



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월04일

(11) 등록번호 10-1723262

(24) 등록일자 2017년03월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B41J 2/045 (2006.01) B41J 2/14 (2006.01)

B41J 2/16 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-7010958

(22) 출원일자(국제) 2010년10월01일

심사청구일자 2015년09월17일

(85) 번역문제출일자 2013년04월29일

(65) 공개번호 10-2013-0141499

(43) 공개일자 2013년12월26일

(86) 국제출원번호 PCT/AU2010/001292

(87) 국제공개번호 WO 2012/040765

국제공개일자 2012년04월05일

(56) 선행기술조사문헌

JP2008044310 A

JP2008044310 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

팹젯 테크놀로지 엘티디

아일랜드, 61/62 피츠윌리엄 레인 더블린 2

(72) 발명자

맥어보이, 그레고리 존

오스트레일리아, 뉴 사우스 웨일스 2041, 밸마인,  
달링 스트리트 393

오렐리, 로난 파드리그 션

오스트레일리아, 뉴 사우스 웨일스 2041, 밸마인,  
달링 스트리트 393  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

허용록

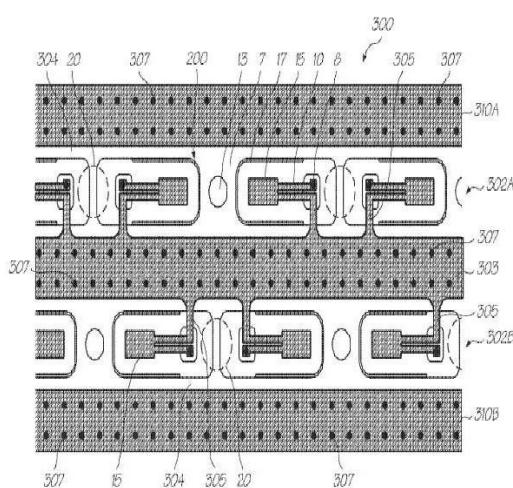
전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 송상용

(54) 발명의 명칭 노즐 판 상에 공통 전도성 트랙을 구비한 잉크젯 프린트헤드

**(57) 요 약**

구동회로 층을 포함하는 기판; 기판의 상부 표면에 배치되고 프린트헤드를 따라서 종방향으로 연장된 하나 이상의 노즐 열들로 배열된 복수의 노즐 조립체들; 프린트헤드를 가로질러 연장된 노즐 판; 및 프린트헤드를 따라서 종방향으로 노즐 열들과 평행하게 연장된 노즐 판에 배치된 전도성 트랙을 포함하는 잉크젯 프린트헤드. 전도성 트랙은 구동회로 층과 전도성 트랙 사이에 연장된 복수의 전도성 기둥들을 통해 구동회로층의 공통 기준 평면에 연결된다.

**대 표 도**

(72) 발명자

바그넷, 미스티

오스트레일리아, 뉴 사우스 웨일스 2041, 발마인,  
달링 스트리트 393

호간, 줄리, 캐서린

오스트레일리아, 뉴 사우스 웨일스 2041, 발마인,  
달링 스트리트 393

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

잉크젯 프린트헤드로서,

구동회로 충을 포함하는 기판;

상기 기판의 상부 표면에 배치되고, 상기 프린트헤드를 따라 종방향으로 연장된 하나 이상의 노즐 열들로 배열되며, 각각이 상기 상부 표면에 의해 한정된 바닥 및 노즐 구멍으로부터 잉크를 분사하는 액추에이터를 구비하는, 복수의 노즐 챔버들;

상기 프린트헤드를 가로질러 연장되고, 각 노즐 챔버의 덮개를 형성하는 노즐 판; 및

상기 프린트헤드를 따라 종방향으로 상기 노즐 열들과 평행하게 연장된 적어도 하나의 전도성 트랙을 포함하고,

상기 전도성 트랙은 노즐 챔버에 대향하는 노즐 판의 표면 상에 배치되고,

상기 전도성 트랙은 구동회로 충과 전도성 트랙 사이에 연장된 복수의 전도성 기둥들을 통해 상기 구동회로 충의 상응하는 공통 기준 평면과 전기적으로 병렬로 연결되어 상기 전도성 트랙은 공통 기준 평면의 직렬 저항이 감소하는 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 공통 기준 평면은 접지 평면 또는 전원 평면을 한정하는 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

적어도 하나의 제1 전도성 트랙을 포함하고, 상기 제1 전도성 트랙은 상기 제1 전도성 트랙에 인접한 적어도 하나의 노즐 열의 복수의 액추에이터들에 직접 연결되는 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

적어도 하나의 제2 전도성 트랙을 더 포함하고, 상기 제2 전도성 트랙은 어떤 액추에이터들에도 직접 연결되지 않는 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제1 전도성 트랙은 상기 노즐 열의 각 액추에이터를 위한 공통 기준 평면을 제공하도록 상기 프린트헤드를 따라서 연속적으로 연장되는 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 6

제3항에 있어서,

상기 제1 전도성 트랙은 상기 노즐 열의 일군의 액추에이터들을 위한 공통 기준 평면을 제공하도록 상기 프린트헤드를 따라서 불연속적으로 연장되는 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 7

제3항에 있어서,

상기 제1 전도성 트랙은 각각의 쌍의 노즐 열들 사이에 위치되고, 각각의 쌍의 두 노즐 열들에 있는 복수의 액추에이터들을 위한 공통 기준 평면을 제공토록 한 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 8

제3항에 있어서,

각각의 액추에이터는 상기 제1 전도성 트랙에 직접 연결되는 제1 단자 및 상기 구동회로 층의 구동 트랜지스터에 연결되는 제2 단자를 구비한 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

각각의 덮개는 적어도 하나의 액추에이터를 포함하고, 각각의 액추에이터의 상기 제1 단자는 상기 제1 전도성 트랙에 대해 상기 노즐 판을 횡방향으로 가로질러 연장되는 횡방향 커넥터를 통해 상기 제1 전도성 트랙에 연결되는 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제2 단자는 상기 구동회로 층과 상기 제2 단자 사이에 연장되는 액추에이터 기둥을 통해 상기 구동 트랜지스터에 연결되는 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 액추에이터 기둥은 제1 전도성 트랙의 평면에 수직인 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 12

제9항에 있어서,

각각의 덮개는 적어도 하나의 가동 패들을 포함하고, 상기 가동 패들은 열 벤드 액추에이터(thermal bend actuator)를 포함하고 노즐 구멍으로부터 잉크를 배출하도록 각 노즐 챔버의 바닥을 향하여 가동되고,

상기 열 벤드 액추에이터는:

제1단자 및 제2단자를 갖는 상부 열탄성 빔; 및

전류가 상기 상부 열탄성 빔을 통해 흐를 때, 상기 상부 열탄성 빔이 하부 수동 빔에 대해 팽창하여 각 패들이 노즐 챔버의 바닥을 향하여 구부러지도록 상기 상부 열탄성 빔에 용착되는 하부 수동 빔을 포함하는 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 상부 열탄성 빔은 상기 전도성 트랙과 동일 평면에 놓이는 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 14

제12항에 있어서,

상기 열탄성 빔과 전도성 트랙은 동일한 재료로 구성되는 잉크젯 프린트헤드.

#### 청구항 15

제1항에 있어서,

상기 노즐 판은 세라믹 재료로 구성되는 잉크젯 프린트헤드.

### 청구항 16

삭제

### 청구항 17

삭제

### 청구항 18

삭제

### 청구항 19

삭제

### 청구항 20

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 프린터 특히 잉크젯 프린트헤드 분야에 관한 것이다. 본 발명은 주로 고 해상도 프린트헤드에서 인쇄 품질과 프린트헤드 성능을 개선하기 위해 개발되었다.

### 배경 기술

[0002] 많은 다른 유형의 인쇄 장치들이 발명되었으며, 그 중 대부분이 현재 사용되고 있다. 공지된 형태의 인쇄 장치들은 관련 표시 매체를 통해 인쇄 매체를 표시하기 위한 다양한 방법들을 갖추고 있다.흔히 사용되는 형태의 인쇄 장치들에는 오프셋 인쇄기, 레이저 인쇄 및 복사 장치, 도트 매트릭스 타입 충격식 프린터, 열 전사식 프린터, 필름 레코더, 열 왁스 프린터, 가변 하강 및 연속 유동 타입의 승화식 프린터 및 잉크젯 프린터 등이 있다. 각 유형의 프린터는 비용, 속도, 품질, 신뢰성, 구조 및 작동의 단순성 등의 면에서 각기 장점 및 문제점을 갖고 있다.

[0003] 최근, 하나 이상의 잉크 노즐에서 각각의 개별적인 잉크 팩셀을 얻는 잉크젯 인쇄 분야가 값싸고 다양한 용도로 인해 많은 주목을 받고 있다.

[0004] 잉크젯 인쇄에 관해서는 여러 다양한 기술들이 발명되었다. 이 분야의 연구에 관한 참고 자료로서, 알 더벡과 에스 셔(R Dubeck and S Sherr)가 편집한 출력 하드 카피 장치들(Output Hard Copy Devices)이란 간행물(1988년)의 207 - 220 페이지에 실린 제이 무어(J Moore)의 "비충격식 인쇄: 입문 및 역사적 관점"이란 제목의 논문이 있다.

[0005] 잉크젯 프린터 자체에는 여러 다양한 유형들이 있다. 잉크젯 인쇄에 연속적인 잉크의 흐름을 이용하는 것은 적어도 1929년으로 거슬러 올라가는데, 1929년의 한셀(Hansell)의 미국특허 제1941001호는 연속적 흐름의 정전식 잉크젯 인쇄의 간단한 형태를 개시한다.

[0006] 스위트(Sweet)의 미국특허 제3596275호도 연속적인 잉크젯 인쇄 방법을 개시하는데, 이 방법은 액적이 분리되도록 고주파 정전장(electro-static field)을 통해 잉크젯 흐름을 조절하는 단계를 포함한다. 이 기술은 엘름젯(Elmjet) 및 싸이텍스(Scitex)(스위트 등의 미국 특허 제3373437호도 참조)를 포함하는 여러 제조사들에 의해 아직도 사용되고 있다.

[0007] 압전 잉크젯 프린터도 흔히 사용되는 잉크젯 인쇄 장치의 한 형태이다. 압전 시스템들은, 다이어프램 형태의 작동을 이용한 카이저(Kyser) 등의 미국특허 제3946398호(1970년), 스퀴즈 형태의 압전 결정의 작동을 개시하는 콜튼(Zolten)의 미국특허 제3683212호(1970년), 만곡 형태의 압전 작동을 개시하는 스템(Stemme)의 미국특허 제

3747120호(1972년), 잉크젯 흐름의 압전 추진 형태의 작동을 개시하는 호킨스(Hawkins)의 미국특허 제4459601호, 압전 변환기 요소의 전단 형태 유형을 개시하는 피쉬벡(Fischbeck)의 미국특허 제4584590호에 개시된다.

[0008] 최근에, 열 전사 잉크젯 인쇄는 매우 대중적인 잉크젯 인쇄가 되었다. 이 잉크젯 인쇄 기술은 엔도(Endo) 등의 영국특허 제2007162호(1979년) 및 보트(Vaught) 등의 미국특허 제4490728호에 개시된 것들을 포함한다. 상기 두 참조문헌들은, 노즐과 같은 좁은 공간에 기포를 생성하여 한정된 공간에 연결된 구멍에서 관련 인쇄 매체로 잉크가 분사되도록 하는, 전열식 액추에이터의 작동에 의존하는 잉크젯 인쇄 기술을 개시한다. 전열식 액추에이터를 이용하는 인쇄 장치들은 캐논 및 휴렛 패커드와 같은 제조사들에 의해 제조된다.

[0009] 전술한 바에서 알 수 있는 바와 같이, 많은 다양한 유형의 인쇄 기술들이 이용될 수 있다. 이상적으로는, 인쇄 기술은 많은 바람직한 속성들을 갖추어야 한다. 이것들은 저비용의 제작 및 작동, 고속 작동, 안전하고 연속적인 장기간의 작동 등을 포함한다. 각각의 기술은 비용, 속도, 품질, 신뢰성, 소비 전력, 제작의 단순성, 내구성 및 소모품 면에서 장점과 문제점을 갖고 있다.

[0010] 본 출원인은 많은 페이지폭(pagewidth) 프린트헤드 구성을 개시하였다. 페이지의 폭을 가로질러 연장되는 고정식 페이지폭 프린트헤드는 더욱 통상적인 횡단식 잉크젯 프린트헤드에 비해서 수많은 독특한 설계 요구들을 제시한다. 예를 들면, 페이지폭 프린트헤드는 전형적으로 복수의 개별적인 프린트헤드 집적회로(IC)들로 구성되고, 이 프린트헤드 집적회로들은 서로 이음매 없이 연결되어 높은 인쇄 품질을 제공해야 한다. 본 출원인은 지금까지, 노즐 열들로 하여금 페이지폭에 걸쳐서 접해 있는 프린트헤드 집적회로들 사이를 이음매 없이 인쇄할 수 있도록 하는, 별도의 노즐 부를 갖는 프린트헤드를 설명하였다(미국 특허 제7,390,071호 및 제7,290,852호를 참조, 이에 관한 내용은 본문에 참고로 언급하였음). 페이지폭 인쇄에 대한 다른 접근들(예를 들면, HP Edgeline™ 기술)은 교차 배열의 프린트헤드 모듈들을 채용하고, 이것은 불가피하게 인쇄 영역의 크기를 증가시키고 인쇄 영역과 적절한 정렬을 유지하도록 매체 공급 장치에 부가적인 조치를 필요로 한다. 페이지폭 프린트헤드의 제작에 대한 새로운 접근을 가능하게 하는 대안적인 노즐 구성을 제공하는 것이 바람직할 것이다.

[0011] 전형적으로, 페이지폭 프린트헤드는 '여분'의 노즐 열들을 포함하고 있는데, 이들은 불능 노즐 보상 또는 프린트헤드의 최대 전력 요구량을 조절하기 위해 사용될 수 있다(미국특허 제7,465,017호 및 제7,252,353호를 참조, 이들 내용은 여기에 참조로서 포함된다). 불능 노즐 보상은, 횡단식 프린트헤드와 대조적으로, 인쇄 시에 매체 기판이 프린트헤드의 각 노즐의 단일 경로만을 만들기 때문에, 고정식 페이지폭 프린트헤드에서 특히 문제이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0012] 여분 설계(redundancy)는 필연적으로 페이지폭 프린트헤드의 비용 및 복잡성을 증가시키므로, 본 발명의 목적은 여분의 노즐 열(들)을 최소화시키면서도 불능 노즐 보상을 위한 적절한 기구를 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 다른 목적은 예를 들면 액적 배치 및/또는 도트 해상도를 제어할 수 있는 더욱 다양한 용도의 페이지폭 프린트헤드를 제공하는 것이다.

[0014] 본 발명의 또 다른 목적은 MEMS 및 CMOS 층들을 다른 식으로 집적한 프린트헤드를 제공하는 것이다. 바람직하지 못한 '접지 반동(ground bounce)' 현상을 최소화시켜 프린트헤드의 전체적인 전기 효율을 개선하는 것이 특히 바람직하다.

### 과제의 해결 수단

[0015] 제1 양태에서, 잉크젯 노즐 조립체가 제공되고,

[0016] 잉크젯 노즐 조립체는 잉크를 수용하기 위한 노즐 챔버; 및 덮개의 적어도 일부를 한정하는 복수의 가동 패들들을 포함하고,

[0017] 상기 노즐 챔버는 바닥 및 바닥에 한정된 노즐 구멍을 구비한 덮개를 포함하고, 복수의 패들들은 노즐 구멍으로부터 잉크 액적이 분사되도록 작동될 수 있고, 각각의 패들은 열 벤드 액추에이터를 구비하고,

[0018] 열 벤드 액추에이터는, 구동회로에 연결된 상부 열탄성 빔; 및

[0019] 전류가 열탄성 빔을 통해 흐를 때, 열탄성 빔이 수동 빔에 대해 팽창하여 각 패들이 노즐 챔버의 바닥을 향하여

구부러지도록, 열탄성 빔에 용착되는 하부 수동 빔을 포함하고,

[0020] 각각의 액추에이터는 상기 노즐 구멍에서 분사되는 액적의 방향이 각 패들의 독립적인 움직임에 의해 제어될 수 있도록 각 구동회로를 통해 독립적으로 제어될 수 있다.

[0021] 여기서 사용된 것처럼, "노즐 조립체" 및 "노즐"이라는 용어는 교환 가능하게 사용된다. 따라서, "노즐 조립체" 또는 "노즐"은 작동에 따라 액적을 분사하는 장치를 말하는 것이다. "노즐 조립체" 또는 "노즐"은 통상 노즐 구멍과 적어도 하나의 액추에이터를 구비한 노즐 챔버를 포함한다.

[0022] 선택적으로, 노즐 조립체는 기판 상에 배치되며, 여기서 기판의 패시베이션 층은 노즐 챔버의 바닥을 한정한다.

[0023] 선택적으로, 덮개는 바닥에서 이격되고 덮개와 바닥 사이에 측벽들이 연장되어 노즐 챔버를 한정한다.

[0024] 선택적으로, 노즐 조립체는 노즐 구멍의 양쪽에 위치된 서로 마주하는 한 쌍의 패들들을 포함한다.

[0025] 선택적으로, 노즐 조립체는 노즐 구멍에 대하여 서로 마주하도록 위치된 두 쌍의 패들들을 포함한다.

[0026] 선택적으로, 패들들은 노즐 구멍에 대하여 이동 가능하다.

[0027] 선택적으로, 각 패들은 노즐 구멍과 패들들이 바닥에 대하여 이동 가능하도록 노즐 구멍의 일부를 한정한다.

[0028] 선택적으로, 열탄성 빔은 바나듐-알루미늄 합금으로 구성된다.

[0029] 선택적으로, 수동 빔은 산화 규소, 질화 규소 및 실리콘 옥시나이트라이드로 구성된 군 중에서 선택한 적어도 하나의 재료로 구성된다.

[0030] 선택적으로, 수동 빔은 산화 규소로 구성된 제1 상부 수동 빔 및 질화 규소로 구성된 제2 하부 수동 빔을 포함한다.

[0031] 선택적으로, 덮개는 중합체 재료로 코팅된다. 중합체 재료는 각 패들과 덮개의 고정부 사이에 기계적 밀봉을 제공하도록 구성될 수 있고, 따라서 패들의 작동 중에 잉크 누설을 최소화한다. 대안적으로, 중합체 재료는 각 패들과 덮개의 고정부 사이에 유체 밀봉이 제공되도록 그 자체에 한정된 구멍들을 구비할 수 있다.

[0032] 선택적으로, 중합체 재료는 실록산 중합체로 구성된다.

[0033] 선택적으로, 실록산 중합체는 폴리실세스퀴옥산 및 폴리디메틸실록산으로 구성된 군에서 선택된다.

[0034] 선택적으로, 액추에이터들은, 복수의 패들들의 조정된 이동이 제공되도록 각 액추에이터들에 대한 구동 신호의 시점을 제어하거나, 각 액추에이터들에 대한 구동 신호의 세기를 제어하거나, 상기 두 가지 모두를 제어하여, 독립적으로 제어될 수 있다.

[0035] 선택적으로, 구동 신호의 세기는 구동 신호의 전압, 또는 구동 신호의 펄스 폭, 또는 상기 두 가지 모두에 의해 제어된다.

[0036] 제1 양태와 관련된 다른 양태에서, 잉크젯 프린트헤드 집적회로가 제공되고,

[0037] 잉크젯 프린트헤드 집적회로는 구동회로를 포함하는 기판; 및 기판에 배치된 복수의 잉크젯 노즐 조립체들을 포함하고,

[0038] 각각의 잉크젯 노즐 조립체는, 잉크를 수용하기 위한 노즐 챔버; 및 덮개의 적어도 일부를 한정하는 복수의 가동 패들들을 포함하고,

[0039] 노즐 챔버는 기판의 상부 표면에 의해 한정된 바닥과 자체에 한정된 노즐 구멍을 구비한 덮개를 포함하고, 복수의 패들들은 노즐 구멍으로부터 잉크 액적이 분사되도록 작동될 수 있고, 각각의 패들은 열 벤드 액추에이터를 구비하고,

[0040] 열 벤드 액추에이터는, 구동회로에 연결된 상부 열탄성 빔; 및

[0041] 전류가 열탄성 빔을 통해 흐를 때, 열탄성 빔이 수동 빔에 대해 팽창하여 각 패들이 노즐 챔버의 바닥을 향하여 구부러지도록, 열탄성 빔에 용착되는 하부 수동 빔을 포함하고,

[0042] 각각의 액추에이터는 상기 노즐 구멍에서 분사되는 액적의 방향이 각 패들의 독립적인 움직임에 의해 제어될 수 있도록 각 구동회로를 통해 독립적으로 제어될 수 있다.

- [0043] 선택적으로, 기판의 상부 표면은 패시베이션 층에 의해서 한정되고, 패시베이션 층은 구동회로 층에 배치된다.
- [0044] 제2 양태에서, 페이지폭에 걸쳐서 서로 말단끼리 연결된 복수의 프린트헤드 집적회로들로 구성된 고정식 페이지 폭 잉크젯 프린트헤드가 제공되고, 프린트헤드는 프린트헤드의 종방향 축을 따라서 연장된 하나 이상의 노즐 열들을 포함하고, 각 노즐 열은 보수의 노즐들을 포함하고, 노즐들 중 하나 이상은 각각 종방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성된다.
- [0045] 선택적으로, 하나 이상의 노즐들은 각각 종방향 축을 따라서 2, 3, 4, 5, 6 또는 7개의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성될 수 있다.
- [0046] 선택적으로, 각 노즐은 미리 결정된 치수를 갖는 이차원 구역 내에 있는 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성될 수 있다.
- [0047] 선택적으로, 상기 구역은 실질적으로 원형 또는 실질적으로 타원형이며, 상기 구역의 중심은 노즐의 중심과 대응한다.
- [0048] 선택적으로, 하나 이상의 노즐들은 기본 도트 위치 및 기본 도트 위치의 양측에 있는 적어도 하나의 제2 도트 위치를 향하여 잉크 액적을 분사하도록 구성될 수 있다.
- [0049] 선택적으로, 제1군에 있는 각 노즐은 종방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성되고, 제1군에 있는 각 노즐은 프린트헤드에 있는 불능 노즐의 2개의 노즐 피치들 내에 위치되고, 1개의 노즐 피치는 동일한 노즐 열에 있는 한 쌍의 노즐들 간의 최소 종방향 거리로 정의된다.
- [0050] 선택적으로, 한 노즐 열에 있는 각 노즐은 종방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성되어, 인쇄된 도트 밀도가 프린트헤드의 노즐 밀도보다 커진다.
- [0051] 선택적으로, 프린트헤드 집적회로들의 서로 인접한 각각의 쌍은 연결 영역을 한정하고, 연결 영역에 걸쳐 있는 노즐 피치는 하나의 노즐 피치보다 크며, 하나의 노즐 피치는 동일한 노즐 열에 있는 한 쌍의 노즐들 간의 최소 종방향 거리로 정의된다.
- [0052] 선택적으로, 제2 군에 있는 각 노즐은 종방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성되며, 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들은 연결 영역 내의 적어도 하나의 도트 위치를 포함한다.
- [0053] 제3 양태에서, 프린트헤드의 종방향 축을 따라서 연장된 하나 이상의 노즐열들을 포함하는 고정식 페이지 폭 잉크젯 프린트헤드가 제공되고, 각 노즐은 종방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성되어, 인쇄된 도트 밀도가 프린트헤드의 노즐 밀도보다 커진다.
- [0054] 선택적으로, 각 노즐은 종방향 축을 따라서 2, 3, 4, 5, 6 또는 7개의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성될 수 있다.
- [0055] 선택적으로, 각 노즐은 프린트헤드의 횡방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성될 수 있다.
- [0056] 선택적으로, 인쇄된 도트 밀도는 프린트헤드의 노즐 밀도의 적어도 두 배이다.
- [0057] 선택적으로, 각 노즐은 1개 라인 통과 시간 내에 한 번 넘게 분사하도록 구성되고, 1개 라인 통과 시간은 인쇄 매체가 프린트헤드를 1개 라인을 통과하는데 걸리는 시간으로 정의된다.
- [0058] 제4 양태에서, 프린트헤드의 종방향 축을 따라서 연장된 하나 이상의 노즐 열들을 포함하는 고정식 페이지 폭 잉크젯 프린트헤드가 제공되고, 각 노즐은 종방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성될 수 있고, 각 노즐은 노즐과 관련된 기본 도트 위치를 갖고, 프린트헤드는 불능 노즐과 동일한 노즐 열에 위치된 선택된 정상 작동 노즐에 의한 인쇄를 통해 불능 노즐을 위한 보상을 하도록 구성되고, 선택된 정상 작동 노즐은 불능 노즐과 관련된 기본 도트 위치에 적어도 일부의 잉크 액적들을 분사하고 자신의 기본 도트 위치에 적어도 일부의 잉크 액적들을 분사하도록 구성된다.
- [0059] 선택적으로, 선택된 정상 작동 노즐은 불능 노즐에서 1개, 2개, 3개 또는 4개 노즐 피치만큼 떨어져 위치되고, 1개의 노즐 피치는 동일한 노즐 열에 있는 한 쌍의 노즐들 간의 최소 종방향 거리로 정의된다.
- [0060] 선택적으로, 프린트헤드는: 불능 노즐을 확인하는 단계; 불능 노즐을 보상하도록 정상 작동 노즐을 선택하는 단

계; 및 선택된 정상 작동 노즐이 불능 노즐과 관련된 기본 도트 위치에 적어도 일부의 잉크 액적들을 분사하도록 구성하는 단계에 의해 불능 노즐을 보상하도록 구성된다.

[0061] 선택적으로, 선택된 정상 작동 노즐은 1개 라인 통과 시간 주기 내에 불능 노즐과 관련된 기본 도트 위치에 제1 잉크 액적을 분사하고 자신의 기본 도트 위치에 제2 잉크 액적을 분사하도록 구성되고, 1개 라인 통과 시간은 인쇄 매체가 프린트헤드를 1개 라인 통과하는데 걸리는 시간으로 정의된다.

[0062] 선택적으로, 각 노즐은 추가적으로 프린트헤드의 횡방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성될 수 있다.

[0063] 선택적으로, 선택된 정상 작동 노즐은 1개 라인 통과 시간 초과 5개 라인 통과 시간 미만의 주기 내에 불능 노즐과 관련된 기본 도트 위치에 제1 잉크 액적을 분사하고 자신의 기본 도트 위치에 제2 잉크 액적을 분사하도록 구성된다.

[0064] 선택적으로, 프린트헤드의 잉크 분사 표면과 수직한 각각의 액적 분사는 각각의 기본 도트 위치에 액적이 도달하도록 한다.

[0065] 선택적으로, 프린트헤드는 대응하는 선택된 복수의 정상 작동 노즐들의 인쇄에 의해서 복수의 불능 노즐들을 보상하도록 구성된다.

[0066] 선택적으로, 프린트헤드는 여분의 노즐 열들을 구비하지 않는다.

[0067] 제4 양태와 관련된 다른 양태에서, 고정식 페이지폭 잉크젯 프린트헤드를 위한 프린트헤드 접적회로가 제공되고, 프린트헤드 접적회로는 프린트헤드 접적회로의 종방향 축을 따라서 연장된 하나 이상의 노즐 열들을 포함하고, 각 노즐은 종방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성되고, 각 노즐은 노즐과 관련된 기본 도트 위치를 갖고, 프린트헤드 접적회로는 불능 노즐과 동일한 노즐 열에 위치된 선택된 정상 작동 노즐의 인쇄에 의해서 불능 노즐을 보상하도록 구성되고, 선택된 정상 작동 노즐은 불능 노즐과 관련된 기본 도트 위치에 적어도 일부의 잉크 액적들을 분사하고 자신의 기본 도트 위치에 적어도 일부의 잉크 액적들을 분사하도록 구성된다.

[0068] 제5 양태에서, 프린트헤드의 종방향 축을 따라서 연장된 하나 이상의 노즐 열을 포함하는 고정식 페이지폭 잉크젯 프린트헤드가 제공되고, 프린트헤드는 페이지폭에 걸쳐서 서로 접하여 마주하는 제1 및 제2 말단을 구비한 복수의 프린트헤드 모듈들로 구성되고, 프린트헤드의 모듈들의 서로 접하는 각각의 쌍은 공통 연결 영역을 한정하고, 연결 영역에 걸쳐 있는 노즐 피치는 1개의 노즐 피치보다 크고, 1개의 노즐 피치는 동일한 노즐 열에 있는 한 쌍의 노즐들 간의 최소 종방향 거리로 정의되며, 서로 접한 모듈 쌍에서 제1 프린트헤드 모듈의 제1 말단에 위치한 적어도 하나의 제1 노즐은 각 연결 영역에 잉크 액적을 분사하도록 구성된다.

[0069] 선택적으로, 상기 접한 모듈 쌍에서 제2 프린트헤드 모듈의 제2 말단에 위치한 적어도 하나의 제2 노즐은 각 연결 영역에 잉크 액적을 분사하도록 구성되어, 서로 접한 프린트헤드 모듈들의 서로 마주한 제1 및 제2 말단의 제1 및 제2 노즐은 공통 연결 영역으로 잉크 액적을 분사하도록 구성된다.

[0070] 선택적으로, 각각의 제1 노즐은 종방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성되고, 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들은 연결 영역 내에 적어도 하나의 도트 위치를 포함한다.

[0071] 선택적으로, 각각의 제1 및 제2 노즐은 종방향 축을 따라서 미리 결정된 각각의 복수의 서로 다른 도트 위치들에 각각의 잉크 액적을 분사하도록 구성되고, 미리 결정된 각각의 복수의 서로 다른 도트 위치들은 연결 영역 내에 적어도 하나의 도트 위치를 포함한다.

[0072] 선택적으로, 연결 영역 내의 하나의 도트 피치는 하나의 노즐 피치와 실질적으로 동일하다.

[0073] 선택적으로, 각각의 제1 및 제2 노즐은 1개 라인 통과 시간 주기 내에 한 번 넘게 분사할 수 있도록 구성되고, 1개 라인 통과 시간은 인쇄 매체가 프린트헤드를 1개 라인을 통과하는데 걸리는 시간으로 정의된다.

[0074] 선택적으로, 제1 말단을 향해 위치한 노즐들은 제1 말단을 향해 경사진 방향으로 잉크 액적을 분사하도록 구성되고, 제2 말단을 향해 위치한 노즐들은 제2 말단을 향해 경사진 방향으로 잉크 액적을 분사하도록 구성된다.

[0075] 선택적으로, 경사각은, 중심에 더 가까이 위치한 노즐들이 중심에서 멀리 떨어져 위치한 노즐들보다 덜 경사진 방향으로 잉크 액적을 분사하도록, 각 프린트헤드 모듈의 중심에서 각 노즐이 떨어져 있는 거리에 좌우된다.

- [0076] 선택적으로, 평균 도트 피치는 1개의 노즐 피치보다 더 크다.
- [0077] 선택적으로, 평균 도트 피치는 1개의 노즐 피치보다 1% 미만으로 더 크다.
- [0078] 선택적으로, 프린트헤드의 각 노즐은 불능 노즐을 보상하지 않는 한, 1개의 도트 위치에만 잉크 액적을 분사하도록 구성된다.
- [0079] 제6 양태에서, 접적회로의 종방향 축을 따라서 연장되는 하나 이상의 노즐 열을 포함하는 프린트헤드 접적회로 (IC)가 제공되고, 프린트헤드 IC는 페이지폭 프린트헤드를 한정하도록 다른 프린트헤드 IC들과 서로 접합되어 연결되는 제1 및 제2 말단을 구비하고, 각 노즐은 노즐과 관련된 기본 도트 위치를 갖고, 제1 말단에 위치한 적어도 하나의 제1 노즐은 그 제1 말단을 향해 경사진 방향으로 적어도 일부의 잉크 액적들을 분사하고, 아울러 자신의 기본 도트 위치에 적어도 일부의 잉크 액적들을 분사하도록 구성된다.
- [0080] 선택적으로, 제2 말단에 위치한 적어도 하나의 제2 노즐은 제2 말단을 향해 경사진 방향으로 적어도 일부의 잉크 액적들을 분사하고, 아울러 자신의 기본 도트 위치에 적어도 일부의 잉크 액적들을 분사하도록 구성된다.
- [0081] 선택적으로, 제1 노즐은 1개 라인 통과 시간 이하의 주기 내에 제1 말단을 향해 경사진 방향으로 하나의 잉크 액적을 분사시키고 자기 자신의 기본 도트 위치에 하나의 잉크 액적을 분사하도록 구성되고, 1개 라인 통과 시간은 인쇄 매체가 프린트헤드 IC를 1개 라인 통과하는데 걸리는 시간으로 정의된다.
- [0082] 선택적으로, 각각의 제2 노즐은 1개 라인 통과 시간 이하의 주기 내에 제2 말단을 향해 경사진 방향으로 하나의 잉크 액적을 분사하고 자기 자신의 기본 도트 위치에 하나의 잉크 액적을 분사하도록 구성된다.
- [0083] 선택적으로, 프린트헤드 IC의 노즐 피치는 인쇄된 도트들의 도트 피치와 동일하고, 프린트헤드 IC의 노즐 피치는 동일한 노즐 열에 있는 한 쌍의 노즐들 간의 종방향 거리로서 정의되며, 도트 피치는 동일한 인쇄 라인에 있는 한 쌍의 도트들 간의 종방향 거리로 정의된다.
- [0084] 선택적으로, 제1 노즐은 적어도 일부의 잉크 액적들을 제1 말단을 향해 1 내지 3의 노즐 피치의 거리만큼 경사진 방향으로 분사하도록 구성된다.
- [0085] 선택적으로, 각 노즐 열은 제1 말단에 있는 제1 연결 영역 및 제2 말단에 있는 제2 연결 영역 사이에서 연장된다.
- [0086] 선택적으로, 제1 및 제2 연결 영역들은 프린트헤드 IC의 엣지 및 노즐 사이의 최소 거리 한정되는 폭을 갖는다.
- [0087] 선택적으로, 제1 연결 영역은 0.5 내지 3.5 노즐 피치의 폭을 가지며, 제2 연결 영역은 0.5 내지 3.5 노즐 피치의 폭을 가진다.
- [0088] 선택적으로, 적어도 하나의 노즐 열의 인쇄 가능 영역은 프린트헤드 IC가 고정식일 경우에 노즐 열의 종방향 범위보다 더 길다.
- [0089] 제7 양태에서, 고정식 페이지폭 프린트헤드를 위한 프린트헤드 접적회로(IC)가 제공되고, 프린트헤드 IC는 접적회로의 종방향 축을 따라서 연장되는 적어도 하나의 노즐 열을 포함하고, 노즐 열에 대응하는 인쇄 가능 영역의 길이는 노즐 열의 길이보다 더 길다.
- [0090] 선택적으로, 인쇄 가능 영역의 길이는 노즐 열의 길이보다 적어도 1개 노즐 피치만큼 더 길며, 1개 노즐 피치는 노즐 열에 있는 한 쌍의 노즐들 간의 최소 종방향 거리로 정의된다.
- [0091] 선택적으로, 인쇄 가능 영역은 노즐 열보다 8개 노즐 피치만큼 더 길다.
- [0092] 선택적으로, 인쇄 가능 영역은 노즐 열에 의해서 인쇄된 도트들 한 라인에 해당한다.
- [0093] 선택적으로, 프린트헤드는 복수의 노즐 열들을 포함하고, 각 노즐 열들에 대응하는 인쇄 가능 영역의 길이는 각 노즐 열의 길이보다 더 길다.
- [0094] 선택적으로, 그 인쇄 가능 영역은 그 노즐 열의 각 말단을 넘어서 연장된다.
- [0095] 선택적으로, 프린트헤드 IC의 제1 말단에 위치된 적어도 하나의 제1 노즐은 제1 말단을 향해 경사진 방향으로 잉크 액적을 분사하도록 구성된다.
- [0096] 선택적으로, 경사각은, 제1 말단에 더 가까이 위치한 노즐들이 제1 말단에서 멀리 떨어져 위치한 노즐들보다 제1 말단을 향해 더욱 경사진 방향으로 잉크 액적을 분사하도록, 제1 말단에서 각 노즐이 떨어져 있는 거리에 좌

우된다.

- [0097] 선택적으로, 프린트헤드 IC의 반대쪽 제2 밀단에 위치한 적어도 하나의 제2 노즐은 제2 밀단을 향해 경사진 방향으로 잉크 액적을 분사하도록 구성된다.
- [0098] 선택적으로, 경사각은, 중심에 더 가까이 위치한 노즐들이 중심에서 멀리 떨어진 노즐들보다 덜 경사진 방향으로 잉크 액적을 분사하도록, 프린트헤드 IC의 중심에서 각 노즐이 떨어져 있는 거리에 좌우된다.
- [0099] 선택적으로, 프린트헤드 IC의 중심 영역에 위치된 노즐들은 프린트헤드 IC의 잉크 분사 표면에 대하여 실질적으로 수직 방향으로 잉크 액적을 분사하도록 구성된다.
- [0100] 선택적으로, 인쇄 가능 영역의 평균 도트 피치는 1개 노즐 피치보다 더 크다.
- [0101] 선택적으로, 평균 도트 피치는 1개 노즐 피치보다 1% 미만으로 더 크다.
- [0102] 선택적으로, 프린트헤드의 각 노즐은 불능 노즐을 보상하지 않는 한, 1개의 도트 위치에만 잉크 액적을 분사하도록 구성된다.
- [0103] 제8 양태에서, 잉크젯 노즐로부터 잉크 액적을 분사하는 방향을 제어하는 방법이 제공되고, 잉크젯 노즐은 자체에 한정된 노즐 구멍을 갖는 덮개를 구비한 노즐 챔버 및 덮개의 적어도 일부를 한정하는 복수의 가동 패들들을 포함하고, 각 패들은 열 벤드(bend) 액추에이터를 포함하고, 상기 방법은:

  - [0104] 각각의 제1 패들이 노즐 챔버의 바닥을 향하여 휘어지도록, 각각의 제1 구동회로를 통해 제1 열 벤드 액추에이터를 작동시키는 단계;
  - [0105] 각각의 제2 패들이 노즐 챔버의 바닥을 향하여 휘어지도록, 각각의 제2 구동회로를 통해 제2 열 벤드 액추에이터를 작동시키는 단계; 및
  - [0106] 이에 의해 노즐 구멍으로부터 잉크 액적을 분사하는 단계를 포함하고,
  - [0107] 제1 및 제2 열 벤드 액추에이터들의 작동은 노즐 구멍에서 분사되는 액적의 방향을 제어하도록 제1 및 제2 구동 회로에 의해서 독립적으로 제어된다.
  - [0108] 선택적으로, 제1 및 제2 액추에이터들은, 복수의 패들들의 조정된 이동이 제공되도록 제1 및 제2 액추에이터들 각각에 대한 구동 신호의 시점을 제어하거나, 또는 복수의 패들들의 비대칭적인 움직임이 발생하도록 각 액추에이터들에 대한 구동 신호의 세기를 제어하거나, 또는 상기 두 가지 모두를 제어하여, 독립적으로 제어된다.
  - [0109] 선택적으로, 제1 액추에이터는 제1 방향으로 액적을 분사하도록 제2 액추에이터에 앞서 작동되거나 또는 제2 액추에이터는 제2 방향으로 액적을 분사하도록 제1 액추에이터에 앞서 작동된다.
  - [0110] 선택적으로, 제1 액추에이터는 제2 액추에이터보다 더 큰 전력을 공급받거나 또는 제2 액추에이터는 제1 액추에이터보다 더 큰 전력을 공급받는다.
  - [0111] 선택적으로, 구동 신호들의 세기는 구동 신호들의 전압; 및 구동 신호들의 펄스 폭 중 적어도 하나에 의해 제어된다.
  - [0112] 선택적으로, 두 쌍의 패들들은 노즐 구멍에 대하여 서로 마주하도록 위치된다.
  - [0113] 선택적으로, 본 발명의 방법은:
  - [0114] 각각의 제3 패들이 노즐 챔버의 바닥을 향하여 휘어지도록, 각각의 제1 구동회로를 통해 제3 열 벤드 액추에이터를 작동시키는 단계;
  - [0115] 각각의 제2 패들이 노즐 챔버의 바닥을 향하여 휘어지도록, 각각의 제2 구동회로를 통해 제4 열 벤드 액추에이터를 작동시키는 단계를 더 포함하고,
  - [0116] 제1, 제2, 제3 및 제4 열 벤드 액추에이터들의 작동은 노즐 구멍에서 분사되는 액적의 방향이 제어되도록 각각의 제1, 제2, 제3 및 제4 구동회로에 의해 개별적으로 제어된다.
  - [0117] 선택적으로, 패들들은 노즐 구멍에 대해 이동 가능하다.
  - [0118] 선택적으로, 각 패들은 노즐 구멍과 패들들이 노즐 챔버의 바닥에 대해 이동할 수 있도록 노즐 구멍의 일부를 한정한다.

- [0119] 제9 양태에서, 고정식 페이지폭 프린트헤드의 불능 노즐을 보상하는 방법이 제공되고, 프린트헤드는 프린트헤드의 종방향 축을 따라서 연장되는 하나 이상의 노즐 열을 구비하고, 각 노즐은 종방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 잉크 액적을 분사하도록 구성될 수 있는 복수의 열 벤드 작동 패들들을 포함하고, 각 노즐은 노즐과 관련된 기본 도트 위치를 갖고, 상기 방법은:
- [0120] 불능 노즐을 확인하는 단계;
- [0121] 불능 노즐과 동일한 노즐 열에서 정상 작동 노즐을 선택하는 단계; 및
- [0122] 선택된 정상 작동 노즐로부터 불능 노즐과 관련된 기본 도트 위치에 적어도 일부의 잉크 액적들을 분사 하는 단계를 포함한다.
- [0123] 선택적으로, 본 발명의 방법은 선택된 정상 작동 노즐로부터 자신의 기본 도트 위치에 적어도 일부의 잉크 액적들을 분사하는 단계를 더 포함한다.
- [0124] 선택적으로, 선택된 정상 작동 노즐은 불능 노즐에서 1개, 2개, 3개 또는 4개 노즐 피치만큼 떨어져 위치되고, 1개 노즐 피치는 동일한 노즐 열에 있는 한 쌍의 노즐들 간의 최소 종방향 거리로 정의된다.
- [0125] 선택적으로, 본 발명의 방법은:
- [0126] 1개 라인 통과 시간의 주기 내에 고정식 프린트헤드를 횡방향으로 통과하도록 인쇄 매체를 한 라인만큼 전진시키는 단계;
- [0127] 선택된 정상 작동 노즐로부터 불능 노즐과 관련된 기본 도트 위치에 제1 잉크 액적을 분사하는 단계; 및
- [0128] 선택된 정상 작동 노즐로부터 자신의 기본 도트 위치에 제2 잉크 액적을 분사하는 단계를 더 포함하고,
- [0129] 선택된 정상 작동 노즐은 1개 라인 통과 시간의 주기 내에 제1 및 제2 잉크 액적을 분사한다.
- [0130] 선택적으로, 선택된 정상 작동 노즐은 제1 및 제2 잉크 액적을 임의의 순서로 분사한다.
- [0131] 선택적으로, 각 노즐은 프린트헤드의 횡방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에서 잉크 액적을 분사하도록 구성될 수 있다.
- [0132] 선택적으로, 본 발명의 방법은:
- [0133] 고정식 프린트헤드를 횡방향으로 통과하도록 인쇄 매체를 1개 라인 통과 시간마다 한 라인 만큼 전진시키는 단계;
- [0134] 선택된 정상 작동 노즐로부터 불능 노즐과 관련된 기본 도트 위치에 제1 잉크 액적을 분사하는 단계; 및
- [0135] 선택된 정상 작동 노즐로부터 자신의 기본 도트 위치에 제2 잉크 액적을 분사하는 단계를 더 포함하고,
- [0136] 선택된 정상 작동 노즐은 1개 라인 초과 다섯 라인 미만의 통과 시간의 주기 내에 제1 및 제2 잉크 액적을 분사한다.
- [0137] 선택적으로, 불능 노즐은 불능 노즐과 대응하는 하나 이상의 액추에이터의 전기 저항을 검출하여 확인된다.
- [0138] 제10 양태에서, 페이지폭에 걸쳐서 복수의 프린트헤드 집적회로들을 서로 말단끼리 연결하여 구성된 고정식 페이지폭 프린트헤드의 노즐 밀도를 초과하는 도트 밀도로 인쇄하는 방법이 제공되고, 프린트헤드는 프린트헤드의 종방향으로 연장된 적어도 하나 이상의 노즐 열을 구비하고, 상기 방법은:
- [0139] 고정식 프린트헤드를 횡방향으로 통과하도록 1개 라인 통과 시간마다 1개라인만큼 인쇄 매체를 전진시키는 단계;
- [0140] 연속적인 인쇄 라인들이 생성되도록 노즐 열에서 미리 결정된 노즐들로부터 잉크 액적들을 분사하는 단계를 포함하고,
- [0141] 미리 결정된 노즐들의 적어도 몇 개는, 각 인쇄 라인의 인쇄된 도트 밀도가 노즐 밀도보다 커지도록, 각각 종방향 축을 따라서 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 1개 라인 통과 시간 동안에 잉크 액적을 분사한다.
- [0142] 제11 양태에서, 잉크젯 프린트헤드가 제공되고, 잉크젯 프린트헤드는:

- [0143] 구동회로 층을 포함하는 기판;
- [0144] 기판의 상부 표면에 배치되고, 프린트헤드를 따라서 종방향으로 연장된 하나 이상의 노즐 열들로 배열되고, 각각이 상부 표면에 한정된 바닥을 구비한 노즐 챔버, 바닥으로부터 이격된 덮개, 및 덮개에 한정된 노즐 구멍으로부터 잉크를 분사하는 액추에이터를 포함하는 복수의 노즐 조립체들;
- [0145] 프린트헤드를 가로질러 연장되고, 적어도 부분적으로 덮개들을 한정하는 노즐 판; 및
- [0146] 노즐 열들과 평행하게 프린트헤드를 따라 종방향으로 연장되고, 노즐 판에 배치된 적어도 하나의 전도성 트랙을 포함하고,
- [0147] 전도성 트랙은 구동회로 층과 전도성 트랙 사이에 연장된 복수의 전도성 기둥들에 통해 구동회로 층 내에 있는 공통 기준 평면에 연결된다.
- [0148] 선택적으로, 공통 기준 평면은 접지 평면 또는 전원 평면을 한정한다.
- [0149] 선택적으로, 프린트헤드는 적어도 하나의 제1 전도성 트랙을 포함하고, 제1 전도성 트랙은 제1 전도성 트랙과 인접한 적어도 하나의 노즐 열에 있는 복수의 액추에이터들에 직접 연결된다.
- [0150] 선택적으로, 프린트헤드는 적어도 하나의 제2 전도성 트랙을 더 포함하고, 제2 전도성 트랙은 어떤 액추에이터들과도 직접 연결되지 않는다.
- [0151] 선택적으로, 제1 전도성 트랙은 노즐 열에 있는 각 액추에이터를 위한 공통 기준 평면을 제공하도록 프린트헤드를 따라서 연속적으로 연장된다.
- [0152] 선택적으로, 제1 전도성 트랙은 노즐 열에 있는 일군의 액추에이터들을 위한 공통 기준 평면을 제공하도록 프린트헤드를 따라서 불연속적으로 연장된다.
- [0153] 선택적으로, 제1 전도성 트랙은 노즐 열들의 각 쌍의 노즐 열들 사이에 위치되고, 제1 전도성 트랙은 그 쌍의 두 노즐 열들에 있는 복수의 액추에이터들을 위한 공통 기준 평면을 제공한다.
- [0154] 선택적으로, 각 액추에이터는 제1 전도성 트랙에 직접 연결되는 제1 단자 및 구동회로 층 내에 있는 구동 트랜지스터에 연결되는 제2 단자를 구비한다.
- [0155] 선택적으로, 각 덮개는 적어도 하나의 액추에이터를 포함하고, 각 액추에이터의 제1 단자는 제1 전도성 트랙에 대해 노즐 판을 횡방향으로 가로질러 연장되는 횡방향 커넥터들을 통해 제1 전도성 트랙에 연결된다.
- [0156] 선택적으로, 제2 단자는 구동회로 층과 제2 단자 사이에 연장된 액추에이터 기둥을 통해서 구동 트랜지스터에 연결된다.
- [0157] 선택적으로, 액추에이터 기둥들은 제1 전도성 트랙의 평면과 수직이다.
- [0158] 선택적으로, 각 덮개는 각 열 벤드 액추에이터를 포함하는 적어도 하나의 가동 패들을 포함하고, 패들은 노즐 구멍에서 잉크가 분사되도록 각 노즐 챔버의 바닥을 향하여 이동 가능하고, 열 벤드 액추에이터는:
- [0159] 제1 및 제2 단자를 구비한 상부 열탄성 빔; 및
- [0160] 전류가 열탄성 빔을 통해 흐를 때, 열탄성 빔이 수동 빔에 대해 팽창하여 각 패들이 노즐 챔버의 바닥을 향하여 구부러지도록, 열탄성 빔에 용착되는 하부 수동 빔을 포함한다.
- [0161] 선택적으로, 열탄성 빔은 전도성 트랙과 동일 평면에 놓인다.
- [0162] 선택적으로, 열탄성 빔과 전도성 트랙은 동일한 재료로 구성된다.
- [0163] 선택적으로, 노즐 판은 세라믹 재료로 구성된다.
- [0164] 선택적으로, 구동회로 층은 각 액추에이터를 위한 구동 전계 효과 트랜지스터(FET)를 포함하고, 각 구동 FET는 논리 분사 신호를 수신하는 게이트, 전원 평면과 전기적으로 연결되는 소스, 및 접지 평면과 전기적으로 연결되는 드레인을 포함하고, 구동 FET는:
- [0165] 액추에이터가 드레인과 접지 평면 사이에 연결되는 pFET; 또는
- [0166] 액추에이터가 전원 평면과 소스 사이에 연결되는 nFET 중 하나이다.
- [0167] 선택적으로, 구동 FET는 pFET이고, 제1 전도성 트랙은 접지 평면을 제공하며, 또한 액추에이터의 제1 단자는 제

1 전도성 트랙에 연결되고 액추에이터의 제2 단자는 pFET의 드레인에 연결된다.

[0168] 선택적으로, 제2 전도성 트랙은 전원 평면을 제공하며 pFET의 소스에 연결된다.

[0169] 선택적으로, 구동 FET는 nFET이고, 제1 전도성 트랙은 전원 평면을 제공하며, 또한 액추에이터의 제1 단자는 제1 전도성 트랙에 연결되고 액추에이터의 제2 단자는 nFET의 소스에 연결된다.

[0170] 선택적으로, 제2 전도성 트랙은 접지 평면을 제공하며 nFET의 드레인에 연결된다.

[0171] 제12 양태에서, 잉크젯 프린트헤드를 위한 프린트헤드 접적회로(IC)가 제공되고, 프린트헤드 접적회로는:

[0172] 구동회로 층을 포함하는 기판;

[0173] 기판의 상부 표면에 배치되고, 프린트헤드 IC를 따라서 종방향으로 연장된 하나 이상의 노즐 열들로 배열되고, 각각이 상부 표면에 한정된 바닥을 구비한 노즐 챔버, 바닥으로부터 이격된 덮개, 및 덮개에 한정된 노즐 구멍으로부터 잉크를 분사하는 액추에이터를 포함하는 복수의 노즐 조립체들;

[0174] 프린트헤드 IC를 가로질러 연장되고, 적어도 부분적으로 덮개들을 한정하는 노즐 판; 및

[0175] 노즐 열들과 평행하게 프린트헤드를 따라 종방향으로 연장되고, 노즐 판에 용착된 적어도 하나의 전도성 트랙을 포함하고,

[0176] 전도성 트랙은 구동회로 층과 전도성 트랙 사이에 연장된 복수의 전도성 기둥들에 통해 구동회로 층 내에 있는 공통 기준 평면에 연결된다.

[0177] 선택적으로, 공통 기준 평면은 접지 평면 또는 전원 평면을 한정한다.

[0178] 선택적으로, 전도성 트랙은 노즐 판의 상부 또는 하부에 배치된다.

### 도면의 간단한 설명

[0179] 본 발명의 선택적인 실시예들이 이제 첨부된 도면들을 예로 들어서만 기술될 것이다.

도 1은 노즐 챔버 측벽들이 형성되는 단계들의 제1 공정 이후에 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 측단면도이고;

도 2는 도 4에 도시한 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 사시도이고;

도 3은 노즐 챔버가 폴리이미드로 채워지는 단계들의 제2 공정 이후에 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 측 단면도이고;

도 4는 도 3에 도시된 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 사시도이고;

도 5는 연결 기둥들이 챔버의 덮개까지 형성되는 단계들의 제3 공정 이후에 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 측 단면도이고;

도 6은 도 5에 도시된 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 사시도이고;

도 7은 전도성 금속 판들이 형성되는 단계들의 제4 공정 이후에 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 측 단면도이고;

도 8은 도 7에 도시된 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 사시도이고;

도 9는 열 벤드 액추에이터의 능동 빔을 형성하는 단계들의 제5 공정 이후에 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 측 단면도이고;

도 10은 도 9에 도시된 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 사시도이고;

도 11은 열 벤드 액추에이터를 포함하는 이동 덮개부를 형성하는 단계들의 제6 공정 이후에 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 측 단면도이고;

도 12는 도 11에 도시된 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 사시도이고;

도 13은 소수성 중합체 층이 증착되고 감광 패턴이 형성되는 단계들의 제7 공정 이후에 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 측 단면도이고;

도 14는 도 13에 도시된 부분적으로 제작된 잉크젯 노즐 조립체의 사시도이고;

도 15는 완전히 형성된 잉크젯 노즐 조립체의 측 단면도이고;

도 16은 도 15에 도시된 잉크젯 노즐 조립체의 절개 사시도이고;

도 17은 서로 마주한 가동 덮개 패들들과 가동 노즐 구멍을 구비한 잉크젯 노즐의 평면도이고;

도 18은 고정식 노즐 구멍에 대하여 이동될 수 있는 서로 마주한 덮개 패들들을 구비한 잉크젯 노즐의 평면도이고;

도 19는 도 17에 도시된 잉크젯 노즐의 2개의 액추에이터들을 개별적으로 제어하기 위한 회로 개략도이고;

도 20은 4개의 가동 덮개 패들들을 구비한 잉크젯 노즐들을 포함하는 프린트헤드의 일부의 평면도이고;

도 21은 도 20에 도시된 잉크젯 노즐들 중 하나의 이차원 인쇄 가능 구역을 도시하고;

도 22는 인쇄된 도트 밀도가 프린트헤드의 노즐 밀도보다 크도록 구성된 잉크젯 프린트헤드의 일부의 측면도이고;

도 23은 불능 노즐 보상을 위해 구성된 잉크젯 프린트헤드의 일부의 측면도이고;

도 24는 5개의 프린트헤드 접적회로들(IC)을 접속시켜 구성한 잉크젯 프린트헤드의 평면도이고;

도 25는 개별적인 프린트헤드 IC의 평면도이고;

도 26은 도 25에 도시된 프린트헤드 IC의 말단 영역의 사시도이고;

도 27은 도 25에 도시된 바와 같은 한 쌍의 프린트헤드 IC들 사이의 연결 영역을 도시한 사시도이고;

도 28은 연결 영역에 인쇄할 수 있도록 구성한 노즐들을 포함하는 한 쌍의 프린트헤드 IC의 연결 영역을 도시한 사시도이고;

도 29는 인쇄 가능 영역이 해당 노즐 열보다 더 긴 프린트헤드 IC의 측면도이고;

도 30은 말단 노즐들이 각각의 연결 영역으로 인쇄할 수 있도록 구성된 프린트헤드 IC의 측면도이고;

도 31은 노즐 판에 배치된 전도성 트랙들을 구비한 프린트헤드 IC의 일부의 평면도이고;

도 32는 구동 pFET에 연결된 액추에이터의 회로 개략도.

도 33은 구동 nFET에 연결된 액추에이터의 회로 개략도.

도 34는 노즐 판에 배치된 전도성 트랙들을 구비한 다른 형태의 프린트헤드 IC의 일부의 평면도이다.

### **발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0180] 가동 덮개 패들을 포함하는 잉크젯 노즐 조립체의 제작 공정

완벽을 기하기 위해 그리고 배경을 통해, 열 벤드 액추에이터(thermal bend actuator)를 구비한 가동 덮개 패들을 포함하는 잉크젯 노즐 조립체(또는 "노즐")를 제작하는 공정이 이제 기술될 것이다. 도 15 및 16에 도시된 완전한 잉크젯 노즐 조립체(100)는 열 벤드 액추에이터를 이용하고, 여기서 노즐 챔버 덮개의 가동 패들(4)은 기판(1)을 향하여 구부러져 잉크를 배출한다. 이 제작 공정은 본 출원인의 이전 미국특허공보 US 2008/0309728 및 US 2008/0225077에 기술되어 있으며, 그 내용들이 여기에 참조로서 포함된다. 그러나, 해당 제작 공정들은 여기에 기술된 잉크젯 노즐 조립체들, 실제로는 프린트헤드들 및 프린트헤드 접적회로(IC)들 중에서 어느 것을 제작하는데도 사용될 수 있음을 알 수 있을 것이다.

[0182] MEMS 제작의 출발점은 표면 비활성화 처리를 한 실리콘 웨이퍼의 상부 층(들)에 배치한 CMOS 구동회로를 구비한 표준 CMOS 웨이퍼이다. MEMS 제작 공정의 마지막 단계에서, 이 웨이퍼는 개별적인 프린트헤드 접적회로(IC)들로 분리되며 이때 각 IC는 하나의 CMOS 구동회로 층 및 복수의 노즐 조립체들을 포함한다.

[0183] 도 1 및 2에 도시된 단계들의 공정에서, 먼저 기판(1)의 상부 표면 상에 8 미크론의 이산화규소 층이 증착된다. 이산화규소의 깊이는 잉크젯 노즐의 노즐 챔버(5)의 깊이를 한정한다. 이산화규소( $\text{SiO}_2$ ) 층을 증착한 후에, 벽들(4)을 한정하기 위해 이산화규소 층이 식각되는데, 이 벽들은 도 2에서 아주 명확하게 도시된 노즐 챔버(5)의

측벽들을 형성하게 될 것이다.

[0184] 이후에, 도 3 및 4에 도시된 것처럼, 노즐 챔버(5)에는 포토레지스트(photoresist) 또는 폴리이미드(6)가 채워지고, 이는 다음 중착 단계들을 위해서 회생 지지 층으로서 역할을 한다. 폴리이미드(6)는 표준 기술들을 사용해서 웨이퍼 상에 고착되고, 자외선 경화 및/또는 가열 경화된 후에, 화학적 기계적 평탄화(CMP) 공정에 의해서 이산화규소 벽(4)의 상부 표면과 같은 높이가 된다.

[0185] 도 5 및 6에서, 노즐 챔버(5)의 덮개(7)가 형성되어 있을 뿐만 아니라 높은 전도성 액추에이터 기둥들(8)이 전극들(2)을 향해 아래로 연장된다. 먼저, 1.7 미크론의 이산화규소 층이 폴리이미드(6)와 벽(4) 상에 중착된다. 이 이산화규소 층은 노즐 챔버(5)의 덮개(7)를 한정한다. 그 다음, 벽(4)에 형성된 표준 이방성 DRIE 공정을 이용해서 전극들(2)을 향하여 아래로 한 쌍의 비아(via)가 형성된다. 이런 식각 공정은 각각의 비아들을 통해서 한 쌍의 전극들을 노출시킨다. 이어서, 다음으로, 무전해 도금 방식을 이용해서 구리와 같은 전도성이 높은 금 속으로 비아들을 채운다. 이렇게 중착된 구리 기둥들(8)은 CMP 공정을 거쳐서 이산화규소 덮개(7)와 같은 높이가 되어 평탄한 구조를 제공한다. 무전해 구리 도금 방식에 의해 형성된 구리 액추에이터 기둥들(8)은 각 전극들(2)과 만나서 덮개(7)까지 이어지는 선형 전도성 경로를 제공함을 알 수 있다.

[0186] 도 7 및 8에서, 금속 패드들(9)은 0.3 미크론의 알루미늄 층을 중착 및 식각시켜 형성된다. 어떠한 높은 전도성 금속(예를 들면, 알루미늄, 티타늄 등)도 사용될 수 있으나, 노즐 조립체의 전체적인 평탄도를 너무 심하게 훼손시키지 않도록 약 0.5 미크론 이하의 두께로 중착되어야 한다. 금속 패드들(9)은 액추에이터 기둥들(8) 위에 그리고 덮개(7) 상에서 열탄성 능동 빔의 미리 결정된 '만곡 영역'에 위치되도록, 식각 공정에 의해서 정의된다. 물론 금속 패드들(9)이 아주 필수적인 것은 아니므로 도 7 및 8에 도시된 단계들의 공정은 제작 공정에서 생략될 수 있음을 알 수 있을 것이다.

[0187] 도 9 및 10에서, 열탄성 능동 빔(10)은 이산화규소 덮개(7) 위에 형성된다. 이산화규소 덮개(7)의 일부는 능동 빔(10)에 용착되어, 능동 빔(10)과 수동 빔(16)에 의해 한정된 기계식 열 벤드 액추에이터의 하부 수동 빔(16)으로서의 기능을 한다. 이 열탄성 능동 빔(10)은 질화 티타늄, 질화 티타늄 알루미늄 및 알루미늄 합금들과 같은 임의의 적당한 열탄성 재료로 구성될 수 있다. 그 내용들이 여기에 참조로서 포함되고, 본 출원인이 2002년 12월 4일에 출원한 이전의 미국특허출원 제11/607,976호에 기술된 것처럼, 바나듐-알루미늄 합금은 높은 열팽창 계수, 저밀도 및 높은 영률(Young's Modulus) 등의 유리한 물성이 조합되어 있기 때문에, 바람직한 재료이다.

[0188] 상기 능동 빔(10)을 형성하기 위해서, 먼저 표준 PECVD 공정을 통해 1.5 미크론의 능동 빔 재료의 층을 중착한다. 그 후에 빔 재료는 열탄성 능동 빔(10)을 정의하도록 표준 금속 식각 공정을 이용하여 식각된다. 금속 식각 공정이 완료된 후에, 도 9 및 10에 도시된 것처럼, 능동 빔(10)은 부분적인 노즐 구멍(11)과 구부러진 빔 요소(12)를 포함하고, 구부러진 빔 요소의 각 단부는 액추에이터 기둥들(8)을 통해 전원 및 접지 전극(2)에 전기적으로 연결된다. 평평한 빔 요소(12)는 제1(전원) 액추에이터 기둥의 상부로부터 연장되고 대략 180도로 구부러져서 제2(접지) 액추에이터 기둥의 상부로 되돌아온다.

[0189] 계속해서 도 9 및 10을 참조하면, 금속 패드들(9)은 잠재적으로 저항이 높은 영역들에서 전류가 잘 흐르도록 위치된다. 하나의 금속 패드(9)는 빔 요소(12)의 만곡 영역에 위치되어, 능동 빔(10) 및 수동 빔(16) 사이에 끼어 있게 된다. 다른 금속 패드들(9)은 액추에이터 기둥들(8)의 상부와 빔 요소(12)의 말단들 사이에 위치된다.

[0190] 도 11 및 12를 참조하면, 이후에 이산화규소 덮개(7)가 식각되어 덮개에 노즐 구멍(13) 및 가동 캔틸레버 패들(14)이 완전히 정의된다. 패들(14)은 열탄성 능동 빔(10) 및 하부의 수동 빔(16)으로 구성된 열 벤드 액추에이터(15)를 포함한다. 작동 중에 노즐 구멍이 액추에이터를 통해 이동되도록, 노즐 구멍(13)은 덮개의 패들(14)에 정의된다. 여기에 참조로서 포함된 본 출원인의 미국특허출원 제11/607,976호에 기술되어 있는 바와 같이, 노즐 구멍(13)이 패들(14)에 대하여 고정되어 있는 구성들도 똑같이 가능하다.

[0191] 가동 패들(14) 주변의 주변 간격 또는 틈새(17)는 덮개의 고정부(18)에서 패들을 분리시킨다. 이 틈새(17)는 액추에이터(15)의 작동에 따라 가동 패들(14)이 노즐 챔버(5) 안으로 기판(1)을 향하여 구부러지도록 한다.

[0192] 도 13 및 14를 참조하면, 이후에 중합체 층(19)이 전체 노즐 조립체 위로 중착되고 식각되어 노즐 구멍(13)을 재정의한다. 중합체 층(19)은, 그 내용들이 여기에 참조로서 포함된 미국특허공보 US 2008/0225077호에 기술되어 있는 바와 같이, 노즐 구멍(13)을 식각시키기 전에 얇고 제거 가능한 금속 층(미도시)으로 보호될 수 있다.

[0193] 중합체 층(19)은 여러 기능을 수행한다. 첫째, 중합체 층은 주변 틈새(17)를 채워서 패들(14)과 덮개(7)의 고정부(18) 사이에 기계적인 밀봉을 제공한다. 중합체가 충분히 낮은 영률을 갖는다면, 액추에이터는 여전히 기판

(1)을 향하여 휘어질 수 있고, 아울러 작동 중에 틈새(17)를 통해 잉크가 새어 나가는 것을 방지할 수 있다. 둘째, 중합체는, 상대적으로 친수성을 갖는 노즐 챔버들에서 잉크가 밖으로 흘러 나와서 프린트헤드의 잉크 분사면(21)에 묻는 경향을 최소화하는, 높은 소수성을 갖는다.셋째, 중합체는 프린트헤드의 유지를 용이하게 하는 보호층의 기능을 한다.

[0194] 중합체 층(19)은, 그 내용들이 여기에 참조로서 포함된 미국특허출원 제12/508,564호에 기술되어 있는 바와 같이, 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane: PDMS) 또는 폴리실세스퀴옥산(polysilsesquioxane)류의 중합체와 같은 실록산 중합체로 구성될 수 있다. 폴리실세스퀴옥산은 전형적으로 실험식  $(RSiO_{1.5})_n$ 을 갖고, 여기서 R은 수소 또는 유기 기이며 n은 중합체 사슬의 길이를 나타내는 정수이다. 유기 기는  $C_{1-12}$  알킬(예를 들면, 메틸),  $C_{1-10}$  아릴(예를 들면, 페닐) 또는  $C_{1-16}$  아릴알킬(예를 들면, 벤질)일 수 있다. 중합체 사슬은 본 기술 분야에서 공지된 어떤 길이도 될 수 있다(예를 들면, n은 2에서 10,000까지, 10에서 5,000까지 또는 50에서 1,000까지이다). 적당한 폴리실세스퀴옥산의 구체적인 예가 폴리(메틸실세스퀴옥산) 및 폴리(페닐실세스퀴옥산)이다.

[0195] 최종 제작 단계들에 이르면, 도 15 및 16에 도시한 바와 같이, 잉크 공급 통로(20)는 기판(1)의 배면에서 노즐 챔버(5)까지 관통하도록 식각된다. 도 15 및 16에서 잉크 공급 통로(20)가 노즐 구멍(13)과 정렬된 것으로 도시되어 있지만, 잉크 공급 통로는 물론 노즐 구멍에서 어긋나서 위치될 수도 있다.

[0196] 잉크 공급 통로를 위한 식각시킨 후에, 노즐 챔버(5)를 채우고 있는 폴리이미드(6)는 예를 들면, 산소 플라즈마를 사용하여 애싱(ashing) 공정(전면 애싱 또는 배면 애싱)을 통해 제거되고, 따라서 노즐 조립체(100)가 제공된다.

#### 한 쌍의 서로 마주한 가동 덮개 패들들을 구비한 잉크젯 노즐 조립체

[0198] 도 12에서 잘 알 수 있듯이, 앞서 본 출원인이 설명한 잉크젯 노즐 조립체들은 노즐 구멍(13)을 통해서 잉크를 분사하기 위해 하나의 가동 패들(14)을 포함한다.

[0199] 도 17을 참조하면, 서로 마주한 한 쌍의 덮개 패들(14A 및 14B)을 포함하는 잉크젯 노즐 조립체(200)의 평면도가 개략적으로 도시된다. 상부 중합체 층은 명확성을 위해 평면도로 도시되고 여기서 설명한 모든 잉크젯 노즐 들에서 생략되어 있다. 또한, 설명의 편의상, 여기에 기술된 모든 잉크젯 노즐 조립체들에 공통된 특징들에는 동일한 참조 부호가 부여된다.

[0200] 각각의 패들(14A 및 14B)은 상술한 잉크젯 노즐(100)과 동일한 방식으로, 상부 열탄성 빔 및 하부 수동 빔에 의해 한정되는 각각의 열 벤드 액추에이터(15A 및 15B)를 구비한다. 또한, 각각의 열 벤드 액추에이터(그리고 따라서 각각의 패들)는 기판(1)의 CMOS 구동회로 층에 있는 각각의 구동회로를 통해서 독립적으로 제어된다. 이는 제1 액추에이터(15A)(그리고 따라서 제1패들(14A))가 제2 액추에이터(15B)(그리고 따라서 제2패들(14B))와 독립적으로 제어되도록 한다.

[0201] 도 17은 서로 마주보는 패들들(14A 및 14B)을 구비한 노즐 조립체(200)를 도시하고, 여기서 각 패들은 노즐 구멍(13)의 일부를 한정한다. 따라서, 노즐 구멍(13)은 작동 중에 패들들을 통해 이동될 것이다.

[0202] 도 18은 서로 마주보는 패들들(14A 및 14B)을 구비한 다른 형태의 노즐 조립체(210)를 도시하고, 여기서 각 패들은 노즐 구멍(13)에 대하여 이동될 수 있다. 즉, 노즐 구멍(13)은 덮개(7)의 고정부에 정의된다. 물론, 도 17 및 18에 도시한 바와 같이, 두 노즐 조립체(200 및 210)는 모두 본 발명의 범위에 포함된다는 것을 잘 알 수 있을 것이다.

[0203] 도 19는 노즐 조립체(200)의 각 액추에이터(15A 및 15B)에 공급되는 전력의 상대적인 양을 제어하기 위한 간단한 회로도를 도시한다. 액추에이터(15A)는 전체 전력을 수용하는 반면 액추에이터(15B)에 공급되는 전력의 양은 전위차계(202)를 이용해서 가변된다.

[0204] 일 군의 여러 전위차계 저항 값을 이용한 실험 측정 결과, 액추에이터(15B)에 공급되는 전력의 양을 감소시키는 것에 의해 서로 다른 최대 패들 속도를 얻을 수 있다는 것이 입증되었다. 예를 들면, 동일한 양의 전력을 통해 최대 패들 속도들은 서로 거의 같다. 그러나, 전위차계의 저항 값이 증가되면, 패들(14B)의 최대 패들 속도는 패들(14A)에 비해 현저하게 감소된다. 예를 들면, 패들(14B)의 최대 패들 속도는 패들(14A)의 최대 패들 속도의 75% 미만, 50% 미만, 또는 25% 미만으로 감소될 수 있다.

[0205] 이러한 최대 패들 속도들 간의 차이는 결국 액적의 방향성에 아주 현저한 영향을 미친다. 따라서, 각 액추에이

터(15A 및 15B)에 공급되는 전력의 상대적인 양들을 제어함으로써, 노즐 구멍(13)에서 분사되는 액적의 방향이 제어될 수 있다. 실험적으로, 액적 방향은 인쇄 페이지 상에서 약 4 도트 피치(dot pitch)까지 기울어질 수 있다. 따라서, -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, 및 +4의 도트 피치(또한 그들 사이의 모든 비정수 도트 위치)는 하나의 노즐에서 얻을 수 있고, 여기서 '0'은 잉크 분사 표면과 수직 방향으로 액적이 분사되는 것으로부터 기인한 기본 도트 위치로 정의된다. 이러한 결과는, 이하에서 더욱 상세히 논의되는 것처럼, 페이지폭 잉크젯 프린트헤드의 구성에 중요한 영향을 미친다.

[0206] 물론, 실험적인 목적 때문에, 전위차계(202)의 이용은 전력 매개변수의 범위를 쉽게 알아 낼 수 있게 한다. 그러나, 경사진 액적 분사는, 각 액추에이터에 공급되는 전력을 제어하는 것의 대안으로 또는 이에 대하여 작동 타이밍 제어에 의해서도 달성될 수 있다. 예를 들면, 액추에이터(15B)가 자신의 작동 신호를 받기 전 또는 후에 액추에이터(15A)는 자신의 작동 신호를 받을 수 있고, 그 결과 비대칭적인 패들의 이동 및 경사진 액정 분사가 이루어진다.

[0207] 또한, 각 액추에이터에 공급되는 전력은 구동 신호의 폴스 폭을 다르게 하여 제어될 수 있다. 실제로, 이렇게 각 액추에이터에 공급되는 전력을 변화시키는 방법은, 특히 액적 방향을 '신속하게' 변화시키는 것이 바람직한 경우에, CMOS 구동회로를 이용한 가장 적절한 방법일 수 있다.

#### 4개의 가동 덮개 패들들을 구비한 잉크젯 노즐 조립체

[0209] 도 17 및 18에 도시된 노즐 조립체들(200 및 210)은 액적 분사 방향이 하나의 축을 따라서 제어될 수 있도록 한다. 전형적으로(그리고 가장 유용하게), 이 축은 노즐 열들이 연장되는 긴 페이지폭 프린트헤드의 종방향 축일 수 있다. 그러나, 액적 방향성의 추가적인 제어는 노즐 구멍에 대해 배열된 2개의 패들들보다 많은 패들을 이용하여 달성할 수 있다.

[0210] 도 20은 잉크젯 노즐 조립체들(220)을 포함하는 프린트헤드의 일부를 도시하고, 각 노즐 조립체(220)는 고정되어 있는 노즐 구멍(13)에 대하여 배열된 4개의 가동 패들들(14A, 14B, 14C 및 14D)을 포함한다. 노즐 챔버의 측벽에서 돌출된 감쇄 기둥들(221)은, 특히 액추에이터들 중 하나가 고장난 경우에, 액적 분사 특성 및 챔버 재충전을 제어하는 것을 보조한다.

[0211] 도 20에 도시된 4개 패들 배치에서, 액적 분사는 4개의 패들들의 이동을 조정하여 한 축 또는 양 축(즉, 종방향 축 및 횡방향 축)을 따라 경사질 수 있다. 따라서, 잉크 액적은 인쇄 매체의 이차원 영역의 어느 지점에서도 분사될 수 있고, 이차원 영역은 전형적으로 그 중심에 분사 노즐을 구비한 원형 또는 타원형 영역이다.

[0212] 도 21은 노즐 열의 종방향 축을 따라 서로 한 개의 노즐 퍼치 간격으로 배열되어 있는 복수의 노즐들(220)을 구비한 노즐 열의 일부를 도시한다. 인쇄 매체의 타원형 영역(222)은 타원형 영역의 중심에 위치된 분사 노즐('0')이 잉크 액적을 분사할 수 있는 범위를 도시한다. 도 21에 도시된 바와 같이, 분사 노즐('0')은 그 이차원 타원형 영역(222) 내에 있는 어느 도트 위치로도 분사할 수 있다.

[0213] 횡방향 축(즉, 종방향 노즐 열의 축에 대하여 수직한)을 따라서 잉크 액적을 분사할 수 있는 능력은, 노즐 조립체(220)로부터의 액적 분사가 동일한 노즐 열에서 다른 노즐들과 정확하게 동시에 일어날 필요는 없다는 것을 의미한다. 전형적으로, 페이지폭 프린트헤드의 모든 분사 노즐들은 인쇄 매체가 1개 라인 간격으로 프린트헤드를 횡방향으로 통과하여 전진하는데 걸리는 시간인 1개 라인 통과 시간(one line-time) 주기 내에 분사를 마쳐야 한다. 그러나, 프린트헤드의 횡방향 축을 따라서 잉크 액적을 분사할 수 있는 능력을 가진 분사 노즐은, 하나의 인쇄 라인이 노즐을 통과하기 전 또는 후에 잉크 액적을 분사하고 또한 잉크 액적이 이와 동일한 인쇄 라인으로 향하도록 구성될 수 있다. 따라서, 노즐 조립체(220)는 페이지폭 프린트헤드의 구성이 노즐 조립체들(200 및 210)보다 더 큰 유연성을 갖도록 할 수 있다.

[0214] 아울러, 복수의 덮개 패들들은 각 노즐에 이용될 수 있는 전체적인 분사 능력을 증가시킨다. 그러므로 4개의 패들 노즐 구성은 2개의 패들 구성 또는 1개의 패들 구성보다 점성 유체를 분사하는 경우에 더욱 적합하다. 마찬가지로, 2개의 패들 노즐 구성은 1개의 패들 노즐 구성보다 더 강력하다.

[0215] 각 개별적인 액추에이터의 능력은 또한 액추에이터 빔의 길이를 증가시키고/증가시키거나 복수의 만곡부를 구비한 구불구불한 액추에이터 빔을 제공함으로써 증가될 수 있다. 구불구불한 액추에이터 빔들은 본 출원인의 미국 특히 제7,611,225호에 기술되고, 그 내용들은 여기에 참조로서 포함된다. 따라서, 본 발명은 또한 비교적 높은 점성을 갖는 유체, 예를 들면 물보다 높은 점성을 갖는 유체를 분사하는데 적절한 고성능 잉크젯 노즐들을 제공

한다.

#### [0216] 높은 도트 밀도를 가진 잉크젯 프린트헤드

전형적인 페이지폭 프린트헤드에서, 각 분사 노즐(즉, 프린트헤드에 수신되는 프린트 데이터에 의해 선택된 분사 노즐)은 1개 라인 통과 시간(one line-time) 내에 한 번 분사를 한다. 또한, 각 노즐은 잉크 액적을 그 노즐과 관련되어 있는 기본 도트 위치에 도달하도록 분사한다. 노즐이 그와 관련된 기본 도트 위치를 향해 분사할 때, 잉크 액적 분사는 보통 프린트헤드의 잉크 분사 표면과 수직인 방향이다. 따라서, 전통적인 페이지폭 프린트헤드에서, 프린트헤드의 노즐 밀도는 인쇄된 페이지의 도트 밀도와 대응한다. 예를 들면, 노즐 피치와 도트 피치가 각각 인접한 노즐들과 도트들의 중심 사이의 간격으로 정의되는 경우에, 노즐 피치의 값이  $n$ 인 페이지폭 노즐 열은 도트 피치의 값이  $n$ 인 도트 라인을 인쇄할 것이다.

[0218] 그러나, 잉크젯 노즐 조립체들(200, 210 및 220)은 인쇄된 도트 피치가 프린트헤드의 노즐 피치보다 작게 되도록 프린트헤드의 설계를 가능하게 하고, 따라서, 인쇄된 도트 밀도는 프린트헤드의 노즐 밀도를 초과한다.

[0219] 도 22는 인쇄된 도트 피치가 프린트헤드의 노즐 피치보다 작은 경우의 페이지폭 프린트헤드(230)의 일부를 도시한다. 동일한 노즐 열에 있는 3개의 노즐들(231)은 노즐 피치  $n$ 의 간격으로 이격되어 도시된다. 이 노즐들의 각각은 예를 들면, (도 18에 도시된 바와 같은)노즐 조립체(210)로 구성될 수 있다. 각 노즐로부터의 잉크 액적은 화살표(236)로 표시된 종방향 축을 따라서 복수의 서로 다른 도트 위치들에서 인쇄 매체(235) 상에 분사될 수 있다. 도 22, 23 29 및 30에 도시된 것처럼, 인쇄 매체(235)는 페이지 밖으로 이송된다(즉, 도면을 보는 사람을 향해서, 그리고 프린트헤드 또는 프린트헤드 IC의 종방향 축을 가로지르는 방향으로).

[0220] 다시 도 22를 보면, 각 노즐(231)은 1개 라인 통과 시간 주기에 2개의 다른 도트 위치들로 잉크를 분사할 수 있도록 구성되고 – 하나의 도트 위치는 프린트헤드 표면에 대하여 직각 방향으로 액적을 분사함에 따른 기본 도트 위치(232)이고, 다른 하나의 도트 위치(234)는 기본 도트 위치들 사이의 중간 지점에 잉크 액적이 도달하는 경사진 잉크 분사의 결과이다. 그러므로 결과적인 도트 피치  $d$ 는 노즐 피치  $n$ 보다 더 작게 되어 인쇄된 도트 밀도는 프린트헤드의 노즐 밀도를 초과하게 된다.

[0221] 도 22에 도시한 예에서, 노즐 피치  $n$ 은 도트 피치  $d$ 의 두 배이지만, 노즐 피치  $n$ 과 도트 피치  $d$ 의 비율은  $n > d$ 가 되도록 프린트헤드에 의해 어떠한 값으로도 구성될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들면, 각 노즐이 1개 라인 통과 시간 내에 기본 도트 위치와 2개의 다른 도트 위치들(예를 들면, 기본 도트 위치의 양측)에 인쇄를 하면,  $n = 3d$ 가 되는 도트 피치로 인쇄한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

[0222] 실제로 얻을 수 있는 도트 피치는 인쇄 매체가 프린트헤드를 지나는 속도에 대한 잉크 챔버 재충전 속도에 의해 서만 제한된다. 본 출원인의 실험은, 분당 60페이지 인쇄 시에, 보통 전형적인 고정식 페이지폭 프린트헤드에 의해서 얻을 수 있는 도트 밀도의 2배의 도트 밀도로 인쇄되도록, 잉크 챔버가 1개 라인 통과 시간 주기 안에 적어도 2번 재충전될 수 있다는 것을 보여준다. 물론, 인쇄 매체 공급 속도(예를 들면, 30 ppm 까지)를 늦추면 더 높은 도트 밀도를 얻을 수 있다.

[0223] 이런 식으로 해서, 고정식 페이지폭 프린트헤드는 스캐닝 프린트헤드와 유사한 다양한 용도를 얻을 수 있다. 스캐닝 프린트헤드에서, 스캐닝 프린트헤드가 각 라인을 가로질러 스캔하고 스캔 속도에 따라 많은 다른 도트 위치들에서 인쇄할 기회를 갖고 있기 때문에, 인쇄된 도트 밀도는 인쇄 속도를 낮추는 것에 의해서 증가될 수 있다는 것이 잘 알려져 있다. 도 22에 도시한 고정식 페이지폭 프린트헤드(230)는 유사한 다양한 용도를 가지고, 공지의 스캐닝 프린트헤드보다 훨씬 더 빠른 속도일지라도 매우 높은 도트 밀도(예를 들면, 3200 dpi)로 인쇄가 가능하다.

#### [0224] 불능 노즐 보상

[0225] 본 출원인은 고정식 페이지폭 프린트헤드에서 불능 노즐 보상을 위한 장치에 관해 앞서 설명하였다. 여기에 사용된 것처럼, '불능 노즐'은 잉크를 전혀 분사하지 못하는 노즐, 또는 액적 분사 속도나 분사 방향에 대한 제어가 충분하지 못한 상태로 잉크를 분사하는 노즐을 의미한다. 보통, '불능 노즐들'은 액추에이터의 동작 실패(이는 탐지 회로를 통해 가장 쉽게 확인할 수 있는 노즐 작동 실패의 원인임)로 인해 일어나는 것이지만, 노즐 구멍이 뚫릴 수 없을 정도로 막혀 버리는 것 또는 잉크 분사 표면에서 노즐 구멍을 막거나 또는 부분적으로 막는

제거할 수 없는 찌꺼기들로 인해 일어날 수도 있다.

[0226] 전형적으로는, 고정식 페이지폭 프린트헤드에서 불능 노즐 보상은 여분의 노즐 열들의 인쇄를 필요로 한다(그 내용들이 여기에 참조로서 포함된 미국특허 제7,465,017호 및 제7,252,353호에 기술된 것처럼). 이는 프린트헤드가 불가피하게 프린트헤드의 비용을 증가시키는 여분의 노즐 열(들)을 필요로 한다는 단점을 갖는다.

[0227] 대안적으로, 불능 노즐의 시각적 효과는 그 불능 노즐에 인접한 노즐을 분사(바람직하게는 '파도 출력')시킴으로써 보상할 수 있다(그 내용들이 여기에 참조로서 포함된 미국특허 제6,575,549호에 기술된 것처럼). 실제로, 이것은 불능 노즐의 전체적인 시각적 효과를 최소화하도록 인쇄 마스크의 변경을 필요로 하는 것이다.

[0228] 잉크젯 노즐 조립체들(200, 210 및 220)은 여분의 노즐 열들을 필요로 하지 않거나 또는 인쇄 마스크를 변경하지 않고 불능 노즐 보상을 할 수 있다. 도 23은 불능 노즐(242)이 같은 노즐 열에서 인접하여 작동하는 노즐에 의해 보상되는 페이지폭 프린트헤드(240)의 일부를 도시한다.

[0229] 동일한 노즐 열에는 각각이 노즐 조립체(210)(도 18에 도시한 바와 같이)로 구성된 3개의 노즐들이 있는 것으로 도시된다. 중간 노즐(242)은 불능이거나 기타 오동작 상태인 반면, 중간 노즐(242)의 양 옆에 위치한 인접 노즐들(243 및 244)은 정상적으로 동작하고 있다.

[0230] 정상적으로 동작하는 각 노즐(243 및 244)로부터의 잉크 액적은 인쇄 매체(235)(도 23에 도시된 것처럼 보는 사람을 향하여 공급되는) 상에서 종방향 축(236)을 따라 복수의 서로 다른 도트 위치들에 분사될 수 있다. 노즐(243)은 1개 라인 통과 시간 주기 안에 잉크 액적을 자신의 기본 도트 위치(247) 및 불능 노즐(242)과 관련된 기본 도트 위치(248)로 분사한다. 따라서, 노즐(243)은 1개 라인 통과 시간 주기 안에 2개의 도트들을 인쇄하여 같은 노즐 열에 있는 불능 노즐을 보상한다. 물론, 다음 번의 라인 통과 시간 주기에서, 노즐(244)은 노즐(243)을 대신하여 불능 노즐(242)을 보상할 수 있어, 노즐들(243 및 244)이 함께 불능 노즐의 보상 작업을 나누어서 하게 된다. 또한, 보상 노즐(들)은, 얻을 수 있는 경사진 액적 분사 각도에 따라 불능 노즐에 바로 인접해 있을 필요는 없다. 예를 들면, 보상 노즐(들)은 불능 노즐에서 -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3 또는 +4 노즐 피치만큼 떨어져 위치될 수 있어, 많은 다른 노즐들이 불능 노즐의 보상 작업을 나누어서 할 수 있다.

[0231] 도 23은 노즐(243)이 1개 라인 통과 시간 주기 내에 자신의 기본 도트 위치(247) 및 불능 노즐(242)과 관련된 기본 도트 위치(248)에 잉크 액적을 분사할 필요가 있는 경우의 시나리오를 도시한 것이다. 물론, 인쇄 마스크는 1개 라인 통과 시간 동안에 기본적으로 어느 노즐이 분사에 필요한지를 지시한다. 인쇄 마스크에 의해 불능 노즐이 특정 1개 라인 통과 시간 동안에 분사할 것이 요구되는 경우에, 정상적으로 작동되는 적합한 노즐은 특정 1개 라인 통과 시간 동안 자신의 기본 도트 위치에 분사를 할 필요가 없으면 우선적으로 보상 작업을 할 수 있다. 이런 식으로 보상 노즐들을 선택하는 것은 불능 노즐에 인접한 정상 작동 노즐들의 수요를 더욱 최소화한다. 실제로, 많은 경우에서 인쇄 마스크에 의하면, 보상 노즐이 1개 라인 통과 시간 주기에서 두 번 분사할 것이 요구되는 경우를 방지할 수 있다.

[0232] 대안적으로, 노즐 조립체들(220)로 구성된 프린트헤드는 불능 노즐에 할당된 시간과 동일 1개 라인 통과 시간 내에 보상 노즐이 분사 할 필요가 없이 불능 노즐의 보상을 가능하게 한다. 노즐 조립체(220)는 이차원 영역 내의 임의의 도트 위치(프린트헤드의 횡방향 축을 따르는 도트 위치들을 포함해서)에 분사를 할 수 있기 때문에, 불능 노즐의 보상은 다음 번의 라인 통과 시간까지 연기하거나 또는 선행 라인 통과 시간으로 당겨서 미리 할 수 있다. 이것은 보상 노즐들의 선택과 작업 시간을 더욱 다양하게 해준다.

[0233] 불능 노즐들은 전형적으로 전형적으로 불능 노즐에 대응되는 하나 이상의 액추에이터의 저항을 검출하여 확인된다. 이 방법은 바람직하게는 동적인 불능 노즐의 확인 및 보상을 가능하게 한다. 그러나, 다른 불능 노즐 확인 방법들(예를 들면, 미리 결정된 인쇄 패턴을 사용하는 광학적 기술)도 물론 가능하다.

#### 끊김 없이 연결된 페이지폭 프린트헤드

[0235] 웨이퍼 수율이 아주 낮은 일체 형(monolithic) 페이지폭 프린트헤드를 제외하고, 본 출원인의 페이지폭 프린트헤드는 일반적으로 복수의 프린트헤드 IC들을 페이지폭에 걸쳐서 서로 말단과 말단을 함께 연결하여 구성한다.

[0236] 도 24는 다섯 개의 프린트헤드 IC들(251A 내지 251E)을 서로 말단끼리 연결하여 사진폭 프린트헤드(250)를 형성한 구성을 도시하는 한편, 하나의 프린트헤드 IC(251)는 도 25에 도시하였다. 더 많은 프린트헤드 IC들(251)을 함께 붙여서 더 긴 페이지폭 프린트헤드(예를 들면, A4 프린트헤드 및 광폭 프린트헤드)를 제작할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 이런 식으로 함께 붙인 프린트헤드 IC들은 인쇄 폭을 최소화시킬 수 있다는 이점

을 가지고, 따라서 인쇄 매체와 프린트헤드 간의 정렬을 아주 정밀하게 할 필요가 없어진다. 그러나, 도 26 및 27을 참조하면, 함께 붙인 프린트헤드 IC들은 서로 접한 프린트헤드 IC 쌍들 간의 연결 영역들(257)에 대해서는 인쇄하기 어렵다는 단점이 있다. 그 이유는 노즐들(255)을 각 프린트헤드 IC의 말단 엣지들(258)에 이르기까지 제작해 놓을 수 없기 때문이고 - 또 구조적인 강도를 위해서 그리고 프린트헤드 IC들을 함께 붙이도록 하기 위해서 엣지들에 최소한의 '사각지대'(259)를 유지해야 하기 때문이다. 따라서, 서로 접한 프린트헤드 IC들 간의 실제 노즐 피치는 프린트헤드의 노즐 열 내의 하나의 노즐 피치보다 불가피하게 더 크다.

[0237] 결과적으로, 페이지폭 프린트헤드는 연결 영역들에 걸쳐서 끊김 없이 도트들을 인쇄하도록 설계되어야 한다. 다시 도 24 내지 27을 참조하면, 본 출원인은 지금까지 서로 붙인 프린트헤드 IC들로 페이지폭 프린트헤드를 구성하는 문제에 대한 해결책을 설명하였다. 도 27에 잘 도시된 것처럼, 노즐들의 별도의 삼각형 부분(253)은 서로 접한 프린트헤드 IC들의 노즐들 간의 간격을 효과적으로 채운다. 별도의 삼각형 부분(253) 내의 노즐들(255)의 분사 시점을 조정하여(예를 들면, 이 노즐들을 그들과 대응하는 노즐 열보다 나중에 분사시켜), 연결 영역(257)에 걸쳐서 끊김 없이 도트들이 인쇄될 수 있다. 이 별도의 노즐 삼각형 부분(253)의 기능은 미국특허 제7,390,071 및 제7,290,852호에 충분히 설명되어 있으며, 그 내용들이 여기에 참조로서 포함된다.

[0238] 도 27은 또한 프린트헤드 IC의 한 종방향 엣지를 따라서 배치한 결합 패드들(75)과 정렬 기점들(76)을 도시하고 있다. 결합 패드들(75)은 와이어 결합(미도시)을 통해 연결되어 프린트헤드 IC 내의 CMOS 구동회로에 전력과 논리 신호들을 제공한다. 정렬 기점들(76)은 적당한 광학식 정렬 도구(미도시)를 사용해서 프린트헤드를 구성하는 동안 서로 접하는 프린트헤드 IC들이 서로 정렬될 수 있도록 한다.

[0239] 별도의 노즐 삼각형 부분(253)은 연결 영역에 걸쳐서 인쇄하는 문제에 대하여 충분한 해결책을 제공하지만, 그럼에도 불구하고 문제점을 안고 있다. 첫째, 별도의 노즐 삼각형 부분(253)은 잉크를 공급받아야 하고, 종방향으로 연장되는 배면 잉크 공급 통로 내의 예리한 비틀림은 삼각형 부분(253) 내에 있는 노즐들에 대한 잉크 공급에 악영향을 끼칠 수 있다. 둘째, 별도의 노즐 삼각형 부분(253)은 각 프린트헤드 IC(251)의 폭을 증가시키기 때문에 웨이퍼 수율을 감소시키고; 효과적으로, 각 프린트헤드 IC는  $r+2$  노즐 열들을 수용할 수 있을 만큼 충분한 폭을 가져야 하지만, 프린트헤드 IC는  $r$  노즐 열들만을 갖고 있다.

[0240] 여기에 설명한 노즐 조립체들(200, 210 및 220)은 잉크 액적들을 종방향 축을 따르는 미리 결정된 복수의 서로 다른 도트 위치들에 분사할 수 있는 능력을 가진 것들로서, 프린트헤드 IC들을 연결하는 문제에 대한 해결책을 제공함과 동시에 각 연결 영역에 걸쳐서 일정한 도트 피치를 유지한다. 또한, 도 28에 도시한 바와 같이, 끊김 없는(즉, 도 7에 도시한 별도 노즐 삼각형 부분(253)이 필요 없는) 노즐 열들을 갖춘 프린트헤드 IC들(260)을 서로 붙일 수 있다. 프린트헤드 IC의 이러한 구성은 각 노즐 열을 따라서 잉크의 공급을 용이하게 할 뿐만 아니라, 웨이퍼의 수율도 증가시키게 된다. 원칙적으로, 연결 영역(257)에 걸쳐서 있는 노즐들 '결핍'을 보상하는데 사용할 수 있는 방법은 두 가지가 있을 수 있다.

[0241] 첫 번째 방법에서, 프린트헤드 IC(260)의 양 말단을 향해 배치된 노즐들은 각 말단을 향해 경사진 방향으로 잉크 액적을 분사되도록 구성됨과 아울러, 프린트헤드 IC(260)의 중심을 향해 위치된 노즐들은 잉크 분사 표면에 직각인 방향으로 잉크 액적을 분사한다. 도 29를 참조하면, 우측 엣지를 향해 배치된 노즐들(264)이 우측 엣지를 향해 경사진 방향으로 잉크 액적을 분사하도록 구성된 프린트헤드 IC(260)가 도시된다. 마찬가지로, 좌측 엣지를 향해 배치된 노즐들(262)은 좌측 모서리를 향해 경사진 방향으로 잉크 액적을 분사하도록 구성된다. 프린트헤드 IC의 중심을 향하여 위치된 노즐들(266)은 잉크 분사 표면에 직각인 방향으로 잉크 액적을 분사하도록 구성된다. 노즐들(262, 264 및 266)은 서로 다른 잉크 액적 분사 특징을 가지고 있지만, 이들은 모두 액적의 방향을 제어할 수 있는 고유한 능력을 보유한 것으로서 도 18, 19 또는 20에 도시한 유형의 노즐들이라는 면에서 서로 같은 것임은 물론이다.

[0242] 노즐의 분사 방향 경사각은 특정 노즐이 프린트헤드 IC(260)의 중심으로부터 떨어진 거리에 달려있다. 프린트헤드 IC의 말단에 위치된 노즐들은 프린트헤드 IC의 중심을 향해 위치된 노즐들보다 더 많이 경사진 방향으로 잉크 액적을 분사시킬 수 있도록 구성되어 있다. 이렇게 분사 방향을 프린트헤드 IC(260)의 중심에서 바깥 쪽을 향하여 점차 벌어지도록 한 것은, 프린트헤드 IC의 전체 길이에 걸쳐서 일정한 도트 피치가 유지될 수 있게 한다.

[0243] 액적 분사의 '벌어짐' 현상은 도 29에서는 과장되게 도시되었지만, 이런 벌어짐의 결과로서, 분사된 잉크 액적들의 평균 도트 피치는 프린트헤드 IC(260)의 노즐 피치보다 약간 클 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러나, 각 노즐 열에 수백 또는 수천의 노즐들이 배치되기 때문에, 노즐 밀도에 대한 도트 밀도의 최종적인 감소량은 무시할만한 수준이다. 전형적으로, 평균 도트 피치는 그 벌어진 액적 분사에도 불구하고 프린트헤드의

노즐 피치보다 1% 미만으로 커지게 된다.

[0244] 프린트헤드 IC(260)의 옛지들에서 액적이 경사진 방향으로 분사되는 것에 의해, 특정한 노즐 열의 실제 인쇄 가능한 구역은 그 노즐 열의 길이보다 더 길다. 인쇄 가능 구역은 노즐 열보다 1에서 8 노즐 피치까지 더 길어질 수 있다. 이렇게 확장된 인쇄 가능 구역으로 인해서 프린트헤드 IC는 서로 접한 프린트헤드 IC들(260) 간의 연결 영역(257) 내에도 인쇄할 수 있게 되므로, 도 27에 도시한 별도의 노즐 삼각형 부분(253)이 필요 없게 된다.

[0245] 물론, 프린트헤드 IC의 한쪽 말단에 위치된 노즐들만 잉크 액적을 경사진 방향으로 분사시킬 수 있게 하는 것도 똑같이 가능하다. 하지만, 전형적인 연결 영역(257)의 폭(즉, 동일한 노즐 열 내에 있는 한 쌍의 서로 접한 프린트헤드 IC들의 노즐들 간의 폭)을 감안하면, 도 29에 도시한 액적 분사를 벌어지게 한 배열이 전형적으로 바람직하다. 이것은 서로 접한 프린트헤드 IC들의 쌍들이 연결 영역(257)의 노즐 '결핍'을 보상할 수 있는 범위를 최대화시킨다.

[0246] 도 29에 도시한 액적 분사를 벌어지게 한 프린트헤드 IC(260)는, 불능 노즐 보상의 결핍 시에 또는 더 높은 도트 밀도로 인쇄할 필요가 있을 때, 각 노즐이 1개 라인 통과 시간 내에 한 번씩만 분사되는 한편, 인쇄 가능 구역의 길이가 해당 노즐 열의 길이를 넘어서까지 확장된다는 장점을 갖는다. 대안적인 방법에서, 프린트헤드 IC(270)는 각 노즐 열의 말단들에서 선택된 노즐들이 한 열 통과 시간 내에 한 번 넘게 분사하여 연결 영역의 노즐 '결핍' 보상하도록 구성될 수 있다.

[0247] 도 30을 참조하면, 대부분의 노즐들이 프린트헤드 IC의 잉크 분사 표면에 대하여 직각인 방향으로 잉크 액적을 분사하는 프린트헤드 IC(270)가 도시된다. 그러나, 노즐 열의 말단에 있는 적어도 하나의 노즐(272)은, 기본 도트 위치(274)(즉, 잉크 분사 표면에 대하여 직각 방향으로)를 향하여 잉크 액적을 분사하고 프린트헤드 IC의 각 말단을 향해 경사진 두 번째 도트 위치(276)를 향해 잉크 액적을 분사하도록 구성되어 있다. 즉, 노즐들(272)은 고밀도 프린트헤드(230)에 있는 노즐들(231)과 유사한 방식으로 한 열 통과 시간 내에 2개의 잉크 액적을 분사하도록 구성된다. 그러나, 노즐들(272)은 일정한 도트 피치를 유지하여 프린트헤드 IC(270)의 전체 인쇄 가능 구역에 걸쳐서 노즐 피치 n이 도트 피치 d와 전형적으로 같아지도록 한다.

[0248] 프린트헤드 IC(270)는 노즐 피치에 대한 도트 피치의 희생이 없다는 이점을 가지고 있지만, 각 노즐 열의 말단들에 있는 노즐들(272)은 다른 노즐들(271)의 분사 빈도의 2배 빈도로 잉크 분사를 해야 한다는 단점을 가지고 있다. 결과적으로, 노즐들(272)은 피로에 의한 고장에 대해 더욱 취약해지기 때문에, 프린트헤드 IC들을 서로 붙여서 연결하는 해결책에는 프린트헤드 IC(260)가 대체로 더욱 바람직하다.

#### 개선된 MEMS/CMOS 접적회로

[0249] MEMS 프린트헤드 설계의 중요한 특징은 MEMS 액추에이터들을 하부의 CMOS 구동회로와 접적시켜 놓은 것이다. 노즐을 작동시키기 위해서는, CMOS 구동회로 층에 있는 구동 트랜지스터에서 전류가 상부의 MEMS 층으로 흘러서 액추에이터를 통해 다시 아래의 CMOS 구동회로 층(예를 들면, CMOS 층에 있는 접지 평면으로)으로 돌아와야 한다. 하나의 프린트헤드 IC에 수천 개의 액추에이터들이 설치된다는 것을 고려하면, 전체적인 프린트헤드의 효율 면에서 손실을 최소화할 수 있도록 전류 통로의 효율성을 최대화시켜야 한다.

[0250] 지금까지 본 출원인은 한 쌍의 직선형 기둥들을 MEMS 액추에이터(노즐 챔버 덮개에 위치된)와 하부의 CMOS 구동 회로 층 사이로 연장시켜 설치한 노즐 조립체에 관해서 설명했다. 실제로, 이러한 평행 액추에이터 기둥들의 제작에 관해서 도 5 및 6에 도시하고 여기에 설명하였다. MEMS 층으로 이어지는 직선형 구리 기둥은 많이 구불구불한 전류 통로에 비해서 프린트헤드의 효율을 개선한다는 것을 알았다. 그럼에도 불구하고, 아직도 본 출원인의 MEMS 프린트헤드(아울러 프린트헤드 IC들)의 전기적 효율을 개선할 여지가 있다.

[0251] 공통 CMOS 전원 및 접지 평면들로부터 수천 개의 작동 상태들을 제어하는 것과 관련된 한 문제는 '접지 반동(ground bounce)'이라고 알려져 있다. 접지 반동은 접적회로 설계에서 잘 알려진 문제로서, 공통 전원 및 접지 평면들 사이에서 전원을 공급받는 장치들의 수가 클 경우에 특히 더 심해진다. 접지 반동은 보통 전원 또는 접지 평면에 걸쳐서 일어나는 원치 않은 전압 강하 현상을 말하는 것으로서, 많은 원인들에 의해서 일어날 수 있다. 전형적인 접지 반동의 원인은 접지 및 전원 평면들 간의 직렬 저항("IR 강하"), 자기-유도, 및 상호 유도를 포함한다. 이러한 현상을 각각은 전원 및 접지 평면들 사이의 전위차를 바람직하지 않게 감소시켜서 접지 반동의 원인이 될 수 있다. 이러한 감소된 전위차는 접적회로, 특히 여기서는 프린트헤드 IC의 전기적 효율의 감소를 불가피하게 초래한다. 전원 및 접지 평면들의 배치 및 구성과 아울러 이들의 연결은 기본적으로 접지 반동

및 프린트헤드의 전체 효율성에 영향을 미친다는 것이 이해될 수 있다.

[0253] 도 31을 참조하면, 노즐 열들과 종방향으로 평행하게 연장되는 전도성 트랙들을 구비한 프린트헤드 IC(300)의 일부가 평면도로 도시된다. 최상부의 중합체 층(19)은 도 31에서는 설명의 편의상 생략되었다.

[0254] 복수의 노즐들(210)(도 18과 관련해서 상세히 설명한)은 프린트헤드 IC(300)의 종방향 축을 따라서 연장된 노즐 열들에 배열된다. 도 31은 한 쌍의 노즐 열들(302A 및 302B)을 도시하고 있지만, 프린트헤드 IC(300)는 물론 더 많은 노즐 열들을 포함할 수 있다. 노즐 열들(302A 및 302B)은, 한 노즐 열(302A)이 '짝수 번째' 도트들의 인쇄 임무를 수행하고 다른 노즐 열(302B)이 '홀수 번째' 도트들의 인쇄 임무를 수행하도록, 쌍을 이루고 서로 어긋나게 배치되어 있다. 노즐 열들은, 예를 들면 도 28에서 명확하게 알 수 있는 것처럼, 본 출원인의 프린트헤드에서 전형적으로 이런 식으로 쌍을 이룬다.

[0255] 제1 전도성 트랙(303)은 노즐 열들(302A 및 302B) 사이에 위치된다. 제1 전도성 트랙(303)은 프린트헤드 IC(300)의 노즐 판(304) 위에 증착되고, 노즐 판은 노즐 챔버 덮개(7)(도 10 참조)를 한정한다. 따라서, 제1 전도성 트랙(303)은 액추에이터(15)의 열탄성 범들(10)과 일반적으로 동일 평면 상에 있게 되고, MEMS 제작 중에 열탄성 범 재료(예를 들면, 바나듐-알루미늄 합금)와 함께 동시에 증착하여 형성될 수 있다. 전도성 트랙(303)의 도전율은 MEMS 제작 중에 또 다른 전도성 금속 층(예를 들면, 구리, 티타늄, 알루미늄 등)을 증착하여 더욱 개선될 수 있다. 예를 들면, 열탄성 범 재료(예를 들면, 도 8에 도시한 금속 패드들(9)과 동시 증착)를 증착하기 전에 금속 층을 증착할 수 있음을 이해할 수 있다. 금속 패드들(9)을 위한 식각 마스크를 간단히 변형하는 것은 전도성 트랙(303)을 한정하는데 이용할 수 있다. 따라서, 전도성 트랙(303)은 도전율을 최적화하기 위해서 복수의 금속 층들을 포함할 수 있다.

[0256] 각 액추에이터(15)는 횡방향 커넥터(305)를 통해 제1 전도성 트랙(303)에 직접 연결되는 제1 단자를 구비한다. 도 31에서 알 수 있는 바와 같이, 양쪽 노즐 열들(302A 및 302B)의 각 액추에이터는 제1 전도성 트랙(303)에 연결된 제1 단자를 구비한다. 제1 전도성 트랙(303)은 복수의 전도성 기둥들(307)을 통해 하부의 CMOS 구동회로 층의 공통 기준 평면에 연결되고, 이 전도성 기둥들은 도 6과 관련해서 상술한 액추에이터 기둥들(8)과 유사한 방식으로 제작된다. 따라서, 전도성 트랙(303)은 한 쌍의 노즐 열들의 각 액추에이터를 위한 공통 기준 평면을 제공하기 위해 프린트헤드 IC(300)를 따라서 연속적으로 연장될 수 있다. 아래에서 더욱 상세히 논의되는 것처럼, 노즐 열들(302A 및 302B) 사이의 공통 기준 평면은 CMOS 구동회로 층에 nFET 또는 pFET가 채용되는지 여부에 따라 전원 평면이나 접지 평면이 될 수 있다.

[0257] 대안적으로, 전도성 트랙(303)은, 전도성 트랙의 각각의 부분이 일군의 액추에이터들을 위한 하나의 공통 기준 평면을 제공하도록, 프린트헤드 IC(300)를 따라서 불연속적으로 연장될 수 있다. 전도성 트랙의 분리가 어려울 경우에 불연속적인 전도성 트랙(303)이 바람직할 수 있지만, 전도성 트랙은 여전히 상술한 것과 동일한 방식으로 작동한다.

[0258] 각 액추에이터(15)의 제2 단자는 액추에이터와 CMOS 구동회로 층 사이에 연장된 액추에이터 기둥(8)을 통해 CMOS 구동회로 층의 하부 구동 FET와 연결된다. 각 액추에이터 기둥(8)은 도 6에 도시한 액추에이터 기둥(8)과 전적으로 유사하며 MEMS 제작 중에 동일한 방식으로 형성된다. 따라서, 각 액추에이터(15)는 각 구동 FET에 의해서 개별적으로 제어된다.

[0259] 도 31에서, 한 쌍의 제2 전도성 트랙들(310A 및 310B)은 또한 프린트헤드 IC(300)를 따라서 종방향으로 연장되어 한 쌍의 노즐 열(302A 및 302B)의 측면에 있다. 제2 전도성 트랙들(310A 및 310B)은 제1 전도성 트랙(303)을 보완한다. 즉, 제1 전도성 트랙(303)이 전원 평면이면, 제2 전도성 트랙들은 모두 접지 평면이다. 반대로, 제1 전도성 트랙(303)이 접지 평면이면, 제2 전도성 트랙들은 모두 전원 평면이다. 제2 전도성 트랙들(310A 및 310B)은 액추에이터들(15)에 직접 연결되지는 않지만, 복수의 전도성 기둥(307)에 의해서 CMOS 구동회로 층의 해당 기준 평면(전원 또는 접지)에 연결된다.

[0260] 제2 전도성 트랙들(310)은 상술한 것처럼 MEMS 제작 중에 제1 전도성 트랙(303)과 전적으로 유사한 방식으로 형성될 수 있다는 것을 알 수 있다. 따라서, 제2 전도성 트랙들(310)은 전형적으로 열탄성 범 재료로 구성되고, 도전율이 증가되도록 복수의 층들이 될 수 있다.

[0261] 제1 및 제2 전도성 트랙들(303 및 310)은 CMOS 구동회로 층의 해당 기준 평면들의 직렬 저항을 기본적으로 감소시키는 기능을 한다. 따라서, CMOS 층의 해당 기준 평면과 전기적으로 별별로 연결되는 전도성 트랙들을 MEMS 층에 제공함으로써, 이 기준 평면들의 전체적인 저항이 단순한 옴의 법칙에 따라서 현저하게 줄어든다. 일반적으로, 전도성 트랙들은 예를 들면, 그들의 폭 또는 깊이를 가능한 최대화시켜 그들의 저항을 최소화하도록 구성

된다.

[0262] 접지 평면 또는 전원 평면의 직렬 저항은 MEMS 층에 있는 전도성 트랙들에 의해서 적어도 25%, 적어도 50%, 적어도 75% 또는 적어도 90%까지 감소될 수 있다. 마찬가지로, 접지 평면 또는 전원 평면의 자기 유도도 마찬가지로 감소될 수 있다. 이렇게 접지 평면 및 전원 평면 둘 다의 직렬 저항과 자기 유도를 현저하게 감소시키는 것은 프린트헤드 IC(300) 내의 접지 반동을 최소화시키는데 도움이 되므로, 프린트헤드 효율을 개선시키게 된다. 본 발명자들은 전원 및 접지 평면들 간의 상호 유도도 도 31에 도시한 프린트헤드 IC(300) 내에서 감소된다는 것을 알았지만, 상호 유도의 정량적인 분석은 복잡한 모의 시험을 필요로 하는 것으로서 본 발명의 범위를 넘어서는 것이다.

[0263] 도 32 및 33은 pFET 및 nFET 구동 트랜지스터를 위한 CMOS 회로를 개략적으로 도시한 것이다. 구동 트랜지스터 (nFET 또는 pFET)는 도 31에 도시한 바와 같이, 액추에이터 기둥(8)을 통해서 각 액추에이터(15)의 제2 단자에 직접 연결된다.

[0264] 도 32에서, 액추에이터(15)는 pFET의 드레인과 접지 평면("Vss")사이에 연결된다. 전원 평면("Vpos")은 pFET의 소스에 연결되는 한편, 게이트는 논리 분사 신호를 수신한다. pFET가 게이트를 통해 저전압을 수신하면(NAND 게이트에 의해서), pFET를 통해서 전류가 흘러서 액추에이터(15)가 작동된다. pFET 회로에서, 액추에이터의 제1 단자는 제1 전도성 트랙(303)에 의해 제공되는 접지 평면에 연결되는 반면, 액추에이터의 제2 단자는 pFET에 연결된다. 따라서, 제2 전도성 트랙들은 전원 평면들을 제공한다.

[0265] 도 33에서, 액추에이터(15)는 전원 평면("Vpos")과 nFET의 소스 사이에 연결된다. 접지 평면("Vss")은 nFET의 드레인에 연결되는 한편, 게이트는 논리 분사 신호를 수신한다. nFET가 게이트에서 고전압을 수신하면(AND 게이트에 의해서), nFET를 통해서 전류가 흘러서 액추에이터(15)가 작동된다. 이 nFET 회로에서, 액추에이터의 제1 단자는 제1 전도성 트랙(303)에 의해 제공되는 전원 평면에 연결되는 반면, 액추에이터의 제2 단자는 nFET에 연결된다. 따라서, 제2 전도성 트랙들은 접지 평면들을 제공한다.

[0266] 도 33 및 33으로부터, 제1 전도성 트랙(303)과 제2 전도성 트랙(310)이 pFET 또는 nFET와 호환적이라는 것을 알 수 있다.

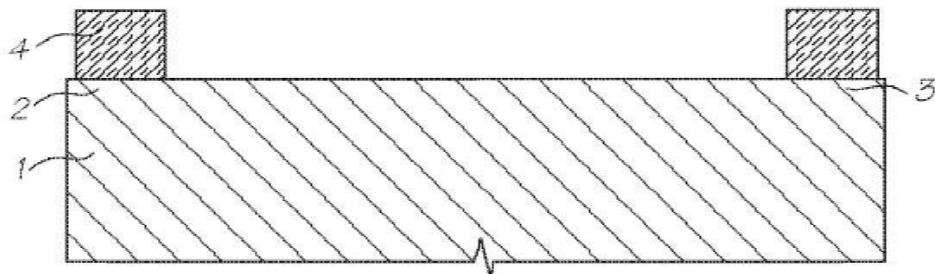
[0267] 물론, 상술한 것처럼, 전도성 트랙들을 사용하는 이점은 도 31에 도시한 노즐들(210)에만 한정되는 것은 결코 아니다. 임의의 유형의 액추에이터를 구비한 임의의 프린트헤드 IC는 원칙적으로 상술한 전도성 트랙들의 이점을 이용할 수 있다.

[0268] 도 34는 종방향으로 연장된 한 쌍의 노즐 열들(302A 및 302B)에 배열된 복수의 노즐들(100)(도 16과 관련해서 설명한 것들과 유사한 유형의)을 포함하는 프린트헤드 IC(400)를 도시한다. 제1 전도성 트랙(303)은 한 쌍의 노즐 열들(302A 및 302B) 사이에서 연장되며, 제2 전도성 트랙들(310A 및 310B)은 한 쌍의 노즐 열의 측면에 형성된다. 각 노즐(100)의 각 액추에이터(15)는 횡방향 커넥터(305)를 통해 제1 전도성 트랙(303)에 연결된 제1 단자를 구비하고, 제2 단자는 액추에이터 기둥(8)을 통해 하부의 FET에 연결된다. 그러므로 프린트헤드 IC(400)는 전도성 트랙들(303 및 310)이 하부의 CMOS 구동회로에 있는 해당 기준 평면들에 연결되어 공통 기준 평면들을 제공한다는 점에서 프린트헤드 IC(300)과 유사하게 작용한다는 것을 이해할 수 있다. 또한, 제1 전도성 트랙(303)은 두 노즐 열(302A 및 302B)에 있는 각 액추에이터를 위한 공통 기준 평면을 제공하도록 각 액추에이터의 한 단자에 직접 연결된다.

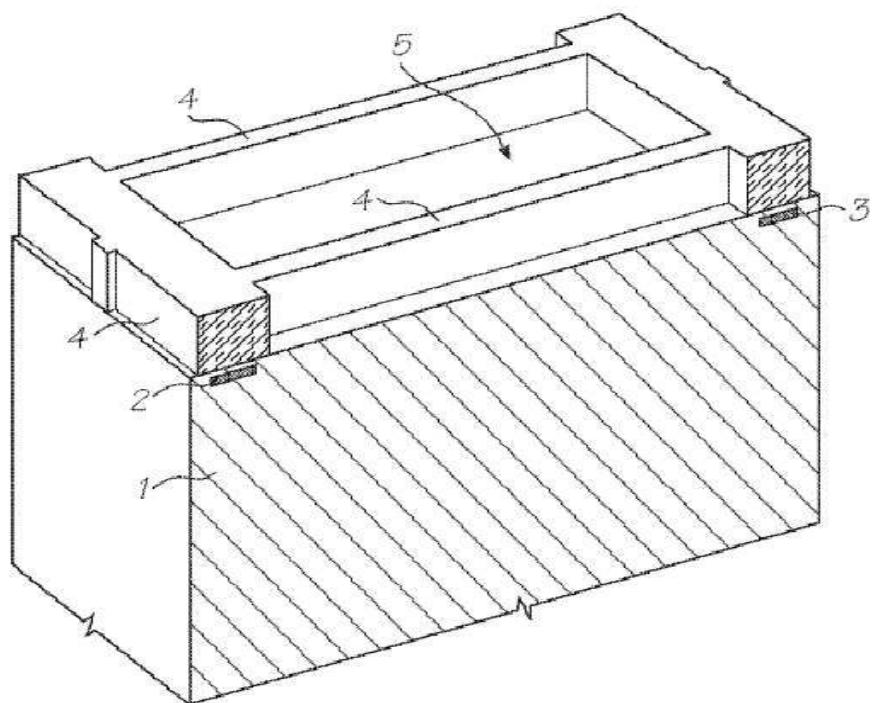
[0269] 이 기술분야의 당업자라면, 구체적인 실시예들에 나타낸 것처럼, 폭넓게 기술된 본 발명의 정신과 범위를 벗어나지 않고도 많은 본 발명의 변형예들 및/또는 수정예들이 만들어질 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 그러므로, 본 발명의 실시예들은 모든 관점에서 볼 때 설명을 위한 것이지 한정하기 위한 것이 아니다.

도면

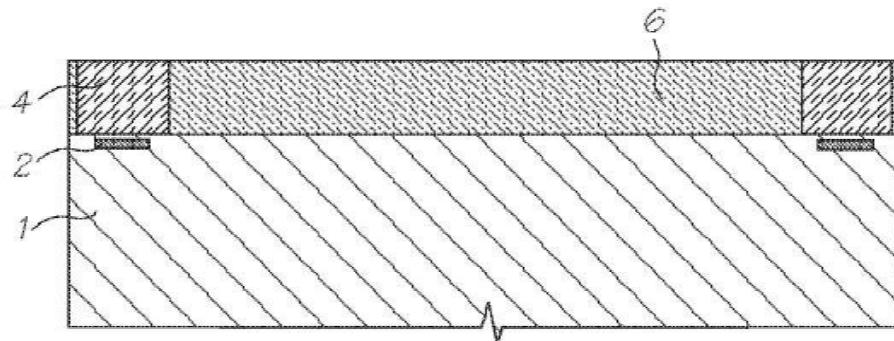
도면1



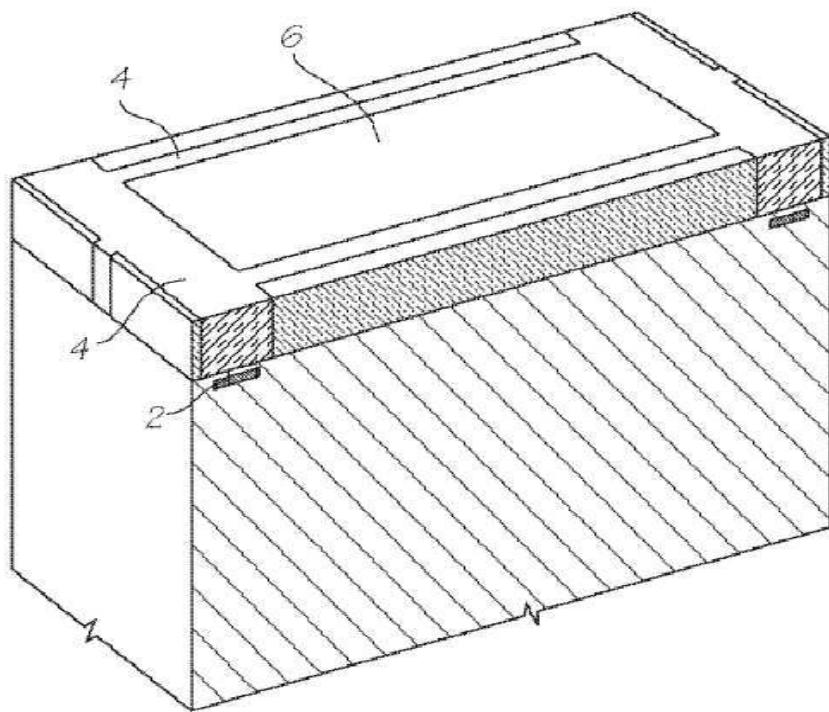
도면2



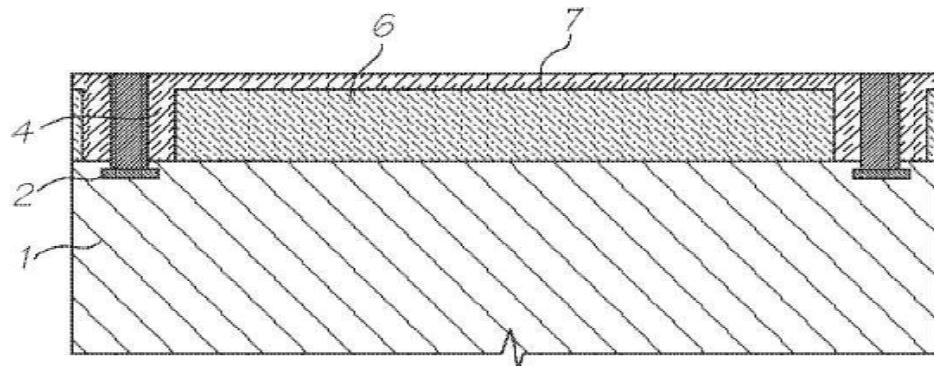
도면3



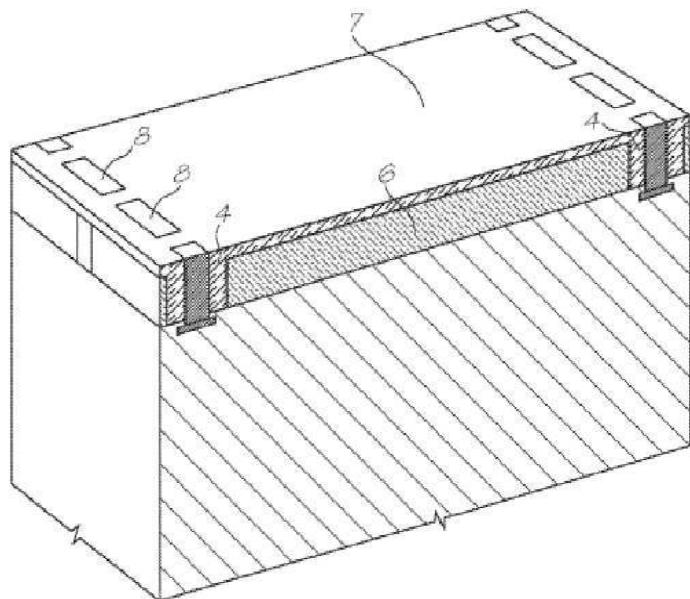
도면4



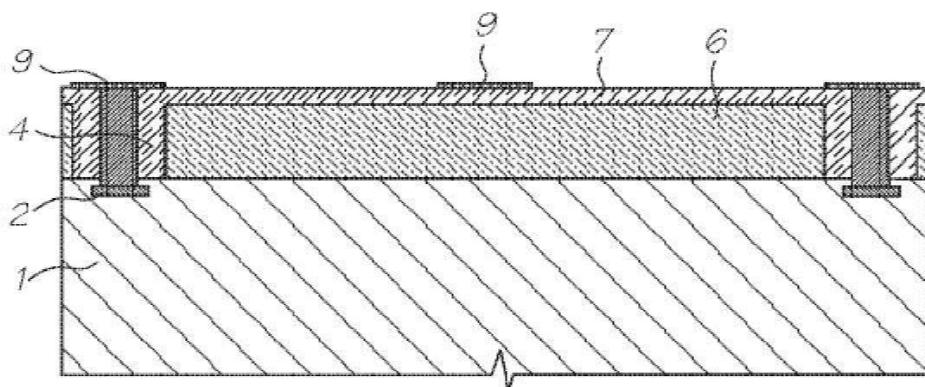
도면5



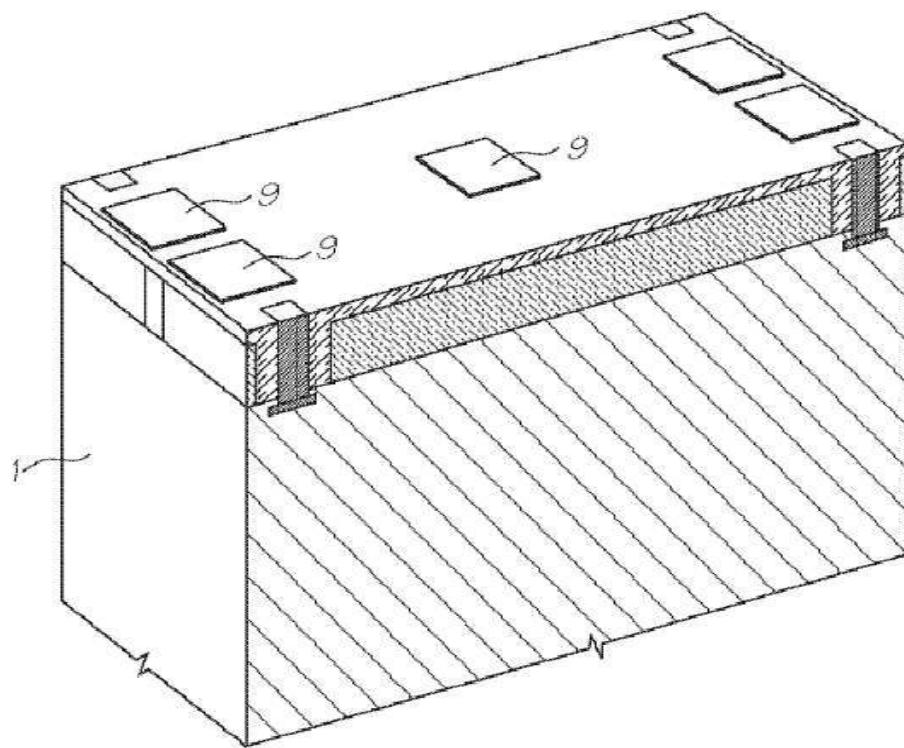
도면6



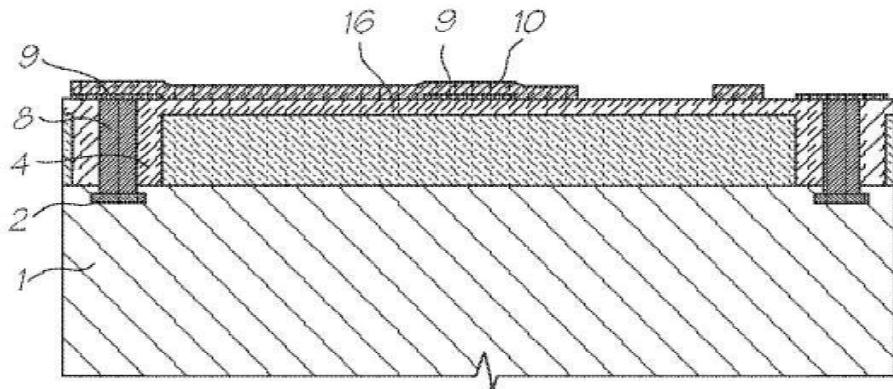
도면7



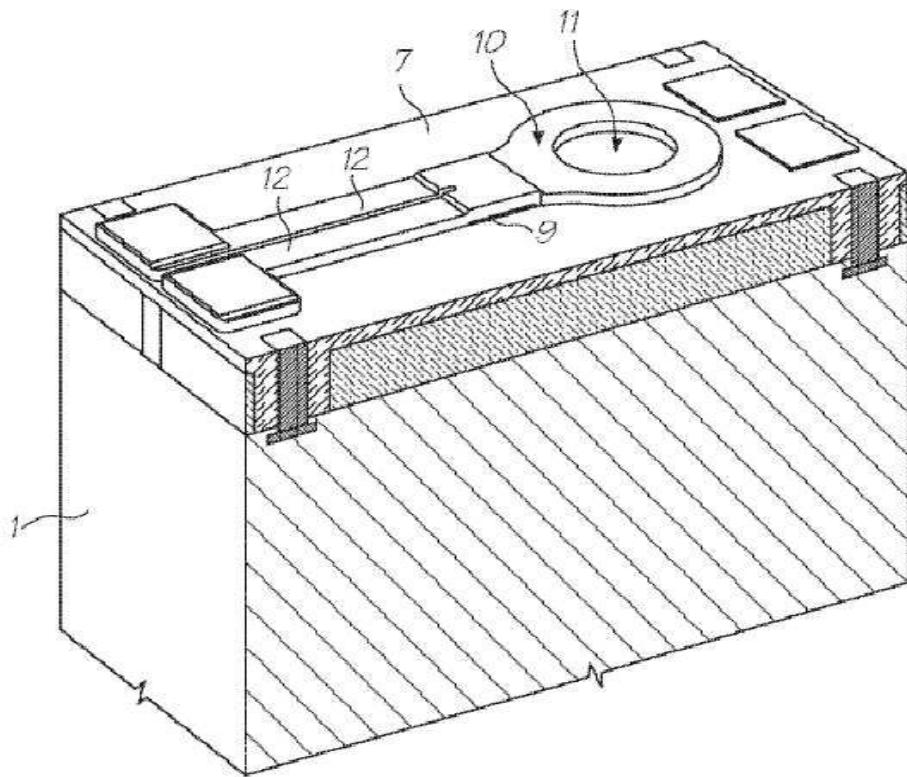
도면8



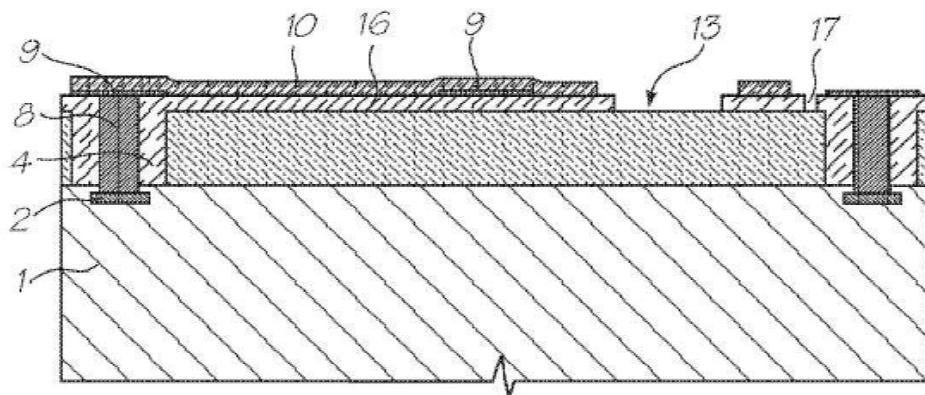
도면9



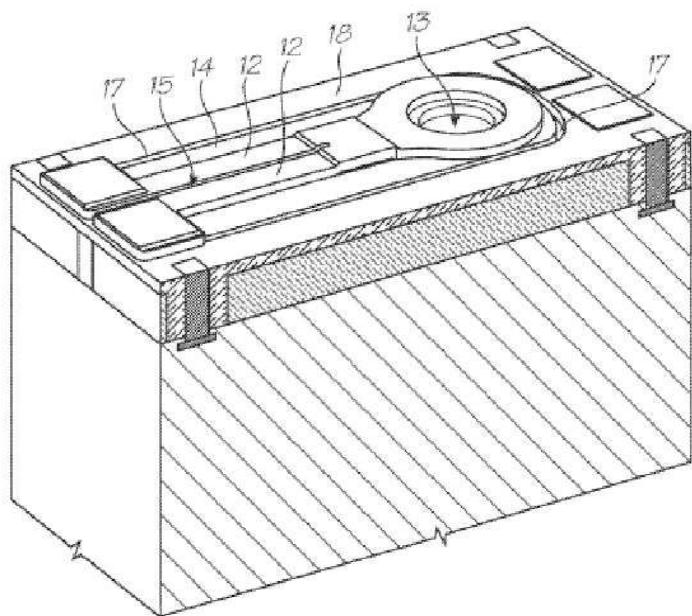
도면10



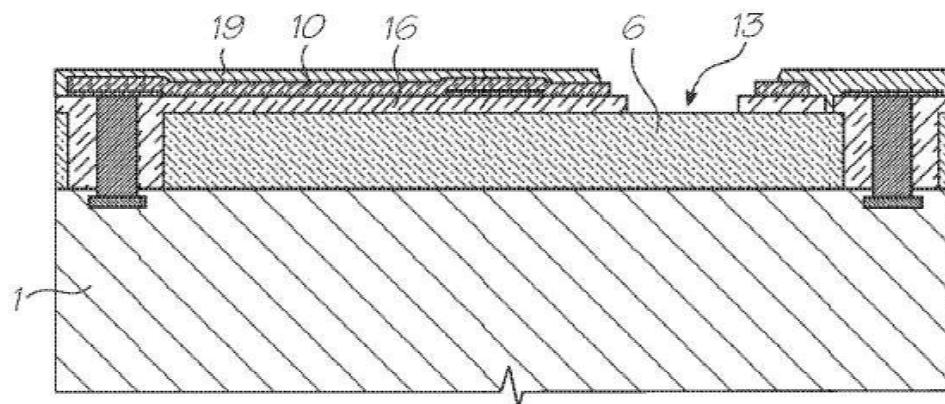
도면11



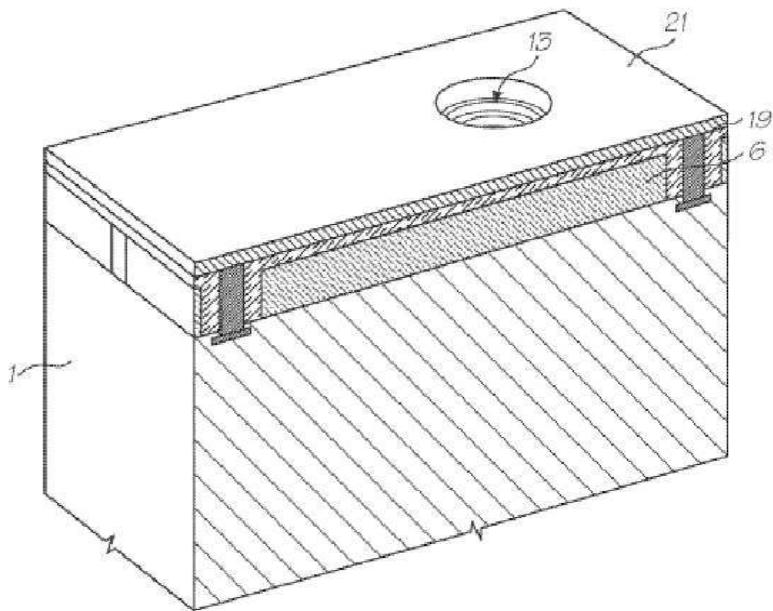
도면12



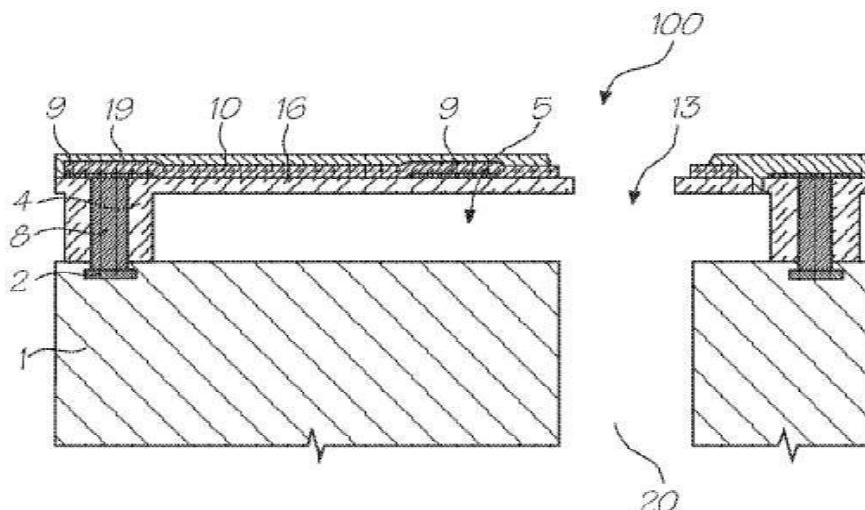
도면13



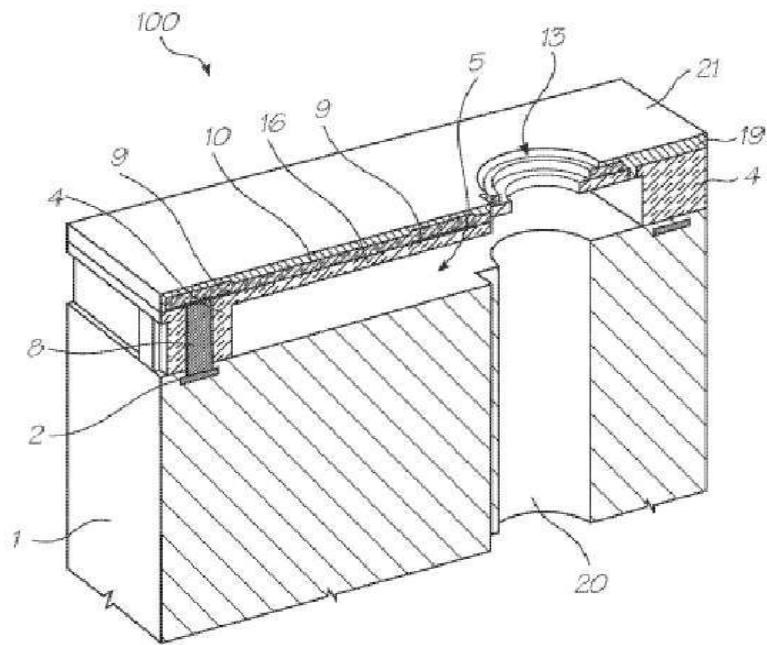
도면14



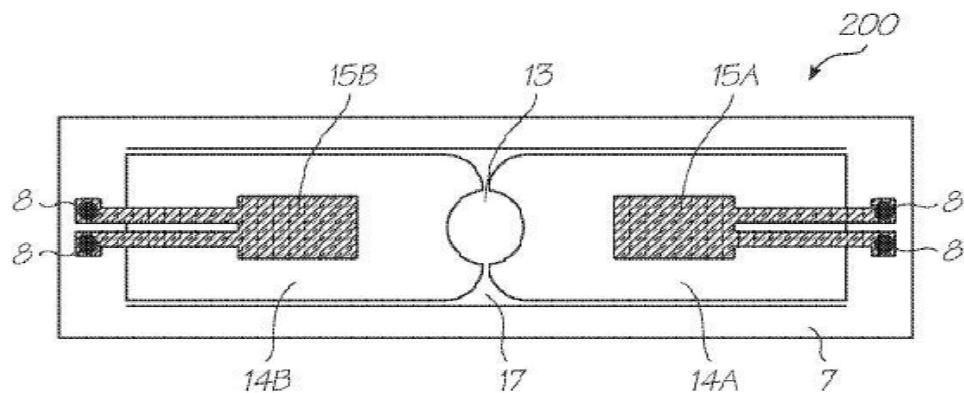
도면15



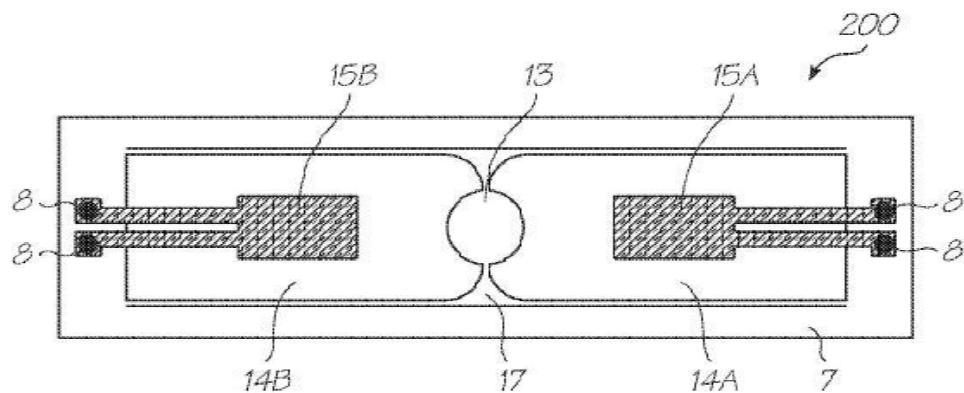
도면16



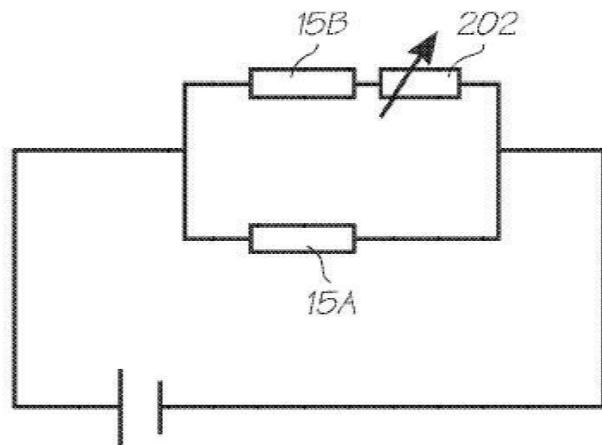
도면17



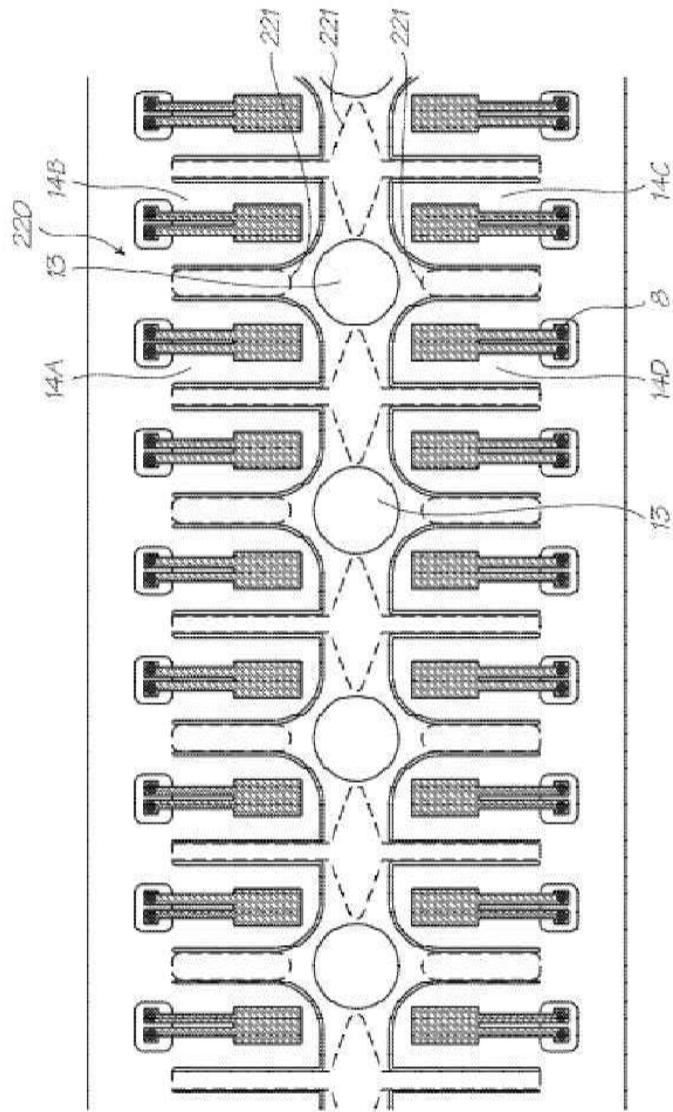
도면18



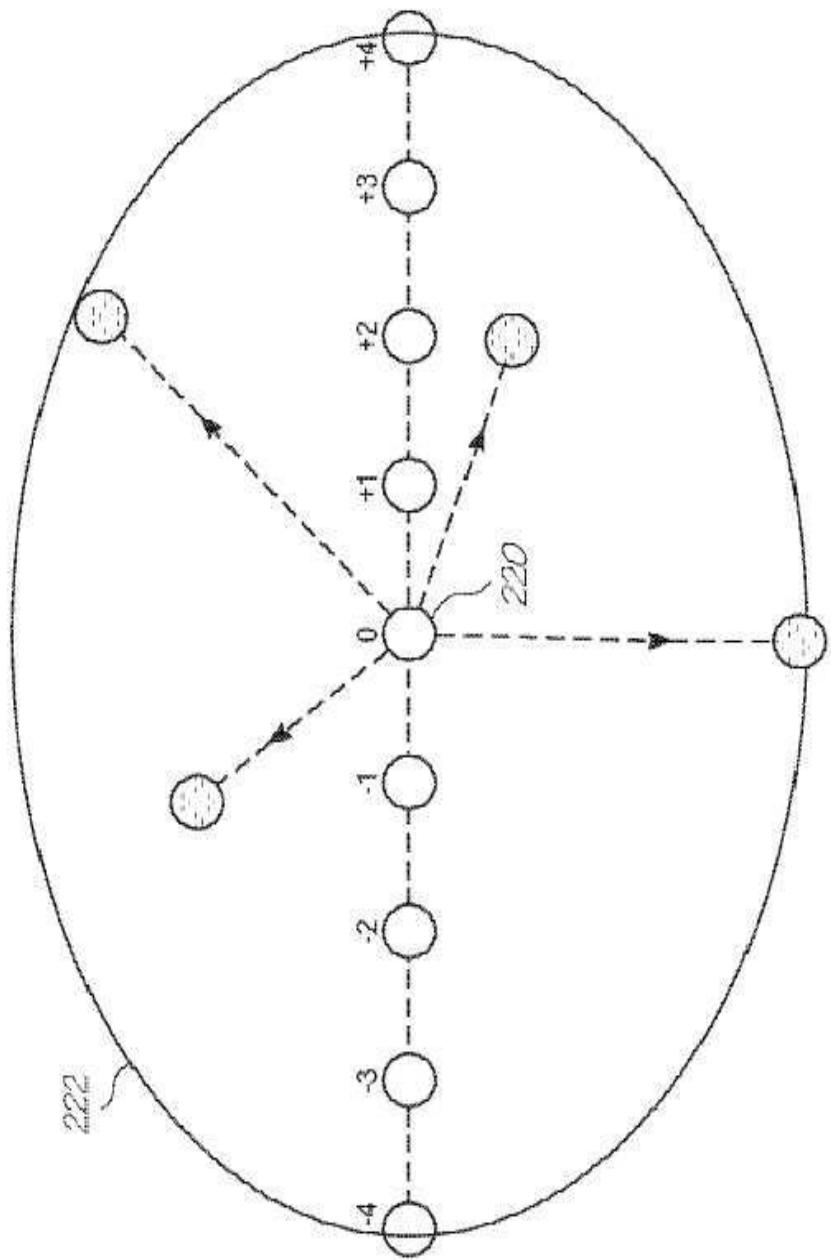
도면19



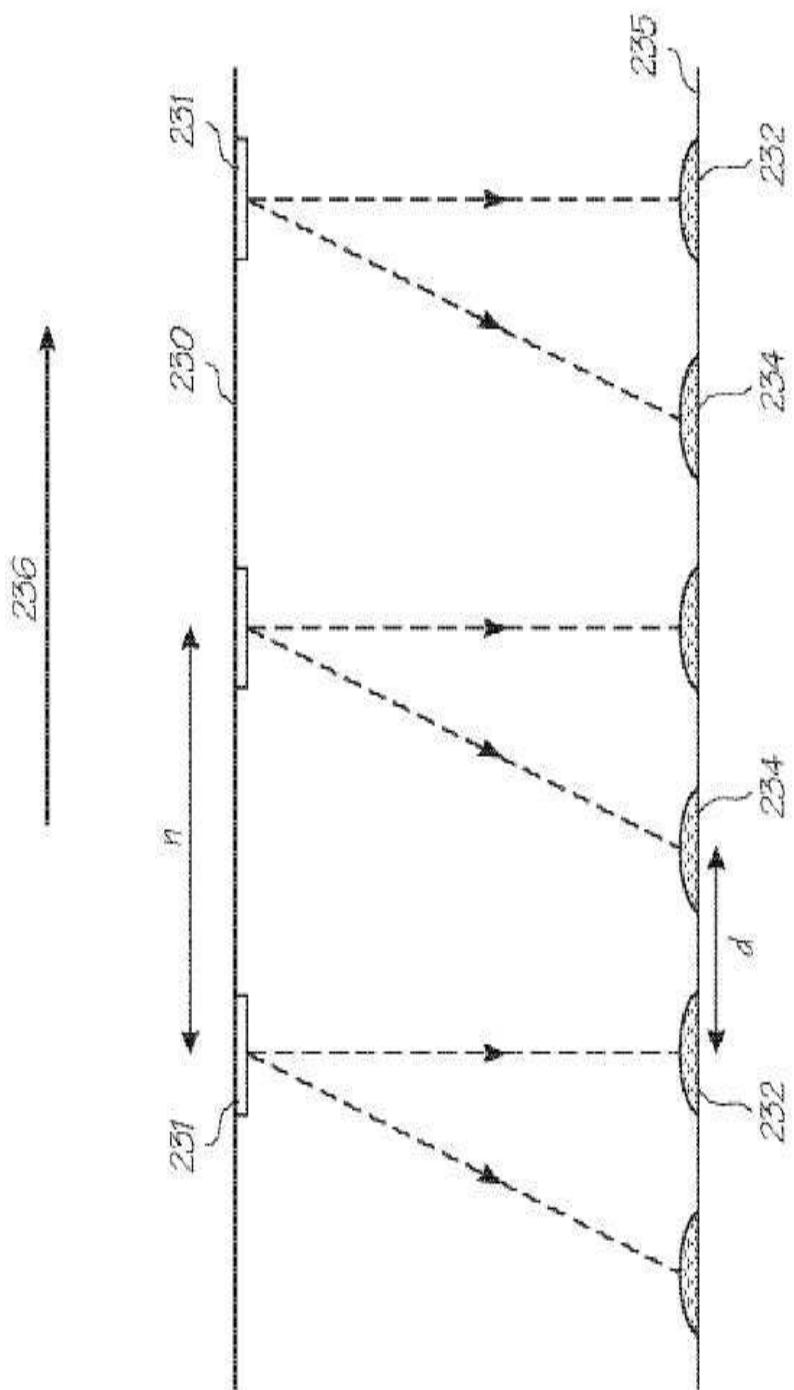
도면20



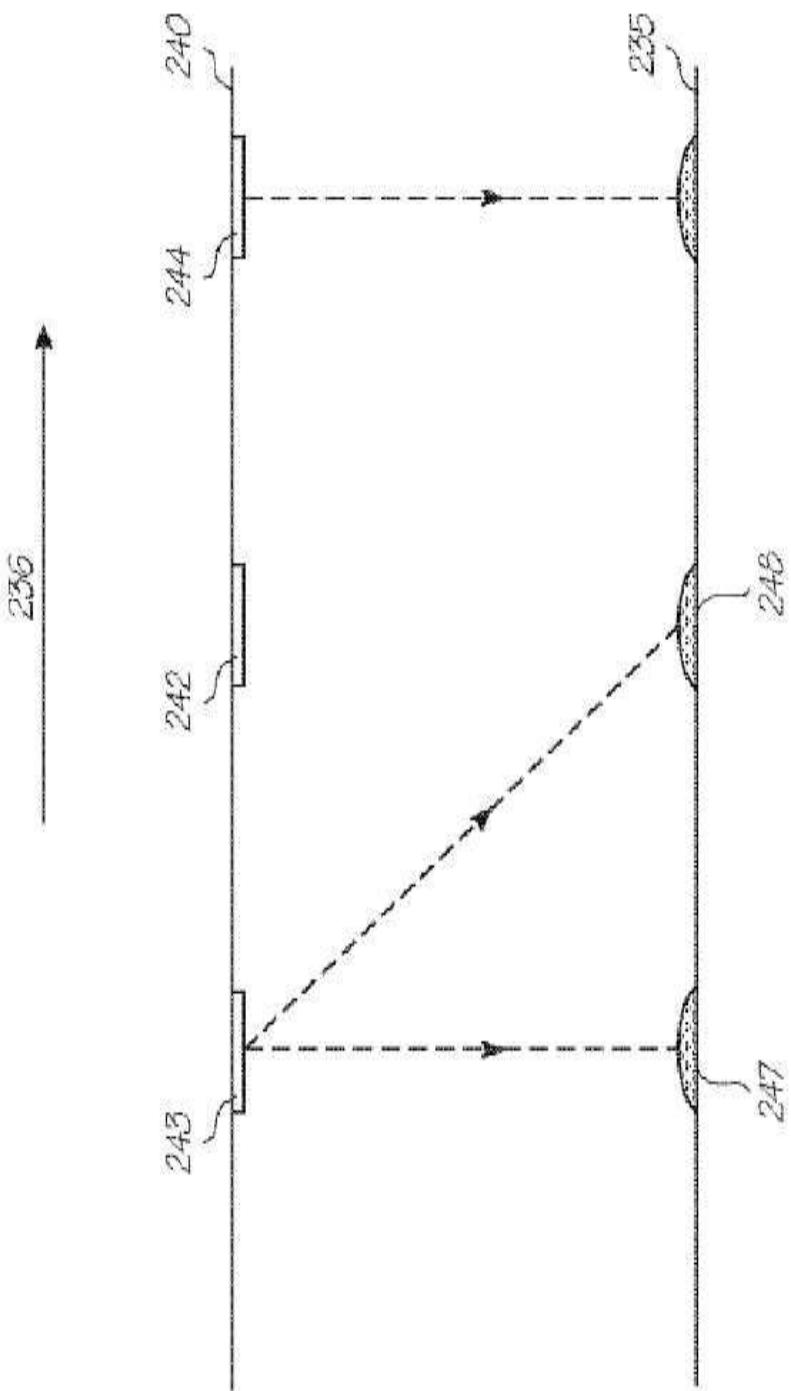
도면 21



도면22



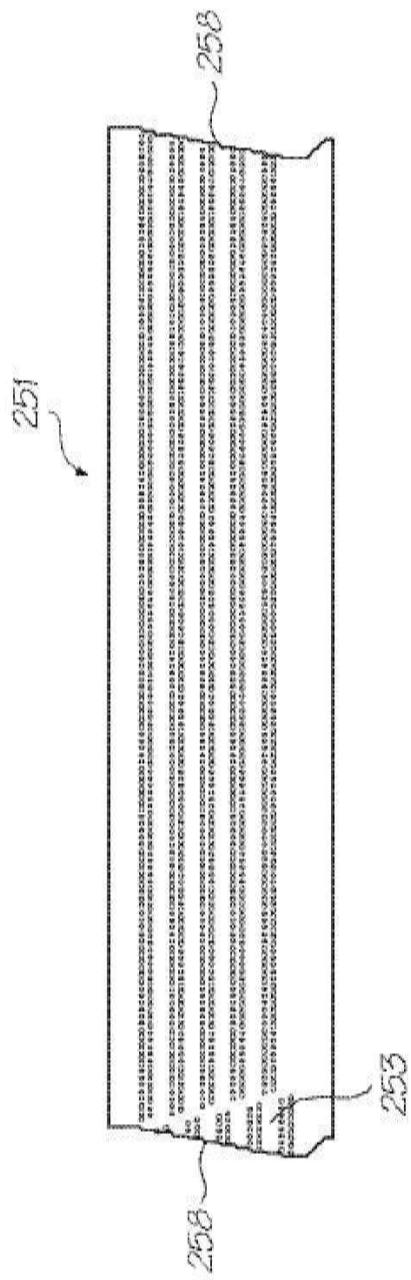
도면23



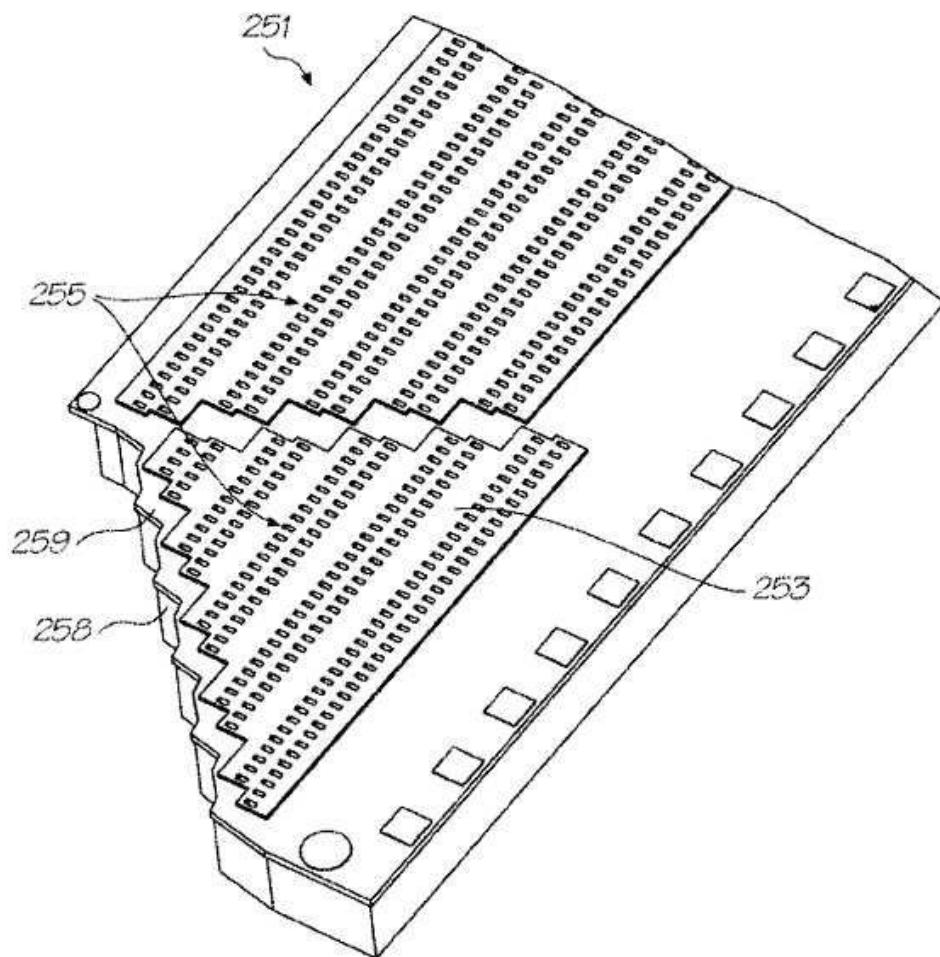
도면24



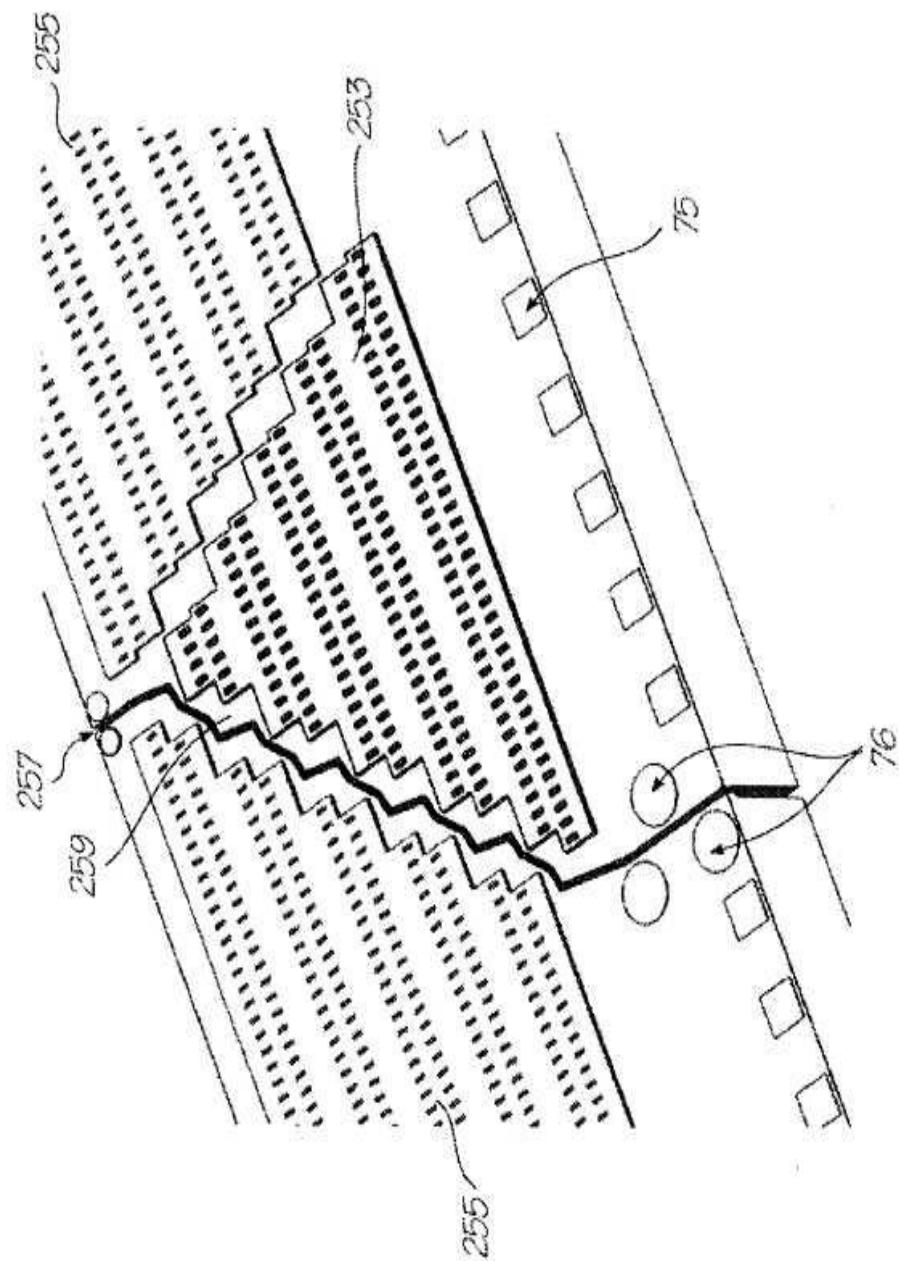
도면25



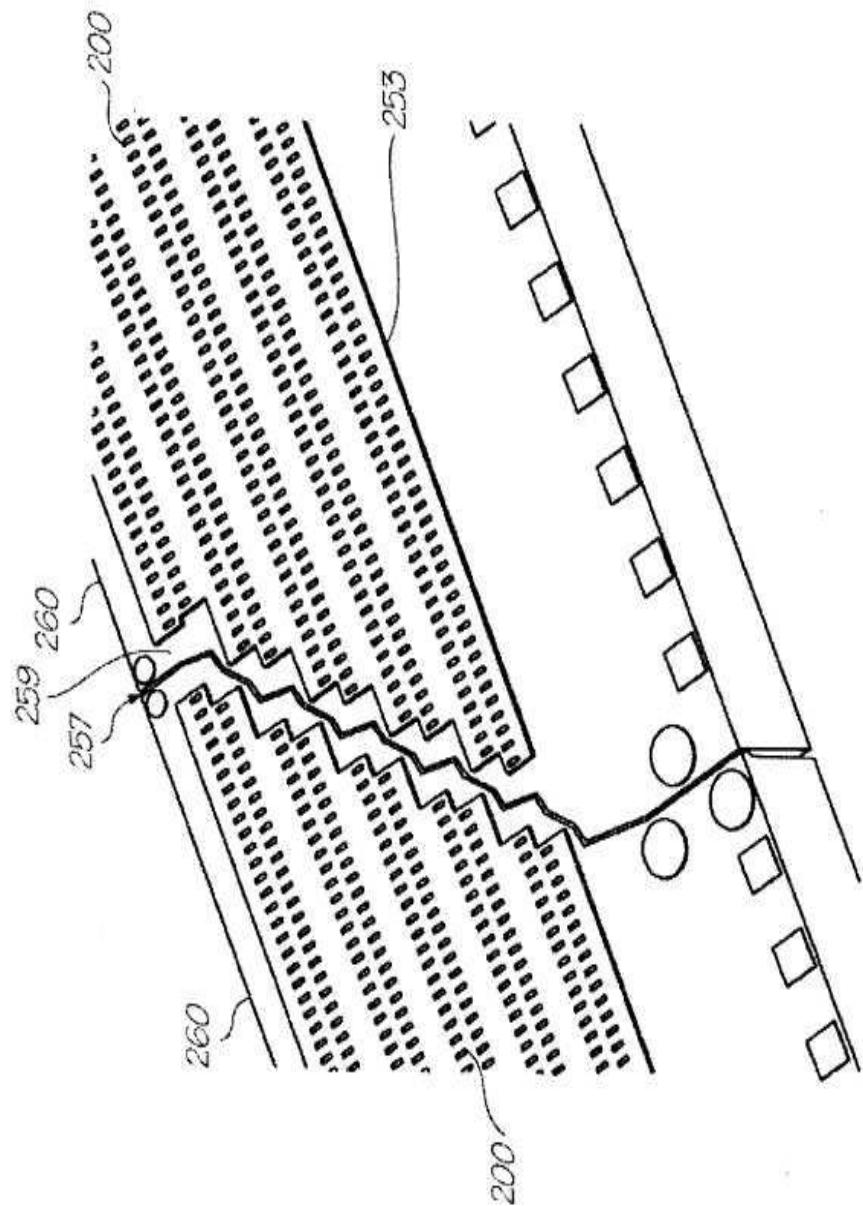
도면26



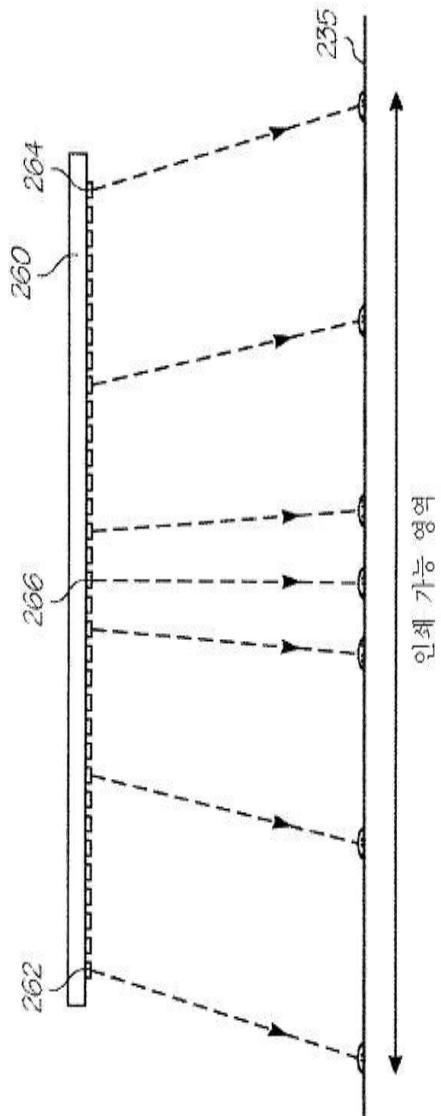
도면27



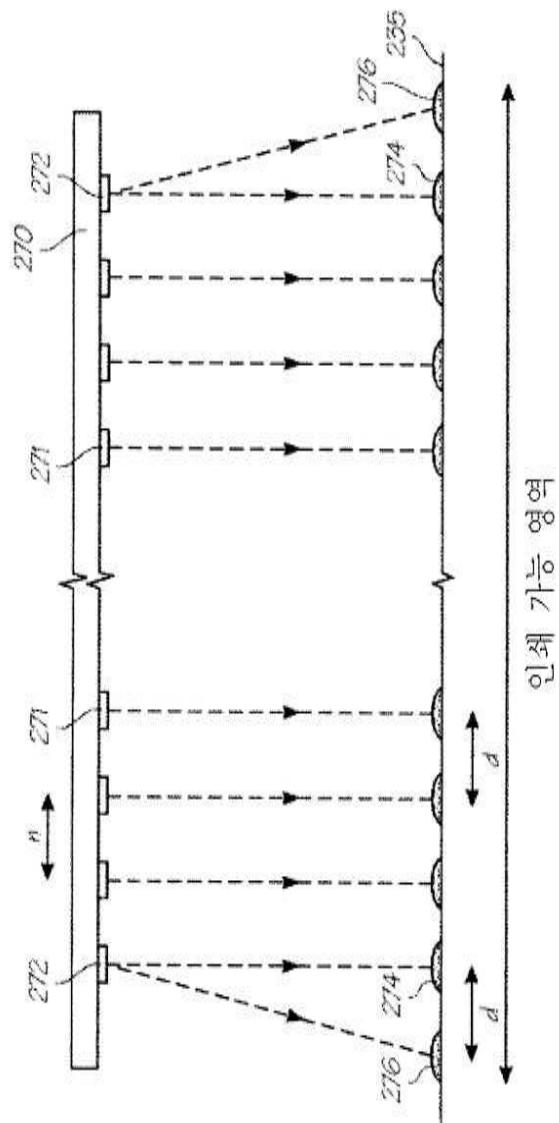
도면28



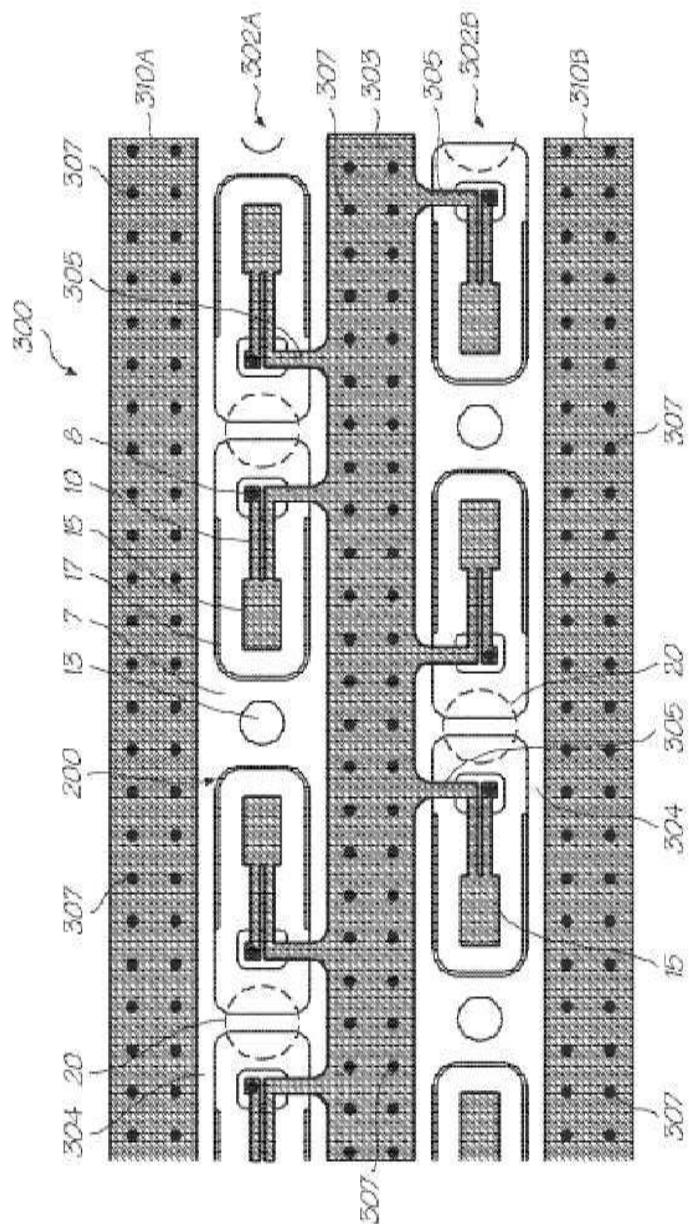
도면29



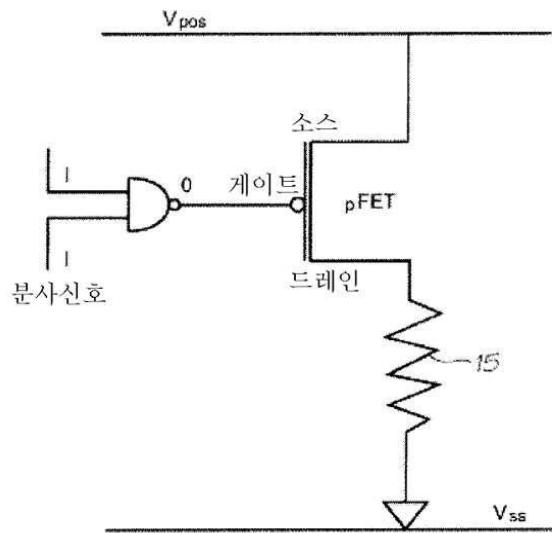
도면30



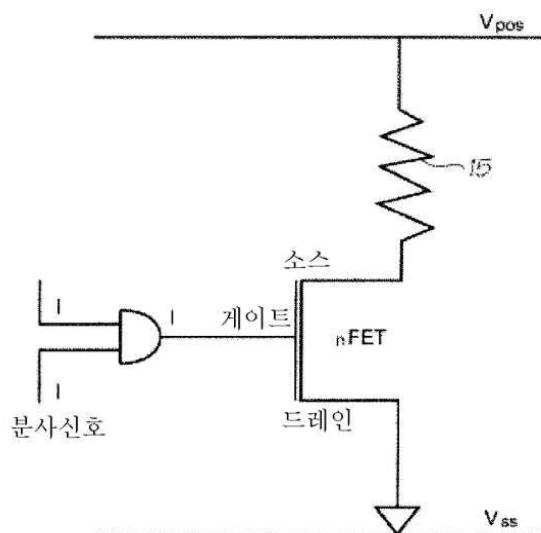
도면31



도면32



도면33



도면34

