

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01J 17/49

(11) 공개번호 특2000-0076338  
(43) 공개일자 2000년12월26일

(21) 출원번호	10-1999-7008439	(87) 국제공개번호	WO 1998/42002
(22) 출원일자	1999년09월 17일	(87) 국제공개일자	1998년09월24일
번역문제출일자	1999년09월 17일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1998/05174	(87) 국제공개번호	WO 1998/42002
(86) 국제출원출원일자	1998년03월 17일	(87) 국제공개일자	1998년09월24일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴		
	국내특허 : 오스트레일리아 캐나다 일본 대한민국 미국		
(30) 우선권주장	8/820,013 1997년03월 18일 미국(US)		
(71) 출원인	트러스티이즈 오브 더 스티븐슨 인스티튜트 오브 테크날로지 미국, 뉴저지 07030, 호보큰, 허드슨 캐슬 포인트		
(72) 발명자	쿤하트, 에릭이. 미국, 뉴저지07030, 호보큰, 캐슬포인트테라스807 베커, 커트에이치. 미국, 뉴욕, 뉴욕이스트9번가25, 아파트10비		
(74) 대리인	강명구		

심사청구 : 없음

(54) 글로우 플라즈마 방전 장치

요약

다공질 유전체(30)로 둘러싸이는 전극(20,40)을 가지는 글로우 플라즈마 방전 장치가 공개된다.

대표도

도1

명세서

기술분야

본 발명은 DC 및 RF 글로우 방전에서 글로우-아크 전이를 억제하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이고, 특히, 글로우 플라즈마 방전을 안정화시키기 위해 당공질 유전체를 가지는 캐소드 구조에 관한 것이다.

배경기술

"플라즈마"는 이온, 전자, 그리고 중성 물질로 이루어지는 부분적으로 이온화된 기체이다. 일정한 또는 펄스형의 DC 전류, AC 전류, 또는 시간에 따라 변하는 (예를 들어, R.F.나 마이크로웨이브) 전자기장에 의해 생성되는 강한 전기장이나 고온에 의해 플라즈마가 생성된다. 중성 원자/분자에 전기장을 가함으로써 자유 전자가 에너지를 얻을 때, 방전 플라즈마가 생성된다. 상기 전자들은 전자-원자/분자 충돌을 일으켜 원자/분자에 에너지를 전이하여, 포톤, 준안정원자, 원자 여기 상태, 자유 라디칼, 분자적 분할, 모노머, 전자, 그리고 이온 등의 여러 가지 물질을 형성한다. 중성 기체는 부분적으로 또는 완전히 이온화되고, 전기전도 성질을 가진다. 플라즈마 물질은 화학적으로 반응성이며, 물질 표면을 물리적으로 변경할 수 있고, 새로운 화학 화합물의 원천으로 작용할 수 있으며, 기존 화합물을 변경시키는 데 사용될 수도 있다. 방전 플라즈마는 유용한 양의 광학적 방사를 생성할 수도 있고, 광원으로 사용할 수도 있다. 이러한 플라즈마에 대해 부가적인 여러 다른 용도가 있다. 글로우 방전과 아크 방전은 전류 유지 플라즈마로 알려진 일종의 플라즈마를 생성시킨다. 이는 전류 상기 플라즈마가 전류의 흐름에 의해 유지되기 때문이다. 이러한 플라즈마는 전류가 통과할 때만 전도체이며, 전하 캐리어까지의 에너지원이 제거되면 전기 전도 성질이 급격히 떨어진다.

글로우 방전의 특성으로부터 아크 방전의 특성까지 방전이나 방전 플라즈마의 속성이 변하는 곳에서 전이점이 존재한다. 아크 방전이 글로우 방전과 구별되는 특성은 높은 기체 온도와 낮은 캐소드 하강 전위이다. 하지만, 높은 캐소드 하강 전위와 연관된 높은 기체 온도를 가질 수도 있고, 그 역도 마찬가지다.

글로우 방전에서 아크 방전으로의 전이는 일련의 안정, 또는 준안정 상태를 통과한다. 그러나, 비정상 글

로우로부터 아크까지의 최종 단계는 종종 발생하는 불안정한 변화이고, 이는 직렬연결된 저항에서의 큰 전위 감소가 안정화를 위해 필요하기 때문이다. 직렬 저항이 없다면, 어떤 중간 단계에서도 평형을 이루지 못하고 전이가 급속하게 진행될 것이다. 중성 기체의 압력이 대기압을 향해 증가할수록 이 전이는 급속하게 진행될 것이다.

과거에, 1kHz 이상의 주파수를 사용하고, 두 금속 전극 사이에 유전체 플레이트(들)를 삽입키며, 묽은 헬륨 기체를 사용하는 것과 같은 여러 가지 방법으로 글로우 플라즈마 방전을 안정화시키려는 시도가 있었다. 또한, 글로우 플라즈마 방전을 안정화시키려는 다른 시도에는, 하부 전극 상에 절연 플레이트를 위치시키고, 브러시 형태의 상부 전극을 사용하며, 그리고 바닥에 절연 플레이트를 가지는 금속 상부 플레이트를 사용하는 것이 있다. 그러나, 여기에는 여러 결점이 있다. 즉, 헬륨은 고가(高價)이고, 전극들과 절연된 플레이트들의 구조에 기초한 물리적 제한사항이 있다.

이 분야의 종래 기술은 Elsevier Science Publishers, B, V(North-Holland Physics Publishing Division)에서 발행한 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research(1989)의 "Glow Plasma Treatment at Atmospheric Pressure for Surface Modification and Film Deposition"으로 명명된 Kanazaw, S., 외 공저의 논문과 연관된 1989년의 Okazaki, Satiko, 외 공저의 일련의 논문을 포함한다. 묽은 기체로서 헬륨을 사용하고 하부 전극상에 절연 플레이트를 사용하며 상부 전극에 대해 브러시 형태의 전극을 사용하여 3,000 Hz에서의 안정한 방전을 형성함으로써, CF<sub>4</sub>를 포함하는 기체에서의 처리에 의해 글로우 플라즈마를 안정화시키는 대기압 하의 플라즈마 처리법을 상기 논문은 공개한다.

Yokoyama, T, 외 공저의 "The improvement of the atmospheric-pressure glow plasma method and the deposition of organic films", Journal of Physics(1990) IOP publishing, Ltd.는 금속 기판들을 처리하기 위한, 대기압 하의 글로우 방전 플라즈마법의 개선된 형태를 제시하고, 상기 금속 기판 처리에서, 중앙 플레이트 상부 전극은 그 바닥에 설정된 절연 플레이트를 사용함으로써 개선된다.

Yokoyama, T, 외 공저의 "The mechanism of the stabilization of glow plasma at atmospheric pressure," Journal of Physics(1990) IOP Publishing, Ltd.는 세 가지 조건(즉, 고주파수 소스 사용, 희석용 헬륨 기체 사용, 그리고 두 전극간 유전체 플레이트 삽입)을 제어함으로써, 대기압 하에서 글로우 방전을 안정화시키는 방법을 공개한다.

Okazaki, Satiko 외 공저의 "Appearance of stable glow discharge in air, argon, oxygen, and nitrogen at atmospheric pressure using a 50 Hz source," Journal of Physics.(1993) IOP Publishing, Ltd.는 금속 와이어 메시 전극을 사용하여 낮은 방전 파괴 전압에서 Kekez 곡선의 초기 상태에서 방전이 일어나게 함으로써 글로우 방전을 안정화시키는 방법과 장치를 공개한다.

Kogoma, Masuhiro, 외 공저의 "Raising of ozone formation efficiency in a homogeneous glow discharge plasma at atmospheric pressure," Journal of Physics(1994) IOP Publishing, Ltd.는 기체 내의 기존 필라멘트 전류 방전에 공기의 10%까지 최대 산소의 15%까지 증가된 오존 효율을 생성하기 위하여 대기압 하의 균일한 글로우 방전을 사용함에 의한 오존 형성 효율을 증가시키는 오존 형성 장치를 공개한다. 이 증가는 전자와 분자간 더 큰 충돌 효율에 의해 생기고, 조용한 전기 방전의 방전 필라멘트에서 보다 온도의 낮은 증가로 인해 생긴다.

이 분야의 다른 기술은 "Discharge Electrode for a Gas Discharge Device"로 명명된 Hoag의 미국 특허 제 4,498,551 호의 내용을 포함하고, 상기 특허는 글래스 흐름에서 효과적으로 냉각되고 안정한 글로우 방전을 증진시키는 핀 형태의 전극을 사용한다.

Roth 외 다수의 "Steady-State Glow Discharge Plasma"로 명명된 1995년 2월 7일의 미국 특허 제 5,387,842 호와, Roth 외 다수의 "One Atmosphere, Uniform Glow Discharge Plasma"로 명명된 1995년 5월 9일의 미국 특허 제 5,414,324 호는 최대 5cm까지 이격되고 1-100kHz에서 1-5KV의 RMS 전위를 가지는 한 쌍의 절연 금속 플레이트 전극 사이에서 발생하는 정상 글로우 방전 플라즈마를 공개한다. 전극간의 공간은 헬륨, 네온, 아르곤 등과 같은 비활성 기체로 채워지고, 공기도 또한 포함할 수 있다. 글로우 방전 플라즈마를 발생시키고 유지하기 위한 RF 주파수 증폭기 수단은 임피던스 정합 회로망을 포함한다. 전기장의 아크는 매우 높아서, 전극 간의 플라즈마 양이온을 잡을 수 있지만, RF 전압의 반주기 동안 플라즈마의 전자를 잡을 정도로 높지는 않다.

앞서의 시도가 본 발명의 모든 장점을 공개하지는 않으며, 기존 기술이 본 발명의 모든 요소를 가르치거나 제시하지도 않는다.

### **발명의 상세한 설명**

본 발명의 주목적은 글로우 방전 플라즈마를 안정화시키기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 하나의 목적은 글로우 방전 내의 글로우-아크 전이를 억제하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또하나의 목적은 일정 전기장에서 글로우 방전 플라즈마를 안정화시키는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 하나의 목적은 시간에 따라 변하는 전기장에서 글로우 방전 플라즈마를 안정화시키는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또하나의 목적은 글로우 방전에서 캐소드 강하를 안정화시키는 캐소드 구조를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 하나의 목적은 넓은 범위의 작용 조건과 작용 압력에 대해서 글로우-아크 전이를 억제하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또하나의 목적은 글로우-아크 전이를 억제하고 글로우 방전을 안정화시키기 위해 다공질 유전

체로 둘러싸이는 금속 캐소드를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 하나의 목적은 넓은 범위의 전기장 세기에 대해서 글로우-아크 전이를 억제하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또하나의 목적은 글로우-아크 전이를 억제하면서 전기장 세기를 증가시킴에 의한 연료 연소의 특성을 가지는 것이다.

본 발명의 다른 하나의 목적은 물질 처리간에 글로우-아크 전이를 억제함으로써 플라즈마에 의해 도움받는 물질 처리의 특성을 가지는 것이다.

본 발명의 또하나의 목적은 대기압에서 대용량 플라즈마를 작용시키고 글로우-아크 전이를 억제하는 것이다.

본 발명의 다른 하나의 목적은 플라즈마 처리 공정의 단순성을 증가시키고 비용을 감소시키는 것이다.

본 발명의 또하나의 목적은 글로우-아크 전이를 억제함으로써, 고압에서의 플라즈마 사용을 통한 오염 제거를 향상시키는 것이다.

상기 목적 및 다른 목적은 글로우-아크 전이를 억제함으로써 글로우 플라즈마 방전을 안정화시키는 본 발명의 방법 및 장치에 의해 달성된다. 상부 표면과 하부 표면 및 다수의 구멍을 가지는 유전체 플레이트가 캐소드 위에 위치하고 칼라에 의해 그 위에 보지된다. 전체 전류 밀도가 글로우-아크 전이에 대한 한계값 위로 증가하는 것을 막는, 분리된 활성 전류 제한 마이크로채널로 각각의 구멍이 작용한다.

### 도면의 간단한 설명

발명의 또다른 목적 및 특징은 첨부한 도면을 참조로 하는 다음의 실시예로부터 명백해질 것이다.

도 1은 본 발명의 DC 실시예의 캐소드를 둘러싸는 다공질 유전체의 분리 형태 투시도.

도 2는 본 발명에 사용되는 회로 구조도.

도 3은 40 토르에서 아르곤의 가해진 전압, 글로우 전압, 그리고 아크 전압에 대한 전압-전류 그래프.

도 4는 20 토르에서 아르곤의 가해진 전압, 글로우 전압, 그리고 아크 전압에 대한 전압-전류 그래프.

도 5a와 5b는 본 발명의 다공질 유전체가 있을 때와 없을 때의 가해진 전압, 글로우 전압, 아크 전압의 그래프.

도 6a는 아크 방전의 사진이고 도 6b는 글로우 방전의 사진.

도 7은 다공질 유전체가 두 전극 위에 위치할 때 RF 전기장에 대한 본 발명의 다른 하나의 실시예의 측면도.

(참조 번호 설명)

10 ... 캐소드	20, 40, 120, 140 ... 전극
30, 130 ... 다공질 유전체	35 ... 칼라
36 ... 구멍	

### 실시예

본 발명은 DC, RF 전기장, 펄스형 DC, AC 전류, 또는 캐소드 강하 영역으로부터 방출되는 다른 글로우 방전에서의 글로우-아크 전이를 억제함으로써, 플라즈마 글로우 방전을 안정화시키는 방법 및 장치를 지향한다. 도 1에서, 넓은 범위의 작동 조건에 대해 캐소드 강하를 안정화시키고 글로우-아크 전이를 억제시키기 위해, 새로운 캐소드 구조가 발전되었다. 따라서, 안정한 글로우 방전이 (최대가 대기압인) 넓은 범위의 작용 압력과 넓은 범위의 전기장 세기에 대해 본 발명의 캐소드 구조와 함께 유지될 수 있다.

DC 실시예를 도시하는 도 1에서, 본 발명의 캐소드 구조(10)는 상부 전극(40)에 접하게 위치하는 다공질 유전체(30)로 둘러싸이는 금속 캐소드(20)(알루미늄, 스테인레스 스틸, 등)로 이루어진다. 다공질 유전체(30)는 칼라(35)에 의해 캐소드(20) 상에 보지되고, 캐소드(20)에 대한 캡(cap)이나 커버(cover)로 형성되며, 공지된 여러 다른 기술에 의해 캐소드(20) 위에 위치하고 보지된다. 상기 칼라(35)는 캐소드(20) 위에 끼워맞추어지고, 칼라를 관통하는 구멍(36)을 가진다.

다공질 유전체는 석영, 질화규소, 산화규소, 글래스와 같은 바람직한 유전체 종류의 물질로 형성될 수 있다. 유전체는 고온에 견딜 수 있는 물질로 형성되는 것이 바람직하다. 다공질 유전체는 미크론 범위의 미세 구멍을 포함한다. 구멍의 중심간 거리는 역시 동일 치수이다. 구멍 크기는 특정 용도를 위해 매우 중요하다. 앞으로 논의될 시도에서는, 구멍간 거리가 12 미크론인 10미크론 크기의 구멍을 가지는 유전체가 사용되었다. 구멍 직경은 5-200 마이크로미터 범위에서 변화하고, 구멍 길이(유전체 두께)는 100 마이크로미터에서 2 mm의 범위에서 변화한다. 유전체 두께에 대한 구멍 지름의 비는 중요한 인자이고, 응용물에 따라서 제어될 수 있는 것이다. 한 예에서 이 비율은 10:1이고, 이는 구멍 직경이 유전체 두께의 1/10임을 말한다.

다공질 유전체는 레이저 애블레이션에 의해 제작된다. Norton International 사에서 제작하는 유전체 플레이트에 대한 블랭크가 사용가능하고, 원하는 물질(10마이크로미터의 구멍 직경과 0.6 mm의 구멍 길이를 가지는 유전체)의 기능을 할 수 있다. 구멍 직경, 구멍 길이, 구멍 밀도, 그리고 물질은 특정 용도에 대해 발명을 최적화시키기 위해 변경될 수 있다. 어떤 산화규소 웨이퍼도 레이저 애블레이션에 의해 다공성 구멍을 형성하여, 본 발명과 연관되어 사용되는 다공질 유전체를 형성할 수 있다.

도 2에서, 앞으로 기술될 본 발명의 시도를 알리는 데 사용되는 회로가 도시된다. 상기 회로는 본 발명의 캐소드 구조와 함께 사용되어, 안정한 DC 글로우 플라즈마 방전에 영향을 미친다. 이 회로는 방정식 (1)을 따른다.

$$V_s = I_1(R_1 + R_2) = (R_1 + R_2)V/R_1 \dots\dots\dots (1)$$

여기서,  $I_2 = 4I_1$ ,

$$R_E \propto R_3/4 \quad (R_1 \ll R_3 \text{ 일 때})$$

$$V_g = V_s - I_g R_3$$

$$V_d = V_s - I_d R_3$$

이러한 방식으로, 저항 R을 통한 전압 V와 저항 R1을 통한 전류 I를 측정함으로써, 캐소드(10)에 걸리는 전류와 전압을 계산할 수 있다.

본 발명은 작동 범위를 제한하는 잘 알려진 불안정성을 가지는 DC 글로우 방전이 대기압까지의 높은 압력에서 작동하게 한다. 따라서, 안정화는 물질 공정, 오염 개선, 새로운 발광 장치, 그리고 방전-항상 연소의 여러 측면의 응용을 가능하게 한다.

고속 캐소드를 덮는 다공질 유전체는 방전을 깨뜨려서 다수의 분리 마이크로-채널 내로 보냄으로서 DC 방전의 캐소드 강하 영역을 안정화시킨다. 다공질 유전체를 이루는 각각의 구멍은 분리된 활성 전류-제한 마이크로채널로 작용한다. 각각의 채널의 한정된 치수와 벽 효과로 인한 입자 손실은 각 채널의 전기 전도도에 상한을 설정시키고, 그러므로 운반할 수 있는 전류 밀도의 상한을 설정시킨다. 이는 전류 밀도가 글로우-아크 전이에 대한 한계값 위로 증가하는 것을 막는다.

추가적으로, 유전체는 증기 증착이나 캐소드에 직접 유전체를 가하는 다른 공정에 의해 캐소드 상의 적절한 위치에 직접 증착될 수 있다. 이러한 방법으로, 캐소드는 활성 전류 제한 장치로 작용한다.

프로토타입 DC 글로우 방전 장치는 10-100 토르 사이의 아르곤 분위기에서 평행 플레이트 전극 장치를 사용하여 설정되어, 본 발명을 설명한다. 이 압력에서, 글로우-아크 전이가 충분히 느리므로, 글로우-아크 전이의 상을 쉽게 볼 수 있다. 대기압에서의 전이는 매우 급속하게 일어나, 관측하기 어렵다. 그러나, 본 발명은 대기압까지의 압력에 사용되도록 고안되었다. 전류 전압 특성은 표준 금속(AI) 캐소드를 사용하여 여러 가지 작동 조건에 대해 기록되었다. 측정된 곡선은 안정한 글로우 방전의 형성시 기체의 항복에 상응하는 잘 알려진 제 1 전이와, 글로우 체제로부터 (필라멘트(높은 전류 밀도) 채널을 생성하는) 아크까지 전이의 돌출된 제 2 전이 특성을 도시한다. 따라서, 종래의 캐소드는 새로운 캐소드 설계에 의해 대체되고, 동일 전류-전압 곡선이 기록된다. 모든 곡선은 안정한 고전류 글로우까지의 제 1 전이만을 도시하였다. 이전에 관측된 글로우-아크 전이의 어떠한 표시도 어떤 작동 조건 하에서 발견되지 않는다. 방전의 공간적 분배는 역시 흩어진다.

도 3에서, 가해진 전압(VG), 글로우 전압(Vg), 아크 전압(Vd)에 대한 전압-전류 그래프가 40 토르의 압력의 아르곤 분위기에 대해 도시된다. 도 4는 가해진 전압(VG), 글로우 전압(Vg), 아크 전압(Vd)에 대한 전압-전류 그래프가 20 토르의 압력의 아르곤 분위기에 대해 도시된다.

도 5a와 5b는 본 발명의 다공질 유전체가 있을 때와 없을 때의 글로우-아크 전압과 가해진 전압의 그래프이다. 이 도면들은 글로우 플라즈마 방전의 안정화를 보여준다. 제 1 스테이지 A에는 전류가 흐르지 않는다. 제 2 스테이지 B에서, 전압이 가해지나, 전류는 여전히 흐르지 않는다. 제 3 스테이지 C에서, 글로우 방전을 얻을 수 있다. 도 5a에서 도시되는 바와 같이, 글로우는 급속히 아크 스테이지 D로 넘어가고, 도 5b에서, 다공질 유전체는 글로우-아크 전이를 억제하고, 아크가 없도록 글로우 방전을 안정화시킨다.

도 6a는 필라멘트(높은 전류 밀도) 채널을 생성하는 아크 방전을 도시하는 사진이다. 도 6B는 균일한 글로우 방전에 의해 특성화되는 글로우 방전을 도시하는 사진이다.

도 7은 다공질 유전체가 두 전극 위에 위치하는 본 발명의 RF 방전 실시예의 측면도이다. 도시된 바에 의하면, 두 전극(120,140)은 다공질 유전체(130)로 둘러싸인다. RF 전기장에서 전류의 방향이 바뀌기 때문에, 유전체(130)는 두 전극(120,140) 위에 위치해야 하고, 이때 두 전극은 상호교대하여 캐소드로 작용한다. 이 구조에 의해, 글로우 방전은 더 넓은 작동 조건 하에서 지속된다. 이러한 구조는 주파수와 크기에 독립적인 장치를 얻을 수 있게 한다.

대기압에서 대용량 플라즈마에 본 발명의 방법과 장치를 적용함으로써, 연료의 가열값보다 몇배 높은 수준으로 연료 연소 시에 방출되는 에너지를 증가시킬 수 있다. 에너지의 분배가 전체 크기에 대해 요구되고 적은 영역에 집중될 수 없기 때문에, 과거의 이 영역에 대한 시도는 실패하였다. 글로우-아크 전이로 인해, 일반적인 작동 수준에서 크기의 나머지 부분을 그대로 유지한 채, 매우 높은 에너지 수준의 아크를 생성하려는 경향이 있었다. 글로우-아크 전이를 억제하고 플라즈마 글로우를 안정화시킴으로써, 본 발명의 방법 및 장치는 기존 시도의 한계를 극복하고, 이전보다 더 큰 에너지 밀도를 가지는 연소 공정의 증가를 유발한다.

본 발명의 부가적인 응용물은 공기 오염 정화의 분야에서 생길 수 있고, 글로우-아크 전이의 안정화는 고압 및 대용량의 상황에서 토양과 수질 오염의 정화 작용을 제작함으로써 공기 방출의 구성요소를 실시간으로 파괴하는 결과를 유발할 수 있다. 글로우-아크 전이를 억제하고 글로우 방전을 안정화시킴으로써, 본 발명은 저렴한 비용과 높은 효율로 오염 증기를 파괴하기 위해 대용량 플라즈마가 발생한다. 펄스형 코로나와 장벽 방전에 의해 파괴된 NO<sub>x</sub>나 SO<sub>x</sub>와 같은 연소 부산물의 파괴에 관계하는 추가적 응용품이 있을 수 있다.

본 발명은 대기압에서 리소그래피 시트 표면을 세척하는 데 추가적으로 적용할 수 있다. 또한, 폴리머 필름 큐어링을 위해 대기압에서 넓은 면적의 표면 세척을 위한 용도로 사용될 수도 있다. 대기압에서 작동

가능하다는 것에 의해, 진공 과정에 필요한 고비용에 대한 큰 장점을 얻을 수 있다. 추가적으로, 본 발명은 직접 주사 금속 이온 빔 공정을 위해 사용되는 폴리머, 글래스, 반도체의 사전처리를 위해 사용될 수 있다.

부가적으로, 대기압 글로우 방전 플라즈마는 생물학적으로 오염된 표면을 살균하는 데 사용될 수 있다. 현재의 이 분야의 기술은 오염된 매질을 살균하기 위해 고온, 강한 화학제, 또는 자외선 방사등을 사용한다. 그러나, 이러한 접근법의 문제점은 시간 소요가 크고, 잠재적으로 위험하여, 잠재적으로 위험한 부산물을 형성할 수 있다는 점이다. 대기압 글로우 방전 플라즈마에 노출된 물질은 단 1분동안 생물학적 오염물에 대해 살균된다.

앞서 본 발명에 대해 자세히 기술하였으나, 앞서의 기술 내용이 본 발명의 정신과 범위를 제한하는 것은 아니다. 특허에 의해 보호되고자 하는 범위는 첨부된 청구항에 기술된다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

마주보도록 위치하는 한 쌍의 전극;

두 전극 중 하나 위에 위치하는 다공질 유전체; 그리고

두 전극 사이에서 발생하는 전기장;으로 이루어지는 것을 특징으로 하는, 글로우 플라즈마 방전을 발생시키고 유지하는 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 다공질 유전체는 다수의 구멍을 포함하고, 각각의 구멍은 5-200 마이크로미터의 직경을 가지는 것을 특징으로 하는, 글로우 플라즈마 방전을 발생시키고 유지하는 장치.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 유전체가 100 마이크로미터와 2 mm 사이의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는, 글로우 플라즈마 방전을 발생시키고 유지하는 장치.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 유전체가 질화규소(silicon nitride)인 것을 특징으로 하는, 글로우 플라즈마 방전을 발생시키고 유지하는 장치.

### 청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 유전체가 탄화규소(silicon carbide)인 것을 특징으로 하는, 글로우 플라즈마 방전을 발생시키고 유지하는 장치.

### 청구항 6

제 3 항에 있어서, 제 2 유전체가 상기 두 전극 중 나머지 한 전극 위에 위치하는 것을 특징으로 하는, 글로우 플라즈마 방전을 발생시키고 유지하는 장치.

### 청구항 7

제 3 항에 있어서, 상기 유전체는 고온에서 견딜 수 있는 고온 유전체인 것을 특징으로 하는, 글로우 플라즈마 방전을 발생시키고 유지하는 장치.

### 청구항 8

한 개의 전극;

상기 전극 위에 위치하는 다공질 유전체 수단; 그리고

상기 전극에 다공질 유전체를 지지하는 수단;으로 이루어지는 것을 특징으로 하는, 글로우 플라즈마 방전을 발생시키고 유지하는 캐소드(cathode).

### 청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 다공질 유전체 수단은 다수의 구멍으로 이루어지고, 각각의 구멍은 5-200 마이크로미터의 직경을 가지는 것을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 다공질 유전체 수단은 100 마이크로미터에서 2 mm 사이의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 다공질 유전체 수단은 질화규소인 것을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 12

제 10 항에 있어서, 상기 다공질 유전체 수단은 탄화규소인 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 13**

제 11 항에 있어서, 제 2 다공질 유전체 수단은 두 전극 중 나머지 한 개의 전극 위에 위치하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 14**

제 11 항에 있어서, 다공질 유전체 수단은 고온에서 견딜 수 있는 고온 유전체인 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 15**

두 전극을 서로 마주보게 위치시키고;

다수의 구멍을 가지는 다공질 유전체를 제공하며; 그리고

다공질 유전체로 전극 중 하나를 덮는; 이상의 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는, 방전 플라즈마의 글로우-아크 전이를 안정화시키는 방법.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서, 두 전극이 모두 다공질 유전체로 덮히도록, 두 전극 중 나머지 한 개의 전극을 다공질 유전체로 덮는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 방전 플라즈마의 글로우-아크 전이를 안정화시키는 방법.

**청구항 17**

제 15 항에 있어서, 전극 중 한 개를 덮는 단계가:

전극 위에 유전체 물질을 위치시키고; 그리고

유전체 물질은 전극 위에 보지하는; 두 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 방전 플라즈마의 글로우-아크 전이를 안정화시키는 방법.

**청구항 18**

제 17 항에 있어서, 두 전극 중 한 전극 위에 유전체 물질을 보지하는 단계는 유전체 위에 보지 칼라 (retaining collar)를 위치시키는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 방전 플라즈마의 글로우-아크 전이를 안정화시키는 방법.

**청구항 19**

제 15 항에 있어서, 상기 두 전극 중 한 전극을 덮는 단계는 두 전극 중 한 전극에 유전체를 증착시키는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는, 방전 플라즈마의 글로우-아크 전이를 안정화시키는 방법.

**청구항 20**

제 19 항에 있어서, 두 전극 중 한 전극 위에 유전체를 증착시키는 단계는 증기 증착으로 이루어지는 것을 특징으로 하는, 방전 플라즈마의 글로우-아크 전이를 안정화시키는 방법.

**청구항 21**

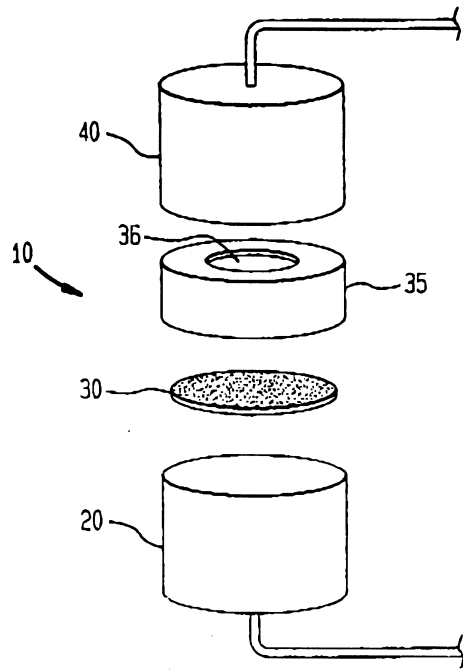
마주보게 위치하고 그 사이에 공간을 가지는 한 쌍의 전극;

두 전극 사이에 위치하고 부분적으로 상기 공간을 점유하는 다공질 유전체; 그리고

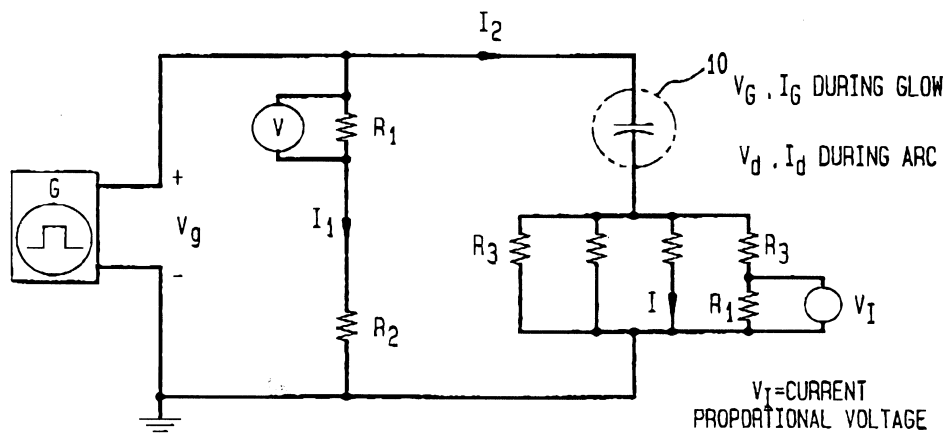
두 전극 사이에서 발생하는 전기장;으로 이루어지는 것을 특징으로 하는, 글로우 플라즈마 방전을 발생시키고 유지하는 장치.

**도면**

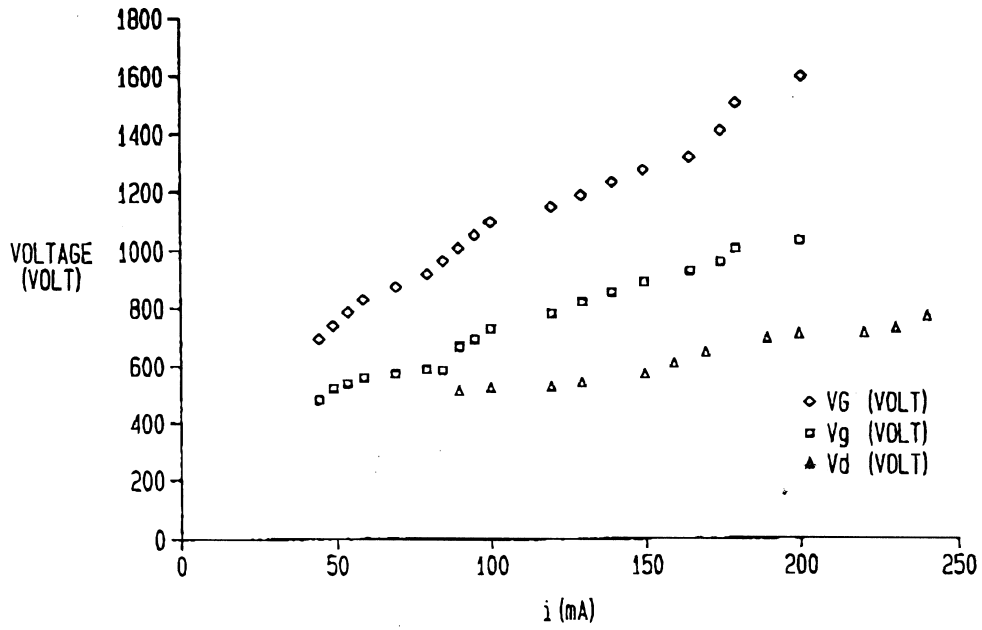
도면1



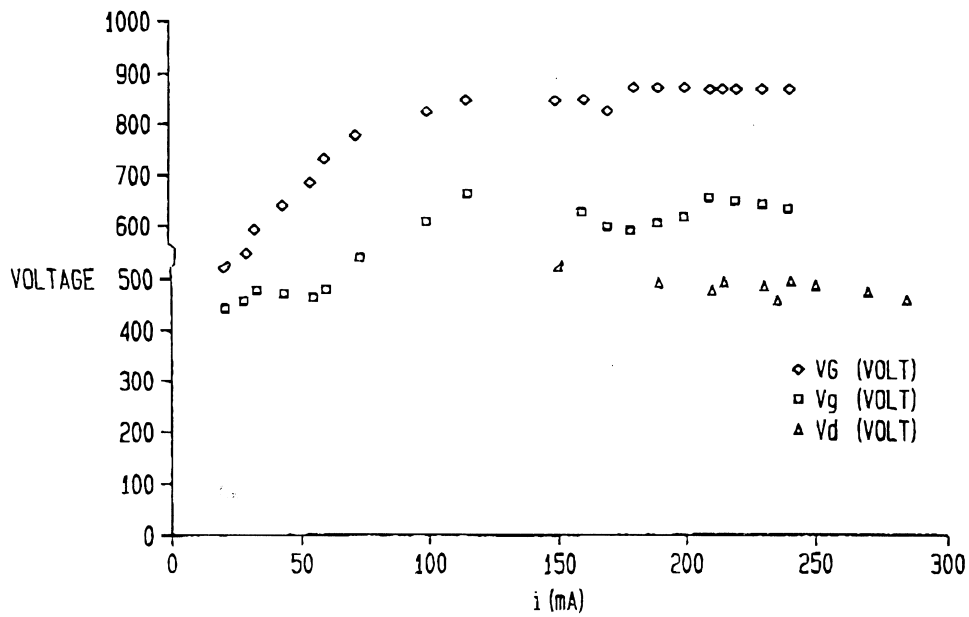
도면2



도면3

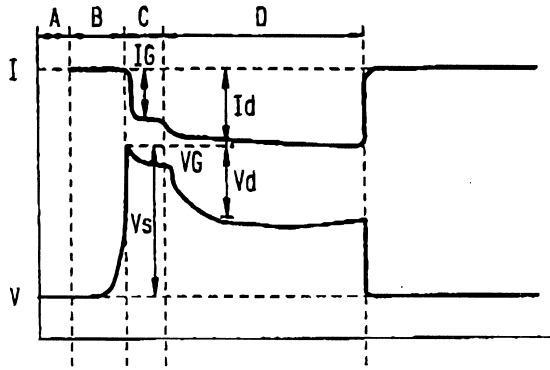


도면4

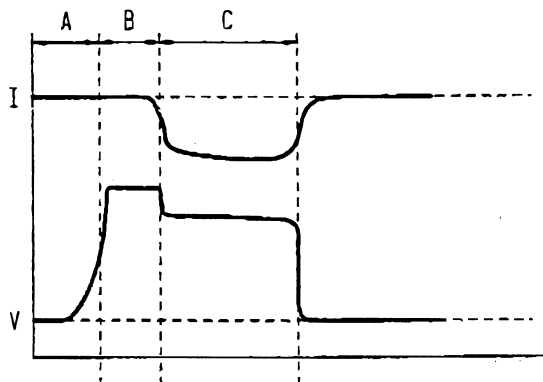




도면5a



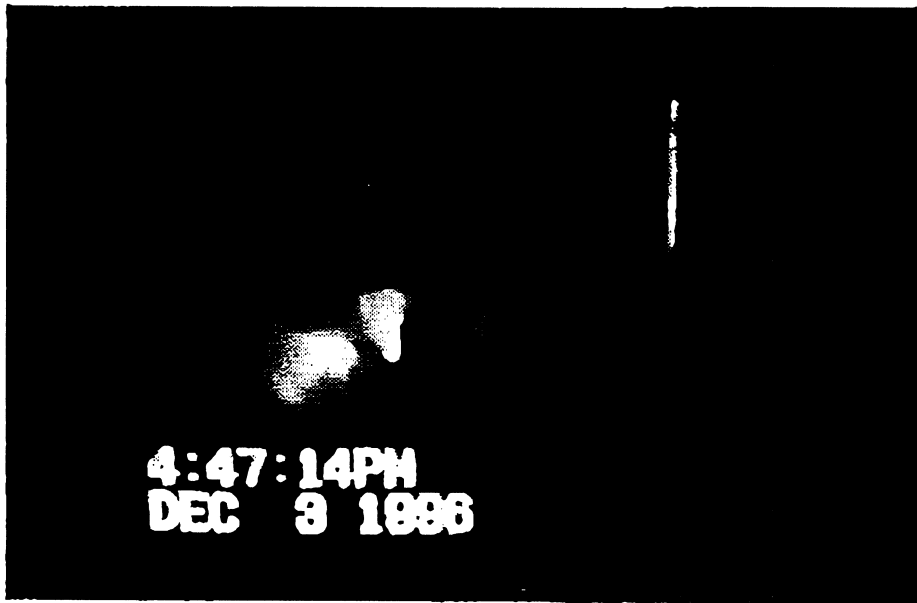
도면5b



도면6a



도면6b



도면7

