



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0070551
(43) 공개일자 2024년05월21일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10N 15/20 (2023.01) H02N 11/00 (2006.01)
H10N 19/00 (2023.01) H10N 50/00 (2023.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H10N 15/20 (2023.02)
H02N 11/00 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2024-7010503</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2022년09월27일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2024년03월28일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/036045</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2023/054416
국제공개일자 2023년04월06일</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2021-159974 2021년09월29일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
닛토덴코 가부시키키가이샤
일본국 오사카후 이바라키시 시모호츠미 1-1-2</p> <p>(72) 발명자
구로세 마나미
일본국 오사카후 이바라키시 시모호츠미 1-1-2 닛
토텐코 가부시키키가이샤 나이
나카니시 요스케
일본국 오사카후 이바라키시 시모호츠미 1-1-2 닛
토텐코 가부시키키가이샤 나이
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
특허법인코리아나</p> |
|--|---|

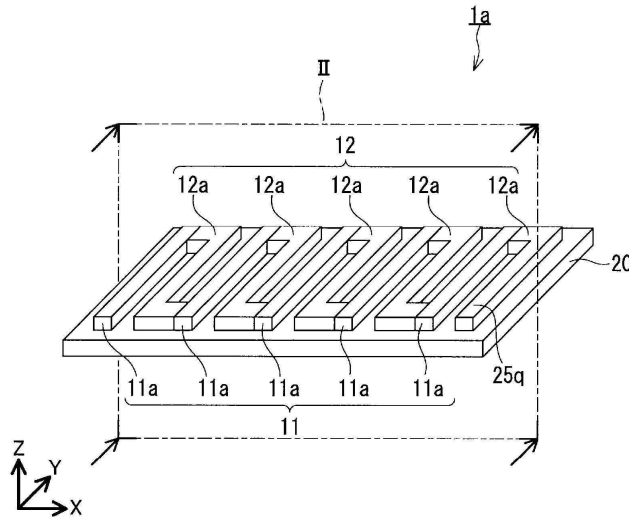
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 열전 변환 소자 및 센서

(57) 요약

열전 변환 소자 (1a) 는 자기 열전 변환체 (11) 와, 배선 (12) 을 구비한다. 자기 열전 변환체 (11) 는, 선 상으로 연장되어 있다. 배선 (12) 은, 자기 열전 변환체 (11) 에 전기적으로 접속되어 있다. 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서, 자기 열전 변환체 (11) 의 길이 방향에 있어서의 제백 계수 S_m 과 배선 (12) 의 길이 방향 에 있어서의 제백 계수 S_c 의 차의 절대치 $|\Delta S|$ 는, $10 \mu V/K$ 이하이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H10N 19/00 (2023.08)

H10N 50/00 (2023.02)

(72) 발명자

다나카 히로카즈

일본국 오사카후 이바라키시 시모호즈미 1-1-2 닛
토텐코 가부시키키가이샤 나이

마치나가 히로노부

일본국 오사카후 이바라키시 시모호즈미 1-1-2 닛
토텐코 가부시키키가이샤 나이

명세서

청구범위

청구항 1

선상으로 연장되는 자기 열전 변환체와,

상기 자기 열전 변환체에 전기적으로 접속된 배선을 구비하고,

상기 자기 열전 변환체의 길이 방향에 있어서의 제백 계수 S_m 과 상기 배선의 길이 방향에 있어서의 제백 계수 S_c 의 차의 절대치는 $10 \mu V/K$ 이하인, 열전 변환 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제백 계수 S_m 의 절대치는 $10 \mu V/K$ 이상인, 열전 변환 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제백 계수 S_m 및 상기 제백 계수 S_c 는 동 부호의 값을 갖는, 열전 변환 소자.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제백 계수 S_c 는 0 이하의 값을 갖는, 열전 변환 소자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 배선은 $8 \sim 200 \mu \Omega \cdot cm$ 의 비저항을 갖는, 열전 변환 소자.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 배선은, Cu, Ag, Au, Al, Ni 및 Co 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개의 금속을 포함하고,

상기 배선에 있어서의 상기 금속의 함유량은, 원자수 기준으로 50 % 이상인, 열전 변환 소자.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 배선은, Cu, Ag, Au 및 Al 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개의 금속과, 제 8 족 원소, 제 9 족 원소 및 제 10 족 원소로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개의 원소를 포함하는, 열전 변환 소자.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 자기 열전 변환체는 Fe 를 함유하고, 또한 체심 입방 격자의 결정 구조를 갖는 합금인, 열전 변환 소자.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 합금에 있어서의 Fe 의 함유량은, 원자수 기준으로 50 % 이상이고,

상기 합금에 있어서의 Fe 이외 원소의 함유량은, 원자수 기준으로 10 % 이상인, 열전 변환 소자.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
 상기 자기 열전 변환체는, 복수의 제 1 세선을 갖고,
 상기 배선은, 복수의 제 2 세선을 갖고,
 상기 복수의 제 1 세선 및 상기 복수의 제 2 세선은, 전기적으로 직렬로 접속되어 있는, 열전 변환 소자.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
 상기 복수의 제 1 세선 및 상기 복수의 제 2 세선은, 50 쌍 이상의 세선쌍을 이루고 있고,
 상기 50 쌍 이상의 세선쌍의 각각은, 상기 제 1 세선 및 상기 제 2 세선으로 이루어지는, 열전 변환 소자.

청구항 12

제 10 항에 있어서,
 상기 복수의 제 1 세선 및 상기 복수의 제 2 세선은, 미앤더 패턴을 이루고 있는, 열전 변환 소자.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 기재된 열전 변환 소자를 구비한, 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 열전 변환 소자 및 센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 자기 열전 변환에 관한 기술이 알려져 있다.

[0003] 예를 들어, 특허문헌 1 에는, 이상 네른스트 효과를 이용한 열전 발전 디바이스가 기재되어 있다. 이상 네른스트 효과란, 자성체에 열류를 흘려 온도차가 생겼을 때에, 자화 방향과 온도 구배의 쌍방에 직교하는 방향으로 전압이 생기는 현상이다.

[0004] 이 열전 발전 디바이스는 기관과, 발전체와, 접속체를 갖는다. 발전체는, 기관의 표면을 따라 서로 평행하게 배치된 복수의 세선으로 이루어지고, 각 세선은, 기관 상에 성막된 FePt 박막을 세선화함으로써 형성되고, 폭 방향으로 자화되어 있다. 발전체는, 이상 네른스트 효과에 의해, 자화의 방향에 대해 수직인 방향의 온도차로 발전하도록 구성되어 있다. 접속체는, 기관의 표면을 따라, 발전체의 각 세선에 평행하게, 각 세선 사이에 배치된 복수의 세선으로 이루어져 있다. 접속체의 각 세선은, 발전체의 각 세선의 일단부와, 각 세선의 일방의 측에서 인접하는 세선의 타단부를 전기적으로 접속하고 있다. 이로써, 접속체는, 발전체의 각 세선을 전기적으로 직렬로 접속하고 있다. 접속체는, 예를 들어, 비자성체의 Cr 로 되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2014-072256호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] Internet of Things (IoT) 사회에 있어서의 제조 (體調) 의 모니터링 또는 전기 자동차 (EV) 의 배터리 및 고속 데이터 처리용 칩 등의 기술 분야에 있어서의 열 매니지먼트에 있어서, 열에 관한 모니터링의 요구가 높아지고 있다. 이와 같은 요구에 부응하기 위해, 열 센싱을 위해 열전 변환 소자를 사용하는 것을 생각할 수 있다.
- [0007] 특허문헌 1 에 기재된 열전 변환 디바이스 등의 자기 열전 변환을 이용한 열전 변환 소자는, 제백 효과를 이용한 열전 발전 디바이스에 비해 용이하게 제작할 수 있는 것으로 이해된다. 이와 같은 이점에 입각하여, 열 센싱을 위해 자기 열전 변환을 이용한 열전 변환 소자를 사용하는 것을 생각할 수 있다.
- [0008] 특허문헌 1 에 기재된 열전 변환 디바이스에서는, 발전체는, 자화의 방향에 대해 수직인 방향의 온도차에 의해 발전하도록 구성되어 있다. 한편, 자기 열전 변환을 이용한 열전 변환 소자에 있어서, 자기 열전 변환과는 상이한 메커니즘으로 기전력을 일으키는 것이 상정된다. 예를 들어, 특허문헌 1 에 기재된 열전 변환 디바이스에서는, FePt 박막으로 이루어지는 발전체의 세션 및 비자성체의 Cr 로 이루어지는 접촉체의 세션의 길이 방향에 온도 구배가 생기면, FePt 의 제백 계수와 Cr 의 제백 계수의 차에서 기인하여, 그 길이 방향에 있어서 제백 효과에 수반하는 열기전력이 생길 가능성이 있다. 이와 같은 열기전력의 발생은, 열 센싱의 정밀도의 관점에서 유리하다고는 말하기 어렵다. 왜냐하면, 자기 열전 변환에 수반하는 기전력에 제백 효과에 수반하는 기전력이 중첩되기 때문이다. 또, 특허문헌 1 에 기재된 열전 변환 디바이스에서는, 자기 열전 효과에 수반하는 열기전력을 크게 하기 위해, 복수의 세션으로 이루어지는 접촉체가 복수의 세션으로 이루어지는 발전체와 전기적으로 직렬로 접속되어 있다. 이와 같은 구성에 있어서는, 제백 효과에 수반하는 기전력도 커지기 쉬워, 열 센싱의 정밀도에 다대한 영향을 미칠 가능성이 있다.
- [0009] 자기 열전 계수 S_{ne} 는, 전기 저항률 ρ_{xx} , 횡자기 열전 계수 α_{xy} , 제백 계수 S_{se} , 그리고 홀 전도율 σ_{xy} 및 σ_{xx} 를 사용하여, $S_{ne} = \rho_{xx} \alpha_{xy} - S_{se} \cdot \sigma_{xy} / \sigma_{xx}$ 의 관계식으로 나타내어진다. 이 때문에, 자기 열전 변환의 성능 향상의 관점에서, 제백 계수 S_{se} 의 절대치가 큰 재료가 유리하다고 이해된다. 제백 계수 S_{se} 가 큰 재료를 사용함으로써, 자기 열전 계수 S_{ne} 가 커져, 열전 변환 성능이 향상된다. 한편, 제백 계수 S_{se} 가 큰 재료에서는, 면내 방향의 온도차에 의한 기전력이 발생하기 쉬워져, 열 센싱의 정밀도에 영향이 미치기 쉽다. Co_2MnGa 등으로 대표되는 큰 제백 S_{se} 계수를 갖는 호이슬러 합금 등을 자기 열전 변환 소자에 응용하는 것이 시도되고 있지만, 이와 같은 과제에 대한 대처에 대해서는 검토되어 있지 않다.
- [0010] 이와 같은 사정을 감안하여, 본 발명은, 자기 열전 변환을 이용하면서 열 센싱의 정밀도를 높이는 관점에서 유리한 열전 변환 소자를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명은,
- [0012] 선상으로 연장되는 자기 열전 변환체와,
- [0013] 상기 자기 열전 변환체에 전기적으로 접속된 배선을 구비하고,
- [0014] 상기 자기 열전 변환체의 길이 방향에 있어서의 제백 계수 S_m 과 상기 배선의 길이 방향에 있어서의 제백 계수 S_c 의 차의 절대치는, $10 \mu V/K$ 이하인, 열전 변환 소자를 제공한다.

발명의 효과

- [0015] 상기의 열전 변환 소자는, 자기 열전 변환을 이용하면서 열 센싱의 정밀도를 높이는 관점에서 유리하다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1 은, 열전 변환 소자의 실시형태의 일례를 나타내는 사시도이다.
- 도 2 는, 도 1 에 나타내는 평면 II 를 절단면으로 하는 열전 변환 소자의 단면도이다.
- 도 3 은, 열전 변환 소자의 다른 일례를 나타내는 단면도이다.
- 도 4 는, 열전 변환 소자의 또 다른 일례를 나타내는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 발명의 실시형태에 대하여, 도면을 참조하면서 설명한다. 또한, 본 발명은, 이하의 실시형태에는 한정되지 않는다.
- [0018] 도 1에 나타내는 바와 같이, 열전 변환 소자 (1a)는 자기 열전 변환체 (11)와, 배선 (12)을 구비하고 있다. 자기 열전 변환체 (11)는, 선상으로 연장되어 있다. 배선 (12)은, 자기 열전 변환체 (11)에 전기적으로 접속되어 있다. 열전 변환 소자 (1a)에 있어서, 자기 열전 변환체 (11)의 길이 방향에 있어서의 제백 계수 S_m 과 배선 (12)의 길이 방향에 있어서의 제백 계수 S_c 의 차의 절대치 $|\Delta S|$ 는, $10 \mu V/K$ 이하이다. 제백 계수 S_m 및 제백 계수 S_c 는, 예를 들어, $25 \sim 40 \text{ }^\circ\text{C}$ 에 있어서의 값이며, 실시예에 기재된 방법에 따라 측정할 수 있다. 첨부한 도면에 있어서, X축, Y축 및 Z축은 서로 직교하고 있다. 자기 열전 변환체 (11) 및 배선 (12)은, 예를 들어, XY평면에 평행한 면을 따라 배치되어 있다.
- [0019] 열전 변환 소자 (1a)에 있어서, 자기 열전 변환체 (11)의 길이 방향 (Y축 방향)에 온도 구배가 생기면, 제백 계수 S_m 과 제백 계수 S_c 의 차에서 기인하여 그 길이 방향에 있어서 제백 효과에 수반하는 열기전력이 생길 수 있다. 그러나, 열전 변환 소자 (1a)에서는, 절대치 $|\Delta S|$ 가 $10 \mu V/K$ 이하이기 때문에, 자기 열전 변환체 (11)의 길이 방향에 온도 구배가 생겨도, 그 길이 방향에 있어서 생기는 제백 효과에 수반하는 열기전력이 작아지기 쉽다. 이 때문에, 열전 변환 소자 (1a)를 사용한 센싱에 있어서, 자기 열전 변환에 수반하는 기전력에 중첩되는 제백 효과에 수반하는 기전력이 작아지기 쉽다. 그 결과, 열전 변환 소자 (1a)는, 자기 열전 변환을 이용하여 고정밀도의 열 센싱을 실현하는 관점에서 유리하다.
- [0020] 절대치 $|\Delta S|$ 는, $9.5 \mu V/K$ 이하여도 되고, $9.0 \mu V/K$ 이하여도 되고, $8.5 \mu V/K$ 이하여도 되고, $8.0 \mu V/K$ 이하여도 되고, $7.5 \mu V/K$ 이하여도 되고, $7.0 \mu V/K$ 이하여도 된다. 절대치 $|\Delta S|$ 는, $6.5 \mu V/K$ 이하여도 되고, $6.0 \mu V/K$ 이하여도 되고, $5.5 \mu V/K$ 이하여도 되고, $5.0 \mu V/K$ 이하여도 된다. 절대치 $|\Delta S|$ 는, $4.5 \mu V/K$ 이하여도 되고, $4.0 \mu V/K$ 이하여도 되고, $3.5 \mu V/K$ 이하여도 되고, $3.0 \mu V/K$ 이하여도 되고, $2.5 \mu V/K$ 이하여도 되고, $2.0 \mu V/K$ 이하여도 된다. 절대치 $|\Delta S|$ 는, $1.5 \mu V/K$ 이하여도 되고, $1.0 \mu V/K$ 이하여도 되고, $0.8 \mu V/K$ 이하여도 되고, $0.5 \mu V/K$ 이하여도 되고, $0.3 \mu V/K$ 이하여도 되고, $0.2 \mu V/K$ 이하여도 된다. 절대치 $|\Delta S|$ 의 하한치는, 특정한 값에 한정되지 않는다. 절대치 $|\Delta S|$ 는, 예를 들어 $0.01 \mu V/K$ 이상이고, $0.05 \mu V/K$ 이상이어도 되고, $0.1 \mu V/K$ 이상이어도 되고, $0.2 \mu V/K$ 이상이어도 되고, $0.5 \mu V/K$ 이상이어도 되고, $1.0 \mu V/K$ 이상이어도 된다.
- [0021] 제백 계수 S_m 및 제백 계수 S_c 의 부호의 관계는, 절대치 $|\Delta S|$ 가 $10 \mu V/K$ 이하인 한, 특정한 관계에 한정되지 않는다. 제백 계수 S_m 및 제백 계수 S_c 는, 예를 들어, 동 부호의 값을 갖는다. 이로써, 절대치 $|\Delta S|$ 가 작아지기 쉽다. 제백 계수 S_m 및 제백 계수 S_c 는, 상이한 부호의 값을 가지고 있어도 된다.
- [0022] 절대치 $|\Delta S|$ 가 $10 \mu V/K$ 이하인 한, 제백 계수 S_c 는 특정한 값에 한정되지 않는다. 제백 계수 S_c 는, 예를 들어, 0 이하의 값을 갖는다. 제백 계수 S_c 는, 예를 들어, $0 \mu V/K$ 이하이고, $-5 \mu V/K$ 이하여도 되고, $-10 \mu V/K$ 이하여도 되고, $-15 \mu V/K$ 이하여도 되고, $-20 \mu V/K$ 이하여도 된다. 제백 계수 S_c 는, 예를 들어 $-50 \mu V/K$ 이상이다. 제백 계수 S_c 는, 정의 값이어도 되며, 예를 들어, $1 \mu V/K$ 이상이어도 되고, $3 \mu V/K$ 이상이어도 되고, $5 \mu V/K$ 이상이어도 되고, $10 \mu V/K$ 이상이어도 된다.
- [0023] 절대치 $|\Delta S|$ 가 $10 \mu V/K$ 이하인 한, 제백 계수 S_m 는 특정한 값에 한정되지 않는다. 제백 계수 S_m 는, 예를 들어 $0 \mu V/K$ 이하이고, $-5 \mu V/K$ 이하여도 되고, $-10 \mu V/K$ 이하여도 되고, $-15 \mu V/K$ 이하여도 된다. 제백 계수 S_m 는, 예를 들어 $-50 \mu V/K$ 이상이다. 제백 계수 S_m 는, 정의 값이어도 되며, 예를 들어, $1 \mu V/K$ 이상이어도 되고, $3 \mu V/K$ 이상이어도 되고, $5 \mu V/K$ 이상이어도 되고, $10 \mu V/K$ 이상이어도 된다.
- [0024] 제백 계수 S_m 의 절대치 $|S_m|$ 은, 바람직하게는 $10 \mu V$ 이상이다. 이 경우, 자기 열전 계수가 커지기 쉬워, 열전 변환 소자 (1a)의 열전 변환 성능이 높아지기 쉽다. 절대치 $|S_m|$ 은, $15 \mu V$ 이상이어도 되고, $20 \mu V$ 이상이어도 된다.
- [0025] 절대치 $|\Delta S|$ 가 $10 \mu V/K$ 이하인 한, 배선 (12)의 비저항은 특정한 값에 한정되지 않는다. 배선 (12)은, 예를 들어, $8 \sim 200 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ 의 비저항을 갖는다. 이로써, 제백 계수 S_c 가 원하는 범위로 조정되기 쉽다. 게다가, 배선 (12)을 얇게 해도 저항을 낮추기 쉽다.
- [0026] 배선 (12)의 비저항은, $10 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ 이상이어도 되고, $15 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ 이상이어도 되고, $20 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ 이상이어도 되고, $25 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ 이상이어도 되고, $30 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ 이상이어도 된다. 배선 (12)의 비저항은, $180 \mu \Omega \cdot \text{cm}$

이하여도 되고, $150 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이하여도 되고, $140 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이하여도 되고, $130 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이하여도 되고, $120 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이하여도 되고, $110 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이하여도 되고, $100 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이하여도 된다.

- [0027] 절대치 $|\Delta S|$ 가 $10 \mu\text{W/K}$ 이하인 한, 배선 (12) 을 이루는 재료는 특정한 재료에 한정되지 않는다. 배선 (12) 은, 예를 들어 Cu, Ag, Au, Al, Ni 및 Co 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개의 금속을 포함한다. 이 경우, 배선 (12) 에 있어서의 이들 금속의 함유량은, 원자수 기준으로 50 % 이상이다. 바꾸어 말하면, 배선 (12) 에 있어서의 Cu, Ag, Au, Al, Ni 및 Co 의 함유량의 총량은 원자수 기준으로 50 % 이상이다. 이로써, 제백 계수 Sc 가 원하는 값으로 조정되기 쉽고, 배선 (12) 의 비저항을 낮추기 쉽다.
- [0028] 배선 (12) 은, 단체 (單體) 의 금속에 의해 형성되어 있어도 되고, 합금에 의해 형성되어 있어도 된다.
- [0029] 배선 (12) 은, Cu, Ag, Au 및 Al 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개의 금속과, 제 8 족 원소, 제 9 족 원소 및 제 10 족 원소로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개의 원소를 포함하고 있어도 된다. 이 경우, 합금의 제백 계수 Sc 는 조성에 의해 정의 값에서부터 부의 값까지 큰 범위에서 변동되는 경향이 있어, 제백 계수 Sc 가 원하는 값으로 조정되기 쉽다. 제 8 족 원소는, 예를 들어 Fe 이다. 제 9 족 원소는, 예를 들어 Co 이다. 제 10 족 원소는, 예를 들어 Ni 또는 Pt 이다. 배선 (12) 에 있어서의 제 8 족 원소, 제 9 족 원소 및 제 10 족 원소로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개의 원소의 함유량은, 특정한 값에 한정되지 않는다. 그 함유량은, 원자수 기준으로 1 % 이상이어도 되고, 3 % 이상이어도 되고, 5 % 이상이어도 되고, 10 % 이상이어도 되고, 20 % 이상이어도 되고, 30 % 이상이어도 되고, 40 % 이상이어도 되고, 50 % 이상이어도 된다.
- [0030] 절대치 $|\Delta S|$ 가 $10 \mu\text{W/K}$ 이하인 한, 자기 열전 변환체 (11) 는, 특정한 재료에 한정되지 않는다. 자기 열전 변환체 (11) 는, 자기 열전 효과에 의해 기전력을 일으킨다. 자기 열전 효과는, 예를 들어, 이상 네른스트 효과 또는 스핀 제백 효과이다.
- [0031] 자기 열전 변환체 (11) 는, 예를 들어, 이상 네른스트 효과를 나타내는 물질을 포함한다. 이상 네른스트 효과를 나타내는 물질은, 특정한 물질에 한정되지 않는다. 이상 네른스트 효과를 나타내는 물질은, 예를 들어, $5 \times 10^{-3} \text{ T}$ 이상의 포화 자화율을 갖는 자성체 또는 페르미 에너지의 근방에 바일점을 갖는 밴드 구조의 물질이다. 자기 열전 변환체 (11) 는, 이상 네른스트 효과를 나타내는 물질로서, 예를 들어, 하기 (i), (ii), (iii), (iv) 및 (v) 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개의 물질을 함유한다.
- [0032] (i) Fe_3X 로 나타내는 조성을 갖는 스토이치오메트릭한 물질
- [0033] (ii) 상기 (i) 의 물질로부터 Fe 와 X 의 조성비가 어긋난 오프·스토이치오메트릭한 물질
- [0034] (iii) 상기 (i) 의 물질의 Fe 사이트의 일부 또는 상기 (ii) 의 물질의 Fe 사이트의 일부가 X 이외의 전형 금속 원소 또는 천이 원소에 의해 치환된 물질
- [0035] (iv) $\text{Fe}_3\text{M}_{1-x}\text{M}_{2x}$ ($0 < x < 1$) 로 나타내는 조성을 갖고, M1 및 M2 가 서로 상이한 전형 원소인 물질
- [0036] (v) 상기 (i) 의 물질의 Fe 사이트의 일부가 X 이외의 천이 원소에 의해 치환되고, 상기 (i) 의 물질의 X 사이트의 일부가 X 이외의 전형 금속 원소에 의해 치환된 물질
- [0037] 상기 (i) ~ (v) 의 물질에 있어서, X 는, 전형 원소 또는 천이 원소이다. X 는, 예를 들어, Al, Ga, Ge, Sn, Si, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Sc, Ni, Mn 또는 Co 이다. 상기 (iv) 에 있어서, M1 및 M2 의 조합은, M1 및 M2 가 서로 상이한 전형 원소인 한, 특정한 조합에 한정되지 않는다. 상기 (iv) 에 있어서, M1 및 M2 의 조합은, 예를 들어, Ga 및 Al, Si 및 Al, 또는 Ga 및 B 이다.
- [0038] 자기 열전 변환체 (11) 는, 이상 네른스트 효과를 나타내는 물질로서, Co_2MnGa 를 포함하고 있어도 되고, 반강자성체인 Mn_3Sn 을 포함하고 있어도 된다.
- [0039] 자기 열전 변환체 (11) 는, Fe 를 함유하고, 또한 체심 입방 격자의 결정 구조를 갖는 합금이어도 된다. 이 경우, 자기 열전 변환체 (11) 에 있어서 이상 네른스트 효과에 기초하는 큰 기전력이 생기기 쉽다.
- [0040] 자기 열전 변환체 (11) 가, Fe 를 함유하고, 또한 체심 입방 격자의 결정 구조를 갖는 합금인 경우, 합금에 있어서의 Fe 의 함유량 및 Fe 이외 원소의 함유량은 특정한 값에 한정되지 않는다. 합금에 있어서의 Fe 의 함유량은, 예를 들어, 원자수 기준으로 50 % 이상이고, 합금에 있어서의 Fe 이외 원소의 함유량은, 예를 들어,

원자수 기준으로 10 % 이상이다. 이 경우, 자기 열전 변환체 (11) 에 있어서 이상 네른스트 효과에 기초하는 큰 기전력이 생기기 쉽다.

[0041] 상기의 합금에 있어서의 Fe 의 함유량은, 원자수 기준으로, 55 % 이상이어도 되고, 60 % 이상이어도 되고, 65 % 이상이어도 되고, 70 % 이상이어도 된다. 상기의 합금에 있어서의 Fe 의 함유량은, 원자수 기준으로, 90 % 이하이고, 85 % 이하여도 되고, 80 % 이하여도 된다.

[0042] 상기의 합금에 있어서의 Fe 이외 원소의 함유량은, 원자수 기준으로, 15 % 이상이어도 되고, 20 % 이상이어도 된다. 상기의 합금에 있어서의 Fe 이외 원소의 함유량은, 원자수 기준으로, 50 % 이하이고, 40 % 이하여도 되고, 30 % 이하여도 된다.

[0043] 자기 열전 변환체 (11) 의 자기 열전 계수 S_{NE} 는 특정한 값에 한정되지 않는다. 자기 열전 변환체 (11) 의 자기 열전 계수 S_{NE} 의 절대치는, 예를 들어 0.5 $\mu V/K$ 이상이다. 이로써, 자기 열전 변환체 (11) 에 있어서 자기 열전 변환에 의해 큰 기전력이 생기기 쉽고, 열전 변환 소자 (1a) 를 사용한 센싱의 정밀도가 향상되기 쉽다. 이 때문에, 미소한 열의 검지가 되기 쉽다. 자기 열전 변환체 (11) 의 자기 열전 계수 S_{NE} 의 절대치는, 바람직하게는 1.0 $\mu V/K$ 이상이고, 보다 바람직하게는 1.5 $\mu V/K$ 이상이고, 더욱 바람직하게는 2.0 $\mu V/K$ 이상이다. 자기 열전 변환체 (11) 의 자기 열전 계수 S_{NE} 의 절대치는, 3.0 $\mu V/K$ 이상이어도 되고, 4.0 $\mu V/K$ 이상이어도 되고, 5.0 $\mu V/K$ 이상이어도 되고, 6.0 $\mu V/K$ 이상이어도 되고, 7.0 $\mu V/K$ 이상이어도 되고, 8.0 $\mu V/K$ 이상이어도 된다.

[0044] 도 1 및 도 2 에 나타내는 바와 같이, 예를 들어, 자기 열전 변환체 (11) 는, 복수의 제 1 세선 (11a) 을 구비하고 있다. 게다가, 배선 (12) 은, 복수의 제 2 세선 (12a) 을 구비하고 있다. 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서, 복수의 제 1 세선 (11a) 및 복수의 제 2 세선 (12a) 은, 전기적으로 직렬로 접속되어 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 복수의 제 1 세선 (11a) 에 있어서 생기는 자기 열전 변환에 수반하는 기전력이 합성되어, 열전 변환 소자 (1a) 로부터 큰 출력이 얻어지기 쉽다.

[0045] 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서, 복수의 제 1 세선 (11a) 및 복수의 제 2 세선 (12a) 은, 예를 들어, 복수 쌍의 세선쌍 (15) 을 이루고 있다. 각 세선쌍 (15) 은, 제 1 세선 (11a) 및 제 2 세선 (12a) 으로 이루어진다. 바꾸어 말하면, 각 세선쌍 (15) 은, 1 개의 제 1 세선 (11a) 및 1 개의 제 2 세선 (12a) 으로 이루어진다. 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서의 세선쌍 (15) 의 수는 특정한 값에 한정되지 않는다. 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서, 복수의 제 1 세선 (11a) 및 복수의 제 2 세선 (12a) 은, 예를 들어, 50 쌍 이상의 세선쌍 (15) 을 이루고 있다. 제백 효과에 의한 기전력은, 접합된 이종(異種) 재료의 페어의 수가 늘수록 커진다. 한편, 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서는, 절대치 $|\Delta S|$ 가 10 $\mu V/K$ 이하이다. 이 때문에, 열전 변환 소자 (1a) 가 50 쌍 이상의 세선쌍 (15) 을 가지고 있어도, 자기 열전 변환체 (11) 의 길이 방향에 온도 구배가 생긴 경우에 그 길이 방향에 있어서 생기는 제백 효과에 수반하는 열기전력이 작아지기 쉽다.

[0046] 도 1 및 도 2 에 나타내는 바와 같이, 복수의 제 1 세선 (11a) 및 복수의 제 2 세선 (12a) 은, 미앤더 패턴을 이루고 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 복수의 제 1 세선 (11a) 및 복수의 제 2 세선 (12a) 이 배치되는 평면의 면적이 작아도, 열전 변환 소자 (1a) 로부터 큰 출력이 얻어지기 쉽다.

[0047] 도 1 에 나타내는 바와 같이, 복수의 제 1 세선 (11a) 은, 예를 들어, X 축 방향으로 소정의 간격으로 떨어져 있고, 또한 서로 평행하게 배치되어 있다. 복수의 제 1 세선 (11a) 은, X 축 방향으로 등간격으로 배치되어 있다. 복수의 제 2 세선 (12a) 은, 예를 들어, X 축 방향에 있어서 인접하는 제 1 세선 (11a) 끼리를 전기적으로 접속하고 있다. 제 2 세선 (12a) 은, 예를 들어, Y 축 방향에 있어서의 제 1 세선 (11a) 의 일단부와, 그 제 1 세선 (11a) 에 인접하는 다른 제 1 세선 (11a) 의 Y 축 방향에 있어서의 타단부를 전기적으로 접속하고 있다. 복수의 제 1 세선 (11a) 의 Y 축 방향에 있어서의 일단부는, 제 1 세선 (11a) 의 Y 축 방향의 동일측의 단부에 위치하고 있고, 복수의 제 1 세선 (11a) 의 Y 축 방향에 있어서의 타단부는, 제 1 세선 (11a) 의 Y 축 방향의 반대측의 단부에 위치하고 있다.

[0048] 제 1 세선 (11a) 의 두께는 특정한 값에 한정되지 않는다. 제 1 세선 (11a) 은, 예를 들어 1000 nm 이하의 두께를 갖는다. 이로써, 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서의 자기 열전 변환체를 이루는 재료의 사용량을 저감시킬 수 있어, 열전 변환 소자 (1a) 의 제조 비용을 저감시키기 쉽다. 게다가, 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서 복수의 제 1 세선 (11a) 및 복수의 제 2 세선 (12a) 에 의해 형성되는 도전로의 단선이 잘 발생하지 않는다.

- [0049] 제 1 세션 (11a) 의 두께는, 750 nm 이하여도 되고, 500 nm 이하여도 되고, 400 nm 이하여도 되고, 300 nm 이하여도 되고, 200 nm 이하여도 된다. 제 1 세션 (11a) 의 두께는, 예를 들어 5 nm 이상이다. 이로써, 열전 변환 소자 (1a) 가 높은 내구성을 발휘하기 쉽다. 제 1 세션 (11a) 의 두께는, 10 nm 이상이어도 되고, 20 nm 이상이어도 되고, 30 nm 이상이어도 되고, 50 nm 이상이어도 된다.
- [0050] 제 1 세션 (11a) 의 X 축 방향의 치수인 폭은, 특정한 값에 한정되지 않는다. 제 1 세션 (11a) 의 폭은, 예를 들어, 500 μm 이하이다. 이로써, 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서의 자기 열전 변환체를 이루는 재료의 사용량을 저감시킬 수 있어, 열전 변환 소자 (1a) 의 제조 비용을 저감시키기 쉽다. 게다가, X 축 방향으로 다수의 제 1 세션 (11a) 을 배치하기 쉬워, 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서 자기 열전 변환에 수반하여 발생하는 기전력이 커지기 쉽다.
- [0051] 제 1 세션 (11a) 의 폭은, 400 μm 이하여도 되고, 300 μm 이하여도 되고, 200 μm 이하여도 되고, 100 μm 이하여도 되고, 50 μm 이하여도 된다. 제 1 세션 (11a) 의 폭은, 예를 들어 0.1 μm 이상이다. 이로써, 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서 도전로의 단선이 잘 발생하지 않아, 열전 변환 소자 (1a) 가 높은 내구성을 발휘하기 쉽다. 제 1 세션 (11a) 의 폭은, 0.5 μm 이상이어도 되고, 1 μm 이상이어도 되고, 2 μm 이상이어도 되고, 5 μm 이상이어도 되고, 10 μm 이상이어도 되고, 20 μm 이상이어도 되고, 30 μm 이상이어도 된다.
- [0052] 제 2 세션 (12a) 의 두께는 특정한 값에 한정되지 않는다. 제 2 세션 (12a) 의 두께는, 예를 들어 1000 nm 이하이다. 이로써, 배선 (12) 을 이루는 재료의 사용량을 저감시킬 수 있어, 열전 변환 소자 (1a) 의 제조 비용을 저감시키기 쉽다. 게다가, 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서 도전로의 단선이 잘 발생하지 않는다. 제 2 세션 (12a) 의 두께는, 750 nm 이하여도 되고, 500 nm 이하여도 되고, 400 nm 이하여도 되고, 300 nm 이하여도 되고, 200 nm 이하여도 되고, 100 nm 이하여도 된다.
- [0053] 제 2 세션 (12a) 의 두께는, 예를 들어 5 nm 이상이다. 이로써, 열전 변환 소자 (1a) 가 높은 내구성을 발휘하기 쉽다. 제 2 세션 (12a) 의 두께는, 10 nm 이상이어도 되고, 20 nm 이상이어도 되고, 30 nm 이상이어도 되고, 50 nm 이상이어도 된다.
- [0054] 제 2 세션 (12a) 의 X 축 방향의 치수인 폭은, 특정한 값에 한정되지 않는다. 제 2 세션 (12a) 의 폭은, 예를 들어, 500 μm 이하이다. 이로써, 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서의 배선 (12) 을 이루는 재료의 사용량을 저감시킬 수 있어, 열전 변환 소자 (1a) 의 제조 비용을 저감시키기 쉽다. 게다가, X 축 방향으로 다수의 제 2 배선 (12a) 을 배치하기 쉬워, 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서 자기 열전 변환에 수반하여 발생하는 기전력이 커지기 쉽다.
- [0055] 제 2 세션 (12a) 의 폭은, 400 μm 이하여도 되고, 300 μm 이하여도 되고, 200 μm 이하여도 되고, 100 μm 이하여도 되고, 50 μm 이하여도 된다. 제 2 세션 (12a) 의 폭은, 예를 들어 0.1 μm 이상이다. 이로써, 열전 변환 소자 (1a) 에 있어서 도전로의 단선이 잘 발생하지 않아, 열전 변환 소자 (1a) 가 높은 내구성을 발휘하기 쉽다. 제 2 세션 (12a) 의 폭은, 0.5 μm 이상이어도 되고, 1 μm 이상이어도 되고, 2 μm 이상이어도 되고, 5 μm 이상이어도 되고, 10 μm 이상이어도 되고, 20 μm 이상이어도 되고, 30 μm 이상이어도 된다.
- [0056] 도 1 에 나타내는 바와 같이, 열전 변환 소자 (1a) 는, 기재 (20) 를 추가로 구비하고 있다. 자기 열전 변환체 (11) 및 배선 (12) 은, 기재 (20) 상에 배치되어 있다.
- [0057] 기재 (20) 를 이루는 재료는, 특정한 재료에 한정되지 않는다. 기재 (20) 는, 예를 들어 표층에 MgO 를 함유하고 있지 않다. 이로써, 기재 (20) 의 표층에 MgO 를 함유시킬 필요가 없기 때문에, 열전 변환 소자 (1a) 의 제조가 번잡해지기 어렵고, 내산성도 얻어지기 쉽다.
- [0058] 기재 (20) 는, 예를 들어, 가요성을 갖는다. 이 경우, 열전 변환 소자 (1a) 를 장착 가능한 대상의 형상이 제한되기 어렵다. 기재 (20) 가 가요성을 갖는 경우, 기재 (20) 는, 예를 들어 유기 폴리머를 적어도 포함하고 있다. 이로써, 열전 변환 소자 (1a) 의 제조 비용을 저감시키기 쉽다. 유기 폴리머의 예는, 폴리에틸렌테레프탈레이트 (PET), 폴리에틸렌나프탈레이트 (PEN), 아크릴 수지 (PMMA), 폴리카보네이트 (PC), 폴리이미드 (PI) 또는 시클로올레핀 폴리머 (COP) 이다. 기재 (20) 는, 초박판 유리여도 된다. 초박판 유리의 일례는, 닛폰 전기 유리사 제조의 G-Leaf (등록상표) 이다.
- [0059] 열전 변환 소자 (1a) 의 제조 방법의 일례를 설명한다. 먼저, 기재 (20) 의 일방의 주면 (主面) 에 스퍼터링, 화학 기상 성장법 (CVD), Pulsed Laser Deposition (PLD), 이온 플레이팅 및 도금법 등의 방법에 의해, 자기 열전 변환체 (11) 의 전구체의 박막을 형성한다. 다음으로, 포토레지스트를 그 박막 상에 도포하고, 포

토마스크를 박막 상에 배치하여 노광을 실시하고, 그 후 웨트 에칭을 실시한다. 이로써, 소정의 간격으로 배치된 복수의 자기 열전 변환체 (11)의 전구체의 선상 패턴이 형성된다. 다음으로, 기재 (20)의 일방의 주면에 스퍼터팅, CVD, PLD, 이온 플레이팅 및 도금법 등의 방법에 의해, 배선 (12)의 전구체의 박막을 형성한다. 다음으로, 배선 (12)의 전구체의 박막 상에 포토레지스트를 도포하고, 배선 (12)의 전구체의 박막 상에 포토마스크를 배치하여 노광을 실시하고, 그 후 웨트 에칭을 실시한다. 이로써, 배선 (12)이 얻어지고, 자기 열전 변환체 (11)의 전구체의 선상 패턴끼리가 전기적으로 접속된다. 다음으로, 자기 열전 변환체 (11)의 전구체를 자화시켜, 자기 열전 변환체 (11)를 형성한다. 이와 같이 하여, 열전 변환 소자 (1a)가 얻어진다. 필요에 따라, 배선 (12)의 전구체가 자화되어 배선 (12)이 형성되어도 된다.

[0060] 열전 변환 소자 (1a)는, 예를 들어, 점착층과 함께 제공되어도 된다. 이 경우, 기재 (20)의 두께 방향에 있어서, 자기 열전 변환체 (11)와 점착층 사이에 기재 (20)가 배치된다. 이로써, 점착층을 물품에 가압하여 갖다 대어, 열전 변환 소자 (1a)를 물품에 장착할 수 있다.

[0061] 점착층은, 예를 들어, 고무계 점착제, 아크릴계 점착제, 실리콘계 점착제 또는 우레탄계 점착제를 포함하고 있다. 열전 변환 소자 (1a)는, 점착층 및 박리 라이너와 함께 제공되어도 된다. 이 경우, 박리 라이너는, 점착층을 덮고 있다. 박리 라이너는, 전형적으로는, 점착층을 덮고 있을 때에 점착층의 점착력을 유지할 수 있고, 또한 점착층으로부터 용이하게 박리할 수 있는 필름이다. 박리 라이너는, 예를 들어, PET 등의 폴리에스테르 수지계 필름이다. 박리 라이너를 박리함으로써 점착층이 노출되어, 열전 변환 소자 (1a)를 물품에 첨부할 수 있다.

[0062] 열전 변환 소자 (1a)를 구비한 센서를 제공할 수 있다. 이 센서에 있어서, 예를 들어, 기재 (20)의 두께 방향으로 온도 구배가 생기면, 자기 열전 효과에 의해 자기 열전 변환체 (11)의 길이 방향으로 기전력이 생긴다. 센서는, 이 기전력에 기초하는 열전 변환 소자 (1a)의 외부에 출력된 전기 신호가 처리됨으로써, 열을 센싱할 수 있다.

[0063] 열전 변환 소자 (1a)는, 여러 가지 관점에서 변경 가능하다. 열전 변환 소자 (1a)는, 예를 들어, 도 3에 나타내는 열전 변환 소자 (1b) 또는 도 4에 나타내는 열전 변환 소자 (1c)와 같이 변경되어도 된다. 열전 변환 소자 (1b 및 1c)는, 특별히 설명하는 부분을 제외하고, 열전 변환 소자 (1a)와 동일하게 하여 구성되어 있다. 열전 변환 소자 (1a)의 구성 요소와 동일 또는 대응하는 열전 변환 소자 (1b 및 1c)의 구성 요소에는, 동일한 부호를 붙이고 상세한 설명을 생략한다. 열전 변환 소자 (1a)에 관한 설명은, 기술적으로 모순되지 않는 한, 열전 변환 소자 (1b 및 1c)에도 해당된다.

[0064] 도 3에 나타내는 바와 같이, 열전 변환 소자 (1b)에 있어서, 자기 열전 변환체 (11)는, 예를 들어, 동일 평면 상에서 연속적으로 연장되어 있다. 배선 (12)은, 자기 열전 변환체 (11)의 일부 위에 배치되어 있다. 예를 들어, 복수의 제 2 세션 (12a)은, 자기 열전 변환체 (11) 상에 서로 소정의 간격으로 떨어져 배치되어 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 제백 효과에 수반하는 열기전력이 작아지기 쉽다. 또, 제조 비용을 저감시키기 쉽다.

[0065] 열전 변환 소자 (1b)에 있어서, 자기 열전 변환체 (11)는, 예를 들어, 미앤더 패턴을 이루고 있다. 열전 변환 소자 (1b)는, X 축 방향에 있어서, 자기 열전 변환체 (11)의 단층과, 자기 열전 변환체 (11) 및 제 2 세션 (12a)을 포함하는 적층체가 교대로 나타나도록 구성되어 있다.

[0066] 도 4에 나타내는 바와 같이, 열전 변환 소자 (1c)에 있어서, 배선 (12)은, 예를 들어, 동일 평면 상에서 연속적으로 연장되어 있다. 자기 열전 변환체 (11)는, 배선 (12)의 일부 위에 배치되어 있다. 예를 들어, 복수의 제 1 세션 (11a)은, 배선 (12) 상에 서로 소정의 간격으로 떨어져 배치되어 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 제백 효과에 수반하는 열기전력이 작아지기 쉽다. 또, 제조 비용을 저감시키기 쉽다.

[0067] 열전 변환 소자 (1c)에 있어서, 배선 (12)은, 예를 들어, 미앤더 패턴을 이루고 있다. 열전 변환 소자 (1c)는, X 축 방향에 있어서, 배선 (12)의 단층과, 배선 (12) 및 제 1 세션 (11a)을 포함하는 적층체가 교대로 나타나도록 구성되어 있다.

[0068] 실시예

[0069] 이하, 실시예에 의해 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 단, 본 발명은, 이하의 실시예에 한정되지 않는다. 먼저, 실시예 및 비교예에 관한 평가 방법에 대하여 설명한다.

[0070] [제백 계수의 측정]

- [0071] Quantum Design 사 제조의 소형 무냉매형 물리 특성 측정 시스템 PPMS VersaLab 을 사용하여, 각 실시예 및 각 비교예에 관련된 열전 변환 소자에 있어서의 자기 열전 변환용 세선의 길이 방향에 있어서의 27 ~ 37 °C 의 제백 계수 S_m 과, 배선의 길이 방향에 있어서의 27 ~ 37 °C 의 제백 계수 S_c 를 측정하고, 그들의 차의 절대치 $|\Delta S|$ 를 결정하였다. 결과를 표 1 에 나타낸다. 제백 계수 S_m 및 제백 계수 S_c 의 각각은, 시료의 일단에 장착한 히터에 의해 열류를 발생시켰을 때의 시료에 장착한 2 개의 온도계 사이에 야기된 기전력 및 온도 차에 기초하여 결정하였다.
- [0072] [자기 열전 계수의 측정]
- [0073] Quantum Design 사 제조의 소형 무냉매형 물리 특성 측정 시스템 PPMS VersaLab 을 사용하여, 각 실시예 및 각 비교예에 관련된 열전 변환 소자에 있어서의 자기 열전 변환용 세선의 27 ~ 37 °C 의 자기 열전 계수 (네른스트 계수) 를 측정하였다. 결과를 표 1 에 나타낸다.
- [0074] [열전 변환 소자의 열기전력의 측정]
- [0075] 30 mm, 30 mm 및 5 mm 의 치수를 갖는 1 쌍의 Cu 제 플레이트 사이에, 신에즈 화학 공업사 제조의 실리콘 그리스 KS609 를 사용하여 각 실시예 및 각 비교예에 관련된 열전 변환 소자를 고정시켜, 열전 특성 평가용의 샘플을 제작하였다. 이 샘플을, 애즈원사의 냉각 플레이트 SCP-125 상에 놓았다. 상방의 Cu 제 플레이트 상에, 신와 측정사 제조의 필름 히터를 닛토 전공사 제조의 양면 테이프 No.5000NS 로 고정시켰다. 이 히터는, 30 mm 의 치수 및 20 Ω 의 전기 저항값을 가지고 있었다. 냉각 플레이트의 온도를 25 °C 로 유지한 상태에서, 필름 히터를 10 V 의 정전압 제어로 발열시키고, 필름 히터로부터 출력되는 열량을 0.52 W/cm² 로 조정하였다. 이 때, 디지털 멀티미터를 사용하여, 열전 변환 소자에 있어서 발생하는 기전력 V_N 을 측정하고, 정상 상태에 있어서의 기전력의 값을 판독하였다. 결과를 표 1 에 나타낸다.
- [0076] [비저항의 측정]
- [0077] 넵슨사 제조의 비접촉식 저항 측정 장치 NC-80MAP 를 사용하여 일본 산업 규격 JIS Z 2316-1 : 2014 에 준거하여, 와전류 측정법에 따라, 각 실시예 및 각 비교예에 관하여, 배선을 위한 박막의 시트 저항을 측정하였다. 이와 같이 하여 측정한 배선을 위한 박막의 시트 저항과 배선의 두께의 곱을 구하고, 배선의 비저항을 결정하였다. 결과를 표 1 에 나타낸다.
- [0078] [제백 효과에 수반하는 기전력의 측정]
- [0079] 각 실시예 및 각 비교예에 관련된 열전 변환 소자의 면내에 있어서 열전 변환용 세선 및 배선의 길이 방향의 일단을 히터로 가열하여, 열전 변환용 세선 및 배선의 길이 방향의 양 단 사이에 1 °C 의 온도차를 일으켰다. 이 상태에서 제백 효과에 수반하는 기전력 V_s 를 측정하였다. 이 측정에 있어서, 열전 변환용 세선 및 배선의 길이 방향의 일단 이외에 있어서, 열전 변환 소자의 두께 방향에 온도 구배가 생기지 않도록 열전 변환 소자의 양면의 온도를 일정하게 유지하였다. 결과를 표 1 에 나타낸다.
- [0080] <실시예 1>
- [0081] 50 μm 의 두께를 갖는 폴리에틸렌테레프탈레이트 (PET) 필름 상에, Fe 및 Ga 를 포함하는 타깃재를 사용하여 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 100 nm 의 두께를 갖는 박막을 형성하였다. 이 타깃재에 있어서, 원자수비로, Fe 의 함유량 : Ga 의 함유량 = 3 : 1 의 관계에 있었다. 포토레지스트를 박막 상에 도포하고, 포토마스크를 박막 상에 배치하여 노광을 실시하고, 그 후 웨트 에칭을 실시하였다. 이로써, 소정의 간격으로 서로 평행하게 배치된 94 개의 자기 열전 변환용 세선이 형성되었다. 각 자기 열전 변환용 세선의 폭은 100 μm 이고, 각 자기 열전 변환용 세선의 길이는 15 mm 였다. 그 후, Cu 및 Ni 를 포함하는 타깃재를 사용하여 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 100 nm 의 두께를 갖는 CuNi 박막을 형성하였다. 이 타깃재에 있어서, 원자수비로, Cu 의 함유량 : Ni 의 함유량 = 95 : 5 의 관계에 있었다. 포토레지스트를 CuNi 박막 상에 도포하고, 포토마스크를 CuNi 박막 상에 배치하여 노광을 실시하고, 그 후 웨트 에칭을 실시하였다. 이로써, 40 μm 의 폭을 갖는 배선이 형성되었다. 이 배선에 의해, 복수의 자기 열전 변환용 세선이 전기적으로 직렬로 접속되어 있었다. 또, 복수의 자기 열전 변환용 세선 및 이 배선은, 미앤더 패턴을 이루고 있었다. PET 필름의 평면에 평행하고, 또한 자기 열전 변환용 세선의 길이 방향과 직교하는 방향으로 자기 열전 변환용 세선을 자화시켜, 실시예 1 에 관련된 열전 변환 소자를 얻었다. 이 열전 변환 소자는, 이상 네른스트 효과에 기초하여 기전력을 발생시켰다.

- [0082] <실시예 2>
- [0083] 원자수비로 Cu 의 함유량 : Ni 의 함유량 = 93 : 7 의 관계를 갖는 타깃재를 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 2 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0084] <실시예 3>
- [0085] 원자수비로 Cu 의 함유량 : Ni 의 함유량 = 87 : 13 의 관계를 갖는 타깃재를 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 3 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0086] <실시예 4>
- [0087] 원자수비로 Cu 의 함유량 : Ni 의 함유량 = 79 : 21 의 관계를 갖는 타깃재를 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 4 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0088] <실시예 5>
- [0089] Ni 를 타깃재로서 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 5 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0090] <실시예 6>
- [0091] 원자수비로 Cu 의 함유량 : Co 의 함유량 = 77 : 23 의 관계를 갖는 타깃재를 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 6 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0092] <실시예 7>
- [0093] 원자수비로 Cu 의 함유량 : Fe 의 함유량 = 41 : 59 의 관계를 갖는 타깃재를 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 7 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0094] <실시예 8>
- [0095] 원자수비로 Cu 의 함유량 : Ni 의 함유량 = 88 : 12 의 관계를 갖는 타깃재를 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 8 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0096] <실시예 9>
- [0097] 원자수비로 Cu 의 함유량 : Co 의 함유량 = 68 : 32 의 관계를 갖는 타깃재를 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 9 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0098] <실시예 10>
- [0099] 원자수비로 Cu 의 함유량 : Co 의 함유량 = 63 : 37 의 관계를 갖는 타깃재를 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 10 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0100] <실시예 11>
- [0101] 원자수비로 Cu 의 함유량 : Co 의 함유량 = 22 : 78 의 관계를 갖는 타깃재를 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 11 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0102] <실시예 12>
- [0103] Fe 및 Ga 를 포함하는 타깃재 대신에 Co_2MnGa 의 타깃을 사용하고, 또한 원자수비로 Cu 의 함유량 : Ni 의 함유량 = 79 : 21 의 관계를 갖는 타깃재를 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 12 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0104] <실시예 13>
- [0105] Fe 및 Ga 를 포함하는 타깃재 대신에 Mn_3Sn 의 타깃을 사용하고, 또한 원자수비로 Cu 의 함유량 : Ag 의 함유량 = 50 : 50 의 관계를 갖는 타깃재를 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 13 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0106] <비교예 1>
- [0107] Cu 를 타깃재로서 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 비교예 1 에 관련된 열전 변

환 소자를 제작하였다.

- [0108] <비교예 2>
- [0109] Fe 및 Pt 를 포함하는 타깃재를 사용하여 열전 변환용 세션을 형성하고, Cr 을 타깃재로서 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 비교예 2 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다. 이 열전 변환 소자는, 이상 네른스트 효과에 기초하여 기전력을 발생시켰다.
- [0110] <비교예 3>
- [0111] Au 를 타깃재로서 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 비교예 3 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0112] <비교예 4>
- [0113] Fe 및 Ga 를 포함하는 타깃재 대신에 Co_2MnGa 의 타깃을 사용하고, 또한 Au 를 타깃재로서 사용하여 배선을 형성한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여 비교예 4 에 관련된 열전 변환 소자를 제작하였다.
- [0114] 각 실시예에 관련된 열전 변환 소자에 있어서의 제백 기전력 V_s 는, 각 비교예에 관련된 열전 변환 소자에 있어서의 제백 기전력 V_s 보다 낮았다. 자기 열전 변환용 세션의 길이 방향에 있어서의 제백 계수 S_m 과 배선의 길이 방향에 있어서의 제백 계수 S_c 의 차의 절대치가 $10 \mu\text{V/K}$ 이하임으로써 제백 기전력 V_s 를 저감시킬 수 있어, 열전 변환 소자의 두께 방향에 있어서의 온도차의 측정의 정밀도를 높이는 관점에서 유리하다고 이해된다.
- [0115] 본 발명의 제 1 측면은,
- [0116] 선상으로 연장되는 자기 열전 변환체와,
- [0117] 상기 자기 열전 변환체에 전기적으로 접속된 배선을 구비하고,
- [0118] 상기 자기 열전 변환체의 길이 방향에 있어서의 제백 계수 S_m 과 상기 배선의 길이 방향에 있어서의 제백 계수 S_c 의 차의 절대치는 $10 \mu\text{V/K}$ 이하인, 열전 변환 소자를 제공한다.
- [0119] 본 발명의 제 2 측면은,
- [0120] 상기 제백 계수 S_m 의 절대치는 $10 \mu\text{V/K}$ 이상인, 제 1 측면에 관련된 열전 변환 소자를 제공한다.
- [0121] 본 발명의 제 3 측면은,
- [0122] 상기 제백 계수 S_m 및 상기 제백 계수 S_c 는 동 부호의 값을 갖는, 제 1 측면 또는 제 2 측면에 관련된 열전 변환 소자를 제공한다.
- [0123] 본 발명의 제 4 측면은,
- [0124] 상기 제백 계수 S_c 는 0 이하의 값을 갖는, 제 1 측면 내지 제 3 측면 중 어느 1 개의 측면에 관련된 열전 변환 소자를 제공한다.
- [0125] 본 발명의 제 5 측면은,
- [0126] 상기 배선은 $8 \sim 200 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 의 비저항을 갖는, 제 1 측면 내지 제 4 측면 중 어느 1 개의 측면에 관련된 열전 변환 소자를 제공한다.
- [0127] 본 발명의 제 6 측면은,
- [0128] 상기 배선은, Cu, Ag, Au, Al, Ni 및 Co 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개의 금속을 포함하고,
- [0129] 상기 배선에 있어서의 상기 금속의 함유량은, 원자수 기준으로 50 % 이상인, 제 1 측면 내지 제 5 측면 중 어느 1 개의 측면에 관련된 열전 변환 소자를 제공한다.
- [0130] 본 발명의 제 7 측면은,
- [0131] 상기 배선은, Cu, Ag, Au 및 Al 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개의 금속과, 제 8 족 원소, 제 9 족 원소 및 제 10 족 원소로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개의 원소를 포함하는, 제 1 측면 내지 제 6 측면 중 어느 1 개의 측면에 관련된 열전 변환 소자를 제공한다.
- [0132] 본 발명의 제 8 측면은,

- [0133] 상기 자기 열전 변환체는 Fe 를 함유하고, 또한 체심 입방 격자의 결정 구조를 갖는 합금인, 제 1 측면 내지 제 7 측면 중 어느 1 개의 측면에 관련된 열전 변환 소자를 제공한다.
- [0134] 본 발명의 제 9 측면은,
- [0135] 상기 합금에 있어서의 Fe 의 함유량은, 원자수 기준으로 50 % 이상이고,
- [0136] 상기 합금에 있어서의 Fe 이의 원소의 함유량은, 원자수 기준으로 10 % 이상인, 제 8 측면에 관련된 열전 변환 소자를 제공한다.
- [0137] 본 발명의 제 10 측면은,
- [0138] 상기 자기 열전 변환체는, 복수의 제 1 세선을 갖고,
- [0139] 상기 배선은, 복수의 제 2 세선을 갖고,
- [0140] 상기 복수의 제 1 세선 및 상기 복수의 제 2 세선은, 전기적으로 직렬로 접속되어 있는, 제 1 측면 내지 제 9 측면 중 어느 1 개의 측면에 관련된 열전 변환 소자를 제공한다.
- [0141] 본 발명의 제 11 측면은,
- [0142] 상기 복수의 제 1 세선 및 상기 복수의 제 2 세선은, 50 쌍 이상의 세선쌍을 이루고 있고,
- [0143] 상기 50 쌍 이상의 세선쌍 각각은, 상기 제 1 세선 및 상기 제 2 세선으로 이루어지는, 제 10 측면에 관련된 열전 변환 소자를 제공한다.
- [0144] 본 발명의 제 12 측면은,
- [0145] 상기 복수의 제 1 세선 및 상기 복수의 제 2 세선은, 미앤더 패턴을 이루고 있는, 제 10 측면 또는 제 11 측면에 관련된 열전 변환 소자를 제공한다.
- [0146] 본 발명의 제 13 측면은,
- [0147] 제 1 측면 내지 제 12 측면 중 어느 1 개의 측면에 관련된 열전 변환 소자를 구비한, 센서를 제공한다.

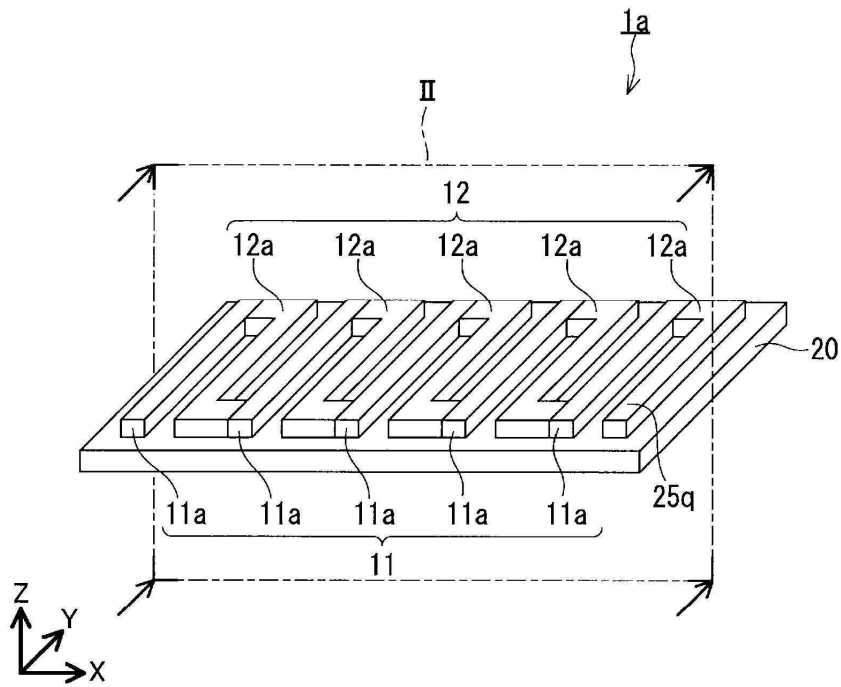
표 1

	열전 변환용 세선			배선			ΔS [μV/K]	제백 효과에 따른 기전력Vs [mV]	열기전력VN [mV]
	재료	제백 계수Sm [μV/K]	자기 열전 계수S _M E [μV/K]	재료	비저항 [μΩcm]	제백 계수Sc [μV/K]			
실시예1	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Cu ₉₅ Ni ₅	8.2	-11.0	8.0	7.5	1.22
실시예2	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Cu ₉₃ Ni ₇	11.0	-14.0	5.0	4.7	1.13
실시예3	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Cu ₈₇ Ni ₁₃	20.0	-19.0	0.0	0	0.94
실시예4	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Cu ₇₉ Ni ₂₁	33.0	-24.0	5.0	4.7	0.77
실시예5	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Ni	18.0	-15.0	4.0	3.8	0.97
실시예6	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Cu ₇₇ Co ₂₃	51.0	-16.0	3.0	2.8	0.63
실시예7	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Cu ₄₁ Fe ₅₉	96.0	-18.0	1.0	0.9	0.43
실시예8	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Cu ₈₈ Ni ₁₂	18.3	-18.7	0.3	0.2	0.96
실시예9	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Cu ₆₈ Co ₃₂	33.4	-18.2	0.8	0.7	0.77
실시예10	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Cu ₆₃ Co ₃₇	32.6	-19.0	0.02	0.0	0.78
실시예11	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Cu ₂₂ Co ₇₈	29.7	-19.1	0.15	0.1	0.81
실시예12	Co ₂ MnGa	-25	3.8	Cu ₇₉ Ni ₂₁	33.0	-24.0	1.0	0.9	1.47
실시예13	Mn ₃ Sn	10	0.5	Cu ₅₀ Ag ₅₀	7.9	4.5	5.5	5.2	0.31
비교예 1	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Cu	6.5	2.0	21.0	19.7	1.30
비교예 2	FePt	-12	0.6	Cr	7.0	16.0	28.0	26.3	0.38
비교예 3	Fe ₃ Ga	-19	2.0	Au	7.1	3.0	22.0	20.6	1.28
비교예 4	Co ₂ MnGa	-25	3.8	Au	6.8	3.0	28.0	26.3	2.44

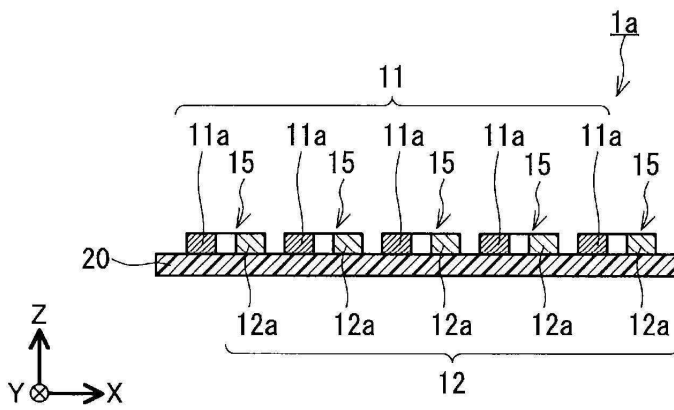
[0148]

도면

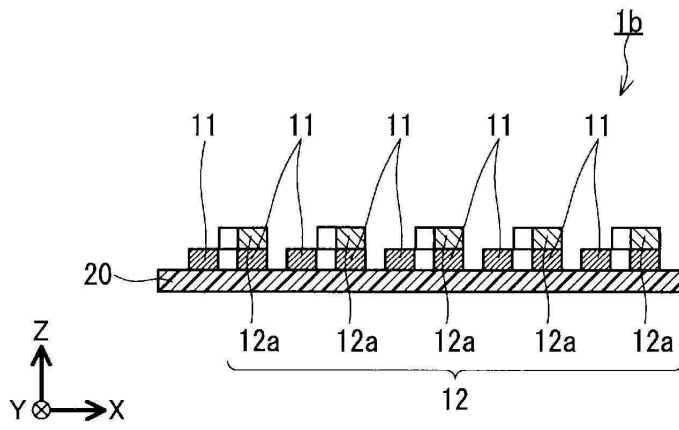
도면1



도면2



도면3



도면4

