

특허청구의 범위

청구항 1

장치로서,

막(membrane) 표면을 갖는 막;

상기 막 표면 내에 형성된 홈(groove);

상기 막 표면과 실질적으로 평행하게 배열된 변환기(transducer) 표면을 갖는 변환기; 및

상기 막 표면을 상기 변환기 표면에 연결하는 접착제(adhesive) — 상기 접착제는 상기 홈을 적어도 부분적으로 충전(filling)함 —

를 포함하는 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 변환기는 압전 물질(piezoelectric material)을 포함하는,

장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 압전 물질은 납 지르코늄 티타네이트(lead zirconium titanate)를 포함하는,

장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 홈은 약 20 미크론 내지 약 60 미크론의 폭을 갖는,

장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 막 표면 내에 형성된 다수의 홈들을 더 포함하는,

장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 홈들의 피치(pitch)는 약 50 미크론 내지 약 70 미크론인,

장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

홈들 사이의 간격은 약 15 미크론 내지 약 25 미크론인,

장치.

청구항 8

제 5 항에 있어서,
상기 홈들의 깊이들은 실질적으로 서로 동일한,
장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 홈의 깊이는 약 0.1 미크론 내지 약 2.0 미크론인,
장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
상기 홈은 실질적으로 접착제로 충전되는,
장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,
상기 접착제는 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)을 포함하는,
장치.

청구항 12

방법으로서,
막의 막 표면과 실질적으로 평행하게 변환기의 변환기 표면을 배열하는 단계 — 상기 변환기 표면은 상기 막 표면에 대향하고, 상기 막 표면은 홈을 포함함 —;
상기 변환기 표면 또는 상기 막 표면 또는 이 둘다에 접착제를 도포하는(apply) 단계;
상기 막 표면에 대향하여 상기 변환기 표면을 가압하는(pressing) 단계; 및
상기 접착제의 적어도 일부가 상기 홈 내에 유동하여 상기 홈을 적어도 부분적으로 충전하도록 허용하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
상기 변환기는 압전 물질을 포함하는,
방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,
상기 압전 물질은 납 지르코늄 티타네이트를 포함하는,
방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 접착제는 벤조사이클로부텐을 포함하는,
방법.

청구항 16

제 12 항에 있어서,
상기 홈은 실질적으로 접착제로 충전되는,
방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은 2008년 9월 18일자로 출원되어 참조로 본 명세서에 포함되는 미국 가출원번호 제61/098,187호의 장점을 청구한다.

배경기술

[0002] 이하의 개시물은 실리콘 다이(silicon die)와 같은 기관 상의 본딩(bonding)에 관한 것이다. 유체 배출(fluid ejection) 장치의 일부 구현예들에서, 유체 방울들(droplets)은 하나 이상의 노즐들로부터 매체(liquid) 위로 배출된다. 노즐들은 유체 펌핑 챔버를 포함하는 유체 경로에 유동성으로(fluidically) 연결된다. 유체 펌핑 챔버는 변환기(transducer)에 의해 작동되며(actuated), 작동될 때, 유체 펌핑 챔버는 유체 방울의 배출을 유도한다. 매체는 유체 배출 장치에 대해 이동될 수 있다. 매체 상의 목표된 위치에 유체 방울을 배치하기 위해 매체의 이동에 따라 특정 노즐로부터 유체 방울의 배출 타이밍이 조절된다(timed). 이러한 유체 배출 장치들에서, 일반적으로 매체 상에 유체 방울들의 균일한(uniform) 증착을 제공하기 위해 동일한 방향으로 그리고 균일한 크기 및 속도의 유체 방울들을 배출하는 것이 바람직하다.

발명의 내용

[0003] 본 개시물은 실리콘 다이와 같은 기관에 변환기를 본딩하는 것과 같은, 막(membrane) 상의 본딩에 관한 것이다. 일 양상에서, 본 명세서에서 제시되는 시스템들, 장치, 및 방법들은 막 표면을 갖는 막, 및 상기 막 표면 내에 형성된 홈(groove)을 포함한다. 변환기는 상기 막 표면과 실질적으로 병렬로 배열된 변환기 표면을 가질 수 있다. 접착제(adhesive)는 상기 막 표면을 상기 변환기 표면에 연결할 수 있으며, 접착제는 상기 홈을 적어도 부분적으로 충전(fill)할 수 있다.

[0004] 다른 양상에서, 본 명세서에서 제시되는 시스템들, 장치, 및 방법들은 막의 막 표면과 실질적으로 병렬로 변환기의 변환기 표면을 배열하는 것을 포함한다. 상기 변환기 표면은 상기 막 표면에 대향할 수 있고, 상기 막 표면은 홈을 포함할 수 있다. 접착제는 상기 변환기 표면 또는 상기 막 표면 또는 이 둘다에 도포될 수 있다. 상기 변환기 표면은 상기 막 표면에 대향하여 가압될 수 있다. 상기 접착제의 적어도 일부는 상기 홈 내에서 유동(flow)하여 상기 홈을 실질적으로 충전하도록 허용될 수 있다.

[0005] 구현예들은 이하의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 변환기는 납 지르코늄 티타네이트(lead zirconium titanate)와 같은, 압전 물질(piezoelectric material)을 포함할 수 있다. 홈은 약 20 마이크로미터 내지 약 60 마이크로미터의 폭을 가질 수 있다. 상기 막 표면은 내부에 형성된 다수의 홈들을 포함할 수 있다. 홈들의 피치(pitch)는 약 50 마이크로미터 내지 약 70 마이크로미터일 수 있다. 홈들 사이의 간격은 약 15 마이크로미터 내지 약 25 마이크로미터일 수 있다. 다수의 홈들의 깊이들은 서로 실질적으로 동일할 수 있다. 홈의 깊이는 약 0.1 마이크로미터 내지 약 2.0 마이크로미터일 수 있다. 접착제는 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)을 포함할 수 있고, 홈은 실질적으로 접착제로 충전될 수 있다.

[0006] 일부 실시예들에서, 이하의 장점들 중 하나 이상이 제공될 수 있다. 홈에서 또는 홈 내부로 접착제의 유동(flow)은 변환기와 막 사이의 접착제의 두께를 감소시킬 수 있다. 접착제의 두께를 감소시키는 것은 유체 방울 배출을 유도하기 위해 유체 펌핑 챔버의 볼륨(volume)을 변경하기 위해 변환기를 작동하는데 요구되는 에너지를 감소시킬 수 있다. 홈의 추가적인 장점으로서, 접착제가 유동하기 위한 공간을 제공하는 것은 접착제의 축적(build-up)을 경감 또는 방지할 수 있으며, 상기 접착제의 축적은 막을 펌핑 챔버 내로 가압하여 작동될 때 변환기의 유효성(effectiveness)을 변경시킬 수 있다. 그러한 축적은 다수의 작동기들 및 유체 펌핑 챔버들에 걸

쳐서 균일하지 않을 수 있기 때문에, 홈은 매체 상의 유체 방울들의 배치의 정확성 뿐만 아니라, 유체 방울 배출 크기 및 속도의 균일성을 개선할 수 있다.

[0007] 본 발명의 하나 이상의 실시예들의 세부사항들은 첨부된 도면들 및 이하의 설명에서 상술된다. 본 발명의 다른 특징들, 목적들, 및 장점들은 상세한 설명, 도면, 및 청구범위로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 유체 방울 배출을 위한 장치의 단면도이다.
 도 2는 유체 배출 배출을 위한 장치의 일부분의 단면 개략도이다.
 도 3은 층을 막에 본딩하기 위한 프로세스의 흐름도이다.
 도 4-8은 유체 방울 배출을 위한 장치를 형성하는 스테이지들의 단면 개략도들이다.
 도 9a는 유체 방울 배출을 위한 장치의 일부분의 단면 개략도이다.
 도 9b는 도 9a의 라인 9-9에 따르는 단면 개략도이다.
 도 10은 유체 방울 배출을 위한 장치의 일부분의 단면 개략도이다.
 도 11은 도 10의 장치의 일부분의 평면도이다.
 도 12는 층을 막에 본딩하는 프로세스의 흐름도이다.
 도 13 내지 18은 유체 방울 배출을 위한 장치를 형성하는 스테이지들의 단면 개략도들이다.
 다양한 도면들에서 동일한 참조 부호들은 동일한 엘리먼트들을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 유체 방울 배출을 위한 장치는 예를 들어, 반도체 처리 기술들을 이용하여 제조된 다이(die)일 수 있는 사각형 플레이트-형상의 인쇄헤드 모듈과 같은, 유체 배출 모듈을 가질 수 있다. 유체 배출기(ejector)는 또한 외부 프로세서로부터 데이터를 수신하여 구동 신호들을 인쇄헤드 모듈에 제공하기 위한 플렉스(flex) 회로와 같은 다른 컴포넌트들과 함께, 인쇄헤드 모듈을 지지하기 위한 하우징을 포함할 수 있다.

[0010] 인쇄헤드 모듈은 다수의 유체 유동 경로들이 형성되는 기관을 포함한다. 인쇄헤드 모듈은 또한 유체가 유동 경로들로부터 선택적으로 방출되도록 하기 위한, 예를 들어 변환기들과 같은 다수의 작동기들을 포함한다. 따라서, 연관된 작동기를 통한 각각의 유동 경로는 개별적으로 제어가능한 MEMS 유체 방출기 유닛을 제공한다.

[0011] 기관은 유동-경로 몸체, 노즐층(nozzle layer), 및 막층(membrane layer)을 포함할 수 있다. 유동-경로 몸체, 노즐층, 및 막층은 각각 예를 들어, 단결정 실리콘과 같은 실리콘일 수 있다. 유체 유동 경로는 유체 입구(inlet), 어센더(ascender), 상기 막층에 인접한 펌핑 챔버, 및 노즐층을 통하여 형성된 노즐에서 종결되는(terminate) 디센더(descender)를 포함할 수 있다. 작동기의 활성화는 막이 펌핑 챔버 내로 편향되도록 하여, 노즐 밖으로 유체를 가압한다.

[0012] 막은 내부에 형성된 리세스들을 가질 수 있다. 접착제는 변환기를 막에 본딩 또는 연결할 수 있고, 접착제는 리세스들을 적어도 부분적으로 차지할 수 있다. 리세스들은 막 상에 포스트들(posts)과 같은 돌출부들을 한정하기 위해 배열될 수 있다. 대안적으로, 리세스들은 막 내의 홈들로서 형성될 수 있다.

[0013] 도 1은 유체 방울 배출 장치의 일부분의 단면도이다. 입구(100)는 기관(17) 및 변환기(30)를 포함하는 다이(10)에 유체 공급부(미도시됨)를 유동성으로 연결한다. 기관(17)은 유동-경로 몸체(11)를 포함한다. 입구(100)는 통로(미도시됨)를 통하여 유동-경로 몸체(11) 내에 형성된 입구 통로(104)에 유동성으로 연결된다. 입구 통로(104)는 예를 들어 어센더(106)를 통하여, 펌핑 챔버(18)에 유동성으로 연결된다. 펌핑 챔버(18)는 디센더(110)에 유동성으로 연결되며, 디센더(110)의 종단에는 노즐(112)이 있다. 노즐(112)은 다이(10)에 부착된 노즐 플레이트(12)에 의해 한정될 수 있다. 노즐(112)은 노즐 플레이트(12)의 외부 표면에 의해 한정된 출구(114)를 포함한다. 일부 구현예들에서, 재순환 통로(116)는 디센더(106)를 재순환 채널(118)에 유동성으로 연결하기 위해 제공될 수 있다. 막(14)은 펌핑 챔버(18)를 커버하고 펌핑 챔버(18)에 가까이 근접한 유동-경로 몸체(11)의 최상부 상에 형성되며, 예를 들어 막(14)의 하부면은 펌핑 챔버(18)의 상부 경계를 한정할 수 있다. 변환기(30)는 막(14)의 최상부 상에 배치되고, 두께 T를 갖는 접착제층(26)은 변환기(30)와 막(14) 사이에 형성

되어 이 둘을 서로 본딩한다. 홈들(22)은 막(14)을 통하여 부분적으로 연장하지만 전체적으로 연장하지 않는다. 이러한 개시물은 하나 보다 많은 홈을 인용하는 곳마다, 단일 홈이 대안적인 구현예들에서 제공될 수 있다는 점을 이해할 것이다. 일부 구현예들에서, 각각의 펌핑 챔버(18)는 독립적으로 작동될 수 있는 대응하는 전기적으로 절연된 변환기(30)를 갖는다. 변환기(30)는 회로(미도시됨)에 의한 변환기(30)의 작동을 허용하기 위한 전극들(84, 88)(도 10 참조)을 포함한다.

[0014] 막(14)은 실리콘(예, 단결정성 실리콘), 일부 다른 반도체 물질, 산화물, 유리, 알루미늄 질화물, 실리콘 탄화물, 다른 세라믹들 또는 금속들, 실리콘-온-절연기, 또는 임의의 깊이-프로파일가능한(depth-profileable) 층으로 형성될 수 있다. 깊이 프로파일링 방법들은 식각, 샌드 블라스팅(sand blasting), 머시닝(machining), 전기적-방전 머시닝, 또는 입자들의 스핀-온(spin-on)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 막(14)은 불활성 물질로 구성될 수 있고, 변환기(30)의 작동이 펌핑 챔버(18)의 유체를 가압하기에 충분한 막(14)의 변형(flexure)을 유도하여 노즐(112)로부터 유체 방울들을 배출시키도록 하는 컴플라이언스(compliance)를 갖는다. 그 전체 내용들이 참조로 여기에 포함되는 2005년 5월 12일자로 공개된 미국 특허 공개번호 제2005/0099467호는 인쇄헤드 모듈 및 제조 기술들의 예들을 설명한다. 일부 구현예들에서, 막(14)은 유동-경로 몸체(11)와 단일체(unitary)로 형성될 수 있다.

[0015] 동작 시에, 유체는 입구 채널(100)을 통하여 유체-경로 몸체(11) 내로 유동하고 입구 통로(104)를 통하여 유동한다. 유체는 어센더(106) 위까지 그리고 펌핑 챔버(18) 내로 유동한다. 펌핑 챔버(18) 상부의 변환기(30)가 작동될 때, 변환기(30)는 막(14)을 펌핑 챔버(18) 내로 편향시킨다. 펌핑 챔버(18)의 볼륨에서의 결과적인 변화는 펌핑 챔버(18) 밖으로 그리고 디센더(110) 내로 유체를 가압한다. 그 다음, 변환기(30)가 노즐(112)을 통하여 유체의 방울을 가압하기 위한 인가된 충분한 압력을 갖는 경우, 유체는 노즐(112)을 통하여 그리고 출구(114) 밖으로 통과한다. 그 다음, 유체의 방울은 매체 상에 증착될 수 있다.

[0016] 접착제(26)의 유동을 위한 공간을 갖는 막(14)을 구성하는 것은 접착제(26)의 축적을 방지할 수 있으며, 그렇지 않은 경우 특히 접착제(26)가 불균일한 두께로 도포되는 경우 펌핑 챔버(18) 내로 막(14)의 편향을 유도할 수 있다. 막(14)은 약 1.0 미크론 내지 약 150 미크론, 예를 들어 약 8.0 미크론 내지 약 20 미크론의 두께를 가질 수 있다. 홈들(22)의 깊이 D(도 7 참조)는 경화 상태(curing state) 동안 접착제(26)의 점도(viscosity) 및 막(14) 또는 변환기(30)에 도포되는 접착제(26)의 두께에 좌우될 수 있다. 온도는 경화 사이클 동안 접착제의 점도에 영향을 줄 수 있고, 이는 일반적으로 접착제(26)가 더 많은 점성을 갖도록 한다(viscous). 고 점성 접착제(26)는 느리게 유동할 수 있고 경화 이전에 충분히 신속하게 유동하기 위한 많은 공간을 필요로 할 수 있다. 유사하게, 막(14)과 변환기(30) 사이의 접착제(26)의 두께가 더 클수록, 과량의 접착제(26)를 유지하기 위한 더 많은 공간이 필요하다.

[0017] 도 2는 펌핑 챔버(18)의 단면 개략도를 도시하며, 펌핑 챔버(18)의 경계는 막(14)에 의해 한정된다. 도 2에 도시된 막(14)은 홈(22)을 포함하지 않는다. 변환기(30)를 막(14)에 본딩할 때, 앳지 근처의 이 둘 사이의 갭이 약 0.1 미크론 미만인 경우, 접착제(26)는 트랩(trap)될 수 있고, 잠재적으로 접착제의 축적 및 막(14) 내에서의 결과적인 "범프(bump)"를 유발한다. 펌핑 챔버(18) 상부의 막(14) 내의 범프는 도 2에 도시된 것처럼, 펌핑 챔버(18) 내로 막(14)의 편향을 유발할 수 있다. 일부 환경들에서, 변환기(30)와 막(14) 사이의 접착제의 축적은 변환기(30), 펌핑 챔버(18), 또는 이 둘의 유효성을 감소시킬 수 있다. 다른 환경들에서, 변환기(30)와 막(14) 사이의 접착제의 축적은 변환기(30)에 대한 응력(stress)을 증가시킬 수 있고 다이(10)에 걸친 작은 영역 내에서 변환기(30)의 활동도(activity)를 증가시킬 수 있다. 변환기(30) 또는 펌핑 챔버(18)의 유효성이 증가 또는 감소되는지 여부와 무관하게, 그 효과는 다이(10)에 걸쳐서 불균일할 수 있다. 유효성에서의 이러한 불균일성은 유체 방울 크기 및 유체 방울 배출 속도와 같은, 유체 방울 배출 특성들의 불균일성을 유발할 수 있다. 대안적으로, 유효성에서의 불균일성은 불균일성을 보상하기 위해 변환기들(30)을 제어함에 있어서 증가된 복잡성을 요구할 수 있다.

[0018] 펌핑 챔버들(18) 상부에서 접착제(26)의 축적을 경감 또는 방지하기 위해, 막(14)은 내부에 형성된 하나 이상의 홈들(22)을 포함할 수 있다. 막(14) 내의 홈(22)의 깊이 D는 접착제(26)가 트랩됨이 없이 흐를 수 있도록 하기 위해, 약 0.1 미크론 보다 더 클 수 있고, 예를 들어 약 0.25 미크론 보다 더 클 수 있다. 접착제(26)로 충전될 때, 홈(22)은 펌핑 챔버(18) 상부의 홈(22) 내의 보이드(void)가 변환기(30)를 작동할 때 주어진 에너지의 일부를 흡수할 수 있기 때문에 변환기(30)와 막(14) 사이에서, 에어 포켓(air pocket)들과 같은 보이드들을 갖지 않는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 에너지 흡수는 변환기(30), 유체 펌핑 챔버(18), 또는 이 둘다의 유효성의 감소와 같은 유효성의 변동을 초래할 수 있다. 이러한 흡수는 다이(10)에 걸쳐서 불균일할 수 있으며, 이는 유체 방울 크기 및 유체 방울 배출 속도와 같은 유체 방울 배출 특성들의 불균일성을 초래할 수 있다. 따라

서, 홈(22)은 접착제(26)가 변환기(30) 아래로부터 새어 나올 수 있도록 하기에 충분히 깊어야 하지만 변환기(30)와 막(14) 사이의 보이드들을 방지하기에 충분히 얇아야 한다. 즉, 홈(22)은 변환기(30)와 막(14)이 접촉하게 될 때, 홈(22)이 실질적으로 또는 완전하게 접착제(26)로 충전되도록 구성되어야 한다. 변환기(30)에 도포된 접착제(26)의 두께 T가 약 1.0 미크론인 일부 구현예들에서, 홈(22)의 깊이는 접착제(26)의 유동을 허용하기 위해 약 0.1 미크론보다 더 커야하지만, 접착제(26) 내의 보이드들을 최소화 또는 방지하기 위해 약 1.0 미크론 미만이어야 한다. 홈(22)의 깊이는 또한 접착제(26)의 두께 및 경화 상태 동안 접착제(26)의 점도에 좌우될 수 있다.

[0019] 도 3은 다이(10)의 막(14)에 변환기(30)를 본딩하기 위한 프로세스의 흐름도이다. 도 4-8은 유체 방울 배출을 위한 장치의 제조 단계들의 단면도들이다. 도 4에 도시된 것처럼, 포토레지스트층(15)은 막(14)의 최상부 상에 형성된다(단계 315). 일부 구현예들에서, 노즐 플레이트(12)는 다수의 층들을 가지며, 이들 중 일부는 제조 동안 장치를 유지(holding)하기 위해 사용될 수 있고 이후의 제조 단계들 동안 제거될 수 있다. 도 5에 도시된 것처럼, 포토레지스트층(15)은 종래의 포토리소그래피 기술들을 이용하여 패터닝되어, 포토레지스트층(15)의 부분들이 제거되고, 이에 따라 애퍼처들(apertures)(21)은 포토레지스트층(15) 내에 형성된다(단계 325). 도 6을 참조하면, 막(14)은 포토레지스트층(15) 내의 애퍼처들(21)을 통하여 식각되어 막(14) 내에 홈들(22)을 형성한다(단계 335). 그 다음, 도 7에 도시된 것처럼, 포토레지스트층(15)은 제거된다(단계 345).

[0020] 도시된 구현예에서, 홈들(22)은 막(14)을 통하여 전체적으로 연장하지 않는다. 막(14) 내로의 식각 깊이 D는 예를 들어, 미리 결정된 시간량 동안 식각하고, 홈들(22)의 목표된 리세스 깊이 D가 인-시튜(in-situ) 모니터링 시스템에 의해 검출되는 바와 같이 달성되었을 때 식각 프로세스를 중지함으로써, 또는 깊이 D의 막(14) 내에 식각-정지층을 포함함으로써, 제어될 수 있다. 도 7을 참조하면, 접착제(26)는 막(14)에 대향하는 변환기(30)의 표면에 도포(applied)되거나 또는 표면 상에 형성되고(단계 355), 접착제(26)를 갖는 변환기(30)는 막(14) 상에 배치된다(단계 365). 대안적으로, 접착제(26)는 변환기(30)에 도포되는 접착제(26)와 더불어 또는 대신에 막(14)에 도포된다. 압력은 기관(17)과 변환기(30)를 서로를 향하여 가압하기 위해 인가될 수 있고, 접착제(26)는 홈들(22) 내에 적어도 부분적으로 유동하도록 허용될 수 있다(단계 375). 그 다음, 접착제가 경화되어 변환기(30)를 막(14)에 본딩 또는 연결할 수 있다.

[0021] 막(14)은 약 1.0 미크론 내지 약 150 미크론, 예를 들어, 약 8.0 미크론 내지 약 20 미크론의 두께를 가질 수 있다. 홈(22)의 깊이는 변환기(30) 또는 막(14)에 도포되는 접착제(26)의 두께 및 경화 상태 동안 접착제(26)의 점도에 좌우될 수 있다. 온도는 경화 사이클 동안 접착제(26)의 점도에 영향을 줄 수 있고, 이는 일반적으로 접착제(26)가 더 많은 점성을 갖도록 한다. 고 점성 접착제(26)는 느리게 유동할 수 있고 경화 이전에 충분히 유동하기 위한 보다 많은 공간을 필요로 할 수 있으며, 상대적으로 깊은 홈(22)이 요구될 수 있다. 유사하게, 막(14)과 변환기(30) 사이의 접착제(26)의 두께가 더 클수록, 과량의 접착제(26)를 유지하기 위한 더 많은 공간이 필요하다. 일부 구현예들에서, 변환기(30)에 도포된 접착제(26)의 층이 약 1.0 미크론의 두께를 가질 때, 홈(22)의 깊이 D는 약 0.25 미크론이다. 일부 다른 구현예들에서, 홈(22)의 깊이 D는 약 0.1 미크론 내지 약 2.0 미크론일 수 있다. 다수의 홈들(22)을 갖는 구현예들에서, 홈들(22)은 대략적으로 동일한 깊이 D를 가질 수 있다. 대안적인 구현예에서, 홈(22)은 리세스들에 인접한 나머지 막 물질이 예를 들어 유동-경로 몸체(11)에 의해 적절히 지지되는 한, 막(14)을 통하여 전체적으로 연장될 수 있다.

[0022] 도 8은 막(14)의 최상부 상의 접착제(26) 및 변환기(30)를 도시한다. 접착제(26)는 변환기(30)와 막(14) 사이에 있고, 홈들(22)을 실질적으로 또는 완전하게 충전한다. 변환기(30) 및 막(14)은 접착제(26)의 두께가 이들 사이에 있기 때문에 직접 접촉하지 않는다. 접착제(26)의 층의 두께가 증가함에 따라, 유체 펌핑 챔버(18)의 충분한 변형이 유체 방울 배출에 영향을 주도록 하기 위해 더 많은 에너지(예, 더 큰 전압)가 변환기(30)에 인가되어야 한다. 따라서, 접착제(26)의 층의 두께를 감소시키는 것은 변환기(30)의 에너지 조건들을 최소화하기 위해 바람직하다.

[0023] 일부 구현예들에서, 접착제(26)는 접착제(26)의 물질 특성들 또는 접착제를 도포하기 위한 프로세스와 같은 다른 제한들 때문에 최소 두께로 제공되어야 한다. 예를 들어, 홈들(22)이 없는 경우, 일부 타입들의 접착제들에서, 접착제(26)의 최소 두께는 약 1000 나노미터 내지 약 1200 나노미터일 수 있다. 대조적으로, 홈들(22)의 사용에서, 접착제(26)의 최소 달성가능한 두께는 약 200 나노미터 이하, 예를 들어 약 100 나노미터 이하일 수 있다. 홈들(22)은 변환기(30) 및 접착제(26)가 막(14)과 접촉하거나 또는 막(14)을 향하여 가압될 때 일부 접착제(26)가 홈들(22) 내에, 홈들(22) 내부로, 홈들(22)을 따라, 또는 홈들(22)을 통하여 유동하도록 허용함으로써 접착제(26)의 최소 달성가능한 두께를 감소시킬 수 있다.

- [0024] 접착제(26)의 최소 두께를 달성하도록 시도하기 위해, 변환기(30) 및 막(14)은 과량의 접착제(26)를 압착하기 위해 함께 가압될 수 있다. 접착제(26)의 유동 저항은 접착제(26)가 변환기(30)와 막(14) 사이로부터 나오기 전에 이동하는 거리의 증가에 따라 선형적으로 증가한다. 예를 들어, 홈들(22) 없이, 막(14) 및 변환기(30)의 중심 근처의 접착제(26)는 압착되기 전에 약 75 밀리미터 이동한다. 대조적인 예로서, 막(14)이 내부에 형성된 홈들(22)을 갖는 경우, 중심 근처의 접착제(26)는 약 150 마이크로만 이동하여 홈들(22) 내로 유동한다. 유동 저항은 이동되는 거리에 비례하기 때문에, 홈들(22) 내로 유동하는 접착제(26)는 홈들(22) 없이 약 500배 미만인 유동 저항을 갖는다. 따라서, 보다 많은 과량의 접착제(26)는 경화 이전에 압착될 수 있고, 이는 상대적으로 더 얇은 층의 접착제(26)를 유발할 수 있다. 예를 들어, 1.0 마이크로미터의 접착제(26) 층이 2개의 부분들 사이에 도포되는 경우, 홈들(22)이 없는 최소 두께는 약 1000-1200 나노미터일 수 있다. 대조적으로 홈들(22)을 갖는 경우, 접착제(26)의 최소 두께는 약 200 나노미터 이하일 수 있다. 변환기(30)와 막(14) 사이의 접착제의 유동 저항은 공식 $R = k\mu L/t^3$ 으로 상술될 수 있으며, 여기서 R은 유동 저항이고, k는 상수이며, μ 는 유체의 점도이고, L은 길이이며, t는 접착제(26)의 두께이다.
- [0025] 주의되는 것처럼, 접착제(26)는 본딩 이전에 변환기(30)에 도포될 수 있다. 다른 구현예들에서, 접착제(26)는 변환기(30)에 도포되는 접착제(26)와 더불어, 또는 접착제(26) 대신에 막(14)에 도포된다. 홈들(22) 내로 유동하는 도포된 접착제(26)의 퍼센티지를 극대화하기 위해 홈들(22) 내에 도포되는 접착제(26)의 양은 최소화될 수 있다. 접착제(26)는 벤조사이클로부텐(BCB)과 같은 유기 물질, 또는 다른 적절한 물질일 수 있다.
- [0026] 도 9a 및 9b는 막(14), 접착제(26), 및 변환기(30)의 일부분의 개략도들이다. 막(14)과 변환기(30) 사이의 거리는 예시적인 목적들을 위하여 과장되었다. 막(14)은 그 최상부면의 전부 또는 일부분 상에 홈들(22)을 갖는다. 변환기(30)는 막(14) 상부에 있다. 접착제(26)는 변환기(30)와 막(14) 사이에 있다. 홈들(22)은 접착제(26)가 유동할 수 있는 공간들을 한정한다. 홈(22)의 폭 W는 접착제가 홈(22) 내로 또는 홈(22)을 통하여 유동하도록 허용하기 위해 충분히 넓게 구성되어야 한다. 예를 들어, 폭 W가 너무 작으면, 접착제(26)는 홈들(22)을 실질적으로 충전하기 위해 경화 이전에 충분하게 유동하지 않을 수 있다. 간격 S는 접착제(26)의 적어도 일부가 접착제(26)가 경화하기 전에 홈(22)으로 이동할 수 있도록 하기에 충분히 좁게 형성될 수 있다. 그러나, 간격 S는 또한 변환기(30)를 위한 충분한 본딩 영역을 허용하기에 충분히 넓게 형성될 수 있다. 홈들(22)의 간격 S 및 폭 W는 또한 막(14), 변환기(30), 또는 이 둘다에 도포된 접착제(26)의 두께 및 접착제(26)의 점도에 좌우될 수 있다. 일부 구현예들에서, 홈(22)은 약 20 마이크로미터 내지 약 60 마이크로미터, 예를 들어 약 40 마이크로미터와 같은 폭 W를 가질 수 있다. 일부 구현예들에서, 다수의 홈들(22)은 균일한 폭 W로 형성된다. 앞서 논의된 것처럼, 깊이 D는 약 0.10 마이크로미터 내지 약 2.0 마이크로미터, 예를 들어 약 0.25 마이크로미터일 수 있다. 막(14)이 다수의 홈들(22)을 갖는 경우, 홈들(22)의 피치 P는 약 50 마이크로미터 내지 약 70 마이크로미터, 예를 들어 약 59.5 마이크로미터일 수 있거나/있고, 홈들(22) 사이의 간격 S는 약 15 마이크로미터 내지 약 25 마이크로미터, 예를 들어 약 19.5 마이크로미터일 수 있다.
- [0027] 도 10은 펌핑 챔버들(18) 상부의 막(14) 상의 변환기들(30)의 구현예의 단면도이다. 다수의 펌핑 챔버들(18)이 도시되며, 본 구현예에서, 막(14)은 펌핑 챔버들(18) 상부에 홈(22)을 포함한다. 변환기(30)는 최상부 전극(84), 압전층(80), 및 바닥부 전극(88)을 포함한다. 최상부 전극(84) 및 바닥부 전극(88)은 압전층(80)의 최상부면 및 바닥부면 상에 각각 배열된다. 접착제(26)는 변환기(80)를 막(14)에 본딩한다. 회로(미도시됨)는 최상부 전극(84)과 바닥부 전극(88)에 전기적으로 연결될 수 있다. 회로는 전극들(84, 88) 사이에 전압을 인가할 수 있다. 인가된 전압은 변환기(30)를 작동시킬 수 있고, 압전층(80)이 변형되도록 한다. 이러한 변형은 막(14)을 펌핑 챔버(18) 내로 편향시킬 수 있으며, 이에 따라 펌핑 챔버(18) 밖으로 유체를 가압한다.
- [0028] 도 11은 도 12에 도시된 구현예의 평면도로서, 변환기들(30)의 2개의 행들이 도시된다. 변환기들(30)의 이러한 2개의 행들은 펌핑 챔버(18) 아래의 노즐들(112)의 2개의 행들에 대응할 수 있는 펌핑 챔버들(18)의 2개의 행들에 대응한다.
- [0029] 도 12는 막(14) 내에 홈들(22)을 형성하는 대안적인 방법을 도시하는 흐름도이다. 도 13-18은 유체 방울 배출을 위한 장치의 제조 단계들의 단면도들이다. 도 13에 도시된 것처럼, 텍스처(texture) 마스크(13)가 막(14)의 최상부 상에 형성된다(단계 905). 텍스처 마스크(13)는 실리콘 산화물과 같은, 산화물로부터 제조될 수 있다. 텍스처 마스크(13)의 사용은 예를 들어 텍스처 마스크(13)가 포토레지스트의 선택비(selectivity)보다 더 높은 선택비를 갖는 경우 바람직할 수 있다. 즉, 텍스처 마스크(13)의 보다 작은 두께는 막(14)을 상대적으로 더 큰 깊이로 식각하기 위해 사용될 수 있다. 포토레지스트층(15)은 텍스처 마스크(13)의 최상부 상에 형성된다(단계 915). 도 14를 참조하면, 포토레지스트층(15)은 종래의 포토리소그래피 기술들을 이용하여 패터닝되어 포토레지스트층(15)의 부분들이 제거되며, 이에 따라 애퍼처들(20)이 포토레지스트층(15) 내에 형성된다(단계 925). 도 15를 참조하면, 텍스처 마스크(13)는 포토레지스트층(15) 내의 애퍼처들(20)을 통하여 식각되어 텍스처 마스크

크(13) 내에 애퍼처들(21')을 형성한다(단계 935). 그 다음, 도 16을 참조하면, 포토레지스트층(15)은 제거된다(단계 945). 그 다음, 도 17을 참조하면, 막(14)은 텍스처 마스크(13) 내의 애퍼처들(21')을 통하여 식각되어 홈들(22)을 형성한다(단계 955). 도시된 구현예에서, 홈들(22)은 앞서 설명된 것처럼, 막(14)을 통하여 전체적으로 연장하지 않는다. 그 다음, 도 18을 참조하면, 예를 들어 그라인딩(grinding)에 의해, 플루오르화수소산(hydrofluoric acid)에서의 바싱(bathing), 또는 일부 다른 적절한 기계적 또는 화학적 메커니즘에 의해, 텍스처 마스크(13)가 제거된다(단계 965). 접착제(26)는 막(14)에 대항하는 변환기(30)의 표면에 도포되거나 또는 표면 상에 형성되고(단계 975), 도 8에 도시된 것처럼, 접착제(26)를 갖는 변환기(30)는 막(14) 상에 배치된다(단계 985). 대안적으로, 접착제(26)는 변환기(30)에 도포되는 접착제(26)와 더불어 또는 대신에 막(14)에 도포된다. 압력이 인가될 수 있고, 접착제(26)는 적어도 부분적으로 홈들(22) 내로 유동하도록 허용된다(단계 995).

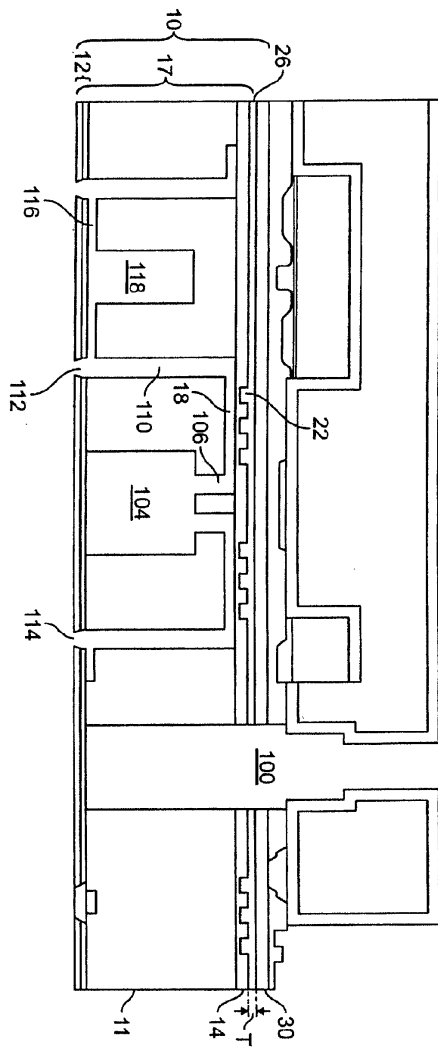
[0030] 앞서 설명된 구현예들은 이하의 장점들 중 일부 또는 전부를 제공하거나 이하의 장점들 중 어느 것도 제공하지 않을 수 있다. 리세스들 또는 홈들 내로 접착제의 유동은 변환기와 막 사이의 접착제의 두께를 최소화할 수 있다. 접착제의 두께를 감소시키는 것은 변환기를 작동하는데 요구되는 에너지를 감소시킬 수 있고 유체 방울 배출을 유도하기 위해 유체 펌핑 챔버의 볼륨을 변화시킬 수 있다. 추가적으로, 도포된 접착제의 두께가 불균일한 경우에, 접착제가 유동하기 위한 공간을 제공하는 것은 접착제의 축적을 경감 또는 방지하며, 그렇지 않은 경우 막을 펌핑 챔버 내로 가압할 수 있고 이에 따라 작동될 때 변환기의 유효성을 변경할 수 있다. 특히, 다수의 펌핑 챔버들 및 노즐들이 사용되는 경우, 펌핑 챔버들 내로 막의 편향의 정도들의 변화는 다수의 펌핑 챔버들 중에서 유효성의 정도들(degrees of effectiveness)의 변화를 유발할 수 있다. 다수의 펌핑 챔버들에 걸친 유효성의 변화들은 다수의 노즐들 중에서 유체 방울 배출 크기 또는 속도의 변화를 유발할 수 있으며, 이는 매체 상에 부정확한 유체 방울 크기 또는 배치를 유발할 수 있다. 접착제에 의한 막의 편향을 경감 또는 방지함으로써, 앞서 설명된 홈들은 유체 방울 크기 및 속도와 같은, 유체 방울 배출 특성들의 균일성을 개선할 수 있다. 이에 따라, 다이 상의 작동기들 간의 균일성은 개선되며, 부정확한 유체 방울 배치의 가능성을 감소시킨다.

[0031] 명세서 및 청구범위에 걸쳐서 "앞", "뒤", "최상부" 및 "바닥부"와 같은 용어의 사용은 유체 방울 배출 장치 및 본 명세서에서 설명된 다른 엘리먼트들의 다양한 컴포넌트들을 구별하기 위한 예시적인 목적들만을 위한 것이다. "앞", "뒤", "최상부", 및 "바닥부"의 사용은 유체 방울 배출 장치, 기관, 다이, 또는 본 명세서에서 설명된 임의의 다른 컴포넌트의 특정한 배향(orientation)을 의미하지 않는다.

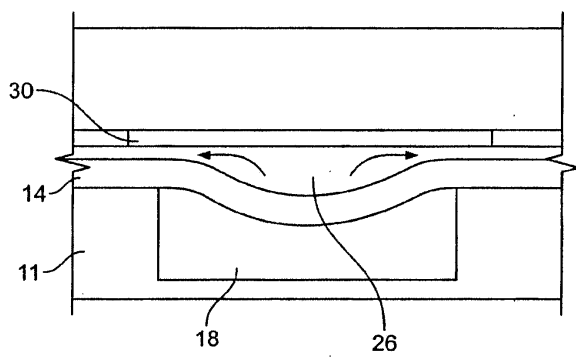
[0032] 본 발명의 다수의 실시예들이 설명되었다. 그럼에도 불구하고, 다양한 변형들은 본 발명의 사상과 범주를 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 점을 이해할 것이다. 예를 들어, 막 내의 홈들은 접착제가 유동하거나 또는 존재하기 위한 공간을 제공하는 임의의 형상 또는 프로파일일 수 있다. 따라서, 다른 실시예들은 이하의 청구범위의 범주 내에 있다.

도면

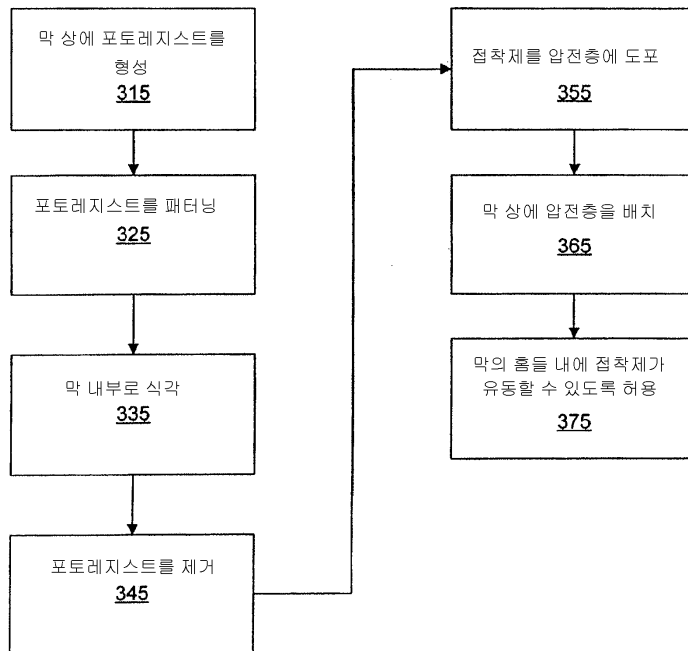
도면1



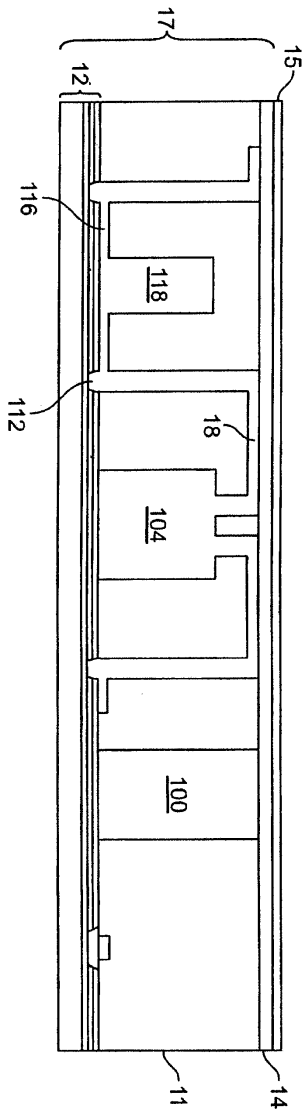
도면2



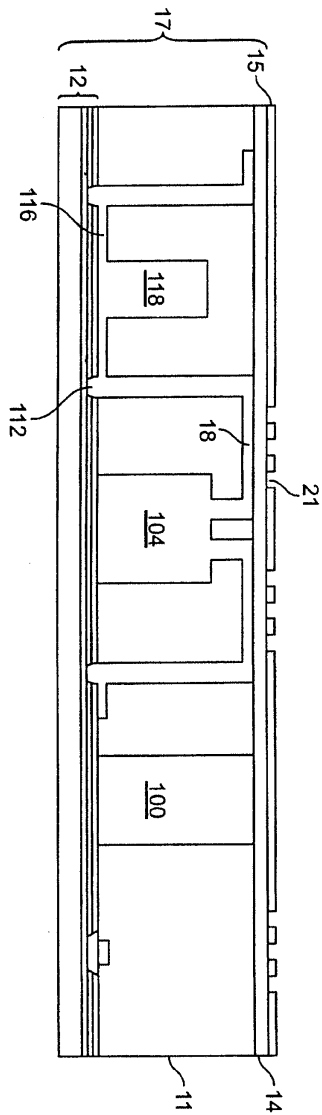
도면3



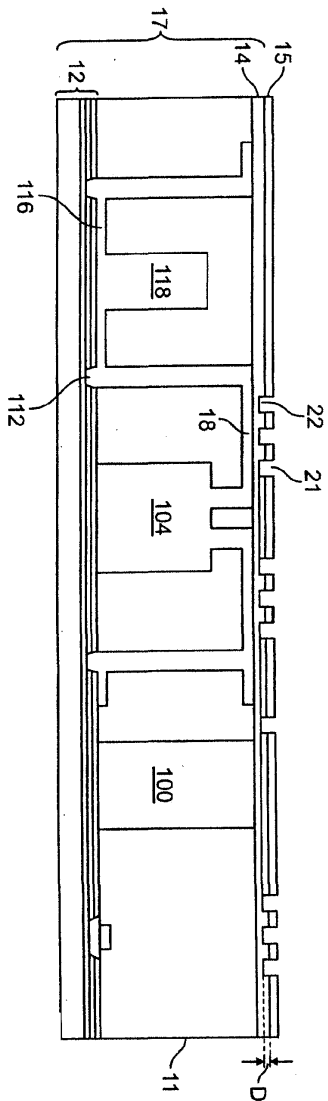
도면4



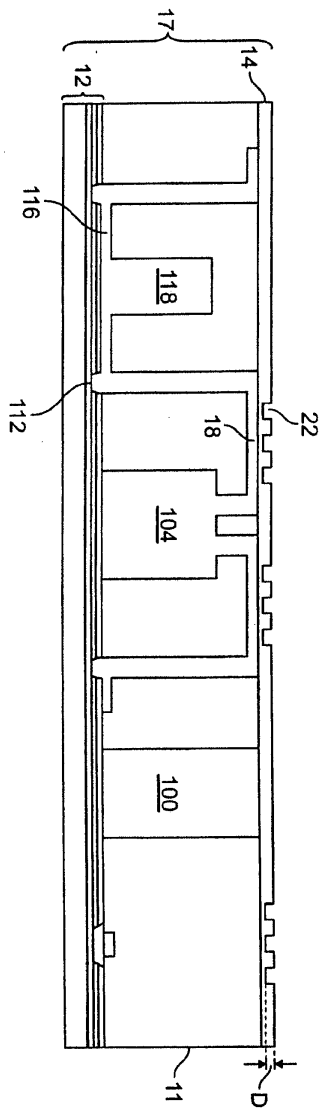
도면5



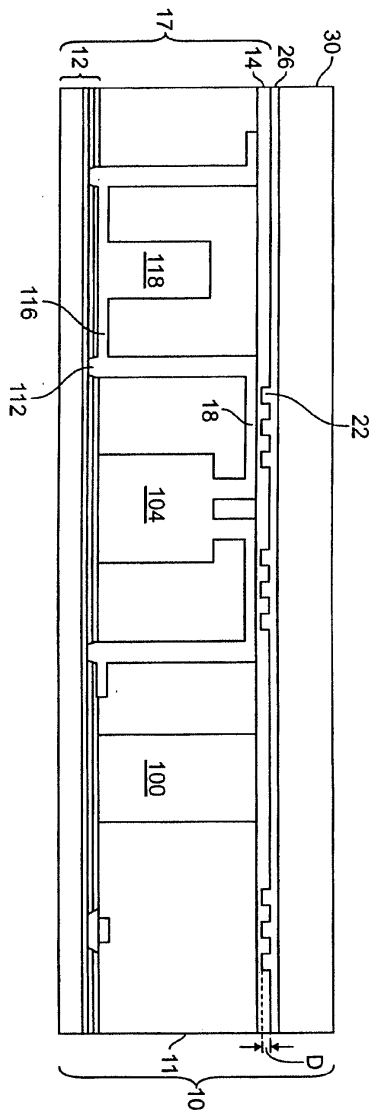
도면6



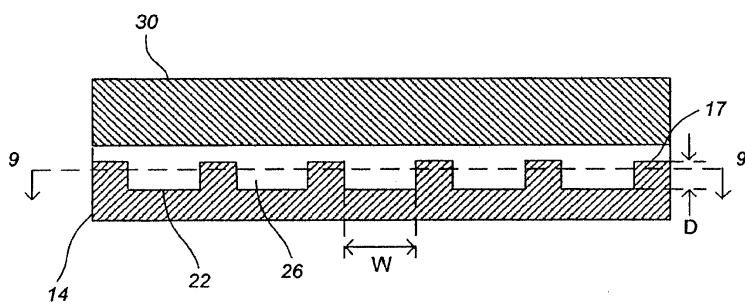
도면7



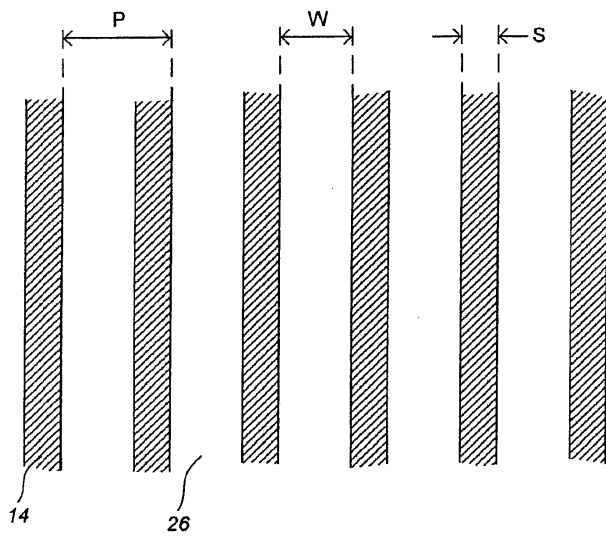
도면8



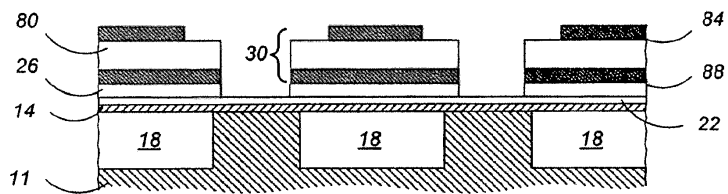
도면9a



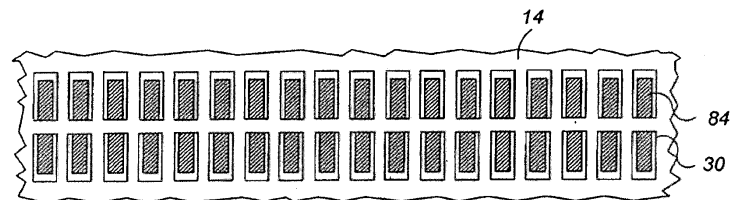
도면9b



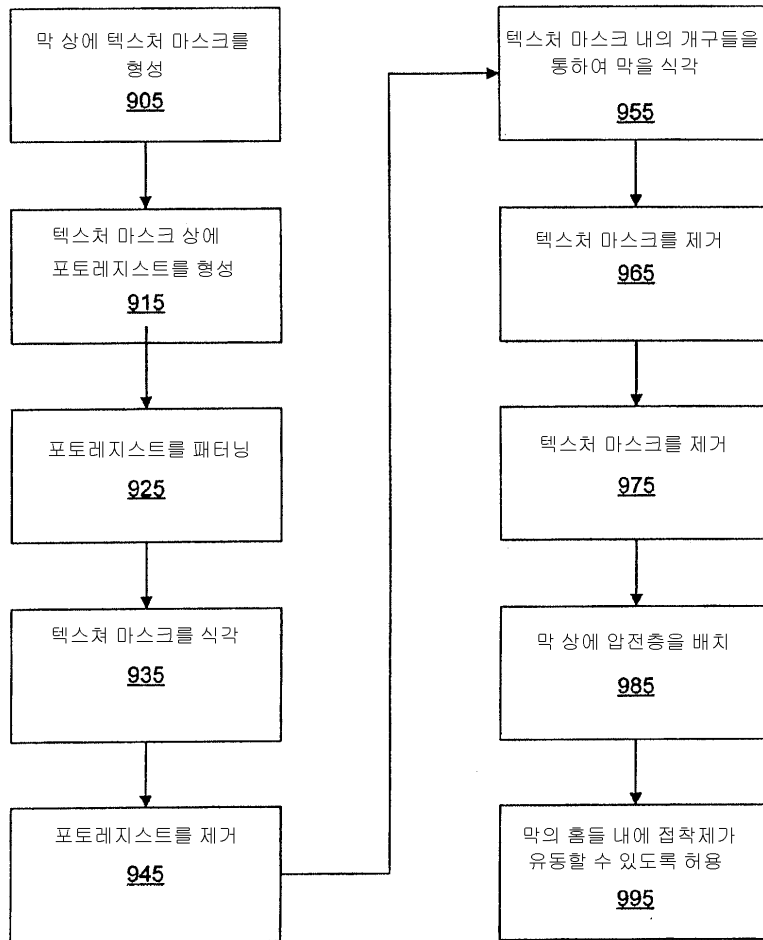
도면10



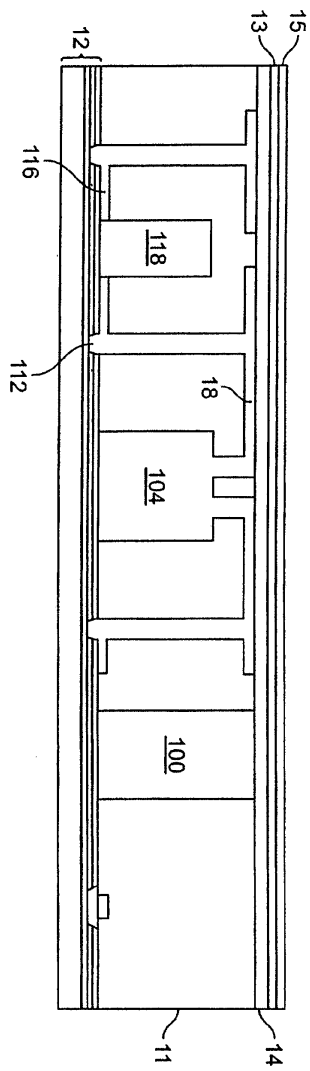
도면11



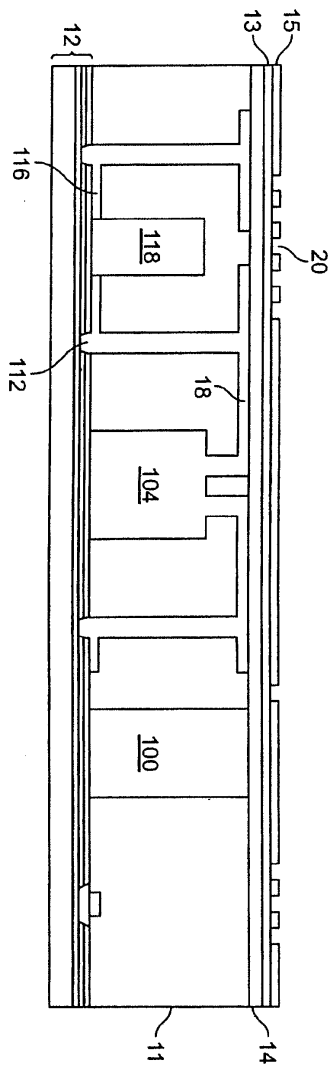
도면12



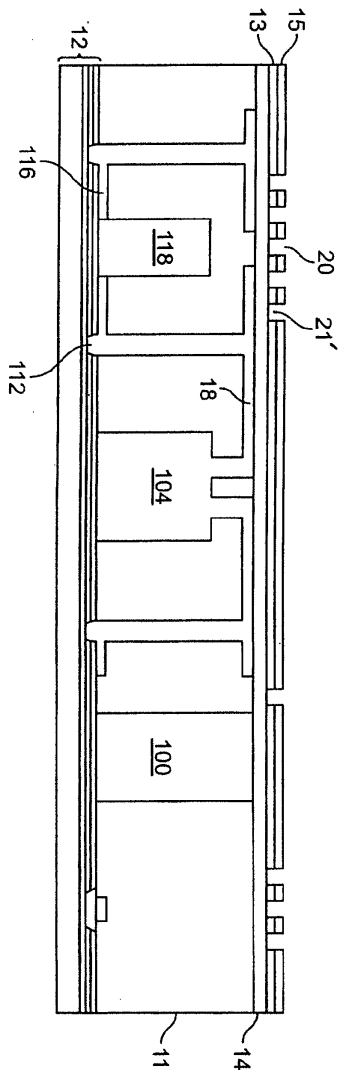
도면13



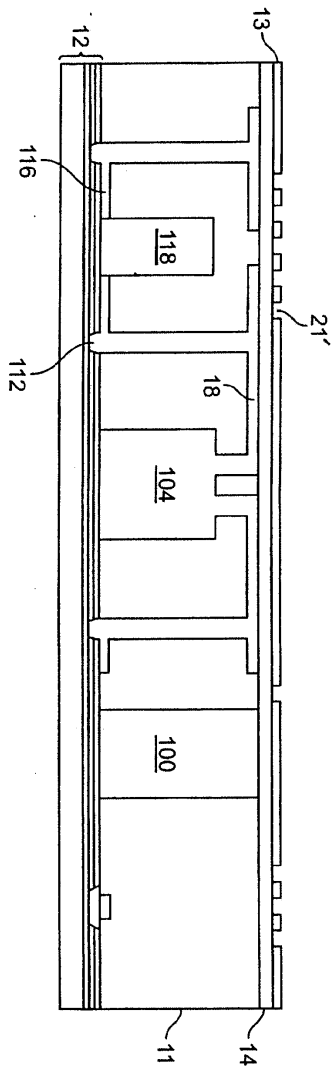
도면14



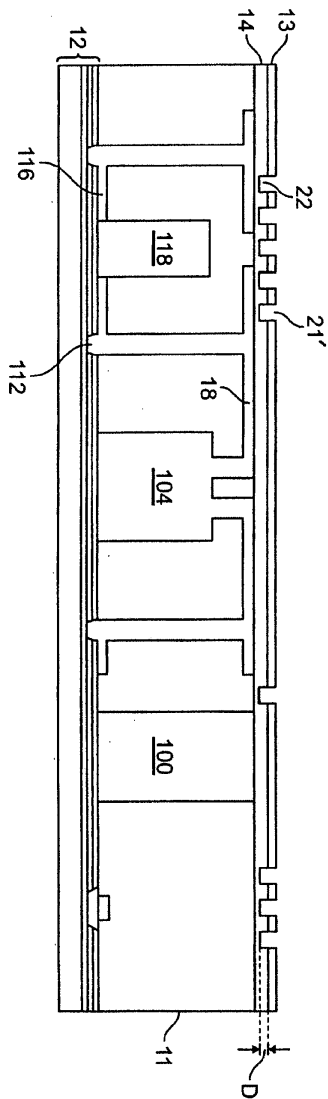
도면15



도면16



도면17



도면18

