



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0104780  
(43) 공개일자 2008년12월03일

(51) Int. Cl.

*B41J 2/015* (2006.01) *B41J 2/01* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0052075

(22) 출원일자 2007년05월29일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

민재식

경기 수원시 영통구 영통동 신나무실6단지아파트  
건영 2차 665동202호

백오현

서울 서초구 서초4동 1682번지 서초래미안APT 11  
1동 601호

(74) 대리인

서봉석, 서원호

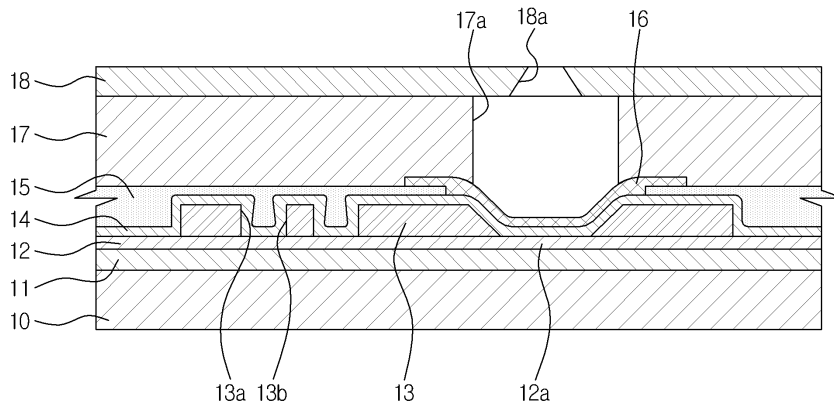
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법

(57) 요약

보호층의 박리나 파손을 최소화할 수 있는 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법을 개시한다. 이 잉크젯 프린트헤더는 기관 상에 배치된 히터층; 히터층 상에 배치되고 히터층의 소정영역을 노출시키도록 형성된 도선층; 도선층 및 히터층의 소정영역을 덮는 보호층; 보호층 위의 굴곡을 평탄화 하는 평탄화층을 포함한다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

기판 상에 배치된 히터층; 상기 히터층 상에 배치되고 상기 히터층의 소정영역을 노출시키도록 형성된 도선층; 상기 도선층 및 상기 히터층의 소정영역을 덮는 보호층; 상기 보호층 위의 굴곡을 평탄화 하는 평탄화층을 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 평탄화층은 상기 히터층 중 발열영역 상부에서는 형성되지 않는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 보호층 상에 형성된 캐비테이션 방지층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드.

### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 평탄화층은 감광성 산화물(Oxide), 감광성 폴리마이드(Polyimide), 감광성 폴리아미드(Polyamide), 감광성 에폭시(Epoxy)로 이루어진 군에서 선택된 하나인 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드.

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 평탄화층은 PSG(Phosphosilicate glass)인 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드.

### 청구항 6

기판 상에 배치되는 히터층을 형성하고,

상기 히터층 상에 배치되고 상기 히터층의 소정영역을 노출시키도록 형성된 도선층을 형성하고,

상기 도선층 및 상기 히터층의 소정영역을 덮는 보호층을 형성하고,

상기 보호층 상부의 굴곡을 평탄화 하는 평탄화층을 형성하고,

상기 평탄화층 상에 잉크챔버를 한정하는 챔버층을 형성하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 히터층의 형성 전에 상기 기판 상에 절연층을 형성하는 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

### 청구항 8

제6항에 있어서,

상기 도선층을 형성하는 공정은 도전성을 갖춘 금속물질을 진공증착법에 의하여 상기 히터층 상면에 증착시켜 금속층을 형성하고,

상기 금속층 중 상기 히터층의 발열영역 상부를 습식식각을 통하여 제거하고,

상기 금속층을 배선패턴에 따라 건식 식각을 통해 선택적으로 제거하여 상기 배선을 형성하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**청구항 9**

제6항에 있어서,

상기 보호층은 실리콘질화물(SiNx)을 플라즈마 화학기상증착(PECVD)법에 의하여 증착시켜 형성하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**청구항 10**

제6항에 있어서,

상기 평탄화층을 형성하는 공정은 감광성 산화물(Oxide), 감광성 폴리마이드(Polyimide), 감광성 폴리아미드(Polyamide), 감광성 에폭시(Epoxy)로 이루어진 군에서 선택된 하나를 상기 보호층 위에 평탄하게 도포하고,

상기 히터층의 발열영역 상부 위치의 상기 평탄화층을 포토리소그라피 및 식각을 통해 제거하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**청구항 11**

제6항에 있어서,

상기 평탄화층을 형성하는 공정은 상기 보호층 위에 PSG(Phosphosilicate glass)를 평탄하게 도포하고,

상기 히터층의 발열영역 상부 위치의 상기 평탄화층을 식각을 통해 제거하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <9> 본 발명은 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 도선층을 보호하는 보호층의 박리나 파손을 방지할 수 있는 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법에 관한 것이다.
- <10> 잉크젯 프린트헤드는 기록용지에 미소한 잉크 액적을 토출시켜서 인쇄를 하는 장치이다. 잉크젯 프린트헤드 중에는 히터로 잉크를 가열하여 기포를 발생시킴으로써 기포의 팽창력에 의해 챔버 내부의 잉크가 노즐을 통해 토출되도록 하는 방식이 알려져 있다.
- <11> 일 예로 미국특허 6293654호에는 이러한 잉크젯 프린트헤드가 개시되어 있다. 이 프린트헤드는 실리콘 등의 기판 위에 순차적으로 적층되는 절연층, 히터층, 도선층, 보호층, 캐비테이션 방지층을 구비한다. 히터층은 잉크 챔버 내부에 충전된 잉크를 가열하고, 도선층은 히터층에 전원을 인가하기 위한 배선을 형성하는 것이다. 절연층은 히터층과 기판 사이의 단열을 통해 히터층에서 생긴 열이 잉크챔버의 잉크로 전달되게 한다. 그리고 보호층은 히터층과 도선층을 잉크로부터 절연시켜 히터층과 도선층을 보호하고, 캐비테이션 방지층은 잉크분사 후 잉크챔버 내에서 잉크기포가 수축될 때 생기는 수축충격(Cavitation Force)에 의해 히터층이 파손되는 것을 방지한다.
- <12> 통상적으로 이러한 프린트헤드를 제조할 때는 탄탈륨-알루미늄(Ta-Al)합금과 같은 발열저항체를 절연층 상면에 증착시켜 히터층을 형성하고, 알루미늄(Al)과 같은 도전성 금속을 히터층 상면에 증착시켜 도선층을 형성한다. 또 도선층은 포토리소그라피(Potholithography)공정 및 식각공정을 통해 히터층 상면 일부가 노출되도록 함과 동시에 히터층에 전원인가를 위한 배선이나 회로패턴이 형성되도록 한다. 보호층은 실리콘질화물(SiNx)을 히터층 및 도선층 상부에 증착시켜 형성하고, 캐비테이션 방지층은 탄탈륨(Ta)을 보호층 상부에 증착시킨 후 포토리소그라피 공정 및 건식 식각공정을 통하여 형성한다.
- <13> 그러나 이러한 방식으로 제조되는 잉크젯 프린트헤드는 도선층의 배선부분에 단차가 존재하기 때문에 제조과정에서 보호층이 파손될 수 있었다. 특히 최근에는 배선저항 등을 고려하여 도선층을 대략 8000Å정도로 두껍게 하는 대신 배선 폭을 좁혀 배선의 집적도를 높이기 때문에 도선층 에지(Edge)부근에서 보호층에 응력집중이 생

겨 보호층이 파손되기 쉬웠다. 이는 히터층의 열전달을 고려하여 보호층의 두께를 두껍게 하는데 한계가 있기 때문이기도 하다. 또 보호층 상부에 압축응력이 큰 캐비테이션 방지층(Ta층)이 형성될 경우 잔류응력이 증가하게 되면서 도선층과 보호층이 들뜨거나 박리될 수도 있었다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

<14> 본 발명은 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 보호층의 박리나 파손을 최소화할 수 있는 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

**발명의 구성 및 작용**

<15> 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드는 기관 상에 배치된 히터층; 상기 히터층 상에 배치되고 상기 히터층의 소정영역을 노출시키도록 형성된 도선층; 상기 도선층 및 상기 히터층의 소정영역을 덮는 보호층; 상기 보호층 위의 굴곡을 평탄화 하는 평탄화층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<16> 또한 상기 평탄화층은 상기 히터층 중 발열영역 상부에서는 형성되지 않는 것을 특징으로 한다.

<17> 또한 본 발명은 상기 보호층 상에 형성된 캐비테이션 방지층을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

<18> 또한 상기 평탄화층은 감광성 산화물(Oxide), 감광성 폴리마이드(Polyimide), 감광성 폴리아미드(Polyamide), 감광성 에폭시(Epoxy)로 이루어진 군에서 선택된 하나인 것을 특징으로 한다.

<19> 또한 상기 평탄화층은 PSG(Phosposilicate glass)인 것을 특징으로 한다.

<20> 또한 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드의 제조방법은 기관 상에 배치되는 히터층을 형성하고, 상기 히터층 상에 배치되고 상기 히터층의 소정영역을 노출시키도록 형성된 도선층을 형성하고, 상기 도선층 및 상기 히터층의 소정영역을 덮는 보호층을 형성하고, 상기 보호층 상부의 굴곡을 평탄화 하는 평탄화층을 형성하고, 상기 평탄화층 상에 잉크챔버를 한정하는 챔버층을 형성하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<21> 또한 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드의 제조방법은 상기 히터층의 형성 전에 상기 기관 상에 절연층을 형성하는 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

<22> 또한 상기 도선층을 형성하는 공정은 도전성을 갖춘 금속물질을 진공증착법에 의하여 상기 히터층 상면에 증착시켜 금속층을 형성하고, 상기 금속층 중 상기 히터층의 발열영역 상부를 습식식각을 통하여 제거하고, 상기 금속층을 배선패턴에 따라 건식 식각을 통해 선택적으로 제거하여 상기 배선을 형성하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<23> 또한 상기 보호층은 실리콘질화물(SiNx)을 플라즈마 화학기상증착(PECVD)법에 의하여 증착시켜 형성하는 것을 특징으로 한다.

<24> 또한 상기 평탄화층을 형성하는 공정은 감광성 산화물(Oxide), 감광성 폴리마이드(Polyimide), 감광성 폴리아미드(Polyamide), 감광성 에폭시(Epoxy)로 이루어진 군에서 선택된 하나를 상기 보호층 위에 평탄하게 도포하고, 상기 히터층의 발열영역 상부 위치의 상기 평탄화층을 포토리소그래피 및 식각을 통해 제거하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<25> 또한 상기 평탄화층을 형성하는 공정은 상기 보호층 위에 PSG(Phosposilicate glass)를 평탄하게 도포하고, 상기 히터층의 발열영역 상부 위치의 상기 평탄화층을 식각을 통해 제거하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<26> 이하에서는 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

<27> 도 1은 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드의 단면도이다. 도시한 바와 같이, 프린트헤드는 실리콘으로 이루어진 기관(10), 기관(10) 위에 적층되어 잉크챔버(17a)를 한정하는 챔버층(17), 챔버층(17) 위에 적층된 노즐층(18)을 구비한다. 또 챔버층(17)과 기관(10) 사이에 마련되어 잉크챔버(17a)의 잉크를 가열하는 히터층(12), 히터층(12)과 기관(10) 사이의 단열 및 절연을 위한 절연층(11), 히터층(12) 상부에 마련된 도선층(13), 도선층(13)의 상부를 덮는 보호층(14), 보호층(14) 상부의 평탄화층(15), 잉크챔버(17a) 하부영역에 마련된 캐비테이션 방지층(16)을 포함한다.

<28> 히터층(12)은 탄탈륨 질화물(TaN) 또는 탄탈륨-알루미늄 합금 등의 발열저항물질이 절연층(11) 상면에 증착되어 형성된다. 히터층(12)은 전원을 인가할 경우 잉크챔버(17a) 하부의 발열영역(12a)이 잉크챔버(17a) 내부의 잉크

를 가열한다. 이러한 가열은 잉크챔버(17a) 내부의 잉크에 기포가 형성되도록 하고, 기포의 팽창에 의해 잉크챔버(17a) 내부의 잉크가 노즐층(18)의 노즐(18a)을 통해 배출되도록 한다.

- <29> 도선층(13)은 히터층(12)의 발열영역(12a)으로 전원을 인가하는 배선을 이룬다. 도선층(13)은 알루미늄(Al)처럼 도전성이 양호한 금속물질이 증착되어서 형성되며, 증착된 금속층이 포토리소그래피공정 및 식각공정에 의해 소정의 배선형태로 형성된다. 또 도선층(13)은 히터층(12)의 발열영역(12a)이 잉크를 가열할 수 있도록 잉크챔버(17a) 하부영역이 제거된다. 이러한 도선층(13)은 히터층 발열영역(12a)에 전원을 공급하는 배선이거나 그 밖의 프린트헤드 동작회로를 구성하는 배선일 수도 있다. 본 실시 예에서 도선층(13)은 대략 8000Å 정도의 두께로 형성된다. 이는 배선의 폭을 좁혀 집적도를 높이면서도 배선의 단면적이 충분히 확보되도록 함으로써 배선저항을 최소화하기 위함이다.
- <30> 보호층(14)은 히터층(12)과 도선층(13)이 산화하거나 잉크와 직접 접촉하는 것을 방지함으로써 히터층(12) 및 도선층(13)을 보호한다. 보호층(14)은 히터층(12) 및 도선층(13) 상부에 대략 3000Å의 두께로 증착되는 실리콘 질화물(SiNx)로 이루어진다. 보호층(14)의 두께를 상대적으로 얇게 하는 것은 히터층(12)의 발열영역(12a)이 잉크챔버(17a) 내부의 잉크를 원활히 가열할 수 있도록 하기 위함이다.
- <31> 평탄화층(15)은 도선층(13)으로 인하여 굴곡이 생긴 보호층(14) 상부영역을 평탄화시킨다. 평탄화층(15)은 도선층(13)의 배선패턴으로 인해 생기는 골 부분이나 그 밖의 단차가 형성되는 부분을 소정의 두께로 덮음으로써 보호층(14)을 보호한다. 특히 평탄화층(15)은 도선층(13)의 에지(13a, Edge)나 골(13b) 부근에 두께가 얇게 형성되는 보호층(14)을 보호함으로써 보호층(14)의 파손이 방지되도록 한다. 이는 프린트헤드의 제조공정 또는 그 후에 보호층(14)의 파손을 방지하여 도선층(13) 및 히터층(12)을 확실히 보호하기 위함이다.
- <32> 히터층(12)의 발열영역(12a) 상부, 즉 잉크챔버(17a)의 하부영역에는 평탄화층(15)이 형성되지 않는다. 이 부분은 제조과정에서 다른 부분과 함께 평탄화층을 형성하였다가 포토리소그래피공정 및 식각공정을 통하여 제거한다. 이러한 공정을 위한 평탄화층(15)은 감광성 산화물(Oxide), 감광성 폴리마이드(Polyimide), 감광성 폴리아미드(Polyamide), 감광성 에폭시(Epoxy) 등의 감광성 재료로 이루어지는 것이 좋다. 그 밖에도 평탄화층(15)은 PSG(Phosphosilicate glass)와 같은 비감광성 재료에 의해 형성될 수도 있다.
- <33> 캐비테이션 방지층(16)은 잉크챔버(17a) 내부의 기포가 수축하여 소멸할 때 생기는 캐비테이션 압력(Cavitation Force)으로부터 히터층(12)을 보호하고, 잉크로 인해 히터층(12)의 부식이 생기는 것을 방지한다. 캐비테이션 방지층(16)은 보호층(14) 상부에 증착되는 소정 두께의 탄탈륨-Ta)으로 이루어진다.
- <34> 챔버층(17)은 에폭시 등에 의하여 평탄화층(15) 및 캐비테이션 방지층(16) 상부에 마련된다. 챔버층(17)에 의해 한정되는 잉크챔버(17a)는 도면에 나타내지는 않았지만 잉크공급로와 연계된다. 따라서 그 내부로는 지속적으로 잉크가 공급될 수 있다. 노즐층(18)은 챔버층(17)의 상부를 덮도록 마련되며 잉크의 배출을 위한 노즐(18a)을 구비한다. 노즐(18a)은 히터층(12)의 가열에 의해 잉크챔버(17a) 내에 기포가 형성될 경우 잉크가 원활히 배출될 수 있도록 히터층 발열영역(12a)의 상부위치에 마련된다.
- <35> 다음은 도 2 내지 도 8을 참조하여 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드의 제조방법을 설명한다.
- <36> 도 2는 기관(10)의 상면에 절연층(11)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 기관(10)으로는 반도체소자의 제조에 널리 이용되고 대량생산에 적합한 실리콘 웨이퍼를 사용한다. 절연층(11)은 기관(10) 상면에 소정의 두께로 실리콘 산화물(SiO<sub>2</sub>)을 증착하는 방식으로 형성한다. 이러한 절연층(11)은 기관(10)과 히터층(12)의 사이의 절연뿐 아니라 히터층(12)에서 생기는 열에너지가 기관(10) 쪽으로 전달되는 것을 방지하는 단열기능도 한다.
- <37> 도 3은 절연층(11)의 상면에 히터층(12)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 히터층(12)은 절연층(11) 상면에 탄탈륨 질화물(TaN), 탄탈륨-알루미늄 합금(TaAl), 티타늄 질화물(TiN), 텅스텐 실리사이드(Tungsten Silicide) 등의 발열저항물질을 대략 1000Å의 두께로 증착하여 형성한다.
- <38> 도 4는 히터층(12) 상면에 도선층(13)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 도선층(13)을 형성할 때는 먼저 도전성이 양호한 알루미늄(Al)과 같은 금속을 진공증착법에 의하여 히터층(12) 상면에 증착함으로써 대략 8000Å의 두께를 가진 금속층을 만든다. 그리고 이 금속층 중 히터층(12)의 발열영역(12a) 상부를 습식식각(wet etching)공정을 통하여 제거한다. 이는 히터층(12)의 발열영역(12a) 상부가 노출되도록 함으로써 히터층의 발열영역(12a)이 잉크챔버(17a)의 잉크를 가열할 수 있도록 한 것이다. 또 발열영역(12a)과 이격된 측방의 금속층은 건식식각(dry etching)공정을 통해 부분적으로 제거하여 골(13b)을 형성함으로써 배선을 만든다.
- <39> 도 5는 도선층(13)을 형성한 후 그 위에 보호층(14) 및 평탄화층(15)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 보호층



(14)은 히터층(12)과 도선층(13) 위에 실리콘 질화물(SiNx)을 플라즈마 화학기상증착법(PECVD: Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)에 의하여 대략 3000Å의 두께로 증착하여 형성한다. 이러한 보호층(14)은 히터층(12)과 도선층(13)을 산화나 잉크의 접촉위험으로부터 보호한다.

<40> 평탄화층(15)은 도 5에 도시한 바와 같이, 먼저 보호층(14)을 형성한 후에 보호층(14) 상면에 형성한다. 평탄화층(15)을 만들 때는 먼저 감광성 산화물(Oxide), 감광성 폴리마이드(Polyimide), 감광성 폴리아미드(Polyamide), 감광성 에폭시(Epoxy) 중 어느 하나의 재료를 보호층 위에 평탄하게 도포한다. 이처럼 보호층(14)의 상면 모두를 평탄화한 후에는 히터층(12)의 발열영역(12a) 상부에 존재하는 평탄화층을 포토리소그라피공정 및 식각공정을 통해 제거한다. 이렇게 하면, 도 5의 예처럼 히터층(12)의 발열영역(12a) 상부를 제외한 보호층(14)의 모든 상부영역을 평탄화층(15)이 덮은 형태가 된다. 이러한 평탄화층(15)은 도선층(13)의 배선패턴으로 인해 생기는 굴곡부분, 즉 골 부분이나 그 밖의 단차가 형성되는 부분을 모두 평탄하게 덮음으로써 보호층(14)을 보호한다.

<41> 평탄화층(15)의 재료로는 비감광성 물질인 PSG(Phosphosilicate glass)가 이용될 수도 있다. 이러한 경우에는 히터층(12)의 발열영역(12a) 상부에 존재하는 평탄화층(15)을 식각공정을 통해 제거한다.

<42> 도 6과 도 7은 평탄화층 위에 캐비테이션 방지층(16)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 캐비테이션 방지층(16)을 형성할 때는 먼저 도 6에 도시한 바와 같이, 보호층(14, 히터층의 발열영역 상부)과 평탄화층(15) 상면에 탄탈륨(Ta) 등을 증착한 후, 도 7에 도시한 바와 같이, 포토리소그라피공정 및 식각공정을 통하여 히터층(12)의 발열영역(12a) 상부 쪽만 남도록 패터닝(Patterning)한다. 한편, 캐비테이션 방지층(16)의 패터닝을 할 때는 평탄화층(15) 상부에 위치하는 탄탈륨(Ta)을 제거하게 되는데, 본 발명은 이러한 경우에도 평탄화층(15)이 보호층(14)을 보호할 수 있기 때문에 보호층(14)의 파손을 방지할 수 있다.

<43> 도 8은 캐비테이션 방지층(16) 및 평탄화층(15) 위에 잉크챔버(17a)를 한정하는 챔버층(17)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 도 8과 같은 챔버층(17)을 형성한 후에는 도 1에 도시한 바와 같이 챔버층(18) 위에 최종적으로 노즐층(18)을 형성한다.

**발명의 효과**

<44> 이상에서 상세히 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드는 보호층의 상부에 형성되는 평탄화층이 도선층의 배선패턴으로 인해 생기는 굴곡부분을 모두 평탄하게 덮기 때문에 보호층의 파손을 방지하여 보호층을 안정적으로 보호할 수 있는 효과가 있다.

<45> 또 본 발명은 평탄화층이 보호층의 상부를 덮기 때문에 평탄화층이 형성된 이후에 수행되는 공정들을 용이하게 수행할 수 있으며, 이러한 공정들을 수행하는 과정에서 평탄화층이 보호층을 확실히 보호하므로 보호층의 파손을 방지할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

<1> 도 1은 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드의 개략적인 구성을 나타낸 단면도이다.

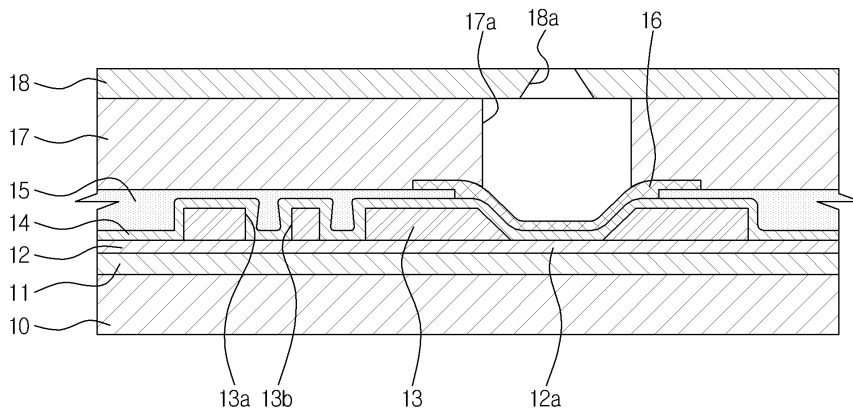
<2> 도 2 내지 도 8은 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드의 제조방법을 설명하기 위한 도면들이다.

<3> \* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*

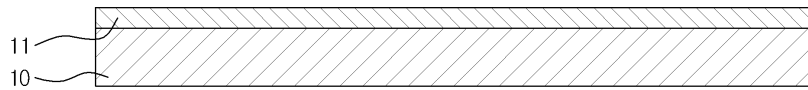
- <4> 10: 기관, 11: 절연층,
- <5> 12: 히터층, 13: 도선층,
- <6> 14: 보호층, 15: 평탄화층,
- <7> 16: 캐비테이션 방지층, 17: 챔버층,
- <8> 18: 노즐층.

도면

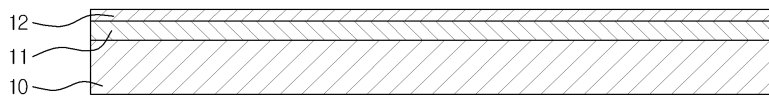
도면1



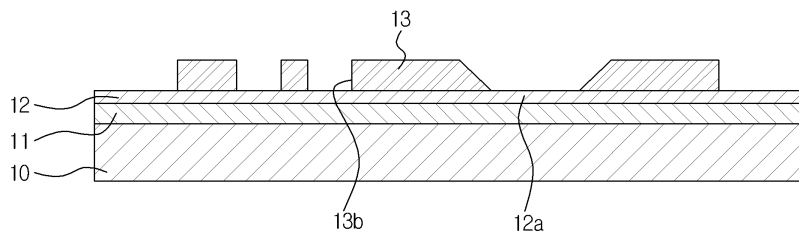
도면2



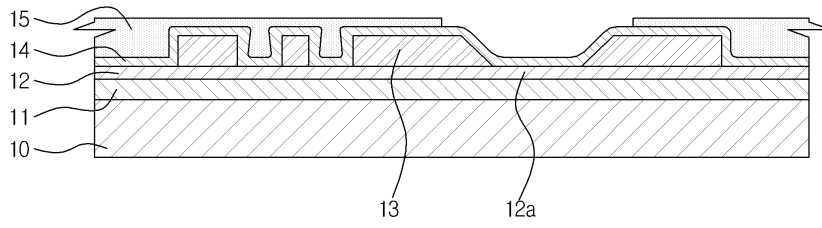
도면3



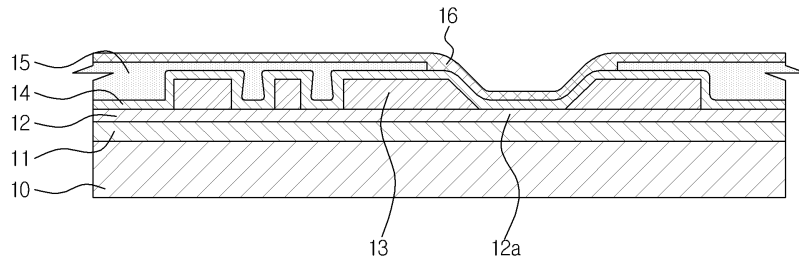
도면4



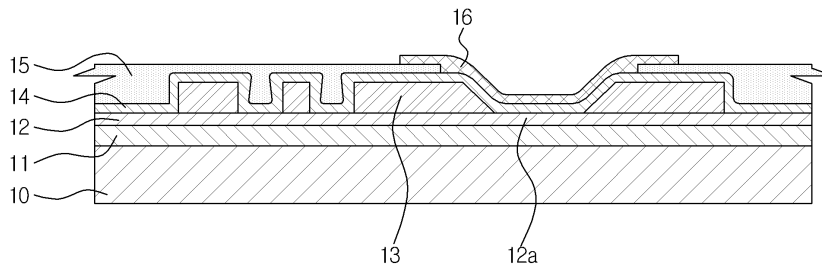
도면5



도면6



도면7



도면8

