



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. (11) 공개번호 10-2007-0061061
H01L 21/027 (2006.01) (43) 공개일자 2007년06월13일

(21) 출원번호 10-2006-0040670
(22) 출원일자 2006년05월04일
심사청구일자 없음

(30) 우선권주장 05111920.4 2005년12월09일 유럽특허청(EPO)(EP)
11/305,157 2005년12월19일 미국(US)
200610051397.2 2006년01월04일 중국(CN)
JP-P-2005-00365443 2005년12월19일 일본(JP)

(71) 출원인 오브듀캣 아베
스웨덴 에스-201 25 말피 피.오. 박스 580

(72) 발명자 헤이다리, 바박
스웨덴 에스이-244 65 후루룬드 소드라 룡바겐 10

(74) 대리인 남상선

전체 청구항 수 : 총 37 항

(54) 인터미디어트 스탬프를 갖는 패턴 복제를 위한 장치

(57) 요약

본 발명은, 템플릿(1)으로부터 기판의 타겟면으로 패턴을 전사시키기 위한 2 단계 공정을 수행하기 위한 임프린트 장치와 관련된다. 장치는, 제 1 임프린트 기구(200)에서 템플릿으로부터 임프린트에 의해 만들어진, 예를 들어 유연한 폴리머 스탬프(10)로부터, 인터미디어트 디스크를 생성함에 의해 작동한다. 이때 공급 장치(410)는 인터미디어트 스탬프를 제 2 임프린트 기구(300)로 공급하도록 작동되고, 거기서 인터미디어트 스탬프는 기판의 타겟면에 임프린트를 하기 위해 사용된다.

대표도

도 11

특허청구의 범위

청구항 1.

템플릿(template)의 구조화된(structured) 표면 패턴을 기판의 타겟면으로 전사하기(transferring) 위한 장치로서,

제 1 중간 공간을 두고 서로 마주보도록 배치된, 상호 작용하는(cooperating) 주요부들의 제 1 쌍, 및 제 1 임프린트 단계에서 디스크의 수용면으로 상기 템플릿의 상기 패턴을 전사시키도록 작동 가능한, 상기 제 1 중간 공간을 조정하기 위한 제 1 프레스 장치를 포함하는 제 1 임프린트 기구,

제 2 중간 공간을 두고 서로 마주보도록 배치된, 상호 작용하는 주요부들의 제 2 쌍, 및 상기 제 2 중간 공간을 조정하도록 작동 가능한 제 2 프레스 장치를 포함하는 제 2 임프린트 기구, 및

상기 제 1 중간 공간으로부터 상기 제 2 중간 공간으로 디스크를 이동시키도록 작동 가능한 공급 장치(feeder device)를 포함하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기판의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상호 작용하는 주요부들의 상기 제 1 및 제 2 쌍을 지지하는 지지 구조를 포함하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기판의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

제 1 지지 구조는 상호 작용하는 주요부의 상기 제 1 쌍을 구비하고,

제 2 지지 구조는 상호 작용하는 주요부의 상기 제 2 쌍을 구비하며,

고정 부재(fixation member)가 상기 제 1 및 제 2 지지 구조들을 서로에 대해 고정되도록 지지하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기판의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상호 작용하는 주요부들의 상기 제 1 쌍 중 하나는, 매개물(medium)을 위한 구멍(cavity) 및 상기 구멍에서 상기 매개물의 압력을 조정하기 위한 압력 공급 시스템을 포함하고,

상기 구멍의 벽은, 일 측부가 상호 작용하는 주요부들의 상기 제 1 쌍 중 나머지 하나를 향하는 지지면을 형성하는 멤브레인(membrane)을 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기판의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상호 작용하는 주요부들의 상기 제 2 쌍 중 하나는, 매개물을 위한 구멍 및 상기 구멍에서 상기 매개물의 압력을 조정하기 위한 압력 공급 시스템을 포함하고,

상기 구멍의 벽은, 일 측부가 상호 작용하는 주요부들의 상기 제 2 쌍 중 나머지를 향하는 지지면을 형성하는 멤브레인을 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상호 작용하는 주요부들의 상기 제 1 쌍 중 하나는, 템플릿 지지 장치(holding device)를 갖는 템플릿 지지면을 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 템플릿 지지 장치는, 기계적 템플릿 지탱 부재(retaining member)를 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 8.

제 6 항에 있어서,

상기 템플릿 지지 장치는, 진공 공급 소스, 상기 진공 공급 소스 및 상기 지지면에서 오리피스(orifice) 사이에 연결된 도관, 및 상기 오리피스 주위에 배치된 시일(seal)을 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

상호 작용하는 주요부들의 상기 제 1 쌍 중 하나는, 히터 장치(heater device)를 갖는 템플릿 지지면을 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 히터 장치에 연결된 온도 조절 기구를 포함하는 것을 특징으로 하는,
템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 11.

제 1 항에 있어서,

상호 작용하는 주요부들의 상기 제 1 쌍 중 하나는, 상기 제 1 중간 공간을 향하여 복사(radiation)를 발하도록 작동 가능한, 복사 소스를 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 12.

제 1 항에 있어서,

상호 작용하는 주요부들의 상기 제 2 쌍 중 하나는, 상기 제 2 중간 공간을 향하여 복사를 발하도록 작동 가능한, 복사 소스를 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 13.

제 6 항에 있어서,

상기 공급 장치는, 상기 제 1 중간 공간에 존재하는 임프린트된 디스크와 맞물려 붙잡도록(engage and grab) 작동 가능한 디스크 파지(grabbing) 부재, 및 상기 템플릿으로부터 상기 디스크를 분리하도록 작동 가능한 디스크 풀링(pulling) 부재를 구비하는, 분리 기구(separation unit)를 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 14.

제 6 항에 있어서,

상기 디스크 풀링 부재는, 주변(off-centre) 위치에서 임프린트된 디스크를 맞물리도록 배열된 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 디스크 풀링 부재는, 상기 템플릿으로부터 떨어지고 상기 디스크의 중앙으로 배향된, 당기는 힘을 상기 디스크에 제공하도록 배열된 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 16.

제 13 항에 있어서,

상기 디스크 파지 부재는, 디스크의 측면 에지의 주위를 붙잡도록 작동 가능한 기계적 파지 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 17.

제 13 항에 있어서,

진공 공급 시스템, 상기 진공 공급 시스템 및 상기 디스크 파지 부재에서 입구 사이에 연결된 도관, 및 상기 입구 주위에 배치된 시일을 포함하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 18.

제 4 항에 있어서,

상기 멤브레인은, 상기 주요부로부터 분리되고, 상기 구멍을 형성하기 위해 상기 주요부의 일부의 주위로 배치된 가스켓(gasket)과 맞물린 채 놓이도록 배열된 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 19.

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 임프린트 단계의 각 사이클 동안, 새로운 멤브레인을 상기 제 1 중간 공간으로 연속적으로 공급하기 위해, 상기 제 1 프레스 장치와 동시에 작동하는 멤브레인 공급 시스템을 포함하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 20.

제 19 항에 있어서,

상기 멤브레인 공급 시스템은, 제 1 롤러로부터 상기 제 1 중간 공간에 위치시키고 후속하여 제 2 롤러로, 회전하여 나가도록(rolled off) 배열된, 멤브레인 리본 및 한 쌍의 롤러를 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 21.

제 19 항에 있어서,

상기 멤브레인 공급 시스템은, 상기 제 1 프레스 장치의 조정 방향에 평행한 방향으로, 상기 제 1 중간 공간에 존재하는 상기 멤브레인 일부를 이동시키도록 배열된 멤브레인 이동 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 22.

제 4 항에 있어서,

상기 템플릿 및 상기 디스크가 상기 제 1 중간 공간에서 샌드위치 배치로 놓이고,

상기 샌드위치 배치로부터 떨어져 마주보는 상기 멤브레인의 반대 표면과 접촉한 채 놓이도록 조절된 멤브레인 프레스 부재, 및 상기 멤브레인의 주변을 향하여 상기 반대 표면 위로 상기 프레스 부재를 통과시키도록 조절된 프레스 이동 기구 (press displacing unit)를 포함하는, 상기 샌드위치 배치 위로 상기 멤브레인이 놓이는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 23.

제 22 항에 있어서,

상기 프레스 부재는, 상기 반대 표면 상을 구르도록 제어된 프레스 롤러를 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 24.

제 1 항에 있어서,

디스크 스택으로부터 디스크를 잡고 상기 제 1 중간 공간에 상기 디스크를 위치시키도록 작동 가능한, 디스크 삽입 장치를 포함하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 25.

제 1 항에 있어서,

상기 디스크는 폴리머 호일인 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 26.

제 25 항에 있어서,

상기 폴리머 호일은, 폴리카르보네이트(polycarbonate), 폴리메틸 메타아크릴레이트(polymethyl methacrylate, PMMA) 또는 시클로-올레핀 코폴리머(cyclo-olefin copolymer, COC)로 만들어진 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 27.

제 4 항에 있어서,

상기 멤브레인은, 폴리머 재료로 만들어진 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 28.

제 4 항에 있어서,

상기 멤브레인은, 폴리카르보네이트, 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리에틸렌(polyethylene), PDMS 또는 PEEK로 만들어진 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 29.

제 1 항에 있어서,

기관의 스택으로부터 기관을 잡고 상기 제 2 중간 공간에 상기 기관을 위치시키도록 작동 가능한, 기관 삽입 장치를 포함하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 30.

제 1 항에 있어서,

탈이온화(de-ionizing) 가스의 소스, 및 상기 소스에 연결되고 상기 디스크로 탈이온화 가스를 보내도록 배향된 노즐(nozzle)을 포함하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 31.

제 5 항에 있어서,

상기 디스크는, 상기 구멍을 형성하기 위해, 상호 작용하는 주요부들의 상기 제 2 쌍의 상기 하나의 일부를 주위로 배치된 가스킷과 맞물린 채 놓인 것에 의해, 상기 멤브레인으로서 작용하도록 배치된 폴리머 호일인 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 32.

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 임프린트 단계를 위한 상기 제 2 중간 공간으로 그리고 차후에 상기 제 2 중간 공간으로부터 벗어나도록, 상기 공급 장치는, 연속적 일부들이 상기 디스크로서 사용되는 호일 리본, 및 상기 제 1 임프린트 단계를 위한 상기 제 1 중간 공간에서, 상기 리본을 위치시키도록 배치된 공급 모터를 포함하는 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 33.

제 32 항에 있어서,

상기 호일 리본이 감겨있고, 그로부터 상기 리본이 풀려 나와서 상기 제 1 및 상기 제 2 중간 공간을 통해 회전하여 나가도록 당겨지는, 롤러를 포함하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 34.

제 1 항에 있어서,

상기 공급 장치는, 임프린트된 디스크를 상기 제 1 중간 공간으로부터 상기 제 2 중간 공간으로 이동시키도록 작동 가능하고,

상기 제 2 임프린트 기구는, 제 2 임프린트 공정에서 상기 디스크의 상기 전사된 패턴을 상기 타겟면으로 임프린트 하도록 작동 가능한 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 35.

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치로서,

제 1 중간 공간을 두고 서로 마주보도록 배치된 상호 작용하는 주요부들의 제 1 쌍, 제 1 중간 공간 조정 장치, 및 상기 템플릿 패턴의 복제물을 가진 수용면을 갖는 스탬프를 형성하기 위해, 상기 제 1 중간 공간에서 상기 템플릿의 상기 구조화된 표면 위로 녹은 폴리머 재료를 공급하도록 고안된 폴리머 공급 장치(polymer applier device)를 구비한, 성형 기구,

제 2 중간 공간을 두고 서로 마주보도록 배치된 상호 작용하는 주요부들의 제 2 쌍, 및 프레스를 포함하는 제 2 중간 공간 조정 장치를 포함하는 임프린트 기구, 및

상기 제 1 성형 기구에서 형성된 스탬프를 상기 제 1 중간 공간으로부터 상기 제 2 중간 공간으로 이동시키도록 작동 가능한 공급 장치를 포함하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하기 위한 장치.

청구항 36.

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하는 방법으로서,

제 1 임프린트 단계에서, 상기 구조화된 표면의 상기 패턴을 제 1 임프린트 기구에서 인터미디에트 디스크의 수용면으로 전사시키는 단계;

상기 임프린트된 인터미디에트 디스크를 상기 제 1 임프린트 기구로부터 제 2 임프린트 기구로 이동시키는 단계; 및

제 2 임프린트 단계에서, 상기 수용면의 상기 패턴을 상기 제 2 임프린트 기구에서 상기 타겟면으로 전사시키는 단계를 포함하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하는 방법.

청구항 37.

제 36 항에 있어서,

상기 인터미디에트 디스크는 폴리머 호일인 것을 특징으로 하는,

템플릿의 구조화된 표면 패턴을 기관의 타겟면으로 전사하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

발명이 속하는 기술 분야

본 발명은, 임프린트 리소그래피(imprint lithography)를 위한 패턴 전사 공정에서 사용 가능한 장치에 관한 것이고, 구조화된 표면을 갖는 템플릿으로부터 기관의 타겟면으로 패턴을 전사시키기 위한 공정을 포함한다. 더 상세하게 본 발명은, 2 단계 공정을 수행하기 위해 서로 동시에 작용하는 두 개의 임프린트 기구들을 포함하는 장치에 관한 것이다. 제 1 임프린트 기구에서, 인터미디에트 스탬프를 얻기 위한 임프린트에 의해, 템플릿 패턴의 복제는 인터미디에트 디스크, 바람직하게는 유연한 폴리머 호일의 안 또는 위에 형성된다. 이때 인터미디에트 스탬프는 제 1 임프린트 기구로부터 제 2 임프린트 기구로 이동되고, 거기서 인터미디에트 스탬프는, 기관의 타겟면의 성형 가능한 층에 패턴을 임프린트 하기 위한 제 2 단계에서 사용된다.

배경기술

예를 들어 100 나노미터 또는 그보다 작은 정도의 구조와 같은 나노구조를 생산하는데 가장 강력한 기술 중 하나는, 나노 임프린트 리소그래피(nanoimprint lithography, NIL)이다. 나노임프린트 리소그래피에서, 종종 스탬프라고 불리는 템플릿의 표면 패턴의 역복사물은, 기관 및 거기로 가해진, 예를 들어 폴리머 재료와 같은 레지스트(resist)라고 종종 불리는 성

형 가능한 층의 필름을 포함하는, 대상물에 전사된다. 대상물을 폴리머 필름의 유리 전이 온도 이상의 적당한 온도로 가열한 후, 스탬프는 필름으로 프레스 되고, 요구되는 패턴 깊이가 필름으로 전사된 후, 종종 탈형(demolding)이라고 불리는 스탬프의 냉각 및 방출이 뒤따른다. 대안적으로, 예를 들어, 자외선 복사에 노광 하에서 가교-결합되도록(cross-linked) 복사에 민감한 폴리머, 또는 복사에 노광 하에서 폴리머로 경화되는(cured) 프리폴리머(pre-polymer)와 같은 포토-레지스트(photo-resist) 재료에 의해 기판은 덮인다. 이는 기판 또는 스탬프가 가해진 복사에 투과성이 있을 것을 요구한다. 임프린트가 된 후 차후에 수행되는 공정에서, 기판 및 패턴이 있는 폴리머 필름을 포함하는 대상물은, 기판의 타겟면으로 패턴을 전사하기 위해 임프린트된 영역 안에서, 예를 들어 기판의 에칭에 의해, 후처리 될(post-processed) 수 있다.

상기에서 설명된 임프린트 공정은, 템플릿으로부터 기판을 덮은 성형 가능한(moldable) 층으로 완벽한 패턴 전사를 이루기 위해 고려되어야 할 약간의 어려움이 있다.

만일 템플릿 및 기판이, 일반적으로 동일하지 않은데, 동일한 재료로 만들어지지 않는다면, 이들은 전형적으로 서로 다른 열 팽창 계수를 가질 것이다. 이는, 템플릿 및 기판의 가열 및 냉각 동안, 팽창 및 수축의 정도가 다를 것이라는 것을 의미한다. 치수의 변화가 적다고 하더라도, 패턴의 특징은 마이크로미터 또는 나노미터의 정도로 전사되기 때문에, 이는 임프린트 공정을 손상시킬 수 있다. 따라서 결론적으로 감소된 복제 정확성(fidelity)이 나타날 수 있다.

매우 자주 유연하지 않은 스탬프 또는 기판의 재료가 사용되고, 스탬프가 기판으로 프레스 될 때, 이는 스탬프 및 성형 가능한 층 사이의 공기의 내포를 유도할 수 있고, 또한 복제 정확성을 떨어뜨릴 수 있다. 또한, 임프린트 공정 동안 스탬프 및 성형 가능한 층 사이의 입자들의 내포는, 특히 스탬프 및 기판이 모두 유연한 재료로 만들어지지 않은 때, 스탬프 또는 기판에 현저한 손상을 가져올 수 있다. 스탬프 또는 기판, 또는 모두에 대한 물리적 손상은, 유연하지 않은 기판으로부터 유연하지 않은 스탬프의 탈형에 의해 또한 발생할 수 있고, 임프린트 공정 후 높은 종횡비(aspect ratio)를 갖는 패턴을 포함하는 템플릿 및 기판의 탈형은 어렵다. 일단 손상된 스탬프는 보통 재활용이 안 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

발명의 목적은, 높은 복제 정확성을 가지며, 산업적으로 채택하기 쉽고 적당한 향상된 임프린트 시스템을 위한 해법을 제공하는 것이다.

언급된 목적을 충족하도록 고안된 발명의 실시예는, 템플릿의 구조화된 표면의 패턴을 기판의 타겟면으로 전사하기 위한 장치와 관련되고, 장치는 다음의 구성을 포함한다.

제 1 중간 공간을 갖고 서로 마주보고 배치된 상호 작용하는 주요부들의 제 1 쌍, 및 제 1 임프린트 단계에서 디스크의 수용면으로 템플릿의 패턴을 전사시키도록 작동 가능한, 제 1 중간 공간을 조정하기 위한 제 1 프레스 장치를 포함하는, 제 1 임프린트 기구.

제 2 중간 공간을 갖고 서로 마주보고 배치된 상호 작용하는 주요부들의 제 2 쌍, 및 제 2 중간 공간을 조정하도록 작동 가능한 제 2 프레스 장치를 포함하는, 제 2 임프린트 기구.

제 1 중간 공간으로부터 제 2 중간 공간으로 디스크를 이동시키도록 작동 가능한 공급 장치(feeder device).

바람직한 실시예에서 공급 장치는, 인터미디에트 스탬프의 임프린트된 표면이 기판의 타겟면 위의 성형 가능한 층을 향하도록, 제 1 중간 공간에서 임프린트된 디스크를 잡아서 제 2 중간 공간으로 이동시키고 방출하여 기판과 접촉하도록, 디스크를 위치시키도록 제어된다. 이후, 제 2 임프린트 기구는, 제 2 임프린트 단계에서 디스크의 전사된 패턴이 타겟면으로 임프린트 되도록 작동 가능하다.

이에 의해 본 발명은, 자동화된 임프린트 장치를 제공하고, 거기서 마스터 템플릿으로부터 기판으로 패턴을 전사하는 공정은, 두 개의 활동적으로 연결된 임프린트 기구들에서 수행되는 두 개의 임프린트 단계들을 거쳐 수행된다. 바람직하게, 폴리머 호일은 인터미디에트 스탬프를 만들기 위한 디스크를 위해 사용된다. 이러한 방법으로, 상대적으로 단단한 반도체 기판 위에 직접적으로 임프린트 하는 것과 비교하여 손상의 위험 및 마모를 최소화하는, 폴리머 호일의 상대적으로 부드러운 재료에서만 템플릿은 임프린트를 위해 사용된다.

본 발명은, 여기서 "두 단계 임프린트 공정"이라고 불리는 것에 관련된 것이다. 이 용어는, 임프린트 공정에 의해, 제 1 단계에서 나노미터 및/또는 마이크로미터 크기의 패턴이 있는 표면을 갖는 템플릿의 하나 또는 다수의 복제물이, 하나 또는 다수의 유연한 폴리머 호일(foil)에 형성되는 공정으로서 이해될 수 있다. 임프린트된 폴리머 호일은 제 2 단계에서 폴리머

스탬프로서 사용될 수 있다. 대안적으로, 임프린트된 폴리머 호일은, 후속적으로 제 2 단계에서 사용되는 다른 폴리머 호일에 다른 임프린트를 만들기 위해 스탬프로서 사용될 수 있다. 이런 방법으로, 공정의 제 1 단계는, 패턴이 원형 템플릿의 패턴과 역으로 된 네거티브 폴리머 복제물 및 패턴이 원형 템플릿의 패턴과 유사하고 유연한 포지티브 폴리머 복제물을 발생시킬 수 있다. 제 2 단계에서, 이렇게 생산된 복제물은, 열적 임프린트, 자외선 임프린트 또는 둘 모두를 사용하는 차후에 수행되는 임프린트 공정을 통하여, 대상물 표면에 패턴을 복제하는 유연한 폴리머 스탬프로서 사용될 수 있다.

여기서 사용되는 "나노 임프린팅 공정" 또는 "임프린트 공정"이란 용어는, 템플릿 또는 스탬프의 나노- 및/또는 마이크로-구조화된 표면 패턴의 역복제물(inverted copy)을 생성하는 공정에 관한 것이고, 층을 변형시키기 위하여 폴리머 또는 프리폴리머(pre-polymer)와 같은 성형가능한 층에 스탬프를 프레싱(pressing)함에 의해 생성되는, 베이스와 층이 서로 다른 재료로 이루어진 경우에, 층은 베이스 또는 기판 위에 있는 개별 코팅된 멤브레인일 수 있다. 대안적으로, 층이 단순히 하나의 재료로 된 대상물의 일부가 될 수 있는데, 이때, 대상물의 표면으로부터 대상물의 단일체(bulk) 내부로 소정의 깊이까지 밀어넣어있는 부분으로서 정의된다. 성형가능한 층은, 임프린팅(예를 들면 핫 엠보싱(hot embossing)) 공정 동안, 유리전이온도(glass transition temperature) 위로 가열되었다가 상기 유리전이온도 아래로 냉각되고, 그리고/또는 폴리머는 임프린팅 공정 동안 또는 이후, 자외선 노광(exposure)의 도움으로 경화되거나(cured) 가교-결합될(cross-linked) 수 있다. 템플릿의 및 임프린트된 층의, 패턴이 있는 표면은, 깊이 및 폭에 있어서 모두 마이크로미터 또는 나노미터 스케일의 구조를 가질 수 있다.

"유연한 폴리머 호일"이라는 용어는, 열가소성(thermoplastic) 폴리머, 열경화성(thermosetting) 폴리머, 및/또는 자외선에 노광 후 가교-결합될 수 있는 폴리머를 포함하는, 대부분의 경우에 유연하고 연성이 있으며(ductile) 투과성 호일을 지칭한다. 폴리머 호일의 바람직한 예는, 폴리카르보네이트(polycarbonate), 폴리메틸 메타아크릴레이트(polymethyl methacrylate, PMMA) 및 시클로-올레핀 코폴리머(cyclo-olefin copolymer, COC)이다.

"복제 정확성(replication fidelity)"이란 용어는, 스탬프 구조의 역복제물(inverted copy), 즉 역복제물의 생성을 지칭하고, 이 경우 스탬프 표면의 역으로 된 표면 형태는 완전히 복제된다.

본 발명에 따라, 두 단계 임프린트 공정이 제공될 수 있는데, 두 단계 공정의 제 1 단계에서, 패턴이 있는 표면을 갖는 템플릿의 복제물은, 인터미디어트 디스크(intermediate disc)에서 임프린트에 의해 형성된다. 이하의 실시예의 대부분에서, 디스크는 유연한 폴리머 호일이다. 더 깊이가 논의되지 않는 선택적 해법은, 한쪽이 폴리머 또는 프리폴리머와 같은 성형가능한 층으로 코팅된, 금속의 얇은 시트 또는 반도체 재료와 같은 다른 재료에 의해 인터미디어트 디스크를 제공하는 것이다. 이러한 실시예에서, 시트의 코팅된 부분은, 제 1 단계에서 템플릿으로 임프린트 되고 제 2 단계에서 스탬프 표면으로서 사용된다. 폴리머 호일의 사용은, 낮은 가격 및 유연성과 같은 여러 장점을 가지고, 폴리머 재료는 템플릿 및 기판, 모두의 재료보다 일반적으로 부드럽다. 따라서 이하에서 인터미디어트 디스크가 논의될 때, 유연한 폴리머 호일에 대한 참조가 주로 이루어질 것이다.

제 2 단계에서, 차후의 임프린트 공정을 통해 대상물 표면에 패턴을 복제하기 위해, 복제물은 스탬프, 바람직하게는 유연한 폴리머 스탬프로서 사용된다. 적어도 제 2 단계에서, 자외선-도움을 받는(radiation-assisted) 임프린트는, 열 팽창 효과가 최소화되는 조절된 일정 온도에서 수행되는 것이 바람직하다.

이러한 방법으로, 금속, 석영, 실리콘 또는 다른 본질적으로 유연하지 않은 재료와 같은 재료로 만들어진, 내구력이 있고(durable) 상대적으로 유연하지 않은 템플릿은, 폴리머 스탬프를 만들기 위해 유연한 폴리머 호일에 그 패턴을 임프린트하는데 유리하게 사용될 수 있고, 이때 폴리머 스탬프는 기판의 타겟면(target surface) 위의 성형 가능한 층에 임프린트 하는데 유리하게 사용될 수 있다. 본 발명에 의하여, 상대적으로 단단하고 유연하지 않은 템플릿은, 인터미디어트 폴리머 스탬프를 만들기 위해 상대적으로 부드럽고 더 유연한 폴리머 호일에 임프린트 하는데 사용되고, 이 후 상대적으로 유연하고 부드러운 폴리머 스탬프가, 예를 들어 실리콘으로 이루어질 수 있는 상대적으로 단단하고 유연하지 않은 기판 위의 성형가능한 층에 임프린트 하는데 사용된다. 템플릿이 덜 닳고 더 적은 기판이 손상되는 결과로, 금속 및 실리콘, 또는 석영 및 실리콘과 같이 두 개의 대체로 단단하고 유연하지 않은 재료들 사이에서의 임프린트 단계는, 이에 의해 유리하게 회피된다.

또한, 인터미디어트 디스크 또는 스탬프를 위한 기초로서 가교-결합(cross-linking)에 사용 가능한 파장 영역에서 투과성이 있는(transparent) 폴리머 호일을 사용하는 것에 의해, 또는 다른 방법으로 자외선에 민감한 성형가능한 층을 강화시키는 것에 의해, 자외선-도움을 받는 임프린트는, 폴리머 스탬프를 생성하는데 있어서 그리고 기판 위에 임프린트를 위한 폴리머 스탬프를 사용할 때, 선택적으로 사용될 수 있는 한편, 템플릿 및 기판은, 사용 가능한 파장 영역의 복사에 대해 투과성이 없는 재료로 이루어질 수 있다.

템플릿은 생산하기에 상대적으로 비싼 부품이고, 언급한 것처럼 일단 손상된 템플릿을 수선하거나 재활용하는 것은 보통 불가능하다. 그러나, 폴리머 스탬프는, 본 발명에 따른 방법에 따라서 상대적으로 덜 비싼 재료로 쉽게 만들어지고, 여러번 또는 단 한번이라도 사용된 후에 바람직하게 처분된다. 폴리머 스탬프는, 기관으로부터 탈형되거나(demold) 방출될 수 있고 이때 버려질 수 있으며, 또는 기관의 목적면에 강화된 성형가능한 층 또는 기관을 제외하고 폴리머 스탬프만 녹이도록 선택된 적당한 액체 용액으로 된 베스(bath)에서 기관의 목적면을 계속 접촉시키는 것에 의해 녹을 수 있다.

생성된 폴리머 스탬프는 기관의 타겟면 위에 임프린트를 위한 제 2 템플릿으로 사용되고 기관은 일반적으로 폴리머 물질이 아니기 때문에, 폴리머 스탬프 및 기관의 열팽창 계수는 전형적으로 다른 것이다. 이런 시나리오로부터 비롯된 앞서 언급된 단점들을 극복하기 위해, 폴리머 스탬프가 기관 위의 성형 가능한 층에 프레스 되는 경우에, 최소한 제 2 임프린트 단계가 자외선-도움 및 열-도움이 결합된 임프린트 공정에 따라 수행된다. 이 공정에 따르면, 자외선에 민감한 재료는 기관 위에 성형가능한 층으로서 사용되고, 폴리머 스탬프 및 기관을 함께 프레스하고 성형가능한 층을 복사로 가득하게 하며 층을 포스트베이킹(postbaking)하는 단계들과, 또한 바람직하게는 기관으로부터 폴리머 스탬프를 탈형하고 압력을 방출하는 단계들은, 온도 조절 장치에 의해 유지되는 상승된 일정 온도에서 수행된다. 온도 조절 장치는, 전형적으로 히터 장치, 정해진 온도를 얻고 유지하기 위해 열 공급의 균형을 위한 제어 회로 및 가능하다면 냉각 장치를 또한 포함한다.

발명의 구성

두 단계 공정의 제 1 또는 제 1 단계는, 도면의 1a 내지 1f를 참고하면서 설명될 것이다. 두 개의 다른 실시예에 따른 제 1 단계의 공정이 도 1에 개략적으로 도시되어 있다. 도 1a 내지 1f의 공정은 열적 임프린트를 사용하는 인터미디에트 폴리머 스탬프의 생성을 도시한다. 그러나 이하에서 윤곽이 나타날 것처럼 폴리머 스탬프의 생성을 위한 다른 가능한 기술들이 있다.

도 1a는, 예를 들어 실리콘, 니켈 또는 알루미늄과 같은 다른 금속, 석영 또는 심지어 폴리머 재료로 만들어진 템플릿(1)을 도시한다. 템플릿(1)은, 마이크로미터 또는 나노미터 단위의 높이와 폭을 갖는, 림(rib), 그루브, 돌출부(protrusion) 또는 리세스(recess)를 포함하는, 패턴이 있는 표면(2)을 갖는다. 템플릿(1)은, 예를 들어 열가소성 폴리머, 열경화성 폴리머, 및/또는 자외선에 대한 노광에 의해 가교-결합될 수 있는 폴리머로 만들어진, 유연한 폴리머 호일(3)의 표면(4)과 마주보고 접촉하고 있는 표면(2)을 갖는다. 적당한 폴리머 호일 재료들의 더욱 구체적 예들은, 폴리카르보네이트, COC 및 PMMA를 포함한다. 바람직한 실시예에서, 템플릿 표면(2) 및 폴리머 호일(3)의 표면(4)은, 이들 재료의 조성 또는 템플릿 표면(2) 및/또는 폴리머 호일 표면(4)에 있는 반접착(anti-adhesion) 층의 특징 때문에, 서로에 대해서 반접착 성질을 나타낸다.

도 1b)에서 도시된 것과 같은 적당한 임프린트 공정에 의해, 템플릿 표면(2)의 패턴의 반대형태가 유연한 폴리머 호일(3)의 표면(4)에 표면층으로 형성된다. 템플릿 표면(2)은 폴리머 호일(3)의 표면(4)과 접촉하여 놓인 후, 폴리머 호일은, 호일의 표면 층에서 사용된 폴리머의 유리 온도(Tg) 이상의 온도로 가열된다. 폴리머 호일은 단일체(massive)일 수 있는데, 예를 들어 전체 폴리머 호일에 걸쳐 대략 동일한 조성을 가질 수 있거나, 임프린트에 적합한 다른 조성을 갖는, 표면(4)에 접촉된 표면층을 갖는, 실제 폴리머 호일의 기본 조성을 가질 수 있다. 표면층이 그 유리전이온도에 접근할 때, 표면(2)의 패턴이 폴리머 호일(3)의 표면(4)에서 표면층에 임프린트 되도록, 압력은 템플릿(1) 및 폴리머 호일(3) 모두를 프레스 하도록 가해진다. 프레스는, 발명에 따른 공정의 제 2 단계를 참고하여 더 상세하게 설명될 것처럼, 멤브레인에 의해 공급되는 액체 또는 기체 압력을 사용하는, 소프트 프레스 기술에 의해 행해질 수 있다. 대안적으로, 보다 통상적인 하드 프레스 기술이 사용될 수 있다. 제 1 단계에서 생성된 폴리머 스탬프는 최종 생성물이 아니기 때문에, 평행(parallelism)은, 제 2 단계에서와 마찬가지로, 제 1 단계의 결정적인 요소는 아니다.

언급된 것처럼, 표면층을 부드럽게 하기 위해, 도시된 실시예는 열적 임프린트를 사용하였고, 따라서 폴리머 호일(3)은 압력이 가해지기 전에 가열된다. 상기 열적 제 1 단계에 따른 구체적 예는 이하에서 나타난다. 선택적 수단은, 자외선에 대한 폴리머 호일의 선택된 부분에 가해진 노광을 대안적으로 또는 부가적으로 포함할 수 있다. 만일 또한 폴리머 호일의 재료가 복사에 대한 노광에 의해 가교-결합된다면, 템플릿(1)의 재료 또는 폴리머 호일(3)의 재료 중 어느 하나는 가해진 자외선에 대해 투과성이 있어야 한다. 선택적 실시예는, 폴리머 호일(3)의 표면(4)의 표면층에 열적 또는 자외선 경화 가능한 프리폴리머 조성을 갖는다. 이런 실시예에서, 유리전이온도 이상으로 가열은 불필요하다.

자외선-나노 임프린트 리소그래피 공정(UV-NIL process)의 한 예에서, 자외선-경화 가능한(UV-curable) 프리폴리머는, 템플릿(1)의 표면(2)에 걸쳐 적당한 위치에 분배되고, 그 후 도 1의 호일(3)에 대응하는 폴리카르보네이트 또는 PMMA 시트로 덮여진다. 시트는, 제 2 임프린트 공정에서, 자외선 투과성 기관으로 나중에 작용한다. 캐리어 베이스(carrier base)가 자외선에 대해 높은 투과성을 갖는 시트로 제공된다는 사실 덕분에, 프리폴리머 층에 의해 제공된 실제

표면 층의 두께는, 불과 수 나노미터의 최소 레벨에서 유지될 수 있다. 일본 토요 고세이사(Toyo Gosei)사의 PAK01과 같은, 경화 후에 이들의 자외선-흡수 성질을 잃지 않는, 프리폴리머 재료들이 사용되었을 때, 이는 특히 유용하다. 다른 유용한 자외선-경화 가능한(UV-curable) 프리폴리머는 일본 아사히 유리 회사(Asahi Glass Coporation)의 NIF-1인데, 그 외의 다른 자외선-경화 가능한 프리폴리머라도 양호하거나 더 양호하게 작용할 수 있다. 좋은 자외선-폴리머는, 제 2 임프린트 단계에서 자외선-투과(UV-transmission)를 증가시키기 위해, 경화 후 자외선-흡수 성질을 잃는다. 그러나, 프리폴리머와 폴리머 시트의 조합은, 이들 사이의 좋은 접착을 보장하도록 이들 사이에서 충분히 좋은 상호작용을 갖지만, 프리폴리머에 의한 시트의 화학적 분해를 막기 위해 주의하여 선택되어야만 한다. 기체 버블(bubble)을 포함하는, 분배된 예비폴리머 드롭렛(droplet) 위에 기관 호일이 놓인 후, 자외선-투과성 폴리머 멤브레인이 폴리머 시트 위에 놓인다. 이때 이 멤브레인은, 기체 또는 액체 압력에 의해 제공되는 1 내지 20 바(bar)의 범위의 상당히 낮은 압력으로 반대편에서 압축되고, 적당량의 자외선-복사에 노광되며, 폴리머 시트를 통해 프리폴리머를 경화시키고, 이에 의해 폴리머 멤브레인은 프리폴리머를 경화시키고, 그것을 폴리머 호일에 결합시킨다. 임프린트 멤브레인의 제거 및 템플릿으로부터 이렇게 생성된 폴리머 스탬프의 탈형 후에, 압력은 방출된다.

열적 나노 임프린트 리소그래피 공정에서, 템플릿 또는 마스터는, 미국 티코나(Ticono)사의 토포스(Topas) 또는 일본 제온(Zeon)사의 제오너(Zeonor)와 같은 적당한 폴리머 시트로 덮여진다. 폴리머 시트 위에 임프린트 멤브레인을 놓은 후, 샌드위치는 진공으로 빨아 들여지고 가열된다. 임프린트 온도에 도달할 때, 멤브레인은 20 내지 80 바로 압축된다. 폴리머 호일로 패턴 전사 후, 샌드위치는 유리전이온도 아래로 냉각되고, 그 후 임프린트 멤브레인의 제거 및 마스터로부터 IPS 스탬프의 탈형이 일어난다. 좋은 열가소성 시트는, 차후의 공정에서 몰드로서 제공되어야만 하는, 생성된 나노미터 구조의 높은 기계적 강도뿐만 아니라 임프린트 온도 및 방출 온도를 고려하여, 좁은 공정 윈도우를 가지는 것이 필요하다. 자외선-복사에 대한 높은 투과도는 매우 유익하다.

열 및 복사가 결합된 예에서, 템플릿 패턴이 전사되고 도 1에서 (3)에 해당하는 폴리머 호일은, 자외선-투과성일 필요가 있다. 자외선-가교-결합 가능한 폴리머, 예를 들어 미국 마이크로켄(MicroChem)사의 SU8과 같은 음감광제(negative photoresist)는, 폴리머 호일 위에서 스핀-코팅(spin-coated)된다. 템플릿(1) 및 코팅된 폴리머 호일은, 한군데로 모이고 폴리머 호일 위로 임프린트 멤브레인에 의해 덮인다. 임프린트 온도로 가열한 후, 그 이후에는 열팽창 효과를 제거하기 위해, 온도는 남은 전체 임프린트 공정 동안 일정하게 유지된다. 샌드위치는 압축되고, 전형적인 체류 시간(typical flow time), 예를 들어 30초 후에 폴리머는 자외선-복사에 의해 가교-처럼 되고, 그 후 예들 들어 30초 정도의 노광 후 열처리(post exposure bake) 된다. 냉각은 필요 없고, 압력은 바로 방출될 수 있으며, 그 후 임프린트 멤브레인의 제거 및 탈형이 일어난다. 또한, 좋은 음감광제는 노광 후 자외선 흡수 성질을 잃는다.

구체적 공정, 예를 들면 일정한 온도에서의 열적, 자외선의 또는 결합된 열적 및 자외선의 공정에 따라, 템플릿(1) 및 임프린트된 폴리머 호일(3)은, 선택된 재료 및 그 성질에 의존하는 수행된 임프린트 공정 후에, 폴리머 호일의 냉각 후 또는 냉각 없이 분리될 수 있다. 폴리머 표면(4)으로부터 템플릿(1)을 떼어놓은 후, 원형 템플릿(1)의 패턴과 반대 또는 음으로 된 표면(4)의 패턴을 갖는 도 1c)에서 도시된, 복제물이라고도 불리는 임프린트된 폴리머 호일(3)은, 유연한 폴리머 스탬프(5)로서 사용될 수 있다.

본 발명에 따라, 폴리머 스탬프(5)는, 제 2 단계에서 타겟 기관으로 표면(4)의 패턴을 전사하는데 사용되거나, 또는 위에서 설명된 것과 비슷한 공정으로, 도 1d) 내지 도 1f)에 따라 다른 유연한 폴리머 호일(6)에 두 번째 역복제물(9)을 만드는, 부가적인 제 1 단계에서 사용된다. 추가의 제 1 단계를 거치는 목적은, 타겟 기관에 생성되는 마지막 패턴이 템플릿 표면 패턴과 역으로 되는 것을 보장하기 위함이다. 이런 실시예에서, 폴리머로 구성되고, 그 유리전이온도 및 임프린트 온도가 유연한 폴리머 스탬프(5)보다 낮은, 폴리머 호일(6)이 사용된다. 또한, 폴리머 호일(6) 및 유연한 폴리머 스탬프(5)의 접합표면(engaging surface, 4 및 7)은 서로에 대하여 반접착 성질을 나타낸다. 반접착 성질은, 사용된 폴리머 호일의 화학적 성질 때문에 처음부터 존재할 수 있고/있거나, 폴리머 표면의 한쪽 또는 양쪽 모두 위에, 적당한 이형제(release agent)를 포함하는 반접착 층들을 증착시킴에 의해 갖춰질 수 있다. 또한, 폴리머 호일(6)이 복사에 노광 후에 가교-결합되어야 한다면, 폴리머 호일들(5, 6)의 적어도 하나는, 인가된 복사에 대해 투과성이 있어야만 하거나, 호일(6)의 표면층, 만일 단일체라면 전체 호일(6)의, 가교-결합을 이루기에 충분한 복사를 대안적으로 투과하여야만 한다.

패턴에 관하여 템플릿(1)과 거의 동일하고 제 1 폴리머 스탬프(5)와 역으로 된 새로운 폴리머 스탬프(8)의 생성은, 패턴이 있는 표면(4)을 가진 폴리머 스탬프(5)를 제 2 폴리머 호일(6)의 표면(7)을 향하여 접촉한 상태로, 배치하는 과정을 포함한다. 위에서처럼, 제 2 폴리머 호일(6)은, 단일체이거나 또는 표면(7)에 표면층이 달라붙는 캐리어 시트를 가질 수 있다. 호일(6)의 표면층에 표면(4)의 패턴을 임프린트할 수 있기 위해서, 만일 열적 임프린트 공정이 사용된다면, 호일(6)은 표면층의 유리전이온도 위로 가열된다. 도 1e)에 도시된 것처럼, 이때 압력은, 폴리머 호일(6)의 표면층으로 제 1 폴리머 스탬프(5)를 프레스 하기 위해 가해진다. 임프린트의 수행 후, 유연한 폴리머 스탬프(5)는, 기계적으로 예를 들어 폴리머 호일(6)

을 냉각시킨 후에 주로, 폴리머 호일(6)으로부터 제거될 수 있고, 또는 대안적으로 전체 스탬프(5) 또는 그 일부분들은, 적당한 공정에 적합한 하나 또는 그 이상의 용매의 도움으로 화학적으로 용해될 수 있다. 결과물은, 원형 템플릿(1)의 패턴에 상응하는 패턴을 갖는, 표면(7)을 갖는 새로운 폴리머 스탬프(8)이다.

원형 템플릿(1)의 패턴과 역으로 되거나 동일한 표면 패턴을 갖는, 이와 같이 생성된 복제물(5 또는 8)은, 각각도 1g) 내지 1i)에서 왼쪽 편과 오른쪽 편에 각각 개략적으로 도시된 것처럼, 발명에 따른 제 2 임프린트 단계에서 유연한 폴리머 템플릿으로서 사용될 것이다. 이때, 유연한 폴리머 스탬프들(5 또는 8)의 하나의 표면(4 또는 7)은, 예를 들어 복사에 대한 노광에 의해 가교-결합이 가능한 프리폴리머 또는 폴리머와 같은 복사에 민감한 재료로 만들어진, 얇은 성형가능한 표면층(14)으로 덮인, 타겟면(17)을 갖는 기판(13)을 포함하는 대상물(12)의 표면(16)과 접촉하도록 놓여질 것이다. 유연한 폴리머 스탬프(5 또는 8)의 표면(4 또는 7)은, 표면들의 재료 조성 때문에, 성형 가능한 층(14)의 표면(16)에 대해 반접착 성질을 나타낸다. 유연한 폴리머 템플릿들(5 또는 8) 중 하나와 대상물(12)에 함께 미치는 인가된 압력 및 폴리머 호일(14)의 선택된 부분의 복사에 대한 인가된 노광의 도움으로, 도 1h)에 도시된 것처럼, 폴리머 스탬프 표면들의 패턴의 반대 형태가 성형 가능한 층(14)에 형성된다. 유연한 폴리머 스탬프(5 또는 8)는 인가된 복사에 투과성이 있거나, 복사에 대한 노광 하에서 표면층(14)의 재료를 경화하거나 가교-결합하는데 필요한 충분한 양의 복사를 투과시키기 위해 적은 양의 흡수를 보인다. 도 1h)에서 도시된 것처럼 임프린트 및 포스트-베이킹(post-baking)을 수행한 후, 유연한 폴리머 스탬프들(5 또는 8)은 기계적으로 기판(13)으로부터 제거될 수 있고, 또는 대안적으로 전체 폴리머 스탬프(5 또는 8) 또는 그 일부분들은, 적당한 공정에 적합한 하나 또는 그 이상의 용매의 도움으로 화학적으로 용해될 수 있다.

도 1i)는 유연한 폴리머 스탬프(5 또는 8)의 분리 후, 결과적으로 임프린트된 대상물(12)을 도시한다. 전사된 패턴을 기판에 영구적으로 고정시키기 위해서, 기판의 타겟면(17)을 노출시키도록 남아있는 호일(14)의 가장 얇은 부분들을 제거하고, 타겟면을 에칭하거나 다른 재료로 플레이트(plate) 하는, 추가 공정 단계들이 전형적으로 부가된다. 하지만, 이 추가 공정의 구체적인 것들은 발명의 이해에 있어서 중요하지 않다.

도 1은 발명에 따른 공정의 상대적으로 간단한 표현이다. 점선 위로 도시된 제 1 단계는, 단일체 폴리머 호일에서 직접적으로 열적 임프린트, 폴리머 호일 위의 프리폴리머 표면층을 사용한 자외선-도움 임프린트, 또는 폴리머 호일 위의 자외선 가교-결합이 가능한 폴리머 표면층을 이용한 조절된 상승 온도에서 동시적 자외선 복사를 사용하여 수행될 수 있다. 만일 열적 임프린트가 단계 1a) 내지 1c)에 사용된다면, 예를 들어 니켈이 될 수 있는 템플릿(1) 및 폴리머 호일(3) 사이의 열 팽창에 전형적으로 차이가 있을 것이다. 그러나 패턴 구조의 높이보다 대체로 큰 두께를 또한 갖는, 폴리머 호일(3)의 탄성(resiliency) 및 유연성(flexibility)은, 호일 표면(4) 상의 패턴 특징을 손상시키지 않고, 템플릿(1)에 가해진 열팽창에 의해 폴리머 호일이 신장되고 수축되는 것을 보장한다. 이하의 실시예에 의해 나타날 것처럼, 폴리머 호일의 두께는 전형적으로 50 내지 500마이크로미터의 범위에 있고, 반면에 패턴 구조의 높이 또는 두께는 5나노미터 내지 20마이크로미터의 범위에 있다. 다른 크기들도 가능하다.

그러나, 도 1에서 점선 아래에서 묘사된 제 2 단계는, 결합된 열 및 복사를 사용하여 수행되는 것이 바람직하다. 그 이유는, 임프린트가 기판 위에서 수행될 때, 기판의 타겟면 위에 남아있거나 잔류하는 표면층은, 수 나노미터의 크기로 보통 매우 얇다. 다른 열팽창을 갖는 스탬프 및 폴리머의 샌드위치된 쌍의 가열 및 냉각은, 미세구조에 종종 손상을 가하여 완전히 떨어져 나가 버리게 할 수 있다. 완전히 벗겨져 나가기 쉽다. 그러나, 본 발명에 따른 공정 덕분에, 프레스, 복사 및 포스트베이킹의 단계가 모두 조절된 일정 온도에서 수행되는 경우에, 열팽창 효과는 제거된다.

도 5 내지 7은, 본 발명의 실시예의 제 2 단계에서, 실제 패턴 전사 단계 또는 임프린트 단계의 기본적 공정 단계를 개략적으로 도시한다. 이들은, 도 1g) 내지 1h)의 왼쪽 예 또는 오른쪽 예 중 어느 하나에 대응하고 훨씬 상세하게 나타나 있다.

도 5에서, 폴리머 스탬프(10)가 도시되어 있는데, 이는 도 1에서 폴리머 스탬프(5 또는 8) 중 어느 하나에 대응될 수 있다. 폴리머 스탬프(10)는, 표면(4 또는 7)에 대응하는, 전사될 예정된 패턴을 갖는 구조화된 표면(structured surface, 11)을 갖고, 그 면에 3차원 돌출부들 및 리세스들이 1나노미터 내지 수 마이크로미터의 범위 내의 높이 및 폭의 피처(feature)를 갖는데, 이보다 크거나 작게 형성될 수도 있다. 폴리머 스탬프(10)의 두께는 10 내지 1000마이크로미터가 전형적이다. 도 5에서 도시된 최초 단계에서 표면들 간에 중간 공간을 갖고, 기판(12)은 폴리머 스탬프 표면(11)에 거의 평행하게 배치된 타겟면(17)을 가진다. 기판(12)은, 거기에 폴리머 스탬프 표면(11)의 패턴이 전사되는 기판 베이스(13)를 포함한다. 도시되지는 않았지만, 또한 기판은 기판 베이스(13) 아래에 지지층을 포함할 수 있다. 폴리머 스탬프(10)의 패턴이 폴리머 재료로 된 임프린트를 통해 직접 기판(12)으로 전사되는 공정에서, 상기 재료는 표면층(14)으로서 기판 타겟면(17) 바로 위에 붙어 있다. 점선에 의해 표시되는 선택적 실시예에서, 예를 들어 제 2 폴리머 재료로 만들어진, 전사층(15)이 또한 포함된다. 이런 전사층들의 예 및 이들이 기판 베이스(13)로 임프린트된 패턴을 전사하는 차후의 공정에서 어떻게 사용되는가는, 미국 특허 제 6,334,960호에 나타나 있다. 전사층(15)을 포함하는 실시예에서, 타겟면(17)은 전사층(15)의 윗면 또는 바깥면을 표시하고, 차례로 기판 베이스 표면(18) 위에 배치된다.

기관(12)은 히터 장치(heater device, 20) 위에 위치한다. 히터 장치(20)는, 예를 들어 알루미늄과 같은 금속으로 된 히터 바디(21)를 포함하는 것이 바람직하다. 히터 요소(22)는, 열에너지를 히터 바디(21)로 전달하기 위해, 히터 바디(21)에 포함되거나 연결되어 있다. 한 실시예에서, 히터 요소(22)는 히터 바디(21)에서 소켓(socket)에 삽입된 전기적 투입식 히터(electrical immersion heater)이다. 다른 실시예에서, 전기적 가열 코일은 히터 바디(21) 내부에 있거나 히터 바디(21)의 아래면에 붙어있다. 또 다른 실시예에서, 히터 요소(22)는 히터 바디(21) 내에 형성된 채널인데, 상기 채널을 통해 히터 유체가 통과한다. 히터 요소(22)는, 외부 에너지 소스(미도시)로 연결을 위한 커넥터(connector, 23)를 추가로 가진다. 전기적 가열의 경우, 커넥터(23)는, 전류 소스에 대한 연결에 있어서 갈바닉 접촉(galvanic contact)을 하는 것이 바람직하다. 가열 유체를 통과시키기 위해 형성된 채널을 갖는 실시예에서, 상기 커넥터(23)는 가열된 유체 소스로의 연결을 위한 도관인 것이 바람직하다. 가열 유체는, 예를 들어 물 또는 오일일 수 있다. 또 다른 대안은, 히터 바디(21)로 적외선 복사를 방출하도록 고안된, 적외선 복사 히터를 히터 요소(22)로서 채택하는 것이다. 또한, 히터 요소(22)를 선택된 온도로 가열하고 일정한 온도 오차(tolerance) 내에서 그 온도를 유지하기 위한 수단을 포함하는, 온도 조절기는 히터 장치(20) 안에 포함된다(미도시). 다른 형태의 온도 조절기가 본 기술에서 잘 알려져 있고, 따라서 추가적인 자세한 언급은 하지 않는다.

히터 바디(21)는, 알루미늄, 스테인리스 강 또는 다른 금속과 같은 주조 금속(cast metal) 한 덩어리인 것이 바람직하다. 또한, 히터 장치(20)의 상부에 열의 균등한 배열을 이루기 위해 일정한 두께 및 높이의 바디(21)가 사용되는 것이 바람직하고, 기관(12)을 통해 바디(21)로부터 가열층(14)으로 열을 전달하기 위해 상부는 기관(12)에 연결된다. 2.5" 기관을 임프린트 하는데 사용되는 임프린트 공정에는, 적어도 2.5" 바람직하게는 3" 또는 그 이상의 직경을 갖고 적어도 1 센티미터 바람직하게는 2 내지 3 센티미터의 두께를 갖는, 히터 바디(21)가 사용된다. 6" 기관들을 임프린트 하는데 사용되는 임프린트 공정에는, 적어도 6" 바람직하게는 7" 또는 그 이상의 직경을 갖고 적어도 2 센티미터 바람직하게는 적어도 3 내지 4 센티미터의 두께를 갖는, 히터 바디(21)가 사용된다. 모든 공정에서 낮은 온도로도 충분할 것이지만, 히터 장치(20)는 히터 바디(21)를 200 내지 300°C에 이르는 온도로 가열할 수 있는 것이 바람직하다.

층(14)의 조절된 냉각을 제공하기 위해서, 히터 장치(20)는, 히터 바디(21)에 포함되거나 연결된 냉각 요소(24)를 추가로 가질 수 있고, 이는 히터 바디(21)로부터 열에너지를 전달시키기 위함이다. 바람직한 실시예에서, 냉각 요소(24)는 히터 바디(21) 내에 형성된 채널 또는 채널들을 포함하고, 상기 채널 또는 채널들을 통해 냉각액이 통과한다. 냉각 요소(24)는 외부 냉각 소스(미도시)로의 연결을 위한 커넥터(25)를 추가로 가진다. 상기 커넥터(25)는 냉각액 소스에 연결을 위한 도관들인 것이 바람직하다. 상기 냉각액은 물이 바람직하나, 대안적으로 오일, 예를 들어 절연시키는 오일도 가능하다.

발명의 바람직한 실시예는, 층(14)을 위한 열가소성 폴리머 용액 재료의 가교-결합 가능한 복사를 이용하는 것이고, 스핀-코팅 가능한 것이 바람직하다. 또한 이러한 폴리머 용액들은 화학 증폭형 포토(photo chemically amplified)일 수 있다. 이러한 재료의 예는, 자외선 가교-결합 가능한, 마이크로 리지스트 테크놀로지사(Micro Resist Technology)의 mr-L6000.1 XP이다. 재료들을 가교-결합 가능하게 하는 이런 복사의 다른 예는, 시플리(Shipley) ma-N 1400, SC100 및 마이크로캠(MicroChem) SU-8과 같은, 네가티브 포토레지스트(negative photoresist) 재료이다. 스핀-코팅 가능한 재료는, 전체 기관에 완전하고 정확한 코팅을 가능하게 하기 때문에 유리하다.

다른 실시예는, 층(14)을 위한 액체 또는 거의 액체에 가까운, 복사에 의해 중합 가능한(polymerizable), 프리폴리머 재료를 사용하는 것이다. 층(14)을 위한 이용 가능하고 유용한 중합 가능한 재료들의 예는, 한국 대전시 유성구 문지동 104-11 (우 305-308)에 위치한 켄 포토닉스(ZEN Photonics)사의 NIP-K17, NIP-K22 및 NIP-K28을 포함한다. NIP-K17은 아크릴레이트(acrylate)를 주요 성분으로 하고 있고, 25°C에서 약 9.63cps의 점성을 갖는다. NIP-K22도 아크릴레이트를 주요 성분으로 하고 있고, 25°C에서 약 5.85cps의 점성을 갖는다. 이런 물질들은, 2분 동안 12mW/cm² 를 넘는 자외선 복사에 노광 하에서 경화되도록 고안되어 있다. 층(14)을 위한 이용 가능하고 유용한 중합 가능한 재료의 또 다른 예는, 독일 베를린 D-12555, 하우스 211, 코펜니커 스트라쎬 325(Koepenicker Strasse 325, Haus 211, D-12555 Berlin, Germany)에 위치한, 주식회사 마이크로 리지스트 테크놀로지(Micro Resist Technology GmbH)의 오르모코어(Ormocore)이다. 이 물질은, 1 내지 3퍼센트의 광중합 개시제(photopolymerisation initiator)를 갖고 불포화된(unsaturated), 무기-유기 혼성(hybrid) 폴리머의 조성을 갖는다. 25°C에서 3 내지 8 mPas의 점성은 상당히 높은 것이고, 액체는 365나노미터 파장에서 500 mJ/cm² 의 복사에 노광 하에서 경화될 수 있다. 다른 이용 가능한 재료들은 미국특허 공보 제 6,334,960에 언급되어 있다.

모든 이런 재료들 및 본 발명을 수행하는데 이용 가능한 어떤 다른 재료에 대한 공통점은, 이들은 성형 가능하고 복사, 특히 자외선 복사에 노광됐을 때, 예를 들어 폴리머 용액 재료의 가교-결합 또는 프리폴리머의 경화에 의해, 단단해지는 능력을 가진다는 점이다.

기관 표면 위에 피복되었을 때 층(14)의 두께는 일반적으로 10나노미터 내지 10마이크로미터이고, 이는 활용 영역에 따라 다르다. 경화 가능하거나 또는 가교-결합 가능한 재료는, 스핀코팅(spin coating) 또는 대안적으로 롤러코팅(roller coating), 딥코팅(dip coating) 또는 이와 유사한 것에 의해, 기관(12) 위에 액체 형태로 도포되는 것이 바람직하다. 이전 기술 단계 및 설팅법(flash method)과 비교하여 본 발명의 장점은, 일반적으로 가교-가능한 폴리머 재료를 사용할 때, 폴리머 재료가 전체 기관 위에 스핀 코팅될 수 있다는 것이고, 이는 뛰어난 층 고르기(evenness)를 제공하는 유리하고 빠른 공정이다. 언급된 것과 같은 가교-결합 가능한 재료들은 일반적으로 상온에서 고체이고, 따라서 상승된 온도에서 미리 코팅된(pre-coated) 기관이 편리하게 사용될 수 있다. 한편, 이전 기술 단계 및 설팅법은, 그 방법이 각 단계들에서 큰 표면들을 다루는 것이 불가능하기 때문에, 반복된 표면 부분에서 반복된 처리를 해야만 한다. 이는 이전 기술 단계 및 설팅법은 물론 이를 수행하는 기기를 복잡하게 하고, 사이클 시간 측면에서 시간 소모적이게 하며 제어하기 어렵게 만든다.

도 5의 화살표들은 폴리머 스탬프 표면(11)이 성형 가능한 재료층(14)의 표면(16)으로 프레스되는 것을 도시한다. 이 단계에서, 히터 장치(20)는, 층(14) 재료의 적당한 유동성을 얻기 위하여, 층(14)의 온도를 조절하도록 사용되는 것이 바람직하다. 따라서 층(14)의 가교-결합 가능한 재료를 위해, 히터 장치(20)는, 히터 층(14)이 층(14) 재료의 유리온도(Tg)를 넘는 온도(Tp)가 되도록 제어된다. 이 예시에서, Tp는 공정 온도 또는 임프린트 온도를 의미하는데, 이는 임프린트, 노광 및 포스트베이킹의 공정 단계들에 대한 일반적인 하나의 온도 레벨이다. 일정한 온도(Tp)의 레벨은, 물론 층(14)을 위해 선택된 재료의 형태에 의존하는데, 왜냐하면 가교-결합 가능한 재료의 경우에 유리전이온도(Tg)를 넘어야만 하고, 또한 층의 복사-경화된 재료를 포스트베이킹 하는데 적합해야만 하기 때문이다. 복사 가교-결합 가능한 재료들의 경우에, Tp는 일반적으로 20 내지 250°C이고, 더욱 자주 50 내지 250°C 이다. mr-L6000.1 XP의 예에서, 100 내지 120°C의 포스트베이킹, 노광 및 임프린트를 통해 일정한 온도로 성공적인 테스트들이 수행되었다. 복사-경화 가능한 프리폴리머들을 사용한 실시예에서, 이런 재료들은 상온에서 일반적으로 액체이거나 액체에 가깝고, 따라서 임프린팅을 위해 충분히 부드러워지게 되도록 열을 가할 필요가 거의 또는 전혀 없다. 그러나 이런 재료들도, 폴리머 스탬프로부터 분리 전에, 노광 후 완전히 단단해지도록 포스트베이킹을 일반적으로 거쳐야만 한다. 따라서 공정 온도(Tp)는, 도 5의 단계에서 임프린트 단계의 시작에서 이미 적당한 포스트베이킹 온도 레벨로 맞춰진다.

도 6은, 폴리머 스탬프 표면(11)의 구조들이, 액체 또는 적어도 부드러운 형태이고 거기서 액체는 폴리머 스탬프 표면(11)의 리세스들을 채우도록 된, 재료층(14)에 어떻게 임프린트를 만들었는지를 도시한다. 도시된 실시예에서, 폴리머 스탬프 표면(11)에서 가장 높은 돌출은, 기관 표면(17) 아래로 뚫지 못한다. 이는 기관 표면(17) 및 특히 폴리머 스탬프 표면(11)을 손상으로부터 보호하는데 유익하다. 그러나, 전사층을 포함하는 것과 같은 선택적 실시예들에서, 임프린트는 전사층 표면(17)을 지나 아래로 수행될 수 있다. 도 5 내지 7에서 도시된 실시예에서, 폴리머 스탬프는, 선택된 성형 가능한 재료를 강화시키는데 사용될 수 있는, 미리 결정된 파장 또는 파장 범위의 복사(19)에 투과성이 있는 재료로 만들어진다. 이런 재료들은 예를 들어 폴리카르보네이트, COC 또는 PMMA일 수 있다. 위에서 언급된 것처럼 복사를 사용하여 형성된 폴리머 스탬프들의 경우, 패턴이 형성되어 있는 복사에 민감한 표면층의 잔존층도 자외선 복사에 대해 투과성이 있는 것이 바람직하고, 또는 대안적으로 매우 얇아서 자외선 흡수가 충분한 양의 복사를 통과시키도록 낮은 것이 바람직하다. 폴리머 스탬프(10)와 기관(12) 사이에 적절한 정렬을 이룬 채, 폴리머 스탬프(10)가 층(14)으로 프레스 될 때, 일반적으로 복사(19)가 가해진다. 이런 복사(19)에 노광될 때, 폴리머 스탬프(10)에 의해 결정된 형상을 갖는 고체 바다(14')로의 강화를 위한, 성형 가능한 재료의 강화가 시작된다. 층(14)을 복사에 노광시키는 단계 동안, 온도 Tp에서 층(14)의 온도를 유지시키기 위한 온도 조절기에 의해, 히터(20)는 조절된다.

복사에 노광 후, 층(14') 재료를 완전히 굳게 하기 위해, 포스트베이킹 단계가 수행된다. 이 단계에서, 폴리머 스탬프(10) 및 기관(12)의 분리 전에, 층(14')을 굳은 바다로 베이킹 하기 위해, 히터 장치(20)는 층(14')에 열을 제공하는데 사용된다. 또한, 포스트베이킹은 이미 언급된 온도(Tp)를 유지하는 것에 의해 수행된다. 이러한 방법으로, 폴리머 스탬프(10) 및 재료층(14, 14')은, 복사에 대한 노광에 의한 재료(14)의 강화의 처음부터 마지막 포스트베이킹까지, 그리고 대안적으로 폴리머 스탬프(10)와 기관(12)의 분리 중에도, 동일한 온도를 유지할 것이다. 이러한 방법으로, 기관 및 폴리머 스탬프에 사용되는 어떤 재료에서 열팽창의 차이에 의한 정확성의 한계들이 제거된다.

폴리머 스탬프(10)는, 예를 들어 도 7에서 도시된 것과 같이 필링(peeling) 및 풀링(pulling) 공정에 의해, 또는 기관이나 재료층(14)은 녹이지 아니하고 폴리머 스탬프의 재료만을 녹이는 용액의 베스(bath)에 폴리머 스탬프를 용해시킴에 의해 제거된다. 생성되고 강화된 폴리머 층(14')은 기관(12) 위에 남아 있다. 기관 및 그 층(14')의 추가 공정의 다양한 다른 방법들은 여기서 상세하게 다루진 않을 것인데, 그 이유는 본 발명은 이런 추가 공정과 관련이 없고, 이런 추가 공정이 어떻게 이루어지는 가에도 무관하기 때문이다. 일반적으로 말하자면, 폴리머 스탬프(10)의 패턴을 기관 베이스(13)로 전사시키기 위한 추가 공정은, 예를 들어 에칭 또는 플레이팅, 그 후 경우에 따라 리프트-오프(lift-off) 단계를 포함할 수 있다.

도 8은, 본 발명에 따른 장치에 포함된 임프린트 기구의 바람직한 실시예를 개략적으로 도시한다. 둘 이상의 임프린트 기구들을 포함하는 장치는, 서로 다른 형태의 임프린트 기구들 또는 동일한 임프린트 기구들을 포함할 수 있고, 설사 이들이 동일하더라도 이들은 다른 조건 하에서 유리하게 작동된다. 한가지로서 폴리머 호일이 열적 공정에서 제 1 임프린트 기구에서 임프린트 된다면, 그 기구에서 임프린트 온도는 폴리머 호일의 유리전이온도보다 높다.

제 2 임프린트 기구의 경우, 임프린트된 폴리머 호일은 인터미디에트 스탬프로서 작용하게 되고, 임프린트 온도는 폴리머 호일의 유리전이온도보다 낮게 조절된다. 그러나, 도 8 내지 10은, 제 1 임프린트 단계를 위해 고안된 제 1 임프린트 기구, 제 2 임프린트 단계를 위해 고안된 제 2 임프린트 기구, 또는 도 1d 내지 1f의 공정 단계를 수행하기 위한 인터미디에트 임프린트 기구를 나타낼 수 있다. 도 8은, 그것의 서로 다른 특징들을 분명하게 하기 위한, 순전한 개략도이다. 특히 서로 다른 특징들의 치수는, 일반적인 스케일이 아니다.

임프린트 기구(100)은 제 1 주요부(101) 및 제 2 주요부(102)를 포함한다. 도시된 바람직한 실시예에서, 이들 주요부는, 이들 주요부 사이에 조정 가능한 공간(103)을 가진 채, 제 2 주요부의 위에 제 1 주요부(101)가 배열된다. 도 5 내지 7에서 도시된 것과 같은 공정에 의해 표면 임프린트를 만들 때, 템플릿 및 기관은, 일반적으로 X-Y평면이라 불리는, 측 방향(lateral direction)으로 적당하게 정렬되는 것이 중요할 수 있다. 만일 임프린트가 기관에서 이전에 존재하는 패턴에 인접해서 또는 그 위에서 만들어진다면, 이는 특히 중요하다. 그러나 정렬의 특별한 문제점들 및 그들을 극복하는 방법들은 여기서 언급되지는 않으나, 물론 필요할 때 본 발명에 적용될 수 있다.

제 1, 위, 주요부(101)는, 아래를 향하는 표면(104)을 갖고, 제 2, 아래, 주요부(102)는 위를 향하는 표면(105)을 갖는다. 위를 향하는 표면(105)은 거의 편평하거나, 또는 거의 편평한 일부분을 갖고, 템플릿 또는 기관이 임프린트 공정에서 사용될 수 있도록, 지지 구조의 역할을 하는 플레이트(106)의 일부를 형성하거나 그 위에 위치하며, 이는 도 9 및 10과 관련하여 더욱 완전하게 도시될 것이다. 도 5 내지 7에서 나타난 것처럼, 히터 바디(21)는, 히터 장치(20)의 부분을 형성하고 가열 요소(22) 및 바람직하게는 냉각 요소(24)도 포함한다. 가열 요소(22)는, 커넥터(23)를 통해 에너지 소스(26), 예를 들어 전류 조절 수단을 가진 전기 전원에 연결된다. 또한, 냉각 요소(24)는, 커넥터(25)를 통해 냉각 소스(27), 예를 들어 냉각 액체의 온도 및 흐름을 조절하는 조절 수단을 가진 냉각 액체 탱크(reservoir) 및 펌프로 연결된다.

도시된 실시예에서, 공간(103)을 조절하는 수단들은, 외단부(outer end)에서 플레이트(106)에 부착된 피스톤 부재(piston member, 107)이다. 피스톤 부재(107)는, 제 1 주요부(101)와 관련하여 고정 지지되는 것이 바람직한 실린더 부재(cylinder member, 108)에 치환 가능하게 연결되어 있다. 바람직한 실시예에서, 피스톤 부재(107)는, 임프린트 공정에 적용될 때, 표면(104 및 105) 사이의 평행을 자동적으로 유지시키기 위해, 실린더 부재(108)에 고정된 채 일정한 정도 피봇할 수 있다. 도에서 화살표에 의해 표시된 것처럼, 공간(103)을 조절하는 수단들은, 예를 들면 Z방향과 같이 거의 편평한 표면(105)에 거의 수직으로 이동하는 것에 의해, 제 1 주요부(101)로부터 멀게 또는 가깝게 제 2 주요부(102)를 움직이도록 고안된다. 인력으로 움직일 수 있으나, 유압(hydraulic) 또는 공압(pneumatic) 장치를 사용하여 도움을 받는 것이 바람직하다. 도시된 실시예는 이런 관점에서 다양한 방법으로 변경될 수 있는데, 예를 들면 고정된 피스톤 부재 주위의 실린더 부재에 플레이트(106)를 붙이는 것에 의해 변경될 수 있다. 제 2 주요부(102)의 움직임은, 템플릿 및 기관을 가진 임프린트 기구(100)을 로딩(loading) 또는 언로딩(unloading) 하고, 초기 작동 위치로 임프린트 기구를 배치시키는 데 주로 이용된다는 것을 또한 주목해야 한다. 그러나 제 2 주요부(102)의 이동은, 도시된 실시예에서와 같은 실질적인 임프린트 공정에는 포함되지 아니하는 것이 바람직하고, 이는 후술할 것이다.

제 1 주요부(101)는, 표면(104)을 일주하는 주변 시일 부재(peripheral seal member, 108)를 포함한다. 바람직하게, 시일 부재(108)는 O-링과 같은 끝없는 시일이나, 연속적인 시일(108)을 함께 형성하는 다수의 서로 연결된 시일 부재들로 대안적으로 구성될 수 있다. 시일 부재(108)는 표면(104)의 바깥으로 있는 리세스(109)에 배치되고, 상기 리세스로부터 분리될 수 있는 것이 바람직하다. 또한, 임프린트 기구는, 도시된 실시예에서 표면(104) 뒤의 제 1 주요부(101)에 배치된 복사 소스(110)를 대안적으로 포함할 수 있다. 복사 소스(110)는, 파워 소스(미도시)에 연결되거나 바람직하게는 파워 소스를 포함하는, 복사 소스 드라이버(radiation source driver, 111)에 연결된다. 복사 소스 드라이버(111)는 임프린트 기구(100)에 포함될 수 있거나 또는 외부 연결 가능한 부재일 수 있다. 복사 소스(110)에 인접하여 배치된, 표면(104)의 표면부(112)는, 복사 소스(110) 바람직하게는 자외선 복사의 일정한 파장 또는 파장의 범위의 복사에 대해 투과성이 있는 재료로 만들어진다. 이런 방법으로 복사 소스(110)로부터 방출된 복사는, 상기 표면부(112)를 거쳐 제 1 주요부(101) 및 제 2 주요부(102) 사이의 공간(103)을 향해 전달된다. 윈도우로서 작용하는 표면부(112)는, 사용가능한 용융된(fused) 실리카(silica), 석영(quartz) 또는 사파이어(sapphire)로 만들어질 수 있다.

임프린트 기구(100)의 하나의 실시예는, 기관 및 스탬프를 함께 죄기 위한, 기계적 조임(clamping) 수단을 추가적으로 포함한다(미도시). 이는, 스탬프 및 기관을 포함하는 정렬된 스택(stack)이 임프린트 기구으로 전사되어야만 하는 경우에, 패

턴을 전사하기 전에 기관 및 스탬프를 정렬하기 위한 외부 정렬 시스템을 갖는 실시예에서 특히 바람직하다. 한 실시예에서, 템플릿을 지지하는 장치가 템플릿을 표면(105)에 고정시키기 위해 포함된다(미도시). 이는, 템플릿 또는 템플릿 캐리어를 표면(105)에 확실하게 지지시키는 처크(chuck) 또는 한 세트의 후크(hook)와 같은, 기계적 템플릿 지탱(retaining) 부재가 될 수 있다. 또한, 템플릿 지지 장치는, 진공 공급 소스, 진공 공급 소스 및 표면(105)의 오리피스(orifice) 사이에 연결된 도관, 및 오리피스 주위에 있는 시일을, 추가적 또는 대안적으로 포함할 수 있다. 템플릿이 시일을 덮도록 표면(105) 위에 놓이고 진공이 공급될 때, 템플릿은 석션(suction)에 의해 지지된다. 일반적으로 기계적 고정자 및 진공 고정자 모두 포함되는데, 기계적 고정자는 임프린트된 폴리머 스탬프를 탈형하거나 방출시키는 과정에서 템플릿을 확실하게 지지하고, 진공 고정자는 실제 임프린트 공정 중에 템플릿을 확실하게 위치시키는데 사용된다.

작동에 있어서, 임프린트 기구(100)은, 대체로 편평하고 시일 부재(108)와 맞물리는 멤브레인(113)을 추가적으로 갖는다. 한 실시예에서, 시일 부재(113)는 시일 부재(108)와 분리된 부재이고, 플레이트(106)의 표면(105)으로부터 반대 압력을 가하는 것에 의해 시일 부재(108)와 단지 맞물리며 이는 후술될 것이다. 그러나 선택적 실시예에서, 예를 들어 세멘트에 의해 또는 시일 부재(108)의 구성부(integral part)가 되는 것에 의해 멤브레인(113)은 시일 부재(108)에 부착된다. 이런 실시예에서, 임프린트 기구가 함께 사용되도록 배치되어 있고, 템플릿을 완전히 덮을 정도로 충분히 넓은 중앙부는, 예를 들어 거기에 단단한 플레이트를 붙이는 것에 의해 대체로 단단할 수 있다. 또한, 이런 선택적 실시예에서, 시일(108)은 멤브레인(113)의 바깥쪽으로 배치된 반면에, 멤브레인(113)은 주요부(101)에 단단하게 부착될 수 있다. 도시된 것과 같은 실시예에서, 멤브레인(113)도, 복사 소스(110)의 일정한 파장 또는 파장 범위의 복사에 대해 투과성이 있는 재료로 만들어진 것이다. 이러한 방법으로, 복사 소스(110)로부터 방출된 복사는 상기 구멍(115) 및 그 주위의 벽(104, 113)을 통해 공간(103)으로 전사된다. 도 7 내지 9의 실시예에 대한 멤브레인(113)을 위해 사용 가능한 재료들의 예는, 폴리카르보네이트(polycarbonate), 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리에틸렌(polyethylene), PDMS 또는 PEEK이다. 멤브레인(113)의 두께는 일반적으로 10 내지 500 마이크로미터가 될 수 있다. 설명된 열적 임프린트 공정에서, 멤브레인 재료 및 폴리머 호일 재료의 조합은, 폴리머 호일의 유리전이온도를 넘는 임프린트 온도가 멤브레인의 유리전이온도를 초과하지 않도록 선택되어 저야만 한다.

임프린트 기구(100)은, 자외선 복사를 통해 층을 단단하게 하기 전에, 쌓여진 샌드위치 형상의 성형 가능한 층으로부터 내포 공기를 빼내기 위해, 스탬프와 기관 사이에 진공을 가하는 수단을 추가적으로 포함하는 것이 바람직하다. 이는, 도관(118)에 의해 표면(105) 및 멤브레인(113) 사이의 공간에 전달적으로(communicatively) 연결된, 진공 펌프(117)에 의해 도 8에서 예시되었다.

도관(114)은, 표면(104), 시일 부재(108) 및 멤브레인(113)에 의해 한계가 지어진 공간으로 가스, 액체 또는 젤(gel) 중 하나와 같은 액체 매개물(fluid medium)이 통과하게 하기 위한 제 1 주요부(101)에 형성되고, 그 공간은 상기 액체 매개물을 위한 구멍(115)으로서 작용한다. 도관(114)은, 임프린트 기구(100)의 외부의 또는 고유(built in) 부분이 될 수 있는, 펌프와 같은 압력 소스(116)로 연결될 수 있다. 압력 소스(116)는, 조정 가능한 압력, 특히 초과압력을 상기 구멍(115)에 함유된 액체 매개물에 가하도록 고안되어 있다. 도시된 것과 같은 실시예는, 기체 압력 매개물과 함께 사용되는데 적당하다. 상기 매개물은 공기, 질소 및 아르곤을 함유하는 그룹으로부터 선택되는 것이 바람직하다. 유압작동유(hydraulic oil)와 같은 젤 또는 액체 매개물이 대신 사용된다면, 시일 부재(108)에 부착된 멤브레인을 갖는 것이 바람직하다.

도 9는, 두 임프린트 대상물이 적재됐을 때, 도 8의 임프린트 기구의 실시예를 도시한다. 지금부터, 도 9의 임프린트 기구(100)은, 예를 들어 거기서 임프린트된 인터미디어트 디스크가 기관의 타겟면에서 임프린트를 위해 스탬프로써 차후에 사용될 수 있는, 제 2 임프린트 기구으로서 묘사될 것이다. 기관(12) 및 폴리머 스탬프(10)는, 상호 작용하는 부재(cooperating member)를 구성하는, 주요부(101) 및 주요부(102) 사이의 공간(103)에 위치한다. 본 도를 더욱 잘 이해하기 위해서, 도 5 내지 7도 참조해야 한다. 제 2 주요부(102)는, 공간(103)을 열기 위해, 제 1 주요부(101)로부터 아래로 움직였다. 도 9에 도시된 실시예는, 기관(12) 위에 투과성이 있는 폴리머 스탬프(10)를 적재한 임프린트 기구를 도시한다. 기관(12)은, 제 2 주요부(102) 내에 또는 위에 놓인, 히터 바디(21)의 표면(105) 위에서 그로부터 뒤쪽으로 놓인다. 이에 의해 기관(12)은, 위를 향하고 있는, 예를 들어 자외선 가교-결합 가능한 폴리머와 같은 중합 가능한 재료의 층(14)을 갖는 타겟면(17)을 갖는다. 단순화 때문에, 히터 장치(20)의 모든 특징들이, 도 5 내지 7에서 나타난 것처럼 도 9에서 도시되지 않는다. 기관(12)을 향하고 있는 구조화된 표면(11)을 갖는, 폴리머 스탬프(10)는, 기관(12)에 접하거나 그 위에 놓인다. 이 개략도에서는 도시되지 않았지만, 폴리머 스탬프(10)를 기관(12)과 정렬하기 위한 수단이 제공될 수 있다. 이때, 멤브레인(113)은 폴리머 스탬프(10) 위에 놓인다. 멤브레인(113)이 제 1 주요부에 부착된 경우의 실시예에서, 폴리머 스탬프 위에 멤브레인(113)을 실제 놓는 단계는 물론 생략된다. 또한, 선택적 실시예에서 폴리머 스탬프(113)는 멤브레인으로서 작용할 수 있다. 이런 실시예에서, 별도의 멤브레인(113)은 제공되지 않고, 대신 시일(108)이 폴리머 호일과 직접 접촉한 채 놓인다. 시일(108)로부터 기계적 압력이 기관(12) 위에 가해지지 않도록, 이런 실시예에서 폴리머 호일은, 폴리머 호일이

도관(118)의 입구를 지나서 펼쳐질 수 있고 폴리머 호일(10)이 시일(108) 및 표면(105) 사이에서 프레스 되도록, 기관(12)보다 대체로 큰 지름을 갖는 것이 바람직하다. 도 9에서 폴리머 스탬프(10), 기관(12) 및 멤브레인(113)은, 오직 명료함을 때문에 완전히 분리된 것처럼 도시되지만, 실제로는 이들은 표면(105)에 겹겹이 쌓여있을 것이다.

도 10은, 제 2 임프린트 기구(100)이 작동하는 모습을 도시하고 있고, 이는 도 9와 관련지어 설명된다. 제 2 주요부(102)는, 멤브레인(113)이 시일 부재(108) 및 표면(105) 사이에서 좌여진 경우에, 위치가 올라간다. 실제로, 폴리머 스탬프(10) 및 기관(12)은, 일반적으로 단지 밀리미터의 부분으로 매우 얇고, 멤브레인(113)의 실제 구부러짐은, 도시된 것처럼 최소이다. 폴리머 스탬프(10) 및 기관(12)의 결합 두께를 보충하기 위해, 표면(105)은, 멤브레인(113)을 통해 실 부재(108)에 접촉한 지점에 상승된 주변부를 갖도록, 대안적으로 고안될 수 있다.

일단 주요부(101 및 102)가 멤브레인(113)을 조이도록 맞물린다면, 구멍(115)은 봉인된다. 기관(12)의 표면층으로부터 내포된 공기를 뽑아내기 위해, 진공이 진공 펌프(117)의 흡입에 의해 가해진다. 이때 압력 소스(116)는, 가스, 액체 또는 겔일 수 있고 구멍(115)에 있는, 액체 매개물에 초과압력을 가하도록 고안되어 있다. 구멍(115)에서의 압력은, 멤브레인(113)에 의해 폴리머 스탬프(10)로 전달되고, 도 6을 참조하면, 층(14)에서 폴리머 스탬프 패턴을 임프린트 하는 경우에, 기관(12)을 향하여 프레스 된다. 가교-결합 가능한 폴리머 용액은, 약 60°C 정도의 유리전이온도(Tg)를 넘을 수 있도록 예비 가열이 일반적으로 필요하다. 이런 폴리머의 예는, 위에서 언급한 mr-L6000.1 XP이다. 이런 폴리머를 사용할 때, 결합된 복사 및 가열 능력을 갖는 임프린트 기구(100)이 특히 유용하다. 그러나 이런 형태의 재료들을 위해, 포스트베이크 단계가, 복사-강화된 층(14')을 단단하게 하도록 일반적으로 필요하다. 이미 언급했던 것처럼, 발명의 양태는, 가교-결합 가능한 재료의 경우에 Tg보다 높고 또한 복사-노광된 재료의 포스트베이크에 적당한, 상승된 온도(Tp)를 층(14)의 재료에 가하는 것이다. 히터 장치(20)는, Tp의 온도에 이를 때까지 히터 바디(21)에 의해, 기관(12)을 통해 층(14)을 가열하도록 활성화된다. Tp의 실제 수치는, 층(14)으로 선택된 재료에 자연적으로 의존한다. mr-L6000.1 XP의 예에서, 50 내지 150°C 범위의 온도 Tp가 이용될 수 있고, 이는 재료에서 분자량 분배에 의존한다. 이때, 구멍(115)에서 매개물의 압력은, 5 내지 500bar, 유리하게는 5 내지 200bar, 바람직하게는 20 내지 100bar로 상승된다. 이에 의해, 폴리머 스탬프(10) 및 기관(12)은, 동일한 압력으로 서로 프레스된다. 멤브레인(113)의 도움으로, 기관 및 폴리머 스탬프 사이의 접촉면 전체에 걸쳐, 완전하게 균등한 힘의 분배가 얻어진다. 이에 의해, 폴리머 스탬프 및 기관은 서로 완전히 평행하게 배치되도록 하고, 기관 또는 폴리머 스탬프의 표면에서 불규칙의 영향은 제거된다.

가해진 액체 매개물 압력에 의해, 폴리머 스탬프(10) 및 기관(12)이 모였을 때, 복사 소스는 복사(19)를 방출하도록 유발된다. 복사는, 윈도우로서 작용하는 표면부(112), 구멍(115), 멤브레인(113) 및 폴리머 스탬프(10)을 통해 투과된다. 복사는, 층(14)에서 부분적으로 또는 완전히 흡수되고, 이에 의해 층 재료는, 압력 및 멤브레인 도움 압축이 가해짐에 의해, 폴리머 스탬프(10) 및 기관(12) 사이에서 완전히 평행하게 배치된 재료, 경화 또는 가교-결합에 의해 강화된다. 복사 노광 시간은, 층(14)에서 재료의 양 및 형태, 그 형태의 재료와 더불어 복사 파장 및 복사 힘에 의존한다. 이런 중합 가능한 재료를 강화하는 특징은, 이렇게 잘 알려져 있고, 언급된 변수들의 적절한 조합은 이처럼 당업자에게 알려져 있다. 일단 액체가 층(14')을 생성하도록 강화된다면, 추가적 노광은 큰 영향을 미치지 아니한다. 그러나 노광 후, 층(14') 재료는, 포스트베이크가 층을 강화시키기 위해 필요하다면, 이미 정해진 일정한 온도 Tp에서 예를 들어 1 내지 10분의 일정한 시간 동안, 포스트베이크 또는 하드베이크된다. mr-L6000.1 XP의 예의 경우, 100 내지 120°C의 일반 공정 온도 Tp에서, 1 내지 10분 동안 바람직하게는 약 3분 동안, 포스트베이크가 일반적으로 수행된다. SU8의 경우, 복사에 노광 시간은 1 내지 10초이고, 3 내지 5초의 범위에서 성공적으로 시험 되었고, 이때 포스트베이크는, 30 내지 60초 동안 약 70°C의 온도 Tp에서 수행된다.

본 발명에 따른 임프린트 기구(100)로, 포스트베이크는 임프린트 기계(100) 안에서 수행될 수 있고, 이는 임프린트 기구로부터 개별 오픈으로 기관을 가져올 필요가 없는 것을 의미한다. 이는 한 공정 단계를 생략하고, 임프린트 공정에서 시간 및 돈 모두의 절감을 가능하게 한다. 폴리머 스탬프(10)가 계속 일정한 온도 Tp 및 잠재적으로 또한 기관(10)을 향한 선택된 압력에서 유지되는 동안, 포스트베이크 단계를 수행함에 의해, 층(14)에서의 결과적인 구조 패턴의 높은 정확성이 또한 얻어지고, 이는 미세한 구조를 만드는 것을 가능하게 한다. 압축, 노광 및 포스트베이크 이후, 구멍(115)에서 압력은 줄어들고, 두 주요부(101 및 102)는 서로 분리된다. 이 후, 기관은 폴리머 스탬프로부터 분리되고, 임프린트 리소그래피에서 이미 알려진 내용에 따른 추가적 처리가 뒤따른다. 발명의 제 1 모드는, 1마이크로미터의 두께를 갖는 NIP-K17의 층(14)에 의해 덮인 실리콘 기관(12)을 포함한다. 약 30초 동안 5 내지 100bar의 압력으로 멤브레인(113)에 의한 압축 후, 복사 소스(110)는 작동된다. 복사 소스(110)는, 적어도 400나노미터 아래의 자외선 영역에서 방출되도록 일반적으로 고안된다. 바람직한 실시예에서, 200 내지 1000 나노미터의 범위의 방출 스펙트럼을 갖는 공냉 제논 램프가 복사 소스(110)로서 선택된다. 바람직한 제논 형태 복사 소스(110)는 1 내지 10 W/cm²의 복사를 제공하고, 초당 1 내지 5 펄스의 펄스율로, 1 내지 5 μs 펄스로 빛나도록 고안된다. 석영으로 된 윈도우(112)는 복사를 통과시키기 위한 표면(104)에 형성된다. 액체 층(14)을 고체 층(14')으로 중합시키기 위한, 노광 시간은 바람직하게는 1 내지 30초이나, 최대 2분이 될 수 있다.

mr-L6000.1 XP를 이용한 실험은, 1분의 노광 시간과 함께, 200 내지 1000나노미터로 합성된 약 $1.8\text{W}/\text{cm}^2$ 로 수행되었다. 이 예에서 사용된 복사는, 층(14)에 가해진 폴리머가 강화될 수 있는 범위 내의 파장 범위로 제한될 필요는 없다는 점, 그리고 물론 그 범위 밖의 복사도 사용된 복사 소스로부터 방출될 수 있다는 점이 특징이다. 일정한 공정 온도에서 성공적 노광 및 차후의 포스트베이킹 후, 제 2 주요부(102)는 도 9와 유사하게 위치가 낮아지고, 그 후, 템플릿(10) 및 기관(12)은, 분리 및 기관의 추가적 공정을 위해 임프린트 기구으로부터 제거된다.

일정한 온도란 용어는 온도가 거의 일정한 것을 의미하는데, 이는 일정한 온도를 유지하도록 온도조절기를 맞추어 두더라도, 얻어진 실제 온도는 어느 정도 변할 수밖에 없을 것이란 것을 의미한다. 일정한 온도의 안정성은, 온도 조절기의 정확도 및 전체 기구(setup)의 관성(inertia)에 주로 의존한다. 또한, 본 발명에 따른 방법이, 수 나노미터의 극히 미세한 구조를 임프린트 하는데 사용되더라도, 약간의 온도 변화는 템플릿이 매우 크지 않는 한, 중대한 영향을 미치지 않는다고 이해되어야 한다. 템플릿 주변의 구조가 폭 x 를 갖는다고 가정하면, 상당한 공간 오차(reasonable spatial tolerance)는 $y=x/10$ 과 같이 그 폭의 분율로 나타나고, 이때 y 는 온도 오차를 조절하는 파라미터(parameter)가 된다. 템플릿 및 기관의 재료에 대한 각각의 열 팽창 계수, 템플릿의 크기, 일반적으로 반지름, 및 공간 오차 파라미터 y 를 적용함에 의해, 사실, 열팽창의 차이에 영향을 미치는 것은, 쉽게 계산될 수 있다. 이런 계산으로부터, 온도 조절기를 위한 적절한 온도 오차는, 계산될 수 있고, 공정을 수행하기 위한 기계에 적용될 수 있다.

상기에서 설명되고 도 1에서 도시된 것처럼, "2 단계" 임프린트 공정 내에서 유연한 폴리머 호일의 활용의 장점은 다음과 같다:

사용된 폴리머 호일의 유연성은, 임프린트 공정에서 사용되는 기관 재료 및 가해진 스탬프의 서로 다른 열팽창 계수 때문에, 패턴 전사의 복잡화를 감소시켰다. 따라서 본 기술은, 다른 열팽창 계수에 의해 특징되는 재료들의 표면들 간에 패턴을 전사할 가능성을 제공한다. 그럼에도 불구하고, 활용에 사용되는 대부분의 폴리머들은, 도 1e)에 도시된 것처럼 제조에 관하여 더욱 쉽게 두 개의 다른 폴리머 호일들 사이에 임프린트를 만드는, 일반적으로 60×10^{-6} 내지 $70 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1}$ 의, 매우 유사한 열팽창 인자에 의해 특징지어진다.

사용된 폴리머 호일의 유연성 및 연성은, 패턴이 있거나 없는 표면을 가진 폴리머 호일 및 예를 들어 실리콘, 니켈, 석영 또는 폴리머 재료를 포함하는 폴리머 호일 또는 템플릿에 의해 덮인 기관과 같은 다른 대상물 사이의 공기의 내포를 임프린트 동안 방해한다. 만일 호일이 도 1b, 1e, 1h에서 도시된 것처럼 이런 대상물들 중 하나로 프레스 된다면, 폴리머 호일은 멤브레인처럼 작용하여 임프린트된 영역의 중앙부로부터 단부 쪽으로 임프린트된 영역을 떠나도록 공기를 프레스 하게 된다.

템플릿 또는 대상물의 언급된 표면 거칠기뿐만 아니라, 폴리머 호일 및 템플릿 또는 프레스되는 대상물 사이에서 사용된 폴리머 호일 입자의 부드러움 때문에, 도 1b), 1e) 및 1h)에서 도시된 임프린트 공정 동안, 폴리머 호일 또는 관련된 대상물 중 하나의, 명백한 손상들이 예방될 것이다.

예를 들어 자외선 복사에 대해 사용된 폴리머 호일의 높은 투과성 때문에, 비투과성의 템플릿 및 기관이 사용되는 때조차도, 자외선-경화 가능한 폴리머가 상기에서 언급된 임프린트 공정에서 사용될 수 있다.

사용된 폴리머 호일들의 대부분의 매우 낮은 표면 에너지는, 다른 재료들에 대한 언급된 반접착 성질을 유도하고, 임프린트 공정에 이들을 사용하는 것을 이상적으로 만든다. 낮은 표면 에너지 폴리머 위에 추가적인 반접착 층들의 증착은, 상기에서 언급한 대로 공정을 간단하게 하고 산업적으로 이용 가능하게 하는데 있어서 대부분의 경우엔 필요하지 않다. 분명히 언급된 것처럼, 반접착성 재료로 폴리머 복제물 스탬프를 만드는 것이 가능하다.

예를 들어 유리전이온도, 광 투과성 및 복사에 노광 후 경화성과 같은, 공정에 사용된 서로 다른 폴리머 재료들의 물성이 서로 적절하다면, 도 1에서 도시되고 상기에서 설명된 공정은, 포지티브 복제물(패턴이 원래 템플릿의 패턴과 비슷함) 및 네가티브 복제물(패턴이 원래 템플릿의 패턴과 반대임) 모두를 생산하는데 매우 적합할 수 있다.

사용된 유연한 폴리머 스탬프들의 에이징(aging) 및 내마모성(wear resistance)은, 임프린트 공정의 제 2 단계에서 그들을 여러 번 사용하는 것을 가능하게 한다. 대안적으로, 폴리머 스탬프는 오직 한번 사용되고 버려질 수 있다. 어떠한 경우에, 이는, 단단하고 유연하지 않은 재료에 대한 임프린트에 결코 사용되어서는 안되는, 원래 템플릿(1)의 수명을 높인다.

사용된 폴리머 호일들의 유연성 및 연성은, 스탬프 또는 기관에 물리적 손상을 줄이면서, 유연한 호일로부터 유연하지 않은 스탬프 또는 기관의 탈형을 완화시킨다.

임프린트 수행 후 기관으로부터 폴리머 호일의 기계적 탈형 대신, 대안적으로 폴리머 호일은, 적당한 용매의 도움으로 화학적으로 용해될 수 있다. 이 과정은, 예를 들어 기계적 탈형이 기관 또는 스탬프에 손상을 줄 수 있는, 패턴 구조의 깊이가 그 폭보다 대체로 큰 경우와 같은 높은 증형비를 갖는 패턴의 전사의 경우에 바람직할 것이다.

원래 템플릿의 표면 위의 패턴뿐만 아니라 원래 템플릿의 물리적 치수도 폴리머 호일로 쉽게 전사될 수 있다. 어떤 활용에 서는, 마지막 기관 위의 패턴의 위치가 중요하다. 예를 들어 하드 디스크 드라이브의 경우, 패턴은 복제되고 디스크의 중앙에 정렬되어야만 한다. 여기서 마스터 스탬프(master stamp)는 중앙의 홀(hole)을 가지도록 생산될 있다. 임프린트 후, 중앙의 홀의 릴리프(relief)는 유연한 폴리머 호일로 형성되고, 이는 호일 위의 패턴을 마지막 복제된 디스크로 정렬시키는 데 사용될 수 있다.

폴리머 시트에서 생성된 복제물은, 니켈 대 니켈 플레이팅에 의한 일반적 방법으로 수행할 수 없는, 신규의 패밀리 개발 공정을 가능케 할 수 있다. 여기서, 임프린트된 폴리머 시트는, 예를 들어 자외선-도움 임프린트 공정에 의해, 단단한 기관과 함께 먼저 결합한다. 그 후, 시트는 씨드층(seed layer)과 함께 금속화되고, 원본의 니켈 복사본을 받기 위해 전기도금된다. 많은 다른 변환 공정은, 상술한 발명을 통해 접근 가능하다.

발명에 따른 장치의 실시예는, 도 11 내지 16을 참고하여 여기서 설명될 것이다. 장치(400)는 제 1 임프린트 기구(200) 및 제 2 임프린트 기구(300)를 포함한다. 제 1 및 제 2 임프린트 기구들(200, 300) 중 어느 하나 또는 모두는, 도 5 내지 10을 참고하여 설명된 것처럼 각각 고안될 수 있다. 이전의 도를 참고하여 설명된 요소들은, 동일한 참조 번호들을 갖지만, 기구(200)의 경우 첫 번째 숫자가 1 대신 2이고, 기구(300)의 경우 첫 번째 숫자가 1 대신 3이다. 다만, 간략화 때문에, 각각의 도에서 모든 요소들이 표시되진 않을 것이다.

제 1 임프린트 기구(200)는, 조정 가능한 제 1 중간 공간(203)을 갖고 서로 마주보게 배치된, 주요부(201) 및 주요부(202)와 같은 상호 작용하는 지지 부재들의 제 1 쌍을 포함한다. 주요부(202)의 현수부(suspension)를 포함하여 제 1 중간 공간(203)을 조정하기 위해, 제 1 프레스 장치가 제공되어 주요부로부터 멀리 또는 이를 향하여 움직일 수 있도록 한다. 또한, 제 2 주요부(202)의 순수 기계적 움직임은, 주요부들을 서로 실제로 압축하는데 사용될 수 있으나, 도 8 내지 10을 참조하여 설명된 것처럼, 실제 임프린트 기구는 유압 및 멤브레인에 의하는 것이 바람직하다.

비슷하게, 제 2 임프린트 기구(300)는, 조정 가능한 제 1 중간 공간(303)을 갖고 서로 마주보게 배치된, 주요부(301) 및 주요부(302)와 같이 상호 작용하는 지지 부재들의 제 2 쌍을 포함한다. 제 2 프레스 장치는, 주요부(301)로부터 멀리 또는 이를 향하여 움직일 수 있도록 주요부(302)를 붙잡고, 제 2 중간 공간(303)을 조정하도록 포함된다. 또한, 서로를 향해 주요부들을 프레스 하기 위한, 움직임에 의해 임프린트 압력은 달성될 수 있으나, 도 8 내지 10을 참조하여 설명된 것처럼, 실제 임프린트 압력은 유압 및 멤브레인에 의하는 것이 바람직하다. 실제 임프린트 기구는 도 11 내지 15를 참조하여 자세히 설명되지는 않을 것이나, 공정들은 열적 임프린트, 복사-도움 임프린트 또는 결합된 열적 및 복사-도움 임프린트를 포함할 수 있다.

상호 작용하는 주요부들(201 및 202)은 제 1 지지 프레임(219)에 고정되어 있고, 상호 작용하는 주요부들(301 및 302)은 제 2 지지 프레임(319)에 고정되어 있다. 지지 프레임들(219, 319)은, 예를 들어 한 세트의 볼트와 같은 고정 부재(fixation member)에 의해, 서로 직접 부착시키거나 또는 둘 모두를 공통의 캐리어(401)에 부착시키는 것에 의해, 서로에 대해 고정되는 것이 바람직하다. 선택적 실시예에서, 오직 하나의 지지 프레임만이 포함되고, 거기에 제 1 및 제 2의 상호 작용하는 주요부들은 모두 고정된다.

공급 장치(feeder device, 410)는, 기관의 타겟면에서 임프린트를 위해 제 2 임프린트 기구에서 스탬프로서 사용되도록, 제 1 기구에서 임프린트된 디스크를 제 1 중간 공간(203)으로부터 제 2 중간 공간(303)으로 옮기도록 작동 가능하다. 한 실시예에서, 도 11 내지 16에서 도시된 것처럼, 공급 장치(410)는 제 1 중간 공간(203)에 있는 디스크를 잡고 취급하고 제 2 중간 공간(303)으로 옮기며 제 2 중간 공간(303)에 내려놓도록 작동 가능한, 디스크 파지(grabbing) 부재(411)를 포함한다. 바람직하게, 도면들에서 예시된 것처럼, 공급 장치(410)는, 회전 가능하고 제 1 중간 공간(203) 및 제 2 중간 공간(303) 사이에서 움직이도록 가능한 접이식으로(telescopically) 확장 가능한 하나 또는 다수의 아암(arm, 412)을 포함한다. 도에서 공급 장치(410)는, 수직 임프린트 방향에 수직을 이루는 축의 주위로 회전하도록 도시되어 있고, 반면에 선택적 실시예는, 임프린트 방향에 평행한 축의 주위로 움직일 수 있다. 제 1 중간 공간(203) 및 제 2 중간 공간(303) 사이에서 공급 장치가 움직인다는 점에서, 결과적으로 도는, 이 실시예에 따른 공급 장치의 일반적 아이디어를 나타내려고 한 것이다.

공급 장치(410)는 지지 프레임들(219 또는 319) 중 하나에, 또는 도에서 도시된 것처럼 공통의 캐리어(401)에 연결되는 것이 바람직하다. 도시된 실시예에서, 공급 장치(410)는, 공통의 캐리어(401)에 대해 413으로 표시된 지점에 회전 가능하게 탑재되어 있고, 이에 의해 공급 장치 및 제 1, 제 2 중간 공간(203, 303) 사이에 고정 관계가 형성된다.

제 1 임프린트 기구에서 임프린트 후, 도 1b에서처럼, 임프린트된 디스크(5)는 템플릿(1)에 일반적으로 다소 단단하게 부착된다. 이 예시에 나타난 예에서 참조된 것처럼 폴리머 호일 형태의 디스크(5)에 대해서, 임프린트된 디스크는 진공력에 의해 템플릿(1)에 고정되나, 추가의 접착은 없는 것이 바람직하다. 반접착 효과는 템플릿 및 디스크를 위한 재료의 신중한 선택에 의해 얻어지거나, 또는 템플릿 표면(2), 디스크 표면(4) 또는 둘 모두에 가해진 반접착 촉진제(promotor)에 의해 얻어진다. 한 실시예에서는, 제 1 임프린트 기구(200)에서 템플릿으로부터 임프린트된 디스크를 분리시키기 위해, 공급 장치(410)도 분리 기구를 포함한다. 분리 기구는, 템플릿으로부터 디스크를 분리시키도록 작동 가능한, 디스크 파지 부재(411) 및 디스크 풀링(pulling) 부재를 포함한다. 분리 기구의 서로 다른 더욱 상세한 실시예들은 도 17 내지 19를 참조하여 이하에서 설명될 것이다.

임프린트 장치의 작동의 바람직한 모드는, 각각의 인터미디어트 스탬프(10)가 각각의 기관(12) 위에 임프린트를 위해 제 2 임프린트 기구(300)에서 오직 한번 사용되는 것을 특징으로 하는, 제 1 임프린트 기구(200)에서 예를 들어 스탬프(5 또는 8)와 같은 인터미디어트 스탬프들(10)을 생산하는데, 하나의 동일한 템플릿(1)을 수차례 연속적으로 사용하는 것과 관련이 있다. 때때로, 템플릿(1)의 교체가 중요할 것이다. 이런 목적을 위해, 템플릿 충전 메카니즘(template charger mechanism)은, 템플릿 FOUP(정면 개방 유니버설 포드, Front Opening Universal Pod)에서와 같이 예를 들어 스택(stack, 421)에 배치된, 한 세트의 선택 가능한 템플릿들, 및 제 1 중간 공간(203) 사이에서 유도하도록 작동 가능하다. 템플릿 충전 메카니즘은, 하나의 템플릿이 매달린 템플릿 캐리어 또는 템플릿과 맞물려 붙잡도록 고안된 템플릿 파지기(grabber, 422) 및 레버 장치(423)를 포함하는 것이 바람직하다. 템플릿 충전 메카니즘은, 도 12 내지 16에서 이것이 사용되지 않는 경우에는, 단순화를 위해 생략되었다.

디스크 충전 메카니즘은, 디스크 FOUP에서와 같이 스택(431)에 바람직하게 배치된 한 세트의 디스크들 및 제 1 중간 공간(203) 사이에서 유도되도록 작동한다. 디스크 충전 메카니즘은, 스택(431)으로부터 디스크와 맞물려 붙잡도록 고안된 디스크 파지기(432) 및 레버 장치(433)를 포함하는 것이 바람직하다. 디스크 파지기(432)는, 스택(431)에서 깨끗한 디스크의 윗면을 보장하도록 고안된 진공 흡입 부재를 포함할 수 있다.

기관 충전 메카니즘은, 기관 FOUP에서와 같이 스택(441)에 바람직하게 배치되고 임프린트된 한 세트의 기관들 및 제 2 중간 공간(303) 사이에서 유도되도록 작동한다. 기관 충전 메카니즘은, 스택(441)으로부터 기관과 맞물려 붙잡도록 고안된 기관 파지기(442) 및 레버 장치(443)를 포함한다. 또한, 기관 파지기(442)는, 스택(431)에서 깨끗한 디스크의 윗면을 보장하도록 고안된 진공 흡입 부재를 포함할 수 있다. 대안적으로, 기관 아래로 맞물리는 스택에서 기관들을 모으기 위해, 기관 파지기(442)가 트레이 부재(tray member)에 채용될 수 있다.

기관 추출 메카니즘은, 제 2 중간 공간(303) 및 임프린트된 기관들을 위한 포트(451) 사이에서 유도되도록 작동한다. 포트(451)는 제 2 기관 FOUP일 수 있다. 다른 실시예에서, 포트(451)는, 인터미디어트 스탬프로부터 임프린트된 기관을 방출하도록 작동 가능한 탈형 장치이다. 탈형 장치는, 임프린트된 기관으로부터 인터미디어트 스탬프를 벗기고 끌어내도록 고안된 기계적 분리기일 수 있다. 선택적 실시예에서 탈형 장치는, 기관에는 영향을 미치지 아니하면서 인터미디어트 스탬프를 녹이는 것이 가능한 액체 용액을 가진 베스(bath)를 포함할 수 있다. 기관 추출 메카니즘은, 제 2 중간 공간(303)에서 임프린트된 기관 또는 더욱 바람직하게 윗 인터미디어트 스탬프 또는 모두를 붙잡고 취급하고, 레버 장치(453)를 사용하여 포트(451)로 사용된 인터미디어트 스탬프 및 임프린트된 기관 모두를 제거하도록 고안된 파지기(452)를 포함한다. 대안적으로, 파지기(452)는, 제 2 중간 공간(303)에서 기관으로부터 인터미디어트 스탬프를 방출하고, 탈형된 스탬프 및 인터미디어트 스탬프를 제거하도록 작동 가능한, 탈형 장치를 포함한다. 파지기(452)는, 인터미디어트 스탬프의 예를 들어 패턴이 없는 면과 같은 윗면을 취급하도록 고안된 진공 흡입 부재를 포함할 수 있다. 대안적으로, 트레이 부재는, 기관의 하부로부터 샌드위치된 기관 및 인터미디어트 스탬프를 모으는데 이용될 수 있다.

도 17은, 샌드위치 구조의 템플릿(1) 및 인터미디어트 디스크(10), 바람직하게는 제 1 임프린트 기구(200)에서 템플릿에 의해 임프린트 됐던 폴리머 호일을 도시한다. 공급 장치(410)에 대한 분리 기구는, 디스크 파지 부재(411) 및 디스크 풀링 부재(414)를 포함한다. 이 실시예에서 진공 공급 소스(415)는, 도관(416)을 통해 디스크 파지 부재(411)로 그리고 도관(417)을 통해 디스크 풀링 부재(414)로, 대안적으로 진공을 공급하도록 연결된다. 진공이 공급될 때 파지 힘은 흡입에 의해 얻어지고, 진공이 대기압 또는 대기압 위로 방출될 때 파지 힘은 방출된다. 제어된 방법으로 디스크(10)를 움직이거나 들어올릴 수 있기 위해서, 디스크 파지 부재(411)는 디스크(10)의 중앙 위치에 또는 근처에 위치하는 것이 바람직하다. 그러나 디스크 풀링 부재(414)는, 도시된 것처럼, 디스크(10)의 주변부에 위치한다. 이는 기계적으로 또는 대안적으로 조절될 수 있다. 진공이 디스크 풀링 부재(414)로 공급되었을 때, 도에서 화살표에 의해 도시된 것처럼, 들어올리는 힘이 가해

진다. 들어올리는 힘은 맞물린 디스크 표면에 수직일 수 있으나, 방출을 쉽게 하기 위해, 들어올리는 힘을 디스크의 주변부로부터 조금 안쪽으로 배향되는 것이 바람직하다. 일단 디스크가 맞물린 주변부에 인접한 예지에서 약간 분리되었다면, 템플릿(1) 및 디스크(10)를 모두 잡고 있는 진공력(vacuum force)이 깨지기 때문에, 전체 분리는 다소 쉽게 일어난다. 또한, 디스크 폴링 부재(414)가 템플릿(1)으로부터 디스크(20)를 분리시키도록 작동할 때, 템플릿 지지 장치가 템플릿을 아래로 당기도록 작동하는 것을 나타내기 위해, 아래로 향한 화살표들이 도에 포함되어 있다.

도 18은, 템플릿(1)과 함께 샌드위치된 디스크(10) 상에서 작동할 때, 디스크 파지 부재(411) 및 디스크 폴링 부재(460)를 포함하는, 공급 장치(410)에 대한 분리 기구의 다른 실시예를 개략적으로 도시한다. 디스크 파지 부재(411)는 도 17의 것과 비슷하고, 따라서 다시 설명되지는 않을 것이다. 하지만 이 실시예에서, 디스크 폴링 부재(460)는, 디스크(10)의 예지 주위를 붙잡도록 작동 가능한, 기계적 핀칭(pinching) 부재(461)를 포함한다. 이는, 디스크(10)가 템플릿(1)의 상응하는 예지에 걸쳐 뻗어있는 것을 요구한다. 도시된 경우에, 디스크(10)는, 템플릿(1)보다 더 큰 직사각형 모양을 가진 유연한 폴리머 호일이다. 핀칭 부재(461)는 디스크 예지 주위를 붙잡도록 작동하고, 결과적으로 들어올리는 힘은, 위를 향하는 화살표에 의해 나타난 것처럼 작용한다. 이를 행하는 한가지 방법은, 도시된 것처럼, 디스크 파지 부재(411)에 연결된 레버 장치(462)에 의해, 위로 핀칭 부재(461)를 회전시키는 것이다.

바람직한 실시예에서, 디스크(10)는 폴리머 호일이다. 이런 실시예에서 호일의 표면에서 발생하는 정전기는 별도의 문제이다. 이런 목적을 위해, 폴리머 호일이 이온화된 공기와 같은 탈이온화 가스의 흐름 또는 장막(curtain)에 놓여지도록 노즐(500)이 제공된다. 노즐(500)은 도관(501)을 거쳐 탈이온화 가스 소스(미도시)로 연결된다. 노즐(500)은 공급 장치(410) 상의 디스크 파지 부재(411)와 함께 작동될 수 있고, 지지 프레임(219)과 관련하여 개별적으로 고정될 수 있다. 한 실시예에서, 노즐(500) 또는 탈이온화 가스를 공급하기 위한 다른 노즐은, 폴리머 호일을 제 1 중간 공간(203)에 놓기 전 및 제 2 중간 공간(303)에 놓기 전에, 폴리머 호일 위로 탈이온화 가스를 통과시키도록 작동 가능하다.

도 19는, 표면의 파지 지지를 위해 사용 가능한 장치(470)의 실시예를 도시한다. 거의 편평한 지지면(471)은, 지탱하는 리세스에 놓인 o-링과 같은, 주변 시일(472)을 갖는다. 시일(472) 안에, 도관의 입구(473)가 형성되어 있고, 도관은 대안적으로 진공에 연결된다. 장치(470)는 디스크 파지 부재(411), 디스크 폴링 부재(414), 또는 템플릿, 디스크 및 기관을 들어올리고 붙잡도록 작동 가능한 임프린트 장치의 다른 장치에 사용될 수 있다.

도 12 내지 16은, 도 11의 장치의 단순화된 예시를 포함하고, 임프린트 장치의 작동의 한가지 모드에 대한 다른 공정 단계를 도시한다. 임프린트 장치를 작동시키기 위한 많은 변수들이 존재하고, 두 임프린트 기구들 간의 실제 동시성은, 두 기구들(200 및 300)에서 임프린트 공정 시간에서의 차이에 의존한다.

도 12에서 제 1 임프린트 기구(200)는 현재, 템플릿(1)의 표면 패턴을 인터미디어트 디스크(10B)의 수용면으로 임프린트 한다. 또한 제 2 임프린트 기구(300)는 현재, 인터미디어트 디스크(10A)의 수용면의 표면 패턴을 기관(12A)의 마주보는 타겟면으로 임프린트 한다. 디스크 충전 메카니즘 및 기관 충전 메카니즘은 모두, 새로운 대상물들을 가져와서 적재할 준비에 있고, 공급 장치(410)는 대기 상태에 있다.

도 13에서, 두 임프린트 기구들 모두는 이들의 임프린트 압력을 방출했고, 각각의 상호 작용하는 부재들은, 중간 공간(203 및 303)을 열도록 분리되어 있다. 기구(200)의 상호 작용하는 주요부들이 분리되었을 때, 공급 장치(410)는 제 1 중간 공간(203)으로 들어가서 새로운 임프린트된 인터미디어트 디스크(10B)를 잡도록 유인된다. 또한, 기관 추출 메카니즘은, 기구(300)의 상호 작용하는 주요부들의 분리에 의해, 제 2 중간 공간(303)으로 들어가서 샌드위치된 인터미디어트 디스크(10A) 및 현재 임프린트된 기관(12A)을 잡도록 유인된다.

도 14에서, 추출 메카니즘은 샌드위치된 디스크(10A) 및 기관(12A)을 포트(451)로 옮기고, 이후 기관 충전 메카니즘이 스택(441)으로부터 새로운 기관(12B)을 잡아서 중간 공간(303)으로 옮긴다. 바람직하게, 기관 충전 메카니즘은, 제 2 임프린트 기구(300)의 아래 주요부의 지지 표면에 새로운 기관(12B)을 적당히 위치시켜 놓는 것이다. 제 1 임프린트 기구에서, 임프린트된 디스크(10B)는 템플릿(1)으로부터 분리되어 공급 장치(410)에 의해 들어 올려진다.

도 15에서, 공급 장치(410)는 임프린트된 디스크(10B)를 제 1 중간 공간(203)으로부터 제 2 중간 공간(303)으로 옮기고, 새 기관(12B)의 타겟면에 대해 아래로 임프린트된 수용면을 놓는다. 디스크(10B)가 제 1 중간 공간(203)으로부터 제거됐을 때, 디스크 충전 메카니즘은 제 1 중간 공간의 템플릿(1) 위에 새로운 디스크(10C)를 놓도록 작동하고, 새로운 디스크(10)는 도 1a의 호일(3)에 대응한다. 기관 충전 메카니즘은 기관 스택(441)에서 준비 상태에 있다고 가정한다.

도 16에서, 또한 디스크 충전 메카니즘은 디스크 스택(431)에서 준비 상태에 있다고 가정하고, 공급 장치(410)도 준비 상태에 있다고 가정한다. 이제 공정은 도 12에서 도시된 것처럼 계속될 준비에 있다.

도 20 내지 23은, 발명의 실시예에 따른 멤브레인 공급 시스템을 도시한다. 멤브레인 공급 시스템은, 임프린트 기구의 두 주요부 사이의 중간 공간으로 새로운 멤브레인을 연속적으로 그리고 단계적으로 공급하도록 배치된다. 도 11 내지 16과 관련하여 설명된 것처럼 이중 임프린트 기구 장치와 관련하여, 이런 형태의 멤브레인 공급 시스템은 두 임프린트 기구(200 및 300) 중 어느 쪽이나 채택될 수 있다. 그러나 이는 특히 제 1 임프린트 기구에서 유용하다. 따라서 멤브레인 공급 시스템은 이중 기구 임프린트 장치에서의 사용에만 제한되지 아니한다. 도 20 내지 23에서 비슷한 요소들이 도 8에서와 동일한 참조 번호를 가지고, 참조 번호가 표시되지 않았으나 언급되는 경우에는, 도 8의 요소들과 일치한다. 단순화를 위해 임프린트 공정을 수행하는데 필요한 몇몇 요소들은, 도 20 내지 23에서 생략되었다. 도시된 실시예에서, 멤브레인 공급 시스템은, 제 1 롤러(2001)로부터 제 1 중간 공간(103)의 위치로, 뒤이어 제 2 롤러(2002)로 회전하여 나가도록(rolled off) 배치된, 롤러(2001, 2002)의 쌍 및 멤브레인 리본(2003)을 포함한다. 멤브레인 리본의 일부가 공간(103)에서 임프린트 공정에 사용됐을 때, 회전을 위해 제 2 롤러(2002)를 구동시키는 전기 모터와 같은 공급 장치(미도시)는, 공간(103)으로부터 사용된 멤브레인 부분을 벗어나게 하고, 멤브레인 리본(2003)의 새로운 부분을 공간(103)으로 공급한다. 또한, 이는 도 20에서 도시된 장면이다.

공간(103)에서, 템플릿(1)은 아래 지지면(105) 상에 위치한다. 바람직하게 유연한 폴리머 호일과 같은, 임프린트된 디스크(3)는, 도 1a와 뒤집혀서, 템플릿(1)의 구조화된 표면을 향하는 수용면(4)을 갖는 템플릿(1) 위에 놓여진다.

도 21은, 어떻게 멤브레인 이동 부재가 중간 공간에 존재하는 멤브레인 부분을 임프린트 기구의 프레스 장치의 조정 방향에 평행한 방향으로, 예를 들어 예시된 도에 수직하게 이 경우 디스크(3)에서 샌드위치 쌍(1 및 3)의 윗 부재를 향하여, 변위시키도록 작용하는지 도시한다. 예시된 도에서, 멤브레인 이동 부재는 안내 롤러(2004 및 2006)의 쌍을 포함하는데, 각각은 실린더(2005 및 2007)에 의해 각각 고정되어있고, 멤브레인이 디스크(3)의 인접면에 고정될 때까지 아래방향으로 공간(103)에 존재하는 멤브레인 부분을 프레스 하도록 작동한다.

후속 단계에서, 주요부(101 및 102)가 모이고 시일(108)이 지지면(105)을 향하여 멤브레인(2003)을 프레스하고 고정시킬 때, 진공은 공기의 배출을 위해 도관(118)을 통해 진공 소스(117)로부터 공급된다. 그러나 멤브레인(2003)이 디스크(3) 위로 놓여졌을 때 그 사이에, 디스크(3)의 주변을 주위로 압력이 증가함에 따라 포착될 수 있는, 공기가 내포될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 디스크(3)는 유리전이온도 위로 가열함에 의해 임프린트된 유연한 폴리머 호일이기 때문에, 호일(3)과 멤브레인(2003) 사이에 존재하는 어떤 입자 또는 버블(bubble)도 호일(3)의 후부에 전사될 것이다. 호일(3)의 후부는 사용되지 않기 때문에, 약간의 뒤틀림은 상관이 없다. 그러나 공기 또는 다른 가스의 버블은 폴리머 호일을 통해 침투할 수 있고, 템플릿(1)으로부터 호일(3)의 수용면으로 전사된 패턴을 손상시킨다. 이런 위험을 최소화하기 위해서, 도 21에 도시된 것처럼, 프레스 롤러(2008)는 샌드위치 배치로부터 떨어져서 향한 채로 멤브레인(2003)의 측부 상을 돌도록 제어된다. 프레스 롤러(2008)는 고무 또는 실리콘으로 만들어진 부드러운 덮개면을 가지고, 일정한 수직 하중(down force)을 가하도록 바이어스된 스프링(biased spring, 2009)에 의해 고정되는 것이 바람직하다. 도 21의 롤러 해법의 대체수단은, 멤브레인 위로 갈퀴(rake)의 에지를 이동시키는 것이 될 수 있다.

도 22는, 주요부(101 및 102)가 모이고, 임프린트를 수행하기 위해 멤브레인에 의해 샌드위치 배치로 전달되는 압력이, 소스(116)로부터 구멍(115)에 있는 기체 또는 액체로 제공되는 경우에, 임프린트 순서를 도시한다. 이미 지적된 바와 같이, 임프린트도 복사에 의해 도움을 받을 수 있고, 이런 경우에 복사 소스(110)는, 멤브레인(115) 및 디스크(3)를 통해, 복사를 템플릿(1)에 맞물린 디스크(3)의 복사에 민감한 임프린트 층으로 방출하도록 포함된다.

가능하면 포스트베이크를 포함하여 임프린트 공정 후, 도 23에 도시된 것처럼, 주요부(101 및 102)는 분리되고 멤브레인(2003)은 들어올려 진다. 도 11 내지 16과 관련하여 설명된 것처럼 제 2 임프린트 기구에 대해 가능한 직접적으로, 임프린트된 디스크(3), 현재 스탬프(10)는 제거되고 임프린트된 새로운 디스크(3')는 공간(103)에서 템플릿(1) 상에 놓인다. 멤브레인 공급 시스템은, 사용된 멤브레인 부분을 공간(103)으로부터 벗어나게 하고, 멤브레인 리본(2003)의 새로운 부분을 공간(103)으로 공급하여 디스크(3')를 임프린트할 때 사용되도록 한다. 임프린트 동안, 임프린트 온도는 폴리머 호일에 대해서는 유리전이온도를 초과하나, 멤브레인 재료에 대해서는 유리전이온도를 넘지 못한다. 그러나 폴리카르보네이트, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, PDMS 또는 PEEK와 같은, 임프린트된 폴리머 호일의 재료에 의존하여 선택된, 적당한 멤브레인 재료들은, 임프린트 공정에서 기계적 변형을 겪을 수 있다. 이런 변형은, 템플릿 및 가능한 폴리머 호일의 에지와 같은 주변부에서 전형적으로 발생하나, 또한 주변 안에서도 발생할 수 있다. 차후의 임프린트 공정에서, 멤브레인에서의 어떤 변형들도 임프린트된 폴리머 호일에 전사될 수 있고, 그것의 후부가 사용되지 않는 경우에서조차도, 언급된 것처럼 변형은 호일의 수용면으로 침투할 수 있다. 사용되는 새로운 멤브레인 일부를 계속 앞으로 제공함에 의해, 이런 문제는 최소화된다.

도 24 내지 27은 발명에 따른 임프린트 장치의 다른 실시예를 도시한다. 이 실시예에서, 두 상호 작용하는 임프린트 기구들의 제 1 중간 공간으로부터 제 2 중간 공간으로 임프린트된 디스크를 움직이도록 작동 가능한 공급 장치는, 서로 다른 구성을 가지고, 폴리머 호일 리본 및 리본 공급 메카니즘을 포함한다. 공급 장치로부터 떨어져서, 제 1 및 제 2 임프린트 기구는, 거의 도 8 내지 11과 관련하여 거의 설명된 것처럼 배열된다. 따라서, 도 24 내지 27에 나타나거나 나타나지 않은 것처럼, 이들 도를 참조하기 전에 존재했던 요소들은, 동일한 참조 번호를 사용하도록 참조될 것이다. 임프린트된 기관의 패턴이 있는 표면층을 기관 위에 유지시키는 경우와 예를 들어 메모리 디스크를 생산하는데 있어서 잠재적으로 차후에 금속화되는 경우에, 도 24 내지 27의 실시예는, 패턴이 있는 기관을 생산하는데 특히 유용하다.

도 24는, 각각 중간 공간(203, 303)을 개방하도록 분리된 상호 작용하는 주요부의 각각의 쌍을 가진, 제 1 및 제 2 임프린트 기구(200, 300)를 도시한다. 제 1 임프린트 기구(200)는, 도 20 내지 23과 관련하여 설명된 것처럼, 멤브레인 공급 시스템을 가질 수 있다. 도시된 실시예에서, 제 1 임프린트 기구(200)는 고정된 멤브레인(213)을 갖는다. 바람직하게, 멤브레인(213)은 제 1 임프린트 기구(200)가 배열된 템플릿의 치수에 상응하도록 선택된, 실질적으로 단단한 중앙부(241)를 갖는다. 단단한 중앙부(241)는, 그 주위에서 멤브레인(213)에 연결될 수 있다. 대안적으로, 멤브레인(213)은 전체 템플릿을 덮고, 반면에 단단한 중앙부(241)는, 상부 또는 하부 위의 멤브레인(213)에 고정된 플레이트이다. 이 실시예에서, 시일(208)은 멤브레인(213) 아래에 위치한다. 템플릿이 기계적으로, 및 진공 공급 소스(117)에 연결된 도관(242)을 통한 진공 흡입에 의해, 지지되는 것이 바람직한 경우에, 템플릿(1)은 아래 지지 부재의 지지면(205)에 위치한다. 제 2 임프린트 기구는, 도 8과 관련하여 설명된 것처럼 기본적으로 고안되고, 아래 주요부(302) 위에 위치한 임프린트될 새로운 기관(12)을 갖는다. 또한, 진공 공급 소스(117) 또는 다른 소스는, 제 1 임프린트 기구(200)에 대해 설명된 배치에 상응하는, 도관(242)을 경유하여 아래 주요부의 지지면에 연결되는 것이 바람직하다. 한가지 차이점은, 여기서 인터미디어트 스탬프로서 동작하는 폴리머 호일 리본은 멤브레인으로서도 동작한다는 점이다. 한 실시예에서, 제 2 임프린트 기구(300)는, 제 2 중간 공간(303)에 존재하는 기관(12) 위로, 프리폴리머 소스(244)로부터 열적 또는 자외선 경화 가능한 프리폴리머를 가하도록 작동 가능한, 재료 분배기(243)를 또한 포함한다. 분배는 프리폴리머 상에서 굴림에 의해 얻어지나, 바람직한 실시예에서, 아래 주요부(302)의 지지면은, 분배기(243)로부터 중앙 분배 및 스피너(spinner, 245)에 의한 회전이 기관(12)의 윗 타겟면 상에 프리폴리머의 스핀-코팅을 제공하는, 스피너(245)를 포함한다. 선택적 실시예에서, 스핀-코팅 위치(station)는 제 2 임프린트 기구(300)에 인접하여 제공되고, 그로부터 기관 충전기는, 코팅된 기관을 집고 연속적으로 제 2 중간 공간에 넣는다.

이 실시예에서, 제 1 로부터 제 2 임프린트 기구로 임프린트된 디스크를 옮기는 경우에 있어서 공급 장치는, 디스크 충전기의 기능도 가진다. 도시된 실시예에서, 새로운 블랭크(blank) 폴리머 호일 리본(252)을 가진 제 1 롤러(250)가 제 1 임프린트 기구 앞에 있고, 그로부터 제 1 롤러 리본이 제 1 중간 공간(203), 제 2 중간 공간(303)을 통해 제 2 롤러(251)로 유도되는 경우에, 공급 장치는 한 쌍의 롤러를 포함한다. 제 2 임프린트 기구(300) 뒤에 임프린트된 폴리머 호일 리본(252)을 말아올리는 것에 대한 대안으로서, 인터미디어트 스탬프를 녹이거나 차후 분리하기 위해, 각각의 사용된 인터미디어트 스탬프 부분이 제 2 임프린트 기구에서 임프린트된 기관을 따라가도록 연속적으로 잘리고 분리될 수 있다.

도 24에서, 기관(12) 위로 존재하는 폴리머 호일 리본(252)은, 이전 단계에서 제 1 임프린트 기구(200)에서 템플릿(1)에 의해 임프린트 되었고, 이후 롤러(251)가 위치한 부분으로부터 리본을 당기는, 예를 들어 전기 모터(미도시)에 의해, 리본(252)은 앞으로 나아간다. 템플릿(1)에 걸쳐, 폴리머 호일의 새로운 부분이 존재한다.

도 25에서, 상응하는 주요부들(201, 202, 301, 302)은 서로 모여진다. 제 1 임프린트 기구(200)에서, 압력 소스(216)로부터 단단한 부분(241)을 갖는 멤브레인(213) 뒤의 구멍(215)에 존재하는 기체 또는 액체로 공급된 압력에 의해, 새로운 폴리머 호일 부분은 구조화된 템플릿 표면에 의해 임프린트 되고, 멤브레인은 템플릿(1)을 향해 호일(252)을 프레스 한다. 이미 설명한 것처럼, 임프린트 공정은 열적 또는 복사-도움을 받는 것일 수 있다. 제 2 임프린트 기구(300)에서, 이미 임프린트된 폴리머 호일 부분은, 이제 인터미디어트 스탬프 및 멤브레인으로서 작용하고, 윗 주요부(301)의 시일(308)에 의해 고정된다. 인터미디어트 스탬프는, 리본(252)의 인터미디어트 스탬프 부분 뒤의 구멍(315)에 존재하는 기체 또는 액체로 압력 소스(316)로부터 공급된 압력에 의해, 기관(12)의 타겟면을 임프린트 한다. 바람직하게, 이 공정은 1 내지 20 bar 범위의 상대적으로 낮은 압력 및 소스(310)로부터 적당량의 자외선 복사에서 수행된다. 이는 폴리머 호일(252)을 통해 프리폴리머를 노광하고 경화시키고, 이에 의해 프리폴리머를 경화시키고 기관(12)에 부착시킨다.

도 26에서, 임프린트 순서 및 가능한 포스트베이크가 일어난 후에, 두 임프린트 기구의 상호 작용하는 주요부들도 분리된다. 도 17 또는 18과 관련하여 설명된 해법의 하나와 같이, 분리 장치(미도시)의 몇 가지 형태는 이 단계에서 선택되어야 한다. 템플릿이 아래 지지면에 유지되는 경우에 있어서, 특히 이는 제 1 임프린트 기구(200)와 관련이 있다. 또한, 제 2 임프린트 기구에서, 내장된 분리 장치가 포함될 수 있다. 도시된 실시예에서, 임프린트된 기관(12)은 사용된 인터미디어트 스탬프와 접촉을 유지하도록 허용된다.

마지막으로 도 27에서, 템플릿(1)에 의해 임프린트된 마지막 부분이 제 2 중간 공간(303)에 위치하도록, 공급 장치는 폴리머 호일 리본(252)을 한 단계 공급하도록 작동한다. 이에 의해 마지막 임프린트된 기관(12)은 공간(303)으로부터 끌려나 오고, 동일한 공정에서 호일(252)로부터 분리될 수 있다. 바람직하게, 호일로부터 분리되는 공간(303)으로부터 제거 후 개별적으로 실행되어야 한다. 이때, 새로운 기관(12')은, 기관 충전기에 의해, 제 2 임프린트 기구(300)의 아래 지지면 상에 놓인다.

또한, 도 24 내지 27과 관련하여 설명된 실시예는, 도 20 내지 23과 관련하여 설명되었던 것에 따라서, 공기를 압축하기 위한 프레스 롤러 및 안내 롤러(252)를 아래로 프레스하기 위한 이동 부재를 포함할 수 있다.

발명의 선택적 실시예는 도 28에서 도시된다. 이 예에서, 도에서 하나로 도시된, 제 1 임프린트 기구(200)는 사출 성형(injection molding) 기구이다. 도 28의 성형 기구는 도 8의 실시예와 크게 비슷하고, 따라서 동일한 참조 번호들이 일정한 요소들에 사용되었다. 하지만 차이는, 압력을 가하기 위해 존재하는 기체 또는 액체 및 멤브레인이 없다는 점이다. 템플릿(1)은 아래 지지면(105) 위에 놓인 것으로 도시되어 있고, 템플릿은 예를 들어 50 내지 90°C의 적당한 공정 온도를 버티도록 만들어져 있다. 아래 주요부(202)는, 윗 주요부(201) 및 아래 주요부(202) 사이의 공간(203)을 조정하기 위해, 공간 조정 장치(107, 108)에 의해, 이동 가능하다. 바람직하게, 윗 주요부가 약 0.1 내지 1 밀리미터의 정도로 템플릿 표면에 가깝게 아래를 향하는 표면(104)과 함께 위치하도록, 주요부들은 조정된다. 그곳에서 윗 주요부(201)에 있는 도관(281)을 통해, 폴리머 소스(280)로부터 녹은 폴리머가 가해진다. 바람직하게, 녹은 폴리머는, 예를 들어 소스(280)로부터 힘을 가함에 의해 또는 기계적으로 공간(203)에 스크류 함(screwing)에 의해, 프레스 힘을 사용하여 제공된다. 일단 녹은 폴리머가 가해진다면, 공간 조정 장치(107, 108)를 사용하여, 녹은 폴리머 재료를 템플릿의 패턴으로 확실하게 주입하도록 압력이 가해질 수 있다. 대안적으로, 주요부(201, 202)는 서로 이미 정해진 거리에서 유지되고, 녹은 폴리머 재료를 위한 적용 압력이 유일한 압력을 제공한다. 녹은 폴리머 재료는 일반적으로 200 내지 250°C를 유지하고, 따라서 상대적으로 차가운 템플릿(1)에 의해 빠르게 냉각된다. 또한, 생성된 폴리머 스탬프의 결과적 두께를 한정하는 공간(203)은 일반적으로 1 밀리미터 이하로 매우 작기 때문에, 냉각은 일반적으로 10초 이하로 매우 빠르다. 이후, 공간 조정 장치(107, 108)는 공간(203)을 열도록 작동하고, 이후 이렇게 생성된 폴리머 스탬프는, 공급 장치에 의해, 탈형되고 제 1 중간 공간(203)으로부터 제 2 단계 임프린트 기구의 공간으로 이동될 수 있다. 공급 장치 및 제 2 임프린트 기구는, 도 5 내지 23과 관련하여 설명된 것과 같은 어떠한 형태도 가질 수 있다.

발명의 효과

예

사용될 수 있는 몇몇 폴리머 호일들은 다음과 같다:

독일 (주)티코나사의 토파스 8007(Topas 8007 from Ticona GmbH, Germany): 80°C의 유리 온도를 갖는 열가소성 랜덤 코폴리머(co-polymer). 토파스는 300나노미터를 넘는 파장의 빛에 대해 투과성이 있고, 낮은 표면 에너지의 특징이 있다. 호일은 50 내지 500 μm 의 두께인 것이 사용될 수 있다. 여기서는 130 내지 140 μm 의 두께의 호일이 사용되었다. 또한, 이 재료는 제 1 임프린트 단계에서 사출 성형에 대해 사용될 수 있다.

일본 제온 케미컬사의 제오노르 ZF14(Zeonor ZF14 from Zeon Chemicals, Japan): 136°C의 유리 온도를 갖고 300나노미터를 넘는 파장에 대해 92퍼센트의 빛 투과성을 갖는 열가소성 폴리머. 사용된 호일은 188 μm 의 두께를 갖지만, 50 내지 500 μm 범위의 다른 두께에서 사용 가능하다. 또한, 이 재료는 제 1 임프린트 단계에서 사출 성형에 대해 사용될 수 있다.

일본 제온 케미컬사의 제오넥스 E48R(Zeonex E48R from Zeon Chemicals, Japan): 139°C의 유리 온도를 갖고 350나노미터를 넘는 파장에 대해 92퍼센트의 빛 투과성을 갖는 열가소성 폴리머. 사용된 호일은 75 μm 의 두께를 갖는다. 또한, 이 재료는 제 1 임프린트 단계에서 사출 성형에 대해 사용될 수 있다.

독일 바이에르 AG사의 폴리카르보네이트(비스페놀-A 폴리카르보네이트)(Polycarbonate(Bisphenol-A polycarbonate) from Bayer AG, Germany): 150°C의 유리 온도를 갖고 350나노미터를 넘는 파장에 대해 91퍼센트의 빛 투과성을 갖는 열가소성 폴리머. 사용된 호일은 300 μm 의 두께를 가지고, 많은 다른 두께에서 최대 1밀리미터까지 사용 가능하다. 또한, 이 재료는 제 1 임프린트 단계에서 사출 성형에 대해 사용될 수 있다.

사용된 레지스트 재료는 미국 마이크로켄사의 SU8(SU8 from MicroChem Corp. USA)로 포토-레지스트 재료이고, 350 내지 400나노미터의 파장을 갖는 빛에 노광 후 경화 가능하다. SU8 및 실리콘 기판 사이의 접착 촉진제(adhesion promotor)로서, 미국 마이크로켄사의 호일 LOR0.7(thin LOR0.7 film)이 사용되었다.

이하에서, 발명에 따른 임프린트 장치가 사용될 수 있는, 2-단계 임프린트 공정의 예를 설명할 것이다.

예 1

표면이 80나노미터의 라인 폭 및 90 나노미터의 높이를 갖는, 라인 패턴을 나타내는 니켈 템플릿은, 150°C, 50bar에서 3분 동안 제오노르 ZF14에 임프린트 되었다. 어떤 표면도 예를 들어 반접착 층과 같은 어떠한 추가적 코팅에 의해 처리되지 않았다. 방출 온도는 135°C이었고, 그 온도에서 제오노르 호일은, 템플릿과 복제물의 패턴에 손상을 입히지 않은 채로 니켈 표면으로부터 기계적으로 제거될 수 있다. 제오노르 호일은 새로운 템플릿으로서 사용되고, 100나노미터 두께의 SU8 호일에 임프린트 되었다. SU8 호일은, 이전에 실리콘 기판 위에서 스핀-코팅되었고, 20나노미터의 LOR 호일 위에서 스핀-코팅되었다. 또한 여기서, 어떤 표면도 SU8 호일 및 제오노르 호일 사이의 반접착 특성을 향상시킬 목적을 갖는 추가적 코팅에 의해 처리되지 않았다. 임프린트는 3분 동안 70°C, 50bar에서 수행되었다. SU8 호일은, 광학적으로 투과성이 있는 제오노르 호일을 통해 4초 동안 자외선에 노광되었고, 2분 이상 동안 베이킹 되었다. 전체 임프린트 과정 동안, 온도 및 압력은 각각 70°C, 50bar에서 일정하게 유지되었다. 방출 온도는, 제오노르 호일이 폴리머 템플릿 호일과 복제 호일의 패턴에 손상을 입히지 않은 채로 SU8 호일로부터 기계적으로 제거될 수 있는, 70°C였다. 실리콘 웨이퍼 위에 증착된 SU8 호일에서 임프린트 결과의 AFM 이미지는 도 2에 도시된다.

예 2

표면이 AFM에 의해 관찰될 때 100 나노미터의 높이 및 150나노미터의 폭을 갖는 블루레이(BluRay) 패턴을 나타내는 니켈 템플릿은, 예 1에서 이미 설명되었던 것과 같은 동일한 공정 및 동일한 파라미터를 사용하여 제오노르 ZF14에 임프린트 되었다. 제오노르 호일은 새로운 템플릿으로 사용되고, 100나노미터 두께의 SU8 호일에 임프린트 되었다. 또한 여기서도, 예 1에서 이미 설명된 것과 동일한 공정 및 동일한 파라미터가 사용되었다. 실리콘 웨이퍼 위에 증착된 SU8 필름에서 임프린트 결과의 AFM 이미지는 도 3에 도시된다.

예 3

표면이 1 내지 28의 범위의 높은 중형비를 갖는 마이크로미터 단위의 패턴을 함유하는, 니켈 템플릿이 사용되었다. 피처(feature size)는 17마이크로미터의 높이로 600나노미터 내지 12마이크로미터의 범위이다. 표면은, 임프린트 전에 인산계 반접착 필름에 의해 덮여졌다. 니켈 템플릿은, 3분 동안 190°C, 50bar에서 폴리카르보네이트 호일에 임프린트 되었다. 폴리카르보네이트 호일의 표면은, 니켈 템플릿과 폴리카르보네이트 필름 사이의 반접착 성질을 향상시킬 목적으로 추가적 코팅에 의해 처리되지는 않았다. 방출 온도는 130°C이고, 이 온도에서 폴리카르보네이트 호일은, 템플릿 및 복제물의 패턴에 손상을 입히지 아니하고 니켈 표면으로부터 기계적으로 제거될 수 있다. 폴리카르보네이트 호일은, 토파스 호일에 임프린트를 위한 새로운 템플릿으로서 사용되었다. 임프린트는 3분 동안 120°C, 50bar에서 수행되었다. 어떤 표면에도, 폴리카르보네이트와 토파스 호일 사이의 반접착 성질을 향상시킬 목적으로 추가적 코팅이 입혀지진 않았다. 방출 온도는 70°C이고, 이 온도에서 토파스는, 템플릿 호일 및 복제물 호일의 패턴에 손상을 입히지 않고 폴리카르보네이트 호일로부터 기계적으로 분리될 수 있다. 이때 토파스 호일은 새로운 템플릿으로서 사용되었고, 실리콘 기판 위에 스핀 코팅된 6000나노미터 두께의 SU8 필름에 임프린트 되었다. 또한 여기서, 어떤 표면에도, SU8 필름 및 토파스 호일 사이의 반접착 성질을 향상시킬 목적으로 추가적 코팅에 의해 처리되진 않았다. 임프린트는 3분 동안 70°C, 50bar에서 수행되었다. SU8 필름은 광학적 투과성이 있는 토파스 호일을 통해 4초 동안 자외선에 노광 되었고, 전체 공정 동안 50bar의 압력 또는 70°C의 온도의 변화없이 2분 이상동안 베이킹 되었다. 방출 온도는 70°C였다. 이후 토파스 호일은 1시간 동안 60°C에서 p-자일렌(p-xylene)에서 완전히 용해되었다. 결과의 SEM 이미지는 도 4에 도시되어 있다. 바람직한 실시예에서, 이 공정을 수행하기 위한 장치는, 이 예에서 폴리카르보네이트로 된 마스터 템플릿이 제 1 임프린트 기구에서 제 1 인터미디어트 스탬프로서 제공되도록 사용되는 경우에, 연달아 배치된 세 개의 임프린트 기구들을 포함한다. 이때 제 1 인터미디어트 스탬프는, 제 2 임프린트 기구에서 제 2 인터미디어트 스탬프를 만들기 위해, 이 예에서 토파스로 된 제 2 호일에 임프린트를 위해 사용되었다. 제 3 임프린트 기구에서, 제 2 인터미디어트 스탬프는 임프린트에 의해 타겟 기판 위로 패턴을 전사하기 위해 사용되었다. 하나의 동일한 공급 장치는, 임프린트 기구 사이에서 임프린트된 인터미디어트 스탬프를 이동시키기 위해 제공될 수 있고, 대안적으로 하나의 공급 장치는 제 1 및 제 2 임프린트 기구 사이에 제공될 수 있고, 두번째 공급 장치는 제 2 및 제 3 임프린트 기구 사이에 제공될 수 있다.

실험(Experimental)

상기 예에서 설명된 임프린트 공정은, 몇몇 경우에는 인산계 반접착 필름에 의해 덮인, 서로 다른 패턴을 갖는 니켈 스탬프를 이용하여, 다른 공정 파라미터를 사용하여 수행되었다. 기판들(2 내지 6 인치 실리콘 웨이퍼들)은, LOR 및 SU8 필름을 스핀하기 전에 직접 이소프로판올(isopropanol) 및 아세톤(acetone)의 린스에 의해 세척되었다. 사용된 스탬프의 크기는 2 내지 6 인치이다. 임프린트는, 자외선 모듈을 제공하는, 오브듀캣-6-인치-NIL 장비(Obducat-6-inch-NIL equipment)를 사용하여 수행되었다.

디지털 인스트루먼트사의 나노스코프 IIIa 현미경(NanoScope IIIa microscope from Digital Instruments)을 이용하여 탭핑 모드에서 원자력 현미경 검사(Atomic force microscopy, AFM)는, 임프린트 수행 후 임프린트 결과 및 스탬프를 조사하기 위해 수행되었다.

전자 주사 현미경 검사(Scanning Electron Microscopy, SEM)는, 25kV에서 오브듀캣 쉘스캔 MX2600 현미경(Obducat MX2600 Microscope)을 이용하여 수행되었다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 실시예는 첨부된 도면을 참조하여 이하에서 더욱 상세하게 기술될 것이다.

도 1은, 발명의 실시예에 따라, 템플릿(template)으로부터 대상물 표면에 복제물(replicas)을 만드는 두 단계 공정을 개략적으로 도시한다.

도 2는, 발명의 실시예에 따른 방법에 의해, SU8에 임프린트된 라인 패턴의 AFM 탭핑 모드 이미지(AFM tapping mode image)를 도시한다.

도 3은, 발명의 실시예에 따라 SU8에 임프린트된 블루레이 광디스크 패턴(BluRay optical disk pattern)의 AFM 탭핑 모드 이미지를 도시한다.

도 4는, 발명의 실시예에 따른 임프린트에 의해 제공된, 높은 종횡비(aspect-ratio)를 갖는 마이크로미터 크기의 기둥 패턴(pillar pattern)의 SEM 이미지를 도시한다.

도 5 내지 7은, 발명의 실시예의 공정 단계들을 도시한다.

도 8은, 도 1 내지 3, 또는 5 내지 7에서 일반적으로 도시된 것과 같이 공정을 수행하는데 있어서, 발명에 따른 임프린트 기구의 실시예를 개략적으로 도시한다.

도 9는, 공정의 최초 단계에서 폴리머 스탬프 및 기판이 놓여졌을 때, 도 8의 임프린트 기구를 개략적으로 도시한다.

도 10은, 한 대상물 표면으로부터 다른 대상물 표면으로 패턴을 전사하는 활동 공정 단계에서, 도 8 및 도 9의 임프린트 기구를 도시한다.

도 11은, 두 개의 임프린트 기구들 및 두 개의 기구들 사이에서 디스크를 이동시키는 공급 장치를 포함하는, 발명에 따른 임프린트 장치의 실시예를 개략적으로 도시한다.

도 12 내지 16은, 두 단계 임프린트 공정에서 도 11의 장치를 사용하는 서로 다른 공정 단계를 개략적으로 도시한다.

도 17 내지 19는 임프린트 공정에 의해 서로 샌드위치 된 두 부품을 잡아서 분리시키는 서로 다른 해법을 개략적으로 도시한다.

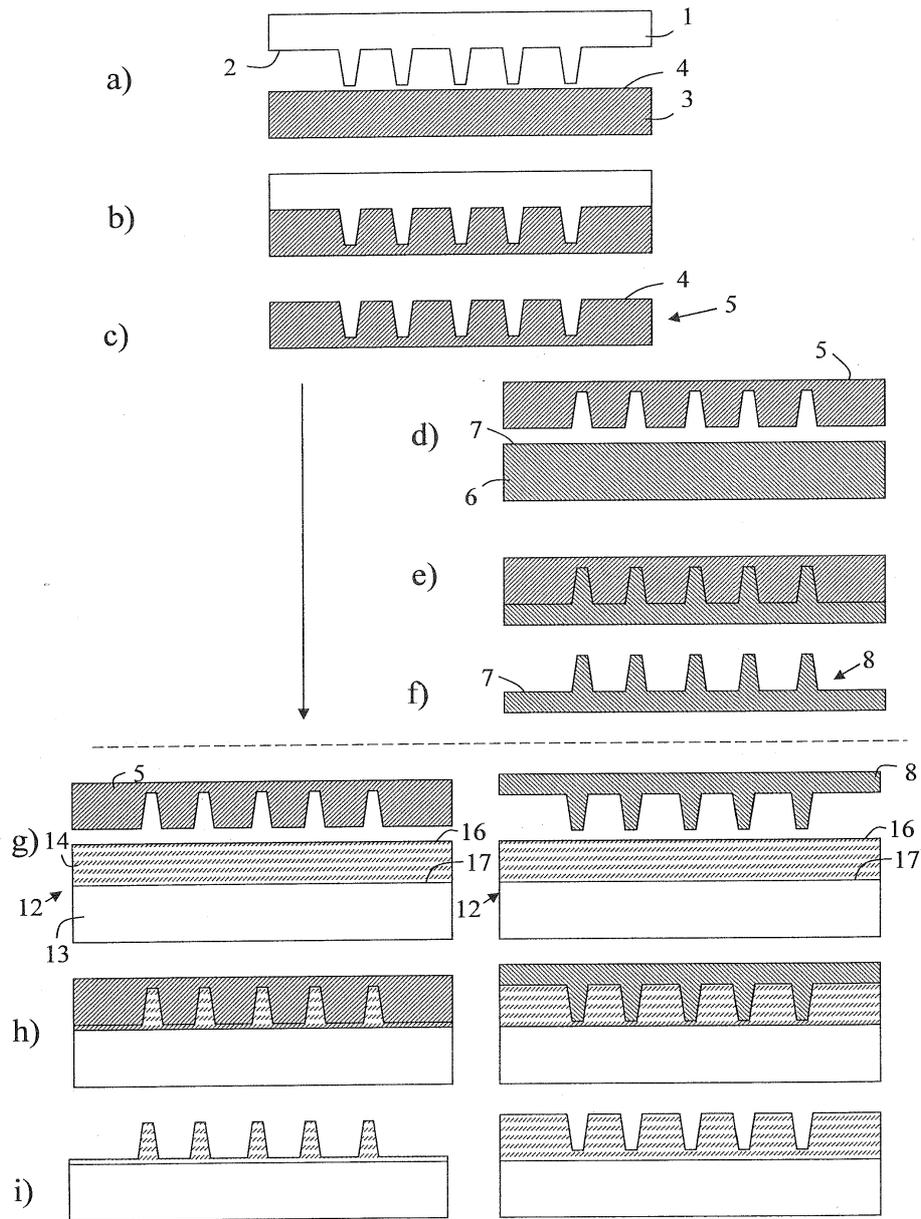
도 20 내지 23은, 연속적으로 진행되는 멤브레인을 갖는 임프린트 기구의 실시예의 서로 다른 공정 단계를 개략적으로 도시한다.

도 24 내지 27은, 두 단계 임프린트 공정에서 발명에 따른 임프린트 장치의 다른 실시예를 사용하는, 서로 다른 공정 단계를 개략적으로 도시한다.

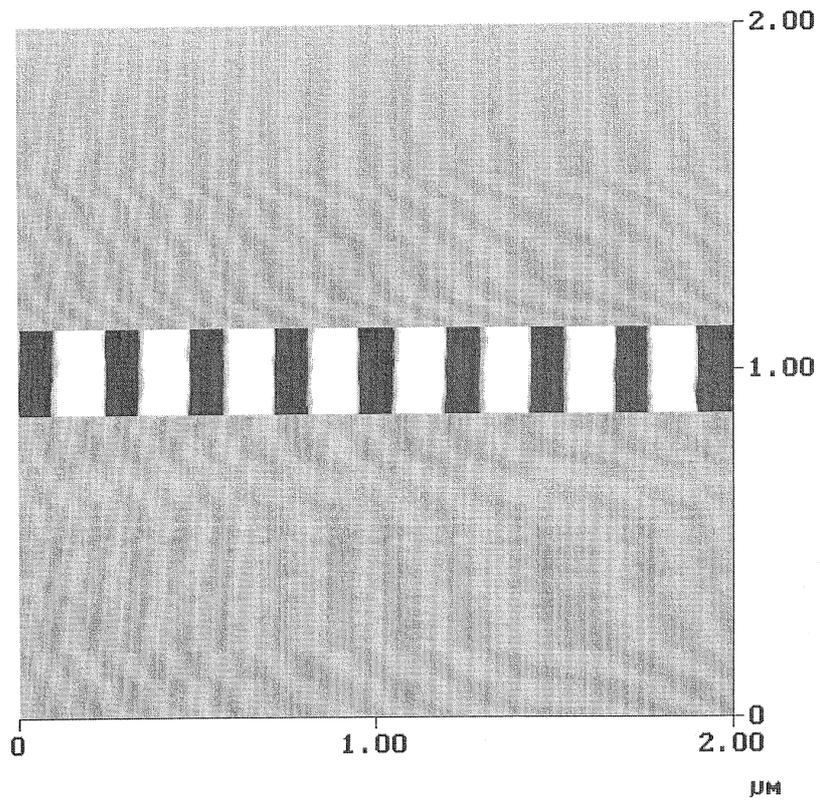
도 28은, 제 2 임프린트 기구에서 사용되는 폴리머 스탬프의 제조를 위한, 사출 성형(injection molding) 기구의 형태인, 제 1 임프린트 기구의 실시예를 개략적으로 도시한다.

도면

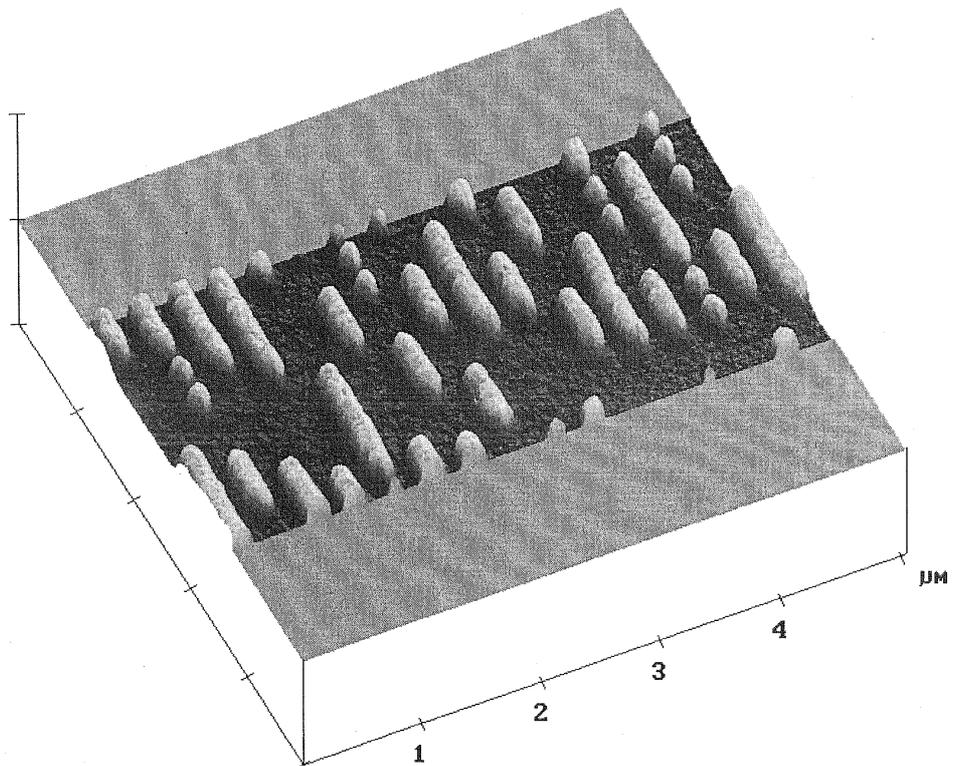
도면1



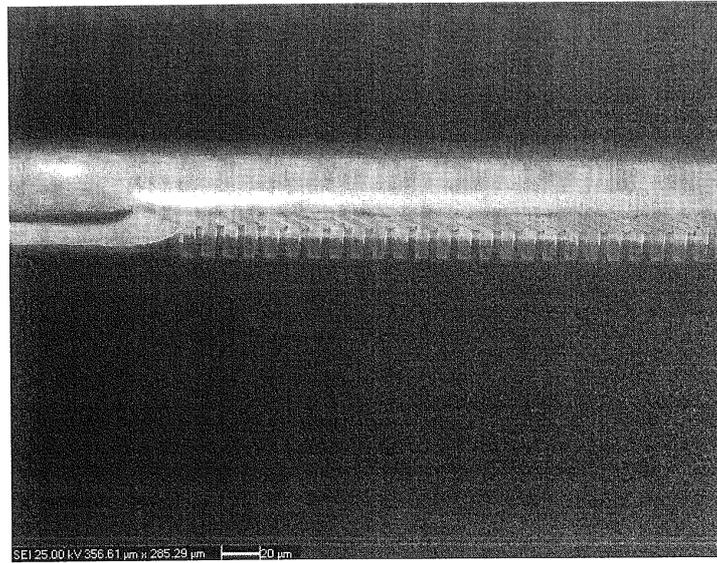
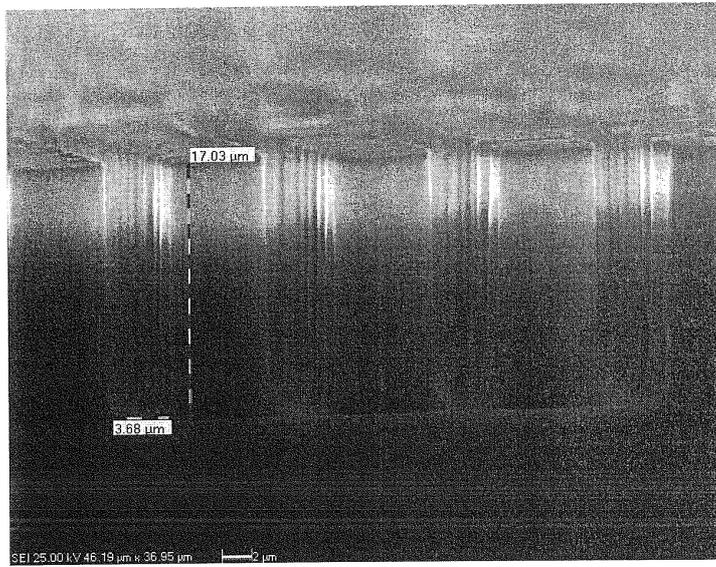
도면2



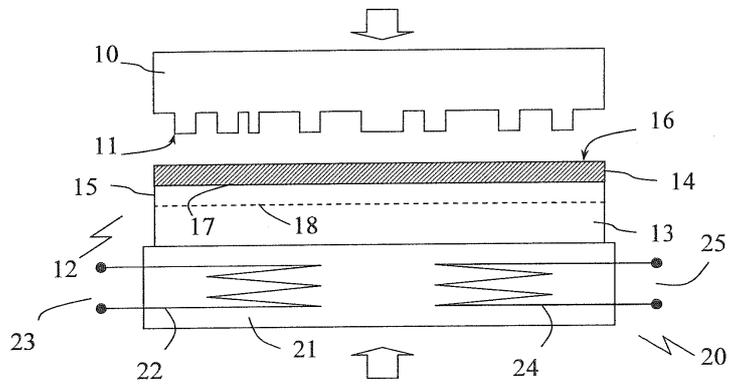
도면3



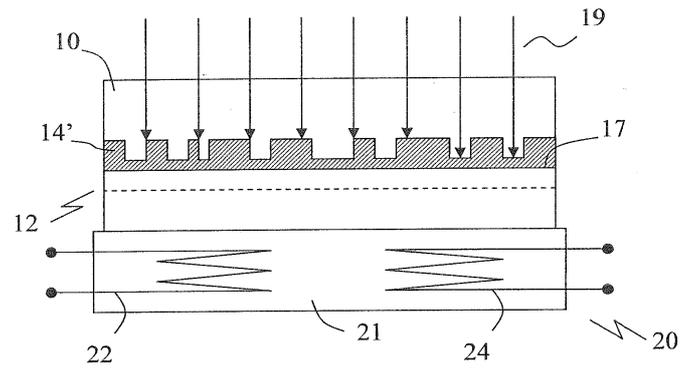
도면4



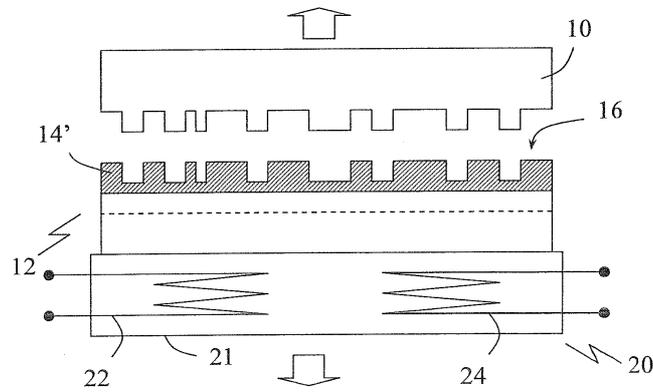
도면5



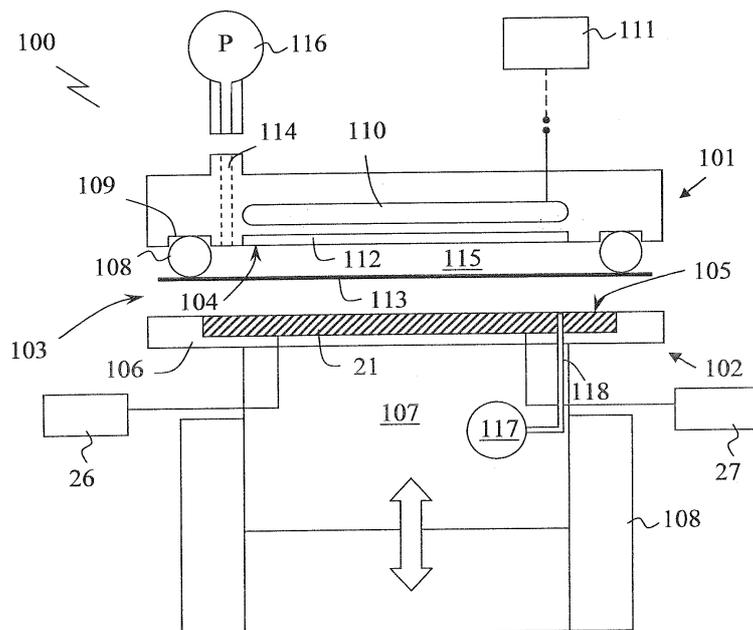
도면6



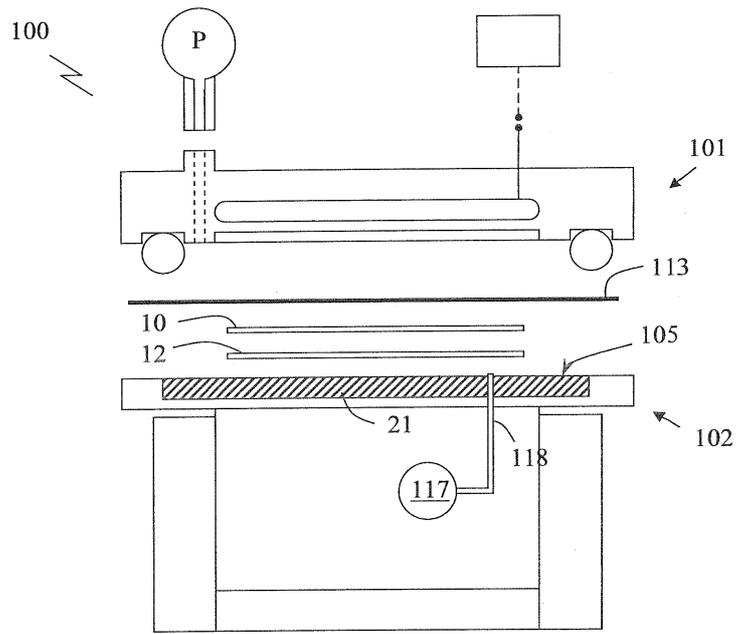
도면7



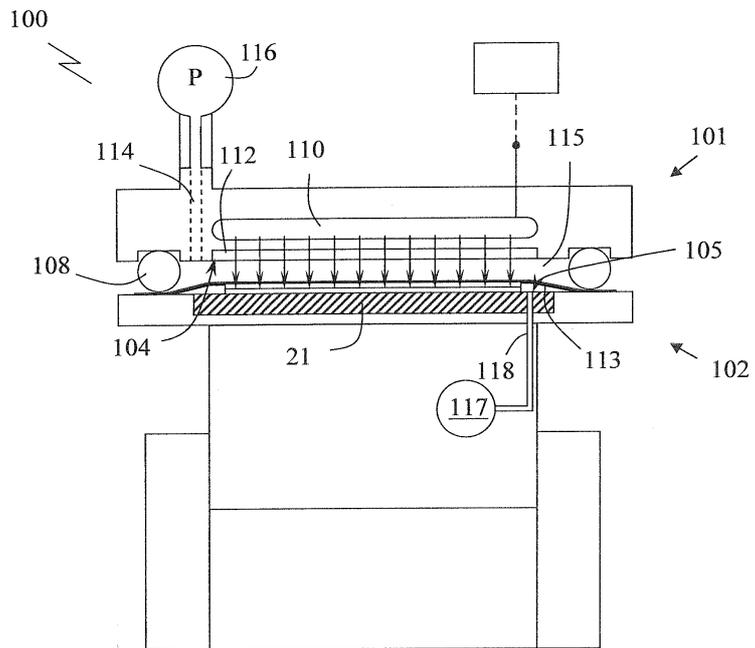
도면8



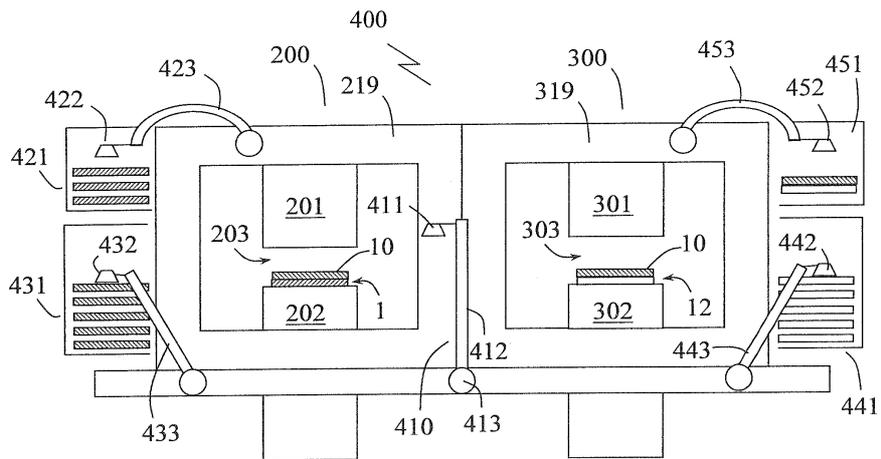
도면9



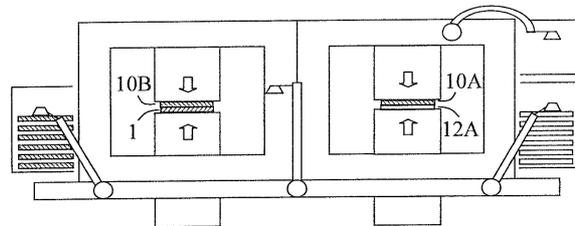
도면10



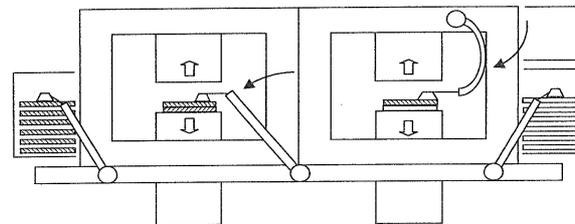
도면11



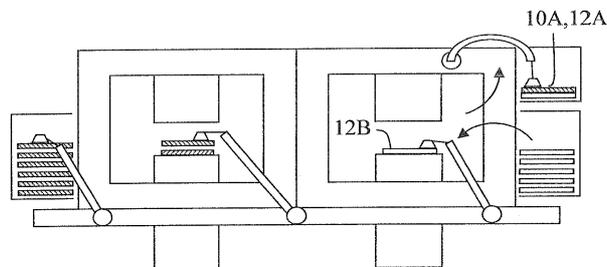
도면12



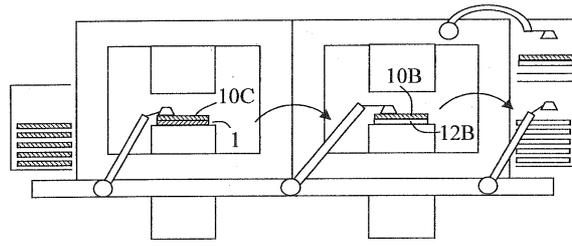
도면13



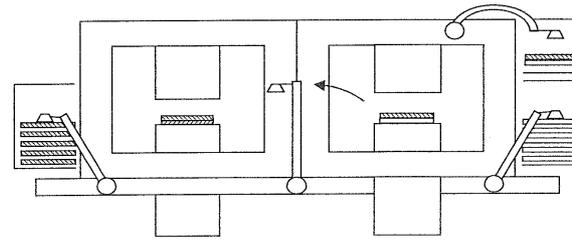
도면14



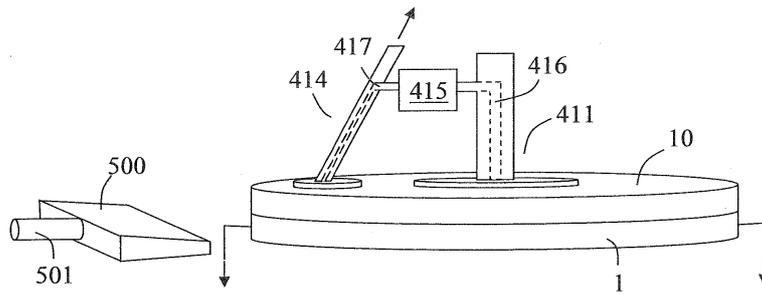
도면15



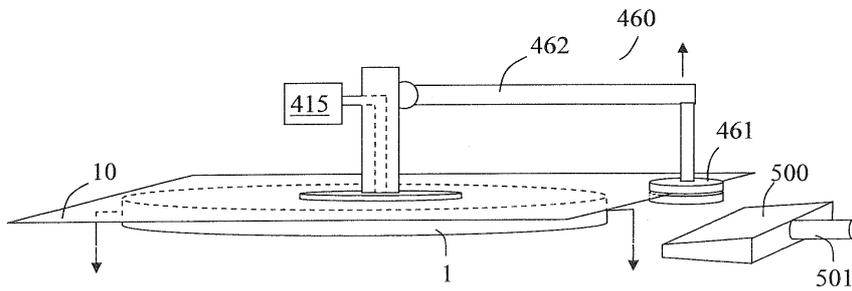
도면16



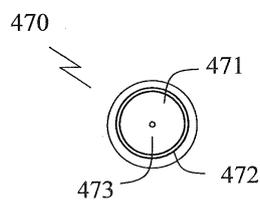
도면17



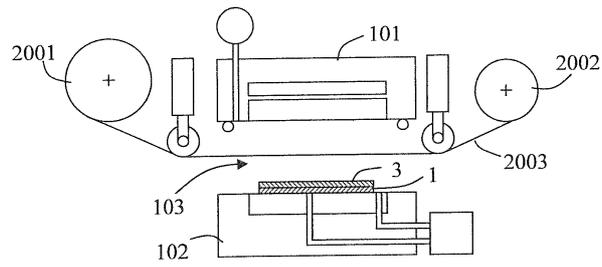
도면18



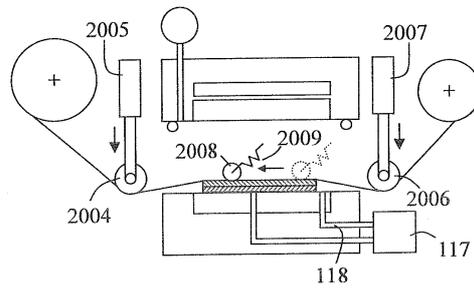
도면19



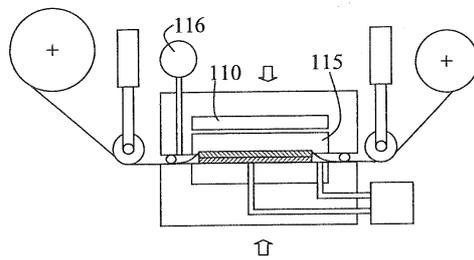
도면20



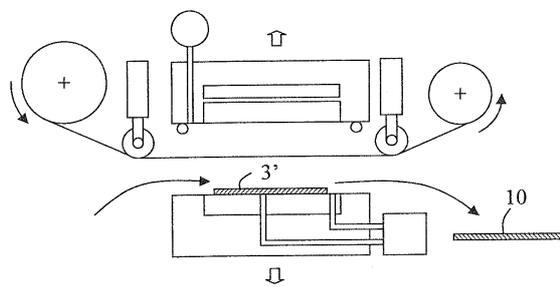
도면21



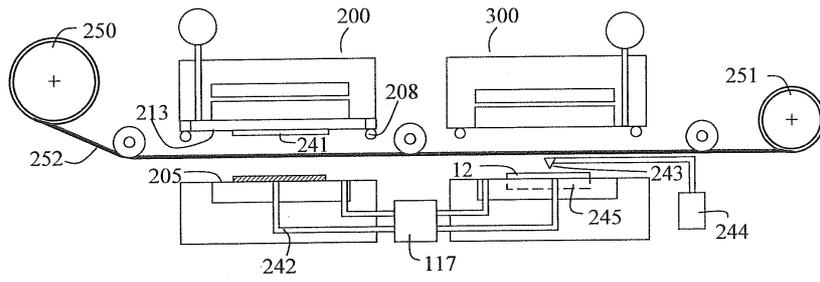
도면22



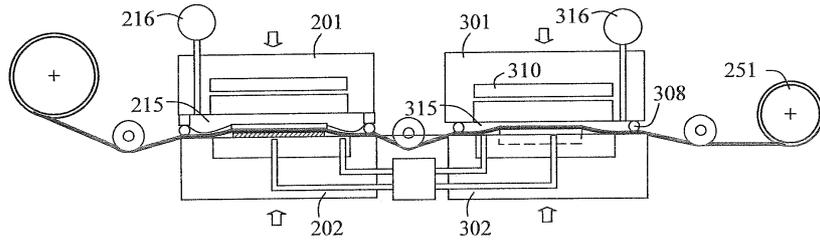
도면23



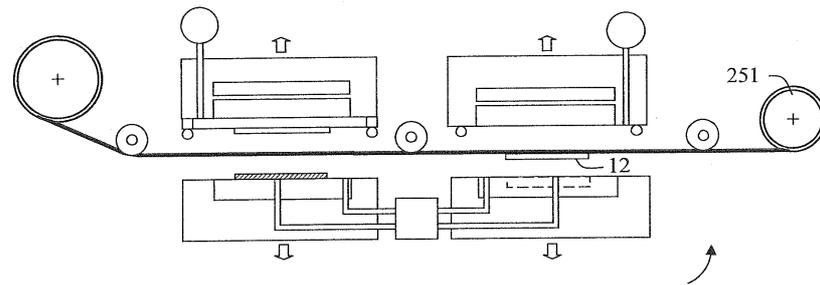
도면24



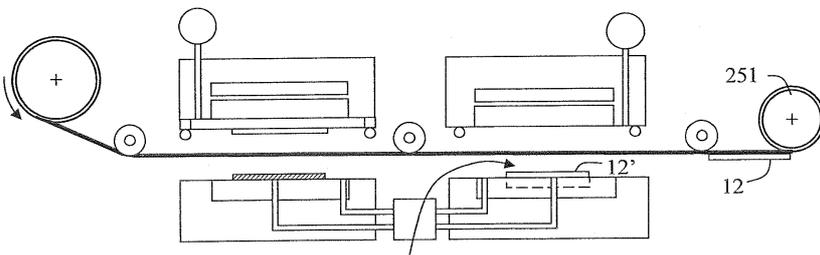
도면25



도면26



도면27



도면28

