



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0076568
(43) 공개일자 2009년07월13일

(51) Int. Cl.

B82B 3/00 (2006.01) B82B 1/00 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0002594

(22) 출원일자 2008년01월09일

심사청구일자 2008년01월09일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

이현

서울 노원구 월계3동 그랑빌아파트 122동 1205호

홍성훈

서울 동대문구 제기2동 벽산아파트 103동 1902호

황재연

서울 송파구 오금동 94번지 청일빌라 B01호

(74) 대리인

현중철

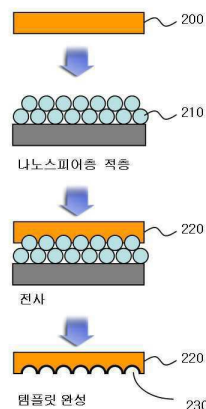
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조 방법, 이를 이용한 단일층 나노스피어 고분자 패턴 형성 방법 및 상기 단일층 나노스피어 패턴을 이용한 응용방법

(57) 요약

나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법, 나노임프린트 기술을 이용한 단일층 나노스피어 고분자 패턴 형성 방법 및 상기 단일층 나노스피어 고분자 패턴을 이용한 응용방법이 제공되며, 본 발명에 따른 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿은 기관상에 나노스피어를 적층하는 단계; 상기 나노스피어의 외곽층을 템플릿용 고분자 층에 전사하는 단계; 상기 템플릿용 고분자층으로부터 상기 나노스피어를 제거하여 나노스피어 형상의 템플릿을 완성하는 단계를 포함하며, 넓은 면적에서 균일한 모폴로지를 갖는 단일층 나노스피어 고분자 패턴 구조를 기관상에 형성시킬 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

기관상에 나노스피어층을 적층하는 단계;

상기 나노스피어층의 외곽층을 템플릿용 고분자 층에 전사하는 단계;

상기 템플릿용 고분자층으로부터 상기 나노스피어를 제거하여 나노스피어 형상의 템플릿을 완성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 템플릿용 고분자 층은 폴리염화비닐(PVC), 폴리카보네이트(PC), 폴리메틸메타크릴레이트로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상의 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 나노스피어의 제거단계는 상기 나노스피어를 선택적으로 용해시키는 용액에 상기 고분자층을 침지시킴으로써 진행되는 것을 특징으로 하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 나노스피어의 적층은 나노스피어가 분산된 용액을 상기 기관상에 도포시킴으로써 진행되는 것을 특징으로 하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법.

청구항 5

제 3항에 있어서, 상기 용액은 BOE(buffered oxide etcher)인 것을 특징으로 하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 전사단계는,

기관상에 적층된 상기 나노스피어에 상기 템플릿용 고분자층을 접촉시켜 가압하는 단계;

상기 템플릿용 고분자층을 연화시켜 상기 나노스피어의 형상이 상기 템플릿용 고분자층에 전사시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법.

청구항 7

제 6항에 있어서, 상기 가압은 10 내지 20bar로 진행되는 것을 특징으로 하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법.

청구항 8

제 6항에 있어서, 상기 템플릿용 고분자층의 연화는 상기 템플릿용 고분자층의 유리전이온도 이상으로 온도를 가열시킴으로써 진행되는 것을 특징으로 하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법.

청구항 9

제 1항에 있어서, 상기 전사단계는

기관상에 적층된 상기 나노스피어 상에 템플릿용 고분자를 도포시키는 단계;

나노스피어 상에 도포된 상기 템플릿용 고분자를 경화시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법.

청구항 10

제 9항에 있어서, 상기 전사단계 이전에 기판상에 적층된 상기 나노스피어를 스핀-코팅하는 것을 특징으로 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법.

청구항 11

제 9항에 있어서, 상기 템플릿용 고분자는 열 경화성 수지이며, 상기 경화단계는 열을 가함으로써 진행되는 것을 특징으로 하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법.

청구항 12

제 9항에 있어서, 상기 템플릿용 고분자의 UV 경화성 수지이며, 상기 경화단계는 UV를 조사함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법.

청구항 13

기판 상에 경화성 수지를 도포하는 단계;

상기 제 1항 내지 제 12항 중 어느 한 항에 따라 제조된 템플릿을 경화성 수지가 도포된 상기 기판상에 가압하는 단계;

상기 경화성 수지를 경화시키는 단계;

경화된 상기 경화성 수지로부터 상기 템플릿을 제거하는 단계를 포함하는 단일층 나노스피어 고분자 패턴 형성 방법.

청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 경화성 수지는 UV 경화성 수지이며, 상기 경화단계는 UV조사에 의하여 진행되는 것을 특징으로 하는 단일층 나노스피어 고분자 패턴 형성 방법.

청구항 15

제 13항에 있어서, 상기 경화성 수지는 열경화성 수지이며, 상기 경화단계는 열을 가함으로써 진행되는 것을 특징으로 하는 단일층 나노스피어 고분자 패턴 형성 방법.

청구항 16

제 13항에 있어서, 상기 템플릿은 상기 가압단계 이전에 이형처리되는 것을 특징으로 하는 단일층 나노스피어 고분자 패턴 형성 방법.

청구항 17

제 16항에 있어서, 상기 이형처리는 상기 템플릿 상에 실리카(SiO_2)를 증착시키는 단계 및 상기 실리카 표면을 헵타데카플루오로-1,1,2,2,-테트라-히드로데실트리클로로실란(heptadecafluoro-1,1,2,2-tetrahydrodecyltrichlorosilane)으로 코팅하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 단일층 나노스피어 고분자 패턴 형성 방법.

청구항 18

식각하고자 하는 박막 상에 제 13항 내지 제 17항에 따른 방법에 의하여 나노스피어 단일층을 패턴 형성하는 단계

상기 나노스피어 단일층의 나노스피어 크기를 감소시켜, 상기 박막의 일부를 외부로 노출시키는 단계; 및

상기 노출된 박막을 식각공정으로 제거하는 단계를 포함하는 반도체 소자막 식각 방법.

청구항 19

제 18항에 있어서, 상기 나노스피어 크기의 감소는 플라즈마 식각 공정에 의하여 진행되는 것을 특징으로 하는 반도체 소자막 식각 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법, 이를 이용한 단일층 나노스피어 고분자 패턴 형성 방법 및 이의 응용방법에 관한 것으로, 보다 효과적으로 균일한 모폴로지의 나노스피어 단일층 패턴을 기관상에 형성할 수 있게 하는 나노임프린트용 템플릿 제조방법, 이를 이용한 단일층 나노스피어 고분자 패턴 형성 방법 및 이의 응용방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 나노스피어 리소그래피(Nanosphere Lithography)는 1981년도 Fisher와 Zingsheim 의 폴리스티렌 라텍스 나노스피어 연구에서 비롯되었으며, 상기 연구에서 구형의 폴리스티렌 나노스피어(지름 수십 나노미터-수 마이크로 미터)를 기관 위에 도포하여 소위 주기적 입자 어레이 (Periodic Particle Array, PPA) 를 만들고 그 위에 금, 은, 구리 등의 금속 필름을 도포하여 금속 나노입자의 어레이를 만들 수 있었다.
- <3> 도 1은 상기 연구에서의 나노스피어 리소그래피의 개념도와 현미경 사진을 보인 것이다.
- <4> 상기 나노스피어 리소그래피 공정을 살펴보면, 먼저 상용화된 폴리스티렌 나노 입자 현탁액 (물이 용매)을 실리콘, 유리 등의 기관위에 스핀 코팅, 드롭 코팅 (스피닝 없이 액체를 그냥 떨어뜨리는 것)의 방법으로 도포한다. 이후, 기관 위에서 폴리스티렌 입자들은 가장 작은 표면 에너지 상태를 구성하기 위하여 자유롭게 돌아다니게 되고, 표면의 물이 마르면, 모세관력에 의하여 나노 입자들은 도 1 에서 보이는 벌집 모양의 형태로 결집되게 되며, 이러한 어레이 위에 금속 필름을 도포하고 아세톤 속에서 초음파 세척하면 나노 입자 및 나노입자 상에 적층된 금속입자들이 선택적으로 제거되어 금속 나노 입자 어레이가 만들어진다.
- <5> 이와 같이 나노스피어로 이루어진 층을 적층하는 나노스피어 리소그래피의 장점은 나노 입자의 크기, 간격 등을 쉽게 조절할 수 있는 점, 2) 실리콘, 유리 등과 같은 다양한 기관을 사용할 수 있는 점, 3) 나노입자의 어레이가 대면적의 기관에 쉽게, 높은 재현 가능성으로 구현된다는 점에 있다. 또한, 이러한 나노스피어 층은 빛을 파장보다 작은 부피 안에 모아 회절 한계를 극복할 수 있다는 점에서 최근 주목을 받고 있다.
- <6> 하지만, 이러한 나노스피어 리소그래피 기술에서 나노 스피어가 단일층이 아닌 다중층의 형태로 기관상에 패턴 형성되는 경우 후속 공정에서 패턴의 변형을 초래하고, 구조물의 비틀림에 의한 정렬의 부정합이 발생하는 문제가 있으므로, 나노 스피어를 단일층으로 패턴 형성하는 것은 매우 중요한 기술적 요소이다.
- <7> 나노스피어를 기관상에 단일층으로 패턴 형성하기 위한 종래기술은 나노스피어가 분산된 용액을 도포한 후 회전시켜 코팅하는 스핀코팅법이나, 딥 코팅(dip coating)에 의한 적층방법인 Langmuir-Blodgett법이 사용되고 있다.
- <8> 하지만, 스핀코팅법은 물리적으로 기관을 회전시키므로, 기관 등에 물리적인데미지를 줄 수 있고, 적층되는 나노층의 모폴로지가 균일하지 않을 수 있으며, 또한 상기 스핀코팅법은 단순히 원심력에 의하여 적층되는 나노스피어층을 평탄화시키므로 미세 단위의 나노스피어가 단일층이 아닌 다중층의 형태로 패턴 형성되는 문제가 있다.
- <9> 또한, 친수성 부분과 소수성 부분을 가진 유기분자가 물에 배열되는 상태를 이용한 Langmuir-Blodgett 법 역시 넓은 표면적 상에 균일한 나노스피어 단일층을 형성하기에는 한계가 있다.
- <10> 이와 같이 현재까지 알려진 종래 기술은 나노스피어를 단일층으로 만족스러운 수준까지 패턴 형성할 수 없다는 문제가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <11> 따라서, 본 발명의 제 1 과제는 기관상에 나노스피어를 단일층 패턴을 형성하기 위한 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿의 제조방법을 제공하는 데 있다.

<12> 본 발명의 제 2 과제는 상기 템플릿을 이용한 단일층 나노스피어 고분자 패턴 형성 방법을 제공하는 데 있다.

<13> 본 발명의 제 3 과제는 단일층 나노스피어 패턴 구조를 응용하는 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

<14> 본 발명은 나노임프린트에 의한 나노스피어 패턴 형성을 사용하며 상기 제 1과제를 해결하기 위하여 기판상에 나노스피어를 적층하는 단계; 상기 나노스피어의 외곽층을 템플릿용 고분자 층에 전사하는 단계; 및 상기 템플릿용 고분자층으로부터 상기 나노스피어를 제거하여 나노스피어 형상의 템플릿을 완성하는 단계를 포함하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법을 제공한다.

<15> 본 발명의 일 실시예에서 상기 나노스피어의 적층은 나노스피어가 분산된 용액을 상기 기판상에 도포시킴으로써 이루어지며, 상기 템플릿용 고분자 층은 폴리염화비닐(PVC), 폴리카보네이트(PC), 폴리메틸메타크릴레이트로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상의 화합물을 포함하며, 상기 나노스피어 층의 제거단계는 상기 나노스피어 층을 선택적으로 용해시키는 용액에 상기 고분자층을 침지시킴으로써 진행된다.

<16> 본 발명의 일 실시예에서, 상기 전사단계는 도포된 상기 나노스피어에 상기 템플릿용 고분자층을 접촉시켜 가압하는 단계; 상기 템플릿용 고분자층을 연화(softening)시켜 상기 나노스피어의 형상을 상기 템플릿용 고분자층에 전사시키는 단계를 포함한다. 이때, 상기 가압단계는 10bar 내지 20bar의 압력조건에서 진행된다. 또한 상기 일 실시예에서 상기 템플릿용 고분자층을 연화시키는 단계는 상기 템플릿용 고분자층의 유리전이온도 이상으로 온도를 가열시킴으로써 이루어진다.

<17> 본 발명의 또 다른 일 실시예에서, 상기 전사단계는 기판 상에 적층된 나노스피어층 상에 템플릿용 고분자를 도포하는 단계; 나노스피어 상에 도포된 상기 템플릿용 고분자를 경화시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노임프린트용 템플릿 제조방법을 제공한다. 이때, 적층된 나노스피어층 상에 템플릿 고분자를 도포하기 전에, 상기 나노스피어층을 스핀-코팅하여 평탄화시킬 수도 있다.

<18> 또한 상기 템플릿용 고분자는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 폴리우레탄아크릴레이트(polyurethane Acrylate, PUA) 및 에폭시로 이루어지는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 화합물을 포함할 수 있으며, 상기 템플릿용 고분자의 경화는 상기 템플릿용 고분자가 열경화성 수지인 경우 가열에 의하여, UV경화성 수지인 경우는 UV의 조사에 의하여 진행될 수 있다.

<19> 상기 제 2 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 기판상에 경화성 수지를 도포하는 단계; 상기 제조방법에 따라 제조된 템플릿을 경화성 수지가 도포된 상기 기판상에 가압하는 단계; 상기 경화성 수지를 경화시키는 단계; 및 경화된 상기 경화성 수지로부터 상기 템플릿을 제거하는 단계를 포함하는 단일층 나노스피어 고분자 패턴 형성방법을 제공한다.

<20> 본 발명의 일 실시예에서 상기 경화성 수지는 UV 경화성 수지이며, 상기 경화단계는 UV조사에 의하여 진행될 수 있고, 본 발명의 또 다른 일 실시예에서 상기 경화성 수지는 열경화성 수지이고, 상기 경화단계는 열을 가함으로써 진행될 수 있다.

<21> 본 발명의 또 다른 일 실시예에서 상기 템플릿은 상기 경화성 수지를 가압하기 이전에 이형처리될 수 있는데, 상기 이형처리는 템플릿 상에 실리카(SiO_2)를 증착시키는 단계 및 상기 실리카 표면을 헵타데카플루오로-1,1,2,2,-테트라-히드로데실트리클로로실란(heptadecafluoro-1,1,2,2-tetra-hydrodecyltrichlorosilane)으로 코팅하는 단계를 포함할 수 있다.

<22> 상기 제 3 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 식각하고자 하는 박막 상에 상술한 방법에 의하여 나노스피어 단일층을 패턴 형성하는 단계; 상기 나노스피어 단일층의 나노스피어 크기를 감소시켜, 상기 박막의 일부를 외부로 노출시키는 단계; 및 상기 노출된 박막을 식각공정으로 제거하는 단계를 포함하는 반도체 소자막 식각 방법을 제공한다. 이때, 상기 식각공정은 플라즈마 식각공정일 수 있다.

<23> 또한 본 발명은 상기 제 3 과제를 해결하기 위하여 나노스피어 단일층을 금속어레이 제조 영역을 제외한 기판 상의 영역에 선택적으로 상술한 방법에 따라 패턴 형성하는 단계; 상기 기판 전체에 금속입자를 적층하는 단계; 및 상기 나노스피어 단일층 및 상기 나노스피어 단일층 상에 적층된 금속입자를 제거하는 단계를 포함하는 금속 어레이 제조방법을 제공한다.

효과

<24> 본 발명은 나노스피어 층의 외곽층의 형태만을 그대로 구현한 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿을 제조하는 방법을 제공하며, 이를 이용하여 나노스피어 단일층을 기판상에 형성할 수 있는 방법을 제공한다. 이로써, 넓은 면적에서 균일한 나노스피어 단일층 구조를 기판상에 패턴 형성할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<25> 이하 도면 및 실시예 등을 이용하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

<26> 본 발명은 상술한 바와 같이 나노스피어 구조의 패턴 형성 방법으로 나노임프린트 기술을 적용한다. 본 발명에서 사용하는 나노 임프린트 기술은 미세접촉 인쇄 방법에 관한 것으로, 특히 수십 내지 수백 나노미터의 패턴을 전사할 수 있도록 나노임프린트된 나노 구조물(템플릿)을 이용하는 기술에 관한 것이다 즉, 나노임프린트 리소그래피 기술은 나노 구조가 각인된 템플릿을 기판상에 도포된 레지스트(resist)에 가압하여 나노 구조물을 반복적으로 전사하는 기술에 관한 것으로, 특히 나노 구조물로서 나노스피어를 사용하는 나노스피어 리소그래피에 이러한 나노 임프린트 기술을 적용하는 경우 나노스피어 형태의 미세 템플릿을 제조하는 것이 필수적이다.

<27> 따라서, 본 발명은 기판상에 나노 스피어를 적층하는 단계; 나노스피어의 외곽 층을 템플릿용 고분자 층에 전사하는 단계; 및 상기 템플릿용 고분자층으로부터 상기 나노스피어를 제거하여 나노스피어 형상의 템플릿을 완성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿 제조방법을 제공한다. 여기에서, 나노스피어는 구형의 나노크기의 입자이며, 이러한 나노스피어의 종류에는 사용하고자는 공정의 조건에 따라 다양한 물질이 사용될 수 있으며 특별히 제한되지 않는다. 일 예로 본 발명의 실시예에서 상기 나노스피어로 실리카(SiO₂)를 사용하였으나, 폴리스티렌과 같은 유기 나노스피어 또한 가능하다. 본 발명에 의한 나노 임프린트용 템플릿 제조방법은 나노스피어 단일층을 실제로 적층할 필요없이, 다중층의 나노스피어 중 외곽층만을 그대로 구현한 템플릿을 제조할 수 있으며, 이는 추후 기판상의 나노스피어 구조의 단일층을 제조하기 위하여 사용된다.

<28> 이하 도면을 이용하여 본 발명에 따른 나노임프린트용 템플릿 제조방법을 상세히 설명한다.

<29> 도 2는 본 발명에 따른 상기 템플릿 제조방법을 나타내는 단계도이다.

<30> 도 2를 참조하면, 먼저 기판(200)상에 나노스피어(210)를 적층한다. 본 발명의 일 실시예에서 상기 적층은 나노스피어(210)가 분산된 용액을 상기 기판(210)에 도포시킴으로써 이루어지나, 나노스피어층을 기판상에 적층시키는 한 특별히 제한되지 않는다.

<31> 이후, 상기 나노스피어의 외곽층을 템플릿용 고분자층(220)에 전사하게 된다. 상기 전사단계는 연성의 고분자 물질에 외곽층의 형상을 임프린트하는 방식으로 진행되며, 이때, 나노 스피어의 외곽층만이 템플릿용 고분자층(220)에 전사되므로, 실제 적층된 나노 스피어 층의 수에 관계없이 단일층만이 템플릿용 고분자층(220)에 패턴 형성된다.

<32> 이후 템플릿용 고분자층(220)으로부터 나노스피어층이 제거되어 나노스피어 외곽층의 형상(230)을 갖는 나노임프린트용 템플릿(220)이 완성된다. 상기 나노스피어층의 제거는 나노스피어만을 선택적으로 용해하는 용액에 상기 템플릿용 고분자층과 나노스피어층을 침지시킴으로써 진행되는데, 본 발명의 일 실시예에서 나노스피어인 실리카층을 선택적으로 용해시키기 위하여 희석된 불산 용액인BOE(Buffered Oxide Etcher)를 사용하였다. 하지만, 본 발명을 이에 제한되지 않으며, 폴리스티렌과 같은 유기 나노스피어는 CH₂Cl₂와 같은 용액을 사용하여 제거될 수 있다.

<33> 또한, 본 발명에서 상기 전사단계는 하기 설명되는 두 방식으로 진행될 수 있는데, 이하 설명되는 두 방식은 나노스피어층의 외곽층을 고분자층에 전사하기 위한 일 예일 뿐 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

<34> 도 3은 본 발명의 일 실시예의 전사단계에 따른 템플릿 제조공정을 나타내는 단계도이다.

<35> 도 3을 참조하면, 기판(300)상에 나노스피어(310)가 분산된 용액을 도포함으로써 나노 스피어층을 적층한다.

<36> 상기 기판상에 적층된 나노 스피어에 템플릿용 고분자층(320)을 접촉시킨 후, 가압한다. 상기 템플릿용 고분자 층(320)은 특정온도 이상에서 연성이 생기는 물질이 바람직하며, 본 발명의 일 실시예에서는 폴리염화비닐(PVC), 폴리카보네이트(PC), 폴리메틸메타크릴레이트로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상으로 이루어

진 물질을 상기 템플릿용 고분자 층(320)으로 사용한다.

- <37> 상기 템플릿용 고분자 층(320)에 의하여 가압되는 나노스피어층은 평탄화되고, 균일한 모폴로지를 갖게 된다. 본 발명의 일 실시예에서 상기 가압조건을 10 내지 20bar로 하였으며, 상기 가압조건이 10bar 미만인 경우 나노스피어층의 형상이 충분히 상기 템플릿용 고분자층(320)에 전사되지 않고 상기 20bar를 초과하는 경우 적층된 나노스피어의 구조가 파괴되어 불규칙적인 구조가 상기 템플릿용 고분자층(320)에 전사될 수 있기 때문이다.
- <38> 이후, 상기 템플릿용 고분자의 유리전이온도(T_g)이상으로 상기 템플릿용 고분자층(320)을 가열시켜 연성을 갖게 하는데, 이때 상기 템플릿용 고분자층(320)과 접촉하는 나노스피어의 외곽층만이 상기 템플릿용 고분자 층에 일부 또는 전부 삽입되게 되고, 이로써 상기 나노스피어의 외곽층이 상기 템플릿용 고분자 층(320)에 전사된다. 즉, 본 발명에 따라 제조되는 템플릿은 나노 스피어의 복수층 중 외곽층만이 전사되므로 나노 스피어의 단일층의 형태를 가지게 된다.
- <39> 이후, 나노스피어의 외곽층이 전사된 템플릿용 고분자 층(320)을 냉각시키게 된다. 냉각된 상기 템플릿용 고분자 층(320)에는 나노스피어 층이 결합되어 있는 상태로 존재하게 되는데, 이는 상기 가열과정에서 용매가 증발하여 나노스피어층이 응집되는 것에 기인한다. 따라서, 후속 공정에서 상기 템플릿용 고분자 층(320)으로부터 상기 나노스피어 층(310)을 제거하게 되는데, 이는 상술한 바와 같이 나노스피어 층만을 용해시키는 용액(330)에 침지시키는 방법 등에 의하여 진행될 수 있다.
- <40> 상기 나노스피어 층이 제거된 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿용 고분자 층(320)은 추후 나노스피어 단일층을 패턴 형성하기 위한 후속 나노임프린트 공정의 템플릿으로 사용된다.
- <41> 본 발명은 상기 전사단계의 또 다른 방식을 제공하며, 이는 도 4에 나타난다.
- <42> 도 4는 본 발명의 또 다른 일 실시예의 전사단계에 따른 템플릿 제조공정을 나타내는 단계도이다.
- <43> 도 4를 참조하면, 기판(400)상에 나노스피어 층(410)이 적층된다. 이때, 나노스피어층의 적층 후, 상기 나노스피어층을 스핀코팅하여 나노스피어층의 모폴로지를 보다 균일하게 할 수 있다. 하지만, 이때 반드시 단일층을 형성할 수 있을 수준으로의 스핀코팅을 요하지 않으며, 균일한 모폴로지의 외곽층을 형성할 수 있을 정도의 수준이면 충분하다.
- <44> 이후, 템플릿용 고분자 층으로 상기 나노스피어 층을 가압하는 대신, 일정 점도를 갖는 유액 상태의 템플릿용 고분자로 상기 나노스피어층을 도포한다. 도포된 상기 고분자는 나노스피어 층의 외곽층 상에 위치하게 되어, 템플릿용 고분자층(420)을 형성하게 되고, 이때 상기 나노스피어 층의 외곽층은 상기 템플릿용 고분자 층(420)에 전사된다.
- <45> 이후, 나노스피어 층의 외곽층이 전사된 상기 템플릿용 고분자층(420)은 경화된다. 따라서, 상기 템플릿용 고분자로 일정조건에서 경화될 수 있는 경화성 수지이어야 하며, 열경화성 수지 또는 UV 경화성 수지 모두 가능하다. 본 발명의 일 실시예에서는 PDMS, PUA 및 에폭시로부터 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 상기 고분자 물질로 사용하나, 이에 본 발명의 범위가 제한되지 않는다.
- <46> 이후, 경화된 템플릿용 고분자층(420)으로부터 나노스피어층을 상술한 방법에 따라 제거함으로써 나노스피어 형틀 형태의 나노임프린트용 템플릿이 완성된다.
- <47> 본 발명은 상기 기술된 방법에 따라 제조된 템플릿을 이용하여 나노스피어 단일층 패턴을 형성하는 방법을 제공하며, 상기 패턴 형성 방법은 기판 상에 경화성 수지를 도포하는 단계; 상기 방법에 따라 제조된 템플릿을 경화성 수지가 도포된 상기 기판상에 가압하는 단계; 상기 경화성 수지를 경화시키는 단계; 및 경화된 상기 경화성 수지로부터 상기 템플릿을 제거하는 단계를 포함한다.
- <48> 이하 도면을 이용하여 본 발명에 따른 단일층 나노스피어 고분자 패턴 형성 방법을 설명한다.
- <49> 도 5는 본 발명에 따른 나노스피어 단일층의 패턴 형성 방법을 나타내는 단계도이다.
- <50> 도 5를 참조하면, 기판(500)상에 경화성 수지(510)를 유액 상태로 도포하며, 상기 경화성 수지(510)는 추후 기판상에서 나노스피어 단일층을 패턴 형성하게 된다. 본 발명에서 상기 경화성 수지(510)로 열 또는 UV에 따라 경화되는 열경화성 또는 UV 경화성 수지가 사용될 수 있다.
- <51> 이후, 기판(510)의 상기 경화성 수지는 상술한 방법에 따라 나노스피어 단일층이 전사된 템플릿(520)에

의하여 가압된다. 이러한 가압에 따라 상기 경화성 수지는 템플릿의 음각에 형성된 나노스피어 형상 부분(520a)을 채우게 된다.

<52> 이후, 상기 템플릿의 음각부분(520a)에 채워진 경화성 수지를 경화시켜 나노스피어 단일층(530) 구조를 기판상에 패턴 형성한다. 이때 경화 공정은 사용된 경화성 수지의 종류에 따라 다른 방식으로 진행된다. 만일, 경화성 수지가 UV경화성 수지인 경우라면, UV를 조사함으로써 경화성 수지를 경화시키고, 열 경화성 수지인 경우 적절한 열처리에 의하여 경화성 수지를 경화시킨다.

<53> 나노스피어 단일층 구조로부터 상기 템플릿은 떨어지게 되는데, 상기 템플릿은 나노스피어 단일층으로부터 효과적으로 떨어지기 위하여 이형처리될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 상기 이형처리하는 SiO_2 를 템플릿에 증착시킨 후 소수성을 가진 자기 정렬 단분자인 헵타데카플루오로-1,1,2,2-테트라-히드로데실트리클로로실란(heptadecafluoro-1,1,2,2-tetra-hydrodecyltrichlorosilane)을 코팅하여 진행한다.

<54> 상기 공정에 따라 상기 템플릿(520)이 상기 나노스피어 단일층 구조(530)로부터 떨어진 후, 상기 기판(510)상에는 나노스피어 단일층(530)이 패턴 형성된다. 이와 같은 나노스피어 단일층(530) 패턴 형성 방법은 종래의 스핀코팅법에 비하여 균일한 모폴로지의 단일층을 형성할 수 있고, 나노스피어 층의 공정 조건을 손쉽게 제어할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 종래의 딥-코팅법에 의한 경우보다 대량으로 균일한 모폴로지의 나노스피어 단일층을 패턴 형성할 수 있는 장점이 있다.

<55> 본 발명은 상술한 방법에 따라 패턴 형성된 나노스피어 고분자 단일층을 반도체 소자의 제조공정에 사용하는 방법을 사용하는데, 그 일 예로 상기 나노스피어 단일층을 식각 공정의 마스크로 이용하여 반도체 소자막을 식각하는 방법을 제공한다. 상기 식각방법은 식각하고자 하는 박막 상에 상술한 방법에 의하여 나노스피어 단일층을 패턴 형성하는 단계; 상기 나노스피어 단일층의 나노스피어 크기를 감소시켜, 상기 박막의 일부를 외부로 노출시키는 단계; 및 상기 노출된 박막을 식각공정으로 제거하는 단계를 포함한다.

<56> 본 발명에 의한 반도체 소자막의 식각방법을 이하 도면을 이용하여 상세히 설명한다.

<57> 도 6은 본 발명에 따라 패턴 형성된 나노스피어 단일층을 이용한 식각공정을 나타내는 단계도이다.

<58> 도 6을 참조하면, 식각하여 패턴 형성하고자 하는 박막(600)상에 상술한 방법에 따라 나노스피어 단일층(610)을 패턴 형성한다.

<59> 이후, 상기 나노스피어 단일층(610)을 식각하여 크기를 감소시키는데, 이때 나노스피어의 크기가 수직으로 감소하면서, 박막의 일부(600a)가 외부로 노출된다. 수직 방향의 식각을 보다 효과적으로 수행하기 위하여, 상기 나노스피어 단일층의 식각 공정은 플라즈마 식각 공정일 수 있다.

<60> 상기 나노스피어 식각 공정에 의하여 외부로 노출되는 박막(600a)은 식각 공정 등에 의하여 제거된다. 이로써, 상기 나노스피어 단일층(610)은 식각 공정의 마스크로 작용하여, 기판을 패턴 형성하게 된다. 종래에는 식각 공정의 마스크 패턴 형성을 위하여 포토리소그래피 공정을 이용하였으나, 높은 비용, 분해능의 한계 및 복잡한 공정(노광, 현상 공정)과 같은 문제가 있었다. 하지만, 본 발명에 따라 식각공정의 마스크를 제조하는 공정은 단순히 나노스피어층의 식각속도만을 조절함으로써 마스크 크기를 조절할 수 있고, 또한 노광-현상과 같은 복잡한 공정이 불필요하며, 더 나아가 반복적으로 사용될 수 있는 템플릿은 마스크 제조비용을 절감시킨다는 장점이 있다.

<61> 이하, 본 발명을 실시예 등을 참조하여 보다 상세히 설명하나, 하기의1,1,2,2-테트라-히드로데실트리클로로실란(heptadecafluoro-1,1,2,2-tetra-hydrodecyltrichlorosilane)을 코팅하여 전처리한 것이다.

<62> 이후 UV를 상기 나노임프린트용 템플릿에 조사하여, PDMS를 경화시킨 후, 상기 템플릿을 제거하여 기판상에 나노스피어 단일층 구조를 패턴 형성하였다.

<63> 실험예 1

<64> 템플릿 분석

<65> 도 7은 상기 실시예 1-(1)에서 제조된 템플릿의 SEM 사진이다.

<66> 도 7을 참조하면, 검은 부분은 나노스피어가 전사된 형상을 나타내며, 따라서, 본 발명에 따라 제조된 템플릿은 나노스피어의 단일층 형상을 그대로 전사, 구현한 것이라 판단할 수 있다.

<67> 실험예 2

<68> 나노스피어 패턴 형성 분석

<69> 도 8a 및 8b는 실시예 2에서 패턴 형성된 나노스피어 구조에 대한 SEM 사진이다.

<70> 도 8a 및 8b를 참조하면, 기판상에 균일한 모폴로지를 갖는 나노스피어가 패턴 형성된 것을 알 수 있다. 여기에서, 나노스피어 구조가 기판상에 패턴 형성되지 않은 영역이 기판상에 존재하지만, 이는 나노스피어의 구조를 입체적으로 판단하기 위하여, 일정 영역의 나노스피어 구조를 제거하였기 때문이다.

도면의 간단한 설명

<71> 도 1은 상기 연구에서의 나노스피어 리소그래피의 개념도와 현미경 사진을 보인 것이다.

<72> 도 2는 본 발명에 따른 상기 템플릿 제조방법을 나타내는 단계도이다.

<73> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 전사단계에 따른 템플릿 제조공정을 나타내는 단계도이다.

<74> 도 4는 본 발명의 또 다른 일 실시예의 전사단계에 따른 템플릿 제조공정을 나타내는 단계도이다.

<75> 도 5는 본 발명에 따른 나노스피어 단일층의 패턴 형성 방법을 나타내는 단계도이다.

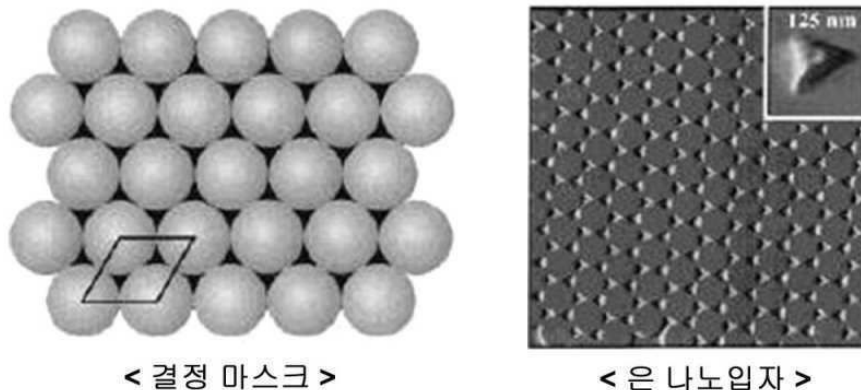
<76> 도 6은 본 발명에 따라 패턴 형성된 나노스피어 단일층을 이용한 식각공정을 나타내는 단계도이다.

<77> 도 7은 상기 실시예 1-(1)에서 제조된 템플릿의 SEM 사진이다.

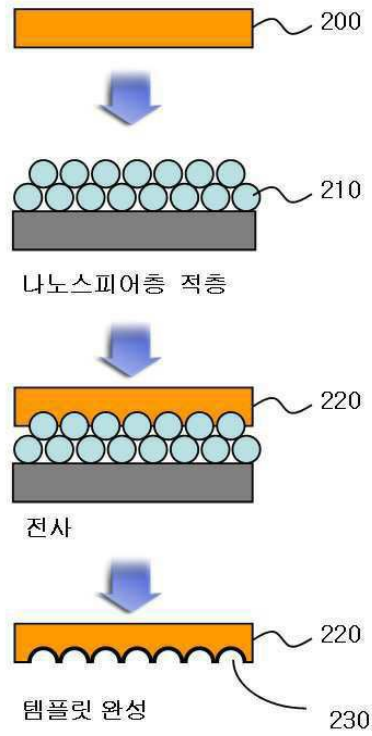
<78> 도 8a 및 8b는 실시예 2에서 패턴 형성된 나노스피어 구조에 대한 SEM 사진이다.

도면

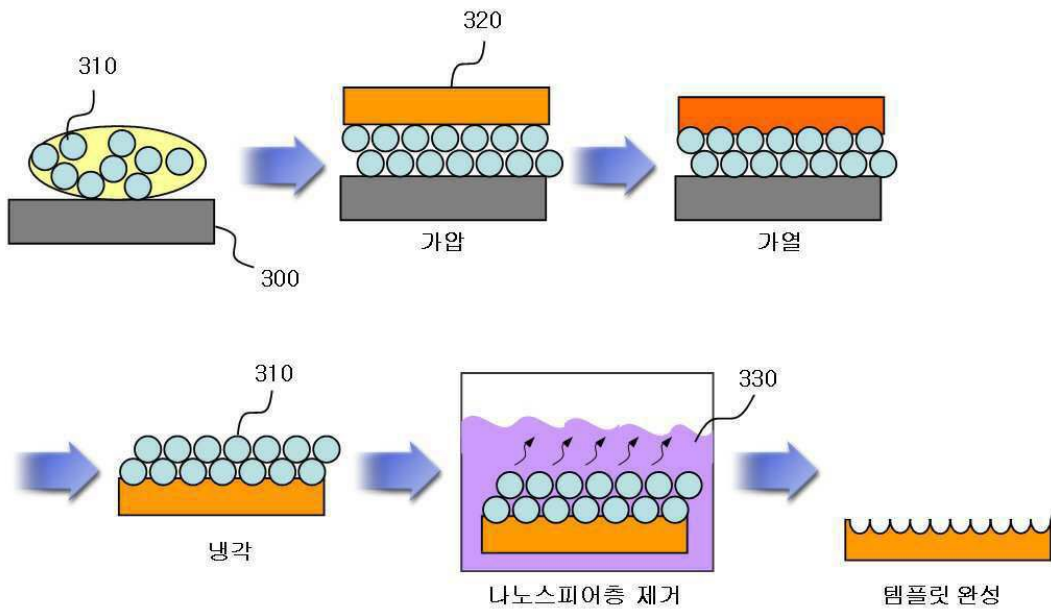
도면1



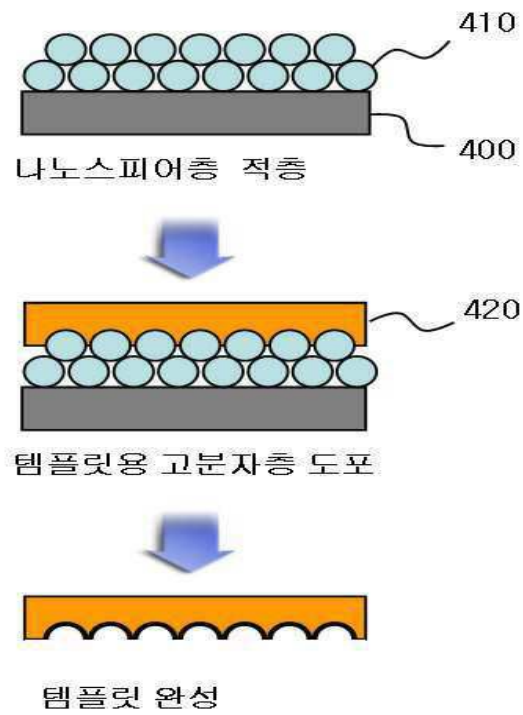
도면2



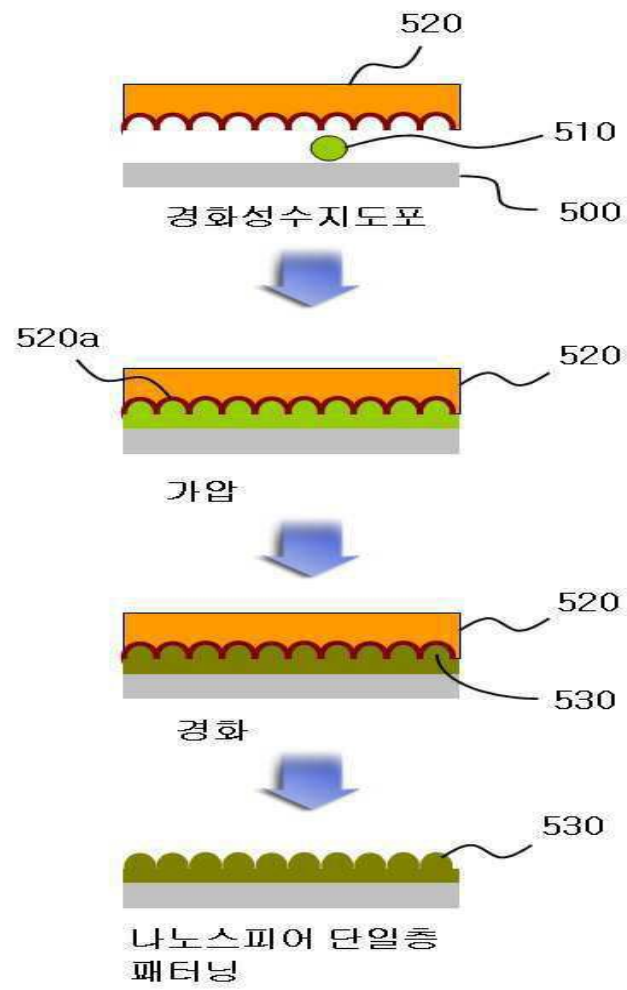
도면3



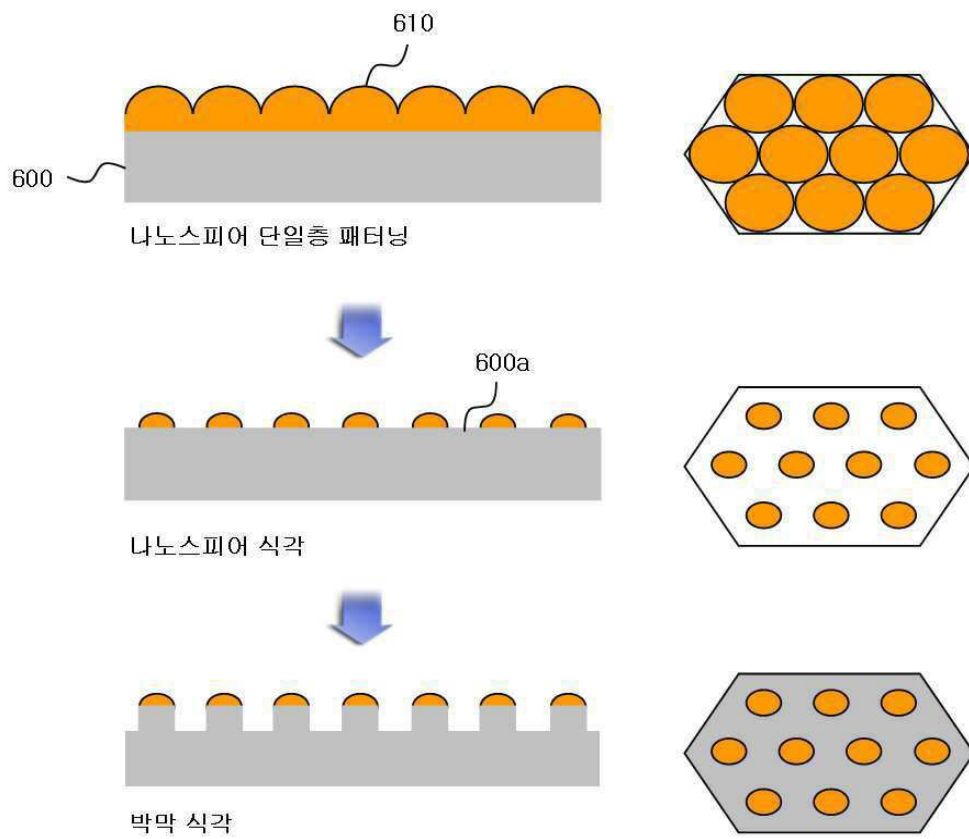
도면4



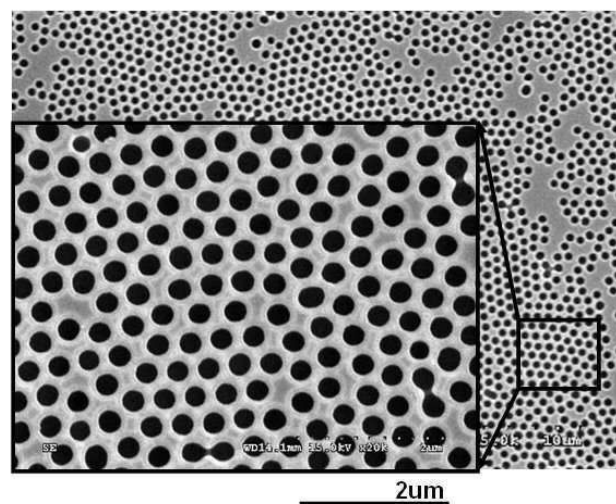
도면5



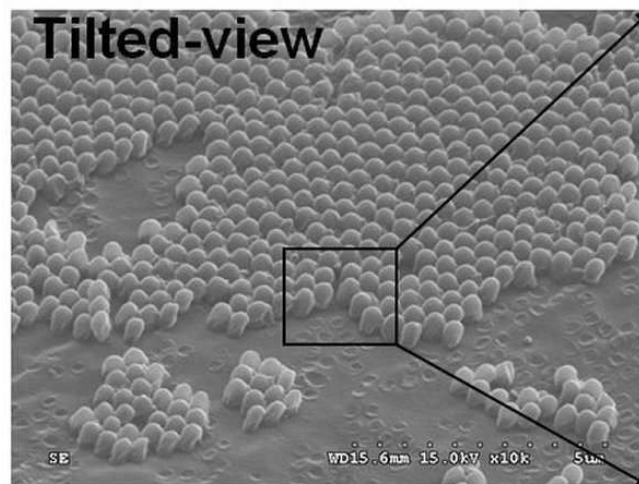
도면6



도면7



도면8a



도면8b

