

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. <i>B41J 2/175</i> (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년06월21일 10-0554807 2006년02월16일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-1997-0055212 1997년10월27일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-1998-0033195 1998년07월25일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장	08/738,516	1996년10월28일	미국(US)
(73) 특허권자	휴렛-팩커드 컴퍼니(델라웨어주법인) 미합중국 캘리포니아주 (우편번호 94304) 팔로 알토 하노버 스트리트 3000		
(72) 발명자	웨버티모시엘 미국 오레곤주 97330 코벨리스 노스이스트 필킹톤 2900		
(74) 대리인	김창세 장성구		

심사관 : 정홍영

(54) 유체액적을분사하기위한프린트헤드및유체액적형성방법

요약

본 발명은 유체 액적(32)을 분사하기 위한 프린트헤드(12)에 관한 것이다. 프린트헤드(12)는 챔버(26)를 형성하는 챔버 부재(18, 20)를 포함한다. 챔버 부재(18, 20)는 그와 관련된 챔버 체적을 갖는다. 챔버 부재(18, 20)는 오리피스(16)와 유체 입구(22)를 형성하며 이를 통해 유체는 챔버(26)로 유동한다. 또한 챔버(26)내의 유체를 가열하기 위한 가열 부재(28)를 포함한다. 챔버(26)는 가열 부재(28)의 활성화에 응답하여 챔버 체적과 동일한 체적을 갖는 유체 액적(32)을 분사한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 잉크 챔버를 분사하도록 구성되며 작동되는 프린트헤드를 구비한 잉크젯 프린트의 사시도,

도 2a, 도 2b 및 도 2c는 프린트헤드용 액적 분사 시퀀스(sequence)를 도시하는 것으로, 액적 분사후 잉크 챔버내에서 증기 버블(vapor bubble)이 찌부러지는 것을 도시하는 단면도,

도 3a, 도 3b 및 도 3c는 본 발명에 따른 프린트헤드용 액적 분사 시퀀스를 도시하는 것으로, 증기 버블이 대기로 배출되는 것을 도시하는 단면도,

도 4는 다수의 잉크 챔버중 하나를 가로지르는 것으로, 도 1의 프린트헤드의 바람직한 실시예의 확대된 단면도,
 도 5는 도 4의 바람직한 실시예의 평면도.

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

12 : 프린트헤드 16 : 오리피스

18, 20 : 챔버 부재 22 : 유체 채널

28 : 가열 요소 30 : 버블 프론트

42 : 실리콘 베이스 44 : 지지층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 잉크젯 프린팅에 관한 것으로, 특히 잉크젯 프린트헤드용 잉크 챔버내의 잉크를 분출하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

잉크젯 프린팅용 잉크젯 프린터는 펜(pen)을 가지며 그 내에 잉크의 작은 액적이 형성되어 인쇄 매체를 향해 분사된다. 그러한 펜은 잉크 액적이 분사되는 다수의 작은 오리피스를 갖는 오리피스 부재 또는 평판을 구비한 프린트헤드를 포함한다. 오리피스에 인접하게 잉크 챔버가 있으며, 잉크는 오리피스를 통해 분사되기에 앞서 잉크 챔버내에 있게 된다. 잉크는 잉크 채널을 통해 잉크 챔버로 운반되며, 잉크 채널은 잉크 서플라이(supply)와 유체 연통되어 있다. 잉크 서플라이는 펜의 저장부내에 내포될 수 있거나 또는 "편심축(off-axis)" 잉크 서플라이의 경우에는 프린트헤드로부터 이격된 별개의 잉크 용기내에 내포될 수 있다.

오리피스를 통한 잉크 액적의 분사는 인접한 잉크 챔버내의 소정 체적의 잉크를 급속히 가열함으로써 달성할 수 있다. 이러한 열 처리에 의해 챔버내의 잉크가 과열되어 증기 버블이 형성된다. 증기 버블의 형성은 "핵생성(nucleation)"으로 알려져 있다. 버블의 급속한 팽창은 잉크를 가압하여 오리피스를 통해 빠져나가도록 한다. 때때로 이러한 과정은 "발사(firing)"라고 부른다. 통상적으로 챔버내의 잉크는 챔버내에 위치된 저항 가열 요소를 사용해 가열된다.

일단 잉크가 분사되면, 잉크 챔버는 이와 유체 연통된 잉크 채널로부터 잉크가 보충된다. 통상적으로 잉크 채널은 프린트 속도를 최대화하기 위해 신속히 잉크 챔버를 보충하는 크기로 된다. 때때로 챔버의 내측 및 외측으로 유동하는 이동 잉크(moving ink)의 관성(inertia)을 댄핑하거나 또는 제어하도록 잉크 채널 댄핑이 제공된다. 잉크 채널과 잉크 챔버 사이의 잉크 유동을 댄핑함으로써, 각기 매니스커스 리코일링(meniscus recoiling) 및 벌징(bulging)을 초래하는 잉크 챔버의 저충전(underfilling) 및 과충전(overfilling)이 제거되거나 또는 최소화될 수 있다.

증기 버블이 잉크 챔버내에서 팽창함에 따라 팽창 증기 버블은 잉크 채널내로 연장할 수 있다. 잉크 챔버내로의 증기 버블의 팽창은 "블로우백(blowback)"으로 알려져 있다. 블로우백은 잉크 채널내의 잉크를 가압하여 잉크 챔버로부터 멀어지도록 하는 경향이 있다. 버블이 변위시키는 잉크의 체적은 노즐로부터 분사되는 잉크 및 잉크 챔버로부터 멀어지도록 잉크 채널 아래로 가압되는 잉크이다. 따라서, 블로우백은 잉크 챔버로부터 소정 크기의 액적을 분사하기 위해 필요한 에너지 양을 증가시킨다. 소정의 크기의 액적을 분사하기에 필요한 에너지는 "턴온 에너지(Turn-On Energy : TOE)"라 불린다. 높은 턴온 에너지를 갖는 프린트헤드는 덜 효과적인 경향이 있으며, 이에 따라 낮은 턴온 에너지 프린트헤드보다 방산해야 될 열을 더 많이 갖는다. 소정의 열 방산 능력을 감안한다면, 보다 높은 열 효율성을 갖는 프린트헤드가 낮은 열 효율성을 갖는 프린트헤드보다 빠른 프린트 속도 또는 프린팅 주파수를 가질 수 있다.

턴온 에너지는 프린트헤드 오리피스로부터 소정의 잉크 양을 분사하기에 충분한 크기를 갖는 증기 버블을 형성하기에 충분한 에너지 양이다. 그런 후, 증기 버블은 잉크 챔버내로 찌부러진다. 증기 버블 찌부러짐 근처의 프린트헤드내의 부품은 증기 버블이 발사 간격 사이에서 찌부러질 때의 캐비테이션 응력(cavitation stress)에 민감하다. 특히, 캐비테이션으로부

터의 손상에 민감한 것은 가열 요소 또는 저항기이다. 캐비테이션에 의한 응력으로부터 저항기를 보호하기 위해 통상적으로 저항기 위에 얇은 보호 패시베이션층이 도포된다. 캐비테이션 손상을 방지하거나 제한하기 위한 패시베이션층의 사용의 문제점은 이 패시베이션층이 소정 크기의 액적을 분사하기에 요구되는 턴온 에너지를 증가시키는 경향이 있다는 점이다.

높은 열 효율성을 가지며 높은 프린트 속도로 프린트할 수 있는 프린트헤드에 대한 요구가 있다. 이러한 프린트헤드는 신뢰성이 있어야 하며 고장 없이 오래 프린팅할 수 있어야 한다. 또한, 이러한 프린트헤드는 전체적인 프린트헤드의 비용이 비교적 낮도록 비교적 쉽게 제조되어야 한다.

마지막으로, 이러한 프린트헤드는 프린트 매체상에 고품질 이미지를 형성할 수 있어야 한다. 이러한 프린트헤드는 프린트헤드에서 사용되는 광범위한 잉크에 걸쳐 동일하거나 또는 거의 동일한 방울 체적을 갖는 액적을 형성할 수 있어야 한다. 예를 들면, 프린트헤드는 잉크 표면장력 또는 잉크 점도(viscosity)에 관계없이 선택된 방울 체적을 제공할 수 있어야 한다. 이러한 것은 동일한 프린트헤드가 각종 상이한 프린트 장치에 사용될 수 있도록 한다. 게다가, 프린트헤드에 의해 형성된 액적은 비산(splattering), 퍼들링(puddling) 및 대체로 낮은 품질의 이미지를 야기하는 경향이 있는 미부(tails)를 가져서는 안 된다. 더욱이, 이러한 프린트헤드는 분사동안 잉크 액적이 잘 형성되지 않을 때 일어나는 궤적 에러(trajjectory errors)를 최소화할 수 있어야 한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 유체 액적을 분사하기 위한 프린트헤드 및 이의 작동 방법에 관한 것이다. 프린트헤드는 챔버를 형성하는 챔버 부재를 포함한다. 챔버 부재는 이와 관련된 챔버 체적을 갖는다. 챔버 부재는 오리피스와 유체를 챔버로 유동시키는 유체 입구를 형성한다. 또한 챔버내의 유체를 가열하기 위한 가열 부재를 포함한다. 챔버는 가열 부재의 활성화에 반응하여 챔버 체적과 동일한 체적을 갖는 유체 액적을 분사한다.

본 발명의 일 실시예에 있어서, 가열 부재는 챔버 부재에 비해 큰 관련 영역을 갖는 저항 가열 요소이다. 이러한 바람직한 실시예에 있어서, 오리피스는 유체 입구와 관련된 개구 크기에 비해 큰 개구 크기를 갖는다.

발명의 구성 및 작용

도 1은 본 발명을 수행하도록 구성되고 배치된 프린트헤드(12)를 구비한 잉크젯 펜을 도시한다. 펜(10)의 바람직한 실시예는 잉크와 같은 유체의 서플라이를 유지하기 위한 내부 저장소를 형성한 펜 몸체(14)를 포함한다. 유체는 펜 몸체(14)내의 유체 서플라이와 유체 연통된 다수의 오리피스(16)를 통해 프린트헤드(12)로부터 분사된다. 대안적으로, 편심축(off-axis) 잉크 서플라이의 경우에서와 같이, 유체는 프린트헤드(12)로부터 이격된 유체 서플라이에 의해 프린트헤드(12)에 제공될 수 있다.

본 발명의 프린트헤드(12)를 상술하기에 앞서, 도 2a, 도 2b 및 도 2c에 도시된 종래의 프린트헤드(12') 및 그 작동 방법을 우선 상술하는 것이 도움될 것이다. 프린트헤드(12')를 축적대로 도시하거나, 프린트헤드(12') 구조를 정확하게 표현하지는 않았다. 일련의 시간 간격으로 도 2a, 도 2b 및 도 2c에 도시된 프린트헤드(12')는 프린트헤드(12')용 방울 분사 시퀀스를 도시하기 위한 것이다.

프린트헤드(12')는 기관(18), 오리피스 부재(20) 및 유체 채널(22)을 포함한다. 오리피스 부재(20)는 오리피스(16)를 형성하며 이 오리피스로부터 유체가 분사된다. 기관(18), 유체 채널(22) 및 오리피스 부재(20)는 모두 유체 챔버(26)를 형성한다. 가열 요소(28)는 유체 챔버(26) 가까이에 위치한다.

도 2a는 점선으로 표시된 버블 프론트(bubble front)(30)를 갖는 증기 버블의 형성을 나타낸다. 증기 버블은 가열 요소(28)의 활성화 후에 바로 형성된다. 버블 형성동안에 버블 프론트(30)는 가열 요소(28)로부터 유체 챔버(26)내로 급속도로 팽창된다. 버블 프론트(30)를 갖는 증기 버블이 유체 챔버(26)내로 팽창함에 따라, 챔버(26)내의 유체는 변위되고 유체가 가압되어 오리피스(16)를 통해 빠져나가 액적(32)이 형성된다.

도 2b는, 도 2a에 도시된 상태에서 짧은 시간 후의 버블 분사 시퀀스를 도시한다. 이러한 도면에 있어서, 버블 프론트(30)는 자신의 최대 크기 또는 가열 요소(28)로부터의 반경방향 거리에 도달하며 다시 가열 요소(28)를 향해 찌부러지기 시작한다. 액적(32)은, 오리피스(16)로부터 나올 때, 길다란 스트리머(streamer)(34)에 의해 연결된다. 스트리머(34)는 유체의 표면장력 및 점성에 의해 발생한다. 스트리머(34)는 액적(32)을 프린트헤드(12')에 탄성적으로 구속하는 경향이 있다.

도 2c는, 도 2b에 도시된 다이어그램 바로 후의 프린트헤드(12') 방울 분사 시퀀스를 도시한다. 버블 프론트(30)는 거의 가열 요소(28)상으로 다시 찌부러진다. 버블 프론트(30)의 찌부러짐은 오리피스 출구 평면에 가까운 영역에 속도 구배를 발생시키며, 이러한 속도 구배는 스트리머(34)를 끊어서 액적(32)을 방출하는 경향이 있다. 액적(32)은 절단된 스트리머(34)로부터 발생한 미부(36)를 갖는다. 스트리머(34)의 나머지 부분(38)은 버블 프론트(30)의 찌부러짐에 의해 오리피스(16) 내로 당겨진다.

도 3a, 도 3b, 도 3c 및 도 3d는 본 발명의 방울 분사 방법을 도시하기 위해 일련의 간격에 따라 본 발명의 프린트헤드(12)의 개략적인 도면을 도시한다. 도 3a 내지 도 3d는 축적대로 도시하거나 실제의 프린트헤드(12)를 표현하도록 의도한 것은 아니며, 단순히 유체 액적(32)을 형성하기 위한 본 발명의 기술을 도시하려 한 것이다.

도 3a는 본 발명의 프린트헤드(12)를 도시하는 것으로, 이는 기관(18), 오리피스 부재(20) 및 유체 입구(22)를 포함한다. 오리피스 부재(20)는 오리피스(16)를 형성한다. 기관(18), 오리피스 부재(20) 및 유체 입구(22) 모두는 유체 챔버(26)를 형성한다. 가열 요소(28)는 유체 챔버(26) 가까이에 위치한다. 프린트헤드(12)는 가열 요소(28)의 활성화 직후 상태가 도시되어 있다. 챔버내의 유체의 가열은 가열 요소(28) 가까이에 증기 버블을 형성한다. 증기 버블은 점선으로 표시된 버블 프론트(30)를 가지며, 이는 일반적으로 가열 요소(28)로부터 외측 반경방향으로 팽창한다. 팽창하는 버블 프론트(30)는 챔버(26)내의 유체를 변위시키기 시작하여 오리피스(16)를 통과하도록 유체를 가압한다. 오리피스(16)를 통과하도록 유체를 가압함에 따라서 오리피스(16)로부터 액적(32)이 나온다.

도 3b는 버블 프론트(30)를 갖는 증기 버블이 보다 성장한 상태를 도시한다. 버블 프론트(30)는 가열 요소(28)로부터 유체 챔버(26)내로 반경방향으로 팽창한다. 버블 프론트(30)가 챔버(26)내로 성장함에 따라 챔버내의 유체는 증기 버블에 의해 변위되어 오리피스(16)로부터 액적(32)의 배출을 초래한다. 증기 버블 프론트(30)는 오리피스(16)의 평면을 지나 팽창하며 프린트헤드(12)를 둘러싸는 대기로 나온다. 도 3a 및 도 3b의 버블 팽창 시퀀스동안 도 3b에 도시된 바와 같이 변위된 유체의 거의 모두 또는 대부분이 오리피스(16)를 통해 분출된다. 따라서, 유체 액적(32)의 체적은 유체 챔버(26)의 체적과 거의 동일하다.

챔버(26)내의 유체중 비교적 적은 양이 유체 입구(22)내로 가압될 수 있다. 본 발명의 프린트헤드(12)는 유체 입구(22)의 유체 저항에 비해 작은 오리피스(16)의 유체 저항을 갖도록 선택되어서 대부분의 챔버 유체는 오리피스(16)를 통과하도록 가압된다. 유체 저항에 영향을 미치는 한가지 요소는 오리피스(16) 및 유체 입구(22)에 대한 유체 개구의 크기이다. 본 발명의 프린트헤드(12)에 대한 오리피스(16)의 크기 비율이 유체 입구(22)의 크기에 비해 크기 때문에 대부분의 변위된 유체는 오리피스(16)를 통해 방출된다. 유체 입구(22) 및 오리피스(16)의 유체 저항에 영향을 미치는 다른 요소는 유체 유동 방향을 바꾸는 유동 장애뿐만 아니라 유체 입구 또는 대기에 의해 제공된 배압이다.

도 3c는, 도 3b에 도시된 상태 직후의 프린트헤드(12) 방울 분사 시퀀스를 도시한다. 버블 프론트(30)가 오리피스(16)의 평면을 지난 후에 증기 버블은 대기로 배출된다. 증기 버블의 배출(venting)은 액적(32)에 대해 비교적 높은 방울 속도를 일으키는 경향이 있다. 분사된 액적(32)이 높은 속도 구배를 갖기 때문에, 액적(32)은 유체의 표면장력 및 점성을 극복할 수 있어서 도 2b에 도시된 바와 같은 스트리머(34)의 형성을 방지할 수 있다. 스트리머(34)는 액적(32)을 프린트헤드(12)에 탄성 결합시킴으로써 방울 속도를 줄이는 경향이 있다. 스트리머(34)가 형성되지 않기 때문에 액적은 높은 방울 속도로 프린트 매체를 향해 소정 궤적상에서 연속적이다. 도 3c 및 도 3d에 도시된 바와 같이 프린트헤드(12)에 의해 형성된 액적(32)은 구형 형상의 단일 액적(32)인 경향이 있다. 버블이 배출되면, 도 3c 및 도 3d에 도시된 바와 같이 유체 입구(22)로부터의 유체가 챔버(26)내로 유동하여 챔버(26)를 보충한다.

그 후, 증기 버블이 대기로 배출되지 않은 대응 프린트헤드(12)와 관련된 최대 작동 주파수보다 더 높은 최대 작동 주파수로, 챔버(26)를 유체로 충전하는 것과, 챔버(26)내의 유체를 가열하는 것을 반복한다.

도 4 및 도 5는 본 발명의 프린트헤드(12)의 바람직한 실시예를 도시한다. 프린트헤드(12)는 도 3a, 도 3b, 도 3c 및 도 3d에 개시된 기술에 따른 방울 분사를 하도록 구성된다. 도 4는 프린트헤드 및 하나의 오리피스(16)를 절단하여 취해진 상당히 확대된 단면도이다. 도 4에서, 오리피스(16)는 오리피스 부재 또는 평판(20)의 외측 표면(40)에 형성됨을 볼 수 있다. 오리피스 부재(20)는 기관(18)에 부착된다. 기관은 상세히 후술되는 바와 같이 실리콘 베이스(42) 및 지지층(44)을 포함한다.

오리피스(16)는 오리피스 평판(20)에 형성된 유체 챔버(26)의 평판(20)을 관통하는 개구이다. 예를 들면, 오리피스(16)의 직경은 약 12 μm 내지 16 μm 이다.

도 4에서, 챔버(26)는 상측으로 테이퍼진 측벽(46)을 가지며, 그에 따라 대체로 절두원추형 챔버를 형성하는데, 이 챔버의 바닥은 실질적으로 기판(18)의 상측 표면(48)에 의해 형성된다.

챔버의 체적이 대체로 오리피스(16)쪽 방향으로 감소되는 것이라면 어떠한 유체 챔버 형태라도 이용될 수 있다. 도 4의 바람직한 실시예에 있어서, 오리피스 평판(20)은 스피논(spin-on) 또는 박판 중합체를 사용하여 형성될 수 있다. 중합체는 다우 케미칼(Dow Chemical)로부터 CYCLOTENE라는 등록상표로 입수가 가능하며, 이는 약 10 μm 내지 30 μm 의 두께를 갖는다. 다른 적당한 중합체 필름으로는 폴리아미드, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리카보네이트, 폴리에스테르, 폴리아미드, 폴리에틸렌-테레프탈레이트 또는 이의 혼합물과 같은 것이 사용될 수 있다. 변형적으로, 오리피스는 전착 기술(electrodeposition techniques)에 의해 제조된 금-도금 니켈 부재로 형성될 수 있다.

실리콘 베이스(42)의 상측 표면(50)은 지지층(44)으로 피복된다. 지지층(44)은 실리콘 이산화물, 실리콘 질소화물, 실리콘 카바이드, 탄탈, 폴리실리콘 글래스, 또는 기판의 실리콘 베이스(42)와는 상이한 부식액 민감도를 갖는 기능적으로 동등한 다른 재료로 형성된다.

지지층(44)이 도포된 후, 2개의 유체 입구(22)가 이 층을 통해 연장하도록 형성된다. 바람직한 실시예에 있어서, 오리피스 평판(20)이 기판(18)에 부착되기 전 및 하기에 기술하는 바와 같이 채널(52)이 베이스(42)내로 에칭되기 전에, 지지층(44)의 상측 표면(48)은 입구(22)를 형성하도록 패터닝되며 에칭된다.

박막 저항기(28)가 기판(18)의 상부 표면(48)에 부착된다. 바람직한 실시예에 있어서, 저항기는 입구(22)가 형성된 후 오리피스 평판(20)이 기판(18)에 부착되기 전에 도포된다. 저항기(28)는 12 μm 길이 X 약 12 μm 폭이다(도 5). 사용된 유체로부터 보호하도록 매우 얇은(약 0.5 μm) 패시베이션층(도시되지 않음)이 저항기상에 배치될 수 있다. 만약 유체가 저항기에 손상을 입히지 않는다면, 이러한 패시베이션층은 보다 얇을 수 있거나 또는 제거될 수도 있다. 지지층, 저항기 및 패시베이션층의 전체적인 두께는 약 3 μm 이하이다.

저항기(28)는 입구(2)에 바로 근접하게 위치된다. 저항기(28)는, 그에 가해진 전압 펄스에 의해 선택적으로 에너지를 받을 때 옴 가열기(ohmic heater)로서 작용한다. 이러한 점에 있어서, 각각의 저항기(28)는 저항기의 대향 측면에서 전도선(54)과 접촉한다. 전도선은 기판(18)상에 놓이며 전압 펄스를 전도하기 위해 프린터 마이크로프로세서에 전기적으로 연결된다. 전도선(54)은 도 5에 도시된다.

바람직한 오리피스 평판(20)은 기판(18)상에 지지층(44)의 상부 표면(48)상에 놓인다. 이러한 점에 있어서, 평판(20)은 적층될 수 있으며, 액체 형태에 있는 동안 회전되거나, 제 위치에서 성장 또는 침착되거나, 또는 제 위치에서 도금된다. 평판(20)은 지지층(44)에 부착된다.

저항기(28)는 유체로 충만한 챔버(26)내에 버블 프론트(30)(도 4에 점선으로 도시됨)를 갖는 증기 버블을 만들기 위해 마이크로프로세서에 의해 선택적으로 가열되거나 또는 구동된다. 도 3a 내지 도 3d에 도시된 바와 같이, 챔버(26)내의 유체는, 팽창 증기 프론트(30)가 오리피스(16)의 중심축(56)을 통해 이동하며 오리피스(16)를 통해 빠져나가 증기 버블을 대기에 배출함에 따라 분사된다. 버블 프론트(30)가 챔버(26)를 통해 팽창함에 따라, 챔버(26)내의 유체는 오리피스(16)를 통해 밖으로 가압된다.

유체 채널(52)은 입구(22)와 유체 연통되도록 기판(18)의 베이스(42)에 형성된다. 바람직하게는, 채널(52)은 베이스(42)의 하측면으로부터 지지층(44)의 아래면(58)까지 이방성(anisotropic) 에칭에 의해 에칭된다.

본 발명에 따르면, 펜 몸체(14)의 저장소내에 있는 유체는 각각의 채널(52) 및 입구(22)를 통한 모세관력에 의해 유동하여 유체 챔버(26)를 채운다. 이러한 점에 있어서, 채널(52)은 유체 입구(22)보다 상당히 큰 체적을 갖는다. 채널은 유체를 하나 이상의 챔버(26)에 제공하도록 배향될 수 있다. 각각의 채널(52)은 기판 베이스(44)내에 형성된 보다 큰 슬롯(도시되지 않음)과 연결되어 펜 저장소와 직접 유체 연통하도록 연장될 수 있다. 기판의 베이스(42)는 펜 몸체 표면에 결합되며, 이 표면은 채널(52)의 경계를 규정한다.

챔버(26)로 유입되는 모든 유체는 입구(22)를 통해 안내된다. 이러한 점에 있어서, 챔버(26)의 하측 단부(60)는 입구(22) 및 저항기(28)를 완전히 둘러싼다.

바람직한 실시예에 있어서, 가열 요소(28)의 면적에 대한 챔버(26) 체적의 비가 낮기 때문에, 증기 버블 프론트는 충분히 팽창하여, 증기 버블을 대기로 배출하는 오리피스(16) 평면을 지나 연장한다. 저항 가열 요소에 대해, 단위시간당 에너지

또는 가열 요소(28)에 의해 제공된 파워는 저항기(28) 면적에 걸친 저항기(28) 길이에 관련된다. 이 때, 동일 길이로 형성된 저항기에 대해, 저항기내의 방산된 파워는 저항기(28) 면적에 관련된다. 따라서, 저항기 면적에 대한 챔버(26) 체적의 비는 증기 버블 프론트(30)가 오리피스(16)를 통해 배출되어 오리피스(16)를 통해 유체 챔버(26)의 전체 용량을 가압하는 것을 보장하도록 낮아야만 한다.

증기 버블 프론트(30)가 팽창함에 따라 챔버(26)내의 유체는 오리피스(16)의 외측으로 가압되고 유체 입구(22)로는 가압되지 않는 것이 중요하다. 블로우백 저항에 대한 오리피스 저항의 비는 챔버(26)내의 모든 유체가 오리피스(16) 외측으로 가압되고 유체 입구(22)내로는 가압되지 않도록 하기 위해 작아야만 한다. 바람직한 실시예에 있어서, 오리피스 저항은 오리피스 면적과 관련된다. 바람직한 실시예에 있어서, 블로우백 저항은 각각의 유체 입구(22)의 면적의 합과 관련된다.

표 1은 각종 상이한 구성을 갖는 여러 상이한 프린트헤드(12)에 대한 시뮬레이션 결과를 도시한다. 표 1에 도시된 프린트헤드는 제곱 마이크로미터로 주어진 저항기 면적과 마이크로리터로 주어진 챔버 체적을 갖는다. 표 1에 있는 데이터로부터 15.6 정도로 큰 챔버 체적 대 저항기 면적의 비를 갖는 프린트헤드(12)는 오리피스(16)를 통해 챔버(26)내의 유체의 전체 체적을 분사하기에 적합하다.

바람직한 실시예에 있어서, 오리피스(16) 저항 및 블로우백 저항은 각 영역에 의해 분리된 개별 길이에 비례한다. 이들 길이가 일정하기 때문에 오리피스(16) 저항과 블로우백 저항 양자는 각각 오리피스(16) 면적과 입구(22) 면적으로 표현될 수 있다. 5 정도의 큰 오리피스 면적 대 입구 면적의 비를 갖는 프린트헤드(12)는 오리피스(16)를 통해 챔버(26)내의 유체의 전체 체적을 분사하기에 적합하다. 표 1에 도시된 시뮬레이션 결과는 챔버 비우기가 일어나는 전체 범위를 도시하도록 의도된 것은 아니며, 단순히 챔버 비우기가 일어나는 몇 가지의 예를 도시한 것이다.

[표 1]

저항기 면적 (μm^2)	챔버 체적 (μ 리터)	체적/면적	오리피스 면적/ 입구 면적	방울 속도 (m/s)
100	1000	10	.82	25
64	1000	15.6	.74	.22
196	2744	14	5	16.1
144	1728	14	1.43	25

바람직한 실시예에 있어서, 입구(22)는 저항기(28)에 바로 인접하게 위치되며 발사시 팽창된 버블 프론트(30)가 입구(22)를 폐색하고 챔버(26)내의 유체가 채널(52)내로 블로우백되는 것을 방지하도록 크기가 결정된다. 입구(22)를 폐색함으로써 효과적인 블로우백 저항은 증가되어서 챔버(26)내의 보다 많은 유체가 오리피스를 통해 분사되는 것을 가능하게 한다.

특히, 입구(22)는 챔버(26)에 인접(상당히 이격되지 않음)하며 입구(22) 및 챔버(26)의 접합부가 저항기(28)에 매우 가깝도록 위치된다. 바람직한 실시예에 있어서, 각각의 입구(22)는 저항기 부재 길이의 25% 이하만큼 저항기(28)로부터 이격된다.

더욱이, 입구 및 챔버(26)의 접합부에서 입구의 단면적은 팽창 버블 프론트(30)가 입구 영역을 덮어서 폐색할 수 있도록 충분히 작은 크기를 갖는다. 그러한 폐색은 버블이 입구(22)내로 이동할 때 버블 프론트(30)에 의해 이루어지며 그에 따라 챔버(26)와 채널(52) 사이의 유체 잉크 경로가 제거된다. 전술한 바와 같이, 이러한 통로의 제거는 버블이 팽창할 때 챔버(26)내의 유체가 채널(52)내로 블로우백되는 것을 방지한다.

도 4에서 점선으로 도시된 바와 같이, 액체 경로의 제거는 버블 프론트(30)가 입구(22)를 완전하게 관통하고 채널(52)의 체적내로 약간 팽창할 때 가장 잘 이루어진다. 바람직한 실시예에 있어서, 입구의 전체 면적은 저항기 면적의 약 120% 보다 작아야 한다.

팽창된 증기 버블에 의한 입구의 폐색은 바람직한 실시예와 연관되어 기술되는 것과 상이한 프린트헤드 구성에 의해 일어날 수도 있다. 이러한 점에 있어서, 저항기 또는 가열 부재로부터의 입구의 거리 및 입구의 단면적은, 임의의 변수에 따라 전술된 것보다 크거나 작을 수 있다. 그러한 변수는, 유체 점성 및 관련된 열역학적 특징, 저항기 단위 면적당 저항기 열 에너지, 및 유체와 증기가 그것을 따라 이동하는 재료의 표면 에너지를 포함한다.

바람직한 실시예에 있어서, 저항기 에너지 밀도는 약 4 nJ/m^2 이고, 잉크의 점성도는 약 3 cp이며, 약 $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 의 끓는점을 갖는다.

이러한 입구(22)의 배향[이에 따른 유동 경로(62)의 배향]의 결과로서, 보충하는 동안 챔버(26)내로 유동하는 유체는, 일단 버블 프론트가 오리피스 평면을 돌파하여 대기에 배출되면 버블 프론트(30)를 부양하기 위한 유동 운동량을 제공하며, 유체 챔버(26)는 도 3c 및 도 3d에 도시된 바와 같이 유체로 채워진다.

도 4 및 도 5에 도시된 전술된 바람직한 실시예에서, 입구(22) 및 저항기 장치의 특별한 구성이 기술되어 있지만, 사용될 수 있는 다수의 상이한 구성이 있음을 주목할만하다. 예를 들면, 4개의 입구(22)가 도 5에 도시되어 있으며, 챔버 체적 크기의 전술된 관계, 챔버 체적 대 저항기 면적의 비 및 오리피스 저항 대 블로우백 저항의 비에 여전히 부합하면서 보다 적은 또는 많은 입구가 사용될 수 있다. 게다가, 입구(22)는 챔버(26)에 대해 각종 상이한 구성을 가질 수 있다.

도 1, 도 3a, 도 3b, 도 3c, 도 3d, 도 4 및 도 5에 도시된 본 발명의 프린트헤드(12)의 작동에 대해 몇몇 이점이 있다. 첫째, 본 발명의 프린트헤드(12)의 프린트 품질은 개선되는 경향이 있다. 본 발명의 프린트헤드(12)에 의해 형성된 액적(32)은, 실질적으로 구형 형상이며 스트리머(34)의 형성 없이 높은 속도로 분사되는 단일의 작은 액적이다. 스트리머(34) 없이 액적을 형성함으로써, 미부가 제거되거나 상당히 감소된다. 유체 액적상의 미부(36)는 프린트 품질을 떨어뜨리는 궤적 에러 또는 풀링(pooling)을 가져올 수 있다. 또한 보다 높은 방울 속도는 궤적 에러를 줄이는 경향이 있다. 보다 높은 방울 속도는 액적(32)이 기류와 같은 외부 힘에 노출되는 간격을 감소시키며 그에 따라 액적(32)에 대한 이러한 외부 힘의 효과를 감소시킨다. 추가적으로, 스트리머(34) 및 미부(36)는 단일 액적이 아닌 잉크의 스프레이를 형성하는 경향이 있는 수 개의 보다 작은 액적의 형성을 가져올 수도 있다. 이러한 잉크 스프레이는 낮은 프린트 품질을 초래하는 경향이 있다. 반대로, 단일의 작은 액적(32)의 형성은 프린트 매체상에 잘 형성된 잉크 점 또는 마크(marks)를 가져오는 경향이 있으며, 이는 퍼들링(puddling) 및 풀링이 없어서 프린트 품질이 우수해진다.

둘째로, 본 발명의 프린트헤드(12)는 개선된 열 특성을 갖는 경향이 있으며 이는 프린트헤드가 낮은 턴온 에너지에서 작동할 수 있도록 하며 프린트헤드(12)내에 낮은 열 축적을 가능하게 한다. 증기 버블은 본 발명의 프린트헤드(12)에서 대기로 배출된다. 증기 버블을 배출시킴으로써 챔버(26)내로의 증기 버블의 찌부러짐이 회피된다. 증기 버블이 챔버(26)내에서 찌부러지지 않기 때문에, 캐비테이션 응력으로부터 가열 요소(28)를 보호하기 위해 사용된 패시베이션층 두께가 감소되거나 제거될 수 있어 턴온 에너지를 줄일 수 있으며 효율성 또는 프린트헤드(12)를 개선할 수 있다. 게다가, 증기 버블의 배출은 응축 잠열(latent heat of condensation)을 대기로 방출하고, 프린트헤드(12)로부터 열을 방출하여 그에 따라 프린트헤드(12)내에 열의 축적을 방지한다. 프린트헤드(12)내의 열의 축적은 프린트헤드(12)의 과열 또는 프린트헤드(12)의 과열을 회피하기 위한 프린트 속도의 일부 제한을 초래하는 경향이 있다.

마지막으로, 본 발명의 프린트헤드(12)는 챔버(26)내의 거의 모든 잉크를 분사한다. 따라서, 액적 크기는, 저항기 크기, 유체 점성도 및 표면장력과 같은, 이전에 사용된 프린트헤드(12')에 대해 방울 크기를 조절하는 인자에 의해서가 아니라 챔버(26) 크기에 의해 결정된다. 따라서, 본 발명의 프린트헤드(12)는 여러 가지의 제조 변수와, 보다 양호한 프린트 품질을 형성하는 잉크 포뮬레이션(formulation)에 관계없이 보다 일정한 방울 크기를 제공할 수 있다.

발명의 효과

본 발명의 프린트헤드는, 실질적으로 구형 형상이며 스트리머의 형성 없이 높은 속도로 단일의 작은 액적을 분사시키며, 낮은 턴온 에너지에서 작동할 수 있고 프린트헤드내에 열 축적을 낮게 할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

유체 액적(32)을 분사하기 위한 프린트헤드(12)에 있어서,

챔버 체적을 갖는 챔버(26)를 형성하며, 유체를 챔버(26)로 유동시키는 오리피스(16)와 유체 입구(22)를 형성하는 챔버 부재(18, 20)와,

상기 챔버(26)내의 유체를 가열하기 위한 가열 부재(28)로서, 상기 챔버(26)는, 챔버 체적 크기, 챔버 체적 대 저항기 면적의 비 및 오리피스 저항 대 블로우백 저항의 비에 의해, 사용시에 상기 가열 부재(28)의 활성화에 응답하여 상기 챔버 체적과 실질적으로 동일한 체적을 갖는 유체 액적(32)을 분사하도록 구성되는, 상기 가열 부재(28)를 포함하며,

상기 프린트헤드(12)로부터 분사되는 유체 액적의 방향이 상기 유체 입구(22)로부터 상기 챔버(26)내로의 유체 유동의 방향과 실질적으로 동일하도록 배치되는

프린트헤드.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 가열 부재(28)는 상기 챔버 체적보다 큰 면적을 갖는 저항 가열 요소인

프린트헤드.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 오리피스(16)는 상기 유체 입구(22)와 관련된 개구 크기보다 큰 개구 크기를 갖는

프린트헤드.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 챔버(26)는 단지 단일의 유체 액적(32)을 형성하도록 상기 가열 부재(28)에 대해 상대적으로 크기가 정해지는

프린트헤드.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 프린트헤드(12)는 5 피코리터(picoliters)보다 작은 방울 체적을 갖는 액적(32)을 형성하도록 크기가 정해지고 배치되는

프린트헤드.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 가열 부재(28)는 그와 관련된 저항기 면적을 갖는 저항기이며, 상기 프린트헤드(12)는 챔버 체적 대 저항기 면적의 비가 제곱 마이크로미터당 50 피코리터보다 작은

프린트헤드.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 챔버(26)는 미부(36)가 없는 단일의 유체 액적(32)을 분사하도록 구성되고 배치된

프린트헤드.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 가열 부재(28)는 증기 버블이 대기로 배출되도록 챔버 체적에 대해 충분한 에너지가 제공되는

프린트헤드.

청구항 9.

유체 액적(32)을 형성하기 위한 방법에 있어서,

챔버(26)를 유체로 충전하는 단계로서, 상기 챔버(26)는 프린트헤드(12)내의 챔버 부재(18, 20)에 의해 형성되며, 상기 챔버 부재는 오리피스(16)를 형성하는, 상기 챔버 충전 단계와,

증기 버블을 팽창시키기 위해 챔버(26)내의 가열 요소(28)를 사용하여 챔버(26)내의 유체를 가열하는 단계로서, 상기 증기 버블은 가열 요소(28)에 인접한 초기 위치와 오리피스(16)에 인접한 최종 위치를 갖는 버블 프론트를 가지며, 최종 위치 후 증기 버블은 대기중으로 방출되며, 팽창 증기 버블은 초기 위치에서 최종 위치로 팽창하는 동안 챔버(26)의 체적과 동일한 유체 체적을 변위시키는, 상기 유체 가열 단계를 포함하며,

상기 프린트헤드(12)로부터 분사되는 유체 액적의 방향이 상기 유체 입구(22)로부터 상기 챔버(26)내로의 유체 유동의 방향과 실질적으로 동일하며, 상기 챔버(26)는, 챔버 체적 크기, 챔버 체적 대 저항기 면적의 비 및 오리피스 저항 대 블로우백 저항의 비에 의해, 사용시에 상기 챔버 체적과 실질적으로 동일한 유체 액적의 체적을 분사하도록 구성되는

유체 액적 형성 방법.

청구항 10.

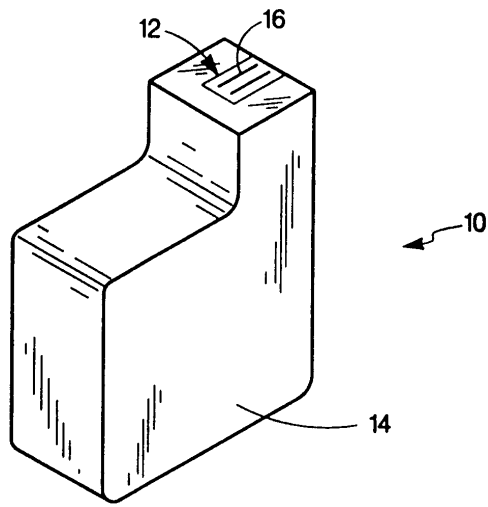
제 9 항에 있어서,

증기 버블이 대기로 배출되지 않은 대응 프린트헤드(12)와 관련된 최대 작동 주파수보다 더 높은 최대 작동 주파수로, 챔버(26)를 유체로 충전하는 것과, 챔버(26)내의 유체를 가열하는 것을 반복하는 단계를 더 포함하는

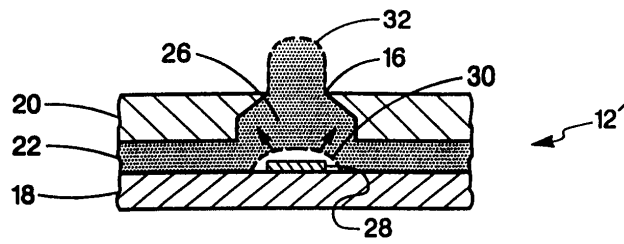
유체 액적 형성 방법.

도면

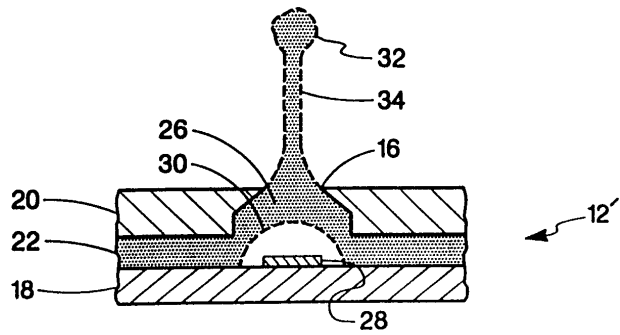
도면1



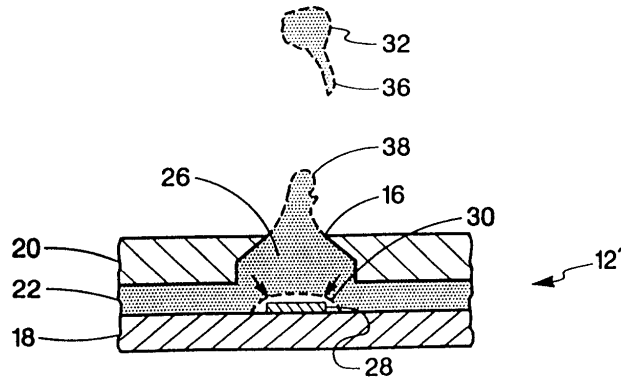
도면2a



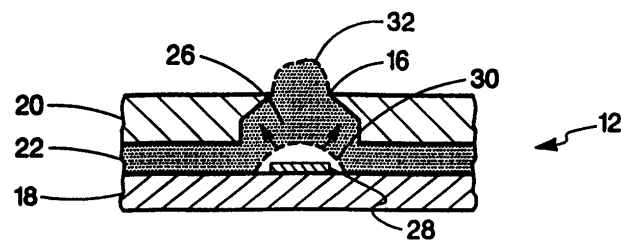
도면2b



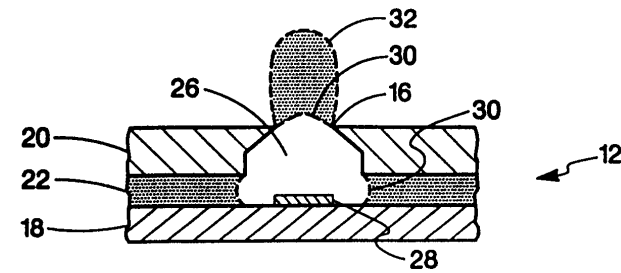
도면2c



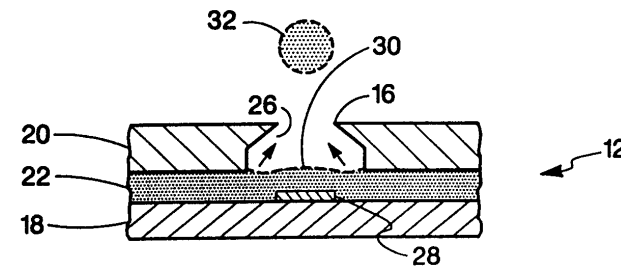
도면3a



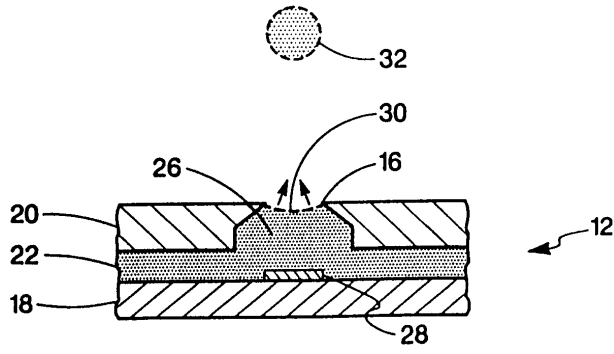
도면3b



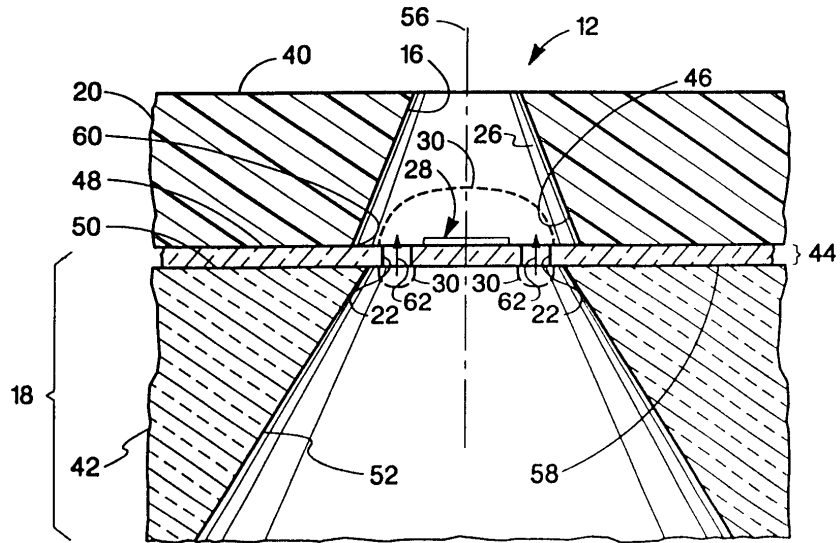
도면3c



도면3d



도면4



도면5

