(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
B05C 11/10

(11) 공개번호 10-2004-0038915
(43) 공개일자 2004년05월08일

(21) 출원번호 10-2003-7015754
(22) 출원일자 2003년12월01일
번역문 제출일자 2003년12월01일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/017370
(87) 국제공개번호 WO 2002/99849
(86) 국제출원출원일자 2002년05월31일
(87) 국제공개일자 2002년12월12일

(30) 우선권주장 60/295,100 2001년06월01일 미국(US)
60/295,118 2001년06월01일 미국(US)

(71) 출원인 리트렉스 코오포레이션
미국, 캘리포니아 94588-3335, 플리잰튼, 오웬스 드라이브 6670

(72) 발명자 에드워드,찰스,오.
미국캘리포니아94566,플리잰튼,하프돔드라이브3163

알베르탈리,데이비드
미국캘리포니아95117,산호세,사이프레스애비뉴125

(74) 대리인 신영무
허상무

심사청구 : 없음

(54) 복수의 유체 물질의 미세증착을 위한 장치

요약

본 발명에 기계장치는 기판상에 유체 제조물질을 증착시킨다. 기계장치는 제1 및 제2 미세증착 헤드들을 포함하고, 이들 각각은 헤드 지지부에 장착되어 있고 기판 위에 유지된다. 제1 미세증착 헤드는 제1 유체 제조물질의 방울을 방출하도록 작동될 수 있고, 제2 미세증착 헤드는 제2 유체 제조물질의 방울을 방출하도록 작동될 수 있다. 일실시예에서, 제3 유체 제조물질의 방울을 방출하기 위해 제3 미세증착 헤드가 제공된다. 제어 시스템은 상기 제1, 제2 및/또는 제3 미세증착 헤드들 및 스테이지와 전기적으로 통신하여, 상기 기판상에 상기 제1, 제2 및/또는 제3 유체 제조물질의 증착을 조정한다.

대표도

도 1

색인어

미세증착 장치, 미세증착 헤드, 노즐 어셈블리

명세서

기술분야

본 발명은 2001년 6월 1일자로 출원된 미국 가특허출원 제60/295,118호('Formation of microstructure using piezo deposition of liquid onto substrate')와, 동일자로 출원된 미국 가특허출원 제60/295,100호('Formation of printed circuit board structure using piezo deposition of liquid onto substrate')에 근거한 우선권을 주장하며, 이들 각각은 본 명세서의 일부로서 참조된다.

본 발명은 기판상에 미세구조물(microstructure)을 형성하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는, 유체 제조물질의 압전 미세증착(piezoelectric microdeposition:PMD)을 수행하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경기술

제조업체들은 기판상에 발광 다이오드(LED) 디스플레이 소자, 액정 디스플레이(LCD) 소자, 인쇄회로보드(PCB) 등과 같은 미세구조물을 생성하기 위한 다양한 기술들을 개발하였다. 이러한 기술들의 대부분은 구현하는데 상당히 비용이 들고, 비용면에서 적합하기 위해서는 대용량의 처리량을 필요로 한다.

기판상에 미세구조물을 형성하는 한가지 기술은 스크리닝(screening)이다. 스크리닝중에, 미세한 그물 스크린이 기판상에 배치되고 유체 물질이 스크린을 통해 스크린에 표시된 패턴으로 기판상에 증착된다. 스크리닝과 관련된 한가지 문제점은 스크린과 기판간의 접촉뿐만 아니라 스크린과 유체 물질간의 접촉을 필요로 함에 따라 기판 및 유체 물질의 오염을 유발시킨다는 것이다.

이러한 기술이 일부 구조물들을 형성하는데는 적합할 수도 있으나, 결과의 구조물이 제대로 동작되도록 하기 위해서는 대부분의 제조 공정들이 오염없이 수행되어야 한다. 따라서, 특정의 미세구조물을 제조하는데 있어서 스크리닝은 실용적인 선택이 아니다. 한정적이 아닌 단지 예시적인 예로써, 클린룸 환경을 필요로 하고 기판 또는 유체 물질의 오염을 견딜 수 없는 미세구조물에는 폴리머 발광 다이오드(PLED) 디스플레이 소자 및 PCB 등의 미세구조물이 포함된다.

최근에, 상이한 파장의 가시 광선을 생성하기 위해 특정의 폴리머 물질들이 다이오드에 이용될 수 있음이 밝혀졌다. 이러한 폴리머를 이용하여, 적색, 녹색 및 청색의 부-컴포넌트들을 갖는 화소들을 구비한 디스플레이 소자들이 생성될 수 있다. PLED 유체 물질들은 완전-스펙트럼 생상 디스플레이를 가능하게 하고 상당한 양의 빛을 발하는데 매우 적은 전력만을 필요로 한다는 점에서 특히 바람직하다.

PLDE 디스플레이는, 텔레비전, 컴퓨터 모니터, PDA, 기타 휴대용 컴퓨팅 장치, 셀룰러 전화 등을 포함하는 다양한 응용을 위해 미래에 이용될 것으로 예상된다. 또한, PLED 기술은 사무실, 창고 및 생활 공간을 위한 주위 조명을 제공하기 위해 이용될 수 있는 발광 패널을 제조하는 데에도 이용될 수 있을 것으로 예상된다.

PLED 디스플레이 소자의 광범위한 사용에 있어서 한가지 문제점은 종래의 제조 기술들을 이용하여 PLED 디스플레이 소자를 제조하는데 있어서 겪게 되는 어려움이다. 예를 들어, 전술한 바와 같이, PLED는 폴리머가 오염에 매우 민감하기 때문에 스크린 프린팅을 이용하여 제조될 수 없다.

LED, LCD 및 PCB 제품들을 위한 미세구조물을 기판상에 제조하는데 이용되는 또다른 기술은 포토리소그래피이다. 포토리소그래피를 이용하는 제조 공정들은 일반적으로 기판상에 포토레지스트 물질을 증착시키는 것을 포함한다. 그런 다음에, 포토레지스트 물질은 광에 노출되어 경화된다. 전형적으로, 포토레지스트 물질에 광을 선택적으로 가하기 위해 패턴 마스크가 이용되어 포토레지스트층의 일정 부분을 경화시키는 반면에 다른부분들은 경화되지 않은 상태로 남긴다. 비경화 부분들은 기판으로부터 제거되어, 기판의 기저면이 포토레지스트층을 통해 노출되는 결과를 가져오며, 포토레지스트층의 경화된 부분은 기판상에 남게 되는 마스크를 형성한다. 그런 후에, 또다른 물질이 포토레지스트층상의 열린 패턴을 통해 기판상으로 증착되고, 이후에 포토체지스트층의 경화 부분은 제거된다.

포토리소그래피가 다수의 미세구조물(예, 회로보드상의 트레이스들)들을 제조하는데 성공적으로 이용되었지만, 이러한 공정 또한 기판 및 기판상에 형성되는 물질을 오염시킨다. 따라서, 포토레지스트는 제조 물질을 오염시킬 수 있기 때문에, PLED 디스플레이 및 PCB와 같은 접촉에 민감한 구조물의 제조에는 포토리소그 래피가 적합하지 않다. 또한, 포토리소그래피는 포토레지스트 물질을 도포하고 처리하기 위한 여러 단계들을 포함하므로, 상대적으로 적은 량의 구조물을 형성하는 경우에는 비용이 엄청나게 많이 들 수 있다.

스핀 코팅(spin coating)과 같은 다른 종래 기술들이 기타 미세구조물들을 형성하는데 이용되었다. 스핀 코팅은 기판의 중심에 유체 물질을 증착시키는 중에 기판을 회전시키는 것에 관련된다. 기판의 회전 이동은 유체 물질이 기판의

표면에 걸쳐 균등하게 퍼지도록 한다. 그러나, 스핀 코팅은 유체 물질의 다량이 기판상에 남지 않고 스핀 코팅공정 중에 낭비되거나 포토리소그래피 또는 레이저 제거(ablation)에 의해 제거되기 때문에, 부가적인 단계들을 필요로 하게 되어, 비싼 공정이 될 수 있다.

발명의 상세한 설명

미세구조물을 형성하기 위한 종래의 제조 공정과는 대조적으로, 본 발명에 따른 PMD 공정은 기판 또는 유체 제조 물질의 오염없이 기판상에 유체 제조 물질의 작은 방울들을 증착시키는데 사용된다. 따라서, 본 발명의 PMD 공정들은, 예를 들어, PLED 디스플레이 소자 또는 PCB을 제조할 때와 같이 오염이 방지되어야 하는 클린룸 환경에서 특히 유용하다.

본 발명의 PMD 방법 및 시스템들은 일반적으로 PMD 툴의 이용을 포함하는데, 이는 기판상에 유체 물질을 증착시키기 위한 헤드와 다수의 독립적인 노즐들을 포함하는 노즐 어셈블리를 포함한다. PMD 헤드는 패터닝, 즉, 기판상의 선정된 위치에 유체 제조 물질의 작은 방울들을 정확하게 증착시키고 각각의 노즐들을 개별적 으로 제어하기 위한 컴퓨터 수치제어 시스템에 연결되어 있다. 일반적으로, PMD 헤드는 기판상에 미세구조물을 형성하기 위한 본 발명의 방법과 다양한 기술들과 결합하여 사용될 때 높은 수준의 정밀도 및 정확도를 제공하도록 구성된다.

정밀도 및 정확도와 관련하여, 기판과 PMD 헤드간의 상대적 위치는 기판상의 기준 표시들을 확인하고 기판을 PMD 헤드에 정렬하도록 구성된 PMD 시스템의 정렬(alignment) 구성요소를 이용하여 선택 및 제어될 수 있다. PMD 시스템의 정밀도를 증가시키기 위해, 방울 진단(drop diagnostics) 어셈블리는 개별 노즐들의 발화 특성 및 노즐들로부터 방출되는 방울 특성을 확인 및 분석한다. 본 발명의 PMD 시스템은 노즐의 발화 특성을 개별 제어하고 PMD 헤드의 노즐들간의 편차를 보상하기 위해 특수 구성된다. 더 나아가서, PMD 시스템은 PMD 헤드의 상대 위치에 기판을 안전하게 유지하기 위해 구성된 진공 척크(vacuum chuck)를 구비하는 이동식 스테이지를 포함한다. 스테이지는 X-Y 평면의 X 및 Y축을 따라 PMD 헤드에 대하여 기판을 이동하도록 구성된 플레이트를 포함한다. 다른 실시예에서, PMD 헤드는 기판에 상대적으로 이동하도록 구성된다. 예를 들어, PMD 헤드는 회전하도록 구성된 터릿(turret)상에 장착될 수 있으며, 또한 수평면을 따라 PMD 헤드를 이동시키도록 구성된 선형 공기 베어링 어셈블리(linear air bearing assembly)상에 장착될 수도 있다.

다양한 종류의 구조물들이 형성될 수 있도록 하기 위해, 상이한 종류의 유체 제조물질의 증착시키기 위해 상이한 능력들을 갖는 다양한 PMD 헤드들이 본 발명의 PMD 시스템에 의해 교환가능하게 이용된다. PMD 헤드들은 PMD 헤드들에 유체 물질 을 공급하도록 구성된 유체 물질 공급 시스템에 착탈식으로(removably) 연결된다. 일실시예에 따르면, 공급 시스템은 비활성 라이닝(inert lining)을 포함하고, 이는 PMD 시스템에 의해 사용되는 다양한 유체 물질들과 반응하지 않는다. 또한, 공급 시스템은 필터링되고 압력 제어되어, 공급 시스템이 일정한 압력으로 PMD 헤드에 유체 제조물질의 순정(pure) 공급을 제공할 수 있도록 해준다. 필요하면, 공급 시스템에서 한 유체물질이 추방되고(purged) 다른 물질로 채워진다.

사용중간에, 그리고, 사용되지 않는 장기간동안에 PMG 헤드의 노즐들을 관리하고 청결히 하게 위해, PMD 시스템은 노즐을 담그기(bathe) 위해 구성된 캐핑부(capping station)와 노즐을 압지천(blotting cloth)으로 세정하기 위해 구성된 정비부를 포함한다.

사용되는 유체 물질 및 형성될 구조물의 특성에 따라, 본 명세서에 기재된 일부 또는 모든 특징들이 PMD 헤드를 이용하여 기판상에 유체 물질을 증착시키기 위한 본 발명의 기본 공정과 결합하여 이용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 PMD 기술을 이용하여 제조 공정들이 단순화되고 비용이 낮아지게 됨에 따라, 적은 양의 제조가 경제적으로 실용성을 갖는다. 본 발명의 PMD 시스템 및 공정들은 매우 높은 수준의 정확도로 기판상에 미세구조물이 형성될 수 있도록 해준다.

본 발명의 이러한 목적 및 기타 목적 및 특징들은 이하의 설명 및 첨부된 청구항들로부터 더욱 명확하게 이해될 것이며, 이하에 기재된 본 발명의 실시에 의해 학습될 수 있다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 전술한 장점 및 특징 및 기타 장점 및 특징 등을 더욱 명확히 하기 위해, 본 발명의 좀더 구체적인 설명이 첨부된 도면에 도시된 특정 실시예들을 참조함으로써 이루어질 것이다. 이들 도면은 단지 본 발명의 전형적인 실시예들만을 도시한 것으로서 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 고려되어서는 안 될 것이다. 본 발명은 이하의 첨부 도면들을 이용함으로써 보다 구체적이고 상세하게 설명될 것이다.

도 1은 본 발명의 PMD 시스템의 일실시예에 대한 투시도이다.

도 2는 도 1의 PMD 시스템의 측면도를 도시한다.

도 3은 도 1의 PMD 시스템의 전면도를 도시한다.

도 4는 도 1의 PMD 시스템의 상부도를 도시한다.

도 5는 도 1의 PMD 시스템에서 PMD 헤드를 PMD 헤드 지지부에 결합시키기 위해 구성된 장착 선반(mounting bracket)의 일 실시예의 투시도를 도시한다.

도 6은 유체 제조물 공급 시스템 및 용매 공급 시스템의 배관을 포

함하며 PMD 헤드 지지부에 연결된 도 5의 장착 선반 측면도를 도시한다.

도 7은 도 6의 PMD 헤드가 장착 선반상에 장착되어 있고 배관이 PMD 헤드에 연결되어 있는 상태의 측면도를 도시한다.

도 8은 PMD 시스템 및 구성요소들을 제어하기 위해 구성된 컴퓨터를 포함하는 본 발명에 따른 PMD 시스템의 일실시예를 도시한다.

도 9는 도 7의 장착선반 및 PMD 헤드가 PMD 헤드 지지부상에서 90도만큼 회전되어 있는 상태를 도시한다.

도 10은 트레이(tray), 확장 지지부 및 담근 저장소(soaking reservoir)를 포함하는 PMD 시스템의 캐핑부(capping station)를 도시한다.

도 11은 비사용중에 PMD 헤드를 장착하고 유체 제조물의 공급부를 압력에 민감하고 압력이 제어되는 작업백(working bag)에 장착하기 위해 구성된 도킹부(docking station)의 전면도를 도시한다.

도 12는 도 11의 도킹부 측면도를 도시한다.

도 13은 PMD 헤드가 도 11의 도킹부에 장착되어 있는 상태의 전면도를 도시한다.

도 14는 선형 공기 베어링 어셈블리를 포함하는 PMD 헤드 지지부의 일실시예를 도시한다.

도 15는 선형 공기 베어링 어셈블리상에 장착된 다수의 PMD 헤드 지지부를 포함하는 PMD 시스템 구성의 일실시예를 도시한다.

실시예

본 발명은 미세구조물을 제조하거나 생성하기 위해 기판상에 제어된 양 및 위치로 유체 제조물질을 압전 미세 증착(Piezoelectric Micro Deposition: PMD)하는 것에 관련된다.

본명세서에 정의된 용어 '유체 제조물질' 및 '유체물'은 낮은 점성도를 띠고 미세구조물 형성을 위해 PMD 헤드로부터 증착되는데 적합한 임의의 물질을 포함하는 것으로 넓게 해석된다. 유체 제조물질에는 발광 폴리머(Light-emitting polymers: LEPs)가 포함될 수 있으며(이에 한정되는 것은 아님), 이는 폴리머 발광 다이오드 디스플레이 소자(PLED 및 PolyLED)를 형성하는데 이용될 수 있다. 유체 제조물에는, 플라스틱, 금속, 밀랍, 솔더, 솔더 페이스트, 생의학적 생성물, 산, 포토레지스트, 용매, 점착물 및 에폭시도 또한 포함될 수 있다. 용어 '유체 제조물질'은 본 명세서에서 '유체물'과 혼용하여 언급된다.

본 명세서에서의 용어 '증착'은 일반적으로 기판상에 유체 물질의 개별 방울(droplet)들을 증착시키는 공정을 의미한다. 용어 '분출(jet)', '방출(discharge)', '패턴(pattern)' 및 '증착'은 PMD 헤드로부터 유체 물질의 증착을 구체적으로 참조하며 본 명세서에서 혼용되어 이용된다. 용어 '방울(droplet)' 및 '드롭(drop)'또한 혼용되어 사용된다

본 명세서에서의 '기판'은 PMD 공정중에 유체물을 수용하는데 적합한 표면을 갖는 임의의 물질을 포함하는 것으로 넓게 해석된다. 기판에는, 유리판, 피펫, 실리콘 웨이퍼, 세라믹 타일, 단단하고 유연성있는 플라스틱 및 금속 쉬트(sheet) 및 롤(roll)이 포함될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 특정 실시예에서는, 예를 들어, 3차원 미세구조물을

형성할 때와 같이, 증착된 유체 물질이 PMD 공정중에 유체 물질을 수용하는데 적합한 표면을 가지고 있다면 이러한 증착된 유체 물질 자체가 기판을 형성할 수도 있다.

본명세서에서, 용어 '미세구조물(microstructures)'은 매우 높은 정확도를 갖고 형성된 것으로서 기판상에 알맞은 크기로 된 구조물을 일반적으로 지칭한다. 여러 기판들의 크기가 다양하므로, 용어 '미세구조물'은 특정 크기로 한정적으로 해석되어서는 안 될 것이며, 용어 '구조물'과 혼용하여 이용될 수 있다. 미세구조 물에는 유체 물질의 단일 방울, 방울들의 결합체, 또는 기판상에 방울(들)을 증착시킴으로써 형성되는 임의의 구조물이 포함될 수 있으며, 예를 들면, 2차원층, 3차원 조형물 및 기타 소정의 구조물이 이에 포함된다.

본 발명의 PMD 시스템은 사용자에 의해 정의된 컴퓨터 실행가능 명령들에 따라 기판상으로 유체 물질을 증착시킴으로써 PMD 공정을 수행한다. 용어 '컴퓨터 실행가능 명령'은 본 명세서에서 '프로그램 모듈' 또는 '모듈'로도 지칭되며, 이는 예를 들어 본 발명의 PMD 공정을 구현하기 위해 컴퓨터 수치 제어를 실행시키는 것과 같은(이에 한정되는 것은 아님) 특정 타스크를 형성하거나 특정의 추상적인 데이터 유형을 구현하는, 루틴, 프로그램, 객체(objects), 컴포넌트, 데이터 구조 등을 일반적으로 포함한다. 프로그램 모듈은, RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 기타 광학 디스크 저장장치, 자기테이프 저장장치 또는 기타 자기적 저장장치, 또는 범용 컴퓨터 또는 특수용도 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있으며 명령어 또는 데이터 구조를 저장할 수 있는 임의의 유형의 매체를 포함하는 (이에 한정되는 것은 아님) 컴퓨터 판독가능 매체에 저장될 수 있다.

본 발명에 따르면, 본 발명의 PMD 공정에 따라 기판상에 유체 제조물질을 패터닝함으로써 광범위한 종류의 구조물을 형성하기 위한 제조 환경에서 잉크젯 헤드가 유체 제조물질을 증착시킬 수 있으며, 이는 본 출원과 동시에 출원된 이하의 PCT 출원들에 잘 설명되어 있다:

'온도 제어 진공 척크(Temparature Controlled Vacuum Chuck)'이란 명칭으로 2002년 5월 31일에 출원된 PCT 특허출원;' 폴리머 발광 다이오드 디스플레이, 인쇄 회로기판 등을 위한 산업용 미세증착 시스템'이란 명칭으로 2002년 5월 31일에 출원된 PCT 특허출원;'교환가능 미세증착 헤드 장치 및 방법'이란 명칭으로 2002년 5월 31일에 출원된 PCT 특허출원;'미세증착 제어 시스템용 파형 생성기'란 명칭으로 2002년 5월 31일에 출원된 PCT 특허출원;'해상도 개선을 위한 미세증착 제어 시스템에서의 오버클락킹'2002년 5월 31일에 출원된 PCT 특허출원;'압전 미세증착을 이용한 인쇄회로기판 구조물의 형성'이란 명칭으로 2002년 5월 31일에 출원된 PCT 특허출원; '복수의 유체 물질의 미세증착을 위한 장치'란 명칭으로 2002년 5월 31일에 출원된 PCT 특허출원들 각각은 본명세서의 일부로서 참조된다.

본 발명에 따르면 다수의 구조물들이 종래 기술을 이용하여 제조된 동일한 구조물들에 비해 더 저렴하게, 더 효율적으로, 그리고 더 정확하게 제조될 수 있다. PMD 공정을 이용하여 제조될 수 있는 기타 구조물들은 종래의 방식으로 제조될 수 없다. 더욱이, 본 발명의 PMD 공정은 클린룸 환경 및 제조 공정중에 또는 그후에도 오염되어서는 안 되는 유체 물질에 적합하다.

일실시예에 따르면, 본 발명의 PMD 시스템은, 스테이지, 진공척크, PMD 헤드, PMD 헤드 지지부, 정렬요소, 유체물질 공급 시스템, 방울 진단 어셈블리, 정비부, 캐핑부(capping station), 도킹부(docking station) 및 컴퓨터 시스템을 포함한다. 컴퓨터 시스템은 PMD 시스템에 컴퓨터 실행가능 명령어를 제공하고 PMD 시스템의 다양한 구성요소들을 제어한다.

유체 물질을 증착하고/하거나 기판상에 미세구조물을 형성하기 위해, PMD 툴이 기판에 관하여 이동하는 것이 유용하다. PMD 헤드와 기판간의 상대적 이동은 기판 및/또는 PMD 헤드를 이동시킴으로써 달성될 수 있다. 이러한 이동은 직선적이거나 회전적일 수 있다.

직선 이동의 경우에, PMD 시스템은 선형 모터를 이용한다. 일실시예에서, PMD 시스템은 공기 베어링을 구비하여 PMD 헤드의 직선 이동이 마찰로 인해 클린룸 환경을 오염시킬 수 있는 입자를 발생시키지 않도록 하는 클린룸 환경용으로 구성된다. PMD 시스템은 엄격한 클린룸 조건을 충족시키기 위해, 헤파(hepa) 필터, 특수 베어링, 모터 및 어셈블리를 또한 포함할 수 있다. 선형 모터에 의해 제공되는 이동성은, 스테이지에 의해 회전될 수 없는 플라스틱 롤상에서와 같이, 넓은 기판상에서 PMD 공정이 수행되는 것을 가능하게 하는데 또한 유익하다.

특정 실시예에서, PMD 시스템은 넓은 기판 및 특정 PMD 공정조건을 수용하도록 PMD 헤드를 회전시키기 위한 수단을 포함한다. PMD 회전 수단에는 공기 베어링 및 자기 릴레이가 포함될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. PMD 헤드를 회전시키는 것은 스테이지를 회전시키는 것이 비실용적일 때 유체 물질이 기판상에 증착되는 방향에 따라 노즐의 피치(pitch) 또는 각도를 제공하는 데 특히 유용하며, 이에 의해 증착된 유체 물질간의 간격이 줄어들고 최종 해상도가 증가한다.

해상도는 평행하는 라인들이 기판상에 증착될 때 선이 증착되는 방향과 동일한 방향으로 기판이 이동하도록 PMD 시스템 및/또는 기판을 회전시킴으로써 또한 개선될 수 있다. 이러한 방식에 의하면, 기판상에 증착되는 각 방울들이 이

전 방울의 트랙 또는 트레일(trail)상에 안착되어, 불규칙한 형태의 방울에 의한 영향이 최소화되고 라인 측면의 전체 해상도가 개선될 수 있다.

도 1은, 스테이지(12), 진공척크(14), PMD 헤드(16), PMD 헤드 지지부(18), 정렬요소(20), 방울 진단 어셈블리(22), 정비부(24) 및 캐핑부(26)를 포함하는 PMD 시스템(10)의 여러 구성요소들을 도시한다.

도시된 바와 같이, 스테이지(12)와 PMD 헤드 지지부(18)는 고정면(28)에 장착된다. 고정면(28)은 PMD 시스템(10)에 안전성을 제공하고 이용중에 PMD 시스템(10)의 정확도를 손상시킬 수 있는 진동을 최소화시키도록 적합하게 구성된 임의의 표면을 포함할 수 있다. 일실시예에 따르면, 고정면(28)은 화강암 블록을 포함한다. 그러나, 고정면(28)은 다른 물질 및 구조물을 포함할 수도 있음을 이해할 것이다.

도 2 및 3은 도 1의 PMD 시스템의 측면 및 상부면을 각각 도시한다. 도시된 바와 같이, 스테이지(12)는 상부 장착판(30) 및 중개판 어셈블리(32)를 포함하고, 이들 각각은 2가지 상이한 방향중 하나로 움직일 수 있도록 구성되어 있다. 도 1 내지 3에 도시된 바와 같이, 진공척크(14), 캐핑부(26), 정비부(25) 및 방울 진단 어셈블리(22)는 스테이지(12)의 상부 장착판(30)상에 장착되어서, 상부 장착판(30)을 이용하여 이동될 것이다.

구체적으로, 상부 장착판(30)은 도 1의 X축으로 도시된 제1 방향으로 상부 장착판(30)을 운전하도록 구성된 제1 모터(34)에 연결되어 있으며, 중개판 어셈블리(32)는 중개판 어셈블리(32) 뿐만 아니라 상부 장착판(30)을 도 1의 Y축으로 도시된 제2 방향으로 운전하도록 구성된 제2 모터에 연결되어 있다. 제1 및 제2 모터들(34,36)은 수평 X-Y 평면에서, PMD 헤드(16)에 대해, 스테이지(30)를 원하는 바에 따라 이동시키기 위해 상호배타적으로 또는 동시에 작동될 수 있다. 따라서, 스테이지(12)는 X-Y 평면의 X 및 Y 양쪽 방향으로 동시에 움직일 수 있음을 이해할 것이다. X-Y 평면에서의 스테이지(12) 이동성은 스테이지(12)에 장착된 기판을 PMD 헤드(16)와 정렬하도록 이동시키고 본 발명에 따른 PMD 공정중에 기판을 이하에서 설명하는 바와 같이 이동시키는데 유용하다. 스테이지(12)는, 구성될 때, 클린룸 환경용으로 구성되는데, 이 경우에, 이동 부품, 특히, 단단한 면들이 서로에 대하여 반대로 이동하는 이동부품들은 그 부품들이 기판위에 위치하는 경우에는 이용될 수 없음을 이해할 것이다.

진공척크(14)는 본 발명의 PMD 공정중에 스테이지(12)상의 고정 위치에 기판을 고정시키기(securing) 위한 적합한 수단을 제공한다. 기판을 유지하기 위해, 구부러지기 쉬운 물질들을 위한 롤-롤 어셈블리를 포함하는 다른 구조물 및 방법들도 본 발명의 범주내에서 고려된다.

도 4에 도시된 바와 같이, 기판(38)은 진공척크(14)의 다공성 금속판(42)을 통한 공기 흡입에 의해 생성될 수 있는 네거티브 기압에 의해 진공 척크(14)상에서 제자리에 안전하게 유지된다. 다공성 금속판(42)은 도 1에서 볼 수 있다. 일실시예에 의하면, 다공성 금속판(42)은 M-Tec Holding Ltd.(Winterthur)의 자회사인 Portec Ltd사의 Metapor 과 같은 다공성 알류미늄판이다. 그러나, 다른 물질들로 제조된 다른 종류의 다공성판들도 또한 이용될 수 있다. 공기는 진공흡입기 또는 펌프와 같은 적합한 수단을 이용하여 다공성 금속판(42)을 통해 흡입되며, 이러한 수단은 진공척크(14)상의 흡입구(44)에 연결될 수 있다.

진공척크(14)는 커플링(45)을 또한 포함할 수 있으며, 이는 진공척크(14)내의 장치들을 PMD 시스템(10)의 제어 장치들과 서로 연결시키도록 구성될 수 있다. 커플링(45)은, 예를 들어, DB9 커넥터를 통해 직렬 포트를 제공하는데, 이는 진공척크(14)내의 장치들을 제어 시스템에 연결시킨다. 일실시예에 따르면, 가열원 및 온도 센서가 진공척크(14)내에 포함되어 있으며 제어 시스템과 연결되어 운영자가 다공성 금속판(42)의 온도를 제어할 수 있도록 해준다.

도 4에 도시된 바와 같이, 기판(38)은 진공척크(14) 위에 기판(38)을 정렬시키도록 구성된 돌출지지부(ledge support,46) 사이의 진공척크(140)위에 장착될 수 있다. 진공척크(14)상에 기판(38)을 정렬시키는 것은 유체 제조 물질이 적절한 위치에서 기판(38)상에 증착되는 것을 보장하기 위해 유용하다. 그러나, 기판(38)을 진공척크(14)상에 장착하는 동작이 본 발명의 PMD 공정을 수행하는데 요구되는 정밀도 오차 허용범위까지 기판(38)을 PMD 헤드(16)에 정렬시키는 것을 보장하는 것은 아니다. 따라서, 기판(38)은 본 발명의 방법에 따라 PMD 헤드(16)에 정확하게 정렬되어야 할 것이다.

진공척크(14)가 PMG 헤드(16)와 이미 정렬되어 있기 때문에, 기판(38)과 PMD 헤드(16)간의 초기 조정은 기판이 돌출 지지부(46)에 대해 진공척크(14)상에 장착될 때 제공된다. 진공척크(14)가 PMD 헤드(16)와 정확하게 정렬하도록 확실히 하기 위해, 진공척크(14)상에 2개의 기준점(48)이 제공된다. 기준점(48)들은 정렬 구성요소(20)에 의해 광학적으로 검출되는데, 이하에서 보다 자세하게 설명하겠지만, 이는 진공척크(14)가 PMD 헤드(16)와 적합하게 정렬되어 있는지를 판단한다. 진공척크(14)가 적합하게 정렬되어 있지 않다면, 진공척크(14)는 소망의 정렬이 달성될 때까지 이동된다.

진공척크(14)와 기판(38)간의 알맞은 정렬을 제공하기 위해, 진공척크(14)는 스텝퍼 모터(52), 스프링(54) 및 피벗암(56)을 포함한다. 피벗암(56)은 제1 단부(58)에서 스텝퍼 모터(52)에 연결되어 있고 제2 단부(60)의 스프링과 연결되

어 있다. 진공척크(14)는 또한 피벗코너(62)에서 스테이지(12)에 피벗(pivotally) 연결되어 있다. 이는 스텝퍼 모터가 작동할 때 진공척크(14)가 피벗코너(62) 주위를 피벗하는 것을 가능케 한다.

일실시예에 따르면, 스텝퍼 모터는 피벗암(56)의 제1 단부(58)에 힘을 가하도록 제어가능하게 연장될 수 있는 확장암(64)을 포함함으로써, 스프링(54)이 피벗지점(66)의 주위에서 (도 4 상부도의) 시계방향 회전으로 피벗하도록 만든다. 피벗암(56)의 제2 단부(60)는 진공척크(14)에 연결되어 있기 때문에, 이는 진공척크(14)가 시계반대방향회전으로 피벗코너(62)의 주위를 피벗하도록 만든다. 또한, 진공척크(14)는 반대 방향으로 피벗될 수도 있다. 예를 들어, 스텝퍼 모터(52)의 암(64)이 수축되면, 스프링(54)이 수축하고 피벗암(56)의 제2 단부(60)가 스프링(54)쪽으로 이동하도록 함으로써, 진공척크(14)가 시계방향으로 피벗코너(62)의 주위를 피벗하도록 만든다.

진공척크(14)를 피벗시키는 것은 진공척크(14) 또는 기판(38)과 PMD 헤드(16)간의 올바른 정렬을 달성하기 위해 언제라도 PMD 시스템(10)에 의해 수행될 수 있다. 진공척크(14)를 피벗시키는 것은 기판(38)과 PMD 헤드간의 소정이부 정렬을 생성하기 위해 수행될 수도 있는데, 이는 기판(38)상에 특정 미세구조물을 형성할 때 필요할 수 있다. 일실시예에 따르면, 기판(38)과 PMD 헤드(16)간의 바람직한 정렬은, 예를 들어, 이하에서 설명되는 터릿(turret)으로, PMD 헤드 지지부(18)에서 기판(38)에 대하여 PMD 헤드(16)을 회전시킴으로써 달성될 수도 있다.

이제, 정렬요소(20. alignment component)에 대하여 구체적인 설명이 이루어진다. 도 1 및 3에 도시된 바와 같이, 정렬요소(20)는 PMD 헤드 지지부(18)에 고정 부착되어 있다. 일실시예에 따르면, 정렬요소(20)는 카메라를 포함한다. 카메라는 디지털 및 광학 능력의 임의의 조합으로 이루어질 수 있으며, 진공척크(14)상의 기준점(48)뿐만 아니라 기판(38)상에 식각된 정밀 정렬 표시자를 식별해내기 위해 구성된 광학/디지털 인식 모듈에 바람직하게 연결되어 있다. 이러한 정렬 표시자들(본 명세서에서 기준점이라 지칭됨)은 기판(38)상에 전형적으로 미리 형성되며 일반적으로 너무 작아서 육안으로 식별하기는 어렵다. 일실시예에서, 기준점들은 기판(38)상에 식각된 수직의 십자선을 포함한다.

일실시예에 따르면, 기준점들은 기판(38)과 PMD 헤드(16)를 정렬하기위한 기준으로 이용되는데, 기판(38)의 에지들만 단독으로 정렬시키는 것은 특정 제품을 제조하기 위해 필요한 정확도로 기판(38)상에 미세구조물을 형성할 만큼 정확하지 않기 때문이다. 예를 들어, 일실시예에서, PMD 시스템(10)은 약 10마이크론 정도보다 약간 크거나 작은 범위에서 PLED 디스플레이의 픽셀들상으로 폴리머 방울을 증착시키게 되는데, 이는 대략적으로 인간 머리카락 직경의 10분의 1정도이다. 이러한 정확도로 유체 제조물질을 정확하게 증착시킬 수 있는 본 발명의 PMD 시스템의 능력은 종래 기술에 비해 개선된 것임을 이해할 것이다.

기판(38)이 진공척크(14)상에 장착되면, PMD 시스템(10)은 카메라 및 이에 연관된 정렬요소(20)를 자동적으로 사용하여 기판(38)상의 기준점 또는 다른 기준표시들을 식별해낸다. 진공척크(14) 또는 PMD 헤드(16)는 그 다음에 필요한 만큼 자동 피벗 또는 회전되어 PMD 헤드(16)와 기판(38)간이 부정렬을 보정한다. 이러한 방식으로, PMD 헤드(16)과 기판(38)간에 존재하는 정렬이 수초내에 약 3 마이크론의 오차 범위내에서 달성된다. 최종적으로, 소정의 정렬이 달성되면, PMD 시스템(10)은 본 발명의 공정에 따라 기판(38)의 선정된 위치들상으로 유체 물질의 방울들을 정확하게 증착시킬 수 있다.

일실시예에 따르면, 기판(38)이 스테이지(12)상에서 PMD 헤드(16) 아래에서 이동되는 동안 PMD 헤드(16)로부터 방울들이 증착될 때 미세구조물이 기판(38)상에 형성된다. 예를 들어, 스테이지(12)가 X축을 따라 PMD 헤드 아래에서 기판(38)을 이동시킬 때, 일렬의 방울들이 기판(38)상에 형성될 수 있다. 스테이지(12)는 또한 일렬 증착 사이에 Y축을 따라 움직임으로써, 다수의 열들이 형성되는 것을 가능케 한다. 또한, 스테이지는 X 및 Y축 방향의 임의의 조합으로 이동하여 다양한 구조물이 기판의 일부에 정확하게 형성되는 것을 가능케 한다.

전술한 바와 같이, 기판(38)과 PMD 헤드(16)간의 정렬이 조정될 수 있지만, PMD 헤드(16)의 노즐이 알맞게 발화하지 않는다면 망칠 수 있다. 예를 들어, PMD 헤드(16)는 임의 개수의 노즐들을 포함한다. 일실시예에 따르면, PMD 헤드(16)는 약 1개에서 256개 정도의 노즐들을 갖는 노즐 어셈블리(미도시)를 포함한다. 단일 노즐이 빗나가더라도, 기판(38)과 PMD 헤드(16)간의 정렬은 어긋날 수 있다. 따라서, 각 노즐의 발화 특성을 파악하여 존재할 수 있는 임의의 발화 불규칙성을 바로잡는 것이 중요하다. 개별 노즐들의 발화 특성이 알려지면, 노즐로부터 유체 물질이 바람직하게 방출되도록 하기 위해 본 발명의 컴퓨터 모듈로 노즐을 개별 제어하는 것이 가능하다.

도 1 내지 4에 도시된 방울 진단 어셈블리(22)는 PMD 헤드(16)의 개별 노즐들의 발화 특성을 측정하고 확인하기 위해 제공된다. 방울 진단 어셈블리(22)는 일반적으로 카메라(68)를 포함하는데, 이는 디지털 및 광학 능력이 임의로 결합되어 있을 수 있으며, 개별 노즐들의 상이한 발화 특성을 식별해내기 위해 구성된 광학/디지털 인식 컴퓨터 모듈에 바람직하게 링크되어 있다.

일실시예에 따르면, 방울 진단 어셈블리(22)는 방울들이 노즐로부터 방출될 때 방울들의 다양한 이미지들을 캡쳐하고 방울들의 방출 특성을 분석함으로써 개별 노즐들의 발화 특성을 식별해낸다. PMD 헤드의 노즐 하나라도 적합하게 방출되지 않는다면, 방울 진단 어셈블리 및 이에 대응하는 모듈들은 오류를 검출한다. 그러면, PMD 시스템(10)은, 이

하에서 설명하는 바와 같이, 정비 절차를 이용하여 노즐을 자동으로 수리하고자 시도한다. 오류가 자동으로 수리될 수 없다면, PMD 시스템(10)은 운영자에게 경고하고 작업을 중시킴으로써, 디바이스 수율면에서 고비용 손실을 방지한다. 그런 후에, 필요하면, 운영자에 의해 PMD 헤드(16)가 수리되거나 교체될 수 있다.

일실시예에 따르면, 방울 진단 어셈블리(22)의 카메라(68)는 스테이지(12)상 에 맞춰지도록 구성된 직각 카메라(68)이다. 카메라(68)에 의해 캡쳐된 이미지의 품질을 높이고 사진기술에 공지된 바와 같이 비행중의 방울 이미지를 캡쳐하기 위해 스트로보 광원(69)와 같은 역광이 또한 제공된다. 방울 진단을 수행하기 위해, PMD 헤드(16)는, 캐핑부(26)위에서, 카메라(68)와 스트로보 광원(69) 사이를 이동한다. 방울 특성 및 노즐의 발화 특성은, 이하에서 설명되는 바와 같이, 노즐로부터 방출된 방울들의 2가지 직교 이미지를 캡쳐한 후에 판단된다. 테스트되는 노즐은 최대 정확도를 위해 카메라의 시각에 집중되어 있으며 개별적으로 테스트되는 것이 바람직하다.

일실시예에 따르면, 제1 이미지는 PMD 헤드가 제1 위치에 있을 때 제1 방울로부터 찍힌 것이고, 제2 이미지는 PMD 헤드(16)가 90도만큼 회전한 후에 동일한 노즐로부터 낙하된 제2 방울로부터 찍힌 것이다. 또다른 실시예에 따르면, 2개의 이미지는 2개의 직교 장착된 카메라들을 이용하여 하나의 방울을 동시에 찍은 것이다. 방울 이미지를 캡쳐한 후에, PMD 시스템(10)의 광학 인식 모듈은 이미지 및 발화 정보를 이용하여 방울 부피, 낙하 속도, 낙하 노즐 위치, 낙하 각도 편차 및 방울 구조를 계산함으로써, PMD 시스템(10)이 PMD 헤드(16)의 노즐들간의 결함 또는 변동을 보정할 수 있도록 해준다.

방울 부피는 방울의 높이 및/또는 폭을 이용하여 계산되거나, 부피 계산을 위해 하나 이상의 카메라로 영역을 이미지화함으로써 계산될 수 있다. 양방법에서, 카메라(68)에 의해 캡쳐된 이미지들은, 요구되는 정확도 및 특정 어플리케이션에 대한 정밀도에 따라, 방울의 3차원 모양을 계산하거나 추정하기 위해 이용 된다. 방울 부피가 너무 크거나 작다면, PMD 시스템(10)은 노즐이 방울을 방출하는 빈도를 조정함으로써 자동 보정한다. 예를 들어, 불비한 방울 부피를 보정하기 위해 PMD 헤드(16)에 보내지는 파장 또는 전압량은 변할 수 있다. 전력이 낮으면, 더 작은 방울이 분출되는 반면에, 전력이 높으면 더 큰 방울이 분출될 것이다. 보정이 일단 이루어지면, 세밀한 조정을 위해 반복되는 공정으로 노즐 및 이에 대응하는 방울들을 재분석하는 것이 필요할 수 있다.

방울 부피와 관련된 문제점을 보정하는 두 번째 방법은 PMD 공정중에 증착되는 방울들의 개수 및 빈도수를 변경하는 것이다. 이 방법에 따르면, 개별 방울들의 방울 부피는 동일하게 유지될 수 있더라도, 기판상에 증착되는 유체 물질의 양은 방울이 증착되는 횟수를 증가시키거나 감소시킴으로써 제어될 수 있다. 방울 부피에 관련된 문제점을 보정하는 이러한 방법은 방울들이 일렬로 증착되거나 다수의 방울들이 소정의 방울 부피를 달성하기 위해 필요할 때 특히 유용하다. 방울들이 증차되는 빈도를 변경하는 이러한 방법은 본 명세서에서 마이크로클럭킹(microclocking)이라 불린다.

마이크로클럭킹은, 고갈(starvation, 유체 물질이 노즐로부터 분출될 만큼 충분히 신속하게 유체 챔버로 새로 보충되지 않는 상황을 지칭함)와 같은, 증착 속도 성능 제한 문제를 극복하기 위해 본 발명에 의해 제공되는 한가지 수단이다. 기존의 프린트 헤드 기술들은 일반적으로 고갈이 발생하기 이전에 프린팅이 달성될 수 있는 최대 회수로 프린트 헤드의 클럭 회수를 제한한다. 복수의 노즐 헤드들이 전형적으로 하나의 클럭에서 인쇄하는 것을 특히 감안할 때, 이는 PMD 헤드의 해상 도에 실질적인 제한을 또한 부과하게 됨을 본 기술분야의 당업자는 이해할 것이다.

종래기술의 이러한 제한을 극복하고 PMD 툴의 노즐들에 대한 개별 제어를 달성하기 위해, 본 발명은 마이크로클럭킹 방법을 활용하여 PMD 툴에 보내지는 클럭 사이클 또는 신호 빈도를 예정된 증착 속도를 훨씬 벗어나게 인위적으로 증가시킨다. PMD 시스템은 부가적인 클럭 사이클을 이용하여 PMD 공정중에 증착되는 유체 물질의 양 및 해상도를 제어할 수 있다. 일실시예에서, PMD 시스템은 예정된 증착 속도보다 10대 1의 비율로 클럭 사이클의 빈도수를 증가시킴으로써, PMD 시스템에 증착 빈도의 10분의 1의 범위에서 도트 위치를 제어할 수 있는 능력을 준다.

증착 빈도수가 고갈의 한계를 초과할 수는 없더라도, PMD 시스템의 컴퓨터 실행 명령어들이 실제 증착 데이터가 기아 속도를 초과하는 것을 허용하지 않기 때문에 PMD 툴의 마이크로클럭 속도로 클럭 사이클 및 데이터를 전송하는 것은 여전히 가능하다. 이는 본 발명에서 매번 10개의 클럭 사이클중 대략 9개 사이클들에 각 노즐로 '충전(filler) 데이터' 또는 공백 데이터를 보냄으로써 달성된다. 따라서, PMD 툴은 실제 증착 클럭 속도에 의해 세분된 마이크로클럭에 비례하여 증착시키는데 이용할 수 있는 것보다 몇 배 많은 데이터를 수신한다. 이러한 방식에 의하면, 최대 증착속도에 영향주지 않고서도 기존 프린트 헤드 기술의 해상도를 10배 이상 증가시킬 수 있다.

마이크로클록킹은 기판상에 증착된 유체 물질의 해상도를 개선하는데 특히 유익하다. 특히, 선 및 모양의 시작 및 끝이 더욱 정확하게 제어된다. 클럭사이클의 빈도수가 예정된 증착속도보다 10대 1까지의 비율로 설정되는 현 실시예에 따 르면, 유체 물질은, 동일한 증착 속도에서 허용되는 해상도의 이전폭 10분 1범위 내에서, 이전에 허용된 것보다 10배 더 정확하게 PMD 툴에 의해 증착될 수 있다.

마이크로클럭킹은 기판상에 증착되는 유체 물질의 양을 제어하는 데에도 또한 유용하다. 예를 들어, 약한 노즐을 보

충하거나 물질의 두께에 더하기 위해 더 많은 유체 물질이 증착되도록 하는 것이 바람직한 경우에, 적합한 노즐이 다른 노즐들에 비해 더 높은 빈도수로 유체 물질의 방울을 분출하도록 설정된다. 예를 들어, 다른 노즐들이 10초에 1번씩 분출하는 동안에 지정된 노즐은 9초마다 한번씩 분출하도록 설정될 수 있다. 이러한 기술은 다른 노즐보다 지정된 노즐에 의해 약 11% 정도 많은 유체 물질을 증착시킨다. 유사하게, 그렇지 않고 너무 많이 증착시키는 노즐들은 좀 덜 자주 증착시키도록 만들 수 있다.

마이크로클럭킹은, PMD 툴이 회전하고 노즐들이 수직 정렬되지 않을 때, 낙하 속도의 차이 또는 낙하 각도 편차를 수용하고자 할 때, 개별 도트를 배치하는데 더 높은 해상도가 요구될 때, 그리고 기판상에 증착되는 유체 물질의 양을 세밀하게 제어할 필요가 있을 때에도 특히 유용하다.

마이크로클럭킹은, 전술된 바와 같이, PMD 툴에 보내지는 클럭 사이클의 빈도수가 예정된 증착 빈도수보다 몇 배 이상 높게 될 것을 필요로 한다. 증착 빈도수에 대한 마이크로 클럭킹의 비율은 해상도의 잠재적 증가를 제어한다. 유체 물질 분사를 위해 도트 패턴을 산출하는 컴퓨터 실행명령들은 해상도의 잠재적 증가를 인식하고 0으로 이루어진 '충전 데이터'를 삽입하여 대기 사이클중에 PMD 툴에 보내지도록 한다. 각 증착 사이클중 대기 사이클 수는 증착 빈도수에 대한 마이크 로클럭킹 빈도수의 비율과 같다.

마이크로클럭킹은 '피치(pitch)'를 보정하는 데에도 유용한데, 이는 PMD 공정중에 기판의 움직임에 대한 PMD 툴의 회전이다. PMD 툴을 피칭함으로써, 마이크로클럭킹 빈도수대 실제 증착 빈도수의 비율에 기초하여, 도트의 아주 작은 일부 범위 내로 정확한 해상도를 낳게 된다. 마이크로클럭킹은 기판의 수직 움직임에 대하여 각이 진 노즐들의 오프셋에 의해 생성된 공간과 동일한 '충전 데이터'를 삽입함으로써 피치를 보정한다.

낙하 속도는 노즐 낙하 시간(Tf) 및 카메라 스트로보 방출 시간(Ts)로부터 시간 지연을 감하는 것으로 계산함으로써 왕복운동시간 Tf-Ts=Tt를 얻는다. 광학 인식 모듈은 그런 후에 운동 거리(Dt)를 구하는데 이용되는데, 이 거리는 방울의 중심과 노즐간의 거리이다. 최종적으로 낙하 속도는 운동 시간으로 거리를 나눔으로써(Dt/Tt) 계산된다.

낙하 속도는 유체 물질의 방울들이 기판을 치는 시점을 결정하고, 이는 기판이 이동될 때 특히 중요하다. 낙하 속도에 관련된 문제점은 너무 빠르거나 너무 느린 낙하 속도를 보정하기 위해 방울의 낙하 시간을 차감계산함으로써 보정된다. 낙하 속도 및 기판까지의 거리가 알려져 있기 때문에, 본원 발명에 따라, 낙하 시간 조정이 판단될 수 있다. 낙하 속도가 너무 빠른 경우에는 낙하 시간이 지연되고 낙하 속도가 너무 느린 경우에는 낙하 시간이 가속화된다.

낙하 노즐 위치는 방울이 노즐을 떠나 사진찍힐 때까지 스트로보 라이트(69)의 조명 사이클을 조정함으로써 판단된다. 그런 후에, 노즐의 정확한 위치 또는 배치가 확인될 수 있다. 불규칙한 낙하 노즐 위치의 보정은, 다음에 설명하는 바와 같이, 낙하 각도 편차의 보정과 연관하여 이루어진다.

낙하 각도의 편차는 노즐로부터 유체 물질의 방울을 선정된 거리만큼 낙하시키고(이는 낙하속도가 알려져 있으므로 행해질 수 있음) 그다음에 그 거리에서 방울의 중심을 식별함으로써 판단될 수 있다. 다음에, 방울의 중심 및 낙하 노즐 위치는 각도 편차를 계산하기 위해 이용된다. 일실시예에 따르면, 이는 진정한 3차원 낙하 각도 편차를 구하기 위해 수평적 X-Y 평면의 X 및 Y 방향 모두에서 행해진다.

낙하 각도 편차 및 불규칙한 낙하 노즐의 위치는 노즐 위치 및 각도 편차를 구하고 방울이 떨어지도록 예정된 장소에 비하여 실제로 떨어질 장소를 계산함으로써 보정된다. 다음에, 방울의 예측된 궤도 및 실제 궤도간의 불일치를 보정하기 위해 발화 시간이 가속되거나 지연된다.

방울 구조는 주요 방울의 외부에 변칙적인 모양이 있는지를 관찰하기 위해 광학 인식 모듈을 이용하여 카메라(68)에 의해 캡쳐된 이미지들을 분석함으로써 판단된다. 이는 방울이 눈에 띠는 후부 또는 이에 대응하는 종자(satellite)를 갖는지 여부를 검사하기 위해 주로 이루어진다. 용어 '종자'는 본 명세서에서 방울과 동시에 방출되지만 방울로부터 떨어진 유체 물질을 일반적으로 일컫는다.

방울 구조는 합격/불합격 테스트이다. 방울이 변칙적인 모양 또는 대응 종자를 가지고 있다면, PMD 시스템은 두가지 중 한가지 방법으로 이 문제를 자동 보정한다. 제1 방법은 방울을 방출하는 노즐의 전압 및 펄스 세팅값을 PMD 시스템(10) 의 컴퓨터 실행 명령어로 변경하는 것이다. 일반적으로, 이러한 유형의 보정은 새로운 유체 물질 또는 PMD 헤드(16)가 이용되고 결함이 PMD 헤드(16)의 전체 노즐 어셈블리에 걸쳐 널리 퍼져 있을 때 수행된다. PMD 헤드(16)와 유체 물질이 새로운 것은 아니지만, PMD 헤드의 노즐이 차단되거나 수리될 필요가 있을 가능성이 있다. 따라서, 바람직하지 못한 방울 구조를 보정하기 위한 두 번째 방법은 PMD 시스템상에 대해 정비를 수행하여 PMD 헤드(16)의 노즐의 장애를 제거하거나 수리하는 것이다. 자동 정비가 노즐을 수리할 수 없다면, 기계는 처리전에 사용자에게 경고함으로써, 물질 및 제품들의 불필요한 낭비를 막는다. 이는 높은 수율 및 고비용 제조 공정에 중요하다.

PMD 시스템(10)의 방울 진단 어셈블리(22) 및 정렬 요소(20)는 방울 진단어셈블리(22) 및 정렬요소(20)에 의하여

가능해진 정확성으로 인하여 기존 프린팅 기술에 혁신을 가져온 것이다. 더욱이, 기존의 프린팅 및 패턴 시스템들은 기판(38)에 대하여 노즐의 위치, 각도 및 작동을 측정하거나 정밀하게 조정할 수 있는 능력이 없을 뿐 아니라, 이러한 시스템에 높은 수율 및 고비용 제조공정에 필요한 정확한 정렬을 제공하려는 동기도 없었다. PMD 헤드(16) 및 대응 노즐들을 기판(38)에 정렬시키기 위한 시스템의 개발은 본 발명의 PMD 공정이 매우 높은 수준의 정밀도를 요구하는 미세구조물을 생성하는 것을 가능케 한다.

본 발명에 따라 PMD 시스템(10)에 의해 제공되는 무한 변형 위치조정은 넓은 영역위에 균일성을 제공한다. 더욱이, 본 발명에 따른 PMD 시스템(10)은 x 및 y축으로의 이동에 부가하여 피치를 제어한다. 더욱 구체적으로, PMD 헤드(16)의 회전 은 PMD 공정의 정확도를 제어하기 위해 기판에 대하여 노즐 어셈블리의 피치를 변경하는데 유용하다. 더욱이, PMD 시스템(10)에 의해 제공되는 광학 인식 및 보정은 방울 부피 제어를 허용한다. 또한, 본 발명에 따른 PMD 시스템(10)은 PMD 헤드(16)가 기판과 접촉하지 않고 PMD 헤드에 의해 증착된 물질과만 접촉하기 때문에 균일성, 가변성 및 깨끗한 환경에서의 제어를 제공한다.

PMD 시스템상에 기판을 장착시킨 후에 수행될 단계로서 PMD 헤드(16)를 기판(38)에 정렬시키는 것이 이제까지 설명되었지만, 정렬은 PMD 헤드(16)가 교체되거나 PMD 헤드 지지부(18)상에 장착될 때마다 수행될 수도 있음을 이해할 것이다. 도 5-7은 PMD 헤드를 PMD 헤드 지지부(18)에 연결시키기 위해 본 발명에 따라 이용되는 장착선반(70)을 도시한다. 도시된 바와 같이, 장착선반(70)은 장착선반(70)을 PMD 헤드 지지부에 고정시키기 위해 볼트들이 관통하는 다수의 구멍(72)을 포함한다. 또한, 장착선반(70)은 장착선반(70)의 반대되는 위치에 PMD 헤드(16)를 안전하게 유지하기 위하여 구성된 래칭 메커니즘(74)을 포함한다. 래칭 메커니즘(74)은 일반적으로 PMD 헤드(16)에 형성된 대응 리세스 위에 걸기(clasp) 위해 구성된 래칭암(76)을 포함한다. 래칭암(76)은 도 9에 도시된 바와 같이 장착선반(70)의 반대 측면에 위치한 레버(78)에 의해 작동된다. 장착선반(70)은 래칭암(76)이 장착선반(70)에 대하여 PMD 헤드를 고정시킬 때 장착선반(70) 의 반대쪽에 PMD 헤드가 적합하게 정렬되도록 확실히 하기 위해 이용되는 기준점(80)을 또한 포함한다.

도 7은 도 6의 장착선반(70)과 연결된 PMD 헤드(16)의 일실시예를 도시한다. 도시된 바와 같이, PMD 헤드(16)는 하우징(90), 유체물질 삽입구(92), 용매 삽입구(94), 내부 PMD 헤드 요소(96) 및 노즐 어셈블리(98)를 포함한다. 사용중에, 유체 물질은 삽입구(92)를 통해 PMD 헤드(16)로 들어가고 내부 PMD 헤드 요소(96)를 통해 노즐 어셈블리(98)로 전해지며, 여기에서 노즐 어셈블리(98)를 통해 기판상으로 최종 방출된다.

일실시예에 따르면, PMD 헤드 요소(96)는 유체 물질 저장소, 다이어프램(diaphragm) 및 압전 변환기, 예를 들면, 노즐 어셈블리(96)의 노즐을 통해 유체 물질을 방출하기 위해 적합한 음파 펄스를 발생시키는 $Pb(Zr, Ti)O_3$ 또는 'PZT' 트랜스듀서를 포함한다. 다이어프램과 압전 변환기는 전력이 압전 변환기에 공급될 때 음파를 발생시킨다. 음파 펄스의 힘이 유체 제조물질의 표면장력을 극복할만큼 충분히 클 때 노즐 어셈블리(98)에 포함된 노즐들로부터 유체 물질의 방울들이 방출된다. 방출된 방울들의 속도 및 부피는 압전 변환기에 대한 전원을 변경함으로써 제어된다.

본 발명의 PMD 시스템은 PMD 헤드(16)로부터 방출되는 방울 부피를 제어할 수 있다. 일실시예에 따르면, PMD 헤드(16)는 유체 물질 방울을 대략적으로 10 피코리터(picoliter)만큼 작은 부피로 초당 최대 1000개 방울 빈도수로 방출한다. 방울의 소정의 부피 및 빈도수는 다양한 유체 제조물질, 기판 및 미세구조물 구조를 수용하기 위해 바뀔 수 있기 때문에, 본 발명이 특정 부피, 빈도수 및 형태로 유체 물질을 방출하는 것에 한정되는 것은 아님을 이해할 것이다.

종래의 잉크 분사 헤드('분사 헤드')가 본 발명의 적어도 일부 유체 물질에 이용하기 위해 용이하게 개조될 수 있다. 따라서, 본 발명은, 제3자에 의해 현재 제조된 상태거나 미래에 제조될 분사 헤드 및 잉크 분사 인쇄 시스템에서 잉크 분사를 위해 제조되었거나 제조될 것들을 포함하는, 기존 분사 헤드 또는 미래에 생성될 분사 헤드들의 이용을 확장시킨다.

일실시예에 따르면, 본 발명의 PMD 시스템(10)은, 다양한 인쇄 헤드 기술에서 요구되는 다양한 디지털 파형, 전류 전압 공급 및 디지털 신호들을 생성하기 위한 컴퓨터 실행 명령어들을 실행시키도록 구성된 컴퓨터 제어 시스템을 포함한다. 컴퓨터 시스템은 별개의 PMD 시스템 내부에 물리적으로 통합되어 있거나, 대안적으로, 도 8에 도시된 바와 같이, 여러 PMD 시스템 구성요소의 각각에 연결되어 있는 독립형 컴퓨터 시스템(100)으로서 구현되어, 운영자가 상기 독립형 컴퓨터 시스템을 통해 PMD 시스템 요소 각각을 제어할 수 있도록 해준다. 컴퓨터 시스템(100)은 본 명세서에 기재되는 다양한 제어 시스템을 포함할 수 있다.

컴퓨터 시스템(100)의 한가지 장점은 좀더 쉽게 상이한 능력 및 기능을 갖는 다양한 종류의 PMD 헤드(16)가 본 발명의 PMD 시스템(10)에 의해 교체되어 쓰일 수 있도록 해준다는 점이다. 예를 들어, 일실시예에 따르면, 컴퓨터 시스템(100)은 기존 인쇄 헤드 기술의 전자부품들을 2개의 상이한 섹션, 즉, 총괄 전자섹션(master electronics section)과 개별(personality) 전자섹션으로 구분하며, 이는 개별 PMD 헤드(16) 또는 독립형 컴퓨터 시스템(100)내에 장착될 수 있다.

총괄 전자 섹션은 모든 PMD 헤드(16)에 기본이 되는 기본 신호 및 정보, 즉, 증착될 도트 패턴(증착 데이터), 슬로프(slopo), 지속기간(duration) 및 폭(amplitude)에 의해 정의된 2차원 파형, PMD 헤드(16)에서 이용되는 접지 및 최대 전압, 그리고 헤드 소자가 유체 물질의 방울을 증착시키기 위해 설계되는 클럭 속도를 포함한다. 총괄 전자 섹션은 전형적으로 PMD 헤드(16)의 각 유형에 대해 이러한 정의가 만들어지고 저장되도록 해주는 컴퓨터 프로그래머블 보드상에 일반적으로 저장된다.

개별 전자 섹션은 특정 헤드 제조업체 및 모델에 특정되는 펌웨어(firmware)를 포함하는데, 이는 종종 맞춤 신호 및 연결을 필요로 한다. 개별 전자 섹션은 사용중에 총괄 전자 섹션으로부터 맞춤화된 파형 및 데이터를 수신한다. 전형적으로, 개별 전자 섹션은 맞춤 개별 카드와 같은 컴퓨터 판독가능 매체에 저장된다. 일실시예에서, 맞춤 개별 카드는 PMD 시스템(10)에 의해 이용되는 PMD 헤드(16)의 각 유형에 대해 개발된다.

이러한 방식으로 전자요소들을 정의함으로써, 본 발명의 PMD 시스템(10)은 헤드에 독립적이고, 이에 의해 다양한 PMD 헤드(16)간의 호환성을 허용하고, PMD 시스템(10)이 다양한 기존의 그리고 새로운 개발 기술들을 수용할 수 있도록 해준다. 즉, PMD 시스템(10)에 대한 어떠한 하드웨어적 변경없이도 PMD 시스템(10)에서 이용되는 PMD 헤드(16)를 교체할 수 있다. 상이한 제조업체들의 상이한 크기의 압전 헤드들조차 본 발명의 PMD 헤드(16)내에 이용되고 포함될 수 있으며, 이러한 헤드는 제3 업체의 헤드 및 이미 존재하거나 원래에는 본 발명의 유체 물질 이외의 물질을 증착하기 위해 고안되었던 헤드를 포함한다. 기존의 압전 헤드들은 특정 헤드 기술 및 단일 유형의 압전 헤드를 위해 설계됨에 따라 기존 소자들이 새롭게 개발되는 압전 헤드 기술들을 수용하기 위해 갱신되는 것이 제한되었던 종래 기술에 비해 이러한 본원 발명은 개선된 것이다. 이러한 방식으로 전자요소들을 정의하는 또다른 장점은 PMD 헤드들의 노즐들이 존재할 수 있는 불규칙성을 보정하기 위해 개별 제어될 수 있도록 해준다는 것이다.

이제 도 6 및 7을 참조하면, PMD 헤드(16)과 유체 물질 공급 시스템(102) 및 용매 공급 시스템(104)을 상호연결시키기 위해 배관(110)이 어떻게 이용되는지를 도시한다. 도시된 바와 같이, 배관(110)은, 예를 들어, PMD 헤드(16)가 또다른 것으로 교환되는 중과 같은, 비사용기간에는 PMD 헤드(16)로부터 홀딩 장치(112)로 배관(110)을 편리하게 이동시키기 위해 구성된 신속해제부품(111)을 포함할 수 있다.

도 6 및 7은 또한 PMD 헤드(16)에 공급되는 유체 물질이 오염되지 않도록 보장하기 위해 필터(116)가 어떻게 연결되는 지를 또한 도시한다. 도시되어 있지는 않지만, 필터는 PMD 헤드(16)로의 용매 공급이 오염되지 않도록 보장하기 위해 또한 제공될 수 있다. 본 발명에 따르면, 그리고 이하에서 좀더 상세하게 설명되는 바와 같이, 정화 처리중에 PMD 헤드로부터 유체 물질을 제거하기 위해 PMD 헤드(16)에 용매가 공급된다.

이제 도 9를 참조하면, PMD 헤드 지지부(18)에 대하여 장착선반(70)이 어떻게 회전될 수 있는지에 대하여 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 장착선반(70)은 도 6 내지 7에 도시된 위치로부터 90도 회전되어 있다. 본 발명에 따르면, PMD 헤 드 지지부(18)의 하부에 회전가능하게 연결되어 있는 터릿(72)에 의해 장착선반(70)의 회전이 가능하다. PMD 헤드(16)의 회전은 전술한 바와 같이 방울 진단 어셈블리에 의해 취해진 직교 이미지의 캡쳐를 용이하게 하는데 유용하다. PMD 헤드(16)의 회전은 기판상에 방울열들간의 거리를 정확하게 제어하기 위해 기판에 대하여 노즐 어셈블리(98)의 피치를 변경하는데 또한 유용하다.

도 9는, 일실시예에 따르면, PMD 헤드(16)의 정렬을 확실히 하기 위해 PMD 헤드(16)에 대하여 기준점(80)이 어떻게 바이어스되는지를 또한 도시한다. 기준점(80)은 바람직하게는 장착선반(70)과 PMD 헤드(16)의 정확한 정렬을 제공할 수 있는 강화 스틸을 포함한다. PMD 헤드(16)의 상부와 장착선반(70)간에 부가적인 기준점(120)들이 또한 제공되어 PMD 헤드(16)와 장착선반(70)간의 정렬을 보다 더 용이하게 해줄 수 있다. PMD 헤드(16)가 장착선반(70)내에 올바르게 정렬되지 않으면, 노즐로부터 발화되는 방울의 낙하 각도는 치우칠 수 있으며, 이 경우에 방울 진단 어셈블리는 전술한 방법으로 부정렬을 검출하고 보정한다. 그러나, 부정렬이 심각하다면, 장착선반(70)상에 PMD 헤드(16)를 재장착하는 것이 필요할 수 있다.

이제, 도 10을 참조하면, 캐핑부(26)에 대한 상세한 설명이 제공된다. 도시된 바와 같이, 캐핑부(26)는 일반적으로 확장 지지부(132)에 장착된 트레이(130) 및 담금 저장소(134)를 포함한다. 캐핑부(26)의 한가지 목적은 비사용기간중에 PMD 헤드(16)의 노즐이 완전히 건조되고 막히는 것을 방지하기 위해 노즐을 수용하여 담그는 것이다. 예를 들어, PMD 헤드(16)가 일정 기간동안 작동하지 않는다면, 캐핑부(26)는 PMD 헤드(16)의 아래쪽으로 이동하고 담금 저장소(134)가 PMD 헤드(16)의 노즐 어셈블리(98)을 끌어들일 때까지 확장 지지부(132)에 의해 트레이(130)가 상승된다. 담금 저장소(134)는 유체 물질과 융화될 수 있는 용매로 채워지고 노즐 어셈블리(98)가 완전히 건조되는 것을 방지한다. 담금 저장소(134)는 PMD 헤드(16) 또는 또다른 공급 수단(예를 들면, 용매 공급 시스템에 직접 연결된 배관을 갖는 수단)에 의해 용매를 공급받을 수 있다.

캐핑부(26)의 또다른 목적은 방울 진단중에 PMD 헤드(16)로부터 증착되는 유체 물질을 포착하는 것이다. 예를 들어, 방울 진단중에 유체 물질이 트레이(130)의 임의의 부분으로 낙하될 수 있다. 트레이(130)로 떨어지는 과도한 유체 물질 및 용매는 트레이(130)에 연결된 드레인(138)을 통해 제거된다.

바람직한 일실시예에 따르면, PMD 헤드는 교체가능하고 수동 또는 자동으로 교환될 수 있다. 일실시예에서, PMD 헤드는 즉시연결 부속품을 포함하고 PMD 시스템은 PMD 툴을 자동 교환하기 위한 수단을 포함한다. 예로서(제한적인 것은 아님), 받침대상의 인터페이스 및 PMD 헤드상의 대응 인터페이스는 PMD 헤드를 자동 교환하기 위한 하나의 적합한 수단을 나타낸다. 받침대는 PMD 헤드가 제거가능하게 부착된 암이다. PMD 헤드가 또다른 PMD 헤드로 교환되려고 할 때, PMD 헤드가 받침대의 인터페이스로부터 자동 또는 수동으로 제거된 후에 툴 홀더에 위치한다. 교체 PMD 헤드는 수동 또는 자동으로 받침대의 인터페이스상에 배치된다. 새로운 PMD 헤드가 부착된 후에, 받침대는 PMD 헤드의 정렬, 검사 및 조정을 위해 소정의 위치에 배치된다.

도 11 내지 13에 도시된 바와 같이, 비사용중에 PMD 헤드(16)의 노즐들을 담 그기 위해 도킹부(140)가 또한 구성될 수 있다. 도킹부(140)는 PMD 헤드(16)가 긴 기간동안 사용되지 않을 것이거나 PMD 시스템에서 사용되는 PMD 헤드(16)가 여러 PMD 헤드들중의 단지 하나인 경우에 특히 유용하다. 이러한 상황에서, 비사용 PMD 헤드는 개별 도킹부(140)상에 저장되어 PMD 헤드의 노즐들이 완전히 건조되는 것을 방지한다.

도 11 및 12에 도시된 바와 같이, 도킹부(140)는 PMD 헤드, 저장소 트레이(144) 및 담금 저장소(146)를 수용할 수 있도록 장착시키기 위해 구성된 장착선반(142)을 포함한다. 장착선반(142)은 도 13에 도시된 바와 같이 담금 저장소(146)내에 PMD 헤드(16)의 노즐 어셈블리(98)를 배치시키는 위치에서 PMD 헤드(16)를 안전하게 유지하도록 구성된다. 저장소 트레이(144)는 노즐 담금중에 담금 저장소로부터 흘러나오는 과도 용매를 캡쳐하기 위해 구성된다. 저장소 트레이(144)는, 후술하는 바와 같이, PMD 헤드로부터 제거되는 유체 물질을 캡쳐하기 위해서 또한 구성된다. 따라서, 저장소 트레이(144)는 정화(purging) 공정중에 저장소 트레이(144)에 의해 캡쳐된 임의의 용매 및 유체 물질을 배출시키기 위한 드레인(148)을 또한 포함한다. 추방되는 유체 물질 및 용매는 용이한 처분을 위해 (미도시된) 저장 콘테이너로 배출될 수 있다.

도 11 및 12는 또한 도킹부(140)가 유체물질 공급 시스템(150)의 일부를 유지하기 위해 어떻게 구성되어 있는지를 도시한다. 구체적으로, 도킹부(140)은 작업백(154)을 지지하기 위해 구성된 저장 챔버(152)를 포함한다. 사용중에, 유체 물질은 초기에 작업백(154)으로 주입되고, PMD 헤드에 최종 공급될 때까지 여기에서 보류된다. 일실시예에 따르면, 저장 챔버(152)는 중량 게이지(weight gauge, 156)상에 장착되고, 중량 게이지(156)는 임의의 주어진 시점에서 작업백(154)내에 포함된 유체 물질의 양을 조정하기 위해 구성된다. 중량 게이지(156)는 컴퓨터 모듈에 링크되고 유체 물질을 유체 물질 공급 저장소(162)로부터 작업백(154)으로 주입하도록 구성된 펌프(160)에 링크된다. 일실시예에 따르면, 2-방향 밸브(168)는 작업백(154)의 내부 및 외부로 유체 물질의 흐름을 제어한다.

도 11 내지 13에 도시된 바와 같이, 저장 챔버(152)는 작업백(154)으로부터 PMD 헤드(16)로 보내지는 유체 물질의 공급이 일정하게 유지되도록 보장하기 위해 작업백(154)에 선정된 압력을 가하도록 구성된 압력 제어판(164)으로 구성된다. 일실시예에 따르면, 이는 노즐의 발화 특성에서 불규칙성을 유발시킬 가능성이 있는 메니스커스(meniscus)가 PMD 헤드의 노즐에서 유체 물질 내에 형성되는 것을 방지하기 위해 중요하다. 또다른 실시예에 따르면, 펌프(160)는 유체 물질을 PMD 헤드(16)에 직접 공급하고 유체 물질의 압력을 조정한다.

일실시예에 따르면, 유체 물질 공급 시스템(150)은, 배관(110), 작업백(154), 펌프(160) 및 유체물질 공급 저장소(162)를 일반적으로 포함하고, 다양한 유체 물질 및 인쇄 헤드기술의 요구사항에 따라 다양한 압력하에서 사용될 수 있다. 유체물질 공급 시스템(150)의 물질은 바람직하게는 PMD 시스템에 의해 이용되는 용매에 견디고 반응하지 않도록 구성된다. 예를 들어, 일실시예에 따르면, 유체 물질 공급 시스템은 (Dupon E. I. Denemours amp; Co. 의 Teflon 과 같은) 폴리테트라플루오르에틸렌(polytetrafluoroethylene)의 비활성 라이닝(lining)을 포함 하며, 그밖의 다른 물질들도 이용될 수 있다.

전술한 바와 같이, 도킹부(140)의 한가지 기능은 유체 물질이 PMD 헤드(16)로부터 추방되는(purged) 동안에 PMD 헤드(16)를 유지하는 것이다. 예를 들어, 정화(purging)는 단일의 PMD 헤드가 단일 PMD 공정중에 여러 종류의 상이한 유체 물질을 증착시키기 위해 이용되는 경우에 가끔 필요한데, 이러한 경우에 상이한 유체 물질이 혼합되는 것을 막기 위해 어플리케이션간에 PMD 헤드가 정화된다.

정화 절차를 수행하기 위해, PMD 헤드(16)는 도 13에 도시된 바와 같이 도킹부(140)상에 우선 장착된다. 다음에, 용매공급원(104)으로부터 PMD 헤드(16)로 용매가 주입된다. 용매는 PMD 헤드가 완전히 정화될 때까지 PMD 헤드를 통해 유체 물질을 가한다. 이 절차중에 PMD 헤드(16)로부터 추방되는 유체 물질 및 의의의 용매는 저장소 트레이(144)로 방출되어 드레인(148)을 통해 배출된다. 정화된 후에, PMD 헤드(16)는 새로운 유체 물질의 공급원에 연결될 수 있다. 정화 공정은 일반적으로 도킹부(140)에서 발생하는 것으로 설명되어 있지만 이는 또한 실질적으로 동일한 방법으로 캐핑부에서도 발생할 수 있음을 이해할 것이다.

이제 도 1을 참조하여, 롤러 어셈블리(170), 완충면(172) 및 압지천(blotting cloth, 174)을 포함하는 정비부(24)에 대하여 주목한다. 사용중에, 압지천(174)은 롤러 어셈블리(170)를 통해 완충면(172)의 상부면 위에 공급된다. 예를 들어, 노즐이 막히거나 유체 물질이 노즐 어셈블리상에 누적될 때와 같이, PMD 헤드(16)가 서비스를 필요로 할 때,

정비부(24)는 PMD 헤드(16) 아래로 이동하여 완충면(172)이 PMD 헤드(16)의 노즐 어셈블리(98) 바로 아래에 위치하도록 한다. 완충면(172)은 그런 후에, 압지천(174)이 노즐 어셈블리(98)와 접촉할 때까지, 리프팅 메커니즘(예를 들어, 수압 레버 어셈블리(176))에 의해 상승된다. 이는 노즐 어셈블리(98)상의 유체 물질 조성을 없애버리기에 충분할 수 있다. 그러나, 때때로는 스크러빙(scrubbing)이 필요하다.

노즐 어셈블리(98)상에 스트러빙 절차를 수행하기 위해, 노즐 어셈블리(98)는 압지천(174)이 롤러 어셈블리(170)를 통해 공급되는 동안에 압지천(174)의 반대쪽에 유지된다. 이는 일반적으로 압지천(174)이 노즐 어셈블리(98)를 마찰 물림하도록(frictionally engage) 만듬으로써, 노즐로부터 불필요한 형성물을 제거해준다. 일실시예에 따르면, 압지천(174)은 노즐에 대한 과도한 손상 또는 마모를 유발시키지 않고 노즐을 깨끗이 하는데 적합한 비-연마용 물질로 이루어진다. 노즐의 손상 가능성을 더욱 최소화하기위해, 완충면(172)은 PMD 헤드(16)와 캐핑부(26) 사이에 발생할 가능성이 있는 임의의 충격을 흡수하도록 구성된다.

이제, 도 14를 참조하면, 본 발명의 대안적인 실시예가 도시된다. 도시된 바와 같이, PMD 헤드 지지부(200)는 빔(220)상에 미끄러지도록 장착된 선형 공기 베어링(210)을 포함한다. 선형 공기 베어링(210)은 일반적으로 공기 베어링을 구비하는 선형 모터를 구비한다. 선형 모터는 본 기술분야에 공지되어 있으며, 이동 부품들간의 마찰을 줄이기 위해 자기, 코일 및 슬러그(slug)를 활용한다.

선형 공기 베어링(210)의 이용은 PMD 공정이 클린룸 환경에서 수행되는 것을 가능토록 함과 동시에 넓은 기판상에서 본 발명의 PMD 공정을 수행하기 위해 필요한 이동성을 제공하는데 유용하다. 구체적으로, 선형 공기 베어링(210)에 의해 제 공되는 이동성은 일반적으로 스테이지(12)가 PMD 헤드(16) 아래에서 PMD 요소들의 각각을 완벽하게 이동시킬 필요성을 줄여준다. 대신에, PMD 요소들 위에서 PMD 헤드(16)를 이동시키기 위해 선형 공기 베어링(210)이 이용될 수 있다. 또한, 선형 공기 베어링(210)은 기판(38)상에 유체 물질을 증착시키는 동안에 PMD 헤드(16)를 이동시킬 수 있다. 그러나, PMD 헤드(16)내에 특정의 유체 물질이 서지(surge)하는 것을 방지하기 위해, 유체 물질이 PMD 헤드(16)로부터 방출되는 중에는 PMD 헤드(16)를 이동시키지 않는 것이 바람직하다. 서지는 유체 물질이 PMD 헤드의 내부에서 출렁거릴 때 야기되며, 방울이 형성되고 노즐로부터 방출되는 방식에 영향을 미칠 수 있는 불규칙한 압력을 생성한다.

이제까지, 본 발명의 PMD 시스템은 임의의 주어진 시점에서 단일 PMD 헤드만을 이용할 수 있는 것으로 설명되었다. 그러나, 본 발명의 PMD 시스템은 다수의 PMD 헤드들과 동시에 상호작용할 수 있도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 본 발명의 PMD 시스템은 다수의 PMD 헤드 지지부로 구성될 수 있으며, 각각은 별개의 PMD 헤드를 포함한다.

도 15는 이러한 실시예를 도시하는데, 여기에서 PMD 시스템(300)은 다수의 PMD 헤드 지지부들(310) 및 단일 제조 라인상에 인접하여 배치된 대응 PMD 헤드들(320)로 구성되어 있다. 도시된 바와 같이, PMD 헤드들(320)은 PMD 헤드들(320) 각각의 아래에서 X-Y 평면의 X 방향으로 이동하도록 구성된 스테이지(330) 위에 배치되어 있다. PMD 헤드 지지부들(310)의 각각은 PMD 헤드를 X-Y 평면의 Y방향으로 이동시키도록 또한 구성되어 있다.

이러한 실시예에 따르면, 각각의 PMD 헤드(320)는 상이한 유체 물질 공급 시스템(미도시)로부터 상이한 유체 물질을 증착하기 위해 구성된다. 이러한 실시예는 PLED 디스플레이를 형성할 때와 같이 단일 기판(350)에 다양하게 채색된 폴리머들을 증착할 때 특히 유용할 수 있다. 예를 들어, 일실시예에 따르면, 제1 PMD 헤드는 기본층(base coat)을 증착시키기 위해 설비될 수 있으며, 제2 PMD 헤드는 붉게 채색된 폴리머를 증착시키기 위해 설비되고, 제3 PMD 헤드는 녹색으로 채색된 폴리머를 증착시키기 위해 설비되고 제4 헤드는 청색으로 채색된 폴리머를 증착시키기 위해 설비될 수 있다. 이러한 실시예에 따르면, 기판(350)은 상이한 PMD 헤드들(320) 아래쪽으로순차적으로 스테이지(33)상에서 이동되어, 기본층이 기판(350)상에 제일 먼저 증착된 후에, 다음에 붉게 채색된 폴리머가 기판(350)상에 증착되고, 다음에 녹색으로 채색된 폴리머가 기판(350)상에 증착되고, 다음에 청색으로 채색된 폴리머가 기판(350)상에 증착되도록 한다.

이러한 실시예는 상이한 유체 물질들을 도포(application)하는 중간에 PMD 헤드들(320)을 씻거나 정화시킬 (이는 시간이 걸림) 필요성을 줄이기 위해 유용함을 이해할 것이다. 특히 LED를 이용하는 경우에, 각각의 도포 사이에 PMD 헤드들(320)을 정화시키는 것은, 정화되는 유체 물질이 오염되거나 사용될 수없기 때문에, 비용이 매우 많이 들 수 있다. 이러한 실시예는 증착된 유체 물질들이 각각의 도포 사이에 충분히 경화되도록 해줌으로써, 상이한 유체 물질들이 혼합되어 그들의 바람직하고 구별되는 유일한 특성들을 잃어버리는 것을 방지하는데 또한 유용하다. 일반적으로, 적합한 경화 시간은 상이한 PMD 헤드들(320) 사이에서 기판(350)의 이동을 지연시킴으로써 제공될 수 있다.

대안적인 실시예에 따르면, 다수의 개별 PMD 시스템들이 단일 기판상에 상이하게 채색된 폴리머들을 증착시키는데 순차적으로 사용되어, 유체 물질이 각각의 도포 중간에 완전히 건조될 수 있도록 해주고, 대응 PMD 헤드들을 정화시킬 필요성을 줄인다.

또다른 실시예에 따르면, 단일 PMD 시스템이 각각의 PMD 헤드가 상이하게 채색된 폴리머를 갖는 전용 유체 물질 공

급 시스템에 연결되어 있는 다수의 PMD 헤드를 이용하여 상이하게 채색된 폴리머들을 증착시키는데 이용될 수 있다. 이러한 실시예에 따르면, 상이한 PMD 헤드들이, 사용중에는 장착 선반과, 비사용중에는 도킹부와 교환가능하게 연결될 수 있다.

또다른 실시예에 따르면, 단일의 PMD 헤드가 다양한 폴리머 또는 유체 물질을 증착시키기 위해 이용될 수 있다. 이러한 실시예에 따르면, 도 13을 참조하여 일반적으로 설명한 바와 같이, 사용 중간에 PMD 헤드가 정화된다.

유체 물질이 증착되고 나면, 유체 물질의 경화를 촉진하거나 제어하는 것이 때때로 바람직하다. 일단 증착된 유체 물질의 경화 속도를 제어하기 위한 한가지 방법은 기판의 온도를 제어하는 것이다. 예를 들어, 기판은 진공척크에 장착되어 있는 중에 진공척크내에 포함된 가열 요소를 이용하여 다공판을 가열함으로써 가열될 수 있다. 대안적으로, 예를 들면, PMD 툴 내에서 유체 물질이 가열될 수 있다.

그러나, 상이한 유체 물질들은 상이한 속성 및 경화 속도를 갖고 있음을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 PMD 시스템은 진공척크 내에 포함된 가열 요소를 제어하기 위해 구성된 온도제어요소를 또한 포함한다.

기판이 가열되는 열적 팽창 계수 및 온도가 너무 높으면, 기판은 비가열상태의 기판상에서 수행되는 보정 및 정렬 공정이 정확하지 않게 되는 지점까지 팽창할 수 있다. 이러한 팽창을 보상하기 위해 적어도 2가지 메커니즘중 하나가 이용될 수 있다. 우선, 열적팽창계수가 공지되어 있다면, 원래 위치 및 예측 팽창 및 수축에 기초하여 PMD 시스템의 모듈들을 이용하여 전체 기판의 새로운 위치가 결정될 수 있다. 두 번째, 본 명세서에서 기재된 정렬 시스템이 기판이 가열된 후에 기판을 재보정하고 재정렬시키기 위해 이용될 수 있다. 어느쪽 방법도 적합하지만, 기판 위치의 직접 측정이 이용되는 후자 방법이 종종 더욱 정확하다.

산업상 이용 가능성

요약하면, 본 발명은, 본 명세서에 기재된 바와 같이, 일반적으로 기판상에 유체 물질의 정확한 미세증착을 가능하게 해준다. 전술한 예들은 특정 색으로 구성되어 기판상에 도포되는 폴리머들을 이용하는 것에 관련하여 상세히 설명되었지만, 본 발명은 이러한 폴리머의 이용 또는 임의의 특정 순서로 이루어진 유체 물질의 도포에 제한되는 것은 아니다. 더욱이, 전술한 예들이 PLDE 디스플레이를 제조하는데 적합할 수도 있지만, 본 발명에 따른 PMD 시스템은 기판상에 상이한 유체 물질들의 증착을 필요로 하는 LED, LCD, CRT 및 기타 디스플레이를 제조하는 데에도 이용될 수 있음을 이해할 것이다.

다른 응용에서, 본 발명에 따른 PMD 공정은 상이한 유체 물질들로써, 트레이스, 저항기, 포토레지스트 및 라이트 가이드를 포함하는 인쇄회로보드(PCB) 구조물 을 제조하기 위해서도 또한 이용될 수 있다. 또한, PMD 공정은 생의학 산업에서, 신체, 유기체 또는 합성 유동체, 제품 또는 물질을 테스트할 때에도 이용될 수 있다. 또다른 응용에서, PMD 시스템은 DNA 가닥, 백신, 약, 박테리아, 바이러스, 및 기타 생의학적 제품의 제어된 양을 연구 및 개발 목적뿐만 아니라 제조 목적으로 피펫으로 또는 유리판상에 배치하기 위해서도 이용될 수 있다.

본 발명의 그의 기본정신 또는 필수 특성을 벗어나지 않고 다른 특정의 형태로 구현될 수 있다. 전술한 실시예들은 모든점에서 예시적으로만 고려될 것이며 제한적으로 고려되어서는 안 될 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 전술한 설명보다는 첨부된 청구항들에 의해 나타내어진다. 청구항들과 균등한 의미 및 범위내에서 나오는 모든 변경은 청구 범위내에 포함될 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

기판상에 유체 제조물질을 증착시키기 위한 기계장치에 있어서, 상기 기계장치는,

제1 노즐 어셈블리를 구비하고 제1 유체 제조물질을 저장하는 제1 공급 저장소에서 유체 전달(fluid communication)되는 제1 미세증착 헤드 - 상기 제1 미세증착 헤드는 상기 제1 노즐 어셈블리로부터 상기 기판상으로 상기 제1 유체 제조물질의 방울을 방출하도록 작동될 수 있음 - 와,

제2 노즐 어셈블리를 구비하고 제2 유체 제조물질을 저장하는 제2 공급 저장소에서 유체 전달되는 제2 미세증착 헤드 - 상기 제2 미세증착 헤드는 상기 제1 노즐 어셈블리로부터 상기 기판상으로 상기 제2 유체 제조물질의 방울을 방출하도록 작동될 수 있음 - 와,

상기 제1 및 제2 미세증착 헤드들 아래의 수평면에 위치하고 상기 기판을 착탈식으로 고정시키도록 작동될 수 있는 스테이지와,

상기 스테이지 위에 제1 미세증착 헤드를 착탈식으로 고정시키는 제1 헤드 지지부와,

상기 스테이지 위에 제2 미세증착 헤드를 착탈식으로 고정시키는 제2 헤드 지지부와,

상기 기판상의 상기 제1 및 제2 제조물질들의 증착을 조정하기 위해상기 제1 및 제2 미세증착 헤드들 및 상기 스테이지와 전기적으로 통신하는 제어 시스템

을 포함하는 기계장치.

청구항 2.
제1항에 있어서, 상기 제어 시스템은 상기 제1 및 상기 제2 노즐 어셈블리중 적어도 하나의 피치(pitch)를 제어하는 기계장치.

청구항 3.
제1항에 있어서, 상기 제어 시스템은 상기 제1 및 제2 미세증착 헤드들의 아래에서 제1 수평 방향으로 상기 스테이지의 이동을 제어하는 기계장치.

청구항 4.
제3항에 있어서, 상기 제1 및 제2 헤드 지지부들중 적어도 하나는 상기 제1 및 제2 미세증착 헤드들 각각을 상기 제1 수평방향에 수직인 수평 방향으로 이동시키도록 구성된 기계장치.

청구항 5.
제1항에 있어서, 제3 노즐 어셈블리를 구비하고 제3 유체 제조물질을 저장하는 제3 공급 저장소에서 유체 전달(fluid communication)되는 제3 미세증착 헤드- 상기 제3 미세증착 헤드는 상기 제3 노즐 어셈블리로부터 상기 기판상으로 상기 제3 유체 제조물질의 방울을 방출하도록 작동될 수 있 음-와, 상기 스테이지 위에 상기 제3 미세증착 헤드를 착탈식으로 고정시키는 제3 헤드 지지부를 더 포함하는 기계장치.

청구항 6.
제5항에 있어서, 상기 스테이지는 상기 제1, 제2 및 제3 미세증착 헤드들 아 래의 수평면에 위치하고 상기 기판을 착탈식으로 고정시키는 기계장치.

청구항 7.
제6항에 있어서, 상기 제어 시스템은 상기 기판상의 상기 제1, 제2 및 제3 제조물질들의 증착을 조정하기 위해 상기 제1, 제2 및 제3 미세증착 헤드들 및 상기 스테이지와 전기적으로 통신하는 기계장치.

청구항 8.
제7항에 있어서, 상기 제어 시스템은 상기 제1, 제2 및 제3 노즐 어셈블리들중 적어도 하나의 피치를 제어하는 기계장치.

청구항 9.
제7항에 있어서, 상기 제어 시스템은 상기 제1, 제2 및 제3 미세증착 헤드들 아래의 제1 수평 방향으로 상기 스테이지의 이동을 제어하는 기계장치.

청구항 10.
제9항에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3 헤드 지지부들중 적어도 하나는 상기 제1, 제2 및 제3 미세증착 헤드들 각각을 상기 제1 수평 방향에 수직인 수평 방향으로 이동시키도록 구성된 기계장치.

청구항 11.
제5항에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3 미세증착 헤드들 각각은 붉게 채색된 폴리머, 청색으로 채색된 폴리머 및 녹색으로 채색된 폴리머 각각을 포함하는 유체 제조물질을 방출하는 기계장치.

청구항 12.
기판상에 유체 제조물질을 증착시키기 위한 방법에 있어서,

제1 노즐 어셈블리를 구비하고 제1 유체 제조물질을 저장하는 제1 공급 저장소에서 유체 전달되는 제1 미세증착 헤드를 제공하는 단계와,

제2 노즐 어셈블리를 구비하고 제2 유체 제조물질을 저장하는 제2 공급 저장소에서 유체 전달되는 제2 미세증착 헤드를 제공하는 단계와,

상기 제1 및 제2 미세증착 헤드들 아래의 스테이지에 기판을 고정하는 단계와,

상기 제1 노즐 어셈블리로부터 상기 기판상으로 상기 제1 유체 제조물질의 방울을 방출하는 단계와,

상기 제2 노즐 어셈블리로부터 상기 기판상으로 상기 제2 유체 제조물질의 방울을 방출하는 단계와,

상기 기판상에 상기 제1 및 제2 유체 제조물질들의 증착을 조정하기 위해 상기 제1 및 제2 미세증착 헤드들을 제어하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 13.
제12항에 있어서, 상기 제1 및 상기 제2 노즐 어셈블리중 적어도 하나의 피치를 제어하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 14.
제12항에 있어서, 상기 제1 및 제2 미세증착 헤드들의 아래에서 제1 수평 방향으로 상기 스테이지의 이동을 제어하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 15.
제14항에 있어서, 상기 스테이지를 이동시키는 단계는 상기 제1 및 제2 미세증착 헤드들 각각을 상기 제1 수평방향에 수직인 수평 방향으로 이동시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 16.
제12항에 있어서, 제3 노즐 어셈블리를 구비하고 제3 유체 제조물질을 저장하는 제3 공급 저장소에서 유체 전달되는 제3 미세증착 헤드를 제공하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 17.
제16항에 있어서, 상기 제3 노즐 어셈블리로부터 상기 기판상으로 상기 제3 유체 제조물질의 방울을 방출하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 18.
제17항에 있어서, 상기 제1 및 제2 미세증착 헤드들을 제어하는 상기 단계는 상기 기판상에 상기 제1, 제2 및 제3 유체 제조물질을 증착하는 것을 조정하기 위해 상기 제3 미세증착 헤드를 제어하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 19.
제18항에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3 노즐 어셈블리들중 적어도 하나의 피치를 제어하는 단계를 더 포함하는 방법.

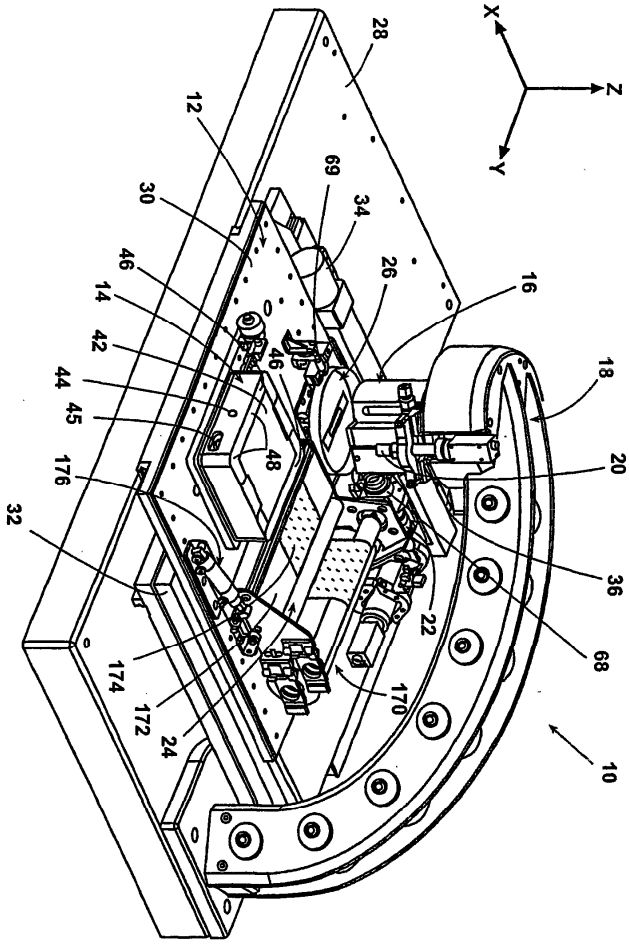
청구항 20.
제17항에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3 유체 제조물질들을 방출하는 단계는 붉게 채색된 폴리머, 청색으로 채색된 폴리머 및 녹색으로 채색된 폴리머 각각을 방출하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 21.
제16항에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3 미세증착 헤드들 아래에서 상기 제1 수평 방향으로 상기 스테이지의 이동을 제어하는 단계를 더 포함하는 방법.

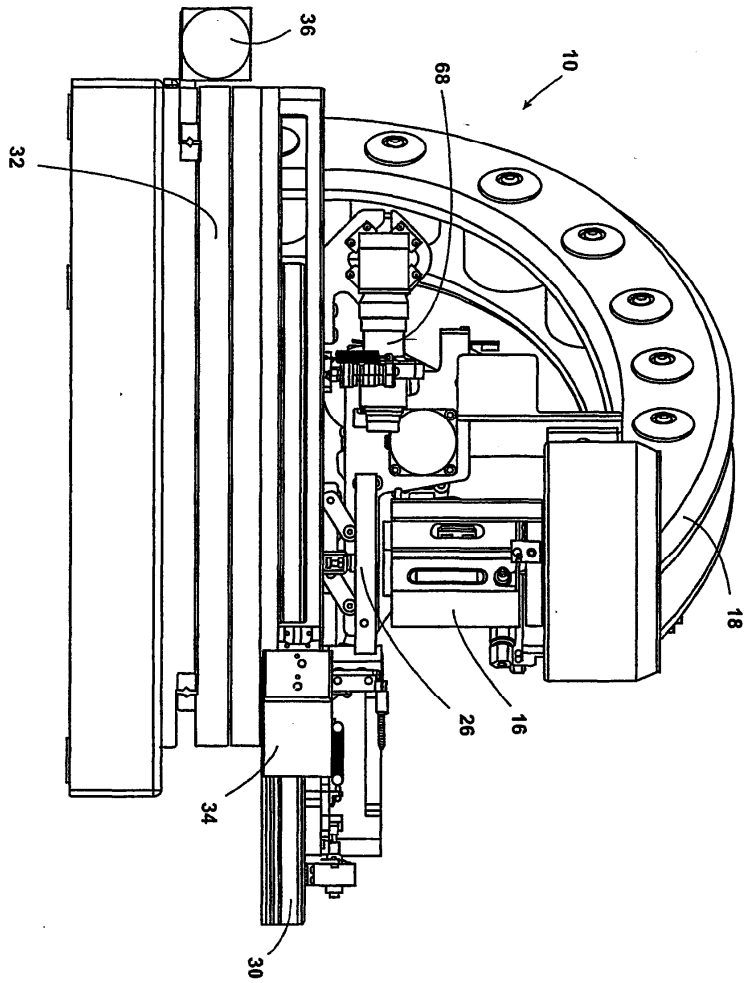
청구항 22.
제21항에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3 미세증착 헤드들을 상기 제1 수평 방향에 수직인 수평 방향으로 이동시키는 단계를 더 포함하는 방법.

도면

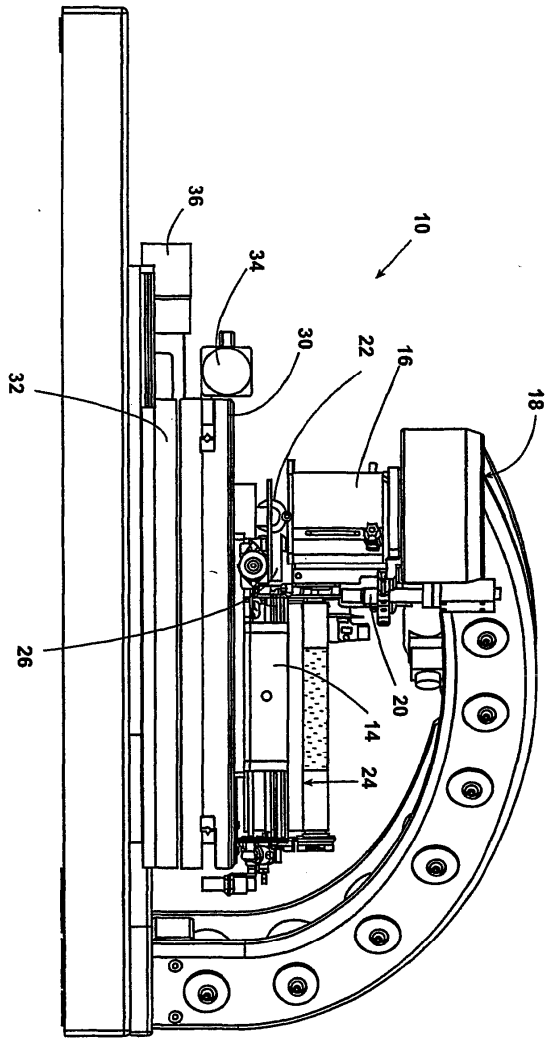
도면1


X
Z
Y
28
12
69
34
30
26
16
46
14
42
46
18
44
45
48
20
176
32
36
22
68
174
170
172
24
10

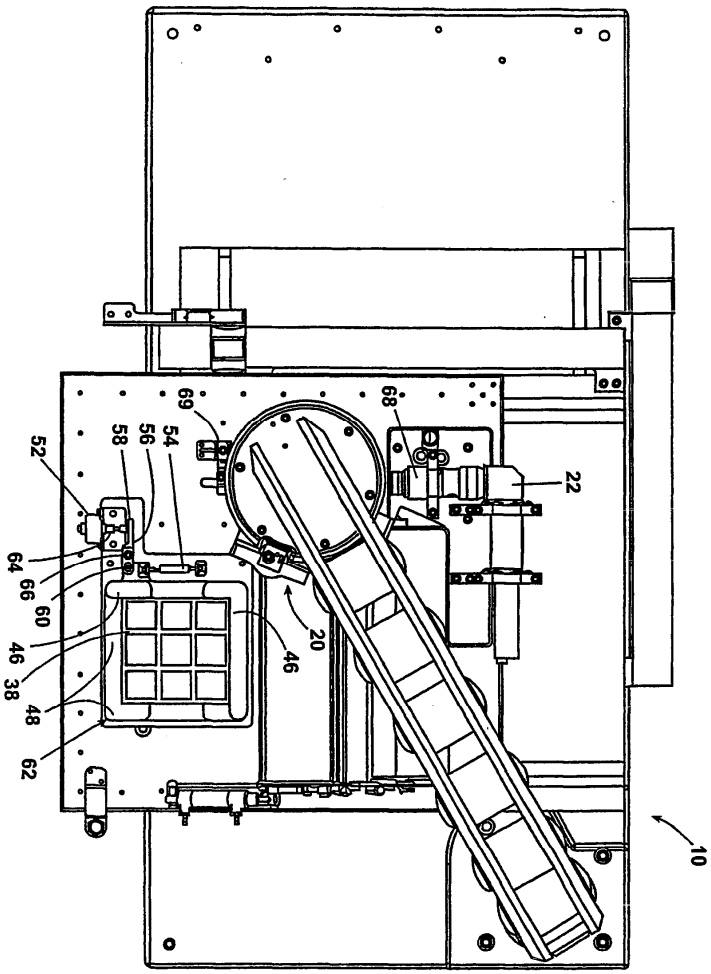
도면2



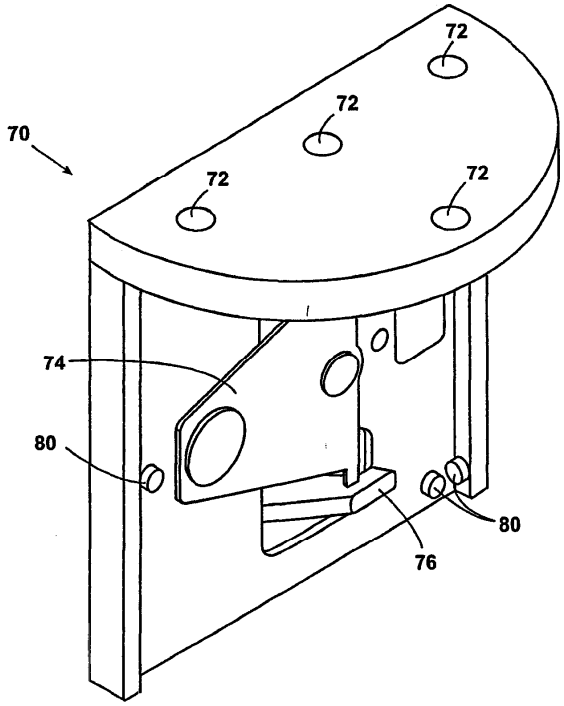
도면3



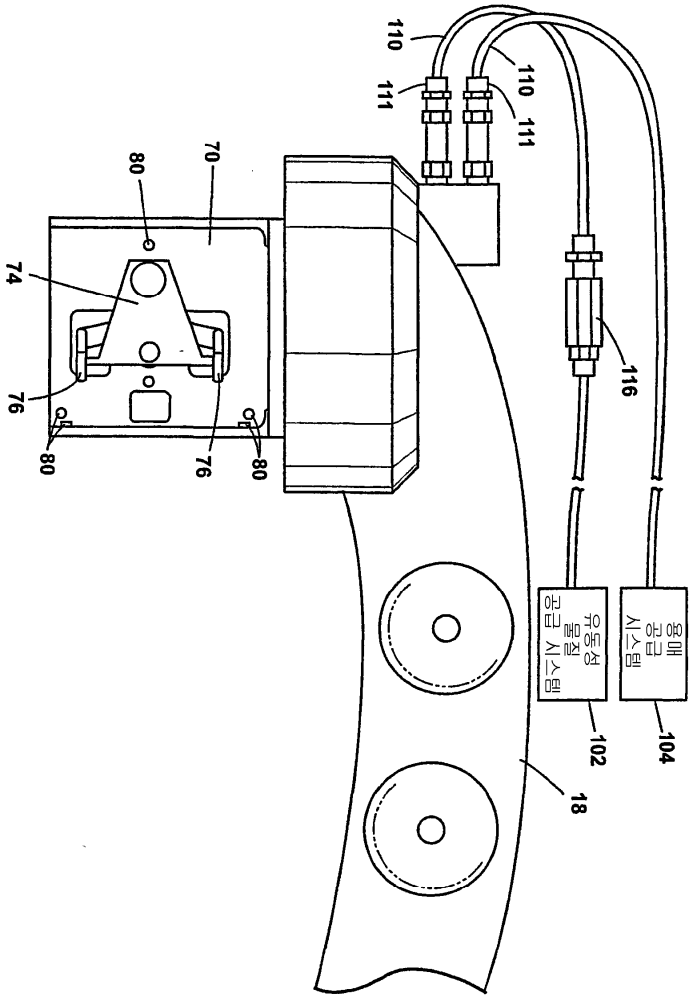
도면4


52
58
56
54
69
68
22
64
66
60
20
46
46
38
48
62
10

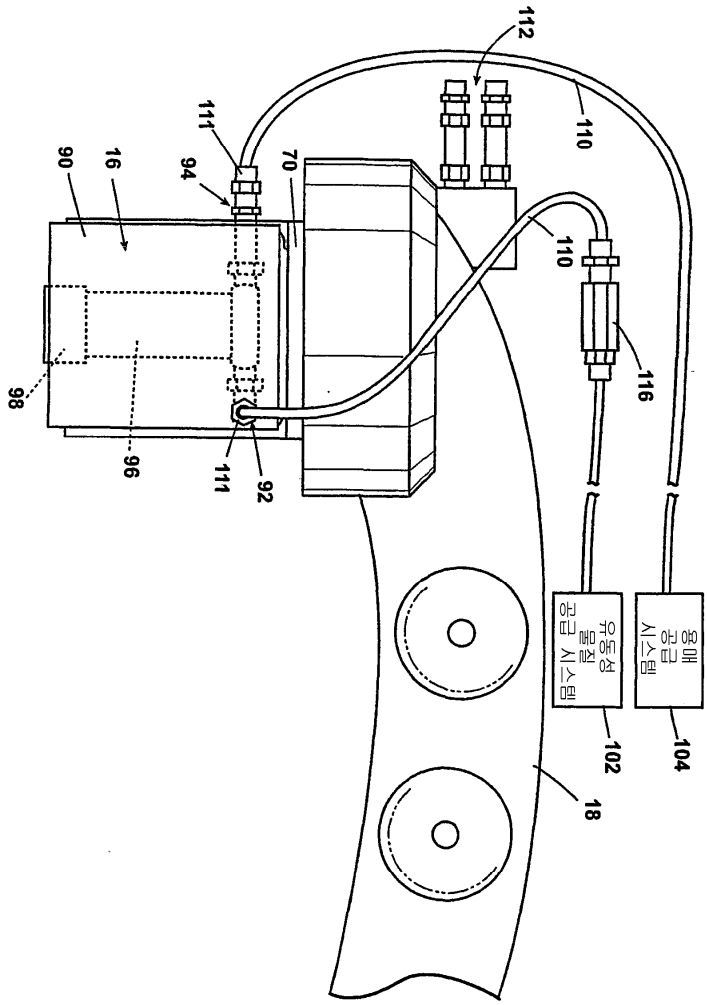
도면5


70
72
72
72
72
74
80
80
76

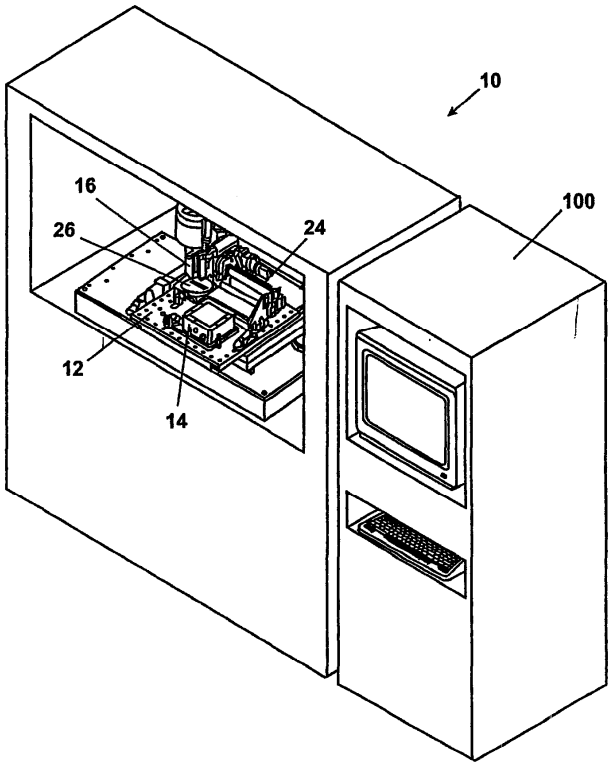
도면6


110
111
110
111
80
70
74
76
80
76
80
116
유동성 물질 공급 시스템
102
에어 공급 시스템
104
18

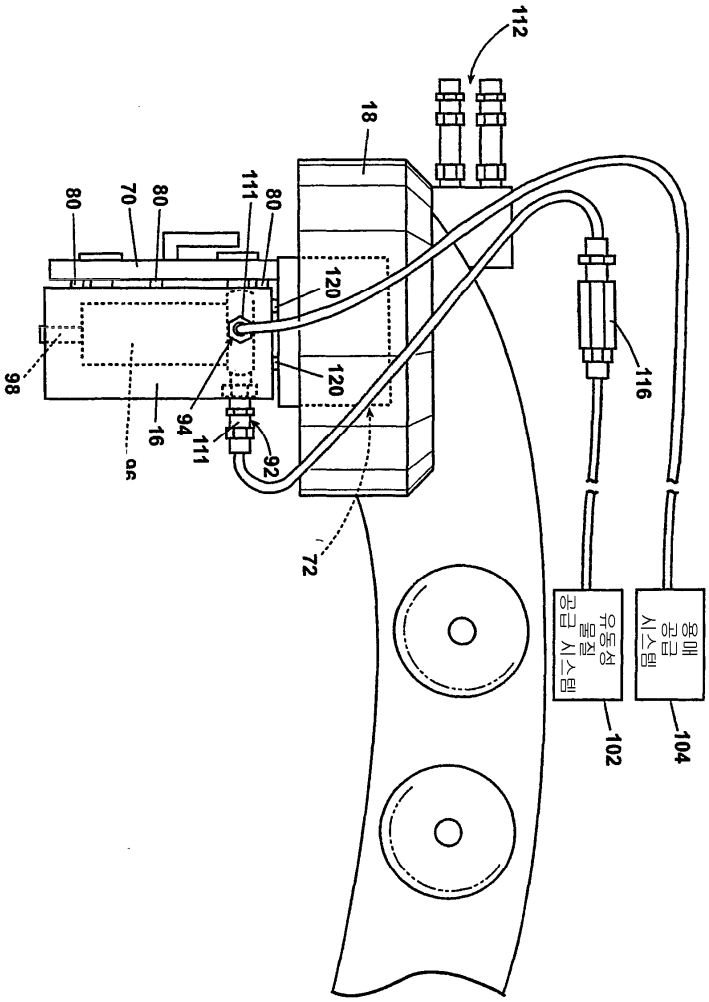
도면7


112
110
111
90
16
94
70
110
116
98
96
111
92
유동상 온도 제어 시스템
용매 운송 시스템
102
104
18

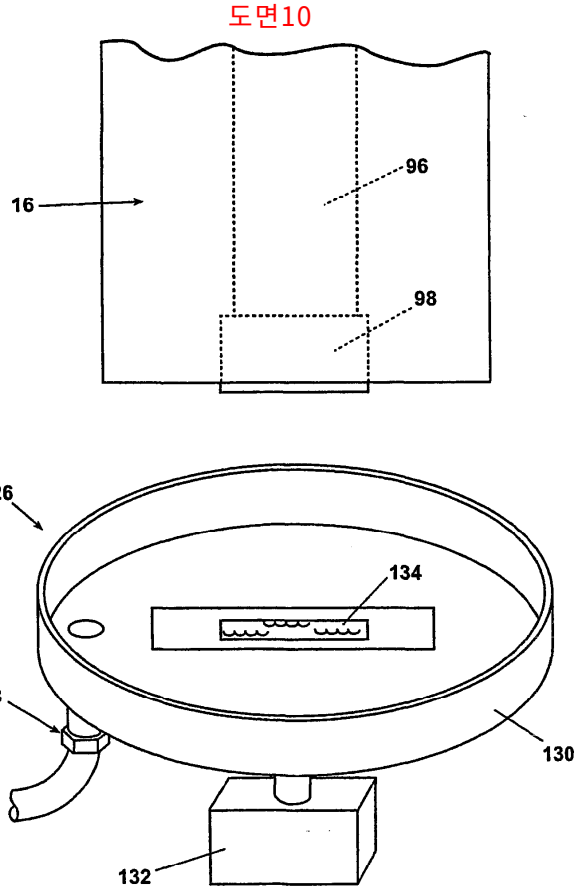
도면8


10
16
26
24
100
12
14

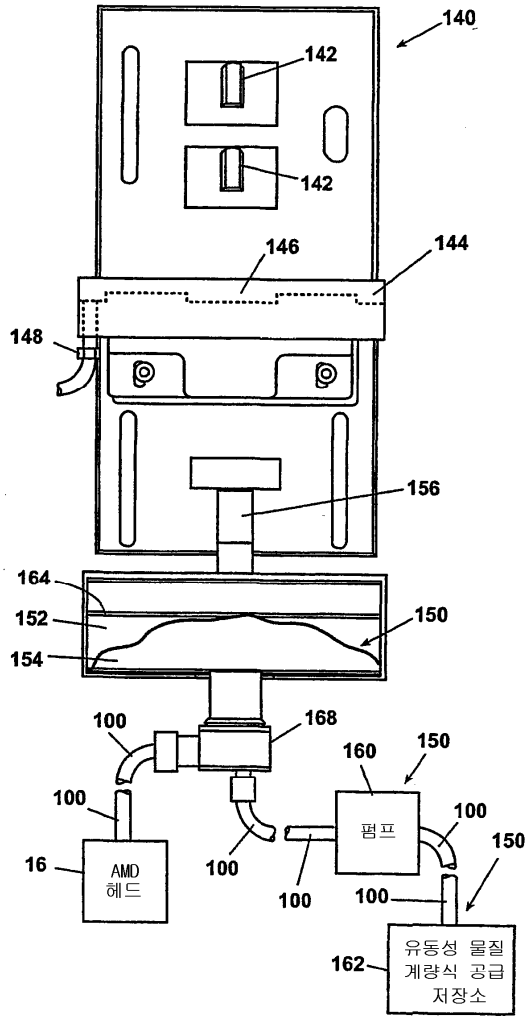
도면9


112
18
80
70
80
111
80
120
120
116
98
16
94
111
92
72
96
유동성 물질 공급 시스템
102
에어 공급 시스템
104

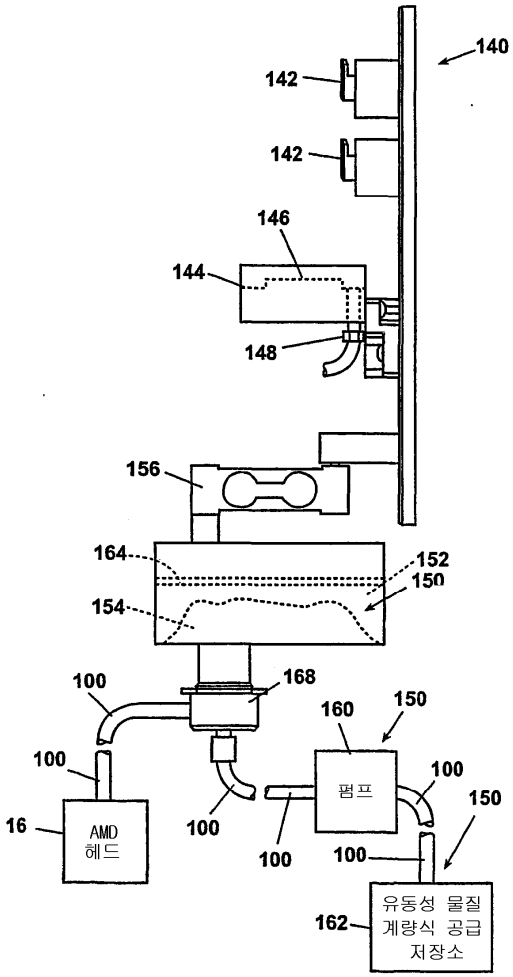
도면10


16
96
98
26
134
138
130
132

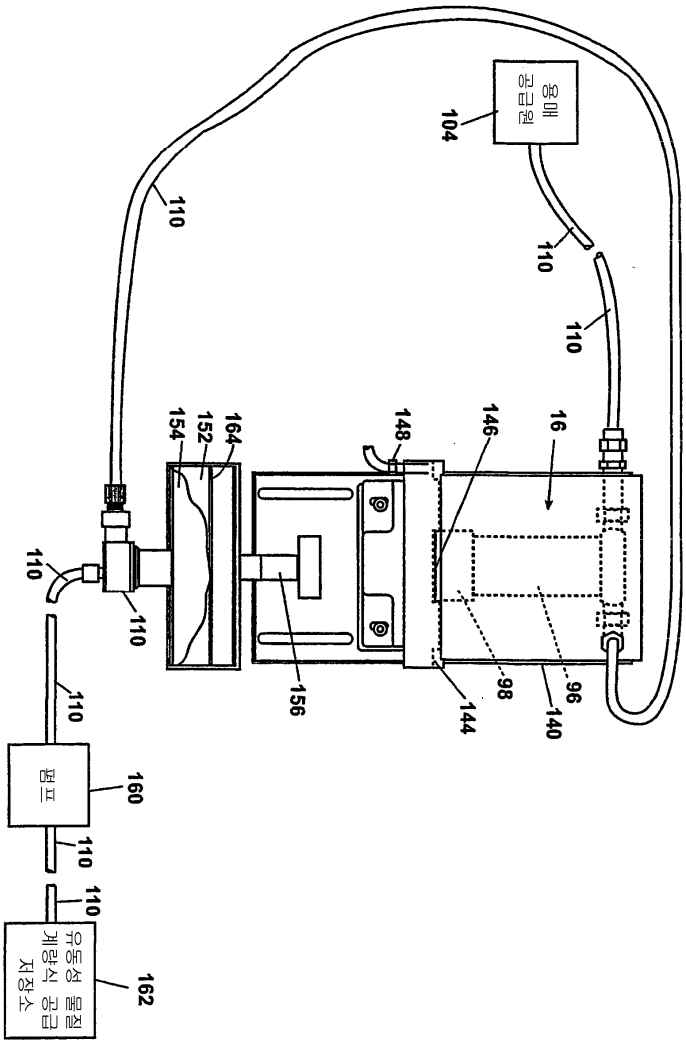
도면11


140
142
142
146
144
148
156
164
152
154
150
100
168
160
150
100
펌프
100
150
16
AMD
헤드
100
100
100
162
유동성 물질
계량식 공급
저장소

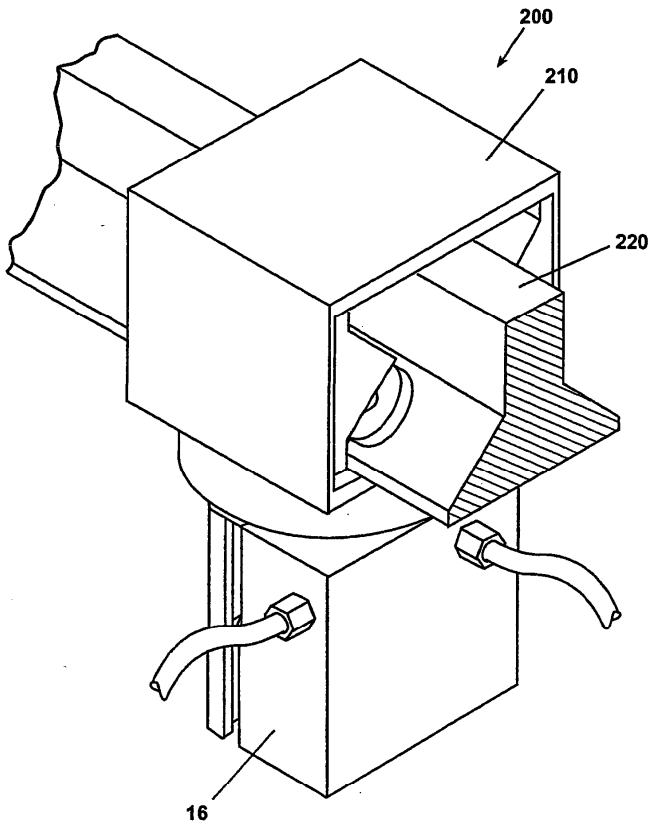
도면12


140
142
142
146
144
148
156
164
152
150
154
100
168
160
150
100
펌프
100
150
16
AMD
헤드
100
100
100
162
유동성 물질
계량식 공급
저장소

도면13


멸균운반용
104
110
110
110
154
152
164
148
146
16
110
110
156
144
98
140
96
110
펌프
160
110
110
유동성 물질 계량식 충전 저장소
162

도면14


200
210
220
16

도면15

