



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

B41J 2/16 (2006.01)

B41J 2/135 (2006.01)

(11) 공개번호

10-2007-0060924

(43) 공개일자

2007년06월13일

(21) 출원번호 10-2005-0121124

(22) 출원일자 2005년12월09일

심사청구일자 없음

(71) 출원인 삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 이재창  
경기 화성시 태안읍 송산리 97-129 신현대아파트 3동 608호  
이창승  
경기 용인시 기흥읍 하갈리 322-6  
정재우  
경기 수원시 영통구 망포동 늘푸른벽산아파트 114-902  
김덕수  
경기 수원시 팔달구 인계동 255-26 3층  
이교열  
경기 용인시 상현동 449-843

(74) 대리인 리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 패럴린 마스크를 이용한 실리콘 습식 식각 방법 및 이방법을 이용한 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조방법

(57) 요약

적어도 2회의 습식 식각 공정에 의해 실리콘 기판에 서로 다른 형상을 가진 적어도 두 개의 요소를 형성하는 실리콘 습식 식각 방법이 개시된다. 개시된 실리콘 습식 식각 방법은, 실리콘 기판의 표면에 패럴린으로 이루어진 1차 식각 마스크를 형성하는 단계와, 1차 식각 마스크를 이용하여 실리콘 기판을 1차 습식 식각함으로써 제1 요소를 형성하는 단계와, 실리콘 기판의 표면에 실리콘 산화막으로 이루어진 2차 식각 마스크를 형성하는 단계와, 2차 식각 마스크를 이용하여 실리콘 기판을 2차 습식 식각함으로써 제2 요소를 형성하는 단계를 포함한다. 이와 같은 본 발명에 의하면, 상온에서 증착이 가능한 패럴린 마스크를 이용하여 1차 습식 식각 공정을 수행하므로, 실리콘 기판에 대한 열산화 공정의 회수가 줄어들게 되어 열산화 공정에 의해 발생될 수 있는 실리콘 기판 내부의 열적 결함이 최소화될 수 있으며, 이에 따라 습식 식각 공정에 의해 형성되는 요소들의 형상 균일도가 향상될 수 있다.

대표도

도 3

## 특허청구의 범위

### 청구항 1.

적어도 2회의 습식 식각 공정에 의해 실리콘 기판에 서로 다른 형상을 가진 적어도 두 개의 요소를 형성하는 실리콘 습식 식각 방법에 있어서,

상기 실리콘 기판의 표면에 패터링으로 이루어진 1차 식각 마스크를 형성하는 단계;

상기 1차 식각 마스크를 이용하여 상기 실리콘 기판을 1차 습식 식각함으로써 제1 요소를 형성하는 단계;

상기 실리콘 기판의 표면에 실리콘 산화막으로 이루어진 2차 식각 마스크를 형성하는 단계; 및

상기 2차 식각 마스크를 이용하여 상기 실리콘 기판을 2차 습식 식각함으로써 제2 요소를 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 습식 식각 방법.

### 청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 1차 식각 마스크 형성 단계는;

상기 실리콘 기판의 표면에 패터링을 증착하여 패터링 막을 형성하는 단계와,

상기 패터링 막의 표면에 제1 포토레지스트를 도포한 뒤, 상기 제1 포토레지스트를 패터닝하여 상기 제1 요소를 형성하기 위한 제1 개구부를 형성하는 단계와,

상기 제1 개구부를 통해 노출된 부위의 상기 패터링 막을 제거하여 상기 실리콘 기판의 표면을 부분적으로 노출시키는 단계와,

상기 제1 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 습식 식각 방법.

### 청구항 3.

제 2항에 있어서,

상기 패터링 막의 부분적인 제거는 반응성 이온 식각(RIE) 또는  $O_2$  에칭(ashing)에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 실리콘 습식 식각 방법.

### 청구항 4.

제 1항에 있어서,

상기 실리콘 기판에 대한 1차 습식 식각과 2차 습식 식각에 있어서, 실리콘용 에칭액(etchant)으로서 테트라메틸 수산화암모늄(TMAH) 또는 수산화 칼륨(KOH)이 사용되는 것을 특징으로 하는 실리콘 습식 식각 방법.

### 청구항 5.

제 1항에 있어서, 상기 2차 식각 마스크 형성 단계는;

상기 실리콘 기판의 표면에 실리콘 산화막을 형성하는 단계와,

상기 실리콘 산화막의 표면에 제2 포토레지스트를 도포한 뒤, 상기 제2 포토레지스트를 패터닝하여 상기 제2 요소를 형성하기 위한 제2 개구부를 형성하는 단계와,

상기 제2 개구부를 통해 노출된 부위의 상기 실리콘 산화막을 식각하여 상기 실리콘 기판의 표면을 부분적으로 노출시키는 단계와,

상기 제2 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 습식 식각 방법.

## 청구항 6.

제 5항에 있어서,

상기 실리콘 산화막은 상기 실리콘 기판을 열산화시킴으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 실리콘 습식 식각 방법.

## 청구항 7.

제 5항에 있어서,

상기 실리콘 산화막에 대한 식각은 반응성 이온 식각(RIE) 또는 BOE(Buffered Oxide Etchant)를 사용한 습식 식각 방법에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 실리콘 습식 식각 방법.

## 청구항 8.

다수의 리스트릭터와 다수의 노즐을 가진 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법에 있어서,

실리콘 기판을 준비하는 단계;

상기 실리콘 기판의 상면에 패럴린으로 이루어진 1차 식각 마스크를 형성하는 단계;

상기 1차 식각 마스크를 이용하여 상기 실리콘 기판의 상면을 1차 습식 식각함으로써 상기 다수의 리스트릭터를 형성하는 단계;

상기 실리콘 기판의 상면에 실리콘 산화막으로 이루어진 2차 식각 마스크를 형성하는 단계;

상기 2차 식각 마스크를 이용하여 상기 실리콘 기판의 상면을 2차 습식 식각함으로써 상기 다수의 노즐 각각의 댐퍼를 형성하는 단계;

상기 실리콘 기판의 저면에 실리콘 산화막으로 이루어진 3차 식각 마스크를 형성하는 단계; 및

상기 3차 식각 마스크를 이용하여 상기 실리콘 기판의 저면을 건식 식각함으로써 상기 다수의 노즐 각각의 잉크 토출구를 상기 댐퍼와 연통되도록 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법.

## 청구항 9.

제 8항에 있어서, 상기 1차 식각 마스크 형성 단계는;

상기 실리콘 기판의 상면에 패럴린을 증착하여 패럴린 막을 형성하는 단계와,

상기 패럴린 막의 표면에 제1 포토레지스트를 도포한 뒤, 상기 제1 포토레지스트를 패터닝하여 상기 다수의 리스트릭터를 형성하기 위한 다수의 제1 개구부를 형성하는 단계와,

상기 다수의 제1 개구부를 통해 노출된 부위의 상기 패럴린 막을 제거하여 상기 실리콘 기판의 상면을 부분적으로 노출시키는 단계와,

상기 제1 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법.

## 청구항 10.

제 9항에 있어서,

상기 패럴린 막의 부분적인 제거는 반응성 이온 식각(RIE) 또는  $O_2$  에칭(ashing)에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법.

## 청구항 11.

제 8항에 있어서,

상기 실리콘 기판에 대한 1차 습식 식각과 2차 습식 식각에 있어서, 실리콘용 에칭액(etchant)으로서 테트라메틸 수산화암모늄(TMAH) 또는 수산화 칼륨(KOH)이 사용되는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법.

## 청구항 12.

제 8항에 있어서,

상기 다수의 리스트릭터 각각의 모서리 부위는 라운드 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법.

## 청구항 13.

제 8항에 있어서, 상기 2차 식각 마스크 형성 단계는;

상기 실리콘 기판의 표면에 실리콘 산화막을 형성하는 단계와,

상기 실리콘 기판의 상면에 형성된 상기 실리콘 산화막의 상면에 제2 포토레지스트를 도포한 뒤, 상기 제2 포토레지스트를 패터닝하여 상기 다수의 댐퍼를 형성하기 위한 다수의 제2 개구부를 형성하는 단계와,

상기 다수의 제2 개구부를 통해 노출된 부위의 상기 실리콘 산화막을 식각하여 상기 실리콘 기판의 상면을 부분적으로 노출시키는 단계와,

상기 제2 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법.

## 청구항 14.

제 13항에 있어서,

상기 실리콘 산화막은 상기 실리콘 기판을 열산화시킴으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법.

## 청구항 15.

제 13항에 있어서,

상기 실리콘 산화막에 대한 식각은 반응성 이온 식각(RIE) 또는 BOE(Buffered Oxide Etchant)를 사용한 습식 식각 방법에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법.

## 청구항 16.

제 8항에 있어서, 상기 3차 식각 마스크 형성 단계는;

상기 실리콘 기판의 표면에 실리콘 산화막을 형성하는 단계와,

상기 실리콘 기판의 저면에 형성된 상기 실리콘 산화막의 저면에 제3 포토레지스트를 도포한 뒤, 상기 제3 포토레지스트를 패터닝하여 상기 다수의 잉크 토출구를 형성하기 위한 다수의 제3 개구부를 형성하는 단계와,

상기 다수의 제3 개구부를 통해 노출된 부위의 상기 실리콘 산화막을 식각하여 상기 실리콘 기판의 저면을 부분적으로 노출시키는 단계와,

상기 제3 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법.

## 청구항 17.

제 8항에 있어서,

상기 실리콘 기판에 대한 건식 식각은 ICP RIE 방법에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법.

명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 실리콘 습식 식각 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 패터닝 마스크를 이용하여 실리콘 기판을 습식 식각하는 방법과 이 방법을 이용하여 잉크젯 프린트 헤드의 노즐 플레이트를 제조하는 방법에 관한 것이다.

일반적으로 실리콘 기판을 습식 식각 할 때에는, 식각 마스크로서 실리콘 산화막을 사용하고 있다. 상기 실리콘 산화막은 통상적으로 실리콘 기판을 대략 1000℃ 정도에서 열산화시킴에 의해 실리콘 기판의 표면에 소정 두께로 형성된다. 이어

서, 포토레지스트를 이용하여 실리콘 산화막을 소정 패턴으로 패터닝 하여 식각 마스크를 형성한다. 이와 같이 실리콘 산화막으로 이루어진 식각 마스크를 이용하여 실리콘용 에칭액(etchant), 예컨대 테트라메틸 수산화 암모늄(TMAH: Tetramethyl Ammonium Hydroxide) 또는 수산화 칼륨(KOH)으로 실리콘 기판을 식각하게 된다.

상기한 습식 식각 공정에 의해 실리콘 기판에 홈, 트랜치 및 홀과 같은 요소를 두 개 이상 형성하는 경우가 있다. 이 경우, 상기 요소들의 종횡비 또는 깊이에 차이가 있을 경우에는, 두 번 또는 그 이상의 습식 식각 공정을 반복하여 수행하게 되며, 이에 필요한 식각 마스크도 두 번 이상 형성되어야 한다. 이에 따라, 식각 마스크로서 실리콘 산화막을 형성하기 위해 실리콘 기판은 반복되는 열산화 공정을 거치게 된다.

그런데, 실리콘 기판에 대한 열산화 공정이 반복될수록, 실리콘 기판에는 산소 원자의 내부 침투로 인한 열적 결함이 발생될 가능성이 높아지게 된다. 이와 같이, 실리콘 기판 내부에 결함이 발생될 경우에는, 첫 번째 이후에 형성되는 요소에 대한 습식 식각 공정에서, 상기 결함이 발생된 부위와 그 부근에서의 식각 균일도가 저하되고, 이에 따라 그 부위에 형성되는 요소의 형상 균일도가 저하되는 문제점이 발생하게 된다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 특히 상온에서 증착이 가능한 패럴린을 사용하여 식각 마스크를 형성함으로써 실리콘 기판에 대한 열적 결함을 방지하여 식각 균일성을 향상시킬 수 있는 실리콘 습식 식각 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

또한, 본 발명은 상기한 실리콘 습식 식각 방법을 이용하여 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트를 제조하는 방법을 제공하는데 다른 목적이 있다.

### 발명의 구성

상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 실리콘 습식 식각 방법은,

적어도 2회의 습식 식각 공정에 의해 실리콘 기판에 서로 다른 형상을 가진 적어도 두 개의 요소를 형성하는 실리콘 습식 식각 방법에 있어서,

상기 실리콘 기판의 표면에 패럴린으로 이루어진 1차 식각 마스크를 형성하는 단계; 상기 1차 식각 마스크를 이용하여 상기 실리콘 기판을 1차 습식 식각함으로써 제1 요소를 형성하는 단계; 상기 실리콘 기판의 표면에 실리콘 산화막으로 이루어진 2차 식각 마스크를 형성하는 단계; 및 상기 2차 식각 마스크를 이용하여 상기 실리콘 기판을 2차 습식 식각함으로써 제2 요소를 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 1차 식각 마스크 형성 단계는; 상기 실리콘 기판의 표면에 패럴린을 증착하여 패럴린 막을 형성하는 단계와, 상기 패럴린 막의 표면에 제1 포토레지스트를 도포한 뒤, 상기 제1 포토레지스트를 패터닝하여 상기 제1 요소를 형성하기 위한 제1 개구부를 형성하는 단계와, 상기 제1 개구부를 통해 노출된 부위의 상기 패럴린 막을 제거하여 상기 실리콘 기판의 표면을 부분적으로 노출시키는 단계와, 상기 제1 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함할 수 있다,

상기 패럴린 막의 부분적인 제거는 반응성 이온 식각(RIE) 또는  $O_2$  애싱(ashing)에 의해 수행될 수 있다.

상기 실리콘 기판에 대한 1차 습식 식각과 2차 습식 식각에 있어서, 실리콘용 에칭액(etchant)으로서 테트라메틸 수산화 암모늄(TMAH) 또는 수산화 칼륨(KOH)이 사용될 수 있다.

본 발명에 있어서, 상기 2차 식각 마스크 형성 단계는; 상기 실리콘 기판의 표면에 실리콘 산화막을 형성하는 단계와, 상기 실리콘 산화막의 표면에 제2 포토레지스트를 도포한 뒤, 상기 제2 포토레지스트를 패터닝하여 상기 제2 요소를 형성하기 위한 제2 개구부를 형성하는 단계와, 상기 제2 개구부를 통해 노출된 부위의 상기 실리콘 산화막을 식각하여 상기 실리콘 기판의 표면을 부분적으로 노출시키는 단계와, 상기 제2 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

상기 실리콘 산화막은 상기 실리콘 기판을 열산화시킴으로써 형성될 수 있다.

상기 실리콘 산화막에 대한 식각은 반응성 이온 식각(RIE) 또는 BOE(Buffered Oxide Etchant)를 사용한 습식 식각 방법에 의해 수행될 수 있다.

그리고, 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법은,

다수의 리스트릭터와 다수의 노즐을 가진 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트 제조 방법에 있어서,

실리콘 기판을 준비하는 단계; 상기 실리콘 기판의 상면에 패럴린으로 이루어진 1차 식각 마스크를 형성하는 단계; 상기 1차 식각 마스크를 이용하여 상기 실리콘 기판의 상면을 1차 습식 식각함으로써 상기 다수의 리스트릭터를 형성하는 단계; 상기 실리콘 기판의 상면에 실리콘 산화막으로 이루어진 2차 식각 마스크를 형성하는 단계; 상기 2차 식각 마스크를 이용하여 상기 실리콘 기판의 상면을 2차 습식 식각함으로써 상기 다수의 노즐 각각의 댐퍼를 형성하는 단계; 상기 실리콘 기판의 저면에 실리콘 산화막으로 이루어진 3차 식각 마스크를 형성하는 단계; 및 상기 3차 식각 마스크를 이용하여 상기 실리콘 기판의 저면을 건식 식각함으로써 상기 다수의 노즐 각각의 잉크 토출구를 상기 댐퍼와 연통되도록 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 1차 식각 마스크 형성 단계는; 상기 실리콘 기판의 상면에 패럴린을 증착하여 패럴린 막을 형성하는 단계와, 상기 패럴린 막의 표면에 제1 포토레지스트를 도포한 뒤, 상기 제1 포토레지스트를 패터닝하여 상기 다수의 리스트릭터를 형성하기 위한 다수의 제1 개구부를 형성하는 단계와, 상기 다수의 제1 개구부를 통해 노출된 부위의 상기 패럴린 막을 제거하여 상기 실리콘 기판의 상면을 부분적으로 노출시키는 단계와, 상기 제1 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

본 발명에 있어서, 상기 다수의 리스트릭터 각각의 모서리 부위는 라운드 형상으로 형성되는 것이 바람직하다.

본 발명에 있어서, 상기 2차 식각 마스크 형성 단계는; 상기 실리콘 기판의 표면에 실리콘 산화막을 형성하는 단계와, 상기 실리콘 기판의 상면에 형성된 상기 실리콘 산화막의 상면에 제2 포토레지스트를 도포한 뒤, 상기 제2 포토레지스트를 패터닝하여 상기 다수의 댐퍼를 형성하기 위한 다수의 제2 개구부를 형성하는 단계와, 상기 다수의 제2 개구부를 통해 노출된 부위의 상기 실리콘 산화막을 식각하여 상기 실리콘 기판의 상면을 부분적으로 노출시키는 단계와, 상기 제2 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

본 발명에 있어서, 상기 3차 식각 마스크 형성 단계는; 상기 실리콘 기판의 표면에 실리콘 산화막을 형성하는 단계와, 상기 실리콘 기판의 저면에 형성된 상기 실리콘 산화막의 저면에 제3 포토레지스트를 도포한 뒤, 상기 제3 포토레지스트를 패터닝하여 상기 다수의 잉크 토출구를 형성하기 위한 다수의 제3 개구부를 형성하는 단계와, 상기 다수의 제3 개구부를 통해 노출된 부위의 상기 실리콘 산화막을 식각하여 상기 실리콘 기판의 저면을 부분적으로 노출시키는 단계와, 상기 제3 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

본 발명에 있어서, 상기 실리콘 기판에 대한 건식 식각은 ICP RIE 방법에 의해 수행될 수 있다.

이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다.

그리고, 본 발명에 따른 실리콘 습식 식각 방법에 대한 설명을 용이하게 하기 위하여, 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트를 예로 들어 본 발명을 설명하기로 한다. 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.

그러나, 본 발명은 이하에서 도시되고 설명되는 구체적인 실시예에 한정되지 아니하며, 실리콘 기판에 홈, 트랜치 및 홀 등을 포함하는 다양한 형상의 요소를 적어도 두 개 이상 형성하는 경우에도 적용될 수 있다.

도 1a는 본 발명에 따른 실리콘 습식 식각 방법이 구체적으로 적용된 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드를 부분 절단하여 나타낸 분해 사시도이고, 도 1b는 도 1a에 표시된 A-A'선을 따른 프린트헤드의 수직 단면도이며, 도 1c는 도 1b에 표시된 B-B'선을 따른 프린트헤드의 수직 단면도이다.

도 1a 내지 도 1c를 함께 참조하면, 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드는, 두 개의 기관, 즉 상부 기관(100)과 하부 기관(200)을 접합함으로써 이루어질 수 있다. 그리고, 상기 상부 기관(100)과 하부 기관(200)에는 잉크 유로가 형성되며, 상부 기관(100)의 상면에는 잉크의 토출을 위한 구동력을 발생시키는 압전 액츄에이터(190)가 마련될 수 있다.

상기 두 개의 기관(100, 200)은 모두 단결정 실리콘 웨이퍼로 이루어진다. 이에 따라, 포토리소그래피(photolithography)와 식각(etching)과 같은 미세 가공(micromachining) 기술을 이용하여 두 개의 기관(100, 200)에 잉크 유로를 이루게 되는 구성 요소들을 보다 미세한 크기로 정밀하고 용이하게 형성할 수 있다. 특히, 상기 상부 기관(100)은 SOI(Silicon-On-Insulator) 웨이퍼로 이루어질 수 있다. SOI 웨이퍼는 일반적으로 제1 실리콘층(101)과, 제1 실리콘층(101) 상에 형성된 중간 산화막(102)과, 중간 산화막(102) 상에 접착되는 제2 실리콘층(103)의 적층 구조를 가지고 있다.

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(130)와, 상기 잉크 인렛(110)을 통해 유입된 잉크를 다수의 압력 챔버(130)에 공급하는 공통 유로인 매니폴드(120)와, 상기 매니폴드(120)로부터 각각의 압력 챔버(130)로 잉크를 공급하기 위한 개별 유로인 리스트릭터(220)와, 상기 압력 챔버(130)로부터 잉크가 토출되는 노즐(210)을 포함한다. 이러한 잉크 유로를 형성하는 구성요소들은 상술한 바와 같이 두 개의 기관(100, 200)에 나뉘어져 배치된다.

구체적으로, 상부 기관(100)에는 상기 잉크 인렛(110), 매니폴드(120) 및 다수의 압력 챔버(130)가 형성된다. 상기 매니폴드(120)는 상부 기관(100)의 저면에 소정 깊이로 형성되며, 일방향으로 길게 연장된 형상을 가진다. 상기 잉크 인렛(110)은 상부 기관(100)을 수직으로 관통하여 형성되어 상기 매니폴드(120)의 일단부에 연결된다. 상기 다수의 압력 챔버(130)는 상부 기관(100)의 저면에 소정 깊이로 형성되며, 상기 매니폴드(120)의 양측에 2 열로 배열된다. 그리고, 상기 매니폴드(120)의 내부에는 상기 매니폴드(120)를 좌우로 분리시켜 압력 챔버(130) 상호간의 크로스 토크(cross-talk)를 방지하기 위한 격벽(125)이 그 길이방향으로 길게 형성될 수 있다.

상기 상부 기관(100) 위에는 압전 액츄에이터(190)가 형성된다. 그리고, 상부 기관(100)과 압전 액츄에이터(190) 사이에는 절연막으로서 실리콘 산화막(180)이 형성될 수 있다. 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 기관(200), 즉 노즐 플레이트에는, 상기 매니폴드(120)와 다수의 압력 챔버(130) 각각의 일단부를 연결하는 개별 유로인 다수의 리스트릭터(220)와, 잉크를 토출하기 위한 다수의 노즐(210)이 형성된다. 상기 하부 기관(200)은 반도체 집적회로의 제조에 널리 사용되는 단결정 실리콘 웨이퍼로 이루어지며, 수백  $\mu\text{m}$ 의 두께, 예컨대 대략 245 $\mu\text{m}$  정도의 두께를 가진다.

상기 다수의 리스트릭터(220) 각각은 상기 하부 기관(200)의 상면에 소정 깊이, 예컨대 20 $\mu\text{m}$  ~ 40 $\mu\text{m}$  정도의 깊이로 형성되며, 그 일단은 매니폴드(120)에 연결되고 그 타단은 압력 챔버(130)에 연결된다. 이러한 리스트릭터(220)는 매니폴드(120)로부터 압력 챔버(130)로 적정량의 잉크를 공급하는 역할 뿐만 아니라, 잉크가 토출될 때 압력 챔버(130)로부터 매니폴드(120)쪽으로 잉크가 역류하는 것을 억제하는 역할도 하게 된다.

상기 다수의 노즐(210) 각각은 상기 다수의 압력 챔버(130) 각각의 타단부에 대응하는 위치에 상기 하부 기관(200)을 수직으로 관통하도록 형성된다. 상기 노즐(210)은, 하부 기관(200)의 윗 부분에 형성된 댐퍼(211)와, 하부 기관(200)의 아래 부분에 형성되며 잉크가 토출되는 잉크 토출구(212)로 이루어질 수 있다. 상기 잉크 토출구(212)는 일정한 직경을 가진 수직 홀의 형상으로 형성될 수 있고, 상기 댐퍼(211)는 압력 챔버(130)로부터 잉크 토출구(212)쪽으로 가면서 점차 그 단면적이 감소하는 피라미드 형상으로 형성될 수 있다.

상기한 바와 같이 형성된 두 개의 기관(100, 200)은 전술한 바와 같이 적층되어 서로 접합됨으로써 본 발명에 따른 압전 방식의 잉크젯 프린트 헤드를 구성하게 된다. 그리고, 두 개의 기관(100, 200) 내부에는 잉크 인렛(110), 매니폴드(120), 리스트릭터(220), 압력 챔버(130) 및 노즐(210)이 차례대로 연결되어 이루어진 잉크 유로가 형성된다.

이하에서는, 상기한 구성을 가진 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트를 본 발명에 따른 실리콘 습식 식각 방법에 의해 제조하는 방법을 설명하기로 한다.

도 2a 내지 도 2d는 실리콘 기관의 표면에 실리콘 습식 식각용 마스크로서 패터닝 마스크를 형성하는 단계를 설명하기 위한 도면들이다.

도 2a를 참조하면, 잉크젯 프린트헤드의 하부 기관(도 1a의 200, 이하 노즐 플레이트라고 한다)은 단결정 실리콘 기관으로 이루어진다. 먼저, 대략  $650\mu\text{m}$  두께의 실리콘 기관(200')을 준비한다. 이어서, 실리콘 기관(200')을 화학적-기계적 연마(CMP: Chemical-Mechanical Polishing)에 의해 그 두께를 대략  $245\mu\text{m}$  정도로 감소시킨 다음, 실리콘 기관(200') 전체를 클리닝 한다. 이때, 실리콘 기관(200')의 클리닝에는 아세톤과 이소프로필 알콜(IPA) 등을 사용한 유기 클리닝 방법과, 황산과 BOE(Buffered Oxide Etchant) 등을 사용한 산 클리닝 방법과, SC1 클리닝 방법이 사용될 수 있다.

이와 같이 클리닝 된 실리콘 기관(200')의 표면에 소정 두께의 패럴린 막(parylene layer, 251)을 형성한다. 상기 패럴린은 반도체 산업 분야에서 코팅 물질로 널리 사용되는 화학물질이며, 상온(room temperature)에서 실리콘 기관(200')의 표면에 용이하게 증착되는 장점이 있다.

다음으로, 도 2b에 도시된 바와 같이, 실리콘 기관(200') 상면에 형성된 패럴린 막(251)의 표면에 제1 포토레지스트(PR<sub>1</sub>)를 도포한다. 이어서, 도포된 제1 포토레지스트(PR<sub>1</sub>)를 패터닝함으로써 실리콘 기관(200')의 상면에 다수의 리스트릭터(도 1a의 220)를 형성하기 위한 다수의 제1 개구부(220')를 형성한다. 이때, 제1 포토레지스트(PR<sub>1</sub>)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.

다음으로, 도 2c에 도시된 바와 같이, 상기 다수의 제1 개구부(220')를 통해 노출된 부위의 패럴린 막(251)을 제1 포토레지스트(PR<sub>1</sub>)를 식각 마스크로 하여 반응성 이온 식각(RIE: Reactive Ion Etching) 또는 O<sub>2</sub> 에칭(ashing)에 의해 식각함으로써, 실리콘 기관(200')의 상면을 부분적으로 노출시킨다. 이어서, 상기한 유기 클리닝 방법 및/또는 산 클리닝 방법에 의해 상기 제1 포토레지스트(PR<sub>1</sub>)를 제거한다. 이때, 상기 제1 포토레지스트(PR<sub>1</sub>)는 에칭(ashing)에 의해 제거될 수도 있다. 이와 같은 제1 포토레지스트(PR<sub>1</sub>)의 제거 방법은 이하에서 설명되는 다른 포토레지스트들의 제거에도 이용될 수 있다.

상기한 바와 같은 단계들을 거치게 되면, 도 2d에 도시된 바와 같이, 실리콘 기관(200')의 상면에 패럴린 막(251)으로 이루어진 1차 식각 마스크가 형성된다.

도 3은 패럴린 마스크를 사용하여 실리콘 기관을 1차 습식 식각하는 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 3을 참조하면, 패럴린 막(251)을 1차 식각 마스크로 하여 노출된 부위의 실리콘 기관(200')의 상면을 1차 습식 식각함으로써 다수의 리스트릭터(220)를 소정 깊이를 가진 홈 형상으로 형성한다. 이때, 실리콘 기관(200')에 대한 습식 식각은 실리콘용 에칭액(etchant)으로서, 예컨대 테트라메틸 수산화 암모늄(TMAH: Tetramethyl Ammonium Hydroxide) 또는 수산화 칼륨(KOH)을 사용할 수 있다. 이때, 상기 다수의 리스트릭터(220) 각각의 측면은 경사지게 형성되고, 그 모서리는 둥글게 형성되는데, 이에 대해서는 뒤에서 도 7a 내지 도 7d를 참조하며 다시 설명하기로 한다.

실리콘 기관(200')에 대한 1차 습식 식각이 완료되면, 상기 패럴린 막(251)을 제거한다. 이때, 패럴린 막(251)은 반응성 이온 식각(RIE) 또는 O<sub>2</sub> 에칭(ashing)에 의해 제거될 수 있다.

도 4a 내지 도 4d는 실리콘 기관의 표면에 실리콘 산화막으로 이루어진 식각 마스크를 형성하는 단계를 설명하기 위한 도면들이다.

도 4a를 참조하면, 상기한 바와 같이 다수의 리스트릭터(220)가 형성된 실리콘 기관(200')의 표면에 소정 두께의 실리콘 산화막(252)을 형성한다. 상기 실리콘 산화막(252)은 실리콘 기관(200')을 대략 1000℃ 정도에서 열산화시킴으로써 형성될 수 있다.

다음으로, 도 4b에 도시된 바와 같이, 실리콘 기관(200') 상면에 형성된 실리콘 산화막(252)의 표면에 제2 포토레지스트(PR<sub>2</sub>)를 도포한다. 이어서, 도포된 제2 포토레지스트(PR<sub>2</sub>)를 패터닝함으로써 실리콘 기관(200')의 상면에 노즐(도 1a의 210)의 뎀퍼(도 1a의 211)를 형성하기 위한 다수의 제2 개구부(211')를 형성한다.

다음으로, 도 4c에 도시된 바와 같이, 제2 포토레지스트(PR<sub>2</sub>)를 식각 마스크로 하여 상기 다수의 제2 개구부(211')를 통해 노출된 부위의 실리콘 산화막(252)을 식각함으로써 실리콘 기관(200')의 상면을 부분적으로 노출시킨다. 이때, 실리콘 산

화막(252)에 대한 식각은 반응성 이온 식각(RIE)과 같은 건식 식각 방법 또는 BOE(Buffered Oxide Etchant)를 사용한 습식 식각 방법에 의해 수행될 수 있다. 이어서, 상기한 유기 클리닝 방법 및/또는 산 클리닝 방법에 의해 상기 제2 포토레지스트(PR<sub>2</sub>)를 제거할 수 있다. 이때, 상기 제2 포토레지스트(PR<sub>2</sub>)는 에칭(ashing)에 의해 제거될 수도 있다.

상기한 바와 같은 단계들을 거치게 되면, 도 4d에 도시된 바와 같이, 실리콘 기판(200')의 상면에 실리콘 산화막(252)으로 이루어진 2차 식각 마스크가 형성된다.

도 5는 실리콘 산화막 마스크를 사용하여 실리콘 기판을 2차 습식 식각하는 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 5를 참조하면, 실리콘 산화막(252)을 2차 식각 마스크로 하여 노출된 부위의 실리콘 기판(200')의 상면을 소정 깊이, 예컨대 230 $\mu$ m ~ 235 $\mu$ m 정도의 깊이로 2차 습식 식각함으로써, 다수의 노즐(210) 각각의 챔퍼(211)를 형성한다. 이때, 실리콘 기판(200')에 대한 습식 식각은 실리콘용 에칭액(etchant)으로서, 예컨대 테트라메틸 수산화 암모늄(TMAH: Tetramethyl Ammonium Hydroxide) 또는 수산화 칼륨(KOH)을 사용할 수 있다. 그러면, 실리콘 기판(200') 내부의 결정면에 따른 이방성 습식 식각 특성에 의해, 도 1a에 도시된 바와 같이 피라미드 형태의 챔퍼(211)가 형성될 수 있다.

도 6a 내지 도 6c는 실리콘 기판의 저면에 노즐의 잉크 토출구를 형성하는 단계들을 설명하기 위한 도면들이다.

도 6a를 참조하면, 실리콘 기판(200')의 저면에 형성된 실리콘 산화막(252) 표면에 제3 포토레지스트(PR<sub>3</sub>)를 도포한다. 이어서, 도포된 제3 포토레지스트(PR<sub>3</sub>)를 패터닝하여 실리콘 기판(200')의 저면에 노즐(210)의 잉크 토출구(도 1a의 212)를 형성하기 위한 제3 개구부(221')를 형성한다.

다음으로, 도 6b에 도시된 바와 같이, 상기 제3 개구부(221')를 통해 노출된 부위의 실리콘 산화막(252)을 제3 포토레지스트(PR<sub>3</sub>)를 식각 마스크로 하여 습식 식각 또는 건식 식각하여 제거함으로써 실리콘 기판(200')의 저면을 부분적으로 노출시킨 후, 상기 제3 포토레지스트(PR<sub>3</sub>)를 제거한다.

다음에는, 도 6c에 도시된 바와 같이, 실리콘 기판(220')의 저면에 형성된 실리콘 산화막(252)을 3차 식각 마스크로 하여 노출된 부위의 실리콘 기판(200')을 관통되도록 식각함으로써, 상기 챔퍼(211)와 연통되는 잉크 토출구(212)를 형성한다. 이때, 실리콘 기판(200')의 식각은 ICP RIE 방법을 이용한 건식 식각에 의해 수행될 수 있다.

이로써, 실리콘 기판(200')의 상면에 형성된 다수의 리스트릭터(220)와 실리콘 기판(200')을 관통하여 형성된 다수의 노즐(210)을 가진 노즐 플레이트(200)가 완성된다.

상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 실리콘 습식 식각 방법에서는 패럴린 마스크를 이용하여 1차 습식 식각 공정을 수행하므로, 실리콘 기판(200')에 대한 열산화 공정의 회수가 줄어들게 된다. 따라서, 열산화 공정에 의해 발생될 수 있는 실리콘 기판(200') 내부의 열적 결함이 방지되거나 줄어들 수 있으므로, 2차 습식 식각에 의해 형성되는 챔퍼(211)의 형상 균일도가 향상될 수 있다. 또한, 챔퍼(211)의 형상 균일도가 향상되면, 이에 따라 잉크 토출구(212)의 길이도 균일하게 형성될 수 있어서 잉크 토출 성능이 향상된다. 이에 대해서는, 뒤에서 도 8을 참조하여 다시 설명하기로 한다.

도 7a 내지 도 7d는 본 발명에 따라 도 3에 도시된 단계에서 형성된 리스트릭터의 형상과 종래의 방법에 의해 형성된 리스트릭터의 형상을 비교하여 보여주는 도면들이다.

도 7a와 도 7b는 본 발명에 따라 패럴린 마스크를 이용하는 습식 식각 공정에 의해 형성된 리스트릭터의 평면과 단면 형상을 보여주며, 도 7c와 도 7d는 종래 기술에 의해 실리콘 산화막 마스크를 이용하는 습식 식각 공정에 의해 형성된 리스트릭터의 평면과 단면 형상을 보여준다.

실리콘 기판 내부의 결정면에 따른 이방성 습식 식각 특성에 의해, 리스트릭터의 측면은 경사면으로 형성된다. 구체적으로, 리스트릭터의 저면은 결정면에 대한 밀러 지수가 (100)이고, 리스트릭터의 측면은 그 밀러 지수가 (110)이다.

그런데, 종래 기술에 있어서, 실리콘 산화막은 실리콘 기판과의 접합성이 매우 우수하여, 습식 식각 시에 실리콘 산화막 아래 부분에서의 수평 방향 식각이 매우 적게 이루어진다. 따라서, 도 7c와 도 7d에 도시된 바와 같이, 리스트릭터의 길이 방향 측면과 폭 방향 측면이 거의 직각으로 만나게 되어 리스트릭터의 평면 형상이 직사각형을 이루게 된다. 이 경우, 잉크가 리스트릭터를 통과할 때 리스트릭터의 뾰족한 모서리 부위에 버블이 트랩될 수 있는 문제점이 있다.

그러나, 본 발명에 있어서는, 실리콘 기판에 대한 패럴린 막의 접합성이 실리콘 산화막에 비해 약하므로, 패럴린 막 아래 부분에서의 수평 방향 식각이 보다 쉽게 이루어지게 된다. 이에 따라, 도 7a와 도 7b에 도시된 바와 같이, 리스트릭터의 모서리 부위가 라운드한 형상으로 이루어질 수 있다. 이 경우, 잉크가 리스트릭터를 통과할 때 버블이 그 모서리 부위에 트랩되는 현상이 최소화될 수 있다.

도 8은 본 발명에 따라 형성된 댐퍼의 균일도와 종래의 방법에 의해 형성된 댐퍼의 균일도를 비교하여 보여주는 그래프이다.

도 8을 보면, 종래 기술에 의해 형성된 댐퍼의 가로와 세로의 수치에 대한 균일도(uniformity)가 대략 0.7~0.8%로서 비교적 높은 수치를 나타내는데 반하여, 본 발명에 의해 형성된 댐퍼의 가로와 세로 수치에 대한 균일도는 대략 0.2~0.3%로서 매우 낮은 수치를 나타냄을 알 수 있다. 여기에서, 균일도는 표준편차/평균으로 나타내므로, 균일도의 수치가 낮을수록 댐퍼의 균일도는 보다 우수하다는 것을 나타낸다. 따라서, 본 발명에 의해 형성된 댐퍼의 균일도가 종래 기술에 의해 형성된 댐퍼의 균일도에 비해 훨씬 우수하다는 것을 알 수 있다.

### 발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 실리콘 습식 식각 방법에 있어서는, 상온에서 증착이 가능한 패럴린 마스크를 이용하여 1차 습식 식각 공정을 수행하므로, 실리콘 기판에 대한 열산화 공정의 회수가 줄어들게 되어 열산화 공정에 의해 발생될 수 있는 실리콘 기판 내부의 열적 결함이 최소화될 수 있다. 따라서, 습식 식각 공정에 의해 형성되는 요소들의 형상 균일도가 향상되는 장점이 있다.

그리고, 패럴린 마스크를 이용하여 노즐 플레이트의 표면에 리스트릭터를 형성하게 되면, 리스트릭터의 모서리 부위가 라운드한 형상으로 이루어질 수 있다. 따라서, 잉크가 리스트릭터를 통과할 때 버블이 그 모서리 부위에 트랩되는 문제점이 해소될 수 있는 장점이 있다.

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, 위에서 도시되고 설명된 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드는 본 발명을 용이하게 설명하기 위해 예시한 것으로서, 본 발명의 범위가 이에 한정되지는 않는다. 즉, 본 발명은 다양한 종류의 잉크젯 프린트헤드의 노즐 플레이트에 적용될 수 있다. 또한, 본 발명은 실리콘 기판에 리스트릭터와 같은 홈과 노즐과 같은 홀뿐만 아니라 트렌치 등을 포함하는 다양한 형상의 요소를 적어도 2 회의 습식 식각 공정에 의해 형성하는 경우에도 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

### 도면의 간단한 설명

도 1a는 본 발명에 따른 실리콘 습식 식각 방법이 구체적으로 적용된 압전 방식의 잉크젯 프린트헤드를 부분 절단하여 나타낸 분해 사시도이다.

도 1b는 도 1a에 표시된 A-A'선을 따른 프린트헤드의 수직 단면도이다.

도 1c는 도 1b에 표시된 B-B'선을 따른 프린트헤드의 수직 단면도이다.

도 2a 내지 도 2d는 실리콘 기판의 표면에 실리콘 습식 식각용 마스크로서 패럴린 마스크를 형성하는 단계를 설명하기 위한 도면들이다.

도 3은 패럴린 마스크를 사용하여 실리콘 기판을 1차 습식 식각하는 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 4a 내지 도 4d는 실리콘 기판의 표면에 실리콘 산화막으로 이루어진 식각 마스크를 형성하는 단계를 설명하기 위한 도면들이다.

도 5는 실리콘 산화막 마스크를 사용하여 실리콘 기판을 2차 습식 식각하는 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 6a 내지 도 6c는 실리콘 기관의 저면에 노즐의 잉크 토출구를 형성하는 단계들을 설명하기 위한 도면들이다.

도 7a 내지 도 7d는 본 발명에 따라 도 3에 도시된 단계에서 형성된 리스트릭터의 형상과 종래의 방법에 의해 형성된 리스트릭터의 형상을 비교하여 보여주는 도면들이다.

도 8은 본 발명에 따라 형성된 댐퍼의 균일도와 종래의 방법에 의해 형성된 댐퍼의 균일도를 비교하여 보여주는 그래프이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

100...상부 기관 101...제1 실리콘층

102...중간 산화막 103...제2 실리콘층

110...잉크 인렛 120...매니폴드

125...격벽 130...압력 챔버

180...실리콘 산화막 190...압전 액츄에이터

191...하부 전극 192...압전막

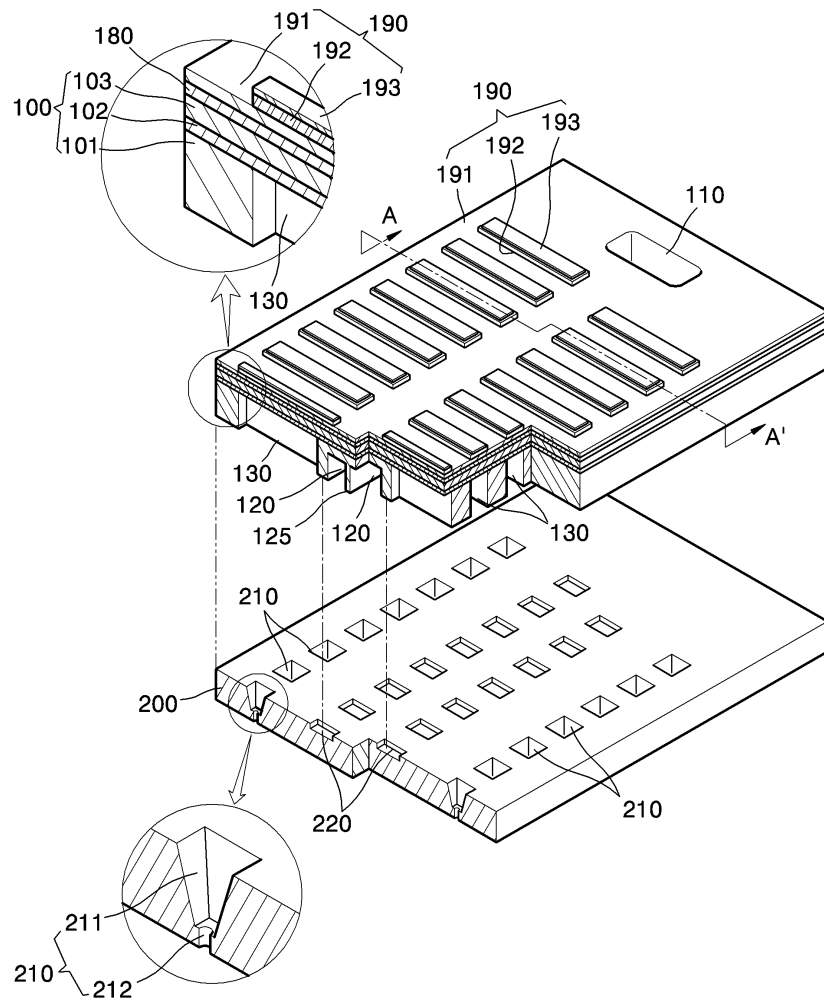
193...상부 전극 200...하부 기관(노즐 플레이트)

210...노즐 211...댐퍼

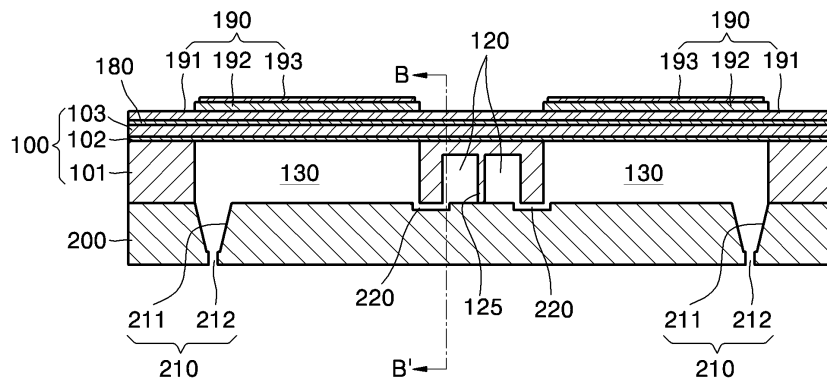
212...잉크 토출구 220...리스트릭터

도면

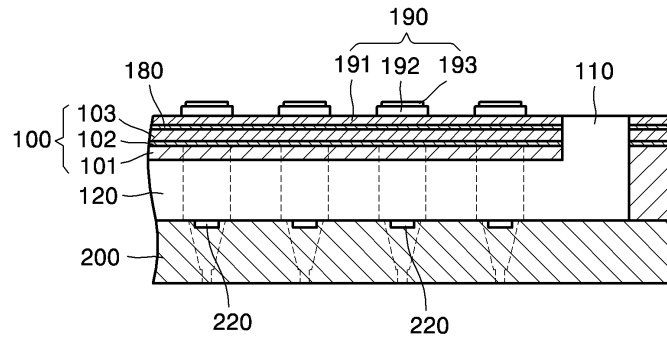
도면1a



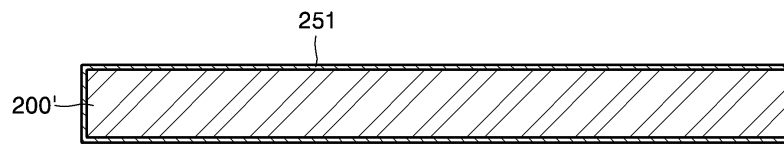
도면1b



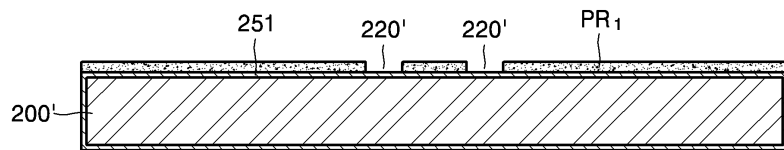
도면1c



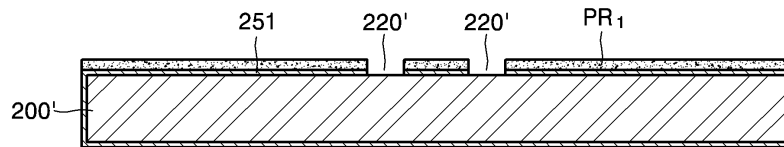
도면2a



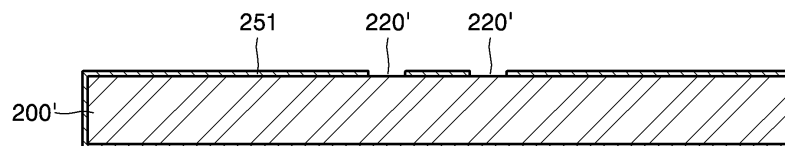
도면2b



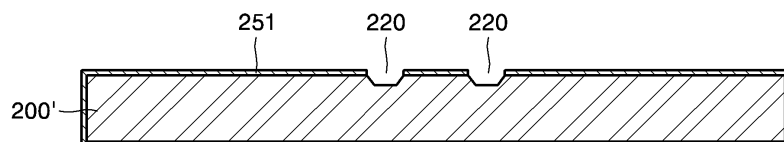
도면2c



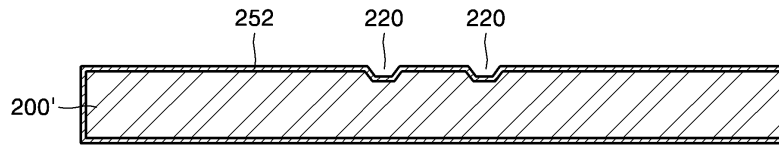
도면2d



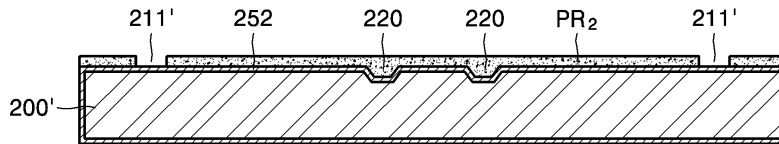
도면3



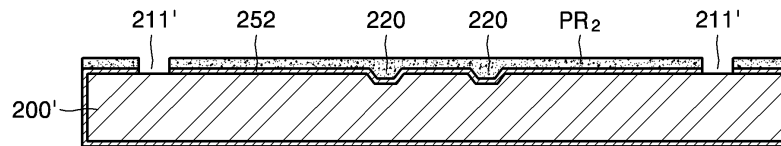
도면4a



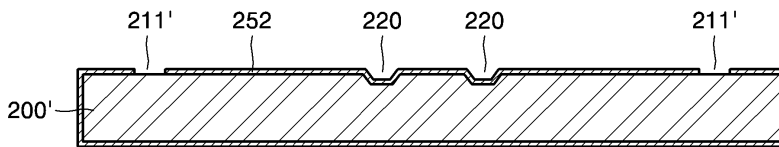
도면4b



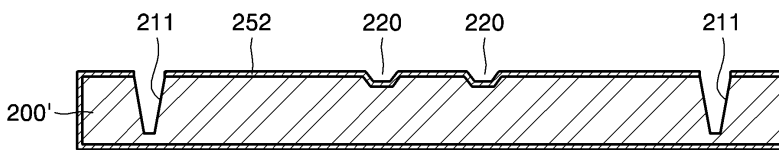
도면4c



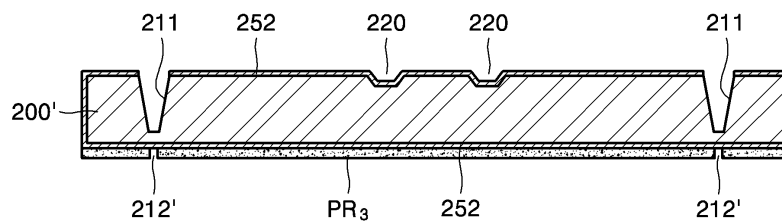
도면4d



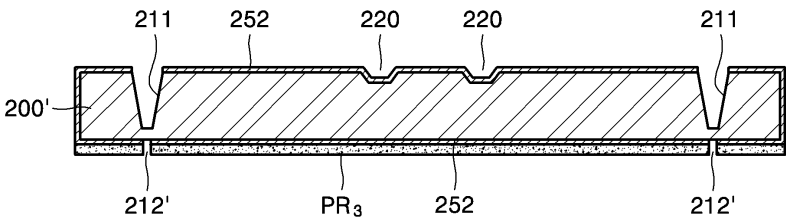
도면5



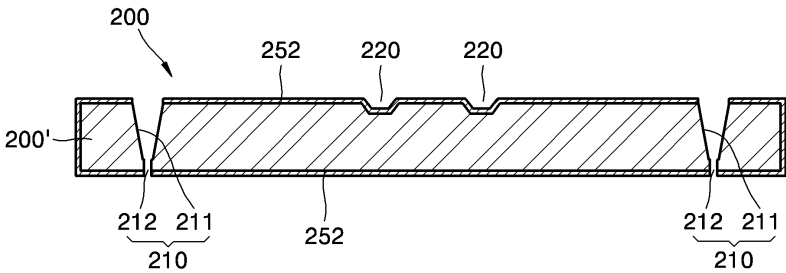
도면6a



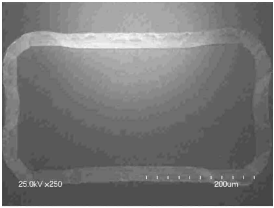
도면6b



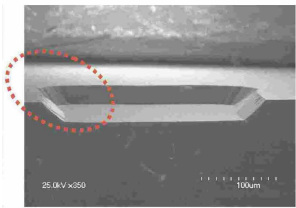
도면6c



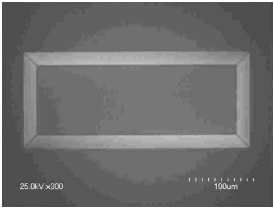
도면7a



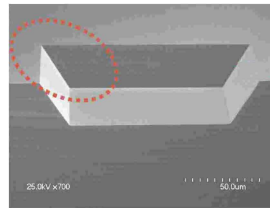
도면7b



도면7c



도면7d



도면8

