



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0123110  
(43) 공개일자 2013년11월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/8247 (2006.01) H01L 27/115 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0046276  
(22) 출원일자 2012년05월02일  
심사청구일자 2012년05월02일

(71) 출원인  
고려대학교 산학협력단  
서울 성북구 안암동5가 1  
(72) 발명자  
임대순  
서울특별시 강남구 개포동 140 주공아파트  
201-104  
신동희  
경기도 고양시 덕양구 화정2동 옥빛마을 신덕아파트 1204동 506호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 10 항

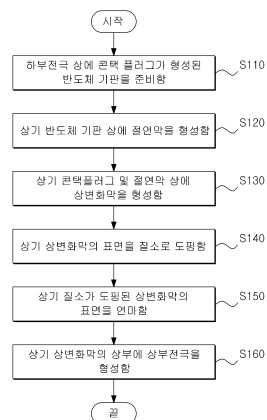
(54) 발명의 명칭 **상변화 메모리 소자의 제조방법**

### (57) 요약

본 발명은 상변화 메모리 소자의 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 하부전극 상에 콘택 플러그가 형성된 반도체 기판이 준비되는 기판준비단계; 상기 콘택플러그를 포함한 상기 반도체 기판 상에 절연막을 형성하는 절연막형성단계; 상기 콘택플러그 및 절연막 상에 상변화막을 형성하는 상변화막형성단계; 상기 상변화막의 표면을 질소로 도핑하는 질소도핑단계; 상기 질소가 도핑된 상변화막의 표면을 연마하는 연마단계; 및 상기 상변화막의 상부에 상부전극을 형성하는 전극형성단계;를 포함한다.

이러한 구성에 의해, 본 발명의 상변화 메모리 소자의 제조방법은 GST막의 표면에 질소를 도핑한 후, 화학적 또는 기계적 연마공정을 수행함으로써, 서로 다른 화합물로 이루어진 GST막을 용이하게 평탄화하여 GST막의 표면조도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**이동현**

서울특별시 양천구 목3동 목동롯데캐슬위너아파트  
105동 801호

**이양복**

서울특별시 은평구 진관동 마고정 동부아파트  
320-216

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 과C6A2001

부처명 (주)하이닉스반도체

연구사업명 2단계BK21산업체대응

연구과제명 CVD-GST 막의 표면 특성에 미치는 CMP 영향 연구

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2011.04.01 ~ 2012.03.31

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

하부전극 상에 콘택 플러그가 형성된 반도체 기판이 준비되는 기판준비단계;  
상기 콘택플러그를 포함한 상기 반도체 기판 상에 절연막을 형성하는 절연막형성단계;  
상기 콘택플러그 및 절연막 상에 상변화막을 형성하는 상변화막형성단계;  
상기 상변화막의 표면을 질소로 도핑하는 질소도핑단계;  
상기 질소가 도핑된 상변화막의 표면을 연마하는 연마단계; 및  
상기 상변화막의 상부에 상부전극을 형성하는 전극형성단계;  
를 포함하는 상변화 메모리 소자의 제조방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 질소도핑단계는  
질소가 상기 상변화막의 표면에 20nm의 두께로 도핑되는 것을 특징으로 하는 상변화 메모리 소자의 제조방법.

### 청구항 3

제1항에 있어서,  
상기 질소도핑단계는  
질소가 5 내지 20 sccm 의 농도로 상기 상변화막의 표면에 도핑되는 것을 특징으로 하는 상변화 메모리 소자의 제조방법.

### 청구항 4

제1항에 있어서,  
상기 질소도핑단계는  
질소가 진공상태의 300℃에서 30분동안 상기 상변화막의 표면에 열처리되어 도핑되는 것을 특징으로 하는 상변화 메모리 소자의 제조방법.

### 청구항 5

제1항에 있어서,  
상기 연마단계는  
상기 질소가 도핑된 상변화막의 표면을 도핑된 질소가 제거되도록 연마가 수행되는 것을 특징으로 하는 상변화 메모리 소자의 제조방법.

### 청구항 6

하부전극 상에 콘택 플러그가 형성된 반도체 기판이 준비되는 기판준비단계;  
 상기 콘택플러그를 포함한 상기 반도체 기판 상에 절연막을 형성하는 절연막형성단계;  
 상기 콘택플러그 및 절연막 상에 질소가 표면에 도핑된 상변화막을 형성하는 상변화막형성단계;  
 상기 질소가 도핑된 상변화막의 표면을 연마하는 연마단계; 및  
 상기 상변화막의 상부에 상부전극을 형성하는 전극형성단계;  
 를 포함하는 상변화 메모리 소자의 제조방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,  
 상기 상변화막형성단계는  
 질소가 상기 상변화막의 표면에 20nm의 두께로 도핑되는 것을 특징으로 하는 상변화 메모리 소자의 제조방법.

#### 청구항 8

제6항에 있어서,  
 상기 상변화막형성단계는  
 질소가 5 내지 20 sccm 의 농도로 상기 상변화막의 표면에 도핑되는 것을 특징으로 하는 상변화 메모리 소자의 제조방법.

#### 청구항 9

제6항에 있어서,  
 상기 상변화막형성단계는  
 질소가 진공상태에서 300℃에서 30분동안 상기 상변화막의 표면에 열처리되어 도핑되는 것을 특징으로 하는 상변화 메모리 소자의 제조방법.

#### 청구항 10

제6항에 있어서,  
 상기 상변화막형성단계는  
 상기 상변화막이 열에 의하여 결정질 또는 비정질 상태로 변환되는 상변화물질로 형성되며,  
 상기 상변화물질은 게르마늄(Ge), 안티몬(Sb), 텔루리움(Te)의 화합물인 것을 특징으로 하는 상변화 메모리 소자의 제조방법.

### 명세서

#### 기술분야

본 발명은 상변화 메모리 소자의 제조방법에 관한 것으로, 특히 상변화 메모리 소자 내 형성되는 상변화막을 요철없이 균일하게 평탄화하여 상기 상변화막의 표면조도를 향상시켜, 동작특성에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있는 상변화 메모리 소자의 제조방법에 관한 것이다.

[0001]

## 배경 기술

- [0002] 최근 들어, IT 기술의 급속한 발전으로 인해, PDA, 휴대단말 및 태블릿 PC와 같은 다양한 종류의 휴대기기에 대한 기술이 급속도로 발전하고 있다.
- [0003] 특히, 상기 휴대기기에는 메모리 소자의 용도로서 DRAM(Dynamic Random Access Memory)이 주로 사용되고 있다. 이러한 DRAM은 1개의 트랜지스터와, 1개의 커패시터로 이루어지는데, 동작속도가 빠르다는 장점을 가지는 반면, 전원이 인가되지 않는 경우, 저장하고 있는 데이터가 사라지는 휘발성의 특징을 갖는다.
- [0004] 이와 같이, 휴대기기에서 주로 쓰이는 DRAM에 비하여, 상변화 메모리 소자(PRAM: Phase-change RAM)는 빠른 동작속도를 갖는 DRAM의 장점과, 전원이 인가되지 않더라도 데이터를 계속 저장하는 비휘발성의 플래시메모리의 장점을 모두 가짐에 따라, 동작속도가 빠르고, 전력소비가 적으며, 집적도가 높아 가격경쟁력이 높다는 점에서, 그 사용이 점차 증가하고 있는 추세이다.
- [0005] 이러한 상변화 메모리 소자의 구조를 살펴보면, 1개의 트랜지스터와, 1개의 저항으로 이루어지며, 이에 따라 내부에 형성된 상변화막을 통과하는 전류량을 통해 소거 셀(erase cell) 또는 프로그램 셀(program cell) 즉, 0 또는 1의 상태를 구별한다.
- [0006] 즉, 상기 상변화막은 온도에 따라 결정질 또는 비정질의 상태로 상변이하여, 물성이 변화하게 되는데, 이때, 상기 상변화막이 결정질 상태인 경우에는 흐르는 전류의 양이 증가하고, 비정질 상태인 경우에는 전류의 양이 감소함에 따라, 이러한 전류의 양을 감지하여 0 또는 1의 상태를 구별하게 된다.
- [0007] 하지만 이러한 상변화막은 겔코게나이드(Gex, Sby, Tez 또는 GST) 합금 박막으로 형성되는데, 이러한 상변화막은 패터닝 시, 상기 상변화막에 포함된 안티몬(abtimony, Sb)이 주변막으로 확산되기 쉬워, 상기 상변화막의 물리적 특성이 변화되기 쉽다는 문제점이 있다.
- [0008] 뿐만 아니라, 이러한 상변화막은 게르마늄(Ge), 안티몬(Sb), 텔루리움(Te)의 서로 다른 화합물로 이루어짐에 따라, 상기 상변화막의 표면에 대하여 화학적 또는 기계적 연마 공정 시, 서로 다른 화합물의 각기 다른 고유한 특성에 의해 평탄하게 연마되기 어려운 문제점이 발생했다.
- [0009] 특히, 이처럼 상기 상변화막이 평탄하게 연마되지 않는 경우에는 추후 상변화 메모리 소자의 동작특성에도 영향을 미치게 되어, 소자의 동작에 대한 신뢰성을 잃게 되는 문제점을 야기시킨다.
- [0010] 상술한 바와 같이, 상변화 메모리 소자의 제조방법에 대한 선행기술을 살펴보면 다음과 같다.
- [0011] 선행기술 1은 한국등록특허공보 제0618879호(2006.08.25)로서, 게르마늄 전구체, 이를 이용하여 형성된 GST박막, 상기 박막의 제조방법 및 상변화 메모리 소자에 관한 것이다. 이러한 선행기술 1은 저온증착용 게르마늄 전구체가 질소 및 실리콘을 함유하여, 질소 및 실리콘으로 도핑된 GST박막을 형성하고, 이때 저온 증착이 가능하며, 상기 저온 증착용 게르마늄 전구체를 이용하여 형성된 질소 및 실리콘으로 도핑된 GST 상변화막이 감소된 리셋전류를 가지는 바, 고용량 및 고속 작동이 가능한 상변화 메모리 소자를 제조한다.
- [0012] 또한, 선행기술 2는 한국등록특허공보 제0949255호(2010.03.16)로서, 상변화 메모리 소자 연마용 CMP 슬러리 조성물에 관한 것이다. 이러한 선행기술 2는 초순수, 연마 입자, 및 질소화합물을 포함하여, 상변화 메모리 소자에 대한 연마 속도를 향상시키고, 상변화 메모리 소자의 실리콘 산화막 등의 연마 정지막에 대한 높은 연마 선택비를 달성함과 동시에, 디싱(Dishing)과 침식(Erosion) 등의 공정 결함을 최소화시켜 고품질의 연마 표면을 제공한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0013] 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명은 상변화막의 표면에 질소를 도핑하여, 상기 상변화막의 화학적 또는 기계적 CMP연마공정 시, 상기 상변화막의 표면이 평탄하게 연마되도록 하여, 소자의 동작특성에 대한 신뢰성을 향상시키는 상변화 메모리 소자의 제조방법을 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0014] 위와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 한 실시 예에 따른 상변화 메모리 소자의 제조방법은 하부전극 상에 콘택 플러그가 형성된 반도체 기판이 준비되는 기판준비단계; 상기 콘택플러그를 포함한 상기 반도체 기판 상에 절연막을 형성하는 절연막형성단계; 상기 콘택플러그 및 절연막 상에 상변화막을 형성하는 상변화막형성단계; 상기 상변화막의 표면을 질소로 도핑하는 질소도핑단계; 상기 질소가 도핑된 상변화막의 표면을 연마하는 연마단계; 및 상기 상변화막의 상부에 상부전극을 형성하는 전극형성단계;를 포함한다.
- [0015] 특히, 질소가 상기 상변화막의 표면에 20nm의 두께로 도핑되는 질소도핑단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 특히, 질소가 5 내지 20 sccm 의 농도로 상기 상변화막의 표면에 도핑되는 질소도핑단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 특히, 질소가 진공상태의 300℃에서 30분동안 상기 상변화막의 표면에 열처리되어 도핑되는 질소도핑단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 보다 바람직하게는 상기 질소가 도핑된 상변화막의 표면을 도핑된 질소가 제거되도록 연마가 수행되는 연마단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 위와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 실시 예에 따른 상변화 메모리 소자의 제조방법은 하부전극 상에 콘택 플러그가 형성된 반도체 기판이 준비되는 기판준비단계; 상기 콘택플러그를 포함한 상기 반도체 기판 상에 절연막을 형성하는 절연막형성단계; 상기 콘택플러그 및 절연막 상에 질소가 표면에 도핑된 상변화막을 형성하는 상변화막형성단계; 상기 질소가 도핑된 상변화막의 표면을 연마하는 연마단계; 및 상기 상변화막의 상부에 상부전극을 형성하는 전극형성단계;를 포함한다.
- [0020] 특히, 질소가 상기 상변화막의 표면에 20nm의 두께로 도핑되는 상변화막형성단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 특히, 질소가 5 내지 20 sccm 의 농도로 상기 상변화막의 표면에 도핑되는 상변화막형성단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 특히, 질소가 진공상태에서 300℃에서 30분동안 상기 상변화막의 표면에 열처리되어 도핑되는 상변화막형성단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 특히, 상기 상변화막이 열에 의하여 결정질 또는 비정질 상태로 변환되는 상변화물질로 형성되되, 상기 상변화물질은 게르마늄(Ge), 안티몬(Sb), 텔루리움(Te)의 화합물인 상변화막형성단계를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0024] 본 발명의 상변화 메모리 소자의 제조방법은 상변화막의 표면에 대하여 화학적 또는 기계적 CMP 연마공정을 수행하기 전에 상기 상변화막의 표면에 질소를 도핑함으로써, 서로 다른 화합물로 이루어진 상변화막을 용이하게 평탄화하여 상기 상변화막의 표면조도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0025] 또한, 본 발명의 상변화 메모리 소자의 제조방법은 상변화막의 표면에 질소를 도핑한 후, 연마공정을 수행하여 상기 상변화막의 표면조도를 향상시킴에 따라 상변화 메모리 소자의 동작특성에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 더불어, 본 발명의 상변화 메모리 소자의 제조방법은 상변화막의 표면에 대하여 질소도핑을 수행한 후, 이어서 연마공정을 수행함에 따라 기존에 사용하는 연마공정을 그대로 사용하면서도 상기 상변화막의 표면을 요철없이 고르게 평탄화시킬 수 있어, 용이하게 상변화 메모리 소자를 제조할 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 상변화 메모리 소자의 제조방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 2는 본 발명의 상변화 메모리 소자의 제조방법 중 질소도핑과정을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 질소가스유량에 따른 상변화막의 질소 침투깊이 및 질소 농도의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 4는 상변화 메모리 소자의 상변화막에 도핑되는 질소의 도핑농도에 따른 연마공정 수행 후의 상변화막의 평탄화상태를 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 본 발명의 상변화 메모리 소자의 제조방법 중 상변화막의 질소도핑 후, 연마공정 시 상변화막의 상태를 나타낸 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 본 발명을 바람직한 실시 예와 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되는 것은 아니다.
- [0029] 이하, 도 1을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 상변화 메모리 소자의 제조방법에 대하여 자세히 살펴보도록 한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 상변화 메모리 소자의 제조방법을 나타낸 순서도이다.
- [0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 상변화 메모리 소자의 제조방법은 먼저, 상변화 메모리 소자를 형성하기 위한 기판을 준비한다. 이후, 상기 기판의 일부가 노출되도록 절연막을 상기 기판의 상부에 패터닝한다. 이후, 노출된 상기 기판의 상부에 금속막을 채워 하부전극을 형성한다.
- [0032] 이후, 상기 하부전극의 상부에 중간절연막을 형성한다. 이어서, 상기 중간절연막의 상부에 콘택홀 영역이 개방된 마스크 패턴을 형성하고, 형성된 마스크 패턴을 따라 식각공정을 실시하여, 상기 중간절연막에 하부전극의 일부를 노출시키는 콘택홀을 형성한다.
- [0033] 이와 같이, 형성된 상기 콘택홀의 내부에 전도성물질층을 형성하여 콘택플러그를 형성한다(S110).
- [0034] 이후, 상기 하부전극 및 상기 콘택플러그가 형성된 상기 기판 상에 절연막을 형성한다(S120).
- [0035] 이처럼 상기 콘택플러그 및 절연막이 형성된 기판의 상부에 상변화막을 형성한다(S130). 이러한 상변화막은 열에 의해 결정질 또는 비정질 상태로 변환되는 상변화물질로 이루어지는데, 이때, 상기 상변화물질은 게르마늄(Ge), 안티몬(Sb), 텔루리움(Te)의 서로 다른 화합물을 말한다.
- [0036] 이와 같이, 상기 상변화막을 형성하고, 상기 상변화막의 표면에 대한 연마공정을 수행하기 전, 상기 상변화막의 표면을 질소로 도핑한다(S140). 특히, 이러한 질소도핑과정의 도핑조건을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 질소가 상기 상변화막의 표면 상에 20nm의 두께로 도핑되고, 상기 질소가 5 내지 20 sccm의 농도로 상기 상변화막의 표면에 도핑되는 것이 바람직하다. 또한, 상기 질소가 진공상태에서 300℃의 온도로 30분동안 상기 상변화막의 표면에 열처리되어 도핑되는 바람직하다.
- [0037] 이후, 질소가 도핑된 상기 상변화막의 표면에 대하여 화학적 또는 기계적 방법을 통해 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 연마공정을 수행한다(S150). 이때, 상기 질소가 도핑된 상변화막의 표면에 대하여 도핑된 상기 질소가 제거되도록 연마가 수행되는 것이 바람직하다. 특히, 이러한 CMP공정은 웨이퍼를 패드에 밀착시킨 상태에서 수백 nm 크기의 연마제가 현탁된 슬러리(Slurry)를 상기 패드의 표면에 분산시켜 산화 또는 금속박막의 화학적 반응을 유도하면서, 상기 웨이퍼를 지지하는 폴리싱 캐리어(Polishing Carrier) 및 폴리시 패드(Polish Pad)가 부착된 폴리시 플레이트(Polish Platen)를 고속으로 회전시켜 개질된 박막 표면을 기계적으로 제거함으로써, 평탄화 하는 원리를 이용하여 반도체 소자 고집적화에 따른 사진 현상 공정의 초점심도 여유를 증가시킨다.
- [0038] 이와 같이, 상기 상변화막의 표면에 대한 연마공정이 완료된 후, 상기 상변화막의 상부에 상부전극을 형성하여(S160), 상변화 메모리 소자를 제조한다.
- [0039] 상술한 바와 같이, 상변화 메모리 소자의 제조 시, 내부에 형성되는 상변화막을 연마하기 전에 미리 질소를 도핑함으로써, 서로 다른 특성을 갖는 화합물로 이루어진 상기 상변화막의 표면을 화합물 특성과 관계없이 용이하고 평탄화시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0040] 이하, 도 2를 참조하여, 상기 상변화막의 상부로 질소를 도핑하는 과정에 대하여 자세히 살펴보도록 한다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 상변화 메모리 소자의 제조방법 중 질소도핑과정을 나타낸 도면이다.
- [0042] 도 2에 도시된 바와 같이, Si로 이루어진 기판의 상부에 질화티타늄(TiN)으로 이루어진 절연막이 형성되고, 상기 절연막의 상부에 상변화막( $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ )이 형성된다. 이때, 상기 상변화막은 열에 의하여 결정질 또는 비정질



상태로 변환되는 상변화물질로 형성되며, 이때, 상기 상변화물질은 게르마늄(Ge), 안티몬(Sb), 텔루리움(Te)의 화합물로 이루어지는 것이 바람직하다.

- [0043] 이어서, 상기 상변화막의 상부에 어닐링(Annealing) 공정이 이루어진다. 이러한 어닐링공정은 금속 재료를 적당히 가열하여 재료의 내부 구조 속에 남아있는 열 이력 및 가공에 의한 영향을 제거하는 공정을 말한다. 특히, 금속 등 내부의 변형을 바로잡기 위하여 일정 온도까지 가열했다가 서서히 식히는 열처리 방법의 하나로서, 금속의 경도와 강도를 낮추고 성형성을 향상시켜 일정한 조직을 얻기 위해 실시하며, 철이나 강의 연화 또는 결정 조직의 조정이나 내부 응력의 제거를 위하여 적당한 온도로 가열한 후 천천히 냉각시키는 공정을 말한다.
- [0044] 이러한 어닐링 공정을 통해, 상기 질소가 진공상태에서 300℃의 온도조건으로 30분동안 상기 상변화막의 표면에 열처리되어 도핑되도록 한다.
- [0045] 상술한 실시 예 외에도, 상변화막의 형성 시, 미리 질소를 도핑하는 실시 예 또한 존재한다.
- [0046] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 상변화 메모리 소자의 제조방법은 앞서, 설명한 실시 예에 따른 상변화 메모리 소자의 제조방법과 일부 유사하며, 다만, 하부전극 상에 콘택 플러그가 형성된 기판 상부에 절연막을 형성한 후, 미리 질소가 도핑된 상변화막을 형성할 수 있다. 즉, 상변화막이 열에 의하여 결정질 또는 비정질 상태로 변환되는 상변화물질로 형성되는데, 이때, 상기 상변화물질의 표면에 질소가 도핑된다. 특히, 이러한 질소도핑 과정에서의 도핑조건은 앞서 기술한 바와 같이, 질소가 상기 상변화물질의 표면 상에 20nm의 두께로 도핑되며, 상기 질소가 5 내지 20 sccm 의 농도로 상기 상변화물질의 표면에 도핑되는 것이 바람직하다. 또한, 상기 질소가 진공상태에서 300℃의 온도로 30분동안 상기 상변화물질의 표면에 열처리되어 도핑되는 바람직하다.
- [0047] 이러한 상변화물질의 표면에 수행되는 질소도핑의 도핑조건에 대하여 도 3을 참조하여 살펴보도록 한다.
- [0048] 도 3은 질소가스유량에 따른 상변화막의 질소 침투깊이 및 질소 농도의 변화를 나타낸 그래프이다.
- [0049] 도 3에 도시된 바와 같이, 상변화막의 질소 도핑을 위한 질소 유량이 0 내지 5 sccm인 경우, 상기 상변화막의 표면에서 질소농도는 0 % 이나, 질소 유량이 10 sccm일 때 질소 농도가 0.4 %이고, 질소 유량이 15 sccm일 때 질소농도는 0.8 %이며, 질소유량이 20 sccm일 때 질소농도는 1 %인 것을 알 수 있으며, 이에 따라 질소유량이 증가할수록 상변화막의 표면에서 질소농도 또한 비례하여 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0050] 또한, 상변화막의 질소 도핑을 위한 질소 유량이 0 내지 5 sccm인 경우, 상기 상변화막으로 질소침투깊이는 0 nm 이나, 질소 유량이 10 sccm일 때 질소침투깊이는 5 nm 이고, 질소 유량이 15 sccm일 때 질소침투깊이는 10 nm 이며, 질소 유량이 20 sccm일 때 질소침투깊이는 20 nm 인 것을 알 수 있으며, 이에 따라 질소유량이 증가할수록 질소가 상변화막으로 침투하는 깊이 또한 비례하여 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0051] 이후, 상기 질소가 도핑되어 형성된 상변화막의 표면을 연마하고, 이후, 상기 상변화막의 상부에 상부전극을 형성함으로써, 상변화 메모리 소자를 제조할 수 있다.
- [0052] 이하, 도 4를 통해, 상변화막에 도핑되는 질소의 도핑농도에 따른 상변화막의 평탄화상태에 대하여 살펴보도록 한다.
- [0053] 도 4는 상변화 메모리 소자의 상변화막에 도핑되는 질소의 도핑농도에 따른 연마공정 수행 후의 상변화막의 평탄화상태를 나타낸 그래프이다.
- [0054] 도 4에 도시된 바와 같이, 상변화막 표면의 초기 증착 시, 상기 상변화막의 평탄화상태가 약 3.8 nm를 나타내며, 어닐링공정을 수행하지 않은 상태에서 CMP 연마공정이 수행되는 경우에는 약 3 nm의 상변화막의 평탄화상태를 갖는 것을 알 수 있다.
- [0055] 하지만 이와 달리, 상기 상변화막의 표면에 질소를 5 sccm 의 농도로 도핑되는 경우에는 어닐링공정이 수행 시, 상기 상변화막의 표면은 약 3.8 nm의 평탄화상태를 나타내는 반면, 동일한 5 sccm 의 농도로 질소가 상기 상변화막의 표면에 도핑되고, 어닐링 공정을 수행한 후 CMP 연마공정이 수행되는 경우에는, 약 2.5 nm의 평탄화상태가 나타나는 것을 알 수 있다.
- [0056] 또한, 상기 상변화막의 표면에 질소를 10 sccm 의 농도로 도핑하는 경우에는 어닐링공정이 수행 시, 약 4.0 nm의 평탄화상태를 나타내는 반면, 어닐링 공정 수행 후 CMP 연마공정이 수행되는 경우에는 1.7 nm의 평탄화상태를 나타내는 것을 알 수 있다.
- [0057] 이에 대하여, 상기 상변화막의 표면에 도핑되는 질소의 농도를 20 sccm 로의 농변경하여 도핑하는 경우에는 어



닐링공정이 수행 시, 3.6 nm 의 평탄화상태를 나타내나, 어닐링 공정 수행 후 CMP 연마공정이 수행되는 경우에는 0.2 nm 의 평탄화상태를 나타내는 것을 알 수 있다.

[0058] 이와 같은 실험결과를 통해 알 수 있는 바와 같이, 상기 상변화막의 표면에는 질소를 20 sccm 의 농도로 도핑하는 경우에, 어닐링 공정을 수행하고 CMP 연마공정이 수행 시, 상기 상변화막의 평탄화상태가 고른 것을 알 수 있다.

[0059] 마찬가지로, 도 5를 통해, 상변화막의 표면에 질소를 도핑하기 전, 후의 상기 상변화막의 실제 상태를 살펴볼 수도 있다.

[0060] 도 5는 본 발명의 본 발명의 상변화 메모리 소자의 제조방법 중 상변화막의 질소도핑 후, 연마공정 시 상변화막의 상태를 나타낸 도면이다.

[0061] 도 5(1)은 상변화막의 표면에 질소를 도핑하지 않고 연마공정 또한 수행하지 않은 초기 시편의 상태를 나타낸 모습이고, 도 5(2) 내지 도 5(5)는 질소 유량을 5, 10, 15, 20 sccm 의 농도로서, 상변화막의 표면을 각각 도핑한 상태를 나타낸 모습이다.

[0062] 또한, 도 5(6)은 상변화막의 표면에 질소를 도핑한 후, CMP 연마공정을 수행한 상태를 나타내며, 도 5(7) 내지 도 5(10)은 상기 상변화막의 표면에 질소 유량 5, 10, 15, 20 sccm 의 상태로 질소를 도핑한 후, CMP 연마공정을 수행한 상태를 나타낸 모습이다.

[0063] 도 5에 대하여 육안을 통해 알 수 있는 바와 같이, 상변화막의 표면에 질소유량 20 sccm의 상태로 질소를 도핑한 후, CMP 연마공정을 수행한 도 5(10)의 상태가 요철없이 가장 평탄한 상태를 갖는 것을 알 수 있다.

[0064] 이에 따라, 상변화막의 연마공정의 수행 전 상기 상변화막의 표면에 질소를 도핑함으로써, 용이하고 고르게 상기 상변화막의 표면을 평탄화할 수 있는 효과가 있다.

[0065] 본 발명의 상변화 메모리 소자의 제조방법은 상변화막의 표면에 대하여 화학적 또는 기계적 CMP 연마공정을 수행하기 전에 상기 상변화막의 표면에 질소를 도핑함으로써, 서로 다른 화합물로 이루어진 상변화막을 용이하게 평탄화하여 상기 상변화막의 표면조도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0066] 또한, 본 발명의 상변화 메모리 소자의 제조방법은 상변화막의 표면에 질소를 도핑한 후, 연마공정을 수행하여 상기 상변화막의 표면조도를 향상시킴에 따라 상변화 메모리 소자의 동작특성에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0067] 더불어, 본 발명의 상변화 메모리 소자의 제조방법은 상변화막의 표면에 대하여 질소도핑을 수행한 후, 이어서 연마공정을 수행함에 따라 기존에 사용하는 연마공정을 그대로 사용하면서도 상기 상변화막의 표면을 요철없이 고르게 평탄화시킬 수 있어, 용이하게 상변화 메모리 소자를 제조할 수 있는 효과가 있다.

[0068] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 본 발명의 기술 사상 범위 내에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 첨부된 특허청구범위에 속하는 것은 당연하다.

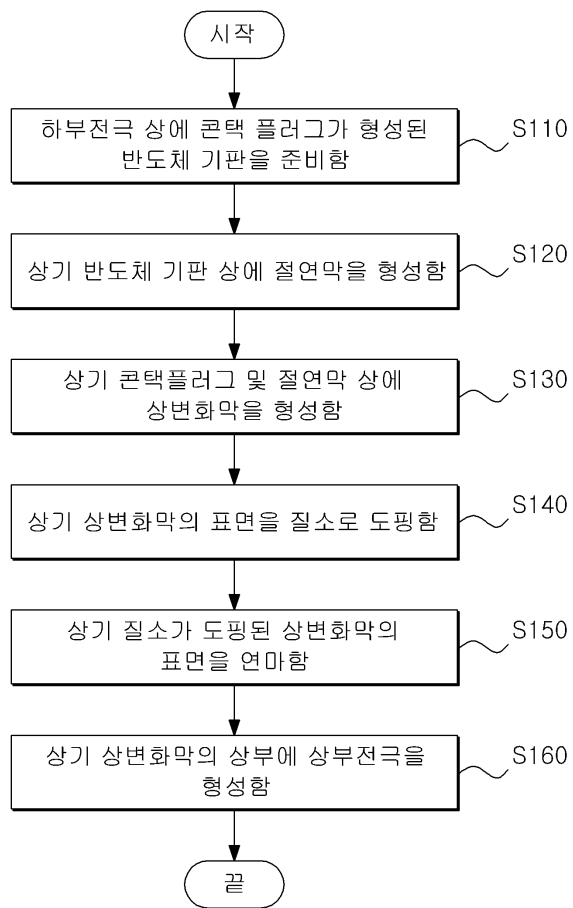
## 부호의 설명

[0069] 10: 기판 20: 절연막

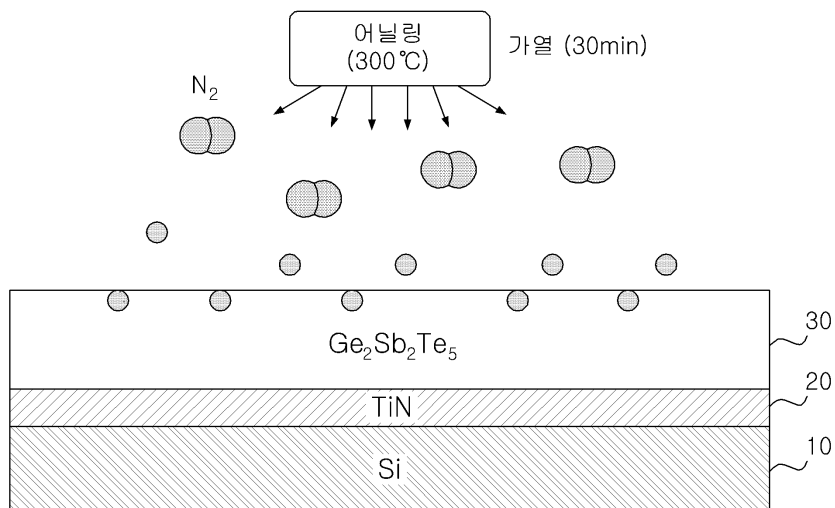
30: 상변화막

## 도면

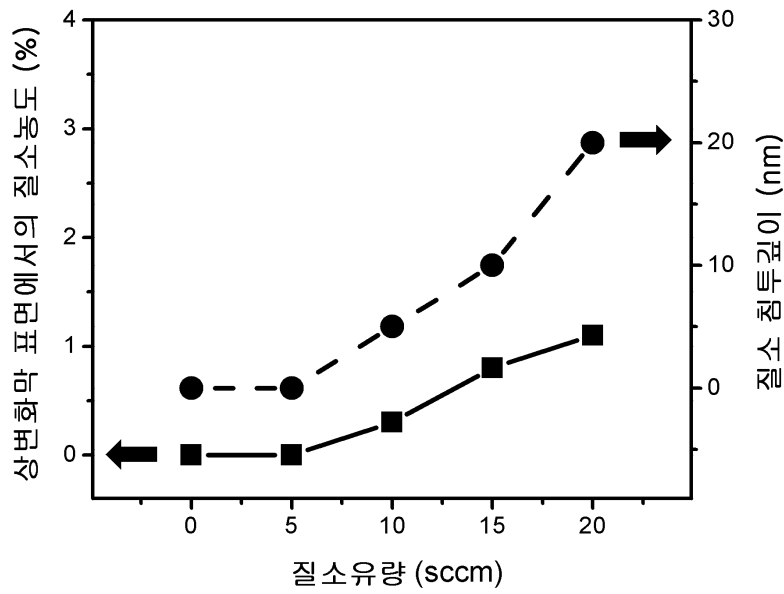
### 도면1



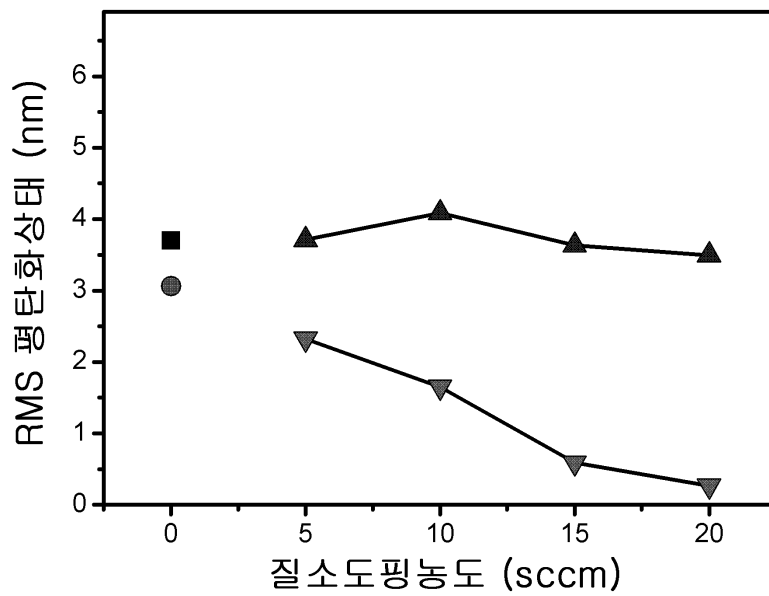
### 도면2



도면3



도면4



300°C 에서의 어닐링공정

- 초기 증착 상태
- 비어닐링 상태에서의 CMP 연마공정 수행상태
- ▲ 어닐링상태
- ▼ 어닐링공정 수행 후, CMP 연마공정 수행상태

도면5

