



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0019109
(43) 공개일자 2017년02월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 35/34 (2006.01) H01L 35/04 (2006.01)
H01L 35/14 (2006.01) H01L 35/16 (2006.01)
H01L 35/18 (2006.01) H01L 35/24 (2006.01)
H01L 35/32 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 35/34 (2013.01)
H01L 35/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0113055

(22) 출원일자 2015년08월11일

심사청구일자 2015년08월11일

(71) 출원인

홍익대학교 산학협력단

서울특별시 마포구 와우산로 94 (상수동)

(72) 발명자

오태성

서울특별시 송파구 올림픽로 135, 205-2001 (잠실동, 리센즈)

김재환

경기도 광명시 도덕로 73, A동 102호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

정상규

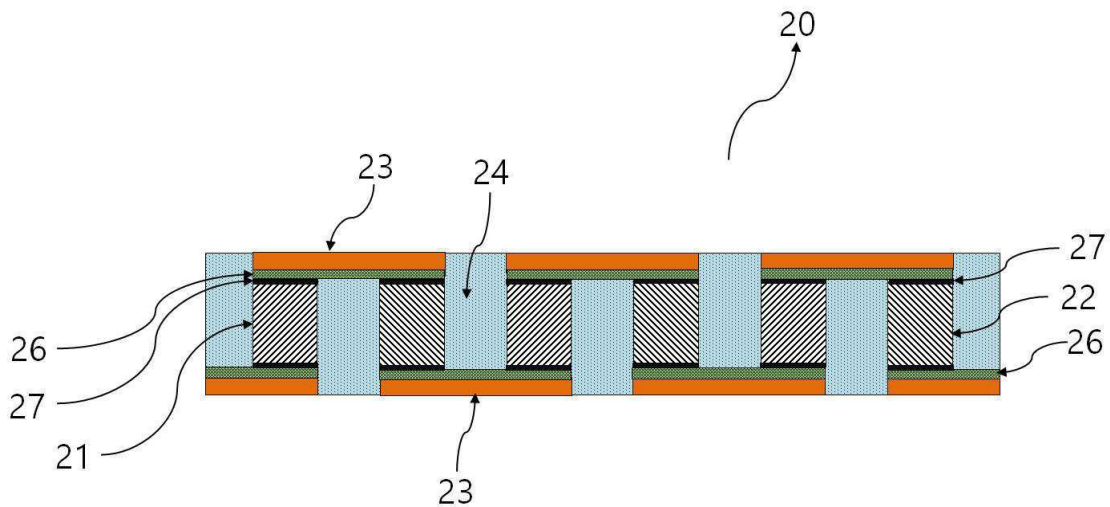
전체 청구항 수 : 총 52 항

(54) 발명의 명칭 열전모듈의 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전모듈

(57) 요약

본 발명은 상부 기판과 하부 기판이 없으며 고분자 재료로 모듈 내부를 충전한 열전모듈을 구비함으로써 기존 기술과는 달리 열저항이 높은 세라믹 기판이 없기 때문에 열전소자 사이의 온도차가 크게 유지될 수 있어 열전성능의 현저한 향상이 가능하게 되며, 충전용 고분자 재료를 신축성 고분자 재료로 사용할 경우 기존 기술과는 달리 열전모듈에 유연성과 신축성을 부여할 수 있게 되는 열전모듈의 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전모듈에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 35/14 (2013.01)

H01L 35/16 (2013.01)

H01L 35/18 (2013.01)

H01L 35/24 (2013.01)

H01L 35/32 (2013.01)

(72) 발명자

박대웅

서울특별시 노원구 공릉로 213, 105동 1801호 (공
릉동, 동신아파트)

김우준

서울특별시 양천구 중앙로29길 120-18 금남골드빌
202호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014R1A1A2004630

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기초연구사업(일반연구자-신진)

연구과제명 신개념 써멀비아전극 열전박막소자의 구현화 연구

기여율 1/1

주관기관 홍익대학교 산학협력단

연구기간 2014.05.01 ~ 2017.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 임시 상부기관 및 임시 하부기관에 기관박리층을 형성하는 단계;
- (b) 상기 기관박리층에 전극들을 형성하는 단계;
- (c) 상기 전극들에 p형 열전소자들과 n형 열전소자들을 배열하여 접합하는 단계;
- (d) 상기 p형 열전소자들과 n형 열전소자들이 전극들에 접합되어 있는 모듈 내부를 고분자로 충전하는 단계;
- (e) 상기 고분자로 충전된 모듈로부터 상기 임시 상부기관 및 임시 하부기관을 박리시켜 제거하는 단계; 및
- (f) 상기 임시 상부기관 및 임시 하부기관을 제거한 모듈에서 기관박리층을 제거하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 임시 상부기관 및 임시 하부기관은 실리콘(Si), 유리(SiO₂), 알루미늄(Al₂O₃), 질화알루미늄(AlN), 실리콘 카바이드(SiC), 실리콘 나이트라이드(Si₃N₄), 산화 마그네슘(MgO), 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 적어도 어느 하나를 포함한 조성으로 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 기관박리층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 기관박리층은 진공증착, 전자빔 증착, 전기도금, 무전해도금, 스퍼터링, 스크린프린팅, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)에서 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 전극은 전기도금, 무전해도금, 진공증착, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 전극이 스크린프린팅법으로 구비되는 경우, 상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 페이스트를 사용하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속 편(片)들을 기판박리층에 배열 접합시켜 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 p형 열전소자는 p형 $(Bi,Sb)_2Te_3$, Sb_2Te_3 , Bi_2Te_3 , SiGe, $(Pb,Sn)Te$, PbTe, skutterudite, $AgPb_mSbTe_{2+4m}$, Zn_4Sb_3 , MnSi, $FeSi_2$, Mg_2Si , 크로멜(Chromel) 합금, 백금-로듐 합금, 철, 구리, 니크로실(Nichrosil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼래티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 n형 열전소자는 n형 $Bi_2(Te,Se)_3$, Bi_2Te_3 , $(Bi,Sb)_2Te_3$, SiGe, $(Pb,Ge)Te$, PbTe, skutterudite, $AgPb_mSbTe_{2+4m}$, $FeSi_2$, CoSi, Mg_2Si , 백금-로듐 합금, 알루미늄(Alumel) 합금, 콘스탄탄(Constantan) 합금, 니실(Nisil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼래티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 고분자는 PDMS(polydimethylsiloxane), 실리콘(silicone), 고무, 폴리우레탄, 폴리이미드, 에폭시, 페놀, 폴리에스텔, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르술폰, 테프론, FR4 중에서 적어도 하나를 포함한 고분

자로 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 12

제 1항에 있어서,

상기 (b) 단계 이후에,

전극들의 표면에 소자접합층을 형성하는 단계;를 더 포함하며, 소자접합층을 이용해 p형 열전소자들과 n형 열전 소자들을 전극들에 접합하는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 소자접합층은 솔더, 전도성접착제, 전도성 접착필름, 이방성 전도접착제, 이방성 전도접착필름 중의 하나 또는 둘 이상의 조합에 의해 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 솔더가 소자접합층으로 사용되는 경우, 상기 솔더는 주석(Sn)에 은(Ag), 구리(Cu), 비스무스(Bi), 인듐(In), 아연(Zn), 안티몬(Sb), 납(Pb), 금(Au) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성으로 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 15

제 1항에 있어서,

상기 (c) 단계 이전에,

p형 열전소자들과 n형 열전소자들에 베리어 층을 구비하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 16

제 15항에 있어서,

상기 베리어 층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 단일층 또는 다층으로 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 17

제 15항에 있어서,

상기 베리어 층은 전기도금, 무전해도금, 진공증착, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 18

제 1항에 있어서,

상기 (f) 단계 이후에,

기관박리층을 제거한 모듈에 절연층을 구비하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 19

제 18항에 있어서,

상기 절연층은 페릴렌(Parylene), 에폭시, 페놀, 폴리이미드, 폴리에스텔, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르술폰, 테프론, FR4, 실리콘(silicone), PDMS(polydimethylsiloxane), 폴리우레탄 중에서 적어도 하나를 포함한 고분자 소재의 코팅 또는 라미네이션을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 20

(a) 임시 하부기관에 기관박리층을 형성하는 단계;

(b) 상기 임시 하부기관의 기관박리층에 전극들을 형성하는 단계;

(c) 상기 전극들에 p형 열전소자들과 n형 열전소자들을 형성하는 단계;

(d) 임시 상부기관에 기관박리층을 형성하는 단계;

(e) 상기 임시 상부기관의 기관박리층에 전극들을 형성하는 단계;

(f) 상기 임시 상부기관의 전극들을 상기 임시 하부기관의 p형 열전소자들과 n형 열전소자들에 배열하여 접합하는 단계;

(g) 상기 p형 열전소자들과 n형 열전소자들이 전극들에 접합되어 있는 모듈 내부를 고분자로 충전하는 단계;

(h) 상기 고분자로 충전된 모듈로부터 상기 임시 상부기관 및 임시 하부기관을 박리시켜 제거하는 단계; 및

(i) 상기 임시 상부기관 및 임시 하부기관을 제거한 모듈에서 양측 기관박리층을 제거하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 21

제 20항에 있어서,

상기 임시 상부기관 및 임시 하부기관은 실리콘(Si), 유리(SiO₂), 알루미늄(Al₂O₃), 질화알루미늄(AlN), 실리콘 카바이드(SiC), 실리콘 나이트라이드(Si₃N₄), 산화 마그네슘(MgO), 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 적어도 어느 하나를 포함한 조성으로 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 22

제 20항에 있어서,

상기 기관박리층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 23

제 20항에 있어서,

상기 기관박리층은 진공증착, 전자빔 증착, 전기도금, 무전해도금, 스퍼터링, 스크린프린팅, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)에서 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 24

제 20항에 있어서,

상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 25

제 20항에 있어서,

상기 전극은 전기도금, 무전해도금, 진공증착, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 26

제 25항에 있어서,

상기 전극이 스크린프린팅법으로 구비되는 경우, 상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 페이스트를 사용하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 27

제 20항에 있어서,

상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속 편(片)들을 기관박리층에 배열 접합시켜 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 28

제 20항에 있어서,

상기 p형 열전소자는 p형 $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$, Sb_2Te_3 , Bi_2Te_3 , SiGe, $(\text{Pb,Sn})\text{Te}$, PbTe, skutterudite, $\text{AgPb}_m\text{SbTe}_{2+m}$, Zn_4Sb_3 , MnSi, FeSi_2 , Mg_2Si , 크로멜(Chromel) 합금, 백금-로듐 합금, 철, 구리, 니크로실(Nichrosil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼레티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 29

제 20항에 있어서,

상기 n형 열전소자는 n형 $\text{Bi}_2(\text{Te,Se})_3$, Bi_2Te_3 , $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$, SiGe , $(\text{Pb,Ge})\text{Te}$, PbTe , skutterudite, $\text{AgPb}_m\text{SbTe}_{2+m}$, FeSi_2 , CoSi , Mg_2Si , 백금-로듐 합금, 알루미늄(Alumel) 합금, 콘스탄탄(Constantant) 합금, 니실(Nisil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼래티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 30

제 20항에 있어서,

상기 고분자는 PDMS(polydimethylsiloxane), 실리콘(silicone), 고무, 폴리우레탄, 폴리이미드, 에폭시, 페놀, 폴리에스텔, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르술폰, 테프론, FR4 중에서 적어도 하나를 포함한 고분자로 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 31

제 20항에 있어서,

상기 (e) 단계 이후에,

상기 임시 상부기판의 기판박리층에 형성된 전극들의 표면에 소자접합층을 형성하는 단계; 를 더 포함하며, 소자접합층을 이용해 p형 열전소자들과 n형 열전소자들을 전극들에 접합하는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 32

제 31항에 있어서,

상기 소자접합층은 솔더, 전도성접착제, 전도성 접착필름, 이방성 전도접착제, 이방성 전도접착필름 중의 하나 또는 둘 이상의 조합에 의해 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 33

제 32항에 있어서,

상기 솔더가 소자접합층으로 사용되는 경우, 상기 솔더는 주석(Sn)에 은(Ag), 구리(Cu), 비스무스(Bi), 인듐(In), 아연(Zn), 안티몬(Sb), 납(Pb), 금(Au) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성으로 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 34

제 1항에 있어서,

상기 (c) 단계 이후에,

p형 열전소자들과 n형 열전소자들에 베리어 층을 구비하는 단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 35

제 34항에 있어서,

상기 베리어 층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 단 일층 또는 다층으로 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 36

제 34항에 있어서,

상기 베리어 층은 전기도금, 무전해도금, 진공증착, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 37

제 1항에 있어서,

상기 (i) 단계 이후에,

기관박리층을 제거한 모듈에 절연층을 구비하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 38

제 37항에 있어서,

상기 절연층은 페릴렌(Parylene), 에폭시, 페놀, 폴리이미드, 폴리에스테르, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르술폰, 테프론, FR4, 실리콘(silicone), PDMS(polydimethylsiloxane), 폴리우레탄 중에서 적어도 하나를 포함한 고분자 소재의 코팅 또는 라미네이션을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 39

(a) 임시 하부기관에 기관박리층을 형성하는 단계;

(b) 상기 임시 하부기관의 기관박리층에 전극들을 형성하는 단계;

(c) 상기 전극들에 p형 열전소자들과 n형 열전소자들을 형성하는 단계;

(d) 상기 p형 열전소자들과 n형 열전소자들을 전기적으로 연결하는 상부 전극을 형성하는 단계;

(e) 상기 p형 열전소자들과 n형 열전소자들이 전극들에 형성되어 있는 모듈 내부를 고분자로 충전하는 단계;

(f) 상기 고분자로 충전된 모듈로부터 상기 임시 하부기관을 박리시켜 제거하는 단계; 및

(g) 상기 임시 하부기관을 제거한 모듈에서 기관박리층을 제거하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 열전 모듈의 제조방법.

청구항 40

제 39항에 있어서,

상기 실시 하부기판은 실리콘(Si), 유리(SiO₂), 알루미나(Al₂O₃), 질화알루미늄(AlN), 실리콘 카바이드(SiC), 실리콘 나이트라이드(Si₃N₄), 산화 마그네슘(MgO), 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 적어도 어느 하나를 포함한 조성으로 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 41

제 39항에 있어서,

상기 기관박리층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 42

제 39항에 있어서,

상기 기관박리층은 진공증착, 전자빔 증착, 전기도금, 무전해도금, 스퍼터링, 스크린프린팅, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)에서 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 43

제 39항에 있어서,

상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 44

제 39항에 있어서,

상기 전극은 전기도금, 무전해도금, 진공증착, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 45

제 44항에 있어서,

상기 전극이 스크린프린팅법으로 구비되는 경우, 상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 페이스트를 사용하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 46

제 39항에 있어서,

상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속 편(片)들을 기판박리층에 배열 접합시켜 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 47

제 39항에 있어서,

상기 p형 열전소자는 p형 $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$, Sb_2Te_3 , Bi_2Te_3 , SiGe, $(\text{Pb,Sn})\text{Te}$, PbTe, skutterudite, $\text{AgPb}_m\text{SbTe}_{2+m}$, Zn_4Sb_3 , MnSi, FeSi_2 , Mg_2Si , 크로멜(Chromel) 합금, 백금-로듐 합금, 철, 구리, 니크로실(Nichrosil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼레티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 48

제 39항에 있어서,

상기 n형 열전소자는 n형 $\text{Bi}_2(\text{Te,Se})_3$, Bi_2Te_3 , $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$, SiGe, $(\text{Pb,Ge})\text{Te}$, PbTe, skutterudite, $\text{AgPb}_m\text{SbTe}_{2+m}$, FeSi_2 , CoSi, Mg_2Si , 백금-로듐 합금, 알루미늄(Alumel) 합금, 콘스탄탄(Constantant) 합금, 니실(Nisil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼레티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 49

제 39항에 있어서,

상기 고분자는 PDMS(polydimethylsiloxane), 실리콘(silicone), 고무, 폴리우레탄, 폴리이미드, 에폭시, 페놀, 폴리에스텔, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르술폰, 테프론, FR4 중에서 적어도 하나를 포함한 고분자로 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 50

제 39항에 있어서,

상기 (g) 단계 이후에,

기판박리층을 제거한 모듈에 절연층을 구비하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 51

제 50항에 있어서,

상기 절연층은 페릴렌(Parylene), 에폭시, 페놀, 폴리이미드, 폴리에스텔, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르술폰, 테프론, FR4, 실리콘(silicone), PDMS(polydimethylsiloxane), 폴리우레탄 중에서 적어도 하나를 포함한 고분자 소재의 코팅 또는 라미네이션을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 52

제 1항 내지 제 51항 중 어느 한 항에 따른 제조방법으로 제조되는 것을 특징으로 하는 열전모듈.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 열전모듈의 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전모듈에 관한 것으로서, 특히 상부 기관과 하부 기관이 없으며 고분자 재료로 모듈 내부를 충전한 신축성 열전모듈을 구비함으로써 기존 기술과는 달리 열저항이 높은 세라믹 기관이 없기 때문에 열전소자 사이의 온도차가 크게 유지될 수 있어 열전성능의 현저한 향상이 가능하게 되며, 충전용 고분자 재료를 신축성 고분자 재료로 사용할 경우 기존 기술과는 달리 열전모듈에 유연성과 신축성을 부여할 수 있게 되는 열전모듈의 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전모듈에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 열전재료는 지백 효과와 펠티에 효과에 의해 열과 전기의 직접변환이 가능한 재료로서 전자냉각과 열전발전에 다양하게 응용되고 있다. 열전재료를 이용한 전자냉각모듈과 열전발전모듈은 p형 열전소자들과 n형 열전소자들이 전기적으로는 직렬 연결되어 있으며 열적으로는 병렬연결된 구조를 갖는다. 열전모듈을 전자냉각용으로 사용하는 경우에는 모듈에 직류전류를 인가함으로써 p형 열전소자와 n형 열전소자에서 각기 정공과 전자의 이동에 의해 열이 저온단(cold junction) 부위에서 고온단(hot junction) 부위로 펌핑되어 저온단 부위가 냉각된다. 이에 반해 열전발전의 경우에는 모듈의 고온단과 저온단 사이의 온도차에 의해 고온단에서 저온단 부위로 열의 이동과 함께 p형과 n형 열전소자에서 각기 정공과 전자들이 고온단에서 저온단으로 이동함으로써 지백 효과에 의해 기전력이 발생하게 된다.

[0003] 전자냉각모듈은 열응답 감도가 높고 국부적으로 선택적 냉각이 가능하며 작동부분이 없어 구조가 간단한 장점이 있어, 광통신용 LD 모듈, 고출력 파워 트랜지스터, 적외선 감지소자 및 CCD 등 전자부품의 국부냉각에 실용화되고 있으며, 공업용, 민생용 항온조나 과학용, 의료용 항온유지 장치에 응용되고 있다. 열전발전은 온도차만 부여하면 발전이 가능하여 이용 열원의 선택범위가 넓으며 구조가 간단하고 소유이 없어, 군사용 전원장치를 비롯한 특수소형 전원장치를 비롯하여 산업폐열을 이용한 열전발전기, 자동차 폐열을 이용한 열전발전기 및 인체 열을 이용한 에너지 하비스팅용 미세 열전발전기 등으로 경제적 용도가 크게 증대하고 있다.

[0004] 도 1에 종래 기술에 의한 열전모듈(10)의 종단면 모식도를 나타내었다. 도 1에 도시한 바와 같이, 상기 열전모듈(10)의 상면과 하면에는 각기 딱딱한 상부기관(11)과 하부기관(12)이 구비되어 있으며 상기 상부기관(11)과 하부기관(12)의 사이에는 다수의 p형 열전소자(13)와 n형 열전소자(14)가 구비된다. 상기 상부기관(11)을 통해 히트 소스의 열이 p형 열전소자(13)와 n형 열전소자(14)로 전달되며, 상기 하부기관(12)을 통해 p형 열전소자(13)와 n형 열전소자(14)로부터 열이 히트 싱크로 방출된다.

[0005] 상부기관(11)과 하부기관(12) 사이에 구비되는 p형 열전소자(13)와 n형 열전소자(14)들은 일반적으로 육면체 형상의 일정한 크기를 갖는 요소로서 p형 열전소자(13)들과 n형 열전소자(14)들이 전기적으로는 직렬연결되고 열적으로는 병렬연결된 구조를 갖도록 상부기관(11)과 하부기관(12)에 구비한 전극(15)에 교번하여 접합된다. 상부기관(11) 및 하부기관(12)은 주로 딱딱하고 단단한 알루미늄이나 같은 세라믹 소재로 이루어지며, 전극(15)은 구리로 구비하는 것이 일반적이다. p형 열전소자(13)와 n형 열전소자(14)를 전극(15)에 접합시 열전소자(13,14)들이 소자접합층(16)으로 사용되는 솔더에 의해 오염되는 것을 방지하기 위해 p형 열전소자(13)와 n형 열전소자(14)의 윗면과 아랫면에 베리어(barrier)층(17)이 구비될 수 있다.

[0006] 그러나 상기와 같이 구성되는 기존 기술에 의한 열전모듈(10)에서는 세라믹 기관(11,12)들의 높은 열저항에 기인하여 p형 열전소자(13)와 n형 열전소자(14)에 작용하는 온도차가 외부에서 인가된 온도차보다 크게 낮아지기 때문에 열전모듈(10)의 성능이 현저히 저하되는 문제점이 있다.

[0007] 또한 기존 기술에 의한 열전모듈(10)에서는 상부 기관(11)과 하부 기관(12)으로 사용되는 알루미늄 기관이 단단하고 딱딱하여 전혀 플렉시블하지 못하고 신축성이 없어 굽힘 외력이나 신축 외력에 의해 파단되기 때문에 플렉시블하며 신축성을 갖는 열전모듈로 전혀 사용되지 못하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 기존 기술에 의한 열전모듈의 문제점들을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 상부 기판과 하부 기판이 없으며 고분자 재료로 모듈 내부를 충전한 신축성 열전모듈을 구비함으로써 기존 기술과는 달리 열 저항이 높은 세라믹 기판이 없기 때문에 열전소자 사이의 온도차가 크게 유지될 수 있어 열전성능의 현저한 향상이 가능하게 되며, 충전용 고분자 재료를 신축성 고분자 재료로 사용할 경우 기존 기술과는 달리 열전모듈에 유연성과 신축성을 부여할 수 있게 되는 열전모듈의 제조방법 및 이에 의해 제조된 열전모듈을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명에 따르면, (a) 임시 상부기판 및 임시 하부기판에 기판박리층을 형성하는 단계; (b) 상기 기판박리층에 전극들을 형성하는 단계; (c) 상기 전극들에 p형 열전소자들과 n형 열전소자들을 배열하여 접합하는 단계; (d) 상기 p형 열전소자들과 n형 열전소자들이 전극들에 접합되어 있는 모듈 내부를 고분자로 충전하는 단계; (e) 상기 고분자로 충전된 모듈로부터 상기 임시 상부기판 및 임시 하부기판을 박리시켜 제거하는 단계; 및 (f) 상기 임시 상부기판 및 임시 하부기판을 제거한 모듈에서 기판박리층을 제거하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법을 제공한다.

[0010] 바람직하게는, 상기 임시 상부기판 및 임시 하부기판은 실리콘(Si), 유리(SiO₂), 알루미늄(Al₂O₃), 질화알루미늄(AlN), 실리콘 카바이드(SiC), 실리콘 나이트라이드(Si₃N₄), 산화 마그네슘(MgO), 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 적어도 어느 하나를 포함한 조성으로 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 바람직하게는, 상기 기판박리층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 바람직하게는, 상기 기판박리층은 진공증착, 전자빔 증착, 전기도금, 무전해도금, 스퍼터링, 스크린프린팅, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)에서 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 바람직하게는, 상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 바람직하게는, 상기 전극은 전기도금, 무전해도금, 진공증착, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 바람직하게는, 상기 전극이 스크린프린팅법으로 구비되는 경우, 상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 페이스트를 사용하여 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 바람직하게는, 상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속 편(片)들을 기판박리층에 배열 접합시켜 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 바람직하게는, 상기 p형 열전소자는 p형 (Bi,Sb)₂Te₃, Sb₂Te₃, Bi₂Te₃, SiGe, (Pb,Sn)Te, PbTe, skutterudite, AgPb_mSbTe_{2+m}, Zn₄Sb₃, MnSi, FeSi₂, Mg₂Si, 크로멜(Chromel) 합금, 백금-로듐 합금, 철, 구리, 니크로실(Nichrosil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼레티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 한다.

- [0018] 바람직하게는, 상기 n형 열전소자는 n형 $\text{Bi}_2(\text{Te,Se})_3$, Bi_2Te_3 , $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$, SiGe , $(\text{Pb,Ge})\text{Te}$, PbTe , skutterudite, $\text{AgPb}_m\text{SbTe}_{2+m}$, FeSi_2 , CoSi , Mg_2Si , 백금-로듐 합금, 알루미늄(Alumel) 합금, 콘스탄탄(Constantant) 합금, 니실(Nisil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼레티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 바람직하게는, 상기 고분자는 PDMS(polydimethylsiloxane), 실리콘(silicone), 고무, 폴리우레탄, 폴리이미드, 에폭시, 페놀, 폴리에스텔, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르술폰, 테프론, FR4 중에서 적어도 하나를 포함한 고분자로 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 바람직하게는, 상기 (b) 단계 이후에, 전극들의 표면에 소자접합층을 형성하는 단계;를 더 포함하며, 소자접합층을 이용해 p형 열전소자들과 n형 열전소자들을 전극들에 접합하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 바람직하게는, 상기 소자접합층은 솔더, 진도성접착제, 진도성 접착필름, 이방성 진도접착제, 이방성 진도접착 필름 중의 하나 또는 둘 이상의 조합에 의해 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 바람직하게는, 상기 솔더가 소자접합층으로 사용되는 경우, 상기 솔더는 주석(Sn)에 은(Ag), 구리(Cu), 비스무스(Bi), 인듐(In), 아연(Zn), 안티몬(Sb), 납(Pb), 금(Au) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성으로 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 바람직하게는, 상기 (c) 단계 이전에, p형 열전소자들과 n형 열전소자들에 베리어 층을 구비하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 바람직하게는, 상기 베리어 층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 단일층 또는 다층으로 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 바람직하게는, 상기 베리어 층은 전기도금, 무전해도금, 진공증착, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학 기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 바람직하게는, 상기 (f) 단계 이후에, 기관박리층을 제거한 모듈에 절연층을 구비하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 바람직하게는, 상기 절연층은 페릴렌(Parylene), 에폭시, 페놀, 폴리이미드, 폴리에스텔, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르술폰, 테프론, FR4, 실리콘(silicone), PDMS(polydimethylsiloxane), 폴리우레탄 중에서 적어도 하나를 포함한 고분자 소재의 코팅 또는 라미네이션을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 한편 본 발명에 따르면, (a) 임시 하부기관에 기관박리층을 형성하는 단계; (b) 상기 임시 하부기관의 기관박리층에 전극들을 형성하는 단계; (c) 상기 전극들에 p형 열전소자들과 n형 열전소자들을 형성하는 단계; (d) 임시 상부기관에 기관박리층을 형성하는 단계; (e) 상기 임시 상부기관의 기관박리층에 전극들을 형성하는 단계; (f) 상기 임시 상부기관의 전극들을 상기 임시 하부기관의 p형 열전소자들과 n형 열전소자들에 배열하여 접합하는 단계; (g) 상기 p형 열전소자들과 n형 열전소자들이 전극들에 접합되어 있는 모듈 내부를 고분자로 충전하는 단계; (h) 상기 고분자로 충전된 모듈로부터 상기 임시 상부기관 및 임시 하부기관을 박리시켜 제거하는 단계; 및 (i) 상기 임시 상부기관 및 임시 하부기관을 제거한 모듈에서 양측 기관박리층을 제거하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법을 제공한다.
- [0029] 바람직하게는, 상기 임시 상부기관 및 임시 하부기관은 실리콘(Si), 유리(SiO_2), 알루미늄나(Al_2O_3), 질화알루미늄(AlN), 실리콘 카바이드(SiC), 실리콘 나이트라이드(Si_3N_4), 산화 마그네슘(MgO), 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 적어도 어느 하나를 포함한 조성으로 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 바람직하게는, 상기 기관박리층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 바람직하게는, 상기 기관박리층은 진공증착, 전자빔 증착, 전기도금, 무전해도금, 스퍼터링, 스크린프린팅, 화

학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)에서 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.

- [0032] 바람직하게는, 상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 바람직하게는, 상기 전극은 전기도금, 무전해도금, 진공증착, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학기상 증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 바람직하게는, 상기 전극이 스크린프린팅법으로 구비되는 경우, 상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 페이스트를 사용하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 바람직하게는, 상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속 편(片)들을 기관박리층에 배열 접합시켜 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0036] 바람직하게는, 상기 p형 열전소자는 p형 $(\text{Bi}, \text{Sb})_2\text{Te}_3$, Sb_2Te_3 , Bi_2Te_3 , SiGe, $(\text{Pb}, \text{Sn})\text{Te}$, PbTe, skutterudite, $\text{AgPb}_m\text{SbTe}_{2+m}$, Zn_4Sb_3 , MnSi, FeSi_2 , Mg_2Si , 크로멜(Chromel) 합금, 백금-로듐 합금, 철, 구리, 니크로실(Nichrosil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼래티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0037] 바람직하게는, 상기 n형 열전소자는 n형 $\text{Bi}_2(\text{Te}, \text{Se})_3$, Bi_2Te_3 , $(\text{Bi}, \text{Sb})_2\text{Te}_3$, SiGe, $(\text{Pb}, \text{Ge})\text{Te}$, PbTe, skutterudite, $\text{AgPb}_m\text{SbTe}_{2+m}$, FeSi_2 , CoSi, Mg_2Si , 백금-로듐 합금, 알루미넬(Alumel) 합금, 콘스탄탄(Constantant) 합금, 니실(Nisil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼래티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 바람직하게는, 상기 고분자는 PDMS(polydimethylsiloxane), 실리콘(silicone), 고무, 폴리우레탄, 폴리이미드, 에폭시, 페놀, 폴리에스텔, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리테트라플루오로에틸렌, 테프론, FR4 중에서 적어도 하나를 포함한 고분자로 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0039] 바람직하게는, 상기 (e) 단계 이후에, 상기 임시 상부기관의 기관박리층에 형성된 전극들의 표면에 소자접합층을 형성하는 단계; 를 더 포함하며, 소자접합층을 이용해 p형 열전소자들과 n형 열전소자들을 전극들에 접합하는 것을 특징으로 한다.
- [0040] 바람직하게는, 상기 소자접합층은 솔더, 전도성접착제, 전도성 접착필름, 이방성 전도접착제, 이방성 전도접착 필름 중의 하나 또는 둘 이상의 조합에 의해 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 바람직하게는, 상기 솔더가 소자접합층으로 사용되는 경우, 상기 솔더는 주석(Sn)에 은(Ag), 구리(Cu), 비스무스(Bi), 인듐(In), 아연(Zn), 안티몬(Sb), 납(Pb), 금(Au) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성으로 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0042] 바람직하게는, 상기 (c) 단계 이후에, p형 열전소자들과 n형 열전소자들에 베리어 층을 구비하는 단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0043] 바람직하게는, 상기 베리어 층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 단일층 또는 다층으로 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0044] 바람직하게는, 상기 베리어 층은 전기도금, 무전해도금, 진공증착, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학 기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0045] 바람직하게는, 상기 (i) 단계 이후에, 기관박리층을 제거한 모듈에 절연층을 구비하는 단계; 를 포함하는 것을

특징으로 한다.

- [0046] 바람직하게는, 상기 절연층은 페릴렌(Parylene), 에폭시, 페놀, 폴리이미드, 폴리에스테르, 폴리카보네이트, 폴리 아릴레이트, 폴리테트라플루오로에틸렌, 테프론, FR4, 실리콘(silicone), PDMS(polydimethylsiloxane), 폴리우레탄 중에서 적어도 하나를 포함한 고분자 소재의 코팅 또는 라미네이션을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0047] 한편 본 발명에 따르면, (a) 임시 하부기판에 기판박리층을 형성하는 단계; (b) 상기 임시 하부기판의 기판박리층에 전극들을 형성하는 단계; (c) 상기 전극들에 p형 열전소자들과 n형 열전소자들을 형성하는 단계; (d) 상기 p형 열전소자들과 n형 열전소자들을 전기적으로 연결하는 상부 전극을 형성하는 단계; (e) 상기 p형 열전소자들과 n형 열전소자들이 전극들에 형성되어 있는 모듈 내부를 고분자로 충전하는 단계; (f) 상기 고분자로 충전된 모듈로부터 상기 임시 하부기판을 박리시켜 제거하는 단계; 및 (g) 상기 임시 하부기판을 제거한 모듈에서 기판박리층을 제거하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법을 제공한다.
- [0048] 바람직하게는, 상기 임시 하부기판은 실리콘(Si), 유리(SiO₂), 알루미나(Al₂O₃), 질화알루미늄(AlN), 실리콘 카바이드(SiC), 실리콘 나이트라이드(Si₃N₄), 산화 마그네슘(MgO), 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 적어도 어느 하나를 포함한 조성으로 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0049] 바람직하게는, 상기 기판박리층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0050] 바람직하게는, 상기 기판박리층은 진공증착, 전자빔 증착, 전기도금, 무전해도금, 스퍼터링, 스크린프린팅, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)에서 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0051] 바람직하게는, 상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0052] 바람직하게는, 상기 전극은 전기도금, 무전해도금, 진공증착, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0053] 바람직하게는, 상기 전극이 스크린프린팅법으로 구비되는 경우, 상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 페이스트를 사용하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0054] 바람직하게는, 상기 전극은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속 편(片)들을 기판박리층에 배열 접합시켜 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0055] 바람직하게는, 상기 p형 열전소자는 p형 (Bi,Sb)₂Te₃, Sb₂Te₃, Bi₂Te₃, SiGe, (Pb,Sn)Te, PbTe, skutterudite, AgPb_mSbTe_{2+m}, Zn₄Sb₃, MnSi, FeSi₂, Mg₂Si, 크로멜(Chromel) 합금, 백금-로듐 합금, 철, 구리, 니크로실(Nichrosil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼레티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0056] 바람직하게는, 상기 n형 열전소자는 n형 Bi₂(Te,Se)₃, Bi₂Te₃, (Bi,Sb)₂Te₃, SiGe, (Pb,Ge)Te, PbTe, skutterudite, AgPb_mSbTe_{2+m}, FeSi₂, CoSi, Mg₂Si, 백금-로듐 합금, 알루미늄(Alumel) 합금, 콘스탄탄(Constantan) 합금, 니실(Nisil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼레티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0057] 바람직하게는, 상기 고분자는 PDMS(polydimethylsiloxane), 실리콘(silicone), 고무, 폴리우레탄, 폴리이미드, 에폭시, 페놀, 폴리에스테르, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리테트라플루오로에틸렌, 테프론, FR4 중에서 적어도 하나

를 포함한 고분자로 구비되는 것을 특징으로 한다.

- [0058] 바람직하게는, 상기 (g) 단계 이후에, 기관박리층을 제거한 모듈에 절연층을 구비하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0059] 바람직하게는, 상기 절연층은 페릴렌(Parylene), 에폭시, 페놀, 폴리이미드, 폴리에스텔, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리테트라플루오로에틸렌, 테프론, FR4, 실리콘(silicone), PDMS(polydimethylsiloxane), 폴리우레탄 중에서 적어도 하나를 포함한 고분자 소재의 코팅 또는 라미네이션을 사용하여 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0060] 한편 본 발명에 따르면, 전술한 특징들 중 어느 하나에 따른 열전모듈의 제조방법으로 제조되는 것을 특징으로 하는 열전모듈을 제공한다.

발명의 효과

- [0061] 본 발명에 따르면, 상부 기관과 하부 기관이 없으며 고분자 재료로 모듈 내부를 충전한 열전모듈을 구비함으로써 기존 기술과는 달리 열저항이 높은 세라믹 기관이 없기 때문에 열전소자 사이의 온도차가 크게 유지될 수 있어 열전성능의 현저한 향상이 가능하게 되는 효과가 있다.
- [0062] 또한 내부 충전용 고분자 재료를 신축성 고분자 재료로 사용할 경우 기존 기술과는 달리 열전모듈에 유연성과 신축성을 부여할 수 있게 되는 효과도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0063] 도 1은 기존 기술에 의한 열전모듈의 개략적인 단면도.
- 도 2는 본 발명에 의해 상부 기관과 하부 기관이 없으며, 내부를 신축성 고분자로 충전한 신축성 열전모듈의 개략적인 단면도.
- 도 3 및 도 4는 본 발명의 제 1 실시예 및 제 2 실시예에 따른 열전모듈의 제조방법을 설명하기 위한 단면도들이며, 세부적으로는, 도 3의 (a)는 본 발명에 의해 임시 기관(31,32)에 기관박리층(25)을 구비한 단면도이고, 도 3의 (b)는 상기 기관박리층(25)에 전극(23)들을 구비한 단면도이고, 도 3의 (c)는 상기 전극(23)들에 소자접합층(26)을 구비한 단면도이고, 도 3의 (d)는 p형 열전소자(21)와 n형 열전소자(22)에 베리어 층(27)을 구비한 단면도이고, 도 3의 (e)는 상기 p형 열전소자(21)들과 n형 열전소자(22)들을 상기 임시 기관(31,32)의 전극(23)들에 접합하여 구비한 열전모듈의 단면도이고, 도 4의 (f)는 임시 기관(31,32)들이 부착되어 있는 상기 열전모듈 내를 신축성 고분자(24)로 충전한 단면도이고, 도 4의 (g)는 신축성 고분자(24)로 내부가 충전된 상기 열전모듈에서 상기 임시 기관(31,32)들을 박리시켜 제거한 단면도이고, 도 4의 (h)는 상기 임시 기관(31,32)들을 박리시킨 열전모듈에서 기관박리층(25)을 제거하여 구비한 신축성 열전모듈(20)의 단면도이다.
- 도 5 내지 도 7은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 열전모듈의 제조방법을 설명하기 위한 단면도들이며, 세부적으로는, 도 5의 (a)는 본 발명에 의해 임시 하부기관(32)에 기관박리층(25)을 구비한 단면도이고, 도 5의 (b)는 상기 임시 하부기관(32)의 기관박리층(25)에 전극(23)들을 구비한 단면도이고, 도 5의 (c)는 상기 전극(23)들에 p형 열전소자(21)들을 구비한 단면도이고, 도 5의 (d)는 상기 전극(23)들에 n형 열전소자(22)들을 구비한 단면도이고, 도 5의 (e)는 상기 p형 열전소자(21)들과 n형 열전소자(22)들에 베리어 층(27)을 구비한 단면도이고, 도 6의 (f)는 임시 상부기관(31)에 기관박리층(25)을 구비하고 상기 기관박리층(25)에 전극(23)들을 구비한 단면도이고, 도 6의 (g)는 상기 전극(23)들에 소자접합층(26)을 구비한 단면도이고, 도 6의 (h)는 상기 임시 하부기관(32)에 구비한 p형 열전소자(21)들과 n형 열전소자(22)들을 상기 임시 상부기관(31)의 전극(23)들에 접합하여 구비한 열전모듈의 단면도이고, 도 6의 (i)는 임시 기관(31,32)들이 부착되어 있는 상기 열전모듈 내를 신축성 고분자(24)로 충전한 단면도이고, 도 7의 (j)는 신축성 고분자(24)로 내부가 충전된 상기 열전모듈에서 상기 임시 상부기관(31)과 임시 하부기관(32)을 박리시켜 제거한 열전모듈의 단면도이고, 도 7의 (k)는 상기 임시 기관(31,32)들을 박리시킨 열전모듈에서 기관박리층(25)을 제거하여 구비한 신축성 열전모듈(20)의 단면도이다.
- 도 8 및 도 9는 본 발명의 제 4 실시예에 따른 열전모듈의 제조방법을 설명하기 위한 단면도들이며, 세부적으로는, 도 8의 (a)는 본 발명에 의해 임시 하부기관(32)에 기관박리층(25)을 구비한 단면도이고, 도 8의 (b)는 상기 임시 하부기관(32)의 기관박리층(25)에 전극(23)들을 구비한 단면도이고, 도 8의 (c)는 상기 전극(23)들에 p

형 열전소자(21)들을 구비한 단면도이고, 도 8의 (d)는 상기 전극(23)들에 n형 열전소자(22)들을 구비한 단면도이고, 도 8의 (e)는 상기 p형 열전소자(21)들과 n형 열전소자(22)들을 연결하는 상부 전극(23)들을 구비한 단면도이고, 도 9의 (f)는 상기 상부 전극(23)들을 구비한 열전모듈의 내부를 신축성 고분자(24)으로 충전한 단면도이고, 도 9의 (g)는 상기 신축성 고분자(24)로 내부를 충전한 열전모듈에서 임시 하부기관(32)을 박리시켜 제거한 단면도이고, 도 9의 (h)는 상기 임시 하부기관(32)을 박리시킨 열전모듈에서 기관박리층(25)을 제거하여 구비한 신축성 열전모듈(20)의 단면도이다.

도 10은 본 발명에 의해 절연층(61)을 구비한 신축성 열전모듈(60)의 단면도.

도 11은 본 발명에 의해 열전소자(21,22)에 베리어 층(29)을 형성하지 않고 구비한 신축성 열전모듈(70)의 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0064] <실시에 1>

[0065] 먼저 도 3의 (a)의 단면도에 도시한 바와 같이 임시 상부기관(31) 및 임시 하부기관(32)으로 사용할 실리콘 웨이퍼에 두께 30 nm의 니켈(Ni) 기관박리층(25)을 진공증착하였다. 상기과 같은 니켈 기관박리층(25) 위에 크기 3 mm x 6 mm, 높이 0.1 mm 두께의 구리 편들을 접착시켜 도 3의 (b)에 도시한 바와 같이 니켈 기관박리층(25) 위에 복수의 구리 전극(23)들을 형성하였다.

[0066] 상기과 같이 실리콘 웨이퍼 임시 상부기관(31) 및 임시 하부기관(32)의 니켈 기관박리층(25) 위에 구비된 구리 전극(23)들의 표면에 스크린프린팅법으로 솔더 페이스트를 도포하여 도 3의 (c)의 단면도에 도시한 바와 같이 소자접합층(26)을 구비하였다.

[0067] p형 $(Bi_{0.25}Sb_{0.75})_2Te_3$ 가압소결체를 크기 2 mm x 2 mm, 높이 3 mm로 절단하고 위 면과 아래 면에 니켈을 2 μ m 두께로 무전해 도금하여 도 3의 (d)의 단면도에 도시한 바와 같이 베리어(barrier)층(27)을 구비한 p형 열전소자(21)들을 구비하였으며, n형 $Bi_2(Te_{0.95}Se_{0.05})_3$ 가압소결체를 크기 2 mm x 2 mm, 높이 3 mm로 절단하고 위 면과 아래 면에 니켈을 2 μ m 두께로 무전해 도금하여 도 3의 (d)의 단면도에 도시한 바와 같이 베리어 층(27)을 구비한 n형 열전소자(22)들을 구비하였다. 본 실시예에서는 소자접합층(26)으로 솔더를 사용하여 p형 열전소자(21)와 n형 열전소자(22)들을 임시 기관(31,32)의 구리 전극(23)들에 접합시 솔더반응을 조절하고 솔더에 의한 열전소자들(21,22)의 오염을 방지하기 위해 열전소자(21,22)들의 위 면과 아래 면에 베리어 층(27)을 구비하였다.

[0068] 상기 니켈 기관박리층(25)이 형성된 임시 상부기관(31)과 임시 하부기관(32)의 구리 전극(23)들에 p형 열전소자(21)들과 n형 열전소자(22)들을 전기적으로는 직렬연결되고 열적으로는 병렬연결되도록 교번 배열한 후, 상기 소자접합층(26)으로 구비한 솔더를 녹여 도 3의 (e)에 도시한 바와 같이 p형 열전소자(21)들과 n형 열전소자(22)들을 니켈 기관박리층(25) 위에 구비된 구리 전극들(23)에 접합시켜 모듈을 형성하였다.

[0069] 도 4의 (f)와 같이 임시 상부기관(31)과 임시 하부기관(32)이 부착되어 있는 열전모듈 내부를 액상 PDMS(polydimethylsiloxane) 고분자로 채우고 큐어링하여 열전모듈 내부를 신축성 고분자(24)로 충전하였다.

[0070] 도 4의 (g)에 도시한 바와 같이 PDMS 신축성 고분자(24)로 충전된 열전모듈을 증류수에 넣어서 임시 상부기관(31)과 임시 하부기관(32)으로 사용한 실리콘 웨이퍼를 니켈 기관박리층(25)으로부터 박리시켜 제거하였다.

[0071] 도 4의 (h)에 도시한 바와 같이 임시 상부기관(31)과 임시 하부기관(32)이 박리되어 제거된 열전모듈을 니켈 에칭용액에 장입하여 니켈 기관박리층(25)을 제거함으로써 본 발명에 따른 플렉시블하며 신축성을 갖는 열전모듈(20)을 구비하였다.

[0072] 본 실시예에서는 기존 기술과는 달리 딱딱하고 단단한 기관(10)이 없으며 p형 열전소자(21)들과 n형 열전소자(22)들 사이에 충전되어 있는 신축성 고분자(24)가 유연성과 신축성을 지니기 때문에 열전모듈(20)이 유연성과 신축성을 갖는 것이 가능하게 된다.

[0073] 열전모듈(10,20)의 최대발전출력 P_0 는 하기 수학적 1과 같이 표현된다.

수학식 1

$$P_o = \frac{m^2 a^2}{4R} \Delta T^2$$

[0074]

[0075]

상기 수학식 1에서 m 은 열전모듈(10,20)을 구성하는 p형 열전소자(13,21)와 n형 열전소자(14,22) 쌍(p-n 열전소자 쌍)의 개수, a 는 p형 열전소자(13,21)와 n형 열전소자(14,22) 1쌍의 지벡계수의 합, R 은 열전모듈(10,20)의 내부저항이며 ΔT 는 열전소자 사이의 온도차이다. 상기 수학식 1에 나타난 바와 같이, 열전모듈(10,20)의 최대 발전출력 P_o 는 열전소자의 고온단과 저온단 사이의 온도차 ΔT 의 제곱에 비례한다. 열전도도가 낮은 딱딱한 세라믹 기판(11,12)을 사용하는 기존 기술에 의한 열전모듈(10)에서는 세라믹 기판(11,12)의 높은 열저항에 기인하여 열전소자(13,14)의 양단간에 작용하는 온도차 ΔT 가 외부에서 인가된 온도차보다 훨씬 작아지게 된다. 반면에 본 실시예에 의한 신축성 열전모듈(20)에서는 기존 기술과는 달리 열저항이 높은 세라믹 기판(11,12)이 없기 때문에 열전소자(21,22) 사이의 온도차 ΔT 가 기존 기술에 의한 열전모듈(10)보다 크게 유지될 수 있어 열전성능의 향상이 가능하게 된다.

[0076]

<실시예 2>

[0077]

임시 상부기판(31) 및 임시 하부기판(32)으로 사용할 실리콘 웨이퍼에 두께 30 nm의 니켈 기판박리층(25)을 스퍼터링으로 형성하였다. 상기과 같은 니켈 기판박리층(25) 위에 구리 페이스트를 스크린프린팅하고 소결하여 니켈 기판박리층(25) 위에 복수의 구리 전극(23)들을 형성하였다.

[0078]

상기와 같이 실리콘 웨이퍼 임시 상부기판(31) 및 임시 하부기판(32)의 니켈 기판박리층(25) 위에 구비된 구리 전극(23)들의 표면에 스크린프린팅법으로 솔더 페이스트를 도포하여 소자접합층(26)을 구비하였다.

[0079]

p형 $(Bi_{0.25}Sb_{0.75})_2Te_3$ 가압소결체를 크기 2 mm x 2 mm, 높이 3 mm로 절단하고 위 면과 아래 면에 니켈을 2 μ m 두께로 무전해 도금하여 베리어(barrier)층(27)을 구비한 p형 열전소자(21)들을 구비하였으며, n형 $Bi_2(Te_{0.95}Se_{0.05})_3$ 가압소결체를 크기 2 mm x 2 mm, 높이 3 mm로 절단하고 위 면과 아래 면에 니켈을 2 μ m 두께로 무전해 도금하여 베리어 층(27)을 구비한 n형 열전소자(22)들을 구비하였다.

[0080]

상기 니켈 기판박리층(25)이 형성된 임시 상부기판(31)과 임시 하부기판(32)의 구리 전극(23)들에 p형 열전소자(21)들과 n형 열전소자(22)들을 전기적으로는 직렬연결되고 열적으로는 병렬연결되도록 교번 배열한 후, 상기 소자접합층(26)으로 구비한 솔더를 녹여 p형 열전소자(21)와 n형 열전소자(22)들을 니켈 기판박리층(25) 위에 구비된 구리 전극(23)들에 접합시켰다.

[0081]

상기와 같이 임시 상부기판(31)과 임시 하부기판(32)을 사용하여 형성한 모듈 내부를 역상 PDMS 신축성 고분자(24)로 채우고 큐어링하여 열전모듈 몸체에 유연성과 신축성을 부여하였다. 상기과 같이 PDMS 신축성 고분자(25)로 충전된 열전모듈을 증류수에 넣어서 임시 상부기판(31)과 임시 하부기판(32)으로 사용한 실리콘 웨이퍼를 니켈 기판박리층(25)으로부터 박리시켜 제거하였다.

[0082]

상기와 같이 임시 상부기판(31)과 임시 하부기판(32)이 제거된 모듈을 니켈 에칭용액에 장입하여 니켈 기판박리층(25)을 제거함으로써 본 발명에 따른 플렉시블하며 신축성을 갖는 열전모듈(20)을 구비하였다.

[0083]

<실시예 3>

[0084]

도 5의 (a)에 도시한 바와 같이 임시 하부기판(32)으로 사용할 실리콘 웨이퍼에 두께 30 nm의 니켈 기판박리층(25)을 진공증착하였다. 상기 니켈 기판박리층(25) 위에 포토레지스트 패턴을 형성하고 구리 전기도금 용액내에 장입하여 10 두께의 구리를 전기도금한 후, 포토레지스트 패턴을 제거하여 도 5의 (b)의 도시와 같이 임시 하부기판(32)의 니켈 기판박리층(25) 위에 복수의 구리 전극(23)들을 형성하였다.

[0085]

상기 구리 전극(23)들이 형성된 임시 하부기판(32)에 p형 열전소자(21)를 형성하기 위한 포토레지스트 패턴을 형성하고, 30 μ m 두께의 p형 Sb_2Te_3 열전박막을 스퍼터링한 후 포토레지스트 패턴을 제거함으로써 도 5의 (c)와 같이 p형 열전소자(21)들을 구비하였다.

- [0086] 그런 다음에 n형 열전소자(22)들을 형성하기 위한 포토레지스트 패턴을 형성하고, 30 μm 두께의 n형 Bi_2Te_3 열전 박막을 스퍼터링한 후 포토레지스트 패턴을 제거함으로써, 도 5의 (d)와 같이 n형 열전소자(22)들을 구비하였다.
- [0087] 상기와 같이 p형 열전소자(21)와 n형 열전소자(22)들을 구비한 후, 포토레지스트 패턴을 형성하고 2 μm 두께의 니켈을 베리어 층(27)으로 증착하고 포토레지스트 패턴을 제거하여 도 5의 (e)의 도시와 같이 p형 열전소자(21)와 n형 열전소자(22)들에 베리어 층(27)을 형성하였다.
- [0088] 그런 다음에 임시 상부기관(31)으로 사용할 실리콘 웨이퍼에 두께 30 nm의 니켈 기관박리층(25)을 진공증착하였다. 상기 니켈 기관박리층(25) 위에 포토레지스트 패턴을 형성하고 구리 전기도금 용액내에 장입하여 10 μm 두께의 구리를 전기도금한 후 포토레지스트 패턴을 제거하여 도 6의 (f)의 도시와 같이 임시 상부기관(31)의 니켈 기관박리층(25) 위에 복수의 구리 전극(23)들을 형성하였다.
- [0089] 상기와 같이 구리 전극(23)들이 형성된 임시 상부기관(31)에 포토레지스트 패턴을 형성하고 10 두께의 솔더를 증착한 후 포토레지스트 패턴을 제거하여 도 6의 (g)에 도시한 바와 같이 임시 상부기관(31)의 구리 전극(23)들에 소자접합층(26)을 형성하였다.
- [0090] 상기와 같이 임시 상부기관(31)에 구비한 구리 전극(23)들을 임시 하부기관(32)에 구비한 p형 열전소자(21)와 n형 열전소자(22)들에 배열한 후, 상기 소자접합층(27)으로 구비한 솔더를 녹여 하부 임시기관(32)의 p형 열전소자(21)와 n형 열전소자(22)들을 상부 임시기관(31)에 구비된 구리 전극(23)들에 접합시켜, 도 6의 (h)에 도시한 바와 같이 임시 상부기관(31)과 임시 하부기관(32)이 부착되어 있는 열전모듈을 구비하였다.
- [0091] 도 6의 (i)의 도시와 같이 상기 임시 상부기관(31)과 임시 하부기관(32)이 부착되어 있는 열전모듈의 내부를 액상 PDMS 신축성 고분자(24)로 충전하여 열전모듈 몸체에 유연성과 신축성을 부여하였다. 도 6의 (j)의 도시와 같이 상기 PDMS 신축성 고분자(24)로 충전된 열전모듈을 증류수에 넣어서 임시 상부기관(31)과 임시 하부기관(32)으로 사용한 실리콘 웨이퍼를 니켈 기관박리층(25)으로부터 박리시켜 제거하였다.
- [0092] 도 6의 (k)의 도시와 같이 임시 상부기관(31)과 임시 하부기관(32)이 제거된 열전모듈을 니켈 에칭용액에 장입하여 니켈 기관박리층(25)을 제거함으로써 본 발명에 따른 플렉시블하며 신축성을 갖는 열전모듈(20)을 구비하였다.
- [0093] <실시예 4>
- [0094] 도 8의 (a)의 도시와 같이 임시 하부기관(32)으로 사용할 실리콘 웨이퍼에 두께 30 nm의 니켈 기관박리층(25)을 진공증착하였다. 상기와 같은 니켈 기관박리층(25) 위에 포토레지스트 패턴을 형성하고 구리 전기도금 용액내에 장입하여 10 μm 두께의 구리를 전기도금한 후 포토레지스트 패턴을 제거하여 도 8의 (b)의 도시와 같이 니켈 기관박리층(25) 위에 복수의 구리 전극(23)들을 형성하였다.
- [0095] 상기와 같이 구리 전극(23)들이 형성된 임시 하부기관(32)에 p형 열전소자(21)들을 구비하기 위한 포토레지스트 패턴을 형성하고, 30 μm 두께의 p형 Sb_2Te_3 열전박막을 스퍼터링한 후 포토레지스트 패턴을 제거함으로써 도 8의 (c)와 같이 구리 전극(23)들에 p형 열전소자(21)들을 구비하였다. 그런 다음에 n형 열전소자(22)들을 구비하기 위한 포토레지스트 패턴을 형성하고, 30 μm 두께의 n형 Bi_2Te_3 열전박막을 스퍼터링한 후 포토레지스트 패턴을 제거함으로써 도 8의 (d)와 같이 n형 열전소자(22)들을 구비하였다.
- [0096] 상기와 같이 p형 열전소자(21)와 n형 열전소자(22)들을 구비한 임시 하부기관(32)에 포토레지스트 패턴을 형성하고 10 μm 두께의 구리를 스퍼터링하고 포토레지스트 패턴을 제거하여 도 8의 (e)와 같이 p형 열전소자(21)들과 n형 열전소자(22)들을 전기적으로 직렬 연결하기 위한 상부 전극(23)들을 형성하였다.
- [0097] 그런 다음에 도 9의 (f)에 도시한 바와 같이 상기 임시 하부기관(32) 상에 구비된 열전모듈 내부를 액상 PDMS 신축성 고분자(24)로 충전하여 열전모듈 몸체에 유연성과 신축성을 부여하고, 도 9의 (g)와 같이 상기 열전모듈을 증류수에 넣어서 임시 하부기관(32)을 니켈 기관박리층(25)으로부터 박리시켜 제거하였다.
- [0098] 그런 다음에 도 9의 (h)의 도시와 같이 상기 임시 하부기관(32)이 제거된 열전모듈을 니켈 에칭용액에 장입하여 니켈 기관박리층(25)을 제거함으로써 본 발명에 따른 플렉시블하며 신축성을 갖는 열전모듈(20)을 구비하였다.

- [0099] 본 실시예와 더불어, 본 발명에서는 도 10에 도시한 바와 같이 니켈 기관박리층(25)을 제거한 후에 열전모듈(20)의 위 면과 아래 면에 절연층(61)을 구비하여 열전모듈(60)을 구성하는 것도 가능하다.
- [0100] 바람직하게는, 상기 절연층(61)은 페릴렌(Parylene), 에폭시, 페놀, 폴리이미드, 폴리에스테르, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르술폰, 테프론, FR4, 실리콘(silicone), PDMS(polydimethylsiloxane), 폴리우레탄 중에서 적어도 하나를 포함한 고분자 소재의 코팅 또는 라미네이션을 사용하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0101] 본 실시예에서는 니켈을 사용하여 기관박리층(25)을 구비하였다. 이와 더불어 본 발명에서는 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 기관박리층(25)을 구비하는 것이 가능하다.
- [0102] 본 실시예에서는 진공증착법과 스퍼터링법을 사용하여 기관박리층(25)을 구비하였다. 이와 더불어 본 발명에서는 기관박리층(25)의 형성에 진공증착, 전자빔 증착, 전기도금, 무전해도금, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)를 포함하여 어떠한 박막형성법이나 코팅법의 사용도 가능하다.
- [0103] 본 실시예에서는 무전해 니켈을 사용하여 베리어(barrier) 층(27)을 구비하였다. 이와 더불어 본 발명에서는 상기 베리어 층(27)은 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 단일층 또는 다층으로 이루어지는 것이 가능하다.
- [0104] 본 실시예에서는 무전해도금으로 베리어 층(27)을 구비하였다. 이와 더불어 본 발명에서는 전기도금, 무전해도금, 진공증착, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)를 포함하여 어떠한 박막형성법이나 코팅법을 사용하여 베리어 층(27)을 구비하는 것이 가능하다.
- [0105] 본 실시예에서는 소자접합층(26)으로 솔더를 사용하여 p형 열전소자(21)와 n형 열전소자(22)를 전극(23)에 접합시켜 신축성 열전모듈(20)을 구성하였다. 이와 더불어 본 발명에서는 소자접합층(26)으로 전도성접착제, 전도성 접착필름, 이방성 전도접착제, 이방성 전도접착필름 중의 하나를 사용하여 p형 열전소자(21)와 n형 열전소자(22)를 전극(23)에 접합하는 것이 가능하다.
- [0106] 상기 소자접합층(26)으로 전도성접착제, 전도성 접착필름, 이방성 전도접착제, 이방성 전도접착필름 중의 하나를 사용하여 구성한 열전모듈(20)에서는 도 11에 도시한 바와 같이 베리어 층(27)을 구비하지 않은 열전소자(21,22)들을 사용하여 신축성 열전모듈(70)을 구성할 수 있다.
- [0107] 본 발명에서 소자접합층(26)으로 사용되는 솔더는 주석(Sn)에 은(Ag), 구리(Cu), 비스무스(Bi), 인듐(In), 아연(Zn), 안티몬(Sb), 납(Pb), 금(Au) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0108] 본 실시예에서는 PDMS (polydimethylsiloxane)를 신축성 열전모듈(20) 내부를 충전하는 신축성 고분자(24) 충전재로 사용하여 신축성 열전모듈(20)을 구비하였다. 이와 더불어 본 발명에서는 상기 고분자 충전재(24)로 PDMS, 실리콘 (silicone), 고무, 폴리우레탄, 폴리이미드, 에폭시, 페놀, 폴리에스테르, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르술폰, 테프론, FR4 중에서 적어도 하나를 포함한 고분자 소재를 사용하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0109] 본 실시예에서는 실리콘 웨이퍼를 임시 상부기관(31)과 임시 하부기관(32)으로 사용하여 신축성 열전모듈(20)을 구비하였다. 이와 더불어 본 발명에서는 상기 임시 상부기관(31)과 임시 하부기관(32)으로 실리콘(Si), 유리(SiO₂), 알루미늄(Al₂O₃), 질화알루미늄(AlN), 실리콘 카바이드(SiC), 실리콘 나이트라이드(Si₃N₄), 산화 마그네슘(MgO), 니켈(Ni), 구리(Cu), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 적어도 어느 하나를 포함한 조성으로 이루어진 기관을 사용하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0110] 본 실시예에서는 p형 열전소자(21)로서 (Bi_{0.25}Sb_{0.75})₂Te₃ 가압소결체를 사용하여 이루어졌다. 이와 더불어 본 발명에서는 상기 p형 열전소자(21)로 p형 (Bi,Sb)₂Te₃, Sb₂Te₃, Bi₂Te₃, SiGe, (Pb,Sn)Te, PbTe, skutterudite, AgPb_mSbTe_{2+m}, Zn₄Sb₃, MnSi, FeSi₂, Mg₂Si, 크로멜(Chromel) 합금, 백금-로듐 합금, 철, 구리, 니크로실

(Nichrosil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼래티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0111] 본 실시예에서는 n형 열전소자(22)로서 $Bi_2(Te_{0.95}Se_{0.05})_3$ 가압소결체를 사용하여 이루어졌다. 이와 더불어 본 발명에서는 상기 n형 열전소자(22)로 n형 $Bi_2(Te,Se)_3$, Bi_2Te_3 , $(Bi,Sb)_2Te_3$, SiGe, $(Pb,Ge)Te$, PbTe, skutterudite, $AgPb_mSbTe_{2+m}$, $FeSi_2$, CoSi, Mg_2Si , 백금-로듐 합금, 알루미늄(Alumel) 합금, 콘스탄탄(Constantant) 합금, 니실(Nisil) 합금 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어진 단결정, 가압소결체, 나노컴포지트, 박막, 슈퍼래티스(superlattice), 나노튜브, 양자점 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 사용하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0112] 본 실시예에서는 구리(Cu)를 사용하여 전극(23)을 구비하였다. 이와 더불어 본 발명에서는 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속을 조합하여 전극(23)을 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0113] 본 실시예에서는 전기도금법을 사용하여 전극(23)을 구비하였다. 이와 더불어 본 발명에서는 전극(23)의 형성에 전기도금, 무전해도금, 진공증착, 스퍼터링, 스크린프린팅, 전자빔 증착, 화학기상증착, MBE(Molecular Beam Epitaxy), MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 방법을 조합하여 전극을 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0114] 본 실시예에서는 구리 페이스트의 스크린프린팅법으로 전극(23)을 구비하였다. 이와 더불어 본 발명에서는 스크린프린팅법으로 구비한 상기 전극(23)은 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 탄소나노튜브(CNT), 그래핀 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 페이스트를 사용하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0115] 또 한편으로 본 발명에서는 상기 전극(23)으로서 구리(Cu), 니켈(Ni), 주석(Sn), 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 철(Fe), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W) 중에서 어느 하나 또는 둘 이상이 함유된 조성의 금속 편(片)들을 기관박리층(25)에 배열 접촉시켜 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0116] 이상과 같이 도면과 명세서에서 최적 실시 예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0117] 10 : 기존 기술에 의한 열전모듈

- 11. 상부 기관
- 12. 하부 기관
- 13. p형 열전소자
- 14. n형 열전소자
- 15. 전극
- 16. 소자접합층
- 17. 베리어(barrier)층
- 20. 본 발명에 따른 열전모듈
- 21. p형 열전소자
- 22. n형 열전소자
- 23. 전극
- 24. 신축성 고분자
- 25. 기관박리층
- 26. 소자접합층

27. 베리어 층

31. 임시 상부기관

32. 임시 하부기관

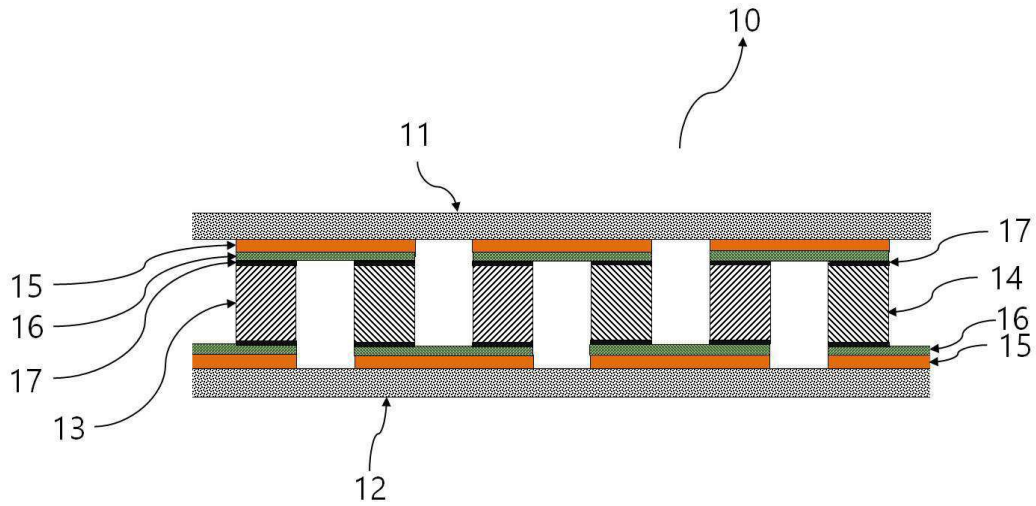
60. 본 발명에 따른 절연층을 구비한 열전모듈

61. 절연층

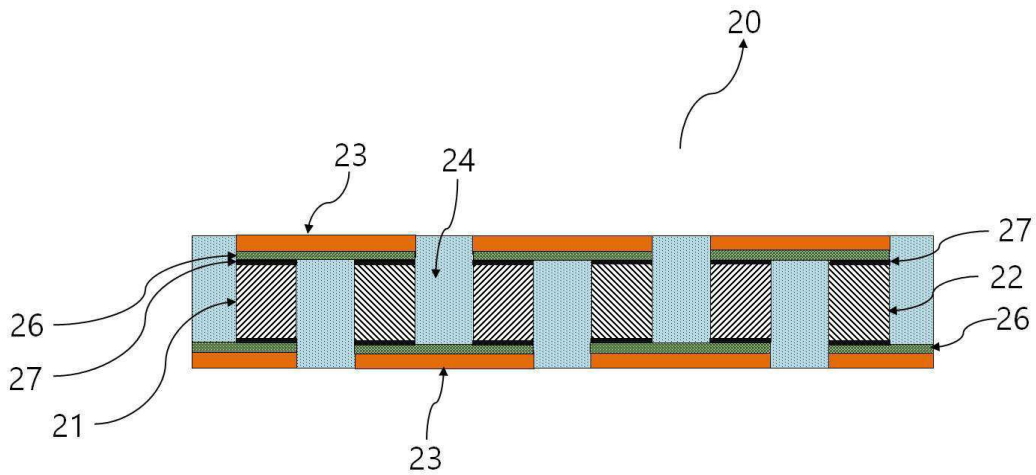
70. 본 발명에 따라 열전소자에 베리어 층을 형성하지 않고 구비한 열전모듈

도면

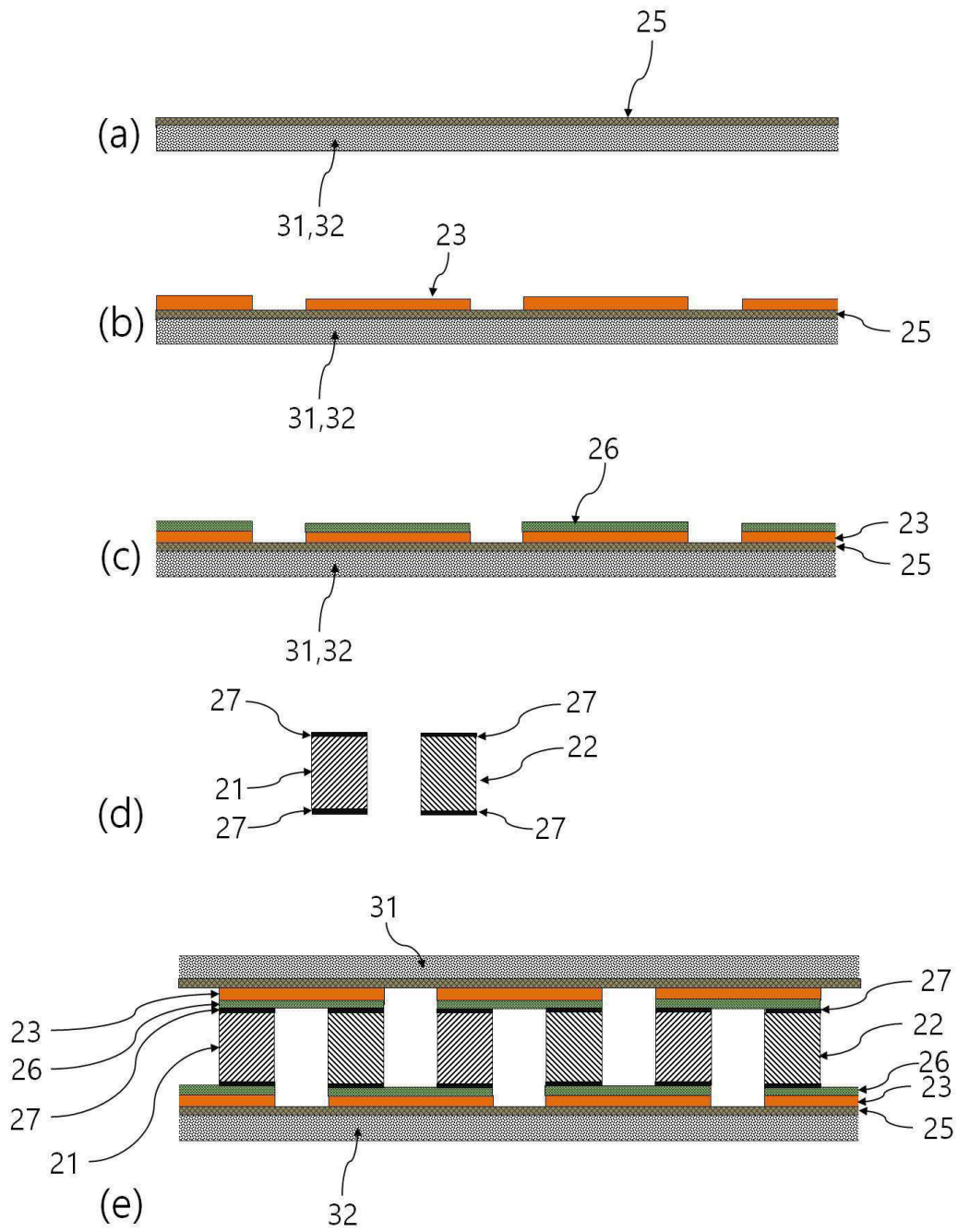
도면1



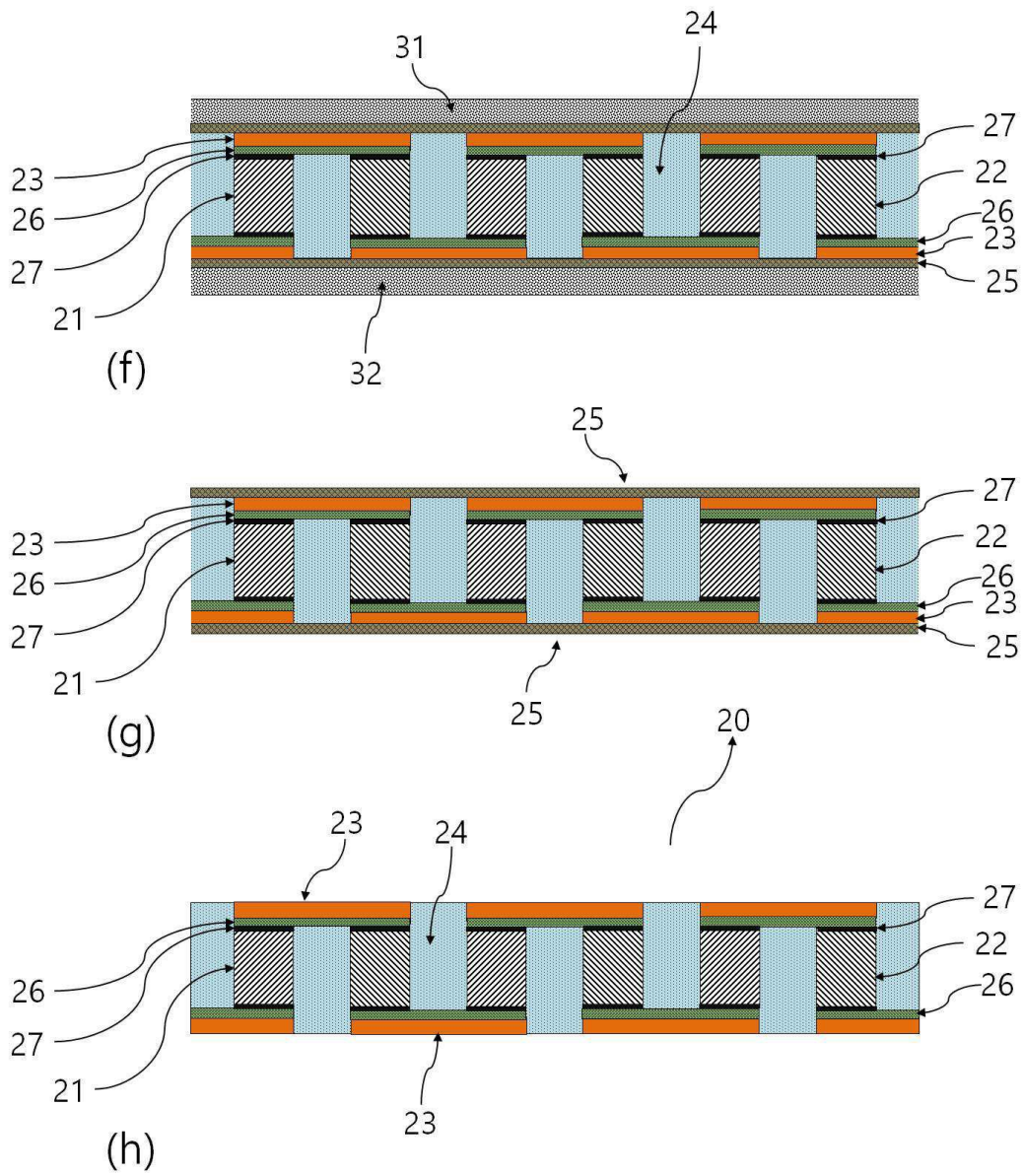
도면2



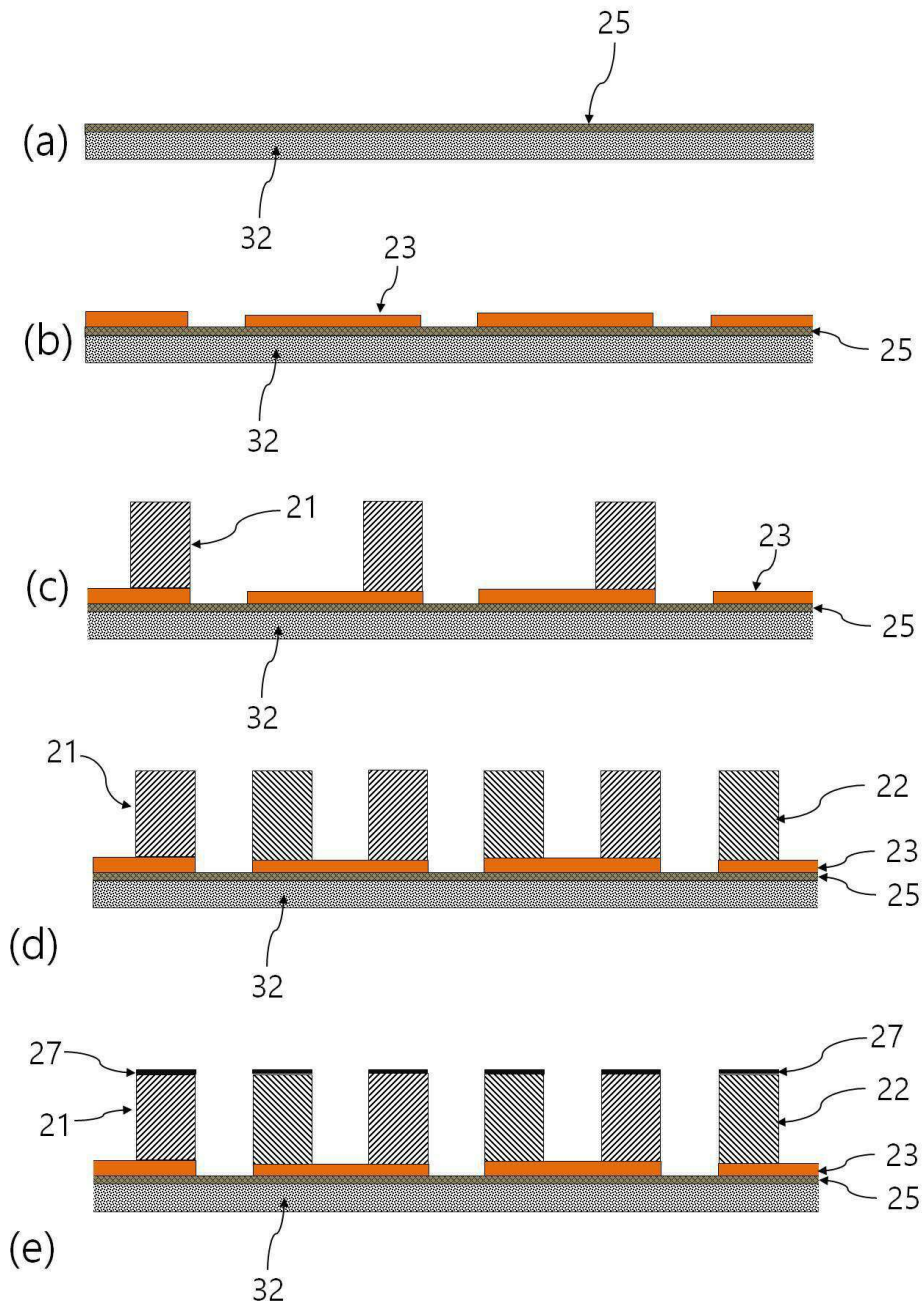
도면3



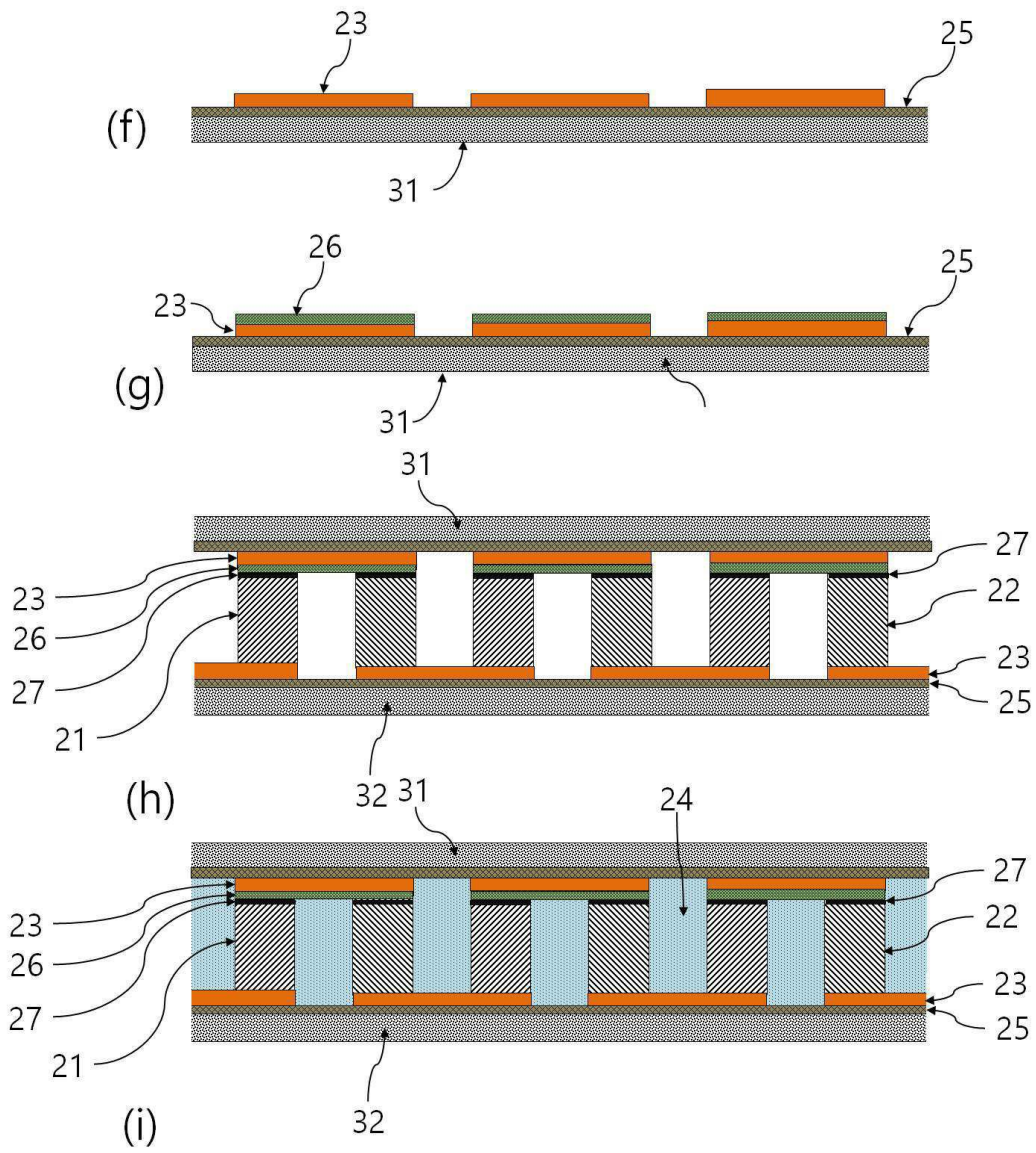
도면4



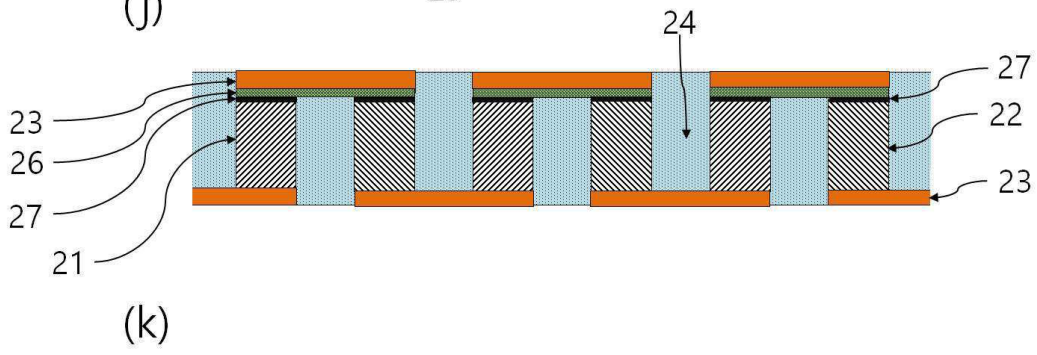
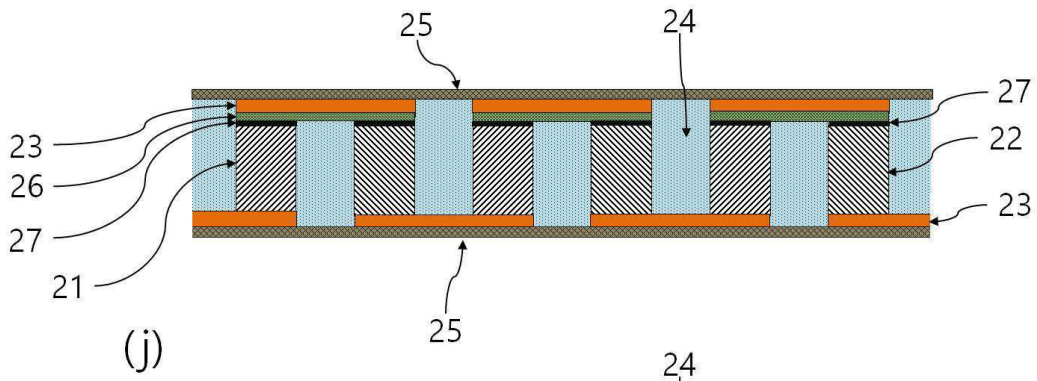
도면5



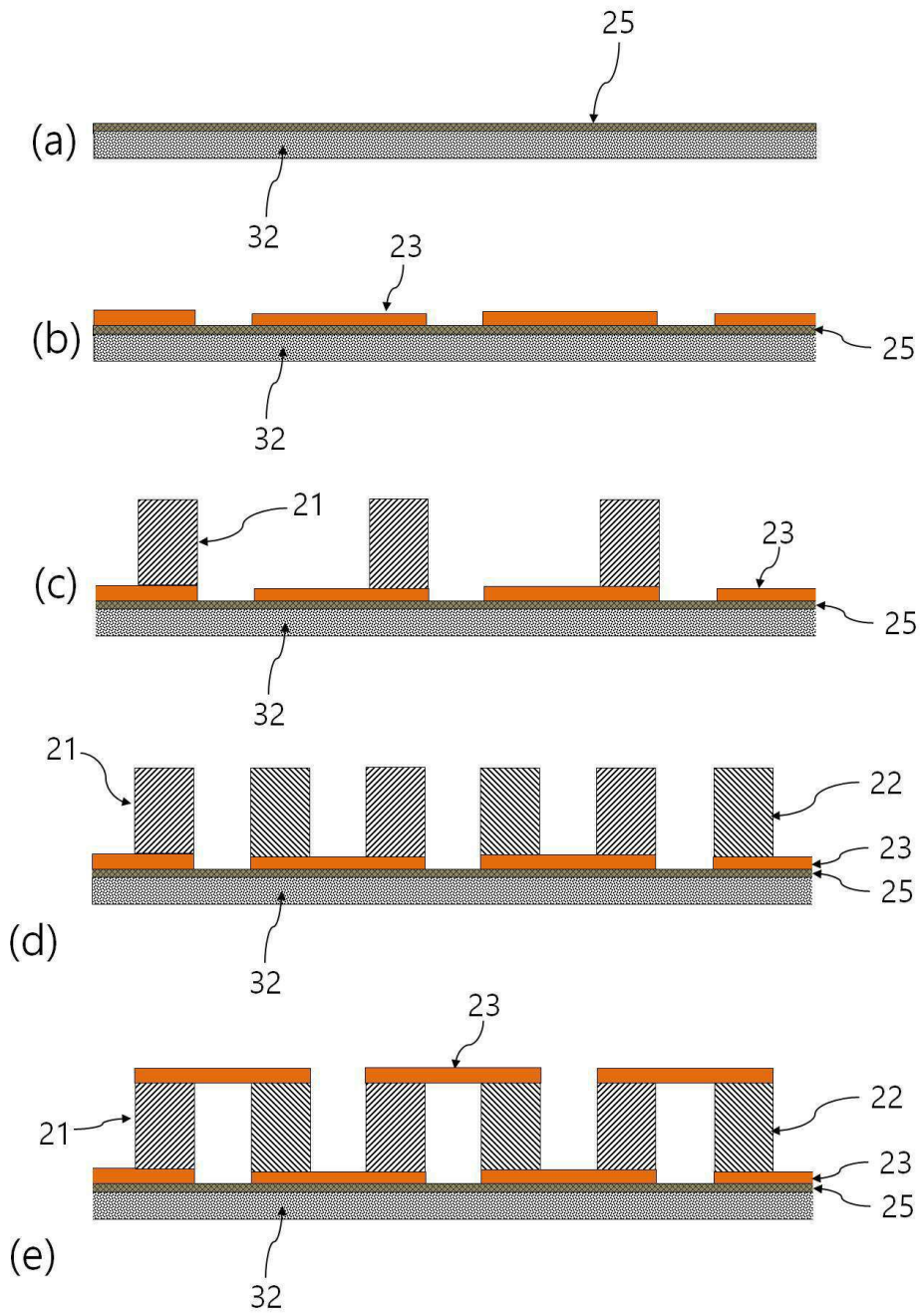
도면6



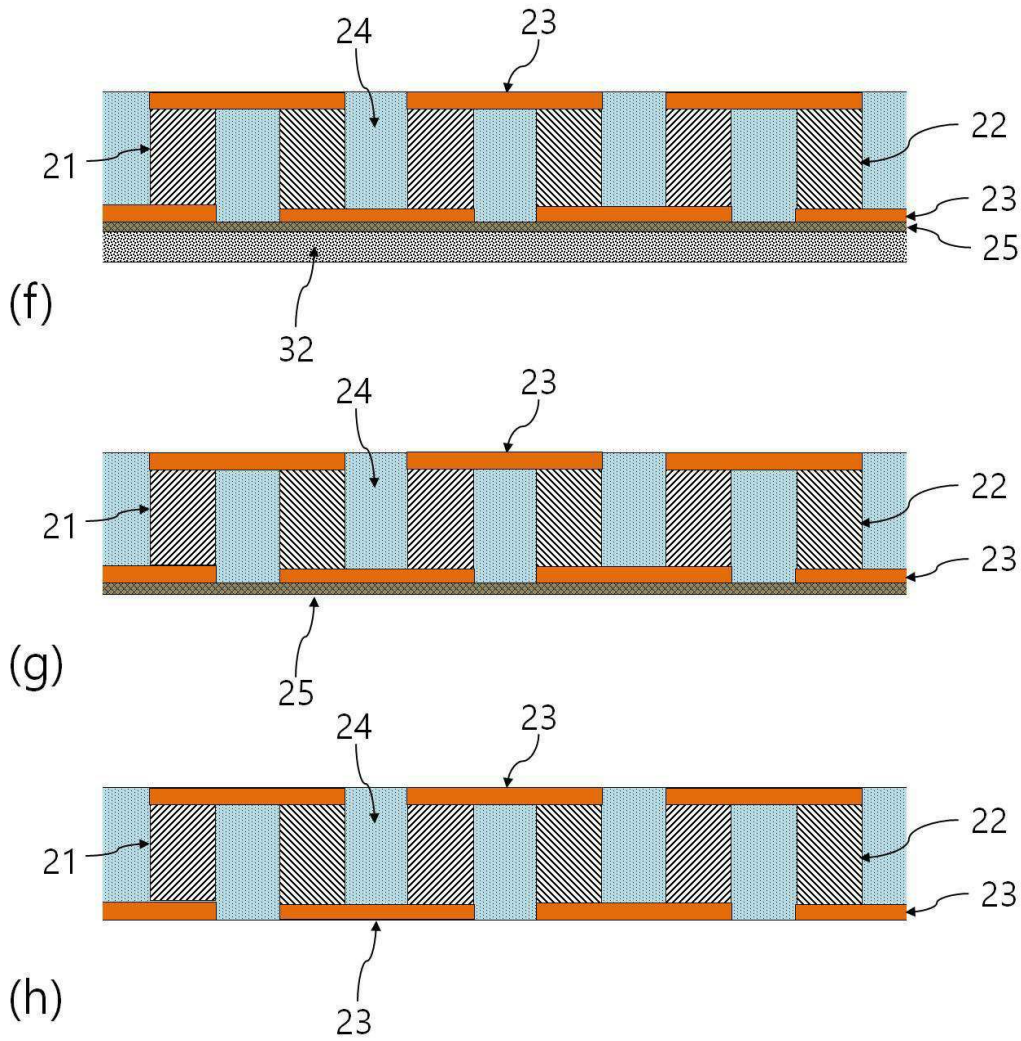
도면7



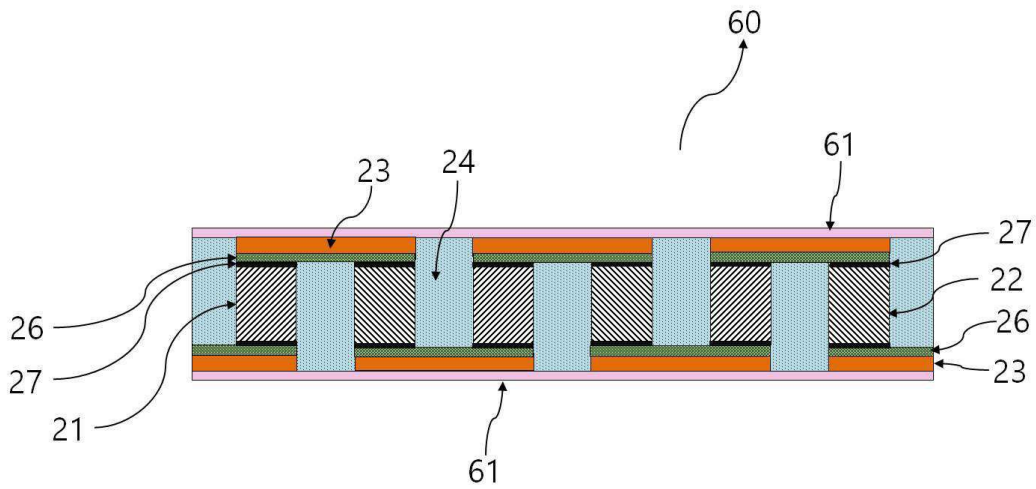
도면8



도면9



도면10



도면11

