



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0088348
(43) 공개일자 2018년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/58 (2006.01) C23C 14/18 (2006.01)
C23C 14/34 (2006.01) C23C 14/54 (2018.01)
H01B 13/00 (2006.01) H01B 5/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 14/5846 (2013.01)
C23C 14/185 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0086036(분할)
(22) 출원일자 2018년07월24일
심사청구일자 2018년07월24일
(62) 원출원 특허 10-2016-0139924
원출원일자 2016년10월26일
심사청구일자 2016년10월26일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한
국기술교육대학교)
(72) 발명자
김석준
충남 아산시 배방읍 광장로 210 와이시티아파트
104-304
(74) 대리인
특허법인오암

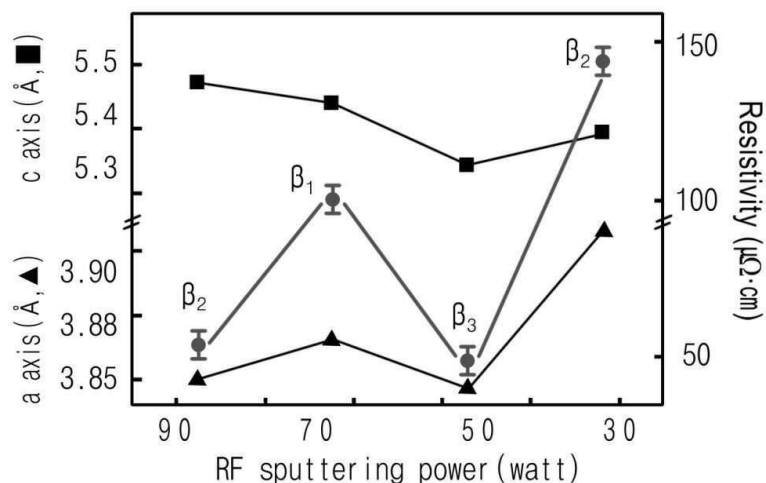
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 NiTe계 박막 제조방법 및 그로 인해 제조된 전도성 기관

(57) 요약

NiTe_{2-x} 화합물 타겟을 이용하여 투명 기관 상에 스퍼터링하는 단계; 상기 기관 상에 NiTe_{2-x} 그레인(grain)이 형성되는 단계; 상기 그레인들이 연결되고 층상 결정구조로 적층되는 단계; 및 화학적 액상 박리(Chemical exfoliation)를 이용하여 상기 NiTe_{2-x} 최상부 층상 결정부터 박리함으로써 NiTe계 박막을 형성하는 단계를 포함 하되, 상기 x는 -0.1 < x < 1.0 의 범위를 가지는 것을 특징으로 하는 NiTe계 박막 제조방법 및 그로 인해 제조된 전도성 기관을 제공한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

C23C 14/3414 (2013.01)

C23C 14/3464 (2013.01)

C23C 14/54 (2018.01)

H01B 13/0026 (2013.01)

H01B 5/14 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

Ni:Te = 44:56 ~ 42:58인 합금 분말로 제조된 Ni-Te계 화합물 타겟에 RF 파워 50W 내지 90W를 인가하여 투명 기관 상에 스퍼터링하는 단계;

상기 기관 상에 Ni-Te계 그레인(grain)이 형성되는 단계;

상기 그레인들이 연결되고 층상 결정구조로 적층되는 단계; 및

화학적 액상 박리(Chemical exfoliation)를 이용하여 상기 Ni-Te계 최상부 층상 결정부터 박리함으로써 Ni:Te = 44:56 ~ 42:58인 Ni-Te계 박막을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 합금 분말은 α_2 상의 NiTe 결정구조 또는 β_1 상의 NiTe₂ 결정구조를 포함하는 것을 특징으로 하는 Ni-Te계 박막 제조방법.

(단, 상기 α_2 상은 ICSD(Inorganic Crystal Structure Database) 코드(code)가 01-089-2018인 것이고, 상기 β_1 상은 ICSD(Inorganic Crystal Structure Database) 코드(code)가 98-064-6914인 것임.)

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 Ni-Te계 박막은 P-3m1 그룹에 포함되고, 격자 상수 a, c가 Ni-Te계 금속 화합물 대비 10% 이내로 차이가 나는 상으로 형성하는 것을 특징으로 하는 Ni-Te계 박막 제조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 투명 기관 상에 스퍼터링하는 것은 Ni-Te계 화합물 타겟을 이용하는 대신, Ni 타겟과 Te 타겟을 동시에 이용하여 코스퍼터링하는 것을 특징으로 하는 Ni-Te계 박막 제조방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 Ni-Te계 박막은 10nm 이하의 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 Ni-Te계 박막 제조방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 Ni-Te계 박막은 400nm 내지 700nm의 파장 범위 내에서 평균 투과율이 80%이상으로 형성하는 것을 특징으로 하는 Ni-Te계 박막 제조방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 Ni-Te계 박막은 $50 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이하의 저항값을 가지는 것을 특징으로 하는 Ni-Te계 박막 제조방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 화학적 액상 박리는 라우릴 피롤리돈(N-dodecyl-pyrrolidone), 벤조산벤질(Benzyl Benzoate), N-옥틸 피

롤리돈(N-Octyl-pyrrolidone), N-비닐 피롤리돈(N-vinyl-Pyrrolidinone), 벤질 에터르(Benzyl Ether), 디메틸-이미다졸리돈(dimethyl-imidazolidinone), 사이클로헥사논(Cyclohexanone), 클로로벤젠(Chlorobenzene), 디메틸설폭사이드(Dimethylsulphoxide), 벤조나이트릴(Benzonitrile), 클로로포름(Chloroform), 브로모벤젠(Bromobenzene), N-메틸 피롤리돈(N-methyl-pyrrolidinone), 디메틸포름아미드(dimethylformamide), 사이클로헥실 피롤리돈(cyclohexyl pyrrolidone), 디메틸아세트아미드(dimethylacetamide), 포름아미드(Formamide), N-메틸포름아미드(N-methylformamide), 이소프로판올(isopropanol), 메탄올(methanol), 및 아세톤(acetone)으로 이루어진 군에서 선택된 하나의 용매를 이용하여 수행하는 것을 특징으로 하는 Ni-Te계 박막 제조방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 화학적 액상 박리는 90분 내지 360분 동안 초음파분산(sonication)을 함으로써 수행하는 것을 특징으로 하는 Ni-Te계 박막 제조방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 스퍼터링은 10^{-4} torr 내지 10torr의 진공도에서 수행하는 것을 특징으로 하는 Ni-Te계 박막 제조방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 투명 기관은 유리 기관 또는 플렉서블한 투명 기관인 것을 특징으로 하는 Ni-Te계 박막 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 NiTe계 박막 제조방법 및 그로 인해 제조된 전도성 기관에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 NiTe계 금속의 층상결정 구조로 이루어진 NiTe계 박막 제조방법 및 그로 인해 제조된 전도성 기관에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기전계발광표시장치(OLED), 액정표시장치(LCD)와 같은 표시장치들이나 상기의 표시장치에 구비되는 터치 소자 등과 같은 전자 장치들은 전도성 투명 박막이 형성된 기관을 구비한다.

[0003] 상기 전도성 투명 박막의 재료는 ITO, SnO_2 , ZnO 등이 있으며, 일반적으로 ITO 소재를 주로 사용하고 있다. 상기 ITO 소재의 박막은 인듐의 제한된 매장량으로 인해 가격 상승이 불가피하고, 차세대의 장치들에 요구되는 유연성에도 한계를 가진다고 볼 수 있다.

[0004] 차세대의 전자기기에 필요한 특성인 접힘형이나 굽힘형을 지닌 전자 소자 또는 전자기기들은 전도성 투명 박막의 뛰어난 유연함(flexibility)과 높은 투명도, 우수한 전기전도도를 필요로 하기 때문이다.

[0005] 따라서 전도성 투명 박막의 개발이 요구되고 있으며, 최근에는 TDMC (transition metal dialcogenide) 물질군의 나노 층상 결정 구조를 구비한 전도성 박막에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0006] 상기 TDMC 물질군의 나노 층상 결정 구조를 구비한 전도성 박막을 형성하기 위해, 층상 결정 구조가 적층된 기관을 화학적 액상 박리를 수행하고, 상기의 과정에서 박리된 층상 구조의 결정들을 용액에 분산시키고, 상기 용액을 스프레이나 코팅 또는 인쇄를 이용하여 투명 기관에 형성한 후 건조하는 과정을 거치게 된다. 상기의 과정으로 형성된 전도성 투명 박막은 투명 기관 상에 van der Waals 힘에 의해서 접착이 되므로 전도성 투명 기관의 내구성에 문제를 가져올 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 한국 공개특허 제10-2015-0068914호(공개일: 2015.06.22.)
 (특허문헌 0002) 한국 공개특허 제10-2015-0136432호(공개일: 2015.12.07.)
 (특허문헌 0003) 한국 공개특허 제10-2015-0142372호(공개일: 2015.12.22.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 우수한 전기전도도와 광투과도를 가지는 전도성 투명 박막을 구비하는 NiTe계 박막 제조방법 및 그로 인해 제조된 전도성 기판을 제공하는 것에 목적이 있다.
- [0009] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 층상구조 결정으로 형성된 전도성 투명 박막과 기판과의 접착력이 향상된 NiTe계 박막 제조방법 및 그로 인해 제조된 전도성 기판을 제공하는 것에 목적이 있다.
- [0010] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은 NiTe_{2-x} 화합물 타겟을 이용하여 투명 기판 상에 스퍼터링하는 단계; 상기 기판 상에 NiTe_{2-x} 계 그레인(grain)이 형성되는 단계; 상기 그레인들이 연결되고 층상 결정구조로 적층되는 단계; 및 화학적 액상 박리(Chemical exfoliation)를 이용하여 상기 NiTe_{2-x} 최상부 층상 결정부터 박리함으로써 NiTe계 박막을 형성하는 단계를 포함하되, 상기 x 는 $-0.1 < x < 1.0$ 의 범위를 가지는 것을 특징으로 하는 NiTe계 박막 제조방법을 제공한다.
- [0012] 상기 NiTe계 박막은 P-3m1 그룹에 포함되고, 격자 상수 a , c 가 NiTe_{2-x} 금속 화합물 대비 10% 이내로 차이가 나는 상으로 형성할 수 있다.
- [0013] 상기 투명 기판 상에 스퍼터링하는 것은 NiTe_{2-x} 화합물 타겟을 이용하는 대신, Ni 타겟과 Te 타겟을 동시에 이용하여 코스퍼터링하는 것일 수 있다.
- [0014] 상기 NiTe계 박막은 10nm 이하의 두께로 형성할 수 있다.
- [0015] 상기 NiTe계 박막은 400nm 내지 700nm의 파장 범위 내에서 평균 투과율이 80%이상으로 형성할 수 있다.
- [0016] 상기 NiTe계 박막은 $50 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이하의 저항값을 가질 수 있다.
- [0017] 상기 화학적 액상 박리는 라우릴 피롤리돈(N-dodecyl-pyrrolidone), 벤조산벤질(Benzyl Benzoate), N-옥틸 피롤리돈(N-Octyl-pyrrolidone), N-비닐 피롤리디논(N-vinyl-Pyrrolidinone), 벤질 에터르(Benzyl Ether), 디메틸-이미다졸리디논(dimethyl-imidazolidinone), 사이클로헥사논(Cyclohexanone), 클로로벤젠(Chlorobenzene), 디메틸설폭사이드(Dimethylsulphoxide), 벤조나이트릴(Benzonitrile), 클로로포름(Chloroform), 브로모벤젠(Bromobenzene), N-메틸 피롤리디논(N-methyl-pyrrolidinone), 디메틸포름아미드(dimethylformamide), 사이클로헥실 피롤리돈(cyclohexyl pyrrolidone), 디메틸아세트아미드(dimethylacetamide), 포름아미드(Formamide), N-메틸포름아미드(N-methylformamide), 이소프로판올(isopropanol), 메탄올(methanol), 및 아세톤(acetone)으로 이루어진 군에서 선택된 하나의 용매를 이용하여 수행할 수 있다. 또한, 상기 화학적 액상 박리는 90분 내지 360분 동안 초음파분산(sonication)을 함으로써 수행할 수 있다.
- [0018] 상기 스퍼터링은 10^{-4} torr 내지 10torr의 진공도에서 수행할 수 있다.
- [0019] 상기 투명 기판은 유리 기판 또는 플렉서블한 투명 기판일 수 있다.
- [0020] 또한 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은 상기의 NiTe계 박막 제조방법 중 한 가지 이상 선택된 방법으로 제조된 전도성 기판을 제공한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따른 NiTe계 박막 제조방법 및 그로 인해 제조된 전도성 기판은 우수한 전기전도도와 광투과도를 가지며, NiTe계 박막과 투명 기판의 접착력이 향상된 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 층상결정 구조의 NiTe계 박막이 형성된 기판을 나타낸 결정 구조도,
 도 2는 도 1의 층상결정 구조를 상부에서 본 것을 나타낸 결정 구조도,
 도 3은 실험에 1 내지 실험에 6으로 도출된 NiTe_{2-x} alloy 분말의 격자 파라미터 a 및 c와 전기 저항과의 관계를 나타낸 그래프,
 도 4는 실험에 7에서 도출된 박막층의 격자파라미터 a 및 c와 전기 저항과의 관계를 나타낸 그래프,
 도 5는 상기 비교예 1에서 도출된 박막층의 격자파라미터 a 및 c와 전기 저항과의 관계를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 실시예들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되어지는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 그리고, 도면들에 있어서, 층 및 영역의 길이, 두께 등은 편의를 위하여 과장되어 표현될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0024] 도 1은 층상결정 구조의 NiTe계 박막이 형성된 기판을 나타낸 결정 구조도이고, 도 2는 도 1의 층상결정 구조를 상부에서 본 것을 나타낸 결정 구조도이다.

[0025] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 NiTe계 박막을 제조하기 위해 먼저, NiTe_{2-x} 금속 화합물 타겟을 이용하여 투명 기판 상에 스퍼터링한다. 상기 x는 $-0.1 < x < 1.0$ 의 범위를 가진다. 상기 투명 기판 상에 NiTe_{2-x} 그레인(grain)이 형성되기 시작한다. 상기 스퍼터링은 10^{-4} torr 내지 10torr의 진공도에서 수행할 수 있다. 상기 투명 기판은 유리 기판 또는 플렉서블한 투명 기판일 수 있다.

[0026] 예를 들면, NiTe_2 화합물 타겟을 이용하여 투명 기판 상에 스퍼터링 할 수 있다. 상기 NiTe_2 화합물 타겟은 작업자가 원하는 비율로 화합물을 만들 수 있는데, 예를 들어 Ni 대 Te의 비율을 43 대 57로 하고, 진공도가 높은 석영튜브에서 일정 시간 가열을 한 후 냉각할 수 있다. 상온까지 냉각이 되면 NiTe alloy 파우더가 되는데, 상기 파우더를 압착함으로써 스퍼터 타겟을 형성할 수 있다.

[0027] 상기 투명 기판 상에 스퍼터링하는 것은 NiTe_{2-x} 화합물 타겟을 이용하는 대신, Ni 타겟과 Te 타겟을 동시에 이용하여 코스퍼터링하는 것일 수 있다.

[0028] 스퍼터링이 지속되는 동안 상기 금속물질 그레인들은 층상의 결정구조로 연결이 되고, 층상의 결정구조를 가진 박막으로 적층하기 시작한다.

[0029] 스퍼터링이 끝난 후, 상기 금속물질 층상 결정구조로 형성된 NiTe계 박막층을 화학적 액상 박리(Chemical exfoliation)를 이용하여 최상부 층상 결정부터 박리한다.

[0030] 상기 화학적 액상 박리는 라우릴 피롤리돈(N-dodecyl-pyrrolidone), 벤조산벤질(Benzyl Benzoate), N-옥틸 피롤리돈(N-Octyl-pyrrolidone), N-비닐 피롤리돈(N-vinyl-Pyrrolidinone), 벤질 에터르(Benzyl Ether), 디메틸-이미다졸리딘(dimethyl-imidazolidinone), 사이클로헥사논(Cyclohexanone), 클로로벤젠(Chlorobenzene), 디메틸설폭사이드(Dimethylsulphoxide), 벤조나이트릴(Benzonitrile), 클로로포름(Chloroform), 브로모벤젠(Bromobenzene), N-메틸 피롤리돈(N-methyl-pyrrolidinone), 디메틸포름아미드(dimethylformamide), 사이클로헥실 피롤리돈(cyclohexyl pyrrolidone), 디메틸아세트아미드(dimethylacetamide), 포름아미드(Formamide), N-메틸포름아미드(N-methylformamide), 이소프로판올(isopropanol), 메탄올(methanol), 및 아세톤(acetone)으로 이루어진 군에서 선택된 하나의 용매를 이용하여 수행할 수 있다. 또한, 상기 화학적 액상 박리는 90분 내지 360분 동안 초음파분산(sonication)을 함으로써 수행할 수 있다.

[0031] 일정 시간동안 화학적 액상 박리를 함으로써 상기 투명 기판 상에는 수 나노미터의 NiTe계 박막이 형성된다. 상

기 NiTe 박막은 P-3m1 그룹에 포함되고, 격자 상수 a, c가 NiTe_{2-x} 금속 화합물 대비 10% 이내로 차이가 나는 상으로 형성할 수 있다. 상기 NiTe계 박막은 10nm 이하의 두께로 형성할 수 있다.

[0032] 나아가서, 상기 NiTe계 박막은 400nm 내지 700nm의 파장 범위 내에서 평균 투과율이 80%이상으로 형성할 수 있다.

[0033] 입사광(I_0)에 대해 투과되는 빛의 세기(I)는 다음의 수식과 같다.

[0034] (식 1)
$$I = I_0 e^{-\alpha x}$$
 이때, α 는 흡수계수, x는 투과되는 두께이다.

[0035] 상기의 물질 군 중 예를 들어, NiTe_2 의 경우 NiTe_2 의 흡수계수는 $3.0 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ 이므로, 상기의 두께 범위 내에서 약 80%의 투과율을 확보할 수 있다.

[0036] 또한, 상기 NiTe계 박막은 $50 \mu \Omega \text{ cm}$ 이하의 저항값을 가질 수 있다.

[0037] 상기 스퍼터링으로 증착하여 금속물질 층상 결정구조로 NiTe계 박막을 형성하되 상기 화학적 액상 박리를 통해 NiTe계 박막의 두께를 조절함으로써 접착력이 증가된 층상 결정구조의 전도성 투명 박막을 형성할 수 있다.

[0038] 다시 말하면, 박리된 층상 구조의 나노시트들을 기판에 프린팅을 할 경우 반데르발스 힘에 의해서 상기 층상 구조의 나노 시트들이 기판에 접착이 되어 전도성 투명 박막층이 형성된다. 본 발명의 방법의 경우, 금속 혼합물이 전압차에 의해 기판과 충돌하면서 층상 결정 구조의 박막이 형성되기 때문에 종래의 프린트한 방법보다 접착력이 향상될 수 있다.

[0039] 또한 본 발명에 따른 전도성 기판은 상기의 NiTe계 박막 제조방법 중 한 가지 이상 선택된 방법으로 제조된 것이다. 즉, 본 발명에 따른 전도성 기판(100)은 NiTe_{2-x} 금속의 층상결정 구조(110)로 이루어지되, 10 nm 이하의 두께를 가진 NiTe계 박막을 구비한다. 상기 x는 $-0.1 < x < 1.0$ 의 범위를 가진다.

[0040] 이하, 본 발명에 따른 전도성 투명 기판의 제조방법을 하기 실험예를 통해 설명하겠는 바, 하기 실험예는 본 발명을 설명하기 위한 예시일 뿐 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0041] 실험예 1

[0042] 본 발명에 따른 전도성 기판을 제작하기 위하여 먼저 스퍼터링 타겟을 제조하였다. 순도 99.9%의 Ni 파우더와 순도 99.999%의 Te 펠릿(pellet)을 Ni:Te=47:53의 원자비율로 진공으로 실링된 석영튜브에서 가열하였다. 1223K의 온도로 24시간 가열하였고, 가열 후 773K의 온도까지 100K/h의 속도로 냉각하였으며, 이후 상온으로 냉각하였다.

[0043] 상기 어닐링된 $\text{Ni}_{47}\text{Te}_{53}$ 화합물 파우더를 2.3kN, 3분간 873K의 온도를 가하여 10mm지름과 3mm두께로 압착하였다.

[0044] 실험예 2

[0045] Ni과 Te의 비율이 Ni:Te=44:56의 원자비율인 것을 제외하고, 다른 조건은 실험예 1과 동일하였다.

[0046] 실험예 3

[0047] Ni과 Te의 비율이 Ni:Te=43:57의 원자비율인 것을 제외하고, 다른 조건은 실험예 1과 동일하였다.

[0048] 실험예 4

[0049] Ni과 Te의 비율이 Ni:Te=42:58의 원자비율인 것을 제외하고, 다른 조건은 실험예 1과 동일하였다.

[0050] 실험예 5

[0051] Ni과 Te의 비율이 Ni:Te=39:61의 원자비율인 것을 제외하고, 다른 조건은 실험예 1과 동일하였다.

[0052] 실험예 6

[0053] Ni과 Te의 비율이 Ni:Te=37:63의 원자비율인 것을 제외하고, 다른 조건은 실험예 1과 동일하였다.

[0054] 실험예 7

[0055] 실험예 4의 Ni:Te=42:58의 원자비율로 2인치 직경의 NiTe₂ 스퍼터링 타겟으로 제조하기 위해, 5×10^{-2} torr의 진공도에서 873K의 온도로 1시간 동안 8.6톤의 압력을 가하였다.

[0056] 상기의 방법으로 제조된 NiTe₂ 스퍼터링 타겟에 13.56Mhz의 RF파워 30W 내지 90W를 인가하여 유리기관 상에 NiTe₂ 박막을 증착하였다. 150초 동안 증착하였으며, 스퍼터링 동안 진공도는 5×10^{-3} torr 이었으며, 유리기관에는 475K의 온도를 가하였다. 상기 유리기관은 스퍼터링 동안 상기의 온도를 유지시켜주는 것이 바람직하다. 왜냐하면 NiTe₂는 녹는점이 723K로 낮은 편이며 증기압은 775K에서 100pa로 높은 편이기 때문에, 기관의 온도가 475K 이상이면 NiTe₂ 결정이 형성되지 않을 수 있기 때문이다.

[0057] 상기의 과정으로 NiTe₂의 층상 결정구조로 이루어진 NiTe₂ 박막을 구비한 전도성 기관을 제조하였다. 아세톤(acetone; 99.5%)을 사용하여 180 분간 초음파분산(sonication)을 함으로써 최상부 층상 결정부터 박리하였다.

[0058] 비교예 1

[0059] 순도 99.9%의 Ni 스퍼터링 타겟과 순도 99.999%의 Te 스퍼터링 타겟을 동시에 이용하여 유리기관 상에 NiTe₂ 박막을 증착하였다. Ni 스퍼터링 타겟에는 DC 파워를 20 내지 80W의 범위 내에서 인가하였고, Te 스퍼터링 타겟에는 13.56Mhz의 RF파워 50W를 인가하였다. NiTe₂ 박막의 층상구조 형성이 효과적으로 될 수 있도록 Ni의 증착 속도를 고려하여 50초 동안 증착하였으며, 다른 조건은 상기 실험예 7과 동일하였다.

[0060] 시험예 1

[0061] 상기 실험예 1 내지 실험예 6에서 도출된 NiTe_{2-x} alloy 분말에 대해 XRD로 분석한 결과 하기와 같은 표를 얻었다.

[0062] 도 3은 상기 실험예들로 도출된 NiTe_{2-x} alloy 분말의 격자 파라미터 a 및 c와 전기 저항과의 관계를 나타낸 그래프이다.

표 1

[0063]

phase	formula	Space group(number)	ICSD code	a,b axis	c axis
α_1	NiTe	P63/mmc(194)	00-038-1393	3.9293	5.3657
α_2			01-089-2018	3.9650	5.3580
β_1	NiTe ₂	P-3m1 (164)	98-064-6914	3.8690	5.3080
β_2			01-089-2503	3.8690	5.2880
β_3			98-004-3293	3.8540	5.2600

[0064] 표 1과 도 3을 참조하면, 상기 alloy 분말들의 phase와 결정구조는 Ni과 Te의 비율에 따라 각각 다르게 형성됨을 알 수 있다. 즉, Ni:Te 비율이 47:53, 44:56, 43:57인 분말은 hexagonal의 NiTe(α_1 과 α_2 로 명명함)의 결정구조를 포함하고, Ni:Te 비율이 42:58, 39:61, 37:63인 분말은 P-3m1 그룹의 NiTe₂(β_1 , β_2 , β_3 로 명명함)의 결정구조가 포함되어 형성되어 있음을 알 수 있다. alloy 분말의 Ni:Te 비율이 42:58인 경우 저항값이 가장 낮게 나타났다. 즉, 전기적 특성이 더 좋은 것으로 나타났다.

[0065] 시험예 2

[0066] 도 4는 상기 실험예 7에서 도출된 박막의 격자파라미터 a 및 c와 전기 저항과의 관계를 나타낸 그래프로써, 스퍼터링 타겟에 인가되는 RF 파워 별 박막의 특성에 대해 나타낸 것이다.

[0067] 표 1 및 도 4를 참조하면, 시험예 1의 결과를 바탕으로 저항 값이 가장 낮은 특성을 나타낸 Ni₄₂Te₅₈ 타겟을 이용하여, 타겟에 인가되는 RF 파워 별로 형성된 박막의 특성을 조사하였다. 전기적 특성은 같은 결정 그룹(P-3m1)의 NiTe₂ 내에서는 격자 파라미터 a 및 c의 영향을 받는 것으로 나타났으며, 50W의 파워 인가 시 가장 좋은

전기적 특성을 나타내었다.

[0068] 시험예 3

[0069] 도 5는 상기 비교예 1에서 도출된 박막의 격자파라미터 a 및 c 와 전기 저항과의 관계를 나타낸 그래프로써, 스퍼터링 타겟에 인가되는 DC 파워별 박막의 특성에 대해 나타낸 것이다.

[0070] 표 1 및 도 5를 참조하면, DC파워가 낮을수록 전기전도도가 좋게 나타나는데, 이는 Ni의 증착 속도가 느려질수록 전기적 특성이 양호해짐을 나타내는 것이다. 또한 상기 시험예 1 내지 시험예 7의 NiTe_2 의 일정한 경향성이 나타나지 않음을 볼 때, 재현성의 측면에서 각각의 Ni, Te 타겟을 이용한 코스퍼터링보다는 상기 시험예 7의 화합물 스퍼터링이 바람직한 방법이라 볼 수 있다. 하지만, 성막 속도의 측면에서 코스퍼터링을 이용한 제조방법도 바람직한 방법이라고 할 수 있다.

[0071] 시험예 4

[0072] 상기 시험예 2에서 가장 좋은 전기적 특성을 나타낸 시료, 즉 $\text{Ni}_{42}\text{Te}_{58}$ 타겟을 이용하여 50W의 RF 파워를 인가하여 제조한 NiTe_2 의 층상 결정구조로 이루어진 NiTe_2 박막은 7.2nm의 두께로 측정되었다. 상기 NiTe_2 의 박막이 형성된 투명 기판은 285nm의 파장에서 70%의 투과율을 보였으며, 이는 상기 (식 1)을 참조해볼 때, 약 2nm의 두께로 제조할 경우 현재의 ITO 필름과 대체될 수 있는 투과율을 보일 수 있음을 알 수 있다.

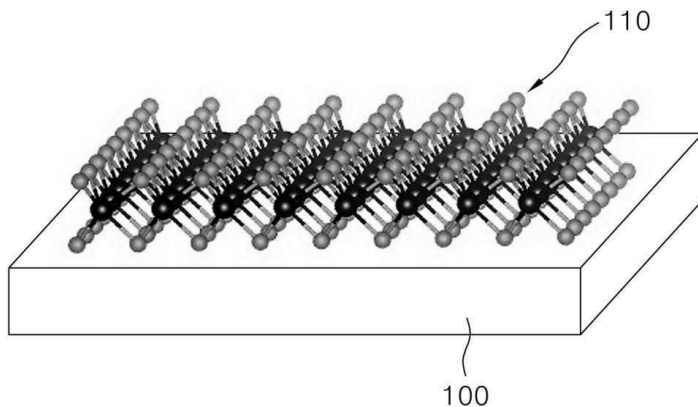
[0073] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

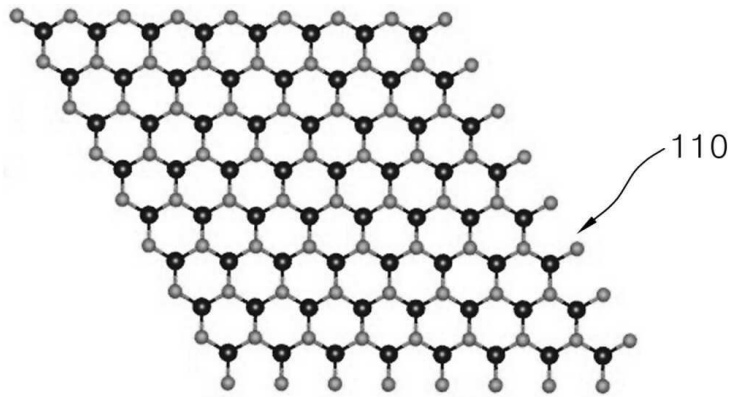
[0074] 100; 기판, 110; 층상 결정구조

도면

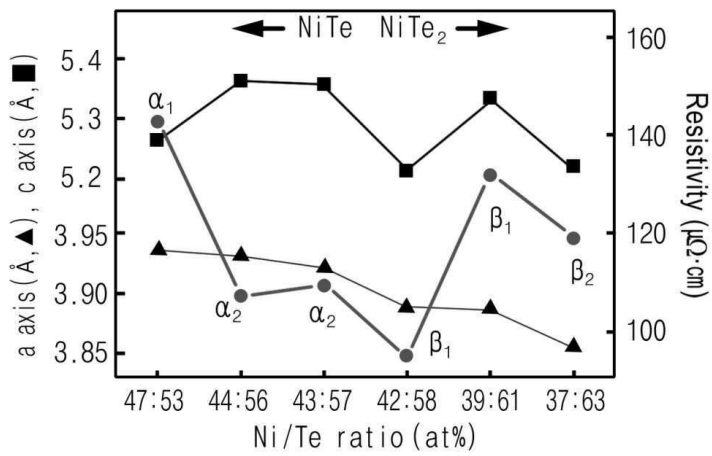
도면1



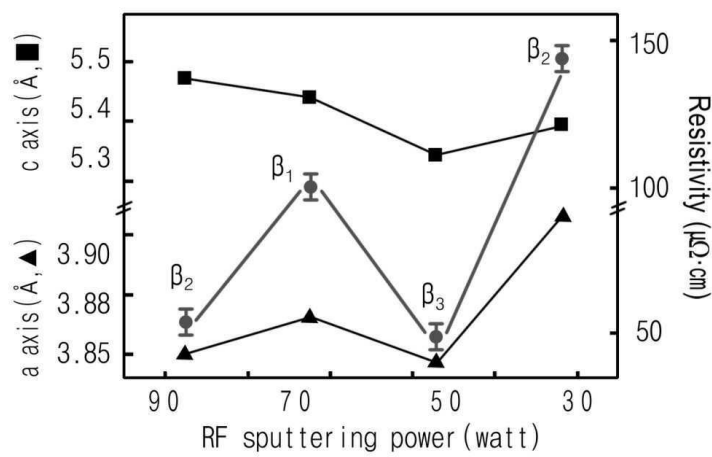
도면2



도면3



도면4



도면5

