



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년02월21일
(11) 등록번호 10-0805844
(24) 등록일자 2008년02월14일

(51) Int. Cl.

H01L 21/3065 (2006.01) H01L 27/115 (2006.01)

H01L 21/8247 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0079563

(22) 출원일자 2006년08월22일
심사청구일자 2006년08월22일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060042314 A

KR1020070019124 A

US20050040136 A1

전체 청구항 수 : 총 4 항

(73) 특허권자

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

정지원

서울 마포구 공덕2동 삼성래미안 공덕3차 아파트
303-1202

(74) 대리인

이원희

심사관 : 김성희

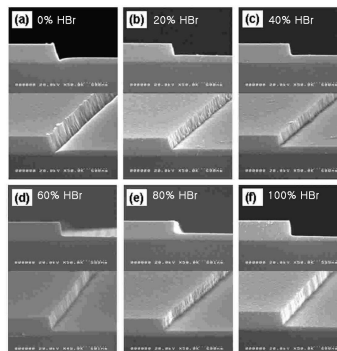
(54) 상변화 물질($\text{Ge}_x\text{Sb}_y\text{Te}_z$)에 대한 건식 식각방법

(57) 요약

본 발명은 상변화 물질($\text{Ge}_x\text{Sb}_y\text{Te}_z$)에 대한 건식 식각 방법에 관한 것이다. 특히, 브로민계 가스를 식각가스로 사용하고, 상기 식각가스를 플라즈마화하여 상기 플라즈마 중의 이온 및 라디칼에 의해 $\text{Ge}_x\text{Sb}_y\text{Te}_z$ 합금을 식각하는 단계를 포함하는 상변화 물질에 대한 건식 식각 방법에 대한 것이다.

본 발명의 건식 식각에 따른 상변화 물질은 종래 화학용액을 사용하는 습식 식각과 다른 식각가스와 식각공정 조건들을 사용하는 건식식각에 비해 그 결과로서 빠른 식각속도와 재증착이 없는 깨끗한 이방성 식각 프로파일을 보이는 등 우수한 식각 특성을 나타낸다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

브로민계 가스로서 HBr 또는 Br₂ 및 H₂의 혼합가스를 주 식각가스로 사용하고, 상기 식각가스를 플라즈마하여 상기 플라즈마 중의 이온 및 라디칼에 의해 Ge_xSb_yTe_z 합금(식중, x, y 및 z는 정수)을 식각하는 단계를 포함하는 상변화 물질에 대한 건식 식각 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 HBr 가스의 농도는 40 부피% 이상이고, 잔부는 He, Ne, Ar 및 N₂ 가스로부터 1종 이상이 선택되는 불활성 가스임을 특징으로 하는 상변화 물질에 대한 건식 식각 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 식각가스의 플라즈마화는 유도결합 플라즈마 반응성 이온 식각법을 포함하는 고밀도 플라즈마 반응성 이온 식각법, 자기 증강 반응성 이온 식각법 및 반응성 이온 식각법 중에서 선택된 방법에 의해 수행됨을 특징으로 하는 상변화 물질에 대한 건식 식각 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 식각 공정은 700 W 내지 1000 W의 코일 고주파 전력, 200 V 내지 300 V의 dc-바이어스 전압 및 5 mTorr 내지 10 mTorr 범위의 가스 압력에서 수행됨을 특징으로 하는 상변화 물질에 대한 건식 식각 방법.

청구항 6

삭제

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <11> 본 발명은 상변화 물질(Ge_xSb_yTe_z)에 대한 건식 식각 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 브로민계 가스를 식각가스로 사용하고, 상기 식각가스를 플라즈마하여 상기 플라즈마 중의 이온 및 라디칼에 의해 Ge_xSb_yTe_z 합금을 식각하는 단계를 포함하는 상변화 물질에 대한 건식 식각 방법에 대한 것이다.
- <12> 휴대형 기기의 보급이 확산됨에 따라 비휘발성 메모리 소자의 수요가 급증하고 있는 추세이다. 비휘발성 메모리 소자로는 현재 널리 쓰이고 있는 플래시 메모리 이외에도 강유전체 메모리, 자기 메모리 및 상변화 메모리가 차세대 비휘발성 메모리로 주목받고 있다. 특히, 상변화 메모리는 플래시 메모리가 가지고 있는 단점인 느린 접근속도, 사용횟수의 제한(10⁵ ~ 10⁶ 회) 및 작동 시 고전압이 필요하다는 문제점 등을 해결할 수 있는 새로운 메모리 소자로서 연구 개발되고 있다.
- <13> 상변화 메모리는 칼코제나이드(chalcogenide) 계열의 상변화 물질을 사용하는 메모리 소자로서, Ge-Sb-Te 합금, 특히 Ge₂Sb₂Te₅(GST) 등이 사용되고 있다. 상변화 물질은 결정질(crystalline)과 비정질(amorphous) 상태 사이에서 가역성 상변화 특성을 갖는 재료이며, 비정질일 때는 비저항(resistivity)이 높아지는 특성이 있으며, 결정질일 때에는 비저항이 낮아진다. 이러한 상변화 시의 비저항 변화를 이용하여 CD-RW, DVR 및 DVD-RAM 등에 디지털 데이터가 저장될 수 있게 된다.

- <14> 최근, 이러한 상변화 특성을 이용한 상변화 메모리 (Phase-change Random Access Memory; PRAM)에 대한 연구가 광범위하게 이루어지고 있다. PRAM의 장점은 비휘발성 메모리 소자라는 점과 읽기/쓰기 속도가 빠르고, 저전압에서 동작이 가능하며 고밀도의 집적도를 갖는다는 점이다. PRAM 장치는 강유전체 메모리(FeRAM) 및 자기 메모리(MRAM)와 함께 차세대 신규 메모리 소자로 주목을 받고 있다.
- <15> PRAM의 원리는 열처리에 의한 결정질 및 비정질 상태 간의 상변화에 따른 저항 차에 근거한다. 이러한 3성분계의 화학양론적인 구성 중에서 앞서 상술한 바와 같은 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (GST) 박막이 본 기술의 적용에 있어서 가장 적합한 재료 중 하나인 것으로 알려져 있다.
- <16> 종래 GST 박막을 식각하기 위해 화학용액을 이용하는 습식 식각 기술이 사용되어 왔으나, 이는 잔류물 등의 불순물 등에 쉽게 영향을 받는다는 점, 등방성(isotropic)으로 식각이 이루어지는 점 및 미세패턴의 형성이 어렵다는 점 등의 단점이 있다.
- <17> 이를 극복하기 위해 여러 가지 GST 박막 증착 및 그 특성에 대한 연구가 광범위하게 이루어져 왔지만, 현재까지는 건식 식각에 의한 패턴 전이 기술로는 염소계가스를 이용한 경우만이 알려져 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <18> 따라서, 본 발명은 빠른 식각속도 및 재증착이 없는 깨끗한 이방성 프로파일을 보이는 상변화 물질에 대한 건식 식각 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <19> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명은 브로민계 가스를 주 식각가스로 사용하고, 상기 식각가스를 플라즈마하여 상기 플라즈마 중의 이온 및 라디칼에 의해 $\text{Ge}_x\text{Sb}_y\text{Te}_z$ 합금(식중, x, y 및 z는 정수)을 식각하는 단계를 포함하는 상변화 물질에 대한 건식 식각 방법을 제공한다.
- <20> 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.
- <21> 본 발명은 상변화 물질에 대한 건식 식각하는 방법을 포함한다.
- <22> 구체적으로, 본 발명은 브로민계 가스를 식각가스로 사용하고, 상기 식각가스를 플라즈마화하여 상기 플라즈마 중의 이온 및 라디칼에 의해 식각하는 단계를 포함하는 상변화 물질 $\text{Ge}_x\text{Sb}_y\text{Te}_z$ 합금(식중, x, y 및 z는 정수)에 대한 건식 식각 방법을 포함한다.
- <23> 상기 식각가스는 식각 물질과 물리적 반응 및 화학적 반응에 의하여 식각이 일어나도록 하는 것으로, 바람직하게는 브로민계 가스를 사용할 수 있으며, 그 구체적인 예로는 HBr 또는 Br/H_2 등을 들 수 있다.
- <24> 이때, 브로민 계열의 식각가스로 HBr/Ar 혼합가스를 사용하는 경우, 상기 HBr의 농도는 40 부피% 내지 100 부피%가 바람직한 바, 상기한 범위에서 우수한 이방성(anisotropy) 식각 프로파일을 나타낼 수 있으며, 잔여부피는 He, Ne, Ar 및 N_2 가스로부터 선택되는 1종 이상의 불활성 기체로 보충하여 100 부피%로 만들어 사용할 수 있다.
- <25> 본 발명에 있어서, 식각시키고자 하는 상변화 물질과 화학적 반응을 일으켜 식각을 수행할 수 있도록 하는 상기 식각가스를 플라즈마 상태로 활성화시키는 방법을 특히 제한하는 것은 아니나, 바람직하게는 유도결합 플라즈마 반응성 이온 식각법(inductively coupled plasma reactive ion etching; ICPRIE)을 포함하는 고밀도 플라즈마 반응성 이온 식각법, 자기 증강 반응성 이온 식각법(magnetically enhanced reactive ion etching; MERIE) 및 반응성 이온 식각법(reactive ion etching; RIE) 중에서 선택할 수 있으며, 특히 고밀도 플라즈마 식각 방법을 사용하여 식각 공정을 수행하는 것이 더욱 바람직하다.
- <26> 상기 고밀도 플라즈마 식각법에 있어서, 재증착이 없는 깨끗한 이방성 프로파일을 나타내는 주요 공정 변수들로는 식각가스, 코일 고주파 전력(coil rf power), 기판에 인가되는 dc-바이어스 전압(dc-bias voltage) 및 가스압력 등이 있다.
- <27> 이때, 본 발명에 있어서 우수한 식각 프로파일을 얻기 위한 가장 바람직한 식각 공정 변수들의 범위는 코일 고주파 전력이 약 700 W 내지 1000 W, dc-바이어스 전압이 약 100 V 내지 300 V, 및 가스압력이 약 1 mTorr 내지 10 mTorr의 범위이다.

- <28> 상기와 같이 제조되는 상변화 물질은 상변화 (광)디스크 및 상변화 저장 장치의 생산에 적용될 수 있을 뿐만 아니라, 차세대 반도체 메모리로서 활발히 연구되고 있는 상변화 반도체 메모리 소자의 제조에 적용될 수 있다.
- <29> 이하, 본 발명을 실시예 및 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 단, 하기 실시예 및 도면들은 본 발명의 이해를 돕기 위해 제공되는 것으로 본 발명의 내용이 하기 도면의 일 실시예에 의해 제한되거나 한정되지 않음은 물론이다.
- <30> <실시예 1> 상변화 물질의 제조
- <31> 본 발명을 위한 실험에서 사용된 GST 박막을 rf-마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 Pt/Ti가 피복된 SiO₂/Si 기판 상에 증착시켰다. 세라믹 타겟 조성은 Ge:Sb:Te가 14.1:23.7:62.2 (중량%)가 되게 조성하였다. 기판을 타겟 중심축으로부터 70 mm 거리에 배치하였다. 균일한 막 증착을 위해 기판을 실온에 방치하고, 12 회전/분의 속도로 회전시켰다. 400~600 nm 두께의 GST 박막을 Pt/Ti/SiO₂/Si 기판 상에 증착시킨 다음, GST 박막 위에 리소그래피(lithography) 공정에 의하여 포토레지스트(photoresist) 마스크를 수행하였다. 사용된 식각 장비로는 고밀도 유도결합 플라즈마 반응성 이온 식각 시스템(ICPRIE; inductively coupled plasma reactive ion etch system)을 사용하였다.
- <32> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 HBr/Ar 식각가스에 대한 GST 박막의 식각 속도 변화 그래프이다. 도 1을 참조하면, 증착된 GST 박막 위에 포토레지스트를 이용하여 리소그래피 공정에 의하여 마스크 패턴(mask pattern)을 형성한 후에 브로민 계열의 대표적인 식각가스인 HBr 가스를 이용하고 700 W의 코일 고주파 전력, 300 V의 dc-바이어스 전압, 5 mTorr의 공정압력에서 유도결합 플라즈마 반응성 이온 식각법(inductively coupled plasma reactive ion etching; ICPRIE) 장비를 사용하여 GST 박막을 식각하여 얻은 결과이다.
- <33> 순수한 Ar 가스를 이용할 경우에 약 320 nm/min의 식각 속도를 얻은 반면, 20% HBr 농도로 HBr 가스가 첨가됨에 따라 GST 박막의 식각 속도는 급격히 증가하여 약 430 nm/min의 최대 식각 속도를 보였으나 20% 이상으로 HBr 가스가 증가함에 따라서 GST 박막의 속도는 약간씩 감소하는 경향을 보였다. 최종적으로 100% HBr 가스 농도에서 약 360 nm/min의 식각 속도를 나타내었다. 특히, HBr 가스의 증가에 대하여 GST 박막의 식각 속도가 증가하는 것은 GST 박막이 잘 선택된 식각 가스와 식각 조건에서 반응성 이온 식각 메커니즘에 의하여 식각 반응이 진행되었다는 것을 의미한다. 그러나 과도한 HBr 가스의 첨가에 의하여 수소를 포함하는 보호막(protection layer)이 박막의 측면 및 표면에 생성되어 오히려 식각 반응을 저해시키는 것으로 해석된다.
- <34> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 HBr/Ar 식각 가스의 농도 변화에 대한 GST 박막의 식각 프로파일 변화를 나타낸 주사전자현미경(scanning electron microscope; SEM) 사진이다. 도 2를 참조하면, 도 1에서 얻어진 식각 속도 결과를 토대로 각 HBr 농도에서 식각된 GST 박막의 식각 프로파일을 주사전자현미경을 이용하여 관찰한 결과이다. 순수한 Ar 가스를 이용하여 식각된 GST 박막은 식각된 박막의 측면에 미량의 재증착물질(redeposited materials)이나 식각 잔류물(etch residue)이 형성된 것이 관찰되었고 20% HBr 가스 농도에서도 식각된 측면에 미량의 재증착물질이나 식각 잔류물이 형성된 것이 관찰되었다. 20% HBr 식각 가스를 사용한 경우가 순수한 Ar 을 사용한 경우보다 적은 양의 재증착물질이나 식각잔류물들이 관찰되었다. 그러나, 40% HBr로부터 100% HBr 가스를 사용한 GST 박막의 식각 결과는 식각된 측면에 재증착이나 식각 잔류물이 없는 깨끗한 식각 프로파일이 관찰되었다. 특히, HBr 가스의 농도가 증가함에 따라 GST 박막의 식각 경사는 점점 더 개선되어서 80% 내지 100% HBr 가스를 사용했을 경우에 가장 우수한 수직적인 이방성(anisotropy) 식각 프로파일을 보여주었다.
- <35> 도 1 및 도 2에서 얻은 식각 결과로부터 식각 가스의 농도를 60% HBr/40% Ar으로 고정하여 700 W 코일 고주파 전력, 300 V dc-바이어스 전압, 5 mTorr 가스 압력을 표준 식각 조건으로 고정하여 각각의 공정 변수들을 변화시켜 GST 박막의 식각 속도 및 식각 프로파일을 조사하였다.
- <36> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 코일 고주파 전력의 변화에 대한 GST 박막의 식각 속도 변화를 나타낸 그래프이다. 도 3을 참조하면, 식각가스인 60% HBr 가스를 이용하고 300 V의 dc-바이어스 전압, 및 5 mTorr의 공정 압력에서 코일 고주파 전력을 달리하고 GST 박막을 식각하여 얻은 결과이다.
- <37> 코일 고주파 전력이 300 W 내지 700 W로 변화함에 따라 GST 박막의 식각 속도는 대략 170 내지 400 nm/min으로 증가하였다. 이는 코일 전력이 증가함에 따라서 플라즈마 밀도가 증가하여 즉, 플라즈마 내의 이온 또는 라디칼 양이 증가하여 식각 속도가 증가한 결과이다.
- <38> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 dc-바이어스 전압의 변화에 대한 GST 박막의 식각 속도 변화를 나타낸 그래프이다. 도 4를 참조하면, 식각가스인 60% HBr 가스를 이용하고 700 W의 코일 고주파 전력, 및 5 mTorr의 공정

압력에서 dc-바이어스 전압을 달리하고 GST 박막을 식각하여 얻은 결과이다.

- <39> dc-바이어스 전압이 200 V 내지 400 V로 증가함에 따라 GST 박막의 식각 속도는 대략 340 내지 520 nm/min으로 증가하였다. 이는 기판에 인가되는 dc-바이어스의 증가에 따라서 플라스마 내의 양이온들이 더 큰 에너지를 가지고 GST 박막으로 끌려오기 때문이다.
- <40> 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 압력의 변화에 대한 GST 박막의 식각 속도 변화를 나타낸 그래프이다. 도 5를 참조하면, 식각가스인 60% HBr 가스를 이용하고 700 W의 코일 고주파 전력, 300 V의 dc-바이어스 전압에서 가스압력을 달리하고 GST 박막을 식각하여 얻은 결과이다.
- <41> 반응기 내의 가스 압력이 2 mTorr 내지 10 mTorr로 증가함에 따라 GST 박막의 식각 속도는 대략 400 nm/min에서 일정하게 유지되었다. 이는 반응성 이온 식각 메커니즘이 우세하여 높은 압력에서 더 많은 라디칼이 발생하여 GST 박막의 식각 속도를 증가시키는 부분과 압력의 증가에 따른 이온이나 라디칼의 평균자유행로의 감소로 식각 속도를 감소시키는 부분이 서로 상쇄된 결과로 해석된다.
- <42> 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 코일 고주파 전력 변화에 대한 GST 박막의 식각 프로파일 변화를 나타낸 주사전자현미경 사진이다. 도 6을 참조하면, 식각가스인 60% HBr 가스를 이용하고 300 V의 dc-바이어스 전압, 및 5 mTorr의 공정압력에서 코일 고주파 전력을 달리하고 GST 박막을 식각하여 얻은 결과이다.
- <43> 도 3에서 나타낸 바와 같이 고밀도 플라스마 반응성 이온 식각법에서 주요 공정 변수들 중의 하나인 코일 고주파 전력을 300 W, 500 W 및 700 W로 변화시켜 GST 박막을 식각하고 식각 프로파일을 관찰하였다. 상기 세 조건에서 모두 식각된 측면은 깨끗하고 재증착이 없는 식각 프로파일을 보였으나 코일 고주파 전력이 증가할수록 식각된 패턴의 측면 경사(식각 경사)가 증가하는 것이 관찰되었다. 특히, 700 W의 코일 고주파 전력에서 식각된 GST 박막의 식각 프로파일이 거의 85도 이상의 가장 우수한 이방성 (anisotropy) 식각 프로파일을 보였다.
- <44> 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 dc-바이어스 전압 변화에 대한 GST 박막의 식각 프로파일 변화를 나타낸 주사전자현미경 사진이다. 도 7을 참조하면, 식각가스인 60% HBr 가스를 이용하고 700 W의 코일 고주파 전력, 및 5 mTorr의 공정압력에서 dc-바이어스 전압을 달리하고 GST 박막을 식각하여 얻은 결과이다.
- <45> 기판에 인가되는 dc-바이어스 전압을 200 V, 300 V 및 400 V로 변화시켜 식각한 후에 GST 박막의 식각 프로파일을 관찰하였다. 상기 세 조건에서 GST 박막의 식각 경사는 80 내지 90도의 범위를 보였으며, 특히 가장 낮은 dc-바이어스 전압인 200 V에서 90도의 매우 우수한 식각 프로파일을 보였다. 이는 낮은 dc-바이어스 전압에서는 이온의 에너지가 낮기 때문에 측면 보호막의 과도한 제거 없이 식각됨으로써 90도의 식각 경사를 얻을 수 있었다. 그러나 낮은 dc-바이어스 전압에서는 박막의 식각 속도는 감소하였다.
- <46> 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 압력 변화에 대한 GST 박막의 식각 프로파일 변화를 나타낸 주사전자현미경 사진이다. 도 8을 참조하면, 식각가스인 60% HBr 가스를 이용하고 700 W의 코일 고주파 전력, 및 300 V의 dc-바이어스 전압에서 공정압력을 달리하고 GST 박막을 식각하여 얻은 결과이다.
- <47> 반응기 내의 가스 압력을 1, 5 및 10 mTorr로 변화시켜 가면서 GST 박막을 식각하여 식각 프로파일을 관찰하였다. 상기 세 조건에서 GST 박막의 식각 경사는 비슷하였으나 높은 압력에서 90도의 식각경사를 나타내었다. 즉 높은 압력에서 증가된 이온의 양에 비하여, 감소된 이온에너지가 더 큰 역할을 하는 것으로 해석된다.
- <48> 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 식각시간의 변화에 대한 GST 박막의 표면 분석을 나타낸 그래프이다. 도 9를 참조하면, 60% HBr/40% Ar 가스농도, 700 W 코일 고주파 전력, 300 V dc-바이어스 전압 및 5 mTorr 공정압력에서 식각 시간을 15초, 30초 및 45초로 변화시켜서 식각한 후에 식각된 GST 박막의 표면을 XPS 분석을 통하여 조사하였다. 식각된 표면의 성분을 분석한 결과로서 Te 성분이 식각이 진행됨에 따라서 급격히 감소됨을 알 수 있었다.
- <49> 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 식각시간의 변화에 대한 GST 박막의 표면 성분의 상대적인 비를 구하여 나타낸 그래프이다. 도 10을 참조하면, 식각 시간의 변화에 따라서 식각된 GST 박막의 표면 성분을 도 9로부터 구하여 나타낸 그래프이다. 식각이 진행됨에 따라서 Ge와 Sb 성분은 점차적으로 증가하는 경향을 보이고 Te 성분은 감소하는 경향을 보였다. 이는 Te 성분이 60% HBr 가스 농도와 위의 선택된 식각 조건에서 GST 박막과 반응을 효과적으로 하여 상대적으로 빠른 식각 속도를 보인 것이다. 따라서 Te 성분의 식각속도가 GST 박막의 구성 성분들 중에서 가장 빠른 식각 특성을 가지고 있다.
- <50> 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 고밀도 플라스마를 생성하는 유도 결합 플라스마 반응성 이온 식각을 이용하여 GST 박막을 식각하였다. 그리고 본 발명의 일 실시예에 따른 식각공정에서

는 추가 공정에 의한 비용과 시간의 소모가 있는 하드마스크 대신에 일반적인 포토레지스트 마스크를 이용하였다. 식각 가스로써 현재까지 연구 및 보고된 적이 없는 브로민 계열의 HBr과 Ar의 혼합가스를 이용하였고 식각 가스의 농도, 코일 고주파 전력, dc-바이어스 전압 그리고 공정 압력과 같은 식각 조건을 변화시켜서 GST 박막을 식각하였다. 그리고 이상과 같이 최적의 식각공정에 따라 식각된 GST 박막의 식각 속도, 식각 프로파일 그리고 식각 표면을 조사함으로써 깨끗하고 우수한 식각 프로파일을 갖는 GST를 제조할 수 있음을 확인하였다.

발명의 효과

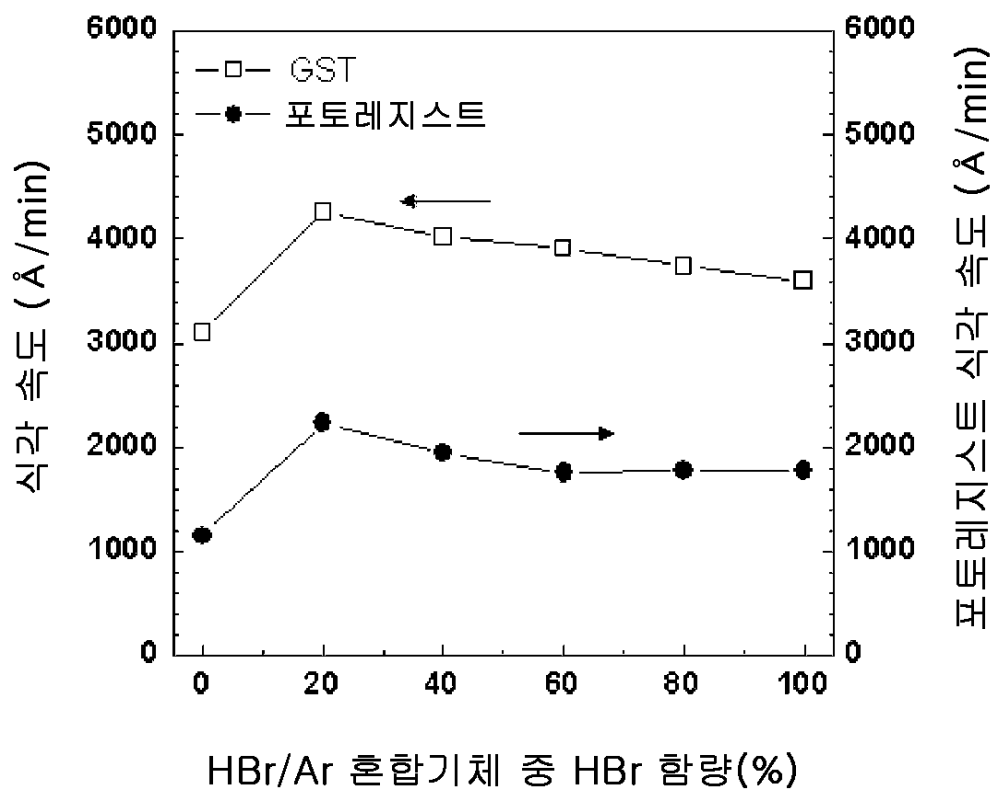
- <51> 본 발명의 건식 식각 공정에 따라 제조되는 상변화 물질($\text{Ge}_x\text{Sb}_y\text{Te}_z$)은 종래 화학용액을 사용하는 습식식각과 염소계 가스를 포함하는 플라즈마를 사용하는 건식 식각에 비해 그 결과로서 빠른 식각속도와 재증착이 없는 깨끗한 이방성 식각 프로파일을 보이는 등 우수한 식각 특성을 나타냄으로써 상변화 디스크나 저장장치는 물론 최근에 활발히 연구되고 있는 상변화 메모리에 사용될 수 있는 유용한 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

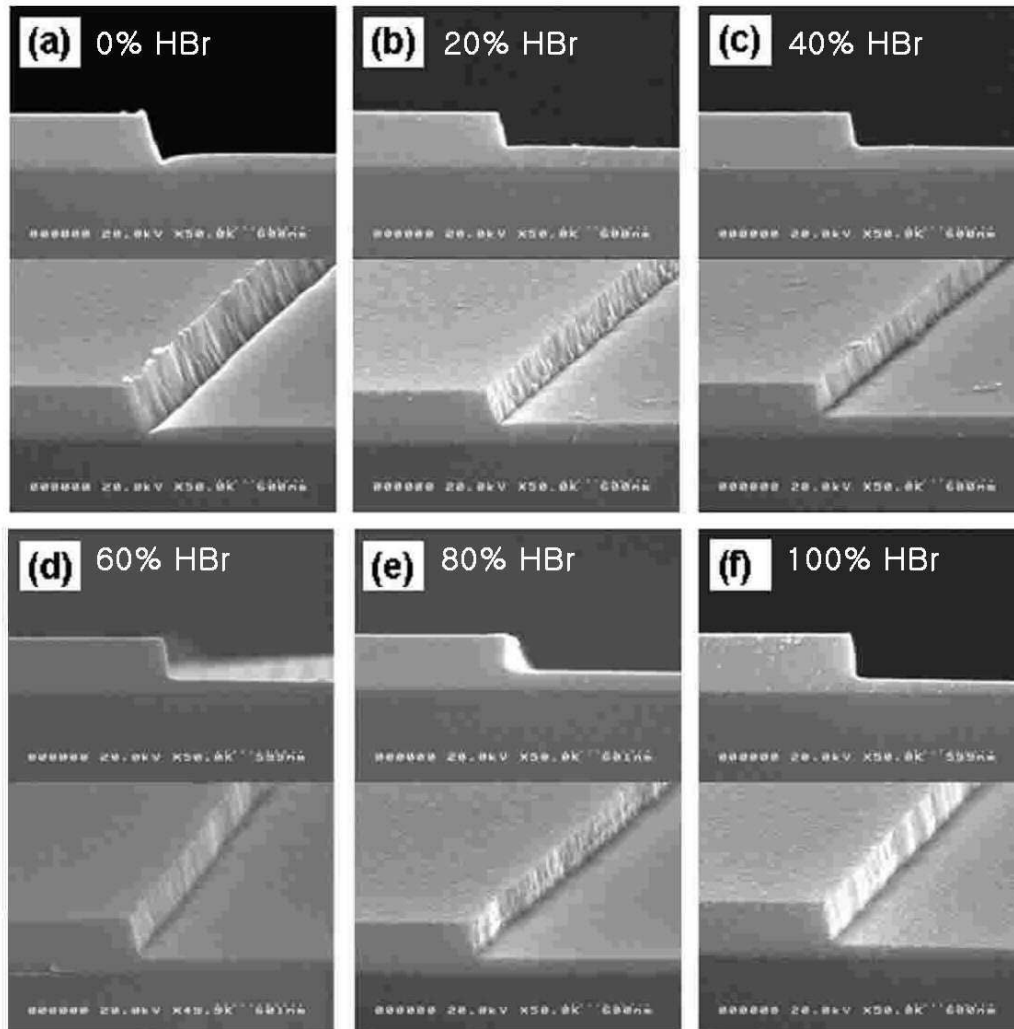
- <1> 도 1는 본 발명의 일 실시예에 따른 HBr/Ar 식각가스에 대한 GST 박막의 식각 속도 변화 그래프;
- <2> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 HBr/Ar 식각 가스의 농도 변화에 대한 GST 박막의 식각 프로파일 변화를 나타낸 주사전자현미경(scanning electron microscope; SEM) 사진;
- <3> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 코일 고주파 전력 변화에 대한 GST 박막의 식각 속도 변화 그래프;
- <4> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 dc-바이어스 전압 변화에 대한 GST 박막의 식각 속도 변화 그래프;
- <5> 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 압력 변화에 대한 GST 박막의 식각 속도 변화 그래프;
- <6> 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 코일 고주파 전력 변화에 대한 GST 박막의 식각 프로파일 변화를 나타낸 주사전자현미경 사진;
- <7> 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 dc-바이어스 전압 변화에 대한 GST 박막의 식각 프로파일 변화를 나타낸 주사전자현미경 사진;
- <8> 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 압력 변화에 대한 GST 박막의 식각 프로파일 변화를 나타낸 주사전자현미경 사진;
- <9> 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 일정한 식각조건에서 식각 시간의 변화에 대한 GST 박막의 표면 분석 결과를 나타낸 그래프; 및
- <10> 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 일정한 식각조건에서 식각 시간의 변화에 대한 GST 박막의 표면 성분의 변화를 나타낸 그래프.

도면

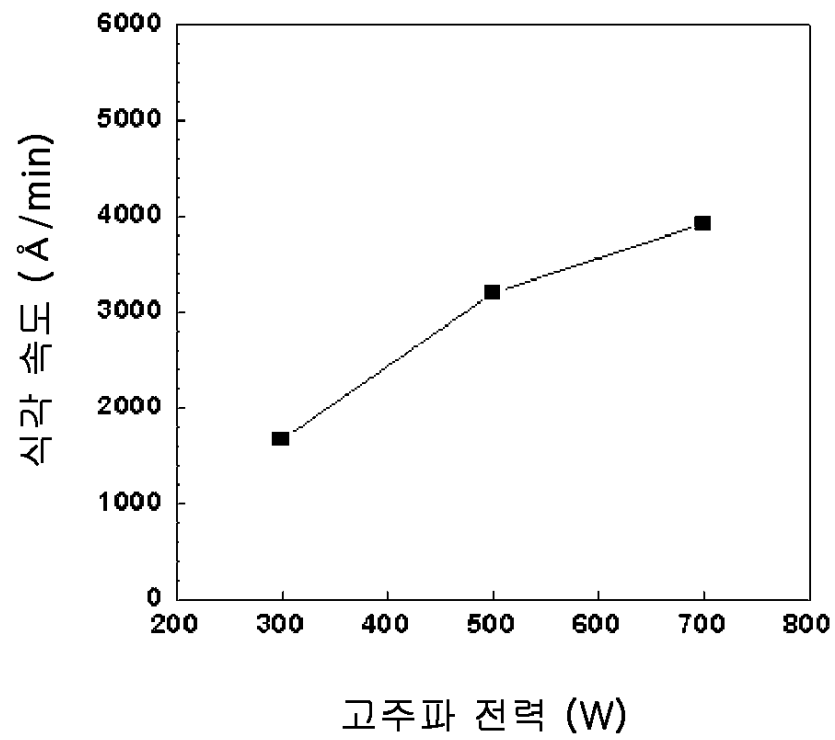
도면1



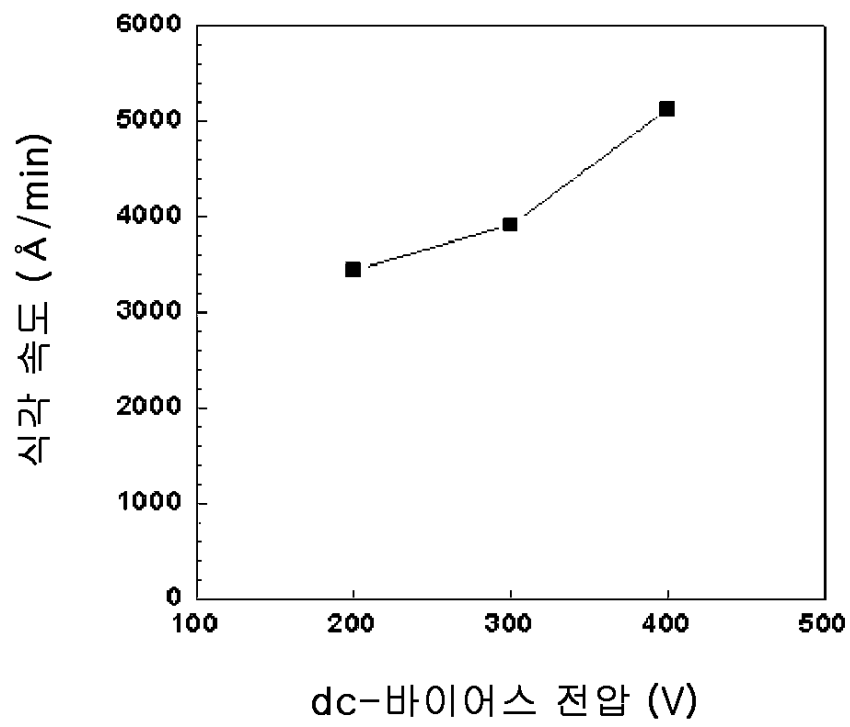
도면2



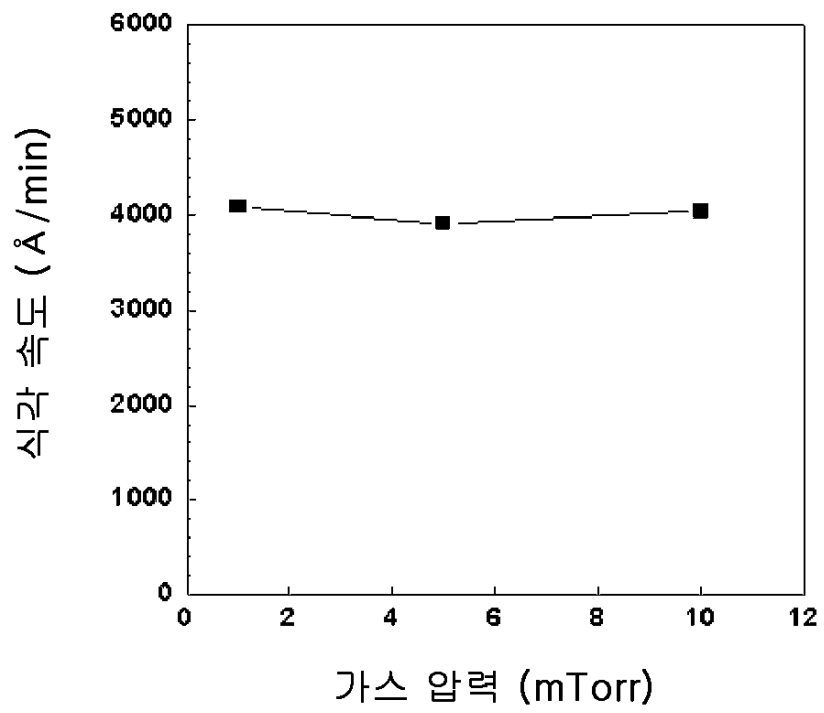
도면3



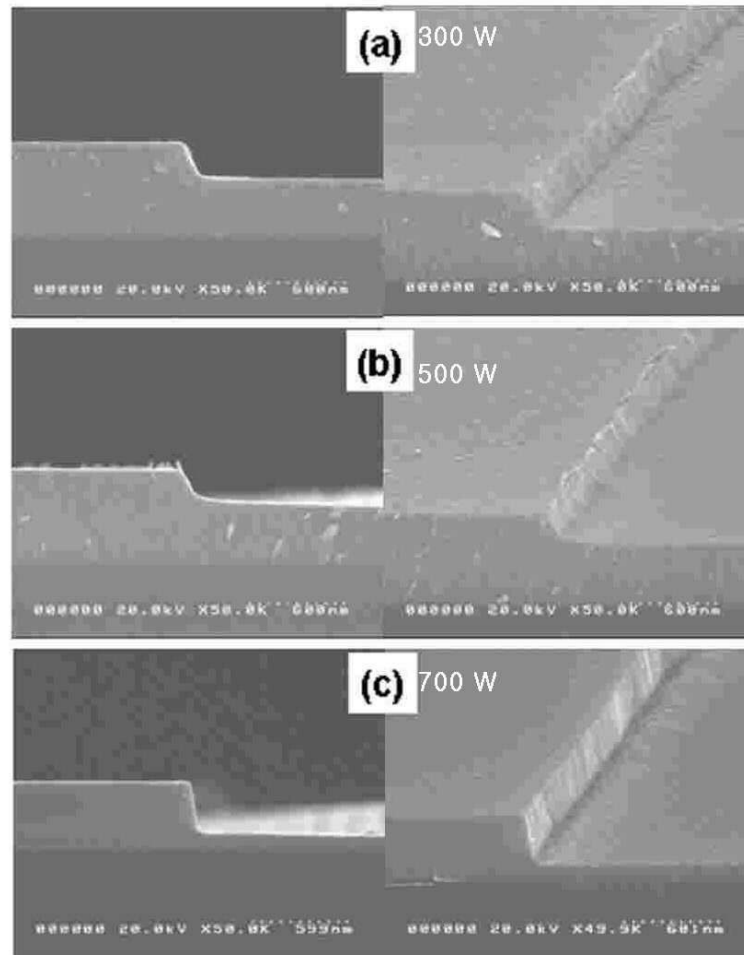
도면4



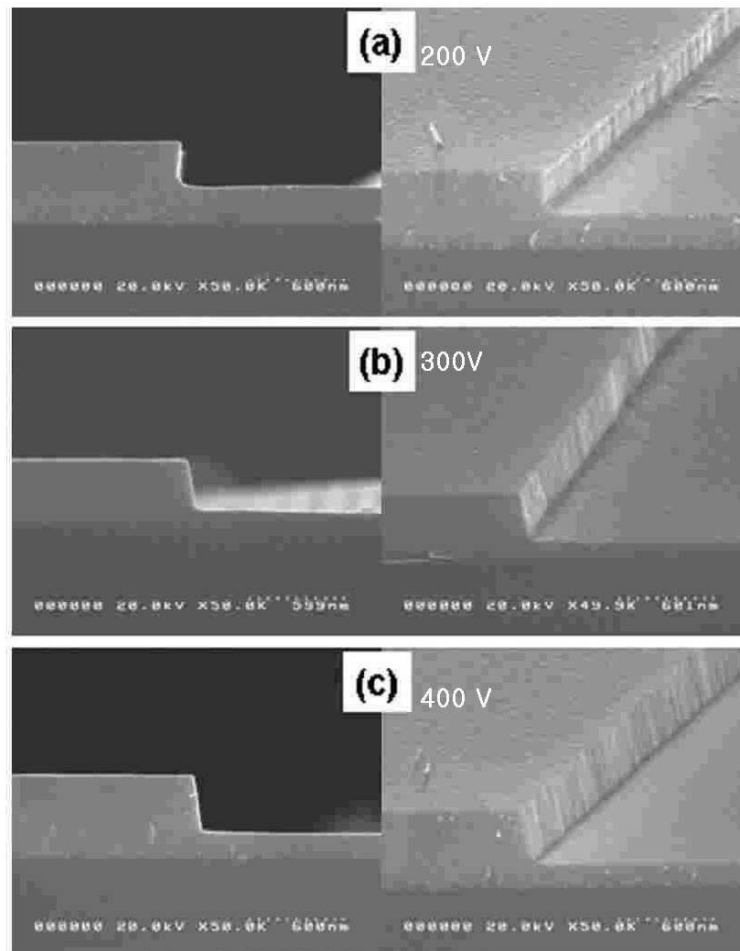
도면5



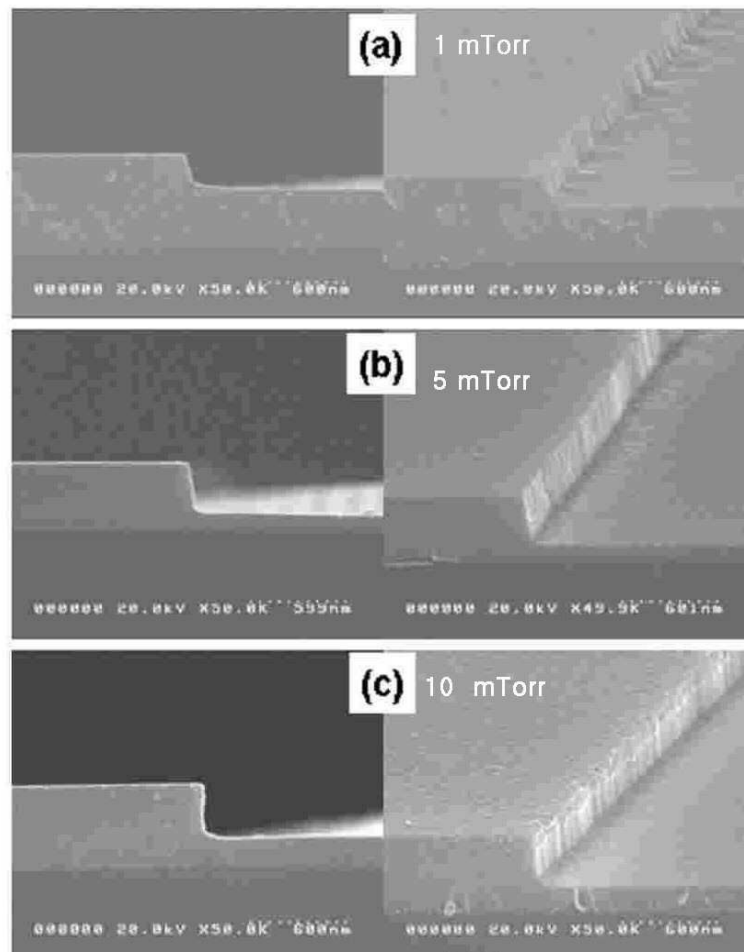
도면6



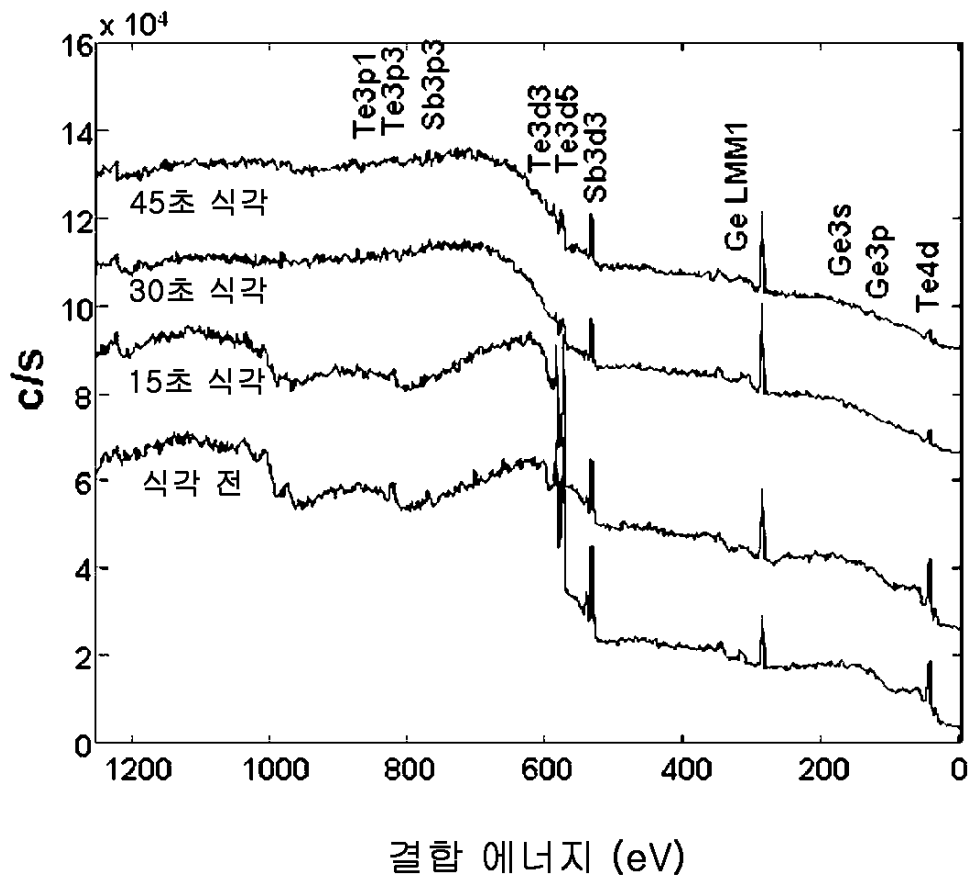
도면7



도면8



도면9



도면10

