(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0078142
(43) 공개일자 2009년07월17일

(51) Int. Cl.
H01L 21/027 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0003951
(22) 출원일자 2008년01월14일
심사청구일자 2008년01월14일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
이헌
서울 노원구 월계동 그랑빌아파트 122-1205
홍성훈
서울 동대문구 제기동 벽산아파트 103동 1902호
양기연
서울 동작구 사당2동 극동아파트 102동 1003호
(74) 대리인
특허법인아주

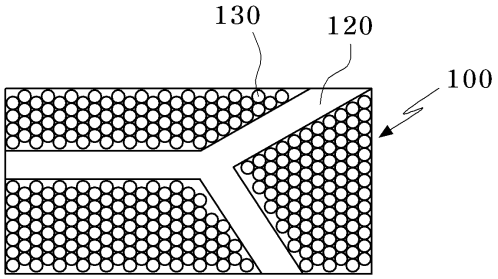
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 광결정 광학 소자의 제조 방법

(57) 요 약

본 발명은 광결정 광학 소자의 제조 방법에 관한 것으로, 종래의 기술에서 광결정 광학 소자를 제조하는 공정이 매우 까다롭고, 고가의 극자외선 리소그래피(DUV lithography) 또는 이빔리소그래피(e-beam lithography) 장비를 사용하여 제조 비용이 증가하고 상용화가 어려워지는 문제를 해결하기 위하여, 소수성 자기조립단분자막(Self Assembled Monolayer; 이하 SAM) 패턴을 이용한 나노 스피어의 리소그래피 공정으로 임프린팅 스탬프를 제작한 후 이를 이용하여 고분자 기반의 광결정 광학 회로 또는 고굴절률 물질을 기반으로한 광결정 광학 회로를 제조함으로써, 광결정 광학 소자 제조 비용을 감소시키고, 더 다양한 광학 회로를 더 용이하게 제조할 수 있도록 하는 발명에 관한 것이다.

대 표 도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

기판 상에 소수성을 갖는 자기조립단분자막(Self Assembled Monolayer; 이하 SAM) 패턴을 형성하는 단계;

상기 SAM 패턴에 의해 노출되는 기판 상에 나노 스피어 리소그래피법(Nano Sphere Lithography)으로 구형 입자들을 형성하는 단계;

상기 SAM 패턴을 제거한 후 산소 리액티브 이온 에칭(Oxygen Reactive Ion Etching) 공정을 이용하여 상기 구형 입자들의 크기를 감소시키는 단계; 및

상기 구형 입자들을 마스크로 상기 기판 일부를 식각한 후 상기 구형 입자들을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 임프린팅 스탬프 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 SAM 패턴은 광결정 광학 회로를 정의하는 패턴을 사용하는 것을 특징으로 하는 임프린팅 스탬프 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 산소 리액티브 이온 에칭 공정으로 상기 구형 입자의 반경을 200㎚ ~ 2㎛ 크기로 감소시키는 것을 특징으로 하는 광결정 광학 소자의 제조 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 구형 입자들을 제거하는 단계 이후에 상기 기판 표면에 보호막을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 임프린팅 스탬프 제조 방법.

청구항 5

반도체 기판 상에 고분자 물질층을 형성하는 단계;

청구항 제 1 항에 기재된 임프린팅 스탬프를 이용하여 상기 고문자 물질층을 압착하고, 나노 임프린트 리소그래피 공정을 수행하는 단계; 및

상기 임프린팅 스탬프를 제거하고, 광결정 광학 회로를 정의하는 고분자 물질 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광결정 광학 소자의 제조 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 고분자 물질층은 GaAs, InP, TiO2, ZnO 및 이들의 화합물 중 선택된 어느 하나를 사용하여 형성하는 것을 특징으로 하는 광결정 광학 소자의 제조 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 광결정 광학 회로는 광결정 도파로 제작에 사용되는 것을 특징으로 하는 광결정 광학 소자의 제조 방법.

청구항 8

반도체 기판 상에 고굴절 물질층 및 고분자 물질층을 순차적으로 형성하는 단계;

청구항 제 1 항에 기재된 상기 임프린팅 스탬프를 상기 고분자 물질층 상에 위치시키는 단계;

상기 임프린팅 스탬프를 상기 고분자 물질층에 압착시키고, 임프린트 리소그래피 공정을 수행하는 단계;

상기 임프린팅 스탬프를 제거하여 광결정 광학 회로를 정의하는 고분자 물질 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 고분자 물질 패턴을 이용하여 고굴절 물질층을 식각한 후 고분자 물질 패턴을 제거하여 광결정 광학 회로를 정의하는 고굴절 물질 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광결정 광학 소자의 제조 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 광결정 광학 소자를 제조하는 공정은 매우 까다롭고, 고가의 극자외선 리소그래피(DUV lithography) 또는 이빔리소그래피(e-beam lithography) 장비를 사용하여 제조 비용이 증가하는 문제를 해결하여 광결정 광학 소자 제조 비용을 감소시키고, 더 다양한 광학 회로를 더 용이하게 제조할 수 있도록 하는 발명에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 광결정은 광파장에 해당하는 주기를 가지고 굴절률이 공간적으로 변하는 인공적인 구조물로, 이러한 주기적인 굴절률의 변화로 인하여 광이 다중반사를 일으킴에 따라 광결정 내부로 광이 전파되지 않고 모두 반사되어 버리는 광자띠 간격이 형성된다. 이러한 광결정 내부에 주기적인 특성이 깨어진 국소적 결함을 만들어주면 그로 인하여 그 국소적 결함 주위에 강하게 극소화되는 광 결함 모드가 생긴다. 이러한 결함모드의 주파수는 국소적 결함을 적절히 설계함으로써 조절 가능하고, 위와 같은 결함모드를 임의적으로 조절하여 다양한 광결정 광학 소자를 제작할 수 있다.

<3> 이러한 광결정 결함모드를 이용하여 만들 수 있는 소자 중에 하나로 광 도파로(optical waveguide)를 들 수 있다. 기존의 유전체나 광섬유를 이용한 도파로는 기본적으로 내부 전반사를 이용한 것이다. 이 때문에 도파되는 방향이 급하게 바뀌는 경우 도파되는 광 에너지는 도파로를 따라 대부분 전달되지 못하고 외부로 소실되어 버린다. 예를 들면, 광섬유가 90도로 꺾이는 경우 도파되는 에너지의 대략 30% 정도만 90도 코너를 돌아 전달된다. 이런 특성은 광의 도파 방향이 심하게 바뀔 수밖에 없는 광집적 회로 구현에 있어 반드시 해결되어야 할 문제이며 앞으로 정보화 사회의 기반이 될 초고속 통신을 위해서도 반드시 해결되어야 한다. 광섬유의 도파 손실은 내부 전반사에 의한 도파 원리로부터 기인하기 때문에 문제 해결을 위해서는 새로운 개념의 도파 원리를 적용하여야한다.

<4> 광결정 도파로는 광결정의 국소결함에 강하게 구속되는 결함모드를 이용하는 것이다. 국소결함을 한 방향으로 나열하면 결함모드의 광은 그 방향에 수직한 방향으로는 구속되어 있고 나열된 방향으로는 구속되지 않아 광이 국소결함이 나열된 방향으로는 도파되는 특성을 가진다. 이러한 특성은 굴곡이나 심한 꺾임이 있다고 하더라도 변하지 않으므로 광결정 도파로를 이용하면 심지어 90도에 가깝게 꺾이는 코너에서도 광을 효과적으로 도파할 수 있을 것이라 예상되었으며 최근 그 가능성이 실험적으로 보고되었다. 광결정 도파로의 이러한 특성은 도파로의 접합으로 생기는 누화(cross-talk) 현상을 완화시키고 도파관으로 이루어진 다양한 광소자의 성능을 향상시키며 크기를 줄이는데 유용하게 사용된다. 예를 들면, 광분배기는 광신호를 나누는데 사용되는 소자로 광통신에 있어서 필수적이다. 광분배기에서 광신호가 나누어지려면 분배기를 구성하는 도파관에 곡률이 항상 있어야 하므로 기존의 도파관으로는 곡률에 의한 손실을 피할 수 없었다. 손실을 다소라도 줄이기 위해서는 도파로의 곡률이 항상 있으므로 기존의 도파관으로는 곡률에 의한 손실을 피할 수 없었다. 손실을 다소라도 줄이기 위해서는 도파로의 곡률을 완만히 변화시켜야 하는데, 이것은 광 분배기의 전체적인 크기를 증가시키는 단점이 있다. 이러한 기존의 광 분배기가 가지는 한계는 심한 꺾임에도 손실 없이 광을 도파하는 광결정 도파관을 이용하여 해결할 수 있는 것이다.

<5> 일반적으로 연속적인 구조를 형성하여 광결정을 형성하기 위해서는 높은 굴절률을 지니고 있는 물질을 사용하여 높은 종횡비(aspect ratio)를 갖는 광결정 구조를 제작하여야 한다. 이러한 요구를 만족하는 것으로는 GaAs, InP, TiO2 또는 ZnO 과 같이 세라믹 물질들이 대부분이다. 이러한 세라믹 물질을 광과 반응하는 200㎚ ~ 2㎛ 크기로 패터닝하기 위해서는 극자외선 리소그래피(DUV lithography), 이빔 리소그래피(e-beam lithography) 또는 리액티브 이온 에칭(Reactive ion etching) 장비 등의 고가의 반도체 장비를 사용하여야 한다. 또는, 자기정렬

(self-assembly)을 이용한 나노 입자 및 나노 와이어의 성장 혹은 증착법을 이용하게 된다. 그러나, 자기정렬(self-assembly) 기술은 간단하게 광결정을 제작 할 수는 있지만 원하는 부분에 임의로 결함을 형성시켜 광결정의 결함모드를 사용하는 회로를 제작하기 어려운 문제가 있다.

<6> 이러한 문제를 해결하기 위해 쉽게 다양한 형상의 패턴이 제작 가능하고 적절한 굴절률을 지니는 고분자 물질을 기반으로 하는 광결정 회로에 대한 연구가 진행되고 있지만 여전히 고분자 기반의 광결정 회로 제작을 위하여 고가의 극자외선 리소그래피(DUV lithography) 또는 이빔리소그래피(e-beam lithography) 장비를 사용하여 패턴을 형성하고 있어 이를 상용화하는데에는 어려움이 따르고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<7> 본 발명은 소수성 자기조립단분자막(Self Assembled Monolayer; 이하 SAM) 패턴을 이용한 나노 스피어의 리소그래피 공정으로 임프린팅 스탬프를 제작한 후 이를 이용하여 고분자 기반의 광결정 광학 회로 또는 고굴절률 물질을 기반으로한 광결정 광학 회로를 제조함으로써, 광결정 도파로와 같은 광학 소자 제조 비용을 감소시키고, 더 다양한 광학 회로를 제조할 수 있도록 하는 광결정 광학 소자 제조 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제 해결수단

<8> 본 발명에 따른 임프린팅 스탬프 제조 방법은 기판 상에 소수성을 갖는 자기조립단분자막(Self Assembled Monolayer; 이하 SAM) 패턴을 형성하는 단계와, 상기 SAM 패턴에 의해 노출되는 기판 상에 나노 스피어 리소그래피법(Nano Sphere Lithography)으로 구형 입자들을 형성하는 단계와, 상기 SAM 패턴을 제거한 후 산소 리액티브 이온 에칭(Oxygen Reactive Ion Etching) 공정을 이용하여 상기 구형 입자들의 크기를 감소시키는 단계 및 상기 구형 입자들을 마스크로 상기 기판 일부를 식각한 후 상기 구형 입자들을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<9> 여기서, 상기 SAM 패턴은 광결정 광학 회로를 정의하는 패턴을 사용하는 것을 특징으로 하고, 상기 산소 리액티브 이온 에칭 공정으로 상기 구형 입자의 반경을 200㎚ ~ 2㎛ 크기로 감소시키는 것을 특징으로 하고, 상기 구형 입자들을 제거하는 단계 이후에 상기 기판 표면에 보호막을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

<10> 아울러, 본 발명의 일 실시예에 따른 광결정 광학 소자의 제조 방법은 반도체 기판 상에 고분자 물질층을 형성하는 단계와, 청구항 제 1 항에 기재된 임프린팅 스탬프를 이용하여 상기 고문자 물질층을 압착하고, 나노 임프린트 리소그래피 공정을 수행하는 단계 및 상기 임프린팅 스탬프를 제거하고, 광결정 광학 회로를 정의하는 고분자 물질 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<11> 여기서, 상기 고분자 물질층은 GaAs, InP, TiO2, ZnO 및 이들의 화합물 중 선택된 어느 하나를 사용하여 형성하는 것을 특징으로 하고, 상기 광결정 광학 회로는 광결정 도파로 제작에 사용되는 것을 특징으로 한다.

<12> 아울러, 본 발명의 다른 실시예에 다른 광결정 광학 소자의 제조 방법은 반도체 기판 상에 고굴절 물질층 및 고분자 물질층을 순차적으로 형성하는 단계와, 청구항 제 1 항에 기재된 상기 임프린팅 스탬프를 상기 고분자 물질층 상에 위치시키는 단계와, 상기 임프린팅 스탬프를 상기 고분자 물질층에 압착시키고, 임프린트 리소그래피 공정을 수행하는 단계와, 상기 임프린팅 스탬프를 제거하여 광결정 광학 회로를 정의하는 고분자 물질 패턴을 형성하는 단계 및 상기 고분자 물질 패턴을 이용하여 고굴절 물질층을 식각한 후 고분자 물질 패턴을 제거하여 광결정 광학 회로를 정의하는 고굴절 물질 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

효 과

<13> 본 발명에 따른 광결정 광학 소자 제조 방법은 소수성 자기조립단분자막(Self Assembled Monolayer; 이하 SAM) 패턴을 이용한 나노 스피어의 리소그래피 공정으로 임프린팅 스탬프를 제작한 후 이를 이용하여 고분자 기반의 광결정 광학 회로 또는 고굴절률 물질을 기반으로한 광결정 광학 회로를 제조함으로써, 종래 기술에서 사용되는 고가의 극자외선 리소그래피(DUV lithography) 또는 이빔리소그래피(e-beam lithography) 장비를 사용하고 광결정 도파로와 같은 광학 소자를 용이하게 제조 할 수 있도록 하므로 제조 비용을 감소시키고, 더 다양한 광학 회로를 제조할 수 있도록 하는 효과를 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<14> 나노 과학의 발전에 따라 규칙적이고 미세한 입자들을 배열하는 방법에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 이러한 연구 경향을 반영하여, 바텀 업(bottom up) 또는 톱 다운(top dowm) 방식에 의해 원하는 입자 배열이나 층 구조를 제조하는 방법이 개발되고 있다. 이런 방법 중에 하나로 나노 스피어 리소그래피 공정이 있다.

<15> 나노 스피어 리소그래피 공정에 따르면, 자연적으로 생성되는 2차원 박막을 이용하여 마이크로 미터 이하 크기의 구형 입자들의 연속된 배열을 형성한다.

<16> 다음에는, 상기 연속된 배열의 구형 입자들은 증착 마스크로 사용한다.

<17> 1986년 Deckman은 평탄한 실리콘 기판 위에 지름이 약 0.8 ㎛인 구형 폴리스티렌(polystyren) 입자들을 스핀 코팅(spin coating)법으로 도포하여 최대 105 개 정도의 폴리스티렌 입자들이 단단히 배열된 벌집 구조를 갖는 2차원 단층 결정을 제조하였다고 보고한 바 있다. 이러한 "자연적 리소그래피(Natural Lithography)" 기법으로 형성된 단층 결정체를 증착마스크로 사용하여 금속, 산화물 또는 유기 화합물들의 나노 크기의 패턴을 제조할 수 있다. Van Duyne과 공동 연구자들은 수백 나노 미터의 지름을 가진 폴리스티렌 구형 입자들을 운모와 유리 표면 상에 스핀 코팅으로 도포하여 2차원 단층 및 이층 배열을 형성하고 이를 증착 마스크로 하여 은을 증착하였다. 그 다음에 증착 마스크를 제거하여 은 입자로 이루어진 패턴을 제조하였다.

<18> 구형의 폴리스티렌 입자외에도 구형의 실리콘 입자를 이용하여 패턴을 제조한 예가 보고되었으며, 단백질 분자를 이용하여 10 나노미터 정도 크기의 입자들의 배열을 제조한 예도 있다. 또한, 나노 스피어 리소그래피 공정은 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode)용 박막 제조에 이용될 수도 있다. 이러한 나노스피어 리소그래피법은 다른 패턴 형성 방법에 비하여 공정이 간단하고 비용이 저렴하며 도포되는 물질에 거의 제약이 없는 장점을 가지고 있다.

<19> 따라서, 본 발명은 상술한 나노 스피어 리소그래피 공정을 이용한다.

<20> 본 발명에 따른 광결정 광학 소자의 제조 방법은 먼저 기판 상부에 소수성 자기조립단분자막(SAM) 패턴과 나노 스피어 리소그래피 공정을 이용하여 구형 입자들로 구성된층을 형성하고 이를 이용하여 임프린팅 스탬프를 제작한다. 다음에는, 임프린팅 스탬프를 이용하여 임프린트 리소그래피 공정을 진행함으로써 종래의 극자외선 리소그래피(DUV lithography) 또는 이빔리소그래피(e-beam lithography) 장비보다 더 저렴한 제조 비용 및 더 간소화된 공정을 통해 광결정 광학 회로를 제조할 수 있다.

<21> 도 1a 내지 도 1d는 본 발명에 따른 임프린팅 스탬프 제조 방법을 도시한 단면도들이다.

<22> 도 1a를 참조하면, 임프린팅 스탬프의 본체가 되는 기판(100) 상부에 μCP (micro contact printing) 또는 포토 리소그래피(photo-lithography) 공정을 이용하여 광결정 결함모드를 통해 광이 이동하는 영역을 정의하는 SAM 패턴(120)을 형성한다.

<23> 도 1b를 참조하면, 나노 스피어 리소그래피 공정을 이용하여 SAM 패턴(120)에 의해 노출되는 기판(100) 상부에 구형 입자들(130)을 형성한다. 이때, 소수성의 성질을 지니는 SAM 패턴(120) 상부에는 구형 입자들(130)이 증착되지 않고 상대적으로 친수성 성질을 지니는 기판 상에만 증착되므로 공정을 용이하게 진행할 수 있다.

<24> 도 1c를 참조하면, SAM 패턴(120)을 제거하고, 산소 리엑티브 이온 에칭(oxygen Reactive ion etching) 공정을 이용하여 구형 입자들의 크기를 조절한다. 여기서, 크기가 감소된 구형 입자들(140)은 하드마스크 기능을 수행하게 된다. 이때, 크기가 감소된 구형 입자들(140)의 크기는 광결정 도파로에서 주로 사용하는 파장과 긴밀한 작용을 이루게하기 위해 200nm ~ 2㎛ 크기의 반경을 갖는 구형 입자들을 사용한다.

<25> 여기서, 크기가 감소된 구형 입자들(140)은 광 결정 구조를 구현하는 패턴이 된다. 이때, 패턴 사이의 간격과 패턴 지름의 크기에 따라 매우 다른 광학적 성질을 나타내고, 패턴과 패턴이 서로 접하고 있으면 광결정 구조가 형성되지 않게 된다. 따라서, 패턴과 패턴 사이의 간격 및 패턴의 지름을 결정하는 구형 입자들(140)의 크기 감소는 매우 중요한 공정이 된다.

<26> 도 1d를 참조하면, 크기가 감소된 구형 입자들(140)을 마스크로 기판(100)을 식각하여 광결정 광학 회로용 패턴(150)을 포함하는 임프린팅 스탬프를 형성한다.

<27> 도 2는 본 발명에 따른 임프린팅 스탬프 제조 방법을 도시한 평면도로, 상기 도 1b의 공정에 대한 평면도이다.

<28> 도 2를 참조하면, 기판(100) 상부에 광결정 결함모드를 통해 광이 이동하는 영역에 SAM 패턴(120)이 형성되고,

그 이외의 영역에 나노 스피어 리소그래피 공정을 이용하여 형성한 구형 입자들(130)이 형성된다.

<29> 여기서, 구형 입자들(130)은 SAM 패턴(120)을 제외한 영역에 선택적으로 형성된다. 이것은 소수성의 SAM 패턴 영역은 표면에너지가 매우 낮고 반면에 SAM 패턴이 없는 영역은 상대적으로 표면에너지가 높기 때문에 표면에너지가 낮은 SAM 패턴 위의 구형 입자들이 SAM 패턴이 없는 영역으로 이동함으로써 가능하게 되는 것이다.

<30> 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 광결정 광학 소자의 제조 방법을 도시한 단면도들이다.

<31> 도 3a를 참조하면, 반도체 기판(200) 상에 고분자 물질층(220)을 형성하고, 상기 도 1a 내지 도 1d의 공정을 거쳐 제조한 임프린팅 스탬프(260)를 고분자 물질층(220) 상에 위치시킨다. 이때, 고분자 물질층(220)은 GaAs, InP, TiO2, ZnO 및 이들의 화합물 중 선택된 어느 하나를 사용하여 형성하는 것이 바람직하나, 반드시 이들에만 한정되는 것은 아니다.

<32> 도 3b를 참조하면, 임프린팅 스탬프(260)를 고문자 물질층(220)에 압착시키고, 나노 임프린트 리소그래피 공정을 수행하여, 광결정 광학 회로를 정의하는 패턴을 포함하는 고분자 물질층(225)을 형성한다.

<33> 이때, 임프린팅 스탬프(260)의 표면에 보호막(270)을 형성한 상태에서 나노 임프린트 리소그래피 공정을 수행하는 것이 바람직하다.

<34> 나노 임프린트 리소그래피 기술은 기본적으로 임프린팅 스탬프(260)의 패턴을 고분자 물질층(220)으로 전사시키는 기술인데, 이때 임프린팅 스탬프(260)와 고분자 물질층(220)의 원활한 분리를 위해서는 임프린팅 스탬프(260)와 고분자 물질층(220)이 접하는 부분의 표면에너지가 매우 낮아야 한다. 이를 위해서 소수성 SAM 혹은 소수성 고분자 물질을 임프린팅 스탬프(260)의 표면에 보호막(270)의 형태로 형성시켜 사용하는 것이다. 이러한 보호막(270)이 없는 경우에는 후속의 분리 공정시에 임프린팅 스탬프(270)에 고분자 물질층(220)이 붙어 패턴이 제대로 형성되지 않는 문제가 발생할 수 있다.

<35> 도 3c를 참조하면, 임프린팅 스탬프(260)를 제거하여 광결정 광학 회로를 정의하는 고분자 물질 패턴(230)을 형성한다.

<36> 여기서는 임프린팅 스탬프(260)에 광결정을 정의하는 패턴이 양각형태로 형성되어 있으므로, 고분자 물질 패턴(230)은 음각형태의 광결정들을 포함한다. 따라서, 양각형태의 광결정들을 포함하는 고분자 물질 패턴을 형성하는 경우에는 별도의 마스크 공정을 이용하여 수행하면 된다.

<37> 이와 같이, 형성된 고분자 기반의 광결정 광학 회로는 광 도파로 제작을 용이하게 수행할 수 있게 해준다.

<38> 도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광결정 광학 소자의 제조 방법을 도시한 단면도들로, 고굴절률 기반의 광결정 광학 회로 제조 방법을 도시한 것이다.

<39> 도 4a를 참조하면, 반도체 기판(300) 상에 고굴절 물질층(320) 및 고분자 물질층(330)을 순차적으로 형성하고, 상기 도 1a 내지 도 1d의 공정을 거쳐 제조한 임프린팅 스탬프(360)를 고분자 물질층(330) 상에 위치시킨다. 이때, 고굴절 물질층(320)을 안전하게 패터닝 하기 위하여 고굴절 물질층(320) 상부에 하드마스크층을 더 형성할 수 있다.

<40> 도 4b를 참조하면, 임프린팅 스탬프(360)를 고분자 물질층(330)에 압착시키고, 임프린트 리소그래피 공정을 수행한다.

<41> 도 4c를 참조하면, 임프린팅 스탬프(360)를 제거하여 광결정 광학 회로를 정의하는 고분자 물질 패턴(340)을 형성한다.

<42> 도 4d를 참조하면, 고분자 물질 패턴(340)을 이용하여 고굴절 물질층(330)을 식각한 후 고분자 물질 패턴(340)을 제거하여 광결정 광학 회로를 정의하는 고굴절 물질 패턴(350)을 형성한다. 이때, 고굴절 물질층(330)을 모두 패터닝 하는 것이 아니라 상측 일부만 패터닝한다. 따라서, 다음에는 광결정 광학 회로를 정의하는 고굴절 물질 패턴(350)을 포함하는 고굴절 물질층(325)을 이용하여 광결정 도파로와 같은 광결정 광학 소자를 제조한다.

<43> 이상에서는 본 발명의 일 실시예를 중심으로 설명하였지만, 당업자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서, 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

<44> 도 1a 내지 도 1d는 본 발명에 따른 임프린팅 스탬프 제조 방법을 도시한 단면도들.

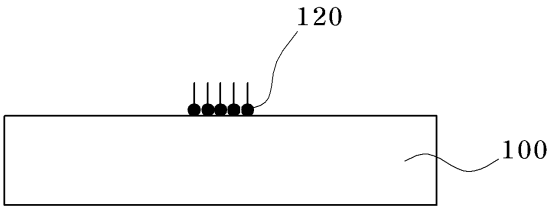
<45> 도 2는 본 발명에 따른 임프린팅 스탬프 제조 방법을 도시한 평면도.

<46> 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 광결정 광학 소자의 제조 방법을 도시한 단면도들.

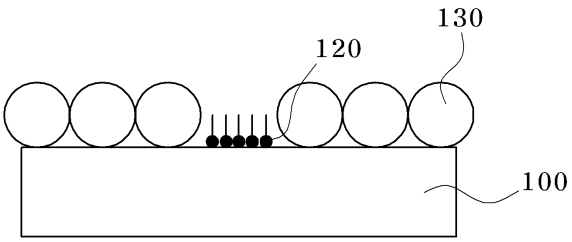
<47> 도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광결정 광학 소자의 제조 방법을 도시한 단면도들.

도면

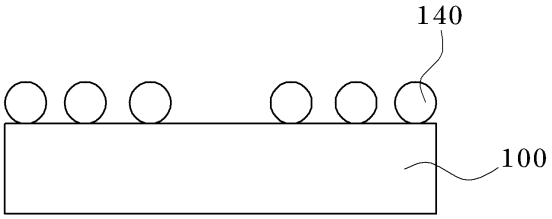
도면1a



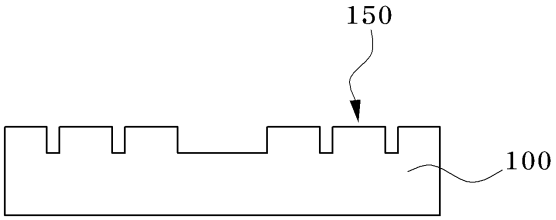
도면1b



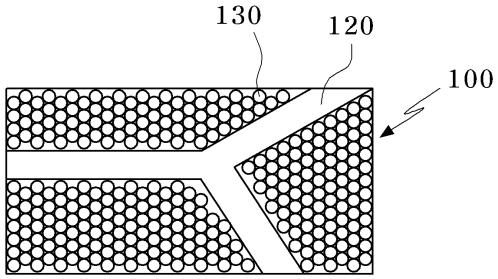
도면1c



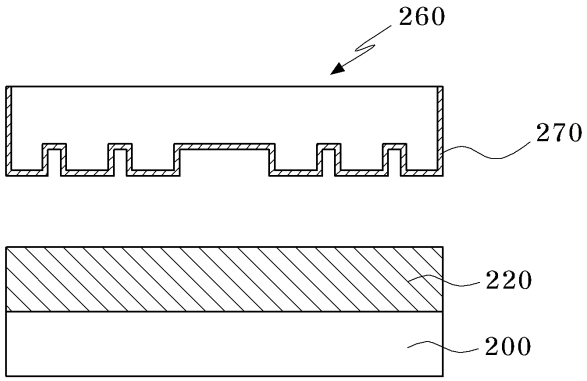
도면1d



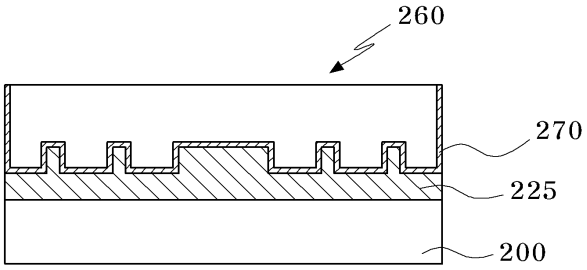
도면2



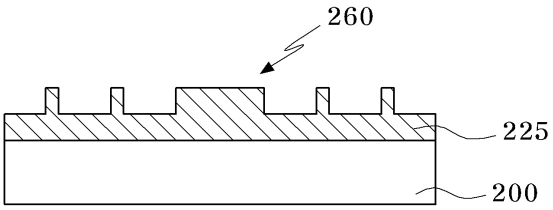
도면3a



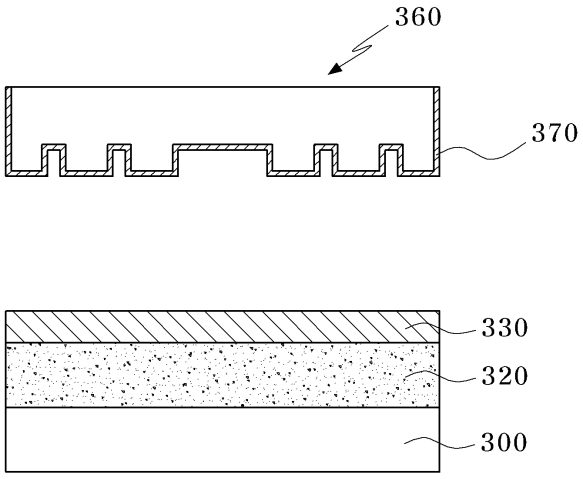
도면3b



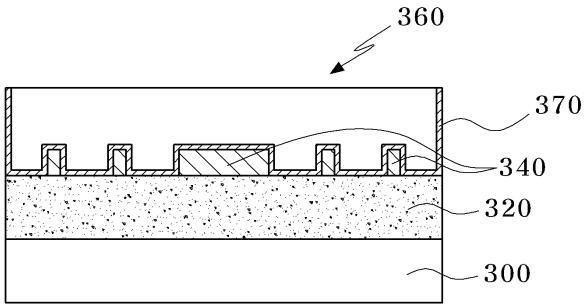
도면3c



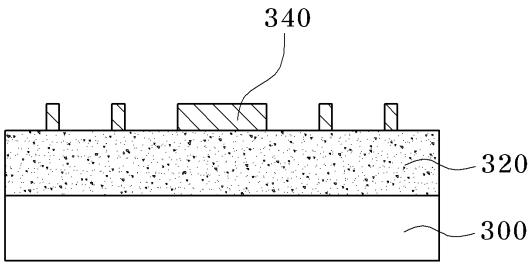
도면4a



도면4b



도면4c



도면4d

