(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0097967
(43) 공개일자 2023년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01P 15/09 (2006.01) *G01L 5/00* (2020.01)
G01L 5/167 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G01P 15/09 (2013.01)
G01L 5/0052 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0052724
(22) 출원일자 2022년04월28일
심사청구일자 2022년04월28일
(30) 우선권주장
1020210187634 2021년12월24일 대한민국(KR)

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
김주하
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
황종빈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

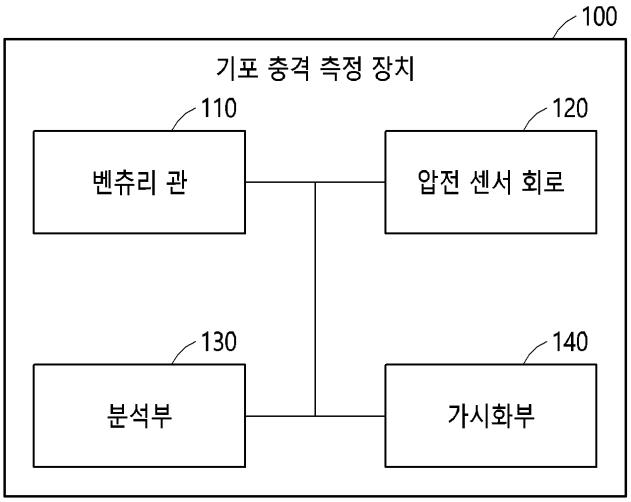
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치 및 방법**

(57) 요 약

벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치 및 방법이 개시된다. 본 발명의 일실시예에 따른, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치는, 벤츄리 캐비테이션의 노즐 목을 형성하는 벤츄리 관; 및 상기 벤츄리 관의 일면으로 부착되어, 상기 노즐 목을 통과하는 유체에 의해 생성되는 캐비테이션 버블(Cavitation bubble)의 세기를 측정하는 압전 센서 회로(Piezoelectric sensor circuit)를 포함 할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01L 5/167 (2013.01)
(72) 발명자
신이수
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
박형민
서울특별시 관악구 관악로 1, 301동 1405호(신림동,서울대학교)
최홍석
서울특별시 관악구 관악로 1, 313동 221호(신림동,서울대학교)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711137688
과제번호	2021R1A4A1032023
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	멀티스케일-멀티페이즈-멀티피직스 캐비테이션 제어 기초연구실
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서울대학교
연구기간	2021.06.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

벤츄리 캐비테이션의 노즐 목을 형성하는 벤츄리 관; 및

상기 벤츄리 관의 일면으로 부착되어, 상기 노즐 목을 통과하는 유체에 의해 생성되는 캐비테이션 버블(Cavitation bubble)의 세기를 측정하는 압전 센서 회로(Piezoelectric sensor circuit)

를 포함하는 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 압전 센서 회로는,

상기 캐비테이션 버블의 생성 형태를 고려하여, 상기 벤츄리 관의 경사면을 따라 부착되는 위치가 지정되는,

벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 캐비테이션 버블은, 얇은층 공동(Sheet cavitation)와 구름꼴 공동(Cloud cavitation)의 형태를 가지고 생성되고,

상기 압전 센서 회로가 부착되는 위치는,

상기 얇은층 공동이 생성되는 범위를 적어도 포함하여 지정되고,

상기 구름꼴 공동 중, Micro-jet이 일어나지 않는 버블이 생성되는 지점, 상기 Micro-jet이 일어나되 shock되지 않는 버블이 생성되는 지점, 상기 Micro-jet로 인해 shock된 버블이 생성되는 지점으로 지정되는

벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 기포 충격 측정 장치는,

상기 압전 센서 회로에 의해 측정된, 상기 얇은층 공동과 상기 구름꼴 공동의 세기를 통해, 상기 벤츄리 관을 충격되는 강도와 주기를 분석하는 분석부

를 더 포함하는 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 기포 충격 측정 장치는,

상기 분석된 강도와 주기에 따른 상기 벤츄리 관의 충격 상태 및 강도의 변화를 시각화하는 가시화부

를 더 포함하는 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치.

청구항 6

벤츄리 캐비테이션의 노즐 목을 형성하는 벤츄리 관의 일면으로 부착되는, 압전 센서 회로(Piezoelectric sensor circuit)에서, 상기 노즐 목을 통과하는 유체에 의해 생성되는 캐비테이션 버블(Cavitation bubble)의

세기를 측정하는 단계

를 포함하는 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 압전 센서 회로는,

상기 캐비테이션 버블의 생성 형태를 고려하여, 상기 벤츄리 관의 경사면을 따라 부착되는 위치가 지정되는,

벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 캐비테이션 버블은, 얇은층 공동과 구름꼴 공동의 형태를 가지고 생성되고,

상기 압전 센서 회로가 부착되는 위치는,

상기 얇은층 공동이 생성되는 범위를 적어도 포함하여 지정되고,

상기 구름꼴 공동 중, Micro-jet이 일어나지 않는 버블이 생성되는 지점, 상기 Micro-jet이 일어나되 shock되지 않는 버블이 생성되는 지점, 상기 Micro-jet로 인해 shock된 버블이 생성되는 지점으로 지정되는

벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 기포 충격 측정 방법은,

분석부에서, 상기 압전 센서 회로에 의해 측정된, 상기 얇은층 공동과 상기 구름꼴 공동의 세기를 통해, 상기 벤츄리 관을 충격되는 강도와 주기를 분석하는 단계

를 더 포함하는 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 기포 충격 측정 방법은,

가시화부에서, 상기 분석된 강도와 주기에 따른 상기 벤츄리 관의 충격 상태 및 강도의 변화를 시각화하는 단계

를 더 포함하는 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법.

청구항 11

제6항 내지 제10항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 유체가 벤츄리 관을 지나면서 생성되는 캐비테이션 버블(Cavitation bubble)이, 벤츄리 관의 벽면에 주는 충격을 측정할 수 있게 하는, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 캐비테이션(Cavitation)은, 유체의 속도 변화에 의한 압력 변화로 인해 유체 내에 공동이 생기는 현상을 말한다. 공동현상은 유체의 속도가 빨라지면 관내의 압력이 낮아지고, 유체의 압력이 포화 수증기압 이하로 낮

아지게 되어 액체가 기체(기포)로 바뀌기 때문에 발생한다.

[0003] 그러나, 다시 유체의 압력이 포화 수증기압 보다 높아질 경우에는, 유체의 속도가 빨라짐으로 인해 발생했던 기포가 급격히 액체로 변하게 되는데, 이로 인해 높아진 압력이 충격, 소음, 진동, 마모 등을 야기하게 된다.

[0004] 벤츄리 캐비테이션은 수축 및 팽창하는 노즐 목에서 공동현상이 발생하는 원리를 이용한 장치이다. 공동현상이 발생하게 되면, 노즐 목을 통과하는 유체의 유량은 후단압력에 관계없이 일정해지게 된다. 이러한 원리는 유체 시스템의 유량제어에 활용될 수 있다.

[0005] 노즐 목에서 공동이 발생하기 위해서는, 벤츄리 전단과 후단의 압력차이 또는 압력비가 일정 값 이상이 되어야 한다.

[0006] 벤츄리 캐비테이션은, 벤츄리 전단과 후단의 압력과 노즐 목의 단면적, 벤츄리의 형상으로 인한 손실 밖에 없으므로, 유량 제어를 위해 추가적인 동력을 요구하지 않는다.

[0007] 또한, 벤츄리 캐비테이션은 진동 등 주변 환경에도 큰 영향을 받지 않고 유량을 제어할 수 있다는 장점이 있다.

[0008] 벤츄리 캐비테이션은 상대적으로 작은 크기, 간단한 구조 등의 장점으로 인해, 짧은 시간동안 정밀한 유량제어가 요구되는 곳에서 사용 될 수 있다.

[0009] 기존 벤츄리 캐비테이션에는, 오리피스나 노즐에서의 유량을 측정하기 위한 센서가 부착될 수 있다.

[0010] 기존 부착의 센서는, 벤츄리 캐비테이션이 정상적으로 동작하여, 후단 압력과 상관없이 액체의 유량을 일정하게 유지하는지를 판단할 수 있게 한다.

[0011] 다만, 기존 벤츄리 캐비테이션에 부착되는 센서는, 액체의 유량에 대해서 만 감지를 하고 있을 뿐으로, 공동현상으로 발생한 기포로 인해 벤츄리 등에 가하지는 충격을 측정하기 위한 것이 아니다.

[0012] 따라서, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의해 발생된 기포에 의한 충격을 정밀하게 측정하기 위한 센서의 등장이 절실히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명의 실시예는, 유체가 벤츄리 관을 지나면서 생성되는 캐비테이션 버블(Cavitation bubble)이, 벤츄리 관의 벽면에 주는 충격을 정밀하게 측정할 수 있게 하는, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 일실시예에 따른, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치는, 벤츄리 캐비테이션의 노즐 목을 형성하는 벤츄리 관; 및 상기 벤츄리 관의 일면으로 부착되어, 상기 노즐 목을 통과하는 유체에 의해 생성되는 캐비테이션 버블(Cavitation bubble)의 세기를 측정하는 압전 센서 회로(Piezoelectric sensor circuit)를 포함 할 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 실시예에 따른, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법은, 벤츄리 캐비테이션의 노즐 목을 형성하는 벤츄리 관의 일면으로 부착되는, 압전 센서 회로(Piezoelectric sensor circuit)에서, 상기 노즐 목을 통과하는 유체에 의해 생성되는 캐비테이션 버블(Cavitation bubble)의 세기를 측정하는 단계를 포함하여 구성 할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명의 일실시예에 따르면, 유체가 벤츄리 관을 지나면서 생성되는 캐비테이션 버블이, 벤츄리 관의 벽면에 주는 충격을 정밀하게 측정할 수 있게 하는, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치 및 방법을 제공 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치의 구성을 도시한 블록

도이다.

도 2는 본 발명에 따른 벤츄리 관과 압전 센서 회로를 설명하기 위한 도이다.

도 3은 캐비테이션 버블의 생성 형태를 설명하기 위한 도이다.

도 4는 캐비테이션 버블의 생성 형태에 따라, 압전 센서 회로에서의 세기 측정 일례를 보여주는 도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

[0019] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0020] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0021] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

[0023] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치(100)(이하, '기포 충격 측정 장치'라 약칭함)은, 벤츄리 관(110) 및 압전 센서 회로(Piezoelectric sensor circuit, 120)를 포함하여 구성할 수 있다. 또한, 실시예에 따라, 기포 충격 측정 장치(100)는, 분석부(130)와 가시화부(140)를 선택적으로 추가하여 구성할 수 있다.

[0024] 우선, 벤츄리 관(110)은 벤츄리 캐비테이션의 노즐 목을 형성한다. 즉, 벤츄리 관(110)는 캐비테이션 내부를 흐르는 유체에 대해, 흐름 폭을 변화시키는 노즐 목을 형성 함으로써, 유체의 흐름 속도를 변경하고, 공동현상 발생 및 기포인 캐비테이션 버블(Cavitation bubble)가 생성되도록 하는 역할을 할 수 있다.

[0025] 벤츄리 관(110)은 상하에서 마주 보는 한 쌍으로 구성될 수 있고, 특정 영역에서만 상측과 하측이 근접하도록 하여 노즐 목을 형성하고, 나머지 영역을 경사지게 구성하여, 유체에 의한 유속 및 유압이 노즐 목을 전후로 변동되도록 할 수 있다.

[0026] 압전 센서 회로(120)는 상기 벤츄리 관(110)의 일면으로 부착되어, 상기 노즐 목을 통과하는 유체에 의해 생성되는 캐비테이션 버블(Cavitation bubble)의 세기를 측정한다. 즉, 압전 센서 회로(120)는 벤츄리 캐비테이션 거동에 의해 발생된 기포에 관한 정보(충격 세기, 충격 위치 등)를 측정하는 역할을 할 수 있다.

[0027] 압전 센서 회로(120)는 압전효과를 가진 소자를 이용한 센서로 구성되는 회로 소자일 수 있고, 압력에 의한 진동신호를 전기펄스로 변환하는 수단일 수 있다

[0028] 압전 센서 회로(120)는 충격 센서로서 원판형 압전결정소자와 금속판을 접착시킨 unimorph소자를 사용한 것으로, 센서 외부에서 기계적 충격이 가해지면, 센서소자의 유효질량에 가속도가 발생되고, 이 가속도에 비례하여 발생된 전하를 출력단자의 전압 형태로 센싱하는 구조이다.

[0029] 압전 센서 회로(120)는, 상기 캐비테이션 버블의 생성 형태를 고려하여, 상기 벤츄리 관의 경사면을 따라 부착

되는 위치가 지정될 수 있다.

[0030] 기본적으로, 압전 센서 회로(120)는 벤츄리 관의 경사면으로 정해진 간격 마다, 정렬되어 부착될 수 있다. 이때, 압전 센서 회로(120)는 헤드(head)의 면을 경사면과 평평하게 일치시키는 Flush mount 구조로 부착되어, 압전 센서 회로에 의해 유체 흐름이 방해되지 않도록 할 수 있다.

[0031] 상기 캐비테이션 버블은, 얇은층 공동(sheet cavitation)과 구름꼴 공동(Cloud cavitation)의 형태를 가지고 생성될 수 있다.

[0032] 얇은층 공동은 공동의 두께가 얇고 표면이 매끈하고 투명할 수 있다.

[0033] 구름꼴 공동은 불안정한 얇은층 공동의 뒷꼬리 부근에 발생하는 구름 모양의 공동으로, 벤츄리 관의 침식에 큰 영향을 줄 수 있다.

[0034] 상기 압전 센서 회로(120)가 부착되는 위치는, 상기 얇은층 공동이 생성되는 범위를 적어도 포함하여 지정될 수 있다. 즉, 압전 센서 회로(120)는 벤츄리 관(110)의 경사면 중, 얇은층 공동이 생성되는 전 범위에 걸쳐 적어도 하나 이상이 부착되도록 위치 지정될 수 있다.

[0035] 또한, 상기 압전 센서 회로(120)가 부착되는 위치는, 상기 구름꼴 공동 중, Micro-jet이 일어나지 않는 버블이 생성되는 지점, 상기 Micro-jet이 일어나되 shock되지 않는 버블이 생성되는 지점, 상기 Micro-jet로 인해 shock된 버블이 생성되는 지점으로 지정될 수 있다. 즉, 압전 센서 회로(120)는 캐비테이션 버블이 얇은층 공동과 멀어지는 정도에 따라, 온존한 원형 상태에서부터, Micro-jet로 인해 shock 되어 소멸되는 상태까지에 대해, 감지할 수 있는 지점 각각에 부착되도록 위치 지정될 수 있다.

[0036] 실시예에 따라, 기포 충격 측정 장치(100)는 분석부(130)를 추가로 포함하여 구성 함으로써, 측정된 캐비테이션 버블의 세기에 따른 충격 정도를 분석할 수 있다.

[0037] 분석부(130)는 상기 압전 센서 회로(120)에 의해 측정된, 상기 얇은층 공동과 상기 구름꼴 공동의 세기를 통해, 상기 벤츄리 관을 충격하는 강도와 주기를 분석할 수 있다. 즉, 분석부(130)는 캐비테이션 버블의 각 유형 마다의 세기에 따라, 벤츄리 관(110)에 가해지는 충격 상태와 충격의 반복 상태를 분석하는 역할을 할 수 있다.

[0038] 실시예에 따라, 기포 충격 측정 장치(100)는, 가시화부(140)를 추가로 포함하여 구성 함으로써, 측정된 캐비테이션 버블의 세기에 따른 충격 정도를 시각적으로 보여줄 수 있다.

[0039] 가시화부(140)는 상기 분석된 강도와 주기에 따른 상기 벤츄리 관(110)의 충격 상태 및 강도의 변화를 시각화한다. 즉, 가시화부(140)는 벤츄리 관(110)에 가해지는 충격 상태와 충격의 반복 상태를 디스플레이하여 사용자에게 제공하는 역할을 할 수 있다.

[0040] 본 발명의 일실시예에 따르면, 유체가 벤츄리 관을 지나면서 생성되는 캐비테이션 버블이, 벤츄리 관의 벽면에 주는 충격을 정밀하게 측정할 수 있게 하는, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치 및 방법을 제공 할 수 있다.

[0041] 도 2는 본 발명에 따른 벤츄리 관과 압전 센서 회로를 설명하기 위한 도이다.

[0042] 도 2에 도시한 바와 같이, 벤츄리 관은 노즐 목을 형성하기 위한 좁은 영역의 평면과, 상기 평면의 양측으로 이어지는 경사면으로 구성될 수 있다.

[0043] 경사면의 규정된 위치에는, 압전 센서 회로(210)가 부착되어, 노즐 목을 통과하는 유체에 의해 생성되는 캐비테이션 버블의 세기를 측정할 수 있다.

[0044] 압전 센서 회로(210)는, 경사면에 Flush mount 구조로 부착되어, 돌출 없이 경사면과 평평하게 일치되도록 함으로써, 압전 센서 회로에 의해 유체 흐름이 방해되지 않도록 할 수 있다.

[0045] 도 3은 캐비테이션 버블의 생성 형태를 설명하기 위한 도이다.

[0046] 도 3에 도시한 바와 같이, 캐비테이션 버블은 Micro-jet가 없는 온존한 원형의 버블 상태(310), Micro-jet가 버블의 절반까지 가해진 상태(320), Micro-jet에 의해 버블이 반파된 상태(330), 및 버블이 소멸되는 Shock 상태(340)로 생성될 수 있다.

[0047] 압전 센서 회로는, 이들 각 상태의 캐비테이션 버블이 생성되는 지점에 위치되어, 각 상태에서의 캐비테이션 버블의 세기를 측정할 수 있다.

[0048] 압전 센서 회로는 측정된 세기를 분석부(예, 도 3의 PC)로 송출 함으로써, 분석부에서, 벤츄리 관을 충격하는 캐비테이션 버블의 강도와 주기가 분석되도록 할 수 있다.

[0049] 도 4는 캐비테이션 버블의 생성 형태에 따라, 압전 센서 회로에서의 세기 측정 일례를 보여주는 도이다.

[0050] 도 4에 도시한 바와 같이, 캐비테이션 버블은, sheet cavitation(410)과 Cloud cavitation(420)의 형태를 가지고 생성될 수 있다.

[0051] sheet cavitation(410)에서 버블은, 일정한 각을 가지면서 퍼져가면서 생성될 수 있다. 압전 센서 회로는 sheet cavitation(410)이 생성되는 범위를 적어도 포함하여 위치가 지정될 수 있다.

[0052] Cloud cavitation(420)에는, sheet cavitation(410)과의 멀어지는 정도에 따라, Micro-jet이 일어나지 않는 버블, Micro-jet이 가해지지나 반파되지 않는 버블, Micro-jet로 인해 반파되는 버블 등이 생성될 수 있다. 압전 센서 회로는, 캐비테이션 버블이 Cloud cavitation(420) 내 각 상태의 버블에 대해 감지할 수 있는 지점 각각에 부착되도록 위치가 지정될 수 있다.

[0053] 본 발명의 기포 충격 측정 장치(100)는, 유체가 벤츄리 관을 지나면서 생성되는 캐비테이션 버블(Cavitation bubble)이, 벤츄리 관의 벽면에 주는 충격을 측정할 수 있게 하는, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0054] 기포 충격 측정 장치(100)는 벤츄리 관의 벽면으로, 일정 간격으로 압전 센서 회로를 배치함으로써, 벽면에 형성되는 캐비테이션 버블의 형태에 따른 충격 상태 및 강도를 측정할 수 있다.

[0055] 기포 충격 측정 장치(100)는 얇은층 공동(sheet cavitation)과 구름꼴 공동(Cloud cavitation)이 생성되는 영역을 고려하여, 상기 압전 센서 회로가 배치되는 벽면 내 위치를 결정할 수 있다.

[0056] 기포 충격 측정 장치(100)는 Cloud cavitation에서의 캐비테이션 버블의 형태로서, micro-jet 및 shock를 적어도 포함하여 측정할 수 있다.

[0057] 기포 충격 측정 장치(100)는 배치되는 다수의 압전 센서 회로에 의해 측정되는 충격 상태 및 강도의 변화를, 가시화 장치를 통해 시각화 할 수 있다.

[0058] 이하, 도 5에서는 본 발명의 실시예들에 따른 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치(100)의 작업 흐름을 상세히 설명한다.

[0059] 본 실시예에 따른 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법은 기포 충격 측정 장치(100)에 의해 수행될 수 있다.

[0060] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법을 도시한 흐름도이다.

[0061] 우선, 기포 충격 측정 장치(100)의 벤츄리 관은, 벤츄리 캐비테이션의 노즐 목을 형성한다. 즉, 벤츄리 관은 캐비테이션 내부를 흐르는 유체에 대해, 흐름 폭을 변화시키는 노즐 목을 형성 함으로써, 유체의 흐름 속도를 변경하고, 공동현상 발생 및 기포인 캐비테이션 버블이 생성되도록 할 수 있다.

[0062] 벤츄리 관은 상하에서 마주 보는 한 쌍으로 구성될 수 있고, 특정 영역에서만 상측과 하측이 근접하도록 하여 노즐 목을 형성하고, 나머지 영역을 경사지게 구성하여, 유체에 의한 유속 및 유압이 노즐 목을 전후로 변동되도록 할 수 있다.

[0063] 기포 충격 측정 장치(100)의 압전 센서 회로에서, 상기 벤츄리 관의 일면으로 부착되어, 상기 노즐 목을 통과하는 유체에 의해 생성되는 캐비테이션 버블(Cavitation bubble)의 세기를 측정한다(510). 단계(510)는, 압전 센서 회로를 통해, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의해 발생된 기포에 관한 정보(충격 세기, 충격 위치 등)를 측정하는 과정일 수 있다.

[0064] 압전 센서 회로는 압전효과를 가진 소자를 이용한 센서로 구성되는 회로 소자일 수 있고, 압력에 의한 진동신호를 전기펄스로 변환하는 수단일 수 있다

[0065] 압전 센서 회로는 충격 센서로서 원판형 압전결정소자와 금속판을 접착시킨 unimorph소자를 사용한 것으로, 센서 외부에서 기계적 충격이 가해지면, 센서소자의 유효질량에 가속도가 발생되고, 이 가속도에 비례하여 발생된 전하를 출력단자의 전압 형태로 센싱하는 구조이다.

[0066] 압전 센서 회로는, 상기 캐비테이션 버블의 생성 형태를 고려하여, 상기 벤츄리 관의 경사면을 따라 부착되는

위치가 지정될 수 있다.

[0067] 기본적으로, 압전 센서 회로는 벤츄리 관의 경사면으로 정해진 간격 마다, 정렬되어 부착될 수 있다. 이때, 압전 센서 회로는 헤드(head)의 면을 경사면과 평평하게 일치시키는 Flush mount 구조로 부착되어, 압전 센서 회로에 의해 유체 흐름이 방해되지 않도록 할 수 있다.

[0068] 상기 캐비테이션 버블은, 얇은층 공동(sheet cavitation)과 구름꼴 공동(Cloud cavitation)의 형태를 가지고 생성될 수 있다.

[0069] 얇은층 공동은 공동의 두께가 얇고 표면이 매끈하고 투명할 수 있다.

[0070] 구름꼴 공동은 불안정한 얇은층 공동의 뒷꼬리 부근에 발생하는 구름 모양의 공동으로, 벤츄리 관의 침식에 큰 영향을 줄 수 있다.

[0071] 상기 압전 센서 회로가 부착되는 위치는, 상기 얇은층 공동이 생성되는 범위를 적어도 포함하여 지정될 수 있다. 즉, 압전 센서 회로는 벤츄리 관의 경사면 중, 얇은층 공동이 생성되는 전 범위에 걸쳐 적어도 하나 이상이 부착되도록 위치 지정될 수 있다.

[0072] 또한, 상기 압전 센서 회로가 부착되는 위치는, 상기 구름꼴 공동 중, Micro-jet이 일어나지 않는 버블이 생성되는 지점, 상기 Micro-jet이 일어나되 shock되지 않는 버블이 생성되는 지점, 상기 Micro-jet로 인해 shock된 버블이 생성되는 지점으로 지정될 수 있다. 즉, 압전 센서 회로(120)는 캐비테이션 버블이 얇은층 공동과 멀어지는 정도에 따라, 온존한 원형 상태에서부터, Micro-jet로 인해 shock 되어 소멸되는 상태까지에 대해, 감지할 수 있는 지점 각각에 부착되도록 위치 지정될 수 있다.

[0073] 또한, 기포 충격 측정 장치(100)의 분석부에서, 상기 압전 센서 회로에 의해 측정된, 상기 얇은층 공동과 상기 구름꼴 공동의 세기를 통해, 상기 벤츄리 관을 충격하는 강도와 주기를 분석할 수 있다(520). 단계(520)는 분석부를 통해, 캐비테이션 버블의 각 유형 마다의 세기에 따라, 벤츄리 관에 가해지는 충격 상태와 충격의 반복 상태를 분석하는 과정일 수 있다.

[0074] 계속해서, 기포 충격 측정 장치(100)의 가시화부에서, 상기 분석된 강도와 주기에 따른 상기 벤츄리 관의 충격 상태 및 강도의 변화를 시각화한다(530). 단계(530)는 가시화부를 통해, 벤츄리 관에 가해지는 충격 상태와 충격의 반복 상태를 디스플레이하여 사용자에게 제공하는 과정일 수 있다.

[0075] 본 발명의 일실시예에 따르면, 유체가 벤츄리 관을 지나면서 생성되는 캐비테이션 버블이, 벤츄리 관의 벽면에 주는 충격을 정밀하게 측정할 수 있게 하는, 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 장치 및 방법을 제공 할 수 있다.

[0076] 실시예에 따른 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0077] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0078] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 벤츄리 캐비테이션 거동에 의한 기포 충격 측정 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0079] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0080] 100 : 기포 충격 측정 장치

110 : 벤츄리 관

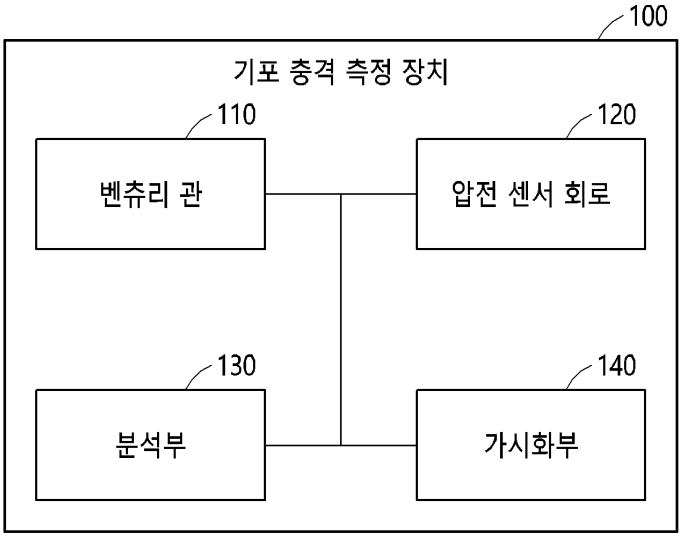
120 : 압전 센서 회로

130 : 분석부

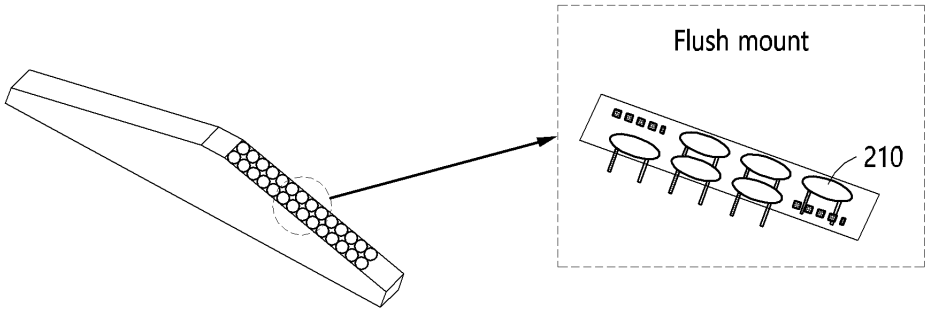
140 : 가시화부

도면

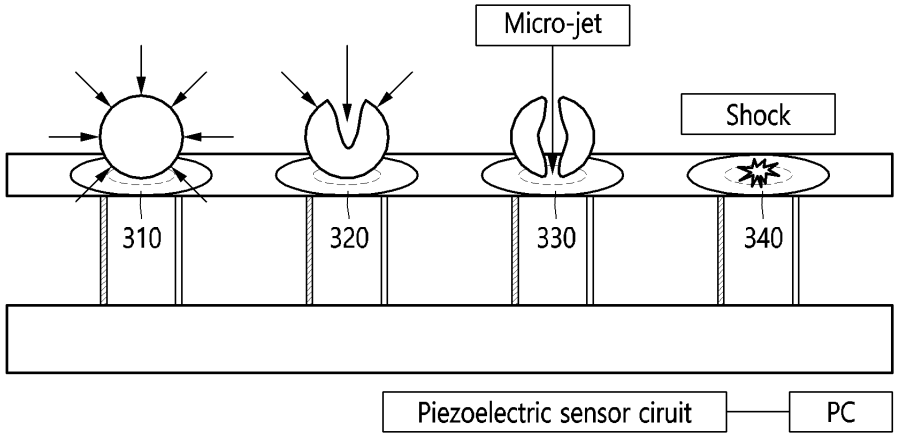
도면1



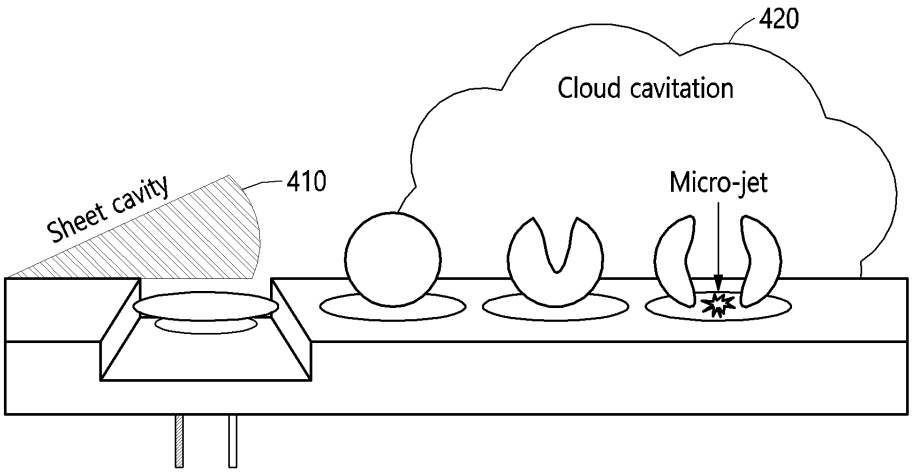
도면2



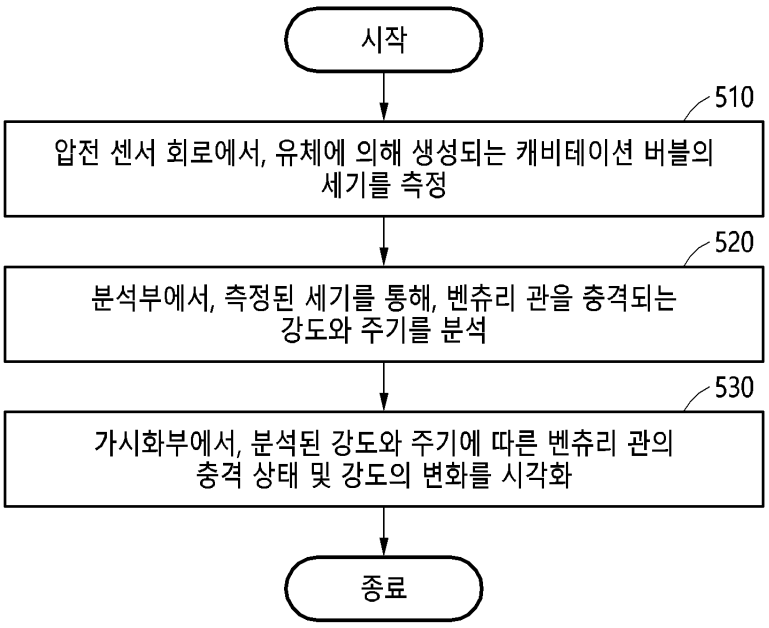
도면3


Micro-jet
Shock
310
320
330
340
Piezoelectric sensor ciruit
PC

도면4


420
Cloud cavitation
Sheet cavity
410
Micro-jet

도면5


시작
510
압전 센서 회로에서, 유체에 의해 생성되는 캐비테이션 버블의 세기를 측정
520
분석부에서, 측정된 세기를 통해, 벤츄리 관을 충격되는 강도와 주기를 분석
530
가시화부에서, 분석된 강도와 주기에 따른 벤츄리 관의 충격 상태 및 강도의 변화를 시각화
종료