(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0116748
(43) 공개일자 2010년11월02일

(51) Int. Cl.
H01L 35/32 (2006.01) *H01L 35/34* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0035318
(22) 출원일자 2009년04월23일
심사청구일자 2009년04월23일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전 유성구 장동 171번지
(72) 발명자
하국현
부산광역시 북구 화명동 대림타운 410-1102
이길근
부산광역시 해운대구 좌동 두산동국아파트 109동 603호
(74) 대리인
김기문

전체 청구항 수 : 총 9 항

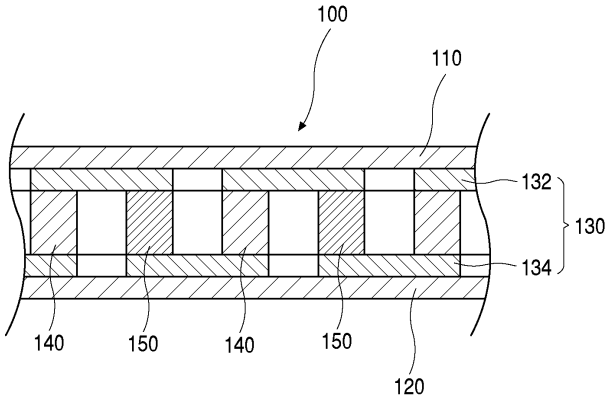
(54) 열전모듈 및 이의 제조방법

(57) 요 약

본 발명은 P형반도체 및 N형반도체가 나노분말로 소결 성형되는 열전모듈 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명에 의한 열전모듈은, 상/하면을 형성하며 발열 또는 흡열하는 상부기판(110) 및 하부기판(120)과, 상기 상부기판(110) 및 하부기판(120)의 일면에 구비되어 공급된 전원의 흐름을 안내하는 전극(130)과, 상기 전극(130) 사이에 이격된 다수 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)를 포함하여 구성되며, 상기 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)를 형성하는 열전분말은 플라즈마아크 방전에 의해 형성되어 150㎚ 미만의 크기를 가지는 것을 특징으로 한다. 그리고 상기 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)는 열전분말과 유기용제가 혼합된 페이스트(paste)를 소결하여 형성한 것임을 특징으로 한다. 이와 같은 구성에 의하면, 열전모듈의 열전 성능이 향상되는 이점이 있다.

대 표 도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

상/하면을 형성하며 발열 또는 흡열하는 상부기판 및 하부기판과,

상기 상부기판 및 하부기판의 일면에 구비되어 공급된 전원의 흐름을 안내하는 전극과,

상기 전극 사이에 이격된 다수 P형반도체 및 N형반도체를 포함하여 구성되며,

상기 P형반도체 및 N형반도체를 형성하는 열전분말은 플라즈마아크 방전에 의해 형성됨을 특징으로 하는 열전모듈.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 열전분말은 150㎚ 미만의 크기를 가지는 것을 특징으로 하는 열전모듈

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 P형반도체 및 N형반도체는 열전분말과 유기용제가 혼합된 페이스트(paste)를 소결하여 형성한 것임을 특징으로 하는 열전모듈.

청구항 4

열전모듈의 상/하면 외관을 형성하는 상부기판 또는 하부기판의 일면에 상부전극 또는 하부전극을 형성하는 전극형성단계와,

상기 상부전극과 하부전극 중 어느 하나의 일면에 P형반도체와 N형반도체를 형성하는 반도체형성단계와,

상기 상부기판과 하부기판을 접합하여 열전모듈을 형성하는 모듈형성단계를 포함하여 구성되며,

상기 반도체형성단계는,

나노 크기의 열전분말과 유기용제가 혼합된 페이스트(paste)를 스크린프린팅하여 상기 P형반도체 및 N형반도체를 형성하는 과정임을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 5

열전모듈의 상/하면 외관을 형성하는 상부기판 또는 하부기판의 일면에 상부전극 또는 하부전극을 형성하는 전극형성단계와,

상기 상부전극과 하부전극의 일면에 P형반도체와 N형반도체 중 하나를 각각 형성하는 반도체형성단계와,

상기 상부기판과 하부기판을 접합하여 열전모듈을 형성하는 모듈형성단계를 포함하여 구성되며,

상기 반도체형성단계는,

나노 크기의 열전분말과 유기용제가 혼합된 페이스트(paste)를 스크린프린팅하여 상기 P형반도체 및 N형반도체를 형성하는 과정임을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 전극형성단계는,

상기 상부기판 하면에 상부전극을 형성하는 과정과,

상기 하부기판 상면에 하부전극을 형성하는 과정으로 이루어지며,

상기 상부전극과 하부전극은 일부가 서로 겹쳐지는 위치에 형성됨을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 7

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서, 상기 모듈형성단계는,

상기 상부기판과 하부기판을 형틀 내부에 장입하여 가열 가압함으로써 소결하는 과정임을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 8

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서, 상기 전극형성단계 이전에는,

P형반도체 및 N형반도체를 구성하게 될 열전분말을 제조하는 분말제조단계와,

열전분말을 수소 환원하는 수소환원단계와,

상기 수소환원단계를 거친 열전분말을 유기용제와 혼합하여 페이스트(paste)화 하는 페이스트단계가 구성됨을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 분말제조단계는,

열전소재를 플라즈마방전기의 조업챔버에 장입한 다음 열전소재 주위를 진공 분위기로 조성하는 방전준비과정과,

상기 조업챔버에 아르곤을 주입하여 플라즈마아크를 발생시키는 아크발생과정과,

상기 조업챔버 내부에 수소, 산소, 불활성 기체 중 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합기체를 주입하는 가스주입과정과,

상기 가스주입과정에서 주입된 기체가 열전분말이 포집되는 포집챔버 및 조업챔버를 순환하도록 하는 가스순환과정과,

상기 기체가 순환하는 동안 상기 포집챔버 내부에서 기화된 열전소재가 포집되는 분말포집과정을 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 열전모듈의 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

[0023] 본 발명은 열전모듈 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 P형반도체 및 N형반도체가 나노분말로 소결 성형되어 열전성능이 향상되도록 한 열전모듈 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

[0024] 열전모듈은 크게 제백(Seeback) 효과를 이용한 발전이나, 펠티어(Peltier) 효과를 이용한 냉각의 두 가지 응용처가 있다.

[0025] 제백 효과는 양단의 온도차가 날 때 기전력이 발생하는 현상으로 이를 이용하여 폐열발전이나 체온을 이용한 소형전자소자(예컨대, 시계)의 전원, 방사능 반감 열을 이용한 우주 탐사선의 전원 등으로 쓰이고 있다.

[0026] 반대로 양단에 전류를 흘리면 전하를 따라 열이 이동하여 한쪽은 냉각이 되고 다른 쪽은 가열이 되는 현상을 펠

티어효과라 하는데, 이를 이용하면 기계적 동작이 없는 순전히 전자만을 이용한 냉각장치를 만들 수 있다.

[0027] 이러한 열전모듈을 이용한 냉각은 전체적인 냉각효율로 보았을 때에는 기존의 컴프레셔 타입의 냉각기에 비해 많이 떨어지나 상대적으로 기계적인 소음이 없고 온도 제어가 아주 정확하며, 반응 응답 시간이 짧아져 그리 낮지 않은 냉온(섭씨 5~10도) 유지나 소형의 냉장고에서는 비교적 높은 냉각효율을 가지므로 많이 이용되고 있다.

[0028] 이하 종래 기술에 의한 열전모듈의 구성을 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.

[0029] 도 1에는 종래 기술에 의한 열전모듈의 구성을 보인 종단면도가 도시되어 있다.

[0030] 도면에 도시된 바와 같이, 상기 열전모듈(10)의 상/하면에는 상부기판(11) 및 하부기판(12)이 구비된다. 상기 상부기판(11) 및 하부기판(12)은 열을 방출 또는 흡열하는 역할을 수행하는 것으로, 일정 거리만큼 상/하로 이격된 상태로 유지된다.

[0031] 상기 상부기판(11)과 하부기판(12) 사이에는 N형반도체(15) 및 P형반도체(16)가 구비된다. 상기 N형반도체(15) 및 P형반도체(16)는 열전소재를 수 ㎛ 크기로 분쇄한 후 소결 성형한 것으로, 상기 상부기판(15)과 하부기판(16) 사이에 교번하여 배치된다.

[0032] 상기 N형반도체(15) 및 P형반도체(16)와 상부기판(11) 사이에는 연결도선(17)이 구비된다. 상기 연결도선(17)은 N형반도체(15) 및 P형반도체(16)가 연결되도록 하는 구성이다.

[0033] 상기 연결도선(17)의 하측에는 금속층(25)이 구비된다. 상기 금속층(25)은 연결도선(17)으로부터 이동하는 원자가 N형반도체(15) 및 P형반도체(16)로 이동하는 것을 방지하기 위한 것으로, 상기 금속층(25)은 니켈로 형성되며, 인 또는 붕소를 소량 함유하게 된다.

[0034] 즉, 상기 금속층(25)은 열전특성의 저하를 차단하여 안정화될 수 있도록 하는 것으로, 상기 금속층(25)은 연결도선에 코팅 처리된다.

[0035] 상기 N형반도체(15) 및 P형반도체(16) 사이에는 장벽층(27)이 구비된다. 상기 장벽층(27)은 N형반도체(15) 및 P형반도체(16)가 아래에서 설명할 납땜층(26)으로부터 오염되는 것을 방지하기 위함이다.

[0036] 상기 금속층(25)과 장벽층(27) 사이에는 납땜층(26)이 구비된다. 상기 납땜층(26)은 금속층(25)과 장벽층(27)이 서로 접착된 상태를 유지하도록 하는 구성이다.

[0037] 상기 납땜층(26) 중 하측에 위치한 납땜층(26)의 하면에는 N접점(20) 및 P접점(21)이 각각 구비된다.

[0038] 상기 N접점(20)과, P접점(21)은 서로 이격된 상태로 상기 N형반도체(15) 및 P형반도체(16)의 하면에 부착된 것으로, 상기 N형반도체(15) 및 P형반도체(16)에 전원을 공급하는 역할을 수행한다.

[0039] 한편, 대한민국 특허청 등록특허 제0795374호에는 "가열 냉각용 및 발전용 박막형 열전모듈 제조방법"이 게시되어 있다.

[0040] 그러나 상기와 같이 구성되는 종래의 열전모듈은 다음과 같은 문제점이 있다.

[0041] 즉, 상기 N형반도체(15) 및 P형반도체(16)는 열전소재를 분쇄한 후 소결 공정에 의해 형성되며, 분쇄된 열전분말의 크기는 수 ㎛의 크기를 가진다.

[0042] 따라서, 열전분말의 크기가 불균일하여 소결 성형시 밀도가 낮아지게 되므로 열전성능이 저하되는 문제점이 있다.

[0043] 또한, 열전소재의 분쇄는 일반적으로 기계적인 힘을 가해 진행되므로 열전분말이 미세한 크기를 가지도록 하기 위해서는 분쇄공정에 소요되는 시간이 증가하게 되는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0044] 본 발명의 목적은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, P형반도체 및 N형반도체가 나노분말로 소결 성형되어 열전성능이 향상되도록 한 열전모듈을 제공하는 것에 있다.

[0045] 본 발명의 다른 목적은, 플라즈마아크를 이용하여 기화시킨 다음 포집하여 나노 크기의 열전분말이 형성되도록 함으로써 분말제작시 소요되는 시간이 감소되도록 한 열전모듈 제조방법을 제공하는 것에 있다.

발명의 구성 및 작용

[0046] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 열전모듈은, 상/하면을 형성하며 발열 또는 흡열하는 상부기판 및 하부기판과, 상기 상부기판 및 하부기판의 일면에 구비되어 공급된 전원의 흐름을 안내하는 전극과, 상기 전극 사이에 이격된 다수 P형반도체 및 N형반도체를 포함하여 구성되며, 상기 P형반도체 및 N형반도체를 형성하는 열전분말은 플라즈마아크 방전에 의해 형성됨을 특징으로 한다.

[0047] 상기 열전분말은 150㎚ 미만의 크기를 가지는 것을 특징으로 한다.

[0048] 상기 P형반도체 및 N형반도체는 열전분말과 유기용제가 혼합된 페이스트(paste)를 소결하여 형성한 것임을 특징으로 한다.

[0049] 본 발명에 의한 열전모듈 제조방법은, 열전모듈의 상/하면 외관을 형성하는 상부기판 또는 하부기판의 일면에 상부전극 또는 하부전극을 형성하는 전극형성단계와, 상기 상부전극과 하부전극 중 어느 하나의 일면에 P형반도체와 N형반도체를 형성하는 반도체형성단계와, 상기 상부기판과 하부기판을 접합하여 열전모듈을 형성하는 모듈형성단계를 포함하여 구성되며, 상기 반도체형성단계는, 나노 크기의 열전분말과 유기용제가 혼합된 페이스트(paste)를 스크린프린팅하여 상기 P형반도체 및 N형반도체를 형성하는 과정임을 특징으로 한다.

[0050] 또한, 열전모듈의 상/하면 외관을 형성하는 상부기판 또는 하부기판의 일면에 상부전극 또는 하부전극을 형성하는 전극형성단계와, 상기 상부전극과 하부전극의 일면에 P형반도체와 N형반도체 중 하나를 각각 형성하는 반도체형성단계와, 상기 상부기판과 하부기판을 접합하여 열전모듈을 형성하는 모듈형성단계를 포함하여 구성되며, 상기 반도체형성단계는, 나노 크기의 열전분말과 유기용제가 혼합된 페이스트(paste)를 스크린프린팅하여 상기 P형반도체 및 N형반도체를 형성하는 과정임을 특징으로 한다.

[0051] 상기 전극형성단계는, 상기 상부기판 하면에 상부전극을 형성하는 과정과,

[0052] 상기 하부기판 상면에 하부전극을 형성하는 과정으로 이루어지며, 상기 상부전극과 하부전극은 일부가 서로 겹쳐지는 위치에 형성됨을 특징으로 한다.

[0053] 상기 모듈형성단계는, 상기 상부기판과 하부기판을 형틀 내부에 장입하여 가열 가압함으로써 소결하는 과정임을 특징으로 한다.

[0054] 상기 전극형성단계 이전에는, P형반도체 및 N형반도체를 구성하게 될 열전분말을 제조하는 분말제조단계와, 열전분말을 수소 환원하는 수소환원단계와, 상기 수소환원단계를 거친 열전분말을 유기용제와 혼합하여 페이스트(paste)화 하는 페이스트단계가 구성됨을 특징으로 한다.

[0055] 상기 분말제조단계는, 열전소재를 플라즈마방전기의 조업챔버에 장입한 다음 열전소재 주위를 진공 분위기로 조성하는 방전준비과정과, 상기 조업챔버에 아르곤을 주입하여 플라즈마아크를 발생시키는 아크발생과정과, 상기 조업챔버 내부에 수소, 산소, 불활성 기체 중 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합기체를 주입하는 가스주입과정과, 상기 가스주입과정에서 주입된 기체가 열전분말이 포집되는 포집챔버 및 조업챔버를 순환하도록 하는 가스순환과정과, 상기 기체가 순환하는 동안 상기 포집챔버 내부에서 기화된 열전소재가 포집되는 분말포집과정을 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

[0056] 이와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 다양한 크기 및 형상 구현이 가능하며 두께가 얇아지는 이점이 있다.

[0057] 이하에서는 본 발명에 의한 열전모듈의 구성을 첨부된 도 2를 참조하여 설명한다.

[0058] 도 2에는 본 발명에 의한 열전모듈의 내부 구성을 보인 종단면도가 도시되어 있다.

[0059] 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명에 의한 열전모듈(100)은 상부기판(110) 및 하부기판(120)에 의해 상/하면 외관이 형성된다. 상기 상부기판(110) 및 하부기판(120)은 열전모듈(100)에 전원이 인가될 때 발열 또는 흡열 반응을 일으키는 것으로 열전도성이 좋고 일정 강도 이상을 가진 재질로 형성된다.

[0060] 상기 상부기판(110)의 하면과 하부기판(120)의 상면에는 전극(130)이 구비된다. 상기 전극(130)은 열전모듈(100)에 전원이 인가될 때 이러한 전원의 흐름을 안내하는 것으로, 상기 상부기판(110)의 하면과 접촉하는 상부전극(132)과, 상기 하부기판(120)의 상면과 접촉하는 하부전극(134)을 포함하여 구성된다.

[0061] 상기 상부전극(132) 및 하부전극(134)은 열전모듈(100)에 공급되는 전원의 손실을 최소화하기 위하여 전기전도성이 높은 재질로 형성된다. 보다 상세하게는 은(Ag)이나 구리(Cu)등 전도성이 우수한 소재로 형성됨이 바람직하다.

[0062] 그리고, 상기 상부전극(132)과 하부전극(134)의 일면에는 아래에서 설명하게 될 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)가 각각 한 개씩 이격되도록 구비된다.

[0063] 보다 상세하게는 상기 상부전극(132)의 하면 좌측에는 P형반도체(140)가 구비되며, 상기 P형반도체(140)로 부터 우측으로 이격된 곳에는 N형반도체(150)가 구비된다.

[0064] 그리고, 상기 하부전극(134)의 상면 좌측에는 N형반도체(150)가 구비되며, 상기 N형반도체(150)로부터 우측으로 이격된 곳에는 P형반도체(140)가 구비된다.

[0065] 따라서, 상기 상부기판(110) 및 하부기판(120)에 전원이 공급되면 상부기판(110)과 하부기판(120)은 서로 교차되게 연결되어 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)가 전기적으로 직렬을 이룰 수 있도록 한다.

[0066] 상기 상부전극(132)과 하부전극(134) 사이에는 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)가 구비된다. 상기 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)는 열전 특성을 가지는 열전분말과 유기용제가 혼합되어 형성된 페이스트(paste)를 소결하여 형성된 것으로, 상기 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)를 구성하는 열전분말의 재질은 일반적인 구성이므로 상세한 설명은 생략한다.

[0067] 그리고, 상기 열전분말은 열전소재를 플라즈마 아크로 방전하여 150㎚ 이하의 크기의 분말 상태로 된 것으로, 플라즈마 아크 방전을 통해 분말로 가공된 열전분말은 P형반도체 및 N형반도체의 밀도를 높여 열전성능을 향상시키기 위함이다.

[0068] 이하 상기와 같이 구성되는 열전모듈(100)을 제조하는 일실시예의 방법을 첨부된 도 3 내지 도 7을 참조하여 설명하기로 한다.

[0069] 도 3a 및 도 3b는 본 발명에 의한 열전모듈의 제조방법을 나타낸 순서도이고, 도 4는 본 발명에 의한 열전모듈 제조방법의 일실시예에 따라 변화되는 내부 모습을 보인 종단면도이며, 도 5는 본 발명에 의한 열전모듈의 제조방법에서 분말제조단계에 따라 제조된 열전분말을 나타낸 확대 사진 및 열전 성능을 보인 그래프이다.

[0070] 그리고, 도 6 및 도 7은 본 발명에 의한 열전모듈의 제조방법에서 전극형성단계, 반도체형성단계가 각각 완료시 모습을 보인 평면도이다.

[0071] 먼저, 상기 상부기판(110)과 하부기판(120)을 준비한 다음 상기 P형반도체(140) 및 N형반도체(150) 그리고 전극(130)에 사용되어질 열전소재를 미세하게 분말 상태로 만드는 과정이다.

[0072] 즉, 상기 열전소재는 플라즈마 아크 방전을 통해 150㎚ 이하의 입자크기를 가지도록 분말화된다.

[0073] 그리고, 상기 분말제조단계에서 분말화 된 열전분말은 아래에서 설명하게 될 전극형성단계(S400) 및 반도체형성단계(S500)를 위한 준비과정이다.

[0074] 한편, 상기 분말제조단계에서 열전분말을 형성하기 위한 과정을 살펴보면, 먼저 상기 열전분말을 형성하기 위한 모재가 될 열전소재를 플라즈마방전기의 조업챔버(미도시)에 장입한 다음 플라즈마방전기의 (+)전극에 연결하고, (-)전극에는 전극봉을 연결한 다음 열전소재 주위를 진공 분위기로 조성하는 방전준비과정(S110)을 실시하게 된다.

[0075] 이후 상기 조업챔버에 아르곤(Ar)을 주입하여 플라즈마아크를 발생시키는 아크발생과정(S120)이 진행된다. 이때 상기 열전소재는 금속증기 상태로 기화하게 된다.

[0076] 이런 상태에서 상기 조업챔버 내부에는 수소(H_2), 산소(O_2), 불활성 기체 중 어느 하나 또는 둘 이상을 혼합한 혼합기체를 주입하게 된다.(가스주입과정(S130))

[0077] 상기 가스주입과정(S130)이 진행됨에 따라 조업챔버 내부에서 기화된 열전소재는 일정 방향으로 유동하게 되며, 나노분말을 포집하기 위한 포집챔버(미도시)로 안내된다.

[0078] 그리고, 상기 포집챔버로 유동한 기체는 조업챔버를 경유하여 다시 포집챔버로 유입되는 가스순환과정(S140)이 진행된다.

[0079] 이와 동시에 상기 포집챔버 내부로 유입된 기화된 열전소재는 포집챔버 내부에서 나노크기의 열전분말로 응축되어 포집되는 분말포집과정(S150)이 실시된다.

[0080] 따라서, 본 발명에서 플라즈마 아크 방전을 통해 얻어진 열전분말은 도 5a에 사진과 같이 방전하여 150㎚ 미만의 크기를 가지게 되며, 도 5b의 그래프와 같이 일반적인 볼밀 가공에 의해 얻어진 열전분말과 비교할 때 열전

성능이 향상된 것을 알 수 있다.

[0081] 이후 상기 분말제조단계(S100)에서 만들어진 열전분말을 수소 환원하는 수소환원단계(S200)가 실시된다. 상기 수소환원단계(S200)는 열전분말의 열전성능을 향상시키기 위한 과정이다.

[0082] 그런 다음 수소환원단계(S200)를 거쳐 열전성능이 향상된 열전분말을 유기용제와 혼합하여 페이스트(paste)화 하는 페이스트단계(S300)가 진행된다.

[0083] 상기 유기용제는 열전모듈(100)의 제조시 사용되는 열전 분말의 소성 온도 이하에서 완전 제거가 가능한 물질을 사용하였으며, 열전 분말과 유기용제는 분말의 부피 비율이 50%-95% 가 되도록 하였다. 이러한 이유는 분말의 비가 이보다 낮으면 소결 후 내부에 많은 기공을 남기게 되고, 너무 높으면 페이스트의 유동이 나빠져서 프린팅이 용이하지 않기 때문이다.

[0084] 이후 상기 상부기판(110) 또는 하부기판(120)의 일면에 미리 준비된 메탈마스크(Metal Mask,미도시) 또는 메탈메쉬(Metal Mash,미도시)를 안착시킨 다음, 볼밀 가공된 은이나 동과 같은 금속 분말을 메탈마스크(Metal Mask) 또는 메탈메쉬(Metal Mash)로 통과시켜 전극(130)을 형성하는 전극형성단계(S400)가 진행된다.

[0085] 즉, 상기 메탈마스크(Metal Mask) 또는 메탈메쉬(Metal Mash)에는 상기 전극(130)이 형성되어질 위치에 미세한 구멍이 천공 형성되도록 하고, 이러한 미세 구멍을 통해 상기 은이나 동과 같은 금속 분말이 통과하도록 함으로써 상부기판(110) 또는 하부기판(120)의 일면에 상부전극(132) 또는 하부전극(134)이 스크린프린팅되도록 하는 과정이다.

[0086] 따라서, 상기 은이나 동과 같은 금속 분말은 스크린프린팅된 후에 상부기판(110) 또는 하부기판(120)으로부터 분리되지 않고 부착된 상태를 유지할 수 있도록, 유기용제와 혼합된 페이스트 상태로 적용되어야 함이 바람직하다.

[0087] 그리고, 상기 전극형성단계(S400)가 완료된 상부전극(132) 또는 하부전극(134)은 도 4에서 볼 때 맨 위 도면과 같은 종단면을 나타내며, 도 6과 같이 등간격으로 이격된 상태가 된다.

[0088] 이후 상기 상부전극(132) 하면 또는 하부전극(134) 상면(본 발명의 실시예에서는 하부전극(134) 상면이 적용됨)에 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)를 형성하는 반도체형성단계(S500)가 실시된다.

[0089] 즉, 상기 반도체형성단계(S500)는 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)가 하부전극(134) 상면에 각각 이격된 상태로 동시에 형성되도록 하는 것으로, 상기 전극형성단계(S400)와 마찬가지로 스크린프린팅에 의해 진행된다.

[0090] 보다 상세하게는, 상기 하부전극(134) 상면에 전극(130)의 형성을 위해 미리 준비된 메탈마스크(Metal Mask) 또는 메탈메쉬(Metal Mash)를 안착시키고, 이러한 메탈마스크 또는 메탈메쉬를 상기 페이스트가 통과하도록 함으로써 하부전극(134) 상면에 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)를 형성하는 과정이다.

[0091] 따라서, 상기 반도체형성단계(S500)에서 사용되는 메탈마스크(Metal Mask) 또는 메탈메쉬(Metal Mash)에는 P반도체 및 N형반도체(150)가 형성되어질 위치에 미세한 구멍이 천공 형성되어야 함은 자명하다.

[0092] 그리고, 상기 반도체형성단계(S500)가 완료된 하부기판(120)은 도 4에서 볼 때 위에서 아래로 두번째 도면과 같은 상태가 되며, 도 7에 보여지는 바와 같이 하부전극(134) 전방 상/하부에 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)가 이격된 상태로 형성되어지게 된다.

[0093] 상기 전극(130) 위에 형성된 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)는 250℃ 이하의 온도의 비산화성 분위기중에서 1-3시간동안 탈바인딩 처리되어 열전분말과 혼합된 유기 용제가 제거된다.

[0094] 이후 상기 전극형성단계(S400)에서 상부전극(132)이 형성된 상부기판(110)과, 상기 반도체형성단계(S500)에서 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)가 동시에 형성된 하부기판(120)을 접합하여 모듈을 형성하는 모듈형성단계(S600)가 실시된다.

[0095] 상기 모듈형성단계(S600)는 미리 준비된 형틀(미도시)에 상기 전극형성단계에서 상부전극(132)이 형성된 상부기판(110)과, 상기 반도체형성단계(S500)에서 P형반도체(140) 및 N형반도체(150)가 형성된 하부기판(120)을 도 4의 맨 아래 도면과 같이 서로 마주보도록 한 다음 미리 준비된 형틀 내부에 안착시킨 상태에서 가열 가압하여 소결하는 과정이다.

[0096] 가열 가압 소결 공정은 통상 열전 분말이 소결되는 온도 범위에서 하였으며, 본 발명에서 사용한 Bi-Te-Sb 혹은 Bi-Te-Se계에서는 300 - 550℃의 온도 범위에서 실시하였다. 이때 분위기는 초기에는 진공을 사용하였고, 나중

소결 단계에서 비 산화성 분위기를 사용하였다.

[0097] 이하 상기 열전모듈(100)이 다른 실시예로 제조되는 과정을 첨부된 도 8 및 도 9를 참조하여 설명한다.

[0098] 도 8에는 본 발명에 의한 열전모듈 제조방법의 다른 실시예에 따라 변화되는 내부 모습을 보인 종단면도가 도시되어 있고, 도 9에는 본 발명에 의한 열전모듈의 제조방법에서 반도체형성단계의 일실시예가 완료시 모습을 보인 평면도가 도시되어 있다.

[0099] 상기 열전모듈(100)의 다른 실시예의 제조방법에서는 일실시예와 비교할 때 동일한 과정에 대해서는 상세한 설명은 생략하기로 하며, 차이점이 있는 반도체형성단계(S500) 및 모듈형성단계(S600)에 대해서 설명한다.

[0100] 다른 실시예의 반도체형성단계(S500)에서는 상부전극(132)이 형성된 상부기판(110)의 하면에는 N형반도체(150)를 형성하고, 하부전극(134)이 형성된 하부기판(120)의 상면에는 P형반도체(140)를 형성하며, 상기 N형반도체(150)와 P형반도체(140)는 미리 준비된 메탈마스크(Metal Mask) 또는 메탈메쉬(Metal Mash)를 이용하여 스크린 프린팅된다.

[0101] 즉, 상기 메탈마스크(Metal Mask) 또는 메탈메쉬(Metal Mash)는 N형반도체(150)를 형성하기 위한 것과 P형반도체(140)를 형성하기 위한 것 한 쌍이 구비되며, 상기 한 쌍의 메탈마스크 또는 메탈메쉬는 미세구멍이 서로 일치하지 않게 천공 형성된다.

[0102] 보다 상세하게는 한 쌍의 메탈마스크에 형성된 미세구멍은 전극의 일면에 P형반도체(140)과 N형반도체(150) 중 어느 하나만을 형성하기 위한 것이므로, 한 쌍의 메탈마스크를 서로 겹쳤을 때 각각에 형성된 미세구멍은 서로 연통되지 않게 된다.

[0103] 따라서, 상기 메탈마스크 또는 메탈메쉬를 이용하여 스크린프린팅되어 형성된 P형반도체(140)와 N형반도체(150)는 도 8의 하측에 도시된 단면도와 같이 서로 같은 전극내에 한 쌍으로 일치하지 않는 수직선 상에 위치하게 되며, 이격된 상태를 유지하게 된다.

[0104] 이후 상기 반도체형성단계(S500)에서 N형반도체(150)가 형성된 상부기판(110)과, P형반도체(140)가 형성된 하부기판(120)을 도 8의 하측 단면도와 같이 마주보도록 형틀(미도시) 내부에 안착시킨 다음, 가열 가압하여 소결함으로써 모듈형성단계(S600)를 완료하게 된다.

[0105] 상기 가열 가압 소결 공정은 통상 열전 분말이 소결되는 온도 범위에서 하였으며, 본 발명에서 사용한 Bi-Te-Sb 혹은 Bi-Te-Se계에서는 300 - 550℃의 온도 범위에서 실시하였다. 이때 분위기는 초기에는 진공을 사용하였고, 나중 소결 단계에서 비 산화성 분위기를 사용하였다.

[0106] 이러한 본 발명의 범위는 상기에서 예시한 실시예에 한정하지 않고, 상기와 같은 기술범위 안에서 당업계의 통상의 기술자에게 있어서는 본 발명을 기초로 하는 많은 변형이 가능할 것이다.

[0107] 예를 들어 본 발명의 일실시예에서는, 반도체형성단계(S500)에서 하부전극(134) 상면에 N형반도체(150)와 P형반도체(140)가 이격된 상태로 동시에 형성되도록 구성하였으나, 필요에 따라서는 상부전극(132) 하면에 N형반도체(150)와 P형반도체(140)가 형성되도록 구성할 수도 있음은 자명하다.

[0108] 본 발명의 다른 실시예에서는, 반도체형성단계(S500)에서 상부전극(132) 하면에는 N형반도체(150)가 하부전극(134) 상면에는 P형반도체(140)가 형성되도록 구성하였으나, N형반도체(150)와 P형반도체(140)의 형성 위치가 반대가 되도록 구성하는 것도 가능할 것이다.

발명의 효과

[0109] 위에서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명에 의한 열전모듈에서는, P형반도체 및 N형반도체가 나노 크기의 열전분말로 소결 성형된다.

[0110] 따라서, P형반도체 및 N형반도체의 밀도가 높아져 열전성능이 향상되는 이점이 있다.

[0111] 또한, 열전분말은 플라즈마 아크 방전에 의해 형성되므로 분말 형성시간이 단축되어 생산성이 향상되는 이점이 있다.

[0112] 뿐만 아니라, P형반도체 및 N형반도체가 스크린프린팅 공법으로 형성됨으로 열전소자의 박막화가 가능한 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0001] 도 1 은 종래 기술에 의한 열전모듈의 구성을 보인 종단면도.

[0002] 도 2 는 본 발명에 의한 열전모듈의 내부 구성을 보인 종단면도.

[0003] 도 3a 는 본 발명에 의한 열전모듈의 제조방법을 나타낸 순서도.

[0004] 도 3b 는 본 발명에 의한 열전모듈의 제조방법에서 일 단계인 분말제조단계를 상세히 나타낸 순서도.

[0005] 도 4 는 본 발명에 의한 열전모듈 제조방법의 일실시예에 따라 변화되는 내부 모습을 보인 종단면도.

[0006] 도 5a 는 본 발명에 의한 열전모듈의 제조방법에서 분말제조단계에 따라 제조된 열전분말을 나타낸 확대 사진.

[0007] 도 5b 는 본 발명에 의한 열전모듈의 제조방법에서 분말제조단계에 따라 제조된 열전분말의 열전 성능을 나타낸 그래프.

[0008] 도 6 은 본 발명에 의한 열전모듈의 제조방법에서 전극형성단계 완료시 모습을 보인 평면도.

[0009] 도 7 은 본 발명에 의한 열전모듈의 제조방법에서 반도체형성단계의 일실시예 완료시 모습을 보인 평면도.

[0010] 도 8 은 본 발명에 의한 열전모듈 제조방법의 다른 실시예에 따라 변화되는 내부 모습을 보인 종단면도.

[0011] 도 9 는 본 발명에 의한 열전모듈의 제조방법에서 반도체형성단계의 일실시예 완료시 모습을 보인 평면도.

[0012] * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

[0013] 100. 열전모듈 110. 상부기판

[0014] 120. 하부기판 130. 전극

[0015] 132. 상부전극 134. 하부전극

[0016] 140. P형반도체 150. N형반도체

[0017] S100. 분말제조단계 S110. 방전준비과정

[0018] S120. 아크발생과정 S130. 가스주입과정

[0019] S140. 가스순환과정 S150. 분말포집과정

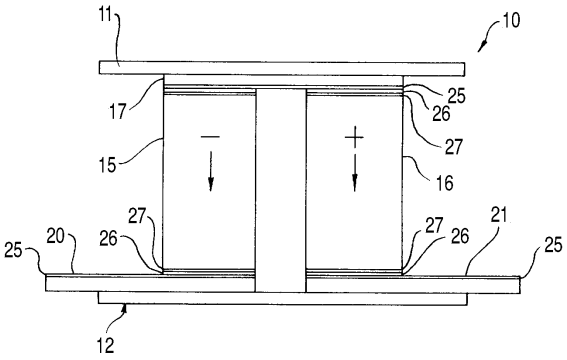
[0020] S200. 수소환원단계 S300. 페이스트단계

[0021] S400. 전극형성단계 S500. 반도체형성단계

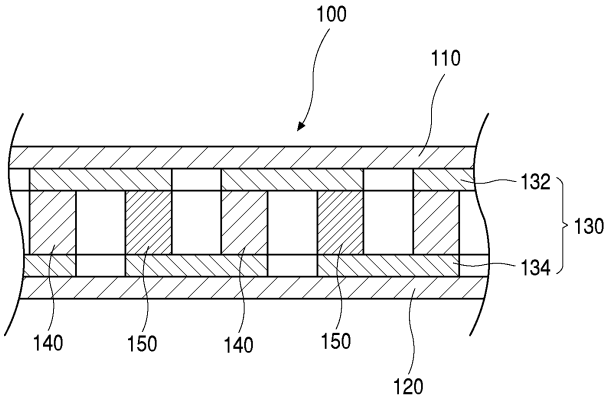
[0022] S600. 모듈형성단계

도면

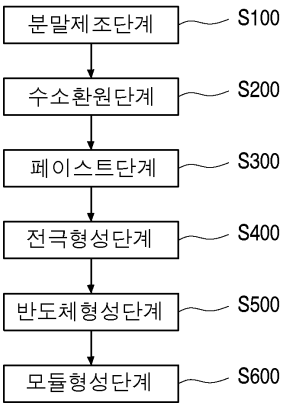
도면1



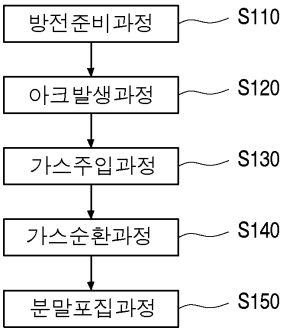
도면2



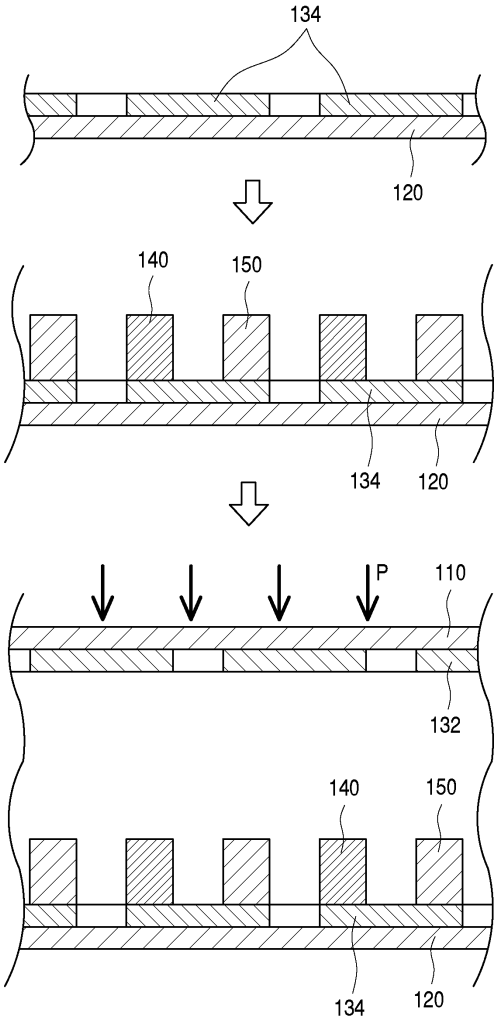
도면3a



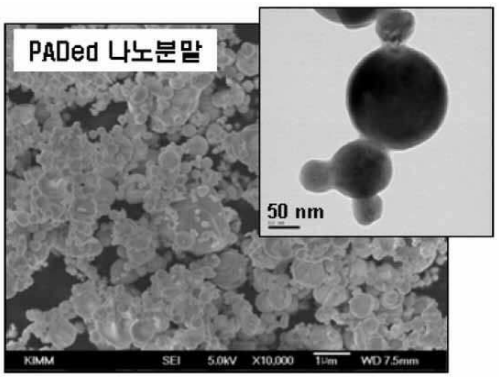
도면3b



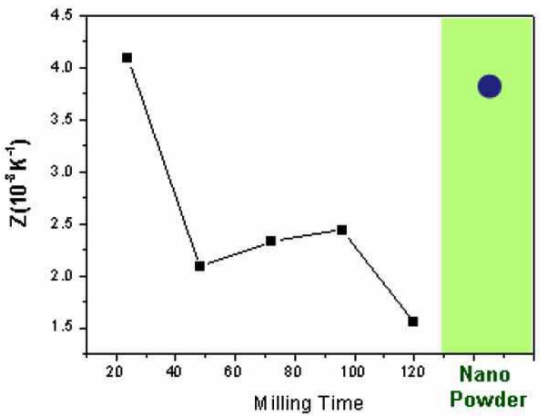
도면4


134
120
140
150
134
120
P
110
132
140
150
134
120

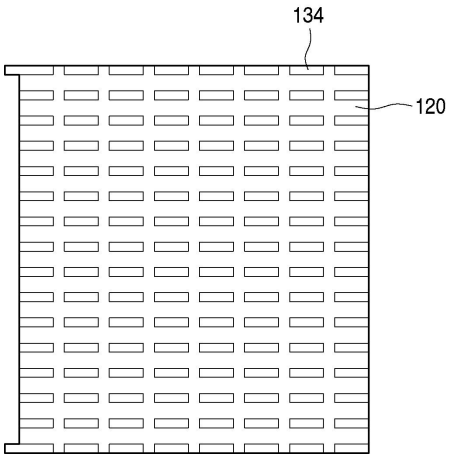
도면5a


PADed 나노분말
50 nm
KIMM
SEI
5.0kV
X10,000
1um
WD 7.5mm

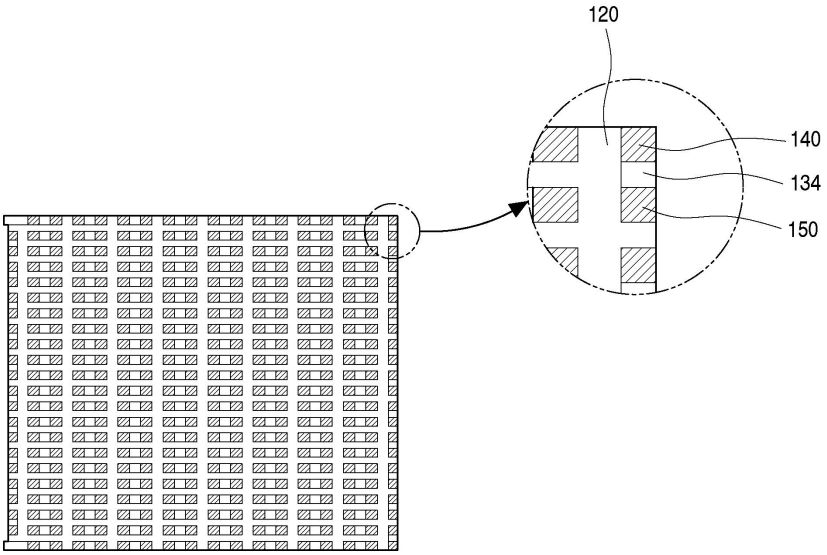
도면5b


4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
Z(10^{-3}K^{-1})
20
40
60
80
100
120
Milling Time
Nano
Powder

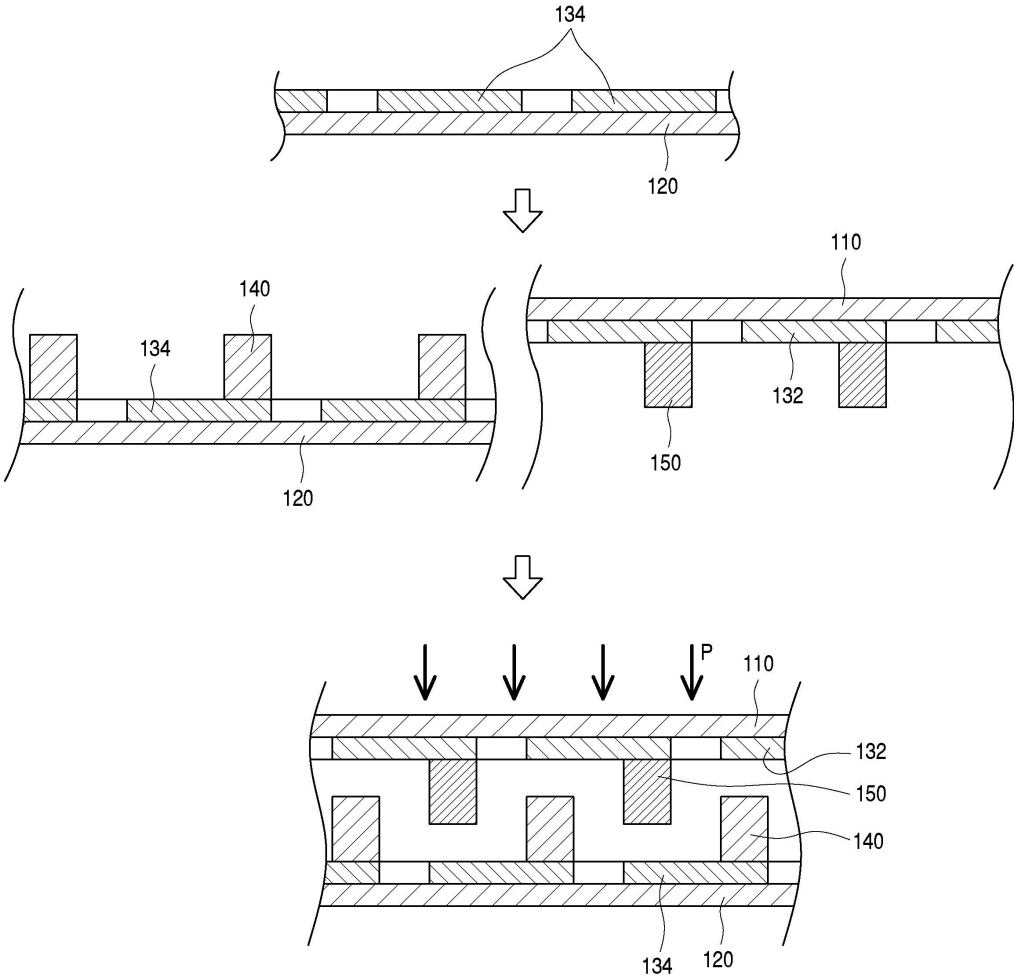
도면6


134
120

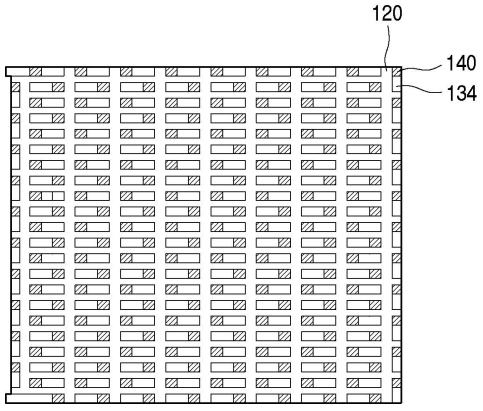
도면7


120
140
134
150

도면8


134
120
140
134
120
110
132
150
P
110
132
150
140
134
120

도면9


120
140
134