



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년10월18일  
 (11) 등록번호 10-1192624  
 (24) 등록일자 2012년10월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G03F 7/09* (2006.01) *G03F 7/16* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2006-7004898  
 (22) 출원일자(국제) 2004년08월20일  
 심사청구일자 2009년08월14일  
 (85) 번역문제출일자 2006년03월09일  
 (65) 공개번호 10-2007-0005910  
 (43) 공개일자 2007년01월10일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2004/027071  
 (87) 국제공개번호 WO 2005/036271  
 국제공개일자 2005년04월21일  
 (30) 우선권주장  
 10/661,974 2003년09월11일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP05210236 A\*  
 JP2003200433 A\*  
 US6545980 A  
 US5620817 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
**브라이트 뷔 테크놀로지즈 코포레이션**  
 미국 버지니아 23225 리치몬드 볼더스 파크웨이  
 1100  
 (72) 발명자  
**프리즈 로버트 피.**  
 미국 노쓰캐롤라이나 27514 채플 힐 배스우드 코  
 트 119  
**라인하트 토마스 에이.**  
 미국 노쓰캐롤라이나 27713 더럼 우드크로프트 파  
 크웨이 300-32씨  
**우드 로버트 엘.**  
 미국 노쓰캐롤라이나 27513 아페스 켄싱تون 힐 웨  
 이 104  
 (74) 대리인  
**리앤목특허법인**

전체 청구항 수 : 총 40 항

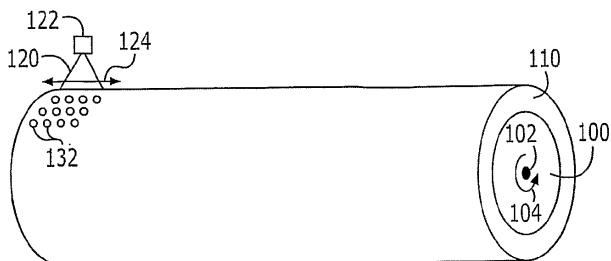
심사관 : 김광철

(54) 발명의 명칭 **외부충들 사이에 개재된 감광조사총을 이미지 전사함으로써 미세구조를 제조하는 시스템 및 방법과 이를 이용하여 제조된 미세구조**

**(57) 요 약**

이미지 전사 플랫폼 상에서 한쌍의 외부충 사이에 개재된 감광조사총을 포함하는 미세구조 마스터 블랭크를 이미지 전사하여 감광조사총 내에 미세구조를 한정함으로써 미세구조가 제조된다. 이 후, 적어도 하나 이상의 외부충이 제거된다. 감광조사총에 한정된 미세구조는 현상된다. 한쌍의 외부충 사이에 개재된 감광조사총은 미세구조 마스터 블랭크를 제공하기 위하여 웹으로서 제조될 수 있다.

**대 표 도 - 도1**



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

제1 연성 웹 상에, 광학 미세구조의 이미지를 수용하도록 형성된 감광조사 재료층을 코팅하도록 구성된 감광조사 재료 코팅 스테이션; 및

상기 제1 연성 웹에 대향하여, 광학 미세구조의 이미지를 수용하도록 형성된 상기 감광조사 재료층에 제2 연성 웹을 적층하도록 구성된 적층 스테이션을 포함하고,

상기 감광조사 재료층은 음성 포토레지스트층이고,

상기 음성 포토레지스트층은 소정 주파수의 광조사에 반응하며, 상기 제1 연성 웹은 상기 소정 주파수의 광조사에 투명하고,

상기 제2 연성 웹은 상기 소정 주파수의 광조사에 불투명한 광학 미세구조 마스터용 블랭크의 제조 장치.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 연성 웹은 동일한 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 마스터용 블랭크의 제조 장치.

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

제1 연성 웹 상에, 광학 미세구조 이미지를 수용하도록 형성된 감광조사 재료층을 코팅하는 단계; 및

상기 제1 연성 웹에 대향하여, 광학 미세구조의 이미지를 수용하도록 형성된 감광조사 재료층에 제2 연성 웹을 적층하는 단계를 포함하고,

상기 감광조사 재료층은 음성 포토레지스트층이고,

상기 음성 포토레지스트는 소정 주파수의 광조사에 반응하며, 상기 제1 연성 웹은 상기 소정 주파수의 광조사에 투명하고,

상기 제2 연성 웹은 상기 소정 주파수의 광조사에 불투명한 광학 미세구조 마스터용 블랭크의 제조 방법.

### 청구항 7

삭제

### 청구항 8

제6 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 연성 웹은 동일한 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 마스터용 블랭크의 제조 방법.

### 청구항 9

삭제

### 청구항 10

삭제

### 청구항 11

한쌍의 근접 분리된 연성 웹; 및

상기 한쌍의 근접 분리된 연성 웹 사이에 광학 미세구조의 이미지를 수용하도록 형성된 감광조사층;  
을 포함하고,

상기 감광조사층은 음성 포토레지스트층이고,

상기 음성 포토레지스트는 소정 주파수의 광조사에 반응하며, 상기 한쌍의 연성 웹 중 어느 하나는 상기 소정  
주파수의 광조사에 투명하고,

상기 한쌍의 연성 웹 중 다른 하나는 상기 소정 주파수의 광조사에 불투명한 광학 미세구조 마스터용 블랭크.

### 청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 감광조사층은 내부에 광학 미세구조의 잡재 이미지를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 마스터  
용 블랭크.

### 청구항 13

삭제

### 청구항 14

제11항에 있어서,

상기 한쌍의 연성 웹은 동일한 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 마스터용 블랭크.

### 청구항 15

삭제

### 청구항 16

삭제

### 청구항 17

이미지 전사 플랫폼 상에 한쌍의 외부층 사이에 개재된 감광조사층을 포함하는 광학 미세구조 마스터 블랭크를  
이미지 전사하여, 상기 감광조사층에 상기 광학 미세구조를 한정하는 단계; 및

적어도 하나 이상의 상기 외부층을 제거하는 단계;

를 포함하고,

상기 이미지 전사 이전에, 상기 이미지 플랫폼 상에 한쌍의 외부층 사이에 개재된 상기 감광조사층을 배치하는  
단계가 수행되는 광학 미세구조의 제조 방법.

### 청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 한쌍의 외부층은 상기 이미지 전사 플랫폼에 인접한 제1 외부층 및 상기 이미지 전사 플랫폼으로부터 이격  
된 제2 외부층을 포함하며,

상기 외부층을 제거하는 단계는, 상기 감광조사층으로부터 상기 제2 외부층을 제거하는 단계를 포함하며,

상기 감광조사층 내에 한정된 상기 광학 미세구조를 현상하는 단계; 및

스탬퍼 블랭크에 상기 광학 미세구조를 접촉시킴으로써, 상기 감광조사층에 현상된 상기 광학 미세구조로부터

제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 19

제18 항에 있어서,

상기 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계는,

스템퍼 블랭크에 대해서 상기 광학 미세구조를 가압함으로써, 상기 감광조사층에 현상된 상기 광학 미세구조로부터 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계를 포함하는 것을 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 20

제18 항에 있어서,

상기 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계는,

스템퍼 블랭크에 대해서 상기 광학 미세구조를 회전시킴으로써, 상기 감광조사층에 현상된 상기 광학 미세구조로부터 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계를 포함하는 것을 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 21

제18 항에 있어서,

스템퍼 블랭크에 상기 광학 미세구조를 접촉시키는 것은, 상기 감광조사층 및 상기 제1 외부층이 상기 이미지 전사 플랫폼 상에 잔존하는 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 22

제17 항에 있어서,

상기 한쌍의 외부층은 상기 이미지 전사 플랫폼에 인접한 제1 외부층 및 상기 이미지 전사 플랫폼으로부터 이격된 제2 외부층을 포함하며,

상기 외부층을 제거하는 단계는, 상기 이미지 전사 플랫폼으로부터 상기 제1 외부층을 분리하는 단계; 및 상기 감광조사층으로부터 상기 제1 또는 제2 외부층을 분리하는 단계를 더 포함하며,

상기 감광조사층 내에 한정된 상기 광학 미세구조를 현상하는 단계; 및

스템프 블랭크에 상기 광학 미세구조를 접촉시킴으로써, 상기 감광조사층에 현상된 상기 광학 미세구조로부터 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 제조 방법.

#### 청구항 23

제22 항에 있어서,

상기 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계는,

스템퍼 블랭크에 대해서 상기 광학 미세구조를 가압함으로써, 상기 감광조사층에 현상된 상기 광학 미세구조로부터 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 24

제22 항에 있어서,

상기 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계는,

스템퍼 블랭크에 대해서 상기 광학 미세구조를 회전시킴으로써, 상기 감광조사층에 현상된 상기 광학 미세구조로부터 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 25

제17 항에 있어서,

상기 광학 미세구조 마스터 블랭크는 제1 광학 미세구조 마스터 블랭크이며,

상기 외부층을 제거하는 단계 이후에, 상기 제1 광학 미세구조 마스터 블랭크를 현상하고 스템퍼 블랭크에 상기 광학 미세구조를 접촉시킴으로써, 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계; 및

상기 이미지 전사 플랫폼 상에 한쌍의 외부층 사이에 개재된 감광조사층을 포함하는 제2 광학 미세구조 마스터 블랭크를 이미지 전사하여, 상기 감광조사층에 제2 광학 미세구조를 한정하는 단계를 더 포함하며,

상기 제2 광학 미세구조 마스터 블랭크를 이미지 전사하는 단계와 상기 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계는 시 간상 적어도 부분적으로 중첩되는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

### 청구항 26

삭제

### 청구항 27

제17 항에 있어서,

상기 이미지 전사 플랫폼은 실린더형 플랫폼을 포함하며,

상기 이미지 전사는, 축 주위로 상기 실린더형 플랫폼을 회전시키면서, 동시에 상기 외부층들 중 어느 하나를 통하여 상기 감광조사층의 적어도 일부에 걸쳐 조광 빔을 주사하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

### 청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 실린더형 플랫폼 및 조광 빔의 상대적인 위치를 축방향으로 동시에 서로에 대하여 병진시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

### 청구항 29

제28 항에 있어서,

상기 조광 빔의 진폭을 동시에 연속적으로 변화시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

### 청구항 30

제17 항에 있어서,

상기 감광조사층은 적어도 1 제곱 피트의 면적을 갖는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

### 청구항 31

제17 항에 있어서,

상기 이미지 전사는 적어도 1 시간 동안 상기 감광조사층 상에 연속적으로 수행되는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

### 청구항 32

제17 항에 있어서,

상기 이미지 전사는 적어도 백만개의 광학 미세구조를 형성하기 위하여 적어도 1 시간 동안 상기 감광조사층 상에 연속적으로 수행되는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

### 청구항 33

제17 항에 있어서,

광학 미세구조 마스터를 제공하기 위하여 상기 감광조사층 내에 한정된 상기 광학 미세구조를 현상하는 단계를

더 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 34

제17 항에 있어서,

상기 한쌍의 외부층은 실린더형, 타원형 또는 다각형의 형상인 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 35

제33 항에 있어서,

상기 마스터로부터 복수의 제2 세대 스템퍼를 직접 형성하는 단계; 및

스템퍼로부터 복수의 제3 세대 광학 미세구조 최종 제품을 직접 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 36

제17 항에 있어서,

상기 한쌍의 외부층은 상기 이미지 전사 플랫폼에 인접한 제1 외부층 및 상기 이미지 전사 플랫폼으로부터 이격된 제2 외부층을 포함하며,

상기 이미지 전사는, 상기 감광조사층에 광학 미세구조를 한정하기 위하여, 상기 제2 외부층을 통하여 상기 감광조사층에 조광빔을 조사하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 37

제 36 항에 있어서,

상기 감광조사층은 음성 포토레지스트층으로서,

상기 조광빔에 노광된 상기 음성 포토레지스트층의 일부들이 현상 후에 잔존하도록 하는 음성 포토레지스트층인 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 38

제17 항에 있어서,

상기 한쌍의 외부층은 연성인 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 39

제1 외부층이 실린더형 플랫폼에 인접하고 제2 외부층은 실린더형 플랫폼으로부터 이격되도록, 상기 실린더형 플랫폼 상에, 상기 제1 외부층, 상기 제1 외부층 상의 음성 포토레지스트층 및 상기 음성 포토레지스트층 상의 상기 제2 외부층을 포함하는 광학 미세구조 마스터 블랭크를 배치하는 단계;

상기 음성 포토레지스트층에 광학 미세구조를 이미지 전사하기 위하여, 상기 제2 외부층을 통하여 상기 음성 포토레지스트층에 레이저 빔을 조사하면서, 동시에 축주위로 상기 실린더형 플랫폼을 회전시키고, 동시에 상기 음성 포토레지스트층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 레이저 빔을 축방향으로 주사하는 단계;

상기 실린더형 플랫폼으로부터 상기 제1 외부층을 분리하는 단계;

상기 음성 포토레지스트층으로부터 상기 제1 외부층을 분리하는 단계; 및

상기 음성 포토레지스트층에 이미지 전사된 상기 광학 미세구조를 현상하는 단계를 포함하는 광학 미세구조 마스터의 제조 방법.

#### 청구항 40

제39 항에 있어서,

스템퍼 블랭크에 상기 광학 미세구조를 접촉시킴으로써, 상기 음성 포토레지스트층에 현상된 상기 광학 미세구

조로부터 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 마스터의 제조 방법.

#### 청구항 41

제 40 항에 있어서,

상기 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계는,

스템퍼 블랭크에 대하여 상기 광학 미세구조를 가압함으로써, 상기 음성 포토레지스트층에 현상된 상기 광학 미세구조로부터 제2 세대 스템프를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 42

제40 항에 있어서,

상기 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계는,

스템퍼 블랭크에 대하여 상기 광학 미세구조를 회전시킴으로써, 상기 음성 포토레지스트층에 현상된 상기 광학 미세구조로부터 제2 세대 스템프를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 43

제39 항에 있어서,

상기 광학 미세구조 마스터 블랭크는 제1 광학 미세구조 마스터 블랭크이며,

상기 실린더형 플랫폼으로부터 상기 제1 외부층을 분리하는 단계 이후에,

스템퍼 블랭크에 상기 광학 미세구조를 접촉시킴으로써 상기 제1 광학 미세구조 마스터 블랭크의 상기 음성 포토레지스트층에 현상된 상기 광학 미세구조로부터 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계;

제1 외부층은 상기 실린더형 플랫폼에 인접하고 제2 외부층은 상기 실린더형 플랫폼으로부터 이격되도록, 상기 실린더형 플랫폼 상에, 상기 제1 외부층, 상기 제1 외부층 상의 음성 포토레지스트층 및 상기 음성 포토레지스트층 상의 상기 제2 외부층을 포함하는 제2 광학 미세구조 마스터 블랭크를 배치하는 단계;

상기 제2 광학 미세구조 마스터 블랭크의 상기 음성 포토레지스트에 광학 미세구조를 이미지 전사하기 위하여, 상기 제2 광학 미세구조 마스터 블랭크의 상기 제2 외부층을 통하여 상기 제2 광학 미세구조 마스터 블랭크의 상기 음성 포토레지스트층에 레이저 빔을 조사하면서, 동시에 축주위로 상기 실린더형 플랫폼을 회전시키며, 동시에 상기 제2 광학 미세구조 마스터 블랭크의 상기 음성 포토레지스트층의 적어도 일부에 걸쳐서 상기 레이저 빔을 축방향으로 주사하는 단계가 수행되며,

상기 제2 세대 스템퍼를 생성하는 단계와 상기 제2 광학 미세구조 마스터 블랭크의 상기 제2 외부층을 통하여 상기 레이저 빔을 조사하는 단계는 적어도 부분적으로 시간상 중첩되는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 마스터의 제조 방법.

#### 청구항 44

제 39 항에 있어서,

상기 실린더형 플랫폼 및 조광 빔의 상대적인 위치를 축방향으로 동시에 서로에 대하여 병진시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조의 제조 방법.

#### 청구항 45

제44 항에 있어서,

상기 레이저 빔의 진폭을 동시에 연속적으로 변화시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 마스터의 제조 방법.

#### 청구항 46

제39 항에 있어서,

상기 광학 미세구조 마스터 블랭크는 적어도 1 제곱 피트의 면적을 갖는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 마스터의 제조 방법.

#### 청구항 47

제46 항에 있어서,

상기 레이저 빔을 축방향으로 주사하는 단계는 적어도 1 시간 동안 상기 광학 미세구조 마스터 블랭크 상에 연속적으로 수행되는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 마스터의 제조 방법.

#### 청구항 48

제47 항에 있어서,

상기 레이저 빔을 축방향으로 주사하는 단계는 적어도 백만개의 광학 미세구조를 제조하기 위하여 적어도 1 시간 동안 상기 광학 미세구조 마스터 블랭크 상에 연속적으로 수행되는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 마스터의 제조 방법.

#### 청구항 49

제41 항에 있어서,

스탬퍼로부터 복수의 제3 세대 광학 미세구조 최종 제품을 직접 형성하는 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 마스터의 제조 방법.

#### 청구항 50

제39 항에 있어서,

상기 제1 및 상기 제2 외부층은 연성인 것을 특징으로 하는 광학 미세구조 마스터의 제조 방법.

#### 청구항 51

삭제

#### 청구항 52

삭제

### 명세서

#### 기술 분야

[0001] (관련 출원)

[0002] 본 출원은 동시에 출원된 본 발명자의 "실린더형 플랫폼 및 래스터 조사빔을 이용하여 광학 미세구조를 형성하는 시스템 및 방법(System and Method for Fabricating Optical Microstructures Using a Cylindrical Platform and a Rastered Radiation Beam)" 제하의 미국출원 제10/661,916호와 동시에 출원된 본 발명자의 "음성 포토레지스트를 사용하여 기판을 통하여 미세구조를 마스터링하는 시스템 및 방법과 이에 의해 제조된 미세구조 마스터(System and Methods For Mastering Microstructures Through a Substrate Using Negative Photoresist and Microstructure Masters So Produced)" 제하의 미국출원 제10/661,917호와 관련되며, 이를 출원은 모두 본 출원의 양수인에게 양도되었으며, 이를 모두는 본 명세서에 완전하게 개시된 것과 같이 참조로서 그 전체가 포함되어 있다.

[0003] 본 발명은 미세 형성 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 미세구조를 형성하는 시스템과 방법 및 이에 의해 형성된 미세구조에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0004] 광학 미세구조는 소비성 또는 상용품에 광범위하게 사용된다. 당해 분야에 잘 알려진 바와 같이, 광학 미세구조는 미세렌즈(micro-lenses), 광학격자(optical grating), 미세반사기(micro-reflector) 및/또는 다른 광학적

흡수성(absorbing), 투과성(transmissive) 및/또는 반사성(reflective) 구조체를 포함할 수 있으며, 이들의 개별 크기는 마이크론 차수, 예를 들면 약 5  $\mu\text{m}$ 에서 약 1000  $\mu\text{m}$  일 수 있다.

[0005] 현재 광학 미세구조의 대규모 어레이의 형성 방법이 연구되고 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 광학 미세구조의 대규모 어레이는 적어도 약 백만개의 광학 미세구조를 포함하고/포함하거나 적어도 약 1 제곱 피트의 면적을 차지한다. 예를 들면, 미세렌즈의 대규모 어레이는 컴퓨터 표시장치(모니터) 및/또는 프로젝션 텔레비전에 사용될 수 있다. 어레이는 동일하고/하거나 동일하지 않은 미세구조로 이루어진 균일하고/하거나 불균일한 간격을 가질 수 있음을 자명하다.

[0006] 그러나, 광학 미세구조의 대규모 어레이를 형성하기 위한 시도는 불행하게도 엄격한 축소 장벽(scaling barrier)에 직면한다. 이들 축소 장벽은 합리적인 생산량으로 미세 광학구조의 대규모 어레이를 효율적으로 생산하는 것을 곤란하게 할 수 있다.

[0007] 몇몇 장벽은 광학 미세구조를 대규모 어레이로 축소하기 위한 시도를 할 때 직면할 수 있다. 우선, 대규모 어레이를 마스터링하는 단계가 금지될 수 있다. 특히, 광학 미세구조는 "마스터(master)"에서 초기에 이미지 전사될 수 있으며, 이 후, 하나 이상의 제2 세대 스템퍼에서 복제되어 최종적으로 대량의 최종 제품을 제조할 수 있음을 자명하다. 그러나, 합리적인 시간 안에 광학 미세구조의 대규모 어레이용 마스터를 제조하는 것은 어려울 수 있다. 예를 들면, 계산으로부터, 대형 스크린 배면 프로젝션 텔레비전용 단일 마스터를 생성하는 것은 수년이 소용될 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0008] 또한, 많은 응용장치에 요구되는 특정 광학 미세구조를 이미지 전사하는 것은 곤란할 수 있다. 예를 들면, 컴퓨터 디스플레이 또는 프로젝션 텔레비전은 미세렌즈의 대규모 어레이를 채용할 수 있으며, 각각의 미세렌즈는 반구부를 포함할 수 있으며, 상기 반구부는 부반구(sub-hemisphere; 약 180° 보다 작은 범위를 가짐), 반구(hemisphere; 약 180° 의 범위를 가짐), 과반구(super-hemisphere; 약 180° 보다 큰 범위를 가짐)를 포함할 수 있다. 그러나, 통상적인 노광기술을 사용하여 반구부를 마스터링하는 것은 어려울 수 있다. 마지막으로, 디스플레이, 텔레비전 및/또는 다른 응용장치용 광학 미세구조의 최종 제품을 대량으로 생산하도록, 스템퍼를 제조하기 위하여 광학 미세구조의 대규모 어레이를 포함하는 마스터를 효과적으로 복제하는 것은 어려울 수 있다.

### 발명의 상세한 설명

[0009] 본 발명의 일부 실시예는 이미지 전사 플랫폼 상에서 한쌍의 외부층 사이에 개재된 감광조사층을 포함하는 미세 마스터 블랭크를 이미지 전사하여, 감광조사층 내에 미세구조를 한정함으로써 미세구조를 형성한다. 이 후, 적어도 하나 이상의 상기 외부층이 제거된다. 상기 감광조사층 내에 한정된 상기 미세구조가 현상된다. 상기 현상된 미세구조는 미세구조 마스터를 제조할 수 있다. 상기 미세구조는 광학적 및/또는 기계적 미세구조를 포함할 수 있다. 후속 단계에 의하여, 상기 미세구조 마스터로부터 제2 세대 스템퍼(second generation stampers)가 형성될 수 있으며, 상기 스템퍼로부터 최종 미세구조 제품을 제조할 수 있다. 일부 실시예에서, 이미지 전사 이전에, 한쌍의 외부층 사이에 개재된 상기 감광조사층이 예를 들면, 웹으로서 제조되고, 상기 이미지 스테이지 상에 배치된다. 그에 따라, 본 발명의 일부 실시예는 대형 미세구조 마스터를 대량생산할 수 있다.

[0010] 일부 실시예에서, 상기 한쌍의 외부층은 상기 이미지 전사 플랫폼에 인접하는 제1 외부층 및 상기 이미지 플랫폼으로부터 이격된 제2 외부층을 포함한다. 이미지 전사 이후에, 상기 제2 외부층은 상기 감광조사층으로부터 제거되고, 마스터를 생산하기 위하여 상기 감광조사층이 현상된다. 다음, 스템퍼 블랭크에 상기 감광조사층의 상기 미세구조를 접촉시켜, 상기 미세구조 마스터로부터 제2 세대 스템퍼가 생성된다.

[0011] 특히, 본 발명의 일부 실시예는 상기 이미지 전사 플랫폼으로부터 상기 이미지 전사된 미세구조 마스터를 제거하고, 상기 제거된 미세구조 마스터를 사용하여 상기 스템퍼를 생성한다. 특히, 일부 실시예에서, 상기 이미지 플랫폼으로부터 제1 외부층을 분리하여, 상기 이미지 플랫폼으로부터 상기 이미지 전사된 미세구조 마스터를 제거한다. 다음, 상기 감광조사층으로부터 상기 제1 및 제2 외부층이 분리되고, 상기 감광조사층이 현상된다. 다음, 스템퍼 블랭크에 상기 감광조사층을 접촉시킴으로써, 상기 감광조사층 내에 현상된 미세구조로부터 제2 세대 스템퍼가 형성된다. 일부 실시예에서, 상기 미세구조는 상기 스템퍼 블랭크에 대하여 가압된다. 다른 실시예에서는, 상기 스템퍼 블랭크에 대하여 상기 미세구조가 회전된다.

[0012] 또한, 본 발명의 일부 실시예는 평판형 및/또는 비평판형 이미지 전사 및/또는 스템핑 플랫폼의 조합을 사용할 수 있다. 더욱 상세하게는, 일부 실시예에서, 상기 이미지 전사 플랫폼은 평판형 이미지 전사 플랫폼이며, 제2 세대 스템퍼는 스템퍼 블랭크에 대하여 상기 감광조사층내의 상기 미세구조를 가압함으로써 상기 감광조사층에 현상된 상기 미세구조로부터 생성된다. 다른 실시예에서, 상기 이미지 전사 플랫폼은 실린더형 이미지 전사 플

랫폼이며, 상기 제2 세대 스템퍼는 스템퍼 블랭크에 대하여 상기 감광조사층 내에 현상된 상기 미세구조를 회전시킴으로써 생성된다. 그 결과, 이들 실시예는 스템핑 플랫폼으로서 상기 이미지 전사 플랫폼 자체를 사용할 수도 있다. 또한, 다른 실시예에서, 상기 이미지 전사 플랫폼으로부터 제거된 상기 감광조사층이 현상된 후, 스템퍼를 형성하기 위하여 평판형 또는 비평판형 스템핑 플랫폼에 부착된다.

[0013] 본 발명의 일부 실시예에서, 마스터의 대량 생산 및 대량 복제가 제공될 수 있다. 특히, 한쌍의 외부층 사이에 개재된 감광조사층을 포함하는 제1 미세구조 마스터가 상기 이미지 전사 플랫폼으로부터 제거된 후에, 한쌍의 외부층 사이에 개재된 감광조사층을 포함하는 제2 미세구조 마스터가 상기 이미지 전사 플랫폼 상에 이미지 전사되어, 상기 감광조사층 내에 미세구조를 한정한다. 제2 미세구조 마스터의 이미지 전사 단계는 이미 이미지 전사된 제1 미세구조 마스터로부터 스템퍼를 생성하는 단계와 적어도 부분적으로 중첩될 수 있다.

[0014] 상기한 바와 같이, 본 발명의 실시예들은 주로 미세구조를 형성하는 방법에 관하여 개시되었다. 그러나, 당업자에게 본 발명의 다른 실시예가 미세구조를 형성하기 위한 유사한 시스템들을 제공할 수 있음을 자명하다.

[0015] 본 발명의 일부 실시예에 따라, 미세구조 마스터용 블랭크를 형성하기 위한 장치는, 제1 연성 웹 상에, 미세구조의 이미지를 수용하도록 형성된 감광조사 재료로 이루어진 층을 코팅하도록 구성된 감광조사 재료 코팅 스테이션을 포함한다. 또한, 상기 제1 연성 웹과 대향하여, 미세구조의 이미지를 수용하도록 형성된 감광조사 재료로 이루어진 층에 제2 연성 웹을 적층하도록 구성된 라미네이팅 스테이션이 제공된다. 일부 실시예에서, 상기 감광조사층은 음성 포토레지스트층이다. 일부 실시예에서, 상기 제1 및 제2 연성 웹은 동일하다. 다른 실시예에서, 상기 음성 포토레지스트층은 소정 주파수의 광조사에 반응하며(sensitive), 상기 제1 연성 웹은 상기 소정 주파수의 광조사에 투명하다. 또한, 다른 실시예에서, 상기 제2 연성 웹은 상기 소정 주파수의 광조사에 불투명하다. 또한, 미세구조 마스터용 블랭크를 형성하는 유사한 방법이 제공될 수 있다.

[0016] 본 발명의 일부 실시예에 따른 미세구조 마스터용 블랭크는 한쌍의 근접 분리된(closely spaced apart) 연성(flexible) 웹 및 상기 한쌍의 근접 분리된 연성 웹 사이에 미세구조의 이미지를 수용하도록 형성된 감광조사층을 포함한다. 일부 실시예에서, 상기 감광조사층은 내부에 광학 미세구조의 잠재 이미지를 포함한다. 일부 실시예에서, 상기 감광조사층은 음성 포토레지스트층이다.

[0017] 일부 실시예에서, 상기 한쌍의 연성 웹은 동일하다. 다른 실시예에서, 상기 음성 포토레지스트는 소정 주파수의 광조사에 반응하며, 상기 한쌍의 연성 웹은 상기 소정 주파수의 광조사에 투명하다. 또한, 다른 실시예에서, 상기 다른 한쌍의 연성 웹은 상기 소정 주파수의 광조사에 불투명하다. 본 발명의 일부 실시예에 따르면, 이를 블랭크는 미세구조용 대면적 마스터를 형성하기 위하여 사용될 수 있다.

## 실시예

[0035] 이하, 본 발명의 실시예를 도시한 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 더욱 완전하게 개시한다. 그러나, 본 발명은 다양한 형태로 실시될 수 있으며, 본 명세서에서 상술한 실시예에 한정하여 해석되어서는 안된다. 오히려, 이들 실시례는 본 개시를 더욱 철저하고 완전하도록 하고, 당업자에게 본 발명의 범위를 완전히 전달하기 위하여 제공된다. 도면에서, 층의 두께와 영역의 크기와 상대적인 크기들은 명확성을 위하여 과장될 수 있다. 동일한 숫자는 본 명세서 전체에 걸쳐 동일한 요소를 지칭한다.

[0036] 층, 영역 또는 기판과 같은 요소가 다른 요소 "상(on)"에 존재하는 것으로서 언급되는 경우, 그 요소는 상기 다른 요소 상에 직접적으로 존재하거나 개재(intervening) 요소가 존재할 수도 있다. 또한, 여기에서 "상부(top)" 또는 "외부(outer)"와 같은 상대적 용어들은 도면에 도시된 베이스 구조에 대한 한 층 또는 영역의 다른 층 또는 영역에 대한 상대적인 관계를 기술하는데 사용될 수 있다. 이들 상대적인 용어들은 도면에 지시된 방향과 함께 장치의 다른 방향을 포함할 수 있음을 자명하다. 마지막으로, 용어 "직접적으로(directly)"는 다른 개재 요소가 존재하지 않는 것을 의미한다.

[0037] 본 발명의 실시예는 미세렌즈(microlenses), 광학 격자(optical gratings), 미세반사기(microreflector) 및/또는 다른 광학적 흡수성 투과성 및/또는 반사성 구조체를 포함할 수 있으며, 개별 크기가 마이크론 차수, 예를 들면 약 5  $\mu\text{m}$ 에서 약 1000  $\mu\text{m}$ 에 해당하는 광학 미세구조의 제조에 관하여 상술한다. 그러나, 미세-유체공학, 미세-공기역학 및/또는 미세기계 시스템에 사용될 수 있으며, 개별 크기가 마이크론 차수, 예를 들면 약 5  $\mu\text{m}$ 에서 약 1000  $\mu\text{m}$ 에 해당하는 공기압식(pneumatic), 수압식(hydraulic) 및/또는 미세전자기계 시스템(microelectromechanical system; MEMS) 미세구조와 같은 기계적 미세구조를 형성하기 위하여 본 발명의 다른 실시예들이 이용될 수 있다.

[0038]

도 1은 본 발명의 일부 실시예에 따른 광학 미세구조를 형성하는 시스템 및 방법을 나타내는 사시도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 상부에 감광조사층(110)을 포함하는 실린더형 플랫폼 또는 드럼(100)은 축(102)을 따라 예를 들면 화살표(104)로 지시된 방향으로 회전한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "감광조사(radiation sensitive)"라는 용어는 포토레지스트를 포함하지만 이에 한정되지 않과 광-이미지 전사가 가능한 재료를 포함한다. 또한, 도 1에 도시된 바와 같이, 동시에 레이저(122)에 의하여 생성된 레이저 빔(120)과 같은 조사빔은 감광조사층(110)의 적어도 일부에 걸쳐 화살표(124)가 지시하는 반대 축방향으로 축방향 주사되거나 스캐닝되어, 감광조사층(110) 내에 광학 미세구조(132)를 이미지 전사(image)한다. 이와 같이 형성된 이미지는 잠재 이미지라고도 지칭될 수도 있다. 본 발명의 실시예가 레이저 빔 및 레이저 반응 포토레지스터에 관하여 일반적으로 설명되고 있지만, 적합한 감광조사층과 함께 전자빔과 같은 다른 간접성 또는 비간접성 조사빔이 사용될 수 있음을 자명하다.

[0039]

또한, 감광조사층(110)은 도 1에 도시된 바와 같이 실린더형 플랫폼(100) 상에 직접 배치될 수 있으며, 이하, 상술하는 바와 같이, 하나 이상의 중간층이 감광조사층(110)과 실린더형 플랫폼(100) 사이에 제공될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 또한, 이하 상술한 바와 같이, 감광조사층(110) 상에 실린더형 플랫폼(100)으로부터 이격된 하나 이상의 층이 제공될 수 있다. 또한, 이하, 감조사층(110)의 다른 실시예가 개시된다. 또한, 실린더형 플랫폼(100)은 일정한 각속도로 또는 가변적인 각속도로 축(102) 주위로 회전할 수 있다.

[0040]

계속하여, 도 1을 참조하면, 일부 실시예에서, 레이저(122)는 감광조사층(110)이 반응하는 주파수 또는 주파수 대역의 조광(radiation)을 방출하는 연속파장(Continuous Wave; CW) 레이저이다. 일부 실시예에서 레이저 빔(120)은 실린더형 플랫폼(100)의 전체 축 길이에 걸쳐 축방향 주사될 수 있다. 그러나, 이하 상세히 설명하는 바와 같이 다른 실시예에서는, 레이저 빔(124)은 실린더형 플랫폼(100)의 상대적으로 작은 부분에 걸쳐서 주사될 수도 있다.

[0041]

마지막으로, 설명을 위하여 소수의 광학 미세구조(132)가 도시되었지만, 일반적으로 일부 실시예에서는 광학 미세구조의 대규모 어레이를 제공하기 위하여 많은 광학 미세구조(132)가 형성된다. 도 1에서는 반구형 단면 형상으로서 미세렌즈와 같은 광학 미세구조(132)를 도시하지만, 다른 실시예에서는 균일하게 및/또는 불균일하게 이격되고, 동일한 및/또는 동일하지 않는 광학 미세구조(132)로서, 예를 들면 광학 격자 구조와 같은 다른 미세구조가 형성될 수 있다. 균일한 및/또는 불균일한 크기 및/또는 간격을 갖는 서로 다른 유형의 광학 미세구조들의 조합이 형성될 수도 있다.

[0042]

도 2-4는 플랫폼의 회전과 빔의 주사와 동시에, 실린더형 플랫폼(100) 및/또는 레이저 빔(120)이 축방향으로 상대적으로 이동되어 실린더형 플랫폼(100)의 길이 중 적어도 상당부분에 걸쳐 광학 미세구조를 이미지 전사한다. 일부 실시예에서, 축이동은 광학 미세구조가 실린더형 플랫폼(100)의 거의 전체 축 길이에 걸쳐서 형성되도록 한다. 일부 실시예에서, 실린더형 플랫폼(100)은 고정된 축 위치에 유지될 수 있으며, 레이저(122) 및/또는 레이저 빔(120)이 축방향을 따라 이동될 수 있다. 다른 실시예에서, 레이저(122) 및/또는 레이저 빔(120)은 고정된 축위치에 유지될 수 있으며, 실린더형 플랫폼(100)이 축방향으로 이동될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 레이저(122) 및/또는 레이저 빔(122) 모두와 실린더형 플랫폼(100)이 축방향으로 상대적으로 이동될 수 있다. 예를 들면, 레이저(122)는 실린더형 플랫폼(100)의 일단부에 고정될 수 있으며, 거울과 같은 레이저 광학기가 실린더형 플랫폼((100)에 대하여 예를 들면, 축방향으로 및/또는 회전되면서 이동함으로써 레이저 빔(122)를 이동시키도록 구성될 수 있다.

[0043]

도 2-4는 고정된 레이저(122)에 대하여 실린더형 플랫폼(100)이 축방향으로 이동되는 본 발명의 실시예를 도시한다. 더욱 상세하게는, 도 2를 참조하면, 실린더형 플랫폼(100)은, 롤러(222) 및/또는 다른 통상적인 기구를 사용하여 지지체(support; 210)를 기저부(220)에 대하여 이동시킴으로써 화살표(244)로 지시된 축 이동 방향을 따라 축방향으로 이동된다. 도 2에 나타낸 바와 같이, 이동 방향(224)을 따라 실린더형 플랫폼(110)의 연속적 이동이 제공되어, 감광조사층(110)에 연속적인 나선형 패턴(230)을 갖는 광학 미세구조(132)를 이미지 전사한다.

[0044]

도 3은 이동 방향(324)을 따라 레이저 빔(120)에 대하여 실린더형 플랫폼(100)의 단계적 이동이 제공되어, 감광조사층에 이산적 밴드(330) 상태로 광학 미세구조(132)를 이미지 전사하는 본 발명의 다른 실시예를 도시한다. 도 3의 실시예에서, 화살표(104)의 회전 방향으로 실린더형 플랫폼(100)의 연속적 회전이 제공될 수 있으며, 개별 밴드(330)가 이미지 전사된 후에 이동 방향(324)을 따라 실린더형 플랫폼의 단계적 이동이 제공될 수 있다. 실린더형 플랫폼(100)은, 실린더형 플랫폼(100)의 단계적 이동 동안, 일회 미만, 일회 또는 일회를 초과하는 완전한 회전을 통하여 계속하여 회전할 수 있음을 자명하다.

- [0045] 도 3에서, 각 랜드(330)의 이미지 전사는, 실린더형 플랫폼(100)과 동일한 소정의 회전 각도에서 시작되고 종료되어, 감광조사총(110)에 정렬된 랜드(330)의 패턴을 제공한다. 랜드의 시작부와 종단부를 서로 분리하기 위하여, 랜드 내에 가드 랜드(guardband)가 제공될 수 있다. 선택적으로는, 랜드의 시작부와 종단부는 서로 지지하도록 인접할 수 있다.
- [0046] 대조적으로, 도 4에서는, 실린더형 플랫폼(100)이 실린더형 플랫폼(100)의 엇갈린 회전각에서 이동 방향(324)을 따라 축방향으로 단계적으로 이동되어, 엇갈린 랜드 패턴(430) 형태로 광학 미세구조(132)를 이미지 전사한다. 일부 실시예에서, 랜드의 시작부/종단부(432)에 의해 도시된 바와 같이, 랜드의 시작부 및/또는 종단부는 서로에 대하여 균일하게 엇갈릴 수 있다. 다른 실시예에서, 434에 나타낸 바와 같이 랜드의 시작부/종단부의 불균일한 엇갈림이 제공될 수 있다. 정렬된(도 3) 및 엇갈린(도 4) 랜드 패턴의 조합이 또한 제공될 수 있다. 또한, 도 1-4의 이미지 전사 시스템 및 방법의 조합이 단일 감광조사총(110)에 제공될 수 있음을 자명하다. 일부 실시예에서, 모든 광학 미세구조가 이미지 전사되고 현상되어 균일하게 이격된 광학 미세구조가 생성된 후에는 도 2-4의 나선형/랜드 구조는 검출되지 않을 수 있다. 그러나, 다른 실시예에서, 현상 후에 나선형/랜드 구조의 적어도 어떤 특징이 검출될 수 있다.
- [0047] 도 5a-5c 및 6a-6c는 본 발명의 다양한 실시예에 따라, 도 1-4의 광학 미세구조(132)와 같은 광학 미세구조를 이미지 전사하기 위하여, 도 1의 감광조사총(110)과 같은 감광조사총의 적어도 일부에 걸친 레이저빔(120)과 같은 조광빔의 주사를 나타낸다. 설명의 편의를 위하여, 감광조사총(110) 및 미세구조(132)의 일부만을 도시한다.
- [0048] 도 5a는 감광조사총(110)의 상면도이며, 도 5b는 도 5a의 선 5b - 5b'를 따라 절취한 감광조사총(110)의 단면도이다. 도 5a 및 5b에 나타낸 바와 같이, 도 1-4의 레이저빔(120)과 같은 조광빔은 감광조사총 내에 광학 미세구조(132)를 이미지 전사하기 위하여, 레이저빔의 진폭을 변화시키면서 감광조사총(110)의 적어도 일부에 걸쳐 레이저빔(120)을 축방향으로 주사함으로써, 감광조사총(110)의 적어도 일부에 걸쳐 축방향으로 주사된다. 더욱 상세하게는, 도 5a-5c에 나타낸 바와 같이, 축방향 주사는 레이저빔의 진폭을 변화시키면서 감광조사총(110)의 적어도 일부에 걸쳐 레이저빔(120)을 축방향으로 주사하여 감광조사총(110)에 광학 미세구조를 이미지 전사함으로써 수행된다. 특히, 도 5a에 나타낸 바와 같이, 일부 실시예에서, 주사 단계는 축방향(124)으로 감광조사총(110)에 걸쳐 3개 스캔(510, 512, 514)을 제공할 수 있다. 상기 스캔은 실린더형 플랫폼(100)의 회전 때문에 서로 이격될 수 있다. 도 5a에서, 레이저빔은 도 5a에서 좌측에 대해 나타낸 바와 같이 상기 제1 축방향에 대향하는 제2 축방향으로, 점선(520, 522 및 524)으로 나타낸 바와 같이 광학 미세구조를 이미지 전사하도록 도 5a에서 우측에 대해 도시된 바와 같은 제1 축방향을 따라 주사되고, 이후 차단된다. 축방향 스캔(510, 512, 514) 동안, 상기 레이저빔의 진폭은 광학 미세구조(132)를 형성하기 위하여 도 5c에 나타낸 바와 같이 변할 수 있다.
- [0049] 따라서, 도 5a-5c에 나타낸 바와 같이 레이저빔(120)의 진폭은 감광조사총(110)에 광학 미세구조(132)를 이미지 전사하기 위하여 연속적으로 변할 수 있다. 또한, 도 5a-5c에서 3개의 스캔(510, 512, 514)로서 나타낸 바와 같이, 복수의 레이저빔 스캔에 걸쳐서 레이저빔(120)이 광학 미세구조(132)를 이미지 전사하도록, 축방향 주사 단계가 수행될 수 있다. 일부 실시예에서, 광학 미세구조는 단일 스캔에서 이미지 전사될 수 있으며, 다른 실시예에서는 2개 또는 3개 이상의 스캔이 사용될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 1개 이상의 스캔을 동시에 수행하기 위하여 복수의 레이저가 사용될 수 있다.
- [0050] 또한, 감광조사총(110)의 비선형적 흡수/현상 특성 및/또는 다른 공자의 비선형 효과의 특성에 기인하여, 레이저빔(120)의 진폭은 이미지 전사되고 있는 광학 미세구조의 형상의 선형 함수가 아닐 수 있다. 특히, 이미지 전사 단계로부터 얻어지는 형상의 예측은 빔 프로파일 및 강도 그리고 이들이 공간 및 시간적으로 변하는 방법뿐만 아니라 감광조사총이 내부에 축적되는 조광 에너지에 반응하는 방법("노광 곡선"; exposure curves)에 대한 상세한 이해가 필요할 수 있다. 또한, 노광에 관련된 파라미터와 함께, 감광조사총의 반응은 다양한 노광후 현상 파라미터에 의하여 영향을 받을 수 있다. 시뮬레이터를 사용하고, 레이저 도즈와 감광조사총의 현상된 이미지 사이의 관계를 한정하는 수학적 수렴 함수를 사용하고/하거나 본 명세서에 개시되지 않은 통상적인 다른 기술을 사용하여, 스캔하는 동안 레이저빔(120)의 바람직한 진폭은 광학 미세구조의 소정 이미지를 형성하기 위해 바람직한 진폭에 도달하도록 하는 시행착오에 의하여 실험적으로 결정된다.
- [0051] 도 6a-6c는 레이저빔이 복귀하는 동안 레이저빔(120)을 차단하지 않고 레이저빔의 전진(forward) 및 복귀(return) 스캐닝 동안 감광조사총(110)이 이미지 전사되는 본 발명의 다른 실시예를 나타낸다. 그 결과, 더 복잡해짐에 따른 잠재적 비용으로, 고밀도 및/또는 고속 공정이 얻어질 수 있다. 따라서, 도 6a-6c에 나타낸 바

와 같이, 이미지 전사 단계가 스캔 선(610, 612 및 614)에 의하여 도 6a에서 우측에 대해 나타낸 바와 같이 제1(전진) 축방향으로, 그리고 복귀 스캔(620 및 622) 동안 도 6a-6c에서 좌측에 나타낸 바와 같이 상기 제1 방향에 반대되는 제2 방향으로 수행된다. 도 5의 경우와 같이, 더 적거나 더 많은 수의 스캔이 제공될 수 있다. 도 5 및/6의 실시예는 도 1-4의 실시예중 어느 하나와 결합될 수 있음은 자명하다.

[0052] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따라 광학 미세구조를 형성하는 시스템 및 방법을 나타내는 블록 다이아그램이다. 도 7에 나타낸 바와 같이, 연속 파장 레이저(710)에 의하여 연속 파장 레이저 빔(120)이 생성되고, 파워 제어 안정기(712)에 의하여 파워 제어 안정화가 제공될 수 있다. 다른 실시예에서, 예를 들면 스위칭 가능한 반도체 레이저를 사용함으로써 "준-연속 파장" 레이저 빔이 제공될 수 있다. 일부 실시예에서 레이저 빔(120)의 진폭을 변화시키고 주사하기 위하여 음향광학(acoustooptical; AO) 변조기일 수 있는 변조기(714)가 사용된다. 일부 실시예에서 레이저빔(120)의 진폭을 변조하고 레이저 빔(120)의 위치를 주사하기 위하여 독립적인 변조기가 사용될 수 있다. 변조기(714)는 감광조사총(110)이 배치되는 플랫폼(100)을 이동시킬 필요 없이 빔에 각회절을 부여하여 제한된 범위의 운동을 제공할 수 있다. 또한, 레이저빔(120)의 진폭 및/또는 위치를 변화시키는 다른 통상적인 기술이 사용될 수도 있다. 예를 들면, 레이저 빔의 파장은 레이저(710) 자체에서 변화될 수도 있으며, 그 위치는 회전 및/또는 진동하는 거울을 사용하는 통상적인 스캐너를 이용하여 주사될 수 있다.

[0053] 도 7에 대한 설명을 계속하면, 레이저 빔(120)의 방향을 변화시키는 것이 요구되는 경우 거울, 프리즘 및/또는 다른 광학 부재(716)가 사용될 수 있다. 레이저빔(120)의 형상을 제어하여 일정한 강도 프로파일, 가우시안 및/또는 다른 종래의 프로파일을 따르는 강도 프로파일을 갖는 타원형(예를 들면 원형) 및/또는 다각형(예를 들면 사각형) 빔을 형성하기 위하여 빔 형상 광학(bean shaping optics; 718)이 사용될 수 있다. 또한, 실린더형 플랫폼(100)에 대한 레이저빔(120)의 초점을 제어하기 위하여 자동 초점 시스템(722)이 제공될 수 있다. 블록(710-722)의 설계와 동작은 당업자에게 공지되어 있으며, 본 명세서에서 상술하지 않는다. 이들 블록들은 광학 트레인(optical train) 또는 조광 빔 시스템이라 집합적으로 칭할 수 있다. 또한, 본 발명의 다른 실시예들에 따르면 블록(710-722)의 일부는 광학 트레인(optical train) 또는 조광빔 시스템에서 사용될 필요가 없다는 것은 자명하다. 따라서, 도 7의 실시예들은 연속 파장의 레이저 빔(120)을 생성하고 그 진폭을 변화시키기 위해 레이저 빔을 변조하면서, 동시에 감광조사총(110)의 적어도 일부에 걸쳐 레이저 빔을 주사하기 위하여 레이저 빔을 진동시키다.

[0054] 특히, 균일한 및/또는 변하는 프로파일 및/또는 높이를 갖는 미세구조를 고정밀도로 형성하는 것은 어려울 수 있다. 본 발명의 일부 실시예들은 광학 미세구조를 형성하기 위하여, 레이저 빔(120)과 같은 연속적으로 변하는 강도를 갖는 조광빔을 사용할 수 있다. 이에 의하여, 높은 정확도를 가지고 실시간으로 광학 요소의 임의의 3차원 프로파일을 생성하는 것이 가능하다. 광학 미세구조 당 다중 노광을 사용하여 대량의 광학 미세구조를 마스터링하기에 충분히 높은 속도로 형상들을 생성하기 위하여, 레이저빔(120)은 강도에 있어서 적어도 약 1kHz 율로 그리고 일부 실시예들에서 MHz 유클로 공간적으로 변조될 수 있다. 상기 빔이 이를 주파수로 주사되고 진폭 변조될 수 있기 때문에, AO 변조는 이러한 용량을 제공할 수 있다. 또한, 감광조사총(110)에서 광조사 에너지가 최대로 축적되는 깊이를 변화시키기 위하여, 초점면 또는 빔 프로파일의 다른 특징들이 급격히 변화될 수 있다.

[0055] 계속하여 도 7을 계속하여 설명하면, 본 명세서에서 제어기로서 언급되는 제어 시스템 및/또는 방법이 제공될 수 있다. 하나 이상의 컴퓨터 프로그램을 실행하기 위하여, 제어기(730)는 네트워크를 통하여 연결될 수 있는 전용 하드웨어 및/또는 하나 이상의 기업용, 응용, 개인용, 보급형 또는 임베디드 컴퓨터 시스템을 포함할 수 있다. 제어기(730)는 중앙 집중화 및/또는 분산화될 수 있다. 제어기(730)는 통상적인 제어 기술을 사용하여 블록(710-722)의 일부 또는 전부를 제어하기 위하여 사용될 수 있다. 또한, 본 명세서에서 개시된 임의의 실시예 또는 이들의 결합에 따라 광학 미세구조를 이미지 전사하기 위하여, 제어기(730)는 실린더형 플랫폼(100)의 각 회전( $\Theta$ ), 실린더형 플랫폼(100)의 이동(X), 시간에 대한 레이저빔(120)의 진폭과 위치를 제어하도록 설계될 수 있다. 제어기의 설계는 제어 분야의 당업자에게 공지되어 있으며, 본 명세서에서 더 이상 설명하지 않는다.

[0056] 일부 실시예들에서, 제어기(730)는 노광이 일어날 감광조사총(110) 상의 소정의 물리적 위치에서, 블록(710-722)에 의해 제공되는 바와 같이 빔 노광과 위치를 동기화할 수 있다. 일부 실시예들에서 도 7의 시스템/방법들은 한 번에 24시간 이상의 기간 동안 작동되어, 제어기(730)가 이 기간 동안 소정의 허용한계 내에서 변수들을 유지할 수 있어야 한다.

[0057] 또한, 본 발명의 일부 실시예들에서, 제어기(730)는 부가적인 기능을 수행하기 위하여 자동 초점 시스템(722)을 제어할 수 있다. 특히, 일부 실시예들에서 적어도 실린더형 플랫폼(100)의 반지름 변동 및/또는 감광조사총

(110)의 두께 변동을 보상하기 위하여, 레이저빔(120)의 초점 길이는 실린더형 플랫폼(100)의 회전 및 레이저빔(120)의 축 방향 주사와 동시에 변화될 수 있다. 다른 실시예들에서 감광조사층(110)의 변동 깊이에서 일부의 광학 미세구조를 이미지 전사하기 위하여 레이저빔(120)의 초점 길이도 변화될 수 있다. 또 다른 실시예들에서 소정의 광학 미세구조를 제공하기 위하여, 감광조사층(110)의 노광을 변화시키도록 레이저빔(120)의 초점 길이가 변화될 수 있다. 이들 초점 길이 제어 메커니즘들의 조합 및 부조합은 단독으로 또는 레이저빔(120)의 진폭 제어 메커니즘과 함께 제공될 수 있다.

[0058] 이하 상세히 기술하는 바와 같이, 일부 실시예들에서, 도 1 내지 도 7의 감광조사층(110)에 이미지 전사된 광학 미세구조(132)는 현상 스테이션에서 현상된다. 상기 현상된 감광조사층은 예를 들면, 컴퓨터 디스플레이 및/또는 텔레비전에서 사용되는 광학 미세구조 최종 생산품용 마스터를 제공할 수 있다.

[0059] 이하, 도 1 내지 도 7에서 도시된 본 발명의 실시예들에 대하여 추가적 논의를 상술한다. 특히, 상기한 바와 같이, 광학 미세구조를 마스터링하기 위한 통상적인 접근은 적어도 약 백만 요소에 적용되고 및/또는 적어도 약 1 제곱 피트의 면적을 코팅할 때 심한 축소 장벽(scaling barrier)을 만날 수 있다. 이들 구조에서, 합리적인 시간 내에 마스터를 이미지 전사하는 것은 어려울 수 있다. 이와 대조적으로, 본 발명의 일부 실시예들은 충분한 해상도와 정확도를 가지고 초당 10,000 개의 광학 미세구조를 형성하기 위하여 초당 거의 백만 개 차수로 개별 노광을 수행할 수 있다. 그 결과, 종래의 기술을 사용하는 경우 수년이 걸릴 수 있는 것과 달리, 대형 배면 스크린 투사형 텔레비전용 마스터가 수 시간 내에 제조될 수 있다.

[0060] 본 발명의 일부 실시예들은 감광조사층을 노광하기 위해 충분한 강도를 갖는 예를 들면 직경 약 5  $\mu\text{m}$  의 작은 레이저빔을 배치하고, 예를 들면 MHz 율로 이 빔의 강도와 위치를 변조할 수 있다. 상부에 감광조사층이 배치되거나 탑재되는 실린더형 플랫폼은 컴퓨터 제어에 의하여 정밀하고 신속하게 이동될 수 있다. 감광조사층의 적절한 부분을 정확한 양의 조사광으로 노광하기 위하여, 제어 시스템은 상기 플랫폼 상의 변조된 빔의 위치를 동기화한다.

[0061] 이하, 본 발명의 일부 실시예들이 작동될 수 있는 올바른 스케일을 제공하기 위하여, 본 발명의 일부 실시예들에 따른 치수와 속도가 개시된다. 그러나, 이들 치수와 속도는 예시적인 것이며, 한정하는 것으로 고려되어서는 안된다. 특히, 본 발명의 일부 실시예들에서 실린더형 플랫폼(100)의 길이는 약 3 피트, 원주는 약 5 피트 일 수 있다. 감광조사층(110)의 두께는 약 10  $\mu\text{m}$  내지 약 150  $\mu\text{m}$  일 수 있다. 주사된 레이저빔(124)의 벤드는 약 1  $\mu\text{m}$  내기 약 1000  $\mu\text{m}$  의 축방향 길이를 가질 수 있다. 직경이 약 75  $\mu\text{m}$  인 반구부 렌즈(hemispherical section lens)는 복귀 스캔이 차단되는 경우에 렌즈 당 10 개의 스캔을 사용하여 형성될 수 있다. 실린더형 플랫폼(100)은 분당 약 60 회전의 각속도로 회전할 수 있고, 주사는 약 500,000 스캔/초의 주파수로 수행될 수 있다. 이들 파라미터 하에서, 약 200만 개의 미세렌즈를 제조하는데 약 2시간이 걸릴 수 있다.

[0062] 도 8은 본 발명의 다른 실시예들에 따라 광학 미세구조를 제조하기 위한 시스템 및 방법을 나타내는 단면도이다. 도 8에 나타낸 바와 같이, 감광조사층(810)에 도 1 내지 도 7의 광학 미세구조(132)에 해당할 수 있는 광학 광학 미세구조(832)를 이미지 전사하기 위하여, 도 1 내지 도 7의 레이저(110 및/또는 710)에 해당할 수 있는 레이저(822)로부터 레이저빔(820)과 같은 조광빔이, 투명한 기판(800)을 통하여, 도 1-7의 감광조사층(110)에 해당할 수 있는 상부의 감광조사층(810)으로 조사된다. 이미 기술한 바와 같이, 조광빔은 간섭성 및/또는 비간섭성일 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "투명한" 기판은 입사된 조사광의 적어도 일부가 그것을 통과하도록 한다. 투명한 기판을 통하여 상부의 감광조사층(810)에 조광빔을 이미지 전사하는 것을 본 명세서에서는 "배면(back-side)" 이미지 전사 또는 "기판 입사식(substrate incident)" 이미지 전사라고 지칭될 수 있다. 도 8에서 기판(800)이 감광조사층(810) 상에 배치된 것으로 도시하였으나, 본 발명의 다양한 실시예에 따라 기판(800), 감광조사층(810), 레이저빔(820) 및 레이저(822)의 다른 배향(orientation)이 배면 이미지 전사를 제공하기 위하여 사용될 수 있다.

[0063] 또한, 본 발명의 일부 실시예에 따라 광학 미세구조(832)를 형성하기 위하여 감광조사층(810)을 배면 이미지 전사하는데 있어서, 레이저빔(820) 및 기판(800)을 상호 상대적으로 이동시키기 위하여 다수의 시스템 및 방법이 사용될 수 있다. 이들 시스템 및 방법의 일부가 도 9 내지 도 11에 도시된다.

[0064] 특히, 도 9를 참조하면, 도 1 내지 도 7의 플랫폼(100)에 해당되는 실린더형 플랫폼(900)이 도 1 내지 도 7과 관련하여 상술한 임의의 실시예에 따라 사용될 수 있다. 따라서, 도 9에 도시된 바와 같이, 레이저빔(820)은 실린더형 기판(800)을 통하여 실린더형 플랫폼(900) 상에 있는 실린더형 감광조사층(810)에 조사될 수 있다. 기판(800)은 연성일 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 도 9의 구조는 도 1 내지 도 7의 임의의 실시예들과 독립적으로 사용될 수 있다. 또한, 또 다른 실시예들에서, 레이저빔(820)이 생성되고/생성되거나 실린더형 플랫폼

(900) 내부로 조향되며, 실린더형 플랫폼(900)은 투명한 기판으로 구성될 수 있다.

[0065] 도 10은 다각형 기판(800')을 통하여 다각형 플랫폼(1000) 상에 있는 다각형상의 감광조사층(810')으로 레이저빔(820)이 조사되는 다른 실시예들을 나타내는 도면이다. 도 10에 나타낸 바와 같이, 일부 실시예들에서, 기판(800')은 직사각형 또는 정사각형이고, 감광조사층(810')은 직사각형 또는 정사각형이며, 다각형 플랫폼(1000)은 수직인 X 및/또는 Y 방향을 따라 연속적으로 및/또는 단계적으로 이동될 수 있는 직사각형 또는 정사각형의 고정밀 X-Y 테이블이다.

[0066] 마지막으로, 도 11은 타원형 기판(800")을 통하여 타원형 플랫폼(1100) 상의 타원형의 감광조사층(810")으로 레이저빔(820)이 조사되는 다른 실시예들을 나타내는 도면이다. 일부 실시예들에서, 타원형 기판(800")은 원형 기판(800")이고, 타원형 감광조사층(810")은 원형 감광조사층이며, 타원형 플랫폼(1100)은 화살표(1102)가 지시하는 바와 같이 회전용 스판들(spindle; 1104) 상에 장착된 원형 플랫폼이다.

[0067] 도 9 내지 도 11의 임의의 실시예에서, 도 7의 제어기(730)와 같은 제어기와 함께, 예를 들면 도 7의 요소들(710, 712, 714, 716, 718 및/또는 722)에 해당되는 광학 트레인 또는 시스템이 제공될 수 있다. 유사하게, 도 9 내지 도 11의 임의의 실시예에서, 이미 도 1 내지 도 7과 관련하여 설명한 바와 같이, 레이저빔은 고정되어나/고정되고 주사될 수 있으며, 레이저(822), 레이저빔(820) 및/또는 플랫폼(100, 1000 또는 1100)의 이동에 의하여 감광조사층과 레이저빔 사이의 상대적인 이동이 제공될 수 있다.

[0068] 도 12는 본 발명의 다른 실시예를 나타내는 단면도이다. 이들 실시예에서, 기판(1200)과 함께 또는 기판(1200) 없이, 음성 포토레지스트층(1210)이 감광조사층으로서 사용되고, 레이저빔(820)과 같은 조광빔이 상기 음성 포토레지스트층에 조사된다. 도 12의 실시예들은 이미 기술되었거나 이하 기술될 임의의 실시예들과 결합되어 사용될 수 있다.

[0069] 당해 기술분야에 공지된 바와 같이, 포토레지스트는 양성 및 음성의 두 가지 톤으로 사용될 수 있다. 양성 포토레지스트는 포토레지스트의 조광에 노출된 영역이 현상 과정에서 제거되도록 설계된다. 음성 포토레지스트는 포토레지스트의 조광에 노출된 영역이 현상 후에 남고 노출되지 않은 부분들이 제거되도록 설계된다. 최근에 양성 포토레지스트가 집적 회로의 제조를 위하여 용이하게 적용할 수 있기 때문에 일반적으로 사용될 수 있지만, 두 가지 형태 모두 일반적인 집적 회로 제조를 위하여 사용되어 왔다. 통상적으로, 음성 포토레지스트는 광학 미세구조를 제조하기 위하여 적합한 것으로 간주되지 않을 수 있다. 예를 들면, 2002년 3월 21일에 공개된 Gretton 등의 "Microlens Arrays Having High Focusing Efficiency" 제하의 미국 공개 특허 출원 제 2002/0034014호를 참조할 수 있다.

[0070] 특히, 음성 포토레지스트에서, 포토레지스트의 노광된 부분만이 현상 후에 잔존할 것이다. 따라서, 광학 미세구조를 형성하기 위하여 사용될 수 있는 것과 같은 포토레지스트 후막에서, 상기 포토레지스트층의 바깥 층의 얇은 부분만이 노광될 수 있다. 이 후, 노광에 의하여 형성된 잡재 이미지는 하부의 노광되지 않은 포토레지스트가 현상 중에 제거될 때 셋거나갈 수 있다. 본 발명의 일부 실시예들은 광학 미세구조를 제조하는데 음성 포토레지스트가 사용될 수 있도록 도출된 것이다. 실제로, 본 발명의 일부 실시예들은 특히 배면 이미지 전사와 결합된 경우, 광학 미세구조들을 제조하는데 음성 포토레지스트가 이점을 제공할 수 있다. 사용될 수 있는 음성 포토레지스트의 하나의 예는 에폭시 노볼락 폴리머로 형성되고 마이크로챔파(MicroChem Corp.)에 의해 판매되는 음성 포토레지스트인 SU-8<sup>TM</sup>이다.

[0071] 도 13a 내지 도 13b는 예를 들면 도 12의 음성 포토레지스트의 사용과 예를 들면 도 8의 배면 이미지 전사를 결합한 본 발명의 실시예를 나타내는 단면도이다. 특히, 도 13a에 도시된 바와 같이, 음성 포토레지스트층(1310)에 광학 미세구조(132)를 이미지 전사하기 위하여, 레이저빔(820)과 같은 조광빔이 투명한 기판(800)을 통하여 기판(800) 상의 음성 포토레지스트층(1310)에 조사된다. 따라서, 도 13a는 본 발명의 일부 실시예들에 따라 상부에 기판(800) 및 광학 미세구조(132)를 한정하기 위하여 노광된 기판(800) 상의 음성 포토레지스트(1310)의 노광된 층을 포함하는 광학 미세구조 제품을 나타낸다. 도 13b는 광학 미세구조(132')를 형성하기 위하여, 현상 후에 이미지 전사된 음성 포토레지스트(1310)를 나타낸다. 따라서, 도 13b는 본 발명의 일부 실시예들에 따라 광학 미세구조 마스터를 제공할 수 있고, 기판(800) 및 상부에 광학 미세구조(132')를 한정하기 위하여 패터닝된, 기판(800) 상의 음성 포토레지스트의 패터닝된 층을 포함하는 광학 미세구조 제품(1350)도 나타낸다. 도 1 내지 도 11의 임의의 실시예는 도 13a 및 도 13b의 실시예를 제조하기 위하여 사용될 수 있다는 것은 자명하다.

[0072] 본 발명의 일부 실시예들에 따른 음성 포토레지스트층의 배면 이미지 전사는 광학 미세구조 마스터의 제조와 관

련하여 많은 잠재적인 이점을 제공할 수 있다. 이하, 몇가지 잠재적인 이점에 대하여 상술한다.

[0073] 특히, 당해 기술분야에 공지된 바와 같이, 일단 마스터가 생성되면, 상기 마스터로부터 복수의 사본을 만들기 위하여 통상적인 복제 과정이 채용될 수 있다. 각 세대의 사본은 일반적으로 이전 세대의 음성이다. 도 14를 참조하면, 예를 들면, 도 13a 및 도 13b와 관하여 설명된 바와 같이 광학 미세구조(132')를 생성하기 위하여, 마스터(1400)는 기판(800)을 통하여 상부의 음성 포토레지스트층에 배면 이미지 전사를 사용함으로써 생성될 수 있다. 다수의, 예를 들면 약 1000개 이상 차수의 제2 세대 스템퍼(1420)가 통상적인 기술을 사용하여 단일 마스터로부터 생산될 수 있다. 도 14에 나타낸 바와 같이, 스템퍼(1420)는 오목면으로 바뀌는 볼록면을 갖는 마스터(1400)의 음성 사본이다. 이 후, 약 1000 이상의 차수인 다수의, 컴퓨터 디스플레이 또는 텔레비전용 미세렌즈와 같은 최종 제품(1430)이 각각의 스템퍼(1420)로부터 생성될 수 있다. 최종 제품(1430)은 스템퍼(1420)의 거울 이미지이므로, 마스터(1400)의 양성 이미지에 해당된다.

[0074] 따라서, 도 14에 나타낸 실시예에서, 백만 이상의 차수에 이르는 최종 제품(1430)이 단지 2 세대의 복사를 이용하여 단일 마스터(1400)로부터 생성될 수 있다. 반면에, 양성 포토레지스트를 사용하면, 마스터가 소정 형상의 음성을 수 있으므로, 제1 세대의 사본은 양성이 된다. 양성의 최종 제품을 제조하기 위하여, 제2 및 제3 세대의 복제가 제공될 필요가 있다. 불행하게도, 제3 세대의 사본은 상용화되기에 충분할 정도로 원래의 패턴에 충실하지 못할 수 있다. 반면에, 음성 포토레지스트는 도 14에서 나타낸 바와 같이, 2 세대의 복제에서 소정 형태의 양성 사본을 제조하기 위하여 사용될 수 있으므로, 본 발명의 일부 실시예들에 따라 백만개 이상의 고품질을 갖는 최종 제품(1430)이 단일 마스터(1400)로부터 제조될 수 있다.

[0075] 도 15 및 도 16은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 음성 포토레지스트와 결합된 배면 이미지 전사의 다른 잠재적 이점을 나타내는 도면이다. 특히, 도 15는 기판(1500) 상의 광학 미세구조의 한 예를 나타낸다. 일반적으로, 도 15에 도시한 바와 같이, 기판(1500)에 수직인 벽을 갖는 미세구조(1522), 또는 각각 기판(1500)에 인접한 베이스(1532) 및 기판(1500)으로부터 이격되고 본 명세서에서 "상부(top)"(1534)라고 지칭되는 꼭지점 또는 텁을 가지며, 베이스(1532)가 상부(1534)보다 넓은 렌즈 또는 프리즘 미세구조(1524 및 1526)을 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 다른 높은 미세구조(1522, 1524 및/또는 1526)에 비하여 낮은 미세구조(1528)와 같은 일부 미세구조를 형성하는 것이 바람직 할 수 있다.

[0076] 도 16에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 일부 실시예들은 일반적인 양성 포토레지스트(1610) 및 일반적인 포토레지스트-입사식("전면(front-side)") 노광을 사용하여 이들 형상을 형성하는 것이 어려울 수 있다는 인식으로부터 도출된 것이다. 특히, 도 16에 나타낸 바와 같이, 예를 들면 반도체 산업에서 일반적으로 사용되는 양성 포토레지스트(1610) 및 전면 노광(1630)을 사용할 경우, 기판(1600)에 대향하는 포토레지스트(1610)의 바깥 표면을 이미지 전사하기 위하여 조광 공정은 "펀치(punch)"로서 가능할 수 있다. 이 관계는 광학 미세구조용으로서 요구될 수 있는 형상과 반대되는 이미지(1620a, 1620b)를 형성하는 경향이 있다(도 15 참조). 또한, 도 16에 나타낸 바와 같이, 비교적 얕은 이미지(1620c)는 포토레지스트층(1610)의 노광된 표면에만 존재할 수 있고, 현상 과정 동안 씻겨나갈 수 있다. 예를 들면, 상기한 미국 공개 특허 출원 제2002/0034014호의 단락 56-67을 참조할 수 있다.

[0077] 대조적으로, 예를 들면 도 13a 및 도 13b에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 일부 실시예들에 따라 음성 포토레지스트와 결합된 배면 이미지 전사는 기판(800)에 인접한 베이스(1302) 및 베이스(1302)보다 좁고 기판(800)으로부터 이격된 상부(1304)를 포함하는 광학 미세구조(132')를 제조할 수 있다. 또한, 도 17에 나타낸 바와 같이, 기판(800)을 통하여 이미지 전사하고 음성 포토레지스트(1310)를 사용하는 본 발명의 실시예들은, 기판(800)에 인접한 음성 포토레지스트층(1310) 내에 매립된 광학 미세구조(1732)를 이미지화하기 위하여 조광빔이 기판(800)을 통하여 음성 포토레지스트층(1310)에 조사될 수 있도록, 광학 미세구조(1732)의 소정 높이보다 더 두꺼운 포토레지스트층(1310)을 제공할 수 있다. 음성 포토레지스트(1310)가 제조되도록 요구되는 가장 두꺼운 광학 미세구조(1732)와 적어도 동등한 두께를 갖는 한, 상대적으로 두껍고 상대적으로 얕은 미세구조가 기판(800)에 인접한 하나의 음성 포토레지스트층 안에 제조될 수 있으며, 현상 과정 중에 씻겨나가지 않을 수 있다.

[0078] 도 18은 음성 포토레지스트(1310)를 사용하고 기판(800)을 통하는 레이저빔(822)에 의하여 이미지 전사되는 본 발명의 다른 실시예들을 나타내는 도면이다. 도 18에 나타낸 바와 같이, 대형 기판(800) 상에 음성 포토레지스트층(1310)을 형성하면, 상기 포토레지스트는 불균일한 두께를 가질 수 있다. 그러나, 도 18에 나타낸 바와 같이, 음성 포토레지스트층(1310)의 최소 두께가 광학 미세구조(1832)보다 더 두꺼운 한, 매립된 광학 미세구조(1832)는 기판(800)에 인접하고 가변적인 두께의 음성 포토레지스트(1310)에 이미지 전사되어 음성 포토레지스트층(1310)의 가변적 두께에 독립적일 수 있다.

- [0079] 도 19는 본 발명의 일부 실시예들에 따른 배면 노광 및 음성 포토레지스트의 사용하는 경우의 다른 잠재적인 이점을 설명하기 위한 도면이다. 도 19에 나타낸 바와 같이, 음성 포토레지스트(1310)는 상부에 불순물(1910)을 포함할 수 있다. 배면 이미지 전사가 아닌 통상적인 전면 이미지 전사를 사용하는 경우, 이들 불순물(1910)은 전면 이미지 전사를 방해할 수 있다. 그러나, 도 19에 나타낸 바와 같이 배면 이미지 전사를 사용하는 경우, 레이저빔(822)은 기판(800)으로부터 이격된 음성 포토레지스트(1310)의 바깥 표면(1310a)을 통과하거나 초점을 맞출 필요가 없다. 따라서, 불순물(1910)은 광학 미세구조(1832)의 형성에 영향을 끼칠 수 없다. 그 결과, 본 발명의 일부 실시예들에서 이미지 전사는 비정정률 환경에서도 수행할 수 있다.
- [0080] 음성 포토레지스트를 사용하는 다른 잠재적인 이점은 그 화학 작용이 노광 및 현상 과정 중 폴리머의 가교(cross-linking)를 포함하며, 이것은 복사 과정 중에 마스터에 기계적, 화학적 및/또는 열적 안정성을 추가적으로 제공할 수 있다는 사실을 포함할 수 있다. 또한, 현상 과정은 기판(800)으로부터 음성 포토레지스트(1310)의 대부분을 제거할 수 있으므로, 현상된 마스터에 잔존하는 내부 응력이 완화될 수 있다. 또한, 이하 상술하는 바와 같이, 기판의 대향하는 음성 포토레지스트층 상에 보호층이 제공될 수 있다.
- [0081] 이하, 본 발명의 일부 실시예들에 따른 배면 이미지 전사 및/또는 음성 포토레지스트의 사용에 대한 추가적인 설명을 한다. 특히, 상기한 바와 같이, 포토레지스트 후막 즉, 약  $10 \mu\text{m}$  보다 두꺼운 포토레지스트층이 적용된 경우에, 표준 노광 공정을 사용하여 광학 미세구조를 위한 소정의 형상을 생성하는 것은 어려울 수 있다. 상기 포토레지스트의 두께 균일성 및 상기 포토레지스트의 표면 품질의 문제도 상기 공정을 방해할 수 있다. 집적 회로 제조에서의 기본적인 응용에서, 노광 공정은 노광 고정에서 사용되는 조광 파장에 일반적으로 투명하지 않은 실리콘 또는 다른 반도체와 같은 기판 상에서 통상적으로 수행되었다. 따라서, 일반적으로 전면 노광은 기판으로부터 이격된, 공기 또는 포토레지스트 코팅의 자유면으로부터 수행된다.
- [0082] 반면에, 본 발명의 일부 실시예는 기판을 통하여 포토레지스트를 노광한다. 본 발명의 일부 실시예는 마스터를 형성하는 기판의 전기적인 성질을 고려할 필요가 없으므로, 채용되는 조광의 파장에 투명한 플라스틱과 같은 재료가 사용될 수 있다. 따라서, 포토레지스트는 기판을 통하여 노광될 수 있다. 배면 노광이 원칙적으로 양성 및 음성 포토레지스트 모두에 적용될 수 있지만, 음성 포토레지스트를 사용하는 것이 더 바람직하다.
- [0083] 기판을 통하여 노광되는 경우, 음성 포토레지스트는 기판에 인접한 베이스를 갖는 형태를 자연스럽게 형성할 수 있다. 반면에, 전면 노광은 빔이 포토레지스트 필름을 투과할 때 일반적으로 빔 에너지의 일부 감쇄를 겪을 수 있다. 일반적으로, 이 감쇄는 포토레지스트의 베이스보다 상부에 더 많은 노광을 제공하여 언더컷을 초래한다. 배면 노광의 경우도, 감쇄가 발생하지만, 상기 감쇄는 상부보다 더 많은 노광을 받는 상기 구조의 상기 베이스에서 소정의 방향으로 일어날 수 있다.
- [0084] 배면 노광을 사용하여, 형성될 형상의 높이는 포토레지스트의 두께에 독립적이 될 수 있다. 이것은 포토레지스트가 찢겨내려가지 않도록 하기 위하여, 전면 노광의 경우 포토레지스트의 바깥 표면으로부터 베이스까지 포토레지스트를 통하여 노광이 진행될 수 있기 때문에, 어려울 수 있다. 따라서, 본 발명의 일부 실시예는 다양한 높이를 갖는 형상을 제조할 수 있고, 포토레지스트의 두께 균일성 및 포토레지스트의 표면 품질이 광학 미세구조의 품질을 결정하는데 중요한 역할을 하지 않는다.
- [0085] 도 20은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 광학 미세구조를 나타내는 도면이다. 도 20에 나타낸 바와 같이, 이들 광학 미세구조는 기판(2010) 및 내부에 광학 미세구조(2032)를 한정하도록 패터닝된 상기 기판(2010) 상의 음성 포토레지스트의 패터닝된 층(2020)을 포함한다. 일부 실시예에서 음성 포토레지스트(2020)는 이미지 전사 주파수의 조광에 반응하고, 기판(2010)은 이미지 전사 주파수에 대하여 투명하다.
- [0086] 일부 실시예들에서, 광학 미세구조는 기판(2010)에 인접한 베이스(2034) 및 베이스(2034) 보다 좁고 기판(2010)으로부터 이격된 상부(2036)을 포함하는 복수의 광학 미세구조(2032)를 포함한다. 일부 실시예에서, 기판(2010)은 연성 기판이다. 다른 실시예들에서, 광학 미세구조는 기판(2010)에 인접한 베이스(2034) 및 기판(2010)으로부터 이격된 상부(2036)를 포함하는 복수의 반구부(hemispherical section)를 포함한다. 일부 실시예에서 기판(2010) 및 음성 포토레지스트의 패터닝된 층(2020)은 광학 미세구조 마스터(2000)를 제공한다.
- [0087] 일부 실시예에서, 기판(2010)은 실린더형, 타원형 또는 다각형이다. 다른 실시예들에서, 기판(2010)은 적어도 1 피트의 길이, 1 피트의 폭, 및/또는 1 제곱 피트의 면적을 갖는다. 또 다른 실시예에서, 미세구조는 미세렌즈를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 광학 미세구조는 적어도 약 백만개의 광학 미세구조(2032)를 포함한다. 또 다른 실시예들에서, 포토레지스트(2020)는 음성 포토레지스트일 수 있다. 도 20의 광학 미세구조는 도 1 내지 도 14 및/또는 도 17 내지 도 19에 관하여 상술한 임의의 방법에 따라 제조될 수 있다.

- [0088] 이하, 대량의 광학 미세구조를 마스터하기 위하여 사용될 수 있는 광학 미세구조 마스터를 대량 생산할 수 있도록 하는 본 발명의 실시예에 대하여 상술한다. 특히, 도 21은 광학 미세구조를 제조하기 위하여 수행될 수 있는 동작을 나타내는 순서도이다. 블록(2110)에 나타낸 바와 같이, 한 쌍의 외부층 사이에 개재된 감광조사층을 포함하는 광학 미세구조 마스터가 이미지 전사 플랫폼 상에서 이미지 전사된다. 상기 임의의 도면에서 상술한 임의의 이미지 전사 플랫폼 및/또는 기술이 사용될 수 있다. 또한, 이미지 전사 플랫폼 및/또는 기술의 다른 실시예들이 이하 개시된다. 일부 실시예에서, 한 쌍의 외부층은 이미지 전사 플랫폼에 인접한 제1 외부층 및 상기 이미지 전사 플랫폼으로부터 이격된 제2 외부층을 포함한다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "제1" 및 "제2"는 2 개의 서로 다른 외부층을 지시하기 위해서만 사용되며, 제1 및 제2 외부층의 위치 및/또는 기능은 본 명세서에서 기술된 것과 반대일 수 있음을 자명하다.
- [0089] 이 후, 블록(2120)을 참조하면, 적어도 하나의 외부층이 제거된다. 이하, 상술한 바와 같이, 일부 실시예에서, 제1 외부층이 감광조사층으로부터 제거되어, 이미지 전사 플랫폼으로부터 상기 감광조사층과 제2 외부층을 분리하면서, 제1 외부층은 상기 이미지 전사 플랫폼 상에 적어도 일시적으로 잔존한다. 본 발명의 다른 실시예에서, 이미지 전사 플랫폼으로부터 제1 및 제2 외부층 사이에 개재된 감광조사층을 포함하는 광학 미세구조 마스터를 제거함으로써, 적어도 하나 이상의 외부층이 상기 이미지 전사 플랫폼으로부터 제거된다. 상기 이미지 전사된 감광조사층을 현상하고 제2 세대의 스템퍼 및 제3 세대의 최종 제품을 상기 현상된 감광조사층으로부터 생성하기 위하여, 후속 공정이 수행될 수 있다.
- [0090] 도 22는 본 발명의 다른 실시예에 따라 광학 미세구조를 제조하기 위하여 수행되는 동작을 나타내는 순서도이다. 특히, 도 22에 나타낸 바와 같이, 블록(2210)에서, 한 쌍의 외부층 사이에 감광조사층을 개재시킴으로써 광학 미세구조 마스터 블랭크 또는 전구체가 제조된다. 일부 실시예에서, 하기한 바와 같이, 광학 미세구조 마스터를 위한 전구체 또는 블랭크는 한 쌍의 근접 분리된 연성 웹 및 상기 한쌍의 근접 분리된 연성 웹 사이에서 광학 미세구조의 이미지를 수용하도록 형성된 감광조사층을 포함한다.
- [0091] 계속하여 도 22를 참조하면, 블록(2220)에서, 상기 마스터 블랭크는 이미지 전사 플랫폼 상에 배치된다. 이하, 많은 예들이 개시될 것이다. 블록(2230)에서, 마스터 블랭크가 광학 미세구조를 한정하도록 이미지 전사된다. 블록(2240)에서, 예를 들면, 도 21의 블록(2120)과 관련하여 상술한 바와 같이, 적어도 하나 이상의 외부층이 제거된다. 이하 다른 예들이 개시될 것이다. 블록(2250)에서, 제2 세대 스템퍼가 감광조사층 내의 광학 미세구조를 스템퍼 블랭크에 접촉시킴으로써 생성된다. 이 후, 블록(2260)에서, 상기 스템퍼를 마지막 생성물 블랭크에 접촉시킴으로써 컴퓨터 디스플레이 또는 텔레비전용 미세렌즈와 같은 최종 제품이 생성된다.
- [0092] 도 23은 도 22의 블록(2210)에 해당될 수 있는, 본 발명의 일부 실시예들에 따라 광학 미세구조 마스터 블랭크를 제조하기 위하여 사용될 수 있는 시스템 및 방법을 개략적으로 나타내는 도면이다. 도 23에 나타낸 바와 같이, 제1 롤러(2340a) 또는 다른 통상적인 공급 소스는 상부에 제1 외부층(2310)으로 이루어진 연성 웹을 포함한다. 하나 이상의 통상적인 코팅 기술을 사용하여 제1 외부층(2310) 상에 감광조사층(2320)을 코팅하기 위하여 감광조사층 코팅 스테이션(2350)이 구성된다. 예를 들면, 도 18과 관련되어 상기한 바와 같이, 본 발명의 일부 실시예는 감광조사층(2320)의 두께 변화에 독립적으로 감광조사층(2320)에 광학 미세구조 마스터가 이미지 전사되는 것을 가능하게 한다.
- [0093] 계속하여 도 23을 참조하면, 제2 롤러(2340b) 또는 다른 통상적인 공급 소스는 상부에 제2 외부층(2330)으로 이루어진 웹을 포함할 수 있다. 롤러(2340c) 및/또는 다른 통상적인 적층 장치를 포함할 수 있는 적층 스테이션은 제1 외부층(2310)에 대향하도록 감광조사층(2320)에 제2 외부층(2330)을 적층하기 위하여 사용된다. 이 후, 이들은 감기 롤러(2340d) 또는 다른 저장 장치 상에 모아진다. 따라서, 도 24에 나타낸 바와 같이, 광학 미세구조 마스터를 위한 블랭크 또는 전구체 구조(2400)는, 본 발명의 일부 실시예들에 따르면, 한 쌍의 근접 분리된 연성 웹(2310 및 2330) 및 상기 한 쌍의 근접 분리된 연성 웹(2310 및 2330) 사이에서 광학 미세구조의 이미지를 수용하도록 형성된 감광조사층(2320)을 포함한다.
- [0094] 도 24의 광학 미세구조 마스터 전구체(2400)는 도 1 내지 도 22에 관련하여 상술한 임의의 실시예들에서 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 감광조사층(2320)은 상기한 충들(110, 810, 810', 810'', 1210, 1310, 1610 및/또는 2020)을 구현할 수 있다. 일부 실시예에서, 제2 외부층(2330)은 상기한 기판(800, 800', 800'', 1200, 1500 및/또는 2010)에 해당될 수 있는 연성의, 광학적으로 투명한 기판을 제공할 수 있다. 제1 외부층(2310)은 이미지 전사 후에 이미지 전사 플랫폼으로부터 광학 미세구조 마스터 전구체(2400)를 해제할 수 있도록, 상기 임의의 도면들에서 이미지 전사 플랫폼에 인접하도록 배치될 수 있는 해제층(release layer)을 제공할 수 있다. 제1 외부층(2310)은 이미지 전사 이전, 도중, 및/또는 이미지 전사 이후에 오염원으로부터 감광조사층(2320)을

보호할 수 있는 페리클(pellicle)로서 기능할 수 있으므로, 광학 미세구조 마스터 전구체(2400)의 제조, 저장 및/또는 이미지 전사는 청정룸 환경에서 수행할 필요가 없다. 제1 외부층(2310)은 이미지 전사 과정에서 광학적으로 흡수, 반사 또는 투과하는 층으로서 기능할 수 있다. 이들 또는 다른 특성들의 조합이 제1 외부층(2310)에서 제공될 수 있다. 또한, 제1 외부층(2310) 및/또는 제2 외부층(2330)이 복수의 하위층을 포함할 수 있음을 자명하다.

[0095] 계속하여 도 24를 참조하면, 본 발명의 일부 실시예에서, 이미 광범위하게 상술한 바와 같이 감광조사층(2320)은 음성 포토레지스트이다. 본 발명의 다른 실시예에서, 제1 외부층(2310)과 제2 외부층(2330)은 동일하다. 또 다른 실시예에서, 음성 포토레지스트층(2320)은 소정 주파수의 조광에 반응성을 가지고, 제2 외부층(2330)은 상기 소정 주파수의 조광에 투명하다. 본 발명의 또 다른 실시예에서, 제2 외부층(2330)은 소정 주파수의 조광에 대하여 투명하고, 제1 외부층(2310)은 상기 소정 주파수의 조광에 대하여 불투명하다. 또한 이미 상술한 바와 같이, 제1 및 제2 외부층의 구조 및/또는 기능은 서로 반대일 수 있다.

[0096] 본 발명의 일부 실시예에서, 광학 미세구조 마스터 블랭크 또는 전구체(2400)는 노광 공정에서 사용되는 조광의 파장에 대하여 투명하고, 편평하고, 비교적 (광학적 성질의) 결함이 없고, 청결하고 흐릿함이 없는 제2 외부층(2330)을 포함한다. 감광조사층(2320)이 제2 외부층(2330)에 잘 부착되는 것은 바람직하며, 제2 외부층(2330)이 상기 감광조사층을 현상하는데 수반되는 화학물질과 열 공정에 비교적 영향을 받지 않는 것이 바람직할 수 있다. 일부 실시예에서, 제2 외부층(2330)은 폴리에스테르(polyester), 폴리카보네이트(polycarbonate) 및/또는 폴리에틸렌(polyethylene)과 같은 플라스틱을 포함한다. 또한, 제1 외부층(2310)도 폴리에스테르, 폴리카보네이트 및/또는 폴리에틸렌과 같은 플라스틱을 포함할 수 있다.

[0097] 도 23 및 도 24에 나타낸 바와 같은 본 발명의 실시예는 일반적으로 유리, 실리카 또는 실리콘과 같은 고가이고/이거나 비연성의 기판 상에서 수행되어 온, 광학 미세구조를 위한 통상적인 마스터링 기술과 대조될 수 있다. 이들 마스터들은 직경이 300 mm를 초과하지 않는다. 반면에, 도 23 및 도 24에 나타낸 바와 같은 본 발명의 실시예는 웹으로부터 대면적의 마스터 블랭크를 제조할 수 있으며, 이것은 일부 실시예들에서 약 1 피트를 초과하는 폭을 가질 수 있다. 상기 마스터 블랭크는 노광을 위하여 설정될 수 있으며, 이미지 전사 플랫폼 또는 마스터링 기계의 가동률의 고속화가 가능하게 한다. 따라서, 도 23 및 도 24에 나타낸 바와 같은 본 발명의 실시예는 이미지 전사 플랫폼이 고가이고/이거나 오랜 리드 타임(lead time) 품목이 요구되는 경우에 이용될 수 있다. 마스터 블랭크는 이미지 전사 플랫폼 상에 배치될 수 있고, 이하 상술한 바와 같이 이 후 다른 마스터 블랭크를 위하여 상기 이미지 전사 플랫폼을 해제하도록 상기 이미지 전사 플랫폼으로부터 탈착된다.

[0098] 도 25a 내지 도 25e는 본 발명의 일부 실시예에 따른 광학 미세구조를 제조하는 시스템 및 방법을 나타내는 단면도이다. 도 25a에 나타낸 바와 같이, 도 24의 연성 광학 미세구조 마스터 블랭크 또는 전구체(2400)는 상기 한 도 1 내지 도 4, 도 7 및/또는 도 9의 이미지 전사 플랫폼의 하나에 해당할 수 있는 실린더형 이미지 전사 플랫폼(2500) 주위에 감싸져 있다. 일부 실시예들에서, 감광조사층(2320)에 광학 미세구조의 이미지를 생성하기 위하여, 상기한 임의의 배면 이미지 전사 기술에 따라 제2 외부층(2330)을 통하여 이미지 전사가 일어날 수 있다. 따라서, 도 25a는 블록(2110, 2220 및/또는 2230)의 일부 실시예를 도시한다.

[0099] 다음, 도 25b를 참조하면, 일부 실시예에서, 제1 외부층(2310)은 해제층으로서 기능할 수 있고, 이것은 제1 외부층(2310)으로부터 제2 외부층(2330) 및 이미지된 감광조사층(2320')을 제거할 수 있도록 한다. 이미지 전사된 감광조사층(2320')은 도 25c에 나타낸 바와 같이 광학 미세구조(2320")를 생성하기 위하여 현상된다. 따라서, 도 25c는 완성된 광학 미세구조 마스터(2550)의 다른 실시예를 도시하며, 도 25b 및 도 25c는 블록(2120) 및/또는 블록(2240)의 실시예들을 도시한다.

[0100] 스템퍼라고도 지칭되는 제2 세대의 광학 미세구조는 광학 미세구조(2320")를 스템퍼 블랭크에 접촉시킴으로써, 현상된 감광조사층에 광학 미세구조(2320")를 포함하는 마스터(2550)로부터 생성된다. 이것은 블록(2250)에 해당될 수 있다. 특히, 도 25d에 나타낸 바와 같이, 스템퍼 블랭크에 접촉시키는 단계는 마스터(2550)를 평판형 스템핑 플랫폼(2510) 상에 장착하고, 스템퍼 블랭크(2520)에 대하여 화살표(2512)가 지시하는 방향으로 평판형 스템핑 플랫폼(2510)을 누름으로써 수행될 수 있다. 다른 실시예에서는, 도 25e에 나타낸 바와 같이, 마스터(2550)가 실린더형 스템핑 플랫폼(2540) 상에 배치되고, 스템퍼 블랭크(2520)에 대하여 화살표(2542) 방향으로 회전되어 스템퍼를 생성한다.

[0101] 도 26a 및 도 26b는 블록(2120 및/또는 2240)의 동작에서 형성될 수 있는 본 발명의 다른 실시예를 나타내는 도면이다. 도 26a에서, 적어도 하나 이상의 외부층을 제거하는 단계는 이미지 전사 플랫폼(2500)으로부터 전체적으로 이미지 전사된 마스터 블랭크(2400)를 제거함으로써 수행된다. 이 후, 도 26b에서, 제1 외부층(2310)이

이미지 전사된 감광조사층(2320')으로부터 제거되고, 이미지 전사된 감광조사층(2320')은 현상되어 마스터(2550)를 제공한다.

[0102] 도 27은 본 발명의 다른 실시예에 따라 블록(2110), 블록(2220) 및/또는 블록(2230)의 동작에서 형성될 수 있는 또 다른 실시예들을 나타내는 도면이다. 여기서, 광학 미세구조 마스터 전구체(2400)는 각각 도 10 또는 도 11의 이미지 전사 플랫폼(1000 또는 1100)에 해당할 수 있는, 평판형 이미지 전사 플랫폼(2700) 상에서 이미지 전사된다. 도 27의 이미지 전사 단계 이후에, 도 25b 및/또는 도 26a에 관하여 상술한 바와 같이 제거 단계(블록 2120 및/또는 2240)가 수행될 수 있다. 또한, 도 25d 및/또는 도 25e에 관하여 상술한 바와 같이 스템핑 동작이 수행될 수 있다. 따라서, 본 발명의 다양한 실시예에 따라, 이미지 전사 단계는 평판형 또는 비평판형 이미지 전사 플랫폼에서 수행될 수 있고, 스템핑 단계는 이미지 전사 플랫폼과 동일한 플랫폼에서 수행될 수도, 그렇지 않을 수 있다.

[0103] 이하, 본 발명의 일부 실시예에 따라 도 21 내지 도 27에 대하여 추가적으로 상술한다. 특히, 광학 미세구조 마스터 블랭크 또는 전구체(2400)는 마스터 블랭크(2400)의 두께, 무게 및/또는 유연성에 의존할 수 있는 정전 기적 전사, 진공 척, 접착 테이프 및/또는 다른 통상적인 기술들을 사용하여, 도 25a의 플랫폼(2500)과 같은 실린더형 이미지 전사 플랫폼 또는 도 27의 플랫폼(2700)과 같은 평판형 이미지 전사 플랫폼 상에 고정될 수 있다. 또한, 도 25a 및/또는 도 27의 이미지 전사 단계 또는 노광 단계 이후, 광학 미세구조 마스터 전구체(2400)는 감광조사층의 노광후 현상 단계를 거쳐, 도 25c 및/또는 도 26b의 마스터(2550)와 같은 마스터를 생성한다.

[0104] 제거가능한 광학 미세구조 마스터 전구체(2400)는 전면 및 배면 노광에 대하여 모두 사용될 수 있고, 양성 및 음성 포토레지스트 모두와 함께 사용될 수 있음을 자명하다. 그러나, 본 발명의 일부 실시예들은 상기한 바와 같이, 배면 노광과 음성 포토레지스트를 사용한다. 배면 노광과 음성 포토레지스트를 사용하는 경우, 제1 외부층(2310)은 이미지 전사 후에 제거될 수 있다. 제1 외부층(2310)의 제거는, 예를 들면, 도 25a 및 도 25b에서 상술한 바와 같이 이미지 전사 플랫폼 상에서, 또는 도 26a 및 도 26b에서 상술한 바와 같이 이미지 전사 플랫폼으로부터 이미지 전사된 마스터가 제거된 후에 수행될 수 있다.

[0105] 따라서, 도 21 내지 도 27에 관하여 상술한 본 발명의 일부 실시예들은 이미지 전사 단계를 수행한 후에, 이미지 전사된 감광조사층(2320')으로부터 제1 외부층(2310)을 제거함으로써 이미지 전사 플랫폼(2500 또는 2700)으로부터 이미지 전사된 감광조사층(2320')을 제거할 수 있다. 광학 미세구조(2320")를 스템퍼 블랭크(2520)에 접촉시킴으로써 스템퍼가 광학 미세구조(2320")로부터 생성될 수 있다. 다른 실시예에서, 이미지 전사 단계가 수행된 후에, 제1 외부층(2310)이 이미지 전사 플랫폼(2500 또는 2700)으로부터 분리된다. 이 후, 제1 외부층(2310)은 이미지 전사된 감광조사층(2320')으로부터 분리된다. 광학 미세구조(2320")를 스템퍼 블랭크(2520)에 접촉시킴으로써 스템퍼가 광학 미세구조(2320")로부터 생성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광학 미세구조가 스템퍼 블랭크에 대하여 가압된다(도 25d). 다른 실시예에서, 광학 미세구조가 스템퍼 블랭크에 대하여 회전된다(도 25e).

[0106] 도 21 내지 도 27에 관하여 상술한 바와 같이 제거가능한 광학 미세구조 마스터 블랭크는 특히 본 발명의 일부 실시예에 따른 마스터 및 스템퍼의 대량 생산을 위하여 적절하다. 특히, 도 28에 나타낸 바와 같이, 광학 미세구조 마스터 전구체(2400)의 이미지 전사가 수행되면서, 이미 이미지 전사된 광학 미세구조 마스터(2550)로부터 스템퍼를 생성할 수 있다. 따라서, 광학 미세구조 마스터 전구체의 이미지 전사 단계와 이미 이미지 전사된 광학 미세구조 마스터 전구체로부터 스템퍼의 생성 단계는 시간상 적어도 부분적으로 중첩될 수 있다.

[0107] 따라서, 이미지 전사 단계 후에 이미지 전사 플랫폼(2500)으로부터 광학 미세구조 마스터 전구체를 제거함으로써, 대부분의 이미지 전사용 연속 베이스 상에서 잠재적으로 고가이고/고가이거나 긴 리드 타임을 갖는 광학 이미지 전사 플랫폼(2500)이 사용될 수 있다. 그러나, 본 발명의 다른 실시예에서, 이미지 전사 플랫폼으로부터 이미지 전사된 광학 미세구조 마스터 전구체를 제거하지 않음으로써, 상기 이미지 전사 플랫폼도 스템핑 플랫폼으로서 사용될 수 있다. 도 25 내지 도 27에 관하여 상술한 바와 같이, 도 28에서 실린더형 및/또는 평판형 이미지 전사 플랫폼이 사용될 수 있고, 스템퍼 블랭크에 대하여 마스터의 가압 단계 및/또는 회전 단계가 이용될 수 있음을 자명하다.

[0108] 제거가능한 기판 상의 마스터링 단계는, 가변적 두께를 갖는 다른 기판들 상에 코팅된 많은 다른 감광조사층으로 마스터를 형성하기 위해 동일한 기계 및/또는 플랫폼을 사용할 수 있도록 한다. 이미지 전사 플랫폼에 부착된 포토레지스트의 표면은 현상 중에 제거될 수 있으며, 그에 따라 광학 요소들의 최종 생산에 관련될 필요가 없기 때문에, 음성 포토레지스트 및 기판을 통한 노광의 이용은 본 발명의 일부 실시예들에 따라 제거가능한 마

스터를 사용할 수 있도록 한다. 유사하게, 본 발명의 일부 실시예에 따라서, 음성 포토레지스트 및 배면 노광을 이용하는 경우, 기판 상에 포토레지스트를 코팅하는 간단, 신속 및/또는 비교적 저렴한 기술을 채용할 수 있다.

[0109] 따라서, 본 발명의 일부 실시예들은 투명하고 제거가능한 기판을 통하여 제거가능한 기판 상의 음성 포토레지스트로 다중의 노광을 함으로써 형성되는 다수의 광학 미세구조를 복제하기 위한 마스터를 제공할 수 있다. 이것은 다수의 광학 미세구조용 상용 마스터링 시스템, 방법 및 제품을 제공할 수 있다. 본 발명의 일부 실시예에서, 약 100  $\mu\text{m}$  또는 더 작은 크기의 약 백만 개 또는 그 이상의 미세구조를 포함하고, 적어도 약 1 피트의 길이, 약 1 피트의 폭 및/또는 약 1 제곱 피트의 면적을 갖는 마스터가 약 8에서 15시간 내에 마스터링될 수 있다. 상기 마스터 내에 포인트 별로 노광을 변화시킴으로써, 임의의 형상을 갖는 광학 요소들이 형성될 수 있다. 마스터 내의 요소들의 간격은 넓은 간격으로부터 중첩되는 경우까지 가변적일 수 있다. 상기 마스터는 제거가능한 기판 상에서 생성되어, 상기 마스터링 플랫폼은 다른 마스터링 작업을 위하여 재구성될 수 있다.

[0110] 마지막으로, 미세렌즈, 광학 격자, 미세반사기 및/또는 다른 광학적으로 흡수성, 투과성 및/또는 반사성 구조를 포함하며, 개개의 크기가 마이크론 차수, 예를 들면, 약 5  $\mu\text{m}$ 에서 약 1000  $\mu\text{m}$ 의 크기인 광학 미세구조의 제조에 관하여 본 발명의 실시예들이 본 명세서에 개시되어 있음을 자명하다. 그러나, 본 발명의 다른 실시예들은 공기압식, 수압식 및/또는 미세전자기계시스템(MEMS) 미세구조와 같은 기계적인 미세구조를 제조하기 위하여 사용될 수 있음을 자명하다. 상기 기계적인 미세구조들은 미세-유체공학, 미세-기체역학 및/또는 미세기계 시스템에 사용될 수 있으며, 이를 각각의 크기는 예를 들면, 약 5  $\mu\text{m}$ 에서 약 1000  $\mu\text{m}$  치수일 수 있다.

[0111] 도면과 명세서에서, 본 발명의 실시예들이 개시되었으며, 특정 용어들이 채용되었지만 이들은 일반적이고 설명적인 의미로만 사용되었으며, 이하 청구항에 기재된 본 발명의 범위를 제한하려는 목적으로 사용된 것은 아니다.

### 산업상 이용 가능성

[0112] 본 발명에 의하면 감광조사광층에 광학 마이크로구조의 이미지를 형성하여 제조된 마스터로부터 광학 마이크로구조의 대형 어레이를 갖는 최종 제품을 합리적인 시간 내에 대량 생산할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 미세구조를 제조하기 위한 시스템 및 방법을 나타내는 사시도이다.

[0019] 도 5a 내지 도 5c 및 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 감광조사층의 적어도 일부에 걸쳐 조광빔을 주사하는 것을 나타내는 도면이다.

[0020] 도 7은 본 발명의 다른 실시예들에 따른 광학 미세구조를 제조하기 위한 시스템 및 방법을 나타내는 블록 다이아그램이다.

[0021] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예들에 따른 광학 미세구조를 제조하기 위한 시스템 및 방법을 나타내는 단면도이다.

[0022] 도 9 내지 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예들에 따른 광학 미세구조를 제조하기 위한 시스템 및 방법을 나타내는 사시도이다.

[0023] 도 12는 본 발명의 다른 실시예들에 따른 광학 미세구조를 제조하기 위한 시스템 및 방법을 나타내는 단면도이다.

[0024] 도 13a는 본 발명의 또 다른 실시예들에 따른 광학 미세구조를 제조하기 위한 시스템 및 방법을 나타내는 단면도이다.

[0025] 도 13b는 본 발명의 실시예들에 따른 현상 후의 이미지 전사된 음성 포토레지스트를 나타내는 단면도이다.

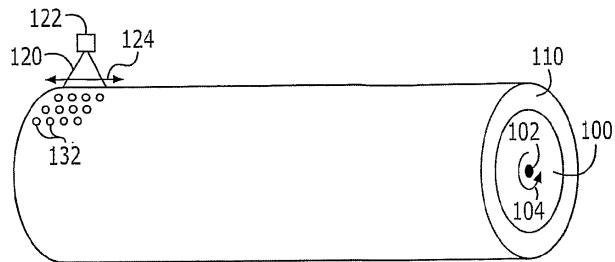
[0026] 도 14는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 스템퍼와 최종 제품을 형성하기 위한 마스터의 복제를 설명하는 순서도이다.

[0027] 도 15 및 도 16은 양성 포토레지스트로 통상적인 전면 이미지 전사 사용하여 제조된 광학 미세구조를 나타내는 단면도이다.

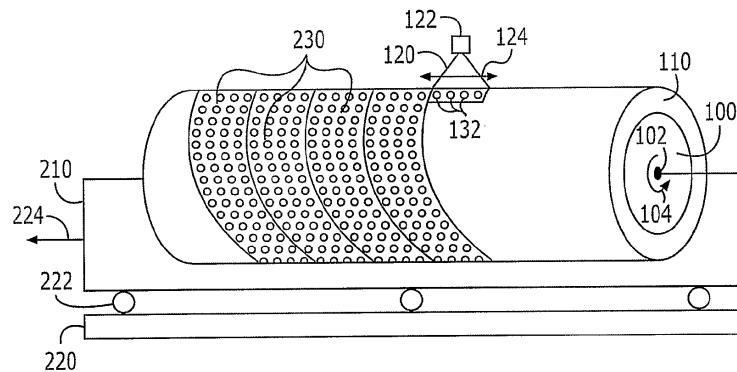
- [0028] 도 17 내지 도 19는 본 발명의 다른 실시예들에 따른 광학 미세구조를 제조하기 위한 시스템 및 방법을 나타내는 단면도이다.
- [0029] 도 20은 본 발명의 일부 실시예에 따른 광학 미세구조를 나타내는 단면도이다.
- [0030] 도 21 내지 도 22는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 광학 미세구조를 제조하기 위하여 수행될 수 있는 동작을 도시하는 순서도들이다.
- [0031] 도 23은 본 발명의 일부 실시예에 따른 광학 미세구조 마스터 블랭크를 제조하기 위하여 사용될 수 있는 시스템 및 방법을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0032] 도 24는 본 발명의 일부 실시예에 따른 광학 미세구조 마스터 블랭크를 나타내는 단면도이다.
- [0033] 도 25a 내지 도 25e, 도 26a 내지 도 26b 및 도 27은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 광학 미세구조를 제조하는 시스템 및 방법을 나타내는 단면도이다.
- [0034] 도 28은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 광학 미세구조 마스터 및 스템퍼의 대량 생산을 위한 시스템 및 방법을 개략적으로 나타내는 도면들이다.

## 도면

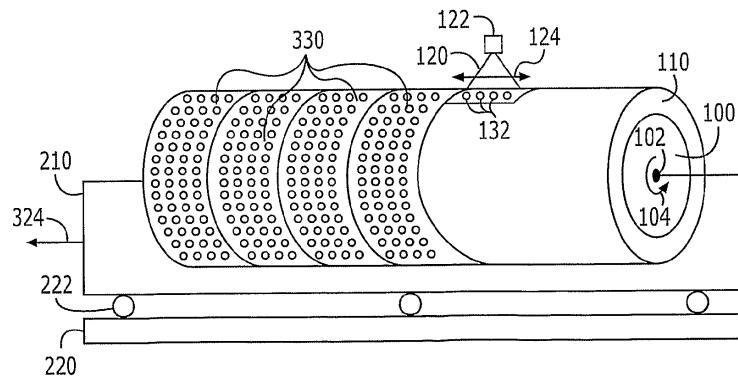
### 도면1



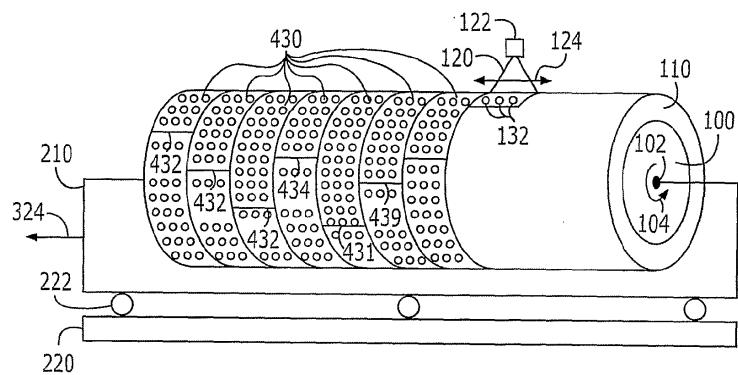
### 도면2



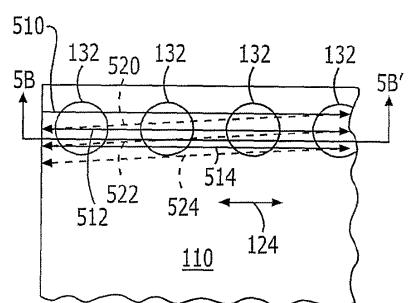
도면3



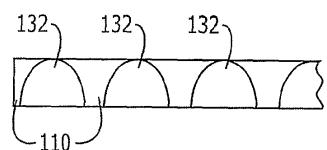
도면4



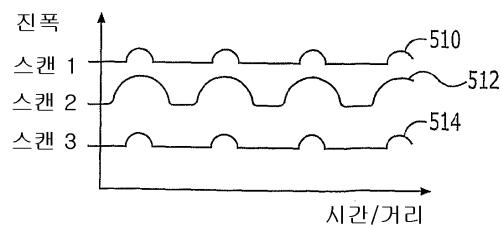
도면5a



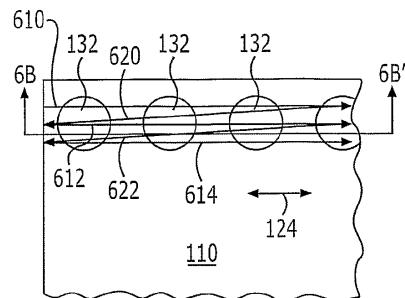
도면5b



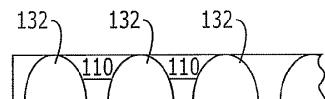
## 도면5c



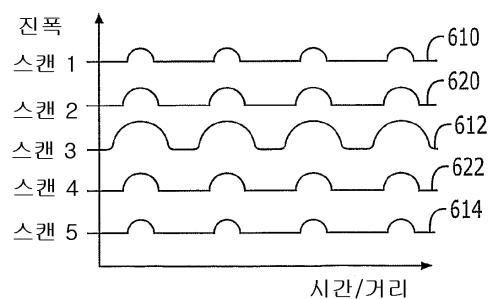
## 도면6a



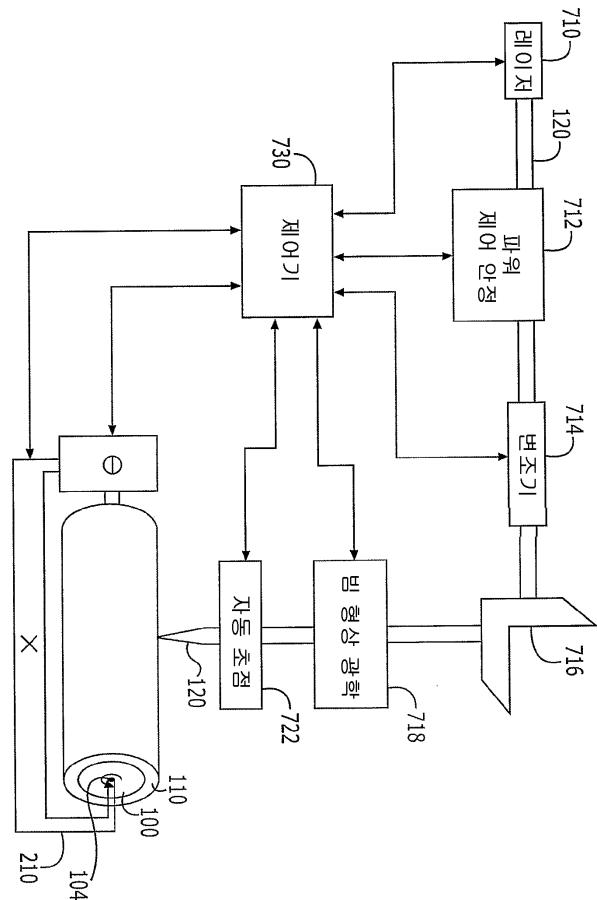
## 도면6b



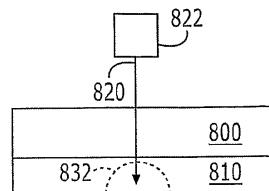
## 도면6c



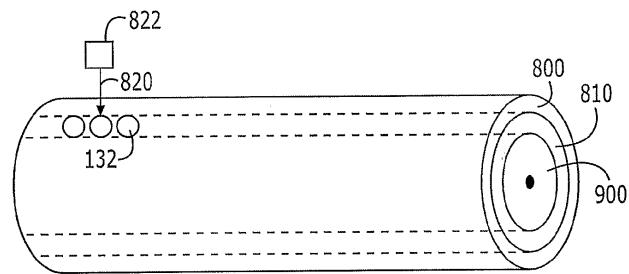
## 도면7



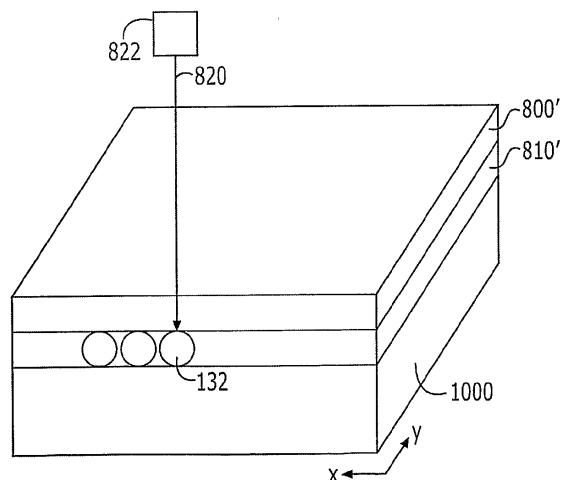
도면8



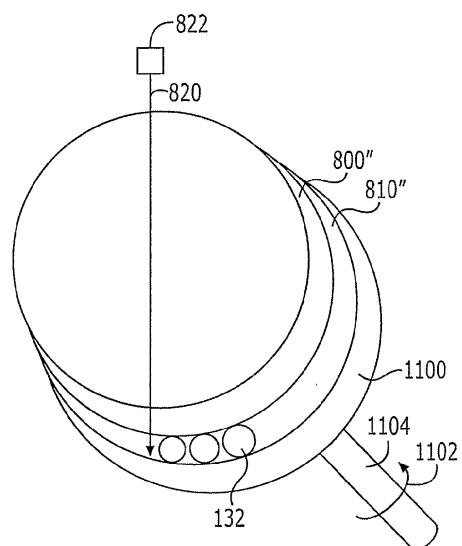
### 도면9



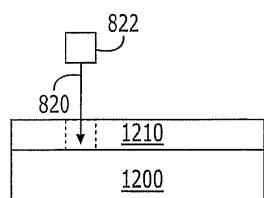
도면10



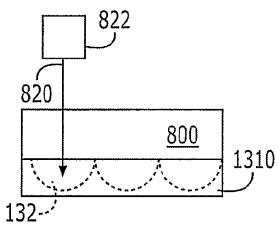
도면11



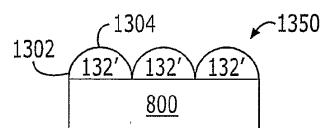
도면12



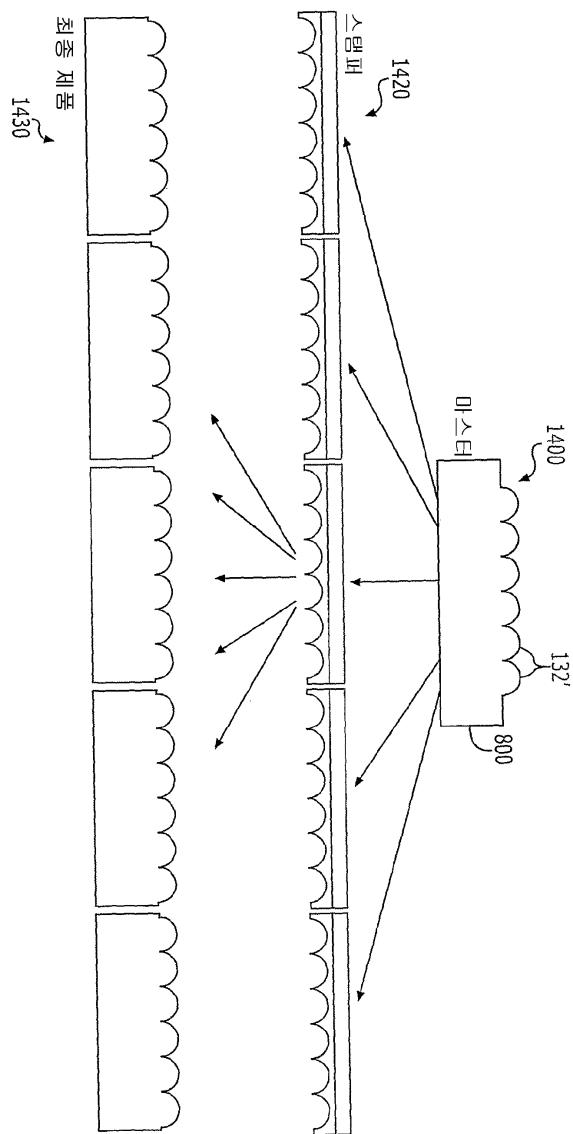
도면13a



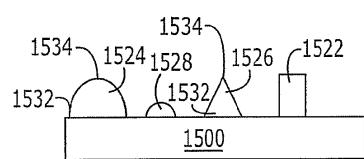
도면13b



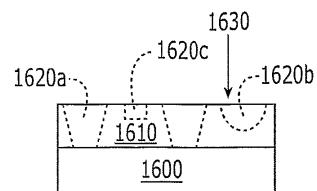
도면14



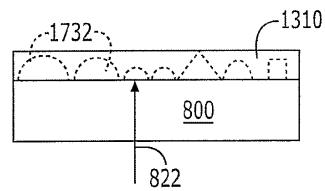
도면15



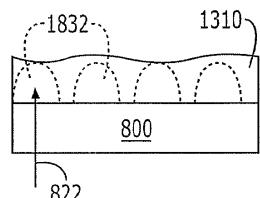
도면16



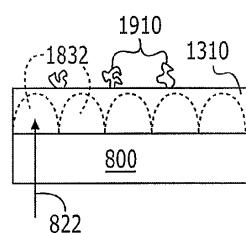
도면17



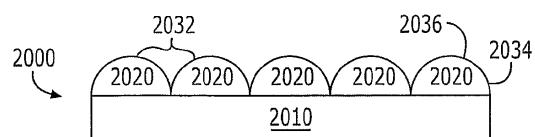
도면18



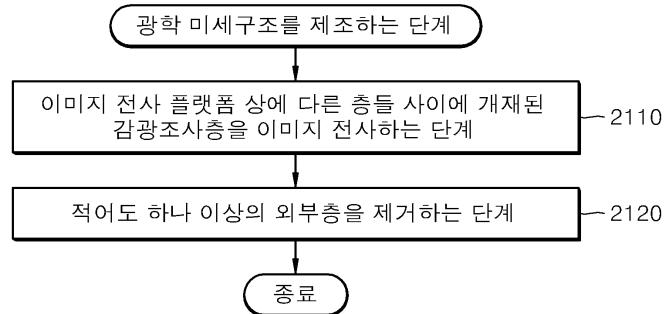
도면19



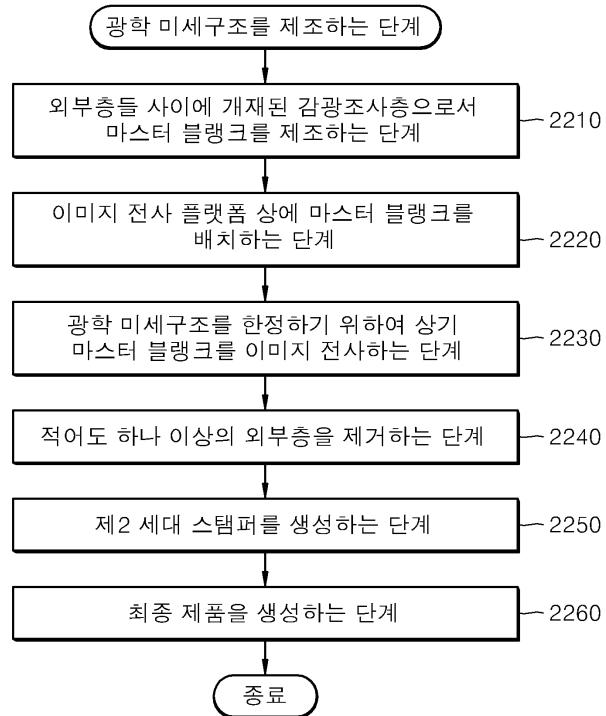
도면20



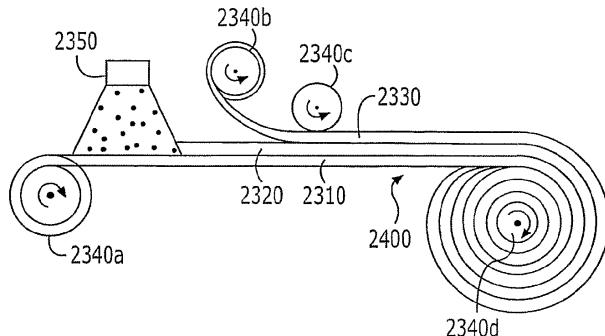
## 도면21



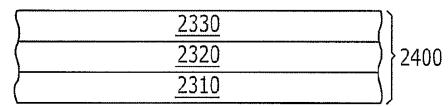
## 도면22



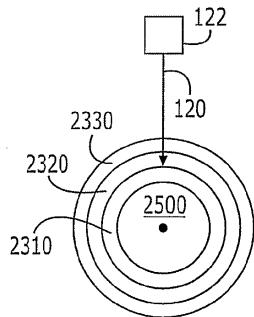
## 도면23



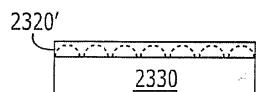
도면24



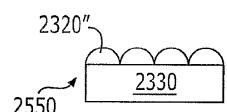
도면25a



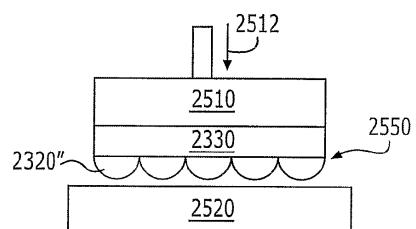
도면25b



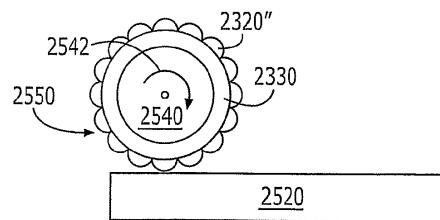
도면25c



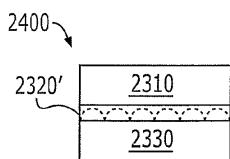
도면25d



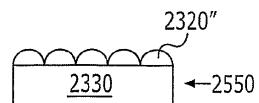
도면25e



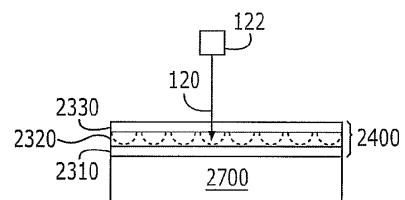
도면26a



도면26b



도면27



도면28

