	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2010-0120038 (43) 공개일자 2010년11월12일
(51) Int. Cl. H01L 21/302 (2006.01)	(21) 출원번호 10-2009-0039033 (22) 출원일자 2009년05월04일 심사청구일자 2009년05월04일	(71) 출원인 연세대학교 산학협력단 서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교 (72) 발명자 이태운 서울특별시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 강달영 서울특별시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 (74) 대리인 특허법인 씨엔에스·로고스

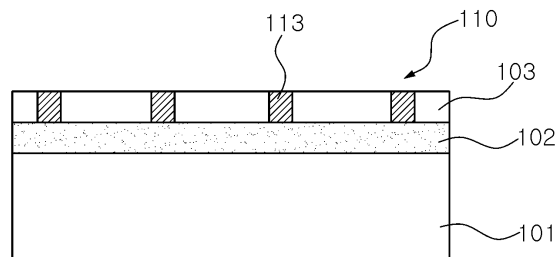
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 국부적 비정질화를 이용한 단결정 실리콘 박막의 제조 방법

(57) 요약

본 발명의 일 측면에 따른 단결정 실리콘 박막의 제조 방법은, 벌크 기판 상에 실리콘 산화막과 단결정 실리콘 박막이 순차 적층된 SOI 기판 상으로 국부적으로 이온주입을 실시하여 상기 SOI 기판의 단결정 실리콘 박막의 일부 영역을 선택적으로 비정질화시키는 단계; 및 상기 비정질화된 일부 영역에 에칭액 또는 에칭액의 증기를 가하여, 상기 선택적으로 비정질화된 단결정 실리콘 박막을 남겨놓은 상태에서 상기 실리콘 산화막을 제거하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

이상욱

서울특별시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 공학
원 379C

이가영

서울특별시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 공학
원 173호

이도영

경기도 성남시 분당구 수내동 77(7/5) 푸른마을
608-101

특허청구의 범위

청구항 1

벌크 기판 상에 실리콘 산화막과 단결정 실리콘 박막이 순차 적층된 SOI 기판 상으로 국부적으로 이온주입을 실시하여 상기 SOI 기판의 단결정 실리콘 박막의 일부 영역을 선택적으로 비정질화시키는 단계; 및

상기 비정질화된 일부 영역에 에칭액 또는 에칭액의 증기를 가하여, 상기 선택적으로 비정질화된 단결정 실리콘 박막을 남겨놓은 상태에서 상기 실리콘 산화막을 제거하는 단계를 포함하는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 실리콘 산화막을 제거하는 단계는,

상기 비정질화된 일부 영역에 에칭액 또는 에칭액의 증기를 가하여, 상기 에칭액 또는 증기의 에칭제 성분이 상기 비정질화된 영역을 통과하는 단계; 및

상기 선택적으로 비정질화된 단결정 실리콘 박막을 남겨놓은 상태에서, 상기 비정질화된 영역을 통과한 에칭제 성분에 의해 상기 실리콘 산화막을 제거하는 단계를 포함하는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 에칭제 성분은 HF를 포함하는 것을 특징으로 하는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 실리콘 산화막을 제거하는 단계 후에, 상기 단결정 실리콘 박막을 다른 기판 상으로 옮기는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 다른 기판은 플렉시블 기판인 것을 특징으로 하는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 단결정 실리콘 박막을 다른 기판 상으로 옮기는 단계는, PDMS를 이용하여 다른 기판 상으로 붙이는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 에칭액은 HF 용액 또는 BOE 용액을 포함하는 것을 특징으로 하는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 비정질화된 일부 영역에 에칭액 또는 에칭액의 증기를 가하는 것은, 상기 비정질화된 일부 영역을 에칭액에 넣는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 비정질화된 일부 영역에 에칭액 또는 에칭액의 증기를 가하는 것은, 밀폐된 공간에 상기 비정질화된 일부 영역을 에칭액과 함께 배치하여 상기 밀폐된 공간에 있는 에칭액으로부터 나온 증기가 상기 비정질화된 일부 영역에 가해지는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 이온주입은 실리콘 이온의 이온주입을 포함하는 것을 특징으로 하는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 단결정 실리콘 박막의 일부 영역을 선택적으로 비정질화시키는 단계는,

상기 SOI 기판 상에 일부 영역을 오픈시키는 마스크막 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 마스크막 패턴을 이온주입 마스크로 하여 상기 SOI 기판에 이온주입함으로써 상기 단결정 실리콘 박막을 부분적으로 비정질화시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 실리콘의 고온 증착을 수행하기 어려운 기판 등 다른 기판에 옮겨 사용할 수 있는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 SOI 기판의 일부 영역을 국부적으로 비정질화시킨 후 에칭액을 이용하여 SOI 기판의 중간층 산화막만을 제거함으로써, 플렉시블 기판 등 다른 기판으로 용이하게 옮길 수 있는 단결정 실리콘 박막을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 고성능의 전자 소자 제작을 위한 다양한 기술과 재료들의 연구, 개발과 더불어 최근에는 휘어짐이 가능한 유연성 있는 소자에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 그 대표적인 예에 해당하는 유기물을 이용한 소자는 제작 온도가 낮아 플라스틱 기판 등 다양한 기판위에서 제작할 수 있는 장점이 있으나, 아직까지 재료에 대한 이해와 연구가 부족해 실제 기술 상용화에는 많은 연구와 노력이 필요하다. 이러한 연구와 더불어, 이미 그 성능과 이론이 정립된 실리콘을 이용하여 휘어지는 소자를 제작하려는 노력도 활발히 진행중이다.

[0003] 실리콘 박막은 증착시 공정온도가 1400℃ 정도로 매우 높아 열에 내성이 약한 플라스틱과 같은 휘어지는 기판에 직접적으로 적용하기가 불가능하다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로는 실리콘 박막을 기존의 높은 공정 온도 하에서 증착한 후, 박막 소자만을 분리시켜 휘어지는 기판(플렉시블 기판) 위에 붙이는 기법이 있다. 고온 증착공정을 수행하기 어려운 기판에 옮겨 사용할 수 있는 단결정 실리콘 박막을 얻기 위한 기존의 공정으로는, 기판 상에 단결정 실리콘 박막을 증착한 후 단결정 실리콘 박막에 일정한 간격으로 구멍을 만들어 중간층 산화막을 제거하거나, 증착된 단결정 박막을 얇은 리본 형태로 제작하는 방법이 있다.

[0004] 그러나, 단결정 실리콘 박막에 구멍 형성시, 또는 단결정 실리콘 박막을 리본 형태로 패터닝시 단결정 박막에 손상이 발생되기 쉽기때문에, 이러한 방식들은 온전한 단결정 실리콘 박막을 얻는 방법이 아니다. 또한 이러한 종래 방식으로는 '다른 기판으로 쉽게 이동 가능한' 넓은 면적의 단결정 실리콘 박막을 얻을 수 없기 때문에, 실제 소자를 제작하는 데에 있어서 한계를 갖게 된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 본 발명의 일 과제는 타 기판으로 쉽게 이동가능한 대면적의 단결정 실리콘 박막을 얻기에 적합할 뿐만 아니라, 단결정 실리콘 박막의 손상이 없이 타 기판에 자유롭게 이동가능한 단결정 실리콘 박막을 얻을 수 있는 단결정 실리콘 박막의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따른 단결정 실리콘 박막의 제조 방법은, 벌크 기판 상에 실리콘 산화막과 단결정 실리콘 박막이 순차 적층된 SOI 기판 상으로 국부적으로 이온주입(ion implantation)을 실시하여 상기 SOI 기판의 단결정 실리콘 박막의 일부 영역을 선택적으로 비정질화(amorphization)시키는 단계; 및 상기 비정질화된 일부 영역에 에칭액 또는 에칭액의 증기를 가하여, 상기 선택적으로 비정질화된 단결정 실리콘 박막을 남겨놓은 상태에서 상기 실리콘 산화막을 제거하는 단계를 포함한다.

[0007] 상기 실리콘 산화막을 제거하는 단계는, 상기 비정질화된 일부 영역에 에칭액 또는 에칭액의 증기를 가하여, 상기 에칭액 또는 증기의 에칭제 성분이 상기 비정질화된 영역을 통과하는 단계; 및 상기 선택적으로 비정질화된 단결정 실리콘 박막을 남겨놓은 상태에서, 상기 비정질화된 영역을 통과한 에칭제 성분에 의해 상기 실리콘 산화막을 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 에칭제 성분은 HF를 포함할 수 있다.

[0008] 본 발명의 실시형태에 따르면, 상기 실리콘 산화막을 제거하는 단계 후에, 상기 단결정 실리콘 박막을 다른 기판 상으로 옮기는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 다른 기판은 플렉시블(flexible) 기판일 수 있다. 상기 단결정 실리콘 박막을 다른 기판 상으로 옮기는 단계는, PDMS(PolyDiMethylSiloxane)을 이용하여 다른 기판 상으로 붙이는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 실시형태에 따르면, 상기 에칭액은 HF 또는 BOE 용액을 포함할 수 있다. 상기 비정질화된 일부 영역에 에칭액 또는 에칭액의 증기를 가하는 단계는, 상기 비정질화된 일부 영역을 에칭액에 넣는 단계를 포함할 수 있다. 다른 대안으로서, 상기 비정질화된 일부 영역에 에칭액 또는 에칭액의 증기를 가하는 단계는, 밀폐된 공간에 상기 비정질화된 일부 영역을 에칭액과 함께 배치하여 상기 밀폐된 공간에 있는 에칭액으로부터 나온 증기가 상기 비정질화된 일부 영역에 가해지는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 실시형태에 따르면, 상기 이온주입은 실리콘 이온의 주입을 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 실시형태에 따르면, 상기 단결정 실리콘 박막의 일부 영역을 선택적으로 비정질화시키는 단계는, 상기 SOI 기판 상에 일부 영역을 오픈시키는 마스크막 패턴을 형성하는 단계; 및 상기 마스크막 패턴을 이온주입 마스크로 하여 상기 SOI 기판에 이온주입함으로써 상기 단결정 실리콘 박막을 부분적으로 비정질화시키는 단계를 포함할 수 있다.

효 과

[0012] 본 발명에 따르면, 리본 형태의 단결정 실리콘 패터닝이나 박막에의 구멍 제작 과정 없이도, 다른 기판에 자유롭게 이동가능한 단결정 실리콘 박막을 얻을 수 있다. 이로써 단결정 실리콘 증착시 열문제로 인한 기판 사용의 한계를 극복할 수 있다. 또한, 단결정 실리콘 박막의 손상 없이, 휘어질 수 있는 플라스틱 기판 등 다른 기판에 옮길 수 있는 대면적의 단결정 실리콘 박막을 쉽게 얻을 수 있다. 본 발명에 따른 단결정 실리콘 박막의 제조 방법을 사용함으로써, MOS 트랜지스터, 박막 트랜지스터(TFT), 다이오드 등과 같은 다양한 단결정 실리콘 박막 소자를 휘어지는 기판 위에 제작하는 것이 가능해진다. 이는 비정질 실리콘, 유기물 등을 이용하여 휘어지는 소자를 제작하는 데에 한계로 지적되었던 성능의 문제를 고순도의 단결정 실리콘의 사용으로 극복함과 동시에, 휘어지는 소자의 제작 과정에 대한 새로운 방식을 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태를 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 여러 가지의 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시형태로만 한정되는 것은 아니다. 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다.

[0014] 본 발명의 일 실시형태에서, SOI 기판 상에 이온주입 마스크를 형성한 후, 이 마스크를 이용하여 국부적으로 이온주입을 실시함으로써 SOI 기판의 맨 윗층인 단결정 실리콘을 부분적으로 비정질화시킨다. 그 후, HF 분자의 에칭제 성분을 포함하는 HF 용액 또는 BOE 용액과 같은 에칭액이나 그 에칭액의 증기를 비정질화된 부분에 가한다. 비정질화된 부분을 통과하는 HF 분자에 의해 실리콘 산화막을 제거하면 벌크 실리콘 기판(예컨대, 실리콘 웨이퍼) 위에 단순히 얹힌 단결정 실리콘 박막을 얻어낼 수 있다. 이 단결정 실리콘 박막은 에칭액 또는 그 증기에 손상을 받지 않으며, 벌크 실리콘 기판과 서로 물리적 또는 화학적으로 결합되어 있는 것이 아니기 때문에, 전사 프린팅(transfer printing) 등에 의해 플렉시블 기판 등 다른 기판으로 쉽게 옮겨질 수 있다.

[0015] 도 1 내지 7은 본 발명의 실시형태에 따른 '다른 기판으로 자유롭게 이동가능한' 단결정 실리콘 박막을 제조하는 공정을 설명하기 위한 단면도들이다.

[0016] 먼저, 도 1을 참조하면, 실리콘 기판/산화막/단결정 실리콘의 적층체로 된 SOI 기판(104)을 준비한다. 이 SOI 기판(104)은 벌크 실리콘 웨이퍼와 같은 벌크 기판(101)과 그 위에 순차 형성된 실리콘 산화막(102) 및 단결정 실리콘 박막(103)을 포함한다.

[0017] 그리고 나서, 도 2에 도시된 바와 같이, SOI 기판의 단결정 실리콘 박막(103) 상에 오픈 영역(116)이 형성된 마스크막 패턴(106)을 형성한다. 이 마스크막 패턴(106)은 예를 들어, 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막으로 형성되거나 혹은 산화막/질화막의 적층구조로 형성될 수 있다. 이러한 마스크 패턴(106)을 형성하기 위해, 산화물이나 질화물로 된 마스크막을 증착한 후, 포토리소그래피와 RIE 등의 식각 공정을 이용하여 일부 영역(116)을 일정한 간격으로 오픈시키도록 마스크막을 선택적으로 식각할 수 있다. 이 오픈 영역(116)은 후속의 이온주입

공정시 이온이 주입되는 영역에 해당한다.

- [0018] 다음으로, 도 3에 도시된 바와 같이, 상술한 마스크막 패턴(106)을 이온주입 마스크로 하여 SOI 기판(104)에 이온 주입함으로써, 이온주입된 단결정 실리콘 박막의 일부 영역(113)을 선택적으로 비정질화시킨다. 비정질화된 일부 영역(113)은 마스크막 패턴(106)에 의해 오픈된 영역(116)에 대응된다. 비정질화를 위한 이온주입은 예컨대, 실리콘 이온을 주입하여 실시될 수 있다.
- [0019] 이온주입에 의한 단결정 실리콘 박막의 부분적인 비정질화 후에, 도 4에 도시된 바와 같이, 마스크막 패턴(106)을 애셔(asher) 등을 이용하여 제거한다.
- [0020] 그 후, 도 4의 적층체(110)에서 부분적으로(선택적으로) 비정질화된 단결정 실리콘 박막(103)을 남겨둔채 중간층 실리콘 산화막(102)만을 제거하기 위해, HF 에칭 용액 또는 그 증기를 이용한다. 단결정 실리콘의 결정구조는 단단하고 원자사이의 거리가 서로 가깝기 때문에 HF 분자(예컨대, 실리콘 산화막의 에칭액으로 사용되는 HF 용액 또는 BOE 용액 내의 HF 분자)가 통과할 수 없다. 그러나, 비정질 실리콘은 느슨한 결정구조로 인해 HF 분자가 통과할 수 있다. 따라서, 비정질화된 영역(113)에 HF 또는 BOE 용액, 혹은 HF나 BOE 용액의 증기를 가하면, 그 용액 또는 증기의 에칭제 성분인 HF는 비정질화된 영역(113)을 통과하고, 그 영역(113) 아래에 있는 실리콘 산화막(102)을 에칭 또는 제거할 수 있다. 이로써 벌크 웨이퍼와 분리 가능한 대면적의 단결정 실리콘 박막을 얻는 것이 가능해진다.
- [0021] HF 용액 또는 BOE 용액은 비정질 혹은 단결정 실리콘에 대비하여 실리콘 산화물에 높은 식각비를 나타내기 때문에, 상술한 바와 같이 HF 또는 BOE 용액이나 그 증기가 단결정 실리콘 박막(103)에 가해지더라도 부분적으로 비정질화된 단결정 실리콘 박막(103)에 대한 손상은 거의 무시할만하고 실리콘 산화막(102)만을 제거할 수 있게 된다.
- [0022] 도 4에 도시된 적층체(110)에서 중간층 실리콘 산화막(102)만을 제거하기 위해 HF 용액이나 BOE 용액을 직접 사용하여 그 증기를 사용할 수 있다.
- [0023] 일부 영역에서 부분적으로 비정질화된 단결정 실리콘 박막(103)의 실질적 손상 없이 실리콘 산화막(102)만을 제거하기 위해, 도 5에 도시된 바와 같이, 식각조(51)에 담겨진 에칭용 HF 또는 BOE 용액 (52)내에 적층체(110)를 넣거나 담글 수 있다(dipping). HF 또는 BOE 용액 내에 담겨져 있는 상태에서, HF 또는 BOE 용액 내의 에칭제 성분(HF 분자)은 비정질화된 영역(113)을 투과하여 실리콘 산화막(102)을 에칭, 제거하게 된다.
- [0024] 다른 실시예로서, 도 6에 도시된 바와 같이, 부분적으로 비정질화된 단결정 실리콘 박막을 갖는 적층체(110)를 HF 또는 BOE 용액(62)과 함께 밀폐된 공간(70) 내에 두면, 용기(61) 내의 HF 또는 BOE 액(62)에서 나온 증기의 에칭제 성분(HF 분자)이 비정질화된 영역(113)을 통과하여 그 아래 있는 실리콘 산화막(102)을 제거할 수 있다.
- [0025] 도 5 혹은 6의 공정을 통해 실리콘 산화막(102)을 제거함으로써, 도 7에 도시된 바와 같이 벌크 실리콘 웨이퍼 등의 기판(101) 상에 단순히 얹힌 단결정 실리콘 박막(103)을 얻게 된다. 이 단결정 실리콘 박막(103)은 기판(101)과는 실질적으로 물리적, 화학적인 결합 없이 단순히 기판(101) 위에 얹힌 상태로 존재하기 때문에, 다른 기판으로 쉽게 옮길 수 있다.
- [0026] 도 8은 기판(101)으로부터 다른 기판(130) 상으로 옮겨진 단결정 실리콘 박막(103)을 나타낸다. 일 실시예로서, '기판(101) 상에 단순히 얹혀서 다른 기판에 자유롭게 이동가능한 상태로 있는' 단결정 실리콘 박막(103)(도 7

참조)을 PDMS(PolyDiMethylSiloxane)을 이용하여 기판(101)으로부터 쉽게 적출한 후, 이를 다른 기판(130) 상으로 붙일 수 있다. 단결정 실리콘 박막(105)은 플렉시블 기판(예컨대, PET 기판)과 같은 다른 기판(130) 상으로 쉽게 옮겨 붙여질 수 있다. 원하는 다른 기판 상으로 옮겨진 단결정 실리콘 박막은, MOS 트랜지스터, TFT, 다이오드와 같은 실리콘 박막 소자를 휘어지는 기판 위에 제작하는 데에 유용하게 적용될 수 있다.

[0027] 본 발명은 상술한 실시형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되지 아니한다. 첨부된 청구범위에 의해 권리범위를 한정하고자 하며, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

도면의 간단한 설명

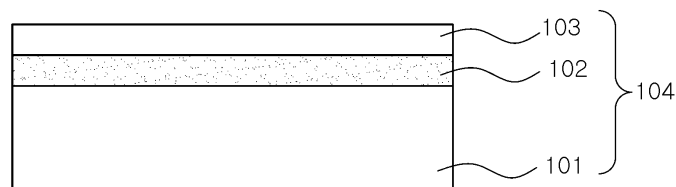
[0028] 도 1 내지 8은 본 발명의 실시형태에 따른 비정질 실리콘 박막의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

[0029] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

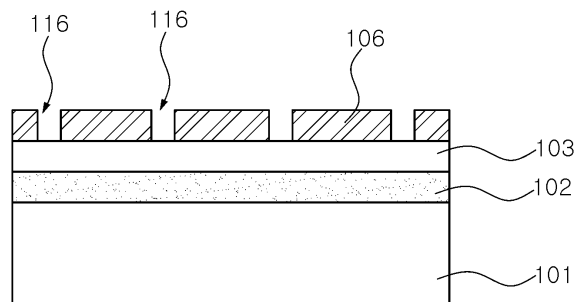
[0030]	101: 기판	102: 실리콘 산화막
[0031]	103: 단결정 실리콘 박막	104: SOI 기판
[0032]	106: 마스크막 패턴	113: 비정질화된 일부 영역
[0033]	116: 오픈 영역	130: 다른 기판
[0034]	51: 식각조	52, 62: 에칭 용액
[0035]	61: 용기	70: 밀폐 공간

도면

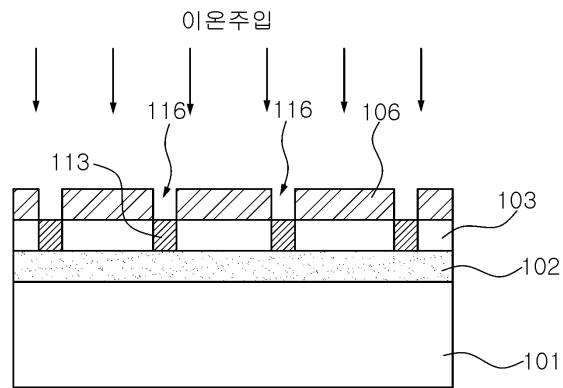
도면1



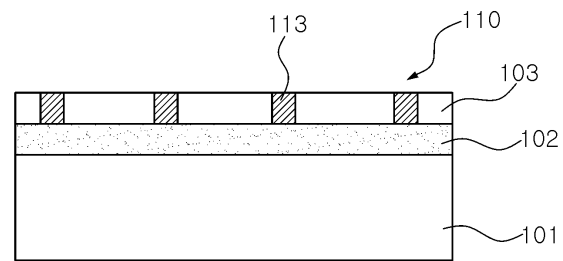
도면2



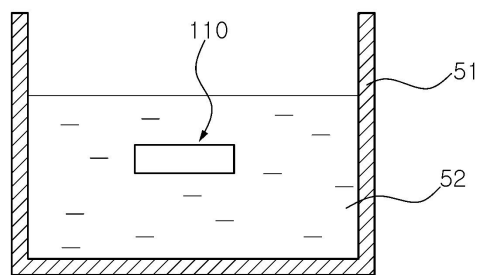
도면3



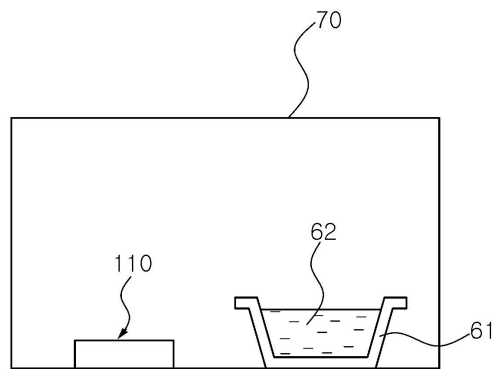
도면4



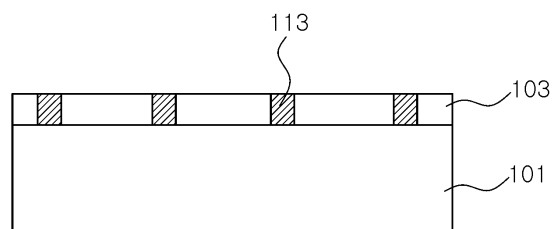
도면5



도면6



도면7



도면8

