



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0073415
(43) 공개일자 2016년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) *G03F 7/24* (2006.01)

G03F 9/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G03F 7/70791 (2013.01)

G03F 7/2057 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7013451

(22) 출원일자(국제) 2014년09월24일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2016년05월20일

(86) 국제출원번호 PCT/US2014/057120

(87) 국제공개번호 WO 2015/060972

국제공개일자 2015년04월30일

(30) 우선권주장

61/894,249 2013년10월22일 미국(US)

(71) 출원인

어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050

(72) 별명자

화이트, 존 맥네일

미국 94542 캘리포니아 헤이워드 헤이워드 블러바드 28530

(74) 대리인

특허법인 남앤드남

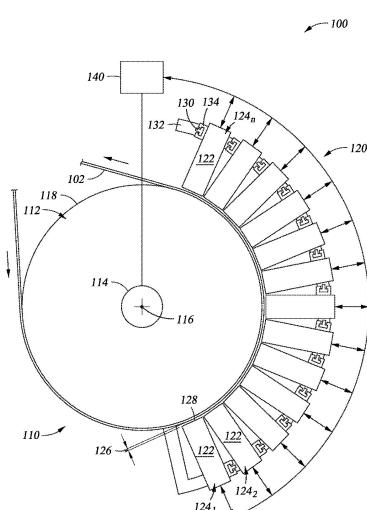
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 능동 정렬을 이용하는 롤 투 롤 마스크-없는 리소그래피

(57) 요 약

본 발명의 실시예들은, 능동 정렬(active alignment)을 이용하는, 가요성 기판에 대한 마스크없는(maskless) 리소그래피를 위한 장치 및 방법들에 관한 것이다. 일 실시예에서, 리소그래피 장치는, 중심축을 중심으로 회전 가능하고, 원통형 기판 지지 표면 상에서 가요성 기판을 이송하도록 구성된 원통형 롤러를 포함한다. 각각, 이미지 감지 디바이스 및 이미징 프린팅 디바이스를 포함하는 복수의 프린팅 유닛들은, 기판 지지 표면을 향하여 포지셔닝될 수 있다. 복수의 프린팅 유닛들은, 가요성 기판이 계속해서 이송될 때, 가요성 기판 상의 사전에-존재하는 패턴들 및/또는 마커들(markers)의 이미지들을 캡처링할 수 있고, 각각의 프린팅 유닛에 대한 노출 패턴들은 캡처링된 이미지에 따라 "온-더-플라이(on-the-fly)" 조정될 수 있으며, 따라서 능동 정렬을 달성한다.

대 표 도 - 도1a



(52) CPC특허분류

G03F 7/24 (2013.01)

G03F 7/70291 (2013.01)

G03F 7/70508 (2013.01)

G03F 9/7038 (2013.01)

G03F 9/7088 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

리소그래피 장치(lithography apparatus)로서,

중심축을 중심으로 회전 가능하고, 원통형 기판 지지 표면 상에서 가요성 기판을 이송하도록 구성된 원통형 롤러를 포함하는 기판 이송 조립체; 및

복수의 프린팅 유닛들을 포함하는 이미지 프린팅 조립체를 포함하고,

복수의 프린팅 유닛들 각각은, 상기 기판 지지 표면을 향하여(facing) 포지셔닝되고, 상기 복수의 프린팅 유닛들은 상기 기판 지지 표면에 대해 동심인(concentric) 호(arc)를 형성하는,

리소그래피 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 프린팅 유닛들은, 상기 원통형 롤러의 중심축에 대해 실질적으로 평행한 하나 또는 그 초과의 행들(rows)을 형성하는,

리소그래피 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 복수의 프린팅 유닛들은, 상기 원통형 롤러의 중심축에 대해 실질적으로 평행한 복수의 행들을 형성하고, 각각의 행은 다수의 프린팅 유닛들을 포함하며, 상기 복수의 행들의 프린팅 유닛들은 스태거 방식(staggered manner)으로 배열되는,

리소그래피 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 이미지 프린팅 조립체는,

프레임; 및

상기 프레임 상에 장착되며, 상기 원통형 롤러의 중심축에 대해 실질적으로 평행한 복수의 안내 바들(guide bars)을 더 포함하고,

각각의 안내 바는 프린팅 유닛들의 행을 지지하는,

리소그래피 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

각각의 행의 다수의 프린팅 유닛들은 동일한 간격으로 포지셔닝되는,

리소그래피 장치.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 이미지 프린팅 조립체는,

프레임; 및

상기 프레임 상에 장착되며, 상기 원통형 룰러의 중심축에 대해 실질적으로 평행한 하나 또는 그 초과의 안내 바들을 더 포함하고,

상기 복수의 프린팅 유닛들은 상기 하나 또는 그 초과의 안내 바들에 이동 가능하게(movably) 커플링되는,

리소그래피 장치.

청구항 7

리소그래픽 패터닝을 위한 장치로서,

기판 지지 표면 상에서 가요성 기판을 계속해서 이동시키기 위한 기판 이송 조립체;

프린팅 영역 위에 배치된 복수의 프린팅 유닛들 — 복수의 프린팅 유닛들 각각은, 이미지 감지 디바이스, 및 이미지 프린팅 디바이스를 포함함 — 을 포함하는 이미지 프린팅 조립체; 및

이미지 프린팅 조립체에 연결된 제어기를 포함하고, 상기 제어기는,

상기 복수의 프린팅 유닛들 각각에 대해서,

이미지 감지 디바이스에 의해 캡쳐링되는(captured), 다가오는(upcoming) 프린팅 지역의 이미지를 수신하고 분석하는 단계;

상기 다가오는 프린팅 영역의 하나 또는 그 초과의 특성들을 결정하는 단계;

상기 다가오는 프린팅 영역의 하나 또는 그 초과의 특성들 및 타겟 패턴으로부터 노출 패턴을 생성하는 단계; 및

상기 노출 패턴을 프린팅 유닛의 이미지 프린팅 디바이스에 전송하는 단계를 수행하도록 구성되는,

리소그래픽 패터닝을 위한 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 기판 이송 조립체는, 중심축을 중심으로 회전 가능하고, 원통형 기판 지지 표면 상에서 가요성 기판을 이송하도록 구성된 원통형 룰러를 포함하며, 상기 복수의 프린팅 유닛들은, 상기 기판 지지 표면의 방사상 외측에 호를 형성하는,

리소그래픽 패터닝을 위한 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 복수의 프린팅 유닛들은, 상기 복수의 프린팅 유닛들의 프린팅 지역들이 상기 가요성 기판의 전체 폭을 커버하도록(cover) 배열되는,

리소그래픽 패터닝을 위한 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 프린팅 유닛들은, 중심축에 대해 평행한 복수의 행들에 배열되고, 각각의 행은 다수의 프린팅 유닛들을 포함하는,

리소그래픽 패터닝을 위한 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

각각의 행의 다수의 프린팅 유닛들은 동일한 간격으로 배열되고, 프린팅 유닛들은 행에서 행으로(from row to row) 스태거식으로 배열되는,

리소그래픽 패터닝을 위한 장치.

청구항 12

마스크없는 리소그래피(maskless lithography)를 수행하기 위한 방법으로서,

원통형 기판 지지 표면 위에 배치된 복수의 프린팅 유닛들에 대하여, 가요성 기판을, 상기 원통형 기판 지지 표면 상에서 계속해서 이동시키는 단계;

복수의 프린팅 유닛들 각각에 대하여, 상기 가요성 기판 상의 다가오는 프린팅 영역의 이미지를 캡쳐링하는 단계;

캡쳐링된 이미지로부터, 상기 다가오는 프린팅 지역의 하나 또는 그 초과의 특성들을 결정하는 단계;

상기 다가오는 프린팅 지역의 하나 또는 그 초과의 특성들 및 타겟 패턴으로부터 노출 패턴을 생성하는 단계; 및

대응하는 프린팅 유닛을 사용하여, 상기 노출 패턴을 상기 다가오는 프린팅 영역 상에 프린팅하는 단계를 포함하는,

마스크없는 리소그래피를 수행하기 위한 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

하나 또는 그 초과의 특성들을 결정하는 단계는, 상기 타겟 패턴에 대한, 상기 가요성 기판 상의 다가오는 프린팅 영역의 위치를 식별하는 것을 포함하는,

마스크없는 리소그래피를 수행하기 위한 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 위치를 식별하는 것은, 상기 캡쳐링된 이미지에서 보이는 사전에-존재하는(pre-existing) 패턴에 따라, 또는 상기 캡쳐링된 이미지에서 보이는 마커들(markers)에 따라, 위치를 결정하는 것을 포함하는,

마스크없는 리소그래피를 수행하기 위한 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 가요성 기판의 밴드가 상기 복수의 프린팅 유닛들을 지나간 이후에, 상기 가요성 기판을 뒤로(backwards) 역전시키는(reversing) 단계;

상기 복수의 프린팅 유닛들을 상기 밴드의 프린팅되지 않은 영역들과 정렬하기 위해, 상기 복수의 프린팅 유닛들의 위치들을 중심축의 방향을 따라서 조정하는 단계; 및

상기 이동, 캡쳐링, 결정, 생성, 및 프린팅 단계를 반복하는 단계를 더 포함하는,

마스크없는 리소그래피를 수행하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 일반적으로, 리소그래픽 패터닝을 위한 장치 및 방법들에 관한 것이다. 더 구체

적으로, 본 발명의 실시예들은, 가요성 기판들에 대한 리소그래픽 패터닝을 위한 장치 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가요성 기판들, 예컨대, 폴리머/플라스틱 기판들, 금속 포일 기판들은, 다양한 어플리케이션들, 예컨대, 디스플레이, OLED들(organic light-emitting diodes), 및 태양 전지들을 위한 가요성 회로들을 제조하는 데에 사용된다. 그러나, 가요성 기판들 상에 형성된 사전에-존재하는(pre-existing) 패턴에 불가피하고 예측 불가한 왜곡(distortion)이 있는 기존의 패터닝된 층의 정상부 상에, 정확하게 로케이팅된 패턴 이미지를 생성하는 것에는 문제들이 존재한다. 기존의 패턴의 왜곡은 가요성 기판 재료의 내재된 불균등성(inhomogeneity) 및 불안정성(instability)에 기인한다. 그러한 재료는, 종착, 노출/패터닝 및 에칭의 시퀀스들 동안, 반복-가능하지 않고(non-repeatable) 불-균일한 방식들로 스트레칭되고(stretch) 수축된다(shrink). 결과적으로, 종래의 리소그래피를 사용하여 층 대 층 오버레이 정확도를 유지하는 것은 어렵고, 미세한 지오메트리(geometry) 제어는 거의 불가능하다.

[0003] 지금까지, 더 많고 더 적은 정도의 성공을 달성한, 플라스틱 기판들에 대한 패터닝의 여러 수단들이 존재해왔지만, 항상, 다소 저하된(compromised) 성능으로부터 고통받는다. 플라스틱 롤 재료 기판 상에 다수의 층들을 패터닝하는 하나의 수단은 "SAIL"(Self-Aligned Imprint Lithography) 기술을 사용하는 것이다. SAIL은 설계 규칙들(design rules)을 다소 저하시킬 뿐만 아니라, 더욱이, 생성될 수 있는 패턴들이 또한 제한되어서, 사용자가 최종 생산물들의 설계들을 제한하도록 강제한다. 다른 수단은, 롤들을 개별 플라스틱 시트들(sheets)로 컷팅하고 그러한 개별 플라스틱 시트들을 안정적인 기판 재료, 예를 들어, 유리 또는 금속으로 라미네이팅하여(laminate); 그런 다음에 라미네이팅된 재료들을 프로세싱하고, 프로세싱이 완전히 완료되었을 때, 그러한 라미네이팅된 재료들을 디라미네이팅하는(delaminate) 것이다. 그러나, 컷팅, 라미네이팅, 프로세싱 및 디라미네이팅은, 추가 단계들의 비효율성 및 증가된 비용, 및 디라미네이팅과 연관된 수율 손실들(yield losses)을 갖는다. 다른 수단은, 단순히 설계 규칙들을 저하시키고, 큰 오버레이 마진들(overlay margins)을 갖는, 더 낮은-등급(lower-grade)의 디스플레이 품질을 용인하는 것이다. 그러나, 설계 규칙들을 저하시키는 것은, 고해상도들(high resolutions)에 대한 증가된 요구들을 만족시킬 수 없다.

[0004] 그러므로, 가요성 기판들에 대한 리소그래픽 패터닝을 위한 개선된 장치 및 방법들이 필요하다.

발명의 내용

[0005] 본 발명의 실시예들은, 능동 정렬(active alignment)을 이용하는, 가요성 기판에 대한 마스크없는(maskless) 리소그래피를 위한 장치 및 방법들에 관한 것이다.

[0006] 본 발명의 일 실시예는 리소그래피 장치를 제공한다. 리소그래피 장치는, 중심축을 중심으로 회전 가능하고, 원통형 기판 지지 표면 상에서 가요성 기판을 이송하도록 구성된 원통형 롤러를 포함하는 기판 이송 조립체, 및 복수의 프린팅 유닛들을 포함하는 이미지 프린팅 조립체를 포함한다. 복수의 프린팅 유닛들 각각은, 기판 지지 표면을 향하여(facing) 포지셔닝되고, 복수의 프린팅 유닛들은 기판 지지 표면에 대해 동심인(concentric) 호(arc)를 형성한다.

[0007] 본 발명의 다른 실시예는 리소그래픽 패터닝을 위한 장치를 제공한다. 장치는, 기판 지지 표면 상에서 가요성 기판을 계속해서 이동시키기 위한 기판 이송 조립체, 프린팅 영역 위에 배치된 복수의 프린팅 유닛들을 포함하는 이미지 프린팅 조립체, 및 이미지 프린팅 조립체에 연결된 제어기를 포함한다. 복수의 프린팅 유닛들 각각은, 이미지 감지 디바이스, 및 이미지 프린팅 디바이스를 포함한다. 제어기는, 복수의 프린팅 유닛들 각각에 대해서, 이미지 감지 디바이스에 의해 캡쳐링되는(captured), 다가오는(upcoming) 프린팅 지역의 이미지를 수신하고 분석하는 단계, 다가오는 프린팅 영역의 하나 또는 그 초과의 특성들을 결정하는 단계, 다가오는 프린팅 영역의 하나 또는 그 초과의 특성들 및 타겟 패턴으로부터 노출 패턴을 생성하는 단계, 및 노출 패턴을 프린팅 유닛의 이미지 프린팅 디바이스에 전송하는 단계를 수행하도록 구성된다.

[0008] 본 발명의 또 다른 실시예는, 마스크없는 리소그래피를 수행하기 위한 방법을 제공한다. 방법은, 원통형 기판 지지 표면 위에 배치된 복수의 프린팅 유닛들에 대하여, 가요성 기판을, 원통형 기판 지지 표면 상에서 계속해서 이동시키는 단계, 복수의 프린팅 유닛들 각각에 대하여, 가요성 기판 상의 다가오는 프린팅 영역의 이미지를 캡쳐링하는 단계, 캡쳐링된 이미지로부터, 다가오는 프린팅 지역의 하나 또는 그 초과의 특성들을 결정하는 단계, 다가오는 프린팅 지역의 하나 또는 그 초과의 특성들 및 타겟 패턴으로부터 노출 패턴을 생성하는 단계를 포함한다.

단계, 대응하는 프린팅 유닛을 사용하여, 노출 패턴을 다가오는 프린팅 영역 상에 프린팅하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0009] 본 발명의 상기 열거된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 앞서 간략히 요약된, 본 발명의 보다 구체적인 설명이 실시예들을 참조로 하여 이루어질 수 있는데, 이러한 실시예들의 일부는 첨부된 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 첨부된 도면들은 본 발명의 단지 전형적인 실시예들을 도시하는 것이므로 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것이 주목되어야 하는데, 이는 본 발명이, 다른 균등하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있기 때문이다.

[0010] 도 1a는, 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략적인 단면도이다.

[0011] 도 1b는, 도 1a의 리소그래피 장치의 개략적인 정면도이다.

[0012] 도 1c는, 도 1a의 리소그래피 장치의 평면화된(flattened) 부분 측면도이다

[0013] 도 1d는, 도 1c의 확대된(enlarged) 부분이다.

[0014] 도 2a는, 프린팅 유닛들의 제 1 행(row)의 동작을 도시하는, 도 1a의 리소그래피 장치의 개략적인 부분 사시도이다.

[0015] 도 2b는, 프린팅 유닛들의 제 2 행의 동작을 도시하는, 도 1a의 리소그래피 장치의 개략적인 부분 사시도이다.

[0016] 도 2c, 프린팅 유닛들의 마지막 행의 동작을 도시하는, 도 1a의 리소그래피 장치의 개략적인 부분 사시도이다.

[0017] 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따른 프린팅 유닛의 개략도이다.

[0018] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 방법을 도시하는 흐름도이다.

[0019] 도 5a는, 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략적인 단면도이다.

[0020] 도 5b는, 도 5a의 리소그래피 장치의 개략적인 정면도이다.

[0021] 이해를 용이하게 하기 위하여, 가능하면, 도면들에 공통되는 동일한 엘리먼트들을 나타내는데 동일한 참조번호들이 사용되었다. 일 실시예에 개시되는 엘리먼트들이, 구체적인 언급 없이 다른 실시예들에서 유의하게 사용될 수 있다는 점이 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 발명의 실시예들은, 능동 정렬을 이용하는, 가요성 기판에 대한 마스크없는 리소그래피를 위한 장치 및 방법들에 관한 것이다. 본 발명의 실시예들에 따른 리소그래피 장치는, 패터닝에서 매우 국부적인(local) (수 밀리미터 또는 그 미만 내의) 조정들을 허용하여, 기판 상에 사전에-존재하는 패턴들의 변동들/왜곡들을 보상한다.

[0023] 일 실시예에서, 리소그래피 장치는, 중심축을 중심으로 회전 가능하고, 원통형 기판 지지 표면 상에서 가요성 기판을 이송하도록 구성된 원통형 롤러를 포함한다. 각각, 이미지 감지 디바이스 및 이미징 프린팅 디바이스를 포함하는 복수의 프린팅 유닛들은, 기판 지지 표면을 향하여 포지셔닝될 수 있다. 복수의 프린팅 유닛들은, 가요성 기판이 계속해서 이송될 때, 가요성 기판 상의 사전에-존재하는 패턴들 및/또는 마커들(markers)의 이미지들을 캡쳐링할 수 있고, 각각의 프린팅 유닛에 대한 노출 패턴들은 캡쳐링된 이미지에 따라 "온-더-플라이(on-the-fly)" 조정될 수 있으며, 따라서 능동 정렬을 달성한다.

[0024] 도 1a는, 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치(100)의 개략적인 단면도이다. 도 1b는, 리소그래피 장치(100)의 개략적인 정면도이다. 리소그래피 장치(100)는, 가요성 회로들, 예컨대, 디스플레이, OLED들(organic light-emitting diodes), 및 태양 전지들, 등을 형성하는 테에 사용되는 가요성 기판들 상에 마스크데이터 패턴들을 적용한다. 리소그래피 장치(100)는, 기판 이송 조립체(110) 및 이미지 프린팅 조립체(120)를 포함한다. 기판 이송 조립체(110)가 이미징 프린팅 조립체(120)에 대하여 가요성 기판(102)을 이동시키는 동안, 이미징 프린팅 조립체(120)는 가요성 기판(102) 상에 패턴을 프린팅한다. 시스템 제어기(140)는, 패턴들의 하나 또는 그 초과의 총을 기판(102) 상에 프린팅하는 것을 용이하게 하기 위해, 이미지 프린팅 조립체(120)

및 기판 이송 조립체(110)에 연결될 수 있다.

[0013] [0025] 기판 이송 조립체(110)는, 원통형 롤러(112) 및 중심축(116)을 중심으로 원통형 롤러(112)를 회전시키도록 구성된 구동 유닛(114)을 포함할 수 있다. 원통형 롤러(112)의 외측 표면은 기판 지지 표면(118)을 형성한다. 동작 동안, 가요성 기판(102)은 기판 지지 표면(118)과 접촉하고 기판 지지 표면(118)에 의해 지지된다. 특히, 이미징 프린팅 조립체(110)에 의해 프린팅되는, 가요성 기판(102)의 부분은, 기판 지지 표면(118)에 의해 지지된다.

[0014] [0026] 이미징 프린팅 조립체(120)는, 기판 지지 표면(118)을 향하여 각각 포지셔닝된 복수의 프린팅 유닛들(122)을 포함한다. 복수의 프린팅 유닛들(122) 각각은, 기판 지지 표면(118) 상에 지지되는, 가요성 기판(102)의 대응하는 지역의 이미지를 검출하고, 가요성 기판(102) 상에, 검출된 이미지에 따라 생성된 패턴을 프린팅하도록 구성된다. 복수의 프린팅 유닛들(122) 각각은 기판 지지 표면(118)에 대해서 고정된 거리(126)에 포지셔닝된다. 프린팅되는 동안, 가요성 기판(102)은 기판 지지 표면(118)과 접촉하기 때문에, 가요성 기판(102)의 임의의 왜곡은 가요성 기판(102)과 복수의 프린팅 유닛(122) 각각 사이의 거리의 왜곡을 초래하지 않을 것이고, 따라서, 깊이 영역에서의 오차들(errors)을 감소시킴으로써, 프린팅되는 이미지들의 품질을 개선한다.

[0015] [0027] 일 실시예에서, 기판 지지 표면(118) 상의 대응하는 지역에 대한 고정된 거리(126)는, 복수의 프린팅 유닛들(122)이, 기판 지지 표면(118)에 대해 동심인 원통형 평면으로 배열되도록, 복수의 프린팅 유닛들(122)에 대하여 실질적으로 동일하다.

[0016] [0028] 일 실시예에서, 복수의 프린팅 유닛들(122)은 복수의 행들(124₁-124_n)을 형성한다. 각각의 행(124₁-124_n)은, 원통형 롤러(112)의 중심축(116)에 평행한 방향을 따라서 선형으로 정렬된 다수의 프린팅 유닛들(122)을 포함한다. 복수의 행들(124₁-124_n)은 서로에 대해 평행하게 배치된다. 각각의 행(124₁-124_n)의 다수의 프린팅 유닛들(122)은 동일한 거리에 포지셔닝될 수 있다. 각각의 행(124₁-124_n)의 프린팅 유닛들(122)의 개수는 동일할 수 있다. 복수의 행들(124₁-124_n) 사이의 프린팅 유닛들(122)은, 중심축(116)에 평행한 축방향을 따라서, 스탠더드 방식(staggered manner)으로 정렬될 수 있다. 복수의 행들(124₁-124_n)의 스탠더드 정렬은, 각각의 프린팅 유닛(122)이, 가요성 기판(102) 상의 상이한 지역에 프린팅하는 것을 허용하고, 프린팅 유닛들(122)의 복수의 행들(124₁-124_n)은, 가요성 기판(102)을 횡단하는(traversing) 전체 스트립(strip)을 커버한다(cover).

[0017] [0029] 일 실시예에서, 복수의 프린팅 유닛들(122)은, 프레임(132)에 부착된 안내 바들(guide bars; 130) 상에 장착될 수 있다. 각각의 안내 바(130)는 중심축(116)에 대해 평행할 수 있고, 프린팅 유닛들(122)의 하나의 행을 지지한다. 각각의 안내 바(130)를 따르는 프린팅 유닛들(122)의 위치들은, 프린팅 유닛들(122)의 원하는 정렬을 달성하기 위해, 함께 또는 개별적으로 조정될 수 있다.

[0018] [0030] 복수의 프린팅 유닛들(122) 각각은 시스템 제어기(140)에 연결된다. 동작 동안, 원통형 롤러(112)는, 프린팅 조립체(120)에 대해서 가요성 기판(102)을 이송하기 위해, 실질적으로 일정한 레이트(rate)로 회전한다. 각각의 프린팅 유닛(122)은 주기적으로(periodically), 원통형 롤러(112)에 의해 이송되고 있는 가요성 기판(102)의 대응하는 표면 지역의 이미지를 캡처링할 수 있다. 마커들, 패턴들, 또는 다른 표면 피쳐들(feature s)을 포함하는 캡처링된 이미지는, 시스템 제어기(140)에 전달될 수 있다. 시스템 제어기(140)는, 특정한 프린팅 유닛(122)에 대한, 다가오는 프린팅 지역의 특성들을 결정하기 위해, 캡처링된 이미지를 분석한다. 예를 들어, 시스템 제어기(140)는, 다가오는 프린팅 지역의 좌표, 왜곡의 양, 원더링(wandering)의 양, 또는 다른 특성을 결정할 수 있다. 결정된 특성들에 기초하여, 시스템 제어기(140)는 프린팅 유닛(122)에 대한 노출 패턴을 생성하고, 노출 패턴을 프린팅 유닛(122)으로 전송한다. 프린팅 유닛(122)은, 노출 패턴을 수신함에 따라, 프린팅 패턴을 프린팅한다.

[0019] [0031] 도 1c는, 복수의 프린팅 유닛들(122)의 배열, 및 복수의 프린팅 유닛(122)과 기판 지지 표면(118)의 상대 포지션들을 도시하는, 리소그래피 장치(100)의 평면화된 부분 측면도이다. 도 1d는, 도 1c의 확대된 부분이다. 도 1c에서, 원통형 기판 지지 표면(118)은, 명확성을 위해, x-y 평면 상으로 평면화된다. x 축은 원통형 롤러(112)의 중심축(116)에 대해 평행하다. y 축은 x 축을 횡단하며, 동작 동안 원통형 롤러(112)에 의해 이송되는 가요성 기판(102)의 방향을 나타낸다.

[0020] [0032] 복수의 프린팅 유닛들(122) 각각은 풋프린트(footprint; 144) 및 프린팅 영역(142)을 갖는다. 도 1c는, 예시의 명확성을 위해, 프린팅 영역(142)이 풋프린트(144)의 한쪽 코너에 로케이팅된 것으로 개략적으로

도시한다. 프린팅 영역(142)은 다른 포지션들에 로케이팅될 수 있다. 프린팅 유닛(122)은 일반적으로, 고해상도를 달성하기 위해, 프린팅되는 이미지를 스케일링 다운하기(scales down) 때문에, 프린팅 영역(142)은 일반적으로, 각각의 프린팅 유닛(122)에 대한 풋프린트(144)보다 더 작다. 각각의 프린팅 영역(142)은, x 방향을 따른 프린팅 폭(150) 및 y 방향을 따른 프린팅 길이(152)를 가질 수 있다. 기판 폭(146)을 갖는 기판의 경우, 가요성 기판(102)이 y 방향을 따라서 단방향으로(mono-directionally) 이동하는 동안, 가요성 기판(102)을 횡단하는, 프린팅 길이(152)를 갖는 밴드(band; 254)를 프린팅하기 위해, 적어도 N개의 프린팅 유닛들(122)이 사용될 수 있고, 여기서, N은:

$$N \geq \frac{\text{기판 폭}(146)}{\text{프린팅 폭}(150)} . \quad \text{식 1}$$

[0021]

[0022] 예 의해 계산될 수 있다.

[0023]

[0033] 프린팅 유닛들(122)의 풋프린트(144)가 프린팅 영역(142)보다 더 크기 때문에, 밴드(254)의 전체 영역에 대한 프린팅을 위해, 적어도 N개의 프린팅 유닛들(122)이 복수의 평행한 행들(124₁-124_n)로 배열될 수 있다. 각각의 행(124₁-124_n)은, x 방향으로 분포된 다수의 프린팅 유닛들(122)을 포함할 수 있다. 각각의 행(124)의 다수의 프린팅 유닛들(122)의 프린팅 지역들(142)은, x-y 평면에서 동일한 y 좌표 및 상이한 x 좌표를 가질 수 있다. 상이한 행들(124₁-124_n)의 프린팅 유닛들(122)은, 가요성 기판(102)이 지나갈 때, 상이한 행들(124)의 프린팅 유닛들(122)이 동일한 지역들 상에 프린팅하지 않도록 스태거링된다(staggered). 복수의 프린팅 유닛들(122) 각각은, 고유한 x 좌표에서 시작하는 프린팅 지역(142)을 가질 수 있다.

[0024]

[0034] 일 실시예에서, 하나의 프린팅 유닛(122)의 프린팅 지역(142)은, 가요성 기판(102)의 전체 폭이 프린팅 유닛들(122)에 의해 커버되는 것을 보장하기 위해서, 이웃하는 지역(들)을 프린팅하도록 지정된 프린팅 유닛(들)(122)의 프린팅 지역(들)(142)과 오버래핑할 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 프린팅 유닛(122)은, 이웃하는 프린팅 영역들(142)이, 프린팅 폭(150)의 약 % 내지 %로 서로 오버래핑하도록 배열될 수 있다.

[0025]

[0035] 일 실시예에서, 복수의 프린팅 유닛들(122)에 의해 커버되는 전체 프린팅 폭(148)은, 동작 동안 가요성 기판(102)의 임의의 원더링들을 감내하기 위해, 기판 폭(146)보다 더 클 수 있다. 원더링은, 가요성 기판(102)이 원통형 룰러(112)에 의해 이송될 때, 가요성 기판(102)의 x 방향으로의 측방향 시프팅(lateral shifting)을 지칭한다.

[0026]

[0036] 도 1c에 도시된 바와 같이, 모든 행(124₁-124_n)의 다수의 프린팅 유닛들(122)은 동일한 유닛 간격(158)으로 배열되고, 복수의 행들(124₁-124_n)은 동일한 행 간격(156)으로 포지셔닝된다. 복수의 행들(124₁-124_n) 각각은, 상류의 행(124₁-124_n)과 비교하여 오른쪽을 향하여 시프팅된다. 이웃하는 행들 사이의 시프팅의 양은 대략, 프린팅 폭(150)에서 오버래핑 폭을 뺀 것일 수 있다. 각각의 행(124)의 프린팅 유닛들(122)의 개수(m)는:

$$m \geq \frac{\text{전체 프린팅 폭}(148)}{\text{유닛 간격}(158)} . \quad \text{식 2}$$

[0027]

[0028] 예 의해 결정될 수 있다.

[0029]

행들(124)의 개수(n)는:

$$n \geq \frac{\text{유닛 간격}(158)}{\text{프린팅 폭}(150) * (1 - \text{오버래핑의 퍼센트})} . \quad \text{식 3}$$

[0030]

[0031] 예 의해 결정될 수 있다.

[0032]

따라서, 총 n 곱하기 m개의 프린팅 유닛(122)이 이미지 프린팅 조립체(120)에서 사용될 수 있다.

- [0033] [0037] 이미징 프린팅 조립체(120)가 가요성 기판(102)의 (y 방향을 따른) 전체 길이를 효율적으로 커버하기 위해, 행 간격(156)의 양은, 각각의 프린팅 유닛(122)의 프린팅 길이(152)의 다수 배가 되도록 배열될 수 있다.
- [0034] [0038] 동작 동안, 원통형 롤러(112)는, 이미지 프린팅 조립체(120)에 대해서 가요성 기판(102)을 실질적으로 일정한 선속도(linear speed)로 이송하기 위해, 실질적으로 일정한(constant) 각속도(angular speed)로 회전한다. 리소그래피 장치(100)의 이미지 프린팅 조립체(120)는, 동작 동안, 정지된 상태로 남아있을 수 있다. 이미징 프린팅 조립체(120)에 대한 가요성 기판(102)의 선속도는, 가요성 기판(102)이, 이미징 프린팅 조립체(120)에 대해 일정한 선속도로 이동하면서 프린팅될 수 있도록, 시스템 제어기(140) 및 프린팅 유닛(122)의 프로세스 속도에 따라 선택될 수 있다. 일 실시예에서, 가요성 기판(102)은 이미징 프린팅 조립체(120)에 대해서 약 200~300 mm/분의 속도로 이동할 수 있다. 가요성 기판(102)이 이송되는 동안, 가요성 기판(102) 상의 밴드(154)는, 각각의 행(124₁~124_n)과 연속적으로 정렬되면서, y 방향을 따라 이동한다. 프린팅 유닛들(122)의 행(124)과 정렬될 때, 밴드(154)의 부분은 프린팅 유닛들(122)의 행(124)에 의해 프린팅된다. 밴드(154)가 이동하여 마지막 행(124_n)을 지나가면, 전체 기판 폭(146)에 걸친 밴드(154)가 프린팅된다. 가요성 기판(102)이 지나갈 때, 이미징 프린팅 조립체(120)는 패턴들을 가요성 기판(102) 상에 밴드별로 순차적으로(band by band) 프린팅한다. 일 실시예에서, 가요성 기판(102)이, 길이 방향의(length wise) 연속적인 커버리지(coverage)를 수용하는 것을 보장하기 위해, 이미징 프린팅 조립체(120)는, 살짝 오버래핑된 방식으로 밴드별로 순차적으로 프린팅하도록 구성될 수 있다.
- [0035] [0039] 도 2a-2c는, 도 1a-1c의 리소그래피 장치(100)에 의해 프린팅되는, 가요성 기판의 밴드(154)의 시퀀스를 개략적으로 예시한다. 도 2a는, 프린팅 유닛들(122)의 제 1 행(124₁)에 의해 프린팅되는, 가요성 기판(102)의 밴드(154)를 도시하는, 리소그래피 장치(100)의 개략적인 부분 사시도이다. 명확성을 위해, 오직 프린팅 유닛들(122)의 제 1 행(124₁)만 도 2a에 도시된다. 밴드(154)가 프린팅 유닛들(122)의 제 1 행(124₁)과 정렬되는 동안, 제 1 행(124₁)의 각각의 프린팅 유닛(122)은 밴드(154)의 제 1 영역(204)에서 프린팅한다. 다수의 제 1 영역들(204)은 제 1 행(124₁)의 프린팅 유닛들(122)의 유닛 간격(158)만큼 이격된다.
- [0036] [0040] 일 실시예에서, 가요성 기판(102)은 선택적 마커들(202)을 포함할 수 있다. 마커들(202)은 리소그래피 장치(100)에 의해, 가요성 기판(102)의 특성들을 결정하는 데에 사용될 수 있다. 예를 들어, 리소그래피 장치(100)는, 밴드(154) 근처의, 가요성 기판(102)의 포지션, 왜곡, 및/또는 원더링을, 마커들(202)의 캡쳐링된 이미지로부터 결정할 수 있다. 대안적으로, 리소그래피 장치(100)는, 밴드(154) 근처의, 가요성 기판(102)의 특성들을, 가요성 기판(102) 상의 존재하는 이미지/패턴의 캡쳐링된 이미지로부터 결정할 수 있다.
- [0037] [0041] 도 2b는, 프린팅 유닛들(122)의 제 2 행(124₂)에 의해 프린팅되는, 가요성 기판(102)의 밴드(154)를 도시하는, 리소그래피 장치(100)의 개략적인 부분 사시도이다. 명확성을 위해, 오직 프린팅 유닛들(122)의 제 2 행(124₂)만 도 2b에 도시된다. 밴드(154)가 프린팅 유닛들(122)의 제 2 행(124₂)과 정렬되는 동안, 제 2 행(124₂)의 각각의 프린팅 유닛(122)은 밴드(154)의 제 2 영역(206)에서 프린팅한다. 다수의 제 2 영역들(206)은 제 2 행(124₂)의 프린팅 유닛들(122)의 유닛 간격(158)만큼 이격된다. 각각의 제 2 영역(206)은, 오버래핑 스트립(208)에 의해, 대응하는 제 1 영역(204)과 오버래핑할 수 있다. 각각의 제 2 영역(206)은, 결합된(joined) 영역(207)을 형성하기 위해, 대응하는 제 1 영역(204)과 결합한다. 제 2 행(124₂)이 프린팅을 끝낸 이후, 밴드(154)는, 프린팅되고 그리고 유닛 간격(158)만큼 이격된 다수의 결합된 영역(207)을 갖는다.
- [0038] [0042] 밴드(154)가, 제 1 행(124₁)과 정렬되는 포지션으로부터 제 2 행(124₂)과 정렬되는 포지션으로 이동하는 동안, 행 간격(156)이 각각의 프린팅 유닛(122)의 프린팅 폭(150)보다 더 큰 경우에는, 부가적인 밴드들(154', 154'')이 제 1 행(124₁)과 연속적으로 정렬할 수 있고, 제 1 행(124₁)에 의해 프린팅될 수 있다. 도 2b는, 밴드들(154, 154', 154'')이 이격되어 있는 것을 예시한다. 대안적으로, 밴드들(154, 154', 154'')은, 프로세스 요건들을 만족시키기 위해, 예를 들어, 하나의 프린팅 유닛(122)의 프린팅 길이(152)보다 더 큰 패턴들을 프린팅하기 위해, 오버래핑 영역들을 통해 서로 결합될 수 있다.
- [0039] [0043] 도 2c는, 프린팅 유닛들(122)의 n번째 행 및 마지막 행(124_n)에 의해 프린팅되는, 가요성 기판(102)의 밴드(154)를 도시하는, 리소그래피 장치(100)의 개략적인 부분 사시도이다. 명확성을 위해, 오직 프린팅 유닛들(122)의 마지막 행(124_n)만 도 2c에 도시된다. 마지막 행(124_n)과 정렬하는 포지션에 도착하기 전에, 밴드

(154)는, 다수의 결합된 영역들(210)이 동일한 거리로 이격되는 상태로, 이전의 $n-1$ 행들(124_1 , 124_2 , ..., 124_{n-1})에 의해 프린팅되었다. 밴드(154)가 프린팅 유닛들(122)의 마지막 행(124_n)과 정렬하는 동안, 마지막 행(124_n)의 각각의 프린팅 유닛(122)은 밴드(154)의 마지막 영역(212)에서 프린팅한다. 각각의 마지막 영역(210)은 인접한 결합된 영역(들)(210)과 오버래핑하여, 밴드(154)의 임의의 프린팅되지 않은 캡들을 폐쇄한다(closing). 마지막 행(124_n)이 프린팅을 끝낸 후에, 가요성 기판(102) 상의 전체 밴드(154)는 프린팅되었다.

[0040] [0044] 리소그래피 장치(100)의 각각의 프린팅 유닛(122)은, 근처의 프린팅 영역의 이미지들을 캡쳐링하고, 생성된 패턴을 마스크를 사용하지 않고 프린팅하도록 구성된다. 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따른 프린팅 유닛(122)의 개략도이다.

[0041] [0045] 프린팅 유닛(122)은 이미지 감지 디바이스(302) 및 이미지 프린팅 디바이스(303)를 포함한다. 이미지 감지 디바이스는, 프린팅 평면(312)의 부분의 이미지를 캡쳐링하도록, 프린팅 지역을 향하여 지향된다. 이미지 프린팅 디바이스(303)는 프린팅 평면(312)의 부분 상에 패턴을 프린팅하도록 포지셔닝된다. 이미지 감지 디바이스(302)는 CCD(charged-coupled device) 카메라일 수 있다. 이미지 감지 디바이스(302)는 프린팅 이미지 제어기(304)에 연결된다. 프린팅 이미지 제어기(304)는 캡쳐링된 이미지들을 이미지 감지 디바이스(302)로부터 수신하고 분석한다. 프린팅 이미지 제어기(304)는 복수의 프린팅 유닛들(122)에 연결될 수 있고, 복수의 프린팅 유닛들(122)에 대한 제어를 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 프린팅 이미지 제어기(304)는, 시스템 제어기(140)와 같은, 리소그래피 장치의 시스템 제어기의 일부일 수 있다.

[0042] [0046] 이미지 프린팅 디바이스는 DMD(digital mirror device)(306)를 포함하고, 하나 또는 그 초과의 광 소스들(308)은 DMD(306)로 지향된다. DMD(306)는 마이크로 미러들의 어레이를 포함할 수 있다. 각각의 마이크로 미러는 ON 포지션과 OFF 포지션 사이에서 스위칭될 수 있다. ON 포지션에서, 마이크로 미러는 광 소스(308)로부터의 광을 반사하는 반면에, OFF 포지션에서는, 마이크로 미러는 광 소스(308)로부터의 광을 반사하지 않는다. 각각의 마이크로 미러는 바이너리(binary) 이미지에서 하나의 픽셀을 나타낼 수 있다. 개별 마이크로 미러들을 ON 포지션과 OFF 포지션 사이에서 스위칭함으로써, DMD(306)는, 프린팅 평면(313) 상에 포지셔닝된 기판(301) 상에 패턴이 프린팅될 수 있도록, 바이너리 이미지의 패턴을 프린팅 평면(312)을 향하여 투사할(project) 수 있다. 일 실시예에서, 광학계(optics; 310)는, 바이너리 이미지의 크기를 감소시키고 프린팅되는 패턴의 해상도를 증가시키기 위해, DMD(306)와 프린팅 평면(312) 사이에 포지셔닝될 수 있다.

[0043] [0047] 도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따른 프린팅 유닛(122)을 사용하여, 마스크없는 패턴을 기판 상에 프린팅하기 위한 방법(400)을 도시하는 흐름도이다.

[0044] [0048] 박스(410)에서, 프린팅 유닛(122)의 카메라(304)는, 프린팅될 기판 상의 다가오는 프린팅 영역의 이미지를 캡쳐링할 수 있고, 캡쳐링된 이미지를 프린팅 이미지 제어기(304)로 전송할 수 있다. 다가오는 프린팅 영역은, 하나 또는 그 초과의 피쳐들, 예컨대, 마커들 및 사전에-존재하는 패턴을 가질 수 있다.

[0045] [0049] 박스(420)에서, 캡쳐링된 이미지는, 기판 상의 다가오는 프린팅 영역의 하나 또는 그 초과의 특성들을 결정하기 위해, 프린팅 이미지 제어기(304)에 의해 분석될 수 있다. 일 실시예에서, 캡쳐링된 이미지를 분석하는 것은, 프린팅 유닛(122)에 의해 프린팅될 타겟 패턴에 대한, 기판 상의 다가오는 프린팅 영역의 위치를 식별하는 것을 포함할 수 있다. 상대 위치는, 이미지에서 캡쳐링된, 다가오는 프린팅 영역 상의 사전에-존재하는 패턴 및/또는 하나 또는 그 초과의 마크들에 의해 결정될 수 있다. 일 실시예에서, 부가적인 피쳐들 특성들, 예컨대, 원더링의 양, 상이한 방향들에 따른 왜곡들의 정도는, 캡쳐링된 이미지로부터 결정될 수 있다.

[0046] [0050] 박스(430)에서, 노출 패턴은, 다가오는 프린팅 영역의 하나 또는 그 초과의 특성들 및 타겟 패턴으로부터 생성될 수 있다. 박스(430)는 프린팅 이미지 제어기(304)에 의해 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 노출 패턴을 생성하는 것은, 결정된 상대 위치에 기초하여, 다가오는 프린팅 영역에 맞춰질(fit) 타겟 패턴의 부분을 크로핑(cropping)하는 것을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 노출 패턴을 생성하는 것은, 원더링 및/또는 왜곡의 양에 따라서 타겟 패턴을 수정하는 것을 더 포함할 수 있다.

[0047] [0051] 박스(440)에서, 노출 패턴은, 프린팅을 위해 DMD(306)로 전송된다. DMD(306)의 마이크로 미러들의 어레이에는, 노출 패턴에 따라, ON 또는 OFF 포지션으로 스위칭될 수 있다. 광 소스(308)는 전력 공급될(powered) 수 있고, DMD(306)에 의해 반사된 광은, 노출 패턴을 프린팅 영역 상에 프린팅하기 위해, 프린팅 영역에 투사된다.

[0048] [0052] 기판(301)이 프린팅 유닛(122)에 대해서 계속해서 이동하는 경우, 박스(410) 내지 박스(440)는 반복될 수 있다. 예를 들어, 리소그래피 장치(100)에서, 복수의 프린팅 유닛들(122) 각각은, 프린팅 유닛들(122)에 대

해 계속해서 이동하는 가요성 기판(102) 상에 패턴을 프린팅하기 위해, 박스(410) 내지 박스(440)를 반복적으로 수행할 수 있다.

[0049] [0053] 도 5a는, 본 발명의 다른 실시예에 따른 리소그래피 장치(500)의 개략적인 단면도이다. 도 5b는, 리소그래피 장치(500)의 개략적인 정면도이다. 리소그래피 장치(500)는, 리소그래피 장치(100)가, 완전히 연속적인 동작을 허용하는 충분한 개수의 프린팅 유닛들을 포함하는 반면에, 리소그래피 장치(500)는, 더 적은 프린팅 유닛들을 사용하여 단계별(step by step) 동작을 허용하기 위해, 시프팅 메커니즘 및 반전(reverse) 기판 운동을 포함한다는 점을 제외하면, 리소그래피 장치(100)와 유사하다.

[0050] [0054] 리소그래피 장치(500)는, 도 1a-1b와 함께 설명된 바와 같은 기판 이송 조립체(110)를 포함한다. 시스템 제어기(540)는, 가요성 기판(102)이 앞으로 그리고 뒤로(forwards and backwards) 양쪽 모두로 이송될 수 있도록, 원통형 롤러(112)를 앞뒤로(back and forth) 회전시키기 위해, 구동 유닛(114)에 제어 신호를 전송할 수 있다.

[0051] [0055] 리소그래피 장치(500)는, 기판 지지 표면(118)을 향하여 각각 포지셔닝된 복수의 프린팅 유닛들(122)을 갖는 이미징 프린팅 조립체(520)를 포함한다. 복수의 프린팅 유닛들(122)은, 원통형 롤러(112)의 중심축(116)의 방향을 따르는 적어도 하나의 행(524)으로 배열될 수 있다. 이미징 프린팅 조립체(520)에서, 프린팅 유닛들(122)의 전체 개수, 프린팅 유닛들(122)의 전체 행들 및/또는 각각의 행의 프린팅 유닛들(122)의 개수는, 식(1-3)에 따라 계산된 최소 개수들 미만일 수 있다. 원통형 롤러의 더 작은 직경들 또는 더 높은 해상도 요건과 같은 인자들에 기인하는, 프린팅 유닛들의 최소 개수들에 대한 가용 공간에 의하여 제한되는 다수의 프린팅 유닛들의 비용들을 감소시키기 위해, 감소된 개수들이 선택될 수 있다. 도 5a-5b의 예에서, 프린팅 유닛들(122)의 3개의 행들(524₁, 524₂, 524₃)이 도시된다. 그러나, 행들의 개수는, 비용, 가용 공간, 원통형 롤러의 치수, 또는 해상도 요건들과 같은 하나 또는 그 초과의 인자들에 따라서 변화될 수 있다.

[0052] [0056] 각각의 행(524₁, 524₂, 524₃)은, 동작 동안 각각의 행(524₁, 524₂, 524₃)의 프린팅 유닛들(122)이 중심축(116)에 평행한 방향을 따라서 시프팅될 수 있다는 점을 제외하면, 상기 설명된 리소그래피 장치(100)의 프린팅 유닛들(122)의 행들(124)과 유사하다. 일 실시예에서, 각각의 행(524₁, 524₂, 524₃)의 프린팅 유닛들(122)은 동일한 간격으로 배열될 수 있고, 동일한 간격을 유지하기 위해서, 일제히(in unison) 시프팅될 수 있다. 대안적으로, 각각의 행(524₁, 524₂, 524₃)의 이웃하는 프린팅 유닛들(122) 사이의 간격들은 프로세싱 요건에 따라 다양하게 배열될 수 있고, 각각의 프린팅 유닛(122)은 개별적으로 시프팅될 수 있다.

[0053] [0057] 프린팅 유닛들(122)의 각각의 행(524₁, 524₂, 524₃)은, 프레임(532)에 부착된 각각의 안내 바(530) 상에 장착될 수 있다. 안내 바들(530)은 중심축(116)에 대해 실질적으로 평행하게 포지셔닝된다. 일 실시예에서, 각각의 프린팅 유닛들(122)은, 선형 베어링에 의해, 안내 바(530)에 부착될 수 있다. 시프팅 액츄에이터(534)는, 복수 유닛들(122)의 포지션들을 시프팅하도록 복수 유닛들(122)을 안내 바(530)를 따라 이동시키기 위해, 각각의 안내 바(530)에 부착될 수 있다. 도 5b의 실시예에서, 시프팅 액츄에이터(534)는, 프린팅 유닛들(122)을 일제히 이동시키도록 구성된다. 대안적으로, 각각의 프린팅 유닛(122)은 하나의 시프팅 액츄에이터에 부착될 수 있고, 개별적으로 시프팅될 수 있다.

[0054] [0058] 프린팅 유닛들(122)로부터, 가요성 기판(102)의 캡처링된 이미지들을 분석하고, 시스템 제어기(140)가 하는 것과 같이, 캡처링된 이미지들에 따라 노출 패턴들을 생성하는 것에 부가하여, 시스템 제어기(540)는 또한, 원통형 롤러(112)의 회전 방향 및/또는 속도 그리고 복수의 행들(524₁, 524₂, 524₃)의 시프팅을 제어하고 동기화한다(synchronize).

[0055] [0059] 동작 동안, 먼저 원통형 롤러(112)는, 가요성 기판(102) 상의 밴드가 프린팅 유닛(122)의 모든 행들(524₁, 524₂, 524₃)에 의해 프린팅될 수 있도록 이미지 프린팅 조립체(520)에 대해 가요성 기판(102)을 이송하기 위해, 실질적으로 일정한 레이트로 앞으로 회전한다. 프린팅되는 밴드가 제 1 시간 동안 모든 행들(524₁, 524₂, 524₃)을 지나간 후에, 밴드는 오직 부분적으로만 프린팅되는데, 이는, 이미지 프린팅 조립체(520)의 프린팅 유닛들(122)의 개수가, 가요성 기판(102)의 전체 폭을 커버하기 위해 요구되는 프린팅 유닛들(122)의 개수 미만이기 때문이다.

[0056] [0060] 그런 다음에, 원통형 롤러(112)는, 밴드가 제 1 행(524₁)에 대해 다시 한 번 상류가 되도록 밴드를 이송

하기 위해서, 뒤로 회전한다. 프린팅 유닛들(122)의 행들(524₁, 524₂, 524₃)은, 각각의 프린팅 유닛(122)이, 이전에 프린팅되지 않은, 밴드의 영역과 정렬하도록 시프팅될 수 있다.

[0057] [0061] 다음에, 원통형 롤러(112)는 다시, 밴드가 행들(524₁, 524₂, 524₃)을 지나갈 수 있고 다시 프린팅될 수 있도록 가요성 기판(102)의 밴드를 실질적으로 일정한 선속도로 이송하기 위해, 앞으로 회전한다.

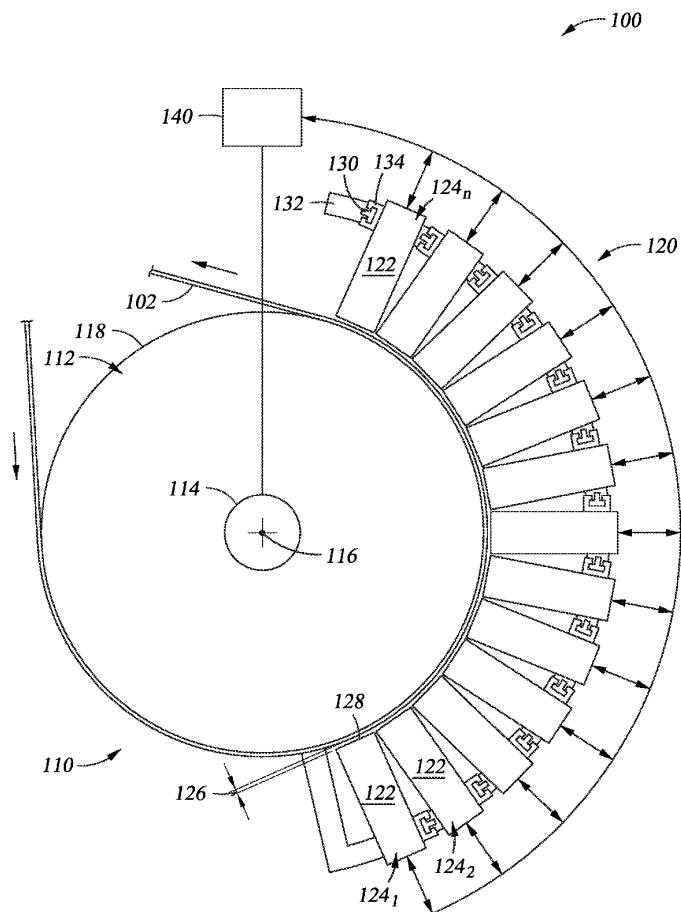
[0058] [0062] 가요성 기판(102)은 밴드의 전체 폭이 프린팅될 때까지 앞뒤로 여러번 이송될 수 있다. 그런 다음에, 원통형 롤러(112)는, 가요성 기판의 다음 밴드를 위한 동일한 프린팅 프로세스를 시작하기 위해, 다시 앞으로 회전할 수 있다.

[0059] [0063] 마스크없는 리소그래피를 위한 장치 및 방법들이 상기 예들에서 논의되었지만, 본 발명의 실시예들은, 유사한 "온-더-플라이(on-the-fly)" 노출 제어를 요구하는 임의의 어플리케이션에서 사용될 수 있다.

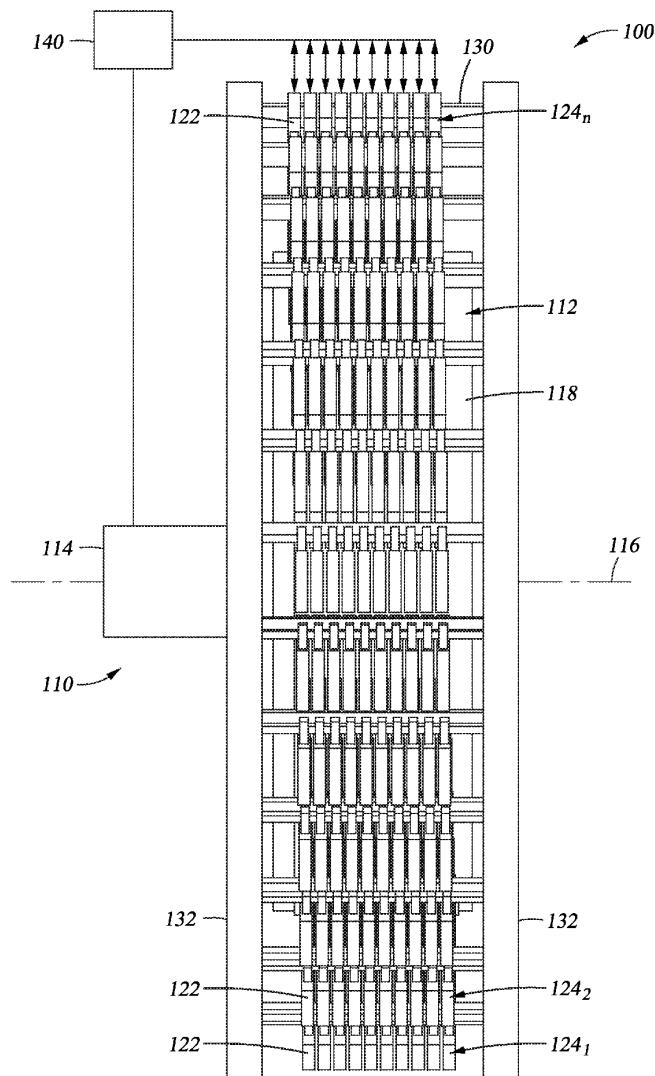
[0060] [0064] 전술한 내용은 본 발명의 실시예들에 관한 것이지만, 본 발명의 다른 그리고 추가적인 실시예들은 본 발명의 기본 범위로부터 벗어나지 않고 안출될 수 있으며, 본 발명의 범위는 이하의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

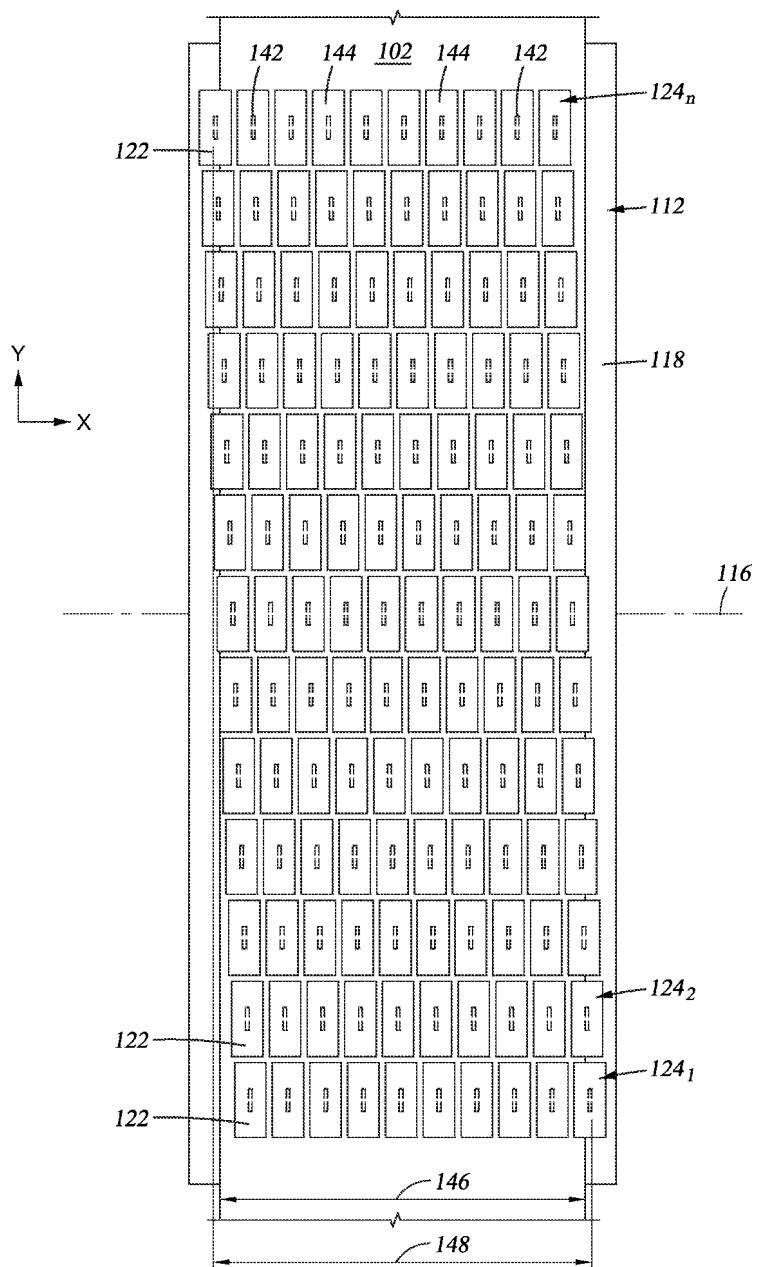
도면1a



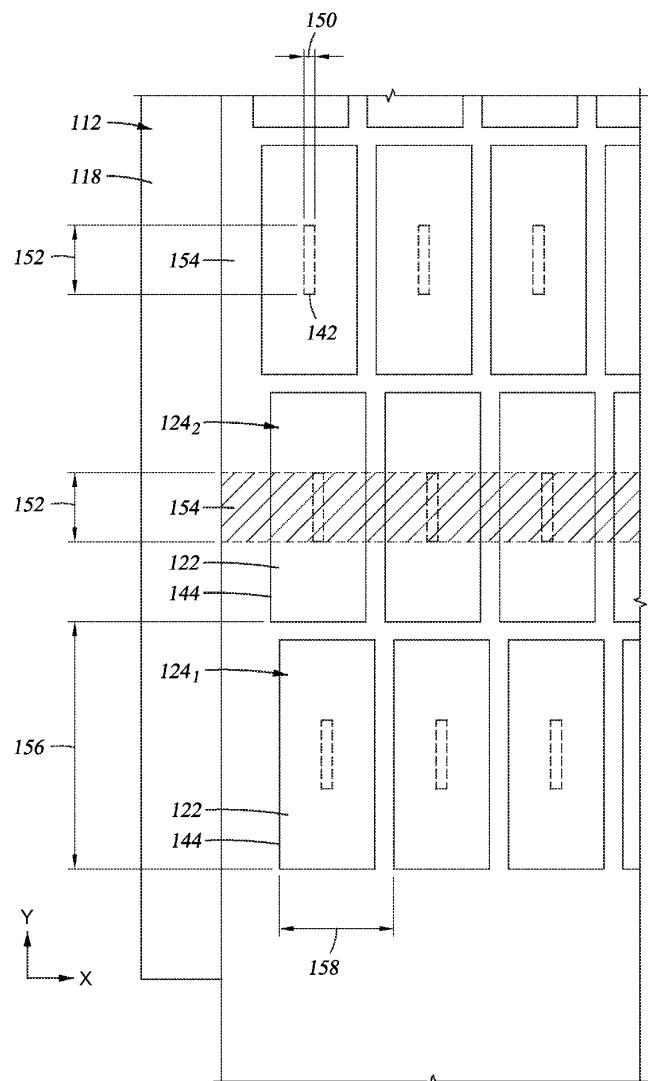
도면1b



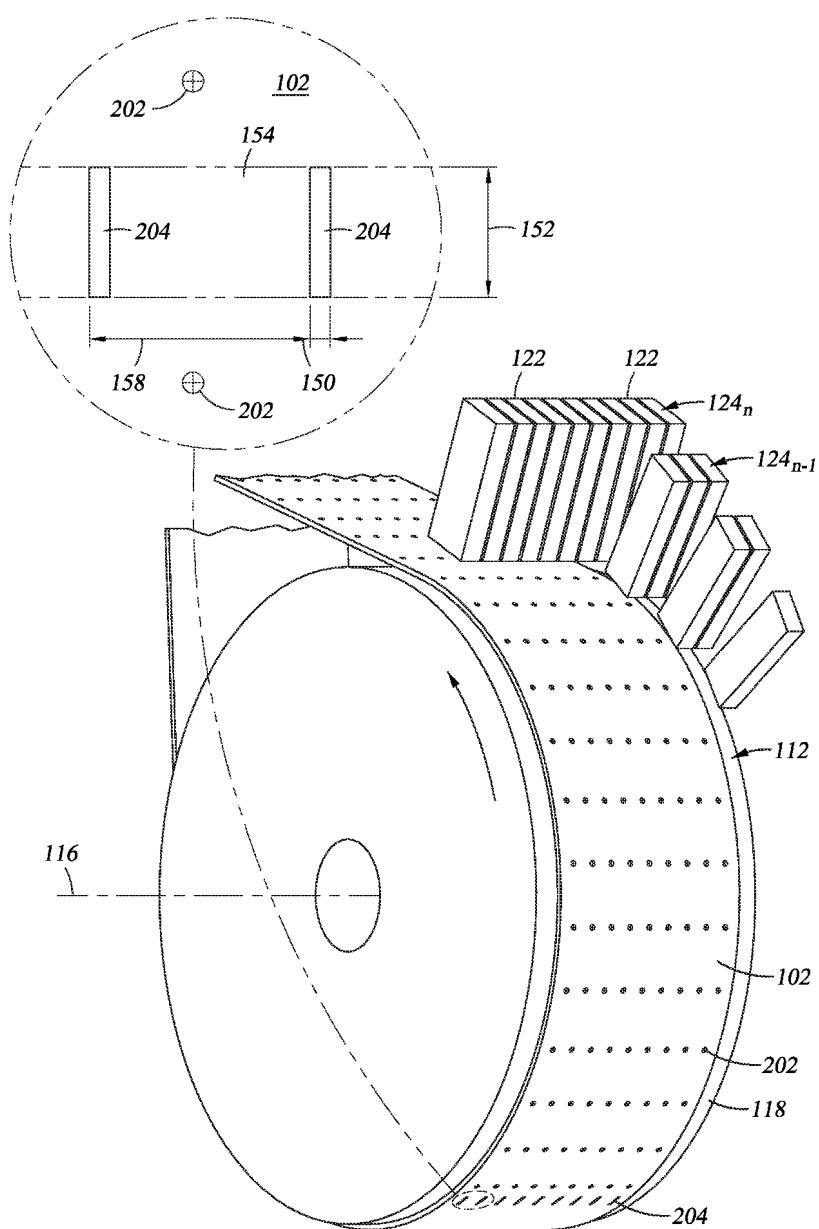
도면1c



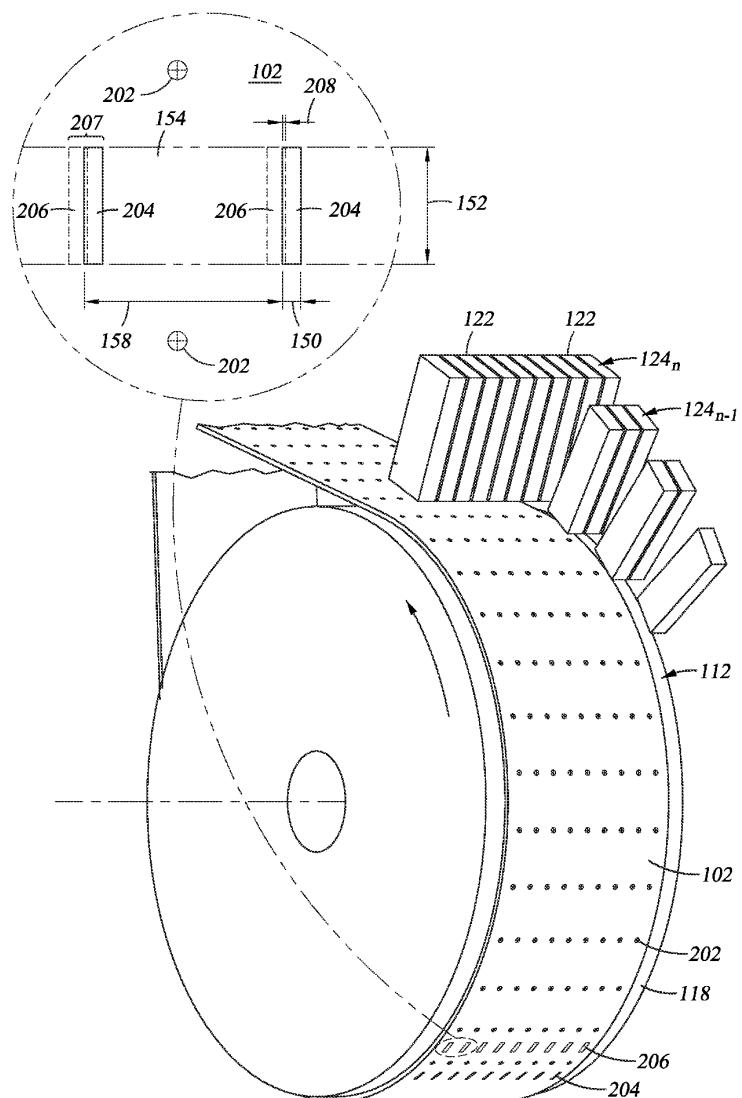
도면1d



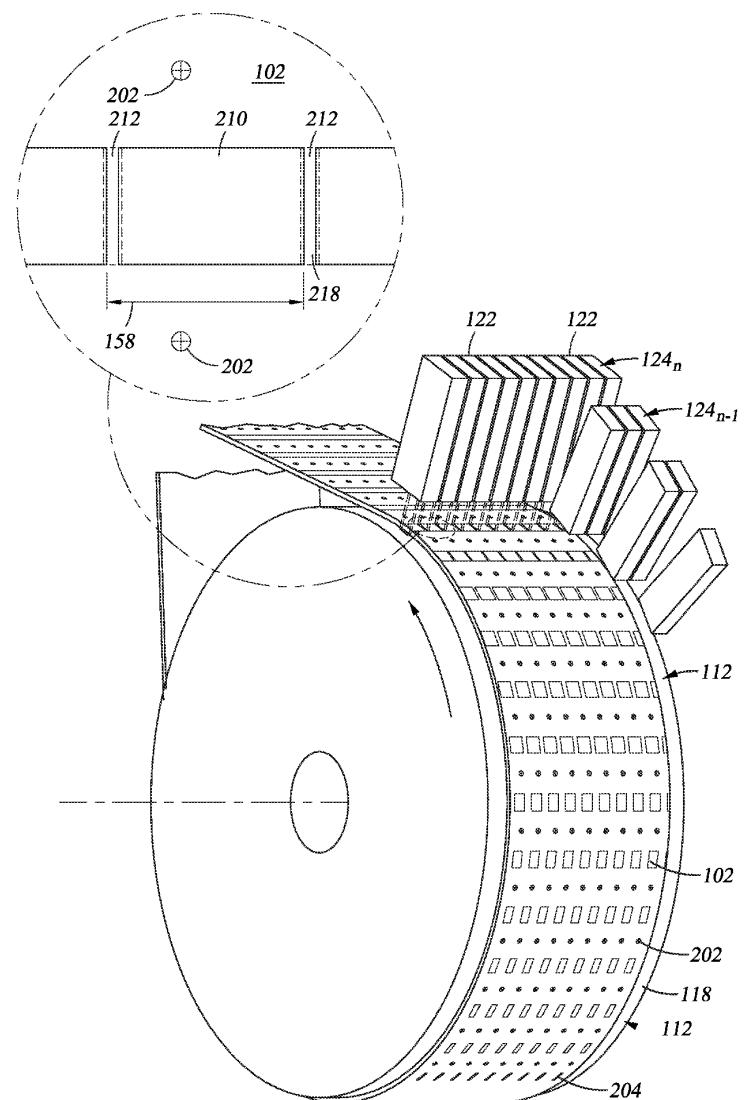
도면2a



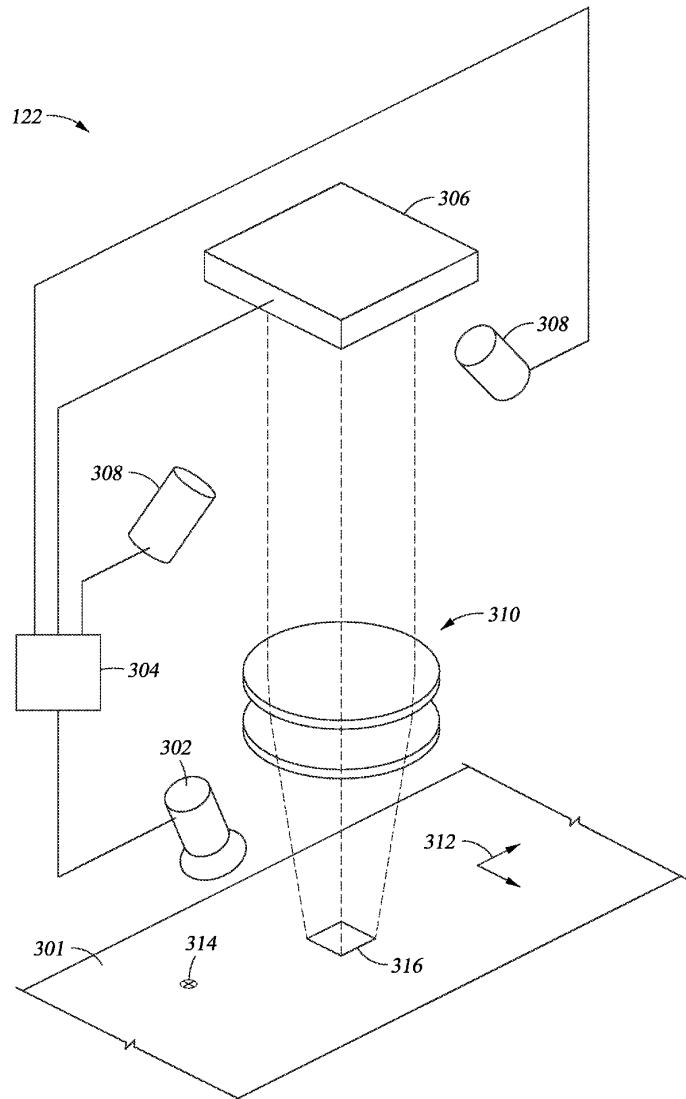
도면2b



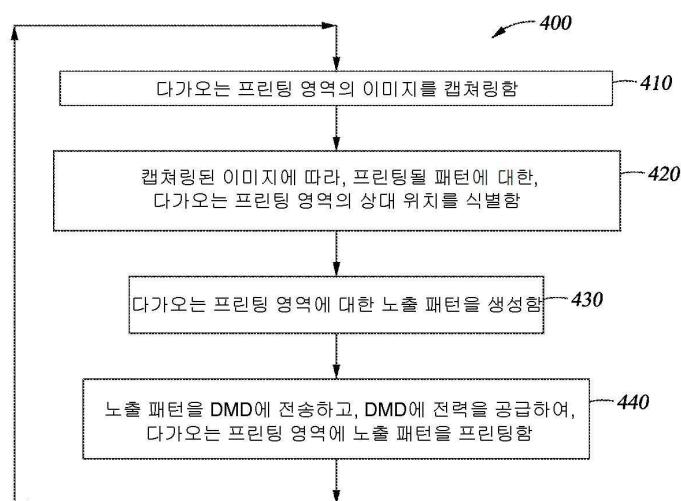
도면2c



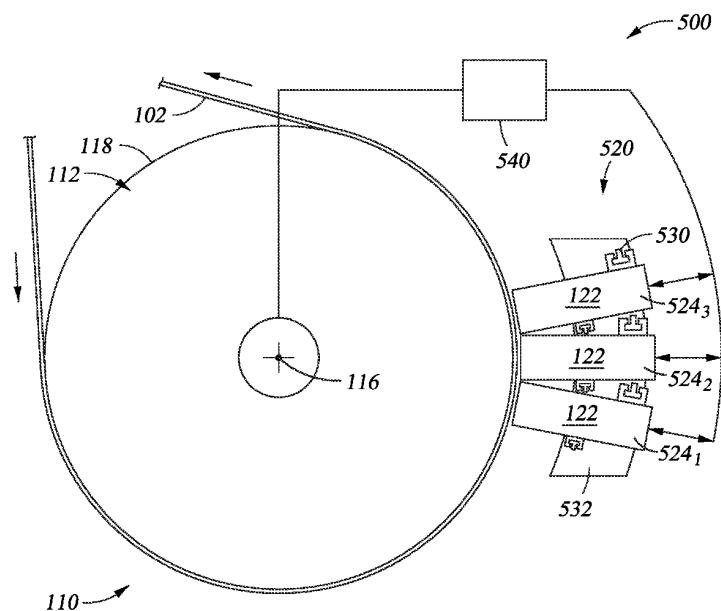
도면3



도면4



도면5a



도면5b

