 하부 그래핀층(16')은 도 4a 및 도 4b에서 설명한 바와 같이 금속 촉매 기관(117)에 하부 그래핀층(16')을 형성한 후, 캐리어 지지 기관(116)을 접합한다. 금속 촉매 기관을 제거한 후, 캐리어 지지 기관(116) 상의 하부 그래핀층(16')을 하부 폴리머층(15)과 접합한다. 이후, 상기 캐리어 지지 기관(116)을 제거한다.
- [0085] 상기 하부 그래핀층(16) 상에 보조 하부 폴리머층(237)이 배치될 수 있다. 상기 보조 하부 폴리머층(237)은 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머층일 수 있다.
- [0086] 아노딕 알루미늄 산화물 템플레이트(AAO template, 239)가 준비된다. 아노딕 알루미늄 산화물 템플레이트(239)는 알루미늄 포일(Aluminum foil)을 2회 아노다징(anodizing) 처리하여 얻을 수 있다. 아노딕 알루미늄 산화물 템플레이트(239)의 일면에는, 복수의 수직 기공들을 포함하는 아노딕 알루미늄 산화물층(238)이 배치되고, 타면에는 알루미늄 포일(Aluminum foil, 238')일 수 있다.
- [0087] 도 7c 및 도 7d를 참조하면, 폴리싱이나 화학적 식각법을 통해 아노딕 알루미늄 산화물 템플레이트(239)에 남아 있는 알루미늄 포일(238')을 제거한다. 폴리싱이나 화학적 식각법을 통해 수직 기공을 덮고 있는 알루미늄 산화

물을 제거한다. 이에 따라, 아노딕 알루미늄 산화물층(238)이 잔류한다.

[0088] 도 7e를 참조하면, 아노딕 알루미늄 산화물층(238)의 수직 기공들(238'')에 스핀 코팅, 스프레이 코팅, 잉크젯 프린팅(ink-jet printing)등의 방법을 사용하여 탄소 섬유 분말(17)가 분산된 폴리머 용액을 채우고 경화시키어, 보조 상부 폴리머층(238a)이 형성된다. 상기 폴리머 용액의 스핀 코팅은 수직 기공들 내에 채워진 공기를 제거하기 위하여 진공 챔버 내에서 수행될 수 있다.

[0089] 도 7f를 참조하면, 상부 서브마운트 기관(12)은 절연체로 형성되고, 상부 서브마운트 기관(12)은 유연성을 가진 폴리머 기관일 수 있다. 상부 서브마운트 기관(12)의 일면 상에 도전층이 형성되고, 상기 도전층을 패터닝하여 제1 전극 본딩 패드(11a) 및 제2 전극 본딩 패드(11b)를 형성할 수 있다. 상부 서브마운트 기관(12)의 타면에는 상부 폴리머층(18)이 형성된다. 상기 상부 폴리머층(18)은 탄소 섬유 분말이 분산된 폴리머일 수 있다. 상기 상부 폴리머층(18) 상에 상부 그래핀층(16'')이 형성된다. 상기 상부 그래핀층(16'')은 도 4a 및 도 4b에서 설명한 방식으로 형성될 수 있다.

[0090] 상기 상부 그래핀층(16'')을 상기 보조 상부 폴리머층(238a)과 접합한다. 그래핀층과 폴리머층의 접착성 또는 PI 필름과 그래핀층의 접착성을 개선하기 위하여, 폴리머층, PI 필름 또는 그래핀층은 저전력 수소 플라즈마 처리(low power hydrogen plasma treatment) 또는 친수성 자기조립단분자막 증착(hydrophilic self-assembled monolayer deposition)을 통해 접착성을 향상시킬 수 있다.

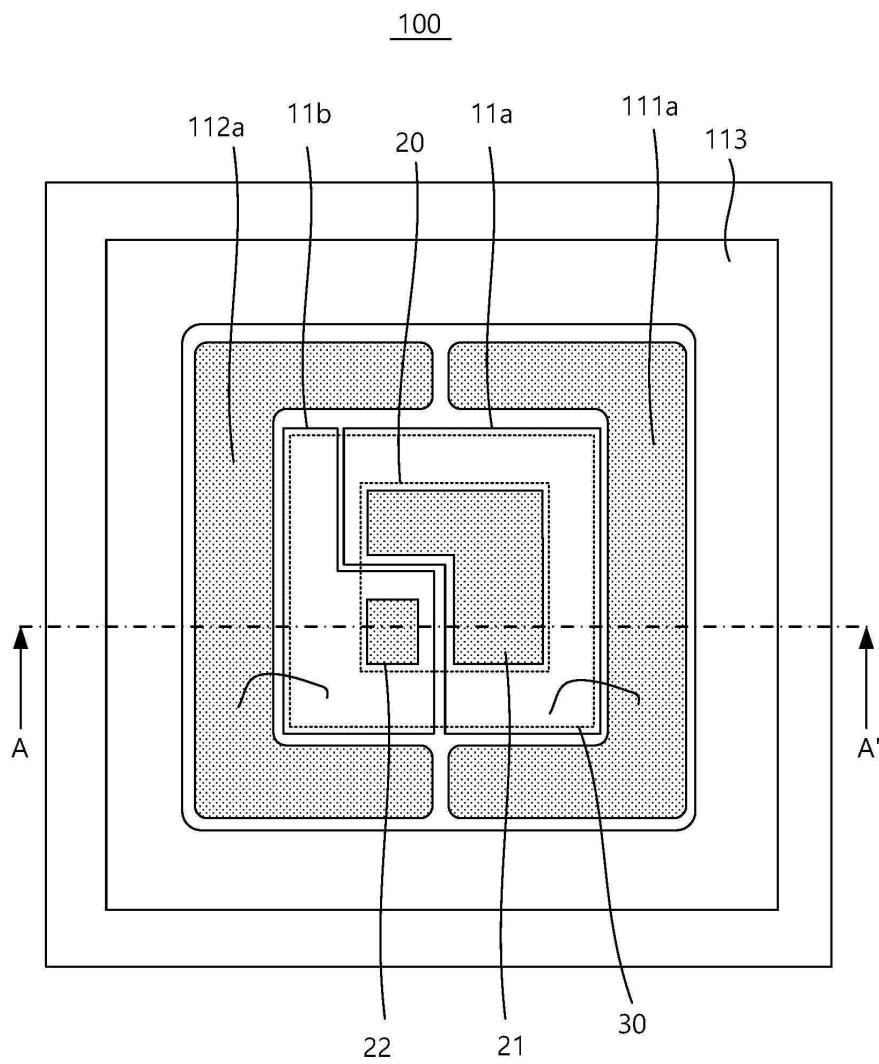
[0091] 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되지 않으며, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 실시할 수 있는 다양한 형태의 실시예들을 모두 포함한다.

부호의 설명

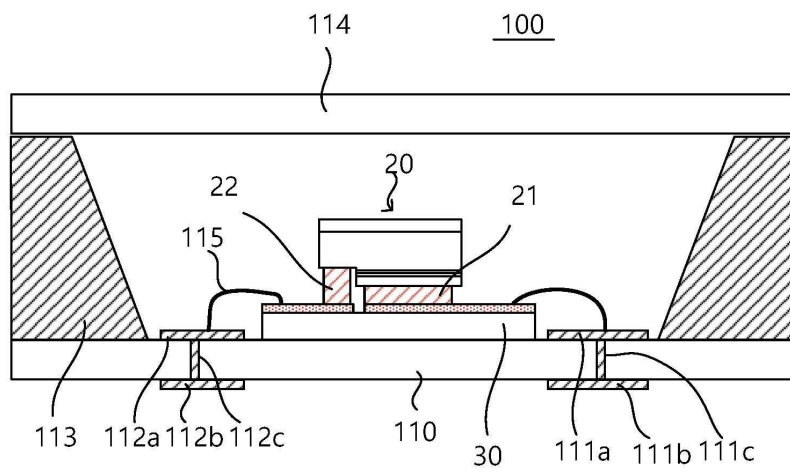
[0092] 12: 상부 서브마운트 기관
14: 하부 서브마운트 기관
16, 16', 16'': 그래핀층
15, 18: 탄소 섬유 분말 함유 폴리머층
17: 탄소 섬유 분말
20: LED 소자
30: 방열 구조체
110: 인쇄회로 기판

도면

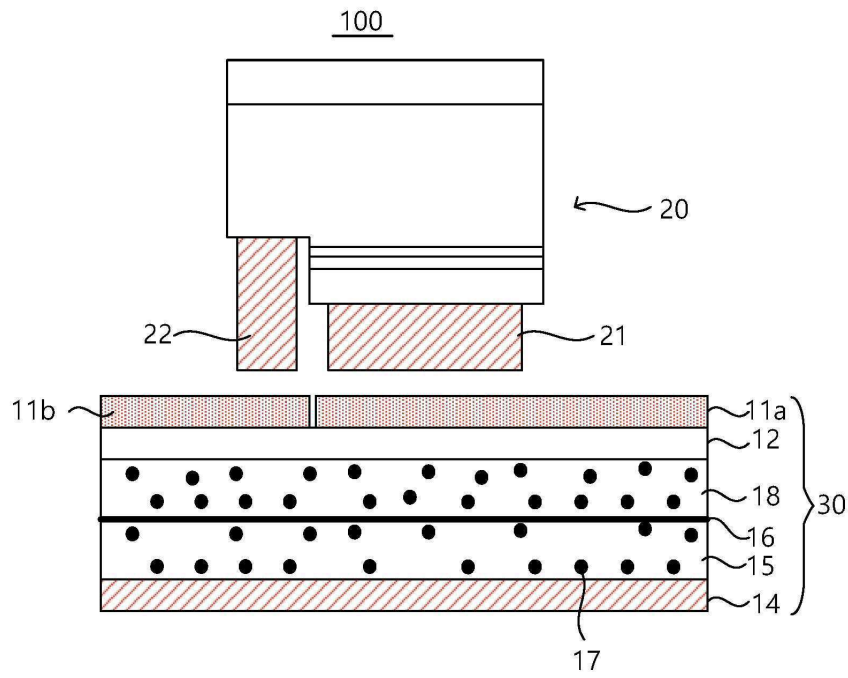
도면1



도면2

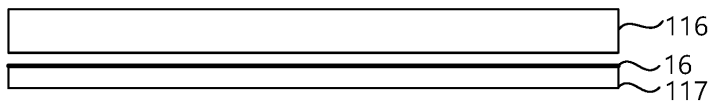


도면3



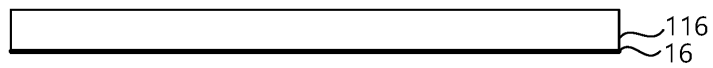
도면4a

캐리어 수지 필름 접합



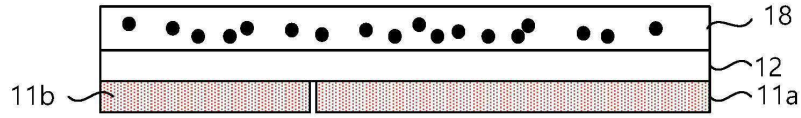
도면4b

구리 포일 제거



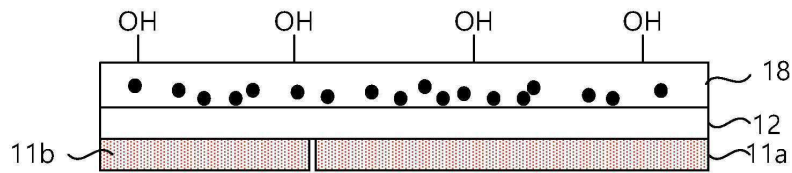
도면4c

폴리머층 코팅



도면4d

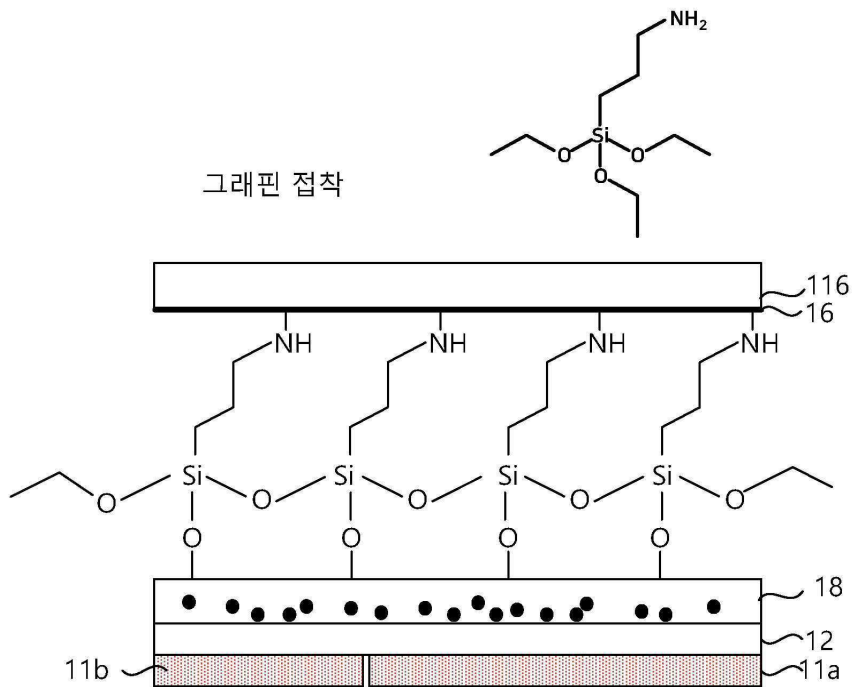
O₂ plasma 처리



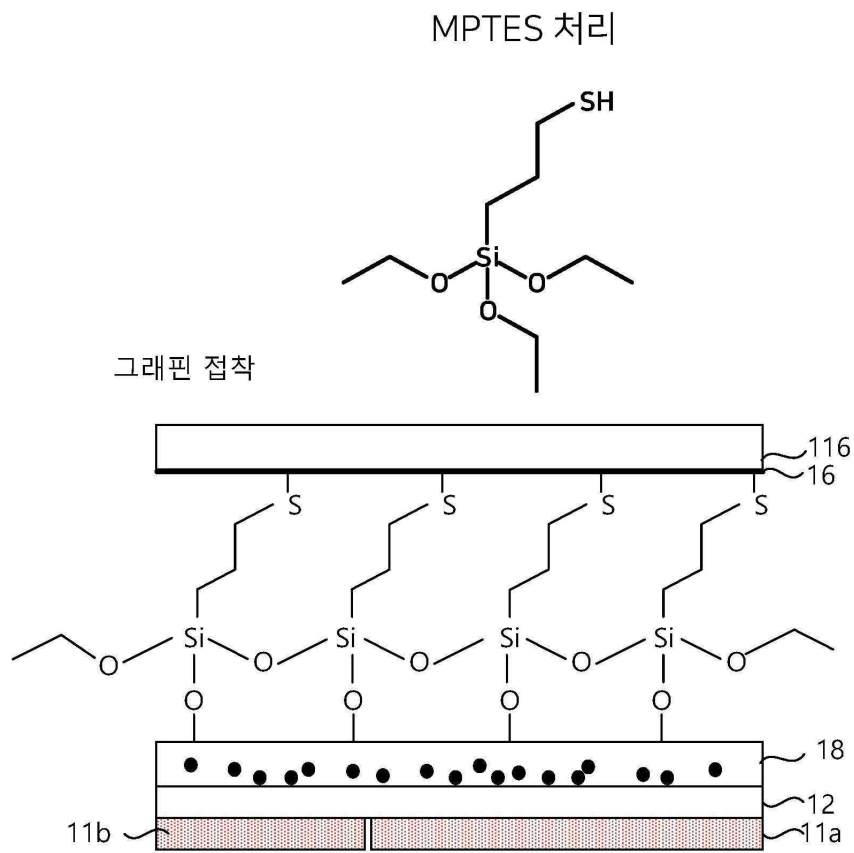
도면4e

APTES 처리

그래핀 접착



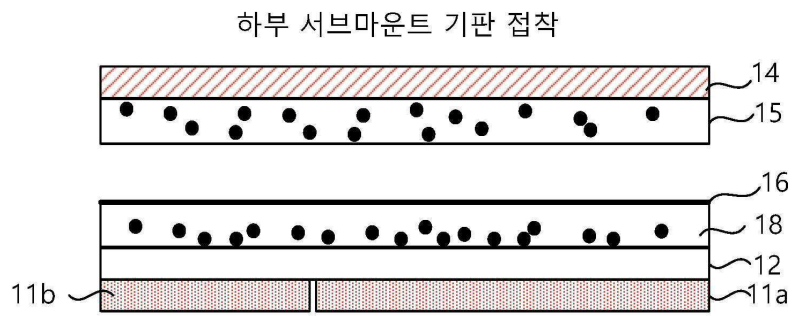
도면4f



도면4g

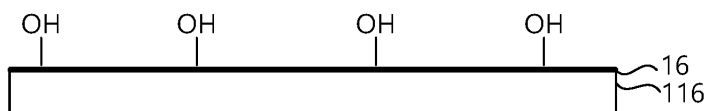


도면4h

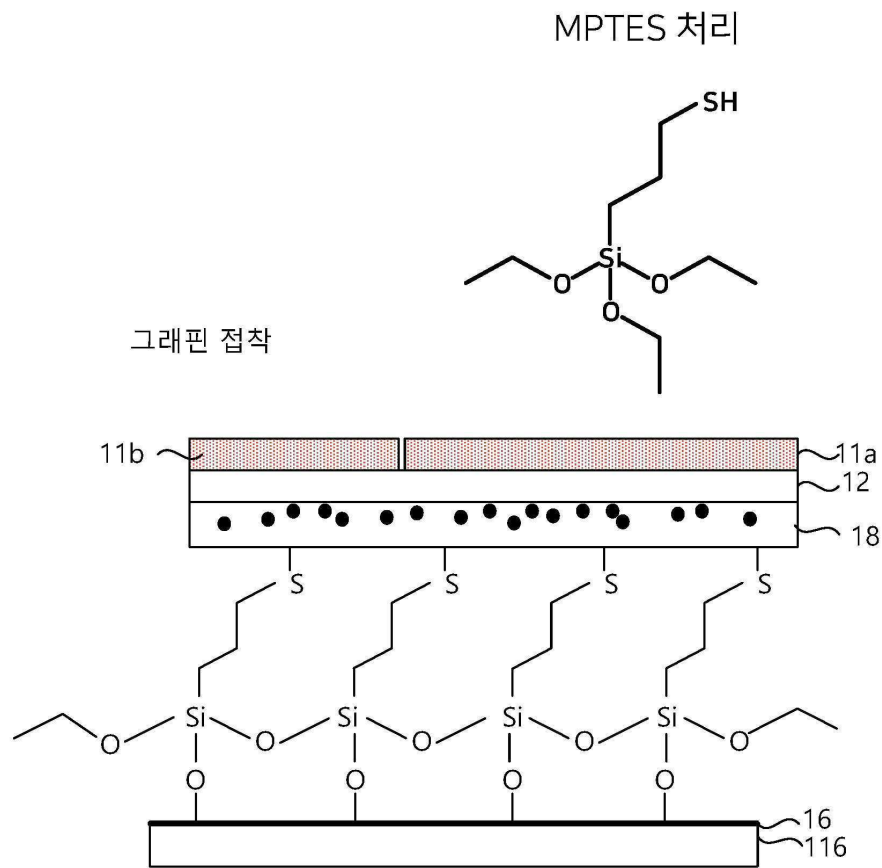


도면5a

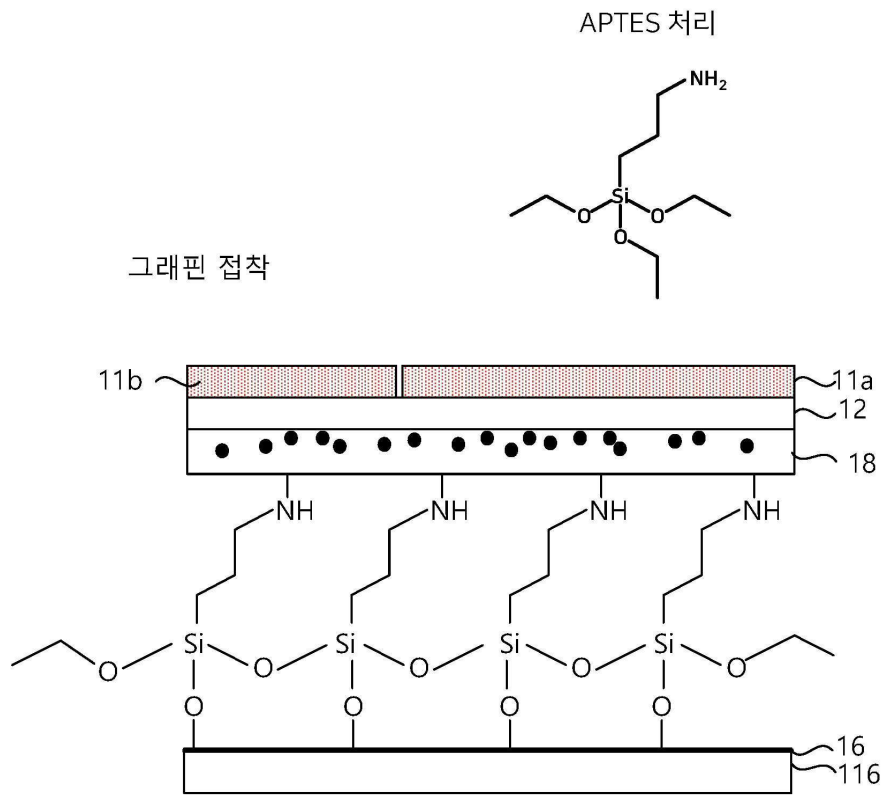
H_2O_2 처리 / N_2H_4 와 NH_4OH 처리



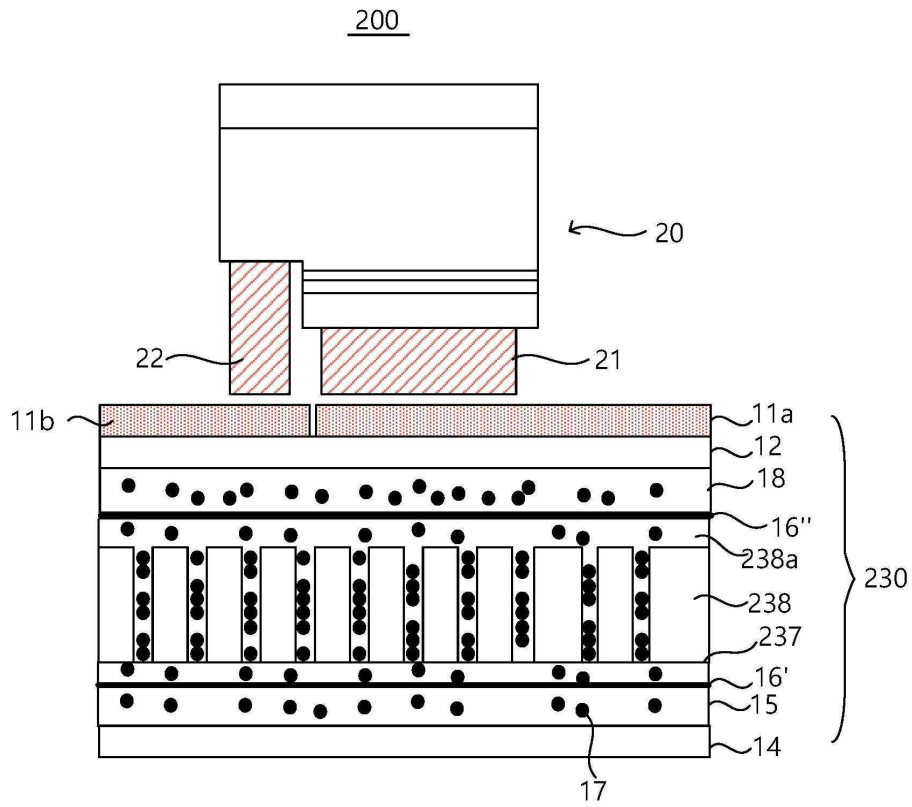
도면5b



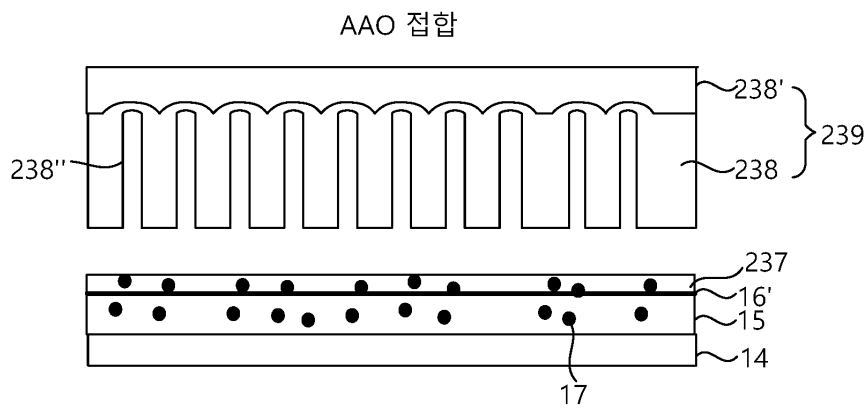
도면5c



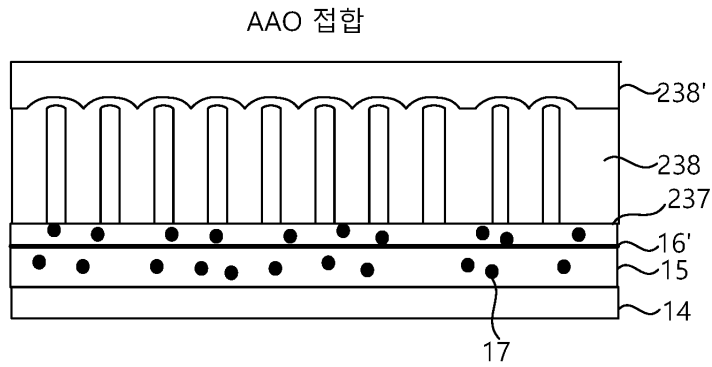
도면6



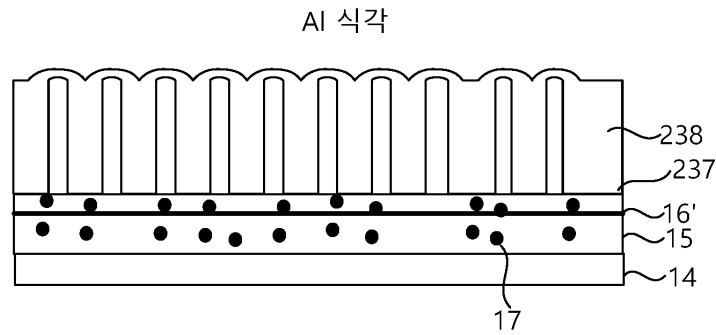
도면7a



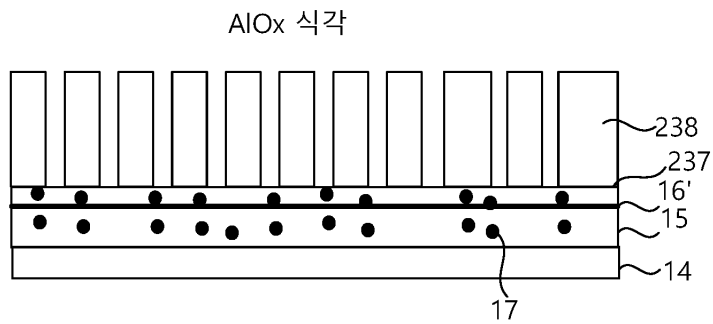
도면7b



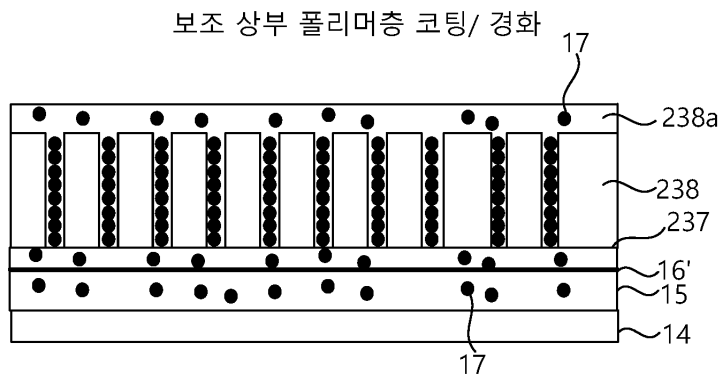
도면7c



도면7d



도면7e



도면7f

