



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

H01L 21/304 (2006.01)

(45) 공고일자

2007년03월20일

(11) 등록번호

10-0697293

(24) 등록일자

2007년03월13일

(21) 출원번호 10-2005-0093022

(65) 공개번호

(22) 출원일자 2005년10월04일

(43) 공개일자

심사청구일자 2005년10월04일

(73) 특허권자 삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

박준상

서울 강남구 도곡동 타워팰리스A동 1406호

홍창기

경기 성남시 분당구 구미동 무지개마을 삼성아파트 1007동 302호

윤보언

서울 서초구 반포2동 신반포한신아파트 23동 105호

이재동

경기 수원시 영통구 영통동 횡골마을 신명아파트 204동 1603호

이종원

경기 성남시 분당구 분당동 샛별마을 우방아파트 307동1305호

(74) 대리인

권혁수

오세준

송윤호

(56) 선행기술조사문헌

JP03035970 A

\* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 이창희

전체 청구항 수 : 총 13 항

## (54) 화학기계적 연마용 연마제 및 이를 이용한 화학기계적연마방법

## (57) 요약

화학기계적 연마용 연마제 및 이를 이용한 화학기계적 연마방법을 제공한다. 본 발명에 따른 연마제는 연마입자(abrasive particle), 산화제(oxidizer), pH 조정제(pH controller), 칠레이트제(chelating agent) 및 물을 함유하고, 점도가 1.00 cP 내지 1.05 cP인 것이 특징이다. 본 발명에 따르면, 화학기계적 연마공정에 사용되는 연마제의 점도를 1.0 cP 내지

1.05 cP로 조정함으로써 화학기계적 연마 공정을 실시한 후, 패턴이 형성된 부분과 패턴이 형성되지 않은 부분 사이의 단 차를 최소화할 수 있다. 또한, 후속의 사진 식각공정에서 초점심도의 허용치를 엄격하게 통제하지 않아도 되기 때문에 초점심도가 낮은 광학계를 이용하여 후속의 사진공정을 실시할 수 있다.

## 대표도

도 3

## 특허청구의 범위

### 청구항 1.

연마입자(abrasive particle), 산화제(oxidizer), pH 조정제(pH controller), 칠레이트제(chelating agent) 및 물을 함유해, 점도가 1.00 cP 내지 1.05 cP인 것을 특징으로 하는 화학기계적 연마용 연마제.

### 청구항 2.

청구항 1에 있어서,

점도 조절용 수용성 폴리머를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 화학기계적 연마용 연마제.

### 청구항 3.

청구항 1에 있어서,

상기 연마 입자는 산화실리콘(SiO<sub>2</sub>), 산화세슘(CeO<sub>2</sub>), 산화알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 및 산화티탄(TiO<sub>2</sub>)으로 구성된 그룹 내에서 선택되어진 하나 또는 둘 이상의 금속 산화물 미분말인 것을 특징으로 하는 화학기계적 연마용 연마제.

### 청구항 4.

청구항 1에 있어서,

상기 산화제는 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), 산소(O<sub>2</sub>), 오존(O<sub>3</sub>), 진한 황산, 진한 질산, 과망간산칼륨(KMnO<sub>4</sub>) 및 중크롬산칼륨(K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)으로 구성된 그룹 내에서 선택되어진 하나인 것을 특징으로 하는 화학기계적 연마용 연마제.

### 청구항 5.

청구항 1에 있어서,

상기 산화제는 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), 산소(O<sub>2</sub>), 오존(O<sub>3</sub>), 진한 황산, 진한 질산, 과망간산칼륨(KMnO<sub>4</sub>) 및 중크롬산칼륨(K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)으로 구성된 그룹 내에서 선택되어진 하나인 것을 특징으로 하는 연마제.

### 청구항 6.

청구항 1에 있어서,

상기 연마제는 pH가 2.0 내지 5.0으로 조정된 것을 특징으로 하는 화학기계적 연마 방법.

### 청구항 7.

연마입자(abrasive particle), 산화제(oxidizer), pH 조정제(pH controller), 칠레이트제(chelating agent) 및 물을 함유하되, 점도가 1.00 cP 내지 1.05 cP인 연마제를 이용하여 전도성 물질을 연마하는 것을 특징으로 하는 화학기계적 연마 방법.

### 청구항 8.

청구항 7에 있어서,

상기 전도성 물질은 텅스텐, 알루미늄, 구리 중 선택되어진 하나 또는 둘 이상이 적층된 금속배선층인 것을 특징으로 하는 화학기계적 연마 방법.

### 청구항 9.

청구항 7에 있어서,

점도 조절용 수용성 폴리머를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 화학기계적 연마 방법.

### 청구항 10.

청구항 7에 있어서,

상기 연마 입자는 산화실리콘(SiO<sub>2</sub>), 산화세슘(CeO<sub>2</sub>), 산화알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 및 산화티탄(TiO<sub>2</sub>)으로 구성된 그룹 내에서 선택되어진 하나 또는 둘 이상의 금속 산화물 미분말인 것을 특징으로 하는 화학기계적 연마 방법.

### 청구항 11.

청구항 7에 있어서,

상기 산화제는 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), 산소(O<sub>2</sub>), 오존(O<sub>3</sub>), 진한 황산, 진한 질산, 과망간산칼륨(KMnO<sub>4</sub>) 및 종크롬산칼륨(K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)으로 구성된 그룹 내에서 선택되어진 하나인 것을 특징으로 하는 화학기계적 연마 방법.

### 청구항 12.

청구항 7에 있어서,

상기 칠레이트제는 EDTA(에틸렌디아민테트라아세트산), EDTA-M, PDTA-M으로 구성된 그룹 내에서 선택되어진 하나인 것을 특징으로 하는 화학기계적 연마용 연마 방법.

### 청구항 13.

청구항 7에 있어서,

상기 연마제는 pH가 2.0 내지 5.0으로 조정된 것을 특징으로 하는 화학기계적 연마 방법.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 제조에 사용되는 화학기계적 연마용 연마제와 이를 이용한 화학기계적 연마 방법에 관한 것이다.

화학기계적 연마 공정은 금속 콘택 또는 배선 라인을 형성하거나, 절연막의 평탄화 등에 이용된다. 화학기계적 연마 공정은 웨이퍼에서 연마 상태의 균일도 및 칩 내의 평탄도가 우수한 것이 요구된다. 일반적으로 화학기계적 연마 공정을 실시한 경우, 연마 대상 물질의 분포 형태와 패턴의 밀도 등으로 인하여 부분적으로 과도하게 연마되는 침식(erosion)이 발생하거나, 패턴 밀도가 변경되는 부분에서 더욱 심화된 엣지 과식각(EOE; edge over erosion)이 발생할 수 있다.

연마 대상 물질의 연마 상태는 후속의 사진 공정에서 패턴을 형성하는데 영향을 주어 연마 대상 물질의 연마 상태가 불량하여 침식 및 EOE가 발생하면, 후속의 사진공정에서 초점심도(DOF; Depth Of Focus) 마진이 낮아지는 요인이 된다. 이로 인하여 후속 공정에서 형성되는 패턴의 형상불량 및 배선 패턴의 끊어짐 등이 발생하여 반도체 장치에 매우 심각한 영향을 줄 수 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 화학기계적 연마 공정이 진행된 이후 연마 대상 물질의 연마 상태가 균일하고 평탄도가 우수한 연마제를 제공하는데 있다.

본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 연마 대상 물질의 연마 상태가 균일하고 평탄도가 우수한 화학기계적 연마 방법을 제공하는데 있다.

#### 발명의 구성

상기 기술적 과제들을 달성하기 위하여 본 발명은 최상의 연마 상태를 제공할 수 있는 화학기계적 연마 공정의 연마제 및 이를 이용한 화학기계적 연마 방법을 제공한다.

본 발명에 따른 연마제는 연마입자(abrasive particle), 산화제(oxidizer), pH 조정제(pH controller), 킬레이트제(chelating agent) 및 물을 함유하고, 점도가 1.00 cP 내지 1.05 cP인 것이 특징이다. 상기 점도는 수용성 폴리머로 조절할 수 있다. 연마제의 점도가 1.00 cP보다 낮은 경우 연마 속도가 낮아 공정에 적용하기 어려우며, 연마제의 점도가 1.05 cP보다 높은 경우 패턴 밀도 20%에서 EOE값이 200Å 이상이 되어 연마 상태가 불량하다. 연마 대상막의 침식 및 EOE는 연마제의 종류로 인한 영향이 적은 반면, 연마제의 점도가 연마 대상막의 침식 및 EOE에 많은 영향을 준다.

본 발명에 따른 화학기계적 연마 방법은 연마입자(abrasive particle), 산화제(oxidizer), pH 조정제(pH controller), 킬레이트제(chelating agent) 및 물을 함유하는 연마제를 이용하여 전도성 물질을 연마한다. 본 발명에 따른 연마 방법은 점도가 1.00 cP 내지 1.05 cP인 연마제를 사용하는 것이 특징이다. 본 발명에서 상기 연마제의 점도는 점도가 낮은 제품에 점도 조절을 위하여 수용성 폴리머를 첨가하여 조절할 수 있다.

이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예에는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

도 1a 및 도 1b는 화학기계적 연마 공정을 모니터링하기 위하여 일반적으로 사용되는 모니터링 패턴을 나타낸 도면들이 다. 도 1a는 연마 대상물질의 패턴밀도에 따른 연마 상태를 모니터링 하기 위하여 연마 대상 물질의 패턴 밀도가 20%인 모니터링 패턴이고, 도 1b는 연마 대상물질의 패턴밀도가 50%인 모니터링 패턴이다.

도 1a 및 도 1b를 참조하면, 화학기계적 연마 공정용 모니터링 패턴은 균일하게 배치된 라인 형상의 패턴(10, 20)으로 구성될 수 있다. 도 1a에 도시된 것과 같이 패턴 밀도 20%인 모니터링 패턴에서 라인 패턴들(10) 사이의 간격(L2)은 라인 패턴(10)의 선폭(L1)의 4배이고, 도 1b에 도시된 것과 같이 패턴 밀도 50%인 모니터링 패턴은 라인 패턴들(20) 사이의 간격(L4)과 라인 패턴의 선폭(L3)가 동일하게 디자인된다. 패턴 밀도 50%인 모니터링 패턴의 라인 패턴들(10)과 패턴 밀도 20%인 모니터링 패턴의 라인 패턴들(20)의 선폭 L1 및 L3은 동일하게 형성하여 패턴 밀도에 따른 연마 상태를 비교할 수 있다.

도 1a 및 도 1b에 도시된 것과 같은 화학기계적 연마 공정용 모니터링 패턴을 이용하여 화학기계적 연마 공정을 실시한 후 연마 상태를 모니터링하여 도 2a 및 도 2b의 그래프에 나타내었다. 금속 배선 형성용 모니터링 패턴인 경우, 상기 라인 패턴들(10, 20)은 텅스텐으로 형성할 수 있고, 절연막 상에 라인 패턴들(10, 20)이 형성될 그루브를 형성한 다음 금속막을 전면적으로 증착한 다음 화학기계적 연마공정을 모니터링 할 수 있다. 형성될 라인 패턴들(10, 20)의 밀도에 따라 연마 상태가 달라진다.

도 1a 및 도 1b에서, 각 모니터링 패턴의 선폭은  $0.25\mu\text{m}$ 로 디자인하였고, 그루브가 형성된 실리콘 산화막 상에 텅스텐을 증착한 다음 화학기계적 연마를 모니터링 하였다. 화학기계적 연마 시간은 종점검출시간(EPD) + 30%로 진행하였으며, 각각의 경우 주변 산화막의 식각량은  $250\text{\AA}$  내지  $350\text{\AA}$ 으로 유지하였다.

도 2a를 참조하면, 그루브가 형성된 절연막 상에 텅스텐과 같은 금속층을 형성한 다음 금속층을 화학기계적 연마하였을 때, 패턴 밀도가 20%인 모니터링 패턴에서는 금속층과 절연막의 연마 속도차이에 의해 패턴이 형성된 부분(B)이 주변의 절연막이 형성된 영역(A)보다 E1만큼 낮아지는 침식(erosion)을 보였다. 아울러, 패턴이 형성되지 않은 절연막 영역(A)과 패턴이 형성된 영역(B)의 경계에서 E1보다 E2만큼 더 침식된 EOE(edge over erosion)가 나타났다.

도 2b를 참조하면, 패턴 밀도가 50%인 모니터링 패턴에서는 패턴 밀도 20%인 모니터링 패턴의 침식 E1보다 더 깊은 침식 E3를 나타낸 반면 반복되는 패턴이 형성된 영역(B')와 패턴이 형성되지 않은 영역(A')의 경계에서 EOE는 나타나지 않았다.

침식과 EOE은 배선층의 두께 차이를 유발하여 장치의 동작의 균일도를 떨어뜨리고, 후속의 사진식각공정에서 DOF (Depth Of Focus) 마진을 엄격하게 제어하여야 하는 어려움을 야기한다. 웨이퍼 상 또는 칩 상의 영역별 패턴 밀도에 따른 평탄도의 차이를 제거하기 위하여 추가적인 절연층을 형성하고 이를 평탄화하는 방법도 있으나, 본 발명은 금속 배선층의 화학기계적 연마용 연마제를 개선하여 침식 및 EOE 문제를 해결하였다.

[표 1]은 패턴밀도 20%인 모니터링 패턴을 이용하여 화학기계적 연마용 연마제의 종류 및 점도에 따른 침식 및 EOE의 발생을 측정한 결과를 나타낸다. 라인 패턴의 선폭은  $0.17\mu\text{m}$ , 패턴 밀도는 20%로 디자인하였으며, 종점검출시간 + 30%로 화학기계적 연마를 실시한 결과이다.

[표 1]

	점도(cP)	침식(Å)	EOE(Å)	Total 침식
A	1.04	77	39	116
B	1.18	96	289	385
C	1.25	289	385	674
D	1.65	481	558	1039
E	2.05	385	866	1251
F	2.12	635	693	1328

[표 1]을 참조하면, 화학기계적 연마 공정을 실시한 다음 연마 상태를 모니터링 하였을 때, 침식 및 EOE는 연마제의 조성에 의존하지 않고 점도가 높아질수록 침식 및 EOE가 심화되는 것을 알 수 있다. 침식 및 EOE점도가 1.0 cP이하인 경우에는 화학기계적 연마 속도가 느려 공정에 적용할 수 없었다.

도 3은 점도에 따른 침식 및 EOE의 경향을 나타내기 위하여 [표 1]의 결과를 그래프로 나타낸 도면이다. 그래프에서 빈원은 침식(erosion)을 나타내고, 빈 사각형은 EOE를 나타내고, 채워진 사각형은 주변영역 대비 EOE발생 영역의 총 침식량인 최대 침식량을 나타낸다.

도 3을 참조하면, 점도 1.04 cP일 때 최대침식량이 116Å으로 나타났으며, 점도가 높아질 수록 침식량이 증가하여 점도가 2.0 cP 이상인 경우 600Å 이상의 침식이 발생하여 저점도 영역에서 침식량이 줄어듦을 확인할 수 있다. 통상적으로 사진식각공정에서 초점심도의 허용치는 200Å으로 설정하는 것이 일반적이다.

고점도의 연마제와 동등한 연마속도를 가지며 침식에 의한 단차를 200Å 이하로 제어하기 위하여, 본 발명은 연마제의 점도를 1.0 cP 내지 1.05 cP로 조절하였다. 본 발명에 따른 연마제는 연마입자(abrasive particle), 산화제(oxidizer), pH 조정제(pH controller), 칼레이트제(chelating agent) 및 물을 함유한다. 연마제의 점도는 수용성 유기 폴리머를 첨가하여 조절할 수 있다. 수용성 유기 폴리머는 연마제에 함유된 산화제 및 pH 조정제 및 칼레이트제의 기능을 저하시키지 않고 점도 조절용으로 사용된다. 상기 연마 입자는 산화실리콘(SiO<sub>2</sub>), 산화세슘(CeO<sub>2</sub>), 산화알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 및 산화티탄(TiO<sub>2</sub>)으로 구성된 그룹 중 선택되어진 금속 산화물 미분말일 수 있으며, 상기 산화제는 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), 산소(O<sub>2</sub>), 오존(O<sub>3</sub>), 진한 황산, 진한 질산, 과망간산칼륨(KMnO<sub>4</sub>) 및 중크롬산칼륨(K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)으로 구성된 그룹 중 선택될 수 있다.

또한, 상기 산화제는 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), 산소(O<sub>2</sub>), 오존(O<sub>3</sub>), 진한 황산, 진한 질산, 과망간산칼륨(KMnO<sub>4</sub>) 및 중크롬산칼륨(K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)으로 구성된 그룹 중 선택될 수 있으며, 본 발명에 따른 연마제는 pH가 2.0 내지 5.0로 조정된 것이 바람직하다.

### 발명의 효과

상술한 것과 같이 본 발명에 따르면, 화학기계적 연마공정에 사용되는 연마제의 점도를 1.0 cP 내지 1.05 cP로 조정함으로써 화학기계적 연마 공정을 실시한 후, 패턴이 형성된 부분과 패턴이 형성되지 않은 부분 사이의 단차를 최소화할 수 있다. 본 발명에 따르면, 후속의 사진식각공정에서 초점심도의 허용치를 엄격하게 통제하지 않아도 되기 때문에 초점심도가 낮은 광하계를 이용하여 후속의 사진공정을 실시할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

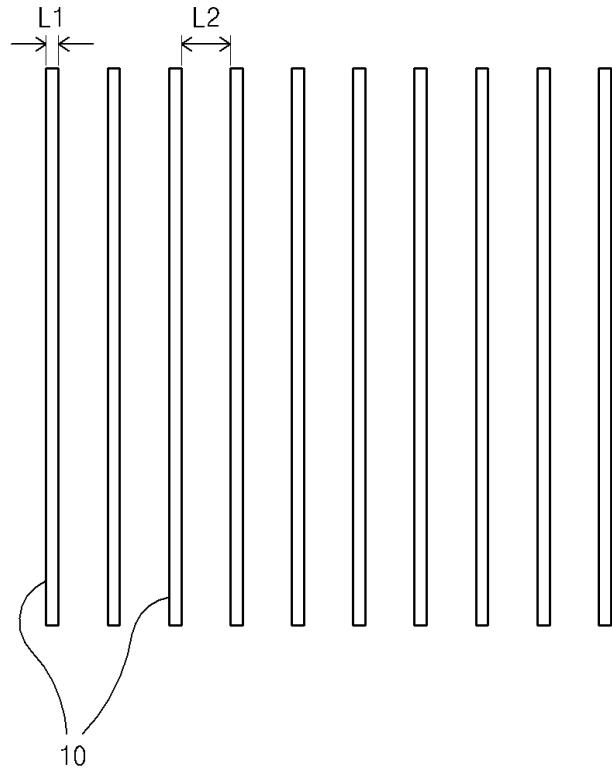
도 1a 및 도 1b는 화학기계적 연마 공정을 모니터링하기 위한 패턴을 나타낸 도면.

도 2a 및 도 2b는 화학기계적 연마 공정 모니터링 패턴의 패턴 밀도에 따른 연마 상태를 설명하기 위한 그래프.

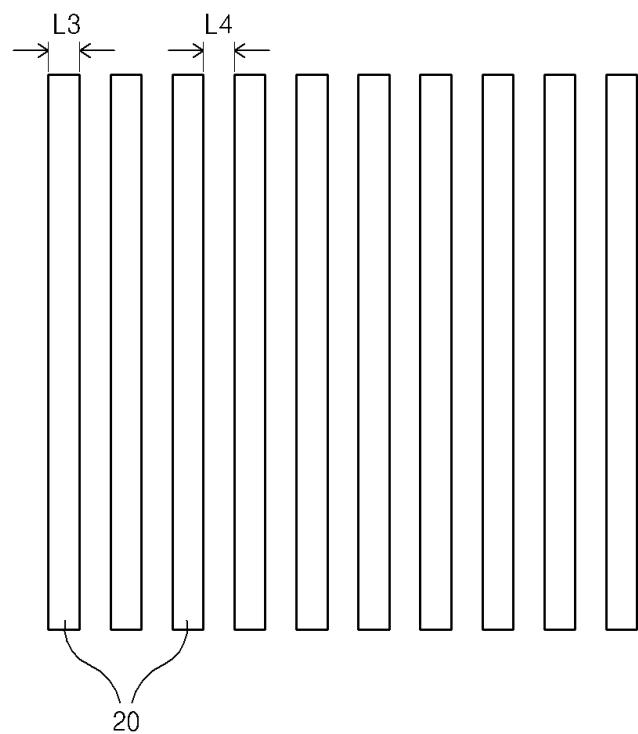
도 3은 화학기계적 연마용 슬러리의 점도에 따른 침식량(erosion)을 나타낸 그래프.

### 도면

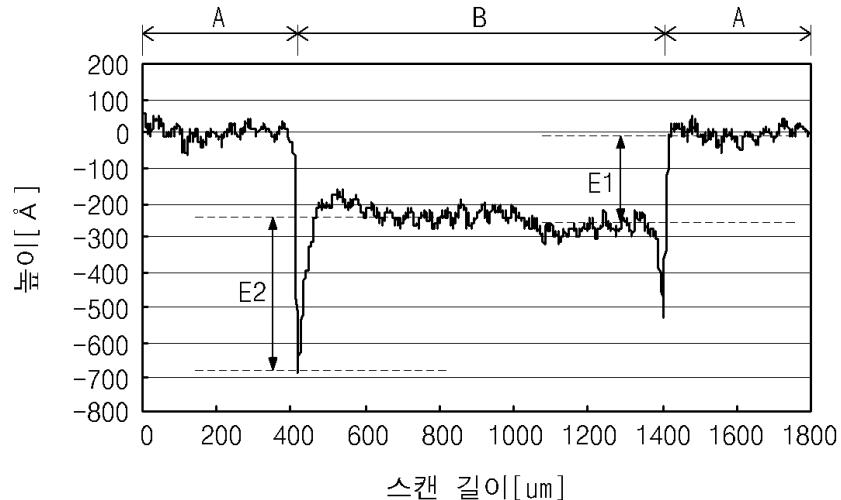
도면1a



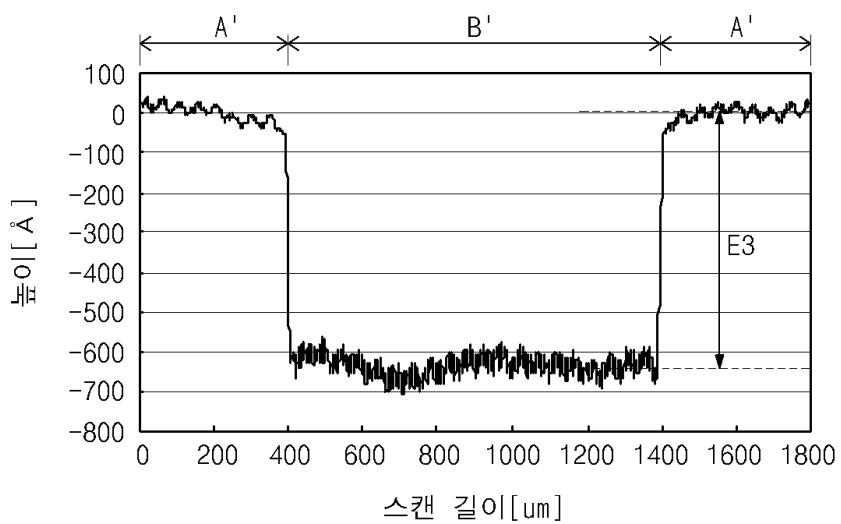
도면1b



도면2a



도면2b



도면3

