



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년06월26일  
(11) 등록번호 10-1278873  
(24) 등록일자 2013년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B41J 2/045 (2006.01) B41J 2/01 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2007-7001247  
(22) 출원일자(국제) 2005년06월20일  
심사청구일자 2010년06월14일  
(85) 번역문제출일자 2007년01월18일  
(65) 공개번호 10-2007-0027711  
(43) 공개일자 2007년03월09일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/021643  
(87) 국제공개번호 WO 2006/009941  
국제공개일자 2006년01월26일  
(30) 우선권주장  
10/873,095 2004년06월21일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
W02003051635 A2\*  
W02002022364 A1\*  
JP10034924 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
후지필름 디마티스, 인크.  
미국 뉴햄프셔 레바논 에트나 로드 109 (우 : 03766)  
(72) 발명자  
호이징톤, 폴, 에이.  
미국 05055 버몬트 노르위치 베버 메도우 로드 179  
조우, 용  
미국 03755 뉴햄프셔 하노버 던스터 드라이브 10  
(74) 대리인  
남상선, 특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 19 항

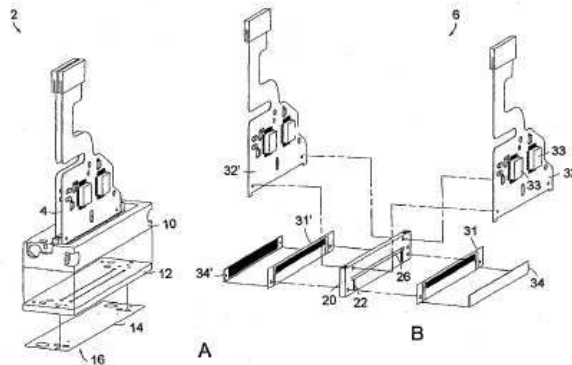
심사관 : 양정록

(54) 발명의 명칭 잉크젯 인쇄 모듈

(57) 요약

잉크젯 인쇄 모듈 제조 방법이 강화된 표면을 가지는 압전 요소를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

잉크 챔버;

상기 잉크 챔버에 인접한 영역을 가지는 강화 압전 요소;

상기 강화 압전 요소 및 상기 잉크 챔버 사이에 위치되는 박막; 및

상기 강화 압전 요소를 활성화시키기 위해 상기 강화 압전 요소에 대해 정렬되는 전기 콘택;

을 포함하는 잉크젯 프린트헤드 모듈로서,

상기 강화 압전 요소는 상기 잉크 챔버에 걸쳐 위치되어 상기 잉크 챔버 내의 잉크에 젯팅 압력을 가하고,

상기 잉크 챔버에 인접한 강화 압전 요소의 영역은 제 1 방향 및 제 2 방향을 따라 잉크 챔버에 걸쳐 전체적으로 이어지는 곡면형 표면을 구비하며,

상기 곡면형 표면은 상기 제 1 방향을 따라 변화하는 제1 곡률 반경 및 상기 제 2 방향을 따라 변화하는 제2 곡률 반경을 가지며,

상기 제 1 및 제 2 방향은 서로 직교하고,

상기 전기 콘택 중 하나 이상이 다른 전기 콘택에 대해 상기 강화 압전 요소의 반대편 측면 상에 위치하며,

상기 잉크 챔버가 90도를 초과하는 각도로 제 1 및 제 2 방향으로 상기 박막과 접촉하는 복수의 벽을 포함하는, 잉크젯 프린트헤드 모듈.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 곡면형 표면은 상기 잉크 챔버에 대해 오목한,

잉크젯 프린트헤드 모듈.

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 박막은 전기 절연 물질을 포함하는,

잉크젯 프린트헤드 모듈.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 박막은 캡톤 박막인,

잉크젯 프린트헤드 모듈.

### 청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 박막은 SiO<sub>2</sub> 박막인,

잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 7**

제 4 항에 있어서,  
상기 박막과 상기 강화 압전 요소 사이에 위치된 하나 또는 둘 이상의 전기 콘택을 더 포함하는,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,  
상기 박막은 가요성 프린트 조각이며, 상기 가요성 프린트는 상기 강화 압전 요소를 넘어서 연장하는,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

제 1 항에 있어서,  
상기 제 1 곡률 반경이 5 밀리미터 또는 그 미만인,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 14**

제 1 항에 있어서,  
상기 제 1 곡률 반경이 3 밀리미터 또는 그 미만인,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 15**

제 1 항에 있어서,  
상기 제 1 곡률 반경이 500 내지 3000 미크론인,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 16**

제 1 항에 있어서,  
상기 제 1 곡률 반경이 1000 내지 2800 미크론인,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 17**

제 1 항에 있어서,  
상기 제 1 곡물 반경이 1500 내지 2600 미크론인,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 18**

제 1 항에 있어서,  
상기 강화 압전 요소의 두께가 5 내지 300 미크론인,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 19**

제 1 항에 있어서,  
상기 강화 압전 요소의 두께가 10 내지 250 미크론인,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 20**

제 1 항에 있어서,  
상기 강화 압전 요소의 두께가 100 미크론 또는 그 미만인,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 21**

제 1 항에 있어서,  
상기 제 1 방향을 따른 상기 잉크 챔버의 폭이 1200 미크론 또는 그 미만인,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 22**

제 1 항에 있어서,  
상기 제 1 방향을 따른 상기 잉크 챔버의 폭이 50 내지 1000 미크론인,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 23**

제 1 항에 있어서,  
일련의 잉크 챔버들을 더 포함하는,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 24**

제 23 항에 있어서,  
각각의 잉크 챔버가 상기 강화 압전 요소에 의해 덮이는,  
잉크젯 프린트헤드 모듈.

**청구항 25**

삭제

**청구항 26**

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 저전압 잉크젯 인쇄 모듈을 제조하는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 잉크젯 인쇄 모듈은 기관 방향으로 오리피스(orifice)로부터 잉크를 사출한다. 잉크는 압전(piezoelectric) 잉크젯 인쇄 모듈에 의해 생성된 일련의 액적(droplets)으로 사출된다. 예를 들어, 특정 인쇄 모듈이 각각 64 제트로 이루어진 4 그룹의 256 제트를 가질 수 있다. 압전 잉크젯 인쇄 모듈은 모듈 본체, 압전 요소, 및 상기 압전 요소를 구동시키는 전기 콘택을 포함할 수 있다. 통상적으로, 모듈 본체는 장방향 부재이며, 상기 장방향 부재의 표면에는 잉크에 대한 펌핑 챔버(pumping chamber)로서 작용하는 일련의 잉크 챔버가 가공된다. 압전 요소는 상기 본체의 표면에 걸쳐 배치되어, 잉크 사출을 위해 펌핑 챔버내의 잉크를 가압하는 방식으로 펌핑 챔버를 덮는다.

**발명의 상세한 설명**

[0003] 일반적으로, 잉크젯 인쇄 모듈은 강성의(stiffened) 압전 요소를 포함한다. 강성의 압전 요소는 비-강성형 압전 요소에 비해 저전압이 그 요소에 인가되었을 때 잉크의 젯팅(jetting)을 개선한다. 그에 따라 잉크젯 모듈이 보다 작아질 수 있는데, 이는 압전 요소가 강화(strengthened)되었기 때문이다. 강성 압전 요소는 적어도 하나의 차원(dimension)에서 평면형(flat) 압전 요소 보다 큰 강성률(rigidity)를 갖는다. 강성 압전 요소는 그 요소의 강화를 위한 곡면형 표면을 가질 수도 있다. 상기 모듈은 60 볼트 미만의 전압으로 구동될 때 잉크

를 젯팅할 수 있다.

- [0004] 일 측면에서, 잉크젯 인쇄 모듈을 제조하기 위한 방법이 몰드내로 전구체(precursor)를 사출 몰딩하여 강화 압전 요소를 형성하는 단계, 및 젯팅 전압 인가시에 잉크 챔버내의 잉크에 젯팅 압력을 가하도록 상기 강화 압전 요소를 잉크 챔버에 걸쳐 위치시키는 단계를 포함한다.
- [0005] 다른 측면에서, 잉크 부착(deposit) 방법이 잉크를 잉크 챔버로 전달하는 단계, 및 상기 챔버내의 잉크에 젯팅 압력을 가하기 위해 강화 압전 요소의 일 면(face)상의 제 1 전극 및 제 2 전극에 걸쳐 젯팅 전압을 인가하고 그에 따라 잉크 챔버의 배출 오리피스로부터 잉크를 부착(depositing)시키는 단계를 포함한다.
- [0006] 다른 측면에서, 잉크젯 인쇄 모듈이 잉크 챔버, 상기 잉크 챔버에 노출된 영역을 가지는 강화 압전 요소, 및 상기 압전 요소의 표면에 정렬되어 젯팅 전압이 인가되었을 때 압전 요소를 활성화시키기 위한 전기 콘택들을 포함한다. 상기 압전 요소는 상기 잉크 챔버에 걸쳐 배치되어 상기 챔버내의 잉크에 젯팅 압력을 가한다. 잉크 챔버에 노출된 강화 압전 요소의 영역은 곡면형 표면을 가질 수 있다.
- [0007] 다른 측면에서, 본 발명은 잉크 챔버, 상기 잉크 챔버에 인접한 영역을 가지는 강화 압전 요소를 포함하는 잉크젯 프린트헤드 모듈을 특징으로 하며, 상기 압전 요소는 상기 잉크 챔버에 걸쳐 배치되어 상기 챔버내의 잉크에 젯팅 압력을 가하며, 상기 잉크 챔버에 인접한 강화 압전 요소의 영역은 제 1 방향 및 제 2 방향을 따라 실질적으로 잉크 챔버에 걸쳐 연장하는(span) 곡면형 표면을 구비하며, 상기 곡면형 표면은 상기 제 1 방향을 따라 실질적으로 일정한 곡률 반경 및 상기 제 2 방향을 따라 실질적으로 일정한 곡률 반경을 가지며, 상기 제 1 및 제 2 방향은 서로 직교한다.
- [0008] 본 발명의 실시예들은 다음 특징들 중 하나 이상을 포함할 것이다.
- [0009] 곡면형 표면은 잉크 챔버에 대해 오목할 수 있다. 잉크젯 프린트헤드 모듈은 강화 압전 요소와 잉크 챔버 사이에 위치한 박막(membrane)을 더 포함할 수 있다. 박막은 전기 절연 물질(예를 들어, kapton(캡톤) 또는 SiO<sub>2</sub>)을 포함할 수 있다. 잉크젯 프린트헤드 모듈은 상기 박막과 강화 압전 요소 사이에 위치한 하나 이상의 전기 콘택을 더 포함할 수 있다. 상기 박막은 가요성 프린트 조각(a piece of flex print)일 수 있으며, 상기 가요성 프린트는 강화 압전 요소를 넘어서 연장한다. 일부 실시예에서, 잉크젯 프린트헤드는 압전 요소의 활성화를 위해 압전 요소에 대해 상대적으로 정렬된 전기 콘택을 더 포함한다. 하나 이상의 전기 콘택이 다른 전기 콘택들의 반대쪽에서 압전 요소의 측면에 위치될 수도 있다.
- [0010] 제 1 방향을 따른 곡률 반경이 제 2 방향을 따른 곡률 반경과 실질적으로 동일할 수 있다. 제 1 곡률 반경이 제 2 곡률 반경과 같거나 그보다 클 수 있다. 제 1 곡률 반경은 약 5밀리미터 이하(예를 들어, 약 3 밀리미터 이하)일 수 있다. 일부 실시예에서, 제 1 곡률 반경이 약 500 내지 약 3000 마이크로(예를 들어, 약 1000 내지 약 2800 마이크로, 약 1500 내지 약 1200 마이크로)이다. 압전 요소의 두께는 약 5 내지 300 마이크로(예를 들어, 약 10 내지 약 250 마이크로, 약 100 마이크로 이하) 이하일 수 있다. 잉크 챔버는 제 1 방향을 따라 약 1200 이하(예를 들어, 약 50 내지 약 1000 마이크로)의 폭을 가질 수 있다.
- [0011] 잉크젯 인쇄 모듈은 일련의 잉크 챔버를 포함할 수 있다. 각각의 잉크 챔버는 압전 요소에 의해 덮여질 수 있다. 잉크 챔버는 90도를 초과하는 각도로 잉크 챔버에 노출된 압전 요소와 접촉하는 벽을 포함할 수 있다.
- [0012] 프린트헤드 모듈은 상대적으로 큰 강성도(stiffness)를 가지는 압전 요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 압전 요소는 양 방향으로 일정한 곡률 반경을 가지는 곡면형 영역을 포함할 수 있다. 곡률은, 활성화되었을 때의 변형 능력을 감소시킴으로써, 요소 강성도를 높일 수 있다.
- [0013] 보다 상세한 내용이 첨부 도면 및 이하의 상세한 설명에 기재된다. 다른 특징들 및 이점들을 이하의 설명, 도면 및 청구범위로부터 보다 분명히 이해할 수 있을 것이다.

**실시예**

- [0026] 잉크젯 인쇄 모듈은 본체의 젯팅 영역에 걸쳐 위치되는 압전 요소를 포함한다. 젯팅 영역은 본체내의 펌핑 챔버의 일부일 수 있다. 펌핑 챔버는 실링(seal)될 수 있다. 전극과 같은 전기 콘택이 압전 요소의 표면에 위치될 수 있다. 압전 요소는 각각의 젯팅 영역에 걸쳐 연장된다. 전압이 전기 콘택에 인가되면, 젯팅 영역에서 압전 요소의 형상이 변화되며, 그에 따라 대응 펌핑 챔버내의 잉크에 젯팅 압력을 가한다. 잉크가 펌핑 챔버로부터 사출되고 기관상에 부착된다.
- [0027] 압전 잉크젯 인쇄 모듈의 일 실시예는, 본 명세서에서 참조하는 미국 특허 제 5,640,184 호에 기재된 모듈과 같

은, 전단 모드(shear mode) 모듈이다. 전단 모드 모듈내의 전기 콘택은 잉크 챔버에 인접한 압전 요소의 측부에 위치될 수 있다. 도 1a, 1b, 및 2 를 참조하면, 압전 잉크젯 헤드(2)가 칼라 요소(collar element)(10)에 조립되는 하나 이상의 모듈(4)를 포함하며, 상기 칼라 요소는 매니폴드 플레이트(12) 및 오리피스 플레이트(14)에 부착된다. 잉크가 칼라(10)를 통해 모듈(4)로 유입된다. 모듈(4)이 활성화되어, 오리피스 플레이트(14)의 오리피스(16)로부터 잉크를 사출한다. 잉크젯 인쇄 모듈(4)은 소결 탄소 또는 세라믹과 같은 재료로 제조될 수 있는 본체(20)를 포함한다. 다수의 챔버(22)가 본체(20)에 가공되거나 또는 다른 방식으로 제조되어 펌핑 챔버를 형성한다.

[0028] 본체(20)내에 가공된 잉크 충전 통로(26)를 통해 잉크가 펌핑 챔버에 충전된다. 본체(20)의 대향 표면들은 본체(4)내의 펌핑 챔버에 걸쳐 배치된 일련의 전기 콘택(31 및 31')을 포함한다. 전기 콘택(31 및 31')은 리드선에 연결되고, 상기 리드선은 집적 회로(33 및 33')에 연결될 수 있다. 부품들이 함께 실링되어 인쇄 모듈을 형성한다.

[0029] 도 2 를 참조하면, 압전 요소(34)가 그 압전 요소(34)의 일 표면상에 전극(40)을 구비한다. 전극(40)은 전기 콘택(31)과 정렬(register)되어, 전극들이 구동 집적 회로에 의해 개별적으로 어드레스(address)될 수 있게 한다. 전극(40)은 압전 요소의 표면에 부착된 전도성 금속을 화학적으로 에칭하여 형성할 수 있다. 전극을 형성하기 위한 적합한 방법이 본 명세서에서 참조하는 미국 특허 제 6,037,707 호에 개시되어 있다. 전극은 구리, 알루미늄, 티탄-텅스텐, 니켈-크롬, 또는 금과 같은 전도체로 형성될 수 있다. 각 전극(40)은 펌핑 챔버를 형성하기 위해 본체(4)내의 챔버(22)에 대응하는 위치 및 크기를 가진다. 각 전극(40)은 세장형 영역(42)을 구비하며, 상기 세장형 영역의 길이 및 폭은 펌핑 챔버의 치수 보다 약간 좁아서 펌핑 챔버의 단부 및 측부와 전극(40)의 둘레 사이에는 갭(43)이 존재한다. 펌핑 챔버들의 중심에 위치하는 이러한 전극 영역(42)들은 압전 요소(34)의 젯팅 영역을 덮는 구동 전극들이다. 일반적으로, 압전 요소(34)상의 제 2 전극(52)은 챔버(22) 외부의, 그에 따라, 펌핑 챔버 외부의 본체(20) 구역(area)에 대응한다. 전극(52)은 공통(접지) 전극이다. 전극(52)은 빗살-형상(도시된 바와 같음)일 수 있고, 또는 개별적으로 어드레스 가능한 전극 스트립일 수 있다. 필름 전극들 및 압전 요소 전극들이 충분히 중첩되어 양호한 전기 콘택 및 용이한 필름과 압전 요소의 정렬을 제공한다.

[0030] 압전 요소는 하나의 단일체(single monolithic) 납 지르코늄 티타네이트(PZT) 부재이다. 압전 요소는 인가된 전압에 의해 유도된 변위에 의해 펌핑 챔버들로부터 잉크를 이동시킨다. 변위는, 부분적으로, 재료의 극화(poling)의 함수로서 일어난다. 압전 요소는 전기장의 인가에 의해 극화된다. 본 명세서에서 참조하고 있는 예를 들어 미국 특허 5,605,659 호에 그러한 극화 과정이 설명되어 있다. 극화의 정도는 인가된 전기장의 강도 및 지속시간에 따라 달라질 수 있다. 극화 전압이 제거될 때, 압전 도메인들이 정렬된다. 압전 요소는 5 내지 300 마이크로, 10 내지 250 마이크로, 15 내지 150 마이크로, 100 마이크로 미만, 또는 50 마이크로 미만의 두께를 갖는다.

[0031] 예를 들어, 젯팅중에서와 같이 후속하여 전기장을 인가하는 것은 인가된 전기장 강도에 비례하는 형상 변화를 초래할 수 있다.

[0032] 압전 요소는, 예를 들어 잉크 챔버를 덮는 요소의 일부에 곡면형 표면을 도입함으로써, 강화될 수 있다. 곡면형 표면은, 구형상 또는 원통형상과 같이, 실질적으로 일정한 곡률을 가질 수 있다. 도 3을 참조하면, 압전 요소(34)의 영역(100)이 곡면형이 된다. 압전 요소(34)의 곡률은 잉크 챔버(102)에 대해 오목하다. 표면의 오목한 곡률은 젯팅중에 일어날 수도 있는 버클링(buckling)을 감소시킬 수 있다. 강화 압전 요소(34)와 90도를 초과하는 각도로 접촉하도록, 챔버(102)의 벽(104)이 배향될 수 있다. 챔버는 1200 마이크로 미만의 폭, 50 내지 1000 마이크로 미만의 폭, 또는 100 내지 800 마이크로 미만의 폭을 가질 수 있다. 전극(42 및 52)이 압전 요소(34)의 표면(106)상에 위치된다. 전극들에 걸쳐 젯팅 전압을 인가함으로써, 챔버내의 잉크가 젯팅 압력을 받으며, 그러한 압력은 잉크 챔버의 배출 오리피스로부터 잉크를 부착시킨다. 예를 들어, 젯팅 전압은 60 볼트 미만이다.

[0033] 곡면형 표면은 실질적으로 일정한 곡률 반경을 가질 수 있다. 곡률 정도, 또는 곡률 반경은 모듈의 강성도 및 젯팅 특성에 영향을 미친다. 곡률 반경은 곡면형 표면을 포함하는 원의 반경이다. 곡면형 표면은 5 밀리미터 미만, 또는 3 밀리미터 미만의 곡률 반경을 가질 수 있다. 곡면형 표면은 500 내지 3000 마이크로, 1000 내지 2800 마이크로, 또는 1500 내지 2600 마이크로 미만의 곡률 반경을 가질 수 있다. 곡률 반경은 원통형 섹션 또는 구형 섹션일 수 있다.

[0034] 잉크젯 인쇄 모듈은 강화 압전 요소를 형성하는 단계, 및 젯팅 전압 인가시에 젯팅 압력을 챔버내의 잉크에 가하도록 압전 요소를 잉크 챔버에 걸쳐 배치하는 단계에 의해 제조될 수 있다. 강화 압전 요소는 곡면형 표면을



압전 재료로 이루어진 얇은 층으로 연마함으로써 또는 압전 요소의 곡면형 표면 특징을 가지는 몰드내로 전구체를 사출 몰딩함으로써 제조될 수 있다. 예를 들어, 압전 재료 분말 및 유기 결합제로부터 혼합물이 준비될 수 있다. 이러한 혼합물을 사출 몰딩하여 그린 시트(green sheet)를 형성하고, 상기 그린 시트를 가열하여 결합체를 제거할 수 있다. 그린 시트는 두께가 10 내지 50 마이크로, 또는 20 내지 40 마이크로인 얇은 필름이 될 수 있다. 분말은 예를 들어, 약 95%의 이론적 밀도까지 소결될 수 있다. 압전 제품 형성을 위한 사출 몰딩이, 예를 들어 본 명세서에서 참조되는 미국 특허 제 5,340,510 호에 기재되어 있다.

[0035] 도 12a 및 도 12b 를 참조하면, 특정 실시예들에서, 프린트헤드 모듈(1201)이 하나 이상의 방향으로 곡면처리된 압전 요소(1234) 영역(1200)을 포함한다. 도 12a 는 일 방향을 따라 압전 요소(1234)를 단면도시하고, 도 12b 는 직교하는 방향을 따라 압전 요소(1234)를 단면도시한다. 압전 요소(1234)의 곡률은 잉크 챔버(1202)에 대해 오목하며, 곡면형 영역(1200)이 양방향으로 잉크 챔버(1202)에 걸쳐 연장된다. 90도를 초과하는 각도로 강화 압전 요소(1234)와 접촉하도록 챔버(1202)의 벽(1204)이 배향될 수 있다.

[0036] 일반적으로, 영역(1200)의 곡률은 양 방향을 통해서 동일하거나 또는 상이할 수 있다. 곡률 반경은, 각 방향에 대해, 일정하거나 서로 상이할 수 있다.

[0037] 전기 콘택(1242 및 1252)이 강화 압전 요소(1234)의 대향하는 측부들에 위치된다. 전극들은 금, 알루미늄, 또는 기타 금속과 같은 전기 전도성 재료로 형성될 수 있다. 일부 실시예에서, 전기 콘택은 'Ti-텅스텐'(Au/Ti-W)과 같은 전기 전도성 합금, 또는 ITO(인듐-주석-산화물)와 같은 전기 전도성 산화물로부터 형성될 수 있다.

[0038] 프린트헤드 모듈(1201)은 또한 압전 요소(1234)와 잉크 챔버(1202) 사이에 위치한 박막(1210)을 포함한다. 박막(1210)은 잉크 챔버내의 잉크로부터 전기 콘택(1252)을 보호한다. 일반적으로, 박막(1210)이 가요성 부재로 형성되어 활성화중에 압전 요소(1234)의 확장을 수용할 수 있게 한다. 일부 실시예들에서, 박막(1210)은 니켈, 구리, 금, 및/또는 기타 금속과 전기 전도성 물질, 또는 실리콘과 같은 반도체로 제조된다. 그 대신에, 박막(1210)은 이산화 실리콘이나 캡톤(kapton)과 같은 전기 절연 물질로 형성될 수도 있다. 박막(1210)은 또한 폴리머, 또는 예를 들어 질화 실리콘 및 이산화 실리콘의 혼합물과 같은 둘 이상의 물질의 혼합물로 형성될 수도 있다. 특정 실시예에서, 박막(1210)은 전기 콘택(1252)을 지지하는 가요성 프린트의 한 부분일 수 있다.

[0039] 일반적으로, 박막(1210)의 두께는 필요에 따라 달라질 수 있다. 몇몇 실시예에서, 박막(1210)은 약 10 마이크로 이하와 같이 상대적으로 얇다(예를 들어, 약 0.5 마이크로 내지 약 5 마이크로).

[0040] 곡률은 압전 요소를 강화하고 압전 요소에 저전압이 인가될 때 잉크의 젯팅을 개선한다. 평판형 압전 요소를 가지는 동등한 정도의 잉크젯 인쇄 모듈에서는 동등한 정도의 체적을 가지는 잉크 드롭을 젯팅하기 위해서 보다 높은 전압을 인가하여야 한다. 챔버에 대한 오목한 곡면형 표면은 젯팅 중에 챔버내에서 음압 보다 높은 양압을 유도할 수 있으며, 예를 들어 젯팅 중의 압력이 챔버 충전중의 압력 보다 두배까지 높을 수 있다. 잉크젯 인쇄 모듈의 치수를 감소시킴으로써, 주어진 드롭 체적 획득에 필요한 보다 높은 전압에 도달할 수 있다. 보다 작은 제트는 프린트헤드의 콤팩트화를 가능하게 한다. 강화된 요소는 또한 잉크젯 모듈을 보다 작게 제작할 수 있게 허용하는데, 이는 압전 요소가 적어도 한 차원에서 평면형 압전 요소 보다 높은 강성도를 가지기 때문이다. 압전 요소가 휴지 상태(resting state)에서 곡면형일 때, 압전 요소에 대한 수직 편향(deflection)이 평면형 플레이트에 비해 증폭될 수 있다. 또한, 보다 얇은 잉크 챔버는 성능이 개선된 보다 작은 치수의 젯트가 만들어질 수 있게 허용한다.

[0041] 잉크젯 프린트헤드 모듈의 특정 실시예를 설명하였지만, 전술한 모듈의 부품들은 다른 모듈에 사용되도록 조정될 수 있다. 예를 들어, 곡면형 압전 요소와 같은 부품들이 본 명세서에서 참조하는 2002년 7월 3일자로 출원된 "프린트헤드"라는 명칭의 미국 특허 출원 제 10/189,947 호에 기재된 프린트헤드 모듈에 사용될 수 있다.

[0042] 특정 곡률 반경의 원통 형상(도 3 참조)을 가지며 확장 모드에서 작동된 구조물의 유한 요소 분석 모델링을 통해, 강화된 압전 요소가 평면형 요소에 비해 개선된 펌핑 성능을 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 모델링에서, ANSYS 멀티피직스 커플드 필드 분석(multiphysics coupled field analysis)(ANSYS Version 5.7, 미국 펜실베이니아 케논스버그에 소재하는 ANSYS Inc.)을 채용하였고, 0.102 cm의 잉크 챔버 직경, 0.152 mm의 잉크 챔버 깊이, 두께 방향으로 극화된 납 지르코늄 티타네이트(PZT 5A, Morgan Electro Ceramics, 오하이오 베드포드), KOVAR ®로 구성된 공극(cavity) 플레이트(캘리포니아 실마에 소재하는 High Temp Metals, Inc.가 제공하는 저 팽창 철-니켈-코발트 합금), 0.254 mm의 랜드(land) 압전 폭(챔버들 사이의 거리), 1000 kg/m<sup>3</sup>의 잉크 밀도, 50 볼트의 펄스 전압, 1 밀(mil)(25.4 마이크로) 내지 10 밀(254 마이크로)의 요소 두께, 그리고 30 밀, 40 밀, 50 밀, 100 밀 또는 무한(평판형) 곡률 반경의 파라미터를 이용하였다. 특정 두께 및 곡률 반경을 가지는 강화된 압전



요소에 의해 생성된 압력 및 변위를 표 1에 기재하였다. 강화된 압전 요소에 의해 생성된 압력 및 총 부피가 도 4 및 도 5에 도시되어 있다. 전단 모드에서 그리고 100 볼트의 젯팅 전압에서의 평면형 압전 요소의 비교예가 비교를 위해 함께 기재되었다.

표 1

예	PZT 두께 (밀)	곡률반경(밀)	최대 변위 ( $\mu\text{m}/\mu\text{in}$ )	압력 (Pa/PSI)
1	8 (203 microns)	100 (2.54 mm)	0.0229/0.901	-73424/-10.6
2	5 (127 microns)	100 (2.54 mm)	0.0655/2.61	-122827/-17.8
3	8	50 (1.27 mm)	0.0347/1.36	-96501/-13.9
4	5	50 (1.27 mm)	0.0852/3.35	-172939/-25.1

[0043]

[0044]

도 6에 도시된 바와 같이, 특정 곡률 반경의 구 형상을 가지고 확장 모드에서 작동되며 총 챔버 부피가 일정한 구조물의 유한 요소 분석 모델링을 통해, 강화된 압전 요소가 평면형 요소에 비해 개선된 펌핑 성능을 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 모델링에서, ANSYS 멀티피직스 커플드 필드 분석을 채용하였고, 0.102 cm의 잉크 챔버 직경, 두께 방향으로 극화된 납 지르코늄 티타네이트(PZT 5A), KOVAR®로 구성된 공극 플레이트, 0.254 mm의 렌드 압전 폭(챔버들 사이의 거리),  $1000 \text{ kg/m}^3$ 의 잉크 밀도, 50 볼트의 펄스 전압, 1 밀(mi)(25.4 미크론) 내지 10 밀(254 미크론)의 압전 요소 두께, 그리고 20밀, 30 밀, 40 밀, 50 밀, 또는 무한(평판형) 곡률 반경의 파라미터를 이용하였다. 펌핑 챔버의 부피가  $3.14 \times 10^{-10} \text{ m}^3$ 에서 유지되었으며, 이는 비교 케이스에서의 총 부피와 동일하다. 챔버 지름이 또한 일정하고(0.102 cm) 곡률 반경이 변화하기 때문에, 챔버 깊이가 가변적이다. 각 곡률 반경에 대한 챔버 깊이는: R = 20 밀, 깊이 = 2 밀; R = 30 밀, 깊이 = 11.33 밀; R = 40 밀, 깊이 = 12.59 밀; 또는 R = 50 밀, 깊이 = 13.22 밀이었다. 특정 두께 및 곡률 반경을 가지는 강화 압전 요소에 의해 생성된 압력 및 드롭 부피를 표 2에 기재하였다. 강화 압전 요소에 의해 생성된 챔버 압력 및 드롭 부피를 도 7 및 도 8에 도시하였다. 전단 모드에서 그리고 100 볼트의 젯팅 전압에서의 평판형 압전 요소의 비교예를 비교하여 기재하였다.

표 2

예	PZT 두께(밀)	곡률반경(밀)	드롭 부피(pL)	챔버 압력(PSI)
5	1	50	131.228	87.214
6	1	40	133.948	89.039
7	1	30	129.770	86.219
8	1	20	108.323	71.975
9	2	50	79.418	52.793
10	2	40	79.210	52.621
11	2	30	74.931	49.938
12	2	20	65.243	43.350
13	3	50	52.607	35.003
14	3	40	53.339	35.462
15	3	30	52.048	34.591
16	3	20	47.289	31.421
17	4	50	37.363	24.844
18	4	40	38.614	25.704
19	4	30	38.713	25.760
20	4	20	37.351	24.817

[0045]

21	5	50	27.841	18.509
22	5	40	29.173	19.464
23	5	30	30.405	20.245
24	5	20	30.862	20.534
25	6	50	21.410	14.270
26	6	40	22.986	15.312
27	6	30	24.595	16.370
28	6	20	26.384	17.548
29	7	50	17.299	11.529
30	7	40	18.723	12.486
31	7	30	20.271	13.555
32	7	20	23.093	15.371
33	8	50	14.300	9.555
34	8	40	15.564	10.393
35	8	30	16.819	11.274
36	8	20	20.519	13.680
비교예 37 <sup>a</sup>	10	Flat	46.221	29.008

<sup>a</sup> 100V 구동 전압

[0046]

[0047]

도 6에 도시된 바와 같이, 특정 곡률 반경의 구 형상을 가지고 확장 모드에서 작동되며 총 챔버 부피가 일정한 구조물의 추가적인 유한 요소 분석 모델링을 통해, 강화된 압전 요소가 평면형 요소에 비해 개선된 펌핑 성능을 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 이러한 모델링에서, ANSYS 멀티피직스 커플드 필드 분석을 채용하였고, 0.102 cm의 잉크 챔버 직경, 0.152 mm의 잉크 챔버 깊이, 두께 방향으로 극화된 납 지르코늄 티타네이트(PZT 5A), KOVAR®로 구성된 공극 플레이트, 0.254 mm의 랜드 압전 폭(챔버들 사이의 거리), 1000 kg/m<sup>3</sup>의 잉크 밀도, 50 볼트의 펄스 전압, 1 밀(mi)(25.4 마이크론) 내지 8 밀(203 마이크론)의 압전 요소 두께, 그리고 20밀, 30 밀, 40

밀, 50 밀의 곡률 반경 파라미터를 이용하였다. 챔버 지름이 또한 일정하고(0.102 cm) 곡률반경이 변화하기 때문에, 챔버 깊이가 가변적이다. 각 곡률 반경에 대한 챔버 깊이는: R = 20 밀, 깊이 = 2 밀; R = 30 밀, 깊이 = 11.33 밀; R = 40 밀, 깊이 = 12.59 밀; 또는 R = 50 밀, 깊이 = 13.22 밀이었다. 특정 두께 및 곡률 반경을 가지는 강화 압전 요소에 의해 생성된 드롭 부피를 도 9에 도시하였다.

[0048] 도 6에 도시된 바와 같이, 특정 곡률 반경의 구 형상을 가지고 확장 모드에서 작동되며 총 챔버 부피가 일정한 구조물의 다른 유한 요소 분석 모델링을 통해, 강화된 압전 요소가 평면형 요소에 비해 개선된 펌핑 성능을 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 이러한 모델링에서, ANSYS 멀티피직스 커플드 필드 분석을 채용하였고, 0.102 cm의 잉크 챔버 직경, 0.152 mm의 잉크 챔버 깊이, 두께 방향으로 극화된 납 지르코늄 티타네이트(PZT 5A), KOVAR®로 구성된 공극 플레이트, 0.254 mm의 랜드 압전 폭(챔버들 사이의 거리), 1000 kg/m<sup>3</sup>의 잉크 밀도, 15 볼트의 펄스 전압, 0.04 밀(1 마이크로), 0.10 밀(2.5 마이크로), 0.30 밀(7.5 마이크로), 0.50 밀(12.5 마이크로) 또는 10 밀(254 마이크로)의 압전 요소 두께, 그리고 30 밀, 40 밀, 50 밀, 또는 무한(평판형) 곡률 반경의 파라미터를 이용하였다. 챔버 지름이 또한 일정하고(0.102 cm) 곡률반경이 변화하기 때문에, 챔버 깊이가 가변적이다. 각 곡률 반경에 대한 챔버 깊이는: R = 30 밀, 깊이 = 11.33 밀; R = 40 밀, 깊이 = 12.59 밀; 또는 R = 50 밀, 깊이 = 13.22 밀이었다. 특정 두께 및 곡률 반경을 가지는 강화 압전 요소에 의해 생성된 압력 및 드롭 부피를 표 3에 기재하였다. 강화 압전 요소에 의해 생성된 챔버 압력 및 드롭 부피를 도 10 및 도 11에 도시하였다. 전단 모드에서 그리고 100 볼트의 젯팅 전압에서의 평판형 압전 요소의 비교예를 비교하여 기재하였다.

표 3

예	PZT 두께(밀)	곡률반경(밀)	드롭 부피(pL)	챔버 압력(PSI)
38	0.04	30	77.121	116.199

[0049]

39	0.04	40	62.607	94.260
40	0.04	50	51.683	77.890
41	0.10	30	69.069	104.067
42	0.10	40	58.078	87.422
43	0.10	50	48.929	73.738
44	0.30	30	50.714	76.390
45	0.30	40	46.576	70.108
46	0.30	50	41.443	62.445
47	0.50	30	39.929	60.113
48	0.50	40	38.690	58.226
49	0.50	50	35.797	53.901
비교예 50*			29.008	46.221

\* 100V 구동 전압

[0050]

[0051] 전술한 실시예가 잉크젯에 관한 것이지만, 일반적으로, 본 명세서에 기재된 실시예는 다른 유체의 젯팅에서도 사용될 수 있을 것이다. 예를 들어, 프린트 헤드 모듈을 이용하여, 회로내의 전도성 와이어로 사용하기 위한 전도성 재료 및/또는 전자 디스플레이의 제조 중에 유기 발광 폴리머와 같은 광학 장치 또는 전자 장치에 사용되는 물질을 부착하는데 이용될 수 있다. 다른 예를 들면, 프린트헤드 모듈을 이용하여, 특히 기관에 대한 정밀한 접착제 부착이 요구되는 용도에서, 접착제를 부착하는데 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 프린트헤드 모듈을 이용하여 약리적으로 활성인 화합물 또는 핵산을 포함하는 유체와 같은 생물학적 물질을 계량하는데 이용될 수도 있다.

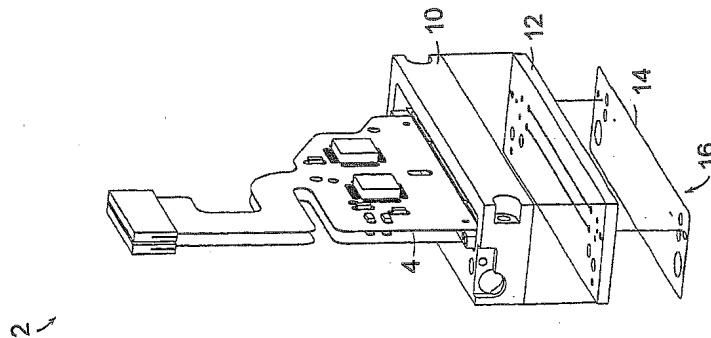
[0052] 다수의 실시예들을 설명하였다. 다른 실시예들도 특허청구범위에 포함될 수 있을 것이다.

**도면의 간단한 설명**

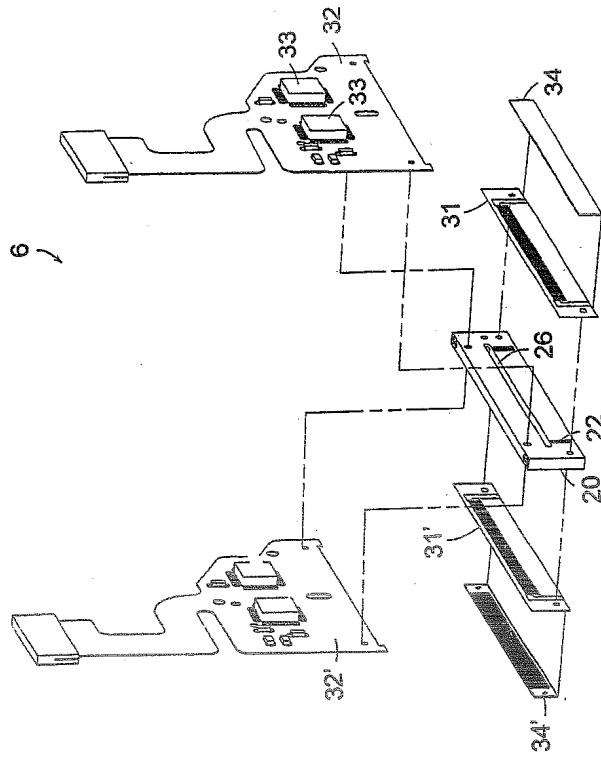
- [0014] 도 1a 및 도 1b 는 잉크젯 인쇄 모듈의 개략도이다.
- [0015] 도 2 는 잉크젯 인쇄 모듈의 일부를 도시한 개략도이다.
- [0016] 도 3 은 압전 요소를 도시한 개략도이다.
- [0017] 도 4 는 압전 요소의 두께 및 곡률 변화에 따라 잉크 챔버내 생성되는 압력을 도시한 그래프이다.
- [0018] 도 5 는 압전 요소의 두께 및 곡률의 변화에 따른 잉크 챔버내의 체적 변화를 도시한 그래프이다.
- [0019] 도 6 은 압전 요소를 도시한 단면도이다.
- [0020] 도 7 은 압전 요소의 두께 및 곡률의 변화에 따른 잉크 챔버내의 압력 변화를 도시한 그래프이다.
- [0021] 도 8 은 압전 요소의 두께 및 곡률의 변화에 따라, 잉크 챔버에 의해 생성된 드롭 체적(drop volume)을 도시한 그래프이다.
- [0022] 도 9 는 압전 요소의 두께 및 곡률의 변화에 따라, 잉크 챔버에 의해 생성된 드롭 체적을 도시한 그래프이다.
- [0023] 도 10 은 압전 요소의 두께 및 곡률의 변화에 따라, 잉크 챔버내에 생성된 압력을 도시한 그래프이다.
- [0024] 도 11 은 압전 요소의 두께 및 곡률의 변화에 따라 잉크 챔버에 의해 생성된 드롭 체적을 도시한 그래프이다.
- [0025] 도 12a 및 도 12b 는 두 개의 직교 섹션들을 통해 압전 요소를 도시한 단면도이다.

**도면**

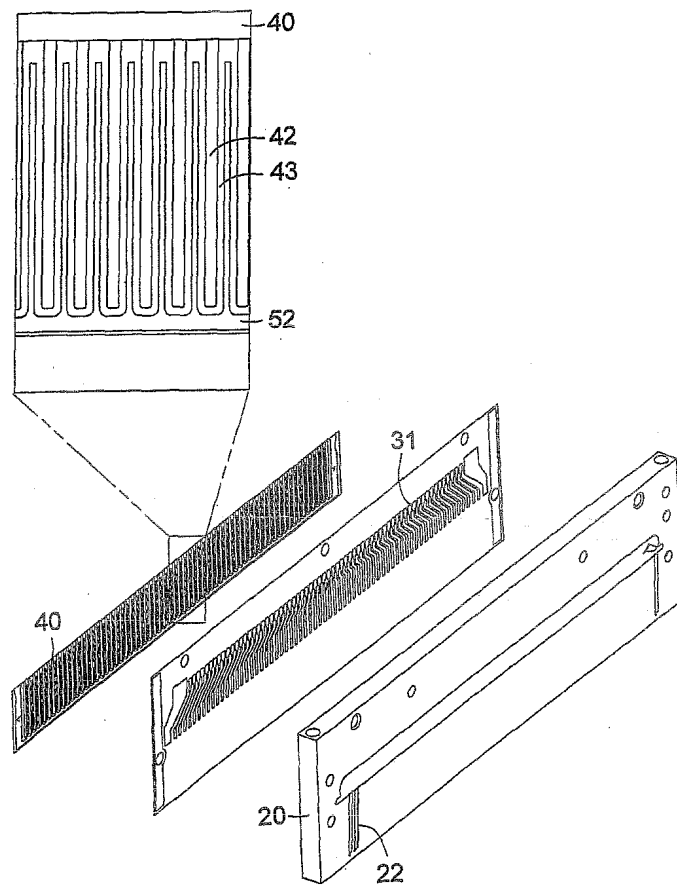
**도면1a**



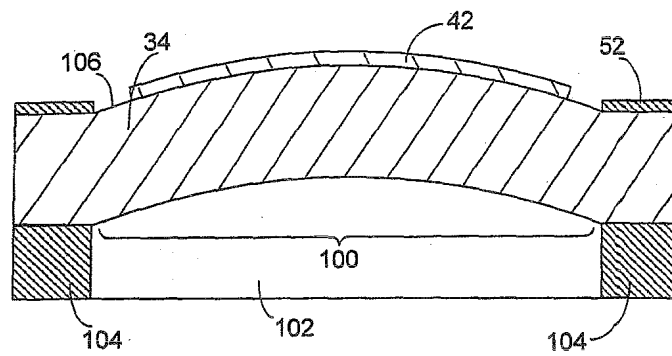
도면1b



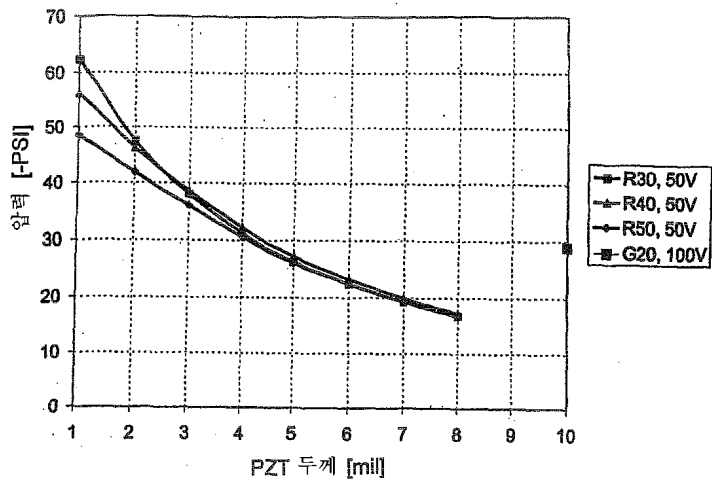
도면2



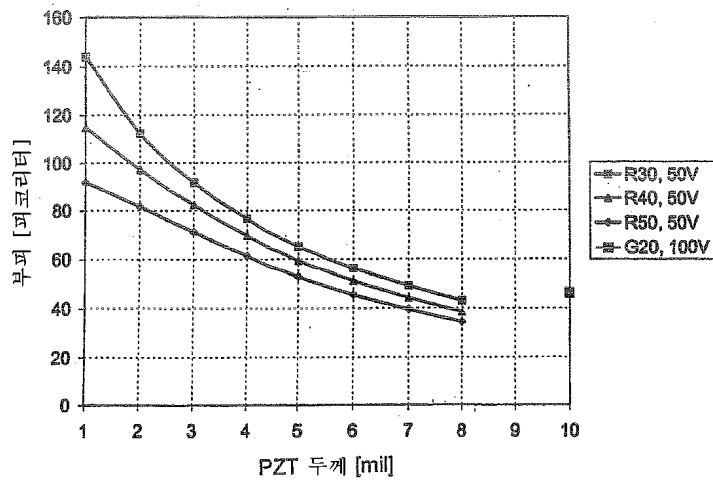
도면3



도면4

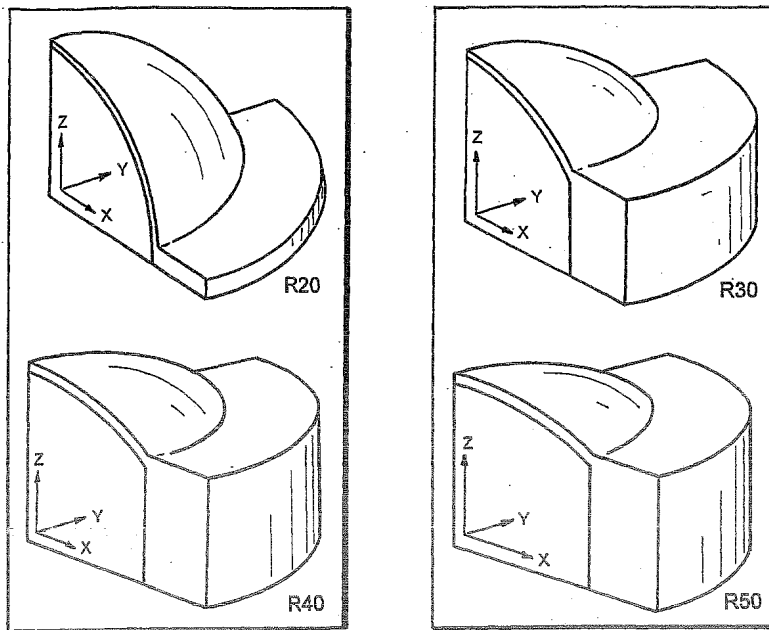


도면5

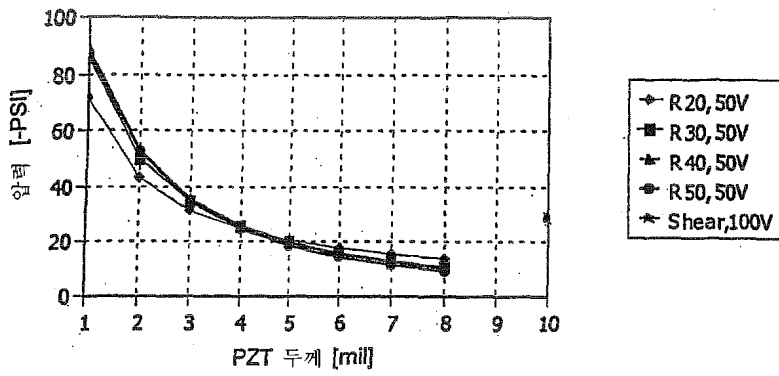




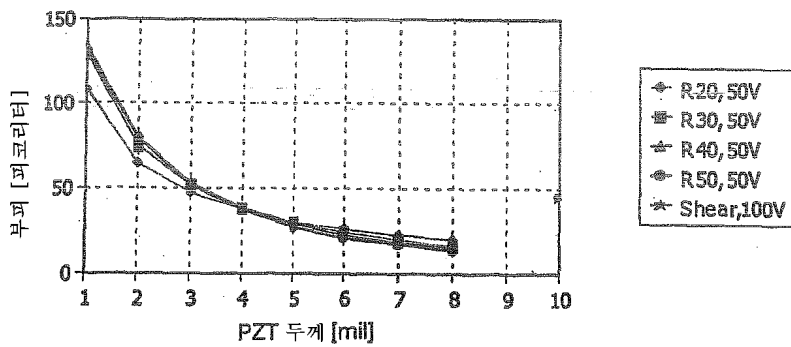
도면6



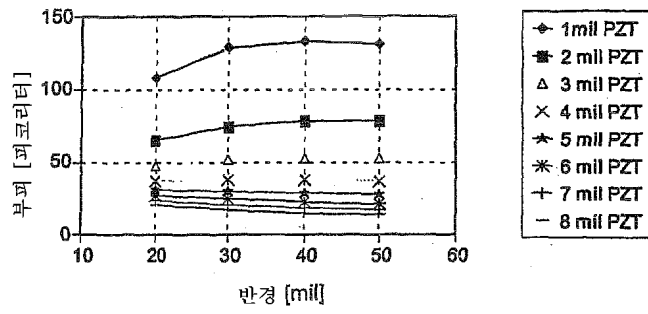
도면7



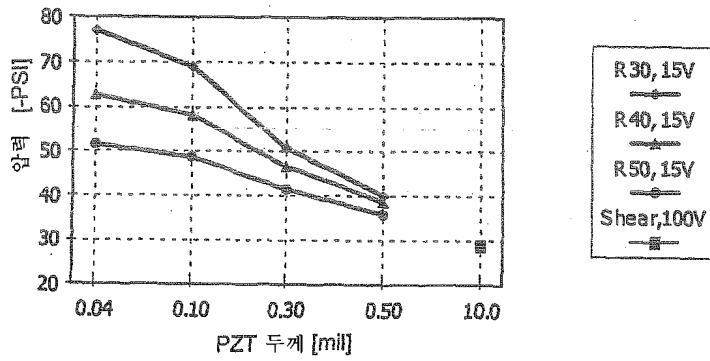
도면8



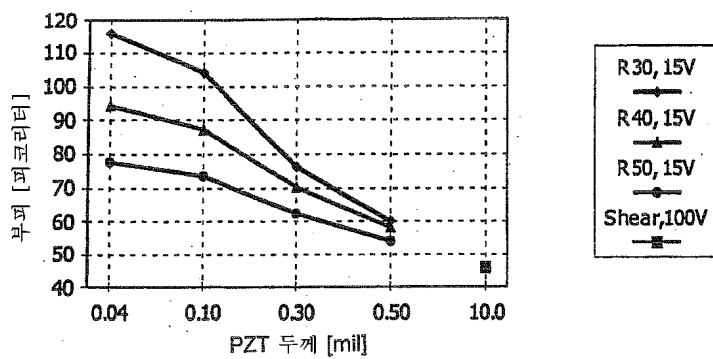
도면9



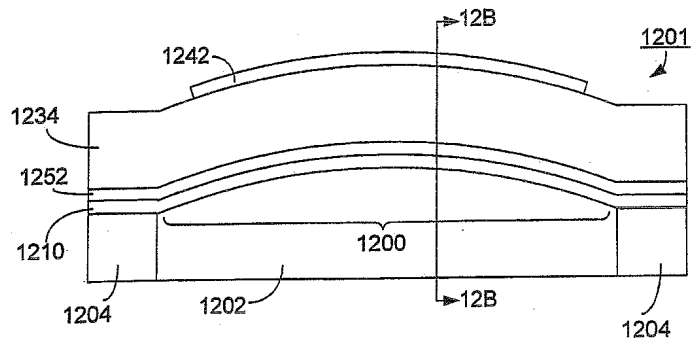
도면10



도면11



도면12A



도면12B

