

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2009-0081924 (43) 공개일자 2009년07월29일
(51) Int. Cl. <i>H01L 21/027</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2008-0008104 (22) 출원일자 2008년01월25일 심사청구일자 2008년01월25일	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내 (72) 발명자 이현 서울 노원구 월계3동 그랑빌 아파트122동 1205호 양기연 서울 동작구 사당2동 극동 APT 102동 1003호 (뒷면에 계속) (74) 대리인 특허법인명문	

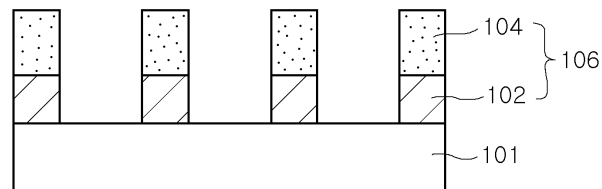
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 나노 임프린트 리소그래피와 리프트 오프 공정을 이용한 나노 패턴 형성 방법

(57) 요약

본 발명의 일 측면은, 기판 상에 폴리비닐알콜(PVA)층을 형성하는 단계; 상기 폴리비닐알콜층 상에 임프린트용 수지층을 형성하는 단계; 표면에 나노 구조를 갖는 몰드를 이용하여 상기 임프린트용 수지층에 임프린팅함으로써, 상기 임프린트용 수지층에 나노 구조를 전사하는 단계; 상기 몰드를 제거한 후 건식 식각을 통해 상기 임프린트용 수지층 및 폴리비닐알콜층을 선택적으로 제거하여 상기 기판 상면을 선택적으로 노출시키는 다층 고분자 패턴을 형성하는 단계; 상기 다층 고분자 패턴 및 상기 노출된 기판 상에 금속 또는 절연 물질을 증착하는 단계; 및 상기 다층 고분자 패턴을 리프트 오프하는 단계;를 포함하는, 나노 패턴 형성 방법을 제공한다.

대표도 - 도1e



(72) 발명자

변경재

서울 노원구 월계동 롯데캐슬 아파트 103동 901호

한강수

서울 도봉구 방학3동 신동아 아파트 116동 502호

황선용

경기 양평군 양평읍 양근4리 493-2 수복연립 101호

특허청구의 범위

청구항 1

기판 상에 폴리비닐알콜(PVA)층을 형성하는 단계;

상기 폴리비닐알콜층 상에 임프린트용 수지층을 형성하는 단계;

표면에 나노 구조를 갖는 몰드를 이용하여 상기 임프린트용 수지층에 임프린팅함으로써, 상기 임프린트용 수지층에 나노 구조를 전사하는 단계;

상기 몰드를 제거한 후 건식 식각을 통해 상기 임프린트용 수지층 및 폴리비닐알콜층을 선택적으로 제거하여 상기 기판 상면을 선택적으로 노출시키는 다층 고분자 패턴을 형성하는 단계;

상기 다층 고분자 패턴 및 상기 노출된 기판 상에 금속 또는 절연 물질을 증착하는 단계; 및

물을 이용하여 상기 다층 고분자 패턴을 리프트 오프하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 형성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 리프트 오프 단계는, 물을 이용하여 상기 다층 고분자 패턴을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 형성 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 임프린트용 수지층은 열가소성 수지로 된 것을 특징으로 하는 나노 패턴 형성 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 임프린트용 수지층 형성 단계는, 용매로 녹인 열가소성 수지를 상기 폴리비닐알콜층 상에 열가소성 수지층을 스핀 코팅하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 형성 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 임프린트용 수지층에의 나노 구조 전사 단계는, 상기 열가소성 수지에 먼저 열을 가한 후 상기 몰드로 상기 열가소성 수지에 압력을 가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 형성 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 임프린트용 수지층은 열경화성 수지로 된 것을 특징으로 하는 나노 패턴 형성 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 임프린트용 수지층 형성 단계는, 상기 폴리비닐알콜층 상에 열경화성 수지를 분사하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 형성 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 임프린트용 수지층에의 나노 구조 전사 단계는, 상기 몰드로 상기 열경화성 수지에 먼저 압력을 가하고,

그 후 상기 열경화성 수지에 열을 가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 형성 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 다층 고분자 패턴 형성 단계는, 상기 임프린트용 수지층 및 폴리비닐알콜층에 대해 O_2 이온 반응 식각을 행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 형성 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 증착 단계에서, 상기 다층 고분자 패턴 및 상기 노출된 기관 상에 금속을 증착하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 형성 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 증착 단계에서, 상기 다층 고분자 패턴 및 상기 노출된 기관 상에 절연 물질을 증착하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 형성 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 나노 임프린트 리소그래피 공정과 리프트 오프 공정을 이용한 금속 또는 절연체 등의 나노급 패턴을 형성하는 방법에 관한 것으로, 특히 나노 임프린트 리소그래피 공정시 임프린트 레진 아래의 하부층으로서 수용성 고분자를 이용하고 리프트 오프 공정을 수행하여 금속 또는 절연체 등의 정밀한 나노 패턴을 형성하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 최근 다양한 분야에서 나노 패턴링 기술을 이용하여 MEMS(Micro-Electro-Mechanical Systems), 반도체 소자, 발광 소자 등의 효율을 높이고 다양한 기능성을 부여하려는 시도가 진행 중이다. 그러나 다양한 크기와 기능성을 가진 나노 패턴/나노 구조물을 저비용으로 효과적으로 형성하는 기술 개발이 아직까지 미진한 상황이다.
- <3> 나노 임프린트 리소그래피를 사용하여 금속, 절연체 등의 재질을 갖는 기능성 패턴을 형성하기 위한 방법으로, 임프린트 공정을 통해 얻어진 나노 구조물을 직접 에칭하는 방법이 있다. 그러나, 이러한 임프린트 공정 및 직접적인 에칭 공정을 이용한 패턴 형성 방법은 금속층의 정밀한 에칭을 통한 정교한 패턴 제작이 어렵고, 패턴 제작 비용도 높다.
- <4> 또 다른 방법으로서, 임프린트 공정을 통해 얻어진 나노 구조물에 대해 패턴 마스크를 형성한 후 리프트 오프(Lift-off) 공정을 행하는 방법이 있다. 이러한 임프린트 공정 및 리프트 오프 공정을 용이하게 하기 위해서는 기관 상에 다층 구조물을 형성하고 이러한 다층 구조를 패턴화한다. 리프트 오프를 위한 다층 구조 형성을 위해서는, 몰드 또는 스탬프에 의해 각인되는 임프린트용 레진 아래의 하부층이 추후 리프트 오프시 쉽게 제거될 수 있어야 할 뿐만 아니라 상부의 임프린트용 레진과 대비하여 높은 식각 선택비를 가져야 한다. 또한 나노급의 정밀한 패턴/구조물을 형성하기 위해서는 수백 나노미터 이하의 얇은 박막의 하부층을 용이하게 형성할 수 있는 것이 바람직하다.
- <5> 그러나, 일반적으로 임프린트 공정에서 사용되는 임프린트 레진은 내식각성이 매우 약하기 때문에, 임프린트 레진에 대한 임프린트 레진 바로 아래의 하부층의 식각 선택비가 비교적 낮다. 따라서, 금속, 절연체 등의 재질을 갖는 정밀한 나노급 기능성 패턴(예컨대, 나노급의 배선 패턴 등)을 형성하기 위해 리프트 오프 공정을 적용하려면 임프린트 레진에 대한 하부층의 식각 선택비를 더욱 높여야 한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <6> 본 발명이 이루고자 하는 과제 중 하나는, 임프린트 레진 아래의 하부층을 임프린트 레진에 대하여 높은 식각 선택비로 식각할 수 있고 리프트 오프 공정을 용이하게 수행할 수 있어 나노급의 정밀한 패턴을 용이하게 형성할 수 있는 금속 등의 패턴 형성 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- <7> 본 발명의 일 측면은, 기판 상에 폴리비닐알콜(PVA)층을 형성하는 단계; 상기 폴리비닐알콜층 상에 임프린트용 수지층을 형성하는 단계; 표면에 나노 구조를 갖는 몰드를 이용하여 상기 임프린트용 수지층에 임프린팅함으로써, 상기 임프린트용 수지층에 나노 구조를 전사하는 단계; 상기 몰드를 제거한 후 건식 식각을 통해 상기 임프린트용 수지층 및 폴리비닐알콜층을 선택적으로 제거하여 상기 기판 상면을 선택적으로 노출시키는 다층 고분자 패턴을 형성하는 단계; 상기 다층 고분자 패턴 및 상기 노출된 기판 상에 금속 또는 절연 물질을 증착하는 단계; 및 상기 다층 고분자 패턴을 리프트 오프하는 단계;를 포함하는, 나노 패턴 형성 방법을 제공한다.
- <8> 본 발명의 실시형태에 따르면, 상기 리프트 오프 단계는, 물을 이용하여 상기 다층 고분자 패턴을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- <9> 본 발명의 실시형태에 따르면, 상기 임프린트용 수지층은 열가소성 수지일 수 있다. 이 경우, 상기 임프린트용 수지층 형성 단계는, 용매(solvent)로 녹인 열가소성 수지를 상기 폴리비닐알콜층 상에 열가소성 수지층을 스핀 코팅하는 단계를 포함할 수 있다. 또한 상기 임프린트용 수지층에의 나노 구조 전사 단계는, 상기 열가소성 수지에 먼저 열을 가한 후 상기 몰드로 상기 열가소성 수지에 압력을 가하는 단계를 포함할 수 있다.
- <10> 다른 실시형태에 따르면, 상기 임프린트용 수지층은 열경화성 수지일 수 있다. 이 경우, 상기 임프린트용 수지층 형성 단계는, 상기 폴리비닐알콜층 상에 열경화성 수지를 분사하는 단계를 포함할 수 있다. 또한 상기 임프린트용 수지층에의 나노 구조 전사 단계는, 상기 몰드로 상기 열경화성 수지에 먼저 압력을 가하고, 그 후 상기 열경화성 수지에 열을 가하는 단계를 포함할 수 있다.
- <11> 본 발명의 실시형태에 따르면, 상기 다층 고분자 패턴 형성 단계는, 상기 임프린트용 수지층 및 폴리비닐알콜층에 대해 O_2 이온 반응 식각(O_2 Reactive Ion Etching)을 행하는 단계를 포함할 수 있다.
- <12> 본 발명의 실시형태에 따르면, 상기 증착 단계에서, 상기 다층 고분자 패턴 및 상기 노출된 기판 상에 금속을 증착할 수 있다. 다른 실시형태에 따르면, 상기 증착 단계에서 상기 다층 고분자 패턴 및 상기 노출된 기판 상에 절연 물질을 증착할 수 있다.

효과

- <13> 이상 설명한 바와 같이 본 발명에 따르면, 리프트 오프 공정을 위한 마스크 패턴의 하부 고분자층으로서 폴리비닐알콜을 사용함으로써, 상부 고분자층과의 식각 선택비를 효과적으로 증대시킬 수 있다. 이로써 상부의 고분자층의 손상을 억제하면서 리프트 오프를 위한 정밀한 마스크 패턴 형성이 가능하게 되고 증착 물질의 나노 패턴을 용이하고 정확하게 얻을 수 있다. 또한 폴리비닐알콜의 물에 잘 녹는 성질을 이용하여 친환경적이며 경제적으로 리프트 오프 공정을 수행할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <14> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태를 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 여러가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시형태로 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시형태는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다.
- <15> 도 1a 내지 도 1g는 본 발명의 실시형태에 따른 나노 임프린트 공정 및 리프트 오프 공정을 이용한 나노 패턴 형성 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.
- <16> 먼저 도 1a를 참조하면, 기판(101) 상에 폴리비닐알콜층(102)을 얇게 코팅한다. 기판(101)으로는 실리콘(Si) 등의 반도체 기판 뿐만 아니라 금속 기판 또는 유리 등의 절연 기판 등 필요한 용도에 따라 다양하게 선택하여 사용될 수 있다. 또한 상기 기판(101)은 예컨대, 반도체 등의 베이스 기판 상에 형성된 금속 또는 절연체층을 구비한 층 구조일 수도 있다. 폴리비닐알콜층(102)은, 예컨대 물에 용해된 폴리비닐알콜(PVA)를 기판 위에 스핀 코팅한 후 열을 가하여 용매로 사용된 물을 증발시킴으로써 형성될 수 있다.

- <17> 본 실시예에서 임프린트용 수지층 아래의 하부층으로 사용되는 폴리비닐알콜(PVA)는 물에 녹는 수용성 고분자로서, 물에 의해 쉽게 그리고 친환경적으로 제거가 가능할 뿐만 아니라 O_2 이온 반응 식각에 대한 식각율을 매우 높다는 특징을 갖는다. 또한 폴리비닐알콜은 얇은 박막을 형성하기에 적합하여 수백 나노 이하의 나노급 패턴(예컨대, 나노선, 나노점 등)을 형성하는 데에도 유리하다.
- <18> 그 후, 도 1b에 도시된 바와 같이, 폴리비닐알콜층(102) 상에 나노 구조 각인을 위한 임프린트용 수지층(104)을 형성한다. 이 임프린트용 수지층(104)은 폴리비닐알콜층(102) 상에 열경화성 수지를 분사하거나 열가소성 수지를 스핀 코팅하여 형성될 수 있다.
- <19> 더 구체적으로 말해서, PMMA 등의 열가소성 수지로 임프린트용 수지층(104)을 형성하는 경우에는, 예컨대, 열가소성 수지를 용매에 녹인 후 스핀 코팅 등을 이용하여 폴리비닐알콜층(102) 상에 도포될 수 있다. 만약 열경화성 수지로 임프린트용 수지층(104)을 형성하는 경우에는, 별도의 코팅 공정 없이 분사 등을 통해 열경화성 수지를 쉽게 도포할 수 있다.
- <20> 다음으로, 도 1c에 도시된 바와 같이, 나노 구조의 표면 패턴을 갖는 몰드 또는 스탬프(110)로 임프린트용 수지층에 임프린팅하여 임프린트용 수지층(104)에 나노 구조를 전사한다. 그 후 도 1d에 도시된 바와 같이 몰드(110)를 제거하여 임프린트용 수지층(104)에 원하는 나노급 패턴을 각인한다.
- <21> 페놀 수지, 에폭시 수지 등의 열경화성 수지로 임프린트용 수지층(104)을 형성한 경우에는, 몰드(110)의 표면 나노 구조를 열경화성 수지층에 가압한 후 열을 가함으로써 상기 수지층(104)을 경화시켜 원하는 나노 구조를 각인할 수 있다. 이와 달리 PMMA, PCV 등의 열가소성 수지로 임프린트용 수지층(104)을 형성한 경우에는, 몰드(110)로 가압하기 전에 먼저 수지층(104)에 열을 가하여 연화시킨 후 몰드(110)의 표면 나노 구조를 수지층(104)에 가압한다. 이와 같이 폴리비닐알콜층(102)을 하부층으로 하여 그 위의 임프린트용 열경화성 또는 열가소성 수지에 임프린트 공정을 수행한다 하더라도, 폴리비닐알콜층(102)에는 실질적으로 변형이 일어나지 않는다.
- <22> 나노 임프린트 공정을 이용하여 폴리비닐알콜층(102) 상의 상부 고분자층, 즉 임프린트용 수지층(104)에 나노 구조를 형성한 후에는, 도 1e에 도시된 바와 같이, O_2 이온 반응 식각 등의 건식 식각을 실시하여 임프린트용 수지의 잔여층(104a)을 제거하고 그 아래의 하부 고분자층까지도 함께 제거한다. 이로써 기관(101) 상면을 원하는 나노 패턴으로 선택적으로 노출시킨 다층 고분자 패턴(106)을 얻게 된다. 이 다층 고분자 패턴(106)은 하층의 폴리비닐알콜(102)과 상층의 임프린트용 열경화성 또는 열가소성 수지(104)를 포함한다.
- <23> 전술한 바와 같이, 폴리비닐알콜층(102)은 O_2 이온 반응 식각에 의해 굉장히 잘 제거되기 때문에, 상부의 임프린트용 열경화성 또는 열가소성 수지(104)에 대한 식각 선택비가 매우 높다. 따라서, O_2 이온 반응 식각에 있어서는, 잔여층(104a) 부분 외의 상부의 임프린트용 수지층(104)의 손상이 거의 없이 폴리비닐알콜의 식각이 가능하다. 이에 따라, 건식식각 후에 정밀한 나노급 마스크 패턴(다층 고분자 패턴(106))을 용이하게 형성할 수 있다.
- <24> 그 후, 도 1f에 도시된 바와 같이, 금속(예컨대, Au, Ag, Al 등) 또는 절연 물질(예컨대, SiO_2 등)을 증착하여, 다층 고분자 패턴(106)에 의해 노출된 기관(101) 영역과 다층 고분자 패턴(106) 상에 증착 물질(108)을 형성한다. 이 때, 후속의 리프트 오프 공정을 위해서, 노출된 기관(101) 영역 상의 증착 물질(108)과 다층 고분자 패턴(106) 상의 증착 물질(108)이 서로 연결되지 않도록 한다. O_2 이온 반응 식각에 대한 식각 선택비가 매우 높은 폴리비닐알콜층(102)을 하부층으로 사용하기 때문에, O_2 이온 반응 식각시 식각 공정 조건의 조절을 통하여 리프트 오프에 유리한 마스크 단면 구조(식각 깊이가 클수록 더 넓게 식각되는 구조 또는 언더컷 프로파일의 구조 등)를 비교적 용이하게 구현할 수 있다.
- <25> 그 후, 도 1g에 도시된 바와 같이 물을 이용하여 다층 고분자 패턴(106)을 제거함으로써 다층 고분자 패턴(106) 위에 있는 증착 물질(108)도 함께 제거한다(lift-off). 이로써 기관(101) 상에 증착 물질로 된 원하는 나노 패턴(108)을 얻게 된다. 다층 고분자 패턴(106)의 하층부를 이루는 폴리비닐알콜(102)은 물에 잘 녹는 성질을 갖고 있으므로, 유기용제를 사용하지 않고도 물을 이용하여 저비용으로 친환경적인 리프트 오프 공정을 수행할 수 있다. 증착 물질(108)이 물과 반응하는 물질이 아니라면, 최종적으로 기관(101) 상에는 증착 물질로 이루어진 나노 구조물 또는 나노 패턴이 남게 된다. 이러한 나노 패턴으로는 나노급 배선 패턴, 나노선, 나노점 등이 가능하다.

<26> 본 발명은 상술한 실시형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 첨부된 청구범위에 의해 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

<27> 도 1a 내지 도 1g는 본 발명의 실시형태에 따른 나노 임프린트 공정 및 리프트 오프 공정을 이용한 나노 패턴 형성 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

<28> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

<29> 101: 기관 102: 폴리비닐알콜층

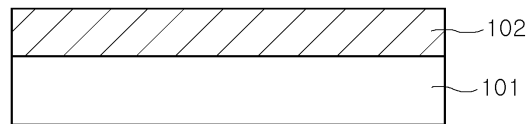
<30> 104: 임프린트용 수지층 104a: 잔여층

<31> 106: 다층 고분자 패턴 108: 증착 물질

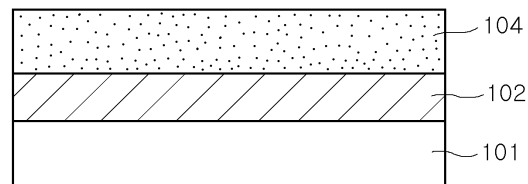
<32> 108a: 증착 물질의 나노 패턴 110: 몰드

도면

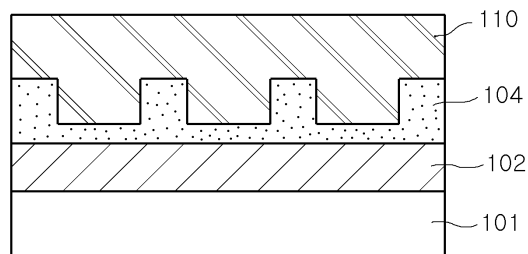
도면1a



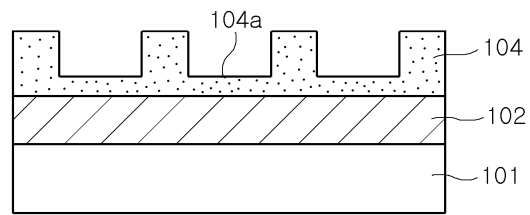
도면1b



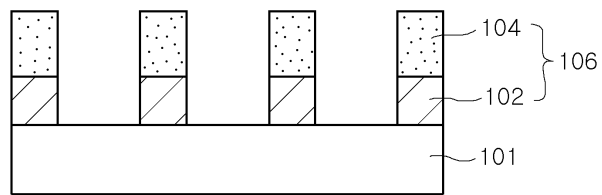
도면1c



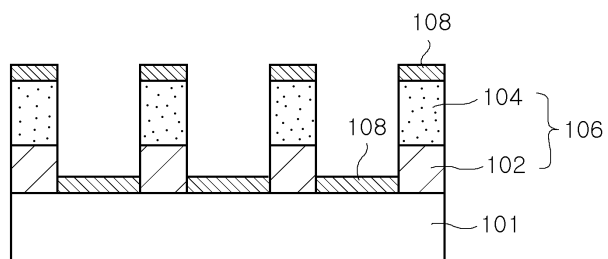
도면1d



도면1e



도면1f



도면1g

