



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년04월10일  
(11) 등록번호 10-1967966  
(24) 등록일자 2019년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G03F 7/00 (2006.01) B29C 59/02 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G03F 7/0002 (2013.01)  
B29C 59/02 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-7001312  
(22) 출원일자(국제) 2014년06월18일  
심사청구일자 2016년01월18일  
(85) 번역문제출일자 2016년01월18일  
(65) 공개번호 10-2016-0021274  
(43) 공개일자 2016년02월24일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/066753  
(87) 국제공개번호 WO 2014/208571  
국제공개일자 2014년12월31일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2013-133541 2013년06월26일 일본(JP)  
JP-P-2014-121911 2014년06월12일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2011096766 A\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
캐논 가부시끼가이샤  
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고  
(72) 발명자  
이토 도시키  
일본 1468501 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메  
30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내  
요시다 다카시  
일본 1468501 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메  
30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
장수길, 이중희

전체 청구항 수 : 총 12 항

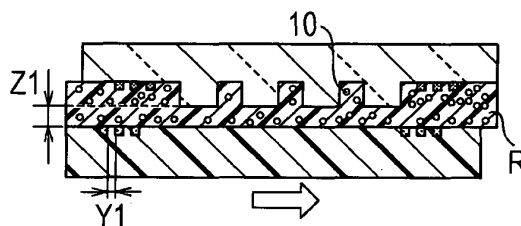
심사관 : 박부식

(54) 발명의 명칭 **임프린트 방법 및 장치**

(57) 요약

임프린트 방법은 피가공 기재 상에 광경화성 조성물을 배치하고(배치 공정), 응축성 가스의 분위기에서 광경화성 조성물 및 몰드를 서로 접촉시키고(접촉 공정), 몰드 및 피가공 기재를 위치정렬하고(위치 정렬 공정), 광경화성 조성물을 광으로 조사하여 광경화된 조성물을 획득하고(광 조사 공정), 광 조사 공정 이후 광경화된 조성물 및 몰드를 서로 분리(이형 공정)하는 공정들을 포함한다. 위치 정렬 공정 도중 광경화성 조성물의 막 두께는 이형 공정 이후 광경화된 조성물의 막 두께보다 20% 이상 두껍다.

대표도 - 도3c



(72) 발명자

**사토 히토시**

일본 1468501 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메  
30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

**가와사키 요오지**

일본 1468501 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메  
30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

**이이무라 아키코**

일본 1468501 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메  
30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

**야마시타 게이지**

일본 1468501 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메  
30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

**우에노 다케히코**

일본 1468501 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메  
30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

(56) 선행기술조사문헌

JP2013070033 A\*

JP2012164785 A

JP2011171364 A

US20120199997 A1

US20130032971 A1

Jpn. J. Appl. Phys. 49, 06GL04 (2010) 1부.\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

임프린트 방법이며,

피가공 기재 상에 광경화성 조성물을 배치하는 배치 공정,

응축성 가스의 분위기에서 상기 광경화성 조성물 및 몰드를 서로 접촉시키는 접촉 공정,

상기 광경화성 조성물 및 상기 몰드가 접촉한 상태에서 상기 몰드 및 상기 피가공 기재를 위치정렬하는 위치 정렬 공정,

상기 광경화성 조성물을 광으로 조사하여 광경화된 조성물을 획득하는 광 조사 공정, 및

상기 광 조사 공정 이후, 상기 광경화된 조성물 및 상기 몰드를 서로 분리하는 이형 공정을 포함하고,

상기 응축성 가스는, 상기 접촉 공정 도중 발생하는 온도 조건, 및 상기 피가공 기재와 상기 몰드 사이의 공간으로 또는 상기 몰드 내의 오목부의 상기 광경화성 조성물의 침입시 발생하는 압력 조건 하에서 응축하는 가스이고,

상기 위치 정렬 공정 도중 상기 광경화성 조성물의 막 두께는 상기 이형 공정 이후 광경화된 조성물의 막 두께보다 20% 이상 두껍고, 40nm 이하인, 임프린트 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이형 공정 이후 상기 광경화된 조성물의 막 두께는 20nm 이하인, 임프린트 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 이형 공정 이후 상기 광경화된 조성물의 막 두께는 10nm 이하인, 임프린트 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 접촉 공정 이전에, 상기 응축성 가스를 광경화성 조성물에 용해시키는 용해 공정을 더 포함하는, 임프린트 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 광경화성 조성물 및 상기 몰드는 상기 응축성 가스 및 비응축성 가스의 혼합 가스 분위기에서 서로 접촉하게 되는, 임프린트 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 응축성 가스는 펜타플루오로프로판, 트리클로로플루오로메탄, 펜타플루오로에틸 메틸 에테르 중 어느 하나인, 임프린트 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 응축성 가스는 1,1,1,3,3-펜타플루오로프로판인, 임프린트 방법.

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광경화성 조성물은 잉크젯, 딥 코팅, 및 스핀 코팅 중 어느 하나에 의해 상기 피가공 기재 상에 배치되는, 임프린트 방법.

#### 청구항 9

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광경화성 조성물은 아크릴 수지인, 임프린트 방법.

#### 청구항 10

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 몰드 및 상기 피가공 기제는 1.0초 이내에 위치정렬되는, 임프린트 방법.

#### 청구항 11

응축성 가스를 도입하도록 구성된 가스 도입기, 및 몰드와 피가공 기제에 대한 위치정렬기를 포함하는 임프린트 장치이며,

상기 몰드와 상기 피가공 기재 사이의 공간을 20nm 이하로 제어할 수 있는 기구를 구비하고,

상기 임프린트 장치에 의한 임프린트 방법은

피가공 기재 상에 광경화성 조성물을 배치하는 배치 공정,

응축성 가스의 분위기에서 상기 광경화성 조성물 및 몰드를 서로 접촉시키는 접촉 공정,

상기 광경화성 조성물 및 상기 몰드가 접촉한 상태에서 상기 몰드 및 상기 피가공 기제를 위치정렬하는 위치 정렬 공정,

상기 광경화성 조성물을 광으로 조사하여 광경화된 조성물을 획득하는 광 조사 공정, 및

상기 광 조사 공정 이후, 상기 광경화된 조성물 및 상기 몰드를 서로 분리하는 이형 공정을 포함하고,

상기 응축성 가스는, 상기 접촉 공정 도중 발생하는 온도 조건, 및 상기 피가공 기재와 상기 몰드 사이의 공간으로 또는 상기 몰드 내의 오목부로의 상기 광경화성 조성물의 침입시 발생하는 압력 조건 하에서 응축하는 가스이고,

상기 위치 정렬 공정 도중 상기 광경화성 조성물의 막 두께는 상기 이형 공정 이후 광경화된 조성물의 막 두께보다 20% 이상 두껍고, 40nm 이하인,

임프린트 장치.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 응축성 가스에 노출되는 면 상에, 상기 임프린트 장치의 구성요소를 보호하도록 구성된 보호층을 더 포함하는, 임프린트 장치.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 가스가 임프린트 층 주위를 유동하는 임프린트 방법 및 임프린트 리소그래피에 관한 것이다.

### 배경 기술

- [0002] 임프린트는 전자 디바이스(반도체 IC 소자 및 액정 표시 소자 등)를 제조하는 공지된 리소그래피 기술이다. 임프린트 방법에서, 웨이퍼 또는 유리 플레이트 등의 피가공 기재 상의 광경화성 조성물과 미세-패턴 몰드는 서로 접촉하게 되고, 따라서 몰드와 접촉하는 동안 광경화성 조성물이 경화되어 패턴이 피가공 기재에 전사될 수 있다.
- [0003] 임프린트 장치는 보통 몰드 및 피가공 기재를 다이-바이-다이(die-by-die) 위치정렬에 의해 위치정렬한다. 다이-바이-다이 위치정렬은 피가공 기재 상에 형성되는 개별적인 샷 영역에 설치된 위치정렬 마크가 광학적으로 검출되어 몰드 및 피가공 기재의 서로에 대한 위치 배치를 보정하도록 사용되는 위치정렬 방식이다.
- [0004] 특허 문헌 1은 몰드 상의 형상을 레지스트에 전사하는 단계를 포함하는 임프린팅이 임프린트 온도 및 압력에서 응축하는 가스의 분위기에서 실행되어 대기압 하에서도 정확한 임프린트가 행해질 수 있는 기술을 개시한다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 제3700001호

### 비특허문헌

- [0006] (비특허문헌 0001) 일본 응용 물리학 학회, Vol. 51, 2012, 06FJ05

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0007] 임프린트 방법에서는, 샷 영역간의 평면 내 변동이 감소될 수 있고 패턴이 향상된 정밀도(해상도)로 전사될 수 있도록, 피가공 기재 상의 광경화성 조성물의 막 두께를 최소화하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0008] 그러나, 특허문헌 1에 기재된 방법은 기재 상의 광경화성 조성물의 막 두께가 얇은, 특히 20nm 이하인 경우, 몰드와 광경화성 조성물을 접촉 이후 전단 방향으로 서로 이격되게 이동시키기 위해 큰 힘을 요구한다.
- [0009] 다이-바이-다이 위치정렬 도중 인가되는 큰 전단 응력은 몰드 및 피가공 기재에 큰 변형을 유도하여 몰드 및 기재를 정밀하게 위치정렬하는 것을 곤란하게 하고 위치정렬에 소요되는 시간을 증가시킨다.

### 과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 양태는 위치 정렬 공정 도중 광경화성 조성물의 막 두께를 최종 광경화성 조성물의 막 두께보다 20% 이상 두껍게 하기 위해 응축성 가스를 광경화성 조성물에 용해시키는 공정을 포함하는 임프린트 방법을 포함하고, 따라서 몰드 및 광경화성 조성물의 접촉 이후 몰드에 대해 광경화성 조성물을 전단 방향으로 변위시키는데 요구되는 힘이 감소될 수 있다.
- [0011] 따라서 본 발명의 양태는 피가공 기재 상에 광경화성 조성물을 배치하고(배치 공정), 응축성 가스 분위기에서 광경화성 조성물 및 몰드를 서로 접촉시키고(접촉 공정), 몰드 및 피가공 기재를 위치정렬하고(위치 정렬 공정), 광경화성 조성물에 광을 조사하여 광경화된 조성물을 형성하고(광 조사 공정), 광 조사 공정 이후 광경화된 조성물 및 몰드를 서로 분리(이형 공정)하는 공정들을 포함하는 임프린트 방법을 제공한다. 응축성 가스는 접촉 공정 도중 발생하는 온도 조건, 및 광경화성 조성물이 피가공 기재와 몰드 사이의 공간 또는 몰드 내에 생성된 오목부 내로 침입하는 동안 발생하는 압력 조건 하에서 응축하는 가스이다. 위치 정렬 공정 도중 광경화성 조성물의 막 두께는 이형 공정 이후 광경화된 조성물의 막 두께보다 20% 이상 두껍다.
- [0012] 본 발명의 추가 특징은 첨부 도면을 참조하여 예시적인 실시예의 이하의 설명으로부터 명백해질 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명의 양태에 따르는 임프린트 방법의 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 양태에 따르는 임프린트 장치의 개략도이다.

도 3a 내지 도 3f는 본 발명의 양태에 따르는, 몰드 및 피가공 기재의 위치정렬 정밀도를 포함하는 제조 공정의 개략적인 단면도, 및 응축성 가스 없이 몰드 및 작업편 기재의 위치정렬 정밀도를 포함하는, 비교 목적을 위해 제공되는 단면도이다.

도 4는 본 발명의 예로서 임프린트 방법 및 비교예에서 획득되는 실험 결과를 나타내고, 몰드 및 피가공 기재의 위치정렬 도중 전단력을 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 발명의 실시예는 위치 정렬 공정, 즉 응축성 가스의 분위기에서 피가공 기재 및 몰드의 위치정렬을 포함하는 임프린트 방법이다. 위치 정렬 공정은 접촉 공정, 즉 광경화성 조성물 및 몰드가 서로 접촉하게 된 이후에 일어나며, 위치정렬 도중 광경화성 조성물의 막 두께는 이형 공정 이후 광경화된 조성물의 막 두께보다 20% 이상 두껍다.
- [0015] 위치정렬 도중 광경화성 조성물의 막 두께가 두꺼운 이유는 응축성 가스의 용해를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 비특허 문헌 1은 응축성 가스가 광경화성 조성물에 용해되는 것을 언급한다.
- [0016] 본 발명에 따르는 임프린트 방법은 접촉 공정 이전에 용해 공정, 즉 응축성 가스를 광경화성 조성물에 용해하는 단계를 포함할 수 있다. 용해 공정은 응축성 가스가 광경화성 조성물에 용이하게 용해될 수 있는 온도 및 압력 조건에 대한 조절을 포함할 수 있다. 또한, 용해 공정은 응축성 가스가 용해될 때까지 단순히 기다리는 단계일 수 있다.
- [0017] 용해 공정은 응축성 가스가 광경화성 조성물에 용해되는 것을 보조하기 위한 공정이다. 이 공정의 생략이 응축성 가스가 용해되지 않는 것을 의미하는 것은 아니다.
- [0018] 이하에서 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 임의의 실시예를 설명한다. 도면에서 유사한 참조 번호는 유사한 요소를 나타내고, 중복 설명이 생략된다.
- [0019] 본 발명의 실시예에서, 모든 공정은 응축성 가스의 비점 이상의 온도, 바람직하게는 20℃ 내지 25℃, 더욱 바람직하게는 23±0.2℃에서 수행된다.
- [0020] 본 발명의 실시예에 따르는 임프린트 방법은 예를 들어 도 2에 도시된 임프린트 장치를 사용하여 행해질 수 있다. 본 실시예에 따르는 임프린트 장치는 응축성 가스를 도입하도록 구성된 가스 도입기, 몰드 및 피가공 기재를 위한 위치정렬기, 및 몰드와 피가공 기재 사이의 공간이 20nm 이하이더라도 공간을 제어할 수 있는 기구를 갖는다.
- [0021] 도 2는 본 실시예에 따르는 임프린트 장치의 개략적인 단면도이다. 도 2에서, 몰드(M) 상의 패턴에 수직인 방향이 Z축이고, Z축에 직교하는 두 개의 축이 X 및 Y축이다. 전형적으로, Z축은 수직 방향과 평행하다.
- [0022] 도 2에서, 피가공 기재(W)는 몰드(M)에 대해 이동될 수 있는 기관 스테이지(6) 상에 있다. 기관 스테이지(6)는 흡착 기구(미도시)를 갖고, 흡착 기구에 의해 스테이지는 피가공 기재(W)를 흡착하고 유지할 수 있다.
- [0023] 기관 스테이지(6)의 움직임 형태는 X-Y 평면 내에서 이동할 수 있는 형태, 또는 Z축의 방향에서 추가적으로 이동할 수 있는 형태일 수 있다.
- [0024] 임프린트 장치(1)는 광경화성 조성물(R)을 피가공 기재(W)에 부여하는 부여기(5)를 갖고, 따라서 임프린트 장치는 광경화성 조성물을 피가공 기재에 부여할 수 있다(단계 1). 광경화성 조성물을 부여하는데 사용될 수 있는 기술의 예는 잉크젯, 딥 코팅, 에어-나이프 코팅, 커튼 코팅, 와이어-바 코팅, 그라비아 코팅, 압출 코팅, 스펀 코팅, 및 슬릿 스캐닝을 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다. 특히, 잉크젯이 바람직하다.
- [0025] 광경화성 조성물은 부여기에 대한 피가공 기재의 이동 또는 피가공 기재에 대한 부여기의 이동을 통해 부여될 수 있다.
- [0026] 본 실시예에 따르는 임프린트 장치는 응축성 가스를 공급하는 가스 공급기(4)를 구비한다. 응축성 가스는 몰드 및 광경화성 조성물이 접촉하기 전에 임프린팅 도중 임의의 공정에서 공급될 수 있다. 예를 들어, 응축성 가스는 단계 1 이후 공급될 수 있다(단계 2).
- [0027] 피가공 기재(W) 상의 광경화성 조성물(R) 및 미세-패턴 형성된 몰드(M)가 위치정렬된다(단계 3). 이 위치 정렬

공정은 몰드측 위치정렬 마크(AMM) 및 피가공 기재(W) 상의 피가공 기재측 위치정렬 마크(AMW)의 사용에 의해 행해진다.

- [0028] 위치 정렬 공정은 위치정렬 카메라(3)에 의해 관찰하면서 기관 스테이지(6)를 작동시키는 단계를 포함한다. 위치 정렬 공정은 기관 스테이지의 이동, 몰드의 이동, 또는 양쪽의 이동을 통해 행해질 수 있다.
- [0029] 위치 정렬 공정 이후, 접촉 공정이 수행되고, 즉 몰드(M) 및 광경화성 조성물(R)이 서로에 대해 접촉하게 된다(단계 4). 접촉 공정은 몰드 및 광경화성 조성물에 응력을 부여하여, 이들이 이전 공정에서 배치된 위치로부터 이들을 변위시킨다.
- [0030] 접촉 공정 이후 발생하는 이 변위는 AMM 및 AMW의 사용에 의한 위치정렬을 통해 보정된다(단계 5).
- [0031] 이후, 광경화성 조성물(R)은 몰드와 접촉한 상태에서 광원(2)으로부터의 광에 의해 조사되고, 광경화성 조성물을 몰드에 일치하는 형상으로 경화시켜, 광경화된 조성물을 생성한다(단계 6). 이 광 조사 공정을 통해, 피가공 기재(W)에 패턴이 전사된다.
- [0032] 광경화성 조성물을 경화시키는데 사용되는 광은 예를 들어 자외광일 수 있다. 사용될 수 있는 광의 파장은 이에 한정되지 않는다.
- [0033] 광 조사 이후, 몰드가 광경화성 조성물로부터 분리된다(단계 7). 이 이형 공정은 이형력, 즉 몰드를 이격되게 이동시키도록 요구되는 힘이 감소될 수 있는 방식으로 행해질 수 있다.
- [0034] 접촉 이후의 위치정렬 공정 도중 광경화성 조성물의 막 두께는 이형 공정 이후 광경화된 조성물의 막 두께보다 두꺼울 수 있다. 더 구체적으로, 접촉 이후의 위치정렬 공정 도중 광경화성 조성물의 막 두께는 이형 공정 이후 광경화된 조성물의 막 두께보다 20% 이상 두꺼울 수 있다.
- [0035] 몰드는 몰드가 주변 부분보다 얇은 그 이면(패턴 형성된 측의 반대측)의 중앙에 캐비티(7)(기실)를 갖고, 따라서 광경화성 조성물로 몰드를 충전하는데 요구되는 시간이 단축될 수 있고 이형력이 감소될 수 있다. 몰드를 유지하는 몰드 유지기(8)는 (그 위에서 몰드를 유지하는 측 상에) 연결 구성요소를 갖고, 따라서 피가공 기재의 경사도를 따를 수 있다.
- [0036] 본 발명의 실시예에 따르는 임프린트 방법은 피가공 기재(W) 상의 광경화성 조성물(R)의 막 두께를 최소화하는 단계를 포함할 수 있고, 따라서, 샷 영역들 사이의 평면 내 변동이 감소될 수 있고 향상된 정확도(해상도)로 패턴이 전사될 수 있다.
- [0037] 본 실시예에 따르는 임프린트 장치는 예를 들어, 반도체 IC 소자 및 액정 표시 소자 등의 전자 소자를 제조하는데 사용될 수 있다.
- [0038] 피가공 기재(W)로서 사용될 수 있는 재료의 예는 실리콘 웨이퍼 및 유리 플레이트를 포함한다. 몰드(M)는 광원(2)에 의해 방출된 광에 대해 투과 가능하고 예를 들어, 석영, 실리콘, 수지 또는 이러한 재료들의 조합으로 구성될 수 있다.
- [0039] 본 실시예에 따르는 관한 몰드(M)는 돌출부를 갖고, 돌출부의 표면은 미세 요철의 패턴(패턴부)을 갖는다.
- [0040] 본 실시예의 응축성 가스는, 임프린트 장치 내의 상온 및 압력 조건 하에서는 가스 형태로 존재하고 몰드 및 광경화성 조성물의 접촉 도중 광경화성 조성물이 모세관력을 사용하여 기재와 몰드 사이의 공간으로 또는 몰드 내의 오목부로 침입하는 동안 발생하는 온도 및 압력 조건에 노출될 때 응축하는 가스를 지칭한다.
- [0041] 즉, 응축성 가스는 접촉 도중 발생하는 온도 조건, 및 광경화성 조성물이 피가공 기재와 몰드 사이의 공간으로 또는 몰드 내에 생성된 오목부로 침입하는 도중 응축성 가스가 받는 압력 조건 하에서 응축하는 가스이다.
- [0042] 본 발명의 본 실시예 및 다른 실시예에서, 응축성 가스는 -10℃ 내지 23℃의 비점 또는 23℃에서 0.1 내지 0.4MPa의 증기압을 갖는 가스로서 정의된다. 특히, 10℃ 내지 23℃의 비점을 갖는 응축성 가스는 상기 범위 내의 다른 가스보다 바람직하다.
- [0043] 23℃에서 0.1 내지 0.4MPa의 증기압을 갖는 가스는 광경화성 조성물(R)이 기재(W)와 몰드(M) 사이의 공간으로 또는 몰드(M) 내에 생성된 오목부로 침입하는 동안 발생하는 모세관 압력에 노출될 때 기포를 남기지 않고서 액체로 용이하게 응축된다.
- [0044] 상온에서 0.4MPa 초과와 증기압은 충분하지 않은 기포 소멸 효과를 발생시킨다. 상온에서 0.1MPa 미만의 증기



압은 감압 필요성으로 인해 장치가 복잡하게 되도록 한다.

- [0045] 응축성 가스의 예는 클로로플루오로카본(CFC), 플루오로카본(FC), 히드로 클로로플루오로카본(HCFC), 히드로플루오로 카본(HFC), 및 하이드로플루오로에테르(HFE)를 포함한다.
- [0046] 특히, 실온(23℃)에서 0.14MPa의 증기압 및 15℃의 비점을 갖는 1,1,1,3,3-펜타플루오로프로판( $\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$ , HFC-245fa), 실온(23℃)에서 0.1056MPa의 증기압 및 24℃의 비점을 갖는 트리클로로플루오로메탄(비점:24℃), 및 펜타플루오로에틸 메틸 에테르( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCH}_3$ , HFE-245mc)가 바람직하다.
- [0047] 이러한 응축성 가스는 단독으로 사용될 수 있고, 또한 둘 이상의 응축성 가스의 조합을 사용하는 것도 가능하다. 또한, 공기, 질소, 이산화탄소, 헬륨, 및 아르곤, 등의 비응축성 가스와의 혼합물이 사용될 수 있다. 특히 바람직한 비응축성 가스의 예는 헬륨이다. 혼합된 가스가 사용되는 경우, 위치정렬은 응축성 및 비응축성 가스의 혼합 가스 분위기에서 수행된다.
- [0048] 이러한 응축성 가스의 미리 정해진 양이, 증기압보다 낮은 압력 또는 비점보다 높은 온도에서 피가공 기재 상의 광경화성 조성물 근처에 가스 형태로 공급된다.
- [0049] HFC 및 HFE는 반응성이 낮으며 다른 재료에 영향을 주지 않는다. 응축성 가스는 임프린트가 수행되는 장소 근처에 위치한 가스 공급기(4)로부터, 광경화성 조성물(R)과 접촉하도록 공급된다.
- [0050] 응축성 가스의 몇몇 종류는 장치에 사용된 재료의 부식을 가속화하는 등의 역효과를 가질 수 있다. 따라서, 임프린트 장치는 응축성 가스에 노출되는 면에 그 구성요소를 위한 보호층을 가질 수 있다.
- [0051] 도 3a 내지 도 3l을 참조하여, 본 발명의 실시예가 사용되는 경우 및 본 발명의 실시예가 사용되지 않는 경우의 비교가 이하에서 설명된다.
- [0052] 도 3a 내지 도 3f는 응축성 가스를 함유한 가스가 사용되는, 본 발명의 실시예에 따르는 임프린트 방법을 도시하는 도면이다. 도 3g 내지 도 3l은 본 발명의 실시예와 비교하기 위한 임프린트 방법을 도시하는 도면이다. 이 방법에서, 응축성 가스를 함유하지 않는 가스가 사용된다.
- [0053] 도 3a 내지 도 3g는 광경화성 조성물(R)을 피가공 기재(W)에 부여하는 단계를 도시한다. 더 구체적으로, 도 2의 기관 스테이지(6)가 광경화성 조성물 부여기(5) 아래로 이동하게 되고, 부여기(5)는 광경화성 조성물(R)을 피가공 기재(W)에 부여하는데 사용된다. 본 실시예에서 사용된 광경화성 조성물은 광에 노출시 중합하는 아크릴 수지이다.
- [0054] 도 3b는 응축성 가스를 함유한 가스(9)를 공급하는 단계를 도시하고, 또 3h는 응축성 가스가 없는 가스(13)를 공급하는 단계를 도시한다. 응축성 가스를 함유한 가스는 응축하는 가스인 반면, 응축성 가스가 없는 가스는 응축하지 않는 가스이다. 각각의 가스가 가스 공급기로부터 공급된다.
- [0055] 본 실시예에서 사용된 응축성 가스는 1,1,1,3,3-펜타플루오로프로판이다. 1,1,1,3,3-펜타플루오로프로판은 아크릴 단량체를 주 구성요소로 함유하는 광경화성 조성물에, 대략 40 체적%의 용해도로 용해 가능한 것으로 알려져 있다(비특허문헌 1).
- [0056] 1,1,1,3,3-펜타플루오로프로판은 20℃에서 123kPa의 증기압 및 15℃의 비점을 갖는 응축성 가스이다. 접촉 및 스탬핑 가공 도중, 광경화성 조성물이 피가공 기재와 몰드 사이의 공간으로 또는 몰드의 오목부로 침입하는 동안 모세관 압력이 발생하여, 이 조성물의 가스를 액체로 응축한다.
- [0057] 도 3c 및 도 3i는 위치 정렬 공정, 즉, 몰드측 위치정렬 마크(AMM) 및 피가공 기재측 정렬 마크(AMW)의 사용에 의해 몰드 및 피가공 기재를 위치정렬 하는 것을 도시한다. 몰드 및 광경화성 조성물은 위치정렬 이후 서로 접촉하게 된다.
- [0058] 내부에 용해된 응축성 가스를 함유하는 도 3c의 광경화성 조성물은 도 3i의 광경화성 조성물이 갖는 막 두께보다 40% 더 두꺼운 막 두께를 갖는다.
- [0059] 도 3c에 도시된 바와 같이, 접촉 공정 및 스탬핑 가공 도중 인가되는 힘은 몰드(M) 및 피가공 기재(W)를 변형시키고, 이들을 전단 방향에서 Y1의 거리로 서로로부터 수평 방향으로 변위되게 한다.
- [0060] 그리고 기관 스테이지(6)는 도 1의 단계 5에서와 같이 작동된다. 기관 스테이지(6) 및 피가공 기재(W)는 도 3c에 도시된 변위량(Y1)을 감소시키도록 작동된다.



- [0061] 도 3d 및 도 3j는 광 조사 공정, 즉 광경화물(12)을 획득하기 위해 광(11)으로 광경화성 조성물(R)을 조사하는 것을 도시한다. 광원(2)은 광경화성 조성물(R)이 경화될 때까지 광(11)으로 조사하는데 사용된다. 광경화성 조성물의 경화된 형태는 이후 광경화물로 지칭된다.
- [0062] 도 3e 및 도 3k는 이형 공정, 즉 몰드(M) 및 광경화물(12)을 서로 이격시키는 것을 도시한다.
- [0063] 도 3f 및 도 3l은 이형 이후 상태를 도시한다.
- [0064] 도 3f에 도시된 바와 같이, 응축성 가스(10)는 휘발하고, 응축성 가스(10) 및 광경화성 조성물의 혼합물의 막은 체적 수축의 결과로서 얇아진다. 도 3f의 광경화성 조성물의 막 두께는 도 3i의 막 두께와 거의 동일하다. 따라서 도 3c의 광경화성 조성물의 막 두께는 도 3f의 광경화성 조성물의 막 두께보다 40% 이상이다.
- [0065] 도 3c 및 도 3i에 도시된 위치정렬 공정은, 광경화성 조성물(R)의 두께가 얇은 경우, 특히 10nm 이하인 경우, 몰드(M)와 피가공 기재(W) 사이의 광경화성 조성물(R)의 막 두께가 얇을수록 지수 함수적으로 더욱 큰 힘을 요구한다. 이는 광경화성 조성물(R)의 분자가 구조화되기 때문인 것으로 보인다.
- [0066] 도 3c에서, 광경화성 조성물의 막 두께의 40% 증가는 전단 방향의 이동에 요구되는 힘을 감소시키고, 이에 의해 변위량(Y1)을 지정된 값 이하로, 예를 들어 15nm 이하로 하는데 요구되는 시간이 단축된다. 변위량(Y1)의 보정을 위한 시간은 1.0초 이하일 수 있다.
- [0067] 도 3f 및 도 3l에 도시된 바와 같이, 최종 생성된 광경화물(12)의 잔류 막 두께값(Z4 및 Z8)은 동일하다. 그러나, 응축성 가스가 사용된 공정에서의 막 두께값(Z1 내지 Z3), 즉 용해된 응축성 가스(10) 및 광경화성 조성물(R)의 혼합물의 막 두께는 최종 막 두께값(Z4 및 Z8), 및 응축성 가스가 사용되지 않은 공정에서의 막 두께값(Z5 내지 Z7) 보다 40% 두껍다.
- [0068] 이는 변위량(Y1)을 감소시키기 위해 피가공 기재(W)를 이동시키는 데 요구되는 힘을 낮춘다.
- [0069] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명자들은 광경화성 조성물의 막 두께가 작은 경우(특히, 40nm 이하)에도 몰드 및 피가공 기재의 위치정렬시 전단력은 비응축성 가스(헬륨)에서보다 응축성 가스(HFC-245fa) 분위기에서 더 낮은 것을 실험적으로 확인했다.
- [0070] 도 4에서, 광경화성 조성물의 막 두께가 15nm인 경우의 전단력이 100%로서 설명된다.
- [0071] 본 발명의 양태는 위치 정렬 공정 도중 광경화성 조성에 용해된 응축성 가스가 광경화성 조성물의 막 두께를 최종 광경화된 조성물의 막 두께보다 20% 이상 두껍게 함으로써, 접착 공정 이후 몰드 및 광경화성 조성물을 전단 방향으로 서로 이격되게 이동시키는데 요구되는 힘이 감소될 수 있는 임프린트 방법을 제공한다.
- [0072] 본 발명이 예시적인 실시예를 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 개시된 예시적인 실시예에 제한되지 않는다는 점이 이해되어야 한다. 이하의 청구항의 범위는 그러한 변경예 및 등가적 구조예 및 기능에 모두를 포함하도록 가장 광의의 해석에 따라야 한다.
- [0073] 본 출원은 여기에 전체가 참조로 통합된, 2013년 6월 26일 출원된 일본 특허 출원 번호 제2013-133541호 및 2014년 6월 12일 출원된 일본 특허 출원 번호 제2014-121911 호의 우선권을 주장한다.

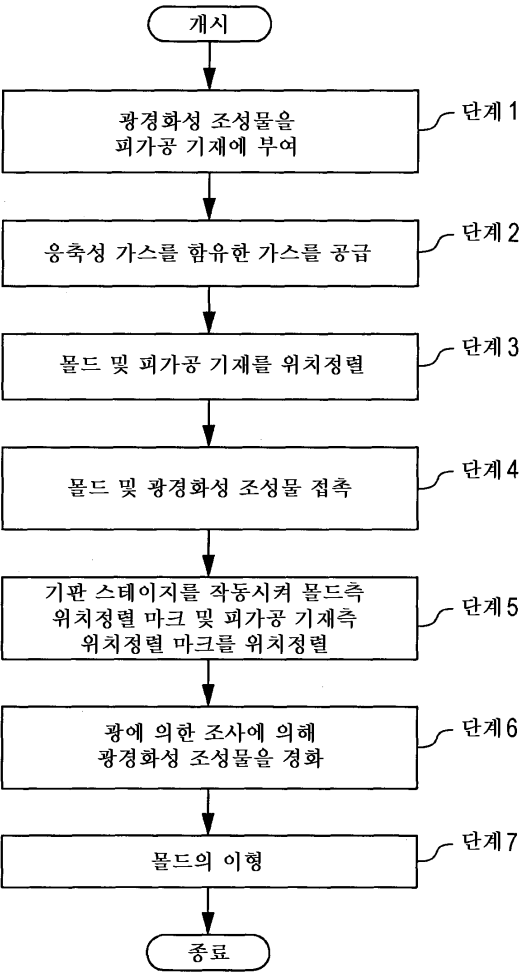
## 부호의 설명

- [0074]
- 1 나노임프린트 장치
  - 2 광원
  - 3 위치정렬 카메라
  - 4 가스 공급기
  - 5 광경화성 조성물 부여기
  - 6 기관 스테이지
  - 7 캐비티
  - 8 몰드 유지기
  - 9 응축성 가스를 함유한 가스

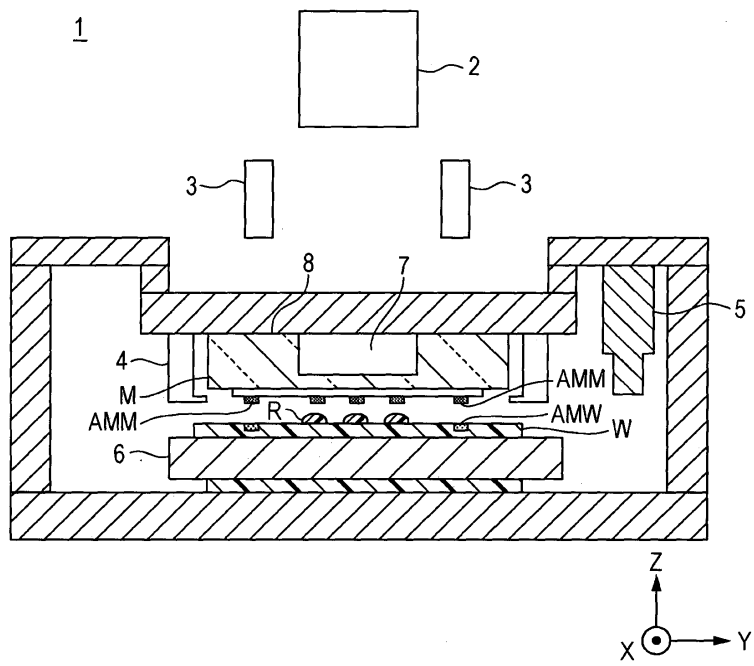
- 10      용해된 응축성 가스
- 11      광
- 12      광경화물
- 13      응축성 가스가 없는 가스
- AMM    몰드측 위치정렬 마크
- AMW    피가공 기재측 위치정렬 마크
- W      피가공 기재
- M      몰드

도면

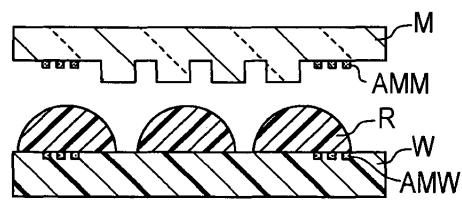
도면1



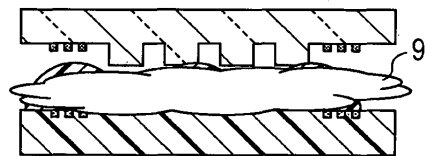
도면2



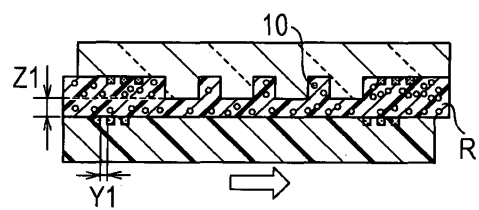
도면3a



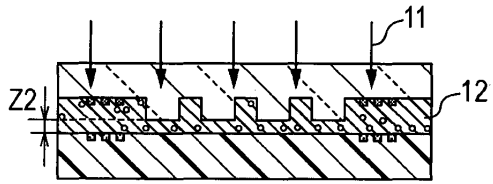
도면3b



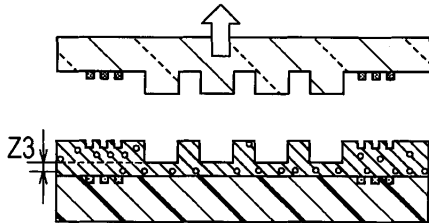
도면3c



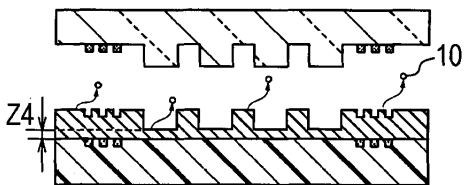
도면3d



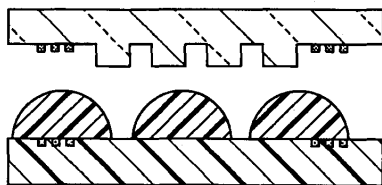
도면3e



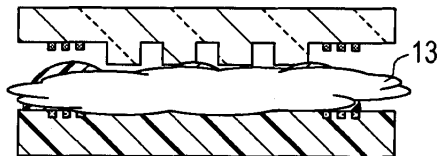
도면3f



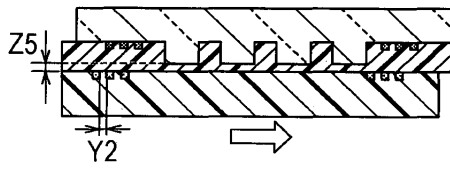
도면3g



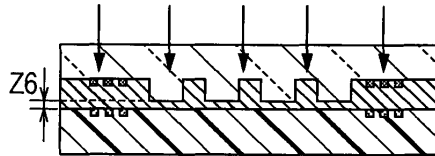
도면3h



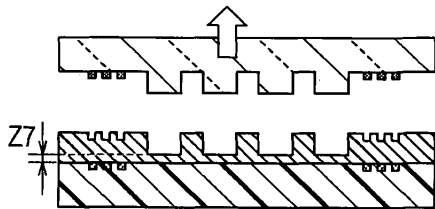
도면3i



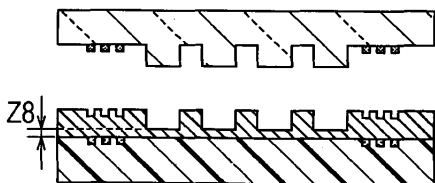
도면3j



도면3k



도면3l



도면4

