



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0040239
(43) 공개일자 2012년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B41J 2/14 (2006.01) B41J 2/145 (2006.01)
B41J 2/175 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7003663
(22) 출원일자(국제) 2010년07월02일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2012년02월10일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/040938
(87) 국제공개번호 WO 2011/005699
국제공개일자 2011년01월13일
(30) 우선권주장
61/224,847 2009년07월10일 미국(US)

(71) 출원인
후지필름 디마틱스, 인크.
미국 뉴햄프셔 레바논 에트나 로드 109 (우 : 03766)
(72) 발명자
비블, 안드레아스
미국 94024 캘리포니아 로스 알토스 헤링턴 애브뉴 588
본 에센, 케빈
미국 95118 캘리포니아 샌어제이 트레나리 웨이 5074
호이징턴, 폴 에이.
미국 03755 뉴 햄프셔 하노버 밍크 드라이브 1
(74) 대리인
남상선

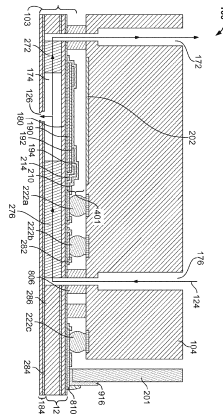
전체 청구항 수 : 총 117 항

(54) 발명의 명칭 조밀 충진을 위한 마이크로일렉트로메카닉스 시스템 젯팅 구조

(57) 요약

유체 분사기는 기관 및 상기 기관과 분리된 층을 포함하는 유체 분사 모듈을 포함한다. 상기 기관은 행렬로 정렬된 복수의 유체 분사 요소를 포함하고, 각각의 유체 분사 요소는 유체를 노즐로부터 분사시킬 수 있도록 구성된다. 기관과 분리된 층은 복수의 전기 연결부를 포함하고, 각각의 전기 연결부는 대응하는 유체 분사 요소에 인접한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

유체 분사 시스템으로서:

개별적으로 제어될 수 있는 복수의 유체 분사 요소 및 복수의 유체 분사 요소들이 작동되었을 때 유체를 분사하기 위한 복수의 노즐을 포함하는 프린트헤드 모듈을 포함하고, 상기 복수의 유체 분사 요소 및 복수의 노즐은 행과 열을 가지는 행렬(matrix)로 정렬되며, 1 평방 인치 미만의 영역 내에 550개 이상의 노즐이 있고, 그리고 상기 노즐들은 각각의 행(row) 내에서 균일하게 이격되는

유체 분사 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

1 평방 인치 미만의 영역 내에 550 내지 60,000 개의 노즐이 있는

유체 분사 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

1 평방 인치 미만의 영역 내에 약 1200 개의 노즐이 있는

유체 분사 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 밀도가 약 1200 dpi인

유체 분사 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 열은 프린트헤드 모듈의 폭을 따라서 정렬되고, 그 폭은 10 mm 미만이며, 상기 행은 프린트헤드 모듈의 길이를 따라서 정렬되고, 그 길이는 30 mm 내지 40 mm인

유체 분사 시스템.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 폭이 약 5 mm인

유체 분사 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 복수의 노즐은 0.1 pL 내지 100 pL의 액적 크기를 가지는 유체를 분사하도록 구성되는
유체 분사 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 프린트헤드 모듈이 실리콘을 포함하는
유체 분사 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 유체 분사 요소가 압전 부분을 포함하는
유체 분사 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
복수의 노즐을 포함하는 프린트헤드 모듈의 표면이 평행사변형으로서 형성되는
유체 분사 시스템.

청구항 11

제 1 항에 있어서,
상기 노즐의 폭이 15 μm 보다 큰
유체 분사 시스템.

청구항 12

제 1 항에 있어서,
행과 열 사이의 각도가 90 ° 미만인
유체 분사 시스템.

청구항 13

유체 분사 모듈로서:

내부에 형성된 복수의 노즐을 가지는 제 1 층;

대응 노즐에 각각 유체적으로 연결된 복수의 펌핑 챔버를 가지는 제 2 층; 그리고

연관된 노즐을 통해서 펌핑 챔버로부터 유체를 분사시킬 수 있게 각각 구성되는 복수의 유체 분사 요소를 포함하고,

상기 제 1 또는 제 2 층의 하나 이상은 광 형성이 가능한 필름을 포함하는

유체 분사 모듈.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

1 평방 인치 미만의 영역 내에 550 내지 60,000 개의 복수의 노즐이 있는

유체 분사 모듈.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 유체 분사 요소가 압전 부분을 포함하는

유체 분사 모듈

청구항 16

제 15 항에 있어서,

복수의 전기 연결부들을 포함하는 기관으로부터 분리된 층을 추가적으로 포함하고, 상기 전기 연결부들은 상기 압전 부분을 가로질러 바이어스를 인가하도록 구성되는

유체 분사 모듈

청구항 17

제 13 항에 있어서,

복수의 유체 경로를 더 포함하고, 각각의 유체 경로가 펌핑 챔버에 유체적으로 연결되는

유체 분사 모듈

청구항 18

제 7 항에 있어서,

복수의 펌핑 챔버 유입구 및 복수의 펌핑 챔버 배출구를 더 포함하고, 각각의 펌핑 챔버 유입구 및 각각의 펌핑 챔버 배출구가 복수의 유체 경로 중의 하나의 유체 경로에 유체적으로 연결되는

유체 분사 모듈

청구항 19

제 13 항에 있어서,
상기 펌핑 챔버는 행과 열을 가지는 행렬로 정렬되는
유체 분사 모듈

청구항 20

제 19 항에 있어서,
상기 행과 열 사이의 각도가 90 % 미만인
유체 분사 모듈

청구항 21

제 13 항에 있어서,
각각의 펌핑 챔버가 대략적으로 원형인
유체 분사 모듈

청구항 22

제 13 항에 있어서,
각각의 펌핑 챔버가 복수의 직선형 벽들을 구비하는
유체 분사 모듈

청구항 23

제 13 항에 있어서,
상기 광 형성 가능 필름은 포토폴리머, 드라이 필름 포토레지스트, 또는 광 형성 가능 폴리이미드를 포함하는
유체 분사 모듈

청구항 24

제 13 항에 있어서,
각각의 노즐의 폭이 15 μm 를 초과하는
유체 분사 모듈

청구항 25

제 13 항에 있어서,
상기 제 1 층의 두께가 50 μm 미만인
유체 분사 모듈

청구항 26

제 13 항에 있어서,

상기 제 2 층의 두께가 30 μm 미만인

유체 분사 모듈

청구항 27

유체 분사기로서:

기관 및 상기 기관에 의해서 지지되는 층을 포함하고,

상기 기관은 복수의 펌핑 챔버, 복수의 펌핑 챔버 유입구 및 펌핑 챔버 배출구, 그리고 및 복수의 노즐을 포함하고, 각각의 펌핑 챔버 유입구 및 펌핑 챔버 배출구가 복수의 펌핑 챔버들 중의 하나의 펌핑 챔버에 유체적으로 연결되고, 상기 복수의 펌핑 챔버, 복수의 펌핑 챔버 유입구, 및 복수의 펌핑 챔버 배출구는 평면을 따라서 위치되고, 그리고 각각의 펌핑 챔버가 노즐의 위쪽에 배치되고 그리고 그 노즐과 유체적으로 연결되며,

상기 층은 관통하는 복수의 유체 경로를 포함하고, 각각의 유체 경로는 복수의 유체 챔버 유입구 및 복수의 펌핑 챔버 배출구의 펌핑 챔버 유입구 또는 펌핑 챔버 배출구로부터 연장하고, 각각의 유체 경로는 상기 평면에 수직인 축선 및 복수의 유체 분사 요소를 따라서 연장하고, 각각의 유체 분사 요소는 대응하는 펌핑 챔버의 위쪽에 배치되고 그리고 노즐을 통해서 대응하는 펌핑 챔버로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성되는

유체 분사기.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

기관이 실리콘을 포함하는

유체 분사기.

청구항 29

제 27 항에 있어서,

상기 유체 분사 요소가 압전 부분을 포함하는

유체 분사기.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

복수의 전기 연결부를 포함하는 기관으로부터 분리된 층을 더 포함하고, 상기 전기 연결부들은 압전 부분에 걸쳐 바이어스를 인가하도록 구성되는

유체 분사기.

청구항 31

제 27 항에 있어서,

각 펌핑 챔버 유입구 또는 펌핑 챔버 배출구의 폭은 펌핑 챔버의 각각의 폭의 10% 미만인 유체 분사기.

청구항 32

제 27 항에 있어서,
상기 펌핑 챔버 유입구 및 펌핑 챔버 배출구는 동일한 축선을 따라서 연장하는 유체 분사기.

청구항 33

제 32 항에 있어서,
각각의 펌핑 챔버 유입구 또는 펌핑 챔버 배출구의 폭은 각각의 유체 경로의 폭 보다 좁은 유체 분사기.

청구항 34

제 27 항에 있어서,
상기 펌핑 챔버들이 행과 열을 가지는 행렬로 정렬되는 유체 분사기.

청구항 35

제 34 항에 있어서,
상기 행과 열 사이의 각도는 90° 미만인 유체 분사기.

청구항 36

제 27 항에 있어서,
각각의 펌핑 챔버가 대략적으로 원형인 유체 분사기.

청구항 37

제 27 항에 있어서,
각 펌핑 챔버가 복수의 직선형 벽들을 구비하는 유체 분사기.

청구항 38

유체 분사기로서:

기관 및 층을 포함하고,

상기 기관은 복수의 펌핑 챔버 및 복수의 노즐을 포함하고, 각각의 펌핑 챔버가 상기 노즐의 위쪽에 배치되고 그리고 그 노즐과 유체적으로 연결되며,

상기 층은 노즐의 반대쪽에 위치하는 기관의 측부 상에 위치하고 그리고 복수의 유체 분사 요소를 포함하며, 각각의 유체 분사 요소는 대응 펌핑 챔버에 인접하고 그리고 대응 노즐을 통해서 대응 펌핑 챔버로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성되며, 상기 유체 분사 요소로부터 상기 노즐까지의 거리가 30 μm 미만인

유체 분사기.

청구항 39

제 38 항에 있어서,

상기 거리가 약 25 μm 인

유체 분사기.

청구항 40

제 38 항에 있어서,

상기 기관이 실리콘을 포함하는

유체 분사기.

청구항 41

제 38 항에 있어서,

상기 유체 분사 요소가 압전 부분을 포함하는

유체 분사기.

청구항 42

제 41 항에 있어서,

복수의 전기 연결부를 포함하는 기관으로부터 분리된 층을 더 포함하고, 상기 전기적 연결부는 상기 압전 부분에 걸쳐 바이어스를 인가하도록 구성되는

유체 분사기.

청구항 43

제 38 항에 있어서,

각각의 펌핑 챔버가 대응하는 유체 분사 요소로부터 대응하는 노즐까지의 거리의 80% 이상인 두께를 통해서 연장하는

유체 분사기.

청구항 44

제 38 항에 있어서,
상기 각각의 펌핑 챔버의 높이가 상기 펌핑 챔버의 가장 짧은 폭의 50% 미만인
유체 분사기.

청구항 45

제 38 항에 있어서,
상기 펌핑 챔버가 행과 열을 가지는 행렬로 정렬되는
유체 분사기.

청구항 46

제 45 항에 있어서,
상기 행과 열 사이의 각도가 90° 미만인
유체 분사기.

청구항 47

제 38 항에 있어서,
각 펌핑 챔버가 대략적으로 원형인
유체 분사기.

청구항 48

제 38 항에 있어서,
각 펌핑 챔버가 복수의 직선형 벽들을 구비하는
유체 분사기.

청구항 49

유체 분사기로서:
복수의 펌핑 챔버 및 복수의 노즐을 포함하는 기관을 포함하고, 각각의 펌핑 챔버는 노즐의 위쪽에 위치되고 그
리고 그 노즐과 유체적으로 연결되며, 상기 펌핑 챔버들의 폭은 약 $250\ \mu\text{m}$ 이고, 기관의 평방 인치 당 1,000 개
보다 많은 펌핑 챔버가 존재하는
유체 분사기.

청구항 50

제 49 항에 있어서,
상기 기관이 실리콘을 포함하는

유체 분사기.

청구항 51

제 49 항에 있어서,

상기 유체 분사 요소는 압전 부분을 포함하는

유체 분사기.

청구항 52

제 51 항에 있어서,

복수의 전기 연결부를 포함하는 기관으로부터 독립된 층을 더 포함하고, 상기 전기 연결부들은 상기 압전 부분에 걸쳐 바이어스를 인가하도록 구성되는

유체 분사기.

청구항 53

제 49 항에 있어서,

상기 펌핑 챔버가 행과 열을 가지는 행렬로 정렬되는

유체 분사기.

청구항 54

제 53 항에 있어서,

상기 행과 열 사이의 각도가 90° 미만인

유체 분사기.

청구항 55

제 49 항에 있어서,

각각의 펌핑 챔버가 대략적으로 원형인

유체 분사기.

청구항 56

제 49 항에 있어서,

각 펌핑 챔버가 복수의 직선형 벽들을 구비하는

유체 분사기.

청구항 57

유체 분사기로서:

기관을 포함하는 유체 분사 모듈, 그리고 및 상기 기관으로부터 독립된 층을 포함하며,

상기 기관은 행렬로 정렬된 복수의 유체 분사 요소를 포함하고, 각각의 유체 분사 요소는 노즐로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성되며,

상기 기관으로부터 독립된 층은 복수의 전기 연결부들을 포함하고, 각각의 전기 연결부는 대응하는 유체 분사 요소에 인접하는

유체 분사기.

청구항 58

제 57 항에 있어서,

상기 층이 관통하는 복수의 유체 경로를 더 포함하는

유체 분사기.

청구항 59

제 57 항에 있어서,

복수의 유체 경로가 배리어 물질로 코팅되는

유체 분사기.

청구항 60

제 59 항에 있어서,

상기 배리어 물질이 티타늄, 탄탈륨, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물, 또는 실리콘 산화물을 포함하는

유체 분사기.

청구항 61

제 57 항에 있어서,

상기 층과 유체 분사 모듈 사이의 배리어 층을 더 포함하는

유체 분사기.

청구항 62

제 61 항에 있어서,

상기 배리어 층이 SU8을 포함하는

유체 분사기.

청구항 63

제 57 항에 있어서,

상기 층은 복수의 집적된 스위칭 요소를 포함하는
유체 분사기.

청구항 64

제 63 항에 있어서,
상기 층은 복수의 집적된 스위칭 요소들을 제어하도록 구성된 로직을 더 포함하는
유체 분사기.

청구항 65

제 63 항에 있어서,
상기 각각의 유체 분사 요소는 하나 이상의 스위칭 요소에 인접하여 위치되는
유체 분사기.

청구항 66

제 65 항에 있어서,
유체 분사 요소마다 2개의 스위칭 요소가 존재하는
유체 분사기.

청구항 67

제 57 항에 있어서,
복수의 골드 범프를 더 포함하고, 각각의 골드 범프는 유체 분사 요소의 전극과 접촉하도록 구성되는
유체 분사기.

청구항 68

제 67 항에 있어서,
상기 전극이 링 전극인
유체 분사기.

청구항 69

유체 분사기로서:
유체 분사 모듈 및 집적된 회로 삽입체를 포함하고,
상기 유체 분사 모듈은 제 1의 복수의 유체 경로 및 복수의 유체 분사 요소를 구비하는 기판을 포함하며, 각 유체 분사 요소는 연관된 유체 경로의 노즐로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성되고,
상기 집적된 회로 삽입체는 제 1의 복수의 유체 경로와 유체 연결된 제 2의 복수의 유체 경로를 포함하며, 상기 유체 분사 모듈의 전기적 연결이 유체 분사 모듈로 전송된 신호를 집적된 회로 삽입체로 전달할 수 있도록, 상

기 집적된 회로 삽입체에서 프로세싱될 수 있게 하도록, 그리고 유체 분사 모듈로 출력되어 복수의 유체 분사 요소 중 하나 이상을 구동시킬 수 있게 하도록, 상기 집적된 회로 삽입체가 유체 분사 모듈과 전기적으로 연결되는

유체 분사기.

청구항 70

제 69 항에 있어서,

상기 제 2의 복수의 유체 경로가 배리어 물질로 코팅되는

유체 분사기.

청구항 71

제 69 항에 있어서,

상기 배리어 물질이 티타늄, 탄탈륨, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물, 또는 실리콘 산화물을 포함하는

유체 분사기.

청구항 72

제 69 항에 있어서,

상기 집적된 회로 삽입체와 상기 유체 분사 모듈 사이의 배리어 층을 더 포함하는

유체 분사기.

청구항 73

제 72 항에 있어서,

상기 배리어 층은 SU8을 포함하는

유체 분사기.

청구항 74

제 69 항에 있어서,

상기 집적된 회로 삽입체가 복수의 집적된 스위칭 요소를 포함하는

유체 분사기.

청구항 75

제 74 항에 있어서,

상기 집적된 회로 삽입체는 복수의 집적된 스위칭 요소를 제어하도록 구성된 로직을 더 포함하는

유체 분사기.

청구항 76

제 74 항에 있어서,
각각의 유체 분사 요소가 하나 이상의 스위칭 요소에 인접하여 위치되는
유체 분사기.

청구항 77

제 76 항에 있어서,
상기 유체 분사 요소마다 2개의 스위칭 요소가 존재하는
유체 분사기.

청구항 78

제 69 항에 있어서,
복수의 골드 범프를 더 포함하고, 각각의 골드 범프는 유체 분사 요소의 전극과 접촉하도록 구성되는
유체 분사기.

청구항 79

제 78 항에 있어서,
상기 전극이 링 전극인
유체 분사기.

청구항 80

유체 분사기로서:
유체 분사 모듈 및 집적된 회로 삽입체를 포함하고,
상기 유체 분사 모듈은 복수의 유체 경로를 가지는 기관을 포함하고, 각각의 유체 경로는 노즐과 유체 연결되는
펌핑 챔버, 및 및 복수의 유체 분사 요소를 포함하고, 각각의 유체 분사 요소는 연관된 유체 경로의 노즐로부터
유체를 분사시킬 수 있도록 구성되며, 축선이 펌핑 챔버 및 노즐을 통해서 제 1 방향으로 연장하며,
상기 집적된 회로 삽입체가 복수의 집적된 스위칭 요소를 포함하고, 복수의 집적된 스위칭 요소의 각각이 제 1
방향을 따라서 복수의 펌핑 챔버 중의 하나의 펌핑 챔버와 정렬되도록, 집적된 회로 삽입체가 유체 분사 모듈
상에 장착되고, 유체 분사 모듈의 전기 연결부가 유체 분사 모듈로 전송된 신호를 집적된 회로 삽입체로 전달할
수 있도록, 집적된 회로 삽입체에서 프로세싱될 수 있도록, 그리고 유체 분사 모듈로 출력되어 복수의 유체 분
사 요소 중 하나 이상을 구동할 수 있도록, 집적된 스위칭 요소가 유체 분사 모듈과 전기적으로 연결되는
유체 분사기.

청구항 81

제 80 항에 있어서,
상기 집적된 회로 삽입체는 관통하는 복수의 유체 경로를 더 포함하는

유체 분사기.

청구항 82

제 81 항에 있어서,

각각의 펌핑 챔버가 하나 이상의 유체 경로와 유체적으로 연결되고, 하나 이상의 유체 경로가 제 2 축선을 따라서 제 1 방향으로 연장하고, 상기 제 2 축선은 펌핑 챔버를 통해서 연장하는 축선과 상이한

유체 분사기.

청구항 83

제 81 항에 있어서,

각각의 펌핑 챔버가 2개의 유체 경로와 유체적으로 연결되는

유체 분사기.

청구항 84

제 80 항에 있어서,

복수의 유체 경로가 배리어 물질로 코팅되는

유체 분사기.

청구항 85

제 84 항에 있어서,

상기 배리어 물질이 티타늄, 탄탈륨, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물, 또는 실리콘 산화물을 포함하는

유체 분사기.

청구항 86

제 80 항에 있어서,

상기 집적된 회로 삽입체와 상기 유체 분사 모듈 사이의 배리어 층을 더 포함하는

유체 분사기.

청구항 87

제 86 항에 있어서,

상기 배리어 층이 SU8을 포함하는

유체 분사기.

청구항 88

제 80 항에 있어서,

상기 집적된 회로 삽입체는 복수의 집적된 스위칭 요소를 제어하도록 구성된 로직을 더 포함하는 유체 분사기.

청구항 89

제 88 항에 있어서,

유체 분사 요소마다 2개의 스위칭 요소가 존재하는

유체 분사기.

청구항 90

제 80 항에 있어서,

복수의 골드 범프를 더 포함하고, 각각의 골드 범프는 유체 분사 요소의 전극과 접촉하도록 구성되는 유체 분사기.

청구항 91

제 80 항에 있어서,

상기 전극이 링 전극인

유체 분사기.

청구항 92

유체 분사기로서:

유체 분사 모듈, 상기 유체 분사 모듈 상에 장착되고 그리고 상기 유체 분사 모듈과 전기적으로 연결되는 집적된 회로 삽입체, 그리고 상기 유체 분사 모듈과 전기적으로 연결된 가요성 요소를 포함하며,

상기 유체 분사 모듈은 복수의 유체 경로를 가지는 기관을 포함하고, 각각의 유체 경로는 노즐과 유체 연결된 펌핑 챔버, 및 복수의 유체 분사 요소를 포함하고, 각각의 유체 분사 요소는 연관된 유체 경로의 노즐로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성되며,

그에 따라, 유체 분사 모듈에 대한 전기적인 연결이 가요성 요소로부터 유체 분사 모듈로의 신호를 집적된 회로 삽입체로 전달할 수 있도록, 집적된 회로 삽입체에서 프로세싱될 수 있도록, 그리고 유체 분사 모듈로 출력되어 복수의 유체 분사 요소 중 하나 이상을 구동할 수 있는

유체 분사기.

청구항 93

제 92 항에 있어서,

상기 유체 분사 모듈이 랫지를 가지도록, 상기 집적된 회로 삽입체는 유체 분사 모듈의 폭 보다 좁은 폭을 가지며, 상기 가요성 요소는 유체 분사 모듈의 랫지에 부착되고 상기 랫지가 상기 집적된 회로 삽입체에 인접하는

유체 분사기.

청구항 94

제 92 항에 있어서,
상기 가요성 요소가 플라스틱 기관 상에 형성되는
유체 분사기.

청구항 95

제 92 항에 있어서,
상기 가요성 요소가 가요성 회로인
유체 분사기.

청구항 96

제 92 항에 있어서,
상기 가요성 요소 상의 전도성 요소에 인접하고 그리고 전기 전도적으로 소통하고 그리고 유체 분사 모듈 상의 전도성 요소에 인접하고 그리고 전기적으로 소통하는 전도성 물질을 더 포함하는
유체 분사기.

청구항 97

제 92 항에 있어서,
상기 기관이 실리콘을 포함하는
유체 분사기.

청구항 98

유체 분사기로서:
유체 분사 모듈, 상기 유체 분사 모듈에 장착되고 전기적으로 연결되는 집적된 회로 삽입체, 및 상기 유체 분사 모듈에 부착된 가요성 요소를 포함하며,
상기 유체 분사 모듈은 복수의 유체 경로를 가지는 기관을 포함하며, 각각의 유체 경로는 노즐과 유체 연결된 펌핑 챔버, 및 복수의 유체 분사 요소를 포함하며, 각각의 유체 분사 요소는 연관된 유체 경로의 노즐로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성되며,
상기 집적된 회로 삽입체가 랫지를 가지도록, 상기 집적된 회로 삽입체는 유체 분사 모듈의 폭 보다 큰 폭을 가지며,
상기 가요성 요소는 집적된 회로 삽입체의 랫지 주위로 벤딩되고 그리고 유체 분사 모듈에 인접하며, 상기 유체 분사 모듈의 전기적인 연결이 가요성 요소로부터 유체 분사 모듈로의 신호를 집적된 회로 삽입체로 전달할 수 있도록, 집적된 회로 삽입체에서 프로세싱될 수 있도록, 그리고 유체 분사 모듈로 출력되어 복수의 유체 분사 요소 중 하나 이상을 구동할 수 있도록, 가요성 요소가 유체 분사 모듈과 전기적으로 연결되는,

유체 분사기.

청구항 99

제 98 항에 있어서,

상기 가요성 요소는 상기 유체 분사 모듈의 제 1 표면에 인접하고, 상기 제 1 표면은 유체 분사 모듈의 제 2 표면에 수직이고, 상기 제 2 표면은 집적된 회로 삽입체에 인접하는

유체 분사기.

청구항 100

제 98 항에 있어서,

상기 가요성 요소가 플라스틱 기관 상에 형성되는

유체 분사기.

청구항 101

제 98 항에 있어서,

상기 가요성 요소가 가요성 회로인

유체 분사기.

청구항 102

제 98 항에 있어서,

상기 가요성 요소 상의 전도성 요소에 인접하고 그리고 전기 전도적으로 소통하며 그리고 유체 분사 모듈 상의 전도성 요소에 인접하고 그리고 전기적으로 소통하는 전도성 물질을 더 포함하는

유체 분사기.

청구항 103

제 98 항에 있어서,

상기 기관이 실리콘을 포함하는

유체 분사기.

청구항 104

유체 분사기로서:

유체 공급부 및 유체 복귀부, 유체 분사 조립체, 그리고 하우징 부품을 포함하며,

상기 유체 분사 조립체는 제 1 방향으로 연장하는 복수의 제 1 유체 경로, 상기 제 1 방향으로 연장하는 복수의 제 2 유체 경로, 및 복수의 펌핑 챔버를 포함하고, 각각의 펌핑 챔버는 하나의 제 1 유체 경로 및 하나의 제 2 유체 경로에 유체적으로 연결되며,

상기 하우징 부품은 복수의 유체 유입구 통로 및 복수의 유체 배출구 통로를 포함하고, 각각의 유체 유입구 통

로는 제 2 방향을 따라 연장하고 그리고 상기 공급부를 하나 또는 둘 이상 제 1 유체 경로와 연결하며, 그리고 복수의 유체 배출구 통로의 각각은 제 2 방향을 따라서 연장하고 그리고 상기 복귀부를 하나 또는 둘 이상 제 2 유체 경로와 연결하며, 상기 제 1 방향은 상기 제 2 방향에 수직이 되는 유체 분사기.

청구항 105

제 104 항에 있어서,
상기 유체 분사 조립체는 실리콘 기판을 포함하는 유체 분사기.

청구항 106

제 104 항에 있어서,
상기 제 1 유체 경로는 상기 제 2 유체 경로와 동일한 형상을 가지는 유체 분사기.

청구항 107

제 104 항에 있어서,
상기 유체 유입구 통로는 상기 유체 배출구 통로와 동일한 형상을 가지는 유체 분사기.

청구항 108

제 104 항에 있어서,
각각의 유체 유입구 통로 및 유체 배출구 통로가 상기 하우징 부품의 폭의 80% 이상으로 연장하는 유체 분사기.

청구항 109

유체 분사기 제조 방법으로서:
복수의 펌핑 챔버를 형성하기 위해서 웨이퍼를 패터닝하는 단계로서, 상기 펌핑 챔버의 폭이 약 250 μm 이고, 상기 웨이퍼의 평방 인치당 1,000 개 초과인 펌핑 챔버가 존재하는, 패터닝 단계; 그리고
3개 초과인 다이들이 웨이퍼의 평방 인치마다 형성되도록 웨이퍼를 복수의 다이들로 컷팅하는 단계를 포함하는 유체 분사기 제조 방법.

청구항 110

제 109 항에 있어서,
상기 웨이퍼가 6-인치 직경의 원이고, 그리고 300개 이상의 펌핑 챔버를 각각 가지는 40개 이상의 다이가 상기 웨이퍼 상에 형성되는

유체 분사기 제조 방법.

청구항 111

제 109 항에 있어서,
상기 웨이퍼가 6-인치 직경을 가지는 원이며, 그리고 상기 88개의 다이가 웨이퍼로부터 형성되는
유체 분사기 제조 방법.

청구항 112

제 109 항에 있어서,
상기 각각의 다이가 사변형 형상을 가지는
유체 분사기 제조 방법.

청구항 113

제 112 항에 있어서,
각각의 다이가 평행사변형 형상인
유체 분사기 제조 방법.

청구항 114

제 113 항에 있어서,
상기 평행사변형의 하나 이상의 모서리가 90 ° 미만의 각도를 형성하는
유체 분사기 제조 방법.

청구항 115

제 109 항에 있어서,
압전 액추에이터가 각각의 펌핑 챔버와 연관되는
유체 분사기 제조 방법.

청구항 116

제 1 항에 있어서,
상기 행렬이 80개의 열과 18개의 행을 포함하는
유체 분사 시스템.

청구항 117

제 1 항에 있어서,

한 번의 패스에서 유체의 액적이 노즐로부터 매체 상으로 분배되어 600 dpi 보다 큰 밀도로 매체 상에 픽셀의 라인들을 형성하도록, 행렬이 구성되는

유체 분사 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본원 발명은 일반적으로 유체 분사에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 마이크로일렉트로메카니칼(미세전기기계적) 시스템, 또는 MEMS-기반형 장치(소자)가 가속도계, 자이로스코프, 압력 센서 또는 트랜스듀서, 디스플레이, 광학적 스위치, 및 유체 분사기와 같은 다양한 용도에서 사용될 수 있다. 통상적으로, 하나 또는 둘 이상의 개별적인 장치들이 하나의 다이 상에서, 예를 들어 절연 물질, 반도체 물질 또는 그 물질들의 조합으로 형성된 다이 상에서 형성된다. 다이는 포토리소그래피, 증착 및 에칭과 같은 반도체 프로세싱 기술을 이용하여 프로세싱될 수 있다.

[0003] 유체 분사 장치는 노즐로부터 매체 상으로 유체 액적(droplet)을 각각 분사할 수 있는 복수의 MEMS 장치를 가질 수 있다. 유체 액적을 분사하기 위해서 기계적인 기반의 액츄에이터를 이용하는 일부 장치들에서, 노즐들은 유체 펌핑 챔버를 포함하는 유체 경로에 유체적으로 각각 연결된다. 유체 펌핑 챔버는 액츄에이터에 의해서 작동되고, 상기 액츄에이터는 펌핑 챔버의 부피를 일시적으로 변화시키고 그리고 유체 액적의 분사를 유발한다. 매체가 다이에 대해서 상대적으로 이동될 수 있다. 특정 노즐로부터의 유체 액적의 분사는 유체 액적을 매체상의 목표된 위치에 배치하기 위해서 매체의 운동과 타이밍이 맞춰진다(timed).

[0004] 제조 방법이 개선됨에 따라, 유체 분사 모듈 내의 노즐의 밀도가 증대된다. 예를 들어, 실리콘 웨이퍼 상에 제조된 MEMS-기반 장치는 작은 풋프린트(footprint)로 그리고 이전의 다이에서 보다 더 증대된 노즐 밀도로 다이 내에 형성된다. 작은 다이를 구축하는데 있어서의 하나의 장애물은 그러한 장치의 적은 풋프린트가 다이 상의 전기 콘택들이 이용할 수 있는 영역을 감소시킬 수 있다는 것이다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0005] 일반적으로, 유체 분사 시스템은 개별적으로 제어될 수 있는 복수의 유체 분사 요소들 및 복수의 유체 분사 요소들이 작동되었을 때 유체를 분사하기 위한 복수의 노즐을 포함하는 프린트헤드 모듈을 포함하고, 상기 복수의 유체 분사 요소 및 복수의 노즐은 행과 열을 가지는 행렬(matrix)로 정렬되며, 이때 1 평방 인치 미만의 영역 내에 550 개 이상의 노즐이 있고, 그리고 노즐들은 각각의 행(row) 내에서 균일하게 이격된다.

[0006] 이러한 그리고 다른 실시예들은 이하의 특징들 중 하나 또는 둘 이상을 선택적으로 포함할 수 있다. 1 평방 인치 미만의 영역 내에 550 내지 60,000 개의 노즐이 있을 수 있다. 1 평방 인치 미만의 영역 내에 약 1200 개의 노즐이 있을 수 있다. 행렬은 80개의 열과 18개의 행을 포함할 수 있다. 유체의 액적이 노즐로부터 매체 상으로 분배되어 한 번의 패스(pass; 통과)에서 600 dpi 보다 큰 밀도로 매체 상에 픽셀의 라인들을 형성할 수 있도록, 행렬은 구성될 수 있다. 그 밀도가 약 1200 dpi가 될 수 있다. 열은 프린트헤드 모듈의 폭을 따라서 정렬될 수 있고, 그 폭은 10 mm 미만이며, 행은 프린트헤드 모듈의 길이를 따라서 정렬될 수 있고, 그 길이는 30 mm 내지 40 mm이다. 그 폭은 약 5 mm이다. 복수의 노즐은 0.1pL 내지 100pL의 액적 크기를 가지는 유체를 분사하

도록 구성될 수 있다. 프린트헤드 모듈은 실리콘을 포함할 수 있다. 유체 분사 요소는 압전 부분을 포함할 수 있다. 복수의 노즐을 포함하는 프린트헤드의 표면은 평행사변형으로서 형성될 수 있다. 노즐의 폭이 15 μm 보다 클 수 있다. 행과 열 사이의 각도는 90 ° 미만일 수 있다.

[0007] 일반적으로, 하나의 양태에서, 유체 분사 모듈은 내부에 형성된 복수의 노즐을 가지는 제 1 층, 대응 노즐에 각각 유체적으로 연결된 복수의 펌핑 챔버를 가지는 제 2 층, 그리고 연관된 노즐을 통해서 펌핑 챔버로부터 유체를 분사시킬 수 있게 각각 구성되는 복수의 유체 분사 요소를 포함하고, 상기 제 1 또는 제 2 층의 하나 이상이 광 형성이 가능한(photodefinable) 필름을 포함한다.

[0008] 이러한 그리고 다른 실시예들은 이하의 특징들 중 하나 또는 둘 이상을 선택적으로 포함할 수 있다. 1 평방 인치 미만인 영역 내에 550 내지 60,000 개의 복수의 노즐이 있을 수 있다. 유체 분사 요소는 압전 부분을 포함할 수 있다. 유체 분사 모듈은 복수의 전기 연결부들을 포함하는 기관으로부터 분리된 층을 추가적으로 포함할 수 있고, 상기 전기 연결부들은 압전 부분을 가로질러 바이어스를 인가하도록 구성된다. 유체 분사 모듈은 복수의 유체 경로를 더 포함할 수 있고, 각각의 유체 경로는 펌핑 챔버에 유체적으로 연결된다. 유체 분사 모듈은 복수의 펌핑 챔버 유입구 및 복수의 펌핑 챔버 배출구를 더 포함할 수 있고, 각각의 펌핑 챔버 유입구 및 각각의 펌핑 챔버 배출구가 복수의 유체 경로의 유체 경로에 유체적으로 연결된다. 펌핑 챔버는 행과 열을 가지는 행렬로 정렬될 수 있다. 행과 열 사이의 각도가 90 ° 미만일 수 있다. 각각의 펌핑 챔버가 대략적으로 원형일 수 있다. 각각의 펌핑 챔버는 복수의 직선형 벽들을 구비할 수 있다. 광 형성 가능 필름은 포토폴리머, 드라이 필름 포토레지스트, 또는 광 형성 가능 폴리이미드를 포함할 수 있다. 각각의 노즐의 폭이 15 μm 를 초과할 수 있다. 제 1 층의 두께가 50 μm 미만일 수 있다. 제 2 층의 두께가 30 μm 미만일 수 있다.

[0009] 일반적으로, 하나의 양태에서, 유체 분사기는 기관 및 상기 기관에 의해서 지지되는 층을 포함한다. 기관은 복수의 펌핑 챔버, 복수의 펌핑 챔버 유입구 및 펌핑 챔버 배출구, 그리고 및 복수의 노즐을 포함하고, 각각의 펌핑 챔버 유입구 및 펌핑 챔버 배출구가 복수의 펌핑 챔버들의 펌핑 챔버에 유체적으로 연결되고, 상기 복수의 펌핑 챔버, 복수의 펌핑 챔버 유입구, 및 복수의 펌핑 챔버 배출구는 평면을 따라서 위치되고, 그리고 각각의 펌핑 챔버가 노즐의 위쪽에 배치되고 그리고 그 노즐과 유체적으로 연결된다. 기관에 의해서 지지되는 층은 관통하는 복수의 유체 경로를 포함하고, 각각의 유체 경로는 복수의 펌핑 챔버 유입구 및 복수의 펌핑 챔버 배출구의 펌핑 챔버 유입구 또는 펌핑 챔버 배출구로부터 연장하고, 각각의 유체 경로는 상기 평면에 수직인 축선 및 복수의 유체 분사 요소를 따라서 연장하고, 각각의 유체 분사 요소는 대응하는 펌핑 챔버의 위쪽에 배치되고 그리고 노즐을 통해서 대응하는 펌핑 챔버로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성된다.

[0010] 이러한 그리고 다른 실시예들은 이하의 특징들 중 하나 또는 둘 이상을 선택적으로 포함할 수 있다. 기관을 실리콘을 포함할 수 있다. 유체 분사 요소는 압전 부분을 포함할 수 있다. 유체 분사기는 복수의 전기 연결부들을 포함하는 기관으로부터 분리된 층을 더 포함할 수 있고, 상기 전기 연결부들은 압전 부분을 가로질러 바이어스를 인가하도록 구성된다. 각 펌핑 챔버 유입구 또는 펌핑 챔버 배출구의 폭은 펌핑 챔버의 각각의 폭의 10% 미만이 될 수 있다. 펌핑 챔버 유입구 및 펌핑 챔버 배출구는 동일한 축선을 따라서 연장할 수 있다. 각각의 펌핑 챔버 유입구 및 펌핑 챔버 배출구의 폭은 각각의 유체 경로의 폭 보다 좁을 수 있다. 펌핑 챔버는 행과 열을 가지는 행렬로 정렬될 수 있다. 행과 열 사이의 각도는 90° 미만일 수 있다. 각각의 펌핑 챔버는 대략적으로 원형일 수 있다. 각 펌핑 챔버는 복수의 직선형 벽들을 구비할 수 있다.

[0011] 일반적으로, 하나의 양태에서, 유체 분사기는 기관 및 층을 포함한다. 기관은 복수의 펌핑 챔버 및 복수의 노즐을 포함하고, 각각의 펌핑 챔버가 노즐의 위쪽에 배치되고 그리고 그 노즐과 유체적으로 연결된다. 상기 층은 노즐의 반대쪽에 위치하는 기관의 측부 상에 위치하고 그리고 복수의 유체 분사 요소를 포함하며, 각각의 유체 분사 요소는 대응 펌핑 챔버에 인접하고 그리고 대응 노즐을 통해서 대응 펌핑 챔버로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성되며, 유체 분사 요소로부터 노즐까지의 거리는 30 μm 미만이다.

- [0012] 이러한 그리고 다른 실시예는 이하의 특징들 중 하나 또는 둘 이상을 선택적으로 포함할 수 있다. 이러한 거리는 약 25 μm 이 될 수 있다. 기관은 실리콘을 포함할 수 있다. 유체 분사 요소는 압전 부분을 포함할 수 있다. 유체 분사기는 복수의 전기 연결부를 포함하는 기관으로부터 분리된 층을 더 포함할 수 있으며, 전기적 연결부는 압전 부분을 가로질러 바이어스를 인가하도록 구성된다. 각각의 펌핑 챔버가 대응하는 유체 분사 요소로부터 대응하는 노즐까지의 거리의 80% 이상인 두께를 통해서 연장할 수 있다. 각 펌핑 챔버의 높이는 펌핑 챔버의 가장 짧은 폭의 50% 미만일 수 있다. 펌핑 챔버는 행과 열을 가지는 행렬로 정렬될 수 있다. 행과 열 사이의 각도는 90° 미만일 수 있다. 각 펌핑 챔버는 대략적으로 원형일 수 있다. 각 펌핑 챔버는 복수의 직선형 벽들을 구비할 수 있다.
- [0013] 일반적으로, 하나의 양태에서, 유체 분사기는 복수의 펌핑 챔버 및 복수의 노즐을 포함하는 기관을 포함할 수 있고, 각각의 펌핑 챔버는 노즐의 위쪽에 위치되고 그리고 그 노즐과 유체적으로 연결되며, 펌핑 챔버들의 폭은 약 250 μm 이고, 평방 인치의 기관 당 1,000 개 보다 많은 펌핑 챔버가 존재한다.
- [0014] 이러한 그리고 다른 실시예들이 이하의 특징들 중 하나 또는 둘 이상을 선택적으로 포함할 수 있다. 기관은 실리콘을 포함한다. 유체 분사 요소는 압전 부분을 포함할 수 있다. 유체 분사기는 복수의 전기 연결부를 포함하는 기관으로부터 분리된 층을 더 포함할 수 있으며, 전기 연결부들은 압전 부분을 가로질러 바이어스를 인가하도록 구성된다. 펌핑 챔버는 행과 열을 가지는 행렬로 정렬될 수 있다. 행과 열 사이의 각도는 90° 미만일 수 있다. 각각의 펌핑 챔버가 대략적으로 원형일 수 있다. 각 펌핑 챔버는 복수의 직선형 벽들을 구비할 수 있다.
- [0015] 일반적으로, 하나의 양태에서, 유체 분사기는 기관을 포함하는 유체 분사 모듈 및 상기 기관으로부터 독립된 층을 포함한다. 기관은 행렬로 정렬된 복수의 유체 분사 요소를 포함하고, 각각의 유체 분사 요소는 노즐로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성된다. 기관으로부터 독립된 층은 복수의 전기 연결부들을 포함하고, 각각의 전기 연결부는 대응하는 유체 분사 요소에 인접한다.
- [0016] 이러한 그리고 다른 실시예들이 이하의 특징들 중 하나 또는 둘 이상을 선택적으로 포함할 수 있다. 상기 층은 상기 층을 관통하는 복수의 유체 경로를 더 포함할 수 있다. 복수의 유체 경로는 배리어 물질로 코팅될 수 있다. 배리어 물질은 티타늄, 탄탈륨, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물, 또는 실리콘 산화물을 포함할 수 있다. 유체 분사기는 상기 층과 유체 분사 모듈 사이의 배리어 층을 더 포함할 수 있다. 배리어 층은 SU8을 포함할 수 있다. 층은 복수의 집적된(integrated) 스위칭 요소를 포함할 수 있다. 상기 층은 복수의 집적된 스위칭 요소들을 제어하도록 구성된 로직을 더 포함할 수 있다. 각각의 유체 분사 요소는 하나 이상의 스위칭 요소에 인접하여 위치될 수 있다. 유체 분사 요소마다 2개의 스위칭 요소가 존재할 수 있다. 유체 분사기는 복수의 골드 범프(gold bumps)를 더 포함할 수 있고, 각각의 골드 범프는 유체 분사 요소의 전극과 접촉하도록 구성된다. 전극은 링 전극일 수 있다.
- [0017] 일반적으로, 하나의 양태에서, 유체 분사기는 유체 분사 모듈 및 집적된 회로 삽입체(interposer)를 포함한다. 유체 분사 모듈은 제 1의 복수의 유체 경로 및 복수의 유체 분사 요소를 구비하는 기관을 포함하며, 각 유체 분사 요소는 연관된 유체 경로의 노즐로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성된다. 집적된 회로 삽입체는 유체 분사 모듈 상에 장착되고 그리고 제 1의 복수의 유체 경로와 유체 연결된 제 2의 복수의 유체 경로를 포함하며, 유체 분사 모듈의 전기적 연결이 유체 분사 모듈로 전송된 신호를 집적된 회로 삽입체로 전달할 수 있도록, 상기 신호가 집적된 회로 삽입체에서 프로세싱될 수 있게 하도록, 그리고 상기 신호가 유체 분사 모듈로 출력되어 복수의 유체 분사 요소 중 하나 이상을 구동시킬 수 있게 하도록, 상기 집적된 회로 삽입체가 유체 분사 모듈과 전기적으로 연결된다.
- [0018] 이러한 그리고 다른 실시예들은 이하의 특징들 중 하나 또는 둘 이상을 선택적으로 포함할 수 있다. 제 2의 복수의 유체 경로가 배리어 물질로 코팅될 수 있다. 배리어 물질은 티타늄, 탄탈륨, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물, 또는 실리콘 산화물을 포함할 수 있다. 유체 분사기는 집적된 회로 삽입체와 유체 분사 모듈 사이의 배

리어 층을 더 포함할 수 있다. 배리어 층은 SU8을 포함할 수 있다. 집적된 회로 삽입체는 복수의 집적된 스위칭 요소를 포함할 수 있다. 상기 집적된 회로 삽입체는 복수의 집적된 스위칭 요소를 제어하도록 구성된 로직을 더 포함할 수 있다. 각각의 유체 분사 요소는 하나 이상의 스위칭 요소에 인접하여 위치될 수 있다. 유체 분사 요소마다 2개의 스위칭 요소가 존재할 수 있다. 유체 분사기는 복수의 골드 범프를 더 포함할 수 있고, 각각의 골드 범프는 유체 분사 요소의 전극과 접촉하도록 구성된다. 전극은 링 전극일 수 있다.

[0019] 일반적으로, 하나의 양태에서, 유체 분사기는 유체 분사 모듈 및 집적된 회로 삽입체를 포함한다. 유체 분사 모듈은 복수의 유체 경로를 가지는 기판을 포함하고, 각각의 유체 경로는 노즐과 유체 연결되는 펌핑 챔버, 및 복수의 유체 분사 요소를 포함하고, 각각의 유체 분사 요소는 연관된 유체 경로의 노즐로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성되며, 축선은 펌핑 챔버 및 노즐을 통해서 제 1 방향으로 연장한다. 집적된 회로 삽입체가 복수의 집적된 스위칭 요소를 포함하고, 복수의 집적된 스위칭 요소의 각각이 제 1 방향을 따라서 복수의 펌핑 챔버 중의 펌핑 챔버와 정렬되도록, 집적된 회로 삽입체가 유체 분사 모듈 상에 장착되고, 유체 분사 모듈의 전기 연결부가 유체 분사 모듈로 전송된 신호를 집적된 회로 삽입체로 전달할 수 있도록, 상기 신호가 집적된 회로 삽입체에서 프로세싱될 수 있도록, 그리고 상기 신호가 유체 분사 모듈로 출력되어 복수의 유체 분사 요소 중 하나 이상을 구동할 수 있도록, 집적된 스위칭 요소가 유체 분사 모듈과 전기적으로 연결된다.

[0020] 이러한 그리고 다른 실시예들은 이하의 특징들 중 하나 또는 둘 이상을 선택적으로 포함할 수 있다. 집적된 회로 삽입체는 관통하는 복수의 유체 경로를 더 포함할 수 있다. 각각의 펌핑 챔버가 하나 이상의 유체 경로와 유체적으로 연결될 수 있고, 하나 이상의 유체 경로가 제 2 축선을 따라서 제 1 방향으로 연장하고, 제 2 축선은 펌핑 챔버를 통해서 연장하는 축선과 다르다. 각각의 펌핑 챔버가 2개의 유체 경로와 유체적으로 연결될 수 있다. 복수의 유체 경로가 배리어 물질로 코팅될 수 있다. 배리어 물질은 티타늄, 탄탈륨, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물, 또는 실리콘 산화물을 포함할 수 있다. 유체 분사기는 집적된 회로 삽입체와 유체 분사 모듈 사이의 배리어 층을 더 포함할 수 있다. 배리어 층은 SU8을 포함할 수 있다. 집적된 회로 삽입체는 복수의 집적된 스위칭 요소를 제어하도록 구성된 로직을 더 포함할 수 있다. 유체 분사 요소마다 2개의 스위칭 요소가 존재할 수 있다. 유체 분사기는 복수의 골드 범프를 더 포함할 수 있고, 각각의 골드 범프는 유체 분사 요소의 전극과 접촉하도록 구성된다. 전극은 링 전극일 수 있다.

[0021] 일반적으로, 하나의 양태에서, 유체 분사기는 유체 분사 모듈, 상기 유체 분사 모듈 상에 장착되고 그리고 상기 유체 분사 모듈과 전기적으로 연결되는 집적된 회로 삽입체, 그리고 가요성 요소를 포함한다. 유체 분사 모듈은 복수의 유체 경로를 가지는 기판을 포함하고, 각각의 유체 경로는 노즐과 유체 연결된 펌핑 챔버, 및 복수의 유체 분사 요소를 포함하고, 각각의 유체 분사 요소는 연관된 유체 경로의 노즐로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성된다. 유체 분사 모듈이 랫지(ledge)를 포함하도록, 집적된 회로 삽입체가 유체 분사 모듈의 폭 보다 좁은 폭을 갖는다. 가요성 요소는 제 1 엣지를 가지며, 상기 제 1 엣지의 폭은 30 μm 보다 좁으며, 상기 제 1 엣지는 유체 분사 모듈의 랫지에 부착된다. 유체 분사 모듈의 전기적인 연결이 가요성 요소로부터 유체 분사 모듈로의 신호를 집적된 회로 삽입체로 전달할 수 있도록, 상기 신호가 집적된 회로 삽입체에서 프로세싱될 수 있도록, 그리고 상기 신호가 유체 분사 모듈로 출력되어 복수의 유체 분사 요소 중 하나 이상을 구동할 수 있도록, 가요성 요소가 유체 분사 모듈과 전기적으로 연결된다.

[0022] 이러한 그리고 다른 실시예들은 이하의 특징들 중 하나 또는 둘 이상을 선택적으로 포함할 수 있다. 가요성 요소는 유체 분사 모듈의 표면에 부착될 수 있고, 상기 표면은 집적된 회로 삽입체에 인접한다. 가요성 요소는 플라스틱 기판 상에 형성될 수 있다. 가요성 요소는 가요성 회로일 수 있다. 유체 분사기는 가요성 요소 상의 전도성 요소에 인접하고 그리고 전기 전도적으로 소통하고 그리고 유체 분사 모듈 상의 전도성 요소에 인접하고 그리고 전기적으로 소통하는 전도성 물질을 더 포함할 수 있다. 기판은 실리콘을 포함할 수 있다.

[0023] 일반적으로, 하나의 양태에서, 유체 분사기는 유체 분사 모듈, 상기 유체 분사 모듈에 장착되고 전기적으로 연결되는 집적된 회로 삽입체, 및 상기 유체 분사 모듈에 부착된 가요성 요소를 포함한다. 유체 분사 모듈은 복수의 유체 경로를 가지는 기판을 포함하며, 각각의 유체 경로는 노즐과 유체 연결된 펌핑 챔버, 및 복수의 유체

분사 요소를 포함하며, 각각의 유체 분사 요소는 연관된 유체 경로의 노즐로부터 유체를 분사시킬 수 있도록 구성된다. 집적된 회로 삽입체가 렛지를 가지도록, 집적된 회로 삽입체는 유체 분사 모듈의 폭 보다 큰 폭을 갖는다. 가요성 요소는 집적된 회로 삽입체의 렛지 주위로 벤딩되고 그리고 유체 분사 모듈에 인접하며, 유체 분사 모듈의 전기적인 연결이 가요성 요소로부터 유체 분사 모듈로의 신호를 집적된 회로 삽입체로 전달할 수 있도록, 상기 신호가 집적된 회로 삽입체에서 프로세싱될 수 있도록, 그리고 상기 신호가 유체 분사 모듈로 출력되어 복수의 유체 분사 요소 중 하나 이상을 구동할 수 있도록, 가요성 요소가 유체 분사 모듈과 전기적으로 연결된다.

[0024] 이러한 그리고 다른 실시예들은 이하의 특징들 중 하나 또는 둘 이상을 선택적으로 포함할 수 있다. 가요성 요소는 유체 분사 모듈의 제 1 표면에 인접할 수 있고, 상기 제 1 표면은 유체 분사 모듈의 제 2 표면에 수직이고, 상기 제 2 표면은 집적된 회로 삽입체에 인접한다. 가요성 요소는 플라스틱 기관 상에 형성될 수 있다. 가요성 요소는 가요성 회로일 수 있다. 유체 분사기는 가요성 요소 상의 전도성 요소에 인접하고 그리고 전기 전도적으로 소통하고 그리고 유체 분사 모듈 상의 전도성 요소에 인접하고 그리고 전기적으로 소통하는 전도성 물질을 더 포함할 수 있다. 기관은 실리콘을 포함할 수 있다.

[0025] 일반적으로, 하나의 양태에서, 유체 분사기는 유체 공급부 및 유체 복귀부, 유체 분사 조립체, 그리고 하우징 부품을 포함한다. 유체 분사 조립체는 제 1 방향으로 연장하는 복수의 제 1 유체 경로, 제 1 방향으로 연장하는 복수의 제 2 유체 경로, 및 복수의 펌핑 챔버를 포함하고, 각각의 펌핑 챔버는 하나의 제 1 유체 경로 및 하나의 제 2 유체 경로에 유체적으로 연결된다. 하우징 부품은 복수의 유체 유입구 통로 및 복수의 유체 배출구 통로를 포함하고, 각각의 유체 유입구 통로는 제 2 방향을 따라 연장하고 그리고 상기 공급부를 하나 또는 둘 이상 제 1 유체 경로와 연결하며, 그리고 복수의 유체 배출구 통로 각각은 제 2 방향을 따라서 연장하고 그리고 상기 복귀부를 하나 또는 둘 이상의 제 2 유체 경로와 연결하며, 상기 제 1 방향은 상기 제 2 방향과 수직을 이룬다.

[0026] 이러한 그리고 다른 실시예들은 이하의 특징들 중 하나 또는 둘 이상을 선택적으로 포함할 수 있다. 유체 분사 조립체는 실리콘 기관을 포함할 수 있다. 제 1 유체 경로는 제 2 유체 경로와 동일한 형상을 가질 수 있다. 유체 유입구 통로는 유체 배출구 통로와 동일한 형상을 가질 수 있다. 각각의 유체 유입구 통로 및 유체 배출구 통로가 하우징 부품의 폭의 80% 이상으로 연장할 수 있다.

[0027] 일반적으로, 하나의 양태에서, 유체 분사기 제조 방법은 복수의 펌핑 챔버를 형성하기 위해서 웨이퍼를 패터닝하는 단계로서, 상기 펌핑 챔버의 폭은 약 250 μm 이고, 상기 웨이퍼의 평방 인치당 1,000 개 초과인 펌핑 챔버가 존재하는, 패터닝 단계, 및 3개 초과인 다이드들이 웨이퍼의 평방 인치마다 형성되도록 웨이퍼를 복수의 다이드로 컷팅하는 단계를 포함한다.

[0028] 이러한 그리고 다른 실시예들은 이하의 특징들 중 하나 또는 둘 이상을 선택적으로 포함할 수 있다. 웨이퍼는 6-인치 직경의 원일 수 있고, 그리고 300개 이상의 펌핑 챔버를 각각 가지는 40개 이상의 다이가 웨이퍼 상에 형성될 수 있다. 웨이퍼가 6-인치 직경을 가지는 원일 수 있고, 그리고 88개의 다이가 웨이퍼로부터 형성될 수 있다. 각각의 다이가 사변형(quadilateral) 형상을 가질 수 있다. 각각의 다이는 평행사변형 형상일 수 있다. 평행사변형의 하나 이상의 모서리가 90 ° 미만의 각도를 형성할 수 있다. 압전 액츄에이터가 각각의 펌핑 챔버와 연관될 수 있다.

[0029] 특징의 실행이 이하의 이점들 중 하나 또는 둘 이상을 포함할 수 있을 것이다. 코팅들은 유체 통로와 전자기기들 사이의 유체 누설을 감소 또는 방지할 수 있다. 감소된 누설은 장치의 보다 긴 이용 수명, 보다 견고한 프린팅 장치, 그리고 보수를 위한 프린터의 중단 시간 단축을 초래할 수 있을 것이다. 두께가 30 μm 미만인, 예를 들어 25 μm 인 펌핑 챔버 층을 가짐으로써, 유체가 층을 통해서 신속하게 이동될 수 있고, 그에 따라 예를 들어 약 180 kHz 내지 390 kHz 또는 그보다 큰 높은 고유 주파수를 가지는 유체 분사 장치를 제공한다. 따라서,

유체 분사 장치는 높은 주파수에서, 예를 들어, 장치의 고유 주파수에 근접한 또는 그보다 큰, 높은 주파수에서 그리고 낮은 구동 전압에서, 예를 들어 20 V 미만(예를 들어, 17 V)에서 작동될 수 있다. 높은 주파수는 보다 큰 노즐 폭으로 동일한 드롭(drop) 부피가 분사될 수 있게 허용한다. 보다 큰 노즐 폭의 경우에, 막힘이 없도록 하는 것이 보다 용이해질 것이고, 그리고 보다 높은 재현성(reproducibility)으로 제조하기가 보다 용이해질 것이다. 낮은 구동 전압은 장치가 보다 안전하게 작동될 수 있게 허용하고 그리고 보다 적은 에너지 사용을 필요로 할 것이다. 또는, 보다 얇은 펌핑 챔버 층은 펌핑 챔버 층을 형성하는데 필요한 물질을 감소시킨다. 특히 실리콘과 같이 적당한(moderately) 가격의 물질의 경우에, 적은 물질을 사용하는 것은 폐기물의 절감과 저비용의 장치를 초래한다. 전기 연결부들 및 트레이스(traces)를 다이와 분리된 층으로 이동시키는 것에 의해서 펌핑 챔버 및 노즐의 밀도가 보다 더 높아질 수 있다. 결과적으로, 600 dpi 또는 그 초과, 예를 들어 단일 패스 모드의 경우에 1200 dpi, 또는 스캐닝 모드의 경우에 1200 dpi 초과, 예를 들어 4800 dpi 또는 9600 dpi의 해상도를 갖는 이미지가 프린트 매체 상에 형성될 수 있고, 그리고 웨이퍼마다 보다 많은 기관들이 형성될 수 있게 된다. 장치는 펌핑 챔버와 노즐 사이에 디센더(descender)를 포함하지 않을 수 있다. 디센더의 부재는 주파수(frequency) 응답을 가속할 수 있고 그리고 젯트 및 유체 메니스커스(meniscus)의 제어를 개선할 수 있다. 유체가 분사되기 전에 이동하여야 하는 거리를 줄임으로써, 분사되는 유체의 양이 보다 용이하게 제어될 수 있을 것이다. 예를 들어, 펌핑 챔버와 노즐 사이에 디센더를 구비하지 않음으로써, 유동 경로 내에 보다 적은 유체가 있게 되고, 그에 따라 보다 큰 노즐의 경우에도 보다 적은 부피의 유체가 분사될 수 있다. 장치의 특정 층들이 유연한(compliant) 물질로 형성될 수 있고, 이는 압력 파동으로부터 일부 에너지를 흡수할 수 있다. 흡수된 에너지는 혼선(cross-talk)을 줄일 수 있다. 기관 대신에, 하우징 내의 유체 유입구 및 배출구 통로는 유체 통로들 사이의 혼선을 감소시킬 수 있다. 조밀하게 충전된 노즐 및 유체 통로들이 혼선에 보다 더 민감할 수 있기 때문에, 유입구 및 배출구 통로를 하우징으로 이동시키는 것은 다이 내에서 장치들이 보다 조밀하게 충전될 수 있는 것을 허용한다. 적은 혼선은 의도하지 않은 액적의 분사를 줄이는 결과를 초래한다. 다이 내의 보다 많은 장치들은 보다 큰 인치당 도트의 수 또는 보다 큰 프린팅 해상도를 가능하게 한다. 가요성 회로의 가장 얇은 엣지 상에서 가요성 회로를 본딩하는 것에 의해서, 보다 적은 다이가 사용될 수 있게 되고 그리고 유체 분사기를 통해서 이동하는 유체로부터 전기 연결부들을 보호하기 위한 캡슐화가 보다 용이해질 수 있게 된다. 또한, 가요성 회로를 외측부를 따라서가 아니라 다이에 직접적으로 본딩하는 것은 이웃하는 모듈들이 서로 보다 근접할 수 있게 허용한다. 또한, 플렉스(flex)를 벤딩하는 대신에 플렉스의 가장 얇은 엣지 상에서 플렉스를 직접적으로 벤딩하는 것은 플렉스 내의 응력을 감소시킨다.

[0030]

하나 또는 둘 이상의 실시예의 구체적인 내용이 첨부 도면들 및 이하의 설명에 기재되어 있다. 다른 특징들, 양태들 및 이점들은 상세한 설명, 도면 및 특허청구범위로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0031]

도 1은 예시적인 유체 분사기의 사시도이다.

도 2는 예시적인 유체 분사기의 개략적인 단면도이다.

도 3은 예시적인 유체 분사기를 분해하여 일부를 도시한 저면 사시도이다.

도 4는 예시적인 유체 분사기의 단면 사시도이다.

도 5는 노즐 층을 도시하는 예시적인 유체 분사기의 저면 사시도이다.

도 6은 예시적인 유체 분사기의 펌핑 챔버 층의 상면 사시도이다.

도 6a는 펌핑 챔버를 근접 도시한 평면도이다.

도 7은 예시적인 유체 분사기의 박막 층의 평면도이다.

도 8은 예시적인 유체 분사기의 액츄에이터 층의 실시예의 단면을 도시한 사시도이다.

도 9는 예시적인 유체 분사기의 액츄에이터 층의 다른 실시예의 평면도이다.

도 10은 예시적인 유체 분사기의 집적된 회로 삽입체의 저면 사시도이다.

도 11은 예시적인 다이에 본딩된 가요성 회로의 실시예를 도시한 개략도이다.

도 12는 예시적인 유체 분사 모듈에 본딩된 가요성 회로의 다른 실시예의 개략도이다.

도 13은 예시적인 유체 분사기의 가요성 회로, 집적된 회로 삽입체, 및 다이의 연결도이다.

도 14는 예시적인 유체 분사기의 하우징 층의 사시도이다.

도 15a-15t는 예시적인 유체 분사기의 제조 방법을 도시한 개략도이다.

도 16은 88개의 다이를 가지는 웨이퍼의 개략도이다.

여러 도면들에서 유사한 도면부호 및 표시는 유사한 구성요소를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032]

디지털 잉크 젯 프린팅과 같은 유체 액적 분사 중에, 프린트된 이미지에서의 부정확성 또는 결함을 회피하면서도 고속으로 그리고 저비용으로 프린트하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 유체부피가 펌핑 챔버로부터 노즐까지 이동하여야 하는 거리를 감소시킴으로써, 다이 내의 액추에이터로부터의 유체의 분사를 제어하기 위해서 전기 연결부를 포함하는 다이로부터 분리된 다이로부터 분리된 층을 구비함으로써, 이때 각각의 전기 연결부는 대응하는 유체 분사 요소에 인접하고, 그리고 유체 유입구 및 배출구 통로를 다이가 아니라 하우징 내에 포함으로써, 저비용의 유체 분사기가 고속으로 고품질의 이미지를 생성할 수 있다.

[0033]

도 1을 참조하면, 예시적인 유체 분사기(100)는 유체 분사 모듈, 예를 들어 평행사변형 플레이트-형상의 프린트 헤드 모듈을 포함하는데, 그러한 모듈은 반도체 프로세싱 기술을 이용하여 제조된 다이(103)일 수 있다. 유체 분사기는 다이(103) 위쪽의 집적된 회로 삽입체(104) 및 이하에서 추가로 설명되는 하부 하우징(322)을 더 포함한다. 하우징(110)은 다이(103), 집적된 회로 삽입체(104), 및 하부 하우징(322)을 지지하고 둘러싸며, 하우징(110)을 프린트 바아에 연결하기 위해서 핀(152)을 가지는 장착 프레임(142)을 포함할 수 있다. 외부 프로세서로부터 데이터를 수신하고 그리고 구동 신호를 다이로 제공하기 위한 가요성 회로(210)가 다이(103)에 전기적으로 연결될 수 있고 그리고 하우징(110)에 의해서 정위치에서 유지될 수 있다. 튜빙(162, 166)은 하부 하우징(322) 내부에서 유입구 및 배출구 챔버(132, 136)에 연결되어(도 4 참조) 유체를 다이(103)로 공급할 수 있다. 유체 분사기(100)로부터 분사된 유체는 잉크일 수 있으나, 유체 분사기(100)는 다른 액체, 예를 들어, 생물학적 액체, 폴리머, 또는 전자 부품들을 형성하기 위한 액체에도 적합할 수 있을 것이다.

[0034]

도 2를 참조하면, 유체 분사기(100)는 다이(103)의 일부인 기관(122), 예를 들어, 실리콘-온-인슐레이터(SOI) 웨이퍼, 그리고 집적된 회로 삽입체(104)를 포함할 수 있다. 집적된 회로 삽입체(104)는 트랜지스터(202)(도 2에는 하나의 분사 장치만이 도시되어 있고, 그에 따라 하나의 트랜지스터 만이 도시되어 있음)를 포함하고, 그리고 노즐(126)로부터의 유체 분사를 제어하기 위한 신호를 제공하도록 구성된다. 기관(122) 및 집적된 회로 삽입체(104)는 내부에 형성된 복수의 유체 유동 경로(124)를 포함한다. 단일 유체 경로(124)는 펌핑 챔버(174)로 연장된 유입구 채널(176)을 포함한다. 펌핑 챔버(174)는 노즐(126) 및 배출구 채널(172) 모두로 연장된다. 유체 경로(124)는 펌핑 챔버(174)를 유입구 채널(176) 및 배출구 채널(172)에 각각 연결하는 펌핑 챔버 유입구(276) 및 펌핑 챔버 배출구(272)를 더 포함한다. 유체 경로는 반도체 프로세싱 기술에 의해서, 예를 들어 에칭에 의해서 형성될 수 있다. 일부 실시예에서, 딥(deep) 반응성 이온 에칭을 이용하여 다이(103) 내의 층을 통해서 경로를 부분적으로 또는 전부 연장하는 직선형 벽의 피쳐(features)를 형성한다. 일부 실시예에서, 절연 층(284)을 에칭 스탑(stop)으로 이용하여, 절연 층에 인접한 실리콘 층(286)이 완전히 관통되게 에칭된다. 다이(103)는 박막(180), 그리고 노즐(126)이 내부에 형성되는 노즐 층(184)을 포함할 수 있고, 상기 박막은 펌핑 챔버의 하나의 벽을 형성하고 그리고 펌핑 챔버(174)의 내부를 액추에이터에 노출되는 것으로부터 시일(seal)한다. 노즐 층(184)은 펌핑 챔버(174)의 반대쪽에 위치하는 절연 층(284)의 측부에 위치할 수 있다. 박막(180)은 하나의 실리콘 층으로 형성될 수 있다. 대안적으로, 박막(180)이 하나 또는 둘 이상의 산화물 층을 포함할 수 있고 또는 알루미늄 산화물(AlO_2), 질화물, 또는 지르코늄 산화물(ZrO_2)로 형성될 수 있다.

[0035]

또한, 유체 분사기(100)는 기관(122)에 의해서 지지되고 개별적으로 제어가능한 액추에이터(401)를 포함한다.

복수의 액츄에이터(401)가 액츄에이터 층(324)을 형성하는 것으로 간주되고(도 3 참조), 상기 액츄에이터들은 서로로부터 전기적으로 그리고 물리적으로 분리될 수 있으나 그럼에도 불구하고 층의 일부가 될 수 있다. 기관(122)은 액츄에이터와 박막(180) 사이에서 산화물과 같은 절연 물질(282)의 선택적인 층을 포함한다. 활성화되었을 때, 액츄에이터는 유체가 대응하는 유체 경로(124)의 노즐(126)로부터 선택적으로 분사되게 한다. 연관된 액츄에이터(401)와 함께 각각의 유동 경로(124)는 개별적으로 제어가능한 MEMS 유체 분사 유닛을 제공한다. 일부 실시예에서, 액츄에이터(401)의 활성화는 박막(180)을 펌핑 챔버(174) 내로 편향되게(deflect) 하여, 펌핑 챔버(174)의 부피를 감소시키고 그리고 노즐(126)의 외부로 유체를 강제한다. 액츄에이터(401)는 압전 액츄에이터일 수 있고 그리고 하부 전극(190), 압전 층(192), 및 상부 전극(194)을 포함할 수 있다. 대안적으로, 유체 분사 요소가 가열 요소일 수 있다.

[0036] 도 3에 도시된 바와 같이, 유체 분사기(100)가 수직으로 적층된 복수의 층을 포함할 수 있다. 하부 하우징(322)은 집적된 회로 삽입체(104)에 본딩될 수 있다. 집적된 회로 삽입체(104)는 액츄에이터 층(324)에 본딩될 수 있다. 액츄에이터 층(324)은 박막(180)에 부착될 수 있다. 박막(180)은 펌핑 챔버 층(326)에 부착될 수 있다. 펌핑 챔버 층(326)은 노즐 층(184)에 부착될 수 있다. 일반적으로, 그러한 층은 평면을 따라서 이루어지는(occur) 유사한 물질 또는 유사한 요소를 포함할 수 있다. 모든 층은 대략적으로 동일한 폭을 가질 수 있고, 예를 들어, 각각의 층은 유체 분사기(100) 내의 다른 층의 길이 및 폭의 80% 이상인 길이 및 폭을 가질 수 있다. 도 3에 도시되지는 않았지만, 하우징(110)은 적어도 부분적으로 수직 적층 층들을 둘러쌀 수 있다.

[0037] 도 4를 참조하면, 유체가 유체 공급부로부터 하부 하우징(322)을 통해서, 집적된 회로 삽입체(104)를 통해서, 기관(122)을 통해서, 그리고 노즐 층(184) 내의 노즐(126)의 외부로 유동할 수 있다. 하부 하우징(322)은 유입구 챔버(132) 및 배출구 챔버(136)를 제공하기 위한 분할 벽(130)에 의해서 분할될 수 있다. 유체 공급부로부터의 유체가 유체 유입구 챔버(132) 내로, 하부 하우징(322)의 바닥 내의 유체 유입구(101)를 통해서, 하부 하우징(322)의 유체 유입구 통로(476)를 통해서, 유체 분사 모듈(103)의 유체 경로(124)를 통해서, 하부 하우징(322)의 유체 배출구 통로(472)를 통해서, 배출구(102) 외부로, 배출구 챔버(136) 내로, 그리고 유체 복귀부로 유동할 수 있다. 유체 분사 모듈(103)을 통과하는 유체의 일부가 노즐(126)로부터 분사될 수 있다.

[0038] 각각의 유체 유입구(101) 및 유체 유입구 통로(476)가 하나, 둘 또는 그 초과인 유닛 행과 같은 복수의 MEMS 유체 분사 유닛의 평행 유입구 채널(176)에 공통적으로 그리고 유동적으로 연결된다. 유사하게, 각각의 유체 배출구(102) 및 각각의 유체 배출구 통로(472)가 하나, 둘 또는 그 초과인 유닛 행과 같은 다수의 MEMS 유체 분사 유닛의 평행 배출구 채널(172)에 공통적으로 그리고 유동적으로 연결된다. 각각의 유체 유입구 챔버(132)가 복수의 유체 유입구(101)에 공통된다. 그리고 각각의 유체 배출구 챔버(136)가 복수 배출구(102)에 공통된다.

[0039] 도 5를 참조하면, 노즐 층(184)이 노즐(126)의 행렬 또는 어레이를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 노즐(126)이 직선형의 평행 행(504)들 및 평행 열(502)들로 정렬된다. 여기에서 사용된 바와 같이, 열은 프린트 방향에 수직이 아니라 프린트 방향에 평행한 축선에 근접하여 정렬된 노즐의 세트이다. 그러나, 열(502)은 프린트 방향에 정확하게 평행할 필요는 없고, 그 대신에 45° 미만의 각도 만큼 오프셋될 수 있을 것이다. 또한, 행은 프린트 방향에 평행한 방향 대신에 프린트 방향에 수직인 축선에 근접하여 정렬된 노즐의 세트이다. 유사하게, 행(504)은 프린트 방향에 정확하게 수직일 필요가 없고, 45° 미만의 각도 만큼 오프셋될 수 있을 것이다. 열(502)은 대략적으로 노즐 층(184)의 폭(W)을 따라서 연장할 수 있는 한편, 행(504)은 대략적으로 노즐 층(184)의 길이(L)를 따라서 연장할 수 있다.

[0040] 행렬 내의 열(502)의 수는 행(504)의 수 보다 클 수 있다. 예를 들어, 20개 미만의 행과 50개 초과인 열, 예를 들어 18개의 행과 80개의 열이 있을 수 있다. 각 행(504)의 노즐(126)이 행 내에서 인접한 노즐들로부터 균일하게 이격될 수 있다. 유사하게, 각 열 내의 노즐(126)이 열 내에서 인접한 노즐들로부터 균일하게 이격될 수 있다. 또한, 행과 열이 수직으로 정렬될 필요는 없다. 그 대신에, 행과 열 사이의 각도가 90° 미만일 수 있다. 행 및/또는 열은 완벽하게 이격되지 않을 수 있다. 또한, 노즐(126)은 행 및/또는 열 내에서 직선을 따

라서 놓이지 않을 수 있다.

- [0041] 노즐 행렬은 고밀도 행렬이 될 수 있고, 예를 들어 1 평방 인치 미만의 영역에서 550 내지 60,000 개의 노즐, 예를 들어, 1,440 또는 1,200 노즐을 가질 수 있다. 이하에서 추가적으로 설명하는 바와 같이, 이러한 고밀도 행렬이 달성될 수 있는데, 이는, 예를 들어, 분리된 집적된 회로 삽입체(104)가 액추에이터들을 제어하기 위한 로직을 포함하고, 그에 따라 펌핑 챔버들, 및 그에 따른 노즐들이 서로 보다 근접하게 이격될 수 있기 때문이다. 즉, 박막 층은 박막을 가로질러 연장하는 전기적 연결부들을 실질적으로 포함하지 않을 수 있다.
- [0042] 노즐(126)을 포함하는 영역은 1 인치 보다 긴 길이(L)를 가질 수 있고, 예를 들어 노즐 층의 길이(L)가 약 34 mm 일 수 있고, 그리고 노즐 층의 폭(W)이 1 인치 미만, 예를 들어 약 6.5 mm 일 수 있다. 노즐 층은 1 μm 내지 50 μm , 예를 들어 20-40 μm , 예를 들어 30 μm 의 두께를 가질 수 있다. 또한, 노즐 층은 사다리꼴 또는 평행 사변형으로 성형될 수 있다. 노즐(126)은 KOH-에칭될 수 있고 그리고 정사각형 또는 원형일 수 있다.
- [0043] 매체가 프린트 바아의 아래쪽을 통과할 때, 한 번의 패스에서 고밀도 행렬의 노즐이 유체를 매체 상으로 분사하여 고밀도의, 또는 600 dpi 초과인, 예를 들어 1200 dpi 또는 그 초과인 프린트 해상도를 가지는 픽셀들의 라인을 매체 상에 형성할 수 있을 것이다. 1200 dpi 또는 그 초과인 밀도를 얻기 위해서, 크기가 0.01 pL 내지 10 pL인, 예를 들어 2 pL인 유체 액적이 노즐들로부터 분사될 수 있다. 노즐은 1 μm 내지 20 μm 의 폭, 예를 들어 10 μm 내지 20 μm 의 폭, 예를 들어 약 15 μm 또는 15.6 μm 의 폭을 가질 수 있다.
- [0044] 노즐 층(184)은 실리콘으로 형성될 수 있다. 다른 실시예에서, 노즐 층(184)은 폴리이미드 또는 광 형성이 가능한 필름, 예를 들어 포토폴리머, 드라이 필름 포토레지스트, 또는 광 형성이 가능한 폴리이미드로 형성될 수 있으며, 이는 바람직하게 에칭이 필요하지 않도록 포토리소그래피에 의해서 패터닝될 수 있다.
- [0045] 도 6을 참조하면, 펌핑 챔버 층(326)이 노즐 층(184)에 근접할 수 있고, 예를 들어 부착될 수 있다. 펌핑 챔버 층(326)은 펌핑 챔버(174)를 포함한다. 각각의 펌핑 챔버(174)는 연관 노즐의 외측으로 액체를 강제하는 하나 이상의 변형가능한 벽을 가지는 공간일 수 있다. 펌핑 챔버들은 가능한 한 가장 높은 충전 밀도를 제공하는 형상을 가질 수 있다. 도 6에 도시된, 펌핑 챔버(174)는 대략적으로 원형인 형상을 가질 수 있고 그리고 일반적으로 측벽(602)에 의해서 형성될 수 있다. 펌핑 챔버는 정확히 원형이 아닐 수 있고, 즉, 준-원형 형상일 수 있고 그리고 타원형, 달걀형일 수 있으며 또는 직선형과 곡선형 측부들의 조합을 가질 수 있고, 예를 들어 육각형, 팔각형, 또는 다각형일 수 있다. 또한, 펌핑 챔버는 가장 넓은 폭을 따라서 약 100 μm 내지 400 μm , 예를 들어 약 125 μm 내지 250 μm 가 될 수 있다. 펌핑 챔버(174)의 높이는 펌핑 챔버의 가장 좁은 폭의 50% 미만일 수 있다.
- [0046] 각 펌핑 챔버는 펌핑 챔버 층(326)으로부터 연장하고 그리고 그 내부에 형성되는 펌핑 챔버 유입구(276) 및 펌핑 챔버 배출구(272)를 구비할 수 있다. 펌핑 챔버 유입구(276) 및 펌핑 챔버 배출구(272)는 펌핑 챔버(174)와 동일한 평면을 따라서 연장할 수 있고 그리고 서로 동일한 축선을 따라서 연장할 수 있다. 펌핑 챔버 유입구(276) 및 배출구(272)는 펌핑 챔버(174) 보다 상당히 좁은 폭을 가질 수 있고, 그 폭은 유입구 또는 배출구의 가장 작은 비-높이(non-height) 치수가 된다. 펌핑 챔버 유입구(276) 및 배출구(272)의 폭은 펌핑 챔버(174)의 폭의 10% 미만과 같이 30% 미만일 수 있다. 펌핑 챔버 유입구(276) 및 펌핑 챔버 배출구(272)는 펌핑 챔버(174)로부터 연장하는 평행한 벽들을 포함할 수 있으며, 이때 평행한 벽들 사이의 거리가 폭이 된다. 도 6a에 도시된 바와 같이, 펌핑 챔버 유입구(276)의 형상은 펌핑 챔버 배출구(272)와 동일할 수 있다.
- [0047] 펌핑 챔버 층은 유입구 채널(172) 및 배출구 채널(172) 그리고 펌핑 챔버 유입구(276) 및 배출구(272)로부터 분리된 채널들을 포함하지 않는다. 다시 말해서, 펌핑 챔버 유입구(276) 및 펌핑 챔버 배출구(272)와 별개로, 유체 통로가 펌핑 챔버 층을 통해서 수평으로 연장하지 않는다. 유사하게, 유입구 및 배출구 채널(176, 172)과

별개로, 유체 통로가 펌핑 챔버 층을 통해서 수직으로 연장하지 않는다. 펌핑 챔버 층(326)은 디센더를 포함하지 않고, 즉, 펌핑 챔버(174)로부터 노즐(126)로 연장하는 채널을 포함하지 않는다. 그 대신에, 펌핑 챔버(174)는 노즐 층(184) 내의 노즐(126)과 직접 접한다(abut). 또한, 유입구 채널(176)은 다이(103)를 통해서 대략적으로 수직으로 연장하여 펌핑 챔버 유입구(276)와 교차한다. 펌핑 챔버 유입구(276)는 다시(in turn) 펌핑 챔버 층(326)을 통해서 수평으로 연장하여 펌핑 챔버(174)와 유체적으로 연결된다. 유사하게, 배출구 채널(172)은 다이(103)를 통해서 대략적으로 수직으로 연장하여 펌핑 챔버 배출구(272)와 교차한다.

[0048] 도 6a에서 평면도로 도시된 바와 같이, 유체 유입구(176) 및 유체 배출구(172)와 교차하는 펌핑 챔버 유입구(276) 및 배출구(272)의 부분(672, 676)은 펌핑 챔버 유입구(276) 및 펌핑 챔버 배출구(272)의 나머지 보다 폭 또는 직경이 더 크거나 더 넓을 수 있다. 또한, 부분(672, 676)은 대략적으로 원형인 형상을 가질 수 있고, 즉 유입구 채널(176) 및 배출구 채널(172)이 튜브형 형상을 가질 수 있다. 또한, 연관된 노즐(126)이 펌핑 챔버(174)의 바로 아래쪽에, 그리고 펌핑 챔버(174)의 중심에 위치될 수 있다.

[0049] 도 6을 참조하면, 펌핑 챔버(174)는 행과 열을 가지는 행렬로 정렬될 수 있다. 행과 열 사이의 각도가 90° 미만일 수 있다. 단일 다이에서, 예를 들어 1 평방 인치 미만의 영역에서, 550 내지 60,000 개의 펌핑 챔버, 예를 들어, 1,440 또는 1,200 개의 펌핑 챔버가 있을 수 있다. 펌핑 챔버의 높이는 50 μm 미만, 예를 들어 25 μm 미만일 수 있다. 또한, 도 2를 다시 참조하면, 각 펌핑 챔버(174)가 대응하는 액츄에이터(401)에 인접할 수 있고, 예를 들어, 액츄에이터(401)의 바로 아래쪽에서 액츄에이터(401)와 정렬될 수 있다. 펌핑 챔버는 대응하는 액츄에이터로부터 노즐까지의 거리의 80% 이상의 거리를 통해서 연장할 수 있다.

[0050] 노즐 층(184)과 유사하게, 펌핑 챔버 층(326)이 실리콘 또는 광 형성이 가능한 필름으로 형성될 수 있다. 광 형성이 가능한 필름은, 예를 들어, 포토폴리머, 드라이 필름 포토레지스트, 또는 광 형성이 가능한 폴리이미드일 수 있다.

[0051] 박막 층(180)은 펌핑 챔버 층(326)에 인접할 수 있고, 예를 들어 부착될 수 있다. 도 7을 참조하면, 박막 층(180)이 박막 층(180)을 관통하는 개구(702)를 포함할 수 있다. 개구는 유체 경로(124)의 일부일 수 있다. 즉, 유입구 채널(176) 및 배출구 채널(172)은 박막 층(180)의 개구(702)를 통해서 연장할 수 있다. 그에 따라, 개구(702)는 행과 열을 가지는 행렬을 형성할 수 있다. 박막 층(180)은, 예를 들어, 실리콘으로 형성될 수 있다. 박막은 비교적 얇을 수 있고, 예를 들어 25 μm 미만, 예를 들어 약 12 μm 일 수 있다.

[0052] 액츄에이터 층(324)은 박막 층(180)에 인접할 수 있고, 예를 들어, 부착될 수 있다. 액츄에이터 층은 액츄에이터(401)를 포함한다. 액츄에이터는 가열 요소일 수 있다. 그 대신에, 도 2, 8 및 9에 도시된 바와 같이, 액츄에이터(401)가 압전 요소일 수 있다.

[0053] 도 2, 8 및 9에 도시된 바와 같이, 각각의 액츄에이터(401)는 하부 전극(190) 및 상부 전극(194)을 포함하는 2 개의 전극들 사이의 압전 층(192)을 포함한다. 압전 층(192)은, 예를 들어, 리드 지르코늄 티타네이트("PZT") 필름이 될 수 있다. 압전 층(192)은 약 1 내지 25 미크론의 두께를 가질 수 있고, 예를 들어 약 1 μm 내지 4 μm 의 두께를 가질 수 있다. 압전 층(192)은 벌크 압전 물질로부터 형성될 수 있고 또는 졸-겔 프로세스 혹은 물리기상증착 장치를 이용한 스퍼터링에 의해서 형성될 수 있다. 스퍼터링된 압전 층은 원주형(columnar) 구조를 가질 수 있는 한편, 벌크 및 졸-겔 압전 층은 보다 랜덤한 구조를 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 압전 층(192)은, 도 8에 도시된 바와 같이, 모든 액츄에이터들을 가로질러 그 사이에서 연장하는 연속적인 압전 층이다. 대안적으로, 도 2 및 9에 도시된 바와 같이, 압전 층이 세그먼트화(단편화)될 수 있고, 그에 따라 인접한 액츄에이터들의 압전 부분들이 서로 접촉하지 않게 되고, 예를 들어, 압전 층 내에 인접 액츄에이터들을 분리하는 갭이 있게 된다. 예를 들어, 압전 층(192)은 대략적으로 원형 형상으로 형성된 섬(islands)일 수 있다. 개별적으로 형성된 섬들은 에칭에 의해서 만들어질 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 압전 층(192)이 연속적이 아니라면, 바닥 보호 층(214), 예를 들어, 절연 층, 예를 들어 SU8 또는 산화물이 상부 및 하부 전극

들 간의 상호 접촉을 유지하는데 사용될 수 있다. 상부 보호 층(210), 예를 들어 절연 층, 예를 들어, SU8 또는 산화물을 이용하여 추가적인 프로세싱 단계 동안 및/또는 모듈 작업 동안 수분으로부터 액츄에이터를 보호할 수 있다.

[0054] 일부 실시예에서 구동 전극 층이 되는 상부 전극(194)이 전도성 물질로 형성된다. 구동 전극으로서, 상부 전극(194)이 제어부에 연결되어 유체 분사 사이클 동안 적절한 시간에 압전 층(192)을 가로질러 전압 차를 제공한다. 상부 전극(194)은 패터닝된 전도성 피스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 8 및 9에 도시된 바와 같이, 상부 전극(194)이 링 전극일 수 있다. 대안적으로, 상부 전극(194)이 중앙 전극일 수 있고 또는 내측 및 링 전극들 모두를 포함하는 듀얼 전극일 수 있다.

[0055] 일부 실시예에서 기준 전극 층이 되는 하부 전극(190)이 전도성 물질로 형성된다. 하부 전극(190)은 접지에 대한 연결을 제공할 수 있다. 하부 전극은 박막 층(180) 상에 직접적으로 패터닝될 수 있다. 또한, 도 8 및 9에 도시된 바와 같이, 하부 전극(190)은 복수의 액츄에이터에 공통되고 그리고 복수의 액츄에이터를 가로질러 걸쳐 진다(span). 상부 전극(194) 및 하부 전극(190)은 금, 니켈, 니켈 크롬, 구리, 이리듐, 이리듐 산화물, 플래티늄, 티타늄, 티타늄 텅스텐, 인듐 주석 산화물, 또는 이들의 조합으로 형성될 수 있다. 이러한 실시예에서, 보호 층(210 및 214)들이 연속적일 수 있고 그리고 펌핑 챔버(174) 및 리드(222) 위쪽에 홀들을 구비할 수 있다. 대안적으로, 각각의 액츄에이터(401)에 대해서 분리된 하부 전극(190)이 있을 수 있다. 그러한 구성에서, 도 2에 도시된 바와 같이, 보호 층(210 및 214)이 액츄에이터(401)의 엣지들 주위에만 위치될 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 접지 개구(812)가 접지로의 연결을 위해서 압전 층(192)을 통해서 형성될 수 있다. 대안적으로, 도 9에 도시된 바와 같이, 접지 연결부가 하부 전극(190)을 따라서 어딘가에 제조되도록, 예를 들어 액츄에이터 층(324)의 길이(L)에 평행하게 연장하는 하부 전극(190)의 부분을 따라서 제조되도록, PZT가 에칭에 의해서 제거될 수 있다.

[0056] 압전 층(192)은 상부 전극(194)과 하부 전극(190) 사이의 압전 층(192)을 가로질러 인가되는 전압에 응답하여 기하학적 형상을 변화시킬 수 있다. 압전 층(192)의 기하학적 형상의 변화는 박막(180)을 휘어지게 하고, 이는 다시 펌핑 챔버(174)의 부피를 변화시키고 그리고 내부의 유체를 가압하여, 노즐(126)을 통해서 유체를 제어가능하게 강제한다.

[0057] 도 8에 도시된 바와 같이, 액츄에이터 층(324)은, 이하에서 설명하는 바와 같이, 가요성 회로에 연결하기 위한 입력 전극(810)을 더 포함할 수 있다. 입력 전극(810)은 액츄에이터 층(324)의 길이(L)를 따라서 연장한다. 입력 전극(810)은 액츄에이터 층(324)의 동일한 표면을 따라서 상부 전극(194) 및 하부 전극(190)으로서 위치될 수 있다. 대안적으로, 입력 전극(810)이 액츄에이터 층(324)의 측부를 따라서, 예를 들어 상기 표면에 수직인 얇은 표면 상에서 집적된 회로 삽입체(104)에 대한 본딩을 따라서 위치될 수 있다.

[0058] 도 8 및 9를 참조하면, 압전 요소(401)가 행과 열의 행렬로 배열될 수 있다(다른 요소들이 보다 명확하게 도시될 수 있도록, 압전 요소(401)의 일부만이 도 8 및 9에 도시되어 있음). 개구(802)가 액츄에이터 층(324)을 통해서 연장할 수 있다. 개구(802)는 유체 경로(124)의 일부일 수 있다. 즉, 유입구 채널(176) 및 배출구 채널(172)이 액츄에이터 층(324)의 개구(802)를 통해서 연장할 수 있다. 압전 물질이 에칭으로 제거된다면, 도 2 및 9에 도시된 바와 같이, SU8과 같은 배리어 물질(806)이 박막 층(180)과 집적된 회로 삽입체(104) 사이에 배치되어 개구(802)를 형성할 수 있다. 다시 말해서, 배리어 물질(806)이 범프로서 형성될 수 있고, 그러한 범프를 통해서 개구(802)가 연장할 수 있다. 이하에서 설명하는 바와 같이, 압전 층이 도 8에 도시된 바와 같이 중실(solid) 층이라면, 유체 누설로부터 전기 요소를 보호하기 위한 시일로서 작용하기 위해서 배리어 물질(806)이 또한 사용될 수 있다.

[0059] 이하에서 추가적으로 설명하는 바와 같이, 액츄에이터 층(324)은 액츄에이터(401) 주위로 연장하는 트레이스 또는 전기 연결부들을 포함하지 않는다. 그 대신에 액츄에이터를 제어하기 위한 트레이스가 집적된 회로 삽입체

(104) 내에 위치된다.

- [0060] 집적된 회로 삽입체(104)는 액츄에이터 층(401)에 근접할 수 있고, 일부 경우에 액츄에이터 층에 부착된다. 집적된 회로 삽입체(104)는 액츄에이터(401)의 작동을 제어하기 위한 신호를 제공하도록 구성된다. 도 10을 참조하면, 집적된 회로 삽입체(104)는, 예를 들어 반도체 제조 기술에 의해서, 내부에 집적 회로가 형성된 마이크로칩일 수 있다. 일부 실시예에서, 집적된 회로 삽입체(104)가 주문형 집적 회로(ASIC) 요소이다. 집적된 회로 삽입체(104)는 액츄에이터를 제어하기 위한 신호를 제공하기 위한 로직을 포함할 수 있다.
- [0061] 여전히 도 10을 참조하면, 집적된 회로 삽입체(104)는 트랜지스터와 같은 복수의 집적된 스위칭 요소(202)를 포함할 수 있다. 집적된 스위칭 요소(202)는 행과 열의 행렬로 정렬될 수 있다. 일 실시예에서, 모든 액츄에이터(201)에 대해서 하나의 집적된 스위칭 요소(202)가 존재한다. 다른 실시예에서, 모든 액츄에이터(401)에 대해서 하나 보다 많은, 예를 들어 2개의 집적된 스위칭 요소(202)가 존재한다. 대응 액츄에이터의 일부를 하나의 트랜지스터로 구동하고 그리고 액츄에이터의 다른 부분을 제 2 트랜지스터로 구동하여 절반의 전압이 요구되도록 하기 위해서, 또는 하나의 트랜지스터 보다 더 복잡한 파형을 허용하기 위한 아날로그 스위치를 생성하기 위해서, 2개의 집적된 회로 요소(202)가 여분(redundancy)을 제공하는데 있어서 유리할 수 있다. 또한, 만약 4개의 집적된 회로 요소(202)가 사용된다면, 여분의 아날로그 스위치가 제공될 수 있다. 하나의 집적된 회로 요소(202) 또는 복수의 집적된 스위칭 요소(202)가 대응하는 액츄에이터(401)에 인접하여 또는 그 상부에 위치될 수 있다. 즉, 축선이 펌핑 챔버(174)를 통해 그리고 트랜지스터를 통해, 노즐(126)을 통해서, 또는 2개의 스위칭 요소들 사이에서 연장할 수 있다. 각각의 집적된 스위칭 요소(202)가 온/오프 스위치로서 작용하여 액츄에이터(401)들 중 하나의 상부 전극(194)을 구동 신호 소오스에 선택적으로 연결한다. 구동 신호 전압은 집적된 회로 삽입체(104) 내의 내부 로직을 통해서 전달된다.
- [0062] 집적된 회로 삽입체(104) 내의 집적된 스위칭 요소(202), 예를 들어 트랜지스터가 리드(222a), 예를 들어 골드 범프를 통해서 액츄에이터(401)에 연결될 수 있다. 또한, 리드(222a)들의 세트, 예를 들어 골드 범프들이 집적된 회로 삽입체(104)의 엣지를 따라서 정렬될 수 있다. 각각의 세트가 복수의 리드(222b), 예를 들어 3개의 리드(222b)를 포함할 수 있다. 집적된 스위칭 요소(202)의 모든 열에 대해서 하나의 리드(222b) 세트가 존재할 수 있다. 리드(222b)는, 예를 들어 액츄에이터 층(324)의 접지 개구(812)를 통해서, 집적된 회로 삽입체(104) 내의 로직을 다이(103) 상의 접지 전극(190)과 연결하도록 구성될 수 있다. 또한, 리드(222c), 예를 들어 골드 범프가 집적된 회로 삽입체(104)의 엣지에 근접하여 위치될 수 있다. 리드(222c)는, 이하에서 설명하는 바와 같이, 가요성 회로(201)와의 연결을 위해서, 집적된 회로 삽입체(104) 내의 로직을 입력 전극(810)과 연결하도록 구성될 수 있다. 리드들(222a, 222b, 222c)가 펌핑 챔버의 위쪽이 아닌 기관의 구역(region) 상에 위치된다.
- [0063] 도 10에 도시된 바와 같이, 집적된 회로 삽입체(104)가 집적된 회로 삽입체(104)를 관통하는 개구(902)를 포함할 수 있다. 층 내에서 전기 연결을 위한 공간을 남기기 위해서, 개구들은 대향 측부 보다 집적된 스위칭 요소(202)를 포함하는 집적된 회로 삽입체(104)의 측부에 근접하여 더 좁을 수 있다. 개구(902)는 유체 경로(124)의 일부일 수 있다. 즉, 유입구 채널(176) 및 배출구 채널(172)이 집적된 회로 삽입체(104)의 개구(902)를 통해서 연장할 수 있다. 유체 경로(124)와 집적된 회로 삽입체(104) 내의 로직과 같은 전자기기 사이의 유체 누설을 방지하기 위해서, 예를 들어 티타늄 또는 탄탈륨의 금속과 같이, 혹은 예를 들어 실리콘 산화물, 저압 화학기상증착(LPCVD) 산화물, 알루미늄 산화물, 또는 실리콘 질화물/실리콘 산화물의 비-금속 물질과 같이, 양호한 산소 배리어를 제공하는 그리고 양호한 습윤(wetting) 성질을 가지는 물질로 유체 통로(124)를 코팅하여 통로를 통한 유체의 이송을 촉진할 수 있을 것이다. 그러한 코팅은 전기도금, 스퍼터링, CVD, 또는 다른 증착 프로세스에 의해서 도포될 수 있다. 또한, 배리어 물질(806)은 집적된 회로 요소 내의 로직을 유체 누설로부터 보호하기 위해서 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 예를 들어 스핀-코팅에 의해서, 배리어 층, 예를 들어 SU8 이 집적된 회로 삽입체(104)와 다이(103) 사이에 위치될 수 있다. 배리어 층은 개구(902)를 위한 개구부를 남기도록 패터닝되는 다이(103) 및 집적된 회로 삽입체(104)의 모든, 또는 거의 모든 길이 및 폭에 걸쳐 연장할 수 있다.

- [0064] 유체 분사기(100)가 가요성 인쇄 회로 기판 또는 가요성 회로(201)를 더 포함할 수 있다. 가요성 회로(201)는 예를 들어 플라스틱 기판 상에 형성될 수 있다. 가요성 회로(201)는 유체 분사기(100)를 프린터 시스템 또는 컴퓨터(도시하지 않음)에 전기적으로 연결하도록 구성된다. 가요성 회로(201)가, 유체 분사 요소, 예를 들어 액추에이터(401)를 구동하기 위해서, 프린트 시스템의 외부 프로세스를 위한 이미지 데이터 및 타이밍 신호와 같은 데이터를 다이(103)로 전송하는데 사용된다.
- [0065] 도 11 및 12에 도시된 바와 같이, 가요성 회로(201)가 접착제를 이용하여, 예를 들어 에폭시를 이용하여 액추에이터 층(324)에 본딩될 수 있다. 일 실시예에서, 도 11에 도시된 바와 같이, 액추에이터 층(324)이 집적된 회로 삽입체(104)의 폭(w) 보다 큰 폭(W)을 가질 수 있다. 그에 따라, 액추에이터 층(324)은 집적된 회로 삽입체(104)를 지나서 연장하여 랫지(912)를 생성할 수 있다. 가요성 회로(201)는 집적된 회로 삽입체(104)와 나란히(alongside) 연장할 수 있으며, 그에 따라 액추에이터 층(324)과 접촉하는 표면에 대해서 수직인 집적된 회로 삽입체(104)의 엣지가 가요성 회로(201)에 대해서 평행하게 연장한다. 가요성 회로(201)가 두께(t)를 가질 수 있다. 가요성 회로는 두께(t) 보다 상당히 큰 높이 및 폭을 가질 수 있다. 예를 들어, 가요성 회로(201)의 폭은 대략적으로 다이의 길이가, 예를 들어 33 mm가 될 수 있는 한편, 두께(t)는 100 μm 미만, 예를 들어 12 내지 100 μm , 예를 들어 25-50 μm , 예를 들어 약 25 μm 가 될 수 있다. 예를 들어 두께(t)를 가지는 가장 좁은 엣지는 액추에이터 층(324)의 상부 표면에, 예를 들어 집적된 회로 삽입체(104)에 본딩되는 액추에이터 층(324)의 표면에 본딩될 수 있다.
- [0066] 도 12에 도시된 다른 실시예에서, 집적된 회로 삽입체(104)는 액추에이터 층(324)의 다이의 폭(W) 보다 큰 폭(w)을 가질 수 있다. 그에 따라, 집적된 회로 삽입체(104)는 액추에이터 층(324)을 지나서 연장하여 랫지(914)를 형성할 수 있다. 가요성 회로(201)는 랫지(914) 주위에 벤딩되어 삽입체(104)에 부착될 수 있다. 가요성 회로(201)는 집적된 회로 삽입체(104)와 나란히 연장할 수 있으며, 그에 따라 액추에이터 층(324)과 접촉하는 표면에 대해서 수직인 집적된 회로 삽입체(104)의 엣지가 가요성 회로(201)의 부분에 대해서 평행하게 연장한다. 가요성 회로(201)는 랫지(914) 주위로 벤딩될 수 있고, 그에 따라 가요성 회로(201)의 일부가 집적된 회로 삽입체(104)의 바닥에 즉, 액추에이터 층(324)과 접촉하는 표면에 부착된다. 도 11의 실시예에서와 같이, 가요성 회로가 두께(t) 보다 상당히 큰 높이 및 폭을 가질 수 있다. 예를 들어, 가요성 회로(201)의 폭은 대략적으로 다이의 길이, 예를 들어 33 mm가 될 수 있는 한편, 두께(t)는 100 μm 미만, 예를 들어 12 내지 100 μm , 예를 들어 25-50 μm , 예를 들어 약 25 μm 가 될 수 있다. 예를 들어 두께(t)를 가지는 가장 좁은 엣지는 액추에이터 층(324)에 인접할 수 있는데, 예를 들어 집적된 회로 삽입체(104)에 본딩되는 표면에 수직인 액추에이터 층(324)의 표면에 인접할 수 있다.
- [0067] 도시하지는 않았지만, 가요성 회로(201)는 안정성을 위해서 기판(103)에 인접할 수 있다. 가요성 회로(201)는 액추에이터 층(324) 상의 입력 전극(810)과 전기적으로 연결될 수 있다. 뿔납과 같은 전도성 물질의 작은 비드(bead)를 이용하여 가요성 회로(201)를 입력 전극(810)과 전기적으로 연결할 수 있다. 또한, 유체 분사기(100)마다 단지 하나의 플렉스가 필요하다.
- [0068] 가요성 회로(201), 집적된 회로 삽입체(104), 및 다이(103)의 연결도가 도 13에 도시되어 있다. 가요성 회로(201)로부터의 신호가 입력 전극(810)을 통해서 전송되고, 리드(222c)를 통해서 집적된 회로 삽입체(104)로 전달되고, 집적된 회로 요소(202)와 같은 집적된 회로 삽입체(104)에서 프로세싱되고, 그리고 리드(222a)에서 출력되어, 액추에이터(401)의 상부 전극(194)을 활성화시키고 그에 따라 액추에이터(401)를 구동한다.
- [0069] 집적된 회로 요소(202)는 데이터 플립-플롭(flip-flops), 래치 플립-플롭, OR 게이트, 및 스위치를 포함할 수 있다. 집적된 회로 삽입체(104) 내의 로직은 클록 라인, 데이터 라인, 래치 라인, 올-온 라인, 및 파워 라인을 포함할 수 있다. 신호는 데이터 라인을 통해서 데이터 플립-플롭으로 데이터를 전송함으로써 프로세싱된다. 이어서, 클록 라인은 데이터가 유입될 때 데이터를 클록킹한다(clock). 데이터가 연속적으로 유입되며, 그에

따라 제 1 플립-플롭내로 유입되는 데이터의 제 1 비트는 다음 데이터 비트가 유입될 때 시프트 다운된다. 모든 데이터 플립-플롭이 데이터를 포함한 후에, 데이터 플립-플롭으로부터 래치 플립-플롭으로 그리고 유체 분사 요소(401) 상으로 데이터를 이동(shift)하기 위해서 펄스가 래치 라인을 통해서 송신된다. 만약 래치 플립-플롭으로부터의 신호가 높다면, 스위치가 턴온되고 그리고 유체 분사 요소(401)를 구동하기 위해서 신호를 통과시켜 송신한다. 만약 신호가 낮다면, 스위치는 오프 상태를 유지하고 그리고 유체 분사 요소(401)는 활성화되지 않는다.

[0070] 전술한 바와 같이, 유체 분사기(100)는 도 14에 도시된 하부 하우징을 더 포함할 수 있다. 유체 유입구(101) 및 유체 배출구(102)가 하부 하우징(322)의 길이(1)를 따라서 2개의 평행한 라인들로 연장될 수 있다. 각 라인, 즉 유체 유입구(101) 또는 유체 배출구(102)의 각 라인이 하부 하우징(322)의 엣지에 인접하여 연장할 수 있다.

[0071] 수직 유체 유입구(101)는 하부 하우징(322)의 수평 유체 유입구 통로(476)까지 연장할 수 있다. 유사하게, 수직 유체 배출구(102)는 하부 하우징(322)의 수평 유체 배출구 통로(472)(도 14에는 도시되지 않음)까지 연장할 수 있다. 유체 유입구 통로(476) 및 유체 배출구 통로(472)가 서로 동일한 형상 및 부피를 가질 수 있다. 유체 유입구 통로 및 유입구는 함께 전체적으로 "L"자 형상을 가질 수 있다. 또한, 각각의 유체 유입구 및 유체 배출구 통로(476, 472)가 하부 하우징(322)의 폭(w)을 가로질러 서로 평행하게 연장할 수 있고, 예를 들어, 하우징 부품의 폭의 70-99%에 걸쳐서, 예를 들어 하우징 부품의 폭의 80-95%, 또는 85%에 걸쳐서 연장한다. 또한, 유체 유입구 통로(476) 및 유체 배출구 통로(472)는 하부 하우징(322)의 길이(1)를 가로질러 교호적으로 배치될 수 있다(alternate).

[0072] 유체 유입구 통로(476) 및 유체 배출구 통로(472)는 각각 동일한 방향으로 즉, 평행한 축선들을 따라서 연장할 수 있다. 또한, 도 4에 도시된 바와 같이, 유체 유입구 통로(476)는 복수의 유체 유입구 채널(176)에 각각 연결될 수 있다. 각각의 유체 유입구 채널(176)은 유체 유입구 통로(476)로부터 수직으로 연장할 수 있다. 유사하게, 각각의 유체 배출구 통로(472)는 복수의 유체 배출구 채널(172)에 이어질 수 있으며, 상기 유체 배출구 채널(172)의 각각은 유체 배출구 통로(472)로부터 수직으로 연장한다.

[0073] 그에 따라, 유체 공급부로부터의 유체는 유체 유입구 챔버(132) 내로, 하우징(322) 내의 유체 유입구(101)를 통해서, 하부 하우징(322)의 유체 유입구 통로(476)를 통해서, 유체 분사 모듈(103)의 복수의 유체 경로를 통해서, 하부 하우징(322)의 유체 배출구 통로(472)를 통해서, 배출구(102)를 통해서 외부로, 배출구 챔버(136)의 내로, 그리고 유체 복귀부로 유동할 수 있다.

[0074] 도 15a-15t는 유체 분사기(100)를 제조하는 예시적인 방법을 도시한다. 하부 전극(190)은 박막(180)을 가지는 웨이퍼(122), 예를 들어 실리콘-온-옥사이드(SOI) 웨이퍼와 같은 반도체 웨이퍼 상에 스퍼터링된다(도 15a 참조). 이어서, 압전 층(192)이 하부 전극(190) 위에 스퍼터링되고(도 15b 참조) 그리고 에칭된다(도 15c 참조). 하부 전극(190)이 에칭될 수 있고(도 15d 참조) 그리고 바닥 보호 층(214)이 도포된다(도 15e 참조). 이어서, 상부 전극(194)이 스퍼터링될 수 있고 그리고 에칭될 수 있고(도 15f 참조), 그리고 상부 보호 층(210)이 도포된다(도 15g 참조). 누설 유체로부터 유체 경로(124)를 보호하기 위한 배리어 물질(806)이 이어서 도포될 수 있고, 그 사이에 개구(802)를 형성할 수 있다(도 15h 참조). 이어서, 개구(702)가 박막 층(180)내로 에칭되고(도 15i 참조), 그에 따라 그 개구들이 개구(802)와 정렬된다. 선택적으로, 산화물 층(288)이 에칭 스탱으로서 사용될 수 있다.

[0075] 집적된 회로 삽입체(104), 예를 들어 ASIC 웨이퍼가 집적된 회로 요소(202) 및 리드(222a, 222b, 222c)와 함께 형성될 수 있다(도 15j 참조). 도 15k 및 15l에 도시된 바와 같이, 딥 반응성 이온 에칭을 이용하여, 개구(902)가 집적된 회로 삽입체(104) 내로 에칭되어 유체 경로의 일부를 형성할 수 있다. 개구(902)가 집적된 회로 삽입체(104)의 바닥 표면 내로 즉, 집적된 회로 요소(202)를 포함하는 표면 내로 먼저 에칭될 수 있다(도

15k 참조). 이어서, 개구(902)는 보다 큰 직경의 홀을 집적된 회로 삽입체(104)의 상부로부터 에칭함으로써 완성될 수 있다(도 15l 참조). 보다 큰 직경의 홀은 에칭 프로세스를 보다 용이하게 만들고 그리고 유체 부식으로부터 개구(902)를 보호하기 위해서 보호 금속 층이 개구(902)로 스퍼터링될 수 있게 한다.

[0076] 에칭에 이어서, 집적된 회로 삽입체(104) 및 웨이퍼(122)가 BCB 또는 폴리이미드 또는 에폭시와 같은 스핀-온(spun-on) 접착제를 이용하여 함께 본딩될 수 있다(도 15m 참조). 대안적으로, 접착제가 집적된 회로 삽입체(104) 및 웨이퍼(122) 상으로 스프레이될 수 있다. 집적된 회로 삽입체(104) 및 웨이퍼(122)의 본딩이 실시되며, 그에 따라 집적된 회로 삽입체의 개구(902), 펌핑 챔버 층의 개구(802), 및 박막 층(180)의 개구(702)가 정렬되어 유체 유입구 및 배출구 채널(172, 176)을 형성할 수 있다.

[0077] 이어서, 웨이퍼(122)의 핸들 층(601)이 연마되고(ground) 그리고 폴리싱될 수 있다(도 15n 참조). 도시하지는 않았지만, 집적된 회로 삽입체(104)는 연마 동안에 보호되어야 할 필요가 있을 것이다. 펌핑 챔버 유입구 및 배출구(276, 272)를 포함하는 펌핑 챔버(174)가 웨이퍼(122)의 바닥으로부터 즉, 집적된 회로 삽입체(104)의 반대쪽의 측부로부터 웨이퍼(122) 내로 에칭될 수 있다(도 15o 참조). 선택적으로, 산화물 층(288)이 에칭 스탭으로서 사용될 수 있다. 이어서, 노즐 층(184) 내로 이미 에칭된 노즐(126)을 포함하는 노즐 웨이퍼(608)가 저온 본딩을 이용하여, 예를 들어 BCB와 같은 에폭시를 이용한 본딩을 이용하여, 또는 저온 플라즈마 활성화 본딩을 이용하여, 웨이퍼(122)에 본딩될 수 있다(도 15p 참조). 예를 들어, 구조물이 이미 본딩된 압전 층(122)에 손상을 입히는 것을 방지하기 위해서, 노즐 층이 약 200 °C 내지 300 °C의 온도에서 웨이퍼(122)로 본딩될 수 있다. 이어서, 선택적으로 산화물 층(284)을 에칭 스탭으로 이용하면서, 노즐 웨이퍼(608)의 노즐 핸들 층(604)이 연마되고 그리고 폴리싱된다(도 15q 참조). 다시, 도시하지는 않았지만, 집적된 회로 삽입체(104)는 연마 동안에 보호될 필요가 있을 것이다. 이어서, 노즐은 산화물 층(284)을 제거함으로써 개방될 수 있다(도 15r). 전술한 바에 따라, 노즐 층(184) 및 펌핑 챔버 층(326)은 또한 광 형성이 가능한 필름으로부터 형성될 수 있다.

[0078] 마지막으로, 웨이퍼는 복수의 다이(103)로 커팅, 즉 복수의 다이(103)로 단일체화(singulated)될 수 있는데(도 15q 참조), 예를 들어 직사각형 형상, 평행사변형 형상, 사다리꼴 형상을 가지는 다이로 커팅될 수 있다. 도 16에 도시된 바와 같이, 유체 분사기(100)의 다이(103)가, 예를 들어 대략 폭이 5-6 mm이고 그리고 길이가 30-40 mm로 충분히 작아서, 적어도 300개의 펌핑 챔버들을 각각 가지는 적어도 40개의 다이가 150 mm 웨이퍼 상으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 16에 도시된 바와 같이, 88개의 다이(103)가 단일 200 mm 웨이퍼(160)로부터 형성될 수 있다. 이어서, 플렉스(201)가 유체 분사기에 부착될 수 있다(도 15t 참조).

[0079] 여기에서 설명된 제조 단계들은 나열된 순서로 반드시 실시될 필요는 없다. 제조는 보다 많은 실리콘을 가지는 유체 분사기 보다 저렴한 비용으로 이루어질 수 있다.

[0080] 예를 들어, 펌핑 챔버와 노즐 사이에 디센터를 포함하지 않고, 다이 내의 액추에이터의 분사를 제어하기 위해서 로직을 포함하는 다이로부터 독립된 층을 포함하고, 그리고 다이 내가 아니라 하우징 내에 유체 유입구 및 배출구 통로를 포함하는, 본 명세서에서 설명된 바와 같은 유체 분사기(100)는, 저비용일 수 있고, 고품질 이미지를 프린트할 수 있으며, 그리고 고속으로 프린트할 수 있다. 예를 들어, 노즐과 펌핑 챔버 사이에 디센터를 포함하지 않음으로써, 유체가 층을 통해서 신속하게 이동할 수 있고, 그에 따라 낮은 구동 전압, 예를 들어 20 V 미만, 예를 들어 17V를 이용하여, 높은 주파수로, 예를 들어 180 kHz 내지 390 kHz로 유체를 분사할 수 있게 된다. 유사하게, 펌핑 챔버 층 내에 어센터를 구비하지 않음으로써, 펌핑 챔버 층이 보다 더 얇아질 수 있다. 그러한 디자인은 2 pL 또는 그 미만의 액적 크기가 15 μm 보다 큰 폭을 가지는 노즐로부터 형성될 수 있게 허용할 수 있다.

[0081] 또한, 기관 상에서가 아니라 집적된 회로 삽입체 내에 로직을 구비함으로써, 기관 상에는 보다 적은 트레이스 및 전기 연결부들이 존재하며, 그에 따라 고밀도 펌핑 챔버 및 노즐 행렬이 형성될 수 있다. 유사하게, 펌핑

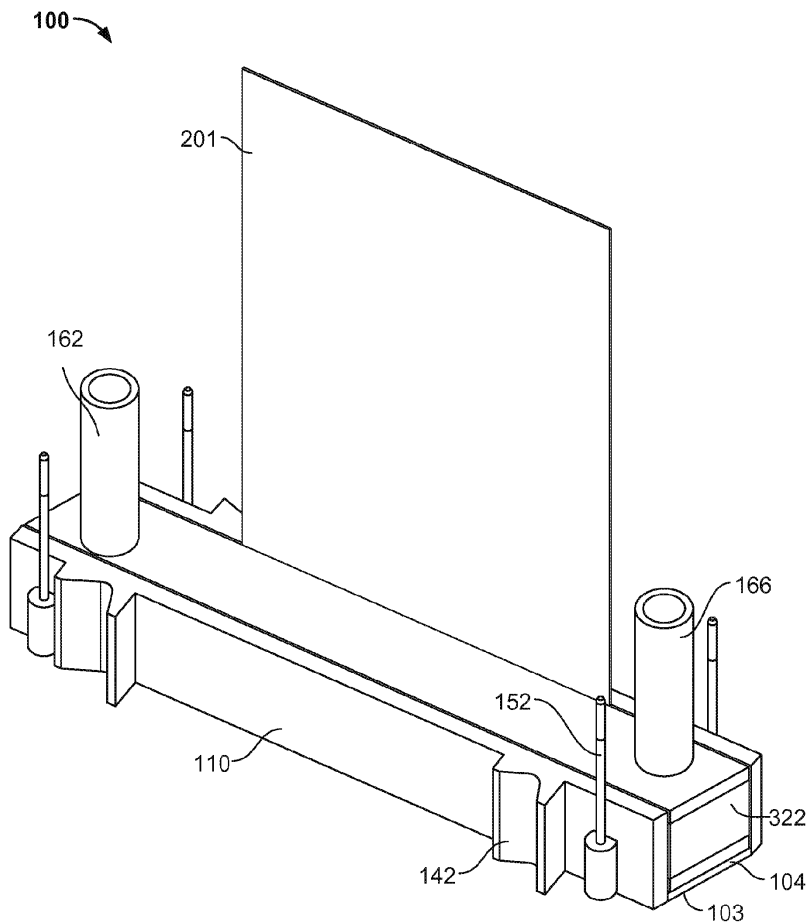
챔버 층 내에서 단지 펌핑 챔버 유입구들 및 배출구들만을 구비함으로써 그리고 예를 들어 어센터를 구비하지 않음으로써, 고밀도 펌핑 챔버 및 노즐 행렬이 형성될 수 있다. 결과적으로, 600을 초과하는 dpi가 프린트 매체 상에 형성될 수 있고, 그리고 88개 이상의 다이가 6인치 웨이퍼마다 형성될 수 있다.

[0082] 기판이 아니라 하우징 내에 유체 유입구 및 배출구 통로를 구비함으로써, 유체 통로들 사이의 혼선이 최소화될 수 있다. 마지막으로, 실리콘이 아니라 광 형성이 가능한 필름을 이용함으로써, 그리고 삽입체와 같은 여분의 실리콘을 포함하지 않음으로써, 유체 분사기의 비용이 낮게 유지될 수 있다.

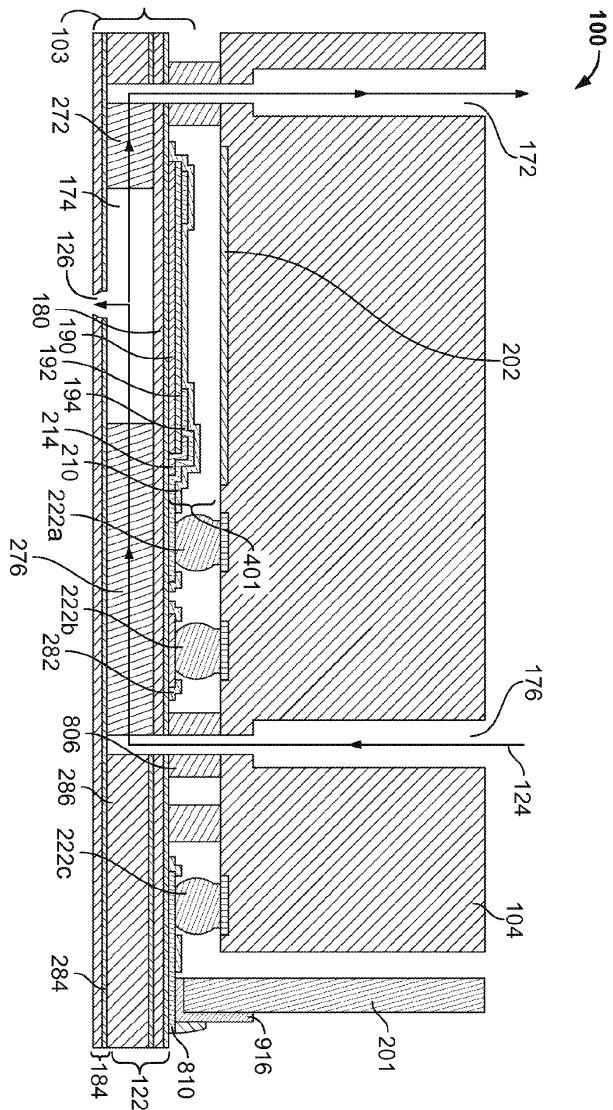
[0083] 특별한 실시예들을 설명하였다. 다른 실시예들이 이하의 특허청구범위의 범주 내에 포함될 것이다.

도면

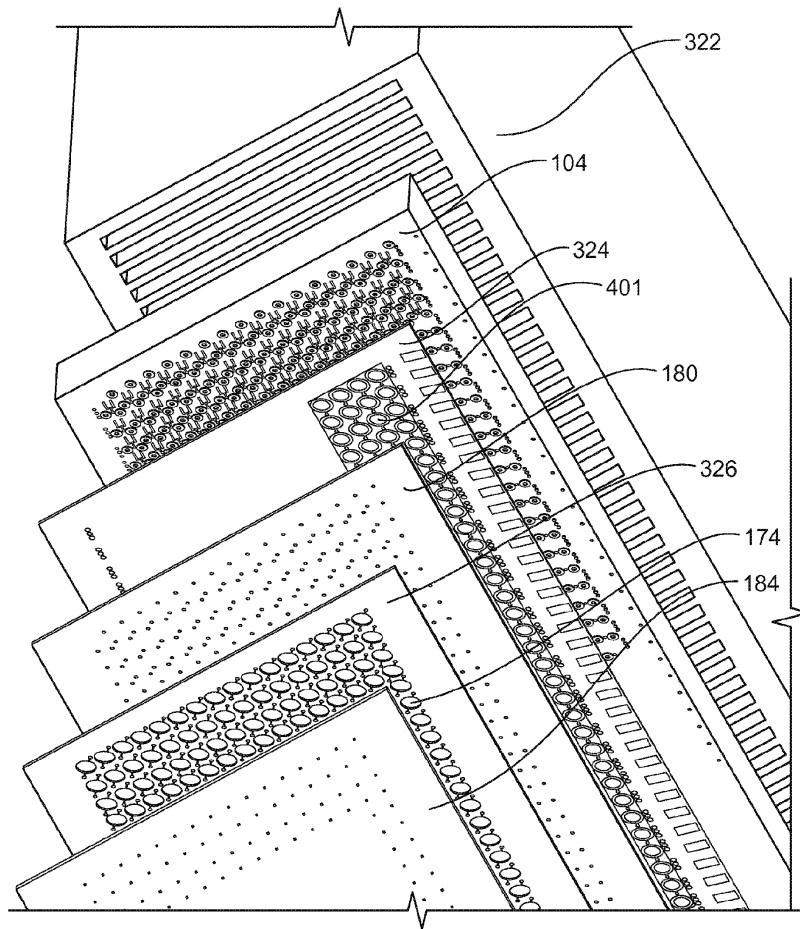
도면1



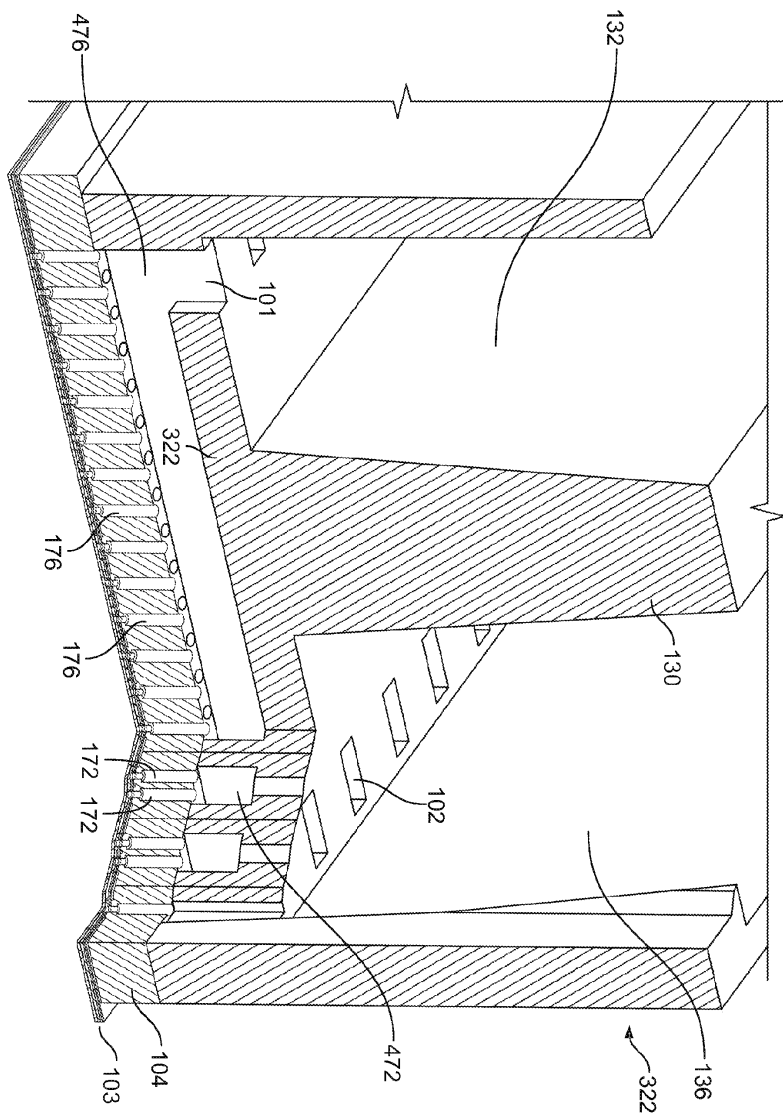
도면2



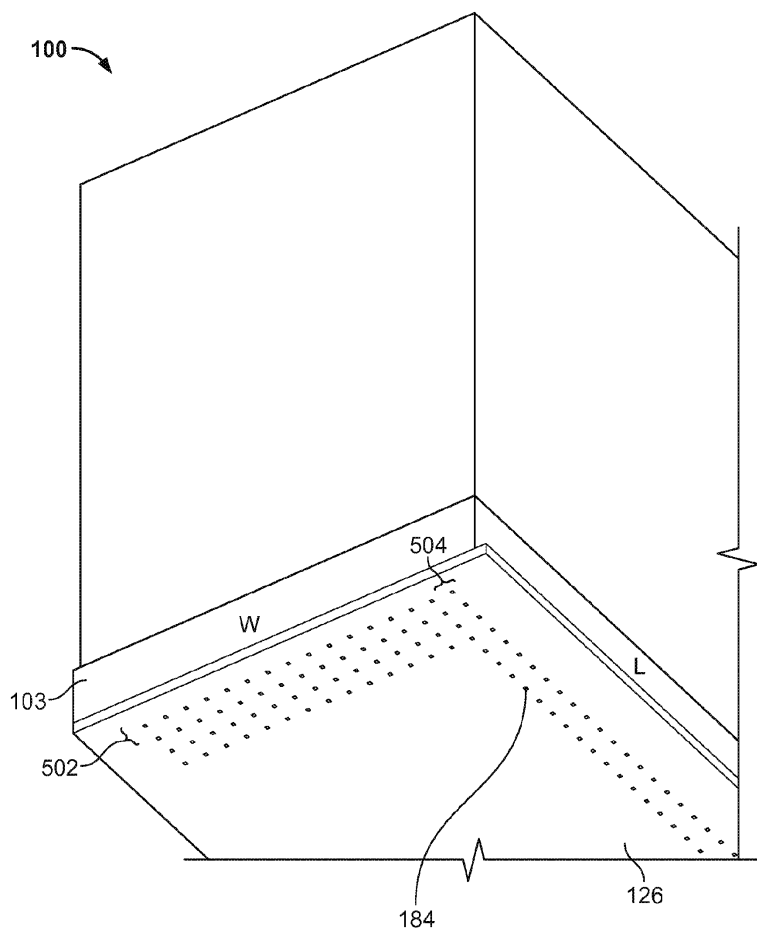
도면3



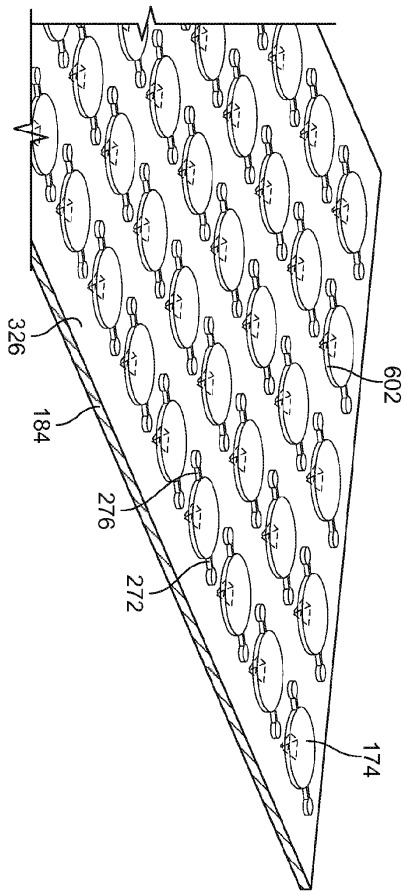
도면4



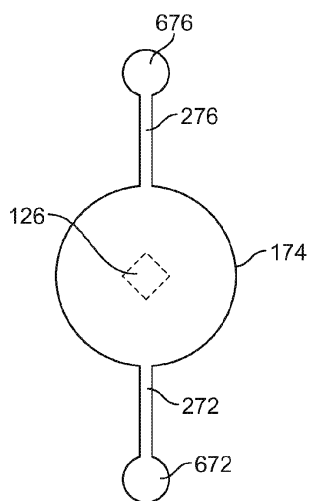
도면5



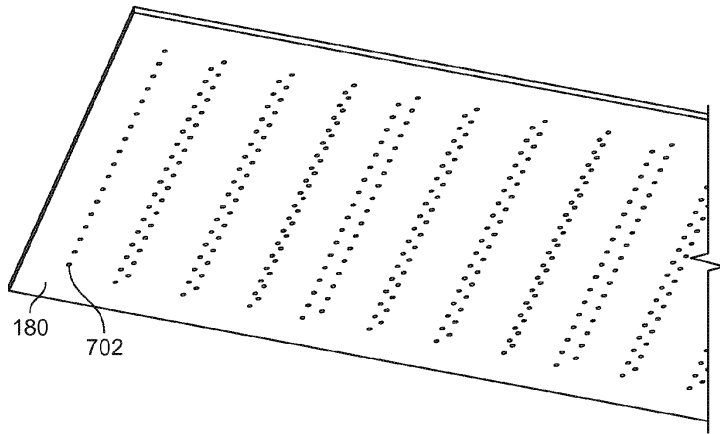
도면6



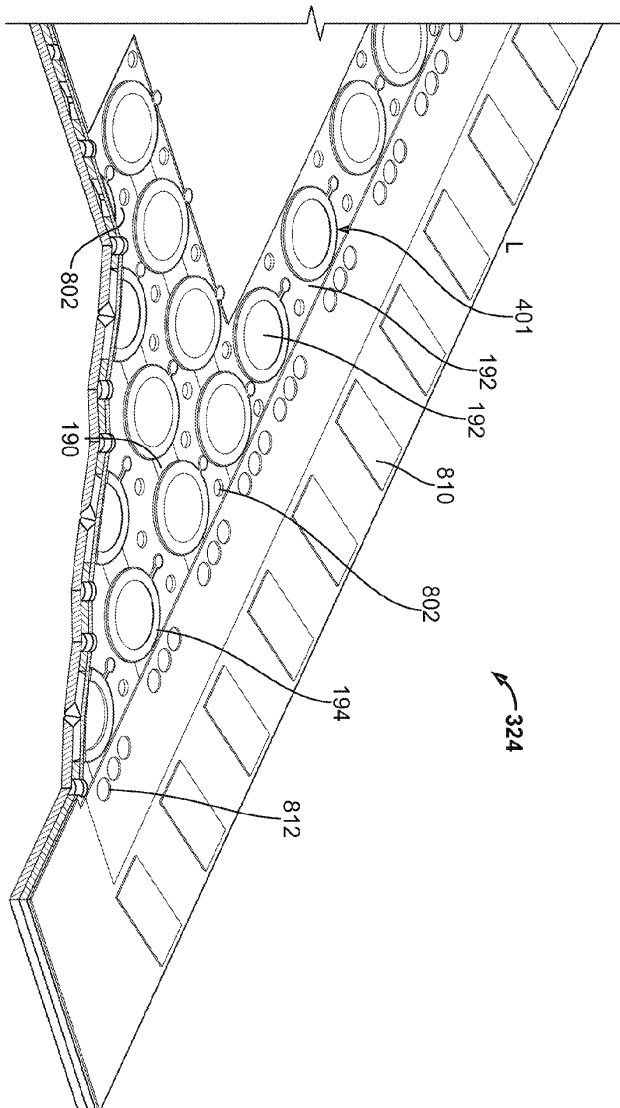
도면6a



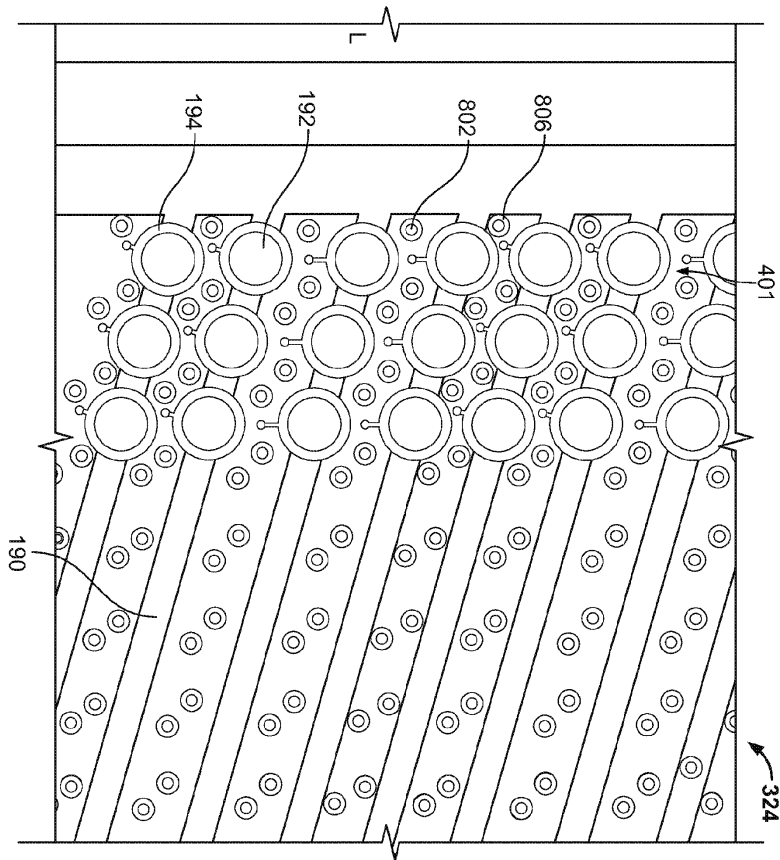
도면7



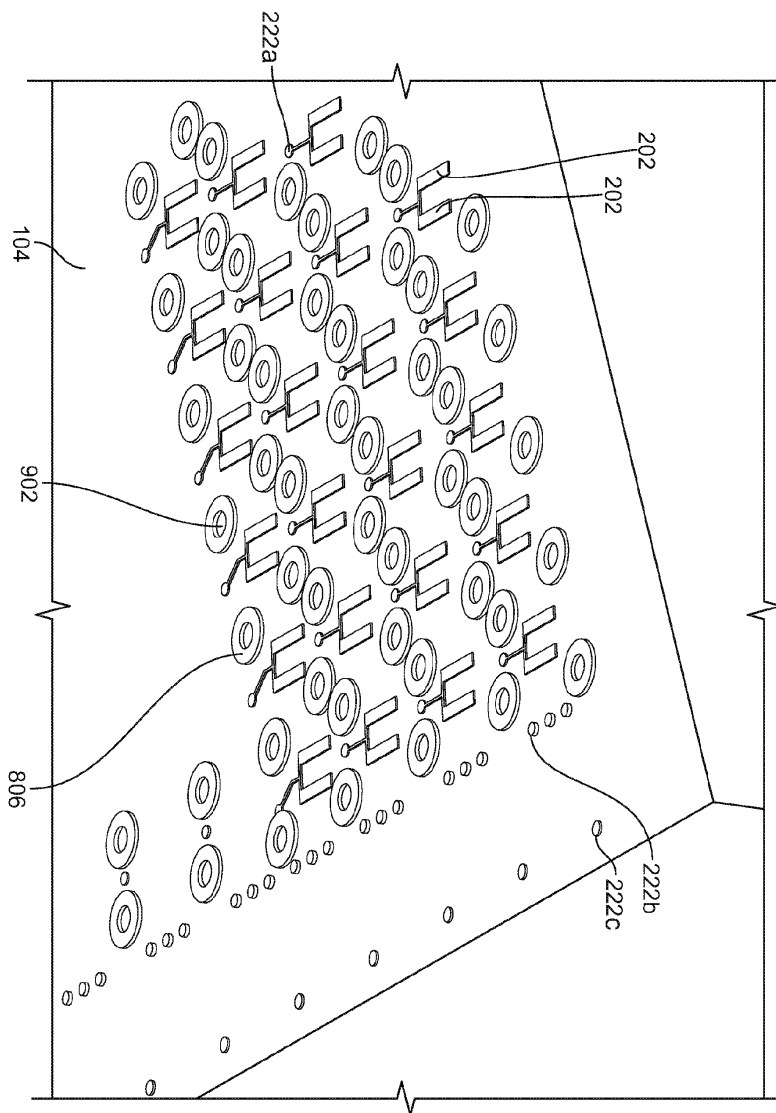
도면8



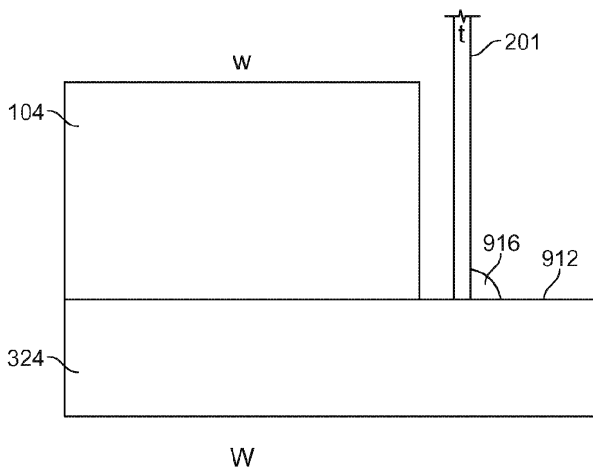
도면9



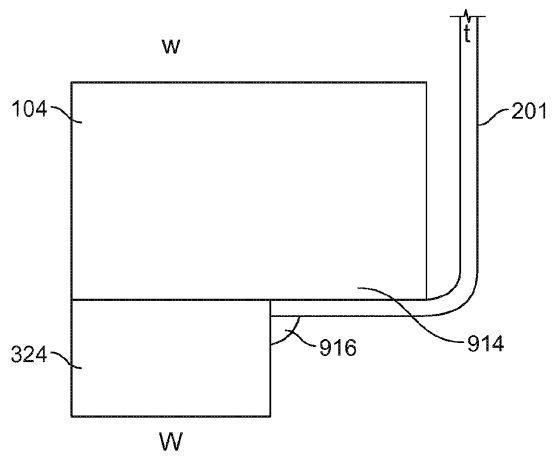
도면10



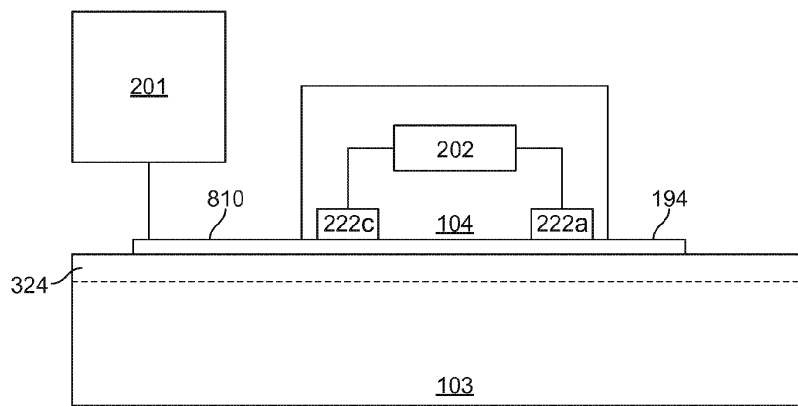
도면11



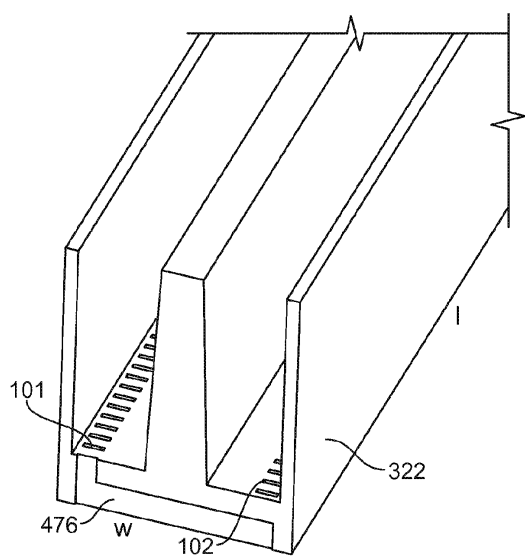
도면12



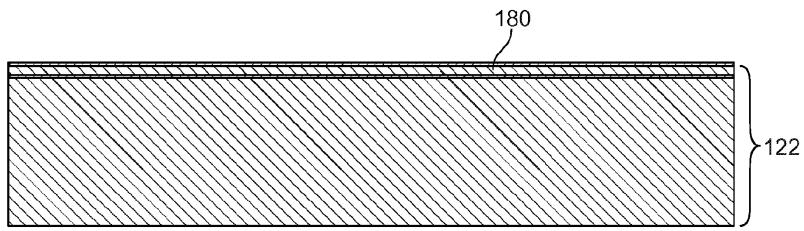
도면13



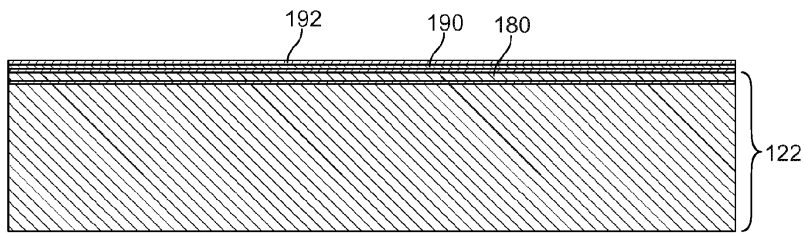
도면14



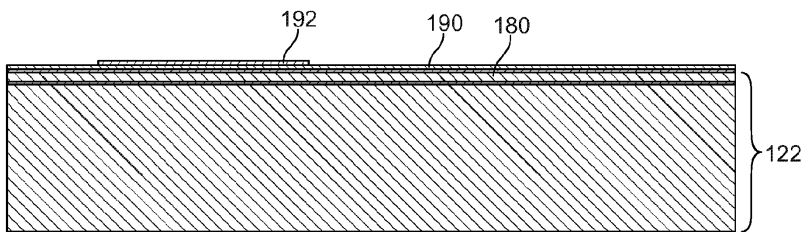
도면15a



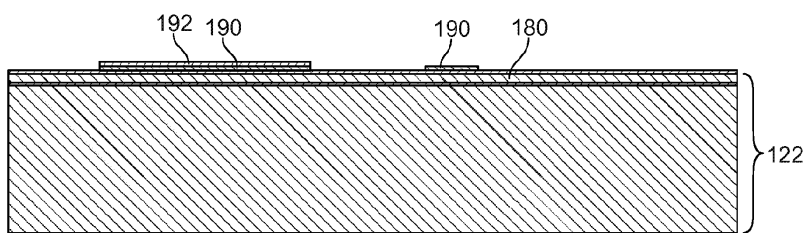
도면15b



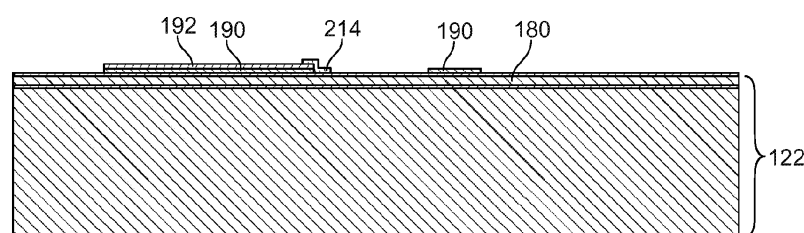
도면15c



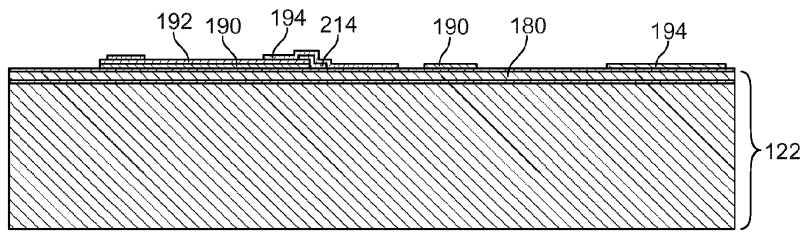
도면15d



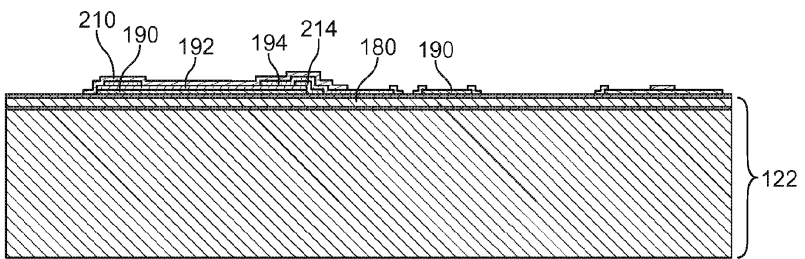
도면15e



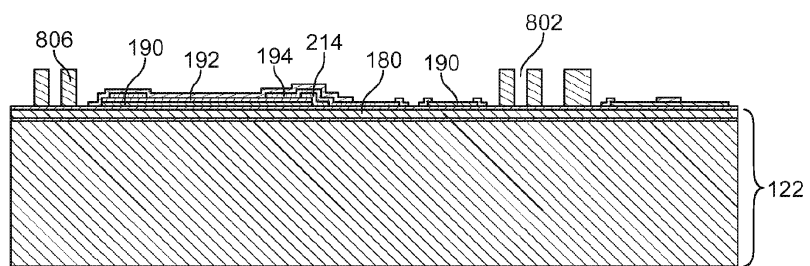
도면15f



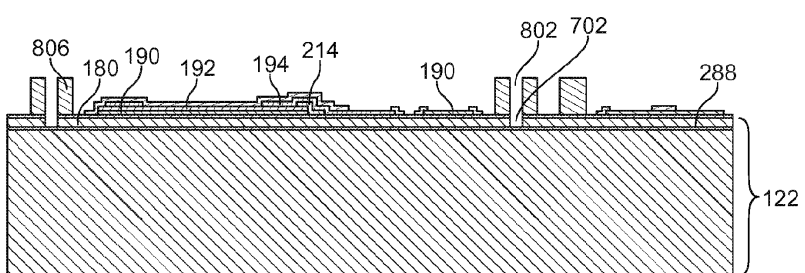
도면15g



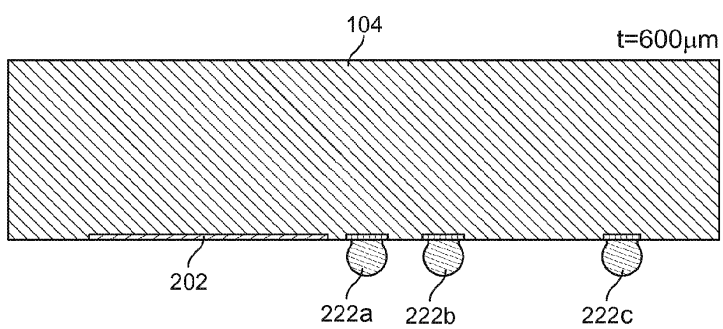
도면15h



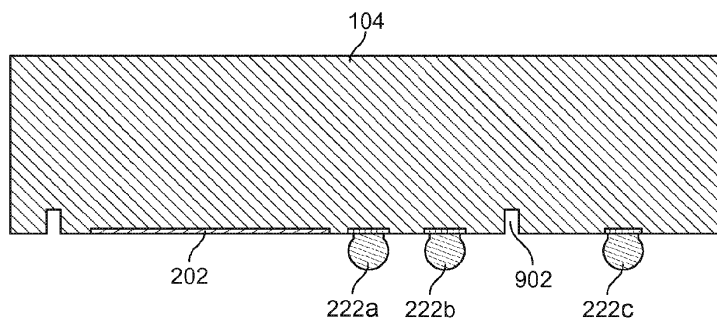
도면15i



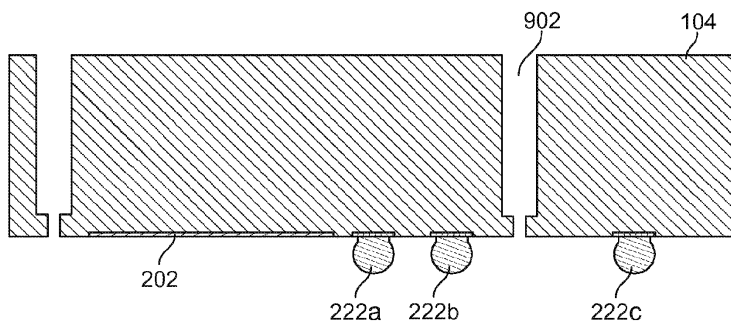
도면15j



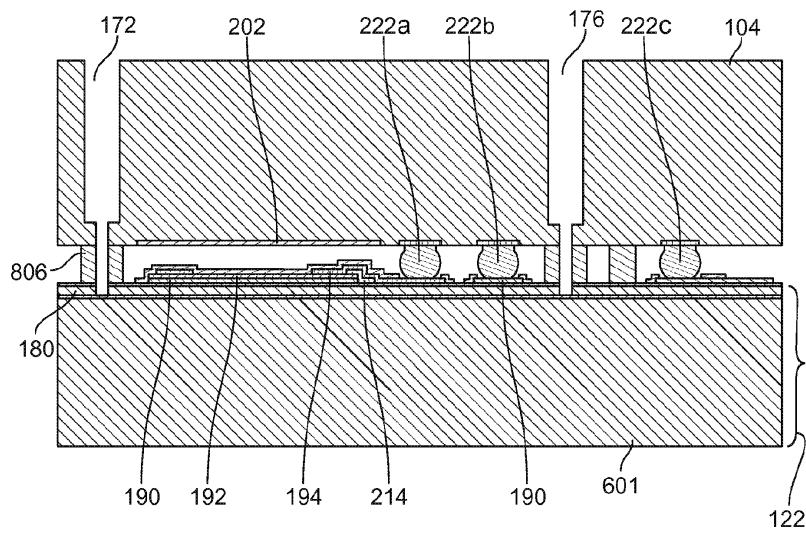
도면15k



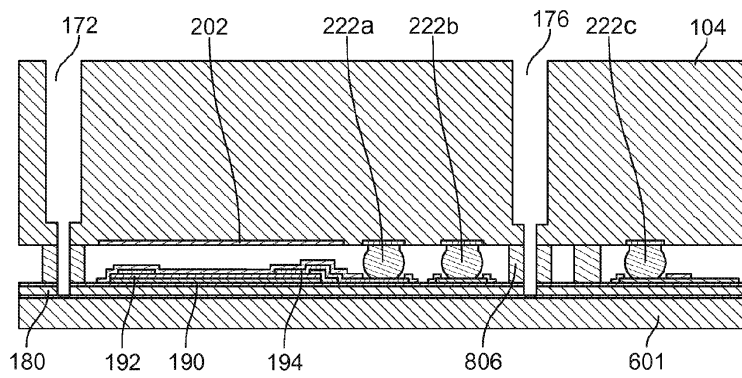
도면15l



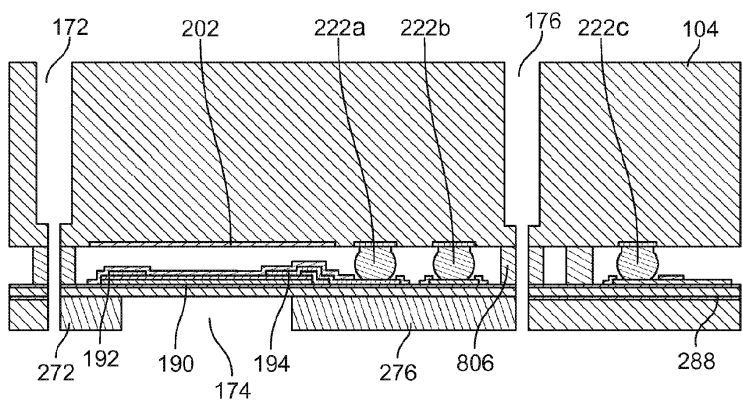
도면15m



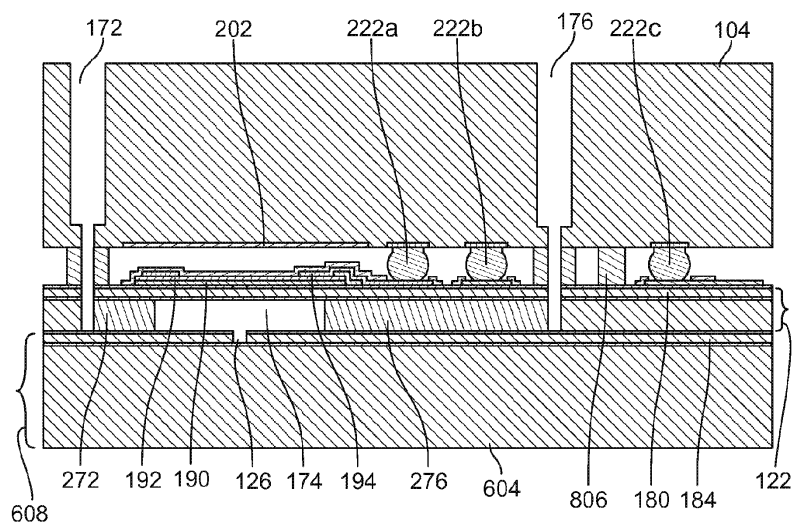
도면15n



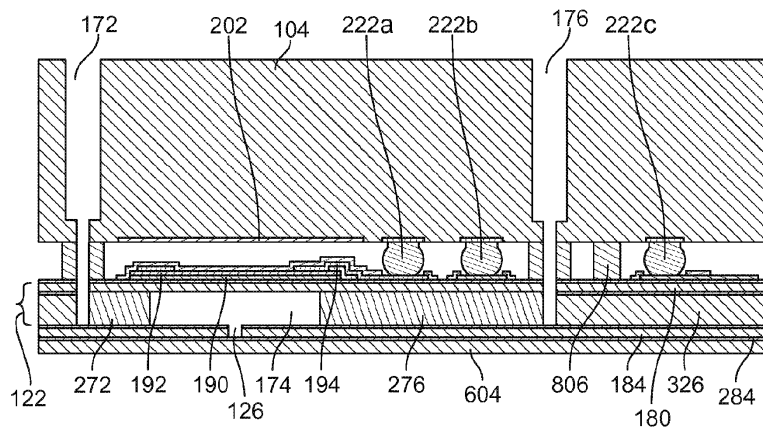
도면15o



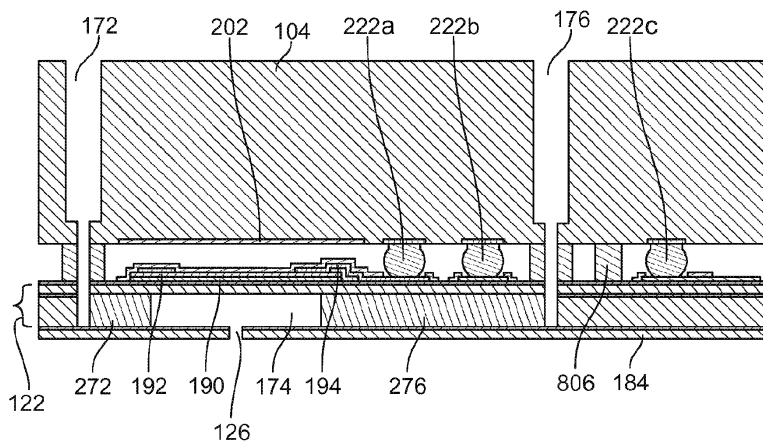
도면15p



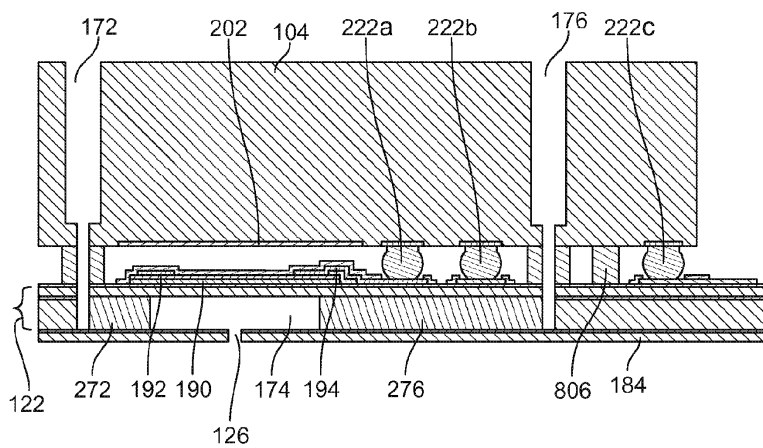
도면15q



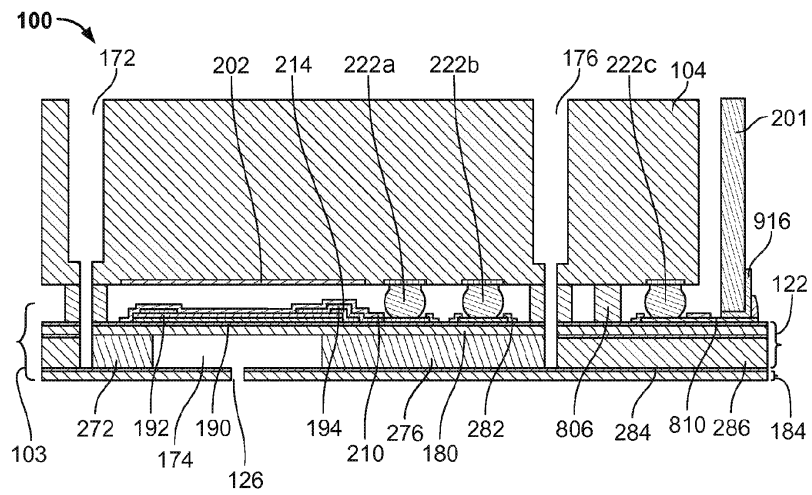
도면15r



도면15s



도면15t



도면16

