



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년08월29일  
(11) 등록번호 10-1060324  
(24) 등록일자 2011년08월23일

(51) Int. Cl.

G02B 5/18 (2006.01) G02B 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-7004896

(22) 출원일자(국제출원일자) 2004년08월20일

심사청구일자 2009년07월10일

(85) 번역문제출일자 2006년03월09일

(65) 공개번호 10-2007-0012616

(43) 공개일자 2007년01월26일

(86) 국제출원번호 PCT/US2004/027208

(87) 국제공개번호 WO 2005/036216

국제공개일자 2005년04월21일

(30) 우선권주장

10/661,916 2003년09월11일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US5347375 A

전체 청구항 수 : 총 56 항

(73) 특허권자

브라이트 뷰 테크놀로지스 아이엔씨.

미국 노쓰캐롤라이나 27713 더럼 스위트 비 엔글  
레프트 드라이브 2300

(72) 발명자

라인하트 토마스 에이.

미국 노쓰캐롤라이나 27713 더럼 우드크로프트 파  
크웨이 300-32씨

우드 로버트 엘.

미국 노쓰캐롤라이나 27513 아팩스 켄싱턴 힐 웨  
이 104

프리즈 로버트 피.

미국 노쓰캐롤라이나 27514 채플 힐 베스우드 코  
트 119

(74) 대리인

리엔목특허법인

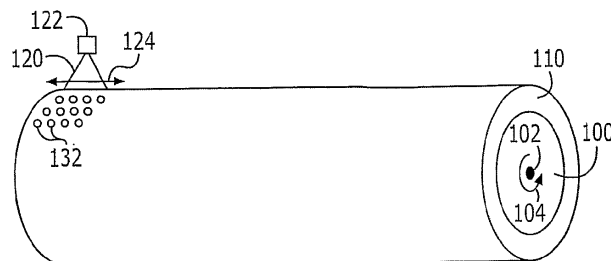
심사관 : 장기정

(54) 원통형의 플랫폼과 주사된 방사광 빔을 사용하여 광학마이크로구조를 제조하기 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

마이크로렌즈와 같은 광학 마이크로구조가 상부에 감방사광층을 포함하는 원통형 플랫폼을 그 축 주위로 회전하  
면서 이와 동시에 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 레이저빔을 축방향으로 주사하여 제조된다. 원통형  
플랫폼은 또한 회전되면서 동시에 축방향으로 이동된다. 주사되면서 레이저빔의 진폭이 연속적으로 변화된다.  
감방사광층에 이미징된 광학 마이크로구조는 현상되어 마이크로렌즈를 복사하기 위한 마스터를 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

상부에 감방사광층을 포함하는 원통형 플랫폼을 그 축 주위로 회전하는 단계;

상기 회전과 동시에 방사광 빔의 진폭을 변화시키면서 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 방사광 빔을 축 방향으로 주사하는 단계; 및

상기 회전과 동시에 상기 감방사광층에 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여 상기 원통형 플랫폼 및 상기 방사광 빔의 상대적인 축방향 위치를 축방향으로 이동하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

### 청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 회전과 동시에 이동하는 단계는, 상기 감방사광층에 나선형 패턴으로 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 회전과 동시에 상기 원통형 플랫폼 및 상기 방사광 빔의 상대적인 축방향 위치를 축방향으로 연속적으로 이동하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

### 청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 회전과 동시에 이동하는 단계는, 상기 감방사광층에 밴드 패턴으로 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 회전과 동시에 상기 원통형 플랫폼 및 상기 방사광 빔의 상대적인 축방향 위치를 축방향으로 단계적으로 이동하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

### 청구항 4

제3 항에 있어서, 상기 회전과 동시에 단계적으로 이동하는 단계는, 상기 감방사광층에 정렬된 밴드 패턴으로 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 원통형 플랫폼의 소정의 회전각으로 상기 원통형 플랫폼 및 상기 방사광 빔의 상대적인 축방향 위치를 축방향으로 단계적으로 이동하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

### 청구항 5

제3 항에 있어서, 상기 회전과 동시에 단계적으로 이동하는 단계는, 상기 감방사광층에 엇갈리는 밴드 패턴으로 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 원통형 플랫폼의 엇갈리는 회전각으로 상기 원통형 플랫폼 및 상기 방사광 빔의 상대적인 축방향 위치를 축방향으로 단계적으로 이동하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

### 청구항 6

제1 항에 있어서, 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계는, 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 방사광 빔의 진폭을 변화시키면서 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 방사광 빔을 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

### 청구항 7

제1 항에 있어서, 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계는, 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 방사광 빔의 진폭을 연속적으로 변화시키면서 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 방사광 빔을 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

### 청구항 8

제1 항에 있어서, 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계는 레이저빔을 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

### 청구항 9

제8 항에 있어서, 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계는

연속적인 파장의 레이저빔을 생성하는 단계;

상기 레이저빔의 진폭을 변화시키기 위하여 상기 레이저빔을 변조하는 단계; 및

상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 레이저빔을 주사하기 위하여 상기 레이저빔을 오실레이팅하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 10

제1 항에 있어서, 상기 방사광 빔이 상기 방사광 빔의 복수의 스캔에 걸쳐 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하도록, 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계가 상기 회전에 대하여 충분한 속도로 수행되는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 11

제1 항에 있어서, 상기 원통형 플랫폼의 반지름의 변동 또는 상기 감방사광층의 두께 변동을 적어도 부분적으로 보상하기 위하여 상기 방사광 빔의 초점 길이를 상기 주사와 동시에 변화시키는 단계를 더 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 12

제1 항에 있어서, 상기 감방사광층에 변하는 깊이로 상기 광학 마이크로구조의 부분들의 이미지를 형성하기 위하여 상기 방사광 빔의 초점 길이를 상기 주사와 동시에 변화시키는 단계를 더 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 13

제1 항에 있어서, 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계는, 상반되는 제1 방향과 제2 방향의 축방향 모두를 따라 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상반되는 상기 제1 및 상기 제2의 축방향을 따라 상기 방사광 빔을 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 14

제1 항에 있어서, 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계는, 제1 축방향을 따라 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하고 상기 제1 축방향에 상반되는 제2 축방향을 따라 상기 방사광 빔을 차단하기 위하여, 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상반되는 상기 제1 및 상기 제2의 축방향을 따라 상기 방사광 빔을 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 15

제1 항에 있어서, 상기 원통형 플랫폼은 원주가 적어도 1 피트이고 그리고/또는 축 길이가 적어도 1 피트인 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 16

제15 항에 있어서, 상기 회전하는 단계는 적어도 분당 1회전의 각속도로 수행되는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 17

제16 항에 있어서, 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계는 적어도 1kHz의 주파수로 수행되는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 18

제1 항에 있어서, 회전하는 단계 및 동시에 축방향으로 주사하는 단계는 적어도 1시간 동안 연속적으로 수행되는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 19

제18 항에 있어서, 상기 회전하는 단계 및 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계는 적어도 1시간 동안 연속적으로 수행되어 적어도 백만 개의 광학 마이크로구조를 제조하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 20

제1 항에 있어서, 상기 광학 마이크로구조는 마이크로렌즈를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 21

제1 항에 있어서, 광학 마이크로구조 마스터를 제공하기 위하여 상기 감방사광층에 이미지가 형성된 상기 광학 마이크로구조를 현상하는 단계를 더 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 22

제1 항에 있어서, 상기 원통형 플랫폼은 또한 상기 방사광 빔에 투명한, 상기 감방사광층 위의 기판을 포함하고,

상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계는 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여 투명한 상기 기판을 통과하여 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 방사광 빔을 동시에 축방향으로 주사하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 23

제22 항에 있어서, 상기 방사광 빔에 노광된 상기 감방사광층의 일부가 현상 후에 남아 있도록 상기 감방사광층은 네가티브 포토레지스트층인 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 24

제1 항에 있어서, 상기 방사광 빔에 노광된 상기 감방사광층의 일부가 현상 후에 남아 있도록 상기 감방사광층은 네가티브 포토레지스트층인 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 25

제22 항에 있어서, 상기 기판은 유연한 기판인 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 26

제1 항에 있어서, 회전하는 단계는 한 쌍의 바깥층 사이에 샌드위치된 감방사광층을 상부에 포함하는 상기 원통형 플랫폼을 그 축에 대하여 회전하는 것을 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 27

제26 항에 있어서, 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계에 연이어 상기 바깥층의 적어도 어느 하나를 제거하는 단계를 더 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 28

제26 항에 있어서, 상기 한 쌍의 바깥층은 상기 원통형 플랫폼에 인접한 제1 바깥층 및 상기 방사광 빔에 투명하고 상기 원통형 플랫폼으로부터 떨어진 제2 바깥층을 포함하고,

상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 단계는 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여 상기 제2 바깥층을 통과하여 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 방사광 빔을 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하는 것을 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 29

제28 항에 있어서, 상기 감방사광층은 네가티브 포토레지스트층인 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 30

제27 항에 있어서, 상기 제거하는 단계는 상기 원통형 플랫폼으로부터 상기 제1 바깥층을 분리하는 단계; 및  
상기 감방사광층으로부터 상기 제1 바깥층을 분리하는 단계를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 방법.

#### 청구항 31

감방사광층을 상부에 유지하도록 구성된 원통형 플랫폼;

상기 원통형 플랫폼 위의 상기 감방사광층 위에 방사광 빔을 조사하도록 구성된 방사광 빔 시스템; 및

상기 감방사광층에 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 원통형 플랫폼을 그 축에 대하여 회전시키면서, 상기 회전과 동시에 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 방사광 빔을 축방향으로 주사하는 한편, 상기 회전과 동시에 상기 원통형 플랫폼 및 상기 방사광 빔의 상대적인 축방향 위치를 축방향으로 이동하도록 구성된 컨트롤러를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 32

제31 항에 있어서, 상기 감방사광층에 나선형 패턴으로 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 방사광 빔의 주사와 동시에 상기 원통형 플랫폼 및 상기 방사광 빔의 상대적인 축방향 위치를 축방향으로 연속적으로 이동하도록 상기 컨트롤러가 구성된 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 33

제31 항에 있어서, 상기 감방사광층에 밴드 패턴으로 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 방사광 빔의 주사와 동시에 상기 원통형 플랫폼 및 상기 방사광 빔의 상대적인 축방향 위치를 축방향으로 단계적으로 이동하도록 상기 컨트롤러가 구성된 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 34

제33 항에 있어서, 상기 감방사광층에 정렬된 밴드 패턴으로 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하게 하기 위하여, 상기 원통형 플랫폼의 소정의 회전각으로 상기 원통형 플랫폼 및 상기 방사광 빔의 상대적인 축방향 위치를 축방향으로 단계적으로 이동함으로써 상기 방사광 빔의 주사와 동시에 단계적으로 이동하도록 상기 컨트롤러가 구성된 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 35

제33 항에 있어서, 상기 감방사광층에 엇갈린 밴드 패턴으로 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하게 하기 위하여, 상기 원통형 플랫폼의 엇갈린 회전각으로 상기 원통형 플랫폼 및 상기 방사광 빔의 상대적인 축방향 위치를 축방향으로 단계적으로 이동함으로써 상기 주사와 동시에 단계적으로 이동하도록 상기 컨트롤러가 구성된 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 36

제31 항에 있어서, 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 방사광 빔의 진폭을 변화시키면서 상기 회전과 동시에 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 방사광 빔을 축방향으로 주사하도록 상기 컨트롤러가 구성된 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 37

제31 항에 있어서, 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 방사광 빔의 진폭을 연속적으로 변화시키면서 상기 회전과 동시에 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 방사광 빔을 축방향으로 주사하도록 상기 컨트롤러가 구성된 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 38

제31 항에 있어서, 상기 방사광 빔은 레이저빔인 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 39

제38 항에 있어서, 상기 방사광 빔 시스템은

연속적인 파장의 레이저빔; 및

상기 레이저빔의 진폭을 변조하고 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 레이저빔을 주사하기 위하여 상기 레이저빔을 오실레이팅하도록 구성된 변조기를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 40

제31 항에 있어서, 상기 방사광 빔이 상기 방사광 빔의 복수의 스캔에 걸쳐 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하도록, 상기 원통형 플랫폼을 회전시키고, 상기 회전과 동시에 상기 방사광 빔을 축방향으로 주사하는 단계가 상기 회전에 대하여 충분한 속도로 수행되도록 상기 컨트롤러가 구성된 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 41

제31 항에 있어서, 상기 방사광 빔 시스템은 상기 원통형 플랫폼의 반지름의 변동 또는 상기 감방사광층의 두께 변동을 적어도 부분적으로 보상하기 위하여 상기 방사광 빔의 초점 길이를 변화시키도록 구성된 자동 초점 시스템을 더 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 42

제31 항에 있어서, 상기 감방사광층 안에서 변하는 깊이로 상기 광학 마이크로구조의 부분들의 이미지를 형성하기 위하여 상기 방사광 빔의 주사와 동시에 상기 방사광 빔의 초점 길이를 변화시키도록 구성된 자동 초점 시스템을 더 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 43

제31 항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상반되는 제1 방향과 제2 방향의 축방향 모두를 따라 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상반되는 상기 제1 및 상기 제2의 축방향을 따라 상기 방사광 빔을 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하도록 구성된 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 44

제31 항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 제1 축방향을 따라 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하고 상기 제1 축방향에 상반되는 제2 축방향을 따라 상기 방사광 빔을 차단하기 위하여, 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상반되는 상기 제1 및 상기 제2의 축방향을 따라 상기 방사광 빔을 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하도록 구성된 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 45

제31 항에 있어서, 상기 원통형 플랫폼은 원주가 적어도 1 피트이고 또는 축 길이가 적어도 1 피트인 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 46

제45 항에 있어서, 상기 원통형 플랫폼은 적어도 분당 1회전의 각속도로 회전되는 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 47

제46 항에 있어서, 상기 방사광 빔의 주사는 적어도 1kHz의 주파수로 수행되는 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 48

제31 항에 있어서, 상기 컨트롤러는 상기 원통형 플랫폼의 회전 및 상기 방사광 빔의 축방향의 주사를 적어도 1 시간 동안 연속적으로 조절하도록 구성된 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 49

제31 항에 있어서, 상기 컨트롤러는 상기 원통형 플랫폼의 회전 및 상기 방사광 빔의 축방향의 주사를 적어도 1

시간 동안 연속적으로 조절하여 적어도 백만 개의 광학 마이크로구조를 제조하도록 구성된 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 50

제31 항에 있어서, 상기 광학 마이크로구조는 마이크로렌즈를 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 51

제31 항에 있어서, 광학 마이크로구조 마스터를 제공하기 위하여 상기 감방사광층에 이미지가 형성된 상기 광학 마이크로구조를 현상하도록 구성된 현상 스테이션을 더 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 52

제31 항에 있어서, 상기 원통형 플랫폼은 또한 상부에 상기 감방사광층 및 상기 방사광 빔에 투명한, 상기 감방사광층 위의 기판을 포함하도록 구성되고,

상기 컨트롤러는 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여 투명한 상기 기판을 통과하여 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 방사광 빔을 상기 회전과 동시에 축방향으로 주사하도록 더 구성된 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 53

제52 항에 있어서, 상기 방사광 빔에 노광된 상기 감방사광층의 일부가 현상 후에 남아 있도록 상기 감방사광층은 네가티브 포토레지스트층인 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 54

제31 항에 있어서, 상기 방사광 빔에 노광된 상기 감방사광층의 일부가 현상 후에 남아 있도록 상기 감방사광층은 네가티브 포토레지스트층인 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 55

제52 항에 있어서, 상기 기판은 유연한 기판인 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 56

제31 항에 있어서, 상기 원통형 플랫폼은 상부에 한 쌍의 바깥층 사이에 샌드위치된 감방사광층을 포함하는 광학 마이크로구조의 제조 시스템.

#### 청구항 57

삭제

#### 청구항 58

삭제

#### 청구항 59

삭제

#### 청구항 60

삭제

#### 청구항 61

삭제

#### 청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 출원은 동시에 제출된 "Systems and Methods For Mastering Microstructures Through a Substrate Using Negative Photoresist and Microsturcture Masters So Produced"라는 제목의 본원의 발명자의 출원 일련 번호 10/661,917호 및 동시에 제출된 "Systems and Methods For Fabricating Microstructures By Imaging A Radiation Sensitive Layer Sandwiched Between Outer Layers, and Microstrucrtrues Fabricated Thereby" 라는 제목의 본원의 발명자의 출원 일련 번호 10/661,974호와 관련되며, 두 출원 모두 본 출원의 양수인에게 양수



되었고, 이들의 개시 내용은 이 문서에서의 참조에 의하여 그 내용 전부가 여기에 원용되어 있다.

[0002] 본 발명은 마이크로제조 방법과 시스템에 관한 것이며, 더욱 상세하게는 마이크로구조를 제조하기 위한 시스템과 방법 및 그에 의하여 제조된 마이크로구조에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0003] 광학 마이크로구조들은 소비자용 및 상업용 생산품에 널리 사용된다. 해당 기술분야에 숙련된 자들에게 잘 알려진 바와 같이, 광학 마이크로구조들은 마이크로렌즈, 광학 회절격자, 마이크로 반사기, 및/또는 다른 광학적 흡수, 투과, 및/또는 반사 구조를 포함할 수 있다. 이들의 각각의 크기는 마이크론 정도이며, 예를 들면, 약 5  $\mu\text{m}$  에서 약 1000  $\mu\text{m}$ 의 크기일 수 있다.

[0004] 큰 배열의 광학 마이크로구조의 제조가 연구되고 있다. 여기에서 사용된 바에 의하면, 큰 배열의 광학 마이크로구조는 적어도 약 백만개의 광학 마이크로구조를 포함하고/또는 적어도 약 1 제곱 피트의 영역을 커버한다. 예를 들면, 큰 배열의 마이크로렌즈는 컴퓨터 디스플레이(모니터) 및/또는 프로젝션 텔레비전에 사용될 수 있다. 배열은 동일하고 그리고/또는 동일하지 않은 마이크로구조의 균일하고 그리고/또는 균일하지 않은 간격을 가질 수 있음이 이해될 것이다.

[0005] 불행하게도, 그러나, 큰 배열의 광학 마이크로구조를 제조하기 위한 시도에서 혹독한 스케일링 장벽을 만날 수 있다. 이 스케일링 장벽은 수용할 만한 제조 수율로 큰 배열의 광학 마이크로구조를 효과적으로 제조하는 것을 어렵게 할 수 있다.

[0006] 광학 마이크로구조를 큰 배열로 스케일하는 시도에서 몇 가지 장벽을 만날 수 있다. 먼저, 큰 배열을 마스터하는 시간은 금지되는 것과 마찬가지로 매우 많이 걸린다. 특히, 광학 마이크로구조가 초기에 "마스터" 로 이미지화될 수 있고, 상기 마스터는 대량의 최종 생성물을 생산하기 위하여 하나 또는 그 이상의 제2 세대의 스탬퍼로 복사될 수 있다고 잘 알려져 있다. 불행하게도, 적당한 시간 내에 큰 배열의 광학 마이크로구조를 위한 마스터를 생성하는 것이 어려울 수 있다. 예를 들면, 대형 스크린 후면 프로젝션 텔레비전을 위한 단일 마스터를 생성하는데 수년이 걸릴 수 있음이 계산될 수 있다. 이 마스터를 만드는 시간은 실용적인 생성물을 생산하는 것을 막는다.

[0007] 많은 응용에 대하여 요망될 수 있는 몇몇 광학 마이크로구조를 이미지화하는 것이 또한 어려울 수 있다. 예를 들면, 컴퓨터 디스플레이 또는 프로젝션 텔레비전은 큰 배열의 마이크로렌즈를 채용할 수 있고, 여기서 각각의 마이크로렌즈들은 반구(半球) 섹션을 포함하며, 상기 반구 구역은 (각이 180° 보다 작은) 서브-반구, (각이 약 180° 인) 반구, (각이 180° 보다 큰) 수퍼-반구를 포함할 수 있다. 그러나 큰 배열의 반구부(hemispherical section)를 통상적인 포토리소그래피 기술을 사용하여 마스터하는 것은 어려울 수 있다. 마지막으로, 디스플레이, 텔레비전 및/또는 다른 응용을 위한 광학 마이크로구조의 최종 생성물을 대량으로 생산하는 것을 가능하게 하기 위하여, 큰 배열의 광학 마이크로구조를 포함하는 마스터를 효과적으로 복제하여 스탬퍼를 생산하는 것이 어려울 수 있다.

## 발명의 상세한 설명

[0008] 본 발명의 일부 실시예들은 상부에 감방사광층(radiation sensitive layer)을 포함하는 원통형 플랫폼을 그 축 주위로 회전하면서 이와 동시에 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 방사광 빔을 축방향으로 주사(raster)하여 상기 감방사광층에 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하는 것에 의하여 마이크로렌즈와 같은 광학 마이크로구조를 제조한다. 상기 감방사광층에 이미지가 형성된 상기 광학 마이크로구조는 광학 마이크로구조를 위한 마스터를 제공하기 위하여 현상될 수 있다.

[0009] 일부 실시예들에서 상기 원통형 플랫폼은 또한 회전되면서 동시에 축방향으로 이동된다. 상기 원통형 플랫폼은 상기 감방사광층에 나선형 패턴으로 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여 축방향으로 연속적으로 이동될 수 있고 그리고/또는 상기 감방사광층에 밴드 패턴으로 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여 축방향으로 단계적으로 이동될 수 있다. 단계적으로 이동하는 경우에, 일부 실시예들은 상기 감방사광층에 정렬된 밴드 패턴으로 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여 소정의 회전각도로 단계적으로 이동할 수 있다. 다른 실시예들은 상기 감방사광층에 엇갈린 밴드 패턴으로 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여, 상기 원통형 플랫폼을 균일 및/또는 비균일한 엇갈린 회전각도로 단계적으로 이동할 수 있다. 정렬되고 엇갈린 회전각도의 조합이 또한 제공될 수 있다.

- [0010] 본 발명의 일부 실시예들에서, 상기 방사광 빔을 상기 감방사광층의 적어도 일부에 가로질러 주사하면서, 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여 상기 방사광 빔의 진폭이 변화된다. 일부 실시예들에서, 상기 감방사광층에 반구부(hemispherical section) 렌즈와 같은 광학 마이크로구조의 이미지를 생성하기 위하여 상기 방사광 빔의 진폭이 연속적으로 변화된다. 다른 실시예들에서, 상기 방사광 빔이 상기 방사광 빔의 다중 스캔에 걸쳐 단일 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하도록, 상기 원통형 플랫폼의 회전에 대하여 충분한 속도로 주사가 수행될 수 있다.
- [0011] 일부 실시예들에서, 상기 원통형 플랫폼의 반지름의 변동 및/또는 상기 감방사광층의 두께 변동을 적어도 부분적으로 보상하기 위하여 상기 방사광 빔의 초점 길이가 주사 중에 변화될 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 감방사광층에 변하는 깊이로 상기 광학 마이크로구조의 부분들의 이미지를 형성하기 위하여 초점 길이가 변화될 수 있다. 일부 실시예들에서, 상기 방사광 빔의 이미징은 상반되는 제1 및 제2의 축방향을 따라 일어나며, 반면 다른 실시예들에서, 제1 축방향을 따라 이미징이 일어나고, 상기 방사광 빔은 제2 축방향을 따라 복귀하는 동안 차단될 수 있다.
- [0012] 일부 실시예들에서, 상기 방사광 빔은 레이저빔 또는 전자빔과 같은 간섭성의 방사광 빔이다. 축방향 주사는 연속적인 파장의 레이저빔을 생성하는 단계, 상기 레이저빔의 진폭을 변화시키기 위하여 상기 레이저빔을 변조하는 단계, 및 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 레이저빔을 주사하기 위하여 상기 레이저빔을 오실레이팅하는 단계에 의하여 제공될 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일부 실시예들에서, 상기 원통형 플랫폼은 그 위에 다수의 광학 마이크로구조를 제조하기 위하여, 원주가 적어도 약 1 피트이고 그리고/또는 축 길이가 적어도 약 1 피트이다. 회전은 적어도 분당 약 1회전의 각속도로 수행될 수 있고 그리고/또는 축방향 주사는 적어도 약 1kHz의 주파수로 수행될 수 있다. 더욱이, 일부 실시예들에서, 적어도 약 백만 개의 마이크로구조를 제조하도록, 회전 및 이와 동시의 축방향 주사이 적어도 약 1시간 동안 연속적으로 수행될 수 있다.
- [0014] 일부 실시예에서, 상기 원통형 플랫폼은 또한 상기 방사광 빔에 투명한, 상기 감방사광층 위의 기판을 포함한다. 이러한 실시예들에서, 동시에 축방향으로 주사하는 단계는 상기 감방사광층에 상기 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하기 위하여 투명한 상기 기판을 통과하여 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 방사광 빔을 동시에 축방향으로 주사하는 것에 의해 수행된다. 일부 실시예들에서, 상기 방사광 빔에 노광된 상기 감방사광층의 일부가 현상 후에 남아 있도록 상기 감방사광층은 네가티브 포토레지스트층이다. 일부 실시예들에서, 상기 기판은 유연한 기판이다.
- [0015] 또 다른 실시예들에서, 상기 감방사광층은 상기 원통형 플랫폼 위의 한 쌍의 바깥층 사이에 샌드위치되고, 상기 바깥층의 적어도 어느 하나가 이미징 후에 제거된다. 더욱 상세하게는, 일부 실시예들에서 한 쌍의 바깥층은 상기 원통형 플랫폼에 인접한 제1 바깥층 및 상기 방사광 빔에 투명한, 상기 원통형 플랫폼으로부터 떨어진 제2 바깥층을 포함한다. 이러한 실시예들에서, 상기 방사광 빔은 상기 제2 바깥층을 통과하여 상기 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 축방향으로 주사된다. 일부 실시예들에서, 이미징 후에, 제1 바깥층이 상기 원통형 플랫폼으로부터 분리되고, 그 후상기 제1 바깥층이 상기 감방사광층으로부터 분리된다.
- [0016] 본 발명의 실시예들은 위에서 광학 마이크로구조를 제조하는 방법에 관련하여 주로 기술되었다. 그러나, 본 발명의 다른 실시예들이 광학 마이크로구조를 제조하기 위한 유사한 시스템들을 제공할 수 있음이 해당 기술분야에서 숙련된 자들에게 이해될 수 있다.

## 실시예

- [0034] 본 발명은 본 발명의 실시예가 보여지는 첨부 도면을 참조하여 여기에서 더욱 상세하게 기술될 것이다. 그러나 본 발명은 많은 다른 형태로 구체화될 수 있고, 여기에 설명된 실시예들로만 한정되는 것으로 해석되지는 안된다. 오히려, 이러한 실시예들은 이 개시가 철저하고 완전하며 당업자에게 발명의 범위를 완전히 전달하기 위하여 제공된다. 도면에서, 층의 두께와 영역의 크기와 상대적인 크기들은 명확성을 위하여 과장될 수 있다. 동일한 숫자는 끝까지 동일한 요소를 지칭한다.
- [0035] 층, 영역 또는 기판과 같은 요소가 다른 요소 "위(on)"에 존재하는 것으로 기술되는 경우, 그 요소는 다른 요소의 직접 위에 있거나 중간 요소가 존재할 수 있다. 더욱이, 여기에서 "상부(top)" 또는 "바깥(outer)"와 같은 상대적인 용어들은 도면에 도시된 베이스 구조에 대하여 한 층 또는 영역의 다른 층 또는 영역에 대한 상대적인 관계를 기술하는데 사용될 수 있다. 이러한 상대적인 용어들은 도면에 묘사된 방향에 부가하여 장치의 다른 방향을 포함하기 위한 의도를 갖는 것으로 이해될 것이다. 마지막으로, 용어 "직접(directly)"은 다른 중간

요소가 존재하지 않는 것을 의미한다.

- [0036] 본 발명의 실시예들은 광학 마이크로구조의 제조에 관련하여 여기에서 기술될 것이다. 여기서 광학 마이크로구조들은 마이크로렌즈, 광학 회절격자, 마이크로 반사기 및/또는 다른 광학적 흡수, 투과, 및/또는 반사 구조를 포함할 수 있다. 이들의 각각의 크기는 마이크로 정도이며, 예를 들면, 약  $5\mu\text{m}$  에서 약  $1000\mu\text{m}$ 의 크기일 수 있다. 그러나 본 발명의 다른 실시예들은 공기에 의해 작용하는, 수압에 의한/또는 마이크로전자기계 시스템(MEMS)의 마이크로구조와 같은 기계적인 마이크로구조를 제조하는데 사용될 수 있다. 상기 기계적인 마이크로구조들은 마이크로-유체공학, 마이크로-기체역학 및/또는 마이크로기계 시스템에 사용될 수 있으며, 이들의 각각의 크기는 예를 들면, 약  $5\mu\text{m}$  에서 약  $1000\mu\text{m}$  치수의 크기일 수 있다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 광학 마이크로구조들을 제조하는 시스템 및 방법을 보여주는 사시도이다. 도 1에 보이는 바와 같이, 상부에 감방사광층(radiation sensitive layer)(110)을 포함하는 원통형 플랫폼 또는 드럼(100)이 그 회전축(102)에 대하여 예를 들면 화살표(104)에 의해 보이는 방향으로 회전한다. 여기에서 사용된 "감방사광"이라는 용어는 어떤 것이든 포토-이미지화 가능한 물질을 포함하며, 포토레지스트를 포함하나 그에 한정되지 않는다. 도 1에 보이는 바와 같이, 감방사광층(110)에 광학 마이크로구조(132)의 이미지를 형성하기 위하여, 레이저(122)에 의하여 생성된 레이저빔(12)과 같은 방사광 빔이 감방사광층(110)의 적어도 일부에 걸쳐서 화살표(124)가 지시하는 축의 회전방향의 반대방향으로 동시에 주사된다. 이와 같이 형성된 이미지는 또한 잠재 이미지라고 불릴 수 있다. 비록 본 발명의 실시예들이 여기에서 레이저빔과 감레이저 포토레지스트에 관련하여 일반적으로 기술되었으나, 전자빔과 같은, 간섭성의(coherent) 또는 비간섭성의(incoherent) 다른 방사광 빔이 그에 적합한 감방사광층과 함께 사용될 수 있다.
- [0038] 도 1에 보이는 바와 같이, 감방사광층(110)이 원통형 플랫폼(100)의 직접 위에 있을 수 있고, 아래에서 상세히 기술될 바와 같이, 하나 또는 그 이상의 매개층이 감방사광층(110)과 원통형 플랫폼(100) 사이에 제공될 수 있음이 기술 분야의 숙련된 자에 의하여 또한 이해될 것이다. 더욱이, 아래에서 상세히 기술될 바와 같이, 하나 또는 그 이상의 층이 감방사광층(110) 위에, 원통형 플랫폼(100)으로부터 떨어져서 제공될 수 있다. 감방사광층(110)의 다른 실시예들이 아래에서 기술될 것이다. 더욱이, 원통형 플랫폼(100)은 일정한 각속도 및/또는 변하는 각속도로 축(102)에 대하여 회전될 수 있다.
- [0039] 일부 실시예들에서 여전히 도 1을 참조하면, 레이저(122)는 감방사광층(110)이 감응할 수 있는 주파수 또는 주파수 밴드에서 방사광을 방출하는 연속 파장 레이저(continuous wave laser)이다. 일부 실시예들에서, 레이저빔(120)은 원통형 플랫폼의 전체 축 길이에 걸쳐 축방향으로 주사될 수 있다. 그러나, 아래에서 더욱 상세히 기술될 다른 실시예들에서, 레이저빔(120)은 원통형 플랫폼의 비교적 작은 일부 위에서 주사될 수 있다.
- [0040] 마지막으로, 비록 도해를 위하여 단지 적은 수의 광학 마이크로구조(132)가 보여지고 있지만, 일부 실시예들에서는 큰 배열의 광학 마이크로구조들을 제공하도록 통상적으로 많은 수의 광학 마이크로구조(132)가 제조된다. 비록 도 1에서는 광학 마이크로구조(132)가 반구부 형태의 마이크로렌즈로서 보여지지만, 다른 실시예들에서는 광학 회절격자 구조와 같은 다른 마이크로구조가 복수의 균일 및/또는 비균일한 간격의, 동일 및/또는 비동일한 광학 마이크로구조(132)로서 형성될 수 있다. 균일 및/또는 비균일한 크기 및/또는 간격을 갖는 다른 형태의 광학 마이크로구조의 조합이 또한 제조될 수 있다.
- [0041] 도 2 내지 도 4는 원통형 플랫폼(100) 길이의 적어도 실질적인 일부에 걸쳐 광학 마이크로구조를 이미지화하기 위하여 플랫폼이 회전되고 빔이 주사됨과 동시에 원통형 플랫폼(100) 및/또는 레이저빔(120)이 서로에게 상대적으로 축방향으로 이동되는 본 발명의 다른 실시예들을 보여준다. 일부 실시예들에서는 축 방향의 이동으로 인하여 광학 마이크로구조가 실질적으로 원통형 플랫폼(100)의 전체 축 길이에 걸쳐 형성되도록 할 수 있다. 일부 실시예들에서는 원통형 플랫폼(100)이 고정된 축의 위치에서 유지되고 레이저(122) 및/또는 레이저빔(120)이 축 방향을 따라 이동될 수 있다. 다른 실시예들에서는 레이저(122) 및/또는 레이저빔(120)이 고정된 축 위치에서 유지되고 원통형 플랫폼(100)이 축방향으로 이동될 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 레이저(122) 및/또는 레이저빔(120) 및 원통형 플랫폼(100)이 축 방향으로 서로에게 상대적으로 이동될 수 있다. 예를 들면, 레이저(122)가 원통형 플랫폼(100)의 일단에 고정될 수 있고, 거울과 같은 레이저 광학기기가 예를 들면 축방향 이동 및/또는 회전에 의하여 원통형 플랫폼에 대하여 상대적으로 레이저빔(120)을 이동하도록 구성될 수 있다.
- [0042] 도 2 내지 도 4는 원통형 플랫폼(100)이 고정된 레이저(122)에 대하여 축 방향으로 이동되는 본 발명의 실시예들을 보여준다. 더욱 상세하게는, 도 2를 참조하면, 롤러(222) 및/또는 다른 통상적인 장치를 사용하여 베이스(220)에 대하여 지지부(210)를 이동함으로써 원통형 플랫폼(100)은 화살표(224)가 지시하는 축의 이동 방향을 따라 축 방향으로 이동된다. 도 2에 보이는 바와 같이, 이동 방향(224)을 따라 원통형 플랫폼(100)이 연속적으

로 이동되어, 그에 의하여 감방사광층(110)에 광학 마이크로구조(132)가 연속적인 나선형 패턴(230)으로 이미지화된다.

[0043] 도 3은 이동 방향(324)을 따라 레이저빔(120)에 대하여 원통형 플랫폼(100)이 단계적으로 이동되어, 그에 의하여 감방사광층에 광학 마이크로구조(132)가 불연속적 밴드(330)로 이미지화되는 본 발명의 다른 실시예들을 보여준다. 도 3의 실시예들에서, 원통형 플랫폼(100)의 연속적인 회전이 화살표의 회전방향(104)으로 제공될 수 있고, 원통형 플랫폼의 단계적 이동이 각각의 밴드(330)가 이미지화된 후에 이동방향(324)을 따라 제공될 수 있다. 원통형 플랫폼(100)의 단계적 이동 중에 원통형 플랫폼(100)은 하나보다 작은, 하나의, 또는 하나 이상의 완전한 1 회전을 통하여 계속하여 회전할 수 있다.

[0044] 도 3에서 각 밴드(330)의 이미지화는 원통형 플랫폼(100)의 동일한 소정의 회전 각도에서 시작되고 끝나며, 이에 의하여 감방사광층(110)에 정렬된 밴드의 패턴(330)을 제공할 수 있도록 한다. 밴드의 시작과 끝을 서로 분리하기 위하여 하나의 밴드에 가드 밴드(guard band)가 제공될 수 있다. 다르게는, 한 밴드의 시작과 끝이 서로 연이을 수 있다.

[0045] 반면에, 도 4에서는 광학 마이크로구조(132)를 엇갈린 밴드 패턴(430)으로 이미지화하도록, 원통형 플랫폼(100)이 원통형 플랫폼(100)의 엇갈린 회전 각도에서 이동 방향(324)을 따라 축 방향으로 단계적으로 이동된다. 일부 실시예들에서는, 밴드 시작/끝(432)에 의해 보이는 바와 같이 한 밴드의 시작 및/또는 끝이 서로에 대하여 균일하게 엇갈릴 수 있다. 다른 실시예들에서는 참조번호 "434"에 보이는 바와 같이 패턴 시작/끝의 비균일한 엇갈림이 제공될 수 있다. 또한 정렬되고(도 3) 엇갈린(도 4) 밴드 패턴의 조합이 제공될 수 있다. 도 1 내지 도 4의 이미징 시스템들과 방법들의 조합들은 단일 감방사광층(110)에 제공될 수 있다. 일부 실시예들에서는 균일한 간격의 광학 구조가 생성되도록 모든 광학 마이크로구조가 이미지화되고 현상된 후에 도 2 내지 도 4의 나선/밴드 구조가 감지되지 않을 수 있다. 그러나 다른 실시예들에서는, 나선/밴드 구조의 적어도 일부의 모습이 감지될 수 있다.

[0046] 도 5a 내지 도 5c 및 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 감방사광층에 도 1 내지 도 4의 광학 마이크로구조(132)와 같은 광학 마이크로구조를 이미지화하기 위하여, 도 1의 감방사광층과 같은 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐 레이저빔(120)과 같은 방사광 빔의 주사를 도시한다. 도시의 편의를 위하여, 감방사광층(110) 및 마이크로구조(132)의 단지 일부만이 보여진다. 도 5a는 감방사광층(110)의 일부의 상면도이고, 도 5b는 도 5a의 라인 5b-5b'를 통과하는 감방사광층(110)의 단면도이다. 감방사광층(110)의 적어도 일부에 걸쳐 레이저빔(120)을 축 방향으로 주사하여 감방사광층에 광학 마이크로구조(132)를 이미지화하기 위하여, 도 1 내지 도 4의 레이저빔(120)과 같은 방사광 빔이 레이저빔의 진폭을 변화시키면서, 감방사광층(110)의 적어도 일부에 걸쳐 축 방향으로 주사된다. 더욱 상세하게는 도 5a 내지 도 5c에 보이는 바와 같이, 감방사광층(110)에 광학 마이크로구조(132)를 이미지화하기 위하여 레이저빔의 진폭을 변화시키면서 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐 레이저빔(120)을 축 방향으로 주사함으로써 축 방향의 주사가 일어난다. 특히 도 5a에 보이는 바와 같이, 일부 실시예들에서, 주사는 축 방향(124)으로 감방사광층(110)에 걸치는 세 스캔들(510, 512, 514)을 제공할 수 있다. 스캔들은 원통형 플랫폼(100)의 회전에 의하여 서로 간격을 두고 떨어져 있다. 도 5a에서, 레이저빔은 광학 마이크로구조를 이미지화하기 위하여 도 5a에서 오른쪽으로 향하는 것으로 보이는 제1 방향을 따라 주사된 후, 도 5a에서 왼쪽으로 향하는 것으로 보이는 제1 축 방향의 반대인 제2 축 방향으로 점선(520, 522, 524)에 의해 보이는 바와 같이 차단된다. 광학 마이크로구조(132)를 생성하기 위하여, 도 5c에 보이는 바와 같이 축 방향의 스캔들(510, 512, 514) 도중 레이저빔의 진폭이 변화될 수 있다.

[0047] 따라서, 도 5a 내지 도 5c에 보이는 바와 같이, 감방사광층(110)에 광학 마이크로구조(132)를 이미지화하기 위하여 레이저빔(120)의 진폭이 연속적으로 변할 수 있다. 더욱이, 도 5a 내지 도 5c에서 세 스캔(510, 512, 514)으로서 보이는 바와 같은 복수의 레이저빔의 스캔으로 레이저빔(120)이 광학 마이크로구조(132)를 이미지화하도록, 축 방향의 주사는 원통형 플랫폼(100)의 회전에 대하여 충분한 속도로 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서는 광학 마이크로구조가 단일 스캔으로 이미지화될 수 있고, 다른 실시예들에서는 두 스캔 또는 셋 이상의 스캔이 사용될 수 있음이 이해될 것이다. 더욱이, 일부 실시예들에서는 하나 이상의 스캔을 동시에 수행하기 위하여 복수의 레이저가 사용될 수 있다. 감방사광층(110)의 비선형 흡수/현상 특성 및/또는 다른 잘 알려진 비선형 효과에 기인하여, 레이저빔(120)의 진폭은 이미지화되고 있는 광학 마이크로구조 형태의 선형 함수가 아닐 수 있음이 이해될 것이다. 특히, 이미징의 결과로 나타날 형태는 빔 프로파일, 강도 및 이들이 공간과 시간에서 변하는 태도 뿐만 아니라 감방사광층이 그것에 축적되는 방사광 에너지("노광 곡선")에 반응하는 태도의 상세한 이해를 통하여 예견할 수 있다. 노광에 관련된 변수에 더하여, 감방사광층의 반응은 또한 여러가지 노광 후 현상 변수에 의해 영향을 받을 수 있다. 광학 마이크로구조의 바람직한 이미지를 생성하는 바람직한 진



폭에 도달하기 위하여, 시뮬레이터를 사용하거나, 레이저 조사량과 감방사광층에서의 바람직한 이미지 사이의 관계를 정의하는 수학적인 컨볼루션(convolution) 함수를 사용하거나/또는 여기에서 상세하게 기술될 필요가 없는 다른 통상적인 기술을 사용함으로써, 스캔 중의 레이저빔(120)의 바람직한 진폭이 시행착오에 의하여 경험적으로 결정될 수 있다.

[0048] 도 6a 내지 도 6c는 복귀 중 레이저빔(120)의 블랭킹보다는 레이저빔의 순방향 및 복귀 스캔 중 감방사광층(110)이 이지화되는 본 발명의 다른 실시예들을 도시한다. 그에 의하여 더 높은 밀도 및/또는 더 높은 스피드가 잠재적인 더 큰 복잡성을 희생하여 얻어질 수 있다. 따라서, 도 6a 내지 도 6c에 보이는 바와 같이, 스캔 라인(610, 612, 614)에 의해 도 6a에서 오른쪽으로 향하는 것으로 보이는 제1(순) 축 방향으로, 그리고 복귀 스캔(620, 622) 중, 도 6a 내지 도 6c에서 왼쪽으로 향하는 것으로 보이는 제1 방향에 반대되는 제2 방향으로 이미징이 수행된다. 도 5의 경우에서와 같이, 더 작거나 더 큰 수의 스캔이 제공될 수 있다. 또한 도 5 및/또는 도 6의 실시예들은 도 1 내지 도 4의 어떠한 실시예들과도 조합될 수 있음이 이해될 것이다.

[0049] 도 7은 본 발명의 다른 실시예들에 따른 광학 마이크로구조를 제조하기 위한 다른 시스템들과 방법들의 블록 다이어그램이다. 도 7에 보이는 바와 같이, 연속적인 파장의 레이저빔(120)이 연속 파장 레이저(710)에 의해 발생될 수 있고, 파워 조절 안정화기(712)에 의하여 파워 조절 안정화가 제공될 수 있다. 다른 실시예들에서, 예를 들면, 스위칭될 수 있는 반도체 레이저를 사용하여 "준-연속적인 파장의" 레이저빔이 제공될 수 있다. 일부 실시예들에서 음향광학적인(acoustooptical : AO) 변조기(714)일 수 있는 변조기(714)가 레이저빔(120)의 진폭을 변화시키고 레이저빔(120)을 주사하는데 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서는, 분리된 변조기들이 레이저빔(120)의 진폭을 변조하고 레이저빔(120)의 위치를 주사하는데 사용될 수 있다. 감방사광층(110)이 놓여진 원통형 플랫폼(100)을 움직일 필요 없이, 제한된 범위의 움직임을 제공하기 위하여, 변조기(714)는 빔에 각도 편향을 줄 수 있다. 더욱이, 레이저빔(120)의 진폭 및/또는 위치를 변화하기 위하여 다른 통상적인 기술들이 또한 채용될 수 있다. 예를 들면, 레이저빔의 진폭은 레이저(710) 자체에서 변화될 수 있고, 위치는 회전 및/또는 진동하는(oscillating) 거울들을 채용하는 통상적인 스캐너를 사용하여 주사될 수 있다.

[0050] 도 7을 계속하여 기술하면, 거울, 프리즘 및/또는 다른 광학 요소(들)(716)이 원한다면 레이저빔(120)의 방향을 변화시키는데 사용될 수 있다. (원형과 같은) 타원형 및/또는 (정사각형과 같은) 다각형의 빔을 일정하거나, 가우시안이거나 다른 통상적인 프로파일을 따를 수 있는 강도 프로파일을 갖고 형성되도록 빔 정형 광학기기 (beam shaping optics)(718)가 사용될 수 있다. 또한 원통형 플랫폼(100)에 대한 레이저빔(120)의 초점 포인트를 조절하기 위하여 자동 초점 시스템(722)이 제공될 수 있다. 블록(710-722)의 디자인과 작용은 기술분야에서 숙련된자에게 잘 알려져 있으며 여기에서 상세하게 기술될 필요가 없다. 이러한 블록들은 집합적으로 광학 트레인(optical train) 또는 방사광 빔 시스템으로 불릴 수 있다. 더욱이, 본 발명의 다른 실시예들에 따르면 블록(710-722)의 일부는 광학 트레인(optical train) 또는 방사광 빔 시스템에서 사용될 필요가 없음이 이해될 것이다. 따라서 도 7의 실시예들은 연속적인 파장의 레이저빔(120)을 생성하고 그 진폭을 변화시키기 위하여 레이저빔을 변조하면서, 동시에 감방사광층(110)의 적어도 일부에 걸쳐 레이저빔을 주사하기 위하여 레이저빔을 오실레이팅할 수 있다.

[0051] 특히, 균일 및/또는 변하는 프로파일 및/또는 높이를 갖는 마이크로구조를 높은 정밀도로 제조하는 것은 어려울 수 있다. 본 발명의 일부 실시예들은 광학 마이크로구조를 형성하기 위하여 레이저빔(120)과 같은 연속적으로 변하는 강도의 방사광 빔을 사용할 수 있다. 이것은 광학 요소의 임의의 3차원 프로파일을 실시간으로 높은 정확도를 가지고 생성하도록 할 수 있다. 광학 마이크로구조 당 다중 노광을 사용하여 대량의 광학 마이크로구조를 마스터링하는 것을 허용할 수 있을 정도로 충분히 높은 속도로 형상들을 생성하기 위하여, 레이저빔(120)이 적어도 약 1kHz의 속도로, 일부 실시예들에서는 MHz 속도로 세기와 공간적으로 변조될 수 있다. AO 모듈레이션은 빔이 이러한 주파수로 주사되고 진폭 변조될 수 있으므로, 이러한 능력을 제공할 수 있다. 또한 최대의 방사광 에너지가 쌓이는 감방사광층(110)에서의 깊이를 변화시키기 위하여 초점면이나 빔 프로파일의 다른 면들이 급격히 변화될 수 있다.

[0052] 도 7을 계속하여 참조하면, 여기에서 컨트롤러라고 불리는 컨트롤 시스템 및/또는 방법이 또한 제공될 수 있다. 하나 또는 그 이상의 컴퓨터 프로그램을 실행하기 위하여, 컨트롤러(730)는 네트워크를 통하여 연결될 수 있는 전용 하드웨어 및/또는 하나 또는 그 이상의 엔터프라이즈, 응용, 퍼스널, 보급형, 또는 임베디드 컴퓨터 시스템을 포함할 수 있다. 컨트롤러(730)는 중앙 집중화하거나 분산될 수 있다. 컨트롤러(730)는 통상적인 컨트롤 기술을 사용하여 블록(710-722)의 일부 또는 전부를 컨트롤하는데 사용될 수 있다. 또한, 여기에서 기술된 임의의 실시예들 또는 이들의 결합에 따라 광학 마이크로구조를 이미징하기 위하여, 컨트롤러(730)는 원통형 플랫폼(100)의 각 회전(angular rotation) 2, 원통형 플랫폼(100)의 이동 X, 시간에 대한 레이저빔(120)의 진폭

과 위치를 조절하도록 디자인될 수 있다. 콘트롤러의 디자인은 콘트롤 분야에서 숙련된 기술을 갖는 자들에게 잘 알려져 있으며, 여기에서 더 이상 기술될 필요가 없다.

- [0053] 일부 실시예들에서, 콘트롤러(730)는 노광이 일어날 감방사광층(110) 위의 원하는 물리적인 위치에서, 블록(710-722)에 의해 제공되는 바와 같이 빔 노광과 위치를 동기화할 수 있다. 일부 실시예들에서 도 7의 시스템/방법들은 한 번에 24시간 또는 그 이상의 기간 동안 작용될 수 있다. 따라서 콘트롤러(730)는 이 기간의 시간에 걸쳐 요구되는 허용한계 내에서 변수들을 유지할 수 있어야 한다.
- [0054] 더욱이, 본 발명의 일부 실시예들에서 콘트롤러(730)는 부가적인 기능을 수행하기 위하여 자동 초점 시스템(722)을 조절할 수 있어야 한다. 특히, 일부 실시예들에서 적어도 원통형 플랫폼(100)의 반지름 변동 및/또는 감방사광층(110)의 두께 변동을 보상하기 위하여, 레이저빔(120)의 초점 길이는 원통형 플랫폼(100)의 회전 및 레이저빔(120)의 축 방향의 주사와 동시에 변화될 수 있다. 다른 실시예들에서 감방사광층(110)의 변동 깊이에 광학 마이크로구조의 일부를 이미지화하기 위하여 레이저빔(120)의 초점 길이가 또한 변화될 수 있다. 또 다른 실시예들에서 원하는 광학 마이크로구조를 제공하기 위하여, 감방사광층(110)의 노광을 변화하도록 레이저빔(120)의 초점 길이가 변화될 수 있다. 이러한 초점 길이 조절 메커니즘의 조합 및 부조합이 레이저빔(120)의 진폭 조절과 함께 또는 홀로 제공될 수 있다.
- [0055] 일부 실시예들에서, 아래에서 상세하게 기술될 바와 같이 도 1 내지 도 7의 감방사광층(110)에 이미지화된 광학 마이크로구조(132)는 현상 스테이션에서 현상된다. 현상된 감방사광층은 광학 마이크로구조 최종 생성물을 위한 마스터를 제공할 수 있으며, 이것은 예를 들면, 컴퓨터 디스플레이 및/또는 텔레비전에 사용될 수 있다.
- [0056] 도 1 내지 도 7에 도시된 본 발명의 실시예들의 부가적인 논의가 지금부터 제공될 것이다. 특히, 위에서 기술된 바와 같이, 광학 마이크로구조를 마스터링하기 위한 통상적인 접근이 적어도 약 백만 요소 및/또는 적어도 약 1 제곱 피트의 면적을 커버하는데 적용될 때 혹독한 스케일링 장벽을 만날 수 있다. 이러한 구조에서, 합리적인 시간 내에 마스터를 이미지화하는 것은 어려울 수 있다. 이와는 매우 대조적으로, 본 발명의 일부 실시예들은 초당 거의 백만 개에 이르는 광학 마이크로구조를 생성하기에 충분한 해상도와 정확도를 갖고, 초당 거의 백만 개에 이르는 분리된 노광을 수행할 수 있다. 따라서 대형 후면 스크린 프로젝션 텔레비전을 위한 마스터가 통상적인 기술을 사용하여 수 년이 걸리는 것이 아니라 몇 시간 내에 제조될 수 있다.
- [0057] 본 발명의 일부 실시예들은 감방사광층을 노광하기에 충분한 강도를 갖는, 예를 들면 직경 약  $5\mu\text{m}$ 의 작은 레이저빔을 설치하고, 예를 들면 MHz 속도로 이 빔의 강도와 위치를 변조할 수 있다. 감방사광층이 그 위에 놓여지거나 올려지는 원통형 플랫폼은 컴퓨터 콘트롤에 의하여 정밀하고 신속하게 이동될 수 있다. 감방사광층의 적절한 부분을 올바른 양의 방사광으로 노광하기 위하여, 콘트롤 시스템은 플랫폼 위의 변조된 빔의 위치를 동기화한다.
- [0058] 본 발명의 일부 실시예들이 작용될 소정의 스케일을 제공하기 위하여 본 발명의 일부 실시예들에 따른 치수와 속도가 지금부터 제공될 것이다. 그러나, 이러한 치수와 속도는 예로서 고려되어야 하고, 제한으로 고려되어서는 안된다. 특히, 본 발명의 일부 실시예들에서 원통형 플랫폼(100)은 길이가 약 3 피트, 원주가 약 5 피트일 수 있다. 감방사광층(110)은 약  $10\mu\text{m}$ 와 약  $150\mu\text{m}$  사이의 두께일 수 있다. 주사된 레이저빔(124)의 밴드는 약  $1\mu\text{m}$ 과 약  $1000\mu\text{m}$  사이의 축방향 길이를 가질 수 있다. 지름이 약  $75\mu\text{m}$ 인 반구부(hemispherical section) 렌즈가 복귀 스캔을 차단모드로 하여 렌즈 당 10 스캔을 사용하여 제조될 수 있다. 원통형 플랫폼(100)은 분당 약 60회전의 각속도로 회전할 수 있고, 주사는 초당 약 500,000스캔의 주파수로 수행될 수 있다. 이러한 변수에서 약 200만 개의 마이크로렌즈를 제조하는데 약 2시간이 걸릴 수 있다.
- [0059] 도 8은 본 발명의 다른 실시예들에 따라 광학 마이크로구조를 제조하기 위한 시스템들과 방법들의 단면도이다. 도 8에 보이는 바와 같이, 감방사광층(810)에, 도 1 내지 도 7의 광학 마이크로구조(132)에 해당될 수 있는 광학 마이크로구조(832)를 이미지화하기 위하여, 도 1 내지 도 7의 레이저(110) 및/또는 (710)에 해당될 수 있는 레이저(822)로부터의 레이저빔(820)과 같은 방사광 빔이 투명한 기관(800)을 통과하여 그 위의 도 1 내지 도 7의 감방사광층(110)에 해당될 수 있는 감방사광층(810)으로 조사된다. 앞서 기술된 바와 같이, 방사광 빔은 간섭성이거나 비간섭성일 수 있다. 더욱이 여기에 사용된 바와 같이, "투명한" 기관은 입사 방사광의 적어도 일부가 그것을 통과하는 것을 허용한다. 투명한 기관을 통과하여 그 기관 위의 감방사광층(810)으로 방사광 빔을 이미지화하는 것은 여기에서 "배면(back side)" 이미징 또는 "기관 입사" 이미징으로 지칭될 수 있다. 도 8에서 비록 기관(800)이 감방사광층(810) 위에 있는 것으로 보이지만, 기관(800), 감방사광층(810), 레이저빔(820) 및 레이저(822)의 다른 배향이 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 배면 이미징을 제공하는데 사용될 수 있다. 본 발명의 일부 실시예들에 따라 광학 마이크로구조(832)를 제조하기 위하여 감방사광층(810)의 배면 이미징을

제공하는데 있어서, 레이저빔(820)과 기관(800)을 서로에 대하여 상대적으로 이동시키기 위하여 많은 시스템들과 방법들이 사용될 수 있다. 이러한 시스템들과 방법들의 일부가 도 9 내지 도 11에 도시된다.

[0060] 특히, 도 9를 참조하면, 도 1 내지 도 7의 플랫폼(100)에 해당될 수 있는 원통형 플랫폼(900)이 도 1 내지 도 7에 연관되어 위에서 기술된 임의의 실시예들에 따라서 사용될 수 있다. 따라서 도 9에 보이는 바와 같이, 레이저빔(820)이 원통형 기관(800)을 통과하여 원통형 플랫폼(900) 위에 있는 원통형 감방사광층(810)으로 조사될 수 있다. 기관(800)은 유연성이 있을 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 도 9의 구조가 도 1 내지 도 7의 임의의 실시예들과 독립적으로 사용될 수 있다. 더욱이, 또 다른 실시예들에서, 레이저빔(820)이 생성되고 그리고/또는 원통형 플랫폼(900) 안으로 향해질 수 있고, 원통형 플랫폼(900)은 투명한 기관으로 구성될 수 있다.

[0061] 도 10은 다각형 기관(800')을 통과하여 다각형 플랫폼(1000) 위의 다각형 형태의 감방사광층(810')으로 레이저빔(820)이 조사되는 다른 실시예들을 보여준다. 일부 실시예들에서, 도 10에 보이는 바와 같이, 기관(800')은 직사각형이거나 정사각형이고, 감방사광층(810')은 직사각형이거나 정사각형이며, 다각형 플랫폼(1000)은 수직인 X 및/또는 Y 방향을 따라 연속적으로 및/또는 단계적으로 이동될 수 있는 직사각형이거나 정사각형의 매우 정밀한 X-Y 테이블이다.

[0062] 마지막으로 도 11은 타원형 기관(800'')을 통과하여 타원형 플랫폼(1100) 위의 타원형 형태의 감방사광층(810'')으로 레이저빔(820)이 조사되는 다른 실시예들을 보여준다. 일부 실시예들에서, 도 11에 보이는 바와 같이, 타원형 기관(800'')은 원형 기관(800'')이고, 타원형 감방사광층(810'')은 원형 감방사광층이며, 타원형 플랫폼(1100)은 화살표(1102)가 보이는 바와 같은 회전을 위하여 굴대(1104)에 장착된 원형 플랫폼이다.

[0063] 도 9 내지 도 11의 임의의 실시예들에서, 도 7의 컨트롤러(730)와 같은 컨트롤러와 함께 예를 들면 도 7의 요소들(710, 712, 714, 716, 718 및/또는 722)에 해당되는 광학 트레인 또는 시스템이 제공될 수 있다. 비슷하게, 도 9 내지 도 11의 임의의 실시예들에서, 이미 도 1 내지 도 7과 연관되어 기술된 바와 같이, 레이저빔은 고정되거나 주사될 수 있고, 감방사광층과 레이저빔 사이의 상대적인 이동이 레이저(822), 레이저빔(820) 및/또는 플랫폼(100, 1000 또는 1100)의 이동에 의하여 제공될 수 있다.

[0064] 도 12는 본 발명의 다른 실시예들의 단면도이다. 이 실시예들에서 기관(1200)과 함께 또는 기관(1200) 없이, 네가티브 포토레지스트층(1210)이 감방사광층으로 사용되고, 레이저빔(820)과 같은 방사광 빔이 네가티브 포토레지스트층으로 조사된다. 도 12의 실시예들은 위에서 기술되었거나 아래에서 기술될 임의의 실시예들과 결합될 수 있다. 해당 기술분야에 숙련된 자들에게 잘 알려진 바와 같이, 포토레지스트는 포지티브와 네가티브의 두 가지 톤(tone)으로 사용가능하다. 포지티브 포토레지스트는 방사광에 노출된 포토레지스트의 영역이 현상 과정에서 제거되도록 디자인된다. 네가티브 포토레지스트는 방사광에 노출된 포토레지스트의 영역이 현상 후에 남고 노출되지 않은 부분들이 제거되도록 디자인된다. 비록 포지티브 포토레지스트가 집적 회로 제조에의 채용의 용이성으로 인하여 지금은 더욱 일반적으로 사용될 수 있지만 두 가지 형태 모두 일반적인 집적 회로 제조에 사용되어 왔다. 통상적으로, 네가티브 포토레지스트는 광학 마이크로구조를 제조하는데 적절한 것으로 간주되지 않을 수 있다. 예를 들면, 2002년 3월 21에 공개된 Gretton 등의 "Microlens Arrays Having High Focusing Efficiency"라는 제목의 미국 공개 특허 출원 2002/0034014 를 보라.

[0065] 특히, 네가티브 포토레지스트에서, 노광된 포토레지스트의 단지 일부분만이 현상 후에 남을 것이다. 따라서, 광학 마이크로구조를 제조하는데 사용될 수 있는 것과 같은 두꺼운 포토레지스트 필름에서, 포토레지스트층의 바깥 층의 얇은 부분만이 노광될 수 있다. 노광에 의하여 형성된 잠재적인 이미지는 그 밑의 노광되지 않은 포토레지스트가 현상 중에 제거될 때 씻겨 나갈 수 있다. 본 발명의 일부 실시예들은 광학 마이크로구조를 제조하는데 네가티브 포토레지스트가 정말로 사용될 수 있는 것을 실현하는 것으로부터 생길 수 있다. 실제로, 본 발명의 일부 실시예들은 특히 배면 이미징과 결합되어 광학 마이크로구조들을 제조하는데 네가티브 포토레지스트가 유리한 점을 제공할 수 있는 것을 실현하는 것으로부터 생길 수 있다. 사용될 수 있는 네가티브 포토레지스트의 하나의 예는 에폭시 노볼락 폴리머로 형성되고 마이크로켄회사(MicroChem Corp.)에 의해 판매되는 네가티브 포토레지스트인 SU-8<sup>TM</sup>이다.

[0066] 도 13a 내지 도 13b는 예를 들면 도 12의 네가티브 포토레지스트의 사용과 예를 들면 도 8의 배면 이미징을 결합한 본 발명의 실시예들의 단면도이다. 특히, 도 13a에 보이는 바와 같이, 네가티브 포토레지스트층(1310) 안에 광학 마이크로구조(132)를 이미지화하기 위하여, 레이저빔(820)과 같은 방사광 빔이 투명한 기관(800)을 통과하여 기관(800) 위의 네가티브 포토레지스트층(1310)으로 조사된다. 따라서 도 13a는 또한 본 발명의 일부 실시예들에 따라 기관(800) 및 그 위에 광학 마이크로구조(132)를 정의하기 위하여 노광된, 기관(800) 위의 네가티브 포토레지스트의 노광층(1310)을 포함하는 광학 마이크로구조 생성물을 도시한다. 도 13b는 광학 마이크



로구조(132')를 형성하기 위하여, 현상 후의 이미징된 네가티브 포토레지스트층(1310)을 도시한다. 따라서, 도 13b는 또한 본 발명의 일부 실시예들에 따라 광학 마이크로구조 마스터를 제공할 수 있고, 기판(800) 및 그 위에 광학 마이크로구조(132')를 정의하기 위하여 패터닝된, 기판(800) 위의 네가티브 포토레지스트의 패터닝층을 포함하는 광학 마이크로구조 생성물(1350)을 도시한다. 도 1 내지 도 11의 임의의 실시예들이 도 13a 및 도 13b의 실시예들을 제조하는데 사용될 수 있음이 이해될 것이다.

[0067] 본 발명의 일부 실시예들에 따른 네가티브 포토레지스트층으로의 배면 이미징은 광학 마이크로구조 마스터의 제조와 관련하여 많은 잠재적인 잇점들을 제공할 수 있다. 몇가지 잠재적인 잇점들이 지금부터 상세하게 기술될 것이다.

[0068] 특히, 해당 기술분야의 숙련된 자들에게 잘 알려진 바와 같이, 일단 마스터가 생성되면, 마스터로부터 복수의 사본을 만들기 위하여 통상적인 복사 과정이 채용될 수 있다. 각 세대의 사본은 일반적으로 이전 세대의 네가티브이다. 도 14를 참조하면, 예를 들어, 도 13a 및 도 13b와 관련하여 기술된 광학 마이크로구조(132')를 생성하기 위하여, 마스터(1400)가 기판(800)을 통과하는, 그 위의 네가티브 포토레지스트층으로의 배면 이미징을 이용하여 생성될 수 있다. 다수의, 예를 들면 약 1000개나 그 이상 정도의 제2 세대 스탬퍼(1420)가 통상적인 기술을 사용하여 단일 마스터로부터 생산될 수 있다. 도 14에 보이는 바와 같이, 스탬퍼(1420)는 볼록면이 오목면으로 되고, 오목면이 볼록면으로 되는 마스터(1400)의 네가티브 사본이다. 그리고 나서, 약 1000 이나 그 이상에 이르는 정도로 다수의, 컴퓨터 디스플레이나 텔레비전을 위한 마이크로렌즈와 같은 최종 생성물(1430)이 각각의 스탬퍼(1420)로부터 생성될 수 있다. 최종 생성물(1430)은 스탬퍼(1420)의 거울 이미지이므로 마스터(1400)의 포지티브 이미지에 해당된다. 따라서 도 14에 보이는 예에서 백만 또는 그 이상에 이르는 최종 생성물(1430)이 단지 두 세대의 복사를 이용하여 단일 마스터(1400)로부터 생성될 수 있다. 반면에, 포지티브 포토레지스트를 사용하면, 마스터가 원하는 형태의 네가티브일 수 있으므로 제1 세대의 사본은 포지티브가 될 것이다. 포지티브 최종 생성물을 생성하기 위하여, 제2 및 제3 세대의 사본들이 제공될 필요가 있을 수 있다. 불행하게도, 제3 세대의 사본은 상업적으로 사용될 수 있을 만큼 원래의 패터닝에 충분히 충실하지 못할 수 있다. 반면에 네가티브 포토레지스트는 두 세대의 복사에 의하여 원하는 형태의 포지티브 사본을 만드는데 사용될 수 있으므로, 본 발명의 일부 실시예들에 따라 백만 또는 그 이상에 이르는 고품질의 최종 생성물(1430)이 단일 마스터(1400)로부터 생산될 수 있다.

[0069] 도 15와 도 16은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 네가티브 포토레지스트와 결합된 배면 이미징의 다른 잠재적인 잇점들을 도시한다. 특히, 도 15는 기판(1500) 위의 광학 마이크로구조의 한 예를 보여준다. 도 15에 보이는 바와 같이, 마이크로구조(1522)에 의해 보이는 바와 같은, 기판(1500)에 직각인 벽을 갖는 광학 마이크로구조, 또는 기판(1500)에 인접한 베이스(1532) 및 기판(1500)으로부터 떨어진 여기에서 일반적으로 "상부"(1534)라고 불리는 꼭지점 또는 끝점을 가지되, 베이스(1532)는 상부(1534)보다 넓은 렌즈 또는 프리즘의 각각의 마이크로구조(1524, 1526)를 형성하는 것이 일반적으로 바람직할 수 있다. 더욱이, 다른 높은 마이크로구조(1522, 1524 및/또는 1526)에 비하여 짧은 마이크로구조(1528)와 같은 일부의 마이크로구조를 형성하는 것이 바람직할 수 있다.

[0070] 도 16에 보이는 바와 같이, 본 발명의 일부 실시예들은 이러한 형태들을 통상적인 포지티브 포토레지스트(1610)와 통상적인 포토레지스트-입사("전면(front-side)") 노광을 사용하여 형성하는 것이 어려울 수 있다는 것을 인식하는 것으로부터 생겨난다. 특히 도 16에 보이는 바와 같이 예를 들면 반도체 산업에서 통상 사용되는 것처럼 포지티브 포토레지스트(1610)와 전면 노광(1630)을 사용할 경우, 기판(1600) 반대편의 포토레지스트(1610)의 바깥 표면을 이미지화하기 위하여 방사광이 "편치"처럼 작용할 수 있다. 이러한 관계는 원하는 광학 마이크로구조(도 15)에 바람직할 수 있는 이미지와 형태가 반대인 이미지들(1620a, 1620b)을 형성하는 경향이 있다. 더욱이, 또한 도 16에 보이는 바와 같이, 비교적 얇은 이미지(1620c)는 단지 포토레지스트층(1610)의 노광된 표면에만 존재할 수 있고 현상 중에 씻겨나갈 수 있다. 예를 들면, 위에서 언급된 미국 공개 특허 출원 2002/0034014의 단락 56-67을 보라.

[0071] 이와는 매우 대조적으로 예를 들면 도 13a 및 도 13b에서 보여진 바와 같이, 본 발명의 일부 실시예들에 따라 네가티브 포토레지스트와 결합된 배면 이미징은 기판(800)에 인접한 베이스(1302) 및 베이스(1302)보다 좁고 기판(800)으로부터 떨어진 상부(1304)를 포함하는 광학 마이크로구조(132')를 생산할 수 있다. 더욱이, 도 17에 보이는 바와 같이, 기판(800)을 통과하여 이미지화하고 네가티브 포토레지스트(1310)를 사용하는 본 발명의 실시예들은, 기판(800)에 인접한 네가티브 포토레지스트층(1310) 안에 묻힌(buried) 광학 마이크로구조(1732)를 이미지화하기 위하여 방사광빔이 기판(800)을 통과하여 네가티브 포토레지스트층(1310)으로 조사될 수 있도록 광학 마이크로구조(1732)의 원하는 높이보다 두꺼운 포토레지스트층(1310)을 제공할 수 있다. 네가티브 포토레



지스트(1310)가 적어도 제조되도록 희망되는 가장 두꺼운 광학 마이크로구조(1732)의 두께만큼 두꺼운 한, 상대적으로 두껍고 상대적으로 얇은 마이크로구조가 기관(800)에 인접한 하나의 네가티브 포토레지스트층 안에 제조될 수 있고, 현상 과정 중에 씻겨나가지 않을 수 있다.

[0072] 도 18은 네가티브 포토레지스트(1310)를 사용하고 기관(800)을 통과하는 레이저빔(822)에 의하여 이미지화되는 본 발명의 다른 실시예들을 보여준다. 도 18에 보이는 바와 같이, 큰 기관(800) 위에 네가티브 포토레지스트(1310)를 형성할 때, 포토레지스트는 불균일한 두께를 가질 수 있다. 그러나 도 18에 보이는 바와 같이, 네가티브 포토레지스트(1310)의 최소 두께가 광학 마이크로구조(1832)보다 더 두꺼운 이상, 매몰된 광학 마이크로구조(1832)는 네가티브 포토레지스트(1310)의 변하는 두께에 독립적일 수 있도록 기관(800)에 인접한 변하는 두께의 포토레지스트층(1310) 안에 이미지화될 수 있다.

[0073] 본 발명의 일부 실시예들에 따른 배면 이미징과 네가티브 포토레지스트의 사용의 다른 잠재적인 잇점들이 도 19에 보인다. 도 19에 보이는 바와 같이, 네가티브 포토레지스트(1310)는 그 위에 불순물(1910)을 포함할 수 있다. 배면 이미징이 아닌 통상적인 전면 이미징을 사용하는 경우, 이 불순물(1910)들은 전면 이미징을 방해할 수 있다. 그러나, 도 19에 보이는 바와 같이, 배면 이미징을 사용하는 경우, 레이저빔(822)은 기관(800)으로부터 떨어져 있는, 네가티브 포토레지스트(1310)의 바깥 표면(1310a)을 통과하거나 초점을 맞출 필요가 없다. 따라서 불순물(1910)은 광학 마이크로구조(1832)의 형성에 영향을 끼칠 수 없다. 따라서 본 발명의 일부 실시예들에서 이미징은 비-클린룸 환경에서 일어날 수 있다. 네가티브 포토레지스트를 사용하는 다른 잠재적인 잇점은 그 화학 작용이 노광과 현상 과정 중 폴리머의 크로스 링킹을 포함하며, 이것은 복사 과정 중에 마스터에 추가적인 기계적, 화학적 및/또는 열적 안정성을 제공할 수 있다는 점을 포함할 수 있다. 덧붙여, 현상은 기관(800)으로부터 네가티브 포토레지스트(1310)의 대부분을 제거할 수 있으므로, 현상된 마스터에 남은 내부 스트레스가 덜 할 수 있다. 또한, 아래에서 기술될 바와 같이, 기관의 반대편에 네가티브 포토레지스트층 위에 보호층이 제공될 수 있다.

[0074] 본 발명의 일부 실시예들에 따른 배면 이미징 및/또는 네가티브 포토레지스트의 사용의 부가적인 논의가 지금부터 제공될 것이다. 특히, 위에서 기술된 바와 같이, 특히 두꺼운 포토레지스트 필름 즉, 약  $10\mu\text{m}$  보다 두꺼운 포토레지스트층이 적용되었을 때 표준 리소그래픽 접근을 사용하여 광학 마이크로구조를 위한 소정의 형태를 생성하는 것은 어려울 수 있다.

[0075] 포토레지스트 두께의 균일성 및 포토레지스트 표면의 품질의 문제가 또한 공정을 공정을 방해할 수 있다. 집적 회로 제조에서의 기본적인 응용에서, 포토리소그래피는 포토리소그래피 공정에서 사용되는 방사광의 파장에 일반적으로 투명하지 않은 실리콘 또는 다른 반도체와 같은 기관 위에 통상적으로 수행되었다. 따라서, 전면 노광은 통상적으로 기관으로부터 떨어진, 공기 또는 포토레지스트 코팅의 개방된 면으로부터 행해졌다.

[0076] 반면에, 본 발명의 일부 실시예들은 기관을 통과하여 포토레지스트를 노광한다. 본 발명의 일부 실시예들은 마스터를 형성하는 기관의 전기적인 성질을 염려할 필요가 없으므로, 채용되는 방사광의 파장에 투명한 플라스틱과 같은 물질이 사용될 수 있다. 따라서, 포토레지스트는 기관을 통과하여 노광될 수 있다. 비록 배면 노광이 원칙적으로는 포지티브 및 네가티브 포토레지스트 모두에 적용할 수 있지만, 네가티브 포토레지스트를 사용하는 경우가 특히 유리하다.

[0077] 기관을 통과하여 노광되는 경우, 네가티브 포토레지스트는 당연히 기관에 인접한 베이스를 갖는 형태를 형성할 수 있다. 반면에, 전면 노광은 일반적으로 빔이 포토레지스트 필름을 투과할 때 빔 에너지의 일부 감쇠를 포함한다. 이 감쇠는 일반적으로 포토레지스트의 베이스에서보다 상부에 더 많은 노광을 제공하여 결과적으로 언더컷을 불러온다. 배면 노광에서도 감쇠가 일어나지만 상기 감쇠는 형태의 베이스가 상부보다 더 많은 노광을 받도록 하는 바람직한 방향으로 일어날 수 있다.

[0078] 배면 노광을 사용하여, 형성될 형태의 높이는 또한 포토레지스트의 두께에 독립적이 될 수 있다. 전면 노광에서는 씻겨내려가지 않도록 하기 위하여 포토레지스트의 바깥 표면으로부터 베이스까지 노광이 포토레지스트를 관통하여 내내 진행될 필요가 있으므로 이것이 어려울 수 있다. 따라서, 본 발명의 일부 실시예들은 다양한 높이의 형상을 만들 수 있고, 포토레지스트 두께의 균일성 및 포토레지스트 표면의 품질이 광학 마이크로구조의 품질을 결정하는데 중요한 역할을 할 필요가 없다.

[0079] 도 20은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 광학 마이크로구조를 도시한다. 도 20에 보이는 바와 같이, 이러한 광학 마이크로구조는 기관(2010) 및 그 안에 광학 마이크로구조(2032)를 정의하도록 패터닝된 상기 기관(2010) 위의 네가티브 포토레지스트의 패턴층(2020)을 포함한다. 일부 실시예들에서 네가티브 포토레지스트(2020)는

이미징 주파수의 방사광에 반응하고, 기관(2010)은 이미징 주파수에 대하여 투명하다.

[0080] 일부 실시예들에서, 광학 마이크로구조는 기관(2010)에 인접한 베이스(2034) 및 베이스(2034)보다 좁고 기관(2010)으로부터 떨어진 상부(2036)를 포함하는 복수의 광학 마이크로구조(2032)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 기관(2010)은 유연한 기관이다. 다른 실시예들에서, 광학 마이크로구조는 기관(2010)에 인접한 베이스(2034) 및 기관(2010)으로부터 떨어진 상부(2036)를 포함하는 복수의 반구부(hemispherical section)를 포함한다. 일부 실시예들에서 기관(2010) 및 네가티브 포토레지스트의 패턴층(2020)은 광학 마이크로구조 마스터(2000)를 제공한다.

[0081] 일부 실시예들에서, 기관(2010)은 원통형, 타원형 또는 다각형의 모양이다. 다른 실시예들에서, 기관(2010)은 적어도 길이가 1 피트, 너비가 1 피트, 및/또는 면적이 1 제곱 피트이다. 또 다른 실시예들에서, 마이크로구조는 마이크로렌즈를 포함한다. 또 다른 실시예들에서, 광학 마이크로구조는 적어도 약 백만 개의 광학 마이크로구조(2032)를 포함한다. 또 다른 실시예들에서, 포토레지스트(2020)는 네가티브 포토레지스트일 수 있다. 도 20의 광학 마이크로구조는 도 1 내지 도 14 및/또는 도 17 내지 도 19에 관련하여 위에서 기술된 임의의 방법에 따라서 제조될 수 있다.

[0082] 다수의 광학 마이크로구조를 마스터하는데 사용될 수 있는 광학 마이크로구조 마스터를 대량 생산하는 것을 허락하는 본 발명의 실시예들이 지금부터 기술될 것이다. 특히, 도 21은 광학 마이크로구조를 제조하기 위하여 수행될 수 있는 작용의 순서도이다. 블록(2110)에 보이는 바와 같이, 한 쌍의 바깥층 사이에 샌드위치된 감방사광층을 포함하는 광학 마이크로구조 마스터가 이미징 플랫폼 위에서 이미징된다. 이전의 임의의 도면에서 기술된 임의의 이미징 플랫폼 및/또는 기술이 사용될 수 있다. 더욱이, 이미징 플랫폼 및/또는 기술의 다른 실시예들이 아래에서 기술될 것이다. 일부 실시예들에서 한 쌍의 바깥층은 이미징 플랫폼에 인접한 제1 바깥층 및 이미징 플랫폼으로부터 떨어진 제2 바깥층을 포함한다. 여기에서 사용된 바와 같이, 용어 "제1" 및 "제2"는 단지 두 개의 다른 바깥층을 지시하기 위하여 사용되며, 제1 및 제2 바깥층의 위치 및/또는 기능은 여기에서 기술된 것과 뒤집힐 수 있음이 이해될 것이다.

[0083] 그리고 나서, 블록(2120)을 참조하면, 적어도 하나의 바깥층이 제거된다. 아래에서 상세히 기술될 바와 같이, 일부 실시예들에서, 제1 바깥층이 감방사광층으로부터 제거되어, 그에 의하여 이미징 플랫폼으로부터 감방사광층과 제2 바깥층을 분리하며, 반면 제1 바깥층은 적어도 일시적으로 이미징 플랫폼에 남는다. 본 발명의 다른 실시예들에서, 제1 및 제2 바깥층 사이에 샌드위치된 감방사광층을 포함하는 광학 마이크로구조 마스터를 이미징 플랫폼으로부터 제거함에 의하여 적어도 하나의 바깥층이 이미징 플랫폼으로부터 제거된다. 이어지는 공정이 이미징된 감방사광층을 현상하고 제2 세대의 스탬퍼 및 제3 세대의 최종 생성물을 현상된 감방사광층으로부터 생성하기 위하여 수행될 수 있다.

[0084] 도 22는 본 발명의 다른 실시예들에 따라 광학 마이크로구조를 제조하기 위하여 수행될 수 있는 작용의 순서도이다. 특히, 도 22에 보이는 바와 같이, 블록(2210)에서, 광학 마이크로구조 마스터 블랭크 또는 전구물질이 한 쌍의 바깥층 사이에 감방사광층을 샌드위치시킴으로써 제조된다. 일부 실시예들에서, 아래에서 상세하게 기술될 바와 같이, 광학 마이크로구조 마스터를 위한 전구물질 또는 블랭크는 한 쌍의 밀접한 간격으로 떨어져있는 유연한 판 및 광학 마이크로구조의 이미지를 수용하도록 상기 한 쌍의 밀접한 간격으로 떨어져있는 유연한 판 사이에 배치된 감방사광층을 포함한다.

[0085] 계속하여 도 22를 참조하면, 블록(2220)에서, 마스터 블랭크는 이미징 플랫폼 위에 놓여진다. 많은 예들이 아래에 제공될 것이다. 블록(2230)에서, 마스터 블랭크가 광학 마이크로구조를 정의하도록 이미징된다. 블록(2240)에서, 예를 들면, 도 21의 블록(2120)과 연관되어 기술된 바와 같이, 적어도 하나의 바깥층이 제거된다. 많은 다른 예들이 아래에 제공될 것이다. 블록(2250)에서, 제2 세대 스탬퍼가 감방사광층 안의 광학 마이크로구조를 스탬퍼 블랭크에 접촉시킴으로써 생성된다. 그리고 나서, 블록(2260)에서, 컴퓨터 디스플레이 또는 텔레비전을 위한 마이크로렌즈와 같은 최종 생성물이 상기 스탬퍼를 마지막 생성물 블랭크에 접촉시킴으로써 생성된다.

[0086] 도 23은 도 22의 블록(2210)에 해당될 수 있는, 본 발명의 일부 실시예들에 따라 광학 마이크로구조 마스터 블랭크를 제조하기 위하여 사용될 수 있는 시스템 및 방법의 개략적인 다이어그램이다. 도 23에 보이는 바와 같이, 제1 롤러(2340a) 또는 다른 통상적인 공급 소스는 그 위에 제1 바깥층(2310)의 유연한 판을 포함한다. 감방사광층 코팅 스테이션(2350)이 하나 이상의 통상적인 코팅 기술을 사용하여 제1 바깥층(2310) 위에 감방사광층(2320)을 코팅하기 위하여 배치되어 있다. 예를 들면, 도 18과 관련하여 위에서 기술된 바와 같이, 본 발명의 일부 실시예들은 감방사광층(2320)의 두께 변화에 독립적으로 감방사광층(2320)에 광학 마이크로구조 마스터

가 이미지되는 것을 허락할 수 있다.

- [0087] 계속하여 도 23을 참조하면, 제2 롤러(2340b) 또는 다른 통상적인 공급 소스는 제2 바깥층(2330)의 판을 그 위에 포함할 수 있다. 롤러(2340c) 및/또는 다른 통상적인 적층 장치를 포함할 수 있는 적층 스테이션은 제1 바깥층(2310) 반대편으로 감방사광층(2320)에 제2 바깥층(2330)을 적층하는데 사용된다. 그리고 나서 이들은 필름 감기 롤러(2340d) 또는 다른 보관 장치에 모아진다. 따라서, 도 24에 보이는 바와 같이, 광학 마이크로구조 마스터를 위한 블랭크 또는 전구물질 구조(2400)는, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 한 쌍의 밀접한 간격으로 떨어져있는 유연한 판(2310 및 2330) 및 한 쌍의 밀접한 간격으로 떨어져있는 유연한 판(2310 및 2330) 사이에서 광학 마이크로구조의 이미지를 수용하도록 배치된 감방사광층(2320)을 포함한다.
- [0088] 도 24의 광학 마이크로구조 마스터 전구물질(2400)은 도 1 내지 도 22와 관련되어 위에서 기술된 임의의 실시예들에 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 감방사광층(2320)은 위에서 기술된 층들(110, 810, 810', 810", 1210, 1310, 1610 및/또는 2020)로 구현될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 바깥층(2330)은 위에서 기술된 기관(800, 800', 800", 1200, 1500 및/또는 2010)에 해당될 수 있는 유연한, 광학적으로 투명한 기관을 제공할 수 있다. 제1 바깥층(2310)은 이미징 후에 이미징 플랫폼으로부터 광학 마이크로구조 마스터 전구물질(2400)의 배출을 허락하기 위하여, 이전의 임의의 도면들에서 이미징 플랫폼에 인접하게 놓여질 수 있는 배출층을 제공할 수 있다. 제1 바깥층(2310)은 또한 이미징 전, 도중, 후에 오염물로부터 감방사광층(2320)을 보호할 수 있는 박막으로 기능할 수 있어서, 광학 마이크로구조 마스터 전구물질(2400)의 제조, 보관, 및/또는 이미징은 클린룸 환경에서 수행할 필요가 없다. 제1 바깥층(2310)은 또한 이미징 과정에서 광학적으로 흡수, 반사 또는 투과하는 층으로서 작용할 수 있다. 이러한 또는 다른 특성들의 결합이 또한 제1 바깥층(2310)에서 제공될 수 있다. 제1 바깥층(2310) 및/또는 제2 바깥층(2330)이 복수의 서브층을 포함할 수 있음이 또한 이해될 것이다.
- [0089] 계속하여 도 24를 참조하면, 본 발명의 일부 실시예들에서, 감방사광층(2320)은 위에서 널리 기술된 바와 같이, 네가티브 포토레지스트이다. 본 발명의 다른 실시예들에서, 제1 바깥층(2310)과 제2 바깥층(2330)은 동일하다. 또 다른 실시예들에서, 네가티브 포토레지스트(2020)는 소정의 주파수의 방사광에 감광성을 가지고, 제2 바깥층(2330)은 소정의 주파수의 방사광에 투명하다. 본 발명의 또 다른 실시예들에서, 제2 바깥층(2330)은 소정의 주파수의 방사광에 대하여 투명하고, 제1 바깥층(2310)은 소정의 주파수의 방사광에 대하여 불투명하다. 또한 이미 기술된 바와 같이, 제1 및 제2 바깥층의 구조 및/또는 기능은 뒤집힐 수 있다.
- [0090] 본 발명의 일부 실시예들에서, 광학 마이크로구조 마스터 블랭크 또는 전구물질(2400)은 노광에 사용되는 방사광의 파장에 대하여 투명하고, 편평하고, 비교적 (광학적 성질의) 결함이 없고, 깨끗하며, 흐트러짐 없는 제2 바깥층(2330)을 포함한다. 감방사광층(2320)이 제2 바깥층(2330)에 잘 부착되는 것이 바람직할 수 있고, 제2 바깥층(2330)이 감방사광층을 현상하는데 수반될 수 있는 화학물질과 열 공정에 비교적 영향을 받지 않는 것이 바람직할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 바깥층(2330)은 폴리에스테르, 폴리카보네이트 및/또는 폴리에틸렌과 같은 플라스틱을 포함한다. 제1 바깥층(2330) 또한 폴리에스테르, 폴리카보네이트 및/또는 폴리에틸렌과 같은 플라스틱을 포함할 수 있다.
- [0091] 도 23 및 도 24에 보인 바와 같은 본 발명의 실시예들은 일반적으로 글래스, 실리카, 또는 실리콘과 같은 비싸고 그리고/또는 굽힐 수 없는 기관에 수행되어 온, 광학 마이크로구조를 위한 통상적인 마스터링 접근과 대조될 수 있다. 이러한 마스터들은 직경이 300mm를 초과하지 않는다. 반면에, 도 23 및 도 24에 보이는 본 발명의 실시예들은 판(web)으로부터 넓은 면적의 마스터 블랭크를 제조할 수 있으며, 이것은 일부 실시예들에서 약 1 피트가 넘는 너비를 가질 수 있다. 마스터 블랭크는 노광을 위하여 배치될 수 있고, 이미징 플랫폼 또는 마스터링 기계의 빠른 소요시간(turn around time)을 허용할 수 있다. 따라서 도 23 및 도 24에 보이는 바와 같은 본 발명의 실시예들은 이미징 플랫폼이 비싸고 그리고/또는 긴 리드 타임 품목을 요구할 수 있는 곳에 사용될 수 있다. 마스터 블랭크는 이미징 플랫폼 위에 놓여질 수 있고, 그후 아래에서 상세하게 기술될 바와 같이 다른 마스터 블랭크를 위하여 이미징 플랫폼으로부터 떼어내져서 이미징 플랫폼을 자유롭게 할 수 있다.
- [0092] 도 25a 내지 도 25e는 본 발명의 일부 실시예들에 따른 광학 마이크로구조를 제조하는 시스템들 및 방법들의 단면도들이다. 도 25a에 보이는 바와 같이, 도 24의 유연한 광학 마이크로구조 마스터 블랭크 또는 전구물질(2400)이 위에서 기술된 도 1 내지 도 4, 도 7 및/또는 도 9의 이미징 플랫폼의 하나에 해당할 수 있는 원통형 이미징 플랫폼(2500) 주위에 감겨져 있다. 일부 실시예들에서, 감방사광층(2320)에 광학 마이크로구조의 이미지를 생성하기 위하여, 위에서 기술된 배면 이미징을 위한 임의의 기술에 따라 제2 바깥층(2330)을 통과하여 이미징이 일어날 수 있다. 따라서, 도 25a는 블록(2110, 2220 및/또는 2230)의 일부 실시예들을 도시한다.
- [0093] 그리고 나서, 도 25b를 참조하면, 일부 실시예들에서, 제1 바깥층(2310)은 배출층으로서 작용할 수 있고, 이것



은 제1 바깥층(2310)으로부터 제2 바깥층(2330) 및 이미지된 감방사광층(2320')을 제거하는 것을 허용할 수 있다. 이미지된 감방사광층(2320')은 도 25c에 보이는 바와 같이 광학 마이크로구조(2320")를 생성하기 위하여 현상된다. 따라서, 도 25c는 완성된 광학 마이크로구조 마스터(2550)의 다른 실시예를 보여주며, 도 25b 및 도 25c는 블록(2120) 및/또는 블록(2240)의 실시예들을 보여준다.

[0094] 스탬퍼라고도 불리는 제2 세대의 광학 마이크로구조는 광학 마이크로구조(2320")를 스탬퍼 블랭크에 접촉시킴으로써, 현상된 감방사광층 안의 광학 마이크로구조(2320")를 포함하는 마스터(2550)로부터 생성된다. 이것은 블록(2250)에 해당될 수 있다. 특히, 도 25d에 보이는 바와 같이, 스탬퍼 블랭크에 접촉시키는 것은 마스터(2550)를 편평한 스탬핑 플랫폼(2510) 위에 장착하고, 편평한 스탬핑 플랫폼(2510)을 화살표(2512)가 보이는 방향으로 스탬퍼 블랭크(2520)에 대하여 누름으로써 일어날 수 있다. 다른 실시예들에서는, 도 25e에 보이는 바와 같이, 마스터(2550)가 원통형 스탬핑 플랫폼(2540)에 놓여지고 스탬퍼 블랭크(2520)에 대하여 화살표(2542)의 방향으로 굴러져서 스탬퍼를 생성한다.

[0095] 도 26a 및 도 26b는 블록(2120) 및/또는 블록(2240)의 작용에서 형성될 수 있는 본 발명의 다른 실시예들을 보여준다. 도 26a에서, 적어도 하나의 바깥층을 제거하는 단계는 이미징 플랫폼(2500)으로부터 전체의 이미지된 마스터 블랭크(2400)를 제거함에 의하여 수행된다. 그리고 나서, 도 26b에서, 제1 바깥층(2310)이 이미지된 감방사광층(2320')으로부터 제거되고, 이미지된 감방사광층(2320')은 현상되어 마스터(2550)를 제공한다.

[0096] 도 27은 본 발명의 다른 실시예들에 따라 블록(2110, 2220 및/또는 2230)의 작용에서 형성될 수 있는 다른 실시예들을 보여준다. 여기서, 광학 마이크로구조 마스터 전구물질(2400)은 각각 도 10 또는 도 11의 이미징 플랫폼(1000 또는 1100)에 해당할 수 있는, 평면의 이미징 플랫폼(2700) 위에서 이미지된다. 도 27의 이미징 후에 도 25b 및/또는 도 26a와 관련하여 기술된 바와 같이 제거(블록 2120 및/또는 2240)가 일어날 수 있다. 더욱이, 스탬핑 작용이 도 25d 및/또는 도 25e와 관련하여 기술된 바와 같이 일어날 수 있다. 따라서, 본 발명의 다양한 실시예들에 따라, 이미징은 평면의 또는 비평면의 이미징 플랫폼에서 일어날 수 있고, 스탬핑은 이미징 플랫폼과 동일한 플랫폼에서 일어나거나 그렇지 않을 수 있다.

[0097] 본 발명의 일부 실시예들에 따라 도 21 내지 도 27의 부가적인 논의가 지금부터 제공될 것이다. 특히, 광학 마이크로구조 마스터 블랭크 또는 전구물질(2400)은 마스터 블랭크(2400)의 두께, 무게 및/또는 유연성에 의존할 수 있는 정전기적 전하, 진공 척, 점착 테이프 및/또는 다른 통상적인 기술들을 사용하여, 도 25a의 플랫폼(2500)과 같은 원통형 이미징 플랫폼 또는 도 27의 플랫폼(2700)과 같은 평면 이미징 플랫폼에 놓여질 것이다. 더욱이, 도 25a 및/또는 도 27의 이미징 또는 노광 후, 광학 마이크로구조 마스터 전구물질(2400)은 감방사광층의 노광 후 현상을 거쳐, 도 25c 및/또는 도 26b의 마스터(2550)와 같은 마스터를 생성할 것이다.

[0098] 제거할 수 있는 광학 마이크로구조 마스터 전구물질(2400)은 전면 및 배면 노광에 대하여 모두 사용될 수 있고, 포지티브 및 네가티브 포토레지스트 모두와 함께 사용될 수 있다. 그러나, 본 발명의 일부 실시예들은 위에서 널리 기술된 바와 같이, 배면 노광과 네가티브 포토레지스트를 사용한다. 배면 노광과 네가티브 포토레지스트를 사용하는 경우, 제1 바깥층(2310)은 이미징 후에 제거될 수 있다. 제1 바깥층(2310)의 제거는 예를 들면, 도 25a 및 도 25b에서 기술된 바와 같이 이미징 플랫폼 위에서 일어날 수 있고, 또는 도 26a 및 도 26b에서 기술된 바와 같이 이미징 플랫폼으로부터 이미지된 마스터가 제거된 후에 일어날 수 있다.

[0099] 따라서, 도 21 내지 도 27에 관련되어 위에서 기술된 본 발명의 일부 실시예들은 이미징이 일어난 후에 이미징 플랫폼(2500 또는 2700)으로부터 이미지된 감방사광층(2320')을 제거하기 위하여 이미지된 감방사광층(2320')으로부터 제1 바깥층(2310)을 제거하는 것을 제공할 수 있다. 광학 마이크로구조(2320")를 스탬퍼 블랭크(2520)에 접촉시킴으로써 스탬퍼가 광학 마이크로구조(2320")로부터 생성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 이미징이 일어난 후에 제1 바깥층(2310)이 이미징 플랫폼(2500 또는 2700)으로부터 분리된다. 그리고 나서, 제1 바깥층(2310)은 이미지된 감방사광층(2320')으로부터 분리된다. 광학 마이크로구조(2320")를 스탬퍼 블랭크(2520)에 접촉시킴으로써 스탬퍼가 광학 마이크로구조(2320")로부터 생성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광학 마이크로구조가 스탬퍼 블랭크에 대하여 눌러진다(도 25d). 다른 실시예들에서, 광학 마이크로구조가 스탬퍼 블랭크에 대하여 굴러진다(도 25e).

[0100] 도 21 내지 도 27과 관련되어 기술된 바와 같이 광학 마이크로구조 마스터 블랭크의 제거는 특히 본 발명의 일부 실시예들에 따른 마스터와 스탬퍼의 대량 생산을 위하여 적절하다. 특히, 도 28에 보이는 바와 같이, 미리 이미지된 광학 마이크로구조 마스터(2550)로부터 스탬퍼를 생성하면서 광학 마이크로구조 마스터 전구물질(2400)의 이미징이 일어날 수 있다. 따라서, 광학 마이크로구조 마스터 전구물질의 이미징 및 미리 이미지된 광학 마이크로구조 마스터 전구물질로부터의 스탬퍼의 생성은 적어도 부분적으로 시간적으로 오버랩될 수 있다.

- [0101] 따라서, 이미징 후에 이미징 플랫폼(2500)으로부터 광학 마이크로구조 마스터 전구물질을 제거함에 의하여 잠재적으로 비싸고 그리고/또는 긴 리드 타임을 갖는 광학 이미징 플랫폼(2500)이 이미징을 위한 거의 연속적인 베이스로 사용될 수 있다. 그러나, 본 발명의 다른 실시예들에서, 이미징된 광학 마이크로구조 마스터 전구물질을 이미징 플랫폼으로부터 제거하지 않음에 의하여 이미징 플랫폼은 또한 스탬핑 플랫폼으로 사용될 수 있다. 도 25 내지 도 27과 관련하여 기술된 바와 같이, 도 28에서 원통형 및/또는 평면의 이미징 플랫폼이 사용될 수 있고, 스탬퍼 블랭크에 대하여 마스터의 누름 및/또는 굴리기가 사용될 수 있음이 이해될 것이다.
- [0102] 제거할 수 있는 기관에서의 마스터링은 여러가지 두께의 다른 기관들에 코팅된 다수의 다른 감방사광층으로 마스터를 형성하는데 동일한 기계 및/또는 플랫폼이 사용되는 것을 허용할 수 있다. 이미징 플랫폼에 부착된 포토레지스트의 표면은 현상 중에 제거될 수 있고, 따라서 광학 요소들의 최종 생성물에 관련될 필요가 없기 때문에, 네가티브 포토레지스트 및 기관을 통한 노광의 사용은 본 발명의 일부 실시예들에 따라 제거할 수 있는 마스터의 사용을 허용할 수 있다. 비슷하게, 본 발명의 일부 실시예들에 따라서, 네가티브 포토레지스트 및 배면 노광을 사용하는 경우, 기관 위로 포토레지스트를 코팅하는 간단하고, 신속하고, 비교적 비싸지 않은 기술을 채용하는 것이 가능하다.
- [0103] 따라서, 본 발명의 일부 실시예들은 투명하고 제거가능한 기관을 통과하여 제거가능한 기관 위의 네가티브 포토레지스트로 다수의 노광에 의하여 형성되는 많은 수의 광학 마이크로구조를 복사하기 위한 마스터를 제공할 수 있다. 이것은 다수의 광학 마이크로구조를 위한 상업적으로 실용적인 마스터링 시스템, 방법 및 생성물을 제공할 수 있다. 본 발명의 일부 실시예들에서, 약 100 $\mu\text{m}$  또는 더 작은 크기의 약 백만 개 또는 그 이상의 마이크로구조를 포함하고 적어도 길이가 약 1 피트, 너비가 약 1 피트 및/또는 약 1 제곱 피트의 마스터가 약 8에서 15시간 내에 마스터될 수 있다. 임의의 형태를 갖는 광학 요소들이 마스터 내에 포인트 별로 노광을 변화시킴으로써 형성될 수 있다. 마스터 내의 요소들의 간격은 넓은 간격으로부터 겹치도록까지 변화될 수 있다. 마스터는 제거될 수 있는 기관 위에서 생성될 수 있고, 따라서 마스터링 플랫폼은 더 나아가는 마스터링 작업을 위하여 재구성될 수 있다.
- [0104] 마지막으로, 마이크로렌즈, 광학 회절격자, 마이크로 반사기, 및/또는 다른 광학적 흡수, 투과, 및/또는 반사 구조로서 이들의 각각의 크기는 마이크로 정도이며 예를 들면, 약 5 $\mu\text{m}$ 에서 약 1000 $\mu\text{m}$ 의 크기인 광학 마이크로구조의 제조에 관련되어 본 발명의 실시예들이 여기에서 기술되어 있음이 이해될 것이다. 그러나 본 발명의 다른 실시예들은 공기에 의해 작용하는, 수압에 의한/또는 마이크로전자기계 시스템(MEMS)의 마이크로구조와 같은 기계적인 마이크로구조를 제조하는데 사용될 수 있음이 이해될 것이다. 상기 기계적인 마이크로구조들은 마이크로-유체공학, 마이크로-기계역학 및/또는 마이크로기계 시스템에 사용될 수 있으며, 이들의 각각의 크기는 예를 들면, 약 5 $\mu\text{m}$ 에서 약 1000 $\mu\text{m}$  치수의 크기일 수 있다.
- [0105] 도면과 상세한 설명에서, 본 발명의 실시예들이 개시되었고, 비록 전문적인 용어들이 채용되었지만, 이들은 일반적이고 설명적인 의미로만 사용되었고, 다음의 청구항에서 나타난 본 발명의 범위를 제한하려는 의도로 사용된 것은 아니다.

### 산업상 이용 가능성

- [0106] 본 발명에 의하면 감방사광층에 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하여 만들어진 마스터로부터 큰 배열의 광학 마이크로구조의 최종 생성물을 합리적인 시간 내에 대량으로 생산할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

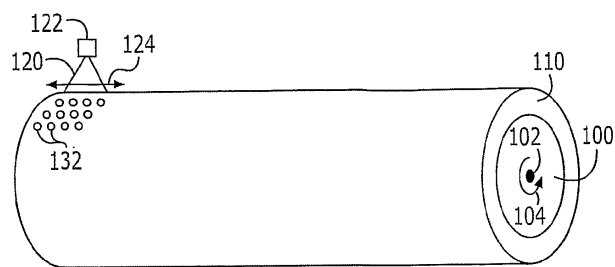
- [0017] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 마이크로구조를 제조하는 시스템들 및 방법들의 사시도이다.
- [0018] 도 5a 내지 도 5c 및 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 감방사광층의 적어도 일부에 걸쳐서 방사광 빔을 주사하는 것을 도시한다.
- [0019] 도 7은 본 발명의 다른 실시예들에 따라 광학 마이크로구조를 제조하기 위한 시스템들 및 방법들의 블록 다이어그램이다.
- [0020] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예들에 따라 광학 마이크로구조를 제조하기 위한 시스템들 및 방법들의 단면도이다.
- [0021] 도 9 내지 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예들에 따라 광학 마이크로구조를 제조하기 위한 시스템들 및 방법들

의 사시도이다.

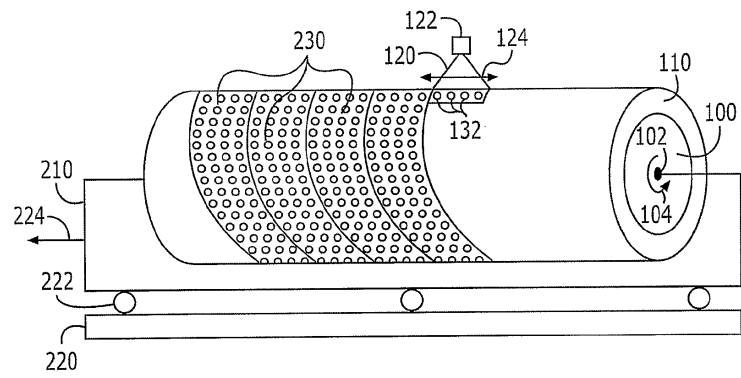
- [0022] 도 12는 본 발명의 다른 실시예들에 따라 광학 마이크로구조를 제조하기 위한 시스템들 및 방법들의 단면도이다.
- [0023] 도 13a는 본 발명의 또 다른 실시예들에 따라 광학 마이크로구조를 제조하기 위한 시스템들 및 방법들의 단면도이다.
- [0024] 도 13b는 본 발명의 실시예들에 따른 현상 후에 이미지가 형성된 네가티브 포토레지스트의 단면도이다.
- [0025] 도 14는 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 스탬퍼와 최종 생성물로 마스터의 복제를 도시하는 순서 다이어그램이다.
- [0026] 도 15 및 도 16은 포지티브 포토레지스트으로 통상적인 전면 이미징을 사용하여 제조된 광학 마이크로구조의 단면도이다.
- [0027] 도 17 내지 도 19는 본 발명의 다른 실시예들에 따라 광학 마이크로구조를 제조하기 위한 시스템들 및 방법들의 단면도들이다.
- [0028] 도 20은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 광학 마이크로구조의 단면도이다.
- [0029] 도 21 내지 도 22는 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 광학 마이크로구조를 제조하기 위하여 수행될 수 있는 작용을 도시하는 순서도들이다.
- [0030] 도 23은 본 발명의 일부 실시예들에 따라 광학 마이크로구조 마스터 블랭크를 제조하기 위하여 사용될 수 있는 시스템들 및 방법들의 개략적인 다이어그램이다.
- [0031] 도 24는 본 발명의 일부 실시예들에 따른 광학 마이크로구조 마스터 블랭크의 단면도이다.
- [0032] 도 25a 내지 도 25e, 도 26a 내지 도 26b 및 도 27은 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 광학 마이크로구조를 제조하는 시스템들 및 방법들의 단면도들이다.
- [0033] 도 28은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 광학 마이크로구조를 위한 마스터들 및 스탬퍼들의 대량 생산을 위한 시스템들 및 방법들의 개략적인 도면이다.

## 도면

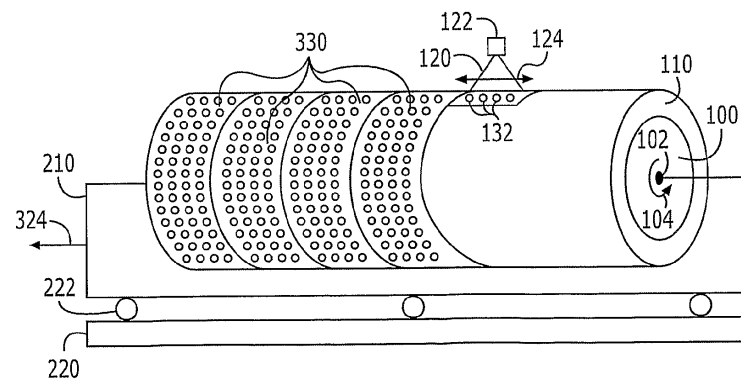
### 도면1



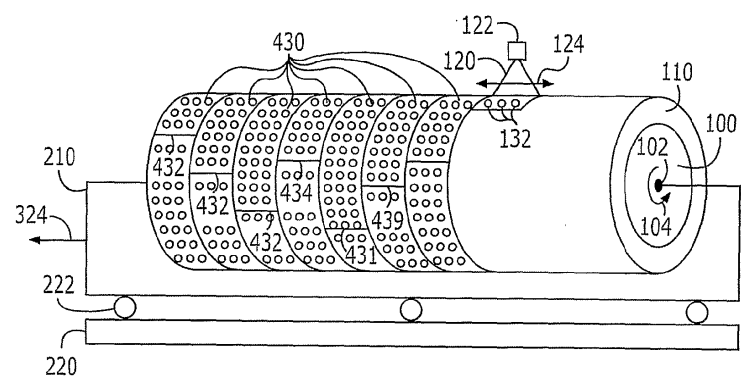
도면2



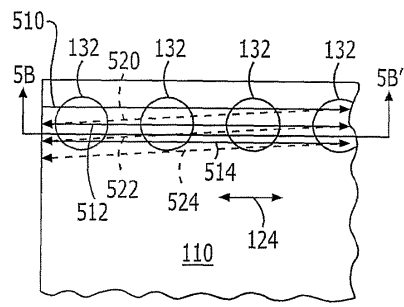
도면3



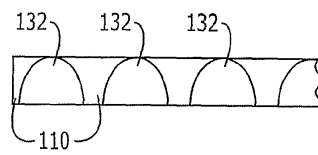
도면4



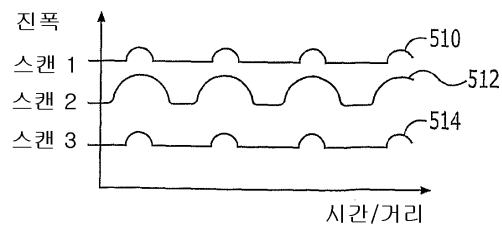
도면5a



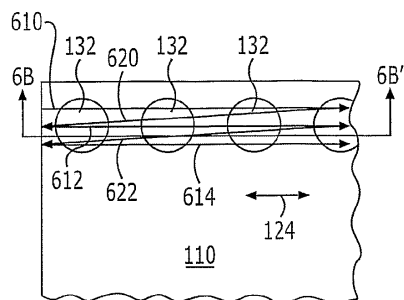
도면5b



도면5c

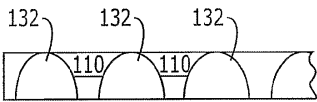


도면6a

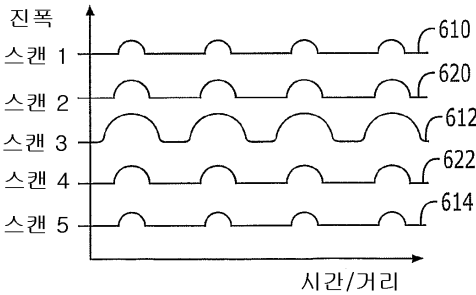




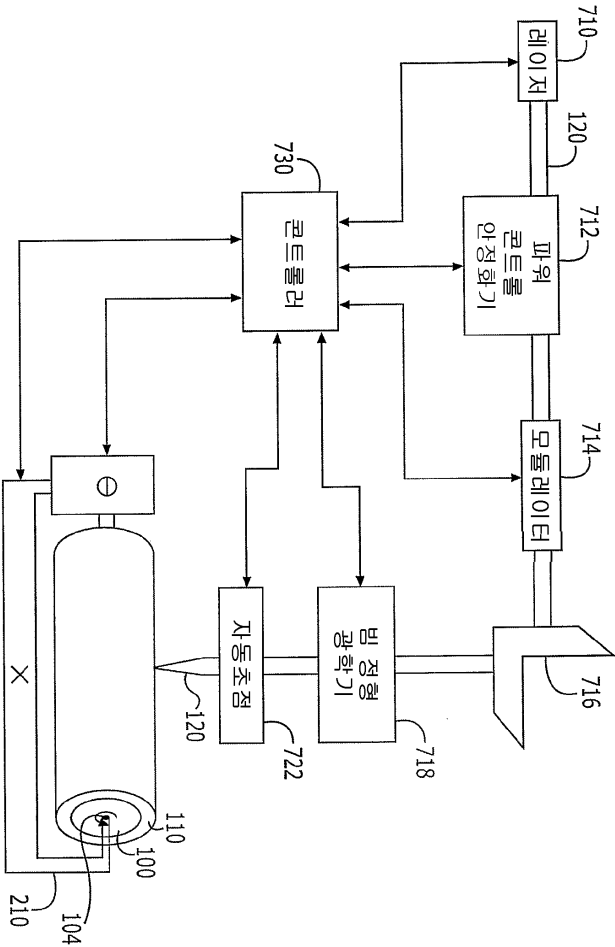
도면6b



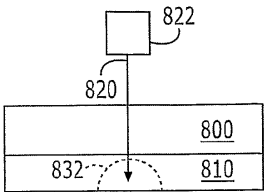
도면6c



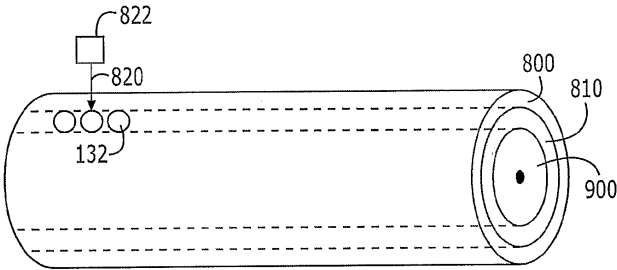
도면7



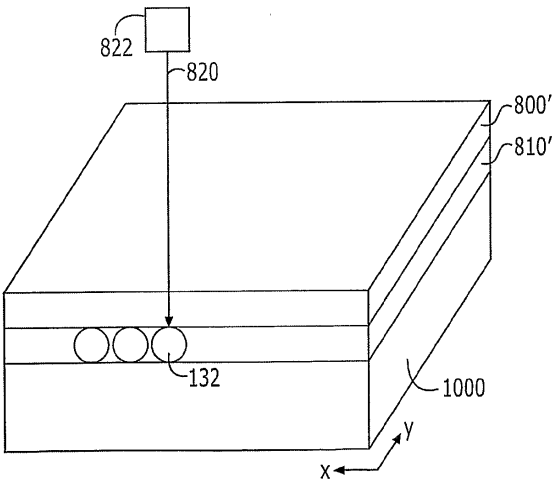
도면8



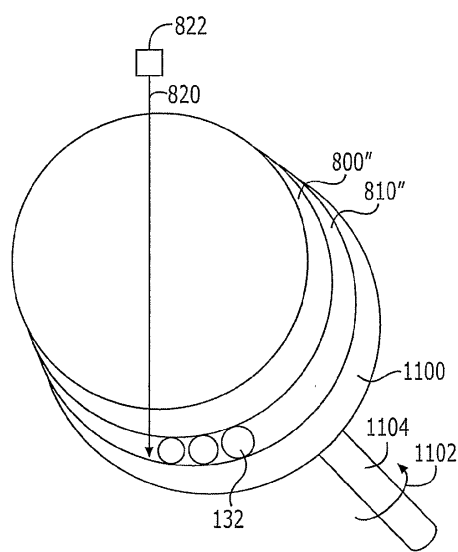
도면9



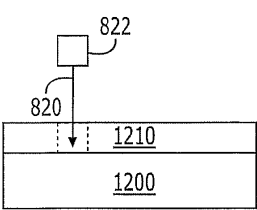
도면10



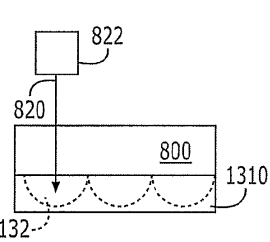
도면11



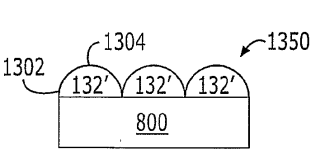
도면12



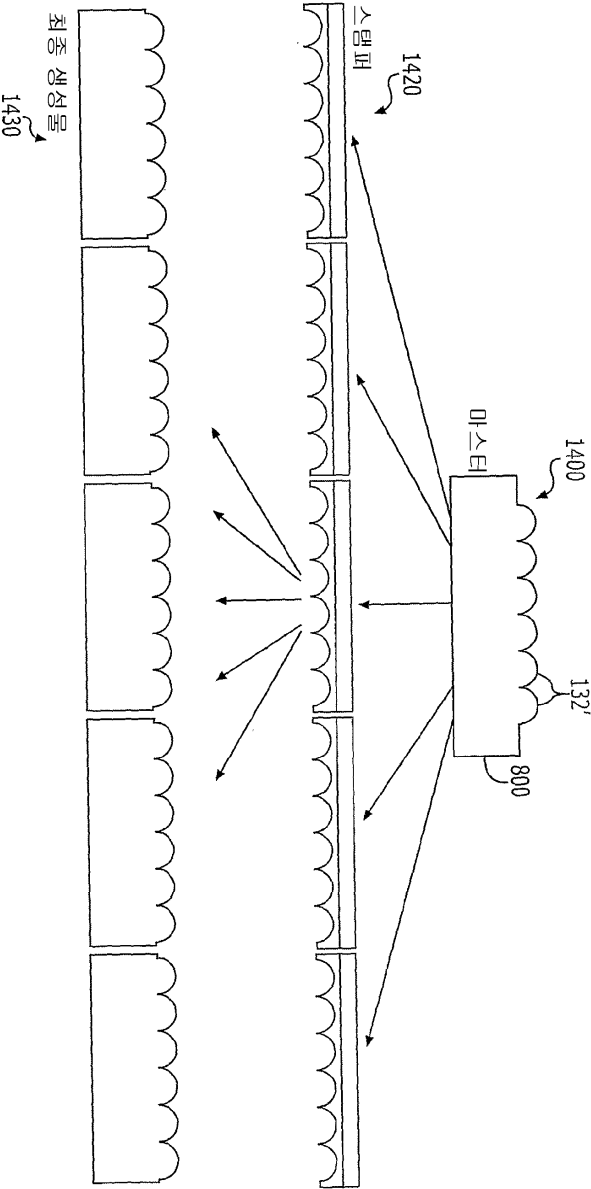
도면13a



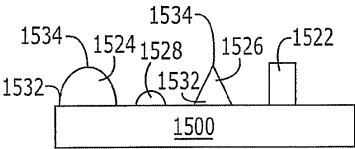
도면13b



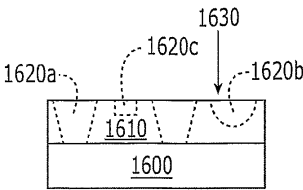
도면14



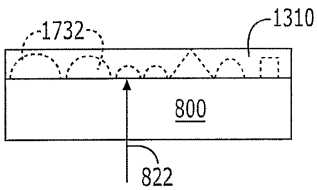
도면15



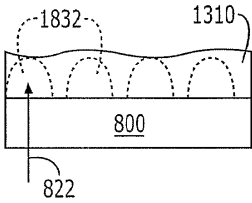
도면16



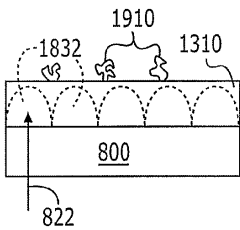
도면17



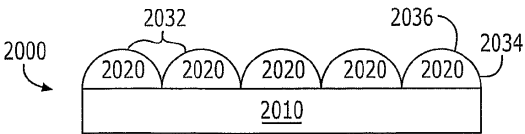
도면18



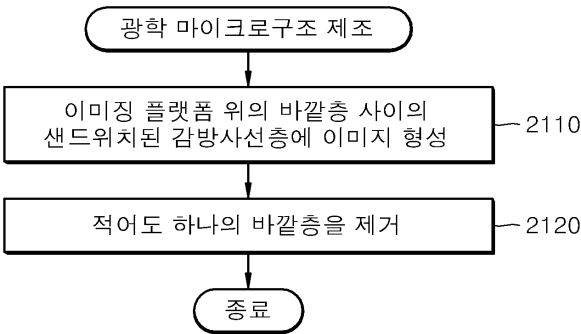
도면19



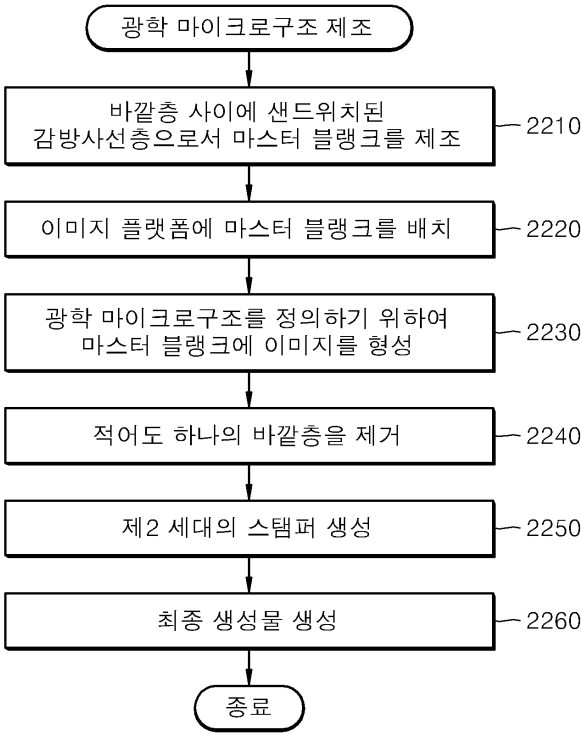
도면20



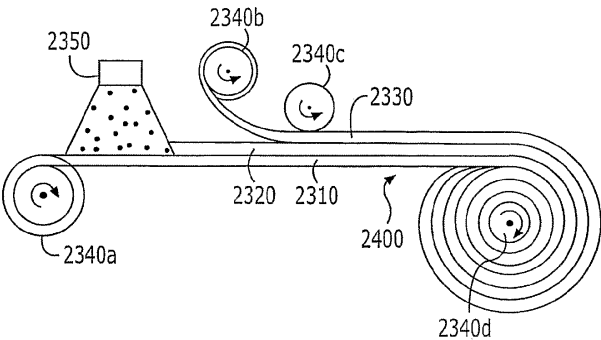
도면21



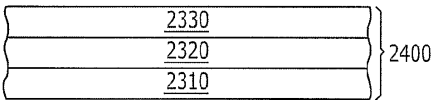
도면22



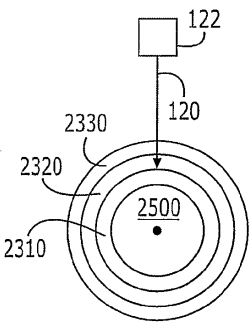
도면23



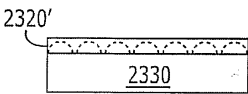
도면24



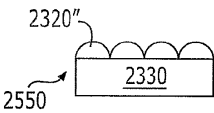
도면25a



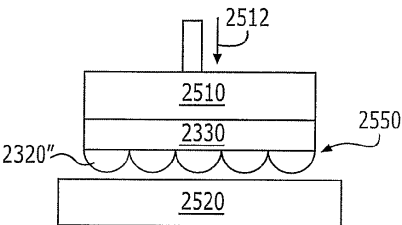
도면25b



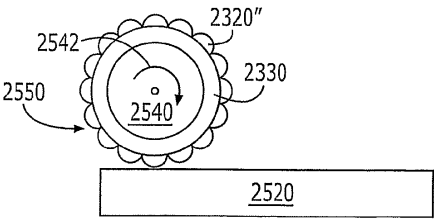
도면25c



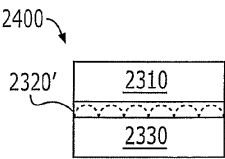
도면25d



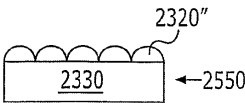
도면25e



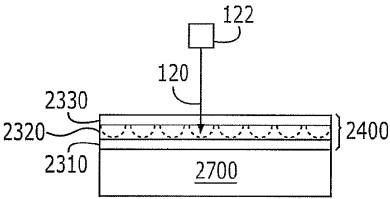
도면26a



도면26b



도면27



도면28

