

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01L 21/8247

(11) 공개번호 특2001-0046843  
(43) 공개일자 2001년06월 15일

(21) 출원번호	10-1999-0050777
(22) 출원일자	1999년11월 16일
(71) 출원인	한국과학기술연구원 박호군
(72) 발명자	서울 성북구 하월곡2동 39-1 이전국 경기도성남시분당구분당동, 한신라이프빌라108-203 정형진 서울특별시동대문구청량리동, 미주아파트5-401 이시형 울산광역시울주군삼남면상천리531-4 주성민, 장수길
(74) 대리인	주성민, 장수길

**심사청구 : 있음**

**(54) 휘발 성분이 포함된 다성분 산화물 강유전체 박막의 제조방법**

**요약**

본 발명은 RF 마그네트론 스퍼터링시 스퍼터링이 일어나는 진공 챔버 내의 압력을 200 내지 300 밀리토르 (mTorr)로 유지하여 휘발 성분의 손실을 감소시킨 다성분 산화물 강유전체 박막, 특히 비스무트 층상 산화물로 된 강유전체 박막의 제조 방법을 제공한다. 본 발명은 또한 스퍼터링시 타겟과 기판과의 거리를 3 내지 5 cm로 하고 기판을 타겟 중심선에서 벗어나게 위치시켜 우수한 강유전 특성을 부여하는, RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용한 강유전체 박막의 제조 방법을 제공한다. 그 밖에도 본 발명은, 스퍼터링시 타겟면에 대한 기판면의 각도를 30° 내지 60° 로 하여 우수한 강유전 특성을 부여하는, RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용한 강유전체 박막의 제조 방법을 제공한다.

**대표도**

**도1**

**색인어**

강유전체, 마그네트론 스퍼터링, 비스무트 산화물, 다성분 산화물 박막, 휘발 성분, 불휘발성 기억소자

**명세서**

**도면의 간단한 설명**

- 도 1은 본 발명에 사용되는 고주파 (RF) 마그네트론 스퍼터링 장치를 도시한 개략도.  
 도 2는 스퍼터링 압력 변화에 따른 SBT 박막의 엑스선 회절 패턴의 변화를 도시한 특성도.  
 도 3은 스퍼터링 압력 변화에 따른 SBT 박막의 성분 조성의 변화를 도시한 그래프.  
 도 4a는 본 발명에 따른 300 밀리토르 스퍼터링 압력에서 제조한 백금 전극 사용 SBT 박막 커패시터의 피로 시험 전후의 분극-전계 곡선의 특성 변화를 도시한 그래프.  
 도 4b는 본 발명에 따른 300 밀리토르 스퍼터링 압력에서 제조한 백금 전극 사용 SBT 박막 커패시터의 스윙칭 횟수에 따른 피로 특성 곡선을 도시한 그래프.  
 도 5는 고주파 마그네트론 스퍼터링 시스템에서, 타겟에 대한 기판의 여러 가지 위치를 예시한 개략도.  
 도 6a는 본 발명에 따른 타겟-기판 거리 5 cm, 외곽(도 5의 57)에서 제조한 SBT 박막과 백금 전극을 사용한 커패시터의 분극-전계 곡선 특성 변화를 도시한 그래프.  
 도 6b는 본 발명에 따른 타겟-기판 거리 3.5 cm, 중간 (도 5의 56)에서 제조한 SBT 박막과 백금 전극을 사용한 커패시터의 분극-전계 곡선 특성 변화를 도시한 그래프.  
 도 6c는 타겟-기판 거리 2.2 cm, 중심 (도 5의 55)에서 제조한 SBT 박막과 백금 전극을 사용한 커패시터의 분극-전계 곡선 특성 변화를 도시한 그래프.  
 도 7a는 기판이 타겟 중심선에서 4 cm 벗어나 있고, 타겟-기판 각도가 90° 인 상태에서 제조한 SBT 박막

과 백금 전극을 사용한 커패시터의 분극-전계 곡선 특성 변화를 도시한 그래프.

도 7b는 기판이 타겟 중심선에서 4 cm 벗어나 있고, 타겟-기판 각도가 45° 인 상태에서 제조한 본 발명에 따른 SBT 박막과 백금 전극을 사용한 커패시터의 분극-전계 곡선 특성 변화를 도시한 그래프.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

- 11: 스퍼터링 챔버
- 12: 기판 홀더
- 13: 기판
- 14: 플라즈마
- 15: 타겟
- 16: RF 전원
- 17: 음극
- 51: 타겟
- 52, 53: 자석
- 54: 식각 중심부
- 55, 56, 57: 기판

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 불휘발성 기억소자에 사용되는 강유전체 박막의 제조 방법에 관한 것으로, 특히 기존 반도체 소자 제조 공정과 호환성이 있는 고주파 (RF) 마그네트론 스퍼터링법 (Radio Frequency Magnetron Sputtering)을 이용한 다성분 산화물로 된 강유전체 박막의 제조 방법에 관한 것이다.

불휘발성 강유전체 기억소자는, 강유전체 박막 상하부에 형성된 전극에 인가한 전계에 의해 형성되는 분극이 전계를 제거해 주어도 남는 잔류 분극 현상을 이용한 소자이다. 잔류분극을 정보저장 방법에 이용하면, 전계를 제거하여도 저장된 정보의 손실을 막을 수 있으므로, 불휘발성 기억소자라 부른다.

불휘발성 기억소자에 활용되는 강유전체 재료로는 페로브스카이트 구조인  $Pb(Zr,Ti)O_3$ 와 층상 페로브스카이트 구조인 스트론튬-비스무트-탄탈륨 산화물(Strontium-Bismuth-Tantalate,  $SrBi_2Ta_2O_9$ ; 이하 SBT라 함) 등이 있다.

80년대 말 콜로라도 대학의 스코트(J. F. Scott) 등이 강유전체 기억소자에 관한 개념을 발표한 이후 여러 연구자들이 상업화를 위해 연구를 수행해왔으며, 비스무트 층상 강유전체, 예컨대 SBT는 기억소자용으로 아주 적합한 것으로 여겨지고 있다.

이제까지 비스무트계 층상 페로브스카이트 구조의 강유전체 박막은 주로 졸-겔법, 유기금속 화학 증착법, 펄스 레이저 어브레이전 법 등으로 제조하였다. 그러나 고집적화, 대면적 웨이퍼 소자화를 고려하여 기존 반도체 생산 공정과의 호환성이 필요하다. 따라서, 기존 반도체 공정과의 호환성이 우수한 RF 마그네트론 스퍼터링법을 사용한 제조법에 대한 연구가 활발하다. 특히, RF 마그네트론 스퍼터링법은 강유전체 박막 커패시터의 수명 향상을 위해 새롭게 제안된 SBT 박막의 제조법으로도 우수한 것으로 평가된다.

그러나, RF 마그네트론 스퍼터링법으로 다성분 산화물 박막을 형성할 때에는 스퍼터링 중에 비스무트, 바륨, 스트론튬 및 납과 같은 휘발 성분의 손실이 있다. 이를 해소하기 위하여, 다성분 산화물 타겟에 휘발 성분을 과잉으로 첨가하거나, 추가 타겟을 사용하여 공동 스퍼터링 (co-sputtering)하는 방법 등을 사용한다.

다성분 산화물 박막 형성시 RF 마그네트론 스퍼터링 중에 발생하는 휘발 성분의 손실은 주로 손실이 예상되는 성분의 과잉첨가, RF 파워 조절, 아르곤 가스 유입량 변화 등의 방법을 사용하여 조절한다 [K. Suu, A. Osawa, N. Tani, 'Lead content control of PLZT thin films prepared by RF magnetron sputtering', Integrated Ferroelectrics, 1997, Vol. 14, pp. 59-68]. 그러나 SBT 박막의 경우, 과잉 비스무트를 포함한 타겟을 사용하여도 이러한 방법으로 휘발성분을 조절할 수 없었다.

그러므로 다성분 산화물 강유전체 박막의 제조시 RF 스퍼터링 공정 중에 발생하는 휘발 성분의 손실을 줄이고 강유전 특성을 향상시키는 방법이 요구된다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 기존의 반도체 소자 제조 공정과 호환성이 있는 RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용하면서 휘발 성분의 손실을 줄이고 우수한 강유전체 특성을 부여하는, 다성분 산화물로 된 강유전체 박막의 제조 방법을 제공하는 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

본 발명은 고주파 (RF) 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 다성분 산화물로 된 타겟을 스퍼터링하여 기판 위에 다성분 산화물 박막을 형성시킨 다음 후열처리하여 강유전체 박막을 제조하는 방법에 있어서, 스퍼터링이 일어나는 진공 챔버 내의 압력을 200 내지 300 밀리토르(mTorr)로 유지하여 스퍼터링 중 박막의 휘발 성분의 손실을 감소시키는 것을 특징으로 하는 다성분 산화물 강유전체 박막의 제조 방법을 제공한다.

본 발명은 또한, 스퍼터링시 타겟과 기판과의 거리를 3 내지 5 cm로 하고 기판을 타겟 중심선에서 벗어나게 위치시켜 우수한 강유전 특성을 부여하는, RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용한 다성분 산화물 강유전체 박막의 제조 방법을 제공한다.

그 밖에도 본 발명은, 스퍼터링시 타겟면에 대한 기판면의 각도를 30° 내지 60° 로 하여 우수한 강유전 특성을 부여하는 RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용한 다성분 산화물 강유전체 박막의 제조 방법을 제공한다.

본 발명에 따라 제조할 수 있는 다성분 산화물 강유전체 박막은 비스무트, 바륨, 스트론튬 및 납 중에서 선택되는 1 종 이상의 원소를 휘발 성분으로 포함하는 다성분 산화물 타겟으로부터 제조할 수 있다. 본 발명에 따라 제조할 수 있는 다성분 산화물 강유전체 박막의 구체적인 예로는  $\text{SrBi}_2(\text{Ta}, \text{Nb})\text{O}_9$ ,  $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ ,  $(\text{Pa}, \text{La})\text{TiO}_3$ ,  $(\text{Pb}, \text{La})(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$  박막 등이 있다.

통상적인 산화물 박막 형성시 RF 마그네트론 스퍼터링에 이용되는 조건은 2인치 타겟의 경우, 스퍼터링 압력은 60 밀리토르, 타겟과 기판의 거리 5 cm, 타겟면과 기판면의 각도는 0° 이다. 이 조건에서 박막 성장 속도가 가장 빠른 것으로 알려져 있다.

도 1은 본 발명에서 사용되는 RF 마그네트론 스퍼터링 장치를 개략적으로 도시한 것이다. 도 1에서, 스퍼터링 챔버 (11)은 로터리 펌프와 터보 펌프를 사용하여 고진공을 유지한다. 음극 (17)에 타겟 (15)을 부착한 후 RF 전원 (16)을 인가하면, 타겟 (15)과 기판 (13) 사이에 플라즈마 (14)가 형성된다. 플라즈마 상태의 아르곤 이온이 타겟을 때리면 타겟 물질이 스퍼터링되어 기판에 코팅된다. 이러한 증착 방법에 있어서, 일반적으로는 박막의 품질을 높이기 위하여 60 mTorr 정도의 압력에서 스퍼터링을 수행하지만, 이 진공도에서는 스퍼터링 중에 일어나는 휘발성 물질의 손실이 크다. SBT 타겟의 경우, 비스무트의 손실이 크다.

본 발명에서는 이러한 RF 마그네트론 스퍼터링의 여러 가지 조건을 변화시켜 우수한 다성분 산화물 강유전체 박막을 얻는다.

본 발명의 일면에서는, 위와 같은 RF 마그네트론 스퍼터링법에서 진공 챔버 내의 압력을 200 내지 300 밀리토르까지 높여서, 스퍼터링된 입자가 가스와의 충돌로 인해 운동 에너지를 잃고 확산 현상에 의해서만 기판에 도달하게 한다. 그 결과 휘발성 원소를 포함하는 다성분 산화물 박막에서 RF 스퍼터링 중에 발생하는 휘발성분의 손실을 방지할 수 있다. 예컨대, SBT 타겟의 RF 스퍼터링 중에 발생하는 비스무트의 손실을 감소시킬 수 있다.

또한, 본 발명에서는 일정한 스퍼터링 압력에서 챔버 내의 기판의 위치 및 타겟과의 각도를 변화시켜서 얻어지는 박막의 강유전 특성을 제어한다.

본 발명에 따른 바람직한 실시형태를 예시하면, 사용되는 SBT 타겟은 조성이  $\text{Sr}_{1-x}\text{Bi}_{2-x}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 인 직경 2인치의 원판형이다. RF 스퍼터링 조건으로서, 스퍼터링 가스는 산소/아르곤 가스 50%/50%이고, RF 파워는 1 내지 3  $\text{W}/\text{cm}^2$ 이며, 타겟과 기판 사이의 간격은 3 내지 5cm로 하고, 스퍼터링이 이루어지는 온도는 상온이다. 스퍼터링으로 박막을 형성시킨 후에는 결정화 및 결정 성장을 위해 산소 분위기, 650 내지 800°C 에서 10 내지 60분 후열처리한다.

스퍼터링 압력을 달리했을 때 얻어지는 SBT 박막의 엑스선 회절 패턴의 변화를 도 2에 도시하였다. 스퍼터링 압력을 2.5에서 300 mTorr로 증가시킴에 따라 SBT 박막의 스퍼터링 중에 발생하는 비스무트 성분의 손실이 감소하여 스퍼터링 압력이 300 mTorr인 경우, 양질의 SBT (115)면에 의한 회절을 관찰할 수 있다. 스퍼터링 압력이 낮아지면, 스퍼터링 중 비스무트가 손실되어 파이로클로어상과 스트론튬 탄탈륨 산화물에 의한 회절 피크가 관찰된다.

도 3은 스퍼터링 압력 변화에 따른 SBT 박막 중의 각 성분의 농도 변화를 나타낸 것이다. 스퍼터링 압력이 증가하면 증착된 SBT 박막 내 비스무트 성분의 양이 화학양론적 값에 가까워지고, 300 mTorr에서는 30% 정도 과잉으로 존재한다. 스퍼터링 압력 변화에 따라 스트론튬, 탄탈륨 성분은 크게 변하지 않는다. 따라서 휘발성분의 손실을 감소시키기 위한 본 발명에 따른 스퍼터링 압력은 약 200 내지 300 mTorr이며, 약 300 mTorr가 더욱 바람직하다.

도 4a 및 4b는 본 발명에 따라 300 mTorr의 스퍼터링 압력에서 제조된 SBT 박막을 이용한 커패시터의 피로 시험에서 얻어진 결과를 보여준다. 저진공 스퍼터링 압력을 사용하여 제조된 SBT 박막과 백금 전극을 사용한 커패시터의 분극 전계 히스테리시스 곡선은 도 4a와 같이 포화된 형태를 나타내고 있다. 또한 피로 시험 전후의 분극-전계 특성에 변화가 없다. 도 4b는 1 MHz +/- 3 V 사각 스윙 펄스 인가에 의한 잔류 분극치의 변화를 나타낸다. 이로부터 본 발명에 따라 제조된 SBT 박막이  $10^{11}$  회의 스윙에 의해서도 잔류 분극치가 감소하지 않는 우수한 피로 특성을 가지고 있음을 알 수 있다.

도 5는 본 발명에 의한 RF 스퍼터링에서 타겟에 대한 기판의 여러 가지 위치를 예시한 개략도이다. 도 6a, 6b 및 6c는 도 5에 나타난 여러 위치에 기판을 두고, 스퍼터링 압력 100 mTorr, 2 인치 타겟을 사용하고 3  $\text{W}/\text{cm}^2$ 의 RF 전력을 인가하여 얻어진 박막과 백금 전극을 이용한 커패시터의 분극-전계 곡선의 특성 변화를 나타낸 것이다. 도 5를 참조하면, 다성분 산화물 타겟 (51) 뒤면에 부착된 자석 (52, 53)에 의해 생성된 자장에 의해 일정한 부분 (54)의 식각이 증대되고, 스퍼터링 속도가 증가한다. 따라서, 타겟과 기판 사이의 거리 변화에 따라, 다양한 특성의 박막을 형성할 수 있다.

도 5의 (57)처럼 타겟으로부터 5 cm 떨어지고, 타겟 중심으로부터 가장 먼 외곽에서 스퍼터링된 SBT 박막과 백금 전극을 사용한 커패시터의 분극-전계 히스테리시스 곡선을 도 6a에 도시하였다. 도 5의 (56)처럼 타겟과의 거리를 3.5 cm로 가깝게 하고 타겟 중심과 외곽의 중간 위치에 기판을 놓으면 도 6b처럼 최종 커패시터의 분극-전계 히스테리시스 특성이 먼 거리와 비교하여 큰 차이를 보이지 않는다. 그러나, 도 5의 (55)처럼 타겟과의 거리를 2.2 cm로 가깝게 하고 타겟 중심선상에 기판을 놓으면, 도 6c처럼 최종 커패시터의 잔류 분극치가 급격히 감소한다. RF 스퍼터링에서 타겟 뒤에 있는 자석으로부터의 자력분포를 고려하면 기판과의 거리가 멀고 자력선의 중심에서 멀어질수록 SBT 박막이 양호한 전기적 특성을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

타겟과 기판의 거리는 타겟 크기에 따라 달라지며, 이를 단위 타겟 직경에 대한 거리로 환산하여 나타낸다. 본 명세서에서는 달리 언급하지 않는 한 직경 2 인치 타겟을 기준으로 한 것이다. 본 발명에서 바람직한 스퍼터링시 챔버 내 기판의 위치는 타겟으로부터 3 내지 5 cm 거리, 타겟 중심선에서 먼 외곽쪽이다.

한편, 스퍼터링 압력이 낮고 타겟면과 기판면이 평행한 경우, 즉 타겟면과 기판면 사이의 각도가 0° 인 경우처럼 증착속도가 빠르지만 휘발 성분이 많이 손실되는 경우, 기판의 각도를 변화시키면 비스무트의 손실을 감소시켜 얻어지는 박막의 강유전 특성을 향상시킬 수 있다. 그러나, 타겟면과 기판면 사이의 각도가 커지면 증착속도는 감소한다. 타겟면과 기판면 사이의 각도가 30° 내지 60° 일 때 증착속도와 강유전 특성이 종합적으로 우수한 다성분 산화물 강유전체 박막을 얻을 수 있다.

도 7a 및 7b는 타겟과 기판과의 거리가 5 cm이고, 기판이 타겟 중심선에서 4 cm 벗어나 위치할 때 타겟 표면과 기판 표면간의 각도 변화에 따른 SBT 박막의 강유전 특성의 변화를 나타낸 것이다. 도 7a처럼, 타겟면과 기판면이 90° 각도를 유지한 상태, 즉 타겟면과 기판면이 수직인 상태에서 스퍼터링하면, 잔류 분극이 7  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 인 양호한 분극-전계 특성을 보인다. 그러나 증착 속도는 타겟면과 기판면 사이의 각도가 0° 일 때에 비해 감소한다. 타겟과 기판면 사이의 각도가 45° 인 경우에는 도 7b처럼 잔류 분극치가 감소하지만, 분극 포화 상태는 좋아진다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시형태를 구체적으로 예시한다. 그러나, 본 발명이 이들 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

#### <실시예>

##### 실시예 1

조성이  $\text{Sr}_{1-x}\text{Bi}_{2x}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 인 직경 2인치의 원판을 SBT 타겟으로, Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si를 기판으로 사용하여, 자체 제작한 플라즈마증착 (PVD) 시스템에서 RF 스퍼터링법으로 SBT 강유전체 박막을 제조하였다. 스퍼터링 가스는 산소/아르곤 50%/50%, 스퍼터링 챔버 내의 압력은 300 mTorr, RF 전원은 13.56 MHz로 3 W/cm<sup>2</sup>, 스퍼터링 온도는 상온으로 하고, 타겟 중심선상에 기판을 놓고 타겟과 기판의 간격은 5 cm, 기판의 각도는 타겟면에 대해 0° 로 하였다.

증착된 SBT 박막의 두께가 200 nm에 이르면 스퍼터링을 완료하고, 산소 분위기, 750°C에서 60분 동안 후열처리하여 강유전체 박막을 형성시켰다.

##### 비교예 1

스퍼터링 챔버 내의 압력을 100 mTorr로 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 SBT 강유전체 박막을 제조하였다.

실시예 1 및 비교예 1에서 제조한 SBT 강유전체 박막의 결정구조 특성을 도 2에 나타내었다. 본 발명의 방법으로 제조한 강유전체 박막에서 비스무트의 손실이 감소되었음을 확인할 수 있다.

##### 실시예 2

기판과 타겟과의 거리를 3.5 cm로 하고, 스퍼터링 압력을 100 mTorr로 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 SBT 강유전체 박막을 제조하였다.

##### 비교예 2

기판과 타겟과의 거리를 2.2 cm로 한 것을 제외하고는 실시예 2와 동일한 조건으로 SBT 강유전체 박막을 제조하였다.

실시예 2 및 비교예 2에서 제조한 SBT 강유전체 박막의 P-E 히스테리시스 특성은 도 6b와 도 6c에 나타내었다. 본 발명에 따른 기판 위치별 SBT 강유전 특성의 향상을 확인할 수 있다.

##### 실시예 3

기판면의 각도를 타겟면에 대해 45° 로 하고, 스퍼터링 압력을 100 mTorr로 하며 타겟 중심선에서 외곽으로 4 cm 거리에 기판을 두고 증착한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 SBT 강유전체 박막을 제조하였다.

##### 비교예 3

기판면의 각도를 타겟면에 대해 90° 로 한 것을 제외하고는 실시예 3과 동일한 조건으로 SBT 강유전체 박막을 제조하였다.

실시예 3과 비교예 3에서 제조한 SBT 박막의 P-E 히스테리시스 특성은 도 7a와 도 7b에 나타내었다. 본 발명으로 타겟면과 기판면과의 각도를 조절하여 SBT 박막의 휘발 성분을 조절하였고, 강유전 특성을 향상시켰다.

## 발명의 효과

본 발명을 통하여, RF 마그네트론 스퍼터링법에 의한 휘발성 성분 포함 다성분 산화물 박막 형성시 발생하는 휘발 성분의 손실을 제어하는 방법을 제시하였다. 본 발명에 따른 스퍼터링 압력의 조절과 기관의 위치 및 타겟과의 각도 조절로, 제조되는 다성분 산화물 강유전체 박막의 성분 보상 및 강유전 특성을 향상시킨 효과가 크다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

고주파 (RF) 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 다성분 산화물로 된 타겟을 스퍼터링하여 기관 위에 다성분 산화물 박막을 형성시킨 다음 후열처리하여 다성분 산화물 강유전체 박막을 제조하는 방법에 있어서, 스퍼터링이 일어나는 진공 챔버 내의 압력을 200 내지 300 밀리토르(mTorr)로 유지하여 스퍼터링 중 박막의 휘발 성분의 손실을 감소시키는 것을 특징으로 하는 다성분 산화물 강유전체 박막의 제조 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 진공 챔버 내의 압력을 300 mTorr로 유지하는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 3

고주파 (RF) 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 다성분 산화물로 된 타겟을 스퍼터링하여 기관 위에 다성분 산화물 박막을 형성시킨 다음 후열처리하여 다성분 산화물 강유전체 박막을 제조하는 방법에 있어서, 스퍼터링시 타겟과 기관과의 거리를 3 내지 5 cm로 하고 기관을 타겟 중심선에서 벗어나게 위치시키는 것을 특징으로 하는 다성분 산화물 강유전체 박막의 제조 방법.

### 청구항 4

고주파 (RF) 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 다성분 산화물로 된 타겟을 스퍼터링하여 기관 위에 다성분 산화물 박막을 형성시킨 다음 후열처리하여 다성분 산화물 강유전체 박막을 제조하는 방법에 있어서, 스퍼터링시 타겟면에 대한 기관면의 각도를 30° 내지 60° 로 하는 것을 특징으로 하는 다성분 산화물 강유전체 박막의 제조 방법.

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 강유전체 박막이 층상 페로브스카이트 구조를 갖는 비스무트계 다성분 산화물로 되는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 6

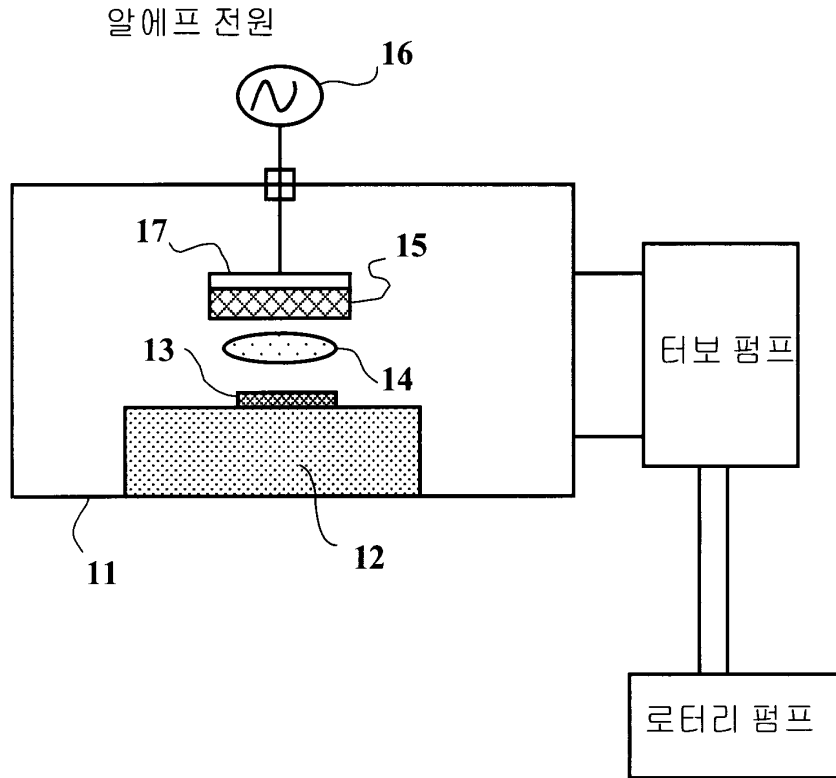
제5항에 있어서, 강유전체 박막이 스트론튬-비스무트-탄탈륨 산화물 ( $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ )로 되는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 7

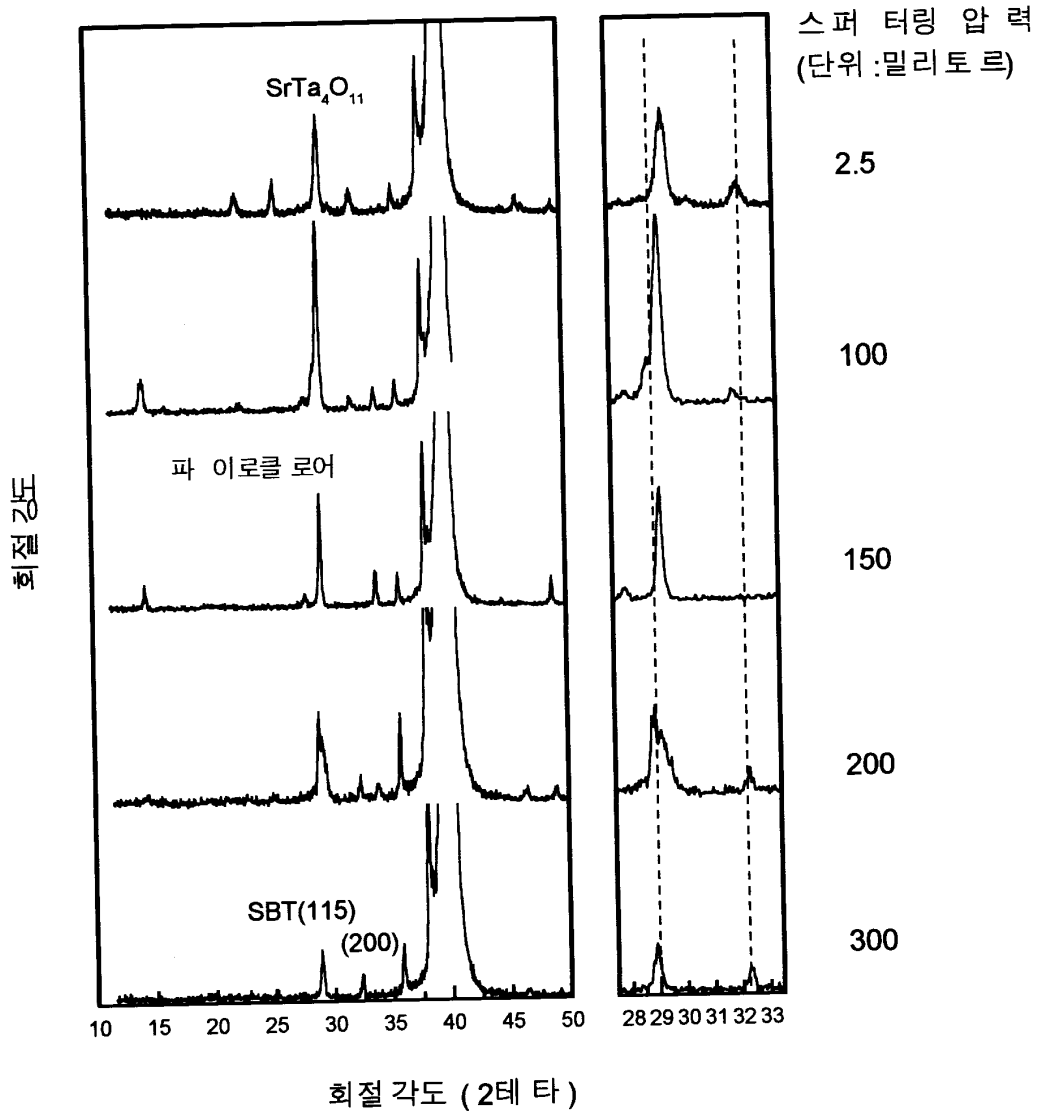
제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 휘발 성분이 비스무트, 바륨, 스트론튬 및 납 중에서 선택되는 1 종 이상의 원소인 것을 특징으로 하는 방법.

## 도면

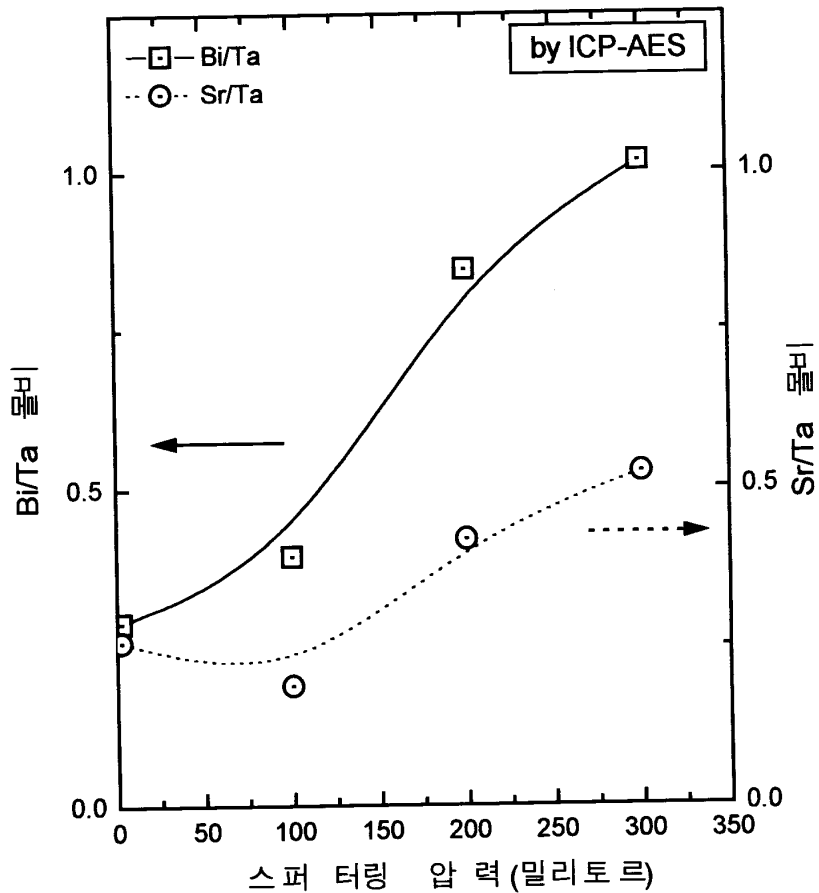
도면1



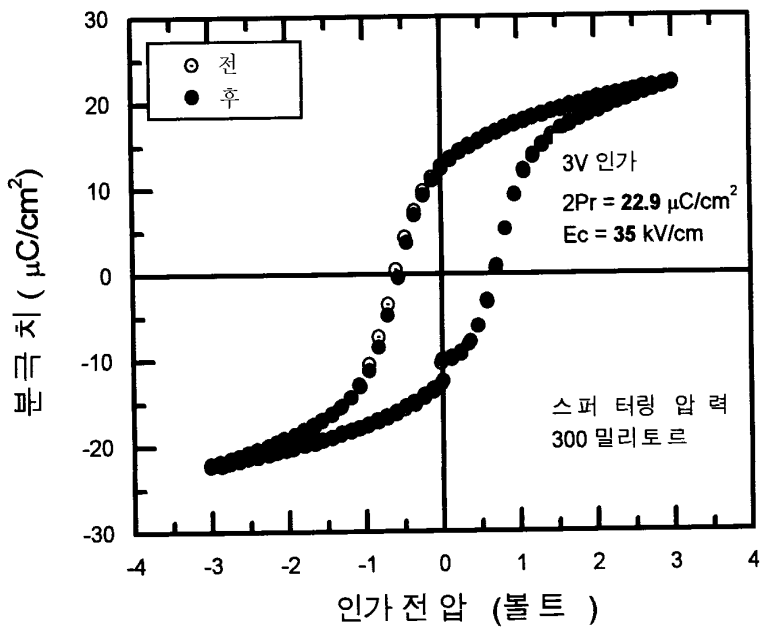
도면2



도면3

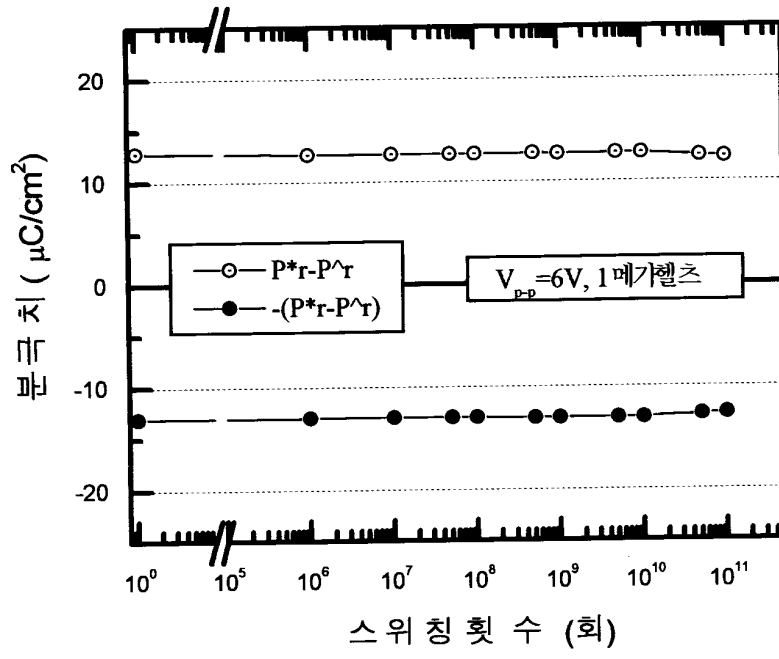


도면4a

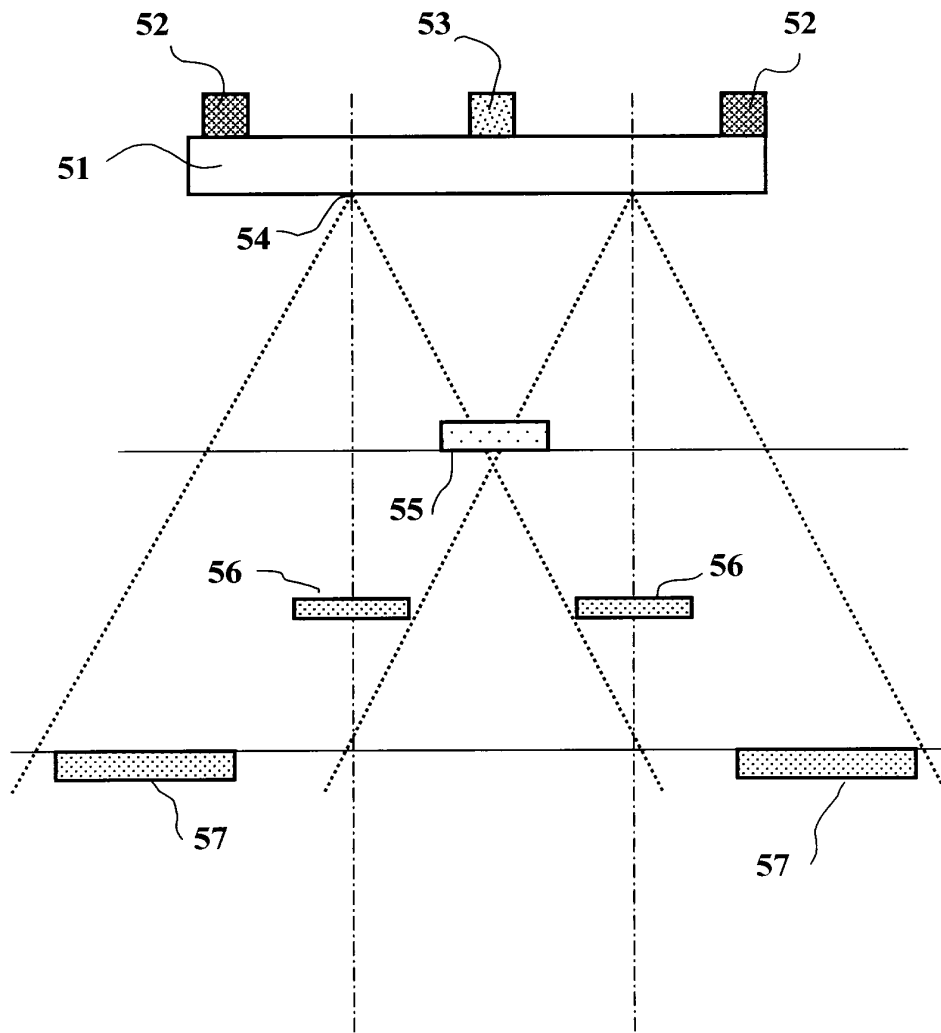




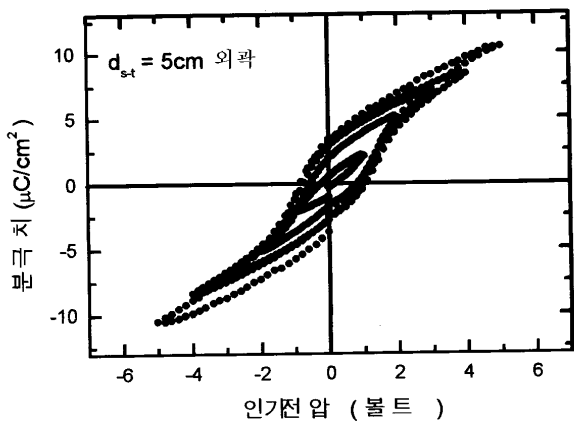
도면4b



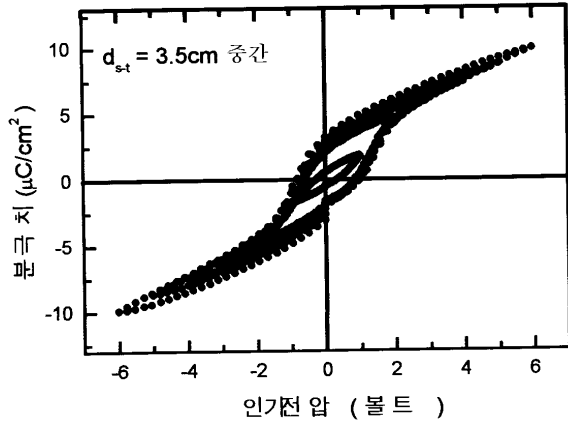
도면5



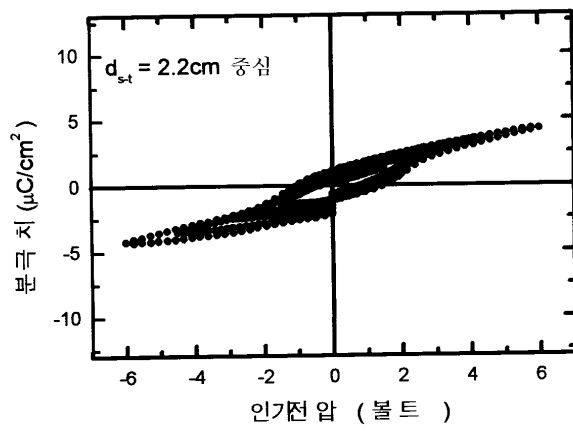
도면6a



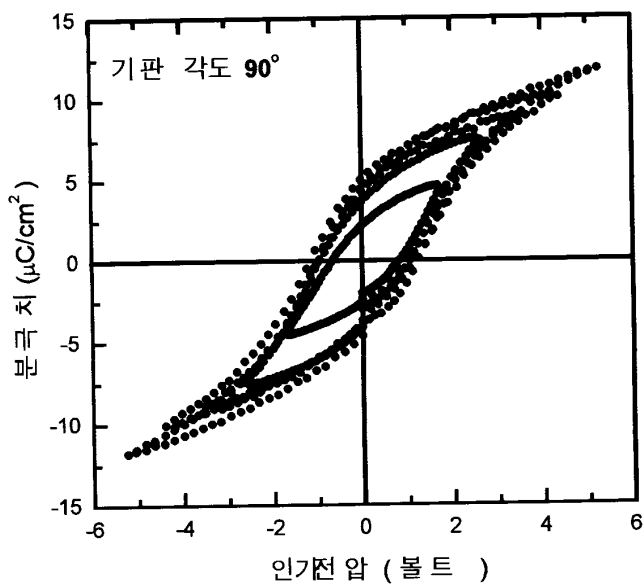
도면6b



도면6c



도면7a



도면7b

