



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년02월12일
(11) 등록번호 10-0802491
(24) 등록일자 2008년02월01일

(51) Int. Cl.

B81B 7/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2002-7014773

(22) 출원일자 2002년11월04일

심사청구일자 2006년03월07일

번역문제출일자 2002년11월04일

(65) 공개번호 10-2003-0023623

(43) 공개일자 2003년03월19일

(86) 국제출원번호 PCT/AU2001/000501

국제출원일자 2001년05월02일

(87) 국제공개번호 WO 2001/83363

국제공개일자 2001년11월08일

(30) 우선권주장

09/564,034 2000년05월04일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

J. Sensors and Actuators A 58 pp.19-25

전체 청구항 수 : 총 20 항

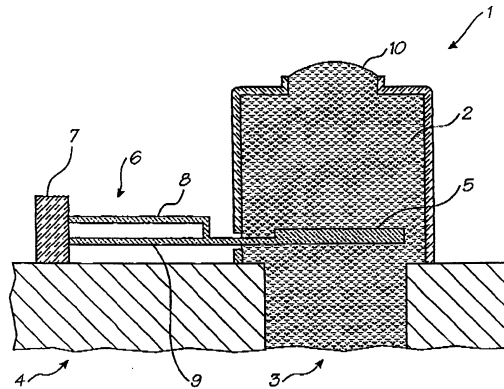
심사관 : 민정임

(54) 열 액추에이터

(57) 요약

열 굽힘 액추에이터는, 아암의 강성을 증가시키도록 비(非)평면 형상인 상부 아암(23, 25, 26)과 하부 아암(27, 28)을 구비하고 있다. 이들 아암(23, 25, 26, 27, 28)은 횡방향으로 간격을 두고 서로 떨어져 있고, 평면에서 보아, 서로 겹치지 않게 되어 있어, 모든 아암을 단일의 아암 형성 재료 층을 퇴적하여 형성할 수 있다.

대표도 - 도1



(81) 지정국

국내특허 : 아랍에미리트, 안티구와바부다, 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 벨리즈, 캐나다, 스위스, 중국, 콜롬비아, 코스타리카, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 도미니카, 알제리, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그라나다, 그루지야, 가나, 감비아, 크로아티아, 헝가리, 인도네시아, 이스라엘, 인도, 아이슬랜드, 일본, 케냐, 키르기즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 모로코, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 모잠비크, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 슬로베니아, 슬로바키아, 시에라리온, 타지키스탄, 투르크멘, 터어키, 트리니다드토바고, 탄자니아, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 세르비아, 엔몬테네그로, 남아프리카, 짐바브웨

AP ARIPO특허 : 가나, 감비아, 케냐, 레소토, 말라위, 모잠비크, 수단, 시에라리온, 스와질랜드, 탄자니아, 우간다, 짐바브웨

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 터어키

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 기니 비사우, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고

특허청구의 범위

청구항 1

마이크로 기계 장치 또는 마이크로 전자기계 장치를 위한 열 액츄에이터(thermal actuator)로서,

a) 지지 기판과,

b) 액츄에이터 연장부와,

c) 제1 단부에서 상기 지지 기판에 부착되고, 제2 단부에서 상기 액츄에이터 연장부에 부착되어 있으며, 상기 제1 단부가 사용 시에 전도에 의해 가열되도록 배치되어 있는 적어도 하나의 기다란 제1 아암(arm)과,

d) 제1 단부에서 상기 지지 기판에 부착되고, 제2 단부에서 상기 액츄에이터 연장부에 부착되어 있으며, 상기 제1 아암으로부터 간격을 두고 떨어져 있는 적어도 하나의 기다란 제2 아암을 포함하고;

상기 제1 아암은 사용 시에 열팽창하여 상기 액츄에이터 연장부에 힘을 가하도록 배치되어 있고,

횡단면에서 보아, 상기 제1 아암과 상기 제2 아암 중 적어도 하나의 아암이 비(非)평면 형상인 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 횡단면에서 보아, 상기 제1 아암과 상기 제2 아암 모두가 비평면 형상인 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 제1 아암과 상기 제2 아암이 횡방향으로 간격을 두고 서로 떨어져 있고, 평면에서 보아, 서로 겹치지 않는 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 제1 아암 및 상기 제2 아암의 열 가장자리들이 공통 평면에 위치하는 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 제1 아암의 관성 중심이 상기 공통 평면의 한쪽에 위치하고, 상기 제2 아암의 관성 중심이 상기 공통 평면의 다른 쪽에 위치하는 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 횡단면에서 보아, 상기 제1 아암과 상기 제2 아암 중 하나의 아암은 다른 하나의 아암으로부터 멀어지는 방향으로 연장하는 가장자리 부분을 가지는 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 횡단면에서 보아, 상기 가장자리 부분은 내측으로 연장하여 있는 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 제1 아암 또는 상기 제2 아암 또는 상기 제1 및 제2 아암 모두가, 횡단면에서 보아, U자, V자, C자, 또는 W지 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 제1 아암의 상기 제2 단부에서 전기적으로 서로 접속되어 있는 2개의 상기 제1 아암을 포함하는 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 제2 아암을 3개 포함하는 것을 특징으로 하는 열 액추에이터.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 제1 아암과 상기 제2 아암은 일체의 유닛으로서 형성되어 있고, 상기 제1 아암 및 상기 제2 아암이 그들의 제2 단부에서 횡방향 연장 아암에 결합되어 있는 것을 특징으로 하는 열 액추에이터.

청구항 12

마이크로 기계 장치 또는 마이크로 전자기계 장치를 위한 열 액추에이터로서,

a) 지지 기판과,

b) 액추에이터 연장부와,

c) 제1 단부에서 상기 지지 기판에 부착되고, 제2 단부에서 상기 액추에이터 연장부에 부착되어 있으며, 상기 제1 단부가 사용 시에 전도에 의해 가열되도록 배치되어 있는 적어도 하나의 기다란 제1 아암과,

d) 제1 단부에서 상기 지지 기판에 부착되고, 제2 단부에서 상기 액추에이터 연장부에 부착되어 있으며, 상기 제1 아암으로부터 간격을 두고 떨어져 있는 적어도 하나의 기다란 제2 아암을 포함하고;

상기 제1 아암은 사용 시에 열팽창하여 상기 액추에이터 연장부에 힘을 가하도록 배치되어 있고,

평면에서 보아, 상기 제1 아암과 상기 제2 아암은 서로 겹치지 않고,

횡단면에서 보아, 상기 제1 아암이 비(非)평면 형상인 것을 특징으로 하는 열 액추에이터.

청구항 13

삭제

청구항 14

제 12 항에 있어서, 횡단면에서 보아, 상기 제2 아암이 비(非)평면 형상인 것을 특징으로 하는 열 액추에이터.

청구항 15

제 12 항에 있어서, 상기 제1 아암 및 상기 제2 아암의 옆 가장자리들이 공통 평면에 위치하는 것을 특징으로 하는 열 액추에이터.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 제1 아암의 관성 중심이 상기 공통 평면의 한쪽에 위치하고, 상기 제2 아암의 관성 중심은 상기 공통 평면의 다른 쪽에 위치하는 것을 특징으로 하는 열 액추에이터.

청구항 17

제 12 항에 있어서, 횡단면에서 보아, 상기 제1 아암과 상기 제2 아암 중 어느 한쪽 아암은 다른 쪽 아암으로부터 멀어지는 방향으로 연장하는 가장자리 부분을 포함하는 것을 특징으로 하는 열 액추에이터.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 횡단면에서 보아, 상기 가장자리 부분은 내측으로 연장하여 있는 것을 특징으로 하는 열 액추에이터.

청구항 19

제 12 항에 있어서, 상기 제1 아암 또는 상기 제2 아암 또는 상기 제1 및 제2 아암 모두가, 횡단면에서 보아, U자, V자, C자, 또는 W자 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 열 액추에이터.

청구항 20

제 12 항에 있어서, 상기 제1 아암의 상기 제2 단부에서 전기적으로 서로 접속되어 있는 2개의 상기 제1 아암을

포함하는 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터.

청구항 21

제 12 항에 있어서, 상기 제2 아암을 3개 포함하는 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 잉크젯 프린터와 같은 마이크로(초소형) 전자기계 장치(micro electromechanical device) 분야에 관한 것이다. 여기서는 본 발명을 마이크로 전자기계 잉크젯(Micro Electro Mechanical Inkjet) 기술과 관련하여 설명하지만, 본 발명은, 예를 들어, 마이크로 전자기계 펌프 또는 마이크로 전자기계 원동기 등의 다른 마이크로 전자기계 장치에도 광범위하게 적용될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

배경기술

<2> 마이크로 전자기계 장치가 점점 더 널리 보급되고 있고, 통상, 반도체 제조기술을 이용한 마이크로(μm) 규모의 장치의 제조를 필요로 한다. 마이크로 전자기계 장치에 관한 최근의 기술을 알기 위해서는, 1998년 12월에 발행된 IEEE(전기전자학회) 스펙트럼 24~33 페이지에 게재된 "The Broad Sweep of Integrated Micro Systems"이라는 제목의 S. Tom Picraux 및 Paul J. McWhorter의 논문이 참조된다.

<3> 일반적으로 사용되고 있는 마이크로 전자기계 장치들 중 한가지 형태는 잉크 분출 노즐 체임버로부터 잉크를 분

출하는 잉크젯 인쇄장치이고, 여러 가지 형태의 잉크젯 장치가 알려져 있다.

- <4> 잉크젯 인쇄장치 및 관련 장치들에 대해서는, 많은 상이한 기술들이 개발되어 왔다. 이 분야의 기술에 관해서는, R Dubeck 및 S Sherr 편저 Output Hard Copy Devices(1998년)의 207~220 페이지에 게재된 "Non-Impact Printing: Introduction and Historical Perspective"라는 제목의 J Moore)의 논문이 참조된다.
- <5> 최근에는, 마이크로 전자기계 잉크젯(MEMJET) 기술이라고 불리는 새로운 형태의 잉크젯 인쇄 기술이 본 출원인에 의해 개발되었다. 이 MEMJET 기술의 한가지 형태에서는, 잉크 분출 노즐 체임버로부터 잉크 방울을 분출시키기 위해 체임버의 분출 노즐 쪽으로 이동하는 패들(paddle) 또는 플런저(plunger)에 연결된 전자기계 액추에이터를 이용하여 잉크가 잉크 분출 노즐 체임버로부터 분출된다.
- <6> 액추에이터의 종래의 설계에서는, 하부 아암(arm)이 대략 평면 형상의 단일 층으로서 퇴적되고, 그 위에 희생 스페이서 층이 형성되고, 그 위에 상부 아암이 대략 평면 형상의 층으로서 퇴적된다.
- <7> 종래에 제조된 윙(wing) 반도체 제조기술 장치의 비용의 대부분은 제조 중에 퇴적되어야 하는 별개의 층의 수에 의해 정해진다. 즉, 퇴적되어야 하는 별개의 층의 수를 줄이면 장치의 비용을 줄일 수 있다.
- <8> 열 액추에이터의 효율은 액추에이터 소재의 질량에 대략 반비례한다. 액추에이터 아암들은 어느 정도의 강성(剛性)을 가져야 한다. 질량을 줄이면서도 아암의 강성을 유지할 수 있으면, 액추에이터의 효율을 향상시킬 수 있다.

발명의 상세한 설명

- <9> 본 발명은 상기 문제들을 해결하는 것을 과제로 한다.
- <10> 본 발명의 제1 양태에서는, 상부 아암 및 하부 아암을 위한 재료를 단일 공정에서 퇴적함으로써 제조될 수 있는 열 액추에이터(thermal actuator)가 제공된다. 이것은 상부 아암과 하부 아암을 서로 겹치지 않도록 배치함으로써 달성된다.
- <11> 따라서, 제1 양태에서, 본 발명은, 마이크로 기계 장치 또는 마이크로 전자기계 장치를 위한 열 액추에이터로서,
 지지 기판과,
 액추에이터 연장부와,
 제1 단부에서 상기 지지 기판에 부착되고, 제2 단부에서 상기 액추에이터 연장부에 부착되어 있으며, 상기 제1 단부가 사용 시에 전도에 의해 가열되도록 배치되어 있는 적어도 하나의 기다란 제1 아암, 및
 제1 단부에서 상기 지지 기판에 부착되고, 제2 단부에서 상기 액추에이터 연장부에 부착되어 있으며, 상기 제1 아암으로부터 간격을 두고 떨어져 있는 적어도 하나의 기다란 제2 아암을 포함하고;
 상기 제1 아암은 사용 시에 열팽창하여 상기 액추에이터 연장부에 힘을 가하도록 배치되어 있고,
 평면에서 보아, 상기 제1 아암과 상기 제2 아암이 서로 겹쳐 있지 않은 것을 특징으로 하는 열 액추에이터를 제공한다.
- <12> 삭제
- <13> 삭제
- <14> 삭제
- <15> 삭제

- <16> 삭제
- <17> 삭제
- <18> 본 발명의 제2 양태에서는, 상부 아암 및 하부 아암 중 적어도 하나가 강성 보강 수단(stiffening means)을 포함하는 열 액츄에이터가 제공된다.
- <19> 따라서, 본 발명의 제2 양태는, 마이크로 기계 장치 또는 마이크로 전자기계 장치를 위한 열 액츄에이터로서, 지지 기관과,
액츄에이터 연장부와,
제1 단부에서 상기 지지 기관에 부착되고, 제2 단부에서 상기 액츄에이터 연장부에 부착되어 있으며, 상기 제1 단부가 사용 시에 전도에 의해 가열되도록 배치되어 있는 적어도 하나의 기다란 제1 아암, 및
제1 단부에서 상기 지지 기관에 부착되고, 제2 단부에서 상기 액츄에이터 연장부에 부착되어 있으며, 상기 제1 아암으로부터 간격을 두고 떨어져 있는 적어도 하나의 기다란 제2 아암을 포함하고;
상기 제1 아암은 사용 시에 열팽창하여 상기 액츄에이터 연장부에 힘을 가하도록 배치되어 있고,
횡단면에서 보아, 상기 제1 아암과 상기 제2 아암 중 적어도 하나의 아암이 비(非)평면 형상인 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터를 제공한다.
- <20> 삭제
- <21> 삭제
- <22> 삭제
- <23> 삭제
- <24> 삭제
- <25> 삭제
- <26> 횡단면에서 보아, 상기 제1 아암과 상기 제2 아암 모두가 비평면 형상일 수도 있다.
- <27> 상기 액츄에이터는 제2 단부에서 전기적으로 서로 접속된 2개의 제1 아암을 포함하는 것이 바람직하고, 또한, 3개의 제2 아암을 포함하는 것이 바람직하다. 그러나, 상부 아암 및 하부 아암의 다른 조합도 본 발명의 범위 내에 있다.
- <28> 상기 제1 아암과 상기 제2 아암은 횡방향으로 간격을 두고 서로 떨어져 있고, 평면에서 보아, 서로 겹쳐 있지 않은 것이 바람직하다.
- <29> 상기 제1 아암 및 상기 제2 아암의 가장자리들은 공통 평면에 위치할 수도 있다.
- <30> 상기 제1 아암 및 상기 제2 아암의 가장자리들이 공통 평면에 위치하는 경우, 상기 제1 아암의 관성 중심은 상기 공통 평면의 한쪽에 위치하고, 상기 제2 아암의 관성 중심은 상기 공통 평면의 다른 쪽에 위치하는 것이 바람직하다.

- <31> 횡단면에서 보아, 상기 적어도 하나의 제1 아암 및/또는 상기 적어도 하나의 제2 아암은 다른 아암으로부터 멀어지는 방향으로 연장하는 가장자리 부분을 포함할 수도 있다. 그 가장자리 부분은 내측으로 연장할 수도 있다.
- <32> 상기 제1 아암 또는 상기 제2 아암 또는 이들 아암 모두는 U자, V자, C자, 또는 W자 형상을 가질 수 있다.
- <33> 본 발명의 제3 양태에서는, 상부 아암 및 하부 아암을 위한 재료가 단일 공정에서 퇴적되는 열 액츄에이터 제조 방법이 제공된다.
- <34> 따라서, 본 발명의 제3 양태는,
- a) 제1 희생 재료 층을 퇴적하는 공정;
 - b) 상기 제1 희생 재료 층의 선택된 일 부분 또는 다수의 부분 상에 적어도 하나의 제2 희생 재료 층을 퇴적하는 공정;
 - c) 상기 제1 및 제2 희생 재료 층들 위에 액츄에이터 형성 재료 층을 퇴적하는 공정; 및
 - d) 상기 액츄에이터 형성 재료 층의 소정 부분들을 선택적으로 제거하여, 상기 제1 희생 재료 층 상에 퇴적된 적어도 하나의 제1 아암과, 상기 제2 희생 재료 층의 적어도 일부분 상에 퇴적된 적어도 하나의 제2 아암을 형성하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 열 액츄에이터 제조방법을 제공한다.
- <35> 삭제
- <36> 삭제
- <37> 삭제
- <38> 삭제
- <39> 상기 공정 b)에서는, 상기 제2 희생 재료 층의 선택된 부분들 상에 하나 이상의 부가적인 희생 재료 층을 퇴적할 수도 있다.
- <40> 상기 부가적인 희생 재료 층은 상기 제2 희생 재료 층의 일 부분에만 퇴적될 수도 있다.
- <41> 이렇게 형성된 상기 제1 아암은 평면 형상일 수도 있고, 비평면 형상일 수도 있다. 횡단면에서 보아, 상기 제1 아암 또는 상기 제2 아암 또는 이들 아암 모두는 U자, V자, C자, 또는 W자 형상을 가질 수 있다.
- <42> 상기 층들은, 형성된 때, 상기 제1 아암의 옆 가장자리가 제1 평면에 위치하고 상기 제2 아암의 옆 가장자리가 제2 평면에 위치하도록 퇴적될 수도 있다. 상기 제1 및 제2 평면은 공통 평면에 위치할 수도 있다.
- <43> 평면에서 보아, 상기 제1 아암과 상기 제2 아암은 서로 겹쳐 있을 수도 있고, 또는 횡방향으로 간격을 두고 서로 떨어져 있을 수도 있다.
- <44> 적어도 2개의 제1 아암 또는 제2 아암이 제공된 경우, 평면에서 보아, 이들 아암이 서로 교대로 배치된다.
- <45> 바람직한 실시형태에서는, 다수의 층을 퇴적하고 에칭하여 액츄에이터 아암들의 굽힘 방향으로의 강성(剛性)을 높이도록 그들 아암을 파형 또는 비(非)평면 형상 구조의 형태로 함으로써 개선된 열 굽힘 액츄에이터가 형성된다. 이 열 굽힘 액츄에이터의 파형 질화티탄층은 통상의 리소그래피(lithography) 공정을 사용하여 형성되고, 몇몇 실시형태에서는, 모든 가장자리가 동시에 스테퍼 공정의 피사체 심도 내에 위치하도록 마스크링 엣지(masking edge)들이 동일한 평면 층에 형성되는 양태로 된다.
- <46> 액츄에이터의 아암들은 버클링(buckling)을 피하기에 충분한 강성을 가지는 것이 중요하다. 이암들이 소정의 강성을 가지는 경우, 열 액츄에이터의 효율은 액츄에이터 재료의 질량에 대략 반비례한다. 파형 또는 비평면 형상 구조를 이용함으로써, 열 질량(thermal mass)을 일정하게 한 경우, 강성 특성이 향상될 수 있다. 파형 구조는, 액츄에이터의 두께를 증가시키지 않고, 따라서, 질량을 증가시키지 않고도 높은 강성을 달성한다. 이것

에 의해, 액추에이터의 효율을 전체적으로 증가시킨다. 시뮬레이션 실험에 의하면, 대략 50% 정도의 효율 증가가 가능한 것으로 나타났다.

<47> 바람직한 실시형태에서는, 수직 평면에서 서로 일치하지 않고 간격을 두고 서로 떨어져 있는 액추에이터 아암들을 형성하도록 단일의 질화티탄층을 퇴적함으로써 열 굽힘 액추에이터가 형성된다. 단일 층의 비평면 형상 액추에이터를 이용하는 것의 이점(利點)은, 제조에 있어서 퇴적되고 패터닝되는 층의 수가 대폭 감소된다는 것이다.

이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 설명하지만, 본 발명이 이것에 한정되는 것은 아니다.

실시예

<56> 열 액추에이터(thermal actuator)를 이용하는 액체 관련 장치의 기본적 동작 원리를 도 1을 참조하여 설명한다. 본 발명의 열 액추에이터는 그러한 액체 분출 장치에의 사용에 한정되는 것이 아님을 이해하여야 한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 잉크 분출 기구(1)는, 용기된 테두리를 가진 잉크 분출 노즐 둘레에 메니스커스(meniscus)(10)를 형성하도록 정상 상태에서는 잉크가 채워져 있는 노즐 체임버(2)를 포함한다. 노즐 체임버(2) 내의 잉크는 잉크 공급 채널(3)을 통해 보급된다.

<57> 잉크는 잉크 분출 패들(5)에 고정적으로 연결되어 있는 열 액추에이터(7)에 의해 노즐 체임버(2)로부터 분출된다. 열 액추에이터(7)는 상부 아암(8)과 하부 아암(9)의 2개의 아암을 가지고 있고, 하부 아암(9)은 사용 시에 그 하부 아암을 전도 가열하기 위해 전류원에 접속되어 있다(따라서, 여기서는 하부 아암을 히터라고도 부른다). 노즐 체임버(2)로부터 잉크 방울을 분출시킬 때는, 하부 아암(9)이 가열되어 하부 아암(9)에 대하여 상대적으로 급격히 팽창한다. 하부 아암(9)이 급격히 팽창함으로써, 노즐 체임버(2) 내의 패들(5)이 급격히 상방으로 움직인다. 패들(5)의 이러한 초기 이동에 의해 노즐 체임버(2) 내의 압력이 높아지고, 이것에 의해, 잉크가 노즐로부터 유출되어 메니스커스(10)를 부풀게 한다. 이어서, 히터, 즉, 하부 아암(9)에의 전류를 차단하여 패들(5)을 그의 원위치로 복귀시킨다. 그 결과, 노즐 체임버(2) 내의 압력이 감소한다. 노즐의 테두리로부터 잉크를 유출시키도록 하는 잉크의 전방향 운동량이 메니스커스를 조여 파괴하고, 새로운 메니스커스 및 잉크 거품을 형성한다. 이 잉크 거품은 계속 전진하여 인쇄 매체에 부착한다. 그 사이에 패들은 그의 휴지(休止) 상태로 복귀한다. 그 다음, 메니스커스(10)는 도 1에 나타난 위치로 복귀하여, 잉크가 패들(5)을 지나 노즐 체임버(2)내로 흡인된다. 노즐 체임버(2)의 벽에는, 작은 틈새를 두고 패들(5)을 수용하는 구멍이 형성되어 있다.

<58> 도 2 및 도 3은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 열 굽힘 액추에이터를 나타낸다.

<59> 이 액추에이터는 2개의 하부 아암(27, 28)과, 3개의 상부 아암(23, 25, 26)을 가지고 있다. 이들 아암 모두는 일체의 구조로 형성되어 있고, 일체의 횡방향 아암(32)에 의해 서로 결합되어 있다.

<60> 도 3에 상세히 도시된 바와 같이, 상부 아암 및 하부 아암의 가장자리들은 공통 평면(33)에 위치하여 있으나, 하부 아암(27, 28)은 공통 평면(33)의 아래쪽에서 연장하고 상부 아암(23, 25, 26)은 공통 평면의 위쪽에서 연장하도록 구성되어 있다. 그 결과, 상부 아암들의 길이방향의 관성 중심(34)이 공통 평면(33)의 위에 위치하고, 하부 아암들의 길이방향의 관성 중심(35)은 공통 평면(33)의 아래에 위치한다.

<61> 하부 아암(27, 28)들의 자유 단부(36, 37)는 선택적으로 전원에 접속되어, 전류가 한쪽의 하부 아암(27)으로부터 횡방향 아암(32)을 거쳐 다른쪽 하부 아암(28)으로(또는 그 반대로) 흘러, 하부 아암(27, 28)을 저항 가열하도록 한다. 상부 아암(23, 25, 26)의 자유 단부(38, 39, 40)는 전기회로에 접속되어 앵기 때문에, 그들에는 전류가 흐르지 않는다. 따라서, 상부 아암(23, 25, 26)은 가열되지 않고 팽창하지 않는다. 자유 단부(36, 37, 38, 39, 40)는 앵커 블록(도시되지 않음)에 고정되어 있으므로, 하부 아암(27, 28)이 길이방향으로 열팽창하면, 그 결과, 앵커 블록을 중심으로 하여 액추에이터가 전체적으로 위쪽으로 구부러지게 된다. 이에 따라, 액추에이터에 연결되어 있는 잉크 분출 패들과 같은 장치가 상방으로 급격히 이동하게 된다.

<62> 외측에 위치한 상부 아암(23, 26)은, 단면에서 보아, 중앙의 수평 부분(41)과 2개의 하향 연장 부분(42)을 가지고 있고, 2개의 하향 연장 부분(42)은 공통 평면(33)까지 아래쪽으로 대칭적으로 연장하여 있다.

<63> 중앙의 상부 아암(25)은, 단면에서 보아, 2개의 외측 부분(44)과 2개의 내측 부분(45)을 가지고 있다. 2개의 내측 부분(45)은 서로에 대하여 또한 상부 아암(25)의 중심선에 대하여 외측 상방으로 대칭적으로 연장하여 있고, 2개의 외측 부분(44)은 2개의 내측 부분에 대하여 외측 하방으로 연장하여 공통 평면(33)까지 연장하여 있

다.

- <64> 2개의 하부 아암(27, 28)은 동일한 구조이고, 공통 평면(33)에 위치하는 중앙 부분(46)과, 그 중앙 부분(46)으로부터 하방으로 연장한 2개의 중간 부분(47)과, 그 중간 부분(47)으로부터 공통 평면(33)까지 상방으로 연장한 2개의 외측 부분(48)을 가진다.
- <65> 2개의 하부 아암(27, 28) 각각은 중앙의 상부 아암(25)과 외측의 상부 아암(26, 23) 사이에서 동일한 간격으로 떨어져 있고, 이에 따라, 중앙의 상부 아암(25)은 액츄에이터 전체의 중심에 위치한다. 3개의 상부 아암(23, 25, 26)의 총 단면적은 2개의 하부 아암(27, 28)의 총 단면적과 같으나, 이것이 필수요건은 아니다. 비평면 형상의 아암들은 동일 단면적의 아암들에 비하여 높은 강성을 가지고, 따라서, 굽힘에 대한 저항이 크다는 것이 이해될 것이다.
- <66> 도 4는 3개의 상부 아암과 2개의 하부 아암을 가지는 제2 실시형태의 단면도를 나타낸다. 평면도에서 보면, 이들 아암의 형상은 도 2에 나타난 제1 실시형태의 것과 실질적으로 동일하다. 도 4의 실시형태는 상부 아암 및 하부 아암의 단면 형상만이 다르다.
- <67> 외측의 상부 아암(80, 81)은 제1 실시형태의 외측의 상부 아암(23, 26)과 동일한 형상을 가진다. 중앙의 상부 아암(82)도, 중앙 부분과 그 중앙 부분으로부터 외측 하방으로 연장하여 공통 평면(33)에 이르는 2개의 하방 연장 부분을 가지고 있는 점에서 제1 실시형태의 외측의 상부 아암(23, 26)과 유사하다. 중앙의 상부 아암(82)의 중앙 부분(85)의 폭은 외측의 상부 아암(80, 81)의 중앙 부분의 폭보다 크지만, 이것이 필수요건은 아니고, 필요에 따라서는 3개의 상부 아암 모두의 단면 형상이 동일할 수도 있다.
- <68> 2개의 하부 아암(83, 84)은 제1 실시형태의 것들과 유사하지만, 중앙 부분을 가지고 있지 않다. 그 대신, 외측 부분(86)이 공통 평면(33)으로부터 내측 하방으로 연장하여 내측 부분(87)과 만나고, 그 내측 부분(87)은 공통 평면(33)으로부터 외측 하방으로 연장하여, W자 형상을 형성하고 있다.
- <69> 도 2 및 도 3에 나타난 바와 같은 액츄에이터의 단면 구조는, 액츄에이터 아암의 파형 형상을 통해, 동일한 총 단면적을 가지는 평면 형상 아암을 구비한 액츄에이터에 비하여, 층의 두께를 증가시키지 않으면서도 열 굽힘 액츄에이터의 강성을 증가시키고, 열 굽힘 액츄에이터의 작동 중에 버클링(buckling)의 발생을 감소시킨다. 이것은 단면적을 감소시키고, 따라서, 질량을 감소시켜, 효율을 증가시키는 것을 가능하게 한다. 또한, 이것은 질량의 감소와 함께 또는 질량의 감소 없이, 액츄에이터의 강성을 증가시켜 버클링의 위험성을 감소시키는 것을 가능하게 한다.
- <70> 상부 아암 및 하부 아암의 모든 가장자리는 동일 평면에 위치하기 때문에, 제조공정에 있어서의 노광 정밀도가 증가하고, 그와 같은 구성이 아닌 경우에 비하여 액츄에이터 아암들 사이의 간격을 좁게 할 수 있고, 또는 피사계 심도가 작은 스테퍼(stepper) 장치(최근의 스테퍼 장치는 약 0.5 미크론의 피사계 심도에서 작동하는 것이 많다)를 사용하는 것을 가능하게 한다. 또한, 아래에서 설명하는 바와 같이, 이 구성은 바람직한 실시형태에서 제조공정의 간략화를 가능하게 한다.
- <71> 상기한 2가지 실시형태에서는 상부 아암 및 하부 아암의 총 단면적이 거의 같지만, 하부 아암들이 구부러지는 중심이 되는 축선으로부터 수직방향으로 떨어져 있는 축선을 중심으로 하여 상부 아암들이 구부러지는 구성으로 하는 한, 각 아암의 정확한 형상 및 총 단면적은 결정적인 중요성을 가지는 것은 아니라는 것을 이해하여야 한다. 또한, 아암들의 가장자리가 공통 평면에 위치하는 것이 바람직하지만, 이것도 필수요건은 아니다.
- <72> 상기한 2가지 실시형태에서, 최적의 효율을 달성하기 위해서는 상부 아암의 유효 관성 모멘트 및/또는 질량이 하부 아암의 것과 동일한 것이 바람직하지만, 이것도 필수요건은 아니고, 2세트의 아암(상부 아암과 하부 아암)의 유효 관성 모멘트 및/또는 질량이 서로 다르게 되어 있어도 좋다. 또한, 2세트의 아암의 관성 중심이 공통 평면(33)으로부터 상이한 거리에 있어도 좋다.
- <73> 또한, 본 발명은 상부 아암의 수와 하부 아암의 수의 비율을 3:2로 하는 것에 한정되지 않는다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들어, 본 발명의 범위를 한정하지 않는 한, 2:2, 5:3, 4:4의 비율도 허용 가능하다.
- <74> 다음에, 본 발명에 따른 열 굽힘 액츄에이터의 제조방법을 도 5 및 도 7을 참조하여 설명한다. 도 5 및 도 7은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 열 굽힘 액츄에이터(30)를 사용하여 부분적으로 제조된 잉크 분출 장치의 단면을 나타낸다. 또한, 도 6은 본 발명의 제2 실시형태에 따른 열 굽힘 액츄에이터를 사용하여 부분적으로 제조된 잉크 분출 장치의 단면을 나타낸다. 제1 및 제2 실시형태의 제조공정은 동일하고, 최종 제품을 구별짓는 것은 사용된 마스크의 설계에 의한 것뿐이다.

- <75> 도 5를 참조하면, 본 발명의 열 굽힘 액츄에이터를 형성하기 위한 제조공정은 이하의 공정들을 포함한다.
- <76> 1. 요구되는 전기적 제어 구조가 형성되어 있는 CMOS 웨이퍼(20)를 준비한다.
- <77> 2. 지지 기판을 구성하는 CMOS 웨이퍼(20)상에 제1 회생층(22)을 퇴적하고 에칭하여, 대략 평면 형상의 스페이서 층을 형성한다. 제1 회생층(22)은 웨이퍼 상에서의 스피닝(spinning)에 의해 2 미크론 두께의 광묘사 가능한(photoimageable) 폴리이미드(PI) 층으로서 퇴적되는 것이 바람직하다. 그 다음, 제1 회생층(22)을 제1 마스크를 통해 노광시키고, 현상하고, 에칭하여 미노광 영역을 제거하고, 하드 베이킹(hard baking)을 행한다. 하드 베이킹 단계에서, PI 층이 1 미크론의 두께로 수축한다.
- <78> 3. 상기 공정 2와 같은 방식이지만 다른 마스크를 사용하여 제1 회생층(22)의 선택된 영역 상에 제2 회생층(21)을 퇴적한다. 제2 회생층(21)은 제1 회생층의 전체에 걸쳐 연장하지 않고, 부분들 사이에 갭(gap)(19)을 형성하도록 배치된다. 베이킹하면, 이 PI 층은 수축하고, 그의 특성 때문에, 갭(19)의 양 측면에 대략 수평의 평면에 대하여 약 45°로 경사진 측벽을 형성한다. 도면에서는, 갭(19)이 제1 회생층(22)과의 계면에서 최소 폭을 가지는 것으로 도시되어 있으나, 제1 회생층(22)과의 계면에서의 갭(19)의 폭을 상당한 크기의 폭으로 할 수도 있다는 것을 이해하여야 한다.
- <79> 4. 그 다음, 제2 회생층(21)의 선택된 영역 상에 제3 회생층(24)을 퇴적하여 3개의 아암을 형성한다. 공정 2에서와 같은 방식으로 베이킹하면, 제3 회생층의 가장자리도 경사진다.
- <80> 5. 그 다음, 두께 0.25 미크론의 단일 질화티탄층(18)을 퇴적하여, 노광된 제1, 제2 및 제3 회생층(22, 21, 24) 모두를 덮는다. 그 다음, 이 질화티탄층(18)을 공지의 수단에 의해 에칭하여, 의도하는 아암들 사이의 재료를 제거하고, 이 질화티탄층(18)을 패터닝하여, 아암들 사이에 갭을 형성하고 함으로써, 이전 공정에서의 마스크 패턴 디자인에 따라, 도 3 또는 도 4의 단면 형상을 가지는 열 굽힘 액츄에이터를 형성한다.
- <81> 6. 그 다음, 두께 6 미크론의 제4 회생층(59)을 퇴적하여, 노즐 체임버를 위한 회생 구조체를 형성한다.
- <82> 7. 노즐 체임버(2)를 형성하는 두께 1 미크론의 유전체 층(61)을 퇴적한다.
- <83> 8. 이어서, 제5 회생층(도시되지 않음)을 이루는 두께 1 미크론의 회생 재료 층을 퇴적한다.
- <84> 9. 또한, 추가 층(도시되지 않음)을 퇴적하여, 노즐 테두리를 형성한다. 이 경우, 에칭은 노즐 체임버 둘레에 얇은 노즐 테두리를 남기도록 이방성 에칭으로 하는 것이 바람직하다.
- <85> 10. 필요에 따라, 노즐 보호 구조체(도시되지 않음)를 기판(웨이퍼)에 부착한다. 이 노즐 보호 구조체는 기판에 합치하도록 독립하여 마이크로 기계가공될 수 있다.
- <86> 11. 그다음, 노즐 보호 구조체를 UV 감응성 접착 테이프에 부착한다.
- <87> 12. 그 다음, 보쉬(Bosch) 에칭법을 이용하여 CMOS 웨이퍼(20)를 백에칭(back etching)하여, 이 CMOS 웨이퍼를 다수의 프린트헤드 세그먼트로 분할하는 동시에, 노즐 체임버에의 잉크 공급 채널을 형성한다.
- <88> 13. 그 다음, UV 감응성 접착 테이프를 노광시켜 그의 접착성을 감소시키고, 개개의 프린트헤드 세그먼트들을 남긴다. 이들 프린트헤드 세그먼트는 테스트를 위해 시험장치에 배치될 수 있다.
- <89> 상기한 제조공정에서, 양 세트의 아암을 위한 질화티탄층은 한번의 단계에서 퇴적된다. 그 결과, 2세트의 아암을 위한 재료를 차례로 퇴적하는 방법에 비하여 공정 수가 감소된다. 또한, 인접한 아암들의 가장자리의 간격은 사용되는 스테퍼(stepper)의 정밀도에 의해서만 제한된다.
- <90> 상기한 공정들은 열 굽힘 액츄에이터와 노즐 체임버 및 패들 모두를 동시에 형성한다. 예를 들어, 도 7에는, 축선(52)을 중심으로 하여 대칭적인 노즐 체임버의 일부분(50)이 도시되어 있다. CMOS 웨이퍼(20) 상에 CMOS 층(55)이 형성된다. 그리고, 제1 회생층(54)이 퇴적되고 에칭되며, 이어서, 마찬가지로 제2 회생층(57) 및 제3 회생층(58)이 퇴적되고 에칭된다. 이들 회생층 상에, 액츄에이터 및 패들을 형성하는 부분들을 포함하는 질화티탄층(60)이 퇴적된다. 그 다음, 제4 회생층(59)이 퇴적되고 에칭된다. 이어서, 유전체 층(61)이 퇴적되고 에칭되어, 노즐 체임버 본체를 형성한다. 이어서, 회생층들이 에칭에 의해 제거되어, 열 굽힘 액츄에이터를 방출하는 동시에, 패들 구조체를 방출한다.
- <91> 본 발명의 기술적 사상 또는 범위로부터 벗어남이 없이, 특정 실시형태로 나타낸 본 발명에 대하여 여러 가지 변형 및/또는 개조가 가능하다는 것을 당업자는 알 수 있을 것이다. 따라서, 상기한 본 발명의 실시형태가 본 발명을 한정하는 것으로 해석되어서는 않된다.

산업상 이용 가능성

<92> 본 발명에 의하면, 상부 및 하부 아암 세트를 위한 재료를 단일 공정에서 퇴적함으로써 제조할 수 있고, 평면 형상이 아닌 상부 아암과 하부 아암으로 구성되어 아암들의 강성이 증가된 열 액추에이터가 제공된다.

도면의 간단한 설명

<48> 삭제

<49> 도 1은 열 굽힘 액추에이터(thermal bend actuator)식 잉크젯 인쇄장치의 작동을 개략적으로 나타낸 도면이다.

<50> 도 2는 본 발명의 제1 실시형태에 따른 열 굽힘 액추에이터의 평면도이다.

<51> 도 3은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 열 굽힘 액추에이터의 단면도이다.

<52> 도 4은 본 발명의 제2 실시형태에 따른 열 굽힘 액추에이터의 단면도이다.

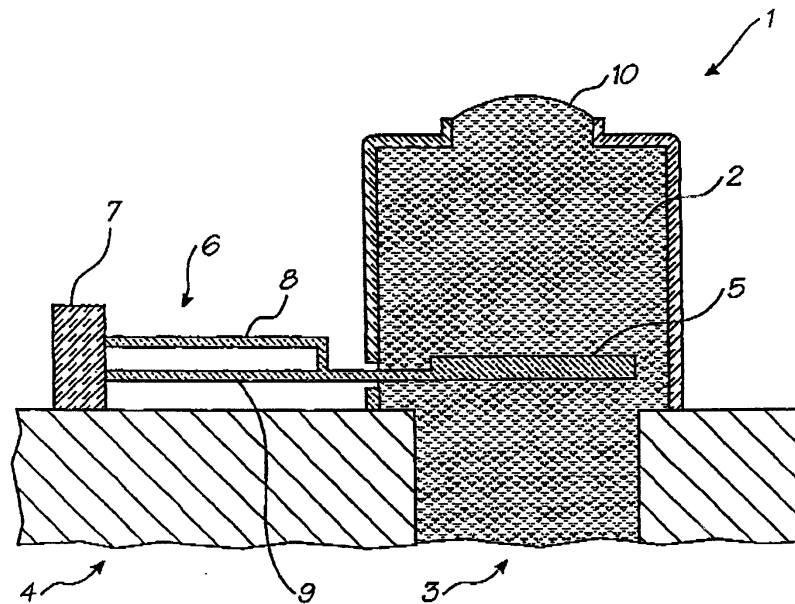
<53> 도 5는 제조공정 도중의 본 발명의 제1 실시형태에 따른 열 굽힘 액추에이터의 단면도이다.

<54> 도 6은 제조공정 도중의 본 발명의 제2 실시형태에 따른 열 굽힘 액추에이터의 단면도이다.

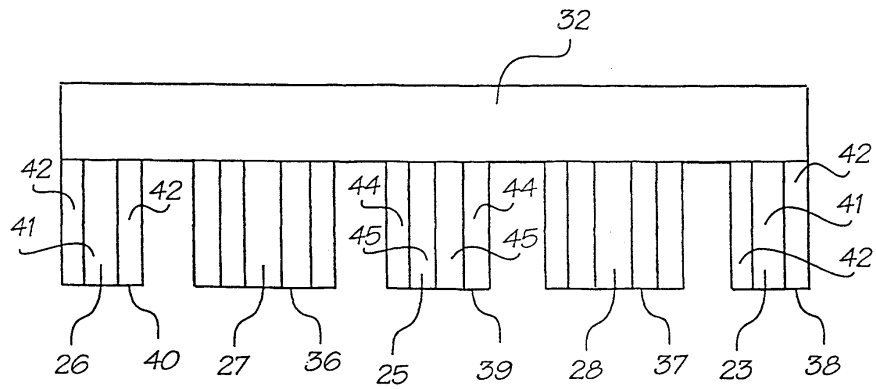
<55> 도 7은 열 굽힘 액추에이터의 형성과 동시에 형성되는 노즐 챔버의 일부분의 단면도이다.

도면

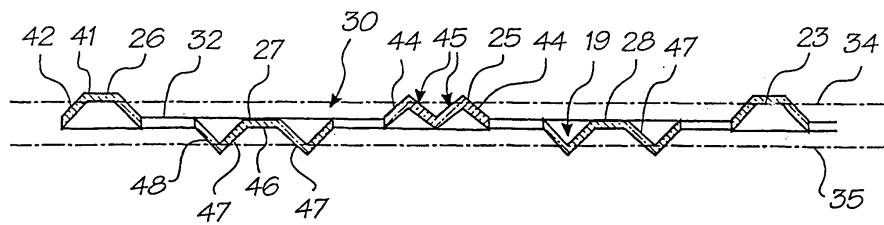
도면1



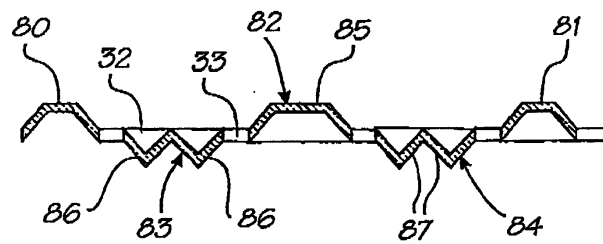
도면2



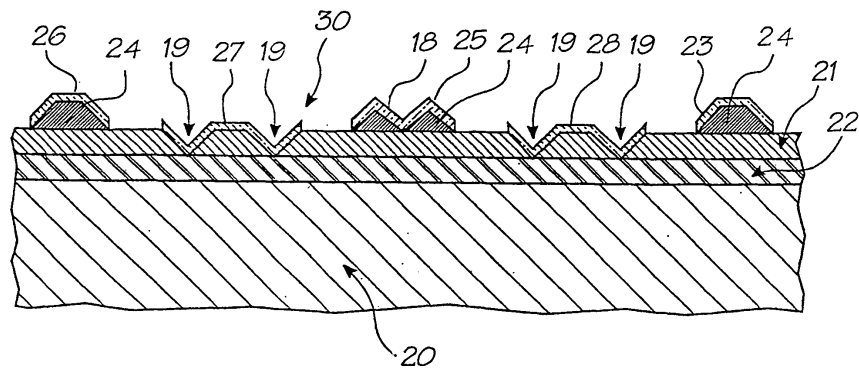
도면3



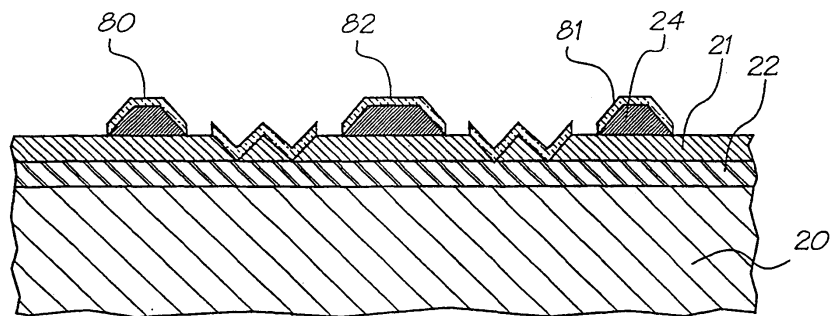
도면4



도면5



도면6



도면7

