

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2010년 7월 15일 (15.07.2010)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2010/080002 A2

- (51) 국제특허분류:
H01L 21/8247 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/000150
- (22) 국제출원일: 2010년 1월 11일 (11.01.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2009-0002235 2009년 1월 12일 (12.01.2009) KR
10-2010-0001137 2010년 1월 7일 (07.01.2010) KR
- (71) 출원인 (US을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 연
세대학교 산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC CO-
OPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVER-
SITY) [KR/KR]; 서울특별시 서대문구 신촌동 134 연
세대학교, 120-749 Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김
- (75) 발명자/출원인 (US에 한하여): 이홍림 (LEE, Hong
Lim) [KR/KR]; 서울특별시 영등포구 양평동 3가 거
성파스텔아파트 103동 1701, 150-932 Seoul (KR). 김
병근 (KIM, Byung Keun) [KR/KR]; 서울특별시 서대
문구 연희3동 66-7번지 102호, 120-823 Seoul (KR).
- (74) 대리인: 이채형 (LEE, Chae Hyung) 등; 서울특별시
강남구 논현2동 115-22번지 성암빌딩 501호 Neo 국
제특허법률사무소, 135-733 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유
럽 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를
별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: METHOD FOR PREPARING NANOWIRES OF PHASE CHANGE MATERIALS

(54) 발명의 명칭 : 상변화 물질의 나노와이어 제조 방법

(57) Abstract: The present invention provides a method for preparing Sb_2Te_3 single crystal nanowires. The method comprises the steps of: (a) providing a substrate; (b) laminating a Ge-Sb-Te phase change material and doping a crystallization-inducing material on the substrate through sputtering without use of catalyst materials, in order to form a thin film comprising the Ge-Sb-Te phase change material doped with the crystallization inducing material on the substrate; and (c) preferentially bonding the crystallization inducing material with Ge by annealing the substrate on which the thin film is formed inside a reactor, then performing phase separation through the formation of a phase change material Sb_2Te_3 by bonding an excess of Sb and Te, in order to grow the single crystal nanowires consisting of Sb_2Te_3 on the thin film.

(57) 요약서: 본 발명에 따라서 Sb_2Te_3 단결정 나노와이어를 제조하는 방법이 제공되는데, 상기 방법은 (a) 기판을 제공
하는 단계와, (b) 촉매 물질을 사용하지 않으면서, 상기 기판 상에 스퍼터링에 의해, Ge-Sb-Te 상변화 물질을 적층함과
아울러 결정화 유도 물질을 함께 도핑하여, 상기 결정화 유도 물질이 도핑된 Ge-Sb-Te 상변화 물질로 이루어진 박막을
상기 기판 상에 형성하는 단계와, (c) 상기 박막이 형성된 기판을 반응로 내부에서 어닐링 열처리하여, 상기 결정화 유
도 물질이 Ge 과 우선적으로 결합함과 아울러, 이에 따라 과잉의 Sb 와 Te 가 결합하여 상변화물질 Sb_2Te_3 을 형성하여
상분리됨으로써 Sb_2Te_3 로 이루어진 단결정 나노와이어가 상기 박막 상에서 성장하도록 하는 단계를 포함하는 것을 특
징으로 한다.

WO 2010/080002 A2

명세서

발명의 명칭: 상변화 물질의 나노와이어 제조 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 나노와이어 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 상변화물질(phase-change material)을 상분리시켜 전자 소자에 이용될 수 있는 상변화물질 나노와이어를 기판 상에서 성장시키는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 상변화 물질은 차세대 메모리 중의 하나인 상변화 메모리를 구현하기 위해 널리 연구되고 있다. 그러나, 고집적도의 한계와 고전압 특성의 단점을 갖고 있어, 이를 해결하고자 상변화물질의 나노와이어에 관한 연구가 수행되고 있다.
- [3]
- [4] 기존의 대표적인 나노와이어 제조 방법으로는 VLS, VS 등의 방법이 있으나, 이러한 제조 방법을 이용하여 나노와이어를 제조하기 위해서는 촉매, 높은 공정 온도 등을 필요로 한다. 특히, 촉매를 이용하기 때문에, 성장시킨 나노와이어, 특히 나노와이어의 끝단 부분에 촉매가 잔존하게 된다. 반도체 분야에서 이러한 촉매는 불순물로 작용하고, 따라서 이를 제거해야 하는 공정이 추가로 수행되어야 하는 문제점이 있다.
- [5]
- [6] 한편 상변화 물질 중 대표적인 Ge-Sb-Te 상변화 물질은 박막의 형태로 있을 때보다 나노 구조로 있을 때가 상변화 메모리(PRAM)의 RESET 과정(결정질에서 비결정질로의 상변화)에 필요한 전류가 더 적게 소요되는 것으로 보인다. 이는 물질의 녹는점과 관련이 있는데, 녹는점이 더 낮아지므로 그것을 빠르게 급냉(quenching)하는데 필요한 에너지가 줄어들게 되는 것이며, 따라서 PRAM에서 저전압 구동이 가능한 것으로 판단된다. 그러나, 종래 기술에 따르면 대표적인 상변화 물질인 Ge-Sb-Te를 단순히 박막 형태로만 PRAM과 같은 전자 소자에 적용하고 있는 바, 이에 대한 개선이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 상기한 종래 기술에서 나타나는 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 그 한 가지 목적은 상변화 물질을 박막의 형태가 아닌 나노와이어 형태로 기판 상에서 성장시킬 수 있는 방법을 제공하는 것이다.
- [8] 본 발명의 다른 목적은 기존의 상변화 물질로부터, 원하는 특정 상변화 물질로 이루어진 나노와이어를 기판 상에서 성장시키는 방법을 제공하는 것이다.
- [9] 본 발명의 또 다른 목적은 종래의 나노와이어 제조 방법과는 달리 촉매를 이용하지 않으면서도, 종래의 것과 비교하여 공정 온도와 공정 시간을 현저히

단축시킬 수 있는 상변화 물질의 나노와이어를 기판 상에서 성장시키는 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [10] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따라서 Sb_2Te_3 단결정 나노와이어를 제조하는 방법이 제공되는데, 상기 방법은 (a) 기판을 제공하는 단계와, (b) 촉매 물질을 사용하지 않으면서, 상기 기판 상에 스퍼터링에 의해, Ge-Sb-Te 상변화 물질을 적층함과 아울러 결정화 유도 물질을 함께 도핑하여, 상기 결정화 유도 물질이 도핑된 Ge-Sb-Te 상변화 물질로 이루어진 박막을 상기 기판 상에 형성하는 단계와, (c) 상기 박막이 형성된 기판을 반응로 내부에서 어닐링 열처리하여, 상기 결정화 유도 물질이 Ge 와 우선적으로 결합함과 아울러, 이에 따라 과잉의 Sb 와 Te 가 결합하여 상변화물질 Sb_2Te_3 을 형성하여 상분리됨으로써 Sb_2Te_3 로 이루어진 단결정 나노와이어가 상기 박막 상에서 성장하도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [11]
- [12] 한 가지 실시예에 있어서, 상기 반응로 내부는 진공 또는 상압(1 atm)으로 유지하면서 상기 어닐링 열처리를 수행할 수 있다.
- [13]
- [14] 한 가지 실시예에 있어서, 상기 결정화 유도 물질은 Al 일 수 있고, 이 경우 Al 의 함량은 7~30 atomic%, 바람직하게는 약 7.5 혹은 23atomic%일 수 있다.
- [15]
- [16] 한 가지 실시예에 있어서, 상기 (c) 단계에서의 어닐링 열처리는 약 300°C 에서 대략 30분 전후에 걸쳐 수행될 수 있다.
- [17]
- [18] 한 가지 실시예에 있어서, 상기 기판은 Si 웨이퍼 또는 유리 기판일 수 있고, 바람직하게는 Si 웨이퍼 기판이다.

발명의 효과

- [19] 본 발명에 따른 방법을 이용하면, 촉매를 이용하지 않고도 Sb_2Te_3 단결정 나노와이어를 기판 상에서 성장시킬 수 있어, 촉매를 제거해야 하는 공정을 생략할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 비교적 낮은 온도(300°C)에서 짧은 열처리 시간으로 나노와이어를 제거할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면 고진공 상태뿐만 아니라, 상압(1atm)에서 열처리를 해도 단결정 나노와이어를 성장시킬 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [20] 도 1은 본 발명에 따른 방법의 한 가지 프로세스를 개략적으로 보여주는 도면이다.
- [21] 도 2는 본 발명에 따라 성장시킨 Sb_2Te_3 단결정 나노와이어의 FESEM 및 TEM 사진이다.

- [22] 도 3은 본 발명에 따라 성장시킨 나노와이어가 Sb_2Te_3 로 구성되어 있음을 보여주는 도면이다.
- [23] 도 4 및 도 5는 본 발명에 따라 성장시킨 나노와이어가 단결정임을 보여주는 HRTEM 이미지 및 SAED 패턴 이미지이다.
- [24] 도 6 및 도 7은 본 발명에 따른 방법에서 Al 도핑량에 따른 나노와이어 성장 양태를 보여주는 FESEM 이미지이다.
- [25] 도 8은 본 발명에 따른 방법에서 어닐링 열처리 시간이 나노와이어 성장에 미치는 효과를 보여주는 사진이다.
- [26] 도 9는 본 발명에 따른 방법이 유리 기판에서도 적용될 수 있음을 보여주는 FESEM 이미지이다.
- [27] 도 10은 실리콘 웨이퍼 기판(a)과 유리 기판(b) 상에서 본 발명을 이용하여 성장시킨 나노와이어를 보여주는 FESEM 이미지이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [28] 이하에서는 첨부 도면을 참조하여, 본 발명에 대해 보다 구체적으로 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 나노와이어의 성장/제조와 관련하여 당업계에 이미 널리 알려진 기술/구성에 대하여는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [29]
- [30] 상변화 물질은 그 물질마다 고유의 특색이 있다. 그동안 Ge-Sb-Te 상변화 물질이 가장 많이 연구되었지만, 상변화 속도(비정질에서 결정질로의 상변화)가 느려, PRAM 구동 과정에서 SET 과정(비정질에서 결정질로의 상변화)을 저속화시키는 단점이 있는 것으로 판단된다. 이와 관련하여, 본 발명자의 연구에 따르면, Sb-Te 박막은 Ge-Sb-Te 박막과 비교하여 상변화 속도가 더 빠르기 때문에 PRAM에서의 소자 구동 속도를 높일 수 있고, 또 Sb-Te는 Ge-Sb-Te보다 녹는점이 더 낮으므로, 상기한 바와 같이 PRAM에서 저전압 구동이 가능하며, 이성분계 물질이므로 공정을 단순화시킬 수 있는 이점이 있는 것으로 보인다.
- [31]
- [32] 상기한 관점에 기초하여, 본 발명자는 상변화 물질을 박막의 형태가 아닌 나노와이어 형태로 구현하고 또 Ge-Sb-Te가 아닌 이성분계 상변화 물질로 나노와이어 형태를 구현하여 PRAM에 적용할 경우 소자의 구동과 관련한 획기적인 개선을 이룰 수 있을 것이라는 결론에 이르러 본 발명을 완성하였다.
- [33]
- [34] 본 발명자는 기존의 나노와이어 성장 방법인 VLS, VS 등의 방법과는 달리, 촉매를 사용하지 않으면서도 공정 온도와 공정 시간을 단축시키면서 Sb-Te 상변화 물질로 이루어진 나노와이어를 전자 소자에 적용하는 것을 연구하면서, 대표적인 상변화물질인 GST 물질로부터 Sb-Te 상변화물질 나노와이어를 성장시키는 것을 연구하였다. 기존에는 GST 상변화 물질이 전자 소자에 있어서 박막의 형태로 적용되는 것에 착안하여, 이를 나노와이어 형태로 성장시키고,

아울러 Ge를 포함하지 않는 상변화물질의 나노와이어를 성장시키는 연구를 수행하여, 본 발명을 완성하였는 바, 이를 더욱 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[35]

[36] 도 1은 본 발명의 방법을 개략적으로 보여주는 도면이다.

[37]

[38] 도시한 바와 같이, 본 발명의 방법에 따르면, 먼저 상온에서 대표적인 상변화물질인 Ge-Sb-Te 물질을 스퍼터링에 의해 기판(10) 상에 적층한다. 한편, 이와 동시에 Al도 스퍼터링에 의해 함께 적층하여, Al이 도핑된 상변화 물질(20)을 기판 상에 적층한다. 본 발명자의 관찰에 따르면, 상기 도핑된 상변화 물질은 비정질 상태에 있다.

[39]

[40] 후속하여, 상기 Al이 도핑된 상변화 물질이 적층된 기판(10)을 튜브 형태로 된 퍼니스(F)에 적재한 후, 상압에서 소정의 온도로 가열하여 어닐링 열처리를 수행한다. 이때, 상기 퍼니스 내부에는 질소 가스를 도입하여 퍼니스 내부를 비산화 분위기로 만들어준다.

[41] 상기 열처리의 결과, 도면에 도시한 바와 같이 상변화 물질(20)의 표면에서 Sb₂Te₃로 된 단결정 나노와이어(30)들이 성장하는 것을 관찰하였다.

[42]

[43] 즉 본 발명자의 연구에 따르면, Ge-Sb-Te 상변화 물질과 함께 도핑된 Al이 퍼니스 내에서의 어닐링 중에 상기 세 개의 원소 중 Ge와 우선적으로 결합하여, Al-Ge 상으로 분리되고, 이에 따라 과잉의 Sb와 Te이 서로 결합하여, Sb₂Te₃로 분리되어, 단결정 나노와이어 형태로 성장하는 것으로 보인다. 즉 Ge-Sb-Te 상변화물질에 Ge와 우선적으로 결합하여 Sb와 Te의 결합 및 결정화를 유도하는 물질을 첨가하면 Sb₂Te₃의 상변화물질 나노와이어를 성장시킬 수 있을 것으로 보이며, Al이 이러한 목적에 가장 적합한 것으로 판단된다.

[44]

[45] 상기 과정에 따라 성장시킨 단결정 Sb₂Te₃ 나노와이어의 FESEM 사진 및 TEM 사진을 도 2에 나타내었다. 도 2를 통해서 알 수 있는 바와 같이, 나노와이어 끝단에는 종래와 같은 촉매 물질이 없음을 알 수 있다. 즉 본 발명의 상기 방법에 따르면, 종래의 VLS, VS 방법 등과는 달리 Au와 같은 촉매를 사용하지 않으면서도 나노와이어를 성장시키기 때문에, 형성된 나노와이어의 끝단에 촉매와 같은 불순물이 남아 있지 않고 따라서 촉매를 제거하는 공정을 추가로 실시할 필요가 없어, 종래의 기술과 비교하여 매우 간단한 방법으로 나노와이어를 성장시킬 수가 있다.

[46]

[47] 또한, 도 3은 상기 방법에 따라 성장시킨 나노와이어의 TEM 사진 및 EDX(Energy dispersive X-ray spectroscopy)를 이용하여 분석한 조성 결과이다. EDX로 나노와이어의 조성을 분석한 결과에 따르면, 나노와이어의 조성이 Sb₂Te

3로 이루어짐을 알 수 있고, TEM 사진으로부터 표면이 매끄러운 나노와이어가 생성되었음을 알 수 있다.

[48]

[49] 한편, 도 4 및 도 5는 상기 방법에 따라 성장시킨 나노와이어가 단결정임을 확인하여 주는 이미지로서, 도 4는 HRTEM(High Resolution Transmission Electron Microscopy) 이미지를 확대한 것으로서, 결정립계(grain boundary)가 없는 것을 확인할 수 있으며, 도 5는 SAED(Selected Area Electron Diffraction) 패턴이다. 도 4 및 도 5의 두 개의 이미지로부터 본 발명에 따라 성장시킨 나노와이어가 단결정임을 확인할 수 있다.

[50]

[51] 정리하면, 상기한 본 발명을 이용하면, Ge-Sb-Te 상변화물질로부터 촉매를 사용하지 않고 극히 단순한 방법으로 Sb_2Te_3 단결정 나노와이어를 기판 상에서 성장시킬 수가 있다. 더욱이, 기존의 나노와이어 성장 방법과 비교하여 비교적 저온에서 나노와이어를 성장시킬 수가 있다. 또한, 종래의 나노와이어 성장 방법에 따르면, 나노와이어의 산화를 방지하기 위해 퍼니스와 같은 반응로 내부를 고진공 상태로 하는데, 본 발명에서는 상기한 바와 같이 진공은 물론, 상압(1atm)에서도 단결정 나노와이어를 성장시킬 수 있는 이점이 있다.

[52]

[53] 한편, 본 발명자는 상기 결정화 유도 물질인 Al의 함량에 따른 영향에 대해 연구를 하였으며, 그 결과를 도 6 및 도 7에 나타내었다.

[54]

[55] 도 6 및 도 7은 Al 함량에 따른, Al이 도핑된 Ge:Sb:Te 박막의 FESEM 사진이다. 도 6에 나타난 바와 같이, Al이 7 atomic% 미만으로 함유된 경우에는, Ge-Sb-Te 박막에서 어떠한 나노구조물도 성장하지 않았음을 알 수 있다. 그러나, 도 7에 도시한 바와 같이, Al 함량이 대략 7~30 atomic%인 경우, 상기 Ge-Sb-Te 박막에 대해 상압에서 그리고 대략 300°C에서 약 30분 동안 어닐링 열처리를 하게 되면, 단결정 Sb_2Te_3 나노와이어가 상기 박막 상에서 성장하였다는 것을 확인할 수 있었다. Al의 함량에 따라 나노와이어 성장 양태가 다르게 나타났는데, 이는 Al 함량에 따라, Ge-Sb-Te의 조성비가 변화되고, 그에 따라 나노와이어 성장 양태가 다양하게 나타나는 것으로 보인다. 이때, Al이 대략 7.5 atomic% 혹은 23 atomic% 함유된 경우에, 규칙적인 Al이 성장하는 것으로 보인다. 즉 본 발명에 따른 방법에 있어서, 결정화 유도 물질인 Al을 Ge:Sb:Te 상변화 물질에 첨가시 약 7~30 atomic%, 바람직하게는 약 7.5 atomic% 혹은 23 atomic% 첨가하였을 때 원하는 나노와이어 형태로 Sb_2Te_3 를 성장시킬 수 있다는 결론을 얻었다.

[56]

[57] 또한, 본 발명자는 단결정 Sb_2Te_3 나노와이어를 성장에 미치는 열처리 시간에 대해 연구를 하였으며, 그 결과를 도 8에 나타내었다.

[58] 도 8에 도시한 바와 같이, 300°C에서 대략 30분 전후로 어닐링 열처리를 한

경우에 나노와이어가 원하는 형태로 성장할 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다.

[59]

[60] 마지막으로, 본 발명자는 기판이 나노와이어의 성장에 미치는 연구를 수행하였는데, 그 결과를 도 9 및 도 10에 나타내었다.

[61] 도 9는 유리 기판 상에서 성장시킨 경우의 나노와이어의 FESEM 사진으로서, 도 6 내지 도 8에 나타낸 Si 웨이퍼 기판 상에서 나노와이어를 성장시킨 경우와 마찬가지로, 전술한 프로세스와 동일한 프로세스를 이용하여 유리 기판을 사용하여도 Sb_2Te_3 나노와이어를 성장시킬 수 있음을 확인하였다.

[62]

[63] 한편, 도 10은 Si 기판(도 10의 (a))과 유리 기판(도 10의 (b)) 상에서 성장시킨 Sb_2Te_3 나노와이어의 FESEM 이미지인데, 유리 기판과 비교하여 Si 기판 상에서 성장시킨 나노와이어의 수가 더 많고 그 길이도 길다는 것을 알 수 있다. 이는 실리콘 기판과 Ge-Sb-Te 상변화 물질 사이의 열팽창 계수(CTE)가 유리 기판과 Ge-Sb-Te 상변화 물질 사이의 열팽창 계수보다 커서, Si 기판 상에서 온도 가열에 따른 열응력이 더 크게 작용하여, 이 응력이 Sb_2Te_3 나노와이어 생성 및 성장에 더 크게 작용한 결과에서 비롯된 것으로 보인다.

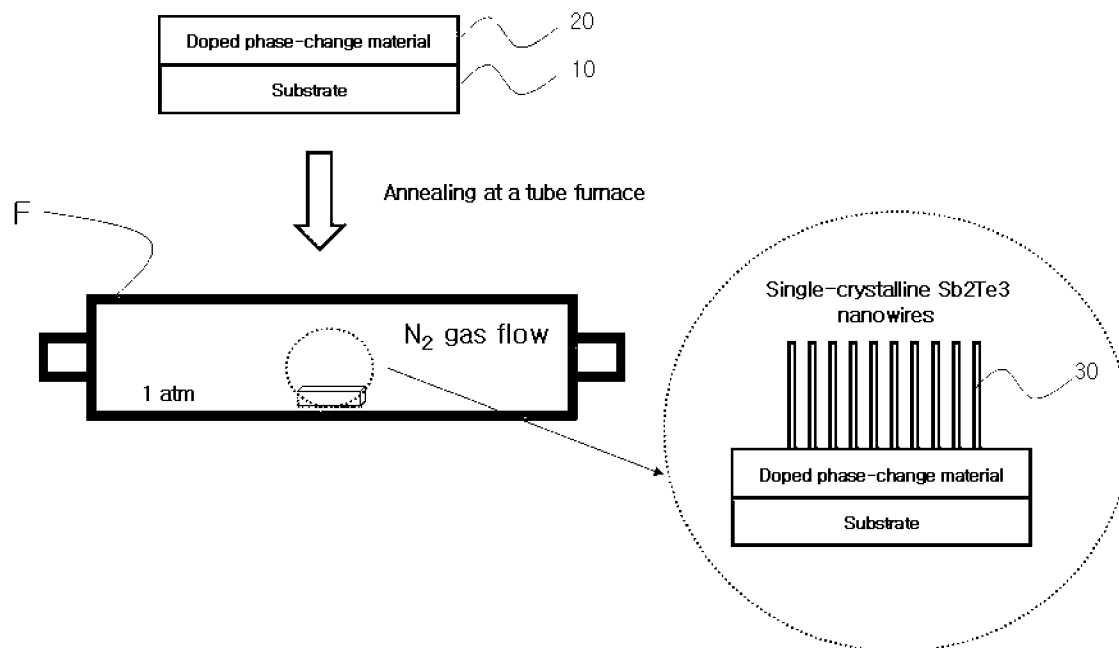
[64]

[65] 이상 본 발명을 바람직한 실시예를 참고하여 설명하였지만, 본 발명은 상기한 실시예에 제한되지 않는다는 것에 유의하여야 한다. 즉 본 발명은 후술하는 특허청구범위 내에서 다양하게 변형 및 수정할 수 있으며, 이들은 모두 본 발명의 범위 내에 속하는 것이다. 따라서, 본 발명은 특허청구범위 및 그 균등물에 의해서만 제한된다.

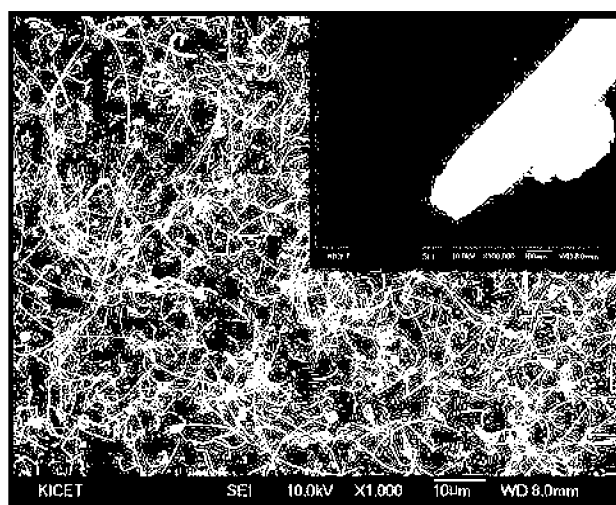
청구범위

- [청구항 1] (a) 기판을 제공하는 단계와,
 (b) 촉매 물질을 사용하지 않으면서, 상기 기판 상에 스퍼터링에 의해, Ge-Sb-Te 상변화 물질을 적층함과 아울러 결정화 유도 물질을 함께 도핑하여, 상기 결정화 유도 물질이 도핑된 Ge-Sb-Te 상변화 물질로 이루어진 박막을 상기 기판 상에 형성하는 단계와,
 (c) 상기 박막이 형성된 기판을 반응로 내부에서 어닐링 열처리하여, 상기 결정화 유도 물질이 Ge와 우선적으로 결합함과 아울러, 이에 따라 과잉의 Sb와 Te가 결합하여 상변화물질 Sb_2Te_3 을 형성하여 상분리됨으로써 Sb_2Te_3 로 이루어진 단결정 나노와이어가 상기 박막 상에서 성장하도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 Sb_2Te_3 상변화물질 나노와이어 제조 방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서, 상기 반응로 내부는 진공 또는 상압(1 atm)으로 유지되는 것을 특징으로 하는 Sb_2Te_3 상변화물질 나노와이어 제조 방법.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서, 상기 결정화 유도 물질은 Al인 것을 특징으로 하는 Sb_2Te_3 상변화물질 나노와이어 제조 방법.
- [청구항 4] 청구항 3에 있어서, 상기 Al의 함량은 7~30 atomic%인 것을 특징으로 하는 Sb_2Te_3 상변화물질 나노와이어 제조 방법.
- [청구항 5] 청구항 4에 있어서, 상기 Al의 함량은 약 7.5 atomic% 혹은 23 atomic%인 것을 특징으로 하는 Sb_2Te_3 상변화물질 나노와이어 제조 방법.
- [청구항 6] 청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서, 상기 (c) 단계에서의 어닐링 열처리는 약 300°C에서 대략 30분 전후에 걸쳐 수행되는 것을 특징으로 하는 Sb_2Te_3 상변화물질 나노와이어 제조 방법.
- [청구항 7] 청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서, 상기 기판은 Si 웨이퍼 또는 유리 기판인 것을 특징으로 하는 Sb_2Te_3 상변화물질 나노와이어 제조 방법.
- [청구항 8] 청구항 7에 있어서, 상기 기판은 Si 웨이퍼 기판인 것을 특징으로 하는 Sb_2Te_3 상변화물질 나노와이어 제조 방법.
- [청구항 9] 청구항 6에 있어서, 상기 기판은 Si 웨이퍼 또는 유리 기판인 것을 특징으로 하는 Sb_2Te_3 상변화물질 나노와이어 제조 방법.
- [청구항 10] 청구항 9에 있어서, 상기 기판은 Si 웨이퍼 기판인 것을 특징으로 하는 Sb_2Te_3 상변화물질 나노와이어 제조 방법.

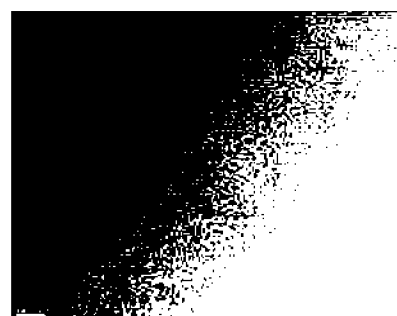
[Fig. 1]



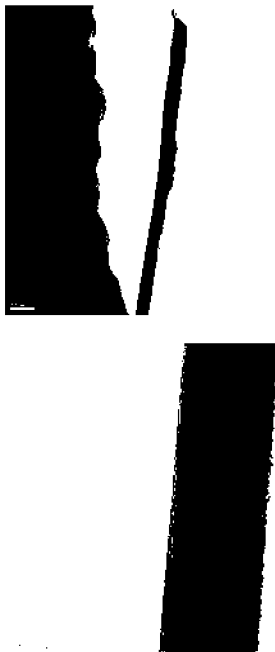
[Fig. 2]



By FESEM



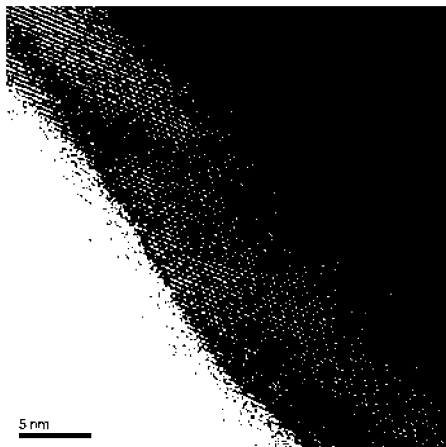
By TEM



EDX(energy dispersive X-ray spectroscopy), indicating that the NW is composed of Sb_2Te_3 .

	EDX	EDX
Top-left	40.24	59.76
Middle-right	37.98	62.02
Middle-left	39.74	60.26
Bottom-right	40.09	59.91
Bottom-left	38.81	61.19

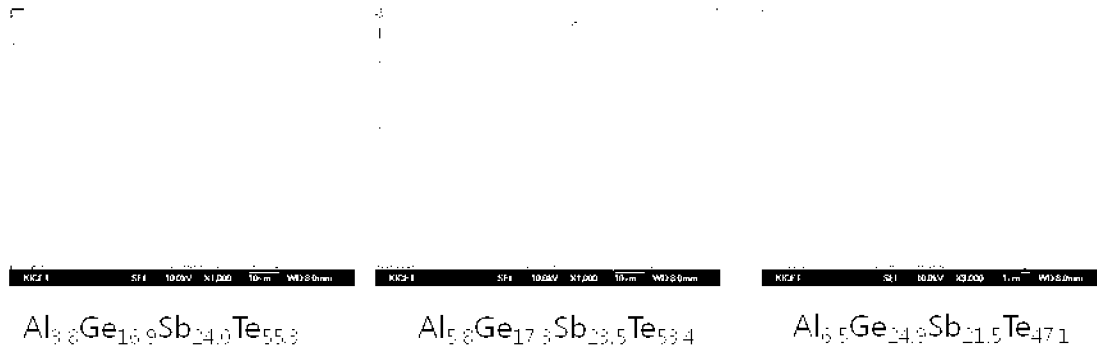
[Fig. 4]



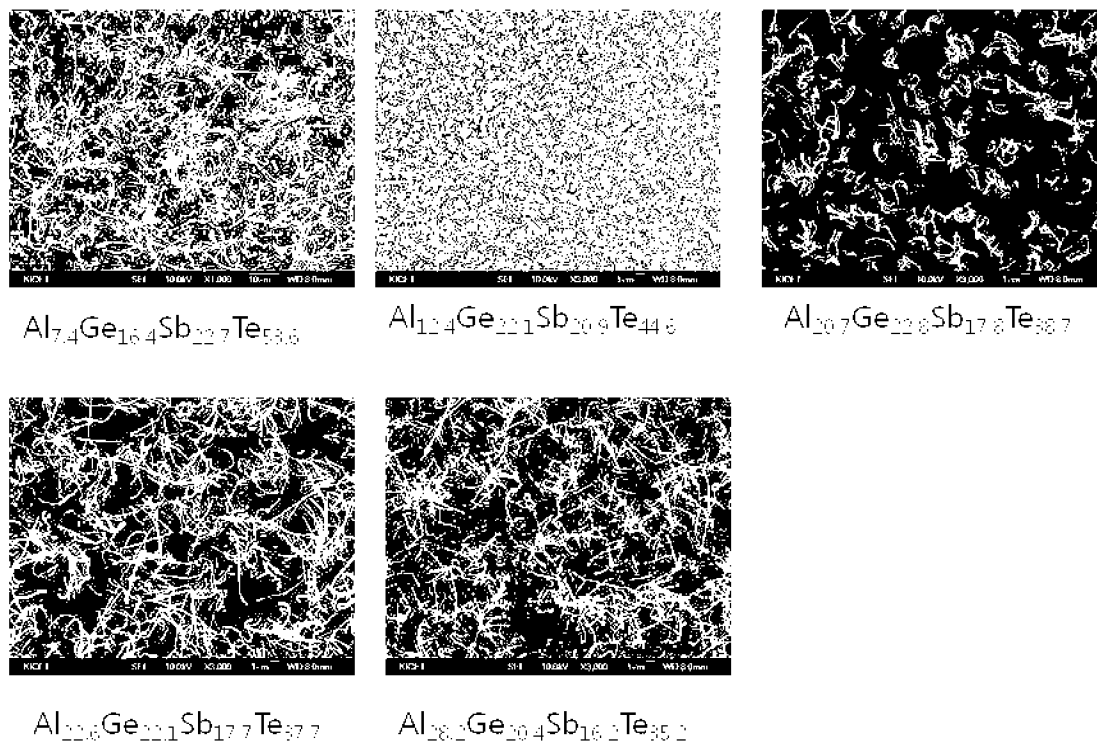
[Fig. 5]



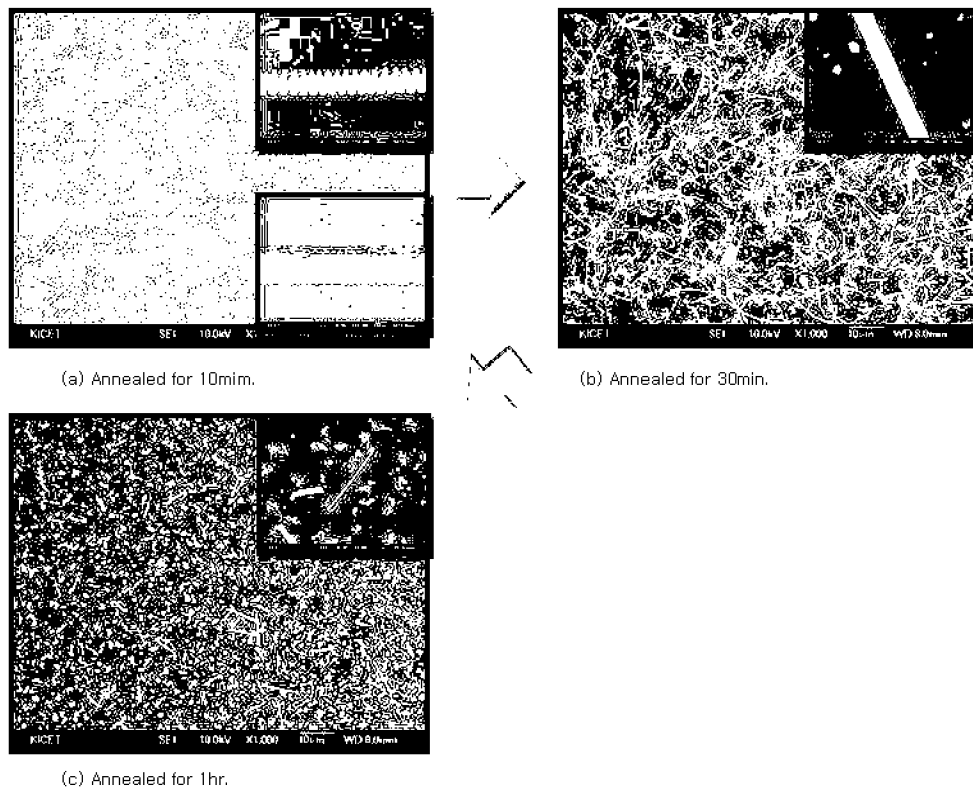
[Fig. 6]



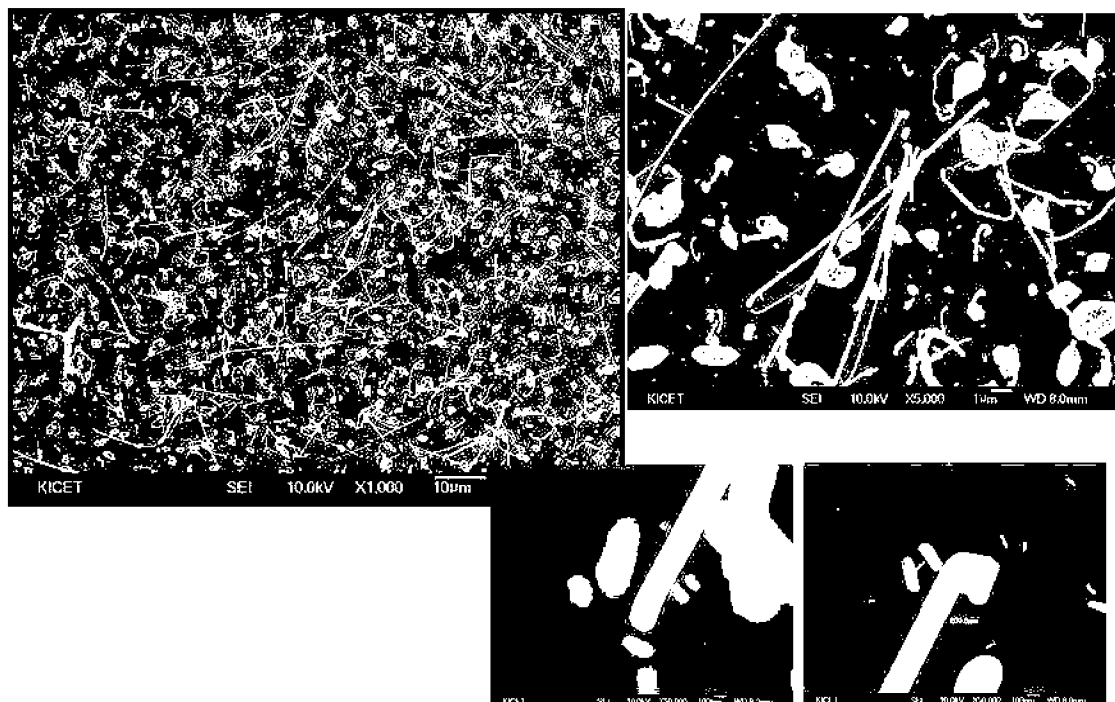
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]

