



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0096409
(43) 공개일자 2022년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01F 23/50 (2022.01) B82B 3/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
B01F 23/55 (2022.01)
B01F 23/51 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2020-0188817
(22) 출원일자 2020년12월31일
심사청구일자 2020년12월31일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
주식회사 이노플라즈텍
울산광역시 중구 종가로 15, 3층304호(다운동, 울산테크노파크정밀화학소재기술연구소)
(72) 발명자
이덕연
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
이창영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
전용준

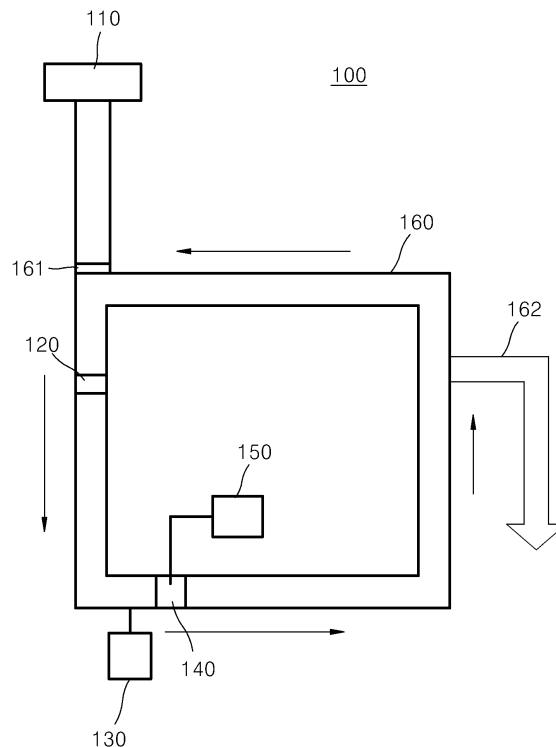
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 수중 플라즈마를 이용한 나노물질 분산장치 및 그 분산장치를 이용한 나노물질 분산방법

(57) 요약

본 발명은 용액 내에 포함되어 있는 나노 물질을 분산시키기 위한 나노물질 분산 장치에 있어서, 상기 용액이 유동할 수 있는 유동 공간이 형성되어 있는 용액 유동로 및 상기 용액 유동로에 설치되고, 수중 플라즈마 방전을 일으키는 플라즈마 발생 장치를 포함하고, 상기 플라즈마 발생 장치는, 플레이트 형상을 갖고 복수 개의 홀이 이
(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



격되도록 형성되어 있는 제1전극, 상기 용액이 유동할 수 있도록 내부에 중공이 형성되어 있고, 상기 제1전극의 홀에 연통되어 제1방향으로 연장되는 제1유전체, 상기 제1전극과 마주보도록 이격되어 배치되되, 상기 제1유전체가 내부에 배치될 수 있는 홈이 형성되어 있는 제2전극, 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 배치되되, 상기 제1유전체가 관통되는 홀이 형성되어 있는 제2유전체, 상기 제1유전체의 내측면과 이격되도록 상기 제1유전체 내부에 배치되는 제3전극 및 상기 제1전극과 연결되고, 상기 제1유전체의 외측면에 형성되어 있는 제4전극을 포함하며, 상기 용액은, 상기 제1유전체를 통과하면서 상기 제3전극과 상기 제4전극 사이의 공간에서 제1플라즈마 처리가 되고, 상기 제1유전체에서 상기 제2전극의 홈으로 이동된 상기 용액이 상기 제1방향과 반대 방향인 제2방향을 따라 이동하면서 상기 제2전극의 홈에서 제2플라즈마 처리가 되는, 나노물질 분산장치를 제공한다.

따라서 기존의 습식분산처리 기술(계면활성제, 고압균질기 등)을 이용하는 것과 비교하여 분말표면처리 효율이 높고, 처리용량이 많으며, 가격은 저렴하여 낮은 비용으로 다량을 처리할 수 있다. 또한, 유독한 분산제를 사용하지 않기 때문에 환경 오염이 없어 친환경적이며, 표면에 작용기를 형성시킬 수 있으므로, 복합소재 제조시 강화재와 기재 사이 계면결합력을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

(52) CPC특허분류

B01F 23/56 (2022.01)

B82B 3/00 (2013.01)

B82Y 30/00 (2013.01)

C01B 2202/28 (2013.01)

(72) 발명자

김상진

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이수민

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

박재원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

정만기

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

김경환

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

명세서

청구범위

청구항 1

용액 내에 포함되어 있는 나노 물질을 분산시키기 위한 나노물질 분산 장치에 있어서,
 상기 용액이 유동할 수 있는 유동 공간이 형성되어 있는 용액 유동로; 및
 상기 용액 유동로에 설치되고, 수중 플라즈마 방전을 일으키는 플라즈마 발생 장치를 포함하고,
 상기 플라즈마 발생 장치는,
 플레이트 형상을 갖고 복수 개의 홈이 이격되도록 형성되어 있는 제1전극;
 상기 용액이 유동할 수 있도록 내부에 중공이 형성되어 있고, 상기 제1전극의 홈에 연통되어 제1방향으로 연장되는 제1유전체;
 상기 제1전극과 마주보도록 이격되어 배치되되, 상기 제1유전체가 내부에 배치될 수 있는 홈이 형성되어 있는 제2전극;
 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 배치되되, 상기 제1유전체가 관통되는 홈이 형성되어 있는 제2유전체;
 상기 제1유전체의 내측면과 이격되도록 상기 제1유전체 내부에 배치되는 제3전극; 및
 상기 제1전극과 연결되고, 상기 제1유전체의 외측면에 형성되어 있는 제4전극을 포함하며,
 상기 용액은, 상기 제1유전체를 통과하면서 상기 제3전극과 상기 제4전극 사이의 공간에서 제1플라즈마 처리가 되고, 상기 제1유전체에서 상기 제2전극의 홈으로 이동된 상기 용액이 상기 제1방향과 반대 방향인 제2방향을 따라 이동하면서 상기 제2전극의 홈에서 제2플라즈마 처리가 되는,
 나노물질 분산장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 제2전극은, 직육면체 형상을 갖고,
 상기 제2유전체는, 플레이트 형상을 갖는,
 나노물질 분산장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
 상기 제1전극과 상기 제2유전체는 밀착되고,
 상기 제2유전체와 상기 제2전극은 밀착되는,
 나노물질 분산장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 제3전극은,
 상기 제1유전체와 동일하거나, 상기 제1유전체보다 더 긴 길이로 연장되는,
 나노물질 분산장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
상기 제1전극의 홀, 상기 제2전극의 홈 및 상기 제2유전체의 홀은,
각각 상응 하는 위치에 형성되는,
나노물질 분산장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,
상기 제1유전체의 길이는 상기 제2유전체의 홀의 길이보다 길고,
상기 제2전극의 홈의 길이는 상기 제2유전체의 홀의 길이보다 길게 형성되는,
나노물질 분산장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,
상기 나노물질은,
분말 형태의 탄소나노튜브를 포함하는,
나노물질 분산장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,
상기 용액 유동로와 연통되고, 상기 용액 유동로 상에서 상기 용액이 상기 플라즈마 발생 장치를 통과하기 전에
상기 용액에 공기 버블(bubble)을 공급하는 버블 공급장치를 더 포함하는,
나노물질 분산장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,
상기 용액 유동로는,
상기 용액이 순환할 수 있는 순환 구조의 관으로 형성되는,
나노물질 분산장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,
상기 용액 유동로와 연통되고, 상기 용액 유동로에 상기 용액을 공급하는 용액 공급 장치를 더 포함하는,
나노물질 분산장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,
상기 플라즈마 발생 장치와 연결되어서, 상기 플라즈마 방전을 일으키기 위한 전원 공급부를 더 포함하는,
나노물질 분산장치.

청구항 12

청구항 1에 있어서,
상기 나노 물질은,
상기 플라즈마 발생 장치를 통과한 후에, 표면에 음이온을 포함하는,
나노물질 분산장치.

청구항 13

용액 내에 포함되어 있는 나노 물질을 분산시키기 위한 나노물질 분산 방법에 있어서,
상기 용액이 유동할 수 있는 유동 공간이 형성되어 있는 용액 유동로로 상기 용액을 유동시키는 단계;
상기 나노 물질들의 분산 효율을 향상시키기 위하여, 상기 용액 유동로에 설치되는 플라즈마 발생 장치의 내부에 형성되어 있되, 플레이트 형상을 갖고 홀이 형성되어 있는 제1전극의 상기 홀과 연통되고 내부에 중공이 형성되어 있는 제1유전체의 내부에는 제3전극이 배치되고, 외부에는 제4전극이 배치되어 있으며, 상기 용액을 상기 제1유전체의 중공을 통해 통과시키면서 상기 제3전극과 상기 제4전극 사이에서 제1플라즈마 처리하는 제1플라즈마 처리단계; 및
상기 제1플라즈마 처리된 용액을, 상기 제1전극과 이격되도록 배치되고, 상기 제1유전체가 내부에 배치될 수 있는 홈 구조를 갖는 제2전극으로 이동시키되, 상기 제2전극으로 이동된 상기 제1플라즈마 처리된 용액은, 상기 제2전극의 홈을 따라 이동하면서 제2플라즈마 처리되는 제2플라즈마 처리단계를 포함하는,
나노물질 분산방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,
상기 용액 유동로는,
상기 용액이 순환할 수 있는 순환 구조의 관으로 형성되고,
상기 플라즈마 발생 장치를 통과한 용액을 상기 순환 구조의 관을 순환하도록하여 다시 상기 플라즈마 발생 장치로 유동시키는 단계를 더 포함하는,
나노물질 분산방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수중 플라즈마를 이용한 나노물질 분산장치 및 그 분산장치를 이용한 나노물질 분산방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 수중 플라즈마 방전을 이용해서 나노물질을 분산하고, 나노물질의 표면을 기능화하는 수중 플라즈마를 이용한 나노물질 분산장치 및 그 분산장치를 이용한 나노물질 분산방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] CNT는 기계적 강도 및 탄성도가 뛰어나며, 화학적으로 안정하고, 전기적으로 도체 및 반도체성을 가지고 있을 뿐만 아니라 직경이 1nm에서 수십 nm이고 길이가 수 μm 에서 수십 μm 로 종횡비가 약 1,000에 이르는 기존의 어떠한 물질보다도 크다. 또한, 비표면적이 매우 커, 향후 차세대 정보전자소재, 고효율 에너지 소재, 고기능성 복합소재, 친환경 소재 등의 분야에서 21세기를 이끌어갈 첨단 신소재로 각광을 받고 있다.

[0003] 그러나, CNT가 가지고 있는 다양한 장점에도 불구하고 자체응집 현상과 종횡비가 크고, 표면의 소수성(hydrophobic)이 크기 때문에 다른 매질과의 혼합 특성이 매우 열악할 뿐 아니라 물을 비롯한 유기 용제류에 대한 용해성도 없다. 따라서 CNT를 도전막의 형성이나 기타 각종 전자 소자들의 제조에 사용하기 위해서는 용액 또는 폴리머 등과 같은 매트릭스에 효과적으로 분산시켜야 한다. 그런데 종래에는 이러한 문제를 해결하기 위해 고압 균질기 등을 사용하여 CNT를 분산하는데, 고압 균질기를 사용할 경우 사용되는 분산제에 의한 환경 오염이 문제되고, CNT의 표면 기능화가 어려운 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제10-0681268호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 수중 플라즈마 방전을 이용해서 나노물질을 분산하고, 나노물질의 표면을 기능화하는 수중 플라즈마를 이용한 나노물질 분산장치 및 그 분산장치를 이용한 나노물질 분산방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 용액 내에 포함되어 있는 나노 물질을 분산시키기 위한 나노물질 분산 장치에 있어서, 상기 용액이 유동할 수 있는 유동 공간이 형성되어 있는 용액 유동로 및 상기 용액 유동로에 설치되고, 수중 플라즈마 방전을 일으키는 플라즈마 발생 장치를 포함하고, 상기 플라즈마 발생 장치는, 플레이트 형상을 갖고 복수 개의 홀이 이격되도록 형성되어 있는 제1전극, 상기 용액이 유동할 수 있도록 내부에 중공이 형성되어 있고, 상기 제1전극의 홀에 연통되어 제1방향으로 연장되는 제1유전체, 상기 제1전극과 마주보도록 이격되어 배치되되, 상기 제1유전체가 내부에 배치될 수 있는 홈이 형성되어 있는 제2전극, 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 배치되되, 상기 제1유전체가 관통되는 홀이 형성되어 있는 제2유전체, 상기 제1유전체의 내측면과 이격되도록 상기 제1유전체 내부에 배치되는 제3전극 및 상기 제1전극과 연결되고, 상기 제1유전체의 외측면에 형성되어 있는 제4전극을 포함하며, 상기 용액은, 상기 제1유전체를 통과하면서 상기 제3전극과 상기 제4전극 사이의 공간에서 제1플라즈마 처리가 되고, 상기 제1유전체에서 상기 제2전극의 홈으로 이동된 상기 용액이 상기 제1방향과 반대 방향인 제2방향을 따라 이동하면서 상기 제2전극의 홈에서 제2플라즈마 처리가 되는, 나노물질 분산장치를 제공한다.

[0007] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은 용액 내에 포함되어 있는 나노 물질을 분산시키기 위한 나노물질 분산 방법에 있어서, 상기 용액이 유동할 수 있는 유동 공간이 형성되어 있는 용액 유동로로 상기 용액을 유동시키는 단계, 상기 나노 물질들의 분산 효율을 향상시키기 위하여, 상기 용액 유동로에 설치되는 플라즈마 발생 장치의 내부에 형성되어 있되, 플레이트 형상을 갖고 홀이 형성되어 있는 제1전극의 상기 홀과 연통되고 내부에 중공이 형성되어 있는 제1유전체의 내부에는 제3전극이 배치되고, 외부에는 제4전극이 배치되어 있으며, 상기 용액을 상기 제1유전체의 중공을 통해 통과시키면서 상기 제3전극과 상기 제4전극 사이에서 제1플라즈마 처리하는 제1플라즈마 처리단계 및 상기 제1플라즈마 처리된 용액을, 상기 제1전극과 이격되도록 배치되고, 상기 제1유전체가 내부에 배치될 수 있는 홈 구조를 갖는 제2전극으로 이동시키되, 상기 제2전극으로 이동된 상기 제1플라즈마 처리된 용액은, 상기 제2전극의 홈을 따라 이동하면서 제2플라즈마 처리되는 제2플라즈마 처리단계를 포함하는, 나노물질 분산방법을 제공한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따른 수중 플라즈마를 이용한 나노물질 분산장치 및 그 분산장치를 이용한 나노물질 분산방법은 다음과 같은 효과가 있다.

[0009] 첫째, 기존의 습식분산처리 기술(계면활성제, 고압균질기 등)을 이용하는 것과 비교하여 처리용량이 많고, 가격은 저렴하여 낮은 비용으로 다량을 처리할 수 있는 장점이 있다.

[0010] 둘째, 유독한 분산제를 사용하지 않기 때문에 복합소재화 할 때 잔류불순물이 없고 부산물이 자연 상태에서 자연적으로 분해되기 때문에 환경오염이 없어 친환경적인 장점이 있다.

[0011] 셋째, 표면에 작용기를 형성시킬 수 있으므로, 복합소재 제조시 강화재와 기지재 사이에 계면결합력을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

[0012] 넷째, 분산이 필요한 나노물질이 포함된 용액이 최대한 플라즈마 영역을 오래 머물면서 통과하도록 고안된 플라즈마 반응기에 의해 분말표면처리 효율이 극대화되는 장점이 있다.

[0013] 다섯째, 산소관련 활성작용기가 많이 포함된 오존수의 용해도가 높은 나노버블의 형태로 처리하고자 하는 분말과 함께 플라즈마 반응기에 주입하므로 플라즈마의 작동을 돕고, 표면처리효과를 극대화한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 나노물질 분산장치의 구성을 개략적으로 도시한 모식도이다.
 도 2는 도 1에 따른 나노물질 분산장치의 제1전극을 나타내는 모식도이다.
 도 3는 도 1에 따른 나노물질 분산장치의 플라즈마 발생장치 중 제2전극과 제2유전체를 분리하여 나타낸 모식도이다.
 도 4는 도 3에 따른 플라즈마 발생장치 III-III 선을 취한 단면도이다.
 도 5는 도 1에 따른 나노물질 분산장치에 의해 분산된 나노물질을 모식적으로 나타낸 도면이다.
 도 6은 도 1에 따른 나노물질 분산장치에 의해 분산된 나노물질의 표면이 기능화 되어 있는 모습을 확대하여 나타낸 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0016] 도 1 내지 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 나노물질 분산장치(100)는 용액 공급장치(110), 모터(120), 버블(bubble) 공급장치(130), 플라즈마 발생 장치(140), 전원 공급장치(150) 및 용액 유동로(160)를 포함한다. 본 실시예에서 상기 용액 공급장치(110)로부터 공급되는 용액에는 나노물질이 포함되어 있다. 구체적으로 본 실시예에서 상기 나노물질은 탄소나노튜브(CNT)인 것을 예로 든다. 그리고 본 실시예에서 상기 탄소나노튜브는 분말 형태인 것을 예로 들지만 상기 탄소나노튜브의 형태는 얼마든지 변경이 가능하다. 또한 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 나노물질을 그래핀이나 그 외 다른 물질로 얼마든지 변경 가능하다.

[0017] 본 실시예에 따른 상기 나노물질 분산장치(100)는 상기 용액 내에 포함되어 있는 나노물질을 균일하게 분산시키고, 동시에 상기 나노물질의 표면을 기능화하여 모재 등과의 계면 결합력을 향상시키기 위한 장치이다. 즉, 본 실시예에 따른 나노물질 분산장치(100)는 용액 내에서 나노물질을 분산시키고 표면을 기능화 함으로써, 나노물질을 분산시킨 후 표면을 기능화 하거나, 나노물질의 표면을 기능화 한 후 분산시키는 것과 같이 두 단계에 걸쳐서 분산 및 기능화를 수행하는 것에 비해 훨씬 효율적으로 대량의 나노물질을 간편하게 분산 및 기능화가 가능하다. 또한 본 실시예에 따른 나노물질 분산장치(100)는 유독한 분산제를 사용하지 않기 때문에 환경문제를 발생시키지 않고, 분산제를 제거하기 위한 별도의 공정이 불필요하며, 분산과정에서 나노물질에 손상이 발생하지 않는 장점이 있다.

[0018] 상기 용액 공급장치(110)는 상기 용액 유동로(160)와 연통되도록 설치된다. 본 실시예에서 상기 용액 공급장치(110)는 상부가 하부보다 폭이 넓은 호퍼인 것을 예로 든다. 상기 호퍼는 하부의 깔때기 모양의 출구에 용액의 흐름을 조절하는 밸브가 설치되어 있는데, 상기 밸브를 닫으면 상기 호퍼 내부에 상기 분말이 혼합된 용액이 저장된 상태로 유지되고, 상기 밸브를 열면 중력에 의해 상기 호퍼 내부의 용액이 아래쪽으로 흐르면서 상기 용액 유동로(160)로 흘러 간다. 따라서 상기 용액 공급장치(110)는 별도의 동력이 없더라도 상기 밸브를 열고 닫는 것에 의해 간편하게 상기 용액의 흐름을 조절할 수 있는 장점이 있다. 본 실시예에서 상기 용액 공급장치(110)에서 상기 용액 유동로(160)로 공급되는 상기 용액은 물인 것을 예로 든다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 용액을 디아이 워터(D.I Water)나 오존수, 그 외 다른 종류의 용액으로 얼마든지 변경이 가능하다.

[0019] 상기 모터(120)는 상기 용액 공급장치(110)로부터 상기 용액 유동로(160)로 유입된 상기 용액의 유동 속도를 조절하는 역할을 한다. 본 실시예에서 상기 모터(120)는 상기 용액 유동로(160)에서 상기 용액 공급장치(110)와 상기 플라즈마 발생장치(140) 사이에 설치되는 것을 예로 든다.

[0020] 본 실시예에서 상기 모터(120)는 상기 용액 유동로(160)를 유동하는 용액의 상부와 하부가 바뀌면서 혼합되도록 하는 회전력을 가할 수도 있다. 이는 상기 용액에 포함되어 있는 나노물질이 덩쳐서 용액 내부를 유동할 때, 상기 나노물질이 덩쳐서 유동하는 형태가 다양할 수 있기 때문에 방향을 전환시켜서 상기 나노물질이 플라즈마 발생장치(140)에 의해 더 균일하고 효율적으로 분산될 수 있도록 하기 위함이다. 본 실시예에서 상기 모터(120)는 상기 용액 공급장치(110)로부터 용액이 공급되는 위치에 하나가 설치되어 있는 것을 예로 들지만, 상기 모터(120)는 상기 용액의 혼합을 위해 더 많은 수가 여러 위치에 배치될 수 있다.

- [0021] 상기 버블 공급장치(130)는 상기 플라즈마 발생 장치(140)에 플라즈마 등에 의해 미리 활성화된 기체(대표적으로 오존)를 용액 중에 나노 버블(바람직하게는 300mm 이하의 bubble)화시켜 공급하기 위해 설치 된다. 본 실시예에서 상기 버블 공급장치(130)는 산소기체를 오존화하고 이를 용액 중에 나노 버블화하는 버블화 장치 및 상기 버블화 장치에 의해 만들어진 나노버블 오존수를 상기 플라즈마 발생 장치(140)에 공급하는 나노버블 오존수 공급장치를 포함하는 것을 예로 든다. 상기 나노버블 오존수 공급장치를 통해 상기 플라즈마 발생장치(140)로 공급되는 상기 나노버블 오존수는 제1차와 제2차 플라즈마 방전에 의해 플라즈마 처리되어 상기 용액에 녹아서 잔존하는 농도가 증가하여 분말표면처리 효율을 증가시키는 역할을 수행한다. 상기 버블 공급장치(130)의 구조는 특별히 제한되지 않는다.
- [0022] 그리고, 상기 버블 공급장치(130)는 상기 용액이 상기 플라즈마 발생 장치(140)를 통과하기 전에 상기 용액에 버블을 공급할 수 있도록 상기 플라즈마 발생 장치(140)에 인접하여 배치된다. 본 실시예에서 상기 버블 공급장치(130)는 마이크로 버블 또는 나노 버블을 공급하는 것을 예로 든다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 공급되는 버블의 크기를 얼마든지 변경 가능하고, 바람직하게는 오존의 용해도가 더 높고, 수중에 더 오래 잔존할 수 있는 나노 버블을 사용한다.
- [0023] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 상기 플라즈마 발생장치(140)는 제1전극(141), 제1유전체(141a), 제2전극(142), 제2유전체(143), 제3전극(144) 및 제4전극(141b)을 포함한다. 본 실시예에서 상기 제1전극(141)과 상기 제2전극(142)은 상기 전원 공급장치(150)와 연결되어 있다. 본 실시예에서 상기 제1전극(141)은 플레이트 형상을 갖고, 복수 개의 홀(141')이 이격되도록 형성되어 있다.
- [0024] 본 실시예에서 상기 제1유전체(141a)는 상기 용액이 유동할 수 있도록 내부에 중공이 형성되어 있는 로드(rod) 형상의 관인 것을 예로 든다. 본 실시예에서 상기 제1유전체(141a)는 quartz인 것을 예로 든다. 상기 제1유전체(141a)는 상기 제1전극(141)의 일측과 연결된다. 구체적으로 상기 제1유전체(141a)는 일측이 상기 제1전극(141)의 일측과 연통되어 있고 일체형으로 형성되어 있는 것을 예로 든다.
- [0025] 상기 제1유전체(141a)는 상기 제2유전체(143)에 형성되어 있는 유전체 홀(143a)을 관통하여 상기 제2전극(142)에 형성되어 있는 제2전극 홈(142a) 내부에 배치된다. 이 때 상기 용액은 상기 제1전극 홀(141'), 상기 제1유전체(141a)를 순차적으로 통과하는 방향(이하 `제1방향`이라 한다.)을 따라서 유동한다. 그리고 상기 제1유전체(141a)의 길이는 상기 제2유전체(143)의 제2유전체 홀(143a)의 길이보다 길게 형성된다.
- [0026] 상기 제3전극(144)은 상기 제1유전체(141a)의 중공 내부에 배치된다. 그리고 상기 제3전극(144)은 상기 제1유전체(141a)의 내측면과 이격되도록 배치된다. 본 실시예에서 상기 제3전극(144)은 로드(rod) 또는 플레이트 형상인 것을 예로 들지만, 상기 제3전극(144)의 형상은 얼마든지 변경이 가능하다. 그리고 본 실시예에서 상기 제3전극(144)은 상기 제1유전체(141a)와 동일하거나 상기 제1유전체(141a)보다 더 긴 길이로 형성되는 것을 예로 든다. 그리고 본 실시예에서 상기 제3전극(144)은 접지 전극인 것을 예로 든다.
- [0027] 상기 제4전극(141b)은 상기 제1유전체(141a)의 외측면에 형성된다. 본 실시예에서는 상기 제4전극(141b)이 상기 제1유전체(141a)의 외측면에 코팅되어 있는 것을 예로 든다. 이 때 상기 제4전극(141b)은 상기 제1전극(141)과 연결된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고, 상기 제4전극(141b)은 상기 제1유전체(141a)의 외부를 감싸는 코일일 수도 있고, 상기 제1전극(141)과 일체로 형성되는 구조일 수도 있다. 또한 본 실시예에서 상기 제4전극(141b)은 상기 제1유전체(141a) 외측면에 형성되는 것을 예로 들지만, 상기 제4전극(141b)은 상기 제1유전체(141a)의 내측면에 형성될 수도 있다. 그리고 상기 상기 제1유전체(141a) 내부를 통과하는 상기 용액은 상기 제3전극(144)과 상기 제4전극(141b)dp 의한 플라즈마 방전에 의해 제1플라즈마 처리가 된다. 도 3에서 상기 제1유전체(141a)는 생략된 것을 나타낸다.
- [0028] 상기 제2전극(142)은 상기 제1전극(141)과 마주보도록 이격되어 배치된다. 상기 제2전극(142)은 직육면체 형상을 갖고, 상기 제1유전체(141a)가 삽입되는 방향으로 복수 개의 홈(142a)이 형성되어 있다. 이 때 상기 복수 개의 홈(142a)은 이격되도록 형성된다. 본 실시예에 따른 나노물질 분산장치(100)는 상기 나노물질을 포함하는 용액이 및 상기 제2전극(142)의 홈(142a)을 순환하면서 상기 제2전극(142)과 최대한 밀착하여 표면처리(기능화)가 되므로 표면처리 효율이 높아진다. 따라서 높아진 표면처리 효율과 함께 나노물질의 분산특성이 또한 향상된다.
- [0029] 이 때 본 실시예에 따른 플라즈마 발생장치(140)는 상기 제2전극 홈(142a) 내부에 상기 제1유전체(141a)가 배치된다. 본 실시예에서 상기 제1유전체(141a)는 상기 플라즈마 발생장치(140)로 유입된 상기 용액이 유동할 수 있는 내부 공간을 갖는다. 상기 플라즈마 발생장치(140)로 유입된 상기 용액은 상기 제1유전체(141a) 내부를 통과하면서 1차 플라즈마 표면처리가 된다. 그리고 상기 제1유전체(141a)는 상기 제2전극 홈(142a)의 중심에 배치되

는 것을 예로 든다. 그리고 본 실시예에서 상기 제1유전체(141a)는 상기 제2전극 홈(142a) 각각에 하나씩 배치되는 것을 예로 든다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제1유전체(141a)를 상기 제2전극 홈(142a) 각각에 복수 개를 배치할 수도 있다.

[0030] 본 실시예에서 상기 제2전극 홈(142a)은 제2유전체 홀(143a)과 상응하는 위치에 형성되는 것을 예로 든다. 그리고 상기 제2전극 홈(142a)의 길이는 상기 제2유전체 홀(143a)의 길이보다 길게 형성되는 것을 예로 든다. 그리고 본 실시예에서 상기 용액이 상기 제1유전체(141a)를 통과하여 상기 제2전극 홈(142a)으로 배출되는 부분인 상기 제1유전체(141a)의 타측 단부는 상기 제2전극(142)의 막힌 내부 바닥면(또는 측면)과 인접하게 배치되는 것을 예로 든다. 이는 상기 제1유전체(141a)에서 배출된 용액이 상기 제2전극 홈(142a)을 순환하여 다시 상기 제2전극(142) 밖으로 나갈 때(상기 제1방향과 반대되는 제2방향), 경로를 길게하기 위함이다.

[0031] 그리고 상기 제1유전체(141a)에서 배출된 상기 용액은 상기 제1유전체(141a)와 상기 제2전극 홈(142a)의 내측면 사이를 통해서 상기 제2전극(142) 밖으로 배출된다. 이 때 상기 용액은 상기 제1전극(141)과 제2전극(142)에 의해 중공 음극 방전(micro hollow cathode)이 발생하면서 제2플라즈마 처리가 된다. 상기 제2플라즈마 처리된 용액은 상기 제1유전체(141a)로 유입되는 방향과 반대 방향으로 상기 제2전극 홈(142a)을 따라 이동하여 상기 용액 유동로(160)로 흘러간다.

[0032] 즉, 본원 발명에 의한 플라즈마 발생장치(140)는 상기 플라즈마 발생장치(140)로 유입되는 상기 용액이 상기 제1유전체(141a)를 통과하면서 1차 플라즈마로 표면 처리되고, 상기 용액 유동관(144)으로부터 배출된 용액이 다시 상기 제2전극 홈(142a) 내부를 순환하여 외부로 배출되면서 2차 플라즈마로 표면 처리된다. 따라서 본원발명에 의한 나노물질 분산장치(100)는 상기 제2전극 홈(142a)에서 상기 용액이 두 번에 걸쳐 플라즈마 처리되기 때문에 작은 공간에서도 표면 처리 효율이 높은 장점이 있다.

[0033] 본 실시예에서 상기 버블 공급장치(140)로부터 공급되는 공기 버블은 상기 제1유전체(141a) 및 상기 제2전극(142)을 통과한다. 이렇듯 상기 공기 버블이 상기 제1유전체(141a) 및 상기 제2전극(142)을 통과하는 동안 상기 공기 버블에 의해 상기 제1유전체(141a) 내부 및 상기 제2전극 홈(142a) 내부가 트리거링(triggering)되며, 상기 제1유전체(141a) 내부 및 상기 제2전극 홈(142a) 내부에 플라즈마 방전이 생성될 수 있다. 이 때, 상기 공기 버블에 의해 상기 제1유전체(141a) 내부 및 상기 제2전극 홈(142a) 내부가 트리거링이 이루어진다는 의미는, 상기 제1유전체(141a) 내부 및 상기 제2전극 홈(142a) 내부에 상기 공기 버블이 배치될 때, 상기 공기 버블을 매개로 기체 방전이 이루어진다는 것을 의미한다. 본 실시예의 나노물질 분산장치(100)는 특히 용액 공급장치(110)에서 산소관련 활성작용기가 많이 포함된 오존수를 용해도가 높은 나노버블의 형태로 상기 플라즈마 발생장치(140)에 공급함으로써 플라즈마의 작용을 돕고 표면처리 효과가 향상시킬 수 있다.

[0034] 상기 제2유전체(143)는 본 실시예에서 일측은 상기 제1전극(141)과 밀착되고, 타측은 상기 제2전극(142)과 밀착되도록 배치되는 것을 예로 든다. 본 실시예에서 상기 제2유전체(143)는 플레이트 형상을 갖고 상기 제1전극 홈(141') 및 상기 제2전극(142)의 홈(142a)과 각각 형합하는 홀(143a)이 이격되도록 형성되어 있다. 본 실시예에서 상기 제2유전체 홀(143a)은 상기 제2전극(142)과 각각 밀착되도록 붙일 때 상기 제1전극 홈(141') 및 상기 제2전극 홈(142a)과 각각 상응하는 위치에 형성되는 것을 예로 든다. 그리고 본 실시예에서는 상기 제2유전체(143)가 상기 제1전극(141) 및 상기 제2전극(142)과 각각 적층 시 가장자리가 일치되도록 형성되는 것을 예로 든다. 본 실시예에서 상기 제2유전체(143)는 이산화티타늄(TiO_2)인 것을 예로 든다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고, 상기 제2유전체(143)를 세라믹 소재, 알루미늄(Al_2O_3) 또는 그 외 소재로 얼마든지 변경 가능하다.

[0035] 그리고 본 실시예에서는 상기 제2전극(142)은 상기 제2유전체(143)보다 두께가 두꺼운 것을 예로 든다. 즉, 상기 제2전극 홈(142a)이 상기 제2유전체 홀(143a)보다 길이가 길게 형성되는 것을 예로 든다. 이는 상기 용액이 상기 제2전극 홈(142a) 내부에서 유동하는 길이를 길게 만들어 플라즈마에 의한 표면 처리 효과를 극대화 하기 위함이다.

[0036] 본 실시예에서 상기 플라즈마 발생장치(140)는 상기 용액 유동로(160)에서 상기 용액이 유동하는 방향과 교차하는 방향으로 배치되는 것을 예로 든다. 즉 본 실시예에서 상기 제1전극(141)과 상기 제2전극(142)은 상기 용액이 유동하는 방향으로 이격되도록 배치된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제1전극(141)과 상기 제2전극(142)이 상기 용액이 유동하는 방향과 교차하는 방향으로 이격되어 배치되도록 할 수도 있다. 그리고 본 실시예에서 상기 플라즈마 발생장치(140)는 하나인 것을 예로 들지만, 상기 플라즈마 발생장치(140)는 복수 개가 배치될 수도 있다. 이 때 상기 모터(120) 및 상기 버블 공급장치(130)도 상기 플라즈마 발생장치(140)에 상응하는 개수로 설치될 수 있다.

- [0037] 도 5 및 6을 참조하면, 상기 플라즈마 발생장치(140)를 통과하여 기능화(표면처리) 되는 상기 나노물질은 표면이 음이온이 형성된다. 본 실시예에서 상기 음이온은 OH^- 인 것을 예로 든다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 나노물질 표면에 형성되는 기능화 물질의 종류는 얼마든지 변경 가능하다. 이에 따르면 상기 나노물질들은 동일한 극성을 가지게 됨으로써 서로 밀어내는 척력이 작용한다. 따라서 플라즈마 처리 이전에 뭉친 형태로 존재하던 나노물질은 표면에 형성된 음이온에 의해 서로 밀어내면서 분산된다. 또한 상기 나노물질의 표면에 형성되는 음이온은 상기 나노물질과 모재와의 계면 결합력을 향상시켜서 별도의 처리 없이도 상기 나노물질이 상기 모재에 잘 결합될 수 있도록 한다.
- [0038] 상기 전원 공급장치(150)는 상기 플라즈마 발생장치(140)에 전원을 공급한다. 상기 전원 공급장치(150)에 의해 상기 플라즈마 발생장치(140)에 전원이 공급되어서 상기 제1유전체(141a) 내부 및 상기 제2전극 홈(142a)에 전계가 형성되고, 그에 따라 상기 제1유전체(141a) 및 상기 제2전극 홈(142a)에서 플라즈마 형성을 위한 방전이 일어난다. 그리고 상기 전원 공급장치(150)는 상기 제1전극(141), 상기 제2전극(142), 상기 제3전극(144) 및 제4전극(141a) 중 방전 전극으로 기능하는 전극에 교류 전압이나 펄스 전압을 인가할 수 있다.
- [0039] 상기 용액 유동로(160)는 일측에 상기 용액 공급장치(110)와 연통되는 용액 유입구(161)가 형성되어 있고, 타측에 상기 용액 유동로(160)를 유동하는 용액을 상기 용액 유동로(160) 외부로 배출시키기 위한 용액 배출구(162)가 형성되어 있다. 상기 용액 유동로(160)는 상기 용액이 유동할 수 있는 유동 공간이 형성되어 있다. 본 실시예에서 상기 용액 유동로(160)는 내부에 중공이 형성되어 있는 관인 것을 예로 든다. 본 실시예에서 상기 용액 유동로(160)는 "□"형태의 순환 구조를 갖는 관으로 형성된다. 즉, 상기 용액 공급장치(110)로부터 상기 용액 유동로(160)로 공급되는 용액은 상기 용액 배출구(162)가 개방되지 않으면 상기 용액 유동로(160) 내부를 순환한다. 본 실시예에서는 상기 용액이 상기 용액 유동로(160)를 반시계 방향으로 순환하는 것을 예로 든다.
- [0040] 본 실시예에 따른 나노물질 분산장치(100)는, 상기 용액이 순환 구조의 상기 용액 유동로(160)를 따라 복수 회 상기 플라즈마 발생장치(140)를 통과하기 때문에, 상기 플라즈마 발생장치(140)를 한 번만 통과하는 경우에 비해 상기 나노물질을 대량으로 균일하게 효율적으로 분산 가능하다. 본 실시예에서는 상기 플라즈마 발생장치(140)가 하나만 설치되어 있는 것을 예로 들지만, 상기 나노물질의 분산 효율 향상을 위해 상기 플라즈마 발생장치(140)는 이격되어 복수 개가 배치될 수도 있다.
- [0041] 도면상에 도시하지는 않지만, 본 실시예에 따른 나노물질 분산장치(100)에는 상기 용액에 포함되어 있는 나노물질의 분산 정도를 측정하는 분산도 측정장치(미도시)가 더 포함될 수 있다. 상기 분산도 측정장치(미도시)는 상기 용액에 포함되어 있는 나노물질이 어느 정도 분산되어 있는지를 측정하여 상기 용액을 상기 용액 배출구(162)로 배출할지 여부를 결정토록 한다.
- [0042] 또한 본 실시예에 따른 나노물질 분산장치(100)에는 상기 용액 공급장치(110), 상기 모터(120), 상기 버블 공급장치(130), 상기 플라즈마 발생장치(140), 상기 전원 공급장치(150), 상기 용액 유입구(161), 상기 용액 배출구(162) 및 상기 분산도 측정장치(미도시) 각각과 전기적으로 연결되어 이들을 제어하는 제어부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 상기 제어부는 상기 전원 공급장치(150)의 작동을 제어하여 상기 플라즈마 발생장치(140)의 작동을 제어하고, 상기 용액의 분산이 충분히 된 후에는 상기 용액 배출구(162)를 개방토록 하여 용액을 배출시킨다. 이 때 상기 용액의 분산도는 상기 분산도 측정장치(미도시)로부터 정보를 제공받아 상기 제어부(미도시)가 상기 용액 배출구(162)의 개방 여부를 조절한다. 또한 상기 용액 유동로(160)에 용액의 양이 부족하면 상기 용액 유입구(161)를 개방하여 용액을 상기 용액 유동로(160) 내부로 유입시킨다.
- [0043] 또한 상기 제어부(미도시)에는 상기 용액의 종류 및 양, 상기 나노물질의 종류 및 양, 상기 모터의 변화되는 속도 및 상기 용액이 상기 용액 유동로(160)를 순환하는 횟수에 따른 상기 나노물질의 분산 정도 각각에 대한 정보를 저장하고 있는 데이터베이스(DB)가 구축될 수 있다. 즉, 이러한 경우에는 상기 분산도 측정장치(미도시)에 의한 분산도 측정 없이 상기 데이터베이스에 저장되어 있는 정보와 비교하여 상기 용액의 순환 횟수를 결정되고, 상기 순환 횟수만큼 상기 용액이 순환된 후 자동으로 상기 용액 배출구(162)를 통해해서 상기 용액이 배출되도록 할 수도 있다.
- [0044] 이하에서는 도 1에 따른 나노물질 분산장치(100)를 이용해서 상기 용액 내에 포함되어 있는 나노물질을 분산시키는 나노물질 분산방법을 간략하게 설명한다.
- [0045] 먼저 용액 유동로(160)와 연통되어 있는 용액 공급장치(110) 하부의 밸브를 개방하여 용액을 상기 용액 유동로(160)로 유동 시킨다. 그리고 모터(120)를 작동하여 상기 용액 공급장치(110)로부터 상기 용액 유동로(160)로 유입된 상기 용액의 유동 속도를 조절한다. 다음으로 버블 공급장치(130)로부터 마이크로 버블 또는 나노 버블

을 상기 용액에 공급한다.

[0046] 다음으로 상기 버블을 포함하는 용액을 플라즈마 발생장치(140)로 공급한다. 상기 용액이 상기 플라즈마 발생장치(140) 내부의 상기 제1유전체(141a) 및 제2전극 홈(142a)을 순환하여 통과하는 구조를 가짐으로써 상기 나노물질의 표면처리 효율성이 높아지고, 따라서 분산력 또한 향상된다. 상기 플라즈마 발생장치(140)에는 전원 공급장치(150)가 연결되어 있어서 상기 플라즈마 발생장치(140)에 전원을 인가한다.

[0047] 상기 플라즈마 발생장치(140)를 통과한 용액은 상기 용액 유동로(160)를 따라서 유동한다. 이 때 상기 용액 유동로(160)는 "□"형태를 갖고, 상기 용액은 반시계 방향으로 순환하기 때문에 상기 용액이 상기 플라즈마 발생장치(140)에 유입된 경로와 다른 경로를 통해서 유동한다. 그리고 상기 용액은 다시 상기 플라즈마 발생장치(140)를 통과한다. 즉, 상기 플라즈마 발생 장치(140)를 통과한 용액을 상기 용액 유동로를 순환하도록하여 다시 상기 플라즈마 발생 장치(140)로 유동시킨다. 본 실시예에 따른 나노물질 분산방법은 용액이 복수 회 상기 플라즈마 발생장치(140)를 통과하도록 함으로써 나노물질의 분산 및 표면 기능화 효율을 향상시키는 방법이다. 물론 상기 용액은 상기 플라즈마 분산장치(140)를 한 번만 통과할 수도 있다.

[0048] 다음으로 상기 용액의 분산도가 설정 범위에 이르면 상기 용액을 상기 용액 배출구(162)를 개방하여 배출시킨다. 이 때 상기 용액은 상기 분산도 측정장치(미도시)에 의해 분산 정도가 설정 범위에 이르면 상기 제어부(미도시)의 신호에 의해 상기 용액을 상기 용액 배출구(162)를 통해 자동으로 배출시킬 수도 있다.

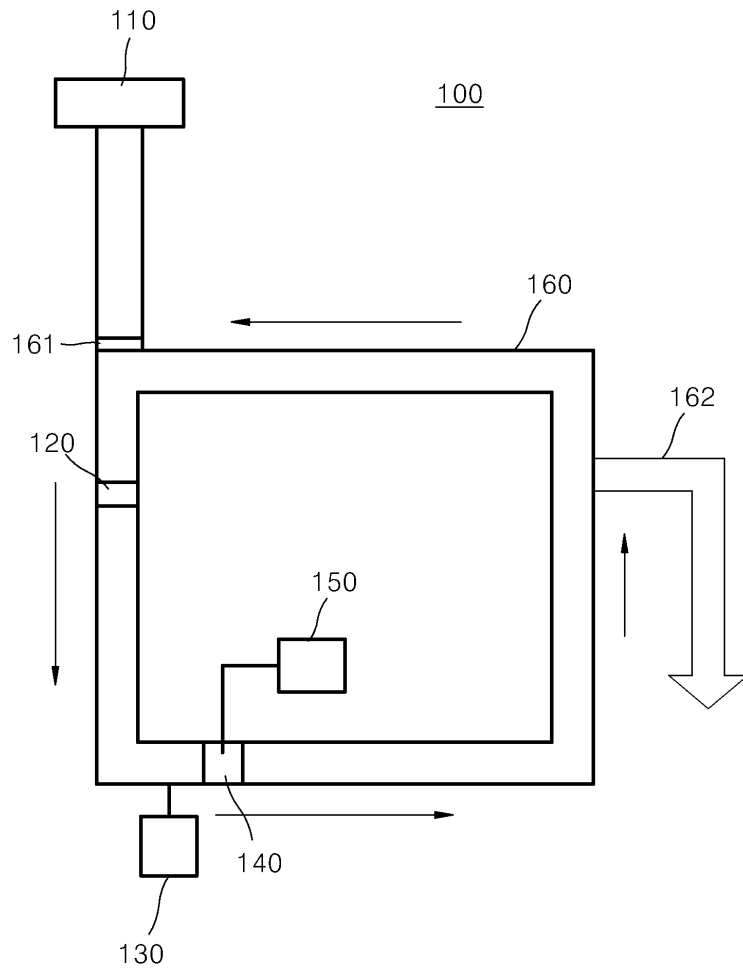
[0049] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

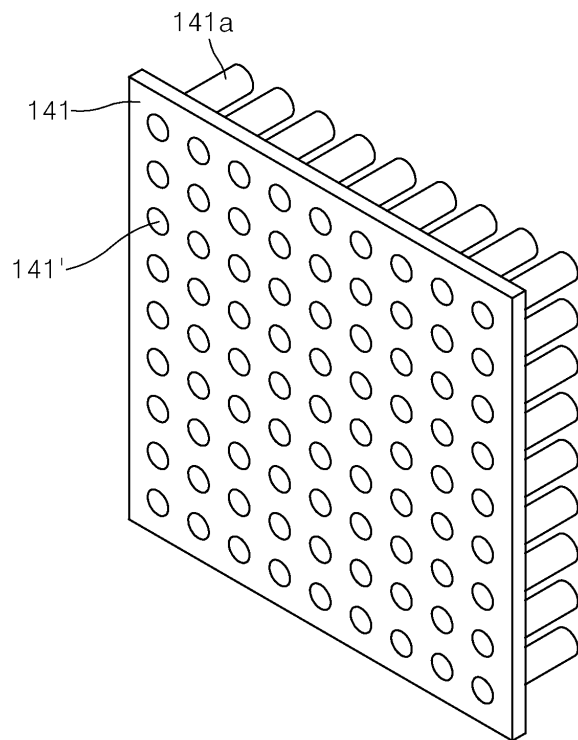
- [0050]
- 100: 나노물질 분산장치
 - 110: 용액 공급장치
 - 120: 모터
 - 130: 버블 공급장치
 - 140: 플라즈마 발생장치
 - 141: 제1전극
 - 141': 제1전극 홈
 - 141a: 제1유전체
 - 141b: 제4전극
 - 142: 제2전극
 - 142a: 제2전극 홈
 - 143: 제2유전체
 - 143a: 제2유전체 홈
 - 144: 제3전극
 - 150: 전원 공급장치
 - 160: 용액 유동로
 - 161: 용액 유입구
 - 162: 용액 배출구

도면

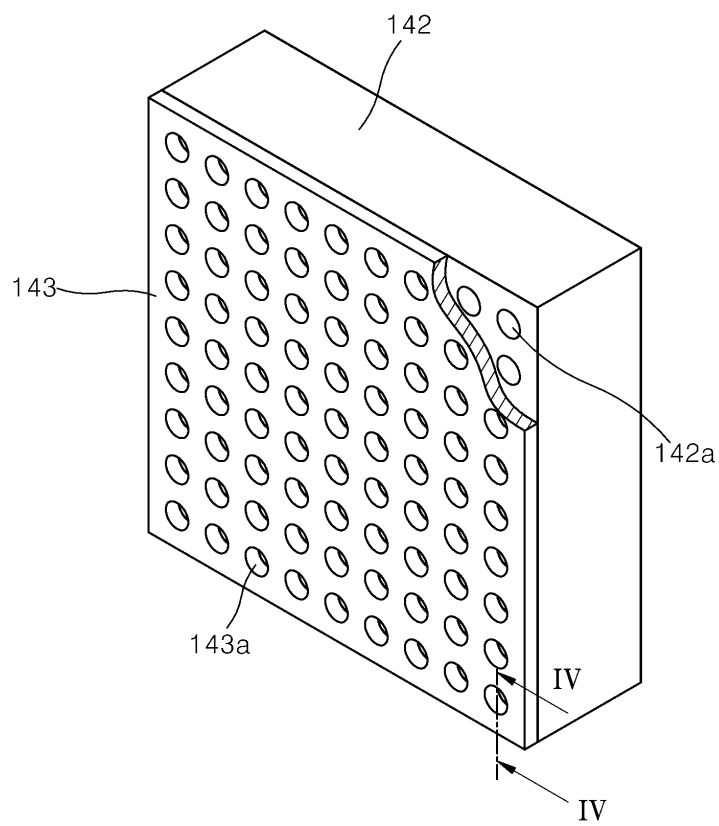
도면1



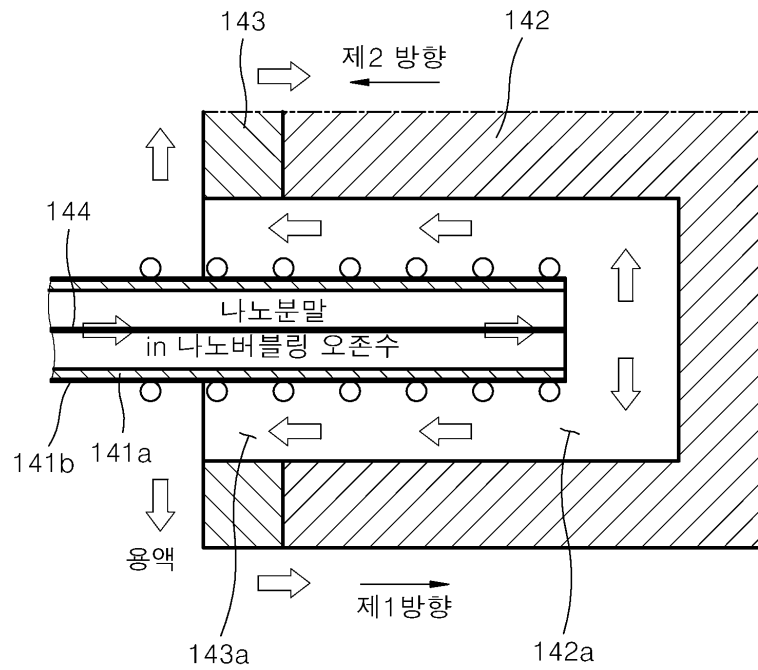
도면2



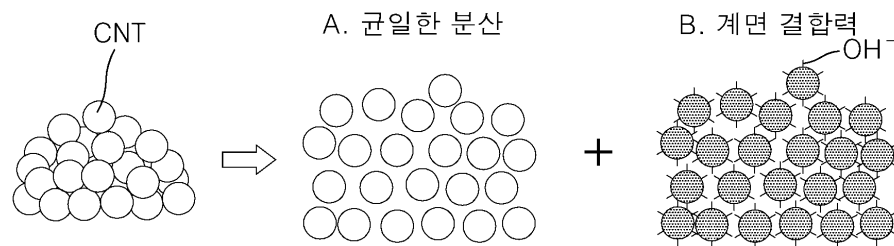
도면3



도면4



도면5



도면6

