



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년10월28일
(11) 등록번호 10-1670626
(24) 등록일자 2016년10월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01P 5/08 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01P 5/08 (2013.01)
H05H 1/46 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0018411
(22) 출원일자 2016년02월17일
심사청구일자 2016년02월17일
(56) 선행기술조사문헌
JP2004333191 A

(73) 특허권자
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
신지철
울산광역시 울주군 범서읍 대리로 15-12, 108동
603호 (호반베르디움)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 김창주

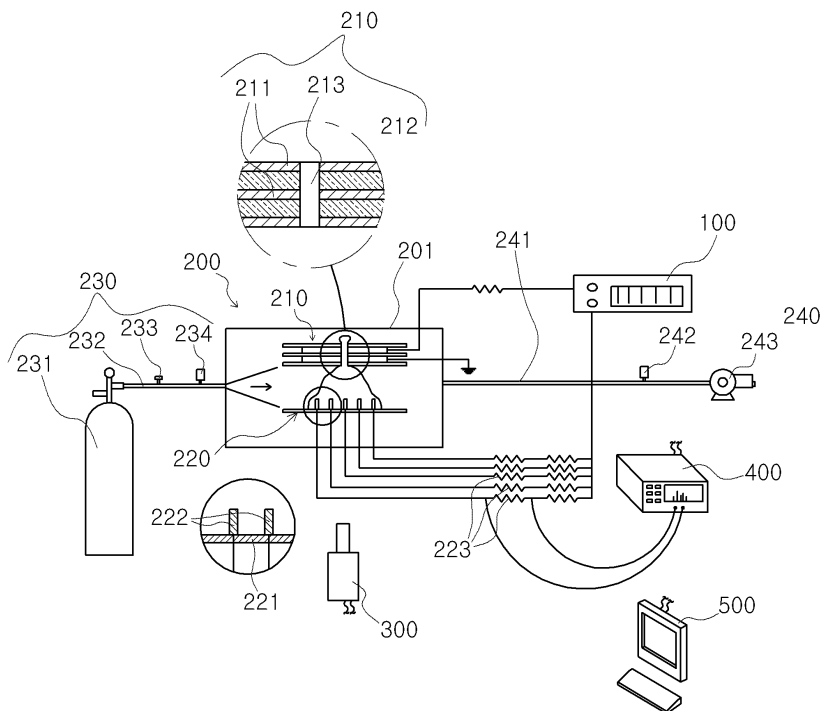
(54) 발명의 명칭 플라즈마를 이용한 유속 측정장치

(57) 요약

본 발명은 외부에서 공급받은 전원을 기 설정 고전압으로 승압한 후, 직류 전원으로 공급하는 직류전원공급부와, 상기 직류전원공급부와 전기적으로 연결된 복수의 +전극과 단일 -전극을 서로 이격시켜 채널을 형성하고, 상기 복수의 +전극과 단일 -전극에 고전압의 직류전원을 인가하여, 채널에서 가우시안(Gaussian) 형태의 플라즈마를

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



생성하는 플라즈마 방전부와, 상기 플라즈마 방전부의 일측에 배치되어, 플라즈마 방전부에서 생성되는 플라즈마의 상태를 촬영하는 촬영부와, 상기 직류전원공급부와 플라즈마 방전부를 전기적으로 연결한 도전선을 따라 흐르는 전원의 전류를 측정하는 멀티미터 및 유체(가스)가 상기 플라즈마 방전부의 채널을 따라 유동하는 조건에서 상기 멀티미터에 의해 측정된 복수의 +전극에 흐르는 각각의 전류 및 상기 촬영부에서 측정한 플라즈마의 왜곡 형태로 유속을 측정하는 유속측정부를 포함하여, 유속에 따라 전류의 분포가 달라지도록 해 유체의 유속을 측정함에 있어, 신속한 측정반응속도와 정확한 측정값을 제공하는 플라즈마를 이용한 유속 측정장치를 제공한다.

(52) CPC특허분류

H05H 2001/466 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

외부에서 공급받은 전원을 기 설정 고전압으로 승압한 후, 직류 전원으로 공급하는 직류전원공급부;

상기 직류전원공급부와 전기적으로 연결된 복수의 +전극과 단일 -전극을 서로 이격시켜 채널을 형성하고, 상기 복수의 +전극과 단일 -전극에 고전압의 직류전원을 인가하여, 채널에서 플라스마를 생성하는 플라스마 방전부;

상기 직류전원공급부와 플라스마 방전부의 +전극을 전기적으로 연결한 도전선을 따라 흐르는 전원의 전류를 측정하는 멀티미터; 및

상기 플라스마 방전부의 채널을 따라 유체가 유동하는 조건에서 멀티미터에 의해 측정된 복수의 +전극들의 전류 분포 피크로 유속을 측정하는 유속측정부를 포함하는 플라스마를 이용한 유속 측정장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 플라스마 방전부는

기밀이 유지되는 챔버와;

상기 챔버의 내부 상측에 배치되고, 마이크로 사이즈의 직경을 갖는 관통홀을 단일로 형성한 -전극부재와;

상기 챔버 내의 하측에 배치되고, 상기 -전극부재와 해당 거리로 이격 배치되는 +전극부재와;

상기 챔버의 일측에 연결되어, 채널을 통과하는 유체를 제공하는 유체공급부와;

상기 챔버의 타측에 연결되어, 챔버에서 채널을 통과한 가스를 외부로 제거하는 유체제거부를 포함하는 플라스마를 이용한 유속 측정장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 +전극부재는

가우시안(Gaussian) 형태의 플라스마가 생성되도록,

베이스판과;

판 상으로 이루어지고 상기 베이스판 상에서 일정한 간격으로 배치되는 복수의 +전극판을 포함하는 플라스마를 이용한 유속 측정장치.

청구항 4

청구항 2에 있어서

상기 -전극부재는

복수의 전극판 사이에 복수의 유전층이 서로 교번으로 적층되어 일체를 이루고, 마이크로 사이즈의 직경을 갖는 유전체홀을 포함하는 플라스마를 이용한 유속 측정장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 유속측정부는

측정된 복수의 +전극 전류분포 피크(peak)의 이동에 따라 유속의 변화를 판단하는 플라즈마를 이용한 유속 측정 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 플라즈마 방전부의 일측에 배치되어, 플라즈마 방전부에서 생성되는 플라즈마의 상태를 촬영하는 촬영부를 더 포함하고, 상기 촬영부를 통해 촬영된 플라즈마의 형태 왜곡으로 유체의 유동을 판단하는 플라즈마를 이용한 유속 측정장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 플라즈마를 이용한 유속 측정장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 가우시안(Gaussian) 형태로 플라즈마가 방전되도록, 유체가 유동하는 채널에 마이크로 사이즈의 단일 유전체홀(방전홀)을 형성한 -전극부재와, 복수의 +전극들을 일렬로 일정한 간격으로 배치한 +전극부재를 배치하고, 유체의 유동에 따라 측정되는 상기 +전극들의 전류값들(전류분포) 중 피크(peak)를 통해 유체의 유속을 측정하는 플라즈마를 이용한 유속 측정장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 유량 및 유속은 일상생활에서만뿐만 아니라 항공, 조선, 자동차, 의료, 화공 등 산업의 모든 분야에서 중요한 물리적 측정량이 되며, 첨단산업의 급속한 발달에 따라 그 응용분야도 광범위하게 확대되고 있다.
- [0003] 유량/유속의 측정방법에는 가열부에서 발생하는 열을 이용한 온도차이, 오리피스에서 발생하는 압력손실, 매질 속에서의 광, 초음파의 주파수 변화를 이용하는 방법 등이 있다. 현재 마이크로 유량센서에서 가장 널리 사용되고 있는 방법은 가열부와 유체간의 열전달 현상을 이용한 것이다.
- [0004] 이는 압력차, 광, 초음파에 의한 방법보다 구성과 동작원리가 간단하고, 또한 마이크로머시닝 공정을 이용한 센서 구조체의 제작이 가능한 장점이 있다.
- [0005] 지금까지 대부분의 열형 마이크로 유량센서들은 기관인 실리콘의 이방성 식각을 이용한 벌크 마이크로머시닝(bulk micromachining) 공정으로 제작된 브리지(bridge), 캔틸레버(cantilever) 등의 형태가 기본구조를 이루고 있다.
- [0006] 이들 센서의 경우 저응력, 또는 적층구조 절연막을 사용하여 구조체의 잔류응력을 감소시키거나 지벡 계수(Seebeck coefficient)나 열전대 갯수의 증가 등에 의해 히터부와 온도센서부의 특성개선을 도모하고 있다.
- [0007] 상기한 배경기술로는 등록특허 제10-0362010호(2002.11.11), 공개특허 제10-2007-0113697호(2007.11.29), 등록특허 제10-0854229호(2008.08.19)가 제공되었는데, 이 중 등록특허 제10-0854229호(2008.08.19)는 흐르고 있는 유체의 유속을 측정하기 위한 유속 측정장치로서, 흐르고 있는 유체속에 배설되어 신호음을 송수신하는 다수개의 신호음 송수신부와, 상기 다수개의 신호음 송수신부에서 신호음을 송신 또는 수신함에 따라 그 신호음을 유체의 상류측 또는 하류측에 전달하여 원신호와의 위상차를 검출하는 위상차 검출부와, 상기 위상차 검출부에서 검출된 위상차를 동기시키는 위상 동기부와, 상기 위상 동기부에서 위상 동기가 완료되기까지 필요한 시간 또는 진동수를 검출하는 검출부 및 상기 검출부에서 검출된 시간 또는 진동수와 그 시간 또는 진동수에 대응해 미리 설정된 유속을 상호 비교하여 유체의 유속을 산출하는 유속 산출부를 포함하는 유속 측정장치를 제공하였다.
- [0008] 하지만 종래기술에 따른 유속 측정은 측정감도와 정밀도가 낮고, 센싱 구조체의 크기가 비교적 크며, 측정대상

인 동작 유체의 종류가 한정적이고, 측정범위가 좁다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 따라서 본 발명은 유체가 유동하는 채널에 마이크로사이즈의 유전체홀을 단일로 구비한 -전극부재와, 복수의 +전극판을 일정한 간격으로 일렬 배치한 +전극부재로 유체가 유동하는 채널을 구성하여, 플라스마를 가우시안 형태로 방전되도록 하고, 상기 복수의 +전극판들에서 측정되는 전류분포의 피크를 기초하여 유체의 유속을 측정함으로써, 신속한 측정반응속도와 유동이 없는 상태에서 유동이 발생하는 시점까지 정확한 측정이 가능하고, 센싱 구조가 비교적 간단해 적용범위가 매우 크며, 측정범위 역시 넓은 플라스마를 이용한 유속 측정장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명에 따른 플라스마를 이용한 유속 측정장치는 외부에서 공급받은 전원을 기 설정 고전압으로 승압한 후, 직류 전원으로 공급하는 직류전원공급부와, 상기 직류전원공급부와 전기적으로 연결된 복수의 +전극과 단일 -전극을 서로 이격시켜 채널을 형성하고, 상기 복수의 +전극과 단일 -전극에 고전압의 직류전원을 인가하여, 채널에서 플라스마를 생성하는 플라스마 방전부와, 상기 직류전원공급부와 플라스마 방전부의 +전극을 전기적으로 연결한 도전선을 따라 흐르는 전원의 전류를 측정하는 멀티미터 및 상기 플라스마 방전부의 채널을 따라 유체가 유동하는 조건에서 멀티미터에 의해 측정된 복수의 +전극들의 전류분포 피크로 유속을 측정하는 유속측정부를 포함한다.
- [0011] 이때 본 발명에 따른 상기 플라스마 방전부는 기밀이 유지되는 챔버와, 상기 챔버의 내부 상측에 배치되고, 마이크로 사이즈의 직경을 갖는 관통홀을 단일로 형성한 -전극부재와, 상기 챔버 내의 하측에 배치되고, 상기 -전극부재와 해당 거리로 이격 배치되는 +전극부재와, 상기 챔버의 일측에 연결되어, 채널을 통과하는 유체(가스)를 제공하는 유체공급부와, 상기 챔버의 타측에 연결되어, 챔버에서 채널을 통과한 가스를 외부로 제거하는 유체제거부를 포함한다.
- [0012] 그리고 본 발명에 따른 상기 +전극부재는 가우시안(Gaussian) 형태의 플라스마가 생성되도록, 베이스판과, 판상으로 이루어지고 상기 베이스판 상에서 일정한 간격으로 배치되는 복수의 +전극판을 포함한다.
- [0013] 또한 본 발명에 따른 상기 -전극부재는 복수의 전극판 사이에 복수의 유전층이 서로 교번으로 적층되어 일체를 이루고, 마이크로 사이즈의 직경을 갖는 유전체홀을 포함한다.
- [0014] 그리고 본 발명에 따른 상기 유속측정부는 측정된 복수의 +전극 전류분포 피크값의 이동에 따라 유속의 변화를 판단하는 것이 바람직하고, 더불어 상기 플라스마 방전부의 일측에 배치되어, 플라스마 방전부에서 생성되는 플라스마의 상태를 촬영하는 촬영부를 더 포함하여, 상기 촬영부를 통해 촬영된 플라스마의 형태 왜곡으로 유체의 유동을 판단할 수 있다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 따른 플라스마를 이용한 유속 측정장치에 의해 나타나는 효과는 다음과 같다.
- [0016] 첫째, 유체가 유동하는 채널에 마이크로사이즈의 유전체홀을 단일로 구비한 -전극부재와, 복수의 +전극판을 일정한 간격으로 일렬 배치한 +전극부재를 배치하여, 마이크로 플라스마가 가우시안 형태로 방전되도록 하고, 유량에 따라 변화되는 복수의 +전극들의 전류(전류분포)를 측정한 후, 전류분포의 피크를 측정해 이를 통해 유체의 유속 및 유속의 변화를 산출하여 제공함으로써, 종래의 유속측정방법보다 신속한 측정반응속도와 정확한 측정값을 제공하는 효과를 가진다.
- [0017] 둘째, 전류분포 피크의 이동을 측정해 이를 통해 유속의 변화를 산출하여 실시간으로 제공함으로써, 유체의 유속 및 유속의 변화를 실시간으로 확인하도록 하는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명에 따른 플라즈마를 이용한 유속 측정장치의 구성을 간략하게 보인 예시도이다.
- 도 2는 본 발명의 구성에 따른 플라즈마 방전부에서 생성된 가우시안 형태의 플라즈마를 촬영한 사진 이미지이다.
- 도 3은 본 발명의 구성에 따른 플라즈마 방전부에서 생성된 가우시안 형태의 플라즈마가 생성될 시 측정된 전류 및 전압 분포를 나타낸 그래프이다.
- 도 4는 본 발명의 구성에 따른 플라즈마 방전부 내의 압력을 100Torr 또는 760Torr으로 유지한 상태에서 유속 흐름의 존재별로 방전되는 플라즈마의 형태를 촬영한 사진 이미지이다.
- 도 5는 본 발명에 따라 해당 유체(헬륨 가스)의 유속에서 플라즈마의 형태를 촬영한 사진 이미지 및 비정규가우스곡선 이상적인 전류분포(실선)에 따른 실제측정 전류분포(점선)를 나타낸 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 구성에 따른 플라즈마 방전부 내의 압력을 760Torr으로 유지한 상태에서 유속 흐름의 존재하에 해당 유체(헬륨 가스)의 유속들마다 측정된 전류분포를 나타낸 그래프이다.
- 도 7은 본 발명에 의해 측정된 전류분포에 대한 피크값의 위치 이동에 따라 유체의 유속이 측정되는 상태를 보인 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0020] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0021] 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시 예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들은 대체할 수 있는 균등한 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0022] 본 발명은 가우시안(Gaussian) 형태로 플라즈마가 방전되도록, 유체가 유동하는 채널에 마이크로 사이즈의 단일 유전체홀(방전홀)을 형성한 -전극부재와, 복수의 +전극들을 일렬로 일정한 간격으로 배치한 +전극부재를 배치하고, 유체의 유동에 따라 측정되는 상기 +전극들의 전류값들(전류분포) 중 피크(peak)를 통해 유체의 유속을 측정하는 플라즈마를 이용한 유속 측정장치에 관한 것으로, 도면을 참조하여 살펴보면 다음과 같다.
- [0023] 본 발명에 따른 플라즈마를 이용한 유속 측정장치는 도 1에 도시한 바와 같이 직류전원공급부(100)와, 플라즈마 방전부(200), 촬영부(300), 멀티미터(400) 및 유속측정부(500)를 포함하는데, 먼저 상기 직류전원공급부(100)는 외부에서 공급 받은 교류 전원을 기 설정 고전압으로 승압한 후, 직류 전원으로 변환하여 공급한다.
- [0024] 그리고 상기 플라즈마 방전부(200)는 상기 직류전원공급부(100)와 전기적으로 연결된 복수의 +전극과, 단일 -전극을 서로 이격시켜 채널을 형성하고, 상기 복수의 +전극과 단일 -전극에 고전압의 직류전원을 인가하여, 상기 채널에서 가우시안(Gaussian) 형태의 플라즈마를 형성한다.
- [0025] 이때 상기한 플라즈마 방전부(200)를 보다 상세하게 살펴보면, 도 1에 도시한 바와 같이 상기 플라즈마 방전부(200)는 내부가 투시되는 투명한 재질로 기밀이 유지되고 상압의 조건을 갖는 챔버(201)를 포함하고, 상기 챔버(201)의 내부 상측에는 -전극부재(210)가 배치되는데, 상기 -전극부재(210)의 중심에는 유전체가 통하는 마이크로 사이즈의 직경을 갖는 유전체홀(213)을 단일로 형성하는 것이 바람직하다.
- [0026] 여기서 상기 -전극부재(210)는 복수의 전극판(211) 사이에 복수의 유전층(212)이 서로 교번으로 적층되어 일체를 이루는데, 일례로 판 상의 제1전극판의 상측에 상기 전극판 보다 너비가 작은 제1유전층을 적층한 후, 다시 상기 제1전극판과 동일한 재질, 크기의 제2전극판을 제1유전층의 상면에 재차 적층된다.
- [0027] 이러한 과정으로 전극판(211)은 3개가 적층되고, 유전층(212)은 2개가 적층되어, 상기 -전극부재(210)를 이루고, 중심에는 마이크로 사이즈의 직경을 갖는 유전체홀(213)을 형성한다.

- [0028] 이때 상기 전극판(211)은 니켈(Ni)재질로 이루어지고, 유전층(212)은 운모(mica)로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0029] 그리고 +전극부재(220)는 상기 챔버(201) 내의 하측에 배치되고, 상기 -전극부재(210)와 해당 거리로 이격 배치되어, 유체가 유동하는 통로인 채널을 형성한다.
- [0030] 상기 +전극부재(220)는 -전극부재(210)와 상응하여 가우시안(Gaussian) 형태의 플라즈마가 생성되도록, 판 상으로 이루어진 베이스판(221)과, 상기 베이스판(221)상에서 일정한 간격으로 배치되는 복수의 +전극판(222)을 포함한다.
- [0031] 이때 상기 복수의 +전극판(222)은 직사각형의 형태를 이루고 세로로 세워진 상태로 상기 베이스판(221)에 일정한 간격으로 배치되는데, 서로 간의 간격은 5mm로 배치되는 것이 바람직하고, 상기 -전극부재(210)와 안정적인 방전이 이루어지도록 전기적 저항값은 100[kΩ]을 갖는다.
- [0032] 또한 각각의 +전극판(222)은 전기저항값이 220[Ω]의 전류 측정용 저항체(223)들이 각각 전기적으로 연결되어, 상기 전류 측정용 저항체(223)들을 통해 상기 +전극판(222)들에 인가되는 방전전류 및 전압강하를 측정할 수 있다.
- [0033] 이때 상기 +전극판(222)들에 인가되는 방전전압은 상기 직류전원공급부(100)에서 +전극판(222)들로 인가하는 전압에서 각각의 전압강하를 뺀으로써 계산이 이루어진다.
- [0034] 그리고 상기한 구성으로 이루어진 -전극부재(210)와, +전극부재(220)는 상기 챔버(201) 내의 상,하부에 각각 배치되어, 유체가 유동하는 통로인 채널을 이룬다.
- [0035] 또한 상기 챔버(201)의 일측에는 유체공급부(230)를 더 연결할 수 있는데, 상기 유체공급부(230)는 상기 챔버(201)내의 채널을 통과하는 유체(가스)를 제공한다.
- [0036] 이때 상기 유체공급부(230)는 유체(가스)가 수용된 bombe(231)를 포함하고, 상기 bombe의 토출구에는 가이드니들(232)이 구비되어, 상기 bombe(231)에서 토출되는 유체를 상기 챔버(201)로 안내한다.
- [0037] 그리고 상기 bombe(231) 측 가이드니들(232) 상에는 니들밸브(233)가 구비되어, 상기 bombe(231) 측 가이드니들(232)을 선택적으로 개방하여, 상기 가이드니들(232)을 따라 유체가 선택적으로 유동하도록 한다.
- [0038] 또한 상기 가이드니들(232)의 니들밸브(233) 후방 측에는 블로우미터(234)를 구비할 수 있는데, 상기 블로우미터(234)는 가이드니들(232)을 따라 유동하는 유체(가스)의 유량을 측정할 수 있다.
- [0039] 더불어 상기 챔버(201)의 타측에는 유체제거부(240)를 연결할 수 있는데, 상기 유체제거부(240)는 챔버(201) 내의 채널을 통과한 유체(가스)를 외부로 제거한다.
- [0040] 이때 상기 유체제거부(240)에는 상기 챔버(201) 내의 채널을 통과한 유체(가스)를 상기 챔버(201) 외로 배출시키는 배출관(241)을 구비하고, 상기 배출관(241)에는 압력변환기(242) 및 진공펌프(243)를 연결하여 상기 챔버(201) 내의 채널을 통과한 유체(가스)가 용이하게 배출되도록 한다.
- [0041] 그리고 상기 플라즈마 방전부(200)의 일측 외부에는 촬영부(300)가 배치되는데, 플라즈마 방전부(200)의 채널에서 생성되는 플라즈마의 상태를 촬영한다.
- [0042] 이때 상기 촬영부(300)는 플라즈마 방전부(200)에서 생성되는 플라즈마의 형태를 촬영하기 위한 것으로, 형태의 변화가 순간적으로 일어나기에 동영상으로 촬영될수 있다.
- [0043] 또한 멀티미터(400)를 구비하여, 상기 직류전원공급부(100)와 플라즈마 방전부(200)를 전기적으로 연결한 도전선을 따라 흐르는 전원의 전류(방전 전류)를 측정하는데, 이때 상기 멀티미터(400)의 측정단자는 전류 측정용 저항체(223)를 사이에 두고 병렬로 연결된다.
- [0044] 더불어 유속측정부(500)는 유체(가스)가 상기 플라즈마 방전부(200)의 채널을 따라 유동하는 조건에서 상기 촬영부(300)에서 측정된 플라즈마의 왜곡으로 유체의 유동을 확인하고, 상기 멀티미터(400)에 의해 각각 측정된 복수의 +전극에 흐르는 전원의 전류값 분포도인 전류분포 중 피크의 이동을 통해 유속을 측정한다.
- [0045] 도면을 통해 본 발명에 따른 플라즈마를 이용한 유속 측정장치의 실시 일례를 살펴보면 다음과 같다.
- [0046] 먼저 도 1에서와 같이 본 발명에 따른 직류전원공급부(100)와, 플라즈마방전부(200), 촬영부(300), 멀티미터

(400) 및 유속측정부(500)를 포함하는 유속측정장치를 제공한다.

- [0047] 이때 헬륨 가스를 유체로 지정하여 시험하여 보았는데, 상기 유체는 봄베(231)에 수용된 상태로 니드밸브(233) 및 블로우미터(234)를 통해 유량의 모니터링 및 조정되고, 기 설정된 유량으로 상기 플라즈마 방전부(200)에 유체를 제공하는데, 유체의 압력은 100 Torr이다.
- [0048] 도 2는 플라즈마 방전부(200)에서 유체의 유동이 없는 정지상태의 유량 0.0 SLPM(Sandard Liters Per Minute 이하: SLPM) 및 유량 0.1 SLPM에서 생성되는 플라즈마의 상태를 보인 사진 이미지로, 중앙에 마이크로 사이즈의 유전체홀(213)을 형성한 -전극부재(210)와, 복수의 +전극판(222)을 일정한 간격을 배치한 +전극부재(220)에 의해 형성된 채널에 가우시안(Gaussian) 형태의 플라즈마 방전이 일어나는 것을 확인할 수 있다.
- [0049] 이때 플라즈마 방전이 일어날 시, 상기 +전극부재(220)에 포함된 각각의 +전극판(222)들에 대한 전류 및 전압을 멀티미터(400)로 측정하였는데, 도 3에서 보는 바와 같이 유체의 유량이 없는 0.0 SLPM인 상태에서는 복수의 +전극판(222)들 각각의 전류값 분포가 가우시안분포인 정규분포를 보이는 것을 확인할 수 있다.
- [0050] 또한 유량 0.1 SLPM에서도 복수의 +전극판(222)들 각각의 전류값 분포가 가우시안분포인 정규분포를 보이는 것을 확인할 수 있고, 전압값 분포는 전류와 반대의 분포를 보인다.
- [0051] 여기서 유체의 유량 0.1 SLPM인 경우, 유체의 유량 0.0 SLPM보다 전류의 피크가 낮은 위치에 위치하는 것을 확인할 수 있고, 전압 역시 유체의 유량 0.0 SLPM보다 유체의 유량 0.1 SLPM일 경우, 전압 분포가 더 낮은 것을 확인할 수 있다.
- [0052] 도 4는 상기 플라즈마 방전부(200) 내의 압력을 100 Torr 또는 760 Torr로 유지한 상태에서 유체의 유동이 있을 시, 방전되는 플라즈마 형태를 촬영한 사진 이미지로, 유량이 많을수록 플라즈마의 형태 왜곡이 확연하게 나타나는 것을 확인할 수 있고, 상기 플라즈마 방전부(200) 내의 압력이 100 Torr 보다 760 Torr에서의 플라즈마의 형태 왜곡이 더 확연하게 나타나는 것을 확인할 수 있다.
- [0053] 이때 상기 -전극부재(210) 및 +전극부재(220)에서 각각 2 mA 및 5 mA의 전류가 측정되었다.
- [0054] 도 5는 플라즈마를 이용한 유속 측정장치에 따라 해당 유체(헬륨 가스)의 유동시켜 플라즈마 형태를 촬영한 사진 이미지 및 이상적인 전류분포(실선)에 따른 실제측정 전류분포(점선)를 나타낸 그래프로, X은 복수의 +전극판(222) 각각의 배열위치를 나타낸 것이고, Y축은 전류값을 나타낸 것이다.
- [0055] 이때 상기 -전극부재(210) 및 +전극부재(220)에는 각각 2 mA 및 7.3 mA의 전류가 설정되는 것이 바람직하다.
- [0056] 도 5를 살펴보면 복수의 +전극판(222) 각각에 측정된 전류분포가 정규분포(가우시안분포)로 분포하고, 유량이 증가함에 따라 전류분포 중 Y축에 대한 피크의 높이 및 X축에 대한 피크의 위치가 변경되는 것이 관찰되었는데, 최초 유량이 0.0 SLPM일 때 복수의 +전극판(222) 각각의 전류값을 측정하여 그래프로 나타낸 결과, 이때 측정된 피크 값(높이)은 2.4 mA이고, 그 피크의 위치는 10.035 mm임을 알 수 있고, 유량이 0.15 SLPM일 때는 +전극부재(220)의 전류 분포 피크 값(높이)가 2.2 mA로, 유량 0.0 SLPM일 때 측정된 피크 값(높이) 2.4 mA보다 0.2 mA 낮아진 것을 알 수 있다.
- [0057] 또한 피크의 위치 역시, 유량이 0.15 SLPM에서는 10.058 mm로 측정되었는데, 유량 0.0 SLPM에서 유량 0.15 SLPM으로 변화할 시, 피크의 위치가 10.035 mm에서 10.058 mm로, 0.023mm 우측으로 이동한 것을 확인할 수 있다.
- [0058] 그리고 유량이 3.12 SLPM 역시, 유량 0.15 SLPM일 때보다 전류의 피크가 낮아지고, 그 피크의 위치 또한 우측으로 더 이동한 것을 확인할 수 있다.
- [0059] 도 6은 본 발명의 구성에 따른 플라즈마 방전부 내의 압력을 760 Torr로 유지한 상태에서 유체의 유동 존재하에 해당 유체(헬륨 가스)의 유속들마다 측정된 전류분포를 나타낸 그래프로, 각각의 유량 0.0 SLPM, 0.15 SLPM, 0.38 SLPM, 1.10 SLPM, 2.32 SLPM, 3.12 SLPM에서 측정된 전류분포를 오버랩하여 나타낸 것이다.
- [0060] 도 6을 살펴보면, 유량이 증가함에 따라 Y축의 전류 피크가 점점 낮아지고, X축의 피크 위치가 오른쪽으로 점점 이동하는 것을 확인할 수 있다.
- [0061] 여기서 피크의 이동은 유량이 증가함에 따라 반비례를 이루는데, 이를 역으로 유추하면, 도 7에 도시한 바와 같이 Y축인 피크의 위치에 따라 X축의 유량을 유추 가능하기에 이를 통해 유체의 유량을 측정할 수 있다.
- [0062] 따라서 본 발명에 따른 유속측정부(500)는 상기 촬영부(300)를 통해 유체의 유동을 확인하고, 상기 멀티미터

(400)에서 측정된 +전극들의 전류분포 및 전류분포의 피크 값을 기초로 하여 유속을 산출하여 제공하는데, 이때 유속은 유량/채널의 단면적으로 +전극들의 전류분포 피크 값으로 유량을 산출하고, 채널의 단면적은 기 설정되어 있어, 상기 유속측정부(500)는 산출한 유량과 기 설정된 채널의 단면적을 이용해 유속을 산출하여 제공한다.

[0063]

본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

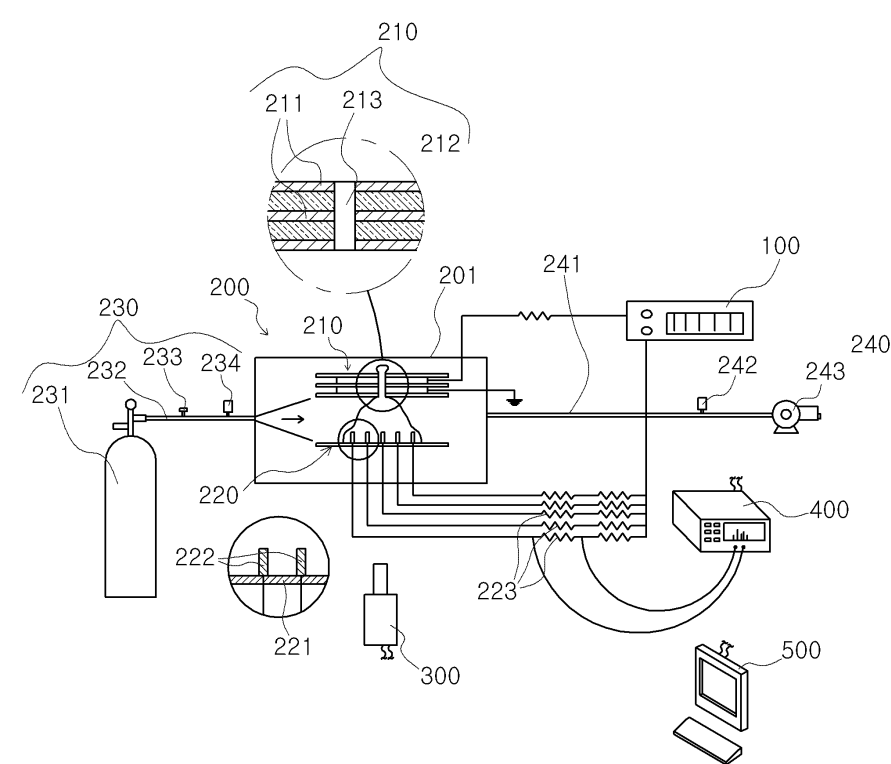
부호의 설명

[0064]

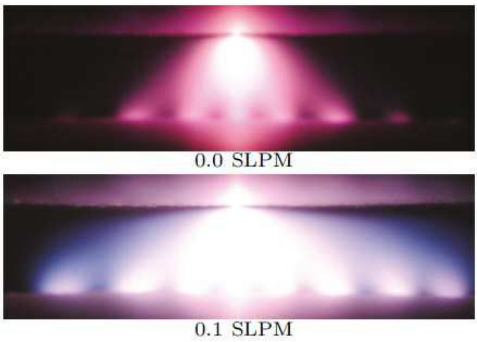
100: 직류전원공급부	200: 플라스마 방전부
201: 챔버	210: -전극부재
211: 전극관	212: 유전층
213: 유전체홀	220: +전극부재
221: 베이스판	222: +전극관
223: 전류 측정용 저항체	230: 유체공급부
231: 봄베	232: 가이드니들
233: 니들밸브	234: 블로우미터
240: 유체제거부	241: 배출관
242: 압력변환기	243: 진공펌프
300: 촬영부	400: 멀티미터
500: 유속측정부	

도면

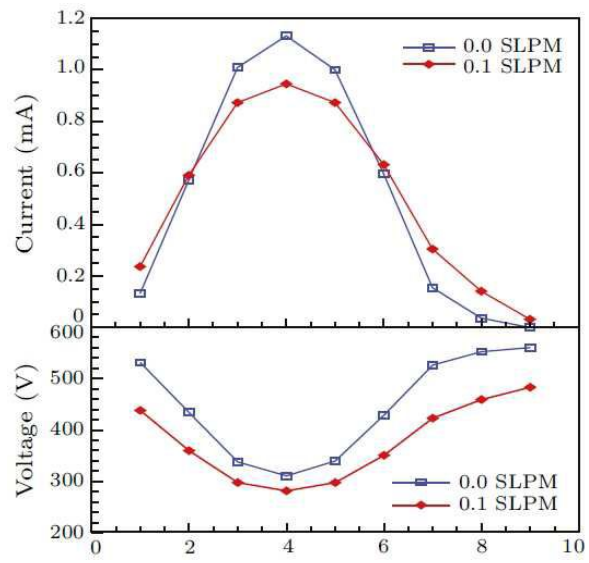
도면1



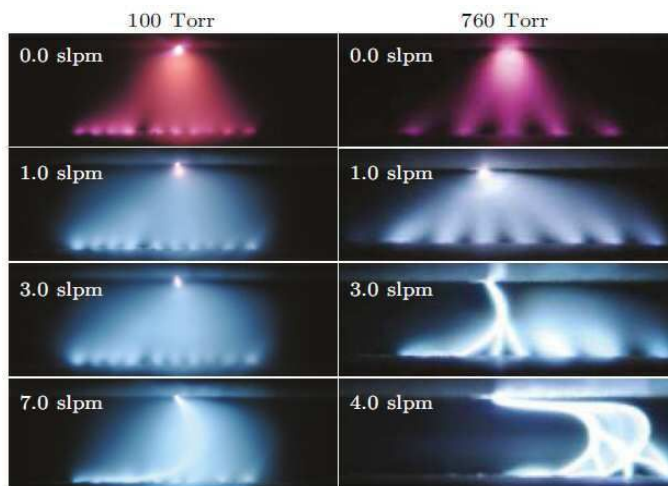
도면2



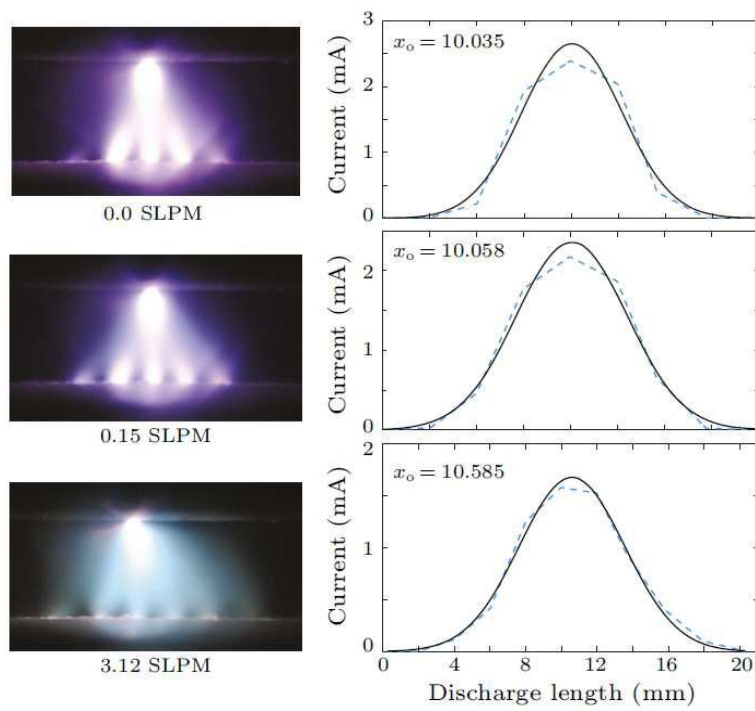
도면3



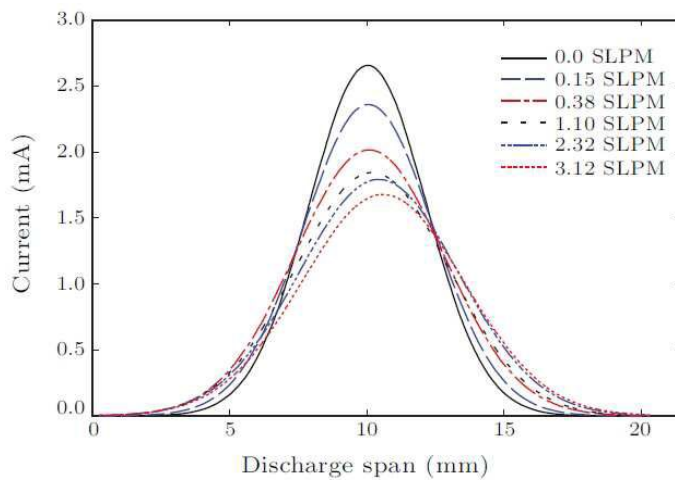
도면4



도면5



도면6



도면7

