



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2008년06월03일  
(11) 등록번호 10-0835036  
(24) 등록일자 2008년05월28일

(51) Int. Cl.

*H01L 41/08* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0026069

(22) 출원일자 2006년03월22일

심사청구일자 2006년03월22일

(65) 공개번호 10-2006-0102521

(43) 공개일자 2006년09월27일

(30) 우선권주장

JP-P-2005-00081729 2005년03월22일 일본(JP)

JP-P-2005-00359118 2005년12월13일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020030085538 A\*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 8 항

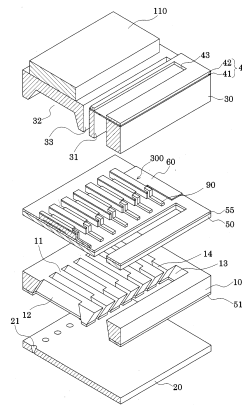
심사관 : 김영진

**(54) 압전 요소, 그 제조 방법, 액체 분사 헤드, 그 제조 방법, 및 액체 분사 장치**

**(57) 요약**

높은 내전압 및 긴 내구 수명을 가진 압전 요소, 상기 압전 요소의 제작 방법, 액체 분사 헤드, 상기 액체 분사 헤드의 제작 방법, 및 액체 분사 장치가 개시된다. 압전 요소의 제작 방법은: 기판 위에 하부 전극을 형성하는 단계; Pb, Zr 및 Ti을 함유하고, 구워진 후 Pb, Zr 및 Ti의 구성비가 Pb/(Zr+Ti)=1.0 내지 1.3이며, 망간, 니켈 및 스트론튬으로 구성된 그룹에서 적어도 어느 하나의 도판트가 도포되어 있는 압전 전조 필름을 상기 하부 전극 위에 형성하고, 650 내지 750℃에서 반시간 내지 3시간 동안 상기 압전 전조 필름을 굽는 것에 의해 압전층을 형성하는 단계; 및 상기 압전층 위에 상부 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

**대표도** - 도1



(56) 선행기술조사문헌

KR1020000071300 A\*

US20040132221 A1\*

Proceedings of the Tenth IEEE International  
Symposium on Applications of Ferroelectrics,  
pp.511-514(1996.08).\*

Journal of the American Ceramic Society, v.77,  
no.11, pp.3000-3005(1994)

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

기판 위에 하부 전극을 형성하는 단계;

상기 하부 전극 위에 금속 유기 물질을 함유하는 용액을 도포하는 것에 의해, Pb, Zr 및 Ti을 함유하고 구워진 후 Pb, Zr 및 Ti의 구성비가  $Pb/(Zr+Ti)=1.0$  내지 1.3이며 망간, 니켈 및 스트론튬으로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 하나의 도판트가 도포되어 있는 압전 전조 필름(piezoelectric precursor film)을 형성하고, 상기 압전 전조 필름을 170 내지 180℃에서 8 내지 30분 가열함으로써 건조하는 건조 단계와;

상기 건조 단계 후의 상기 압전 전조 필름을 650 내지 750℃에서 반시간 내지 3시간 동안 굽는 것에 의해 압전 층을 형성하는 굽는 단계; 및

상기 압전층 위에 상부 전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 요소를 제조하는 방법.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 도판트의 첨가량이 상기 압전층의 0mol% 초과 10mol% 이하인 것을 특징으로 하는 압전 요소를 제조하는 방법.

**청구항 3**

제 1항에 있어서,

상기 압전층을 형성하는 굽는 단계에서, 상기 압전층은 복수의 압전 전조 필름을 굽는 것에 의해 압전 필름을 형성하는 압전 필름 형성 단계를 반복적으로 수행함으로써 형성되고, 각각의 압전 필름 형성 단계에서 상기 압전 전조 필름을 굽는 시간은 반시간 이상이며, 상기 압전층의 총 굽는 시간이 3시간 이내인 것을 특징으로 하는 압전 요소를 제조하는 방법.

**청구항 4**

액체를 분사하는 노즐 오리피스에 연통하는 압력 발생 챔버가 설치된 경로-형성 기판의 한쪽 면측에 제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항의 제조 방법에 의해 상기 압전 요소를 제조하는 것을 특징으로 하는 액체 분사 헤드를 제조하는 방법.

**청구항 5**

기판 위쪽에 제공되는 하부 전극;

상기 하부 전극 위쪽에 제공되는 압전층; 및

상기 압전층 위쪽에 제공되는 상부 전극을 포함하고,

상기 압전층은 망간, 니켈 및 스트론튬으로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 하나의 도판트를 포함하고,

상기 압전층의 전기 저항률이  $20M\Omega \cdot cm$  이상이고, 상기 압전층의 내전압이  $900kV/cm$  이상이고, 상기 압전층의 누설전류가  $1 \times 10^{-8} A/cm^2$  이하이고, 상기 압전층의 항전계가 15 내지  $30kV/cm$  이고, 잔류 분극 강도가 10 내지  $25 \mu C/cm^2$ 인 것을 특징으로 하는 압전 요소.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

제 5항에 있어서,

상기 압전층의 전기 저항률이  $20M\Omega \cdot cm$  이상이고, 상기 압전층의 비유전율이 750 내지 1500인 것을 특징으로 하는 압전 요소.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

제 5항 또는 제 8항에 따른 압전 요소; 및

상기 압전 요소가 진동판을 사이에 삽입하여 제공되고, 노즐 오리피스와 연통하는 압력 발생 챔버가 제공되는 경로-형성 기관을 포함하는 것을 특징하는 액체 분사 헤드.

**청구항 12**

제 11 항에 따른 액체 분사 헤드를 포함하는 것을 특징으로 하는 액체 분사 장치.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <9> 본 발명은, 압전 요소(piezoelectric element)를 제조하는 방법뿐만 아니라, 하부 전극, 압전층(piezoelectric layer) 및 상부 전극을 포함하는 압전 요소에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 액체 분사 장치용으로 사용되는 압전 요소뿐만 아니라, 노즐 오리피스(nozzle orifice)로부터 작은 물방울을 토출하는 액체 분사 헤드, 및 상기 액체 분사 헤드를 제조하는 방법에 관한 것이다.
- <10> 후술하는 형태를 가진 잉크젯 기록 헤드(inkjet recording head)는 실용적으로 사용되고 있다. 이 형태에 따르면, 잉크 방울이 토출되는 노즐 오리피스와 연통하는 압력 발생 챔버의 일부가 진동판(vibration plate)으로 구성된다. 상기 진동판은 압전 요소에 의해 변형되므로, 상기 압력 발생 챔버 각각의 잉크가 가압된다. 따라서, 잉크 방울은 상기 노즐 오리피스의 각각으로부터 분사된다. 예를 들면, 후술하는 방법으로 구성된 잉크젯 기록 헤드는, 이러한 잉크젯 기록 헤드들 중 하나이다. 압전 재료로 만들어진 평탄한 층은 필름-형성 기술(film-forming technique)의 사용으로 상기 진동판의 전체 표면 위에 형성된다. 그런 다음, 상기 압전 재료로 만들어진 이 층은 석판 인쇄 방법(lithography method)에 의해 상기 압력 발생 챔버에 상응한 형태로 잘라 내어진다. 그것에 의해, 상기 압전 요소는, 상기 압전 요소가 다른 것으로부터 독립적일 수 있기 위해 상기 압력 발생 챔버에 개별적으로 형성된다.
- <11> 누설전류(leakage current)를 억제하는 수단에 의해 개선되는, 내전압(耐電壓, withstand voltage)을 가진 압전층을 포함하는 압전 요소는, 이러한 잉크젯 기록 헤드용으로 사용되는 이러한 압전 요소로서 제안되고 있고, 내부에 함유된 상당한 양의 할로젠 물질을 압전층의 성분으로 설정하는 것에 의해 상기 누설전류가 억제된다. (예를 들면, 일본 특허 공개 공보 No.2004-107181 11페이지 청구항 참조)
- <12> 그러나, 일본 특허 공개 공보 No.2004-107181에 따라, 상기 압전층의 누설전류가 억압될 수 있을지라도, 상기 압전층의 전기 저항률은 설정되지 않는다. 따라서, 전기 저항률이 낮으면 증가되는 누설전류 때문에 상기 압전층의 내구성은 악화된다는 문제가 있다.
- <13> 주의할 것은, 이러한 문제는, 잉크젯 기록 헤드로 대표되는 액체 분사 헤드에 한정되지 않는다. 상기 문제는 다른 압전 요소들에서 유사하게 존재하고 있다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

<14> 상술한 상태를 감안하여, 본 발명의 목적은 높은 내전압 및 긴 내구 수명을 가진 압전 요소, 그 압전 요소를 제조하는 방법, 액체 분사 헤드, 그 액체 분사 헤드를 제조하는 방법 및 액체 분사 장치를 제공하는 것이다.

**발명의 구성 및 작용**

<15> 상술한 문제를 해결하기 위한 본 발명의 제 1 관점은: 기관 위에 하부 전극을 형성하는 단계; Pb, Zr 및 Ti을 함유하고, 구워진 후 Pb, Zr 및 Ti의 구성비가  $Pb/(Zr+Ti)=1.0$  내지 1.3이며 망간, 니켈 및 스트론튬으로 구성된 그룹에서 적어도 어느 하나의 도펀트가 도프되어 있는 압전 전조 필름을 상기 하부 전극 위에 형성하고, 650 내지 750°C에서 반시간 내지 3시간 동안 상기 압전 전조 필름을 굽는 것에 의해 압전층을 형성하는 단계; 및 상기 압전층 위에 상부 전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 요소를 제조하는 방법이다.

<16> 상기 제 1 관점에서, 과잉 납이 상기 압전층에 포함되도록 하고, 소정의 온도 및 굽는 시간을 설정함에 기인하여 상기 양호한 결정도 및 높은 안전성을 가진 압전 요소를 형성할 수 있다.

<17> 게다가, 소정의 도펀트를 도프하는 것에 의해, 내구 수명이 연장될 뿐만 아니라 바람직한 전기 저항률 및 내전압을 가진 압전 요소를 얻을 수 있고, 그것에 의해 신뢰도가 개선될 수 있다.

<18> 본 발명의 제 2 관점은, 상기 도펀트의 양이 상기 압전층의 10mol% 이하인 것을 특징으로 하는, 본 발명의 제 1 관점에 따른 방법이다.

<19> 상기 제 2 관점에서, 상기 도펀트를 소정의 양으로 설정하는 것에 의해, 도펀트의 과도한 양 때문에 상기 압전 요소의 변위 특성이 악화되는 것을 예방할 수 있다.

<20> 본 발명의 제 3 관점은, 상기 압전층이, 복수의 압전 전조 필름을 굽는 것에 의해 압전 필름을 형성하는 압전 필름 형성 단계를 반복적으로 수행함으로써 형성되고, 각각의 압전층 형성 단계에서 상기 압전 필름을 굽는 시간은 반시간 이상이고, 상기 압전층을 굽는 총 시간은 3시간 이하인 상기 압전층을 형성하는 단계인 것을 특징으로 하는 상기 제 1 및 제 2 관점 중 어느 것에 따른 방법이다.

<21> 제 3 관점에서, 높은 정밀도, 양호한 결정도 및 높은 안정성을 가진 바람직한 두께를 가진 압전층을 형성할 수 있다.

<22> 본 발명의 제 4 관점은, 액체 분사 헤드가 상기 제 1 내지 제 3 관점 중 어느 하나에 따른 방법의 사용에 의해 제조되는 것을 특징으로 하는 액체 분사 헤드를 제조하는 방법이다.

<23> 제 4 관점에서, 연장된 내구 수명 및 개선된 신뢰도를 가진 액체 분사 헤드를 얻을 수 있다.

<24> 본 발명의 제 5 관점에 따른 압전 요소는: 기관 위쪽에 제공되는 하부 전극; 상기 하부 전극 위쪽에 제공되는 압전층; 및 상기 압전층 위쪽에 제공되는 상부 전극을 포함하고, 상기 압전층은 망간, 니켈 및 스트론튬으로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나의 도펀트를 포함하며, 그 압전층의 전기 저항률이  $20M\Omega \cdot cm$  이상인 것을 특징으로 한다.

<25> 제 5 관점에서, 소정의 압전층 전기 저항률을 설정하여, 압전층의 내전압을 개선하고 내구 수명을 연장할 수 있다.

<26> 게다가, 압전층에 소정의 도펀트를 도프하는 것에 의해, 바람직한 전기 저항률 및 바람직한 내전압을 가지는 상기 압전층을 얻을 수 있고 그 내구 수명을 연장할 수 있으며, 이로써 신뢰도도 개선될 수 있다.

<27> 본 발명의 제 6 관점은, 상기 압전층의 내전압이  $900kV/cm$  이상인 것을 특징으로 하는 상기 제 5 관점에 따른 압전층이다.

<28> 제 6 관점에서, 소정의 압전층 내전압을 설정하는 것에 의해, 압전층의 내구 수명을 연장하며 그 신뢰도도 개선할 수 있다.

<29> 본 발명의 제 7 관점은 상기 압전층의 누설전류가  $1 \times 10^{-8} A/cm^2$  이하인 것을 특징으로 하는 상기 제 5 내지 제 6 관점 중 어느 하나에 따른 압전 요소이다.

<30> 제 7 관점에서, 소정의 압전층 누설전류를 설정하는 것에 의해, 압전층의 내구 수명을 연장하여 신뢰도도 개선할 수 있다.

- <31> 본 발명의 제 8 관점은, 상기 압전층의 비유전율이 750 내지 1500인 것을 특징으로 하는 상기 제 5 내지 제 7 관점 중 어느 하나에 따른 압전 요소이다.
- <32> 제 8 관점에서, 상기 압전층의 결정도는 현저하게 개선된다. 따라서, 우수한 변위 특성, 높은 내전압 및 긴 내구 수명을 가진 압전층을 제공할 수 있다.
- <33> 본 발명의 제 9 관점은, 상기 압전층의 항전계 및 잔류 분극 강도가 각각 15 내지 30kV/cm 및 10 내지 25  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 인 것을 특징으로 하는, 상기 제 5 내지 제 8 관점 중 어느 하나에 따른 압전 요소이다.
- <34> 제 9 관점에서, 상기 압전층의 결정도는 더욱 우수하게 달성하고, 그 변위 특성 및 내구 수명도 더욱 개선된다.
- <35> 본 발명의 제 10 관점에 따른 압전 요소는: 기관 위쪽에 제공되는 하부 전극; 상기 하부 전극 위쪽에 제공되는 압전층; 및 상기 압전층 위쪽에 제공되는 상부 전극을 포함하고, 상기 압전층이 망간, 니켈 및 스트론튬으로 구성하는 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나의 도판트를 포함하며, 상기 압전층의 전기 저항률이 20M $\Omega \cdot \text{cm}$  이상이며, 그리고, 상기 압전층의 누설전류 및 내전압이 각각  $1 \times 10^{-8} \text{ A}/\text{cm}^2$  이하이고, 900kV/cm 이상인 것을 특징으로 하는 압전 요소이다.
- <36> 제 10 관점에서, 소정의 압전층 전기 저항률, 누설전류 및 내전압을 설정하는 것에 의해, 압전층의 내구 수명을 연장할 수 있고 신뢰도를 개선할 수 있다.
- <37> 게다가, 미리 결정된 도판트를 도프하는 것에 의해, 내구 수명을 연장하면서, 바람직한 전기 저항률 및 내전압을 가진 압전 요소를 얻을 수 있으므로, 신뢰도도 개선될 수 있다.
- <38> 본 발명의 제 11 관점에 따른 액체 분사 헤드는: 청구항 5 내지 10 중 어느 하나에 따른 압전 요소, 및 상기 압전 요소가 진동판을 사이에 삽입하여 제공되고, 노즐 오리피스와 연통하는 압력 발생 챔버가 제공되는 경로-형성 기관을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <39> 제 11 관점에서, 개선된 내구 수명 및 신뢰도를 가진 액체 분사 헤드를 얻을 수 있다.
- <40> 본 발명의 제 12 관점은 상기 제 11 관점에 따른 액체 분사 헤드를 포함하는 것을 특징으로 하는 액체 분사 장치이다.
- <41> 제 12 관점의 경우, 개선된 내구 수명 및 신뢰도를 가진 액체 분사 장치를 얻을 수 있다.
- <42> 이하에서, 실시예를 기초로 하여 본 발명에 대한 상세한 설명이 제공될 것이다.
- <43> (제 1 실시예)
- <44> 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 잉크젯 기록 헤드의 분해 사시도이다. 도 2a는 도 1에 나타난 상기 잉크젯 기록 헤드의 평면도이고, 도 2b는 도 2a의 A-A' 선에 따른 잉크젯 기록 헤드의 단면도이다.
- <45> 본 실시예의 경우에서, 도시된 바와 같이, 경로-형성 기관(10)은 단일 결정 실리콘 기관으로 만들어진다. 탄성력 있는 필름(50)은 상기 경로-형성 기관(10)의 두 표면 중 하나에 형성된다. 상기 탄성력 있는 필름(50)은 0.5 내지 2 $\mu\text{m}$ 의 두께를 가지고, 열 산화에 의해 미리 형성된 실리콘 이산화물로 만들어진다.
- <46> 상기 경로-형성 기관(10)에서, 구획벽(11)에 의해 구획된 복수의 압력 발생 챔버(12)는 다른 측에서부터 상기 경로-형성 기관(10)을 이방성을 가지게 엿칭하는 수단에 의해 나란히 배열된다. 길이 방향으로 상기 압력 발생 챔버(12)의 바깥쪽에, 연통 부분(13)이 형성된다. 상기 연통 부분(13)은 상기 압력 발생 챔버(12)용 일반적인 잉크 챔버인 저장소(100)의 일부분을 구성한다. 상기 연통 부분(13)은 그 잉크 공급 경로(14)를 통하여 길이 방향으로 압력 발생 챔버(12)의 각각의 일단과 연통한다. 각각의 상기 잉크 공급 경로(14)는 상기 압력 발생 챔버(12)의 폭보다 좁은 폭으로 형성되므로, 상기 압력 발생 챔버(12)에 상기 연통 부분(13)으로부터 흐르는 잉크의 경로 저항을 일정하게 유지한다.
- <47> 노즐판(20)은 접착제, 열 접착 필름 또는 그와 같은 것을 사이에 삽입한 상기 경로-형성 기관(10)의 균열면에 고정된다. 상기 노즐 판(20)에서, 노즐 오리피스(21) 구멍이 뚫린다. 상기 노즐 오리피스(21)는 상기 잉크 공급 경로(14)에 반대되는 압력 발생 챔버(12) 측에서 상기 압력 발생 챔버(12)와 함께 각각 연통한다. 덧붙여 말하자면, 상기 노즐판(20)은, 예를 들면, 0.01 내지 1mm의 두께를 가지고, 예를 들면, 300 $^{\circ}\text{C}$  이하인 온도에서, 2.5 내지 4.5[ $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ]의 선형 팽창 계수를 가진 유리 세라믹 또는 스테인리스강 또는 그와 비슷한 것으로 만들어진다. 상기 노즐판(20)의 한 표면은 전체적으로 상기 경로-형성 기관(10)의 한쪽 표면을 덮으므로, 충격 및 외

부 힘으로부터 상기 단일 결정 실리콘 기판을 보호하기 위한 보강판의 역할을 수행한다. 게다가, 상기 노즐판(20)은 상기 경로-형성 기관(10)의 열 팽창 계수와 거의 같은 열 팽창 계수를 가진 물질로 형성되어도 좋다. 이 경우에서, 상기 경로-형성 기관(10)의 열왜(熱歪) 및 상기 노즐판(20)의 열왜는 서로 거의 동일하다. 이러한 이유로, 상기 경로-형성 기관(10) 및 상기 노즐판(20)은 열 경화성 접착제 또는 그와 유사한 것을 사용함으로써 서로 쉽게 결합될 수 있다.

<48> 다른 한편, 상술한 바와 같이, 상기 탄성력 있는 필름(50)은 상기 균열면에 반대되는 측에 있는 경로-형성 기관(10)의 다른 표면 위에 형성된다. 상기 탄성력 있는 필름(50)은, 예를 들면, 대략 1 $\mu$ m의 두께를 가지고, 실리콘 이산화물로 만들어진다. 절연 필름(55)은 이 탄성력 있는 필름(50) 위에서 적층됨으로써 탄성력 있는 필름(50) 위에 형성된다. 상기 절연 필름(55)은 지르코니아(ZrO<sub>2</sub>) 및 그와 유사한 것으로 만들어지고, 그 두께는 대략 0.4 $\mu$ m이다. 더욱이, 하부 전극 필름(60), 압전층(70) 및 상부 전극 필름(80)은 아래에 서술하는 공정에 의해 서로 적층됨으로써 절연 필름(55) 위에 형성된다. 상기 하부 전극 필름(60), 하나의 압전층(70) 및 하나의 상부 전극 필름(80)은 각각의 압전 요소(300)를 구성한다. 상기 하부 전극 필름(60)은, 예를 들면, 대략 0.1 내지 0.5 $\mu$ m의 두께를 가진다. 각각의 압전층(70)은 납 지르콘산염 티탄산염(lead zirconate titanate)(PZT) 또는 그와 유사한 것으로 만들어지고, 그리고, 예를 들면, 대략 1.0 $\mu$ m의 두께를 가진다. 각각의 상부 전극(80)은 금, 플레티늄(platinum), 이리듐(iridium) 또는 그와 유사한 것으로 만들어지고, 그리고, 예를 들면, 대략 0.05 $\mu$ m의 두께를 가진다.

<49> 이러한 점에서, 상기 압전 요소(300)는 상기 하부 전극 필름(60), 하나의 압전층(70) 및 하나의 상부 전극 필름(80)을 포함하는 부분이다. 일반적으로, 상기 압전 요소(300)는 후술하는 방법으로 형성된다. 상기 압전 요소(300)의 두 개의 전극 중 하나는 공통 전극으로 사용된다. 상기 다른 전극 및 상기 압전층(70)은 각각의 압력 발생 챔버(12) 안에서 패터닝(patterning)된다. 패터닝된 압전층(70)으로 구성된 부분 및 상응하게 패터닝된 상기 두 개의 전극 중 하나에서, 압전 스트레인이 상기 두 개의 전극에서 전압의 적용 때문에 일어난다. 이러한 부분은 "압전 활동 부분"이라고 부른다. 본 실시예에서, 상기 하부 전극 필름(60)은 상기 압전 요소(300)용 공통 전극으로서 사용되고, 그리고 상기 상부 전극 필름(80)은 상기 압전 요소(300)의 개별 전극으로서 사용된다. 그러나, 그 사용이 반대로 드라이브 회로의 편의 및 상호접속을 위한 것은 문제가 되지 않는다. 두 경우 모두, 상기 압전 활동 부분은 각각의 압전 발생 챔버 내에서 개별적으로 형성된다. 더욱이, 하나의 압전 요소(300)와 진동판의 결합은 "압전 액추에이터(actuator)"로 부른다. 진동은 상기 압전 요소(300)의 구동에 의존하는 변위를 제공한다. 덧붙여 말하자면, 상술한 예에서, 상기 탄성력 있는 필름(50), 상기 절연 필름(55) 및 하부 전극 필름(60)은 상기 진동판으로서 연대적으로 기능한다. 그러나, 이것에 한정하지 않는다고 말할 필요도 없다. 예를 들면, 상기 탄성력 있는 필름(50) 및 상기 절연 필름(55)을 제공하지 않고 상기 진동판으로서 기능하는 하부 전극(60)만 가지는 것도 가능하다.

<50> 주의할 것은, 본 실시예의 상기 압전층(70)은 적어도 20M $\Omega$ ·cm의 전기 저항률을 가진다. 상기 압전층(70)이 이러한 전기 저항률을 가지는 것에 의해, 누설전류가 더 크게 되는 것이 방지되고 상기 압전층(70)의 내구 수명을 연장하는 것이 가능하다. 이러한 종류의 압전층(70)의 상기 누설전류는 1 $\times 10^{-8}$ A/cm<sup>2</sup> 이하인 것이 바람직하다. 부가적으로, 상기 압전층(70)의 내전압은 900kV/cm 이상인 것이 바람직하다. 상기 압전층(70)이 이러한 압전층(70)의 누설전류 및 내전압을 가지는 것에 의해 상기 압전층(70)의 내구 수명을 연장할 수 있다.

<51> 게다가, 이러한 압전층(70)은 750 내지 1500의 비유전율을 가진다. 덧붙여, 이러한 압전층(70)은, 항전계가 Ec=15 내지 30kV/cm(2Ec=30 내지 60kV/cm)이고 잔류 분극 강도는 Pr=10 내지 25  $\mu$ C/cm<sup>2</sup>(2Pr=20 내지 50  $\mu$ C/cm<sup>2</sup>)인 것을 특징으로 한다. 주의할 것은, 상기 항전계(Ec) 및 잔류 분극 강도(Pr)은, 예를 들면, 도 3에 도시된 바와 같이, 압전층의 자기 이력(履歴) 현상 루프(loop)의 2Ec 및 2Pr의 사용으로 얻어진 값이다.

<52> 이러한 특징을 가진 상기 압전층(70)에 대하여, 특히 우수한 압전 상수는, 150 내지 250pC/N이 되는 압전 상수(d<sub>31</sub>)이다. 따라서, 상기 압전 요소(300)의 변위 특성이 개선된다.

<53> 본 실시예의 이러한 압전층(70)으로서, 예를 들면, 예를 들면, 전자 기계적 변화 효과(electromechanical transducing effect)를 나타내는 강유전성(強誘電性)-세라믹 물질(ferroelectric-ceramic material)로 만들어지고, 페로브스카이트(perovskite) 구조를 가지는 결정 필름이다. 상기 압전층(70)용 재료로서, 예를 들면, 강유전성-압전 재료 및 강유전성 압전 재료나 그와 유사한 것에 금속 산화물을 첨가하여 얻어진 것이 바람직하다. 이러한 강유전성-압전 재료는 납 지르콘산염 티탄산염(PZT)을 포함한다. 이러한 금속 산화물은 니오븀 산화물

(niobium oxide), 니켈 산화물 및 마그네슘 산화물을 포함한다. 특히, 납 티탄산염( $PbTiO_3$ ), 납 지르콘산염 티탄산염( $Pb(Zr, Ti)O_3$ ), 납 지르콘산염( $PbZrO_3$ ), 납 란탄(lanthanum) 티탄산염( $(Pb, La), TiO_3$ ), 납 란탄 지르콘산염 티탄산염( $(Pb, La)(Zr, Ti)O_3$ ), 납 지르코늄 티탄산염 마그네슘 니오브산염( $Pb(Zr, Ti)(Mg, Nb)O_3$ ) 또는 이와 유사한 것이 사용될 수 있다. 본 실시예에서, Pb(납), Zr(지르코늄) 및 Ti(티타늄)을 포함하는 물질은, 공식  $Pb/(Zr+Ti)=1.0$  내지 1.3인 식이 만족되도록 상기 압전층(70)용으로 사용된다. 따라서, 과잉 납이 누설전류가 더 크게 되는 것을 방지하기 위해 결정 경계 내에 축적되고, 그것에 의해 누설전류를 설정하는 것이 가능하다.

<54> 게다가, 니켈(Ni), 망간(Mn) 및 스트론튬(Sr)으로부터 선택된 적어도 어느 하나의 도펀트(dopant)가 본 실시예의 압전층(70)에 도프되는 것이 바람직하다. 따라서, 전기 저항률, 누설전류, 내전압, 비유전율, 잔류 분극 강도, 항전계, 압전 상수 및 압전층(70)의 그와 같은 것들을 설정하는 것이 가능하게 된다. 니켈(Ni), 망간(Mn) 및 스트론튬(Sr)에서 선택된 적어도 어느 하나의 도펀트를 도프하는 것은 압전층(70)의 전기 저항률, 누설전류, 내전압, 비유전율, 잔류 분극 강도, 항전계, 압전 상수 및 그와 같은 것의 소정의 값을 설정하는 방법 중 하나이다. 이러한 도펀트의 소정의 양은 바람직하게 도프된다. 이러한 도펀트의 양은 소정의 양, 특히, 그것의 10% 이하인 것이 바람직하다. 여기에서 "10% 이하인"은, 도펀트가 감소하는 것만 할수록 좋다는 것을 의미하는 것이 아니지만, 그 최대량은 많은 양의 도펀트가 압전층(70)의 변위량을 감소하는 결과를 낳기 때문에 설정된다.

<55> 더불어, 상기 압전층(70)은 제조 공정에서 상기 압전층(70) 내에서 크랙이 발생하는 것을 보호할 수 있고, 상기 압전층(70)이 충분히 그 변위 특성을 나타낼 수 있는 두께로 형성된다. 예를 들면, 본 실시예에서, 상기 압전층(70)이 대략  $1\mu m$  내지  $2\mu m$ 의 두께로 형성된다.

<56> 덧붙여, 납 전극(90)은 각각의 압전 요소(300)용의 개별 전극인 상부 전극 필름(80)의 각각에 연결된다. 상기 납 전극(90)은 상응하는 잉크 공급 경로(14)의 끝단 부근으로부터 끄집어내어, 상기 절연 필름(55)의 상부로 연장된다. 상기 납 전극(90)은, 예를 들면, 금(Au) 또는 그와 유사한 것으로 만들어진다.

<57> 보호판(30)은, 접착체를 사이에 삽입한 상태로, 압전 요소(300)가 형성되는 곳, 즉, 하부 전극 필름(60), 상기 탄성력 있는 필름(50) 및 납 전극(90) 위쪽에서, 상기 경로-형성 기관(10)의 상단에 접촉된다. 상기 보호판(30)은 저장소(100)의 적어도 일부를 구성하는 저장소 부분(31)을 포함한다. 본 실시예에서, 이 저장소 부분(31)은, 상기 저장소 부분(31)이 두께 방향으로 상기 보호판(30)을 통하여 통과하는 방법으로 형성되고, 그리고 상기 저장소 부분(31)은 압력 발생 챔버(12)의 폭 방향과 같은 방향으로 연장된다. 상기 저장소 부분(31)은, 상술한 바와 같이, 경로-형성 기관(10)의 연통 부분(13)으로 연통하므로, 상기 압력 발생 챔버(12)용 공통 잉크 챔버로서 사용되는 저장소(100)를 구성한다.

<58> 더구나, 압전 요소 고정 부분(32)은 상기 압전 요소(300)와 반대 영역인 상기 보호판(30) 영역에서 제공된다. 상기 압전 요소 고정 부분(32)은 압전 요소(300)가 방해 없이 움직이기 위해 충분히 큰 공동을 가진다. 상기 보호판(30)이 압전 요소(300)가 방해 없이 움직이기 위해 충분히 큰 공동을 가지고 있으면 그것으로 충분하다. 그 공동이 밀봉되고 폐쇄된 것이든, 아니든 상관이 없다.

<59> 상기 경로-형성 기관(10)의 열 팽창 계수와 동일한 열 팽창 계수를 가진 재료가 이러한 보호판(30)으로 사용되면 바람직하다. 그 물질의 예들은 유리, 세라믹 및 그와 유사한 것을 포함한다. 본 실시예에서, 상기 보호판(30)은 상기 경로-형성 기관(10)을 형성하는 재료와 같은 재료인 단일 결정 실리콘 기관으로 형성된다.

<60> 더욱이, 상기 보호판(30)에는 두께 방향으로 상기 보호판(30)을 통하여 통과하는 통과 구멍(33)이 제공된다. 게다가, 상기 압전 요소(300)로부터 개별적으로 인출된 상기 납 전극(90)의 끝단 부근은 그 부근이 상기 통과 구멍(33)으로 노출되는 방법으로 구성된다.

<61> 게다가, 드라이브 회로(110)는 상기 보호판(30)의 상단에 고정된다. 상기 드라이브 회로(110)는 평행 배열된 압전 요소(300)를 구동한다. 예를 들면, 회로판, 반도체 집적 회로(IC) 및 그와 유사한 것이 이러한 드라이브 회로(110)로서 사용될 수 있다. 덧붙여, 상기 드라이브 회로(110) 및 각각의 상기 납 전극(90)은 상호 연결부(120)를 통하여 서로 전기적으로 연결된다. 상기 상호 연결부(120)는 본딩 와이어와 같은 전도성 있는 와이어로 만들어진다.

<62> 더욱이, 컴플라이언스 판(40)은 상기 보호판(30)의 상단에 연결된다. 상기 컴플라이언스 판(40)은 밀봉 필름(41) 및 고정판(32)으로 구성된다. 이와 관련하여, 상기 밀봉 필름(41)은 낮은 강도를 가진 신축성 있는 재료로 만들어진다(예를 들면,  $6\mu m$ 의 두께를 가진 폴리페닐렌 황화물(polyphenylene sulfide(PPS))). 상기 저장소 부분



(31)의 일단은 이러한 밀봉 필름(41)에 의해 밀봉되고 폐쇄된다. 덧붙여, 상기 고정판(42)은 금속(예를 들면, 스테인리스강(SUS) 또는 30 $\mu$ m의 두께를 가진 그와 같은 것)과 같은 딱딱한 재료로 형성된다. 상기 저장소(100)와 반대되는 영역인 이 고정판(42) 영역은 두께 방향으로 고정판(42)으로부터 상기 영역에 상응한 부분을 완벽하게 제거함으로써 얻어지는 개방 부분(43)이다. 따라서, 상기 저장소(100)의 일단은 오직 신축성 있는 상기 밀봉 필름(41)에 의해서만 봉쇄된다.

<63> 상기 저장소(100)에 잉크를 공급하기 위한 잉크 도입 포트(44)는 상기 컴플라이언스 판(40)의 일부에 형성된다. 상기 컴플라이언스 판(40)의 부분은 이 저장소(100)의 외부이고, 길이 방향으로 상기 저장소(100)의 중심에 대략 상응하는 위치에 위치된다. 게다가, 상기 보호판(30)에는 상기 잉크 도입 포트(44) 및 저장소(100)의 측면이 서로 연통하는 잉크 도입 경로(35)가 제공된다.

<64> 본 실시예에 따른 이러한 잉크젯 기록 헤드는, 도시하지 않은 외부 잉크 공급 수단과 연결된 잉크 도입 포트(44)로부터 잉크를 도입하고, 노즐 오리피스(21)를 통하여 잉크를 저장소(100)로부터 내부 구역을 채운다. 그 후, 상기 잉크젯 기록 헤드는, 상기 드라이브 회로의 신호에 따라, 상기 하부 전극 필름(60)과 상기 압력 발생 챔버(12)에 상응하는 각각의 상부 전극 필름(80) 사이에 전압을 인가한다. 그러므로, 상기 잉크젯 기록 헤드는, 상기 탄성력 있는 필름(50), 하부 전극 필름(60) 및 압전층(70)을 굴곡이 가게 변형시킨다. 이러한 변형은 상기 압력 발생 챔버(12)의 각각에 상기 압력을 발생하고, 그것에 의해 잉크 방울이 상기 노즐 오리피스(21)로부터 분사된다.

<65> 이하에서는, 도 4a 내지 6d를 참조하여 이러한 잉크젯 기록 헤드를 제조하는 방법을 위한 설명이 제공된다. 주의할 것은, 도 4a 내지 6d는 상기 압력 발생 챔버(12)의 길이 방향 단면도이다. 제일 먼저, 도 4a에 도시된 바와 같이, 단일 결정 실리콘 기판으로 만들어진 상기 경로-형성 기판(10)은 대략 1100 $^{\circ}$ C에서 발산 용광로에서 열적으로 산화된다. 그것에 의해, 나중에 상기 탄성력 있는 필름(50) 및 보호 필름(51)으로 전환될, 실리콘 이산화물 필름(52)은, 상기 경로-형성 기판(10)의 표면 위에 형성된다. 그 후에, 도 4b에 도시된 바와 같이, 지르코늄(Zr) 층은 상기 탄성력 있는 필름(상기 실리콘 이산화물 필름(52)) 위에 형성된다. 그 후에, 지르콘산염(ZrO<sub>2</sub>)으로 만들어진 상기 절연층(55)은, 예를 들면, 500 $^{\circ}$ C 내지 1200 $^{\circ}$ C에서 상기 발산 용광로 내에서 상기 지르코늄(Zr) 층을 열적으로 산화하는 방법으로 형성된다.

<66> 다음으로, 도 4c에 도시된 바와 같이, 이리듐, 플래티늄, 또는 그와 유사한 것이 상기 경로-형성 기판(10)의 상단 위에 전체적으로 형성된다. 그 후에, 상기 하부 전극(60)은 소정의 모양으로 그것을 패터닝하는 방법으로 형성된다.

<67> 그 다음으로, 상기 압전층(70)은 상기 하부 전극(60) 위에 형성된다. 이와 관련하여, 상기 압전층(70)은 본 실시예에서 졸-겔(sol-gel) 방법이라고 불리는 것에 의해 형성된다. 상기 졸-겔 방법에 따라, 졸이라고 불리는 것은 촉매작용으로 금속 유기 물질을 용해하고 분산하는 것에 의해 얻어지는 것이다. 이 졸은 겔로 전환되기 위해 적용되고 건조된다. 그런 다음, 상기 겔은 더 높은 온도에서 굽혀진다. 그것에 의해, 금속-산화 물질로 만들어진 압전층(70)이 얻어진다. 게다가, 상기 압전층(70)을 제조하는 방법은 상기 졸-겔 방법으로 한정되지 않는다. 예를 들면, MOD(Metal-Organic Decomposition) 방법 또는 그와 유사한 것이 사용되어도 좋다.

<68> 상기 압전층(70)의 재료는 Pb, Zr, 및 Ti를 포함하는 것이다. 본 실시예에서, 상기 압전층(70)이 납 지르콘산염 티탄산염(PZT)으로 형성된다. 덧붙여, 본 실시예의 압전층(70)은 식  $Pb/(Zr+Ti)=1.0$  내지 1.3에 기초하여 형성된다. 다른 말고, 상기 압전층(70)은 30% 이하인 과잉 납을 포함한다. 30% 이하의 과잉 납을 포함하는 압전층(70) 때문에, 상기 압전층(70)의 누설전류가 더 커지게 되는 것을 방지한다. 게다가, Ni, Mn 및 Sr에서 선택된 적어도 어느 하나의 도펀트가 상기 압전층(70)에 도프되는 것이 바람직하다. 따라서, 우수한 전기 저항률 및 내전압을 가진 상기 압전층(70)이 형성될 수 있다. 주의할 것은 과도한 도펀트의 양이 상기 압전층(70)의 변위량을 감소시킨다. 이러한 이유로, 상기 도펀트의 양이 전체 압전층(70)의 10mol% 이하인 것이 바람직하다. 이와 관련하여, 이러한 망간, 니켈, 스트론튬 또는 그와 유사한 것의 도펀트는 졸 내부에 망간 질산염, 니켈 질산염 또는 스트론튬 질산염을 혼합하는 것에 의해 도핑될 수 있다. 게다가, 뒤에 상세히 설명하는 바와 같기는 하지만, 상기 도프된 도펀트가 굽는 수단에 의해 형성된 압전층(70) 내에 또한 존재한다.

<69> 상기 압전층(70)을 형성하는 구체적인 절차는 다음과 같다. 도 5a에 도시된 바와 같이, 첫째로, PZT 전조(前兆, precursor)인 압전 전조 필름(71)이 상기 하부 전극 필름(60) 위에 형성된다. 즉, 금속 유기 복합물을 포함하는 상기 졸(액체 상태)은 상기 경로-형성 기판(10) 위쪽에 형성된 하부 전극 필름(60)의 상부에 적용된다.

<70> 다음으로, 이러한 압전 전조 필름(71)은 소정의 온도에서 가열되므로, 일정한 시간 동안 건조된다. 본 실시예에

서, 상기 압전 전조 필름(71)은, 예를 들면, 170 내지 180℃에서 8 내지 30분 동안 상기 압전 전조 필름(71)을 유지하는 수단에 의해 건조될 수 있다. 더불어, 건조 단계에서 온도 상승 비율이 0.5 내지 1.5℃/sec인 것이 바람직하다. 부수적으로, 이 관점에서 언급된 상기 "온도 상승 비율"은, 시간에 관하여 온도 1로부터 온도 2를 통한 온도의 변화 비율로서 정의된다. 온도 1과 2는 후술하는 방법으로 계산된다. 우선, 가열이 시작된 데에서, 온도(실온)와, 압전 전조 필름(71)이 상기 가열에 의해 이르는 온도와의 사이에서의 차이가 얻어진다. 그런 다음, 온도 1은, 가열이 시작된 온도에, 상기 온도 차이의 20%를 더함으로써 얻어진다. 온도 2는, 가열이 시작된 온도에, 상기 온도 차이의 80%를 더함으로써 얻어진다. 예를 들면, 상기 온도가 50초 동안 실온 25℃에서 100℃로 상승하는 경우에는, 온도 상승 비율이 아래와 같다.

<71>  $(100-25) \times (0.8-0.2) / 50 = 0.9 [^\circ\text{C}/\text{sec}]$

<72> 다음으로, 건조되고 있는 상기 압전 전조 필름(71)은, 상기 압전 전조 필름(71)을 소정의 온도로 상승하는 가열과 일정한 시간 동안 그 온도에서 상기 필름을 유지하는 방법에 의해 탈(脫)그리스(grease)화 된다. 본 실시예의 경우에, 예를 들면, 상기 압전 전조 필름(71)이 대략 300 내지 400℃의 온도로 상기 필름을 상승하는 가열 및 대략 10 내지 30분 동안 그 온도에서 상기 필름을 유지하는 방법에 의해 탈그리스화 된다. 부가적으로, 이러한 관점에서 언급하고 있는 상기 탈그리스화는, 예를 들면, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O 및 그와 유사한 것과 같은 압전 전조 필름(71)에 포함된 유기물이 제거됨을 의미한다. 상기 탈그리스화 단계에서, 온도 상승 비율이 0.5 내지 1.5℃/sec인 것이 바람직하다.

<73> 그런 다음, 도 5b에 도시된 바와 같이, 상기 압전 전조 필름(71)은 소정의 온도로 상승 가열되고, 일정한 시간 동안 그 온도에서 유지되어, 결정화 된다. 따라서, 압전 필름(72)이 형성된다(굽는 단계에서). 상기 굽는 단계에서, 상기 압전 전조 필름(71)이 650 내지 750℃의 온도로 상승 가열되는 것이 바람직하다. 본 실시예에서, 상기 압전 전조 필름(71)은 680℃에서 30분 동안 가열된다. 게다가, 상기 굽는 단계에서, 온도 상승 비율이 15℃/sec 이하인 것이 바람직하다. 서술한 바와 같이, 상기 굽는 방법에 의해 상기 압전 필름(72)을 형성하는 경우에, 상기 압전 전조 필름(71)을 적어도 30분 동안 가열하는 것이 바람직하다. 따라서, 특별한 특성을 가진 상기 압전 필름(72)이 얻어질 수 있다.

<74> 주의할 것은, 예를 들면, RTP(rapid thermal processing) 시스템은 건조, 탈그리스화 및 굽는 단계용으로 사용되는 가열 시스템으로 사용될 수 있다. 상기 RTP 시스템은 열판 또는 적외선 램프로부터의 발광 수단에 의해 열 처리를 수행한다.

<75> 그런 다음, 상술한 적용, 건조, 탈그리스화 및 굽는 단계를 포함하는 상기 압전층 형성 단계는 여러 번 반복된다. 본 실시예의 경우, 상기 압전층 형성 단계는 10번 반복된다. 그러므로, 10개의 압전 필름(72)을 포함하고, 소정의 두께를 가진 상기 압전층(70)은 도 5c에 도시된 바와 같이 형성된다. 매번 제공되는 줄이 대략 0.1μm의 두께인 경우, 압전 필름(70)의 총 필름 두께는 대략 1.1μm이다.

<76> 주의할 것은, 실제 공정에서, 제 1 및 제 2 압전 필름(72)은 압전 전조 필름(71)을 굽는 방법에 의해 각각 형성된다. 제 3 및 그 다음 필름들은 후술하는 방법으로 형성된다. 첫 번째로, 상기 제공, 건조, 및 탈그리스화 단계는 각각 상기 압전 전조 필름(71)에 두 번씩 수행된다. 다음으로, 굽는 단계에서, 2개의 상기 압전 전조 필름(71)은 한번에 구워진다. 다른 말로, 10개의 압전 필름(72)을 구성하고 있는 압전층(70)은 굽기를 6번 동안 수행함으로써 형성될 수 있다. 이러한 관점에서, 압전층(70)을 위한 총 굽는 기간이 3시간 이하인 것이 바람직하다. 이것은 우수한 특성을 가진 압전층(70)을 형성할 수 있게 하는 것이다.

<77> 이와 관련하여, 상기 압전층(70)의 내전압, 비유전율 및 전기 저항률은 도펀트의 변화량이 그것에 도프된 경우에 측정되었다. 상기 측정의 결과는 아래에 표 1에 나타내고 있다.

표 1

도펀트	도펀트량	내전압	비유전율	전기 저항률
	mol%	kV/cm		
도펀트 없음	0	756	1248	21.3
Mn	1	1074	959	80
Mn	2	1452	909	95.6
Ni	1	1444	1159	33.8
Ni	2	2500	1047	50.3
Sr	5	1020	1519	32.3
Sr+Mn	5+2	적어도 2500	1226	74.5
Sr+Mn	5+2	적어도 2500	1049	51.9

<78>

<79>

표 1에 도시된 바와 같이, 상기 압전층(70)은 그곳에 도펀트를 도핑하는 방법에 의해 형성되기 때문에, 상기 압전층(70)은 20MΩ·cm 이상인 전기 저항률 및 900kV/cm의 내전압을 가지도록 형성될 수 있다. 따라서, 상기 압전층(70)의 내구 수명은 연장될 수 있다. 부수적으로, 도펀트가 도프됨에도 불구하고, 상기 압전층(70)의 비유전율은 750 내지 1500일 수 있고 그것의 결정도도 현저하게 개선될 수 있다. 따라서, 상기 압전층(70)의 내구 수명은 연장될 수 있다.

<80>

더욱이, 상기 압전층(70)은 본 실시예에 따른 압전층(70)을 제조하는 방법에 의해  $1 \times 10^{-8} \text{ A/cm}^2$  이하인 누설전류를 가지도록 형성될 수 있다. 서술한 바와 같이 상기 누설전류의 설정에 의해 상기 압전층(70)의 내구 수명을 연장할 수 있다.

<81>

덧붙여서, 본 실시예의 상태 하에서 압전층을 형성하는 경우, 압전층(70)의 항전계( $E_c$ )가 대략 15 내지 30kV/cm 이고 압전층(70)의 잔류 분극 강도가 대략 10 내지  $2 \text{ C} \mu\text{C/cm}^2$ 이다.

<82>

게다가, 상기 압전층(70)이 도 5a 내지 5c에 도시된 바와 같은 단계를 통하여 형성된 후, 상부 전극 필름(80)이, 도 6a에 도시된 바와 같이, 경로-형성 기관(10)의 전체 표면 바로 위에 형성된다. 상부 전극 필름(80)은 예를 들면 이리듐으로 만들어진다. 그 다음에, 상기 압전층(70) 및 상부 전극 필름(80)은 상기 압력 발생 챔버(12)에 각각 대향하는 영역에 각각 패터닝된다. 그러므로, 상기 압전 요소(300)가 형성된다.

<83>

이러한 방법으로 형성된 상기 압전층(70)은 150 내지 250(pC/N)만큼 높은 압전 상수( $d_{31}$ )를 가지고, 그것에 의해 상기 압전 요소(300)의 변위 특성이 현저하게 개선된다. 그러므로, 잉크 분사의 특성이 개선될 수 있다.

<84>

다음으로, 상기 납 전극(90)이 형성된다. 특히, 상기 납 전극(90)이 후술하는 방법으로 형성된다. 첫 번째로, 납 전극(90)이 도 6b에 도시된 바와 같이 경로-형성 기관(10)의 전체 표면 위쪽에 형성된다. 상기 납 전극(90)은, 예를 들면, 금(Au) 및 그와 유사한 것으로 만들어진다. 그런 후에, 상기 납 전극(90)은, 예를 들면, 저항제 또는 그와 유사한 것으로 만들어진 마스크 패턴(mask pattern)(도시 생략)의 사용에 의해 각각의 상기 압전 요소(300)에 패터닝된다.

<85>

다음으로, 상기 보호판(30)은, 도 6c에 도시된 바와 같이, 예를 들면, 접착제(34)로, 상기 경로-형성 기관(10)의 상부에 연결된다. 상기 보호판(30)은 이와 같이 패터닝된 복수의 압전 요소(300)를 지지한다. 부가적으로, 상기 저장소 부분(31), 압전 요소 고정 부분(32) 및 그와 유사한 것은 상기 보호판(30)에 미리 형성된다. 게다가, 상기 보호판(30)은, 예를 들면, 대략 400 $\mu\text{m}$ 의 두께를 가진 단일 결정 실리콘 기관으로 만들어진다. 상기 경로-형성 기관(10)에의 상기 보호판(30)의 결합은 최종 경로-형성 기관(10)의 강성을 현저하게 증가한다.

<86>

다음으로, 도 6d에 도시된 바와 같이, 상기 보호 필름(51)은, 상기 압전 요소(300)가 형성된 표면에 대향하는 표면인, 상기 경로-형성 기관(10)의 표면 위에서, 소정의 모양으로, 실리콘 이산화물 필름(52)을 패터닝하는 방법에 의해 형성된다. 마스크로 사용되는 보호 필름(51)으로, 상기 경로-형성 기관(10)은 KOH와 같은 알칼리성 액체의 사용으로 이방성의 에칭(웨이트-에칭(wet-etching))을 겪게 된다. 그것에 의해, 상기 압력 형성 챔버(12), 연통 부분(13), 잉크 공급 경로(14) 및 그와 유사한 것은 상기 경로-형성 기관(10) 내에 형성된다.

<87>

다음으로, 노즐판(20)은, 보호판(30)이 결합된 표면에 대향하는 표면인, 상기 경로-형성 기관(10)의 표면에 연결된다. 노즐 오리피스(21)는 상기 노즐판(20)에서 구멍이 뚫어진다. 동시에, 상기 컴플라이언스 판(40)은 상기 보호판(30)에 연결된다. 그것에 의해, 도 1에 도시된 바와 같이, 잉크젯 기록 헤드는 형성된다.

<88>

주의할 것은 많은 수의 칩이 실제로 상술한 일련의 필름 편성 및 이방성의 에칭을 통하여 동시에 단일 웨이퍼(wafer) 위에 형성된다. 상기 공정이 완료된 후, 상기 웨이퍼는 도 1에 도시된 바와 같이 칩 크기로 각각 경로-

형성 기관(10)으로 나누어진다. 그렇게 하여, 상기 잉크젯 기록 헤드는 형성된다.

- <89> 본 발명에 따라, 상술한 바와 같이, 압전 요소(300)를 구성하는 각각의 압전층(70)은  $20M\Omega \cdot cm$  이상인 전기 저항률을 가지고 형성된다. 이것은 상기 압전층(70)의 압전 상수( $d_{31}$ )를 증가시킨다. 따라서, 상기 압전 요소(300)의 변위 특성은 개선된다. 더욱이, 상기 압전층(70)의 결정도도 개선된다. 이러한 이유로, 예를 들면, 상기 압전층(70)의 내전압이 그것의 누설전류가  $1 \times 10^{-8} A/cm^2$  이하일 수 있으면서  $900kV/cm$  이상일 수 있다. 그것에 의해, 상기 압전층(70)의 내구 수명은 현저하게 연장될 수 있다.
- <90> 이와 관련하여, 상술한 특성을 가진 압전 요소의 샘플은, 소정의 드라이브 펄스가 연속적으로 300억 번 동안 상기 샘플에 인가되는 내구성 테스트를 견딘다. 도 7은 상기 압전 요소의 변위량 및 그 변위에서의 감소를 시험한 결과를 나타낸다. 부가적으로, 상기 샘플 압전 요소에 대하여, 압전층은  $1.5\mu m$ 의 두께를 가졌고, 하부 전극 필름은  $200nm$ 의 두께를 가졌으며, 그리고 상부 전극 필름은  $50nm$ 의 두께를 가졌다. 내구성 테스트에 적용된 상기 드라이브 펄스는  $50V$ 의 전압 및  $100kHz$ 의 주파수의 sin파장이었다. 변위 측정 동안 적용된 드라이브 펄스는  $30V$ 의 전압 및  $800Hz$ 의 주파수의 사다리꼴 파장이었다.
- <91> 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 상기 압전 요소와 관련하여, 그것의 변위량은 내(耐)펄스 수의 증가에 따라 감소되었고, 변위 감소의 비율이 증가되었다. 그러나, 상기 드라이브 펄스가 300억 회 적용되었다하더라도, 변위 감소의 비율은 13.3%로서 현저하게 낮았다. 그 결과로부터 명확한 바와 같이, 상기 압전 요소(압전층)의 내구 수명은 본 발명에 따라 현저하게 개선되었다.
- <92> (다른 실시예)
- <93> 본 발명의 제 1 실시예는 상술하고 있다. 그러나, 잉크젯 기록 헤드의 기본적인 형태는 상술한 것에 한정되지 않는다. 상술한 제 1 실시예에서, 예를 들면, 상기 압전층이 졸-겔 방법 또는 MOD 방법을 사용함으로써 형성된다. 그러나, 이것으로 특별히 한정되지 않는다. 예를 들면, 상기 압전층은 스퍼터링(sputtering) 방법에 의해 형성될 수도 있다. 설명한 바와 같은 스퍼터링 방법에 의해 압전 필름을 형성하는 경우, 포스트 애닐링(post annealing)이  $650$  내지  $750^\circ C$ 에서 반 시간 내지 3시간 동안 압전 전조 필름 위에서 이행되면 충분하다.
- <94> 게다가, 상술한 제 1 실시예에서, 니켈(Ni), 망간(Mn) 및 스트론튬(Sr)으로부터 선택된 적어도 어느 하나의 도판트가 상기 압전 요소(300)를 구성하는 각각의 압전층(70)에 도포되었다. 그러나, 이것으로 한정되는 것은 아니다. 소망하는 특성을 가진 상기 압전층(70)은 니켈(Ni), 망간(Mn), 스트론튬(Sr) 또는 그와 유사한 것이 그것에 도포되어 있지 않더라도 얻어질 수 있다.
- <95> 덧붙여서, 각각의 그 실시예에 따른 상기 잉크젯 기록 헤드는 잉크 카트리지 및 그와 유사한 것에 연통하는 잉크 경로가 제공된 기록 헤드 유닛의 일부분을 구성하고, 잉크젯 기록 장치 내에 설치된다. 도 8은 상기 잉크젯 기록 장치의 예를 나타내는 대략적인 형태의 다이어그램이다.
- <96> 도 8에 도시된 바와 같이, 각각 잉크젯 기록 헤드를 포함하는 기록 헤드 유닛 1A 및 1B는 잉크 공급 수단을 구성하는 카트리지 2A 및 2B에 분리가능하게 제공된다. 상기 기록 헤드 유닛 1A 및 1B가 장착되는 수송대(3)는 축이 연장하는 방향에서 수송대(3)가 자유롭게 움직일 수 있는 방법으로, 장치 본체에 고정된 수송대 축(5)에 제공된다. 이러한 기록 헤드 유닛 1A 및 1B는 검은 잉크 성분 및 컬러 잉크 성분을 각각 분사하도록 할당된다.
- <97> 게다가, 드라이브 모터(6)로부터의 구동력은, 도시하지 않은 복수의 기어 및 타이밍 벨트(7)를 통하여 상기 수송대(3)에 전달된다. 그것에 의해, 상기 기록 헤드 유닛 1A 및 1B가 장착하는 상기 수송대(3)는 상기 수송대 축(5)에 따라 움직이게 된다. 한편, 상기 장치 본체(4)에는 수송대 축(5)에 따라 플래튼(platen)(8)이 제공된다. 종이 시트와 같은 기록 매체이고, 도시하지 않은 공급 롤러 및 그와 유사한 것에 의해 공급되고 있는 기록 시트(S)는 상기 플래튼(8) 위에서 전달되도록 설계된다.
- <98> 주의할 것은 본 발명은, 제 1 실시예가 액체 분사 헤드의 예로서 상술한 잉크젯 기록 헤드를 들고 있을지라도, 액체 분사 헤드의 전 영역에 넓게 적용될 수 있다. 본 발명이 잉크 외 다른 액체를 분사하는 어떤 액체 분사 헤드에 적용될 수 있는 것은 언급하지 않는다. 잉크 이외의 다른 액체를 분사하는 액체 분사 헤드의 예는 프린터와 같은 이미지 기록 장치용으로 사용되는 다양한 기록 헤드; 액체 결정 디스플레이 장치 및 그와 유사한 것의 컬러 필터를 제조하는 데에 사용되는 컬러-재료-젯; 오리지널 EL 디스플레이 장치, FED(Field Emission Display)장치 및 그와 유사한 것의 전극을 형성하는 데에 사용되는 전극-재료-젯; 바이오-칩을 제조하는 데에 사용되는 바이오-유기물-기관-젯 헤드; 및 그와 유사한 것을 포함한다.

**발명의 효과**

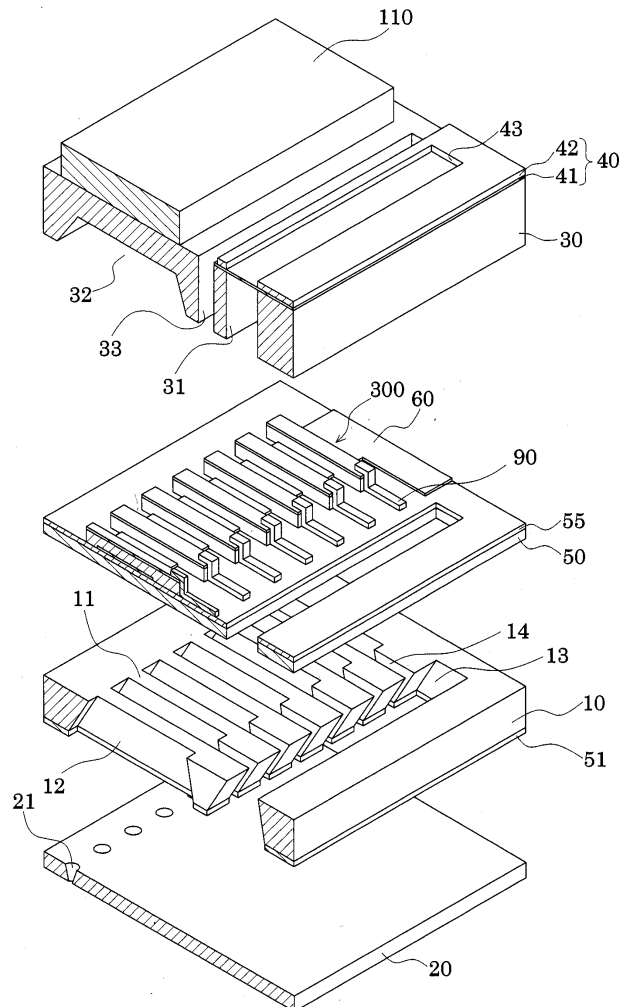
<99> 상술한 바와 같이, 본 발명은 소정의 도펀트를 도포하는 것에 의해, 내구 수명을 연장하면서, 바람직한 전기 저항률 및 내전압을 가진 압전 요소를 얻을 수 있고, 따라서 압전 요소의 신뢰도가 개선되는 효과가 얻어진다.

**도면의 간단한 설명**

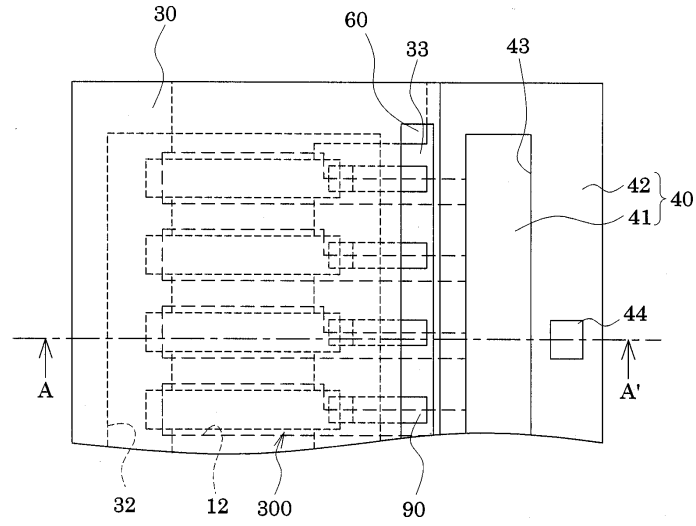
- <1> 도 1은 제 1 실시예에 따른 기록 헤드의 대략적인 구성을 나타내는 분해 사시도.
- <2> 도 2a 및 2b는 제 1 실시예에 따른 상기 기록 헤드의 평면도 및 단면도.
- <3> 도 3은 압전층의 자기 이력(履歷) 현상 루프를 나타내는 차트.
- <4> 도 4a 내지 4c는 제 1 실시예에 따른 기록 헤드를 제조하는 방법을 나타내는 단면도.
- <5> 도 5a 내지 5c는 제 1 실시예에 따른 기록 헤드를 제조하는 방법을 나타내는 단면도.
- <6> 도 6a 내지 6d는 제 1 실시예에 따른 기록 헤드를 제조하는 방법을 나타내는 단면도.
- <7> 도 7은 샘플 압전 요소의 변위량 및 변위 감소 비율을 나타내는 그래프.
- <8> 도 8은 실시예에 따른 기록 장치의 대략적인 형태를 나타내는 다이어그램.

**도면**

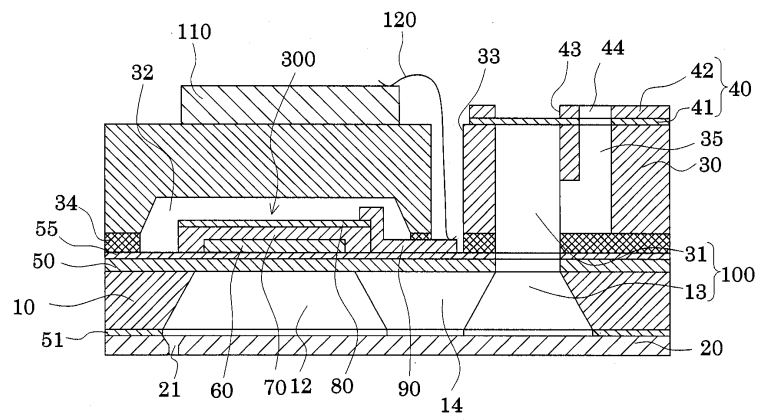
**도면1**



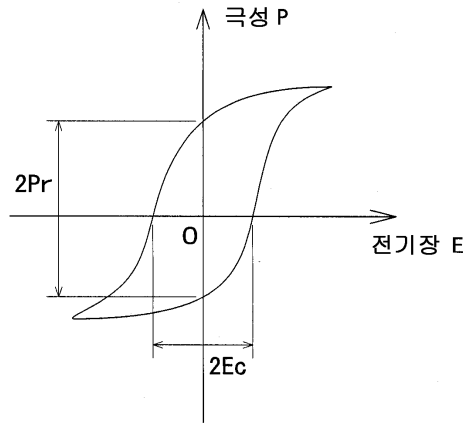
도면2a



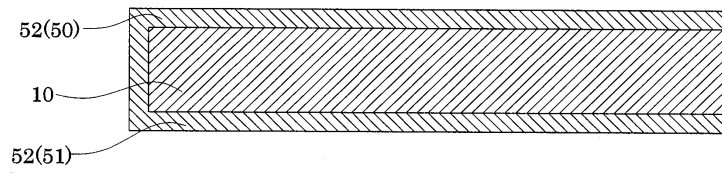
도면2b



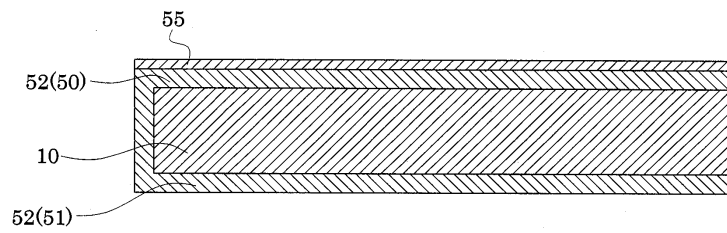
도면3



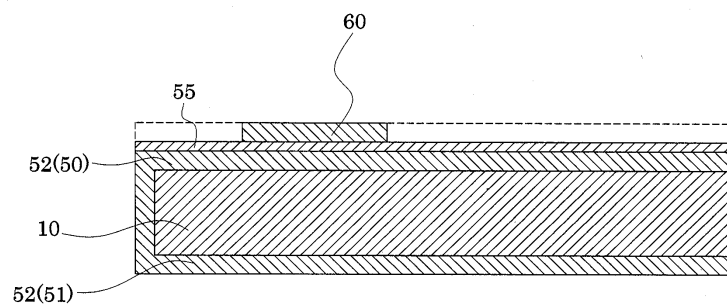
도면4a



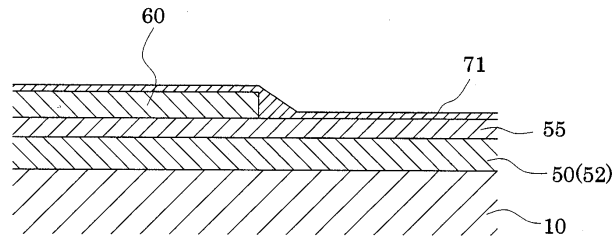
도면4b



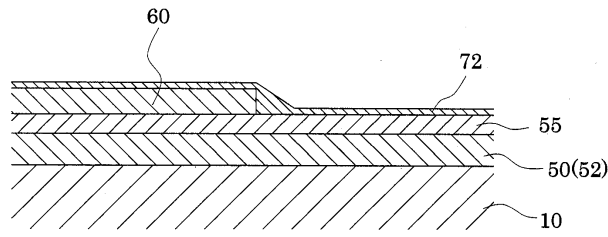
도면4c



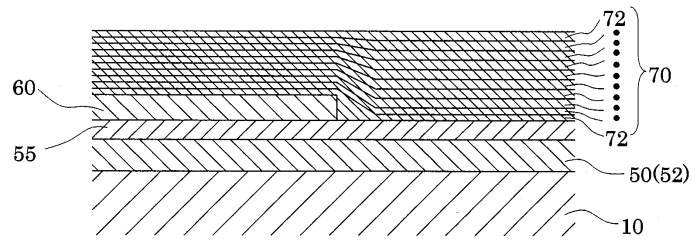
도면5a



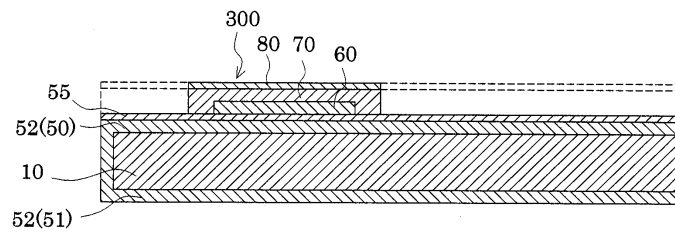
도면5b



도면5c

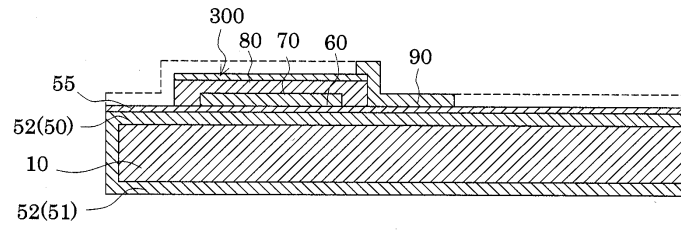


도면6a

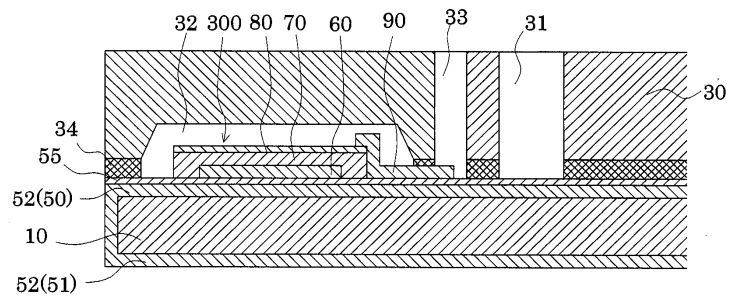




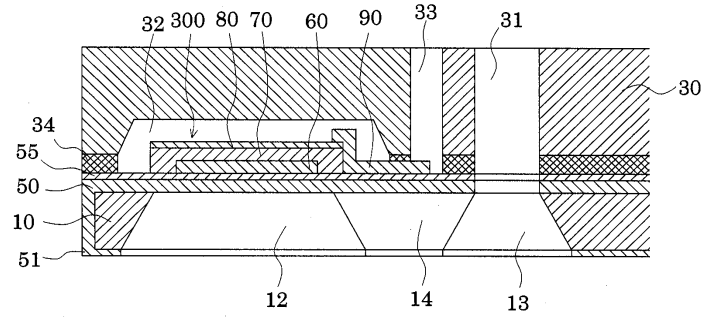
도면6b



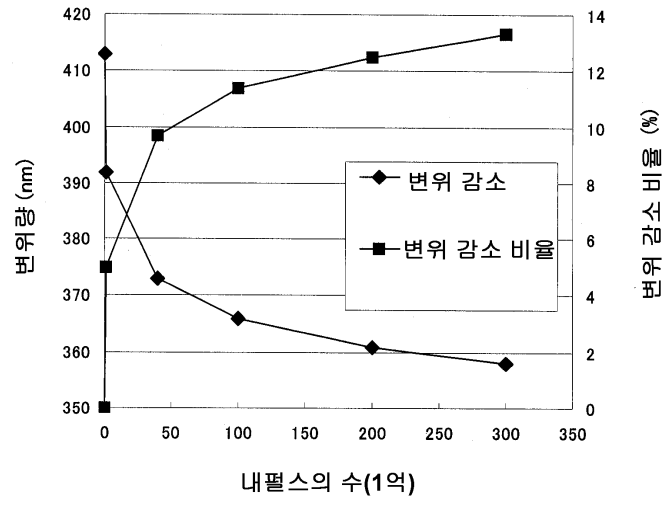
도면6c



도면6d



도면7



도면8

