



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0010647
(43) 공개일자 2017년02월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 35/30 (2006.01) *H01L 35/02* (2006.01)
H01L 35/16 (2006.01) *H01L 35/18* (2006.01)
H01L 35/32 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
H01L 35/30 (2013.01)
H01L 35/02 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0102563
 (22) 출원일자 2015년07월20일
 심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지이노텍 주식회사
 서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
 (72) 발명자
윤상인
 서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
김성철
 서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
노명래
 서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
 (74) 대리인
특허법인다나

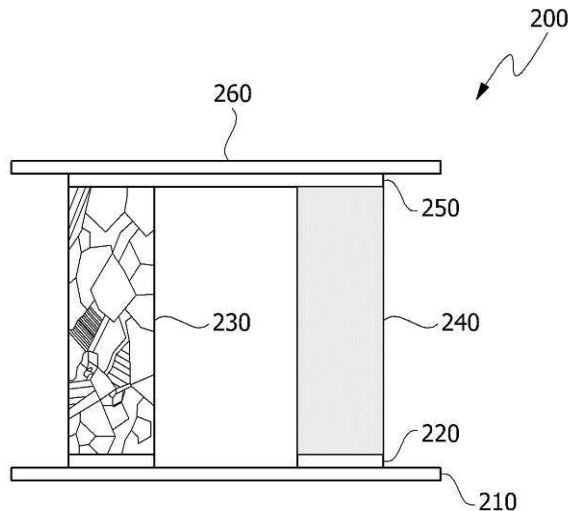
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 열전 소자 및 이를 포함하는 냉각 장치

(57) 요약

본 발명의 한 실시예에 따른 열전 소자는 제1 기판, 상기 제1 기판 상에 교대로 배치되는 복수의 P형 열전 레그 및 복수의 N형 열전 레그, 상기 복수의 P형 열전 레그 및 상기 복수의 N형 열전 레그 상에 배치되는 제2 기판, 그리고 상기 복수의 P형 열전 레그 및 복수의 N형 열전 레그를 직렬 연결하는 복수의 전극을 포함하며, $2\theta=20$ 내지 60° 범위의 XRD(X-ray Diffraction) 분석에서 상기 N형 열전 레그의 피크 개수와 상기 P형 열전 레그의 피크 개수는 서로 상이하다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

H01L 35/16 (2013.01)

H01L 35/18 (2013.01)

H01L 35/32 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제1 기관,

상기 제1 기관 상에 교대로 배치되는 복수의 P형 열전 레그 및 복수의 N형 열전 레그,

상기 복수의 P형 열전 레그 및 상기 복수의 N형 열전 레그 상에 배치되는 제2 기관, 그리고

상기 복수의 P형 열전 레그 및 복수의 N형 열전 레그를 직렬 연결하는 복수의 전극을 포함하며,

$2\theta=20$ 내지 60° 범위의 XRD(X-ray Diffraction) 분석에서 상기 N형 열전 레그의 피크 개수와 상기 P형 열전 레그의 피크 개수는 서로 상이한 열전 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 N형 열전 레그의 유효 피크 개수는 상기 P형 열전 레그의 유효 피크 개수보다 적으며, 상기 유효 피크는 전체 피크의 인텐시티(Intensity) 100%에 대하여 4% 이상을 차지하는 피크인 열전 소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 N형 열전 레그의 유효 피크 개수와 상기 P형 열전 레그의 유효 피크 개수 간의 차는 6개 이상인 열전 소자.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 N형 열전 레그의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티는 상기 P형 열전 레그의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티보다 높은 열전 소자.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 N형 열전 레그의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티와 상기 P형 열전 레그의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티 간의 차는 50% 이상인 열전 소자.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 N형 열전 레그의 유효 피크 중 가장 높은 피크는 (0,0,X)면에서 나타나며, X는 임의의 수인 열전 소자.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 N형 열전 레그의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티는 전체 인텐시티 100%에 대하여 90% 이상인 열전 소자.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 N형 열전 레그 및 상기 P형 열전 레그는 비스무스텔루라이드(Bi-Te)를 포함하는 열전 소자.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 N형 열전 레그는 (0,0,15)면에서 가장 높은 피크를 가지고, 상기 P형 열전 레그는 (0,1,5)면에서 가장 높은 피크를 가지는 열전 소자.

청구항 10

제2항에 있어서,

상기 N형 열전 레그의 결정형상은 상기 P형 열전 레그의 결정형상보다 균일한 열전 소자.

청구항 11

제2항에 있어서,

상기 N형 열전 레그의 열전도도는 상기 P형 열전 레그의 열전도도보다 높은 열전 소자.

청구항 12

제2항에 있어서,

상기 N형 열전 레그는 존 멜팅(Zone melting) 방식으로 제작되고, 상기 P형 열전 레그는 분말 소결 방식으로 제작된 열전 소자.

청구항 13

제1 기판,

상기 제1 기판 상에 교대로 배치되는 복수의 P형 열전 레그 및 복수의 N형 열전 레그,

상기 복수의 P형 열전 레그 및 상기 복수의 N형 열전 레그 상에 배치되는 제2 기판, 그리고

상기 복수의 P형 열전 레그 및 복수의 N형 열전 레그를 직렬 연결하는 복수의 전극을 포함하며,

$2\theta=20$ 내지 60° 범위의 XRD(X-ray Diffraction) 분석에서 상기 N형 열전 레그의 피크 개수와 상기 P형 열전 레그의 피크 개수는 서로 상이한 열전 소자를 포함하는 냉각 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 열전 소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는 열전 소자 및 이를 포함하는 냉각 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 열전현상은 재료 내부의 전자(electron)와 정공(hole)의 이동에 의해 발생하는 현상으로, 열과 전기 사이의 직접적인 에너지 변환을 의미한다.

[0003] 열전 소자는 열전현상을 이용하는 소자를 총칭하며, 전기저항의 온도 변화를 이용하는 소자, 온도 차에 의해 기전력이 발생하는 현상인 제백 효과를 이용하는 소자, 전류에 의한 흡열 또는 발열이 발생하는 현상인 펠티에 효과를 이용하는 소자 등이 있다.

[0004] 열전 소자는 가전제품, 전자부품, 통신용 부품 등에 다양하게 적용되고 있으며, 열전 소자의 열전성능에 대한 요구는 점점 더 높아지고 있다.

[0005] 열전소자는 기판, 전극 및 열전 레그를 포함한다. 열전 레그는 열전소자의 성능을 좌우하는 중요한 지표일 수 있다. 열전 소자가 펠티에 효과를 이용하는 소자인 경우, 외부에서 전압을 가해주었을 때 P형 열전 레그의 정공과 N형 열전 레그의 전자가 이동하여 발열과 흡열을 일으킨다.

[0006] 이때, P형 열전 레그와 N형 열전 레그는 열전 재료의 차이로 인하여 전기전도도가 상이하므로, 성능에 한계가

있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 성능이 향상된 열전 소자 및 이를 포함하는 냉각 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 한 실시예에 따른 열전 소자는 제1 기관, 상기 제1 기관 상에 교대로 배치되는 복수의 P형 열전 레그 및 복수의 N형 열전 레그, 상기 복수의 P형 열전 레그 및 상기 복수의 N형 열전 레그 상에 배치되는 제2 기관, 그리고 상기 복수의 P형 열전 레그 및 복수의 N형 열전 레그를 직렬 연결하는 복수의 전극을 포함하며, $2\theta=20$ 내지 60° 범위의 XRD(X-ray Diffraction) 분석에서 상기 N형 열전 레그의 피크 개수와 상기 P형 열전 레그의 피크 개수는 서로 상이하다.

[0009] 상기 N형 열전 레그의 유효 피크 개수는 상기 P형 열전 레그의 유효 피크 개수보다 적으며, 상기 유효 피크는 전체 피크의 인텐시티(Intensity) 100%에 대하여 4% 이상을 차지하는 피크일 수 있다.

[0010] 상기 N형 열전 레그의 유효 피크 개수와 상기 P형 열전 레그의 유효 피크 개수 간의 차는 6개 이상일 수 있다.

[0011] 상기 N형 열전 레그의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티는 상기 P형 열전 레그의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티보다 높을 수 있다.

[0012] 상기 N형 열전 레그의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티와 상기 P형 열전 레그의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티 간의 차는 50% 이상일 수 있다.

[0013] 상기 N형 열전 레그의 유효 피크 중 가장 높은 피크는 (0,0,X)면에서 나타나며, X는 임의의 수일 수 있다.

[0014] 상기 N형 열전 레그의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티는 전체 인텐시티 100%에 대하여 90% 이상일 수 있다.

[0015] 상기 N형 열전 레그 및 상기 P형 열전 레그는 비스무스텔루라이드(Bi-Te)를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 N형 열전 레그는 (0,0,15)면에서 가장 높은 피크를 가지고, 상기 P형 열전 레그는 (0,1,5)면에서 가장 높은 피크를 가질 수 있다.

[0017] 상기 N형 열전 레그의 결정형상은 상기 P형 열전 레그의 결정형상보다 균일할 수 있다.

[0018] 상기 N형 열전 레그의 열전도도는 상기 P형 열전 레그의 열전도도보다 높을 수 있다.

[0019] 상기 N형 열전 레그는 존 멜팅(Zone melting) 방식으로 제작되고, 상기 P형 열전 레그는 분말 소결 방식으로 제작될 수 있다.

[0020] 본 발명의 한 실시예에 따른 냉각 장치는 제1 기관, 상기 제1 기관 상에 교대로 배치되는 복수의 P형 열전 레그 및 복수의 N형 열전 레그, 상기 복수의 P형 열전 레그 및 상기 복수의 N형 열전 레그 상에 배치되는 제2 기관, 그리고 상기 복수의 P형 열전 레그 및 복수의 N형 열전 레그를 직렬 연결하는 복수의 전극을 포함하며, $2\theta=20$ 내지 60° 범위의 XRD(X-ray Diffraction) 분석에서 상기 N형 열전 레그의 피크 개수와 상기 P형 열전 레그의 피크 개수는 서로 상이한 열전 소자를 포함한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 실시예에 따르면, 성능이 우수한 열전 소자를 얻을 수 있다. 특히, P형 열전 레그와 N형 열전 레그의 열전도도 및 전기전도도를 최적화시켜, 높은 제벡지수(ZT)를 가지는 열전 소자를 얻을 수 있다. 이에 따라, 냉각 성능이 우수한 냉각 장치를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 열전소자의 단면도이다.

- 도 2는 열전소자의 사시도이다.
- 도 3은 존 벨팅 방식에 따라 제작된 N형 열전 레그의 SEM 사진이다.
- 도 4는 존 벨팅 방식에 따라 제작된 P형 열전 레그의 SEM 사진이다.
- 도 5는 분말 소결 방식에 따라 제작된 N형 열전 레그의 SEM 사진이다.
- 도 6은 분말 소결 방식에 따라 제작된 P형 열전 레그의 SEM 사진이다.
- 도 7은 본 발명의 한 실시예에 따른 열전소자의 단면도이다.
- 도 8은 본 발명의 한 실시예에 따른 열전소자의 사시도이다.
- 도 9는 본 발명의 한 실시예에 따른 N형 열전 레그의 XRD 분석 결과이다.
- 도 10은 본 발명의 한 실시예에 따른 P형 열전 레그의 XRD 분석 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0024] 제2, 제1 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제2 구성요소는 제1 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제1 구성요소도 제2 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0025] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0026] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0027] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0029] 도 1은 열전소자의 단면도이고, 도 2는 열전소자의 사시도이다.
- [0030] 도 1 내지 2를 참조하면, 열전소자(100)는 하부 기관(110), 하부 전극(120), P형 열전 레그(130), N형 열전 레그(140), 상부 전극(150) 및 상부 기관(160)을 포함한다.
- [0031] 하부 전극(120)은 하부 기관(110)과 P형 열전 레그(130) 및 N형 열전 레그(140)의 하부 바닥면 사이에 배치되고, 상부 전극(150)은 상부 기관(160)과 P형 열전 레그(130) 및 N형 열전 레그(140)의 상부 바닥면 사이에 배치된다. 이에 따라, 복수의 P형 열전 레그(130) 및 복수의 N형 열전 레그(140)는 하부 전극(120) 및 상부 전극(150)에 의하여 전기적으로 연결된다.
- [0032] 예를 들어, 리드선을 통하여 하부 전극(120) 및 상부 전극(150)에 직류 전압을 인가하면, 펠티에 효과로 인하여

P형 열전 레그(130)로부터 N형 열전 레그(140)로 전류가 흐르는 기관은 열을 흡수하여 냉각부로 작용하고, N형 열전 레그(140)로부터 P형 열전 레그(130)로 전류가 흐르는 기관은 가열되어 발열부로 작용할 수 있다.

[0033] 여기서, P형 열전 레그(130) 및 N형 열전 레그(140)는 비스무스(Bi) 및 텔루륨(Ti)을 주원료로 포함하는 비스무스텔루라이드(Bi-Te)계 열전 레그일 수 있다.

[0034] 본 발명의 한 실시예에 따른 열전 소자의 성능은 제백 지수로 나타낼 수 있다. 제백 지수(ZT)는 수학적 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 1

$$ZT = \alpha^2 \cdot \sigma \cdot T/k$$

[0035]

[0036] 여기서, α 는 제백계수[V/K]이고, σ 는 전기 전도도[S/m]이며, $\alpha^2 \sigma$ 는 파워 인자(Power Factor, [W/mK²])이다. 그리고, T는 온도이고, k는 열전도도[W/mK]이다. k는 $a \cdot c_p \cdot \rho$ 로 나타낼 수 있으며, a는 열확산도[cm²/S]이고, c_p 는 비열[J/gK]이며, ρ 는 밀도[g/cm³]이다.

[0037] 열전 소자의 제백 지수를 얻기 위하여, Z미터를 이용하여 Z 값(V/K)을 측정하며, 측정한 Z값을 이용하여 제백 지수(ZT)를 계산할 수 있다. 열전 레그는 열전 소자의 제백 지수에 영향을 미칠 수 있다.

[0038] 한편, 열전 레그는 존 멜팅(zone melting) 방식 또는 분말 소결 방식에 따라 제작될 수 있다. 존 멜팅 방식에 따르면, 열전 소재를 이용하여 잉곳(ingot)을 제조한 후, 잉곳에 천천히 열을 가하여 단일의 방향으로 입자가 재배열되도록 리파이닝하고, 천천히 냉각시키는 방법으로 열전 레그를 얻는다. 분말 소결 방식에 따르면, 열전 소재를 이용하여 잉곳을 제조한 후, 잉곳을 분쇄하고 체거름하여 열전 레그용 분말을 획득하고, 이를 소결하는 과정을 통하여 열전 레그를 얻는다.

[0039] 도 3은 존 멜팅 방식에 따라 제작된 N형 열전 레그의 SEM 사진이고, 도 4는 존 멜팅 방식에 따라 제작된 P형 열전 레그의 SEM 사진이며, 도 5는 분말 소결 방식에 따라 제작된 N형 열전 레그의 SEM 사진이고, 도 6은 분말 소결 방식에 따라 제작된 P형 열전 레그의 SEM 사진이다.

[0040] 표 1은 존 멜팅 방식에 따라 제작된 열전 레그 및 분말 소결 방식에 따라 제작된 열전 레그의 특성을 나타낸다.

표 1

구분	존 멜팅 방식		분말 소결 방식	
	N형 열전 레그	P형 열전 레그	N형 열전 레그	P형 열전 레그
전기전도도(S/m)	100,000~110,000	80,000~90,000	70,000~80,000	90,000~100,000
제백계수(uV/K)	200±10	210±10	210±10	200±10
열전도도(W/mK)	1.2~1.6	1.2~1.6	0.9~1.1	0.9~1.1

[0042] 도 3 내지 6 및 표 1을 참조하면, 존 멜팅 방식에 따라 제작된 열전 레그의 결정형상과 분말 소결 방식에 따라 제작된 열전 레그의 결정형상은 서로 상이하다. 즉, 존 멜팅 방식에 따라 제작된 열전 레그의 결정형상은 분말 소결 방식에 따라 제작된 열전 레그의 결정형상보다 균일하다. 이와 같이, 존 멜팅 방식에 따라 열전 레그를 제작하면 일정한 방향으로 형성된 단결정의 결정형상을 얻을 수 있으며, 분말 소결 방식에 따라 열전 레그를 제작하면 여러 방향으로 형성된 다결정의 결정형상을 얻을 수 있다.

[0043] 한편, 열전 레그를 존 멜팅 방식으로 제작하는 경우, Bi 및 Te의 결합력이 낮아 강도가 취약하며, 열전도도가 높아 높은 제백 지수(ZT)를 얻기 어려운 문제가 있다. 또한, 열전 레그를 분말 소결 방식으로 제작하는 경우, 강도 및 낮은 열전도도를 가질 수 있으나, N형 열전 레그의 경우 열전 재료의 특성으로 인하여 전기전도도가 매우 낮게 나타나므로, 높은 제백 지수(ZT)를 얻기 어려운 문제가 있다. 이에 반해, P형 열전 레그의 경우 분말 소결 방식으로 제작하더라도 높은 전기전도도를 가질 수 있으며, 분말 소결 방식으로 제작한 P형 열전 레그의 경우 높은 냉각 성능을 얻을 수 있다.

- [0044] 이에 따라, 본 발명의 실시예에서는 열전 소자에 포함되는 P형 열전 레그와 N형 열전 레그를 서로 다른 방식으로 제작하여 전기 전도도 및 열전도도를 최적화하고자 한다.
- [0045] 도 7은 본 발명의 한 실시예에 따른 열전소자의 단면도이고, 도 8은 본 발명의 한 실시예에 따른 열전소자의 사시도이다.
- [0046] 도 7 내지 8을 참조하면, 열전소자(200)는 하부 기관(210), 하부 전극(220), P형 열전 레그(230), N형 열전 레그(240), 상부 전극(250) 및 상부 기관(260)을 포함한다.
- [0047] 하부 전극(220)은 하부 기관(210)과 P형 열전 레그(230) 및 N형 열전 레그(240)의 하부 바닥면 사이에 배치되고, 상부 전극(250)은 상부 기관(260)과 P형 열전 레그(230) 및 N형 열전 레그(240)의 상부 바닥면 사이에 배치된다. 이에 따라, 복수의 P형 열전 레그(230) 및 복수의 N형 열전 레그(240)는 교대로 배치되며 하부 전극(220) 및 상부 전극(250)에 의하여 전기적으로 연결된다.
- [0048] 예를 들어, 리드선을 통하여 하부 전극(220) 및 상부 전극(250)에 직류 전압을 인가하면, 펠티에 효과로 인하여 P형 열전 레그(230)로부터 N형 열전 레그(240)로 전류가 흐르는 기관은 열을 흡수하여 냉각부로 작용하고, N형 열전 레그(240)로부터 P형 열전 레그(230)로 전류가 흐르는 기관은 가열되어 발열부로 작용할 수 있다.
- [0049] 이를 위하여, 하부 기관(210) 및 상부 기관(260)은 금속 기관, 예를 들어 Cu 기관, Cu 합금 기관, Cu-Al 합금 기관, Al₂O₃ 기관 등일 수 있다. 그리고, 하부 전극(220) 및 상부 전극(250)은 Cu, Ag, Ni 등의 전극 재료를 포함할 수 있으며, 두께는 0.01mm 내지 0.3mm 범위일 수 있다. 도시되지 않았으나, 하부 기관(210)과 하부 전극(220) 사이 및 상부 기관(260)과 상부 전극(250) 사이에는 유전체층이 형성될 수도 있다.
- [0050] 여기서, P형 열전 레그(230) 및 N형 열전 레그(240)는 비스무스(Bi) 및 텔루륨(Ti)을 주원료로 포함하는 비스무스텔루라이드(Bi-Te)계 열전 레그일 수 있다. 예를 들어, P형 열전 레그(230)는 안티몬(Sb), 니켈(Ni), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 은(Ag), 납(Pb), 붕소(B), 갈륨(Ga) 및 인듐(In) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 그리고, N형 열전 레그(240)는 셀레늄(Se), 니켈(Ni), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 은(Ag), 납(Pb), 붕소(B), 갈륨(Ga) 및 인듐(In) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0051] 이때, P형 열전 레그(230)의 결정형상과 N형 열전 레그(240)의 결정형상은 서로 상이하다. 즉, N형 열전 레그(240)는 도 3에서 예시된 결정형상을 가지며, P형 열전 레그(230)는 도 6에서 예시된 결정형상을 가진다. 이와 같이, N형 열전 레그(240)의 결정형상은 P형 열전 레그(230)의 결정형상보다 균일하다. 즉, N형 열전 레그(240)의 결정은 균일한 방향으로 형성되고, P형 열전 레그(230)의 결정은 N형 열전 레그(240)의 결정에 비하여 다양한 방향으로 형성된다. 이를 위하여, N형 열전 레그(240)는 존 멜팅 방식에 따라 제작되며, 전기전도도(S/m)가 100,000~110,000이고, 제백계수(uV/K)가 200±10이며, 열전도도(W/mK)가 1.2 내지 1.6인 특성을 가질 수 있다. 그리고, P형 열전 레그(230)는 분말 소결 방식에 따라 제작되며, 전기전도도(S/m)가 90,000~100,000이고, 제백계수(uV/K)가 200±10이며, 열전도도(W/mK)가 0.9 내지 1.1인 특성을 가질 수 있다. 이에 따라, 열전도도 및 전기전도도를 최적화하여 P형 열전 레그(230) 및 N형 열전 레그(240)를 포함하는 열전 소자의 열전 성능 및 냉각 성능을 높일 수 있다.
- [0052] 이때, P형 열전 레그(230)와 N형 열전 레그(240)의 XRD(X-ray Diffraction) 분석 결과는 서로 상이하다.
- [0053] 도 9는 본 발명의 한 실시예에 따른 N형 열전 레그의 XRD 분석 결과를 나타내는 그래프이고, 도 10은 본 발명의 한 실시예에 따른 P형 열전 레그의 XRD 분석 결과를 나타내는 그래프이다. 그리고, 표 2는 도 9에 따른 그래프의 분석 결과 값이고, 표 3은 도 10에 따른 그래프의 분석 결과 값이다.

표 2

2-theta(deg)	d (Å)	Height(cps)	Int. I(cps deg)	Int. %	FWHM(deg)	Phase name
27.903	3.1948	299	157	0.47	0.29	Bismuth Antimony Tellurium Selenide, (0,1,5)
44.8571	2.01892	242845	32711	97.51	0.1034	Bismuth Antimony Tellurium Selenide, (0,0,15)
54.235	1.6899	2548	679	2.02	0.20	Bismuth Antimony Tellurium Selenide, (0,0,18)

표 3

2-theta(deg)	d (Å)	Height(cps)	Int. I(cps deg)	Int. %	FWHM(deg)	Phase name
26.441	3.368	79	46	1.45	0.43	Bismuth Antimony Telluride, (0,0,9)
28.193	3.1627	3058	1167	36.90	0.234	Bismuth Antimony Telluride, (0,1,5)
33.72	2.6557	133	59.4	1.88	0.31	Bismuth Antimony Telluride, (0,1,8)
38.254	2.3508	1324	914	28.90	0.517	Bismuth Antimony Telluride, (1,0,10)
40.68	2.2159	160	69	2.18	0.396	Bismuth Antimony Telluride, (0,1,11)
42.121	2.1435	402	183	5.79	0.352	Bismuth Antimony Telluride, (1,1,0)
44.692	2.0260	294	216	6.83	0.667	Bismuth Antimony Telluride, (0,0,15)
45.89	1.9760	149	129	4.08	0.79	Bismuth Antimony Telluride, (1,0,13)
51.379	1.7769	215	128	4.05	0.449	Bismuth Antimony Telluride, (2,0,5)
54.15	1.6925	121	117	3.70	0.88	Bismuth Antimony Telluride, (0,2,7)
58.195	1.5840	286	134	4.24	0.325	Bismuth Antimony Telluride, (0,2,10)

[0055] 도 9 내지 10, 그리고 표 2 내지 3을 참조하면, $2\theta=20$ 내지 60° 범위의 XRD(X-ray Diffraction) 분석에서 N형 열전 레그(240)의 피크 개수와 P형 열전 레그(250)의 피크 개수는 서로 상이하며, N형 열전 레그(240)의 유효 피크 개수는 P형 열전 레그(230)의 유효 피크 개수보다 적다. 여기서, 유효 피크는 전체 피크의 인텐시티(Intensity) 100%에 대하여 4% 이상을 차지하는 피크를 의미한다.

[0056] 표 2에 따르면, 본 발명의 실시예에 따른 N형 열전 레그(240)에 대한 $2\theta=20$ 내지 60° 범위의 XRD 분석 결과, 유효 피크는 $2\theta=44.8571^\circ$ 에서 한 개가 관찰되었다. 이에 반해, 표 3에 따르면, 본 발명의 실시예에 따른 P형 열전 레그(230)에 대한 $2\theta=20$ 내지 60° 범위의 XRD 분석 결과, 총 7개의 유효 피크가 관찰되었다. 이로부터, $2\theta=20$ 내지 60° 범위의 XRD 분석 결과, N형 열전 레그(240)의 유효 피크 개수와 P형 열전 레그(230)의 유효 피크 개수 간의 차는 6개 이상임을 알 수 있다.

[0058] 또한, N형 열전 레그(240)의 유효 피크 중 가장 높은 피크는 $2\theta=44.8571^\circ$ 에서 나타나며, 인텐시티는 32711 cps deg이고, 전체 인텐시티 100%에 대하여 97.51%를 차지한다. 이에 대하여, P형 열전 레그(230)의 유효 피크 중 가장 높은 피크는 $2\theta=28.193^\circ$ 에서 나타나며, 인텐시티는 1167 cps deg이고, 전체 인텐시티 100%에 대하여 36.90%를 차지한다. 이로부터, N형 열전 레그(240)의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티는 P형 열전 레그(230)의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티보다 높음을 알 수 있으며, N형 열전 레그(240)의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티와 P형 열전 레그(230)의 유효 피크 중 가장 높은 피크의 인텐시티 간의 차는 50% 이상임을 알 수 있다.

[0059] 한편, N형 열전 레그(240)는 존 멜팅 방법에 의하여 제작되므로, 결정이 균일한 방향으로 형성된다. 이에 따라, N형 열전 레그(240)의 유효 피크 중 가장 높은 피크는 (0,0,X)면에서 나타나며, X는 임의의 수 일 수 있다. 도 9 내지 10 및 표 2 내지 3에서 예시된 바와 같이, N형 열전 레그(240) 및 P형 열전 레그(230)가 비스무스텔루라이드(Bi-Te)를 포함하는 경우, N형 열전 레그(240)는 (0,0,15)면에서 가장 높은 피크를 가지고, P형 열전 레그(230)는 주피크인 (0,1,5)면에서 가장 높은 피크를 가진다. 이로부터, N형 열전 레그(240)는 결정이 균일한 방향으로 형성되나, P형 열전 레그(230)는 N형 열전 레그(240)에 비하여 결정이 다양한 방향으로 형성됨을 알 수 있다.

[0060] 이와 같이, N형 열전 레그(240)와 P형 열전 레그(230)의 결정형상이 상이한 경우, 제벡 지수를 높일 수 있으며, 열전 소자의 냉각 성능을 높일 수 있다.

[0061] 표 4는 비교예 및 실시예에 따른 성능을 비교한 결과이다.

표 4

구분	비교예 1	비교예 2	실시예
Qc(W)	55.632	48.956	63.42
$\Delta T(^{\circ}C)$	66.77	58.76	76.12
COPc	0.683	0.60	0.77

[0062]

[0063]

[0064]

[0065]

[0066]

표 4에서, 비교예 1은 N형 열전 레그와 P형 열전 레그가 각각 도 3 내지 4의 결정 형상을 가지도록 제작된 경우이고, 비교예 2는 N형 열전 레그와 P형 열전 레그가 각각 도 5 내지 6의 결정 형상을 가지도록 제작된 경우이며, 실시예는 N형 열전 레그가 도 3의 결정 형상을 가지며 P형 열전 레그가 도 6의 결정 형상을 가지도록 제작된 경우이다.

Qc(W)는 냉각 열용량을 나타내며, 열전 소자가 냉각되면 온도가 내려가는 원리를 역으로 이용하여, 열전 소자의 냉각부에 열을 가하여 냉각부와 발열부의 온도가 동일해지는 시점까지 가열하였으며, 가해진 열을 Qc(W)로 측정하였다. 그리고, 냉각수를 이용하여 열전 소자의 한 면의 온도를 일정하게 유지시켜 주고, 반대 면이 냉각되도록 열전 소자를 구동한 후, 반대 면의 온도가 더 이상 내려가지 않는 시점에서의 한 면과 반대 면의 온도 차를 $\Delta T(^{\circ}C)$ 로 측정하였다. 그리고, Qc(W)를 인풋 파워로 나누어 COPc로 측정하였다.

표 4를 참조하면, 본 발명의 실시예와 같이 N형 열전 레그가 도 3과 같은 결정 형상을 가지고 P형 열전 레그가 도 6과 같은 결정 형상을 가지는 경우, 비교예 1 내지 2에 비하여 우수한 냉각 성능을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

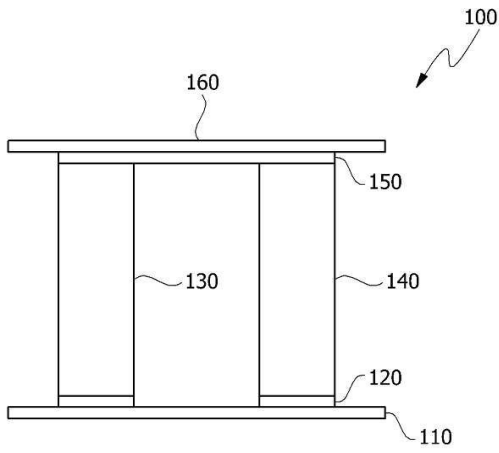
부호의 설명

[0067]

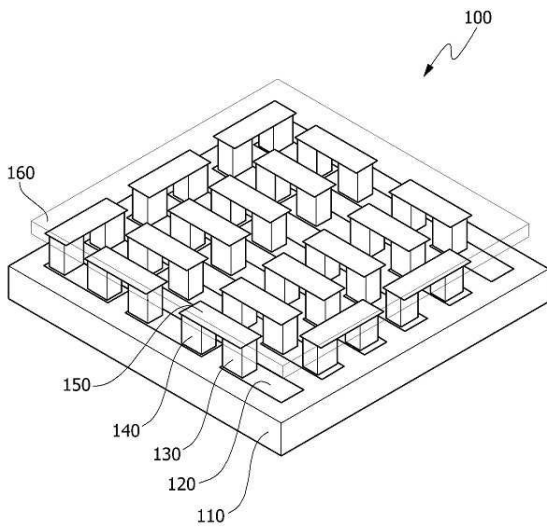
- 200: 열전소자
- 210: 하부 기판
- 220: 하부 전극
- 230: P형 열전 레그
- 240: N형 열전 레그
- 250: 상부 전극
- 260: 상부 기판

도면

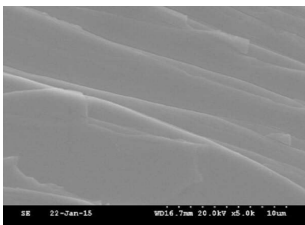
도면1



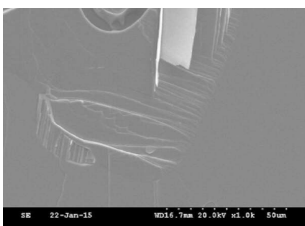
도면2



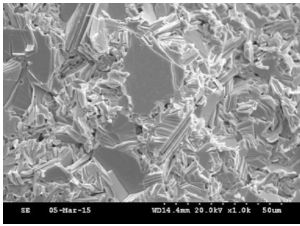
도면3



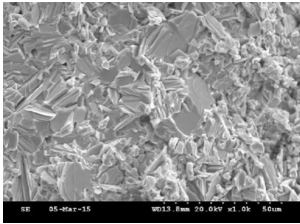
도면4



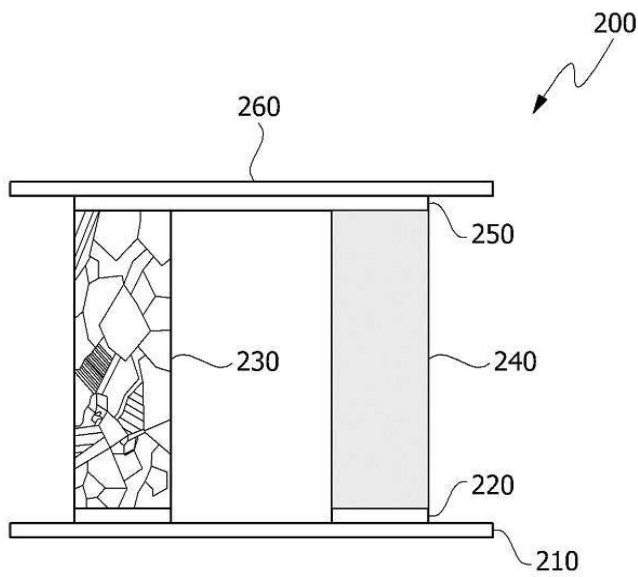
도면5



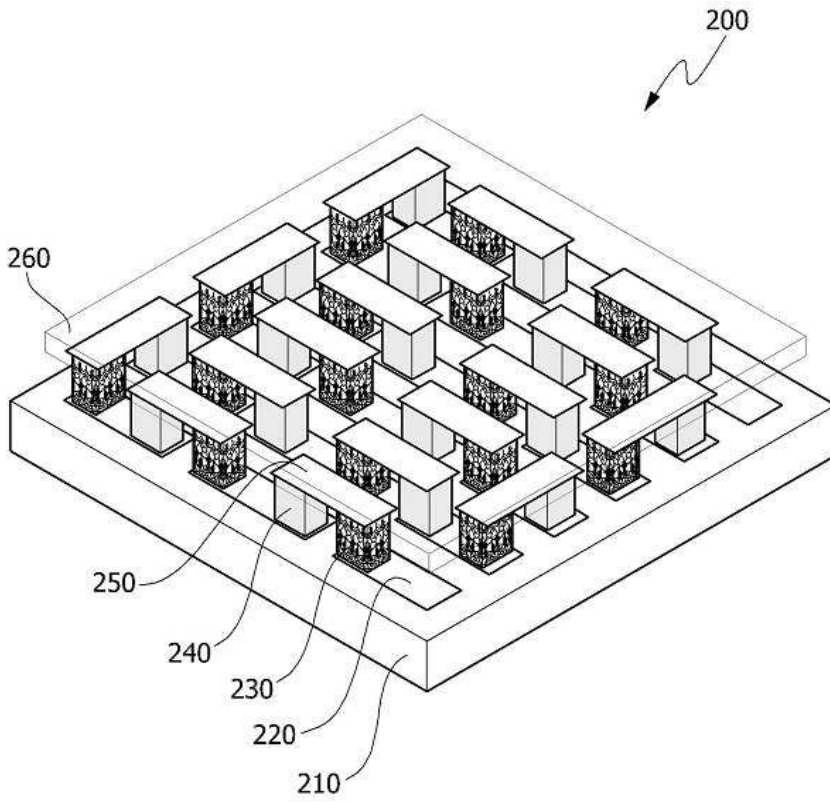
도면6



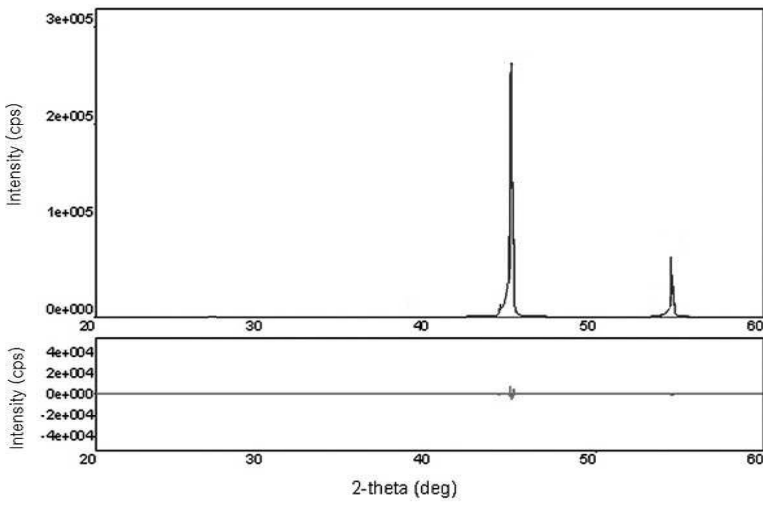
도면7



도면8



도면9



도면10

