

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

<p>(51) 。 Int. Cl. H01L 21/027 (2006.01)</p>	<p>(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자</p>	<p>2006년06월19일 10-0590575 2006년06월09일</p>
--	--	---

<p>(21) 출원번호 (22) 출원일자</p>	<p>10-2004-0112299 2004년12월24일</p>	<p>(65) 공개번호 (43) 공개일자</p>
--------------------------------	--	--------------------------------

(73) 특허권자 삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 박종봉
 경기 오산시 원동 운암주공5단지아파트 501-1703

 최철중
 경기 오산시 부산동 운암주공3단지아파트 306-1901

(74) 대리인 리엔목특허법인
 이혜영

(56) 선행기술조사문헌
 KR1019920015428 B1 KR1019980064271 A
 * 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 김준학

(54) 새로운 물질을 이용한 전자빔 리소그래피 방법

요약

새로운 물질을 이용한 전자빔 리소그래피 방법이 개시된다.

개시되는 전자빔 리소그래피 방법은 납(Pb) 계열 물질로 박막을 형성하는 단계; 및 전자빔을 조사하여 상기 박막을 부분적으로 휘발시켜 패터닝하는 단계를 포함한다.

본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법에 의하면, 납 계열 물질로 형성된 박막을 전자빔에 의해 패터닝함으로써, 그 구현할 수 있는 선폭의 한계값이 크게 개선될 수 있는 장점이 있다.

대표도

도 1c

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 전자빔 리소그래피 방법을 나타내는 공정도이다.

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 전자빔 리소그래피 방법을 나타내는 공정도이다.

도 3은 본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법에 의한 TEM 결과를 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법에 의한 STEM 결과를 나타내는 도면이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

10, 20 : 기관 11 : 납 계열 물질 박막

21 : 납 계열 물질층 22 : 절단선

23 : 기관 박막 24 : 납 계열 물질층 박막

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 전자빔 리소그래피 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세히는, 새로운 물질을 이용하여 수행되는 전자빔 리소그래피 방법에 관한 것이다.

전자빔 리소그래피(electron beam lithography)는 반도체 집적회로 제조과정에서의 회로 패턴의 기록 방식이다. 리소그래피 공정은 크게 포토레지스트에 마스크 패턴을 전사하는 공정과 전사된 포토레지스트의 패턴을 사용해서 그 바탕의 막을 에칭하는 공정으로 나눌 수 있다. 패턴전사 공정으로는 주로 빛 특히 자외선을 사용한 패턴전사 방법이 사용되지만, 반도체가 고집적 대용량화되어감에 따라 선폭을 줄이기 위한 기술개발이 급격히 이루어져 왔으며 종래의 미세가공기술인 자외선 포토리소그래피(UV-photolithography) 방법에 의해서는 패턴의 해상도 및 패턴정합력이 각각 $1\mu\text{m}$, $\pm 3\mu\text{m}$ 로 한정되므로 선폭을 줄이는데 한계가 있게 된다. 따라서 미세 선폭의 패턴을 형성하기 위한 여러 가지 기술 및 장치들이 개발되고 있으며, 이에 대한 응용기술도 많은 발전을 거듭하고 있다. 이에 따라 조사하는 에너지원으로서 원적외선외에 전자빔, X선, 이온빔, 레이저등이 개발되어 사용되고 있다.

한편, $0.1\mu\text{m}$ 이하의 미세선폭의 패턴을 형성하기 위한 방법의 하나로 종래에 사용되고 있는 전자빔 리소그래피(electron beam lithography) 기술은 일반적으로 기관상에 포토레지스트를 도포하고, 소정의 마스크 층을 통하여 고속 전자선을 조사함으로써 상기 포토레지스트를 부분적으로 노광시킨 후, 현상하여 패턴을 형성한다. 그러나 종래의 전자빔 리소그래피에 의해서 구현할 수 있는 미세선폭은 한계가 있다. 예를 들어, 파장이 193nm 인 ArF를 사용한 리소그래피에 의할 때, 구현할 수 있는 선폭의 한계는 대략 45nm 이고, SEM 리소그래피에 의할 때, 구현할 수 있는 선폭의 한계는 대략 30nm 이다. 따라서, 더욱 고집적 대용량화된 반도체를 제조하기 위하여, 리소그래피에 의하여 구현할 수 있는 선폭의 한계값에 대한 개선이 요구되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 리소그래피를 수행할 때 새로운 물질을 채용하여, 그 구현할 수 있는 선폭의 한계값을 개선할 수 있는 전자빔 리소그래피 방법에 관한 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법은 납(Pb) 계열 물질로 박막을 형성하는 단계; 및 전자빔을 조사하여 상기 박막을 부분적으로 휘발시켜 패턴링하는 단계;를 포함한다.

상기 납 계열 물질은 Pb, PbO, PbTi 중 어느 하나일 수 있다.

상기 박막을 패터닝하는 단계는 전자빔 소스(electron beam source)와 집속 렌즈를 가진 전자빔 장치를 이용하여 수행할 수 있다. 상기 전자빔 장치는 TEM 장치일 수 있다.

본 발명의 다른 실시예에 따른 전자빔 리소그래피 방법은 기판을 마련하는 단계; 납(Pb) 계열 물질을 상기 기판에 증착하여 박막을 형성하는 단계; 상기 기판을 제거하여 상기 박막을 수득하는 단계; 및 전자빔을 조사하여 상기 박막을 부분적으로 휘발시켜 패터닝하는 단계;를 포함한다.

상기 박막을 형성하는 단계는 물리적 증기 증착법(PVD) 또는 화학적 증기 증착법(CVD)을 이용하여 수행할 수 있다.

상기 박막을 형성하는 단계는 전자빔이 투과할 수 있도록 상기 박막을 100nm보다 작은 두께로 형성하는 것이 바람직하다.

상기 납 계열 물질은 Pb, PbO, PbTi 중 어느 하나일 수 있다.

상기 기판은 폴리카보네이트(polycarbonate) 또는 염화나트륨(NaCl)으로 이루어질 수 있다. 상기 박막을 수득하는 단계는 상기 기판이 폴리카보네이트인 경우 클로로포름(chloroform)을, 염화나트륨인 경우 물을 각각 사용하여 상기 기판을 제거하는 것을 특징으로 할 수 있다.

상기 박막을 패터닝하는 단계는 전자빔 소스(source)와 집속 렌즈를 가진 전자빔 장치를 이용하여 수행할 수 있다. 상기 전자빔 장치는 TEM 장치일 수 있다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전자빔 리소그래피 방법은 기판을 마련하는 단계; 납(Pb) 계열 물질을 상기 기판에 소정 두께로 증착하여 납 계열 물질층을 형성하는 단계; 상기 납 계열 물질층과 기판을 두께 방향으로 절단하여 박막을 형성하는 단계; 및 전자빔을 조사하여 상기 박막을 부분적으로 휘발시켜 패터닝하는 단계;를 포함한다.

상기 납 계열 물질층을 형성하는 단계는 물리적 증기 증착법(PVD) 또는 화학적 증기 증착법(CVD)을 이용하여 수행할 수 있다.

상기 납 계열 물질층을 형성하는 단계는 상기 납 계열 물질층을 1 내지 100 μ m 범위 내의 두께로 형성하는 것이 바람직하다.

상기 납 계열 물질은 Pb, PbO, PbTi 중 어느 하나일 수 있다.

상기 박막을 형성하는 단계는 FIB(focused ion beam) 장치를 이용하여 상기 납 계열 물질층과 기판을 두께 방향으로 절단하는 것을 특징으로 할 수 있다.

상기 박막을 형성하는 단계는 전자빔이 투과할 수 있도록 상기 박막의 두께를 100nm보다 작게 형성하는 것이 바람직하다.

상기 박막을 패터닝하는 단계는 전자빔 소스(source)와 집속 렌즈를 가진 전자빔 장치를 이용하여 수행할 수 있다. 상기 전자빔 장치는 TEM 장치일 수 있다.

본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법에 의하면, 납 계열 물질로 형성된 박막을 전자빔에 의해 패터닝함으로써, 그 구현할 수 있는 선폭의 한계값이 크게 개선될 수 있다.

이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전자빔 리소그래피 방법을 상세히 설명한다. 이하의 도면들에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 가리킨다. 도면들에서, 층들 및 영역들의 두께는 명료성을 위해 과장되어 있다.

도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 전자빔 리소그래피 방법을 나타내는 공정도이다.

먼저, 도 1a에 나타낸 바와 같이, 기판(10)을 마련한다. 본 실시예에 따르면, 상기 기판(10)은 박막에 대한 패터닝 공정이 수행되기 전에 제거된다. 따라서, 상기 기판(10)은 물리적, 화학적 방법에 의해 용이하게 제거되는 물질로 형성되는 것이 바람직하다. 본 실시예에서는, 상기 기판(10)은 클로로포름(chloroform) 용액에 용해되는 폴리카보네이트(polycarbonate)로 제조될 수 있다. 또한, 상기 기판(10)은 수용성인 염화나트륨(NaCl)으로 제조될 수도 있다.

그 후, 도 1b에 나타난 바와 같이, 상기 기관(10) 위에 납(Pb) 계열 물질을 증착하여 박막(11)을 형성한다. 상기 납 계열 물질은 물리적 증기 증착법(physical vapor deposition, PVD) 또는 화학적 증기 증착법(chemical vapor deposition, CVD)에 의해 증착될 수 있다. 본 실시예에서, 상기 박막(11)은 TEM 장치에 의하여 패터닝되므로, 그 증착 두께는 전자빔이 투과할 수 있는 정도, 예를 들어 100nm보다 작게 형성되는 것이 바람직하다.

본 실시예에 따르면, 상기 박막(11)은 납 계열 물질, 예를 들어 Pb, PbO, PbTi 등으로 이루어진다. 납 계열 물질은 전자빔(electron beam)에 대해 휘발성을 가지므로, 전자빔을 이용하여 상기 박막(11)에 소정 패턴을 패터닝할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법에서는 상기 박막(11)을 구성하는 물질로 납 계열 물질을 적용한다.

그런 다음, 도 1c에 나타난 바와 같이, 상기 기관(10)을 제거하여 상기 박막(11)만을 수득한다. 본 실시예에서, 상기 기관(10)이 폴리카보네이트로 제조되면, 상기 기관(10)은 그에 대한 용매인 클로로포름에 의해 제거될 수 있다. 그리고, 상기 기관(10)이 염화나트륨으로 제조되면, 상기 기관(10)은 물에 의해 제거될 수 있다.

그 후, 상기 기관(10)을 제거하고 수득한 상기 박막(11)을 TEM 장치에서 패터닝한다. 상기한 바와 같이 상기 박막(11)은 전자빔에 대해 휘발성을 가지는 납 계열 물질로 형성되므로, 상기 TEM 장치의 전자빔에 의해 소정 패턴으로 패터닝될 수 있다. 상기와 같은 과정을 통해, 상기 박막(11)을 반도체 제조 공정에서 사용되는 마스크(mask)로 제작할 수 있고, 또한 상기 박막(11) 자체에 요구되는 회로 패턴 등을 직접 패터닝할 수도 있다. 여기서, 상기 박막(11)을 마스크로 이용하는 경우, 상기 박막(11)을 EUV선에 노광시킴으로써, 상기 박막(11)에 형성된 패턴을 기관에 리소그래피할 수 있다.

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 전자빔 리소그래피 방법을 나타내는 공정도이다.

먼저, 도 2a에 나타난 바와 같이, 기관(20)을 마련한다. 상기 기관(20)은 일반적인 기관 재료인 실리콘(Si) 등으로 형성될 수 있다.

그 후, 도 2b에 나타난 바와 같이, 상기 기관(20) 위에 납 계열 물질을 증착하여 납 계열 물질층(21)을 형성한다. 상기 납 계열 물질은 물리적 증기 증착법(PVD) 또는 화학적 증기 증착법(CVD)에 의해 증착될 수 있다. 본 실시예에서, 상기 납 계열 물질층(21)은 FIB(focused ion beam)에 의해 절단되므로, 그 증착 두께는 상기 FIB에 의해 절단이 용이하게 이루어질 수 있는 두께, 예를 들어 1 내지 100nm의 두께로 형성되는 것이 바람직하다. 이러한 납 계열 물질층(21)의 두께는 FIB에 의한 용이한 절단을 위한 것이므로, 다른 장치에 의해 상기 납 계열 물질층(21)이 절단되는 경우 그 두께는 그 사용되는 장치에 따라 다른 값을 가질 수 있다.

그리고, 상기 납 계열 물질층(21)은 전자빔(electron beam)에 대해 휘발성을 가지는 납 계열 물질, 예를 들어 Pb, PbO, PbTi 등으로 이루어진다.

그런 다음, 상기 납 계열 물질층(21)과 상기 기관(20)은 FIB 장치에 의해 절단선(22)을 따라 절단된다. 이 때, 상기 납 계열 물질층(21)과 상기 기관(20)의 절단 두께는 TEM 장치에 의하여 패터닝될 수 있는 두께, 예를 들어 100nm보다 작게 형성되는 것이 바람직하다. 본 실시예에서 상기 납 계열 물질층(21)과 상기 기관(20)은 FIB 장치에 의해 절단되나, 본 발명이 여기에 제한되는 것은 아니다. 즉, 본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법에 있어서, 상기 납 계열 물질층(21)과 상기 기관(20)에 대해 요구되는 두께에 따라 FIB 장치 외의 다른 장치가 사용될 수도 있다.

상기와 같은 절단 작업이 수행되면, 도 2c에 나타난 바와 같이, 상기 납 계열 물질층(21)과 상기 기관(20)을 얇게 절단한 박막(25)을 수득할 수 있다. 상기 박막(25)은 상기 납 계열 물질층(21)을 절단한 납 계열 물질층 박막(24)과 상기 기관(20)을 절단한 기관 박막(23)으로 이루어진다.

그 후, 상기 납 계열 물질층 박막(24)을 TEM 장치에서 패터닝한다. 상기와 같은 과정을 통해, 상기 납 계열 물질층 박막(24)을 반도체 제조 공정에서 이용되는 마스크로 제작하거나, 상기 납 계열 물질층 박막(24) 자체에 요구되는 회로 패턴 등을 직접 패터닝할 수도 있다. 여기서, 상기 납 계열 물질층 박막(24)을 마스크로 이용하는 경우, 상기 박막(24)을 EUV선에 노광시킴으로써, 상기 박막(24)에 형성된 패턴을 기관에 리소그래피할 수 있다.

이상에서 설명한 실시예들에서는 납 계열 물질로 형성된 박막을 TEM 장치로 패터닝하였으나, 본 발명이 여기에 제한되는 것은 아니다. 즉, 본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법에 있어서, 전자빔 소스(electron beam source)와 상기 전자빔 소스에서 나오는 전자빔을 집속하는 집속 렌즈를 구비하는 다른 장치도 상기 납 계열 물질로 형성된 박막을 패터닝하기 위해 사용될 수 있다.

도 3은 본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법에 의한 TEM 결과를 나타내는 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법에 의한 STEM 결과를 나타내는 도면이다. 본 실험에는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 것으로, 다음과 같은 과정을 통해 수행된다.

먼저, 본 실험에 사용된 납 계열 물질은 PbTi인데, 상기 PbTi을 MOCVD 방법에 의해 폴리카보네이트 기판에 증착한다. 그 후, 클로로포름 용액을 사용하여 상기 기판을 제거하여, 본 실험에 사용하기 위한 시편을 제조한다.

그런 다음, 상기 시편을 TEM 장치에 삽입한 다음, 상기 TEM 장치의 모드를 STEM 모드로 전환한다. 상기 장치는 본 실험에 사용되는 전자빔의 강도와 전자빔 프로브의 크기를 고려하여 세팅된다. 본 실험에 사용된 TEM 장치는 가속전압이 200kV이고, 그 전자빔의 파장은 0.0251Å이다. 그 후, STEM 모드에서 상기 시편을 패터닝한다. 여기서, 상기 전자빔의 강도와 전자빔 프로브의 크기가 결정되면, 상기 시편에 패터닝된 선폭이 결정될 수 있다. 그리고, 상기 시편에 대한 전자빔의 조사시간은 전자빔의 강도, 전자빔 프로브의 크기 및 시편의 두께 등을 고려하여 결정된다.

그 다음, 패터닝된 상기 시편에 대한 STEM 결과 사진을 도출하고, 상기 장치를 TEM 모드로 전환한 다음, 동일한 시편에 대한 TEM 결과 사진을 도출한다.

상기와 같은 과정을 통해 도출된 결과가 도 3 및 도 4에 도시된 사진이다.

도 3 및 도 4를 함께 참조하면, 본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법에 의하면, 박막에 대해 3nm 정도의 정교한 가공을 수행할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법에 의하면, 그 구현할 수 있는 선폭의 한계값이 크게 개선됨을 알 수 있다.

발명의 효과

상기와 같이 구성되는 본 발명에 따른 전자빔 리소그래피 방법에 의하면, 납 계열 물질로 형성된 박막을 전자빔에 의해 패터닝함으로써, 그 구현할 수 있는 선폭의 한계값이 크게 개선될 수 있는 효과가 있다.

본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

납(Pb) 계열 물질로 박막을 형성하는 단계; 및

전자빔을 조사하여 상기 박막을 부분적으로 휘발시켜 패터닝하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 납 계열 물질은 Pb, PbO, PbTi 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 박막을 패터닝하는 단계는 전자빔 소스(electron beam source)와 집속 렌즈를 가진 전자빔 장치를 이용하여 수행하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 전자빔 장치는 TEM 장치인 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 5.

기판을 마련하는 단계;

납(Pb) 계열 물질을 상기 기판에 증착하여 박막을 형성하는 단계;

상기 기판을 제거하여 상기 박막을 수득하는 단계; 및

전자빔을 조사하여 상기 박막을 부분적으로 휘발시켜 패터닝하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 박막을 형성하는 단계는 물리적 증기 증착법(PVD) 또는 화학적 증기 증착법(CVD)을 이용하여 수행하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 7.

제 5 항에 있어서,

상기 박막을 형성하는 단계는 상기 박막을 100nm보다 작은 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 8.

제 5 항에 있어서,

상기 납 계열 물질은 Pb, PbO, PbTi 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 9.

제 5 항에 있어서,

상기 기판은 폴리카보네이트(polycarbonate) 또는 염화나트륨(NaCl)으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 박막을 수득하는 단계는 상기 기판이 폴리카보네이트인 경우 클로로포름(chloroform)을, 염화나트륨인 경우 물을 각각 사용하여 상기 기판을 제거하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 11.

제 5 항에 있어서,

상기 박막을 패터닝하는 단계는 전자빔 소스(source)와 집속 렌즈를 가진 전자빔 장치를 이용하여 수행하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 전자빔 장치는 TEM 장치인 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 13.

기판을 마련하는 단계;

납(Pb) 계열 물질을 상기 기판에 소정 두께로 증착하여 납 계열 물질층을 형성하는 단계;

상기 납 계열 물질층과 기판을 두께 방향으로 절단하여 박막을 형성하는 단계; 및

전자빔을 조사하여 상기 박막을 부분적으로 휘발시켜 패터닝하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 14.

제 13 항에 있어서,

상기 납 계열 물질층을 형성하는 단계는 물리적 증기 증착법(PVD) 또는 화학적 증기 증착법(CVD)을 이용하여 수행하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 15.

제 13 항에 있어서,

상기 납 계열 물질층을 형성하는 단계는 상기 납 계열 물질층을 1 내지 100 μm 범위 내의 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 16.

제 13 항에 있어서,

상기 납 계열 물질은 Pb, PbO, PbTi 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 17.

제 13 항에 있어서,

상기 박막을 형성하는 단계는 FIB(focused ion beam) 장치를 이용하여 상기 납 계열 물질층과 기판을 두께 방향으로 절단하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 18.

제 13 항에 있어서,

상기 박막을 형성하는 단계는 상기 박막의 두께를 100nm보다 작게 형성하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

청구항 19.

제 13 항에 있어서,

상기 박막을 패터닝하는 단계는 전자빔 소스(source)와 집속 렌즈를 가진 전자빔 장치를 이용하여 수행하는 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

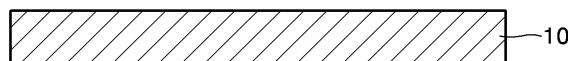
청구항 20.

제 19 항에 있어서,

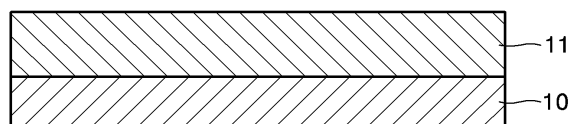
상기 전자빔 장치는 TEM 장치인 것을 특징으로 하는 전자빔 리소그래피 방법.

도면

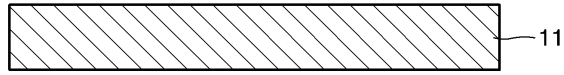
도면1a



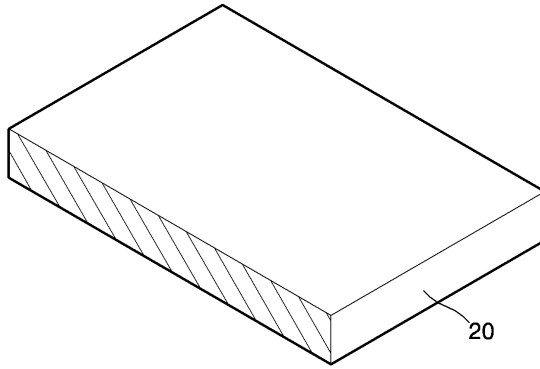
도면1b



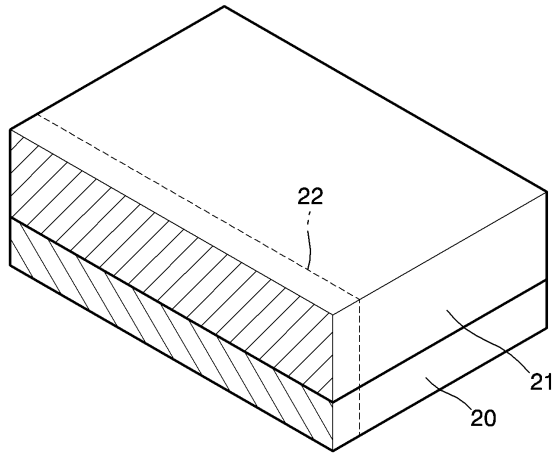
도면1c



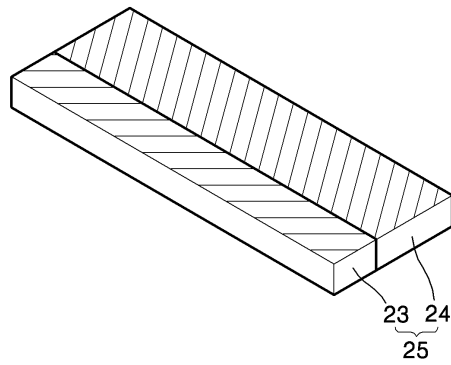
도면2a



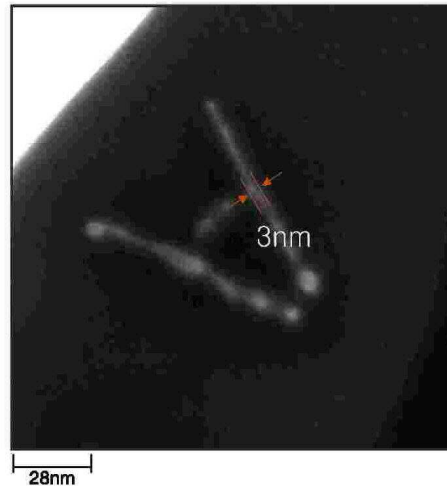
도면2b



도면2c



도면3



도면4

