



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월15일
(11) 등록번호 10-1083903
(24) 등록일자 2011년11월09일

(51) Int. Cl.

B81B 7/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2004-0015821

(22) 출원일자 2004년03월09일

심사청구일자 2009년03월09일

(65) 공개번호 10-2004-0081312

(43) 공개일자 2004년09월21일

(30) 우선권주장

10/384,887 2003년03월10일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020010105084 A

KR1019910012538 A

US6001666 A

US4771638 A

전체 청구항 수 : 총 20 항

(73) 특허권자

휴렛-팩커드 디벨롭먼트 컴퍼니, 엘.피.

미국 텍사스주 77070 휴스턴 콤팩트 센터 드라이브 웨스트 11445

(72) 발명자

니켈에릭리

미국오레곤주97370필로매스휘트만플레이스23496

(74) 대리인

제일특허법인, 김원준

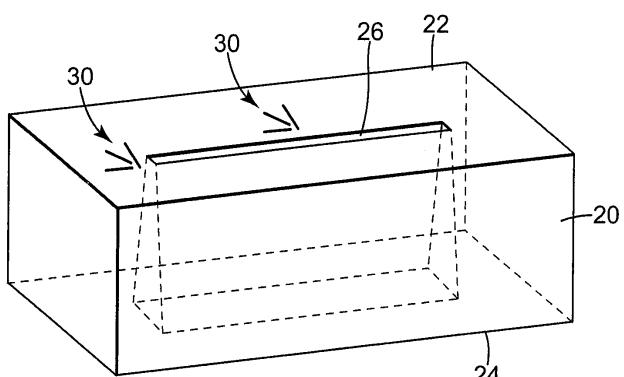
심사관 : 공호진

(54) MEMS 장치용 기판과 그 형성 방법 및 유체 분사 장치

(57) 요 약

MEMS 장치용 기판은 제 1 면을 갖는 기초 물질 및 그 기초 물질의 제 1 면 상에 형성된 폴리 실리콘 스트레인 게이지(poly silicon strain gage), 그 스트레인 게이지 위에 배치된 유전 물질 및 그 유전 물질을 통해 스트레인 게이지와 통하는 도전성 물질을 포함하되, 기판에는 그것을 관통하는 적어도 하나의 개구가 형성되고, 스트레인 게이지는 적어도 하나의 개구에 인접하여 형성된다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

MEMS 장치용 기판(20)에 있어서,

제 1 면(42)을 갖는 기초 물질(40)과,

상기 기초 물질의 상기 제 1 면 상에 형성되고, 폴리 실리콘 물질을 포함하는 스트레인 게이지(strain gage)(30)와,

상기 스트레인 게이지 상에 배치된 유전 물질(52)과,

상기 유전 물질을 통해 상기 스트레인 게이지와 통하는 도전성 물질(62)을 포함하되,

상기 기판은 상기 기판을 관통하여 형성된 적어도 하나의 개구(26)를 구비하고,

상기 스트레인 게이지는 상기 적어도 하나의 개구에 인접하여 형성되는

MEMS 장치용 기판.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기초 물질의 상기 제 1 면 상에 형성된 유전층(50)을 더 포함하되,

상기 스트레인 게이지는 상기 유전층 상의 상기 기초 물질의 상기 제 1 면 상에 형성되는
MEMS 장치용 기판.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 기초 물질은 실리콘을 포함하고,

상기 유전층은 TEOS(tetraethylorthosilicate), 시레인(silane), 실리콘 다이옥사이드(silicon dioxide), 실리콘 카바이드(silicon carbide) 및 실리콘 니트라이드(silicon nitride)를 포함하는

MEMS 장치용 기판.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 스트레인 게이지의 상기 폴리 실리콘 물질은 도편트 물질로 도핑되고,

상기 폴리 실리콘 물질 및 상기 도편트 물질은 어닐링되는

MEMS 장치용 기판.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 도편트 물질은 봉소(boron) 및 인(phosphorus) 중 하나를 포함하는

MEMS 장치용 기판.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 유전 물질은 인화합 글래스(phosphosilicate glass) 및 TEOS(tetraethylorthosilicate) 중 하나를 포함하는

MEMS 장치용 기판.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 유전 물질은 상기 스트레인 게이지 쪽으로 형성된 적어도 하나의 개구(541, 542)를 내부에 구비하고,

상기 도전성 물질은 상기 유전 물질 내의 상기 적어도 하나의 개구 내에 중착되는(deposited)

MEMS 장치용 기판.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 스트레인 게이지는 상기 기판의 축에 대해 제 1 각으로 향하는 제 1 소자(32)와,

제 2 각으로 향하는 제 2 소자(34)와,

제 3 각으로 향하는 제 3 소자(36)를 포함하되,

상기 제 2 각은 상기 제 1 각에 실질적으로 수직이고, 상기 제 3 각은 상기 제 1 각 및 상기 제 2 각을 실질적으로 이등분(bisets)하는

MEMS 장치용 기판.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 MEMS 장치는 유체 분사 장치(fluid ejection device)(130)를 포함하고,

상기 기판을 관통하는 적어도 하나의 개구는 상기 기판을 관통하는 유체 통로(141, 133)를 포함하는

MEMS 장치용 기판.

청구항 10

MEMS 장치용 기판(20) 형성 방법에 있어서,

제 1 면(42)을 갖는 기초 물질(40)을 제공하는 단계와,

상기 기초 물질의 상기 제 1 면 상에 폴리 실리콘 물질을 포함하는 스트레인 게이지(30)를 형성하는 단계와,

상기 스트레인 게이지 위에 유전 물질(52)을 배치하는 단계와,

도전성 물질(62)을 상기 유전 물질을 통해 상기 스트레인 게이지(62)와 접촉시키는 단계를 포함하되,

상기 기판에는 내부를 관통하는 적어도 하나의 개구(26)가 형성되고, 상기 스트레인 게이지는 상기 적어도 하나의 개구에 인접하여 형성되는

MEMS 장치용 기판 형성 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 기초 물질의 상기 제 1 면 상에 유전층(50)을 형성하는 단계를 더 포함하되,

상기 스트레인 게이지 형성 단계는 상기 유전층 위의 상기 기초 물질의 상기 제 1 면 상에 상기 스트레인 게이지를 형성하는 단계를 더 포함하는

MEMS 장치용 기판 형성 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 상기 스트레인 게이지와 접촉시키는 상기 단계는,

상기 유전 물질 내에 상기 스트레인 게이지 쪽으로의 적어도 하나의 개구(541, 542)를 형성하는 단계와,

상기 적어도 하나의 개구 내에 상기 도전성 물질을 증착시키는 단계를 포함하는

MEMS 장치용 기판 형성 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 스트레인 게이지 형성 단계는,

상기 기판의 축에 대해 제 1 각으로 상기 스트레인 게이지의 제 1 소자(32)를 향하게 하는 단계와,

제 2 각으로 상기 스트레인 게이지의 제 2 소자(34)를 향하게 하는 단계와,

제 3 각으로 상기 스트레인 게이지의 제 3 소자(36)를 향하게 하는 단계를 포함하고,

상기 제 2 각은 상기 제 1 각에 실질적으로 수직이고, 상기 제 3 각은 상기 제 1 각 및 상기 제 2 각을 실질적으로 이등분하는

MEMS 장치용 기판 형성 방법.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 MEMS 장치는 유체 분사 장치(130)를 포함하고,

상기 기판을 관통하는 상기 적어도 하나의 개구는 상기 기판을 관통하는 유체 통로(141, 133)를 포함하는

MEMS 장치용 기판 형성 방법.

청구항 15

유체 분사 장치(130)에 있어서,

기판(20/140;132) -상기 기판은 상기 기판을 관통하여 형성된 적어도 하나의 개구(26/141;133)를 구비함- 과,

상기 기판 상에 형성된 다수의 드롭 분사 소자(drop ejection elements)(131)와,

상기 적어도 하나의 개구에 인접하여 상기 기판 내에 형성된 스트레인 게이지(strain gage)(30)를 포함하는

유체 분사 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 스트레인 게이지는 폴리 실리콘 물질을 포함하는

유체 분사 장치.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 기판은 상기 스트레인 게이지 상에 배치되는 유전 물질(52) 및 상기 유전 물질을 통해 상기 스트레인 게이지와 통하는 도전성 물질(62)을 포함하는

유체 분사 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 기판은 기초 물질(40) 및 상기 기초 물질의 제 1 면(42) 상에 형성된 유전층(50)을 더 포함하고,
상기 스트레인 게이지는 상기 유전층 위의 상기 기초 물질의 상기 제 1 면 상에 형성되는
유체 분사 장치.

청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 개구는 상기 기판을 관통하는 유체 경로를 포함하는
유체 분사 장치.

청구항 20

제 15 항에 있어서,

상기 유체 분사 장치는 잉크젯 프린트 헤드(inkjet printhead)를 포함하는
유체 분사 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

[0013] 스트레인 게이지(Strain gages)는 기판 내의 응력을 측정하기 위해 개발되었다. 통상적인 스트레인 게이지에는 금속 포일형 스트레인 게이지(metallic foil type strain gages) 및 반도체형 스트레인 게이지(semiconductor type strain gages)가 있다. 전형적으로, 금속 포일형 스트레인 게이지는 응력을 받으면 전기 저항이 변하는 배선을 포함한다. 전형적으로, 반도체형 스트레인 게이지는 압력을 받으면 저항이 변하는 압전 저항형 물질(piezoresistive material)을 포함한다. 통상적인 스트레인 게이지의 사용은, 응력이 측정되는 구조체에 스트레인 게이지가 고정 또는 부착될 것을 요구한다.

[0014] 마이크로 전자 기계 시스템(Microelectromechanical system) 혹은 MEMS 장치는 전자 마이크로 회로 내에 통합된 마이크로머신형 기판(micromachined substrates)을 포함한다. 이러한 장치는 예를 들면, 전자자기형, 전자 압전형(electrostrictive), 열전형(thermoelectric), 압전형 또는 압저항형(piezoresistive) 효과에 기초하여 동작하는 마이크로센서 또는 마이크로 액츄에이터(microactuators)를 형성할 수 있다.

[0015] 통상의 스트레인 게이지는 MEMS 장치 내의 응력을 측정하기에 부적합한 경우도 있다. 예를 들면, 통상의 스트레인 게이지는 MEMS 장치보다 큰 경우가 있다. 또한, MEMS 장치에 통상의 스트레인 게이지를 고정 또는 부착시키는 것은 실제로 MEMS 장치의 강도를 증가시켜서 MEMS 장치 내의 응력을 감소시켜 MEMS 장치 내 실제 응력의 부정확한 측정치를 제공할 수 있다.

[0016] 따라서, 본 발명에 대한 필요성이 제기된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0017] MEMS 장치용 기판은, 제 1 면을 갖는 기초 물질과, 기초 물질의 제 1면(the first side of the base material) 상에 형성되는 폴리 실리콘 스트레인 게이지(poly silicon strain gage)와, 유전 물질을 통해 스트레인 게이지와 통하는 도전성 물질을 포함하되, 기판에는 그것을 관통하는 적어도 하나의 개구(opening)가 형성되고, 스트레인 게이지는 이 적어도 하나의 개구에 인접하여 형성된다.

발명의 구성 및 작용

- [0018] 바람직한 실시예의 다음 상세한 설명에서, 그 일부를 형성하고 예로서, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예로 도시되어 있는 첨부 도면을 참조한다. 이에 있어서, "상부", "바닥", "전면", "후면", "선행의(leading)", "후미의(trailing)" 등과 같은 지시 용어가 도시한 도면(들)의 방향에 관하여 사용되고 있다. 본 발명의 구성요소는 다수의 상이한 방향으로 배치될 수 있기 때문에, 지시 용어는 예시적이고, 비한정적 방식으로 사용된다. 다른 실시예들이 이용될 수 있고, 본 발명의 범주로부터 벗어남이 없이 구조적 또는 논리적 변경이 이루어질 수 있다. 그러므로, 다음 상세한 설명은 한정적 의미로 사용되어서는 안되며 본 발명의 범위는 청구의 범위에 의해 정의된다.
- [0019] 도 1은 마이크로 전자 기계 시스템 또는 MEMS 장치용 기판(20)의 일 실시예를 도시한다. MEMS 장치는 예를 들면, 마이크로 센서 또는 마이크로 액츄에이터(microactuator)를 포함할 수 있고, 예를 들면, 전자자기형, 전자 압전형, 열전형, 압전형 또는 압저항형 효과에 기초하여 동작할 수 있다.
- [0020] 일 실시예에서, 기판(20)은 제 1 면(22) 및 제 2 면(24)을 가진다. 제 2 면(24)은 제 1 면과 대향하고, 일 실시예에서 제 1 면(22)과 평행한 방향이다. 또한, 기판(20)은 그것을 관통해 형성된 개구(26)를 구비한다. 개구(26)는 기판(20)을 관통하여 형성되어서 제 1 면(22) 및 제 2 면(24)과 통하게 된다.
- [0021] 도 1의 실시예에 개략적으로 도시한 바와 같이, 하나 이상의 스트레인 게이지(30)가 기판(20) 내에 통합된다. 보다 구체적으로, 스트레인 게이지(30)는 아래에 설명하는 바와 같이 기판(20)의 하나 이상의 층 내에 형성된다. 이와 마찬가지로, 스트레인 게이지(30)는 예컨대, 기판(20)의 프로세싱, 기판(20)을 통합하는 MEMS 장치의 제조 및/또는 기판(20)을 포함하는 MEMS 장치의 동작 전, 후 및/또는 그 동안 기판(20) 내의 응력을 측정할 수 있다.
- [0022] 일 실시예에서, 스트레인 게이지(30)는 기판(20)의 제 1 면(22)에 형성된다. 또한, 전형적으로, 스트레인 게이지(30)는 개구(26)에 인접하여 형성된다. 예를 들면, 하나 이상의 스트레인 게이지(30)는 개구(26)의 단부(end)에 또는 개구(26)의 면을 따라서 형성될 수 있다.
- [0023] 도 2는 기판(20)내 개구(26)의 단부에 형성된 스트레인 게이지(30)의 일 실시예를 도시한다. 일 실시예에서, 스트레인 게이지(30)는 기판(20)의 하나 이상의 축에서의 응력을 측정하는 서로를 향한 하나 이상의 소자를 포함한다. 예를 들면, 스트레인 게이지(30)는 제 1 축에서의 응력을 측정하는 기판(20)의 축에 대해 제 1 각으로 향하는 제 1 소자(32)와, 제 2 축에서의 응력을 측정하는 기판(20)의 축에 대해 제 2 각으로 향하는 제 2 소자(34)와, 제 3 축에서의 응력을 측정하는 기판(20)의 축에 대해 제 3 각으로 향하는 제 3 소자(36)를 포함한다. 일 실시예에서, 제 2 소자(34)는 실질적으로 제 1 소자(32)와 수직 방향이고, 제 3 소자(36)는 실질적으로 제 1 소자(32) 및 제 2 소자(34) 사이의 각을 이등분(bisects)한다. 이와 마찬가지로, 제 1 소자(32), 제 2 소자(34) 및 제 3 소자(36)는 로제트(rosette)를 형성한다.
- [0024] 일 실시예에서, 제 1 소자(32)는 기판(20)의 축에 대해 대략 0도인 제 1 각으로 향하고, 제 2 소자(34)는 대략 90도인 제 2 각으로 향하고, 제 3 소자(36)는 대략 45도인 제 3 각으로 향한다. 이와 마찬가지로, 도 2에 관해서, 제 1 소자(32)는 X 방향으로의 응력에 민감하고, 제 2 소자(34)는 Y 방향으로의 응력에 민감하고, 제 3 소자(36)는 XY 방향으로의 응력에 민감하다.
- [0025] 아래에 설명하는 바와 같이, 기판(20) 내의 응력은 보다 구체적으로, 제 1 소자(32), 제 2 소자(34) 및/또는 제 3 소자(36)의 저항 변화를 포함하는 스트레인 게이지(30)의 저항 변화를 야기한다. 스트레인 게이지(30)의 저항을 측정하기 위해, 제 1 소자(32), 제 2 소자(34) 및 제 3 소자(36) 각각은 제 1 및 제 2 단자들(terminals)(321 및 322), (341 및 342) 및 (361 및 362)을 제각기 포함한다. 일 실시예에서, 제 2 단자들(322, 342, 362)은 하나의 공통 단자로서 결합되어 있다. 스트레인 게이지(30)의 저항은 아래에 설명하는 바와 같이, 단자에의 전기적 결합 및 전기 회로 내에 스트레인 게이지(30)의 결합에 의해 측정될 수 있다.
- [0026] 도 3은 기판(20) 내의 개구(26)의 단부에 형성된 스트레인 게이지(30')의 또 다른 실시예를 도시한다. 스트레인 게이지(30)와 유사하게, 스트레인 게이지(30')는 X, Y 및 XY 축에서의 응력을 제각기 측정하는 제 1 소자(32'), 제 2 소자(34') 및 제 3 소자(36')를 포함한다. 그러나, 하나의 예시적인 실시예에서, 제 1 소자(32'), 제 2 소자(34') 및 제 3 소자(36') 각각은 다수의 레그(legs)를 포함한다. 이러한 경우에, 스트레인 게이지(30') 각 소자의 유효 길이(effective length)는 증가된다. 그래서, 스트레인 게이지(30')의 각 소자의 저항이 증가된다. 스트레인 게이지(30')의 저항과 길이의 관계는 :
- [0027] $R = pL/tw$

- [0028]로서 표시되고, 여기서, R은 스트레인 게이지의 저항을 나타내고, p는 스트레인 게이지 물질의 별크 고유 저항(bulk resistivity)을 나타내고, L은 스트레인 게이지의 유효 길이를 나타내고, t는 스트레인 게이지의 두께를 나타내고, w는 스트레인 게이지의 폭을 나타낸다.
- [0029]스트레인 게이지(30')가 다수의 레그로 분할되면, 스트레인 게이지(30')의 유효 길이(L)는 :
- [0030]
$$L = \ell N$$
- [0031]으로서 표시되고, 여기서 ℓ 은 각 레그의 길이를 나타내고, N은 레그의 개수를 나타낸다. 그래서, 필요하면, 주어진 저항(R) 및 폭(w)에 대해서, 스트레인 게이지(30')의 유효 길이(L)가 크기 범위를 초과하면 각각은 길이(ℓ)인 N개의 레그로 분할될 수 있다.
- [0032]도 4a 및 4b는 기판(20) 내에서 스트레인 게이지(30)를 통합 또는 형성하는 일 실시예를 도시한다. 이 실시예에서, 스트레인 게이지(30)는 전기 단자(301, 302)를 구비한 하나의 소자를 포함하는 것으로서 도시되어 있다. 그러나, 스트레인 게이지(30)는 서로에 대해 방향이 정해진, 기판(20)의 하나 이상의 축에서의 응력을 측정하는 하나 이상의 소자를 포함할 수 있다는 것이 이해될 것이다. 일 실시예에서, 스트레인 게이지(20)는 기판(20)의 제 1 면(22)에 형성되어 있다.
- [0033]도 4b에 도시하는 바와 같이, 기판(20)은 기초 물질(40)을 포함한다. 이처럼, 스트레인 게이지(30)는 기판(20)의 기초 물질(40) 상에 형성된다. 기초 물질(40)은 제 1 면(42) 및 제 1 면(42)에 대향하는 제 2 면(44)을 갖는다. 그래서, 스트레인 게이지(30)는 기초 물질(40)의 제 1 면(42) 상에 형성된다.
- [0034]일 실시예에서, 기초 물질(40)은 실리콘으로 형성된다. 이러한 경우에, 절연 또는 유전층(50)은 기초 물질(40)의 제 1 면(42) 상에 형성된다. 유전층(50)은 기초 물질(40) 상에 열적으로(thermally) 성장되거나, 예컨대, 화학 기상 증착(chemical vapor deposition, CVD) 또는 플라즈마 개선 CVD(PECVD)에 의해 증착되는 산화물을 포함할 수 있다. 이러한 경우에, 유전층(50)은 예컨대, TEOS(tetraethylorthosilicate), 시레인(silane), 실리콘 다이옥사이드(silicon dioxide), 실리콘 카바이드(silicon carbide), 실리콘 니트라이드(silicon nitride) 또는 임의의 다른 적합한 물질을 포함할 수 있다.
- [0035]일 실시예에서, 스트레인 게이지(30)는 유전층(50) 상에 형성된다. 스트레인 게이지(30)는 증착에 의해 형성되어 포토리소그래피(photolithography) 및 에칭에 의해 패터닝되어 스트레인 게이지(30)의 전기 단자(301, 302)를 포함하는 스트레인 게이지(30)를 정의한다. 일 실시예에서, 스트레인 게이지(30)는 폴리 크리스탈 실리콘(polycrystalline silicon)(폴리 실리콘) 물질로 형성된다. 일 실시예에서, 스트레인 게이지(30)의 폴리 실리콘 물질은 요망하는 저항을 달성하기 위해 봉소(boron) 또는 인(phosphorous)과 같은 도편트 물질로 도핑되어 어닐링된다.
- [0036]도 4b의 실시예에 도시하는 바와 같이, 절연 또는 유전 물질(52)은 스트레인 게이지(30) 및 유전층(50) 상에 증착된다. 유전 물질(52)은 PSG(phosphosilicate glass), TEOS(tetraethylorthosilicate)와 같은 산화물 또는 임의의 기타 적합한 물질을 포함할 수 있다.
- [0037]일 실시예에서, 스트레인 게이지(30)의 제각각의 전기 단자(301, 302)로 도전 경로(601, 602)가 형성된다. 도전 경로(601, 602)를 형성하기 위해, 개구(541, 542)는 유전 물질(52) 내에서 제각각의 전기 단자(301, 302)쪽으로 형성된다. 이러한 경우에, 도전 경로(601, 602)는 유전 물질(52) 내에 형성된 개구(541, 542) 내에 도전성 물질(62)을 증착시킴으로써 형성된다. 또한, 도전성 물질(62)은 유전 물질(52) 상에 증착되어 스트레인 게이지(30)에의 전기 접속을 위한 본드 패드(641, 642)를 형성한다. 도전성 물질(62)은 예컨대, 알루미늄, 골드 또는 임의의 기타 적합한 물질을 포함할 수 있다.
- [0038]도 5는 기판(30) 내에 통합된 스트레인 게이지(30)를 캘리브레이션하는(calibrating) 일 실시예를 도시한다. 스트레인 게이지(30)는 기판(20)의 제 1 단부(201)를 지지하고, 기판(20)의 제 2 단부(202)가 로드(load)되게 함으로써 캘리브레이션된다. 이러한 경우에, 기판(20)의 제 2 단부(202)는 로드(load)에 의해 위치가 이동된다. 그래서, 기판(20) 내에 응력이 생성된다. 기판(20) 내의 응력을 :
- [0039]
$$e = 3(L-X)CY/L^3; C = t/2$$
- [0040]로서 표시되고, L은 로드되는 미지지 거리(unsupported distance)를 나타내고, X는 스트레인 게이지 위치까지의 미지지 거리를 나타내고, t는 기판의 두께를 나타내고, Y는 기판의 변위(displacements)를 나타낸다. 이러한 경우에, 기판(20)의 변위(Y)를 변화시키는 기판(20) 내의 응력이 계산된다.

- [0041] 스트레인 게이지(30)를 케리브레이션하기 위해, 스트레인 게이지(30)는 알고 있는 로드(load)의 영향 하에서 스트레인 게이지(30)의 저항을 측정하기 위해 저항계(ohmmeter)와 같은 저항 측정 장치(70)에 전기적으로 결합된다. 일 실시예에서, 스트레인 게이지(30)는 기판(20) 상에 플렉서블 전기 회로(72)를 설치하고, 스트레인 게이지(30)의 전기 단자(예를 들면, 도 4a 및 4b의 전기 단자(301, 302))와 플렉서블 전기 회로(72)간의 전기 접속부, 및 플렉서블 전기 회로(72)와 저항 측정 장치(70)간의 전기 접속부를 형성함으로써 저항 측정 장치(70)에 전기적으로 결합된다. 스트레인 게이지(30)의 전기 단자와 플렉서블 전기 회로(72)간의 전기 접속부는 예컨대 볼 본드(ball bonds)에 의해 형성된다. 플렉서블 전기 회로(72)와 저항 측정 장치(70)간의 전기 접속부는 예컨대, 리드(leads)(71)로써 형성되어 있다.
- [0042] 스트레인 게이지(30)의 감도 혹은 게이지 계수(gage factor, GF)를 설정하기 위해, 스트레인 게이지(30)의 저항은, 기판(20)의 제 2 단부(202)의 변위(Y)를 변화시키면서 측정된다. 이러한 경우에, 스트레인 게이지(30)의 저항(dR/R) 대 기판(20)내 응력(e)의 변화가 플롯팅(plotted)된다. 그래서, 데이터의 선형 회귀 분석(linear regression)의 기울기는 스트레인 게이지(30)의 게이지 계수(GF)를 나타낸다.
- [0043] 일 실시예에서, 기판(20)내의 응력을 측정하기 위해, 스트레인 게이지(30)는 도 6에 도시하는 것과 같은 응력 측정 회로(80) 내에 통합된다. 일 실시예에서, 응력 측정 회로(80)는 풀 브리지惠特斯頓 브리지 회로(full-bridge Wheatstone bridge circuit)를 포함한다. 그래서, 입력 전압(V_{in})을 인가하면, 출력 전압(V_{out})이 기판(20) 내에 형성된 응력에 응답하여 생성된다. 이러한 경우에, 기판(20)내의 응력(e)은 :
- [0044] $e = -2V_r/GF[(v+1)-V_r(v-1)]$;
- [0045] $V_r = [(V_{out}/V_{in})_{strained} - (V_{out}/V_{in})_{unstrained}]$
- [0046]로서 표현되고, 여기서 GF는 스트레인 게이지의 게이지 계수를 나타내고, v는 기판 물질의 푸아송비(Poisson's ratio)를 나타낸다. 이러한 경우에, 양의 응력은 기판(20)내의 인장 응력(tensile stresses)을 나타내고, 음의 응력은 기판(20)내의 전체 응력(comprehensive stresses)을 나타낸다. 응력 측정 회로(80)의 응력 출력은, 온도로 인한 저항 변화가 모든 스트레인 게이지 소자에 대해 동일하기 때문에 당연히 온도가 균형이 잡힌다(temperature compensated).
- [0047] 일 실시예에서, 스트레인 게이지(30)는 응력 측정 회로(80)의 노드(a, b, c, d)간에 제공되는 하나 이상의 저항성 소자를 구성하도록 응력 측정 회로(80) 내에 통합된다. 하나 이상의 스트레인 게이지(30)는 응력 측정 회로(80) 내에 통합되어서 쿼터 브리지 회로(quarter-bridge circuit), 하프 브리지 회로(half-bridge circuit) 또는 풀 브리지 회로를 형성하게 된다. 예를 들면, 도 2에 도시한 바와 같이, 다수의 소자를 포함하는 스트레인 게이지(30)를 이용하여 하프 브리지 회로를 형성하기 위해, 스트레인 게이지(30)의 소자(32)는 스트레인 게이지의 노드(a, b)와 소자(34)간에 제공되는 저항성 소자를 구성하고, 스트레인 게이지(30)의 소자(34)는 노드(b, c)간에 제공되는 저항성 소자를 구성하고, 노드(c, d) 및 노드(d, a)간의 저항성 소자는 알고 있는 저항 값들에 의해 형성된다. 이러한 경우에, 응력 측정 회로(80)는 X 및 Y 방향으로의 응력을 측정하기 위해 사용될 수 있다.
- [0048] 개구(26)가 기판(20)을 관통하여 형성되면, 응력 세기(stress concentrations)는 구체적으로 개구(26)의 단부에서 등 개구(26) 주위에서 일반적으로 더 높다. 그래서, 스트레인 게이지(30)를 기판(20)내에서 개구(26)에 인접하여 형성함으로써, 스트레인 게이지(30)는 기판(20)내의 응력을 측정하는 민감한 장치를 제공한다.
- [0049] 도 7은 잉크젯 프린팅 시스템(100)의 일 실시예를 도시한다. 잉크젯 프린팅 시스템(100)은 잉크젯 프린트 헤드 어셈블리(102)와 같은 유체 분사 어셈블리 및 잉크 공급 어셈블리(104)와 같은 유체 공급 어셈블리를 포함하는 유체 분사 시스템의 일 실시예를 구성한다. 도시한 실시예에서, 잉크젯 프린팅 시스템(100)은 또한 탑재 어셈블리(mounting assembly)(106), 매체 전달 어셈블리(108) 및 전자 제어기(110)를 포함한다.
- [0050] 유체 분사 어셈블리의 일 실시예로서, 잉크젯 프린트 헤드 어셈블리(102)는 다수의 관(orifices) 또는 노즐(103)을 통해 잉크 드롭(drops) 또는 유체를 분사하는 하나 이상의 프린트 헤드 또는 유체 분사 장치를 포함한다. 하나 이상의 프린트 헤드는 본 발명에 따른 스트레인 게이지가 통합된 기판을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 프린트 매체(109) 상으로 프린트를 하도록 드롭은 프린트 매체(109)와 같은 매체를 향한다. 프린트 매체(109)는 종이, 카드 스톡(card stock), 투명지(transparencies), 마일러(Mylar) 등과 같은 임의의 유형의 적합한 시트 물질이다. 전형적으로, 노즐(103)은, 일 실시예에서, 잉크 프린트 헤드 어셈블리(102) 및 프린트 매체(109)가 서로에 대해 이동되면, 노즐(103)로부터 적절하게 시원성된 잉크 분사로써 프린트 매체(109) 상에 문자, 심볼 및/또는 기타 그래픽 또는 영상이 프린트되게 하도록 하나 이상의 열 또는 어레이로 배열된다.

- [0051] 유체 공급 어셈블리의 일 실시예로서, 잉크 공급 어셈블리(104)는 잉크를 프린트헤드 어셈블리(102)에 공급하고 잉크를 저장하기 위한 저장소(105)를 포함한다. 이러한 경우에, 일 실시예에서, 잉크는 저장소(105)로부터 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102)로 흐른다. 일 실시예에서, 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102) 및 잉크 공급 어셈블리(104)는 잉크젯 또는 유체 분사(fluidjet) 카트리지 또는 웬 내에 함께 제공된다(housed). 또 다른 실시예에서, 잉크 공급 어셈블리(104)는 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102)와 별도이고, 잉크를 공급 투브와 같은 인터페이스 접속부를 통해 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102)에 공급한다.
- [0052] 탑재 어셈블리(106)는 매체 전달 어셈블리(108)에 대해 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102)를 배치시키고, 매체 전달 어셈블리(108)는 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102)에 대해 프린트 매체(109)를 배치시킨다. 그래서, 프린트 구역(print zone)(107)은 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102) 및 프린트 매체(109) 사이의 영역 내의 노즐(103)에 인접하여 정의된다. 일 실시예에서, 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102)는 스캔 유형 프린트헤드 어셈블리(scanning type printhead assembly)이고, 탑재 어셈블리(106)는 매체 전달 어셈블리(108)에 대해 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102)를 이동시키는 운반대(carriage)를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102)는 비스캔 유형 프린트헤드 어셈블리(non-scanning type printhead assembly)이고 탑재 어셈블리(106)는 매체 전달 어셈블리(108)에 대해 지시된 위치에 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102)를 고정시킨다.
- [0053] 전자 제어기(110)는 프린트헤드 어셈블리(102), 탑재 어셈블리(106) 및 매체 전달 어셈블리(108)와 통신한다. 전자 제어기(110)는 컴퓨터와 같은 호스트 시스템으로부터 데이터(111)를 수신하고 데이터(111)를 임시적으로 저장하는 메모리를 포함한다. 전형적으로, 데이터(111)는 잉크젯 프린팅 시스템(100)에 전자, 적외선, 광학적 또는 임의의 기타 정보 전송 경로를 따라서 전송된다. 데이터(111)는 예를 들면, 프린트될 문서 및/또는 파일을 나타낸다. 이러한 경우에, 데이터(111)는 잉크젯 프린팅 시스템(100)을 위한 프린트 작업을 형성하고 하나 이상의 프린트 작업 명령 및/또는 명령 파라메터를 포함한다.
- [0054] 일 실시예에서, 전자 제어기(110)는 노즐(103)로부터의 잉크 드롭 분사를 위한 타이밍 제어부 등의 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102)의 제어부를 제공한다. 이러한 경우에, 전자 제어기(110)는 문자, 심볼 및/또는 다른 그래픽 또는 영상을 프린트 매체(109) 상에 형성하는 분사될 잉크 드롭의 패턴을 정의한다. 그러므로, 타이밍 제어 및 분사될 잉크 드롭의 패턴은 프린트 작업 지령 및/또는 지령 파라메터에 의해 결정된다. 일 실시예에서, 전자 제어기(110)의 일부를 형성하는 로직 및 드라이브 회로는 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102) 상에 구성된다. 또 다른 실시예에서, 로직 및 드라이브 회로는 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102)와 별도로 구성된다.
- [0055] 도 8은 잉크젯 프린트헤드 어셈블리(102)의 유체 분사 장치(130) 일부의 일 실시예를 도시한다. 유체 분사 장치(130)는 드롭 분사 소자(131)의 어레이를 포함한다. 드롭 분사 소자(131)는 그것 내에 유체(또는 잉크) 피드 슬롯(fluid feed slot)(141)이 형성된 기판(140) 상에 형성된다. 이러한 경우에, 유체 피드 슬롯(141)은 드롭 분사 소자(131)로의 유체(또는 잉크) 공급부를 제공한다. 기판(140)은 예컨대, 실리콘, 글래스 또는 안정된 폴리머(stable polymer)로 형성된다.
- [0056] 일 실시예에서, 각 드롭 분사 소자(131)는 발화 저항기(firing resistor)(134)를 구비한 박막 구조체(132) 및 관총(orifice layer)(136)을 포함한다. 박막 구조체(132)는 그것 내에 형성된 유체(또는 잉크) 피드 홀(133)을 구비하여 기판(140)의 유체 피드 슬롯(141)과 통한다. 관총(136)은 전면(front face)(137) 및 전면(137)에 형성된 노즐 개구(138)를 구비한다. 또한, 관총(136)은 그것 내에 형성된 노즐 챔버(139)를 구비하여 노즐 개구(138) 및 박막 구조체(132)의 유체 피드 홀(133)과 통한다. 발화 저항기(firing resistor)(134)는 노즐 챔버(139) 내에 배치되고 발화 저항기(134)를 드라이브 신호 및 그라운드에 전기적으로 결합시키는 리드(135)를 포함한다.
- [0057] 박막 구조체(132)는 예를 들면, 실리콘 다이옥사이드(silicon dioxide), 실리콘 카바이드(silicon carbide), 실리콘 니트라이드(silicon nitride), TEOS 또는 기타 적합한 물질의 하나 이상의 패시베이션 또는 절연층에 의해 형성된다. 또한, 일 실시예에서, 박막 구조체(132)는 발화 저항기(134) 및 리드(135)를 정의하는 도전층을 포함한다. 예를 들면, 도전층은 폴리 실리콘, 알루미늄, 골드, 탄탈(tantalum), 탄탈 알루미늄(tantalum-aluminum) 또는 기타 금속 혹은 금속 합금에 의해 형성된다.
- [0058] 일 실시예에서, 동작 동안에, 유체는 유체 피드 슬롯(141)으로부터 유체 피드 홀(133)을 통해 노즐 챔버(139)로 흐른다. 노즐 개구(138)는, 발화 저항기(124)의 작동(energization)시, 노즐 챔버(139)로부터의 유체의 드롭이 노즐 개구(138)(발화 저항기(134)의 평면에의 수직부)를 통해 매체를 향해 분사되도록 발화 저항기(134)와 동작

가능하게 연관된다.

[0059] 유체 분사 장치(130)의 실시예는 이전에 설명한 바와 같이, 열형 프린트헤드, 압전 프린트헤드, 플렉스 텐셔널 프린트헤드(flex-tensional printhead) 또는 해당 기술 분야에 알려져 있는 임의의 다른 유형의 유체 분사 (fluidjet) 유형을 포함한다. 일 실시예에서, 유체 분사 장치(130)는 완전히 통합된 열형 잉크젯 프린트헤드이다.

[0060] 일 실시예에서, 기판(20)은 유체 분사 장치(130)의 기판(140) 및 박막 구조체(132)를 나타내고, 개구(26)는 기판(140)에 형성된 유체 퍼드 슬롯(141) 및 박막 구조체(132)에 형성된 유체 퍼드 홀(133)을 나타낸다. 이러한 경우에, 유체 분사 장치(130)의 드롭 분사 소자(131)는 기초 물질(40)의 제 1 면(42) 상에 형성되고, 스트레인 게이지(30)는 유체 분사 장치(130)의 박막 구조체(132) 내에 형성된다. 그래서, 유체 분사 장치(130)는 본 발명에 따라 스트레인 게이지가 그 안에 통합된 기판을 구비할 수 있는 MEMS 장치의 일 예를 나타낸다.

[0061] 위의 설명은 잉크젯 프린트헤드 어셈블리 내에, 그 안에 개구(26)가 형성된 기판(20)을 포함되는 것을 참조하였으나, 그 안에 개구(26)가 형성된 기판(20)은, 비프린팅 애플리케이션 혹은 시스템을 포함하는 기타 유체 분사 시스템, 및 기판을 관통하는 유체 채널(fluidic channels)을 구비하는 의학용 장치와 같은 기타 장치 내에 통합될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 프린트헤드에 국한되는 것이 아니라 임의의 슬롯형 기판(slotted substrates)에 응용 가능하다.

[0062] 본 명세서에서 특정 실시예는 바람직한 실시예의 설명을 위해 도시되고 설명되었으나, 당업자라면, 본 발명의 범주로부터 벗어남이 없이, 도시되고 설명된 특정 실시예를 동목적을 달성하도록 계획된 다양한 대안 및/또는 등가 구현물들이 대체할 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 화학, 기계, 전자기계, 전기 및 컴퓨터 분야의 당업자라면, 본 발명이 다양한 실시예로 구현될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 본 발명은 청구의 범위 및 그 등가물들에 의해서만 제한되도록 명백히 의도된다.

발명의 효과

[0063] MEMS 장치 내의 응력을 측정하기에 적합한 스트레인 게이지를 제공하여 정확한 응력 측정이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0001] 도 1은 본 발명에 따른 MEMS 장치용 기판의 일 실시예를 도시하는 개략적 투시도,

[0002] 도 2는 기판 내에 통합되는 스트레인 게이지(strain gage)의 일 실시예를 도시하는 도 1의 기판 일부의 개략적 평면도,

[0003] 도 3은 기판 내에 통합되는 스트레인 게이지의 또 다른 실시예를 도시하는 도 1의 기판 일부의 개략적 평면도,

[0004] 도 4a 및 4b는 본 발명에 따른 기판 내에 통합되는 스트레인 게이지 일 실시예의 개략도,

[0005] 도 5는 본 발명에 따른 기판 내에 통합되는 스트레인 게이지를 캘리브레이션하는(calibrating) 일 실시예의 개략도,

[0006] 도 6은 본 발명에 따른 스트레인 게이지를 통합시키는 응력 측정 회로의 일 실시예를 도시하는 개략도,

[0007] 도 7은 본 발명에 따른 통합된 스트레인 게이지를 갖춘 기판으로 형성된 유체 분사 어셈블리(fluid ejection assembly)를 포함하는 유체 분사 시스템의 일 실시예의 블록도,

[0008] 도 8은 유체 분사 장치 일부의 일 실시예를 도시하는 개략적 단면도.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

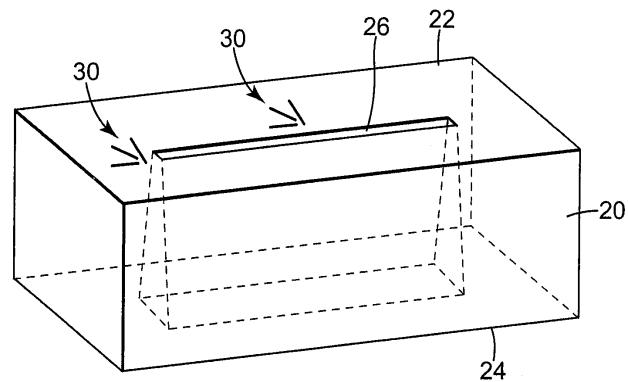
[0010] 20 : 기판 22 : 제 1 면

[0011] 24 : 제 2 면 26 : 개구

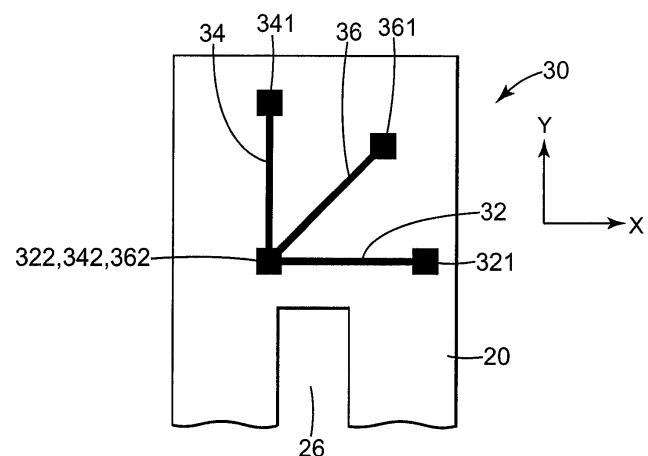
[0012] 30 : 스트레인 게이지

도면

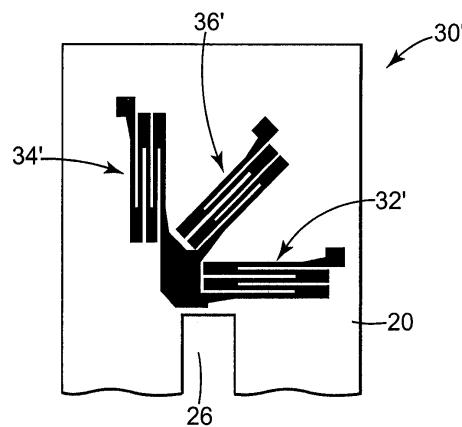
도면1



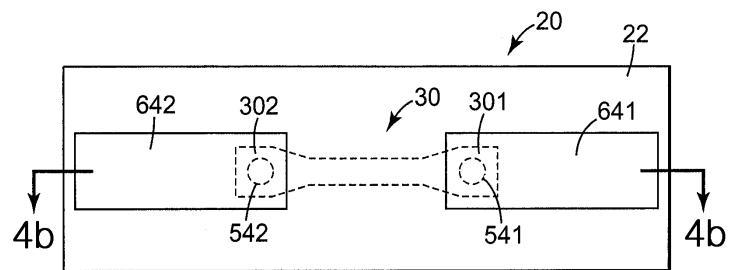
도면2



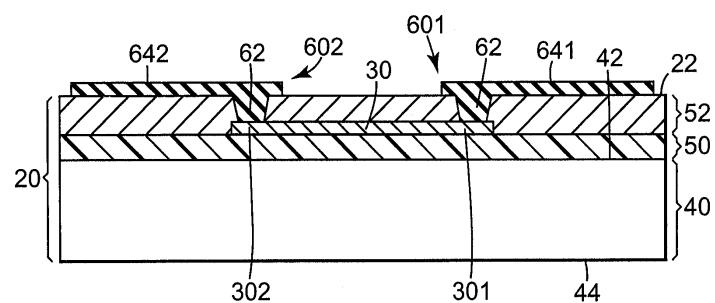
도면3



도면4

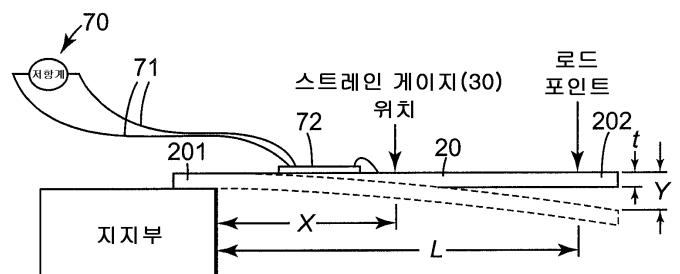


(a)

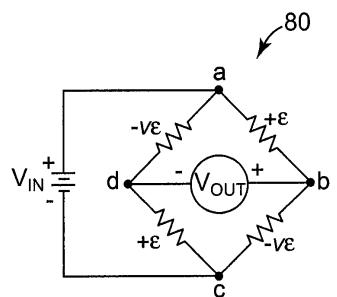


(b)

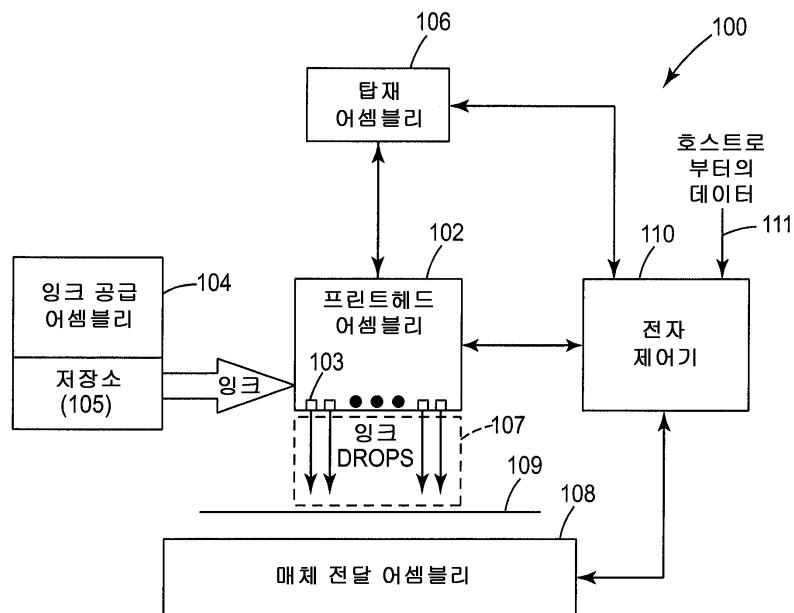
도면5



도면6



도면7



도면8

