



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년04월19일
(11) 등록번호 10-1137184
(24) 등록일자 2012년04월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B41J 2/14 (2006.01) B82Y 99/00 (2011.01)
(21) 출원번호 10-2006-7019281
(22) 출원일자(국제) 2005년02월18일
심사청구일자 2010년02월18일
(85) 번역문제출일자 2006년09월19일
(65) 공개번호 10-2006-0131907
(43) 공개일자 2006년12월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/005264
(87) 국제공개번호 WO 2005/079500
국제공개일자 2005년09월01일
(30) 우선권주장
10/782,367 2004년02월19일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US05489930 A*
US05808643 A
US06457820 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
후지필름 디마틱스, 인크.
미국 뉴햄프셔 레바논 에트나 로드 109 (우 : 03766)
(72) 발명자
호이징톤, 폴, 에이.
미국 05055 버몬트 노르위치 비버 메도우 로드 179
배터튼, 존, 씨.
미국 95030 캘리포니아 로스 가토스 보이어 레인 116
(74) 대리인
남상선

전체 청구항 수 : 총 39 항

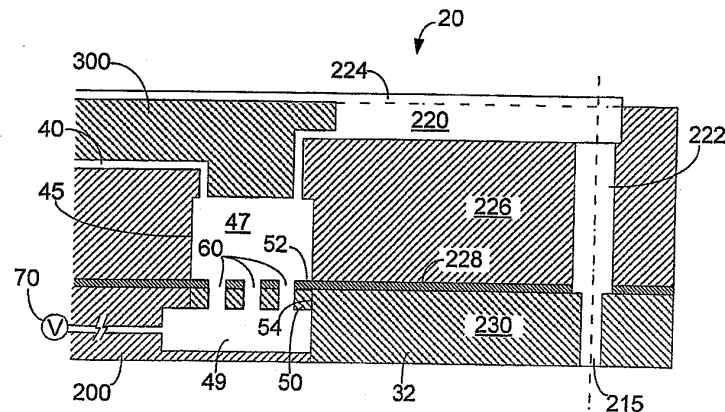
심사관 : 김상배

(54) 발명의 명칭 프린트헤드

(57) 요약

방울 분사 장치 내의 액체들의 가스를 제거하는데 사용되는 방법과 장치들이 개시된다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

방울 분사 장치(drop ejection device)로서,

유체가 노즐 개구부(opening)로부터 방울을 분사시키기 위해 가압되는 유동 경로(flow path); 및

유체 저장 영역, 진공 영역, 및 상기 유체 저장 영역과 상기 진공 영역 사이의 파티션(partition)을 포함하는 디에어레이터(deaerator)를 포함하고,

상기 파티션은 습식 층(wetting layer)과 비습식층 및 상기 습식층과 비습식층을 관통하여 연장하는(extending) 하나 이상의 채널들을 포함하며, 상기 습식 층은 상기 유체 저장 영역에 노출되는,

방울 분사 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 하나 이상의 채널들은

0.1 미크론 내지 5 미크론의 폭을 갖는,

방울 분사 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 하나 이상의 채널들은

스루-홀들(through-holes)인,

방울 분사 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 유동 경로와 상기 디에어레이터는

실리콘 물질 몸체 내에 있는,

방울 분사 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 습식 층은

다인 테스트(dynes test)에 따라 결정되는 40 다인(dynes)/cm 이상의 표면 에너지를 갖는,

방울 분사 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 습식 층은

실리콘 물질인,

방울 분사 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 비습식 층은

다인 테스트에 따라 결정되는 25 다인(dynes)/cm 이하의 표면 에너지를 갖는,

방울 분사 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 비습식 층은
폴리머(polymer)인,
방울 분사 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 폴리머는
플루오로폴리머(fluoropolymer)인,
방울 분사 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 비습식 층은
2 미크론 이하의 두께를 갖는,
방울 분사 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 습식 층은
25 미크론 이하의 두께를 갖는,
방울 분사 장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서, 상기 방울 분사 장치는
압전 액추에이터(piezoelectric actuator)를 포함하는,
방울 분사 장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서, 상기 노즐 개구부는
200 미크론 이하의 폭을 갖는,
방울 분사 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 상기 방울 분사 장치는
복수의 유체 경로들 및 이에 대응하는 복수의 디에어레이터들을 포함하는,
방울 분사 장치.

청구항 15

방울 분사 장치로서,
유체가 노즐 개구부로부터 방울을 분사시키기 위해 가압되는 유동 경로; 및
유체 저장 영역과 진공 영역 사이에 하나 이상의 애퍼처(aperture)를 갖는 파티션을 포함하는 디에어레이터를
포함하고,
상기 유동 경로의 적어도 일부분은 실리콘 물질에 의해 형성(define)되고,
상기 디에어레이터는 실리콘 물질을 포함하는,

방울 분사 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 파티션은
실리콘 다이옥사이드를 포함하는,
방울 분사 장치.

청구항 17

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서,
상기 유동 경로를 형성하는 상기 실리콘 물질 및 상기 디에어레이터 내 실리콘 물질은 실리콘 물질로 이루어진
공통 몸체(common body) 내에 있는,
방울 분사 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 공통 몸체는
SOI 구조인,
방울 분사 장치.

청구항 19

제 17 항에 있어서, 상기 유동 경로는
압력 챔버를 포함하는,
방울 분사 장치.

청구항 20

제 15 항에 있어서, 상기 파티션은
폴리머 물질을 포함하는,
방울 분사 장치.

청구항 21

유체 디에어레이터 부(portion)로서,
다인 테스트에 따라 결정되는 40 다인/cm 이상의 표면 에너지를 갖는 제 1 층;
상기 다인 테스트에 따라 결정되는 25 다인/cm 이하의 표면 에너지를 갖는 제 2 층; 및
5 미크론 이하의 직경을 갖는 복수의 채널들을 포함하는,
유체 디에어레이터 부.

청구항 22

제 21 항에 있어서, 상기 제 1 층은
실리콘 물질인,
유체 디에어레이터 부.

청구항 23

제 21 항에 있어서, 상기 제 2 층은

플루오로폴리머인,
유체 디에어레이터 부.

청구항 24

방울 분사 방법으로서,

노즐로부터 방울들을 분사시키기 위해 유체가 가압되는 유동 경로를 제공하는 단계;

상기 유체가 가압되기 이전에, 상기 유체를 디에어레이터에 노출시키는 단계 - 상기 디에어레이터는 유체 저장 영역, 진공 영역, 및 상기 유체 저장 영역과 상기 진공 영역 사이의 파티션을 포함하고, 상기 파티션은 습식층과 비습식층 및 상기 습식층과 상기 비습식층을 관통하는 하나 이상의 채널들을 포함함 - ;

유체를 상기 저장 영역으로 향하게 하는 단계;

상기 채널들을 통한 상기 진공 영역으로의 유체 유동을 방지하는, 상기 진공 영역 내 진공을 제공하는 단계를 포함하는,

방울 분사 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서, 상기 하나 이상의 채널들 중 하나의 채널의 반경은,

$$\frac{2(\text{상기 유체의 표면에너지})}{\text{상기 진공압력}}$$

으로 정의된 값보다 작은,

방울 분사 방법.

청구항 26

제 24 항에 있어서, 상기 진공은

10 내지 27 mmHg의 압력을 갖는,

방울 분사 방법.

청구항 27

디에어레이터 파티션을 형성하는 방법으로서,

실리콘 물질을 제공하는 단계;

상기 실리콘 물질 상에 폴리머 층을 형성하는 단계; 및

상기 실리콘 물질과 폴리머 층을 관통하는 하나 이상의 채널들을 형성하는 단계를 포함하는,

디에어레이터 파티션을 형성하는 방법.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 실리콘 물질의 두께를 감소시키기 위해 상기 실리콘 물질을 에칭(etching)하는 단계를 포함하는,

디에어레이터 파티션을 형성하는 방법.

청구항 29

제 27 항에 있어서, 상기 실리콘 물질은

실리콘 다이옥사이드인,

디에어레이터 파티션을 형성하는 방법.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

실리콘 다이옥사이드 구조 상에 실리콘을 제공하는 단계; 및

상기 실리콘을 상기 실리콘 다이옥사이드 층까지 에칭하는 단계를 포함하는,

디에어레이터 파티션을 형성하는 방법.

청구항 31

제 27 항 또는 제 30 항에 있어서,

폴리머 또는 모노머(monomer)를 증착(deposit)함으로써 상기 폴리머를 형성하는 단계를 포함하는,

디에어레이터 파티션을 형성하는 방법.

청구항 32

제 27 항에 있어서,

레이저 드릴링(drilling)에 의해 상기 채널들을 형성하는 단계를 포함하는,

디에어레이터 파티션을 형성하는 방법.

청구항 33

제 27 항에 있어서,

에칭에 의해 상기 채널들을 형성하는 단계를 포함하는,

디에어레이터 파티션을 형성하는 방법.

청구항 34

프린트헤드를 형성하는 방법으로서,

실리콘 물질의 몸체를 제공하는 단계;

유체가 가압되는 유동 경로의 적어도 일부분을 상기 실리콘 물질의 몸체 내에 형성하는 단계; 및

디에어레이터 파티션의 적어도 일부분을 상기 실리콘 물질의 몸체 내에 형성하는 단계를 포함하는,

프린트헤드를 형성하는 방법.

청구항 35

유체 저장 영역과 진공 영역 사이에서 연장하는 하나 이상의 스루-홀을 갖는 파티션을 포함하고,

상기 하나 이상의 스루-홀의 적어도 일부분은 비습식 표면을 갖는,

디에어레이터.

청구항 36

제 35 항에 있어서, 상기 파티션은

단일 층을 포함하는,

디에어레이터.

청구항 37

제 35 항에 있어서, 상기 파티션은

2 개 이상의 층들을 포함하는,
디에어레이터.

청구항 38

제 35 항에 있어서, 상기 하나 이상의 스루-홀의 직경은
200 나노미터 내지 800 나노미터 사이인,
디에어레이터.

청구항 39

제 35 항에 있어서,
상기 하나 이상의 스루-홀을 형성하는 벽은 마이크로구조화 표면을 갖는,
디에어레이터.

명 세 서

기술 분야

[0001] 본 발명은 프린트헤드들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 통상적으로 잉크젯 프린터는 잉크 공급부로부터 노즐 경로까지의 잉크 경로를 포함한다. 노즐 경로는 잉크 방울이 분사되는 노즐 개구부에서 종료된다. 잉크 방울 분사는 액추에이터(actuator)를 이용하여 잉크 경로에서 잉크를 가압함으로써 제어되며, 액추에이터는 예컨대 압전 편향기, 열 버블젯 발생기, 또는 정전기 편향 엘리먼트일 수 있다. 통상적인 프린트헤드는 대응하는 노즐 개구부와 관련 액추에이터들을 갖는 잉크 경로들의 어레이를 가지며, 이로써 각각의 노즐 개구부로부터의 방울 분사는 독립적으로 제어될 수 있다. 드롭-온-디맨드(drop-on-demand) 프린트헤드에서, 각각의 액추에이터는 프린트헤드와 프린트 기판이 서로에 대해 이동할 때 이미지의 특정 픽셀 위치에 방울을 선택적으로 분사하도록 발사된다. 고성능 프린트헤드에서, 노즐 개구부는 통상적으로 직경이 50 마이크론 이하, 예컨대 35 마이크론이며, 100-300 노즐/인치의 피치에서 분리되며, 100 내지 3000 dpi 이상의 해상도를 가지며, 약 1 내지 70 피코리터 이하의 방울 크기를 제공한다. 방울 분사 주파수는 통상적으로 10kHz 이상이다.

[0003] 호이징턴(Hoisington) 등의 미국특허 제5,265,315호는 반도체 몸체와 압전 액추에이터를 갖는 프린트헤드 어셈블리를 개시한다. 몸체는 잉크 챔버를 구성(define)하도록 에칭된 실리콘으로 제조된다. 노즐 개구부는 실리콘 몸체에 부착된 개별 노즐관에 의해 구성된다. 압전 액추에이터는 인가된 전압에 반응하여 형상이 바뀌거나 구부러지는 압전 물질 층을 갖는다. 압전 층의 휘어짐은 잉크 경로를 따라 위치한 펌핑 챔버의 잉크를 가압한다. 또한 압전 잉크젯 프린트 어셈블리는 피시백(Fishbeck) 등의 미국특허 제4,825,227호, 하인(Hine) 등의 미국특허 제4,937,598호, 모이니한(Moynihan) 등의 미국특허 제5,659,346호 및 호이징턴의 미국특허 제5,757,391호에 개시되어 있으며, 상기 특허들은 본 명세서에 참조로 포함된다.

[0004] 프린트헤드, 특히 고성능 프린트헤드의 프린트 정확도는 프린트헤드의 노즐들에 의해 분사된 방울들의 크기 및 속도 균일성을 포함하는, 복수의 인자들에 영향을 받는다. 방울 크기 및 방울 속도 균일성은 예컨대 용존(dissolved) 가스 또는 버블에 의한 잉크 유동 경로의 오염과 같은 복수의 인자들에 영향을 받는다. 잉크의 공기제거(deaeration)는 하인 등의 미국특허 제4,940,955호, 호이징턴의 미국특허 제4,901,082호, 모이니한 등의 미국특허 5,701,148호 및 하인의 미국특허 제5,742,313호에 개시되어 있으며, 상기 특허는 본 명세서에 참조로 포함된다.

발명의 상세한 설명

[0005] 일 태양에서, 본 발명은 예컨대 프린트헤드 장치와 같은 방울 분사 장치를 특징으로 한다. 방울 분사 장치는 노즐 개구부로부터 방울의 분사를 위해 유체가 가압되는 유동 경로 및 유체 저장 영역, 진공 영역, 및 유체 저장 영역과 진공 영역 사이의 파티션을 포함하는 디에어레이터(deaerator)를 포함한다. 디에어레이터의 파티션

은 습식층 및 비습식층, 그리고 습식층과 비습식층을 관통하여 연장하는 하나 이상의 채널들을 포함한다. 습식층은 유체 저장 영역에 노출된다.

- [0006] 실시예들은 하기 사항들을 하나 이상 포함할 수 있다. 파티션의 채널은 폭이 약 0.1 미크론 내지 약 5 미크론이다. 채널들은 스루-홀들(through-holes)이다. 유동 경로와 디에어레이터는 실리콘 물질 몸체 내에 있다. 파티션의 습식 층의 표면 에너지는 다인(dyne) 테스트에 따라 결정되는 약 40 다인(dyne)/cm 이상이다. 습식층은 실리콘 물질이다. 비습식 층은 다인 테스트에 따라 결정되는 약 25 다인/cm 이하의 표면 에너지를 갖는다. 비습식 층은 폴리머이다. 비습식 층은 플루오로폴리머이다. 비습식 층은 두께가 약 2 미크론 이하이다. 습식 층은 두께가 약 25 미크론 이하이다.
- [0007] 실시예들은 하기 사항들을 하나 이상 포함할 수 있다. 장치는 압전 액추에이터를 포함한다. 장치의 노즐 개구부는 폭이 약 200 미크론 이하이다. 장치는 복수의 유체 경로들 및 복수의 대응 디에어레이터들을 포함한다.
- [0008] 일 태양에서, 본 발명은 노즐 개구부로부터 방울을 분사하기 위해 유체가 가압되는 유체 경로, 및 유체 저장 영역 및 진공 영역 사이에 적어도 하나의 애퍼처를 갖는 파티션을 포함하는 디에어레이터를 포함하는 방울 분사 장치를 특징으로 한다. 장치의 유동 경로의 적어도 일부분은 실리콘 물질에 의해 형성되고 디에어레이터는 실리콘 물질을 포함한다.
- [0009] 실시예들은 하나 이상의 하기 사항들을 포함한다. 디에어레이터의 파티션은 실리콘 다이옥사이드이다. 유동 경로를 구성하는 실리콘 물질 및 디에어레이터의 실리콘 물질은 실리콘 물질의 공통 몸체(common body) 내에 있다. 실리콘 물질의 공통 몸체는 SOI 구조이다. 파티션은 폴리머 물질을 포함한다. 디에어레이터의 유동 경로는 압력 챔버를 포함한다.
- [0010] 일 태양에서, 본 발명은 다인 테스트에 따라 결정되는 약 40 다인/cm 이상의 표면 에너지를 갖는 제 1 층, 다인 테스트에 따라 결정되는 약 25 다인 이하의 표면 에너지를 갖는 제 2 층, 및 직경이 약 5 미크론 이하인 복수의 채널들을 포함하는 유체 디에어레이터 부분을 특징으로 한다.
- [0011] 실시예들은 하나 이상의 하기 사항들을 포함할 수 있다. 디에어레이터 부분의 제 1 층은 실리콘 물질이다. 디에어레이터 부분의 제 2층은 플루오로폴리머이다.
- [0012] 일 태양에서, 본 발명은 방울 분사의 방법을 특징으로 한다. 상기 방법은 노즐로부터 방울을 분사시키기 위해 유체가 가압되는 유동 경로를 제공하는 단계를 포함한다. 유체를 가압하기 이전에, 유체를 디에어레이터에 노출하는 단계를 포함한다. 디에어레이터는 유체 저장 영역, 진공 영역, 및 저장 영역과 진공 영역 사이의 파티션을 포함하며, 파티션은 습식층과 비습식층, 및 상기 습식층과 비습식층을 관통하여 연장하는 하나 이상의 채널들을 포함한다. 상기 방법의 다음 단계는 유체를 저장 영역으로 향하게 하는 단계, 및 채널들을 통한 진공 영역으로의 유체의 유동을 방지하는, 진공 영역 내에 진공을 제공하는 단계를 포함한다.
- [0013] 실시예들은 하기 사항들을 하나 이상 포함할 수 있다. 파티션의 채널들 중 하나의 반경은 진공 압력에 의해 분할된 표면 에너지의 2배로 정의된 값보다 작다. 진공은 약 10 내지 27 mmHg의 진공 압력을 갖는다.
- [0014] 일 태양에서, 본 발명은 디에어레이터 파티션을 형성하는 방법을 특징으로 한다. 상기 방법은 실리콘 물질을 제공하는 단계, 실리콘 물질 상에 폴리머 층을 형성하는 단계, 및 실리콘 물질과 폴리머 층을 관통하는 하나 이상의 채널들을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0015] 실시예들은 하기 사항들을 하나 이상 포함한다. 제공된 실리콘 물질은 실리콘 다이옥사이드이다. 폴리머는 폴리머 또는 모노머(monomer)를 증착함으로써 형성된다. 채널들은 레이저 드릴링에 의해 형성된다. 채널들은 에칭에 의해 형성된다. 상기 방법은 실리콘 물질의 두께를 감소시키기 위해 그 실리콘 물질을 에칭하는 단계를 더 포함한다. 상기 방법은 실리콘 다이옥사이드 구조 상에 실리콘을 제공하는 단계, 실리콘 다이옥사이드 상에 폴리머 층을 형성하는 단계, 및 실리콘 다이옥사이드 층까지 실리콘을 에칭하는 단계를 포함한다.
- [0016] 일 태양에서, 본 발명은 프린thead를 형성하는 방법을 특징으로 한다. 상기 방법은 실리콘 물질의 몸체를 제공하는 단계, 유체가 가압되는 유체 경로의 적어도 일부분을 실리콘 물질의 몸체 내에 구성하는 단계, 및 디에어레이터 파티션의 적어도 일부분을 실리콘 물질의 몸체 내에 구성하는 단계를 포함한다.
- [0017] 일 태양에서, 본 발명은 유체 저장 영역 및 진공 영역 사이에서 연장하는 적어도 하나의 스루-홀을 갖는 파티션을 포함한 디에어레이터를 특징으로 한다. 적어도 하나의 스루-홀의 적어도 일부분은 비습식 표면을 갖는다.
- [0018] 실시예들은 하기 사항들을 하나 이상을 포함할 수 있다. 파티션은 단일 층을 포함할 수 있다. 파티션은 2개

이상의 층들을 포함할 수 있다. 스루-홀들은 직경이 약 1 미크론 이하이며, 특히 약 200 나노미터 내지 약 800 나노미터이다.

[0019] 실시예들은 하기 장점들을 하나 이상 포함할 수 있다. 파티션은 프린트헤드의 유체 공급 경로 내에 포함되어, 잉크가 펌핑 챔버에 가깝게 인접하여 가스가 제거되게 한다. 그 결과, 잉크는 효율적으로 가스가 제거될 수 있고, 이는 프린트헤드 내의 정화 공정을 향상시킬 뿐만 아니라, 고성능 작동을 향상시킨다. 또한 그 결과로, 프린트헤드의 크기는 잉크 공급 경로 내에 파티션을 포함시키고 별도의 디에어리에이션 장치를 제거함으로써 감소될 수 있다. 디에어레이터는 실리콘 또는 다른 반도체 물질을 이용하여 형성될 수 있다.

[0020] 다른 태양, 특징 및 장점이 하기 설명과 도면, 및 청구항들로부터 자명하게 나타날 것이다.

실시예

[0027] 여러 도면들 중에서 유사한 참조 번호는 유사한 구성요소를 나타낸다.

[0028] 도 1을 참조하면, 잉크젯 프린트헤드(10)는 이미지가 프린트될 시트(24) 또는 시트의 일부분을 스패닝(span)하는 방식으로 홀딩된 프린트헤드 유닛들(20)을 포함한다. 이미지는 프린트헤드(10)와 시트(24)가 서로에 대해(화살표 방향으로) 이동함에 따라 유닛들(20)로부터 잉크를 선택적으로 분사함으로써 프린트될 수 있다. 도 1의 실시예에서, 3개 세트들의 프린트헤드 유닛들(20)이 예컨대 약 12 인치 이상의 폭에 걸쳐 있는 것으로 도시되었다. 이러한 3개의 세트들의 프린트헤드 유닛들의 경우에 각각의 세트는 프린트헤드(10)와 시트(24) 사이의 상대적인 이동 방향을 따라 복수의 프린트헤드 유닛들을 포함한다. 유닛들은 해상도 및/또는 프린트 속도를 증가시키기 위해 노즐 개구부를 오프셋하도록 배치될 수 있다. 선택적으로, 또는 추가로, 각각의 세트의 각각의 유닛은 상이한 타입 또는 색상의 잉크가 공급될 수 있다. 이러한 장치는 프린트헤드에 의해 시트의 단일 경로에서 시트의 전체 폭에 걸쳐 컬러 프린팅하는데 사용될 수 있다.

[0029] 도 2를 참조하면, 각각의 프린트헤드 유닛(20)은 유체가 대응하는 노즐 개구부로부터 잉크를 분사하도록 가압될 수 있는 복수의 유동 경로를 포함한다. 예시된 실시예에서, 유동 경로는 펌핑 챔버(220), 노즐 경로(222), 및 노즐(215)을 포함한다. 유체는 압전 액추에이터(224)에 의해 펌핑 챔버(220) 내에서 가압된다. 유동 경로의 특징들은 습식 또는 플라즈마 에칭 기술들에 의해 에칭될 수 있는 물질의 몸체 내에 형성된다. 습식 또는 플라즈마 에칭 기술들을 이용하여 에칭될 수 있는 물질의 예는 실리콘 물질(예컨대, 실리콘 웨이퍼, 절연체 웨이퍼(SOI) 상의 실리콘) 및 세라믹 물질(예컨대, 사파이어 기판, 알루미늄 기판, 알루미늄 나이트라이드 기판)를 포함한다. 도 2에 도시된 실시예에서, 유동 경로는 상부 실리콘 층(226), 매립된 실리콘 다이옥사이드 층(228), 및 하부 실리콘 층(230)을 포함하는 SOI 웨이퍼 안으로 에칭된다. 실리콘 물질 내에 유동 경로 특징을 갖는 프린트헤드는 2002년 7월 3일자로 출원된 미국특허출원 제10/189,947호, 및 2003년 10월 10일자로 출원된 미국특허출원 제60/510,459호에 개시되어 있으며, 상기 특허출원은 본 명세서에서 참조로 포함된다.

[0030] 잉크 유동 경로를 따라 펌핑 챔버(220)의 상향부에는 디에어레이터(45)가 있다. 디에어레이터(45)는 유체 저장 영역(47), 파티션(50), 및 진공 소스(70)와 소통하는 진공 영역(49)을 포함한다. 파티션(50)은 저장 영역(47)과 진공 영역(49) 사이의 통로들(60)을 포함한다. 또한 파티션(50)은 습식층(52) 및 비습식 층(54)을 포함한다. 유체 저장 영역(47)은 공급 경로(40)로부터 유체를 수용하고 유체를 파티션(50)에 노출시키는 잉크 유동 경로를 따라 있는 영역이다. 진공 영역(49)에서, 압력은 저장 영역의 압력(예컨대, 600 mmHg 내지 800 mmHg)보다 낮은 압력(예컨대, 10 내지 27 mmHg)으로 진공 소스(70)에 의해 유지된다.

[0031] 도 3A와 3B를 참조하면, 저장 영역(47)의 유체는 파티션(50)과 접촉하고, 메니스커스(meniscus)(80)가 습식 및 비습식 층들(52, 54) 사이의 계면에서 형성되는 통로(60)에 진입한다. 저장 영역의 유체는 통로(60)를 통과하여 진공 영역(49)의 하부 압력에 노출되며, 그 진공 영역(49)은 유체로부터 공기 및 기타 가스들을 추출한다. 저장 영역으로부터의 유체는 분사를 위해 가압되는 펌핑 챔버(220)에 진입한다. 통로들의 크기, 진공 크기, 및 파티션 층들의 물질들은 유체가 통로로 유도되지만 통로를 통해 진공 영역(49)으로는 유도되지 않도록 선택된다.

[0032] 평형 상태에서 액체, 고체 및 기체 계면의 모양은 존재하는 경계들에 대한 최소 전체 계면 에너지를 따른다. 계면의 모양을 설명하는 접촉각(θ)은 경쟁하는 계면 에너지들(액체-기체 계면의 계면 에너지인 γ_{lv} , 액체-고체 계면의 계면 에너지인 γ_{sl} , 고체-기체 계면의 계면 에너지인 γ_{sv})의 힘 균형을 통해 결정된다.

[0033] 접촉각은 하기 식으로 설명된다.

$$\cos(\theta) = \frac{\gamma_{sv} - \gamma_{sl}}{\gamma_v}$$

[0034] 식(1)

[0035] 접촉각 90°의 값이 습식 및 비습식 사이의 차이로서 일반적으로 정의된다. 예컨대, 90°보다 큰 접촉각은 액체가 고체 표면을 적시지 않고 오히려 그 표면에 둥글게 뭉치는 계면을 구성한다. 90°보다 작은 접촉각은 액체가 그 표면을 적시는 계면을 구성한다.

[0036] 습식층(52) 및 비습식 층(54)에 사용된 물질은 습식층과 통로의 유체 사이의 접촉각이 90°보다 작고 비습식 층과 유체 사이의 접촉각이 90°보다 크게 되도록 식(1)에 의해 선택된다. 그 결과, 저장 영역(47) 내의 유체는 유체가 습식 및 비습식 층들 사이의 계면(56)을 교차할 때까지, 습식 층(52)을 따라 통로(60)를 적신다. 계면에서, 비습식 층(54)으로 형성된 통로의 벽들과 액체 사이의 접촉각 변화로 인해 잉크는 메니스커스(80)를 형성한다.

[0037] 통로들(60) 내에서 메니스커스(80)를 유지하기 위해, 메니스커스의 압력(P_m)은 잉크로부터 가스 및 버블을 제거하는데 사용된 진공압력(P_v)보다 커야 한다(즉, P_m>P_v). 메니스커스의 압력은 아래와 같다:

$$P_m = \gamma_v (r_1^{-1} + r_2^{-1})$$

[0038] 식(2)

[0039] 즉, 메니스커스에 의해 생성된 압력은 액체의 표면 에너지(γ_v)와 메니스커스의 주(principal) 반경들(r₁+r₂)을 곱한 것과 같다. 주 반경들은 메니스커스의 국부적인 표면 곡률을 말하며 이로써 메니스커스 표면의 형상을 한정한다.

[0040] 직경이 2R인 원주형 통로 내의 메니스커스의 경우에, 메니스커스의 굴곡된 표면은 r₁=r₂=R/sin(θ-90°)로 설명되고 메니스커스 압력의 식은 아래와 같이 감축된다:

$$P_m = \frac{2(\gamma_v)\sin(\theta-90^\circ)}{R}$$

[0041] 식(3)

[0042] 통로 내에 메니스커스를 유지하기 위하여, 진공 압력(P_v)은:

$$P_v < \frac{2(\gamma_v)\sin(\theta-90^\circ)}{R}$$

[0043] 식(4)

[0044] 이 된다.

[0045] 이와 같이, P_v의 진공압력이 디에어레이터(45)에서 생성될 때, 잉크는 메니스커스(80)를 형성하도록 통로 내로 유도될 것이다. 통로의 반경(R)은 하기와 같이 정의된다:

$$R \leq \frac{2(\gamma_v)\sin(\theta-90^\circ)}{P_v}$$

[0046] 식(5)

[0047] 완벽한 비습식 층(예컨대, θ=180°)의 경우 상기 식은 아래와 같이 감축된다:

$$R \leq \frac{2(\gamma_v)}{P_v}$$

[0048] 식(6)

[0049] 그 결과, 파티션(50)을 가지며, 표면 에너지가 30 다인/cm인 유체의 가스를 제거하는데 사용되는 디에어레이터에서, 통로의 반경은 1 대기압에서 메니스커스를 지지하도록 약 0.6 마이크론보다 작아야 한다.

[0050] 또한 통로의 반경은 비습식 층(54)의 고체-액체 및 고체-기체 계면의 표면 에너지와 관련하여 설명될 수 있다. sin(θ-90) 대신 -cos(θ)을 사용하고, cos(θ)을 식(10)으로 대체하면, 식(5)는 아래와 같이 감축된다:

$$R \leq \frac{2(\gamma_{sl} - \gamma_{sv})}{P_v}$$

[0051] 식(7)

- [0052] 표면 에너지와 관련된 열역학적 계산에 대한 추가 설명은 McGraw-Hill, Inc.(뉴욕, 1993)의 로버트 티. 디호프(Robert T. DeHoff)의 "Thermodynamics in Materials Science"의 12장에 개시되어 있으며, 상기 문헌은 본 명세서에서 참조로 포함된다.
- [0053] 실시예들에서, 통로의 반경은 1기압 이하의 진공 압력에서, 약 5 미크론 이하인데, 예컨대 약 5 미크론 내지 약 0.1 미크론 사이이며, 바람직하게는 약 1.0 미크론 내지 약 0.5 미크론 사이이다. 통상적으로 수 입방센티미터의 유체 노출 표면적을 갖는 파티션은 파티션의 10% 내지 90%(예컨대, 20% 내지 80%, 30% 내지 70%, 40% 내지 50%)가 개방된 통로로 이루어지도록 수천 개의 통로들을 포함한다.
- [0054] 실시예들에서, 유체 예컨대 잉크는 약 25 다인/cm 내지 약 40 다인/cm의 표면 에너지를 갖는다. 습식 층(52)은 다인 테스트에 따라 결정되는 40 다인/cm 또는 그 이상의 표면 에너지(예컨대, $\gamma_{sl} - \gamma_{sv}$)를 갖는다. 일반적으로, 다인 테스트는 각각이 상이한 표면 에너지 레벨(예컨대 30 다인/cm 내지 70 다인/cm 사이에서 1 다인/cm 씩 증가함)을 갖는 일련의 유체들을 공급하여 고체 표면의 표면 에너지를 결정하는데 사용된다. 일련의 유체들 중 하나의 유체의 방울은 고체 표면에 공급된다. 만약 방울이 표면을 적신다면, 다음의 보다 높은 표면 에너지 레벨 유체의 방울이 고체 표면에 공급된다. 이러한 프로세스는 유체의 방울이 고체 표면을 적시지 않을 때까지 계속된다. 고체 표면의 표면 에너지는 고체 표면을 적시지 않는 일련의 유체 중 제 1 유체의 표면 에너지와 동일한 것으로 검출된다. 다인 테스트를 수행하는 장비와 명령들(instructions)은 NH, 클레어몬트(Claremont)에 있는 다이버시파이드 엔터프라이즈(Diversified Enterprises)로부터 이용할 수 있다. 습식 층(52)을 위한 적절한 물질의 예는 실리콘 다이옥사이드와 같은 실리콘 층 또는 옥사이드 층이다. 실시예들에서, 습식 층은 두께가 약 25 미크론 이하이며, 예컨대 1 미크론 이하이다.
- [0055] 실시예들에서, 비습식 층(54)은 다인 테스트에 따라 결정되는 25 다인/cm 이하와 같이 약 40 다인/cm 이하의 표면 에너지를 갖는다. 일부 실시예들에서, 비습식 층(54)은 다인 테스트에 따라 결정되는 약 20 다인/cm 내지 약 10 다인/cm 사이의 표면 에너지를 갖는다. 비습식 층(54)을 위한 적절한 물질의 예는 플로오로폴리머, 예컨대 테플론(Teflon)과 같은 폴리머이다. 실시예들에서, 비습식층(54)은 두께가 약 2 미크론, 예컨대 약 1 미크론 또는 약 0.5 미크론이다. 특정 실시예들에서, 잉크는 약 2 내지 40 cps의 점성을 갖는다. 프린트헤드는 노즐 폭이 약 200 미크론 이하, 예컨대 10 내지 50 미크론인 노즐들을 갖는 압전 잉크젯 프린트헤드이고, 방울 체적은 약 1 내지 700 pL이다. 실시예들에서, 비습식 코팅부가 노즐 개구부를 주위에 제공된다. 비습식 코팅 물질은 디에어레이터 파티션의 비습식 층에 사용된 것과 동일한 물질일 수 있다.
- [0056] 실시예들에서, 접촉각은 통로를 구성하는 벽, 특히 비습식층(54) 상의 모폴로지(morphology)를 제공함으로써 이루어진다. 예컨대, 통로의 벽은 IEEE 공개번호 0-7803-7185-2/02(479-482쪽)에 기재된 김준원의 "Nanostructured Surfaces for Dramatic Reduction of Flow Resistance in Droplet-Based Microfluidics"에 개시된 것과 같은 복수의 인접하게-이격되고, 예리한-단부를 가진 나노구조들과 같은 마이크로구조화된 표면을 포함하도록 거칠게(roughen)될 수 있다. 실시예들에서, 통로에서 유체의 접촉각은 170° 이상이다.
- [0057] 도 4A-4E를 참조하면, 디에어레이터의 제조가 예시되어 있다. 도 4A를 참조하면, 기관(100)이 제공된다. 기관은 펌핑 챔버(미도시)와 같은 유동 경로 특징들이 구성되는 실리콘 웨이퍼이다. 도 4B를 참조하면, 습윤성 물질의 층(52)은 기관(100)의 일측부 상에 형성된다. 습윤성 물질은 예컨대 열적으로 성장하거나 기상 증착에 의해 증착될 수 있는 실리콘 다이옥사이드 층이다. 선택적 실시예에서, 실리콘 다이옥사이드 층은 절연체 웨이퍼 상에 실리콘을 제공함으로써 제공된다. 도 4C를 참조하면, 기관(100)은 유체 저장 영역(47)을 형성하고 습식 층의 후면을 노출시키도록 에칭된다. 도 4D를 참조하면, 비습식 물질의 층(54)은 저장 영역(47)과 마주하도록 습식 물질 위에 증착된다. 비습식 물질은 예컨대 용해 주조 또는 열적 증착 및 그 후에 교차 연결에 의해 형성된 폴리머이다. 도 4E를 참조하면, 통로(60)는 파티션(50) 내에 형성된다. 통로들(60)은 예컨대, 습식층 및 비습식 층 모두를 통한 기계적 또는 액시머 레이저 드릴링 또는 고밀도 플라즈마 에칭에 의해 형성된다. 도 4F를 참조하면, 기관들(200,300), 예컨대 실리콘 기관은 저장 영역(47)과 진공 영역(49)을 완전하게 하도록 제공된다.
- [0058] 소정의 실시예들이 개시되었지만, 다른 실시예들도 가능하다. 예컨대, 도 5A와 5B를 참조하면, 파티션(50)은 비습식 층(54)이 저장 영역에 인접하고 습식 층(52)이 진공 영역에 인접하도록 배향된다.
- [0059] 도 6을 참조하면, 실시예들에서, 디에어레이터(345)는 잉크 저장 영역(347)과 진공 영역(349) 사이에 위치한 파티션(350)을 포함한다. 파티션(350)은 잉크 저장 영역(347)으로부터 진공 영역(349)으로 연장하는 스루-홀들(360)을 포함하는 층(355)을 포함한다. 층(355)은 실리콘 물질(예컨대, 실리콘 웨이퍼, 실리콘 다이옥사이드),

폴리머 물질(예컨대 플루오로폴리머) 및/또는 세라믹 물질(예컨대, 알루미늄, 사파이어, 지르코니아, 알루미늄 나이트라이드)로 형성될 수 있다. 게다가, 층(355)은 스루-홀들(360)을 따라 비습식 표면을 제공하는 물질로부터 형성될 수 있다. 비습식 물질(예컨대 플루오로폴리머)의 코팅부(365)는 스루-홀(360)의 벽들이 코팅되도록 층(355) 위에 증착될 수 있다.

[0060] 실시예들에서, 층(355)은 두께가 약 5 미크론 이하이고, 스루-홀(360)은 직경이 약 1 미크론 이하, 바람직하게는 약 200 나노미터 내지 800 나노미터 사이이고, 코팅부(365)는 두께가 약 10 나노미터 내지 80 나노미터이다. 그 결과, 일부 실시예들에서, 코팅부(365)를 포함한 스루-홀들(360)을 통과하는 통로는 내부 직경이 약 40 나노미터 내지 약 780 나노미터이다. 파티션(350)을 형성하기 위하여, 층(355)은 스루-홀들(360)을 포함하도록 플라즈마 에칭된다. 스루-홀들(360)이 층(355) 내에 형성된 후에, 코팅부(365)는 층(355)과 스루-홀들(360)의 벽을 비습식 물질로 코팅하도록 기상 증착 기술을 이용하여 층(355) 상에 증착된다. 일부 실시예들에서, 층(355)은 비습식 물질(예컨대, 플루오로폴리머)로 형성되고, 파티션(350)은 층(355)과 스루-홀들(360)을 포함한다(예컨대, 코팅부(465)는 포함되지 않음).

[0061] 실시예들에서는, 별도의 디에어레이터가 각각의 펌핑 챔버를 위해 제공된다. 다른 실시예들에서, 단일 디에어레이터가 복수의 펌핑 챔버를 위해 제공된다. 실시예들에서, 파티션은 2개보다 많은 수의 층들을 포함한다. 예컨대, 동일한 또는 상이한 습윤성 물질, 예컨대 실리콘 및 실리콘 옥사이드로 이루어진 여러 층들이 복합 습윤성 층을 제공하는데 사용될 수 있다. 동일한 또는 상이한 비습윤성 물질로 이루어진 복수의 층들은 복합 비습윤성 층을 형성하도록 제공된다. 실시예들에서, 파티션은 복수의 교호적인 습윤성 및 비습윤성 물질을 포함한다. 그 교호하는 층들은 상이한 표면 에너지 및/또는 상이한 진공 압력의 유체에 대한 메니스커스를 제공하고 유지하도록 선택된 인접하는 습윤성 및 비습윤성 물질들의 조합을 제공한다.

[0062] 또 다른 실시예들은 다음과 같다. 예컨대, 잉크는 프린트헤드 유닛 내에서 공기가 제거되고 그 프린트헤드 유닛으로부터 분사될 수 있지만, 프린트헤드 유닛은 잉크 이외의 유체를 분사하는데 이용될 수 있다. 예컨대, 증착된 방울은 UV 또는 다른 복사 경화 물질일 수 있거나 또는 방울로서 전달될 수 있는 화학적 또는 생물학적 유체와 같은 다른 물질일 수 있다. 예컨대, 설명된 프린트헤드 유닛(20)은 정밀 분사 시스템의 일부일 수 있다.

[0063] 본 명세서에 개시된 모든 특징들은 임의로 조합될 수 있다. 개시된 각각의 특징은 동일하고, 등가 또는 유사한 목적을 달성하는 대안적인 특징으로 대체될 수 있다. 따라서, 명확히 달리 언급되지 않는 한, 개시된 각각의 특징은 등가 또는 유사한 특징의 일반적인 계열의 예일 뿐이다.

[0064] 본 출원서에 인용된 모든 공보, 출원 및 특허는 각각의 개별 공보 또는 특허가 본 명세서에서 참조로 포함된 것으로 특별히 개별적으로 지칭되었지만 동일 범위까지 참조로 포함된다.

[0065] 또 다른 실시예들이 하기 청구항에 기재되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 프린트 장치의 투시도이다.

[0022] 도 2는 프린트 장치의 일부에 대한 단면도이다

[0023] 도 3A는 디에어레이터의 일부에 대한 단면도이고, 도 3B는 도 3A의 A 영역을 확대한 도이다.

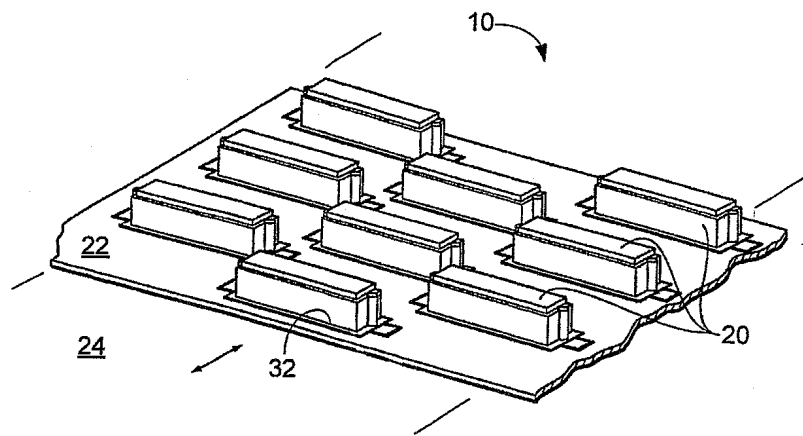
[0024] 도 4A-4F는 디에어레이터의 제조를 도시한 단면도이다.

[0025] 도 5A는 디에어레이터의 단면도이고, 도 5B는 도 5A의 B 영역을 확대한 도이다.

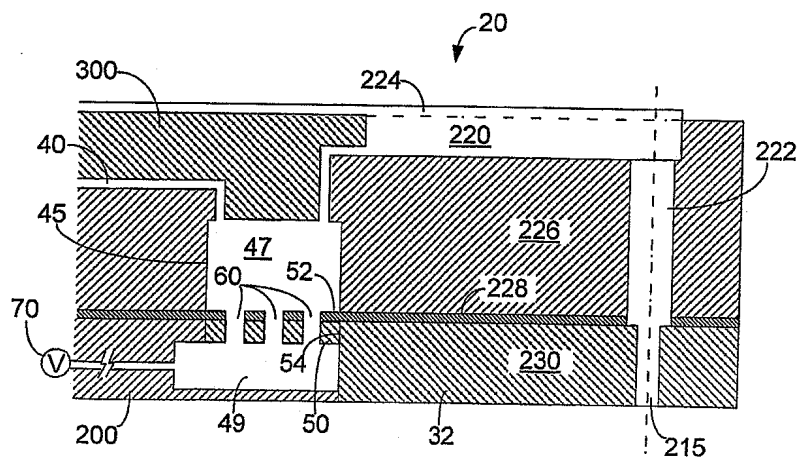
[0026] 도 6은 디에어레이터의 일부에 대한 단면도이다.

도면

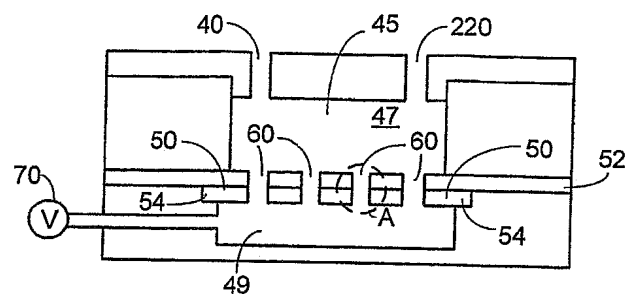
도면1



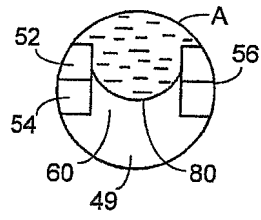
도면2



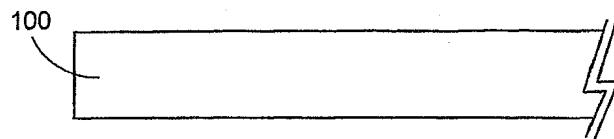
도면3A



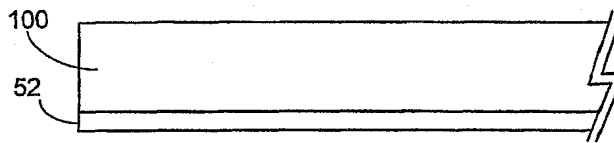
도면3B



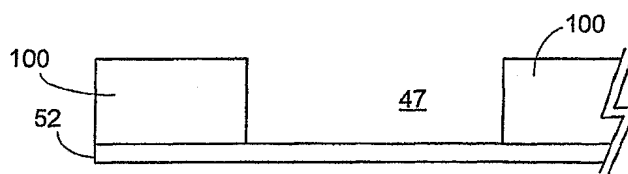
도면4A



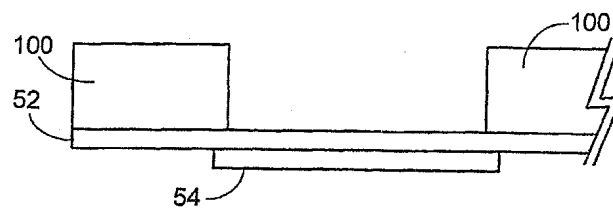
도면4B



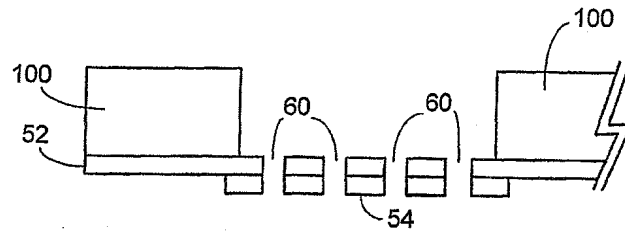
도면4C



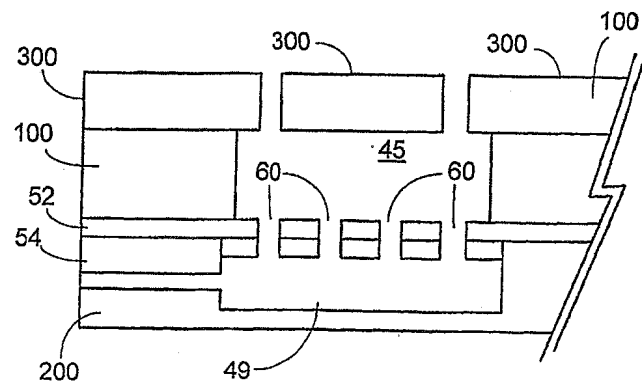
도면4D



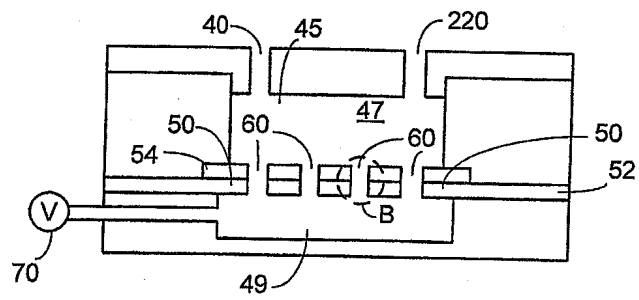
도면4E



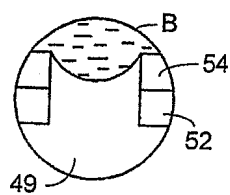
도면4F



도면5A



도면5B



도면6

