

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 12월 6일 (06.12.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/165799 A2

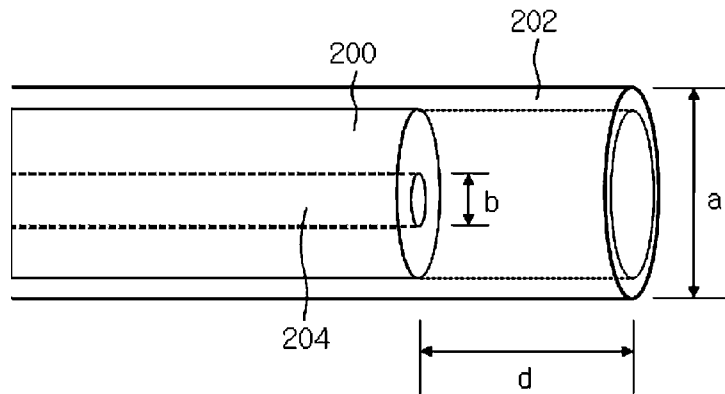
- (51) 국제특허분류: C02F 1/467 (2006.01) C02F 1/72 (2006.01)
C02F 1/46 (2006.01) H05H 1/24 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/004073
- (22) 국제출원일: 2012년 5월 23일 (23.05.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2011-0052089 2011년 5월 31일 (31.05.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 한국 기초과학지원연구원 (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) [KR/KR]; 대전 유성구 과학로 169-148 (어은동), 305-806 Daejeon (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 홍용철 (HONG, Yong Cheol) [KR/KR]; 대전 유성구 과학로 169-148 (어은동) 국가핵융합연구소, 305-806 Daejeon (KR). 김예진 (KIM, Ye Jin) [KR/KR]; 대전 유성구 과학로 169-148 (어은동) 국가핵융합연구소, 305-806 Daejeon (KR). 이상주 (LEE, Sang Ju) [KR/KR]; 대전 유성구 과학로 169-148 (어은동) 국가핵융합연구소, 305-806 Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 노준태 (NOH, Jun Tae) 등; 서울 서초구 서초중앙로 53 6층 (서초동, 대림빌딩), 137-953 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: UNDERWATER CAPILLARY TUBE PLASMA DEVICE HAVING GAS CHANNEL

(54) 발명의 명칭: 가스 채널을 구비한 수중 모세관 플라즈마 장치

[Fig. 2]



(57) Abstract: Disclosed is an underwater capillary tube plasma device having a gas channel. According to one embodiment of the present invention, an underwater capillary tube plasma device comprises: a power supply unit which supplies power; a discharge electrode which receives power supplied from said power supply unit, and induces a capillary tube plasma discharge inside a fluid; and a gas supply unit which injects auxiliary gas into said discharge electrode. According to the embodiments of the present invention, since a gas channel is equipped in an underwater capillary tube plasma discharge electrode, various chemical reactive species are created according to the injected gas, including plasma species which are created from water decomposition caused by a plasma discharge, whereby underwater pollutants are effectively removed. In addition, if the gas is injected like in the present invention, the concentration and the lifetime, within a fluid, of the reactive species which are created by the plasma discharge are increased such that a purification effect by plasma can be maximized. Further, if such auxiliary gas is supplied, plasma can be generated even by a lower power supply compared with when the gas is not injected, thereby reducing energy consumption for fluid purification.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2012/165799 A2



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

가스 채널을 구비한 수중 모세관 플라즈마 장치가 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치는, 전원을 공급하는 전원 공급부; 상기 전원 공급부에서 공급된 전원을 인가받아 유체 내부에 모세관 플라즈마 방전을 일으키는 방전 전극; 및 상기 방전 전극에 보조 가스를 주입하는 가스 공급부를 포함한다. 본 발명의 실시예들에 따라 경우 수중 모세관 플라즈마 방전 전극에 가스 채널을 구비함으로써 플라즈마 방전으로 인한 물 분해로부터 생성되는 플라즈마 종들 뿐만 아니라, 주입한 가스에 따라 다양한 화학적 활성종을 생성함으로써 수중 오염물질을 효과적으로 제거할 수 있다. 또한, 본 발명과 같이 가스를 함께 주입할 경우 플라즈마 방전에 의하여 생성된 활성종들의 농도 및 유체 내 체류 시간을 증가시키게 되므로, 플라즈마에 의한 정화 효과가 극대화될 수 있다. 또한, 이와 같이 보조 가스를 공급할 경우 가스를 주입하지 않을 경우와 비교하여 더 낮은 전력 공급으로도 플라즈마 발생이 가능하므로, 유체 정화를 위한 에너지 소비를 감소시킬 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 가스 채널을 구비한 수중 모세관 플라즈마 장치 기술분야

- [1] 본 발명은 수중 모세관 플라즈마 장치에 관한 것으로, 수중 모세관 플라즈마 방전 전극에 가스 채널을 구비함으로써 효과적으로 오염된 물을 정화하기 위한 기술과 관련된다.

배경기술

- [2] 최근 들어, 오염수의 정화 및 박테리아 제거 등을 위한 목적으로 다양한 방법들이 연구되고 있다. 이러한 방법들로는, 예를 들어 오존을 이용하는 방법, 오염수에 차아염소산(HClO) 등의 화학물질을 첨가하는 방법, 자외선을 이용하는 방법, 열처리를 이용하는 방법 등이 있다.
- [3] 그러나 이러한 방법들의 경우 필요로 하는 충분한 정화 성능을 얻을 수 없거나, 오염수 처리를 위하여 과도한 비용이 필요하거나 또는 예상치 못한 부작용이 나타나는 등의 문제가 있었다. 이에 따라, 효율적으로 오염수를 정화하고 박테리아 등의 미생물을 제거하기 위한 방법에 대한 필요성이 증대되었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명의 실시예들은 가스 채널을 구비한 수중 모세관 플라즈마 방전을 이용하여 안정적이고 효과적으로 오염수를 정화하기 위한 수중 모세관 플라즈마 장치를 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [5] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치는, 전원을 공급하는 전원 공급부; 상기 전원 공급부에서 공급된 전원을 인가받아 유체 내부에 모세관 플라즈마 방전을 일으키는 방전 전극; 및 상기 방전 전극에 보조 가스를 주입하는 가스 공급부를 포함한다.

발명의 효과

- [6] 본 발명의 실시예들에 따른 경우 수중 모세관 플라즈마 방전 전극에 가스 채널(Gas Channel)을 구비함으로써 플라즈마 방전으로 인한 물 분해로부터 생성되는 플라즈마 종들 뿐만 아니라, 주입한 가스에 따라 다양한 화학적 활성종(reactive species)를 생성함으로써 수중 오염물질을 효과적으로 제거할 수 있다. 또한, 본 발명과 같이 가스를 함께 주입할 경우 플라즈마 방전에 의하여 생성된 활성종들의 농도 및 유체 내 체류 시간(Lifetime)을 증가시키게 되므로, 플라즈마에 의한 정화 효과가 극대화될 수 있다. 또한, 이와 같이 보조 가스를 공급할 경우 가스를 주입하지 않을 경우와 비교하여 더 낮은 전력 공급으로도 플라즈마 발생이 가능하므로, 유체 정화를 위한 에너지 소비를 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [7] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치(100)를 설명하기 위한 블록 구성도이다.
- [8] 도 2는 본 발명에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치(100)의 방전 전극(104) 및 가스 공급부(106)의 제 1 실시예를 나타낸 도면이다.
- [9] 도 3은 본 발명에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치(100)의 방전 전극(104) 및 가스 공급부(106)의 제 2 실시예를 나타낸 도면이다.
- [10] 도 4는 본 발명에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치(100)의 방전 전극(104) 및 가스 공급부(106)의 제 3 실시예를 나타낸 도면이다.
- [11] 도 5는 본 발명에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치(100)의 방전 전극(104) 및 가스 공급부(106)의 제 4 실시예를 나타낸 도면이다.
- [12] 도 6은 가스 공급부(106)에 가스가 공급되지 않을 경우 유체 내부에 생성되는 활성종들의 농도를 나타낸 도면이다.
- [13] 도 7은 가스 공급부(106)로 질소(N₂)가 공급될 경우 유체 내부에 생성되는 활성종들의 농도를 나타낸 도면이다.
- [14] 도 8은 가스 공급부(106)로 공기가 공급될 경우 유체 내부에 생성되는 활성종들의 농도를 나타낸 도면이다.
- [15] 도 9는 가스 공급부(106)로 다양한 종류의 가스를 주입할 경우의 유체 내의 Total Cl 량을 비교한 그래프이다.
- [16] 도 10은 가스 공급부(106)로 공급되는 가스에 따른 대장균(E.coli)의 수를 비교한 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [17] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.
- [18] 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [19] 본 발명의 기술적 사상은 청구범위에 의해 결정되며, 이하의 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 효율적으로 설명하기 위한 일 수단일 뿐이다.
- [20]
- [21] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치(100)를 설명하기 위한 블록 구성도이다.
- [22] 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 수중 모세관 플라즈마

- 장치(100)는 전원 공급부(102), 방전 전극(104) 및 가스 공급부(106)를 포함한다.
- [23] 전원 공급부(102)는 외부 전원(예를 들어 상용 AC 전원)을 인가받아 이를 소정 크기의 전압을 가지는 직류 또는 교류 전원으로 변환하여 출력한다. 도시된 실시예에서는 외부에서 입력된 전원을 소정 전압의 직류 전원으로 변환하는 회로의 실시예를 도시하였으나, 본 발명의 전원 공급부(102)는 교류 전원을 출력하는 회로 또한 사용할 수 있다. 도시된 실시예에서, 전원 공급부(102)는 입력되는 전원의 전압을 증폭하는 트랜스포머(108) 및 정류기(110) 등을 포함하여 구성될 수 있다. 그러나 이는 하나의 예시일 뿐이며, 입력되는 전원의 종류 및 전압, 출력되는 전원의 종류 등에 따라 적절한 형태의 전원 공급부(102)를 구성할 수 있다.
- [24] 방전 전극(104)은 전원 공급부(102)에서 공급된 전원을 인가받아 오염된 유체(112) 내부에 모세관 플라즈마 방전(114, capillary plasma discharge)을 일으킴으로써 오염수 등의 유체(112)를 정화한다. 이와 같은 모세관 플라즈마 방전으로 발생된 플라즈마는 유체(112) 내부의 물 분자를 분해시켜 OH, O, H, H₂O₂, HClO, Cl₂, HCl 등의 활성종을 생성하며, 생성된 활성종들은 유체 내부의 오염물질(휘발성유기화합물, 미생물, 조류 등)을 제거하게 된다.
- [25] 가스 공급부(106)는 방전 전극(104)에 의하여 모세관 플라즈마 방전이 일어나는 유체(112)의 내부로 보조 가스를 주입한다. 이와 같은 보조 가스의 예로는, 오존(O₃), 산소(O₂), 질소(N₂), 아르곤(Ar), 헬륨(He), 공기(Air) 또는 이들의 혼합물이 될 수 있으며, 또는 가스 공급부(106)에서 액체 상태의 과산화수소수(H₂O₂)를 분사하는 것 또한 가능하다. 이와 같이 주입되는 보조 가스는 방전 전극(104)으로부터 발생되는 플라즈마로 공급되며, 이에 따라 상기 플라즈마의 발생 및 이를 통한 유체(112) 정화를 보조하게 된다. 즉, 상기와 같이 보조 가스를 주입할 경우, 보조 가스를 주입하지 않을 경우와 비교하여 유체(112) 내의 상기 활성종들의 농도 및 유체 내 체류 시간(Lifetime)을 증가시키게 되므로, 플라즈마에 의한 유체(112) 정화 효과가 극대화될 수 있다. 또한, 이와 같이 보조 가스를 공급할 경우 가스를 주입하지 않을 경우와 비교하여 더 낮은 전력 공급으로도 플라즈마 발생이 가능하므로, 유체 정화를 위한 에너지 소비를 감소시킬 수 있다.
- [26]
- [27] 도 2는 본 발명에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치(100)의 방전 전극(104) 및 가스 공급부(106)의 제 1 실시예를 나타낸 도면이다.
- [28] 도시된 바와 같이, 방전 전극(104)은 금속 팁(200) 및 유전체 튜브(202)를 포함하여 구성된다.
- [29] 금속 팁(200)은 전원 공급부(102)의 출력단과 전기적으로 연결되며, 금속 재질, 예를 들어 텅스텐, 몰리브덴, 티타늄 또는 스테인레스(SUS) 중 하나의 재질로 구성될 수 있다. 이러한 금속 팁(200)을 구성하는 재질은 금속 팁(200)의 형태, 크기, 금속 재료의 가공성 또는 가격 등을 고려하여 결정될 수 있다. 예를 들어,

금속 팁(200)을 가공성이 좋은 스테인레스로 구성하고, 플라즈마가 발생하는 끝 부분은 내마모성이 큰 텅스텐 등으로 형성할 수 있다.

- [30] 유전체 튜브(202)는 금속 팁(200)을 둘러싸는 원통형으로 구성되며, 금속 팁(200)의 끝 단 보다 일정 길이(d)만큼 돌출된다. 즉, 금속 팁(200)의 끝 부분은 유전체 튜브(202)의 안쪽으로 d 만큼 들어간 상태로 형성된다. 상기 d는 유전체 튜브(202) 내부에 형성되는 미세 거품 및 상기 미세 거품에서 발생하는 방전 효과를 고려하여 적절하게 정해질 수 있으며, 2mm 내지 4mm 정도의 값을 가질 수 있다. 이와 같은 유전체 튜브(202)는 예를 들어 알루미늄 또는 석영(Quartz)등으로 구성될 수 있다. 유전체 튜브(202)의 지름(a)은 약 2mm 내지 4mm 정도로 형성될 수 있다.
- [31] 한편, 본 발명에서 가스 공급부(106)는 보조 가스를 유체 내로 공급하는 가스 공급관(204)을 포함한다. 본 실시예에서 가스 공급관(304)은 금속 팁(200)을 길이 방향으로 관통하여 형성되며, 이에 따라 금속 팁(200)의 끝 부분에서 발생하는 플라즈마에 직접 상기 보조 가스를 공급하도록 구성된다. 가스 공급관(204)의 지름(b)은 0.7mm 내지 1.2mm 정도로 형성될 수 있다.

[32]

- [33] 도 3은 본 발명에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치(100)의 방전 전극(104) 및 가스 공급부(106)의 제 2 실시예를 나타낸 도면이다.

- [34] 본 실시예 또한 실시예 1과 마찬가지로 금속 팁(300), 유전체 튜브(302) 및 가스 공급관(304)을 포함하여 구성되나, 도시된 바와 같이 본 실시예의 경우 실시예 1과 비교하여 볼 때, 가스 공급관(304)의 형상이 상이하다. 즉, 본 실시예에서 가스 공급관(304)은 유체와 접촉되는 금속 팁(200)의 끝 부분에서 그 직경이 좁아지도록 형성된다. 즉, 도면에서 $c > b$ (이때 c는 가스 공급관(304)의 내부 지름, b는 가스 공급관(304)의 가스 배출구 부분의 지름)의 관계를 가진다. 이와 같이 가스 공급관(304)의 끝 부분에서 직경이 좁아지도록 형성될 경우 해당 부분에서 보조 가스의 이동 속도가 빨라지게 되므로, 보조 가스를 좀 더 원활하게 플라즈마로 공급할 수 있다.

[35]

- [36] 도 4는 본 발명에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치(100)의 방전 전극(104) 및 가스 공급부(106)의 제 3 실시예를 나타낸 도면이다.

- [37] 본 실시예 또한 실시예 1 및 2와 마찬가지로 금속 팁(400), 유전체 튜브(402) 및 가스 공급관(404)을 포함하여 구성되나, 실시예 1 및 2와 비교하여 볼 때 유전체 튜브(402)의 형상이 상이하다. 즉, 본 실시예의 경우, 유전체 튜브(402)의 유체와 접촉되는 끝단(406) 부분이 유전체 튜브(402)를 구성하는 원통의 내주면에서 외주면 방향으로 경사지도록 구성된다. 이와 같이 유전체 튜브(402)의 끝 부분에 경사면을 형성할 경우, 플라즈마에 의한 유전체 튜브(402)의 마모를 줄일 수 있다. 한편, 도 4의 경우 가스 공급관(404)의 형태가 실시예 2와 동일하도록 도시되었으나, 이는 예시일 뿐이며 도 2와 같은 형태의 가스 공급관 또한 채용

가능하다.

[38]

[39] 도 5는 본 발명에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치(100)의 방전 전극(104) 및 가스 공급부(106)의 제 4 실시예를 나타낸 도면이다.

[40] 본 실시예의 경우 가스 공급관(404)이 금속 팁(500)의 내부를 관통하여 형성되는 것이 아니라, 유전체 튜브(502)를 감싸는 원통 형상으로 구성된다. 이와 같이 구성될 경우 보조 가스는 금속 팁(500) 끝 부분에서 형성되는 플라즈마에 직접 분사되는 것이 아니라, 상기 플라즈마의 외부를 둘러싸는 형태로 공급된다.

[41]

[42] 도 6 내지 도 10은 본 발명에 따른 수중 모세관 플라즈마 장치(100)의 효과를 설명하기 도면이다.

[43] 먼저, 도 6은 가스 공급부(106)에 가스가 공급되지 않을 경우, 도 7은 가스 공급부(106)로 질소(N_2)가 공급될 경우, 도 8은 가스 공급부(106)로 공기가 공급될 경우 유체 내부에 생성되는 활성종들의 농도를 나타낸 도면이다. 도시된 바와 같이, 가스 공급부(106)로 질소 또는 공기가 공급되는 경우 O, OH 등의 농도가 증가하는 것을 알 수 있다.

[44]

도 9는 가스 공급부(106)로 다양한 종류의 가스를 주입할 경우의 유체 내의 염소량을 비교한 그래프이다. 도면에서 $O_2_O_3$ 는 산소로부터 생성된 오존 가스를 주입한 경우, Air_O_3 는 공기로부터 생성된 오존 가스를 주입한 경우를 각각 나타낸다. 도시된 바와 같이, 가스를 주입하지 않은 경우에 비해(Non-gas) 산소, 질소, 공기, 오존 등의 가스를 주입한 경우 살균 역할을 하는 Total Cl의 양이 증가한 것을 알 수 있다.

[45]

도 10은 가스 공급부(106)로 공급되는 가스에 따른 대장균(E.coli)의 수를 비교한 그래프이다. 도시된 바와 같이, 가스가 공급되지 않은 경우(w/o gas)의 경우에는 유체 내의 대장균의 수가 줄지 않으나, 50sccm의 질소 또는 50sccm의 오존이 공급된 경우 약 15초가 경과한 시점부터 대장균의 수가 급격하게 감소하는 것을 알 수 있다.

[46]

상기와 같은 본 발명의 가스 채널을 구비한 수중 모세관 플라즈마 장치는 밸러스트 워터의 정화, 의료 장비, 식기, 가습기 등에 사용되는 물의 소독, 기타 폐수 처리 등의 용도에 다양하게 사용 가능하다.

[47]

[48] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명에 대하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다.

[49]

그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

- [50]
- [51] [부호의 설명]
- [52] 100: 수중 모세관 플라즈마 장치
- [53] 102: 전원 공급부
- [54] 104: 방전 전극
- [55] 106: 가스 공급부
- [56] 200, 300, 400: 금속 팁
- [57] 202, 302, 402: 유전체 튜브
- [58] 204, 304, 404: 가스 공급관

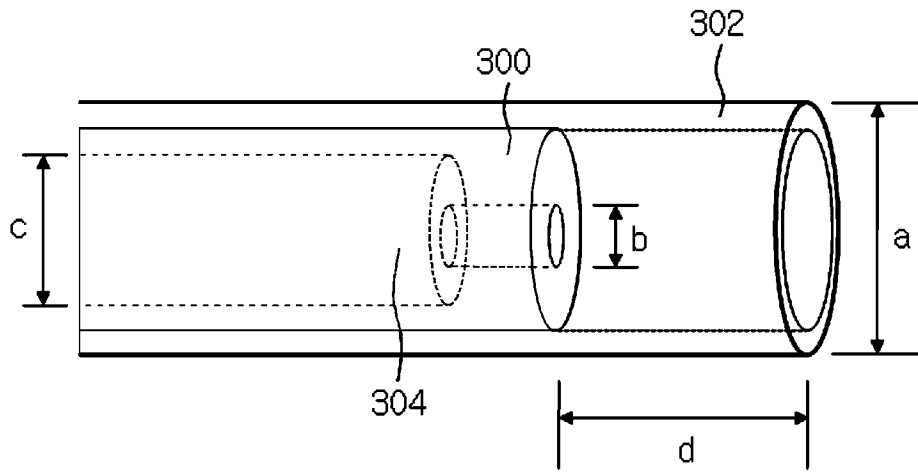
청구범위

- [청구항 1] 전원을 공급하는 전원 공급부;
상기 전원 공급부에서 공급된 전원을 인가받아 유체 내부에 모세관 플라즈마 방전을 일으키는 방전 전극; 및
상기 방전 전극에 보조 가스를 주입하는 가스 공급부를 포함하는 수중 모세관 플라즈마 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 방전 전극은, 상기 전원 공급부의 출력단과 전기적으로 연결되는 금속 팁; 및
상기 금속 팁을 둘러싸며, 상기 금속 팁의 끝 단 보다 일정 길이만큼 돌출되는 원통형의 유전체 튜브를 포함하는 수중 모세관 플라즈마 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 금속 팁의 재질은 텅스텐, 몰리브덴, 티타늄 또는 스테인레스(SUS) 중 하나 이상의 재질로 구성되는, 수중 모세관 플라즈마 장치.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
상기 유전체 튜브의 재질은 알루미나 또는 석영(Quartz) 중 하나 이상의 재질로 구성되는, 수중 모세관 플라즈마 장치.
- [청구항 5] 제2항에 있어서,
상기 유전체 튜브는, 유체와 접촉되는 끝단이 상기 원통의 내주면에서 외주면 방향으로 경사지도록 형성되는, 수중 모세관 플라즈마 장치.
- [청구항 6] 제2항에 있어서,
상기 가스 공급부는, 상기 금속 팁을 관통하여 형성되는 가스 공급관을 포함하는, 수중 모세관 플라즈마 장치.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 가스 공급관은, 상기 유체와 접촉되는 상기 금속 팁의 끝 부분에서 직경이 좁아지도록 형성되는, 수중 모세관 플라즈마 장치.
- [청구항 8] 제2항에 있어서,
상기 가스 공급부는, 상기 유전체 튜브를 감싸도록 형성되는 원통형의 가스 공급관을 포함하는, 수중 모세관 플라즈마 장치.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 가스 공급부는 오존, 산소, 질소, 아르곤, 헬륨 또는 공기 중 하나 이상을 포함하는 가스를 상기 유체 내부로 공급하는, 수중 모세관 플라즈마 장치.

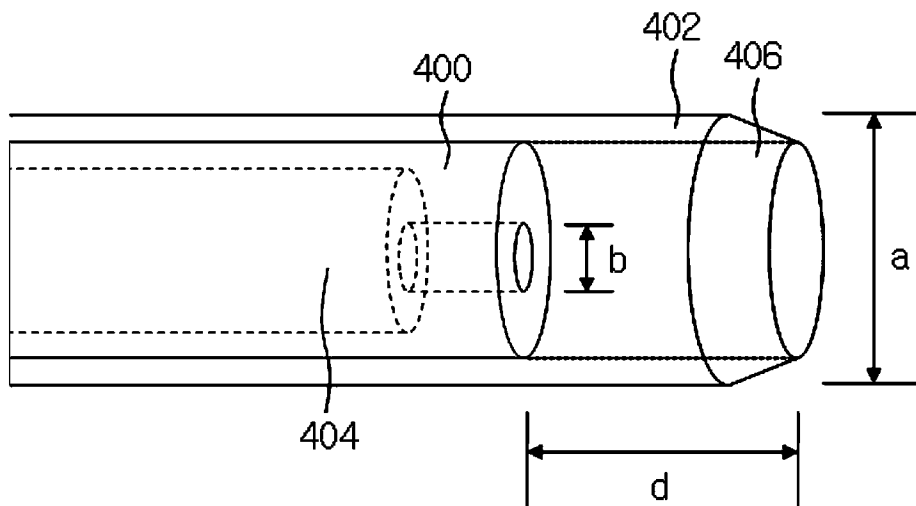
[청구항 10]

제1항에 있어서,
상기 가스 공급부는 액체 상태의 과산화수소수를 상기 유체
내부로 분사하는, 수중 모세관 플라즈마 장치.

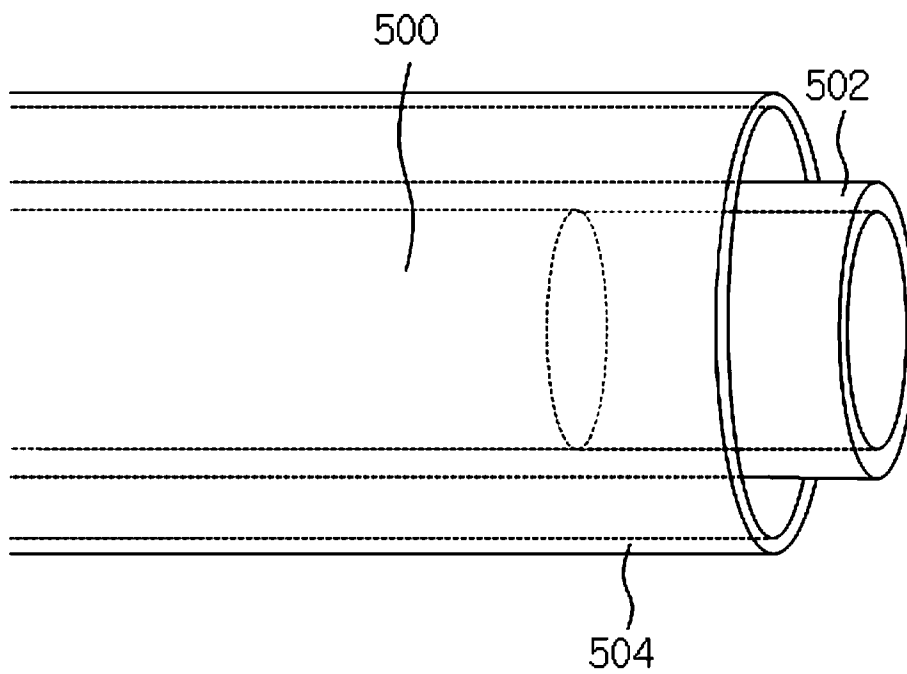
[Fig. 3]



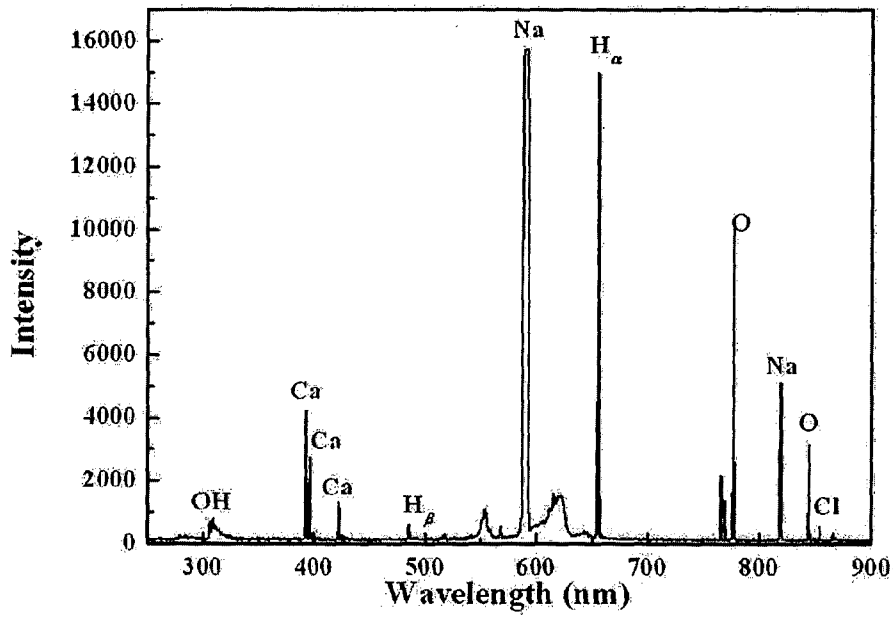
[Fig. 4]



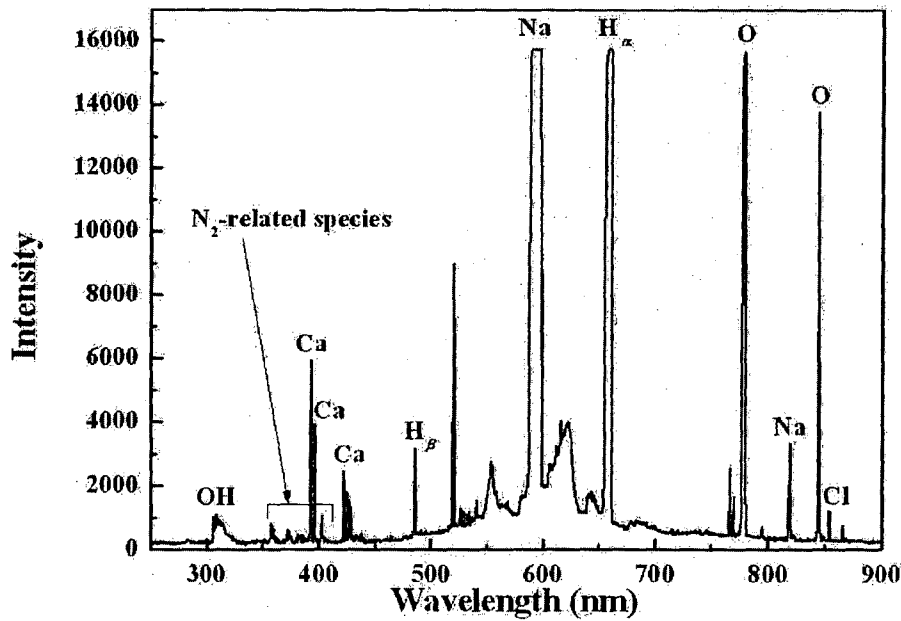
[Fig. 5]



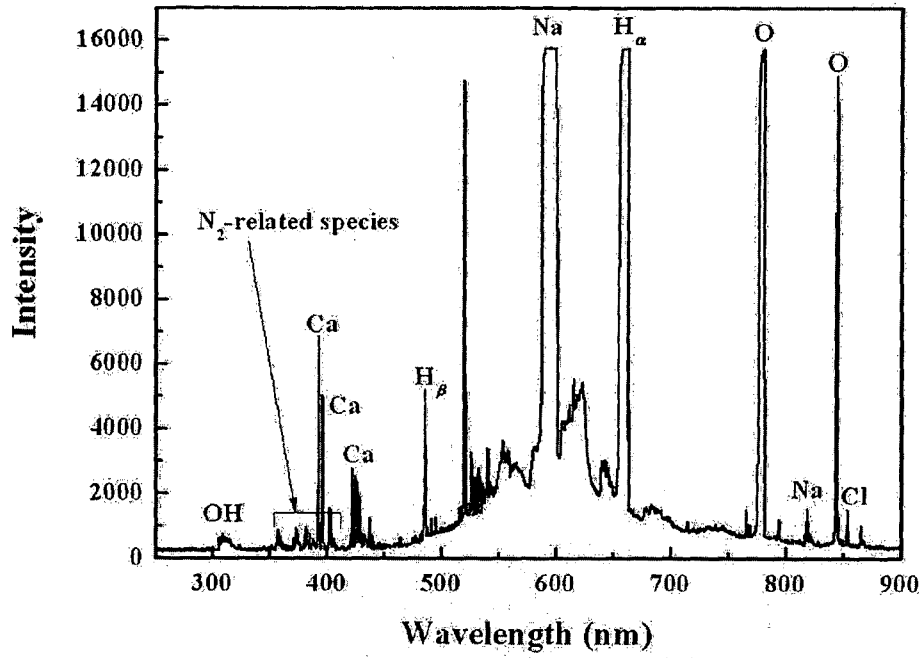
[Fig. 6]



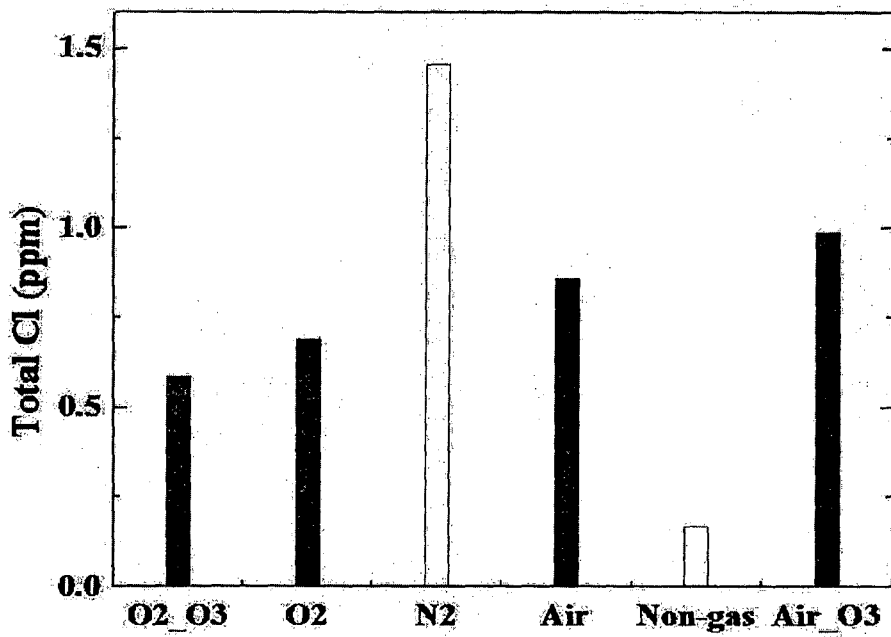
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]

