(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0101603
(43) 공개일자 2020년08월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01F 3/12 (2006.01) *B01F 11/02* (2006.01)
B06B 1/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01F 3/1242 (2013.01)
B01F 11/0266 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0019636
(22) 출원일자 2019년02월20일
심사청구일자 2019년02월20일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)
(72) 발명자
김무준
부산광역시 해운대구 대천로67번길 43-15, 108동 302호(좌동, 해운대동원듀크빌리지1차)
김정순
부산광역시 기장군 일광면 원당길 7
강성학
경기도 성남시 분당구 성남대로 275, A동 1901호 (정자동, 삼성아데나팰리스아파트)
(74) 대리인
김정수

전체 청구항 수 : 총 4 항

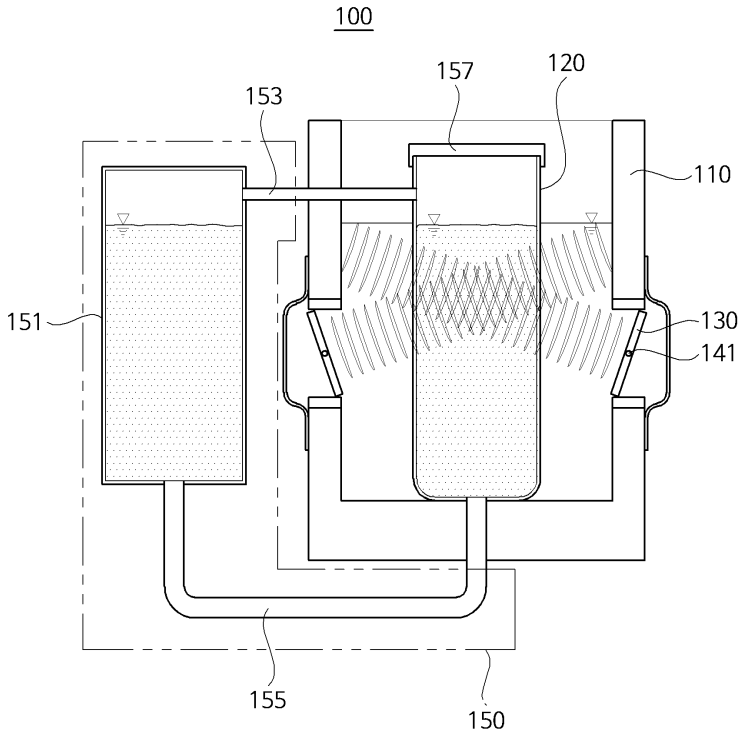
(54) 발명의 명칭 **초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치**

(57) 요 약

본 발명은 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치에 관한 것으로, 나노입자 분산장치의 외관을 형성하는 본체와; 상기 본체의 내부에 배치되어 나노입자 현탁액을 수용하는 수용용기와; 상기 본체의 내측 면에 둘레를 따라 간격을 두고 배치되어 상기 수용용기에 수용된 나노입자 현탁액 내의 응집된 입자들에 대하여 충격

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도3



파에 의한 침식분산과 초음파 스트리밍 효과에 의한 분열분산을 동시에 일으킬 수 있도록 하기 위한 복수의 압전진동자를 포함하여 구성되며, 상기 압전진동자는 원형으로 배열된 각각의 압전진동자의 방사면이 상기 수용용기의 중심에 대한 접선방향을 향하도록 소정의 각도로 수평하게 경사 배치되고, 상기 압전진동자와 본체 사이에는 상기 압전진동자의 방사면이 상 방향으로 소정의 각도를 유지할 수 있도록 틸트수단를 포함하는 구성을 특징으로 수용용기에 채워진 나노입자 현탁액이 와류와 동시에 상승류가 발생하여 외부에 연결된 용기내의 나노입자 현탁액과 순환될 수 있으며, 펌프 등 부가적인 장치 없이 하나의 순환계 내부에서 비접촉식 순환이 이루어 질 수 있어 대량의 시료를 높은 순도를 유지하며 분산시킬 수 있는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류
B06B 1/06 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

나노입자 분산장치(100)의 외관을 형성하는 본체(110)와;

상기 본체(110)의 내부에 배치되어 나노입자 현탁액을 수용하는 수용용기(120)와;

상기 본체(110)의 내측 면에 둘레를 따라 간격을 두고 배치되어 상기 수용용기(120)에 수용된 나노입자 현탁액 내의 응집된 입자들에 대하여 충격파에 의한 침식분산과 초음파 스트리밍 효과에 의한 분열분산을 동시에 일으킬 수 있도록 하기 위한 복수의 압전진동자(130)를 포함하여 구성되며,

상기 압전진동자(130)는,

원형으로 배열된 각각의 압전진동자(130)의 방사면이 상기 수용용기(120)의 중심에 대한 접선방향을 향하도록 소정의 각도로 수평하게 경사 배치되고,

상기 압전진동자(130)와 본체(110) 사이에는,

상기 압전진동자(130)의 방사면이 상 방향으로 소정의 각도를 유지할 수 있도록 틸트수단(140)를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100).

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 틸트수단(140)은,

상기 압전진동자(130)의 양측에 돌출 형성된 힌지(141)가 상기 본체(110)에 형성된 힌지홈(143)에 끼워져 압전진동자(130)가 상/하 회전 가능하게 구비되고,

상기 힌지(141)중 어느 하나에 단부에 형성된 회전기어(145)가 상기 본체(110)의 외부에 노출되며, 상기 본체(110)의 외부에 결합되어 상기 결합되어 상기 회전기어(145)의 회전 작동으로 상기 압전진동자(130)의 틸트 조절하는 모터(147)를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100).

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 본체(110)의 외부에 구비되어 나노입자 현탁액을 수용하는 보조탱크(151)와;

상기 수용용기(120)의 상단에 관통되어 상기 보조탱크(151)에 연결되는 배출관(153)과;

상기 수용용기(120)의 하단에 관통되어 상기 보조탱크(151)에 연결되는 공급관(155)로 구성되어 나노입자 현탁액을 순환시키는 현탁액순환부(150)를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100).

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 수용용기(120)의 상단에는 분열분산 시 발생하는 공넘침을 차단하는 밀폐커버(157)가 더 구비되는 것을 특징으로 하는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100).

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 수용용기에 채워진 나노입자 현탁액이 와류와 동시에 상승류가 발생하여 외부에 연결된 용기내의 나노입자 현탁액과 순환될 수 있으며, 펌프 등 부가적인 장치 없이 하나의 순환계 내부에서 비접촉식 순환이 이루어 질 수 있어 대량의 시료를 높은 순도를 유지하며 분산시킬 수 있는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 일반적으로, 나노입자는 직경이 1㎚ 에서 100㎚의 크기를 가지는 입자로서, 입자가 가지는 체적에 비해 표면적이 큰 특징으로 인해 일반적인 물질과는 다른 전기적, 광학적, 자기적 특성을 가진다.

[0004] 최근에는 이와 같이 다양한 특징을 가지는 나노입자를 고분자 수지 내에 첨가하여 기계적, 화학적, 광학적 물성 등의 다양하고 복합적인 기능을 가지는 나노복합재료를 제조하는 나노융합산업이 주목받고 있다.

[0005] 여기서, 나노입자는 입자들간의 응집력이 비교적 큰 편이므로 입자들이 응집체를 형성하려는 성질로 인해 나노입자들이 가지는 물성을 발휘하지 못하게 되는 문제점이 있으며, 이를 위해, 최근에는, 이러한 나노입자의 문제점을 개선하여 다양한 고분자 수지 내에서 높은 분산성을 가지도록 하기 위한 연구가 다양하게 진행되고 있다.

[0006] 이에 따라, 나노입자의 제조 및 분산을 위한 여러 가지 기술이 제시된 바 있으나, 종래의 초음파 분산장치는 초음파 배스나 호모지나이저와 같이 평면 초음파를 사용함으로 인해 강력한 음향파워를 발생시키기 어렵고, 정재파 음장분포로 인한 불균일 분산의 문제점이 있었다.

[0007] 또한, 순환식 집속초음파 분산장치가 제시된 바 있으나, 이는, 원통형 단일 압전진동자를 사용함으로 인해 그 크기에 제한이 있어 대용량의 분산을 위하여는 그만큼 대구경의 원통형 압전진동자를 사용하여야 하고, 이 경우 전기적 입력 임피던스가 극도로 낮아져 전기에너지의 공급이 문제가 되는 단점이 있었다.

[0008] 아울러, 나노입자의 효과적인 분산을 위하여는 유체 전단력에 의한 분열분산과 초음파 캐비테이션으로부터 발생하는 충격파에 의한 침식분산이 병행되어야 하나, 종래의 초음파 분산장치들은 이와 같이 분열분산과 침식분산이 동시에 이루어질 수 있는 구성에 대하여는 제시된 바 없었다.

[0009] 이러한 문제점을 해결하고자 본 출원인의 특허문헌 1은 평면초음파를 사용함으로 인해 강력한 음향파워를 발생시키기 어렵고 정재파 음장분포로 인한 불균일 분산의 문제점이 있었던 종래기술의 초음파 분산장치 및 원통형 단일 압전진동자를 사용함으로 인해 그 크기에 제한이 있었던 종래기술의 순환식 집속초음파 분산장치들의 문제점을 해결하여, 다수의 압전진동자를 이용하여 충격파에 의해 나노입자 현탁액 내의 응집된 입자들에 효과적인 침식분산을 일으킬 수 있고, 압전진동자의 방사면에 경사를 주어 초음파 스트리밍 효과를 야기하는 것에 의해 나노입자 현탁액 내에 와류를 발생시켜 유체 전단력에 의한 분열분산을 동시에 일으킬 수 있는 데 더하여, 복수의 압전진동자의 방사면을 원통의 내면의 접선에 대하여 일정 각도를 주어 원형으로 배열하는 것에 의해 각 진동자들로부터 방사된 초음파 스트리밍이 현탁액 내부에 와류를 형성하도록 하여 균일한 분산을 유도하고, 완전한 비접촉식 분산을 구현하여 펌프를 통한 이물질의 혼입을 방지하는 동시에, 대용량의 분산장치로 용이하게 확장이 가능하도록 구성되는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치가 제공하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) KR 10-1814103 B1

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 상기한 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 수용용기에 배열된 압전 진동자의 방사면을 수평 및 수직 방향으로 일정한 각도를 유지하도록 하여 수용용기에 채워진 나노입자 현탁액이 와류와 동시에 상승류가 발생하여 외부에 연결된 용기내의 나노입자 현탁액과 순환될 수 있으며, 펌프 등 부가적인 장치 없이 하나의 순환계 내부에서 비접촉식 순환이 이루어 질 수 있어 대량의 시료를 높은 순도를 유지하며 분산시킬 수 있는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 나노입자 분산장치의 외관을 형성하는 본체와; 상기 본체의 내부에 배치되어 나노입자 현탁액을 수용하는 수용용기와; 상기 본체의 내측 면에 둘레를 따라 간격을 두고 배치되어 상기 수용용기에 수용된 나노입자 현탁액 내의 응집된 입자들에 대하여 충격파에 의한 침식분산과 초음파 스트리밍 효과에 의한 분열분산을 동시에 일으킬 수 있도록 하기 위한 복수의 압전진동자를 포함하여 구성되며, 상기 압전진동자는 원형으로 배열된 각각의 압전진동자의 방사면이 상기 수용용기의 중심에 대한 접선방향을 향하도록 소정의 각도로 수평하게 경사 배치되고, 상기 압전진동자와 본체 사이에는 상기 압전진동자의 방사면이 상방향으로 소정의 각도를 유지할 수 있도록 틸트수단를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치를 제공한다.

[0016] 상기 틸트수단은 상기 압전진동자의 양측에 돌출 형성된 힌지가 상기 본체에 형성된 힌지홈에 끼워져 압전진동자가 상/하 회전 가능하게 구비되고, 상기 힌지중 어느 하나에 단부에 형성된 회전기어가 상기 본체의 외부에 노출되며, 상기 본체의 외부에 결합되어 상기 결합되어 상기 회전기어의 회전 작동으로 상기 압전진동자의 틸트 조절하는 모터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 그리고, 상기 본체의 외부에 구비되어 나노입자 현탁액을 수용하는 보조탱크와; 상기 수용용기의 상단에 관통되어 상기 보조탱크에 연결되는 배출관과; 상기 수용용기의 하단에 관통되어 상기 보조탱크에 연결되는 공급관로 구성되어 나노입자 현탁액을 순환시키는 현탁액순환부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 이때, 상기 수용용기의 상단에는 분열분산 시 발생하는 공넘침을 차단하는 밀폐커버가 더 구비되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 상기와 같이 구성된 본 발명을 제공함으로써, 수용용기에 채워진 나노입자 현탁액이 와류와 동시에 상승류가 발생하여 외부에 연결된 용기내의 나노입자 현탁액과 순환될 수 있으며, 펌프 등 부가적인 장치 없이 하나의 순환계 내부에서 비접촉식 순환이 이루어 질 수 있어 대량의 시료를 높은 순도를 유지하며 분산시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)의 전체적인 구성을 나타내는 개략도.

도 2는 본 발명에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치의 평면도.

도 3은 본 발명에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치의 전체적인 다른 실시예 구성을 나타내는 개략도.

도 4는 본 발명에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치의 동작원리를 나타내는 개념도.

도 5는 본 발명에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치를 실제로 구현한 모습을 나타내

는 도면.

도 6은 본 발명에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치의 초음파 음장을 루미놀 용액으로 가시화한 모습을 나타내는 도면.

도 7은 본 발명에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치와 기존의 초음파 분산장치의 성능을 실험을 통해 비교한 결과를 그래프로 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 본 발명에 대하여 동일한 기술분야에 속하는 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 첨부도면을 참조하여 바람직한 실시 예를 상세하게 설명하기로 한다.

[0024] 본 발명의 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)는 도 1에 나타낸 바와 같이, 크게 나누어 원통 형상으로 형성되는 본체(110)와, 본체(110) 내부에 배치되어 나노입자 현탁액을 수용하는 나노입자 수용용기(120)와, 본체(110)의 측면에 일정 간격으로 배치되어 나노입자 수용용기(120)에 수용된 나노입자 현탁액에 진동을 인가하는 복수의 압전진동자(130)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0025] 여기서, 상기한 본체(110)는, 예를 들면, 도 1에 나타낸 바와 같이, 알루미늄과 같은 재질을 이용하여 속이 빈 원통 형상으로 형성될 수 있으나, 본 발명은 반드시 이러한 구성으로만 한정되는 것은 아니며, 즉, 상기한 본체(110)는, 알루미늄 이외에 다른 재질로 형성될 수도 있으며, 이때, 원통 형상이 아닌 다른 형태로 형성될 수도 있는 등, 필요에 따라 다양하게 구성될 수 있는 것임에 유념해야 한다.

[0026] 또한, 상기한 나노입자 수용용기(120)는, 예를 들면, 나노입자 현탁액을 수용하여 본체(110) 내부에 설치되는 비커 형태로 형성될 수 있으나, 상기한 본체(110)와 마찬가지로 반드시 도 1에 나타낸 구성으로만 한정되는 것은 아니며, 필요에 따라 다양하게 구성될 수 있는 것임에 유념해야 한다.

[0027] 아울러, 상기한 압전진동자(130)는, 본체(110)의 둘레를 따라 측면에 일정한 간격으로 복수 개 배치되어 나노입자 수용용기(120)에 수용된 나노입자 현탁액에 초음파 캐비테이션으로부터 발생하는 충격파에 의한 침식분산과 유체 전단력에 의한 분열분산을 동시에 인가하여 입체적인 진동을 인가할 수 있도록 구성될 수 있다.

[0028] 따라서, 나노입자 분산장치(100)의 외관을 형성하는 본체(110)와; 상기 본체(110)의 내부에 배치되어 나노입자 현탁액을 수용하는 수용용기(120)와; 상기 본체(110)의 내측 면에 둘레를 따라 간격을 두고 배치되어 상기 수용용기(120)에 수용된 나노입자 현탁액 내의 응집된 입자들에 대하여 충격파에 의한 침식분산과 초음파 스트리밍 효과에 의한 분열분산을 동시에 일으킬 수 있도록 하기 위한 복수의 압전진동자(130)를 포함할 수 있다.

[0029] 여기서, 본 발명의 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)는 평면 초음파를 사용함으로 인해 강력한 음향파워를 발생시키기 어렵고 정재파 음장분포로 인한 불균일 분산의 문제점이 있었던 종래기술의 초음파 분산장치 및 원통형 단일 압전진동자를 사용함으로 인해 그 크기에 제한이 있었던 종래기술의 순환식 집속초음파 분산장치들의 문제점을 해결하기 위해, 다수의 압전진동자를 이용하여 충격파에 의해 나노입자 현탁액 내의 응집된 입자들에 효과적인 침식분산을 일으킬 수 있는 데 더하여, 압전진동자의 방사면에 경사를 주어 초음파 스트리밍 효과를 야기하는 것에 의해 나노입자 현탁액 내에 와류를 발생시켜 유체 전단력에 의한 분열분산을 동시에 일으킬 수 있도록 구성되는 것이 바람직하다.

[0030] 이에 대하여 MHz대의 초고주파 초음파로부터 발생하는 짧은 파장의 초음파 및 충격파를 이용함으로 인해 나노입자에 역학적 에너지 전달이 효율적으로 이루어질 수 있도록 구성되어야 하며, 복수 배열된 초음파 소자의 개별 구동에 의한 대용량 분산이 가능하여 대형 단일소자의 경우 고출력 구동이 불가능했던 종래기술의 문제점을 해결할 수 있으며, 시료와 초음파 진동면이 분리된 비접촉식 분산방식으로 이물질 혼입이 방지되고, 나노입자 시료의 순도를 유지할 수 있도록 구성되는 것이 바람직하다.

[0031] 상기 압전진동자(130)는 원형으로 배열된 각각의 압전진동자(130)의 방사면이 상기 수용용기(120)의 중심에 대한 접선방향을 향하도록 소정의 각도로 수평하게 경사 배치되고, 상기 압전진동자(130)와 본체(110) 사이에는 상기 압전진동자(130)의 방사면이 상 방향으로 소정의 각도를 유지할 수 있도록 틸트수단(140)를 포함할 수 있다.

[0032] 도 2에 나타낸 바와 같이, 상기한 압전진동자(130)는, 본체(110)의 둘레를 따라 측면에 일정한 간격으로 복수 개 배치됨으로써, 다수의 압전진동자에 의해 방사되어 집속된 초음파가 고강도의 음장을 형성하고, 이로부터 발생한 캐비테이션 충격파가 나노입자 현탁액 내의 응집된 입자들에 대하여 효과적인 침식분산을 일으킬 수 있다.

[0033] 더욱이, 상기한 압전진동자(130)는, 도 2에 나타낸 바와 같이, 각각의 압전진동자(130)의 방사면에 경사를 주어 배치함으로써, 초음파 스트리밍 효과에 의해 나노입자 현탁액 내에 와류를 발생시켜 유체 전단력에 의한 분열분산을 동시에 일으키도록 구성될 수 있다.

[0034] 더 상세하게는, 일반적으로, 초음파는 수중에서 가압력의 시기와 감압력의 시기가 반복되며, 고강도 초음파의 경우 감압력의 시기에서 일시적으로 진공상태를 형성하고, 이러한 진공상태는 용존기체들에 의해 기포를 형성한다.

[0035] 또한, 이러한 기포들은 가압력 시기에 단열압축 과정을 거쳐 고온 고압의 상태로 붕괴되면서 파괴력이 큰 충격파를 발생하게 되고, 이 충격파는 응집된 나노입자의 침식분산에 기여하게 된다.

[0036] 아울러, 도 2에 나타낸 바와 같이, 원형으로 배열된 압전진동자의 방사면을 원통, 즉, 본체(110)의 내면의 접선에 대하여 일정 각도를 주어 경사지게 고정함으로써, 각각의 진동자로부터 방사된 초음파 스트리밍이 현탁액 내부에 와류를 형성할 수 있으며, 이때 발생하는 유체 전단력이 응집된 나노입자의 분열분산에 기여하게 된다.

[0037] 한편, 상기 틸트수단(140)은 상기 압전진동자(130)의 양측에 돌출 형성된 힌지(141)가 상기 본체(110)에 형성된 힌지홈(143)에 끼워져 압전진동자(130)가 상/하 회전 가능하게 구비되고, 상기 힌지(141)중 어느 하나에 단부에 형성된 회전기어(145)가 상기 본체(110)의 외부에 노출되며, 상기 본체(110)의 외부에 결합되어 상기 결합되어 상기 회전기어(145)의 회전 작동으로 상기 압전진동자(130)의 틸트 조절하는 모터(147)를 포함할 수 있다.

[0038] 그리고, 도 3에 도시된 바, 상기 본체(110)의 외부에 구비되어 나노입자 현탁액을 수용하는 보조탱크(151)와; 상기 수용용기(120)의 상단에 관통되어 상기 보조탱크(151)에 연결되는 배출관(153)과; 상기 수용용기(120)의 하단에 관통되어 상기 보조탱크(151)에 연결되는 공급관(155)로 구성되어 나노입자 현탁액을 순환시키는 현탁액 순환부(150)를 포함할 수 있다.

[0039] 이때, 상기 수용용기(120)의 상단에는 분열분산 시 발생하는 공넘침을 차단하는 밀폐커버(157)가 더 구비되는 것이 바람직하다.

[0040] 또한, 상기 공급관(155)에는 나노입자 현탁액을 선택적으로 배출/주입할 수 있도록 삼방밸브(미도시)를 구비하는 것이 바람직하다.

[0041] 더욱이, 상기한 압전진동자(130)는, 나노입자의 효과적인 분산을 위해, 예를 들면, 수 MHz 대의 파장이 짧은 초음파를 사용하여 에너지가 효율적으로 전달될 수 있도록 구성될 수 있다.

[0042] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)는, 각각의 압전진동자(130)를 개별적으로 제어할 수 있도록 구성되는 제어부를 포함하여 구성됨으로써, 기존의 단일 압전진동자의 구동에 대한 한계를 극복하고 복수의 진동자를 개별 구동함으로써 대용량의 분산도 용이하게 가능하도록 구성될 수 있다.

[0043] 따라서 상기한 바와 같이 하여, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)를 구현할 수 있다.

[0044] 도 4 내지 도 6에 의하면, 기존의 초음파 분산장치는 초음파 배스나 호모지나이저와 같이 평면 초음파를 사용함으로 인해 초고주파 초음파의 발생시에는 강력한 음향파워를 발생시키기 어려우나, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)는, 상기한 바와 같이, 원통형의 본체(110) 둘레에 원형으로 압전진동자(130)를 복수개 배열하여 원통 중심부에 강력한 음장이 형성될 수 있고, 그것에 의해, 1MHz 이상의 초고주파 초음파에 의한 충격파가 발생 가능하도록 구성될 수 있다.

[0045] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)는, 상기한 바와 같이, 원형으로 배열된 압전진동자(130)의 방사면을 원통의 내면의 접선에 대하여 일정 각도를 주어 배치함으로써, 각각의 진동자로부터 방사된 초음파 스트리밍이 나노입자 현탁액 내부에 와류를 형성하여 기존의 초음파 분산장치들에서 정재파 음장분포로 인한 불균일 분산의 문제점을 해결할 수 있고, 아울러, 완전한 비접촉식 분산이 가능하여 최근 제안된 펌프를 이용한 순환식 집속 초음파 분산장치들에서 펌프를 통한 이물질의 혼입 등과 같은 문제점을 해결할 수 있다.

[0046] 더욱이, 최근 제안된 펌프를 이용한 순환식 집속 초음파 분산장치들은 대부분 원통형의 단일 압전진동자를 사용함으로 인해 그 크기에 제한이 있으며, 즉, 순환식 집속 초음파 분산장치들은, 대용량의 분산을 위하여는 그만큼 대구경의 원통형 압전진동자를 사용하여야 하나, 이 경우 전기적 입력 임피던스가 극도로 낮아져 전기에너지

의 공급이 문제가 되는 반면, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)는, 상기한 바와 같이, 각각 개별적으로 제어 가능한 복수의 소형 압전진동자를 배열하여 구성됨으로써, 확장성이 무한하여 대용량의 분산장치로의 확장이 용이하므로 다양한 산업분야에 폭넓게 적용될 수 있다.

[0047] 계속해서, 도 7을 참조하여, 상기한 바와 같이 하여 구성되는 본 발명의 실시예에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)와 기존의 초음파 분산장치의 성능을 실험을 통해 각각 비교한 결과에 대하여 설명한다.

[0048] 즉, 도 7을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)의 성능을 검증하기 위하여, 기존의 초음파 분산장치와 본 발명의 실시예에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)에 대하여 각각 0.002 wt%의 TiO2 나노입자 현탁액에 대하여 기존의 초음파 분산장치는 30분간, 본 발명에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)는 10분간 분산을 실시한 후 입도분포를 측정하여 그 결과를 비교하였다.

[0049] 그 결과, 도 7에 나타낸 바와 같이, 기존의 초음파 분산장치에 비해 본 발명의 실시예에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)의 경우가 짧은 시간의 분산에도 불구하고 월등한 분산결과를 나타내고 있음을 확인할 수 있다.

[0050] 즉, 도 7에 나타낸 바와 같이, 기존의 분산장치의 경우는 약 110nm 부근에서 피크를 나타내는 반면, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)는 약 60nm 부근에서 피크를 나타내어 단분산된 입자의 수가 월등히 많음을 확인할 수 있다.

[0051] 따라서 상기한 바와 같이 하여 본 발명에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)를 구현 할 수 있다.

[0052] 또한, 상기한 바와 같이 하여 본 발명에 따른 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)를 구현하는 것에 의해, 본 발명에 따르면, 다수의 압전진동자를 이용하여 충격파에 의해 나노입자 현탁액 내의 응집된 입자들에 효과적인 침식분산을 일으킬 수 있는 데 더하여, 압전진동자의 방사면에 경사를 주어 초음파 스트리밍 효과를 야기하는 것에 의해 나노입자 현탁액 내에 와류를 발생시켜 유체 전단력에 의한 분열분산을 동시에 일으킬 수 있도록 구성되는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)가 제공됨으로써, 평면 초음파를 사용함으로 인해 강력한 음향파워를 발생시키기 어렵고 정재파 음장분포로 인한 불균일 분산의 문제점이 있었던 종래기술의 초음파 분산장치 및 원통형 단일 압전진동자를 사용함으로 인해 그 크기에 제한이 있었던 종래기술의 순환식 집속초음파 분산장치들의 문제점을 해결할 수 있다.

[0053] 아울러, 본 발명에 따르면, 상기한 바와 같이 복수의 압전진동자의 방사면을 원통의 내면의 접선에 대하여 일정 각도를 주어 원형으로 배열하여 초음파 스트리밍 및 캐비테이션 효과에 의해 균일한 분산을 유도하고, 비접촉식 분산 및 대용량 분산장치로의 용이한 확장이 가능하도록 구성되는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)가 제공됨으로써, 압전진동자의 원형 배열에 의해 고강도 초음파 음장을 생성하여 초음파 캐비테이션에 의한 충격파 발생이 용이한 동시에, 초음파 스트리밍 효과에 의해 분산효율의 극대화 및 불균일 분산을 해소할 수 있다.

[0054] 더욱이, 본 발명에 따르면, 상기한 바와 같이 하여 구성되는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)가 제공됨으로써, MHz대의 초고주파 초음파로부터 발생하는 짧은 파장의 초음파 및 충격파를 이용함으로 인해 나노입자에 역학적 에너지 전달이 효율적으로 이루어질 수 있다.

[0055] 또한, 본 발명에 따르면, 상기한 바와 같이 하여 구성되는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)가 제공됨으로써, 복수 배열된 초음파 소자의 개별구동에 의한 대용량 분산이 가능하여 대형 단일소자의 경우 고출력 구동이 불가능했던 종래기술의 문제점을 해결할 수 있다.

[0056] 아울러, 본 발명에 따르면, 상기한 바와 같이 하여 구성되는 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치(100)가 제공됨으로써, 시료와 초음파 진동면이 분리된 비접촉식 분산방식으로 이물질 혼입이 방지되고, 나노입자 시료의 순도를 유지할 수 있다.

[0057] 또한, 음향류를 이용한 회전 상승류의 발생기술을 통해 원형 배열된 압전진동자의 방사면을 원통의 중심선에 대해 수직상방으로 일정 각도를 주어 고정하여 각 진동자들로부터 방사된 초음파에 의한 회전 상승류를 일으키게 할 수 있음로 유체흐름은 분산 매질 내에 전단력을 발생시켜 분열분산에 기여하는 것은 물론 용액면 상승으로 인한 범람 용액이 외부에 연결된 분산물질 현탁액 용기에 유입되며 외부 용기 하부에 설치된 연결 튜브를 통해

다시 분산조의 하부로 분산매질 용액이 채워지는 기술을 적용함에 따라 전동 펌프 등 부가적인 장치 없이 순도 높은 분산을 순환방식으로 수행 할 수 있다.

[0058] 그리고, 발진회로의 냉각기술을 통해 많은 수의 압전 진동자를 배열하여 초음파의 강도를 높일 수 있다. 또한 대용량의 분산작업의 수행 시 비교적 장시간의 구동이 요구되며, 순환방식 분산 기술로 인해 압전 진동자 배열형 초음파 분산장치의 경우 분산조 내부에 분산 대상 매질을 위한 용기를 사용하여 한정된 용량의 분산만이 가능하였다. 본 발명에서 제안된 순환식 분산 장치는 하나의 분산조에 분산매질의 순환을 통하여 대용량의 분산은 물론 진동자 및 발진 장치의 냉각 효과도 기대할 수 있다. 따라서 작업현장의 다양한 요구조건에 대응할 수 있는 확장성을 확보하게 되었다고 할 수 있다.

[0060] 이상에 설명한 본 명세서 및 청구범위에 사용되는 용어 및 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 본 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.

[0061] 따라서, 본 명세서에 기재된 도면 및 실시 예에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 하나의 실시 예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것이 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

부호의 설명

[0063] 100: 초음파 스트리밍 및 충격파를 이용한 나노입자 분산장치

110: 본체

120: 수용용기

130: 압전진동자

140: 틸트수단

141: 힌지

143: 힌지홈

145: 회전기어

147: 모터

150: 현탁액순환부

151: 보조탱크

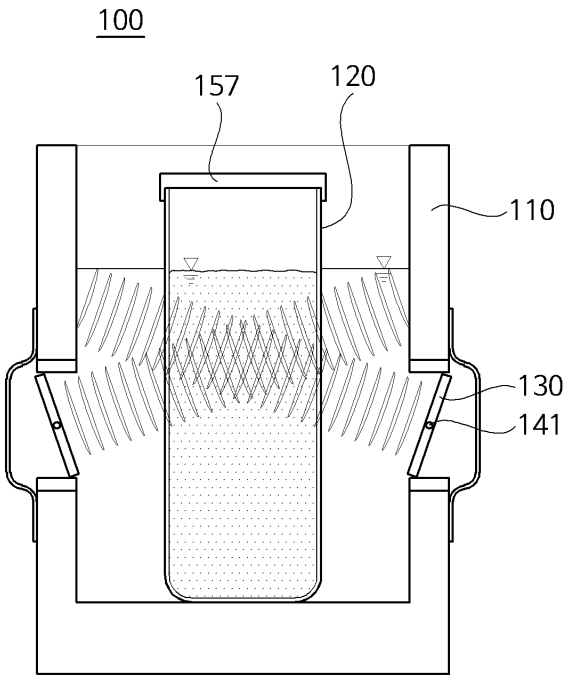
153: 배출관

155: 공급관

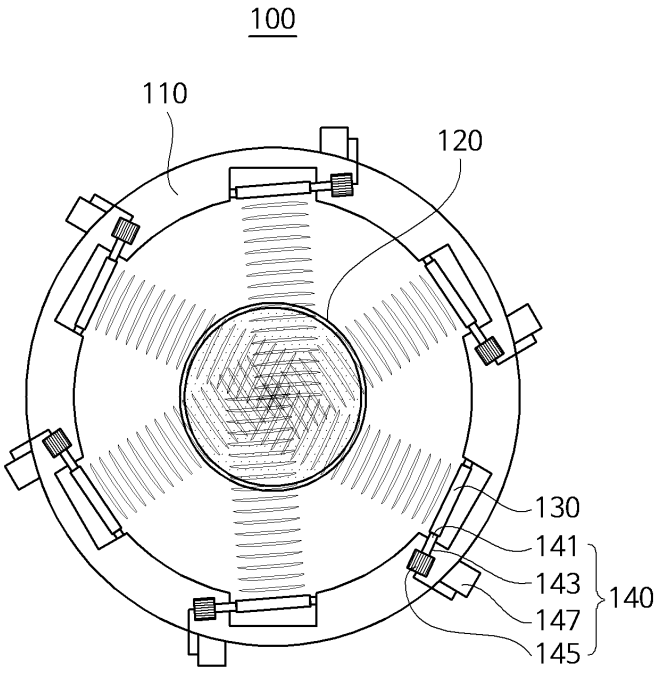
157: 밀폐커버

도면

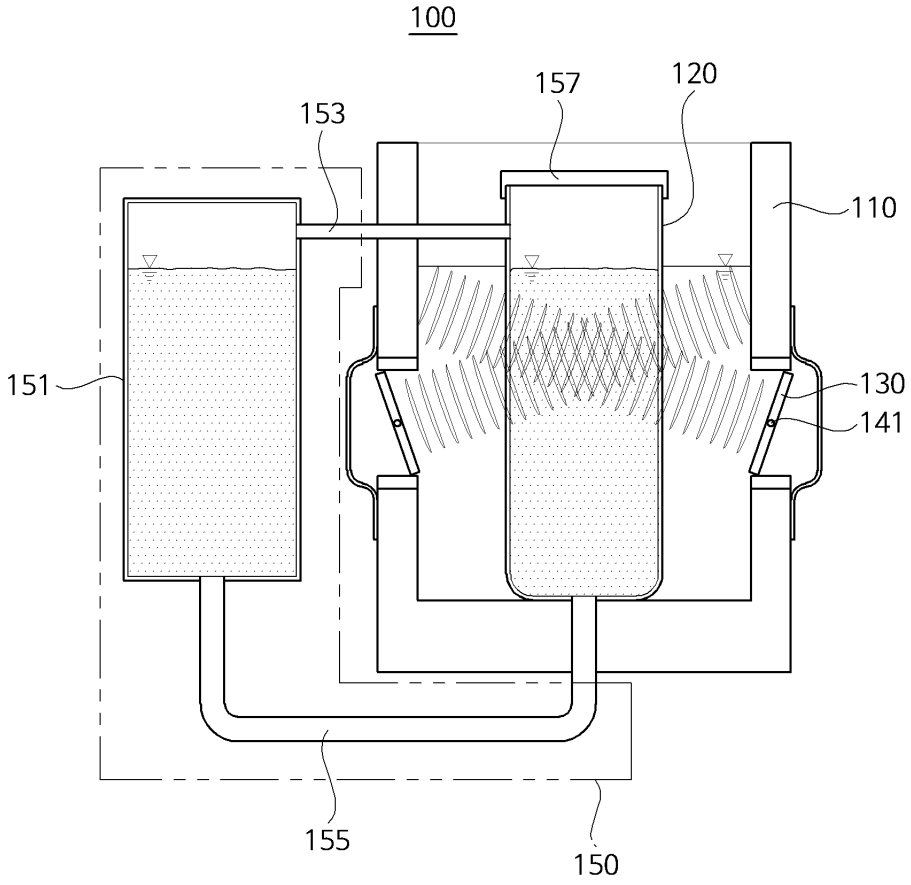
도면1



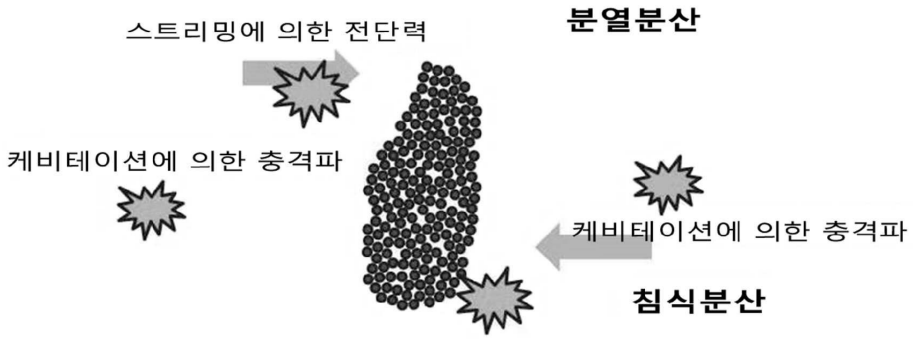
도면2



도면3


100
157
120
153
110
151
130
141
155
150

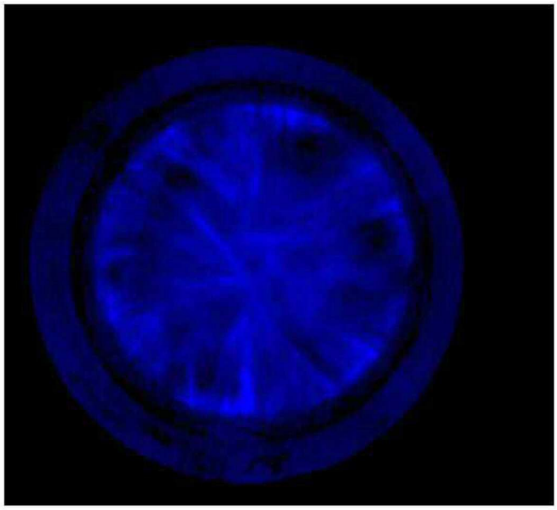
도면4


스트리밍에 의한 전단력
분열분산
케비테이션에 의한 충격파
케비테이션에 의한 충격파
침식분산

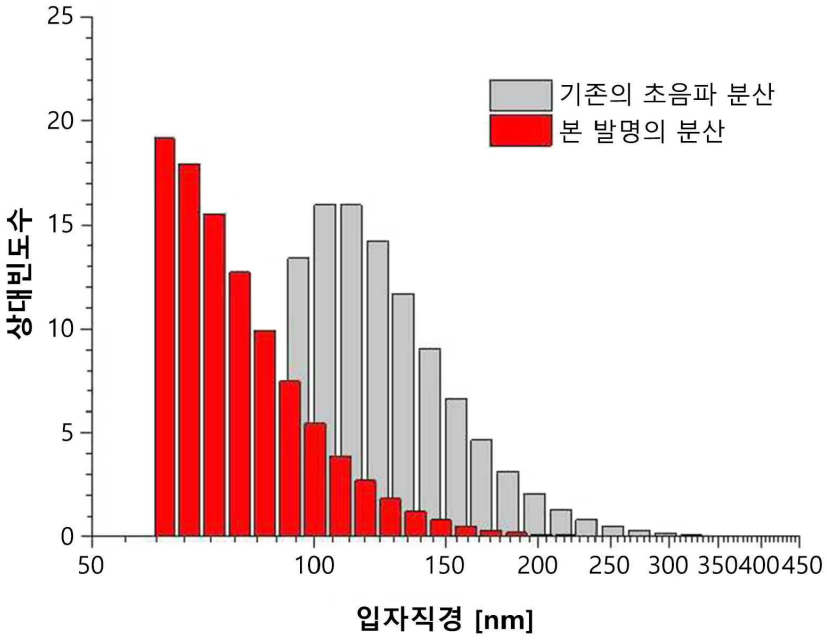
도면5



도면6



도면7


25
20
15
10
5
0
상대빈도수
50
100
150
200
250
300
350
400
450
입자직경 [nm]
기존의 초음파 분산
본 발명의 분산