



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년06월11일
 (11) 등록번호 10-1153562
 (24) 등록일자 2012년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B41J 2/045 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2006-0008239
 (22) 출원일자 2006년01월26일
 심사청구일자 2010년03월04일
 (65) 공개번호 10-2007-0078201
 (43) 공개일자 2007년07월31일
 (56) 선행기술조사문헌
 EP00413340 A1*
 US06398348 B1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전기주식회사
 경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)
 (72) 발명자
이재창
 경기도 화성시 효행로853번길 23, 신현대아파트
 3동 608호 (송산동)
정재우
 경기도 수원시 영통구 영통로90번길 4-27, 114동
 902호 (망포동, 늘푸른 벽산아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 34 항

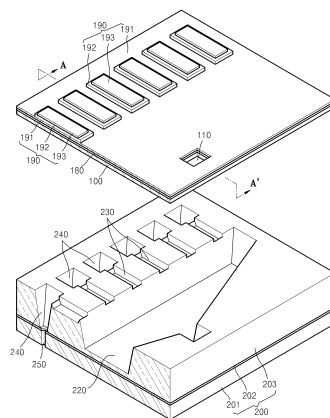
심사관 : 양정록

(54) 발명의 명칭 **압전 방식의 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법**

(57) 요약

압전 방식의 잉크젯 프린트헤드는 잉크가 도입되는 잉크 인렛이 관통 형성된 상부 기관; 상기 잉크 인렛과 연결되는 매니폴드와, 상기 매니폴드의 적어도 일측에 상기 매니폴드와 연결되도록 배열된 다수의 압력 챔버와, 상기 다수의 압력 챔버와 연결되는 다수의 댐퍼가 형성되고, 상기 다수의 댐퍼 각각과 연결되는 다수의 노즐이 수직으로 관통 형성된 하부 기관; 및 상기 상부 기관 상에 형성되어 상기 다수의 압력 챔버 각각에 잉크의 토출을 위한 구동력을 제공하는 압전 액추에이터를 구비하며, 상기 하부 기관은 SOI 기관으로 이루어지며, 상기 하부 기관 상에 상기 상부 기관이 적층되어 서로 접합되고, 상기 SOI 기관은 제1실리콘층과 중간 산화막과 제2실리콘층이 순차 적층된 구조를 가지며, 상기 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼는 상기 제2실리콘층에 형성되고, 상기 다수의 노즐은 상기 제1실리콘층과 중간 산화막을 관통하도록 형성될 수 있다.

대표도 - 도3a



(72) 발명자

이교열

경기 용인시 상현동 449-843

이창승

경기도 용인시 기흥구 청명산로 93-1 (하갈동)

강성규

경기도 수원시 팔달구 권광로317번길 15, 선경3단

지아파트 306동 1602호 (인계동)

특허청구의 범위

청구항 1

잉크가 도입되는 잉크 인렛이 관통 형성된 상부 기관;

상기 잉크 인렛과 연결되는 매니폴드와, 상기 매니폴드의 적어도 일측에 상기 매니폴드와 연결되도록 배열된 다수의 압력 챔버와, 상기 다수의 압력 챔버와 연결되는 다수의 댐퍼가 형성되고, 상기 다수의 댐퍼 각각과 연결되는 다수의 노즐이 수직으로 관통 형성된 하부 기관; 및

상기 상부 기관 상에 형성되어 상기 다수의 압력 챔버 각각에 잉크의 토출을 위한 구동력을 제공하는 압전 액츄에이터;를 구비하며,

상기 하부 기관은 SOI 기관으로 이루어지며, 상기 하부 기관 상에 상기 상부 기관이 적층되어 서로 접합되고,

상기 SOI 기관은 제1실리콘층과 중간 산화막과 제2실리콘층이 순차 적층된 구조를 가지며,

상기 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼는 상기 제2실리콘층에 형성되고,

상기 다수의 노즐은 상기 제1실리콘층과 중간 산화막을 관통하도록 형성되는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 다수의 댐퍼 각각의 깊이는 식각 정치층으로서의 역할을 하는 상기 중간 산화막에 의해 상기 제2실리콘층의 두께와 동일하고, 상기 다수의 노즐 각각의 길이는 상기 제1실리콘층의 두께와 중간 산화막의 두께를 합한 것과 동일하거나 상기 제1실리콘층의 두께와 동일한 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 매니폴드의 깊이는 상기 제2실리콘층의 두께보다 작고, 상기 다수의 압력 챔버 각각의 깊이는 상기 매니폴드의 깊이보다 작은 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 상부 기관은 단결정 실리콘 기관이나 SOI 기관으로부터 제조된 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 상부 기관은 상기 압전 액츄에이터의 구동에 의해 변형되는 진동판으로서의 역할을 하는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼는 습식 식각에 의해 그 측면들이 경사지게 형성된 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 다수의 압력 챔버 각각의 양단부는 그 단면적이 좁아지면서 상기 매니폴드와 상기 다수의 댐퍼에 각각 연결되며, 상기 다수의 압력 챔버 각각의 양단부에는 리스트릭터가 형성된 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼는 건식 식각에 의해 그 측면들이 수직으로 형성된 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 다수의 압력 챔버 각각의 양단부는 상기 매니폴드와 상기 다수의 댐퍼에 각각 연결된 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 다수의 노즐은 건식 식각에 의해 일정한 직경을 가진 수직 홀 형상으로 형성된 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드.

청구항 12

제 1항에 있어서, 상기 압전 액츄에이터는;

상기 상부 기관 위에 형성되는 하부 전극과, 상기 하부 전극 위에 상기 다수의 압력 챔버 각각의 상부에 위치하도록 형성되는 압전막과, 상기 압전막 위에 형성되어 상기 압전막에 전압을 인가하기 위한 상부 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 상부 기관과 상기 하부 전극 사이에는 절연막으로서 실리콘 산화막이 형성된 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드.

청구항 14

하부 기관으로서 제1실리콘층과, 중간 산화막과, 제2실리콘층이 순차 적층된 구조를 가진 SOI 기관을 준비하는 단계;

상기 하부 기관의 제2실리콘층을 식각하여 매니폴드와, 상기 매니폴드의 적어도 일측에 상기 매니폴드와 연결되도록 배열된 다수의 압력 챔버와, 상기 다수의 압력 챔버와 연결되는 다수의 댐퍼를 형성하고, 상기 하부 기관의 제1실리콘층과 중간 산화막을 수직으로 관통하도록 식각하여 상기 다수의 댐퍼 각각과 연결되는 다수의 노즐을 형성하는 하부 기관 가공 단계;

상기 하부 기관상에 상부 기관을 적층하여 서로 접합하는 단계;

상기 상부 기관의 두께를 소정 두께로 감소시키는 단계; 및

상기 상부 기관상에 상기 다수의 압력 챔버 각각에 잉크의 토출을 위한 구동력을 제공하는 압전 액츄에이터를 형성하는 단계;를 구비하고,

상기 하부 기관 가공 단계에서, 상기 다수의 댐퍼는 상기 중간 산화막을 식각 정지층으로 하여 상기 제2실리콘층을 식각함으로써 그 각각의 깊이가 상기 제2실리콘층의 두께와 동일하게 형성되고, 상기 다수의 노즐은 그 각각의 깊이가 상기 제1실리콘층의 두께와 중간 산화막의 두께를 합한 것과 동일하거나 상기 제1실리콘층의 두께와 동일하게 형성되는 압전 방식의 잉크 젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

제 14항에 있어서,

상기 하부 기판 가공 단계에서, 상기 매니폴드는 그 깊이가 상기 제2실리콘층의 두께보다 작게 형성되고, 상기 다수의 압력 챔버는 그 각각의 깊이가 상기 매니폴드의 깊이보다 작게 형성되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 17

제 14항에 있어서, 상기 하부 기판 가공 단계는;

상기 하부 기판의 제2실리콘층 상면에 상기 매니폴드를 형성하기 위한 제1개구부와, 상기 다수의 압력 챔버를 형성하기 위한 제2개구부들과, 상기 다수의 댐퍼를 형성하기 위한 제3개구부들을 가진 제1 식각 마스크를 형성하는 단계와,

상기 하부 기판의 제2실리콘층 상면과 상기 제1 식각 마스크의 상면에 상기 제2개구부들은 덮고 상기 제1개구부와 상기 제3개구부들은 오픈시키는 제2 식각 마스크를 형성하는 단계와,

상기 하부 기판의 제2실리콘층 상면과 상기 제2 식각 마스크의 상면에 상기 제1개구부와 제2개구부들은 덮고 상기 제3개구부들은 오픈시키는 제3 식각 마스크를 형성하는 단계와,

상기 제3 식각 마스크, 제2 식각 마스크 및 제1 식각 마스크를 순차적으로 이용하여 상기 하부 기판의 제2실리콘층을 식각함으로써, 상기 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 18

제 17항에 있어서,

상기 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼는 습식 식각에 의해 그 측면들이 경사지게 형성되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 19

제 18항에 있어서,

상기 다수의 압력 챔버 각각의 양단부는 그 단면적이 좁아지면서 상기 매니폴드와 상기 다수의 댐퍼에 각각 연결되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 20

제 18항에 있어서,

상기 제1개구부, 제2개구부들 및 제3개구부들은 서로 소정 간격 이격되도록 형성된 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 21

제 18항에 있어서,

상기 제1 식각 마스크와 제2 식각 마스크는 각각 실리콘 산화막으로 이루어지고, 상기 제3 식각 마스크는 실리콘 산화막, 페럴린막 및 Si_3N_4 막으로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나의 막으로 이루어진 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 22

제 18항에 있어서,

상기 하부 기관의 제2실리콘층에 대한 습식 식각은 실리콘용 에칭액(etchant)으로서 테트라메틸 수산화 암모늄(TMAH)이나 수산화 칼륨(KOH)을 사용한 습식 식각 방법에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 23

제 17항에 있어서,

상기 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼는 건식 식각에 의해 그 측면들이 수직으로 형성되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 24

제 23항에 있어서,

상기 제2개구부들의 양단부는 상기 제1개구부 및 상기 제3개구부들과 각각 연결되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 25

제 23항에 있어서,

상기 제1 식각 마스크와 제2 식각 마스크는 각각 실리콘 산화막으로 이루어지고, 상기 제3 식각 마스크는 실리콘 산화막, 포토레지스트막 및 Si_3N_4 막으로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나의 막으로 이루어진 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 26

제 23항에 있어서,

상기 하부 기관의 제2실리콘층에 대한 건식 식각은 유도결합 플라즈마(ICP: Inductively Coupled Plasma)를 이용한 반응성 이온 식각(RIE) 방법에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 27

제 14항에 있어서,

상기 하부 기관 가공 단계에서, 상기 다수의 노즐은 건식 식각에 의해 일정한 직경을 가진 수직 홀 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 28

제 27항에 있어서,

상기 다수의 노즐을 형성하기 위한 상기 하부 기관의 제1실리콘층과 중간 산화막에 대한 건식 식각은 유도결합 플라즈마(ICP)를 이용한 반응성 이온 식각(RIE) 방법에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 29

제 14항에 있어서,

상기 상부 기관은 단결정 실리콘 기관이나 SOI 기관으로부터 제조되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 30

제 14항에 있어서,

상기 상부 기관에 상기 매니폴드와 연결되는 잉크 인렛을 형성하는 단계;를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 31

제 30항에 있어서,

상기 잉크 인렛 형성 단계는 상기 접합 단계 전이나 두께 감소 단계 후에 수행되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크 젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 32

제 30항에 있어서,

상기 잉크 인렛은 건식 식각이나 습식 식각에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크 젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 33

제 14항에 있어서,

상기 접합 단계에서, 상기 하부 기관과 상부 기관 사이의 접합은 실리콘 직접 접합(SDB) 방법에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 34

제 14항에 있어서,

상기 상부 기관의 두께 감소 단계에서, 상기 상부 기관은 건식 식각이나 습식 식각에 의해 그 두께가 감소되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크 젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 35

제 14항에 있어서,

상기 상부 기관의 두께 감소 단계에서, 상기 상부 기관은 화학적-기계적 연마(CMP)에 의해 그 두께가 감소되는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크 젯 프린트헤드의 제조 방법.

청구항 36

제 14항에 있어서, 상기 압전 액츄에이터 형성 단계는;

상기 상부 기관 상에 하부 전극을 형성하는 단계와, 상기 하부 전극 상에 상기 다수의 압력 챔버 각각과 대응되도록 다수의 압전막을 형성하는 단계와, 상기 다수의 압전막 각각의 표면에 상부 전극을 형성하는 단계와, 상기 다수의 압전막 각각에 전계를 가하여 압전특성을 발생시키는 폴링 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

[0021] 본 발명은 잉크젯 프린트헤드에 관한 것으로, 보다 상세하게는 미세 가공 기술을 이용하여 두 개의 실리콘 기관 상에 구현되는 압전 방식의 잉크젯 프린트 헤드와 그 제조방법에 관한 것이다.

[0022] 일반적으로 잉크젯 프린트헤드는, 인쇄용 잉크의 미소한 액적(droplet)을 기록매체 상의 원하는 위치에 토출시켜서 소정 색상의 화상으로 인쇄하는 장치이다. 이러한 잉크젯 프린트헤드는 잉크 토출 방식에 따라 크게 두 가지로 나뉠 수 있다. 그 하나는 열원을 이용하여 잉크에 버블(bubble)을 발생시켜 그 버블의 팽창력에 의해 잉크를 토출시키는 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드이고, 다른 하나는 압전체를 사용하여 그 압전체의 변형으로 인해 잉크에 가해지는 압력에 의해 잉크를 토출시키는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드이다.

[0023] 상기한 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 일반적인 구성은 도 1에 도시되어 있다. 도 1을 참조하면, 유로 형

성관(1)의 내부에는 잉크 유로를 이루는 매니폴드(2), 리스트릭터(3), 압력 챔버(4)와 노즐(5)이 형성되어 있으며, 유로 형성관(1)의 상부에는 압전 액츄에이터(6)가 마련되어 있다. 매니폴드(2)는 도시되지 않은 잉크 저장고로부터 유입된 잉크를 각 압력 챔버(4)로 공급하는 통로이며, 리스트릭터(3)는 매니폴드(2)로부터 압력 챔버(4)로 잉크가 유입되는 통로이다. 압력 챔버(4)는 토출될 잉크가 채워지는 곳으로, 압전 액츄에이터(6)의 구동에 의해 그 부피가 변화함으로써 잉크의 토출 또는 유입을 위한 압력 변화를 생성하게 된다.

[0024] 상기 유로 형성관(1)은 주로 세라믹 재료, 금속 재료 또는 합성수지 재료의 다수의 박판을 각각 가공하여 상기한 잉크 유로의 부분을 형성한 뒤, 이들 다수의 박판을 적층함으로써 이루어진다. 그리고, 압전 액츄에이터(6)는 압력 챔버(4)의 위쪽에 마련되며, 압전막과 이 압전막에 전압을 인가하기 위한 전극이 적층된 형태를 가지고 있다. 이에 따라, 유로 형성관(1)의 압력 챔버(4) 상부벽을 이루게 되는 부위는 압전 액츄에이터(6)에 의해 변형되는 진동관(1a)의 역할을 하게 된다.

[0025] 상기한 구성을 가진 종래의 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 작동을 설명하면, 압전 액츄에이터(6)의 구동에 의해 진동관(1a)이 변형되면 압력 챔버(4)의 부피가 감소하게 되고, 이에 따른 압력 챔버(4) 내의 압력 변화에 의해 압력 챔버(4) 내의 잉크는 노즐(5)을 통해 외부로 토출된다. 이어서, 압전 액츄에이터(6)의 구동에 의해 진동관(1a)이 원래의 형태로 복원되면 압력 챔버(4)의 부피가 증가하게 되고, 이에 따른 압력 변화에 의해 잉크가 매니폴드(2)로부터 리스트릭터(3)를 통해 압력 챔버(4) 내로 유입된다.

[0026] 미국 특허 US 5,856,837호에는 종래의 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 구체적인 일 예가 개시되어 있다. 여기에 개시된 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드는 다수의 얇은 플레이트를 적층하여 접합함으로써 구성된다. 이러한 구성을 가진 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드를 제조하기 위해서는, 다수의 금속 플레이트와 세라믹 플레이트 각각을 다양한 가공 방법에 의해 별도로 가공한 뒤, 이들을 적층하여 소정의 접착제에 의해 서로 접합시키는 공정을 거치게 된다. 그런데, 종래의 프린트헤드에서는, 이를 구성하는 플레이트들의 수가 비교적 많으며, 이에 따라 플레이트들을 정렬시키는 공정이 많아져서 정렬 오차도 따라서 커지게 되는 단점이 있다. 정렬 오차가 발생하게 되면 잉크 유로를 통한 잉크의 흐름이 원활하지 못하며, 이는 프린트헤드의 잉크 토출 성능을 저하시키게 된다. 특히, 해상도 향상을 위해 프린트헤드를 고밀도로 제작하는 최근의 추세에 따라, 상기한 정렬 공정에서의 정밀도 향상은 더욱 더 요구되며, 이는 제품의 가격 상승으로 이어지게 된다.

[0027] 그리고, 프린트헤드를 이루는 다수의 플레이트들이 서로 다른 재료로써 서로 다른 방법에 의해 제조되므로, 그 제조 공정의 복잡성과 이종 재료간의 접합에 따른 어려움은 제품 수율을 저하시키게 된다. 또한, 다수의 플레이트들이 제조 과정에서 정확하게 정렬되어 접합되었다 하더라도, 사용 중에 주위 온도의 변화에 따라 이종 재료간의 열팽창 계수의 차이로 인한 정렬 오차 또는 변형이 발생할 수 있는 문제점도 있다.

[0028] 도 2에는 종래의 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 다른 예로서, 본 출원인의 한국 공개특허공보 2003-0050477호(미국 공개특허공보 2003-0112300호)에 개시된 잉크젯 프린트헤드가 도시되어 있다.

[0029] 도 2에 도시된 잉크젯 프린트헤드는, 세 개의 실리콘 기관(30, 40, 50)이 적층되어 접합된 구조를 가진다. 세 개의 기관(30, 40, 50) 중 상부 기관(30)의 저면에는 소정 깊이의 압력 챔버(32)가 형성되어 있으며, 그 일측에는 도시되지 않은 잉크 저장고와 연결된 잉크 인렛(31)이 관통 형성되어 있다. 상기 압력 챔버(32)는 중간 기관(40)에 형성된 매니폴드(41)의 양측에 2 열로 배열되어 있다. 그리고, 상부 기관(30)의 상면에는 압력 챔버(32)에 잉크의 토출을 위한 구동력을 제공하는 압전 액츄에이터(60)가 형성되어 있다. 중간 기관(40)에는 잉크 인렛(31)과 연결되는 매니폴드(41)가 형성되어 있으며, 이 매니폴드(41)의 양측에 다수의 압력 챔버(32) 각각과 연결되는 리스트릭터(42)가 형성되어 있다. 또한, 중간 기관(40)에는 상부 기관(30)에 형성된 압력 챔버(32)에 대응하는 위치에 댐퍼(43)가 수직으로 관통 형성되어 있다. 그리고, 하부 기관(50)에는 상기 댐퍼(43)와 연결되는 노즐(51)이 형성되어 있다. 상기 노즐(51)은 하부 기관(50)의 상부쪽에 형성된 잉크 도입부(51a)와 하부 기관(50)의 하부쪽에 형성된 잉크 토출구(51b)로 구성된다. 상기 잉크 도입부(51a)는 이방성 습식 식각에 의해 뒤집힌 피라미드 형상으로 형성되며, 상기 잉크 토출구(51b)는 건식 식각에 의해 일정한 직경을 가지도록 형성된다.

[0030] 상기한 바와 같이, 도 2에 도시된 잉크젯 프린트헤드는 세 개의 실리콘 기관(30, 40, 50)이 적층된 형태로 구성됨으로써, 미국 특허 US 5,856,837호에 개시된 잉크젯 프린트헤드에 비해 기관의 수가 감소하게 되고, 이에 따라 제조 공정이 비교적 간단해져서 다수의 기관의 적층 공정에서 발생하는 오정렬의 문제점이 감소하게 된다.

[0031] 그러나, 점차 높은 구동 주파수를 요구하는 최근의 추세와 점차 심해지고 있는 가격 경쟁을 비추어 볼 때, 상기한 세 개의 기관(30, 40, 50)을 사용하여 제조되는 잉크젯 프린트헤드도 이러한 요구들을 충분히 만족시키

지 못하고 있다.

[0032] 또한, 상기한 바와 같이 습식 식각에 의한 다수의 잉크 도입부(51b)의 형성 과정에서, 다수의 잉크 도입부(51b)의 식각 깊이를 일정하게 유지하는 것이 힘들고, 이에 따라 다수의 잉크 토출구(51b)의 길이에 편차가 발생하게 된다. 이 경우, 다수의 잉크 토출구(51b)를 통한 잉크 토출 성능, 즉 잉크 액적의 토출 속도와 체적이 균일하지 못한 단점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0033] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 특히 보다 단순한 제조 공정과 보다 향상된 잉크 토출 성능을 위해 두 개의 실리콘 기판상에 구현되며 균일한 노즐 길이를 가지는 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드와 그 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

[0034] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드는, 잉크가 도입되는 잉크 인렛이 관통 형성된 상부 기판; 상기 잉크 인렛과 연결되는 매니폴드와, 상기 매니폴드의 적어도 일측에 상기 매니폴드와 연결되도록 배열된 다수의 압력 챔버와, 상기 다수의 압력 챔버와 연결되는 다수의 댐퍼가 형성되고, 상기 다수의 댐퍼 각각과 연결되는 다수의 노즐이 수직으로 관통 형성된 하부 기판; 및 상기 상부 기판 상에 형성되어 상기 다수의 압력 챔버 각각에 잉크의 토출을 위한 구동력을 제공하는 압전 액추에이터;를 구비하며, 상기 하부 기판은 SOI 기판으로 이루어지며, 상기 하부 기판 상에 상기 상부 기판이 적층되어 서로 접합되고, 상기 SOI 기판은 제1실리콘층과 중간 산화막과 제2실리콘층이 순차 적층된 구조를 가지며, 상기 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼는 상기 제2실리콘층에 형성되고, 상기 다수의 노즐은 상기 제1실리콘층과 중간 산화막을 관통하도록 형성될 수 있다.

[0035] 삭제

[0036] 삭제

[0037] 삭제

[0038] 삭제

[0039] 삭제

[0040] 본 발명에 있어서, 상기 다수의 댐퍼 각각의 깊이는 식각 정치층으로서의 역할을 하는 상기 중간 산화막에 의해 상기 제2실리콘층의 두께와 실질적으로 동일하고, 상기 다수의 노즐 각각의 길이는 상기 제1실리콘층의 두께와 중간 산화막의 두께를 합한 것과 실질적으로 동일하거나 제1실리콘층의 두께와 실질적으로 동일한 것이 바람직하다. 그리고, 상기 매니폴드의 깊이는 상기 제2실리콘층의 두께보다 작고, 상기 다수의 압력 챔버 각각의 깊이는 상기 매니폴드의 깊이보다 작은 것이 바람직하다.

[0041] 본 발명에 있어서, 상기 상부 기판은 단결정 실리콘 기판이나 SOI 기판으로부터 제조될 수 있다. 그리고, 상기 상부 기판은 상기 압전 액추에이터의 구동에 의해 변형되는 진동판으로서의 역할을 할 수 있다.

[0042] 본 발명에 있어서, 상기 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼는 습식 식각에 의해 그 측면들이 경사지게 형성되거나 건식 식각에 의해 그 측면들이 수직으로 형성될 수 있다. 전자의 경우, 상기 다수의 압력 챔버 각각의 양단부는 그 단면적이 좁아지면서 상기 매니폴드와 상기 다수의 댐퍼에 각각 연결되며, 상기 다수의 압력 챔버 각각의 양단부에는 리스트릭터가 형성될 수 있다. 후자의 경우, 다수의 압력 챔버 각각의 양단부는 상기 매니폴드와 상기 다수의 댐퍼에 각각 연결된 것이 바람직하다.

[0043] 본 발명에 있어서, 상기 다수의 노즐은 건식 식각에 의해 일정한 직경을 가진 수직 홀 형상으로 형성될 수 있

다.

- [0044] 그리고, 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법은, 하부 기판으로서 제1실리콘층과, 중간 산화막과, 제2실리콘층이 순차 적층된 구조를 가진 SOI 기판을 준비하는 단계; 상기 하부 기판의 제2실리콘층을 식각하여 매니폴드와, 상기 매니폴드의 적어도 일측에 상기 매니폴드와 연결되도록 배열된 다수의 압력 챔버와, 상기 다수의 압력 챔버와 연결되는 다수의 댐퍼를 형성하고, 상기 하부 기판의 제1실리콘층과 중간 산화막을 수직으로 관통하도록 식각하여 상기 다수의 댐퍼 각각과 연결되는 다수의 노즐을 형성하는 하부 기판 가공 단계; 상기 하부 기판상에 상부 기판을 적층하여 서로 접합하는 단계; 상기 상부 기판의 두께를 소정 두께로 감소시키는 단계; 및 상기 상부 기판상에 상기 다수의 압력 챔버 각각에 잉크의 토출을 위한 구동력을 제공하는 압전 액추에이터를 형성하는 단계;를 구비하고, 상기 하부 기판 가공 단계에서, 상기 다수의 댐퍼는 상기 중간 산화막을 식각 정지층으로 하여 상기 제2실리콘층을 식각함으로써 그 각각의 깊이가 상기 제2실리콘층의 두께와 동일하게 형성되고, 상기 다수의 노즐은 그 각각의 깊이가 상기 제1실리콘층의 두께와 중간 산화막의 두께를 합한 것과 동일하거나 상기 제1실리콘층의 두께와 동일하게 형성될 수 있다.
- [0045] 삭제
- [0046] 삭제
- [0047] 삭제
- [0048] 삭제
- [0049] 삭제
- [0050] 삭제
- [0051] 상기 하부 기판 가공 단계에서, 상기 매니폴드는 그 깊이가 상기 제2실리콘층의 두께보다 작게 형성되고, 상기 다수의 압력 챔버는 그 각각의 깊이가 상기 매니폴드의 깊이보다 작게 형성될 수 있다.
- [0052] 본 발명에 있어서, 상기 하부 기판 가공 단계는; 상기 하부 기판의 제2실리콘층 상면에 상기 매니폴드를 형성하기 위한 제1개구부와, 상기 다수의 압력 챔버를 형성하기 위한 제2개구부들과, 상기 다수의 댐퍼를 형성하기 위한 제3개구부들을 가진 제1 식각 마스크를 형성하는 단계와, 상기 하부 기판의 제2실리콘층 상면과 상기 제1 식각 마스크의 상면에 상기 제2개구부들은 덮되 상기 제1개구부와 상기 제3개구부들은 오픈시키는 제2 식각 마스크를 형성하는 단계와, 상기 하부 기판의 제2실리콘층 상면과 상기 제2 식각 마스크의 상면에 상기 제1개구부와 제2개구부들은 덮되 상기 제3개구부들은 오픈시키는 제3 식각 마스크를 형성하는 단계와, 상기 제3 식각 마스크, 제2 식각 마스크 및 제1 식각 마스크를 순차적으로 이용하여 상기 하부 기판의 제2실리콘층을 식각함으로써, 상기 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼를 형성하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0053] 본 발명에 있어서, 상기 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼는 습식 식각에 의해 그 측면들이 경사지게 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 다수의 압력 챔버 각각의 양단부는 그 단면적이 좁아지면서 상기 매니폴드와 상기 다수의 댐퍼에 각각 연결되도록 형성될 수 있다. 그리고, 상기 제1개구부, 제2개구부들 및 제3개구부들은 서로 소정 간격 이격되도록 형성될 수 있다. 또한, 상기 제1 식각 마스크와 제2 식각 마스크는 각각 실리콘 산화막으로 이루어지고, 상기 제3 식각 마스크는 실리콘 산화막, 패럴린막 및 Si_3N_4 막으로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나의 막으로 이루어진 것이 바람직하다. 상기 하부 기판의 제2실리콘층에 대한 습식 식각은 실리콘용 에칭액(etchant)으로서 테트라메틸 수산화 암모늄(TMAH)이나 수산화 칼륨(KOH)을 사용한 습식 식각 방법에 의해 수행될 수 있다.

- [0054] 한편, 본 발명에 있어서, 상기 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼는 건식 식각에 의해 그 측면들이 수직으로 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 제2개구부들의 양단부는 상기 제1개구부 및 상기 제3개구부들과 각각 연결되도록 형성될 수 있다. 그리고, 상기 제1 식각 마스크와 제2 식각 마스크는 각각 실리콘 산화막으로 이루어지고, 상기 제3 식각 마스크는 실리콘 산화막, 포토레지스트막 및 Si_3N_4 막으로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나의 막으로 이루어진 것이 바람직하다. 또한, 상기 하부 기판의 제2실리콘층에 대한 건식 식각은 유도결합 플라즈마(ICP: Inductively Coupled Plasma)를 이용한 반응성 이온 식각(RIE) 방법에 의해 수행될 수 있다.
- [0055] 상기 하부 기판 가공 단계에서, 상기 다수의 노즐은 건식 식각에 의해 일정한 직경을 가진 수직 홀 형상으로 형성될 수 있다. 상기 다수의 노즐을 형성하기 위한 상기 하부 기판의 제1실리콘층과 중간 산화막에 대한 건식 식각은 유도결합 플라즈마(ICP)를 이용한 반응성 이온 식각(RIE) 방법에 의해 수행될 수 있다.
- [0056] 본 발명에 있어서, 상기 상부 기판은 단결정 실리콘 기판이나 SOI 기판으로부터 제조될 수 있다.
- [0057] 본 발명에 따른 제조 방법은, 상기 상부 기판에 상기 매니폴드와 연결되는 잉크 인렛을 형성하는 단계;를 더 구비할 수 있다. 상기 잉크 인렛 형성 단계는 상기 접합 단계 전이나 두께 감소 단계 후에 수행될 수 있으며, 상기 잉크 인렛은 건식 식각이나 습식 식각에 의해 형성될 수 있다.
- [0058] 상기 접합 단계에서, 상기 하부 기판과 상부 기판 사이의 접합은 실리콘 직접 접합(SDB) 방법에 의해 수행될 수 있다.
- [0059] 상기 상부 기판의 두께 감소 단계에서, 상기 상부 기판은 건식 식각이나 습식 식각 또는 화학적-기계적 연마(CMP)에 의해 그 두께가 감소될 수 있다.
- [0060] 본 발명에 있어서, 상기 압전 액츄에이터 형성 단계는; 상기 상부 기판 상에 하부 전극을 형성하는 단계와, 상기 하부 전극 상에 상기 다수의 압력 챔버 각각과 대응되도록 다수의 압전막을 형성하는 단계와, 상기 다수의 압전막 각각의 표면에 상부 전극을 형성하는 단계와, 상기 다수의 압전막 각각에 전계를 가하여 압전특성을 발생시키는 폴링 단계를 포함할 수 있다.
- [0061] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다. 또한, 한 층이 기판이나 다른 층의 위에 존재한다고 설명될 때, 그 층은 기판이나 다른 층에 직접 접하면서 그 위에 존재할 수도 있고, 그 사이에 제 3의 층이 존재할 수도 있다.
- [0062] 도 3a는 본 발명의 바람직한 제1실시예에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드를 부분 절단하여 나타낸 분해 사시도이고, 도 3b는 도 3a에 표시된 A-A'선을 따른 프린트헤드의 수직 단면도이다.
- [0063] 도 3a와 도 3b를 함께 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드는, 두 개의 기판, 즉 상부 기판(100)과 하부 기판(200)을 접합함으로써 이루어진다. 그리고, 상기 상부 기판(100)과 하부 기판(200)에는 잉크 유로가 형성되며, 상부 기판(100)의 상면에는 잉크의 토출을 위한 구동력을 발생시키는 압전 액츄에이터(190)가 마련된다.
- [0064] 상기한 잉크 유로는, 도시되지 않은 잉크 저장고로부터 잉크가 유입되는 잉크 인렛(110)과, 토출될 잉크가 채워지며 잉크를 토출시키기 위한 압력 변화를 발생시키는 다수의 압력 챔버(230)와, 상기 잉크 인렛(110)을 통해 유입된 잉크를 다수의 압력 챔버(230)에 공급하는 공통 유로인 매니폴드(220)와, 상기 다수의 압력 챔버(230)로부터 잉크를 토출하기 위한 다수의 노즐(230)과, 상기 다수의 압력 챔버(230)와 다수의 노즐(230)을 연결하는 다수의 댐퍼(240)를 포함한다.
- [0065] 구체적으로, 상기 하부 기판(200)은 반도체 집적회로의 제조에 사용되는 SOI(Silicon-On-Insulator) 웨이퍼로 이루어진다. 상기 SOI 웨이퍼는 일반적으로 제1실리콘층(201)과, 제1실리콘층(201) 상에 형성된 중간 산화막(202)과, 중간 산화막(202) 상에 접착된 제2실리콘층(203)의 적층 구조를 가진다. 상기 제1실리콘층(201)과 제2실리콘층(203)은 각각 단결정 실리콘으로 이루어지고, 상기 중간 산화막(202)은 상기 제1실리콘층(201)의 표면을 산화시킴으로써 형성될 수 있다. 상기 제1실리콘층(201), 중간 산화막(202) 및 제2실리콘층(203) 각각의 두께는 여기에 형성되는 노즐(250)의 길이와 댐퍼(240)의 깊이 및 매니폴드(220)의 깊이에 따라 적절하게 정해질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1실리콘층(201)은 대략 $30\mu m \sim 100\mu m$ 정도의 두께를 가지고, 상기 중간 산화막(202)은 대략 $0.3\mu m \sim 2\mu m$ 정도의 두께를 가지며, 상기 제2실리콘층(203)은 대략 수백 μm 의 두께, 바람직하게는 대략 $210\mu m$ 정도의 두께를 가진다. 이와 같이 하부 기판(200)으로서 SOI 웨이퍼를 사용하는 이유는

여기에 형성되는 댐퍼(240)의 깊이와 노즐(250)의 길이를 정확하게 조절할 수 있기 때문이다. 즉, 상기 댐퍼(240)의 형성 과정에서, SOI 웨이퍼의 중간 산화막(202)이 식각 정지층(etch stop layer)의 역할을 하게 되므로, 제2실리콘층(203)의 두께가 정해지면 상기 댐퍼(240)의 깊이도 따라서 정해지며, 제1실리콘층(201)의 두께가 정해지면 노즐(250)의 길이도 따라서 정해지기 때문이다.

- [0066] 상기한 바와 같이 SOI 기판으로 이루어진 하부 기판(200)에 상기 매니폴드(220), 다수의 압력 챔버(230), 다수의 댐퍼(240) 및 다수의 노즐(250)이 형성된다. 상기 매니폴드(220)는 하부 기판(200)의 제2실리콘층(203) 상면에 소정 깊이로 형성되며, 후술하는 상부 기판(100)에 형성되는 잉크 인렛(110)과 연통된다. 상기 다수의 압력 챔버(230)는 상기 매니폴드(220)의 일측에 1열로 배열될 수 있다.
- [0067] 한편, 도시되지는 않았지만, 상기 매니폴드(220)는 일방향으로 길게 형성될 수 있으며, 상기 다수의 압력 챔버(230)는 상기 매니폴드(220)의 양측에 2열로 배열될 수 있다. 이 경우, 상기 매니폴드(220)의 일단부 또는 양단부에 상기 잉크 인렛(110)이 연결될 수 있다.
- [0068] 상기 다수의 압력 챔버(230) 각각은 하부 기판(200)의 제2실리콘층(203) 상면에 소정 깊이로 형성되며, 바람직하게는 상기 매니폴드(220)의 깊이보다 얇은 깊이로 형성될 수 있다. 그리고, 상기 다수의 압력 챔버(230) 각각은 잉크의 흐름 방향으로 보다 긴 직육면체의 형상을 가지며, 그 각각의 일단부는 상기 매니폴드(220)와 연결되고 그 각각의 타단부는 후술하는 다수의 댐퍼(240) 각각과 연결된다.
- [0069] 상기 다수의 댐퍼(240)는 상기 다수의 압력 챔버(230)의 타단부에 각각 연결되도록 하부 기판(200)의 제2실리콘층(203)에 배치되며, 상기 제2실리콘층(203)을 수직으로 관통하도록 형성된다.
- [0070] 상기 매니폴드(220), 다수의 압력 챔버(230) 및 다수의 댐퍼(240)는 후술하는 바와 같이 습식 식각 방법에 의해 형성된다. 따라서, 습식 식각의 이방성 식각 특성에 의해 상기 매니폴드(220), 다수의 압력 챔버(230) 및 다수의 댐퍼(240) 각각의 측면들은 경사지게 형성된다. 이때, 상기 다수의 압력 챔버(230) 각각의 양단부는 그 단면적이 좁아지면서 상기 매니폴드(220)와 댐퍼(240)에 각각 연결된다. 이와 같이, 상기 다수의 압력 챔버(230) 각각의 양단부에는 좁은 통로가 형성되며, 이 통로는 잉크가 토출될 때 압력 챔버(230)로부터 매니폴드(220) 쪽으로 잉크가 역류하는 것을 억제하는 리스트릭터의 역할을 하게 된다. 그리고, 상기 다수의 댐퍼(240) 각각은 습식 식각에 의해 뒤집힌 피라미드 형상으로 형성되며, 상기한 바와 같이 중간 산화막(202)이 식각 정지층으로서의 역할을 하게 되므로, 상기 제2실리콘층(203)의 두께와 동일한 깊이를 가지게 된다.
- [0071] 상기 다수의 노즐(250) 각각은 상기 다수의 댐퍼(230) 각각과 연결되는 위치에 상기 하부 기판(200)의 제1실리콘층(201)과 중간 산화막(202)을 수직으로 관통하도록 형성된다. 상기 다수의 노즐(250) 각각은, 일정한 직경을 가진 수직 홀의 형상으로 형성될 수 있다. 상기 다수의 노즐(250) 각각은 건식 식각에 의해 형성된다.
- [0072] 상기 상부 기판(100)은 압전 액츄에이터(190)에 의해 변형되는 진동판의 역할을 하는 것으로, 후술하는 바와 같이 단결정 실리콘 기판이나 SOI 기판으로부터 제조될 수 있다. 상기 상부 기판(100)의 두께는 상기 압력 챔버(230)의 크기와 잉크의 토출에 필요한 구동력의 크기에 따라 적정하게 정해질 수 있다. 예를 들어, 상기 상부 기판(100)은 대략 5 μ m ~ 13 μ m 정도의 두께를 가질 수 있다.
- [0073] 상기 상부 기판(100)에는 잉크 인렛(110)이 수직으로 관통 형성된다. 상기 잉크 인렛(110)은 건식 식각 또는 습식 식각에 의해 형성될 수 있다.
- [0074] 상기 상부 기판(100) 위에는 압전 액츄에이터(190)가 형성된다. 그리고, 상부 기판(100)과 압전 액츄에이터(190) 사이에는 실리콘 산화막(180)이 형성될 수 있다. 상기 실리콘 산화막(180)은 절연막으로서의 기능뿐만 아니라, 상부 기판(100)과 압전 액츄에이터(190) 사이의 확산을 억제하고 열적 스트레스를 조절하는 기능도 가진다. 상기 압전 액츄에이터(190)는 공통 전극의 역할을 하는 하부 전극(191)과, 전압의 인가에 따라 변형되는 압전막(192)과, 구동 전극의 역할을 하는 상부 전극(193)을 구비한다. 상기 하부 전극(191)은 상기한 실리콘 산화막(180)의 전 표면에 형성되며, 하나의 도전 금속 물질층으로 이루어질 수도 있으나, 티타늄(Ti)과 백금(Pt)으로 이루어진 두 개의 금속박막층으로 구성된 것이 바람직하다. 이와 같은 하부 전극(191)은 공통 전극의 역할을 할 뿐만 아니라, 그 위에 형성되는 압전막(192)과 그 아래의 상부 기판(100) 사이의 상호 확산(inter-diffusion)을 방지하는 확산방지층(diffusion barrier layer)의 역할도 하게 된다. 상기 압전막(192)은 하부 전극(191) 위에 형성되며, 상기 다수의 압력 챔버(230) 각각의 상부에 위치하도록 배치된다. 이러한 압전막(192)은 압전물질, 바람직하게는 PZT(Lead Zirconate Titanate) 세라믹 재료로 이루어질 수 있다. 상기 압전막(192)은 전압의 인가에 의해 변형되며, 그 변형에 의해 압력 챔버(230)의 상부벽을 이루는 상부 기판(100)을 휨 변형시키는 역할을 하게 된다. 상기 상부 전극(193)은 압전막(192) 위에 형성되며, 압전막(192)에

전압을 인가하는 구동 전극의 역할을 하게 된다.

- [0075] 상기한 바와 같이 형성된 두 개의 기관(100, 200)은 전술한 바와 같이 적층되어 서로 접합됨으로써 본 발명의 제1실시예에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트 헤드를 구성하게 된다. 그리고, 두 개의 기관(100, 200)에는 잉크 인렛(110), 매니폴드(220), 다수의 압력 챔버(230), 다수의 댐퍼(240) 및 다수의 노즐(250)이 차례대로 연결되어 이루어진 잉크 유로가 형성된다.
- [0076] 도 4a는 본 발명의 바람직한 제2실시예에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드를 부분 절단하여 나타낸 분해 사시도이고, 도 4b는 도 4a에 표시된 B-B' 선을 따른 프린트헤드의 수직 단면도이다. 도 4a와 도 4b에 도시된 본 발명의 제2실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드는 매니폴드, 다수의 압력 챔버 및 다수의 댐퍼가 건식 식각 방법에 의해 형성됨으로써 그 각각의 측면들이 수직으로 형성된다는 점을 제외하고는 도 3a와 도 3b에 도시된 제1실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드와 그 구성이 동일하므로, 이하에서는 이들 사이의 차이점을 중심으로 설명하기로 한다.
- [0077] 도 4a와 도 4b를 함께 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드도 두 개의 기관, 즉 상부 기관(300)과 하부 기관(400)을 접합함으로써 이루어지며, 상기 상부 기관(300)과 하부 기관(400)에는 잉크 유로가 형성되고, 상부 기관(300)의 상면에는 잉크의 토출을 위한 구동력을 발생시키는 압전 액츄에이터(390)가 마련된다.
- [0078] 상기 하부 기관(400)은, 전술한 제1실시예와 마찬가지로, 제1실리콘층(401)과, 제1실리콘층(401) 상에 형성되어 식각 정지층으로서의 역할을 하는 중간 산화막(402)과, 중간 산화막(402) 상에 접착된 제2실리콘층(403)의 적층 구조를 가진 SOI 웨이퍼로 이루어진다. 그리고, 상기 제1실리콘층(401), 중간 산화막(402) 및 제2실리콘층(403) 각각의 두께도 전술한 제1실시예와 동일하다.
- [0079] 상기 하부 기관(400)에는 매니폴드(420), 다수의 압력 챔버(430), 다수의 댐퍼(440) 및 다수의 노즐(450)이 형성되는데, 이들의 배치 구조는 전술한 제1실시예와 동일하다. 상기 매니폴드(420), 다수의 압력 챔버(430) 및 다수의 댐퍼(440)는 상기 하부 기관(400)의 제2실리콘층(403)에 건식 식각 방법에 의해 형성된다. 따라서, 상기 매니폴드(420), 다수의 압력 챔버(430) 및 다수의 댐퍼(440) 각각의 측면들은 수직으로 형성된다. 그리고, 상기 다수의 댐퍼(440) 각각은 피라미드 형상이 아니라 일정한 직경의 원형의 단면을 가지도록 형성될 수 있으며, 상기 중간 산화막(402)이 식각 정지층으로서의 역할을 하게 되므로, 일정한 깊이를 가지게 된다.
- [0080] 상기 다수의 노즐(450) 각각은, 전술한 제1실시예와 같이, 상기 하부 기관(400)의 제1실리콘층(401)과 중간 산화막(402)을 수직으로 관통하도록 형성되며, 건식 식각에 의해 일정한 직경을 가진 수직 홀의 형상으로 형성될 수 있다.
- [0081] 상기 상부 기관(300)은 압전 액츄에이터(390)에 의해 변형되는 진동판의 역할을 하는 것으로, 후술하는 바와 같이 단결정 실리콘 기관이나 SOI 기관으로부터 제조될 수 있다. 상기 상부 기관(300)에는 잉크 인렛(310)이 건식 식각 또는 습식 식각에 의해 수직으로 관통 형성된다. 상기 상부 기관(300) 위에는 하부 전극(391), 압전막(392) 및 상부 전극(393)이 순차 적층된 구조를 가진 압전 액츄에이터(390)가 형성된다. 그리고, 상부 기관(300)과 압전 액츄에이터(390) 사이에는 실리콘 산화막(380)이 형성될 수 있다. 상기 상부 기관(300)과 압전 액츄에이터(390)는 전술한 제1실시예와 동일하므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0082] 상기한 바와 같이 형성된 두 개의 기관(300, 400)은 전술한 바와 같이 적층되어 서로 접합됨으로써 본 발명의 제2실시예에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트 헤드를 구성하게 된다.
- [0083] 이하에서는, 상기한 바와 같은 구성을 가진 본 발명에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 작동을 도 3a와 도 3b에 도시된 제1실시예를 기준으로 설명하기로 한다. 잉크 저장고(미도시)로부터 잉크 인렛(110)을 통해 매니폴드(220) 내부로 유입된 잉크는 다수의 압력 챔버(230) 각각의 내부로 공급된다. 상기 압력 챔버(230) 내부에 잉크가 채워진 상태에서, 압전 액츄에이터(190)의 상부 전극(193)을 통해 압전막(192)에 전압이 인가 되면 압전막(192)은 변형되며, 이에 따라 진동판 역할을 하는 상부 기관(100)이 아래쪽으로 휘어지게 된다. 상기 상부 기관(100)의 휨변형에 의해 압력 챔버(230)의 부피가 감소하게 되고, 이에 따른 압력 챔버(230) 내의 압력 상승에 의해 압력 챔버(230) 내의 잉크는 노즐(250)을 통해 외부로 토출된다.
- [0084] 이어서, 압전 액츄에이터(190)의 압전막(192)에 인가되던 전압이 차단되면 압전막(192)은 원상 복원되고, 이에 따라 진동판 역할을 하는 상부 기관(100)이 원상으로 복원되면서 압력 챔버(230)의 부피가 증가하게 된다. 이에 따른 압력 챔버(230) 내의 압력 감소와 노즐(250) 내에 형성된 잉크의 메니스커스에 의한 표면장력에 의해 매니폴드(220)로부터 압력 챔버(230) 내부로 잉크가 유입된다.

- [0085] 이하에서는, 상기한 구성을 가진 본 발명에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드를 제조하는 방법을 설명하기로 한다.
- [0086] 우선, 본 발명의 바람직한 제조 방법을 개괄적으로 설명하면, 먼저 잉크 유로를 이루는 구성요소들이 형성된 상부 기관과 하부 기관을 각각 제조하고, 이어서 제조된 두 개의 기관을 적층하여 접합한 뒤, 마지막으로 상부 기관 위에 압전 액츄에이터를 형성함으로써 본 발명에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드가 완성된다. 한편, 상부 기관과 하부 기관을 제조하는 단계들은 순서에 관계없이 수행될 수 있다. 즉, 하부 기관이 먼저 제조될 수도 있으며, 두 개의 기관이 동시에 제조될 수도 있다. 다만, 설명의 편의상 아래에서는 상부 기관과 하부 기관의 순서로 그 각각의 제조방법을 설명하기로 한다.
- [0087] 먼저, 도 3a와 도 3b에 도시된 본 발명의 제1실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법을 설명한다.
- [0088] 도 5a 내지 도 5d는 도 3a와 도 3b에 도시된 본 발명의 제1실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드의 상부 기관에 잉크 인렛을 형성하는 단계를 설명하기 위한 도면들이다.
- [0089] 도 5a를 참조하면, 본 실시예에서는 상부 기관(100)으로서 대략 $5\mu\text{m}$ ~ $13\mu\text{m}$ 정도의 두께를 가진 제1실리콘층(101)과, 대략 $0.3\mu\text{m}$ ~ $2\mu\text{m}$ 정도의 두께를 가진 중간 산화막(102)과, 대략 $100\mu\text{m}$ ~ $150\mu\text{m}$ 정도의 두께를 가진 제2실리콘층(103)으로 이루어진 SOI 기관을 사용한다. 준비된 상부 기관(100)을 습식 및/또는 건식 산화시키면, 상부 기관(100)의 상면과 저면에는 대략 $5,000\text{\AA}$ ~ $15,000\text{\AA}$ 정도의 두께를 가진 실리콘 산화막(161a, 161b)이 형성된다.
- [0090] 다음으로, 도 5b에 도시된 바와 같이, 상부 기관(100)의 저면에 형성된 실리콘 산화막(161b)의 표면에 포토레지스트(PR₁)를 도포한다. 이어서, 도포된 포토레지스트(PR₁)를 패터닝 함으로써 도 3a에 도시된 잉크 인렛(110)을 형성하기 위한 개구부(171)를 형성한다. 이때, 포토레지스트(PR₁)의 패터닝은 노광과 현상을 포함하는 잘 알려진 포토리소그래피(photolithography) 방법에 의해 이루어질 수 있으며, 이하에서 설명되는 다른 포토레지스트들의 패터닝도 이와 동일한 방법으로 이루어질 수 있다.
- [0091] 다음으로, 도 5c에 도시된 바와 같이, 패터닝된 포토레지스트(PR₁)를 식각 마스크로 하여 상기 개구부(171)를 통해 노출된 부위의 실리콘 산화막(161b)을 식각하고, 이어서 상부 기관(100)의 제1실리콘층(101)을 식각한다. 이때, 상기 실리콘 산화막(161b)에 대한 식각은 반응성 이온 식각(RIE: Reactive Ion Etching)과 같은 건식 식각 방법 또는 BOE(Buffered Oxide Etchant)를 사용한 습식 식각 방법에 의해 수행될 수 있다. 상기 상부 기관(100)의 제1실리콘층(101)에 대한 식각은 유도결합 플라즈마(ICP: Inductively Coupled Plasma)를 이용한 반응성 이온 식각(RIE)과 같은 건식 식각 방법이나, 실리콘용 에칭액(etchant)으로서, 예컨대 테트라메틸 수산화 암모늄(TMAH: Tetramethyl Ammonium Hydroxide) 또는 수산화 칼륨(KOH)을 사용한 습식 식각 방법에 의해 수행될 수 있다. 상기한 바와 같은 포토레지스트(PR₁)를 이용한 실리콘 산화막(161b)의 식각은 이하에서 설명되는 다른 실리콘 산화막에 대한 식각에도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0092] 다음으로, 포토레지스트(PR₁)와 실리콘 산화막(161a, 161b)을 제거하면, 도 5d에 도시된 바와 같이, 상부 기관(100)의 제1실리콘층(101)에 잉크 인렛(110)이 형성된다.
- [0093] 한편, 위에서는 실리콘 산화막(161b)과 제1실리콘층(101)을 식각한 후에 포토레지스트(PR₁)를 제거하는 것으로 설명하였으나, 포토레지스트(PR₁)를 식각 마스크로 하여 실리콘 산화막(161b)을 식각한 후, 포토레지스트(PR₁)를 제거한 다음에 실리콘 산화막(161b)을 식각 마스크로 하여 제1실리콘층(101)을 식각할 수도 있다.
- [0094] 그리고, 위에서는 SOI 기관을 사용하여 상부 기관(100)을 제조하는 것으로 도시되고 설명되었으나, 일반적인 단결정 실리콘 기관을 사용하여 상부 기관(100)을 제조할 수도 있다. 즉, 대략 $100\mu\text{m}$ ~ $200\mu\text{m}$ 정도의 두께를 가진 단결정 실리콘 기관을 준비한 뒤, 이 실리콘 기관에 도 5a 내지 도 5d에 도시된 방법과 동일한 방법으로 잉크 인렛을 형성할 수 있다.
- [0095] 도 6a 내지 도 6k는 도 3a와 도 3b에 도시된 본 발명의 제1실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드의 하부 기관에 매니폴드, 다수의 압력 챔버, 다수의 댐퍼 및 다수의 노즐을 형성하는 단계를 설명하기 위한 도면들이다.
- [0096] 도 6a를 참조하면, 본 실시예에서는 하부 기관(200)으로서 대략 $30\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$ 정도의 두께를 가진 제1실리콘층(201)과, 대략 $1\mu\text{m}$ ~ $2\mu\text{m}$ 정도의 두께를 가진 중간 산화막(202)과, 대략 수백 μm 의 두께, 바람직하게는 대략 $210\mu\text{m}$ 정도의 두께를 가진 제2실리콘층(203)으로 이루어진 SOI 기관을 사용한다. 이와 같이 SOI 기관을 사

용하면, 전술한 바와 같이 챔퍼(240)의 깊이와 노즐(250)의 길이를 정확하게 조절할 수 있으므로 바람직하다.

- [0097] 이어서, 준비된 하부 기판(200)을 습식 및/또는 건식 산화시키면, 하부 기판(200)의 상면과 저면에는 대략 5,000 Å ~ 15,000 Å 정도의 두께를 가진 제1 실리콘 산화막(261a, 261b)이 형성된다.
- [0098] 다음으로, 도 6b에 도시된 바와 같이, 하부 기판(200)의 상면에 형성된 제1 실리콘 산화막(261a)을 부분적으로 식각하여 도 3a에 도시된 매니폴드(220)를 형성하기 위한 제1개구부(271)와, 압력 챔버(230)를 형성하기 위한 제2개구부(272)와 챔퍼(240)를 형성하기 위한 제3개구부(273)를 형성한다. 이때, 상기 개구부들(271, 272, 273)은 서로 소정 간격 이격되도록 형성된다. 상기 제1 실리콘 산화막(261a)에 대한 부분적 식각은 전술한 바와 같이 패터닝된 포토레지스트를 식각 마스크로 사용하여 수행될 수 있다. 이에 따라, 하부 기판(200)의 상면이 상기 개구부들(271, 272, 273)을 통해 부분적으로 노출된다. 상기 개구부들(271, 272, 273)을 가진 제1 실리콘 산화막(261a)은 후술하는 바와 같이 제1 식각 마스크(M1)로서의 역할을 하게 된다.
- [0099] 다음에는, 도 6c에 도시된 바와 같이, 상기 개구부들(271, 272, 273)을 통해 노출된 하부 기판(200)의 상면과 제1 실리콘 산화막(261a)의 표면에 제2 실리콘 산화막(262)을 형성한다. 이때, 제2 실리콘 산화막(262)은 플라즈마 화학기상증착(PECVD; Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 방법에 의해 형성될 수 있다.
- [0100] 이어서, 도 6d에 도시된 바와 같이, 제2 실리콘 산화막(262)을 부분적으로 식각하여 매니폴드(220)를 형성하기 위한 제1개구부(271)와 챔퍼(240)를 형성하기 위한 제3개구부(273)를 오픈시킨다. 상기 제2 실리콘 산화막(262)은 후술하는 바와 같이 제2 식각 마스크(M2)로서의 역할을 하게 된다.
- [0101] 다음으로, 도 6e에 도시된 바와 같이, 상기 제1 및 제3개구부들(271, 273)을 통해 노출된 하부 기판(200)의 상면과 제2 실리콘 산화막(262)의 표면에 제3 실리콘 산화막(263)을 형성한다. 이때, 제3 실리콘 산화막(263)은 플라즈마 화학기상증착(PECVD) 방법에 의해 형성될 수 있다. 한편, 제3 실리콘 산화막(263) 대신에 페릴린(parylene) 막 또는 Si₃N₄ 막 등이 사용될 수 있다.
- [0102] 다음으로, 도 6f에 도시된 바와 같이, 제3 실리콘 산화막(263)을 부분적으로 식각하여 챔퍼(240)를 형성하기 위한 제3개구부(273)만 오픈시킨다. 상기 제3 실리콘 산화막(263)이나 이 대신에 사용되는 페릴린막 또는 Si₃N₄ 막 등은 후술하는 바와 같이 제3 식각 마스크(M3)로서의 역할을 하게 된다.
- [0103] 다음에는, 도 6g에 도시된 바와 같이, 상기 제3 식각 마스크(M3)를 이용하여 상기 제3개구부(273)를 통해 노출된 부위의 하부 기판(200)의 제2실리콘층(203)을 소정 깊이로 습식 식각하여 챔퍼(240)의 일부를 형성한다. 이때, 하부 기판(200)의 제2실리콘층(203)에 대한 식각은 실리콘용 에칭액(etchant)으로서, 예컨대 테트라메틸 수산화 암모늄(TMAH: Tetramethyl Ammonium Hydroxide) 또는 수산화 칼륨(KOH)을 사용한 습식 식각 방법에 의해 수행될 수 있다. 이하에서 설명되는 하부 기판(200)의 제2실리콘층(203)에 대한 습식 식각은 모두 동일한 방법으로 수행될 수 있다. 이와 같이 습식 식각에 의해 챔퍼(273)를 형성하게 되면, 전술한 바와 같이, 챔퍼(240)의 측면들이 경사지게 식각되어 뒤집힌 피라미드 형상을 가지게 된다. 그리고, 챔퍼(240)의 상단부 면적은 제3개구부(273)의 면적보다 약간 넓어지게 된다. 이어서, 제3 식각 마스크(M3)를 제거한다.
- [0104] 다음으로, 도 6h에 도시된 바와 같이, 상기 제2 식각 마스크(M2)를 이용하여 상기 제1 및 제3개구부들(271, 273)을 통해 노출된 부위의 하부 기판(200)의 제2실리콘층(203)을 소정 깊이로 습식 식각한다. 그러면, 매니폴드(220)의 일부가 형성되고, 챔퍼(240)는 더욱 깊어지게 된다. 이때, 매니폴드(220)도 그 측면이 경사지게 형성되며, 매니폴드(220)의 상단부 면적은 제2 식각 마스크(M2)에 형성된 개구부(271)의 면적보다 약간 넓어지게 된다. 이어서, 제2 식각 마스크(M2)를 제거한다.
- [0105] 다음에는, 도 6i에 도시된 바와 같이, 상기 제1 식각 마스크(M1)를 이용하여 상기 개구부들(271, 272, 273)를 통해 노출된 부위의 하부 기판(200)의 제2실리콘층(203)을 습식 식각한다. 그러면, 압력 챔버(230)가 소정 깊이로 형성되고, 매니폴드(220)는 더 깊어지면서 원하는 깊이를 가지게 된다. 그리고, 챔퍼(240)도 더욱 깊어지지만 식각 정지층으로서의 역할을 하는 중간 산화막(202)에 의해 일정한 깊이를 가지게 된다. 또한, 상기 매니폴드(220), 압력 챔버(230) 및 챔퍼(240)는 이방성 습식 식각 특성에 의해 그 각각의 측면들이 경사지게 형성되고, 상기 개구부들(271, 272, 273) 각각의 면적보다 넓어지게 되므로, 도 6k에 도시된 바와 같이 서로 연결될 수 있다. 이어서, 제1 식각 마스크(M1)를 제거한다.
- [0106] 다음으로, 도 6j를 참조하면, 하부 기판(200)의 저면에 형성된 제1 실리콘 산화막(261b)을 부분적으로 식각하여 도 3a에 도시된 노즐(250)을 형성하기 위한 제4개구부(274)를 형성한다. 이에 따라, 하부 기판(200)의 저면이 상기 제4개구부(274)를 통해 부분적으로 노출된다. 상기 제4개구부(274)를 가진 제1 실리콘 산화막

(261b)은 제4 식각 마스크(M4)로서의 역할을 하게 된다.

- [0107] 다음에는, 도 6k에 도시된 바와 같이, 상기 제4 식각 마스크(M4)를 이용하여 상기 제4개구부(274)를 통해 노출된 부위의 하부 기판(200)의 제1실리콘층(201)과 중간 산화막(202)을 순차적으로 식각한다. 그러면, 상기 제1실리콘층(201)과 중간 산화막(202)을 관통하여 상기 챔퍼(240)와 연결되는 노즐(250)이 형성된다. 이때, 하부 기판(200)의 제1실리콘층(201)과 중간 산화막(202)에 대한 식각은 유도결합 플라즈마(ICP: Inductively Coupled Plasma)를 이용한 반응성 이온 식각(RIE)과 같은 건식 식각 방법에 의해 수행될 수 있다. 이어서, 하부 기판(200)의 저면에 형성된 제1 실리콘 산화막(261b), 즉 제4 식각 마스크(M4)를 제거한다.
- [0108] 상기한 바와 같이 도 6a 내지 도 6k에 도시된 단계들을 거치게 되면, 습식 식각에 의해 형성된 매니폴드(220), 다수의 압력 챔버(230) 및 다수의 챔퍼(240)와 건식 식각에 의해 형성된 다수의 노즐(250)을 가진 하부 기판(200)이 완성된다.
- [0109] 도 7a 및 도 7b는 하부 기판 위에 상부 기판을 적층하여 접합한 뒤, 상부 기판의 두께를 조절하는 단계를 설명하기 위한 도면들이다.
- [0110] 도 7a를 참조하면, 전술한 단계들을 거쳐 제조된 하부 기판(200) 위에 상부 기판(100)을 적층하고, 이들을 서로 접합시킨다. 이때, 두 개의 기판(100, 200) 사이의 접합은 잘 알려져 있는 실리콘 직접 접합(SDB: Silicon Direct Bonding) 방법에 의해 수행될 수 있다.
- [0111] 이와 같이 본 발명에 있어서는 두 개의 기판(100, 200)을 사용하므로 단 한 번의 실리콘 직접 접합에 의해 잉크젯 프린트헤드가 제조될 수 있다.
- [0112] 다음으로, 하부 기판(200)과 상부 기판(100)이 접합된 상태에서 상부 기판(100)의 제2실리콘층(103)과 중간 산화막(102)을 제거하면, 도 7b에 도시된 바와 같이, 상부 기판(100)의 제1실리콘층(101)만 잔존하고 제1실리콘층(101)에 형성된 잉크 인렛(110)이 오픈된다. 이때, 제2실리콘층(103)과 중간 산화막(102)의 제거는 습식 식각이나 건식 식각에 의해 수행될 수 있으며, 또한 화학적-기계적 연마(CMP: Chemical-Mechanical Polishing)에 의해 수행될 수도 있다. 한편, 상부 기판(100)이 단결정 실리콘 기판으로 이루어진 경우에는, 상기 방법에 의해 그 두께를 대략 5 μ m ~ 13 μ m 정도로 감소시킨다.
- [0113] 이와 같이, 제1실리콘층(101)만 잔존하거나 그 두께가 감소된 상부 기판(100)은 후술하는 압전 액츄에이터(190)의 구동에 의해 변형되는 진동판으로서의 역할을 하게 된다.
- [0114] 한편, 상기한 바와 같이 상부 기판(100)의 두께를 감소시킨 후에 상기 잉크 인렛(110)을 형성할 수도 있다.
- [0115] 도 8은 상부 기판 위에 압전 액츄에이터를 형성하여 본 발명의 제1실시에에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트 헤드를 완성하는 단계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0116] 도 8을 참조하면, 하부 기판(200)과 상부 기판(100)을 적층하여 접합한 상태에서, 상부 기판(100)의 상면에 압전 액츄에이터(190)를 형성한다. 상세하게 설명하면, 먼저 상부 기판(100)의 상면에 압전 액츄에이터(190)의 하부 전극(191)을 형성한다. 상기 하부 전극(191)은 티타늄(Ti)과 백금(Pt)으로 각각 이루어진 두 개의 금속박막층으로 구성될 수 있다. 이 경우, 상기 하부 전극(191)은 상부 기판(100)의 전 표면에 티타늄(Ti)과 백금(Pt)을 각각 소정 두께로 스퍼터링(sputtering)함으로써 형성될 수 있다. 한편, 상부 기판(100)과 하부 전극(191) 사이에 절연막으로서 실리콘 산화막(180)이 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 하부 전극(191)은 실리콘 산화막(180)의 전 표면에 형성된다.
- [0117] 다음으로, 상기 하부 전극(191) 위에 압전막(192)과 상부 전극(193)을 형성한다. 구체적으로, 페이스트 상태의 압전재료를 스크린 프린팅(screen printing)에 의해 압력 챔버(230)의 상부에 소정 두께로 도포한 뒤, 이를 소정 시간 동안 건조시킨다. 상기 압전재료로는 여러가지가 사용될 수 있으나, 바람직하게는 통상적인 PZT(Lead Zirconate Titanate) 세라믹 재료가 사용된다. 이어서, 건조된 압전막(192) 위에 전극 재료, 예컨대 Ag-Pd 페이스트를 스크린 프린팅하여 상부 전극(193)을 형성한다. 다음으로, 압전막(192)과 상부 전극(193)을 소정 온도, 예컨대 900 ~ 1,000 $^{\circ}$ C에서 소결시킨다. 이어서, 상기 압전막(192)에 전계를 가하여 압전특성을 발생시키는 폴링(polling) 공정을 거치면, 상부 기판(100) 위에 하부 전극(191)과, 압전막(192)과, 상부 전극(193)으로 이루어진 압전 액츄에이터(190)가 형성된다. 한편, 상부 기판(100)이 얇은 경우에는 스크린 프린팅 방법 대신에 졸-겔(sol-gel) 방법 등을 사용하여 상기 압전막(192)과 상부 전극(193)을 형성할 수도 있다.
- [0118] 이로써, 본 발명의 제1실시에에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드가 완성된다.
- [0119] 다음으로, 도 4a와 도 4b에 도시된 본 발명의 제2실시에에 따른 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법을 설명한다.

본 발명의 제2실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드의 제조 방법에 있어서, 상부 기관의 제조 방법과 상부 기관과 하부 기관의 접합 및 압전 액츄에이터의 형성 방법은 전술한 제1실시예와 동일하므로 생략한다. 따라서, 이하에서는 하부 기관의 제조 방법에 대해서만 제1실시예와의 차이점을 중심으로 간략하게 설명하기로 한다.

- [0120] 도 9a 내지 도 9g는 도 4a와 도 4b에 도시된 본 발명의 제2실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드의 하부 기관에 매니폴드, 다수의 압력 챔버, 다수의 댐퍼 및 다수의 노즐을 형성하는 단계를 설명하기 위한 도면들이다.
- [0121] 도 9a를 참조하면, 본 실시예에서도 하부 기관(400)으로서 대략 $30\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$ 정도의 두께를 가진 제1실리콘층(401)과, 대략 $0.3\mu\text{m}$ ~ $2\mu\text{m}$ 정도의 두께를 가진 중간 산화막(402)과, 대략 수백 μm 의 두께, 바람직하게는 대략 $210\mu\text{m}$ 정도의 두께를 가진 제2실리콘층(403)으로 이루어진 SOI 기관을 사용한다.
- [0122] 준비된 하부 기관(400)을 습식 및/또는 건식 산화시켜, 그 상면과 저면에 대략 $5,000\text{\AA}$ ~ $15,000\text{\AA}$ 정도의 두께를 가진 제1 실리콘 산화막(461a, 461b)을 형성한다. 이어서, 하부 기관(400)의 상면에 형성된 제1 실리콘 산화막(461a)을 부분적으로 식각하여 도 4a에 도시된 매니폴드(420)를 형성하기 위한 제1개구부(471)와, 압력 챔버(430)를 형성하기 위한 제2개구부(472)와, 댐퍼(440)를 형성하기 위한 제3개구부(473)를 형성한다. 이때, 압력 챔버(430)를 형성하기 위한 제2개구부(472)의 양단부는 매니폴드(420)를 형성하기 위한 제1개구부(471) 및 댐퍼(440)를 형성하기 위한 제3개구부(473)와 각각 연결되도록 형성된다. 상기 개구부들(471, 472, 473)을 가진 제1 실리콘 산화막(461a)은 제1 식각 마스크(M1)로서의 역할을 하게 된다.
- [0123] 다음에는, 도 9b에 도시된 바와 같이, 상기 개구부들(471, 472, 473)을 통해 노출된 하부 기관(400)의 상면과 제1 실리콘 산화막(461a)의 표면에 플라즈마 화학기상증착(PECVD) 방법에 의해 제2 실리콘 산화막(462)을 형성한다. 이어서, 제2 실리콘 산화막(462)을 부분적으로 식각하여 매니폴드(420)를 형성하기 위한 제1개구부(471)와 댐퍼(440)를 형성하기 위한 제3개구부(473)를 오픈시킨다. 상기 제2 실리콘 산화막(462)은 제2 식각 마스크(M2)로서의 역할을 하게 된다.
- [0124] 다음으로, 도 9c에 도시된 바와 같이, 상기 제1 및 제3개구부들(471, 473)을 통해 노출된 하부 기관(400)의 상면과 제2 실리콘 산화막(462)의 표면에 플라즈마 화학기상증착(PECVD) 방법에 의해 제3 실리콘 산화막(463)을 형성한다. 이어서, 제3 실리콘 산화막(463)을 부분적으로 식각하여 댐퍼(440)를 형성하기 위한 제3개구부(473)만 오픈시킨다. 상기 제3 실리콘 산화막(463)은 제3 식각 마스크(M3)로서의 역할을 하게 된다. 한편, 제3 식각 마스크(M3)로서 제3 실리콘 산화막(463) 대신에 Si_3N_4 막이 사용될 수 있다. 또한 포토레지스트를 제3 식각 마스크(M3)로서 사용할 수 있다.
- [0125] 다음에는, 도 9d에 도시된 바와 같이, 상기 제3 식각 마스크(M3)를 이용하여 상기 제3개구부(473)를 통해 노출된 부위의 하부 기관(400)의 제2실리콘층(403)을 소정 깊이로 건식 식각하여 댐퍼(440)의 일부를 형성한다. 이때, 하부 기관(400)의 제2실리콘층(403)에 대한 식각은 유도결합 플라즈마(ICP)를 이용한 반응성 이온 식각(RIE)과 같은 건식 식각 방법에 의해 수행될 수 있다. 이하에서 설명되는 하부 기관(400)의 제2실리콘층(403)에 대한 건식 식각은 모두 동일한 방법으로 수행될 수 있다. 이와 같이 건식 식각에 의해 댐퍼(440)를 형성하게 되면, 습식 식각과는 달리 그 측면들이 수직으로 형성된다. 예컨대, 상기 제3개구부(473)가 원형인 경우에는 상기 댐퍼(440)도 원형의 단면을 가지게 된다. 이어서, 제3 식각 마스크(M3)를 제거한다.
- [0126] 다음으로, 도 9e에 도시된 바와 같이, 상기 제2 식각 마스크(M2)를 이용하여 상기 제1 및 제3개구부들(471, 473)을 통해 노출된 부위의 하부 기관(400)의 제2실리콘층(403)을 소정 깊이로 건식 식각한다. 그러면, 매니폴드(420)의 일부가 형성되고, 댐퍼(440)는 더욱 깊어지게 된다. 이어서, 제2 식각 마스크(M2)를 제거한다.
- [0127] 다음에는, 도 9f에 도시된 바와 같이, 상기 제1 식각 마스크(M1)를 이용하여 상기 개구부들(471, 472, 473)을 통해 노출된 부위의 하부 기관(400)의 제2실리콘층(403)을 건식 식각한다. 그러면, 압력 챔버(430)가 소정 깊이로 형성되고, 매니폴드(420)는 더 깊어지면서 원하는 깊이를 가지게 된다. 그리고, 댐퍼(440)도 더욱 깊어지지만 식각 정지층으로서의 역할을 하는 중간 산화막(402)에 의해 일정한 깊이를 가지게 된다. 이어서, 제1 식각 마스크(M1)를 제거한다.
- [0128] 다음으로, 도 9g에 도시된 바와 같이, 하부 기관(400)의 저면에 형성된 제1 실리콘 산화막(461b)을 부분적으로 식각하여 도 4a에 도시된 노즐(450)을 형성하기 위한 제4개구부(474)를 형성한다. 상기 제4개구부(474)를 가진 제1 실리콘 산화막(461b)은 제4 식각 마스크(M4)로서의 역할을 하게 된다. 이어서, 상기 제4 식각 마스크(M4)를 이용하여 상기 제4개구부(474)를 통해 노출된 부위의 하부 기관(400)의 제1실리콘층(401)과 중간 산화막(402)을 순차적으로 건식 식각함으로써, 상기 제1실리콘층(401)과 중간 산화막(402)을 관통하여 상기 댐퍼(440)와 연결되는 노즐(450)을 형성한다. 이어서, 하부 기관(400)의 저면에 형성된 제1 실리콘 산화막

(461b), 즉 제4 식각 마스크(M4)를 제거한다.

[0129] 상기한 바와 같이 도 9a 내지 도 9g에 도시된 단계들을 거치게 되면, 모두 건식 식각에 의해 형성된 매니폴드(420), 다수의 압력 챔버(430), 다수의 댐퍼(440) 및 다수의 노즐(450)을 가진 하부 기관(400)이 완성된다.

[0130] 그 이후의 단계들은 전술한 바와 같이 제1실시예와 동일하므로 이에 대한 설명은 생략하기로 한다.

[0131] 이상 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명했지만, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 예컨대, 본 발명에서 프린트헤드의 각 구성요소를 형성하는 방법은 단지 예시된 것으로서, 다양한 식각방법이 적용될 수 있으며, 제조방법의 각 단계의 순서도 예시된 바와 달리할 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

[0132] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조 방법은 다음과 같은 효과를 가진다.

[0133] 첫째, 본 발명에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드는 두 개의 실리콘 기관에 구성되므로 그 제조 공정이 단순화되고 한 번의 실리콘 직접 접합 공정에 의해 제조될 수 있다. 따라서, 수율이 증가하여 제조 원가가 저감될 수 있다.

[0134] 둘째, 하부 기관으로서 SOI 기관을 사용함으로써 그 중간 산화막이 식각 정지층으로서의 역할을 하게 되므로 다수의 노즐의 길이를 균일하게 유지할 수 있게 된다. 따라서, 다수의 노즐을 통한 잉크 액적의 토출 속도와 체적이 균일하게 유지되므로 잉크 토출 성능이 향상된다.

도면의 간단한 설명

[0001] 도 1은 종래의 압전 방식 잉크젯 프린트헤드의 일반적인 구성을 설명하기 위한 단면도이다.

[0002] 도 2는 종래의 압전 방식 잉크젯 프린트헤드의 구체적인 예를 나타내 보인 분해 사시도이다.

[0003] 도 3a는 본 발명의 바람직한 제1실시예에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드를 부분 절단하여 나타낸 분해 사시도이다.

[0004] 도 3b는 도 3a에 표시된 A-A' 선을 따른 프린트헤드의 수직 단면도이다.

[0005] 도 4a는 본 발명의 바람직한 제2실시예에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드를 부분 절단하여 나타낸 분해 사시도 이다.

[0006] 도 4b는 도 4a에 표시된 B-B' 선을 따른 프린트헤드의 수직 단면도이다.

[0007] 도 5a 내지 도 5d는 도 3a와 도 3b에 도시된 본 발명의 제1실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드의 상부 기관에 잉크 인렛을 형성하는 단계를 설명하기 위한 도면들이다.

[0008] 도 6a 내지 도 6k는 도 3a와 도 3b에 도시된 본 발명의 제1실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드의 하부 기관에 매니폴드, 다수의 압력 챔버, 다수의 댐퍼 및 다수의 노즐을 형성하는 단계를 설명하기 위한 도면들이다.

[0009] 도 7a 및 도 7b는 하부 기관 위에 상부 기관을 적층하여 접합한 뒤, 상부 기관의 두께를 조절하는 단계를 설명하기 위한 도면들이다.

[0010] 도 8은 상부 기관 위에 압전 액추에이터를 형성하여 본 발명의 제1실시예에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트 헤드를 완성하는 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0011] 도 9a 내지 도 9g는 도 4a와 도 4b에 도시된 본 발명의 제2실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드의 하부 기관에 매니폴드, 다수의 압력 챔버, 다수의 댐퍼 및 다수의 노즐을 형성하는 단계를 설명하기 위한 도면들이다.

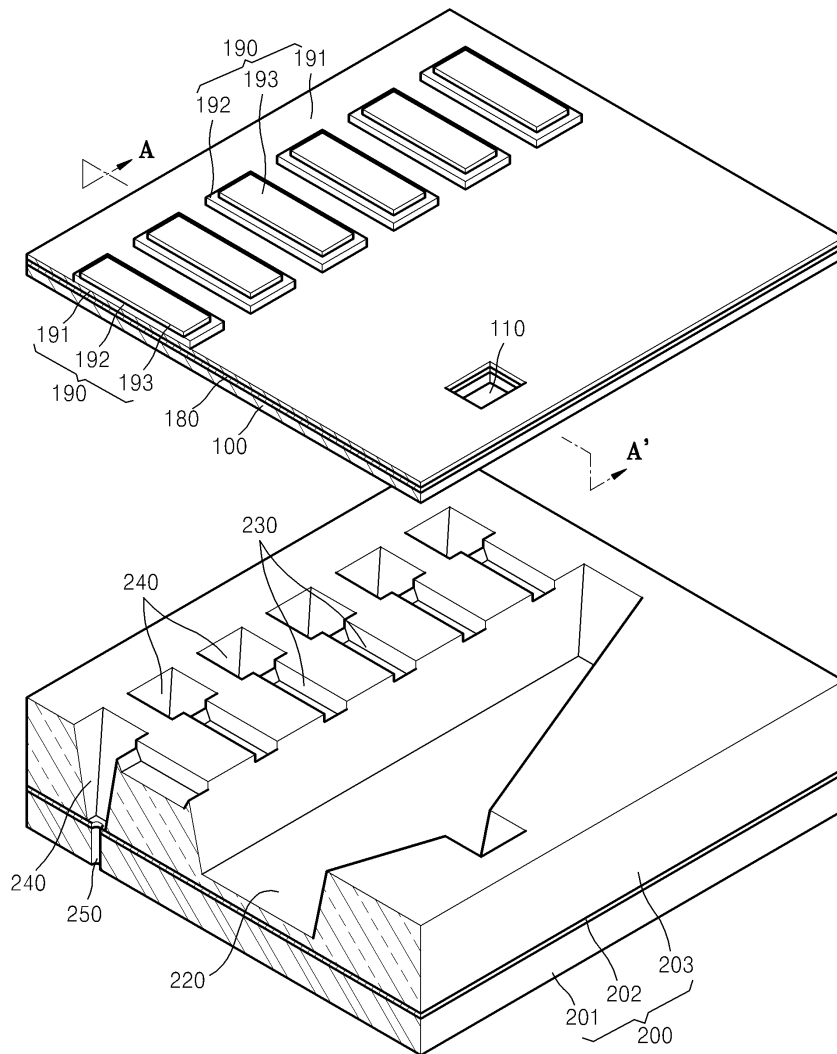
[0012] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

[0013] 100,300...상부 기관 110,310...잉크 인렛

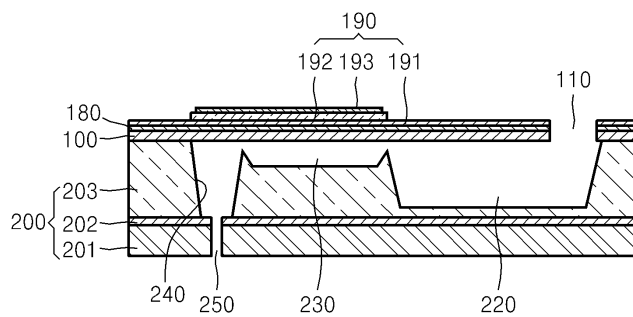
[0014] 180,380...실리콘 산화막 190,390...압전 액추에이터

[0015] 191,391...하부 전극 192,392...압전막

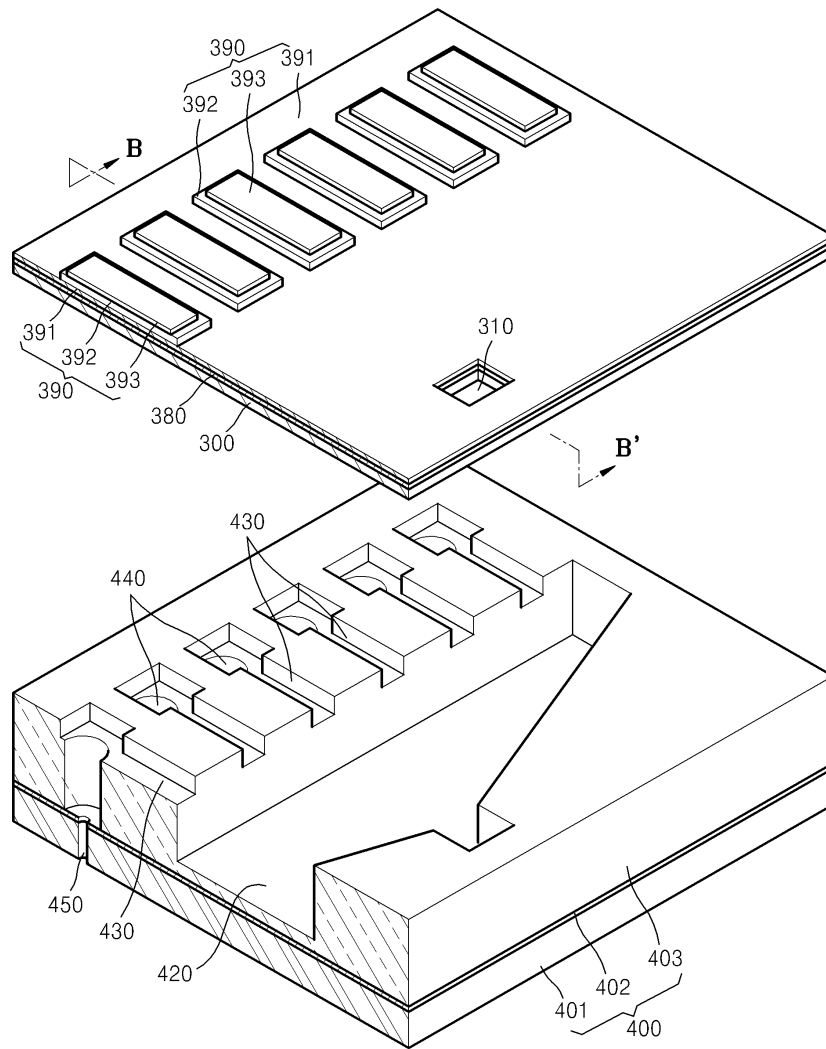
도면3a



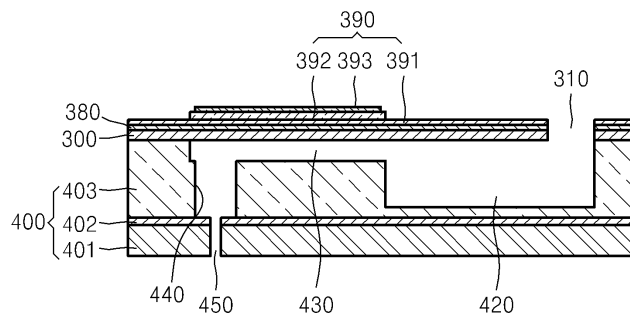
도면3b



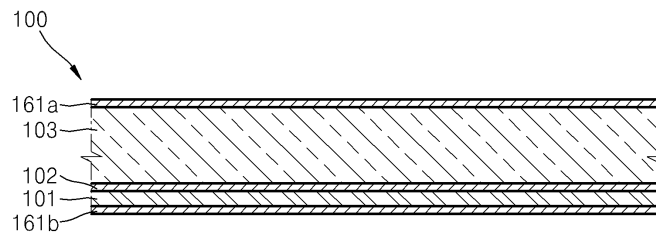
도면4a



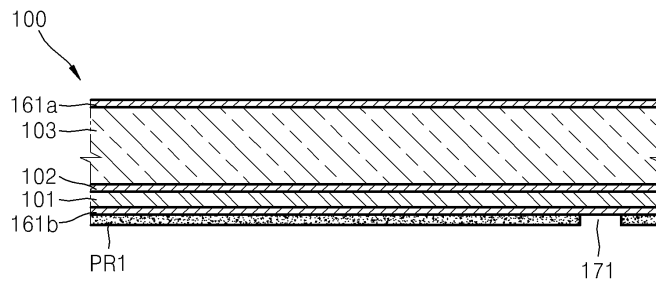
도면4b



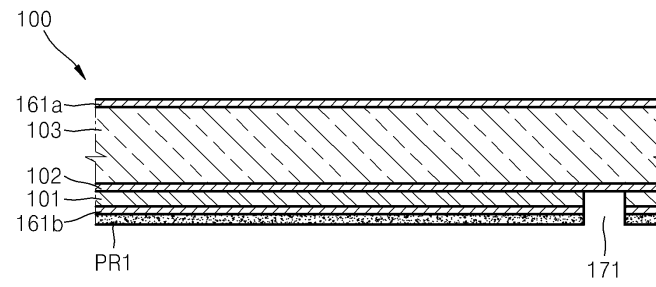
도면5a



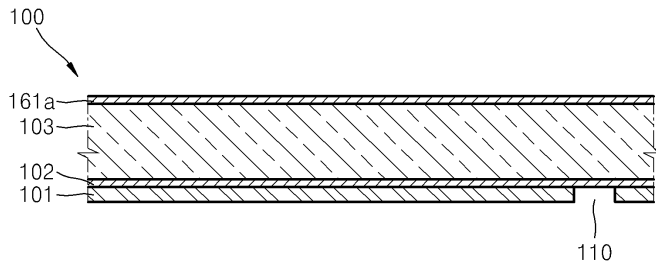
도면5b



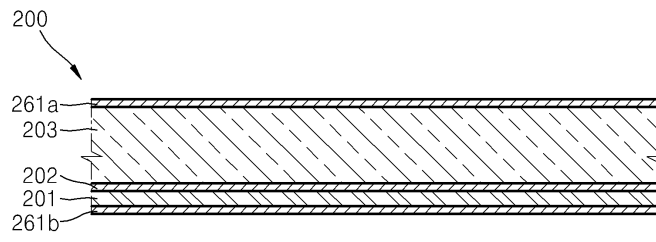
도면5c



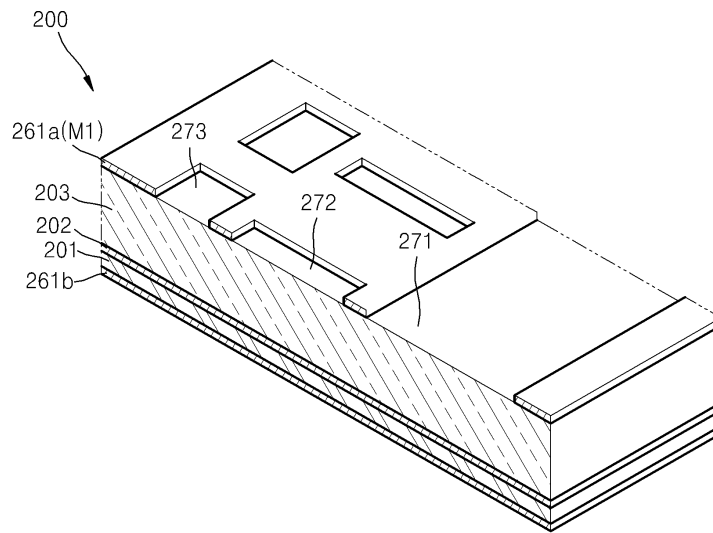
도면5d



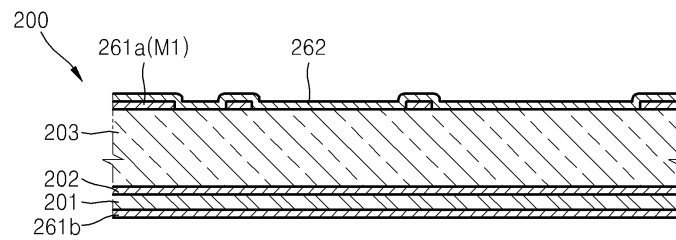
도면6a



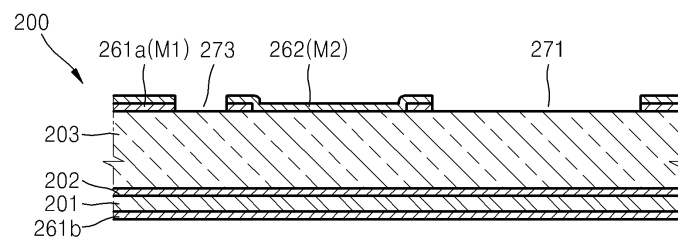
도면6b



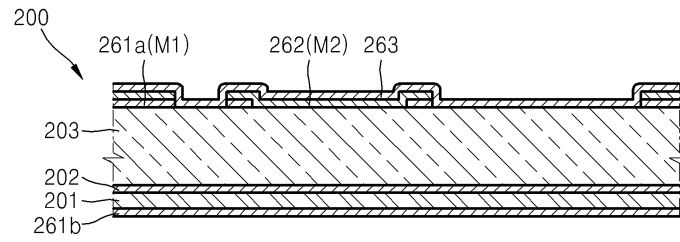
도면6c



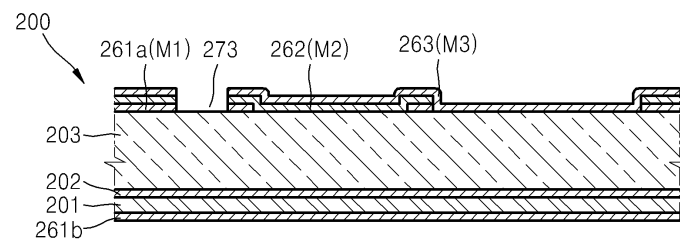
도면6d



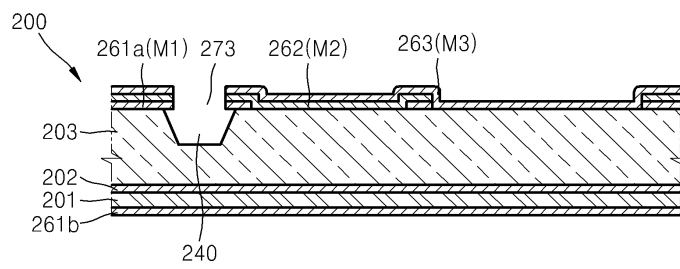
도면6e



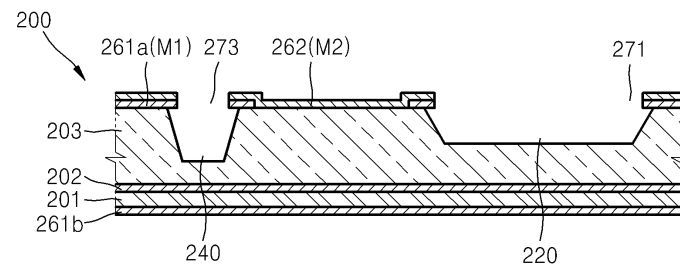
도면6f



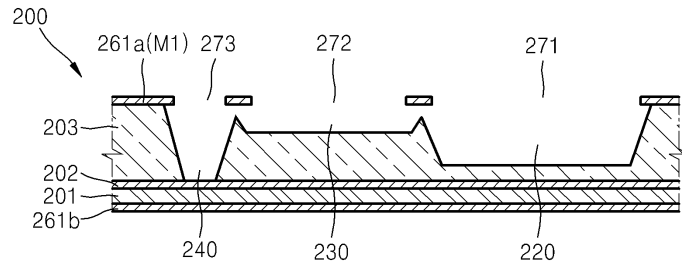
도면6g



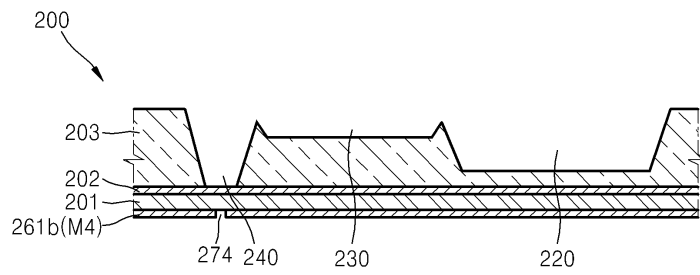
도면6h



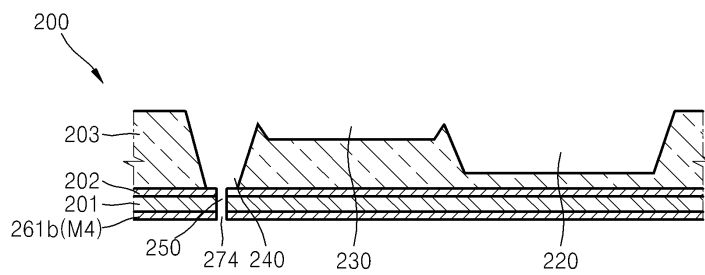
도면6i



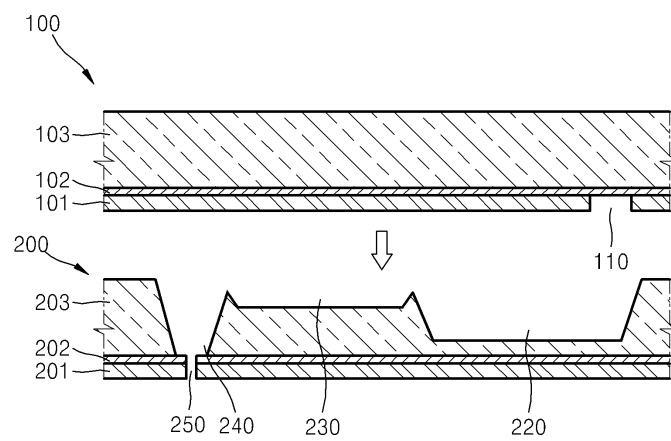
도면6j



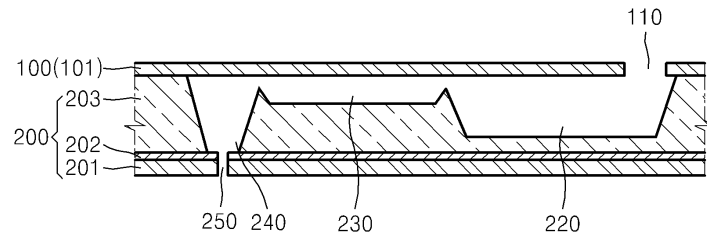
도면6k



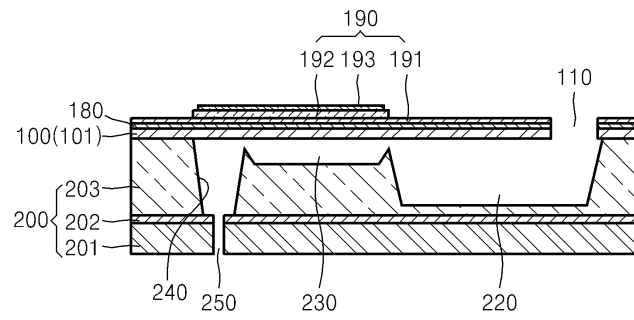
도면7a



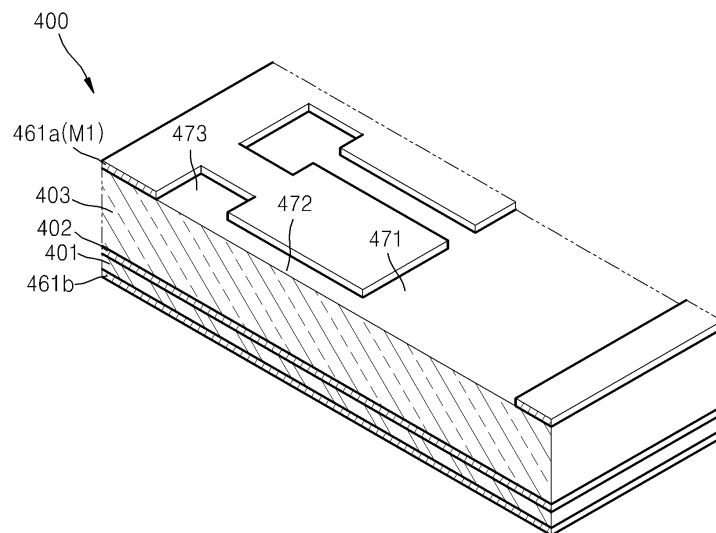
도면7b



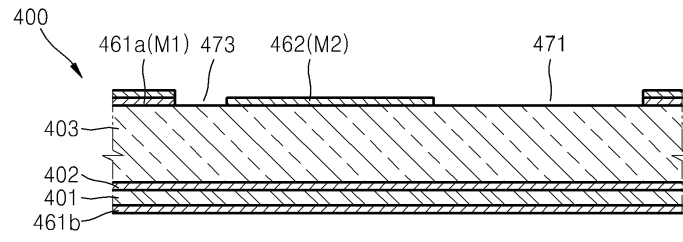
도면8



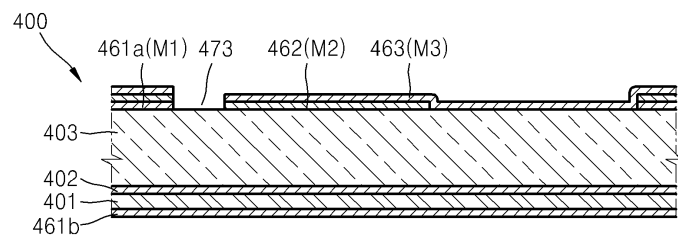
도면9a



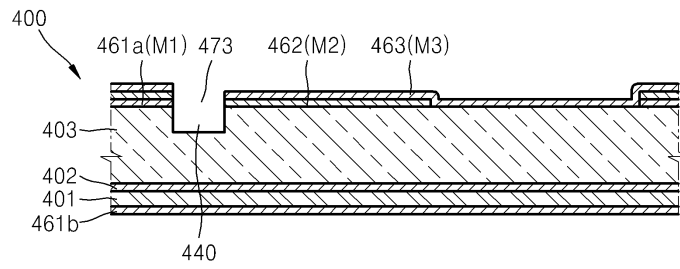
도면9b



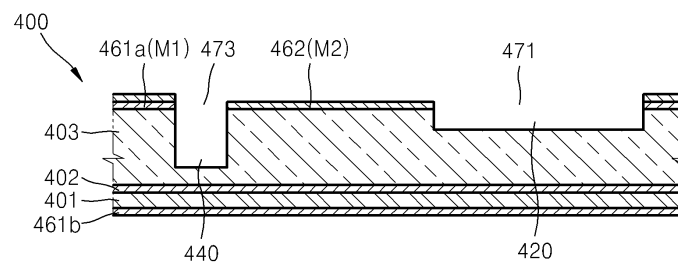
도면9c



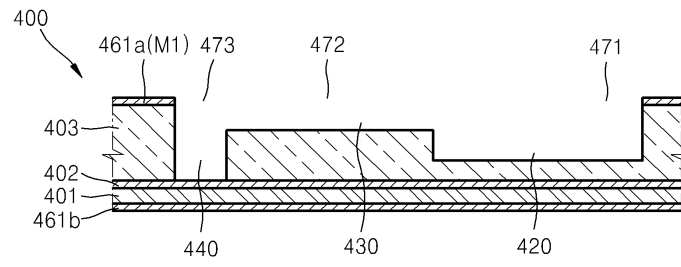
도면9d



도면9e



도면9f



도면9g

