



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월18일
 (11) 등록번호 10-1820101
 (24) 등록일자 2018년01월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01N 23/227 (2006.01) G01N 1/14 (2006.01)
 G01R 9/02 (2006.01) G01R 9/08 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 G01N 23/2273 (2013.01)
 G01N 1/14 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2016-0082751
 (22) 출원일자 2016년06월30일
 심사청구일자 2016년06월30일
 (65) 공개번호 10-2018-0003210
 (43) 공개일자 2018년01월09일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020120129836 A*
 KR1020160070474 A*
 KR1020130125178 A
 JP2001318044 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 서강대학교산학협력단
 서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
 (72) 발명자
 이정철
 서울특별시 강남구 선릉로 221, 204동 1202호(도곡동, 도곡렉슬아파트)
 이동혁
 경기도 의왕시 갈미로 7, 102동 1204호(내손동, 대원칸타빌1단지)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인명인

전체 청구항 수 : 총 7 항

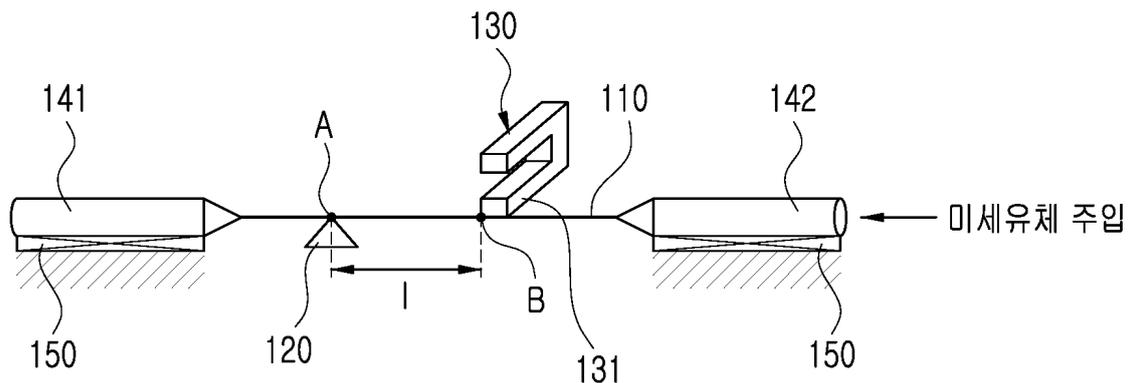
심사관 : 최중운

(54) 발명의 명칭 계측 장치 및 이에 사용되는 마이크로튜브의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 광학 측정 장비를 다른 것으로 대체하여 크기를 줄일 수 있는 계측 장치를 제공하는 것이 그 기술적 과제이다. 이를 위해, 본 발명의 계측 장치는, 미세유체나 이에 부유하는 입자를 계측하기 위한 계측 장치로, 상기 미세유체를 수용하는 마이크로튜브; 상기 마이크로튜브를 가진시키는 액추에이터; 및 상기 마이크로튜브가 가진되면 이를 전류 신호로 변환시키는 튜닝 포크를 포함한다.

대표도 - 도1



- (52) CPC특허분류
G01R 9/02 (2013.01)
G01R 9/08 (2013.01)
G01N 2001/149 (2013.01)

조남준

싱가포르 난양 드라이브 50, 엑스 프론티어 블록
 알티피/엑스에프 06-06 6층, 난양기술대학 생물측
 정센서과학센터

- (72) 발명자

고상근

서울특별시 관악구 성현로 80, 140동 801호(
 봉천동, 관악드림타운아파트)

김준휘

서울특별시 관악구 남현7길 3, 608호(남현동, 예성
 그린캐슬2차아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

- 과제고유번호 1711016613
- 부처명 미래창조과학부
- 연구관리전문기관 한국연구재단
- 연구사업명 중견연구자지원
- 연구과제명 웹도그램급 질량 센서 개발을 위한 고온 실리콘 자가 조립 기반 대면적 나노유동채널 제작
 기술 연구
- 기 여 율 1/2
- 주관기관 서강대학교 산학협력단
- 연구기간 2014.11.01 ~ 2015.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

- 과제고유번호 2015K1A3A1A21000288
- 부처명 미래창조과학부
- 연구관리전문기관 한국연구재단
- 연구사업명 해외협력기관조성국가간협력기반조성사업
- 연구과제명 유동 채널 내장 초민감 질량 검출 센서에 관한 연구 협력
- 기 여 율 1/2
- 주관기관 서강대학교 산학협력단
- 연구기간 2016.05.01 ~ 2017.04.30

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

미세유체 또는 미세유체에 부유하는 입자의 물성을 계측하기 위한 계측 장치로,

상기 미세유체를 수용하는 마이크로튜브;

상기 마이크로튜브를 가진시키는 액추에이터; 및

상기 마이크로튜브가 가진되면 이를 전류 신호로 변환시키는 튜닝 포크

를 포함하고,

상기 마이크로튜브 중 상기 액추에이터가 접하는 제1 노드와 상기 튜닝 포크의 캔틸레버의 끝부분이 접하는 제2 노드 사이의 길이가 조절되고,

상기 튜닝 포크는,

상기 마이크로튜브의 표면에 접촉되며 수정 재질로 이루어진 퀴츠 튜닝 포크이고,

상기 계측 장치는,

상기 미세유체를 상기 마이크로튜브의 내부에 수용한 상태에서,

상기 마이크로튜브를 상기 액추에이터로 가진시킬 경우 발생하는 상기 마이크로튜브의 진동을 상기 퀴츠 튜닝 포크가 전류 신호로 변환하면서 상기 미세유체 또는 이에 부유하는 입자의 물성을 계측하는

계측 장치.

청구항 2

제1항에서,

상기 계측 장치는,

상기 마이크로튜브의 양단 각각에 연통되어 상기 마이크로튜브로 상기 미세유체를 주입시키는 제1 및 제2 주입 모세관; 및

상기 제1 및 제2 주입 모세관을 고정시키는 고정부

를 더 포함하는

계측 장치.

청구항 3

제2항에서,

상기 액추에이터는,

상기 마이크로튜브의 표면에 접촉되며 특정 방향으로 압력을 가하는 피에조 액추에이터인

계측 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

제3항에서,

상기 쿼츠 튜닝 포크는,

상기 피에조 액추에이터에 의해 상기 마이크로튜브에 인가되는 횡축 인장 $F_t(F_x, F_y)$ 에 의해 생성된 반력 중 상기 F_y 성분을 전달받아 전류 신호로 변환시키는

계측 장치.

청구항 6

제1항의 계측 장치에 사용되는 상기 마이크로튜브를 제조하기 위한 방법으로,

유리모세관을 레이저 히팅으로 녹인 후 인장하는 소성가공을 통해 상기 마이크로튜브를 제조하는

계측 장치용 마이크로튜브의 제조 방법.

청구항 7

제2항에서,

상기 마이크로튜브와 상기 제1 및 제2 주입 모세관은 일체로 이루어지는

계측 장치.

청구항 8

제7항에서,

상기 마이크로튜브는, 유리모세관을 잡고 그 중심부를 레이저 히팅으로 녹인 후 인장할 경우 그 인장된 부분이 고,

상기 제1 및 제2 주입 모세관은, 상기 유리모세관 중 인장되지 않은 양단 부분인

계측 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미세유체나 이에 부유하는 입자를 계측하기 위한 계측 장치 및 이에 사용되는 마이크로튜브의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 유세포분석(Flow Cytometry) 기술은 액체에 현탁하는 세포, 개체 및 기타 생물입자의 입자수, 각각의 물리적·화학적·생물학적 성상을 계측하는 기술로 알려져 있으며, 미세유관 내 좁은 구간을 지나가는 다량의 세포나 미세입자들의 특성분석 등을 위해 오랜 기간 중요한 기술로서 이용되어 왔다. 세포나 미세입자들이 미세유관을 지나가는 현상을 인식하는 방법은 광학적 방법과 전기적 방법으로 구분될 수 있다. 상기 광학적 방법은 D. Hub 등의 *Physiol.Meas.*26, R73-R98에 개시된 바가 있다.

[0003] 이러한 광학적 방법은, 미세유관을 지나가는 세포나 미세입자 등 미세유체를 레이저 반사나 투과 형식의 광학 측정 장비를 이용하여 계측하는 것이다.

[0004] 하지만, 광학 측정 장비는 그 사이즈가 커서 진공 패키징이 어렵고 다른 계측 시스템에 이식할 수 없는 문제가 있다. 또한, 통상적으로 미세유관은 초소형 정밀 기계 제작 기술인 멤스(MEMS; Micro Electro Mechanical Systems) 공정을 이용하여 제조되는데, 그 공정이 복잡하여 제조단가가 높으며 수율이 떨어지는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 기술적 과제는, 광학 측정 장비를 다른 것으로 대체하여 크기를 줄일 수 있는 계측 장치 및 이에 사용되는 마이크로튜브의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 다른 기술적 과제는, 단순한 공정으로 미세유관을 제조할 수 있는 계측 장치 및 이에 사용되는 마이크로튜브의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 계측 장치는, 미세유체의 밀도 또는 미세유체에 부유하는 입자의 물성을 계측하기 위한 계측 장치로, 상기 미세유체를 수용하는 마이크로튜브; 상기 마이크로튜브를 가진시키는 액추에이터; 및 상기 마이크로튜브가 가진되면 이를 전류 신호로 변환시키는 튜닝 포크를 포함하고, 상기 마이크로튜브 중 상기 액추에이터가 접하는 제1 노드와 상기 튜닝 포크의 캔틸레버의 끝부분이 접하는 제2 노드 사이의 길이가 조절되고, 상기 튜닝 포크는, 상기 마이크로튜브의 표면에 접촉되며 수정 재질로 이루어진 퀴츠 튜닝 포크이고, 상기 계측 장치는, 상기 미세유체를 상기 마이크로튜브의 내부에 수용한 상태에서, 상기 마이크로튜브를 상기 액추에이터로 가진시킬 경우 발생하는 상기 마이크로튜브의 진동을 상기 퀴츠 튜닝 포크가 전류 신호로 변환하면서 상기 미세유체 또는 이에 부유하는 입자의 물성을 계측한다.

[0008] 상술한 본 발명의 실시예에 따른 계측 장치는, 상기 마이크로튜브의 양단 각각에 연통되어 상기 마이크로튜브로 상기 미세유체를 주입시키는 제1 및 제2 주입 모세관; 및 상기 제1 및 제2 주입 모세관을 고정시키는 고정부를 더 포함할 수 있다.

[0009] 상기 액추에이터는, 상기 마이크로튜브의 표면에 접촉되며 특정 방향으로 압력을 가하는 피에조 액추에이터일 수 있다.

[0010] 삭제

[0011] 상기 퀴츠 튜닝 포크는, 상기 피에조 액추에이터에 의해 상기 마이크로튜브에 인가되는 횡축 인장 $F_t(F_x, F_y)$ 에 의해 생성된 반력 중 상기 F_y 성분을 전달받아 전류 신호로 변환시킬 수 있다.

[0012] 한편, 상술한 본 발명의 다른 실시예에 따른 계측 장치용 마이크로튜브의 제조 방법은, 상술한 본 발명의 일 실시예에 따른 계측 장치에 사용되는 상기 마이크로튜브를 제조하기 위한 방법으로, 유리모세관을 레이저 히팅으로 녹인 후 인장하는 소성가공을 통해 상기 마이크로튜브를 제조한다.

[0013] 상기 마이크로튜브와 상기 제1 및 제2 주입 모세관은 일체로 이루어질 수 있다. 이 경우, 상기 마이크로튜브는, 유리모세관을 잡고 그 중심부를 레이저 히팅으로 녹인 후 인장할 경우 그 인장된 부분일 수 있고, 상기 제1 및 제2 주입 모세관은 상기 유리모세관 중 인장되지 않은 양단 부분일 수 있다.

발명의 효과

[0014] 이상에서와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 계측 장치 및 이에 사용되는 마이크로튜브의 제조 방법은 다음과 같은 효과를 가질 수 있다.

[0015] 본 발명의 실시예에 의하면, 마이크로튜브와, 액추에이터와, 그리고 튜닝 포크를 포함하는 기술구성을 제공하므로, 튜닝 포크가 기존의 광학 측정 장비를 대체할 수 있어, 광학 측정 장비 대비 작은 볼륨의 장치를 구축할 수 있고, 이를 통해 다른 계측 시스템에 이식이 용이할 수 있음과 함께 진공 패키징이 가능할 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면, 마이크로튜브는 유리모세관을 레이저 히팅으로 녹인 후 인장하는 소성가공을 통해 제조되는 기술구성을 제공하므로, 기존의 초소형 정밀 기계 제작 기술인 멤스 공정을 통해 제조되는 것에 비해, 그 공정이 단순하여 제품에 대한 제조단가를 줄일 수 있음과 함께 수율을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 계측 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1의 계측 장치의 계측 원리를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수

있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 계측 장치를 개략적으로 나타낸 도면이고, 도 2는 도 1의 계측 장치의 계측 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 계측 장치(100)는, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 미세유체의 밀도나 이에 부유하는 입자 등의 특성을 계측하기 위한 계측 장치로, 마이크로튜브(micro-tube)(110)와, 액추에이터(actuator)(120)와, 그리고 튜닝 포크(tuning fork)(130)를 포함한다. 이하, 도 1 및 도 2를 계속 참조하여, 각 구성요소에 대해 상세히 설명한다.
- [0021] 마이크로튜브(110)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 계측을 요하는 미세유체 등을 수용하고, 액추에이터(120)에 의해 가진되는 구성요소이다. 특히, 이러한 마이크로튜브(110)는, 유리모세관을 레이저 히팅으로 녹인 후 인장(pulling)하는 소성가공, 즉 레이저 풀링 가공을 통해 제조된다. 따라서, 기존의 초소형 정밀 기계 제작 기술인 멤스 공정을 통해 제조되는 것에 비해, 그 공정이 단순하여 제품에 대한 제조단가를 줄일 수 있음과 함께 수율을 높일 수 있다. 나아가, 레이저 풀링 가공을 통하므로, 인장하는 정도에 따라 마이크로튜브(110)의 직경과 길이가 달라지게 되므로 다양한 조건의 마이크로튜브(110)를 제공할 수 있다.
- [0022] 나아가, 마이크로튜브(110)에 장력을 인가하거나 공진 길이를 조절하는 방식으로 마이크로튜브(110)를 다양한 공진주파수를 갖는 레조네이터(resonator)로 만들 수 있다. 구체적으로, 마이크로튜브(110)에 종방향 장력을 인가하는 방식으로 공진주파수를 튜닝할 수도 있고, 도 1에 도시된 바와 같이 마이크로튜브(110) 중 액추에이터(120)가 접하는 제1 노드(A)와 튜닝 포크(130)의 캔틸레버(131)의 끝부분이 접하는 제2 노드(B) 사이의 길이(1)를 조절하는 방식으로 공진주파수를 튜닝할 수 있다.
- [0023] 액추에이터(120)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 마이크로튜브(110)를 가진시키는 구성요소이다. 예를 들어, 액추에이터(120)는, 마이크로튜브(110)의 표면에 접촉(A 참조)되며 특정 방향으로 압력을 가하는 피에조 액추에이터(piezo actuator)일 수 있다.
- [0024] 튜닝 포크(130)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 마이크로튜브(110)가 가진되면 이를 전류 신호로 변환시키는 구성요소이다. 예를 들어, 튜닝 포크(130)는, 마이크로튜브(110)의 표면에 그 캔틸레버(131)의 끝부분이 접촉(B 참조)되며 압전효과를 가지도록 수정 재질로 이루어진 퀴츠 튜닝 포크(quartz tuning fork)일 수 있다. 이러한 퀴츠 튜닝 포크(130)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 피에조 액추에이터(120)에 의해 마이크로튜브(110)에 인가되는 횡축 인장 $F_t(F_x, F_y)$ 에 의해 생성된 반력 중 F_y 성분을 전달받아 전류 신호로 변환시킨다.
- [0025] 이렇게 변환된 전류 신호는 주파수 스윙 방식 또는 피드백 제어를 통하여 실시간 공진주파수 변화 계측으로 미세유체의 밀도 또는 입자 등의 특성을 계측할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 계측 장치(100)는, 미세유체의 밀도를 계측하는 장치, 미세유체 내의 마이크로 입자를 분석하는 장치, 또는 미세유체 내 전기 이온 분극(Electrophoresis) 장비로 사용될 수 있다.
- [0026] 참고로, 전류 신호는 별도로 설치되는 전압-전류 변환기(IV converter)(미도시)를 거쳐 외부로 송출될 수도 있다.
- [0027] 이와 더불어, 상술한 본 발명의 일 실시예에 따른 계측 장치(100)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 주입 모세관(141)(142), 그리고 고정부(150)를 더 포함할 수 있다. 제1 및 제2 주입 모세관(141)(142) 각각은 마이크로튜브(110)의 양단 각각에 연통되어 마이크로튜브(110)로 계측을 요하는 미세유체 등을 주입시키는 구성요소이고, 고정부(150)는 제1 및 제2 주입 모세관(141)(142)을 외부 고정체에 고정시키는 구성요소이다. 따라서, 제1 및 제2 주입 모세관(141)(142)을 통해 계측을 요하는 미세유체 등이 마이크로튜브(110)에 주입됨과 함께, 제1 및 제2 주입 모세관(141)(142)과 고정부(150)를 통해 마이크로튜브(110)의 양단이 고정될 수 있다.
- [0028] 나아가, 마이크로튜브(110)와 제1 및 제2 주입 모세관(141)(142)은 일체로 이루어질 수 있다. 이 경우, 마이크로튜브(110)는, 유리모세관을 잡고 그 중심부를 레이저 히팅으로 녹인 후 인장할 경우 그 인장된 부분일 수 있고, 제1 및 제2 주입 모세관(141)(142)은 유리모세관 중 인장되지 않은 양단 부분일 수 있다.
- [0029] 또한, 인장되지 않은 제1 및 제2 주입 모세관(141)(142)의 양 끝부분에는 계측을 요하는 미세유체 등이 유입되도록 외부 유체 장비의 유체 커넥터(미도시)를 용이하게 연결할 수 있다.
- [0030] 이상에서와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 계측 장치(100) 및 이에 사용되는 마이크로튜브의 제조 방법은 다음과 같은 효과를 가질 수 있다.

[0031] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 마이크로튜브(110)와, 액추에이터(120)와, 그리고 튜닝 포크(130)를 포함하는 기술구성을 제공하므로, 튜닝 포크(130)가 기존의 광학 측정 장비를 대체할 수 있어, 공학 측정 장비 대비 작은 볼륨의 장치를 구축할 수 있고, 이를 통해 다른 계측 시스템에 이식이 용이할 수 있음과 함께 진공 패키징이 가능할 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 마이크로튜브(110)는 유리모세관을 레이저 히팅으로 녹인 후 인장하는 소성가공을 통해 제조되는 방법적 기술구성을 제공하므로, 기존의 초소형 정밀 기계 제작 기술인 맨스 공정을 통해 제조되는 것에 비해, 그 공정이 단순하여 제품에 대한 제조단가를 줄일 수 있음과 함께 수율을 높일 수 있다.

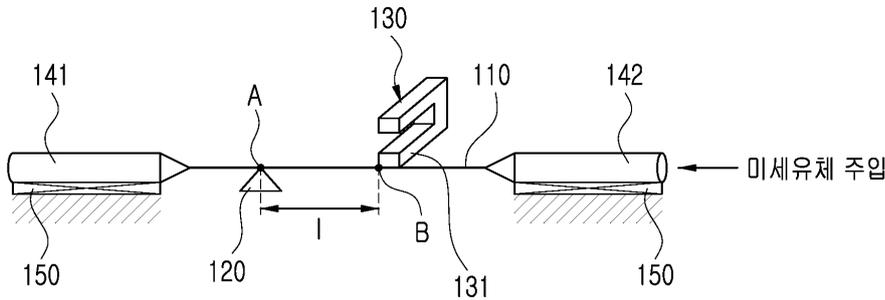
[0033] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

- | | | |
|--------|----------------|----------------|
| [0034] | 100: 계측 장치 | 110: 마이크로튜브 |
| | 120: 액추에이터 | 130: 튜닝 포크 |
| | 141: 제1 주입 모세관 | 142: 제2 주입 모세관 |
| | 150: 고정부 | |

도면

도면1



도면2

