



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월24일  
(11) 등록번호 10-1941640  
(24) 등록일자 2019년01월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01P 11/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01P 11/008 (2013.01)  
H01P 11/001 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0162803  
(22) 출원일자 2017년11월30일  
심사청구일자 2017년11월30일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020140028677 A  
KR101553978 B1  
KR1020080002288 A  
JP2014065805 A

(73) 특허권자  
서강대학교산학협력단  
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)  
(72) 발명자  
이정철  
서울특별시 강남구 선릉로 221 204동 1202호  
윤여원  
서울특별시 영등포구 당산로 214, 419동 2101호  
(74) 대리인  
지현조

전체 청구항 수 : 총 17 항

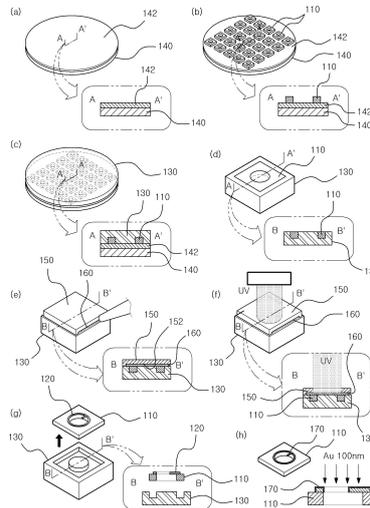
심사관 : 김상철

(54) 발명의 명칭 **고분자 공진 구조물 및 그 제조방법**

(57) 요약

공진 구조물을 형성하는 고분자 공진기의 제조방법은, 베이스 패턴의 상면이 노출되도록 베이스 패턴을 수용하는 제1 고분자층을 제공하는 단계, 제1 고분자층 상에 제공되며 베이스 패턴의 상부에 미세 박막 공간을 형성하는 고분자 커버를 형성하는 단계, 미세 박막 공간에 액상의 자외선 경화 수지를 충전하는 단계, 소정의 마스크 패턴에 따라 미세 박막 공간에 있는 액상의 자외선 경화 수지를 선택적으로 경화시켜 베이스 패턴과 일체를 이루는 공진 패턴을 형성하는 단계, 및 제1 고분자층과 고분자 커버로부터 일체화된 공진 패턴과 베이스 패턴을 분리하는 단계를 구비한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017R1A4A1015564  
 부처명 과학기술정보통신부  
 연구관리전문기관 재단법인 한국연구재단  
 연구사업명 기초연구실지원사업  
 연구과제명 급속 정밀 냉각 기반 신경 신호전달 모델링 및 제어 기초연구실  
 기 여 율 1/2  
 주관기관 울산과학기술원 산학협력단  
 연구기간 2017.06.01 ~ 2018.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201731024  
 부처명 미래창조과학부  
 연구관리전문기관 재단법인 한국연구재단  
 연구사업명 중견연구자지원사업  
 연구과제명 가역 재구성 가능한 사차원 나노구조를 위한 유-무기 하이브리드 나노스케일  
 기 여 율 1/2  
 주관기관 서강대학교 산학협력단  
 연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

공지예외적용 : 있음

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

공진 구조물을 형성하는 고분자 공진기의 제조방법에 있어서,

베이스 패턴의 상면이 노출되도록 상기 베이스 패턴을 수용하는 제1 고분자층을 제공하는 단계;

상기 제1 고분자층 상에 제공되며 상기 베이스 패턴의 상부에 미세 박막 공간을 형성하는 고분자 커버를 형성하는 단계;

상기 미세 박막 공간에 액상의 자외선 경화 수지를 충전하는 단계;

소정의 마스크 패턴에 따라 상기 미세 박막 공간에 있는 액상의 상기 자외선 경화 수지를 선택적으로 경화시켜 상기 베이스 패턴과 일체를 이루는 공진 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 제1 고분자층 및 상기 고분자 커버로부터 일체화된 상기 공진 패턴과 상기 베이스 패턴을 분리하는 단계를 구비하는 공진 구조물의 제조방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 베이스 패턴을 수용하는 상기 제1 고분자층을 제공하는 단계는,

제2 고분자층을 제공하는 단계;

상기 제2 고분자층의 일면에 경계층을 형성하는 단계;

상기 경계층 상에 적어도 하나의 상기 베이스 패턴을 배치하는 단계;

상기 경계층 상에 상기 베이스 패턴을 수용하는 상기 제1 고분자층을 형성하는 단계; 및

상기 경계층의 경계로 상기 베이스 패턴과 상기 제1 고분자층을 상기 제2 고분자층으로부터 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물의 제조방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 경계층은 상기 제2 고분자층의 상기 일면을 실란 처리하여 형성되는 것을 특징으로 하는 공진 구조물의 제조방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 베이스 패턴과 일체화된 상기 공진 패턴 상면 중 전부 또는 일부에 반사 코팅을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물의 제조방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 베이스 패턴은 중앙에 기둥 형상의 적어도 하나의 빈 공간을 포함하며,

상기 공진 패턴은 상기 빈 공간의 입구 주변으로 형성된 링 베이스 및 상기 링 베이스로부터 상기 빈 공간의 입구 상으로 연장된 캔틸레버를 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물의 제조방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 베이스 패턴은 중앙에 기둥 형상의 적어도 하나의 빈 공간을 포함하며,

상기 공진 패턴은 상기 빈 공간의 입구 주변으로 형성된 링 베이스 및 상기 빈 공간의 입구를 가로 질러 상기 링 베이스에 양단이 연결된 브릿지를 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물의 제조방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 베이스 패턴은 중앙에 기둥 형상의 적어도 하나의 빈 공간을 포함하며,

상기 공진 패턴은 상기 빈 공간의 입구 주변으로 형성된 링 베이스, 상기 빈 공간의 입구 상에 위치한 플로팅 플레이트, 및 상기 플로팅 플레이트와 상기 링 베이스를 연결하는 복수의 연결부를 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물의 제조방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 베이스 패턴은 중앙에 기둥 형상의 적어도 하나의 빈 공간을 포함하며,

상기 공진 패턴은 상기 빈 공간의 입구를 덮는 멤브레인을 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물의 제조방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

액상의 상기 자외선 경화 수지를 선택적으로 경화시켜 상기 베이스 패턴과 일체를 이루는 상기 공진 패턴을 형성하는 단계에서,

상기 마스크 패턴을 통과하는 자외선의 세기를 달리하여 강성 구배가 위치에 따라 다른 상기 공진 패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물의 제조방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

디지털 마이크로-미러 디바이스를 포함하는 리소그래피 장비를 이용하여 상기 미세 박박 공간에 충전된 액상의 상기 자외선 경화 수지로 조사되는 자외선의 패턴과 세기를 조절하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물의 제조방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 리소그래피 장비는 회색조 마스크를 이용하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물의 제조방법.

#### 청구항 12

패턴은 중앙에 기둥 형상의 적어도 하나의 빈 공간을 포함하는 베이스 패턴;

상기 베이스 패턴과 결합된 공진 패턴;을 구비하며,

상기 공진 패턴은 자외선 경화 수지를 경화시켜 제공되며,

상기 베이스 패턴과는 별도로 제작되고, 상기 베이스 패턴 상에 일시적으로 저장된 액상의 자외선 경화 수지를 선택적으로 경화시켜 상기 베이스 패턴과 일체를 이루는 것을 특징으로 하는 공진 구조물.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 베이스 패턴과 일체화된 상기 공진 패턴 상면 중 전부 또는 일부에 형성된 반사 코팅을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물.

**청구항 14**

제12항에 있어서,

상기 공진 패턴은 상기 빈 공간의 입구 주변으로 형성된 링 베이스 및 상기 링 베이스로부터 상기 빈 공간의 입구 상으로 연장된 캔틸레버를 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물.

**청구항 15**

제12항에 있어서,

상기 공진 패턴은 상기 빈 공간의 입구 주변으로 형성된 링 베이스 및 상기 빈 공간의 입구를 가로 질러 상기 링 베이스에 양단이 연결된 브릿지를 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물.

**청구항 16**

제12항에 있어서,

상기 공진 패턴은 상기 빈 공간의 입구 주변으로 형성된 링 베이스, 상기 빈 공간의 입구 상에 위치한 플로팅 플레이트, 및 상기 플로팅 플레이트와 상기 링 베이스를 연결하는 복수의 연결부를 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물.

**청구항 17**

제12항에 있어서,

상기 공진 패턴은 상기 빈 공간의 입구를 덮는 멤브레인을 포함하는 것을 특징으로 하는 공진 구조물.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 고분자 재료를 이용한 공진 구조물 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 입체적인 공진기의 구조를 복합 소재의 기판으로 구현하는 공진 구조물 및 그 제조방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 2005년 Johansson, A. 등이 Sensors and Actuators A: Physical에서 발표한 "SU-8 cantilever sensor system with integrated readout"(123, 111-115)에 따르면, 고분자를 이용한 캔틸레버 센서의 개발에 대한 내용이 있다.

[0003] 또한, 2016년 Lee, J. S. 등이 Nature communications에서 발표한 " Multifunctional hydrogel nano-probes for atomic force microscopy"(7, 11566.)에 따르면, 기존 하이드로젤 기반의 탐침이 보고된 바 있다.

[0004] 하지만, 위와 같은 고분자 재료의 공진기, 캔틸레버 또는 탐침은 단일 재료를 사용하고 있기 때문에 제작할 수 있는 형상이 제한되며, 제작의 편리함이나 자유도가 제한을 받는 한계가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명은 위와 같은 문제점을 극복하기 위한 것으로서, 고분자 재료를 이용하여 공진 구조물을 복합 재료 또는 분리된 공정으로 생산할 수 있는 제조방법 및 그 공진 구조물을 제공한다.

[0006] 본 발명은 제작이 용이하며 제작할 수 있는 형상의 자유도가 높은 공진 구조물 및 그 제조방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 상술한 본 발명의 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 공진 구조물을 형성하는 고분

자 공진기의 제조방법은, 베이스 패턴의 상면이 노출되도록 베이스 패턴을 수용하는 제1 고분자층을 제공하는 단계, 제1 고분자층 상에 제공되며 베이스 패턴의 상부에 미세 박막 공간을 형성하는 고분자 커버를 형성하는 단계, 미세 박막 공간에 액상의 자외선 경화 수지를 충전하는 단계, 소정의 마스크 패턴에 따라 미세 박막 공간에 있는 액상의 자외선 경화 수지를 선택적으로 경화시켜 베이스 패턴과 일체를 이루는 공진 패턴을 형성하는 단계, 및 제1 고분자층과 고분자 커버로부터 일체화된 공진 패턴과 베이스 패턴을 분리하는 단계를 구비한다.

[0008] 베이스 패턴을 수용하는 제1 고분자층을 제공하는 단계는, 일면이 평탄한 제2 고분자층을 제공하는 단계, 제2 고분자층의 일면에 경계층을 형성하는 단계, 경계층 상에 적어도 하나의 베이스 패턴을 배치하는 단계, 경계층 상에 베이스 패턴을 수용하는 제1 고분자층을 형성하는 단계, 및 경계층의 경계로 베이스 패턴과 제1 고분자층을 제2 고분자층으로부터 분리하는 단계를 포함할 수 있다. 여기서, 경계층은 제2 고분자층의 일면을 실란 처리하여 형성될 수 있다.

[0009] 베이스 패턴과 일체화된 공진 패턴 상면 중 전부 또는 일부에 반사 코팅을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있으며, 공진 패턴에 빛을 조사하고, 반사되는 빛을 이용하여 공진 패턴의 진동 수를 외부에서 측정할 수가 있다.

[0010] 공진 구조물은 다양한 형상으로 형성될 수 있다. 일 예로, 베이스 패턴은 중앙에 기둥 형상의 적어도 하나의 빈 공간을 포함하도록 제작할 수 있는데, 여기서 공진 패턴은 빈 공간의 입구 주변으로 형성된 링 베이스 및 링 베이스로부터 빈 공간의 입구 상으로 연장된 캔틸레버를 포함할 수 있다.

[0011] 이 외에도, 공진 패턴은 빈 공간의 입구 주변으로 형성된 링 베이스 및 빈 공간의 입구를 가로 질러 링 베이스에 양단이 연결된 브릿지를 포함하도록 형성될 수 있고, 다른 공진 패턴은 빈 공간의 입구 주변으로 형성된 링 베이스, 빈 공간의 입구 상에 위치한 플로팅 플레이트, 및 플로팅 플레이트와 링 베이스를 연결하는 복수의 연결부를 포함하도록 형성될 수 있다.

[0012] 또 다른 상기 공진 패턴은 빈 공간의 입구 전체를 덮는 멤브레인을 포함하도록 형성될 수도 있다.

[0013] 여기서, 상술한 바와 같이, 베이스 패턴에서 빈 공간은 하나 또는 2개 이상 형성될 수 있다.

[0014] 또한, 액상의 자외선 경화 수지를 선택적으로 경화시켜 베이스 패턴과 일체를 이루는 공진 패턴을 형성하는 단계에서, 마스크 패턴을 통과하는 자외선의 세기를 달리하여 강성 구배가 위치에 따라 다른 상기 공진 패턴을 형성할 수도 있다.

[0015] 이를 위해서 디지털 마이크로-미러 디바이스를 포함하는 리소그래피 장비를 이용할 수 있으며, 미세 박막 공간에 충전된 액상의 자외선 경화 수지로 조사되는 자외선의 패턴과 세기를 조절하는 방법도 가능하다. 여기서, 리소그래피 장비는 회색조 마스크를 이용할 수도 있다.

[0016] 상술한 본 발명의 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 공진 구조물은 패턴은 중앙에 기둥 형상의 적어도 하나의 빈 공간을 포함하는 베이스 패턴, 베이스 패턴과 결합된 공진 패턴을 구비할 수 있으며, 공진 패턴은 자외선 경화 수지를 경화시켜 얇은 판상으로 제공되며, 베이스 패턴과는 별도로 제작되며, 베이스 패턴 상에 일시적으로 저장된 액상의 자외선 경화 수지를 선택적으로 경화시켜 베이스 패턴과 일체를 이루도록 할 수 있다.

[0017] 베이스 패턴과 일체화된 공진 패턴 상면 중 전부 또는 일부에 반사 코팅을 형성하여 외부에서도 공진 패턴의 진동 수를 확인할 수 있도록 할 수 있다.

[0018] 공진 패턴은 빈 공간의 입구 주변으로 형성된 링 베이스 및 링 베이스로부터 빈 공간의 입구 상으로 연장된 캔틸레버를 포함할 수 있으며, 이 외에도, 다른 공진 패턴은 빈 공간의 입구 주변으로 형성된 링 베이스 및 빈 공간의 입구를 가로 질러 링 베이스에 양단이 연결된 브릿지를 포함하도록 형성될 수 있고, 또 다른 공진 패턴은 빈 공간의 입구 주변으로 형성된 링 베이스, 빈 공간의 입구 상에 위치한 플로팅 플레이트, 및 플로팅 플레이트와 링 베이스를 연결하는 복수의 연결부를 포함하도록 형성될 수 있다. 또 다른 상기 공진 패턴은 빈 공간의 입구 전체를 덮는 멤브레인을 포함하도록 형성될 수도 있다.

**발명의 효과**

[0019] 본 발명의 공진 구조물 및 그 제조방법은 고분자 재료를 이용하여 공진 구조물을 복합 재료 또는 분리된 공정으로 제공할 수 있다.

[0020] 미세 박막 공간 내의 자외선 경화 수지를 자유롭게 경화시킴으로써 미세한 구조라도 제작이 용이하며, 제작할

수 있는 형상의 자유도가 매우 높다.

[0021] 또한, 자외선 경화 수지의 경화를 이용하기 때문에, 베이스 패턴 상에 공진 패턴을 형성하는 과정이 빠르며, 전반적으로 제작 공정이 신속해질 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진 구조물을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 도 1의 공진 구조물의 제조과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진 구조물을 제조하기 위해 사용될 수 있는 리소그래피 장비를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 도 3의 리소그래피 장비에 사용되는 디지털 마이크로-미러 장치에 표시되는 동적 마스크에 따라 생산 가능한 공진 패턴을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 마스크 패턴의 예들을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 마스크 패턴을 달리함으로써 생성된 공진 패턴의 실제 모양을 설명하기 위한 사진이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진 구조물의 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0023] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 참고로, 본 설명에서 동일한 번호는 실질적으로 동일한 요소를 지칭하며, 이러한 규칙 하에서 다른 도면에 기재된 내용을 인용하여 설명할 수 있고, 당업자에게 자명하다고 판단되거나 반복되는 내용은 생략될 수 있다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진 구조물을 설명하기 위한 도면이고, 도 2는 도 1의 공진 구조물의 제조과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0025] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 공진 구조물(100)은 베이스 패턴(110) 및 베이스 패턴(110) 상에 형성된 공진 패턴(120)을 포함한다. 본 실시예에서 베이스 패턴(110)은 PMMA(poly(methylmethacrylate))와 같은 아크릴 소재로 형성될 수 있으며, 공진 패턴(120)은 PEG-DA(Poly(ethylene glycol) diacrylate)와 같은 자외선 경화 수지 등으로 형성될 수가 있다. 이 외에도 베이스 패턴과 공진 패턴은 대체 가능한 다양한 고분자 물질로 형성될 수 있다.

[0026] 베이스 패턴(110)은 중앙에 기둥 형상의 빈 공간(112)을 포함하도록 제작될 수가 있다. 후술하는 바와 같이, 베이스 패턴(110) 상에 공진 패턴(120)이 형성된 후, 베이스 패턴(110)과 공진 패턴(120)을 제1 고분자층(130)으로부터 분리할 때, 유리하게 적용될 수가 있다. 본 실시예에서는 빈 공간이 베이스 패턴에 하나만 형성되지만, 다른 실시예에서는 필요에 따라 2개 이상도 형성될 수 있다.

[0027] 공진 패턴(120)은 빈 공간(112)의 입구 주변으로 형성된 링 베이스(122) 및 링 베이스(122)로부터 빈 공간의 입구 상으로 연장된 캔틸레버(124)를 포함할 수 있다. 상술한 바와 같이, 공진 패턴(120)은 베이스 패턴(110)과 다른 과정에서 형성되며, 다른 재료로 형성될 수가 있다.

[0028] 도시되어 있지는 않지만, 공진 패턴(120)의 상면에 은 성분의 박막이 형성될 수 있으며, 은 성분의 박막은 약 100nm 정도의 두께로 형성되어 반사 코팅을 형성할 수가 있다.

[0029] 도 1의 공진 구조물(100)은 다음의 제조 과정을 통해서 제작될 수 있다. 본 실시예에서는 제2 고분자층(140)을 이용하여 제1 고분자층(130)에 베이스 패턴(110)을 형성하는 과정을 설명하지만, 다른 실시예에 따르면, (d)와 같이, 베이스 패턴(110)이 제1 고분자층(130)에 수용된 상태에서 진행될 수가 있으며, 제1 고분자층을 물딩으로 이용하여 베이스 패턴을 성형하는 것도 가능하다.

[0030] 도 2의 (a)를 보면, 상면이 평탄한 제2 고분자층(140)이 제공되며, 제2 고분자층(140)의 상면에 경계층(142)이 형성된다. 제2 고분자층(140)은 PDMS 등을 이용할 수 있으며, 경계층(142)을 형성하기 위해서 제2 고분자층(140)의 상면을 실란 처리(silanization)할 수 있다. 이 외에도 추가로 실란 처리 전 또는 후에 플라즈마 처리

를 할 수도 있다.

- [0031] 도 2의 (b)를 보면, 실란 처리된 제2 고분자층(140)의 상면에 베이스 패턴(110)을 배치할 수 있다. 상술한 바와 같이, 베이스 패턴(110)의 중앙에는 상하로 관통하는 빈 공간(112)을 형성할 수 있으며, 목적하는 크기, 예를 들어 가로 및 세로가 약 5mm이고 두께가 약 1.3mm 인 베이스 패턴(110)이 격자 배열로 제공될 수가 있다.
- [0032] 베이스 패턴(110)의 중앙에는 빈 공간을 형성하는 구멍이 제공될 수 있으며, 구멍 가공을 위해 NC 머시닝 등을 이용할 수가 있다.
- [0033] 도 2의 (c)를 보면, 베이스 패턴(110)이 형성된 제2 고분자층(140)의 상면으로 제1 고분자층(130)이 형성될 수 있다. 본 실시예에서는 경화되지 않은 PDMS 또는 탄성 실리콘 액을 부어 제1 고분자층(130)을 형성할 수 있다. 여기서 제1 고분자층(130) 역시 제2 고분자층(140)과 동일한 PDMS로 형성될 수 있지만, 그 외에 다른 재질로도 형성될 수가 있다.
- [0034] 도 2의 (d)를 보면, 베이스 패턴(110)을 포함하는 제1 고분자층(130)을 제2 고분자층(140)으로부터 분리할 수 있다. 베이스 패턴(110)의 일면이 제1 고분자층(130)의 상면과 동일면을 형성할 수 있으며, 외부로 노출될 수 있다.
- [0035] 본 실시예에서는 제1 고분자층(130)이 다이싱된 상태로 설명될 수 있지만, PDMS로 이루어진 제1 고분자층(130) 및 제2 고분자층(140)을 다이싱하지 않은 상태로 전체 판 단위로 진행할 수도 있다.
- [0036] 도 2의 (e)를 보면, 제1 고분자층(130) 상면에 고분자 커버(150)를 배치한다. 고분자 커버(150)도 역시 PDMS를 이용하여 형성될 수 있으며, 베이스 패턴(110)의 상부에 대응하여 이격된 상태를 유지하고, 이격된 간격으로 인해 제1 고분자층(130) 및 고분자 커버(150) 사이에 미세 박막 공간(152)이 형성될 수 있다.
- [0037] 그리고, 미세 박막 공간(152)에 PEG-DA와 같은 자외선 경화 수지(160)를 충전할 수 있다. 미세 박막 공간(152)은 얇게 형성되어 있기 때문에, 자외선 경화 수지(160)는 모세관 현상에 의해서 미세 박막 공간(152) 내부로 쉽게 유입될 수가 있다.
- [0038] 도 2의 (f)를 보면, 미세 박막 공간(152)에 충전된 자외선 경화 수지(160)에 대해 소정의 마스크 패턴에 따라 자외선을 조사할 수 있다. 액상의 자외선 경화 수지(160) 중 자외선이 조사된 부분만 고체로 경화될 수 있으며, 자외선이 조사되지 않은 부분은 액상으로 남아 있을 수 있다.
- [0039] 도 2의 (g)를 보면, 자외선 경화 수지(160)의 경화에 의해서 공진 패턴(120)이 형성될 수 있으며, 공진 패턴(120)은 베이스 패턴(110)과 일체를 이루는 링 베이스(122) 및 링 베이스(122)의 일측에서부터 내부를 향해 연장된 캔틸레버(124)를 포함할 수 있다.
- [0040] 베이스 패턴(110)과 공진 패턴(120)은 일체를 이룰 수 있으며, 도시된 바와 같이, 몰드로서 기능을 한 제1 고분자층(130)으로부터 함께 분리될 수 있다. 고분자의 경화 시 발생하는 PDMS 산소 경화 방해층에 의해서 고분자 커버(150) 및 제1 고분자층(130)으로부터의 기계적인 분리가 용이하다.
- [0041] 도 2의 (h)를 보면, 공진 패턴(120) 중 전부 또는 일부에 대해 은 성분의 반사 코팅(170)을 형성할 수 있다. 반사 코팅(170)은 은(Ag) 외에도 다른 금속 성분 등을 증착, 스퍼터링 등을 통해서 형성될 수가 있으며, 외부에서는 반사 코팅(170)으로 빛이나 레이저를 조사하여 캔틸레버(124)의 진동수를 측정할 수가 있다.
- [0042] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진 구조물을 제조하기 위해 사용될 수 있는 리소그래피 장비를 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 도 3의 리소그래피 장비에 사용되는 디지털 마이크로-미러 장치에 표시되는 동적 마스크에 따라 생산 가능한 공진 패턴을 설명하기 위한 도면이다.
- [0043] 도 3을 참조하면, 리소그래피 장비(200)는 자외선 광원(210), 반사 거울(220), 디지털 미러부(230), 대물 렌즈(240) 및 스테이지(250)를 포함할 수 있다. 디지털 미러부(230)는 수십만개의 미세한 거울을 포함할 수 있으며, 이미지의 픽셀과 같이 대물 렌즈(240)로 전달되는 자외선을 제어하여 스테이지(250) 상에 선택된 패턴의 자외선이 조사되도록 할 수가 있다.
- [0044] 도 4를 참조하면, 디지털 미러부(230)의 동적 마스크는 링 베이스(122) 및 캔틸레버(124)에 대응하는 형상으로 제공될 수 있다(a).
- [0045] 이외에도 공진 패턴(120-1)은 링 베이스(122-1) 및 빈 공간의 입구를 가로 질러 링 베이스(122-1)에 양단이 연결된 브릿지(124-1)를 포함하도록 형성될 수 있으며(b), 다른 공진 패턴(120-2)은 링 베이스(122-2), 빈 공간의

입구 상에 위치한 플로팅 플레이트(124-2), 및 플로팅 플레이트(124-2)와 링 베이스(122-2)를 연결하는 4개의 연결부(126-2)를 포함하도록 형성될 수 있다(c). 또한, 또 다른 공진 패턴(120-3)은 빈 공간의 입구 전체를 덮는 멤브레인(124-3)을 포함하도록 형성될 수도 있다(d).

[0046] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 마스크 패턴의 예들을 설명하기 위한 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 마스크 패턴을 달리함으로써 생성된 공진 패턴의 실제 모양을 설명하기 위한 사진이다.

[0047] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진 구조물의 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0048] 도 7을 참조하면, 마스크 패턴의 회색조 또는 그레이스케일 레벨에 따라 자외선의 강도가 달라지는 것을 확인할 수 있으며(a), 본 실시예에서는 이를 이용하여 그레이스케일을 달리하여 브릿지의 양단부가 상대적으로 작은 강성을 가지도록 하거나 (Gray A) 브릿지의 중앙부가 상대적으로 작은 강성을 가지도록 조절할 수가 있다(Gray B).

[0049] 그 결과 동일한 형상의 공진 패턴에서도 다양한 에너지 강도를 갖는 공진 패턴을 할 수 있으며, 이를 이용하여 다양한 공진 구조물을 형성할 수가 있다.

[0050] 도 7의 (b)를 보면, 그레이 A 및 그레이 B에 따라 자외선의 세기를 부분적으로 달리하여 조사하는 경우를 볼 수 있으며, 그에 따른 공진 패턴의 강성 구배가 위치에 따라 다르게 형성되는 것도 확인할 수 있다.

[0051] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

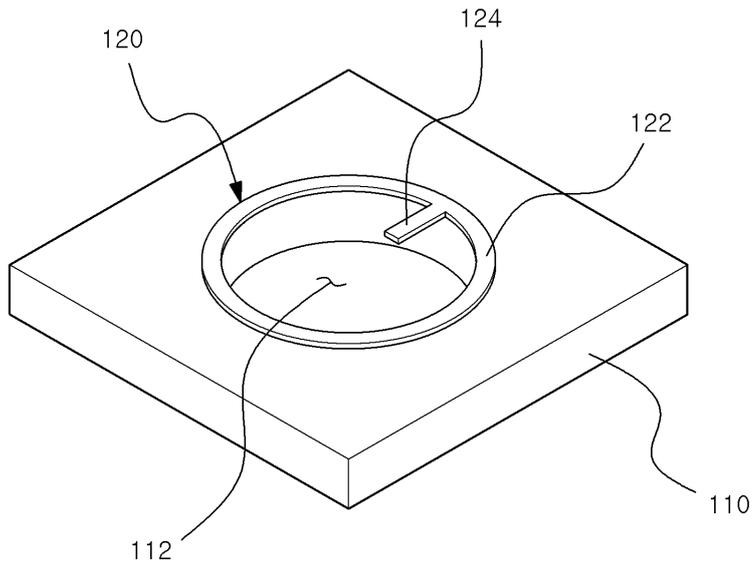
**부호의 설명**

- |        |               |               |
|--------|---------------|---------------|
| [0052] | 100 : 공진 구조물  | 110 : 베이스 패턴  |
|        | 120 : 공진 패턴   | 122 : 링 베이스   |
|        | 124 : 캔틸레버    | 130 : 제1 고분자층 |
|        | 140 : 제2 고분자층 | 142 : 경계층     |

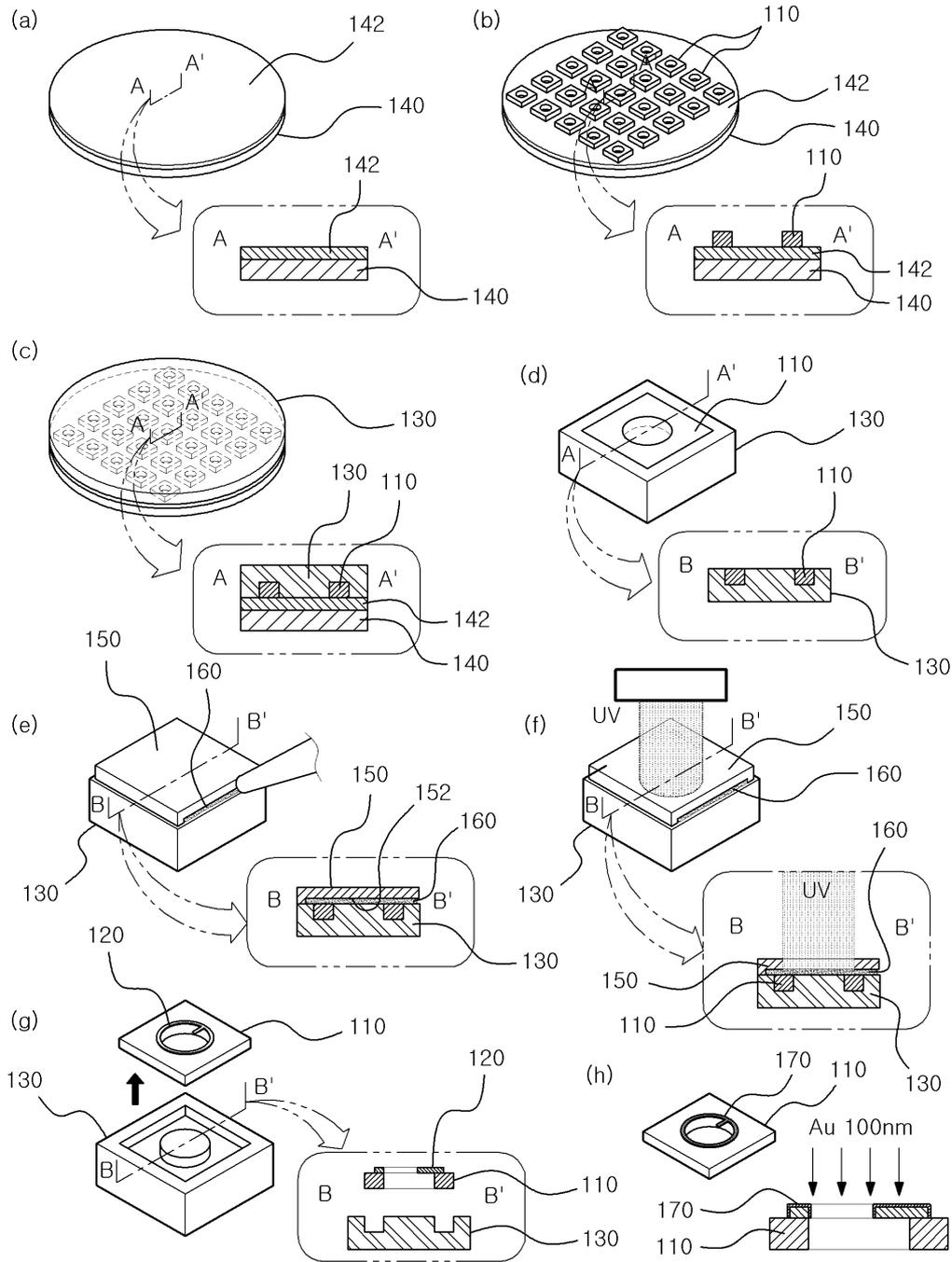
도면

도면1

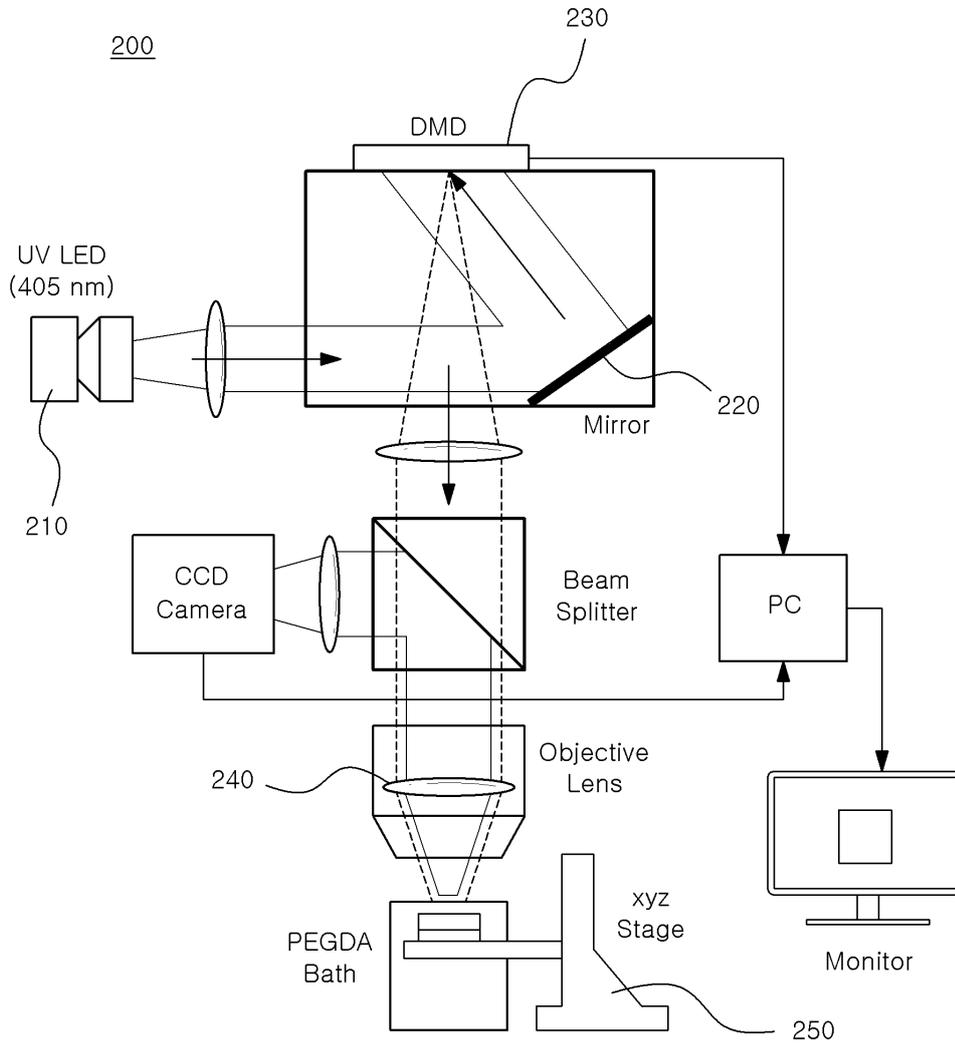
100



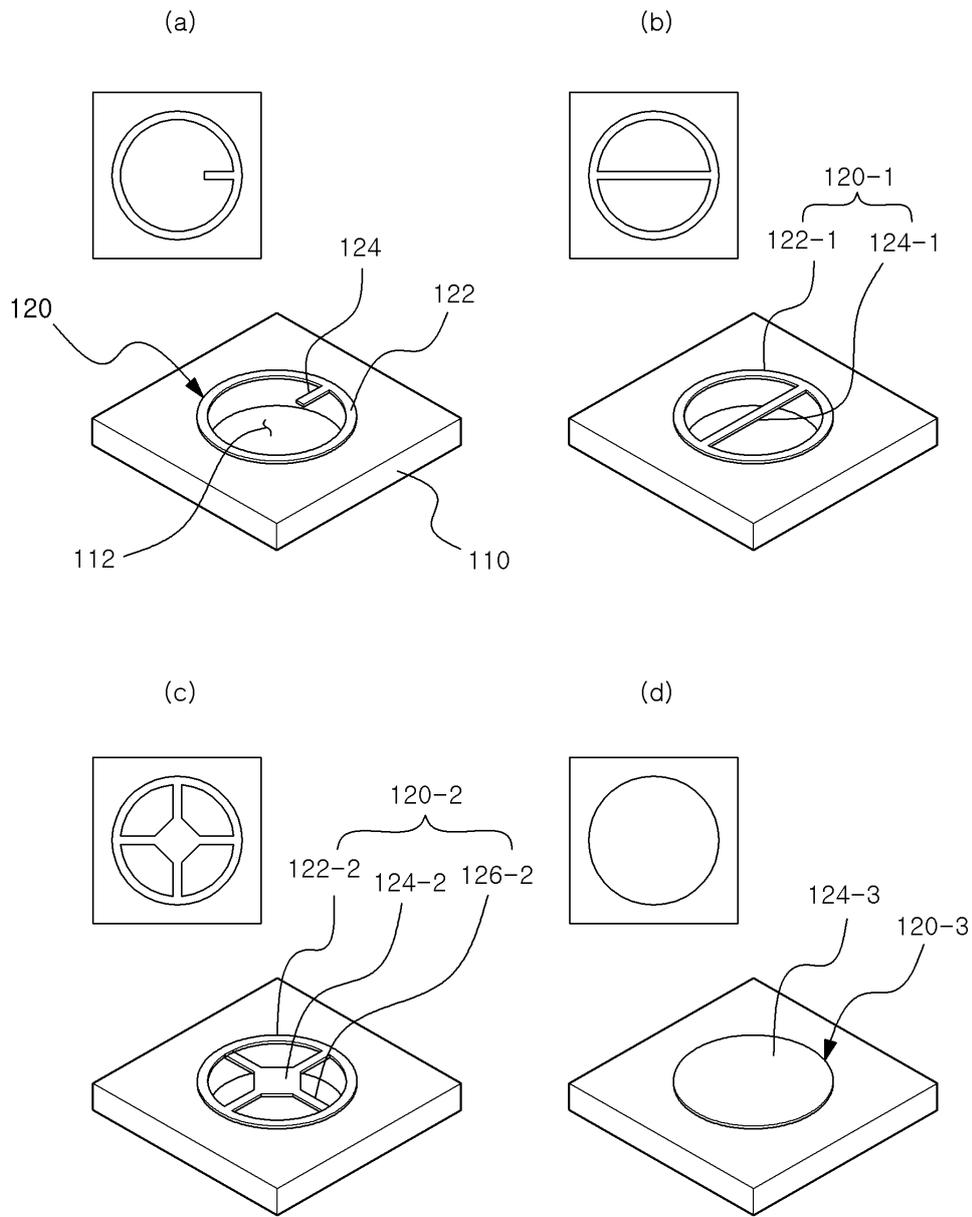
도면2



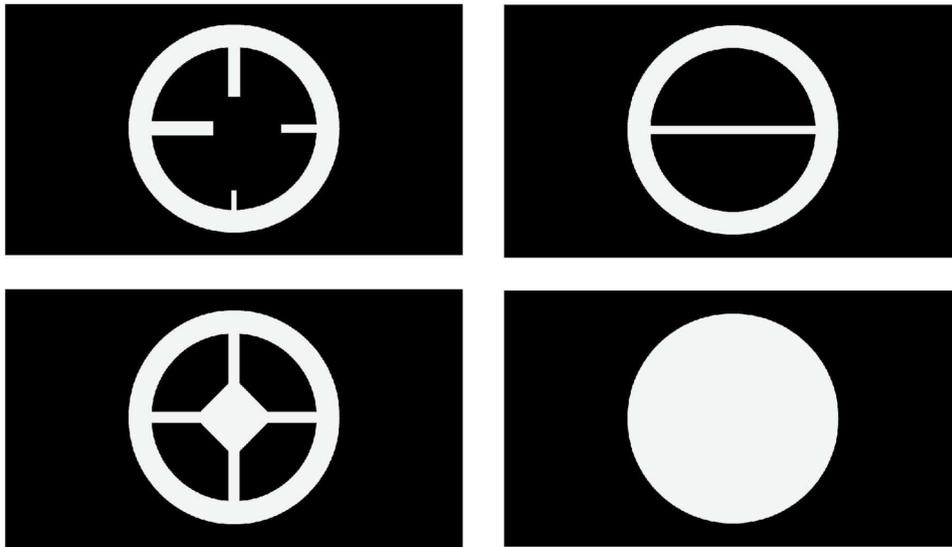
도면3



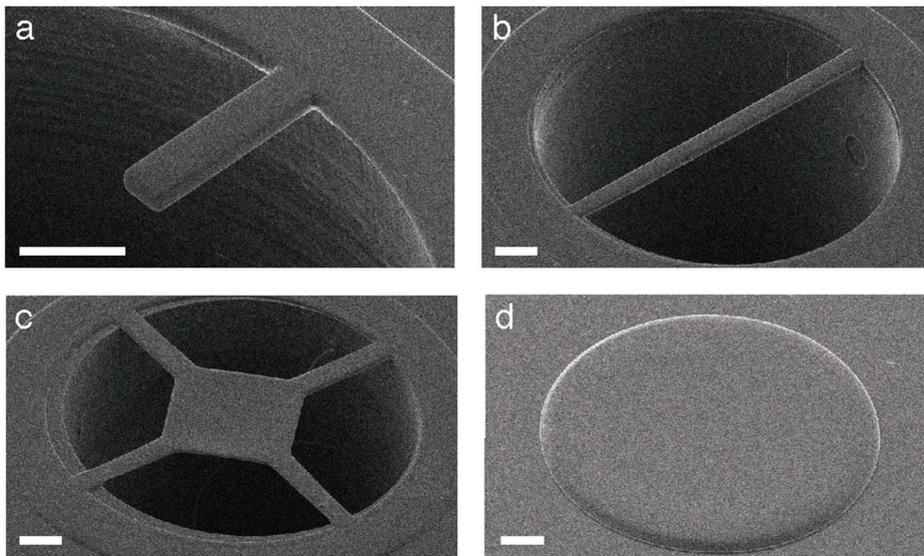
도면4



도면5



도면6



도면7

