

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.⁷
H01J 65/04

(45) 공고일자 2005년10월20일
(11) 등록번호 10-0522331
(24) 등록일자 2005년10월11일

(21) 출원번호 10-2002-0040063
(22) 출원일자 2002년07월10일

(65) 공개번호 10-2004-0005487
(43) 공개일자 2004년01월16일

(73) 특허권자 연세대학교 산학협력단
서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자 백홍구
서울특별시 강남구 압구정동 현대아파트 23동 202호

박해일
서울특별시구로구구로동31-20

이태일
경기도안산시월피동한양아파트18-808

(74) 대리인 김명섭

심사관 : 권순근

(54) 자기장 효과를 이용한 무전극 자외선 램프

요약

본 발명은, 종래 용량형 무전극 자외선 램프의 효율을 향상시킴과 동시에 기존 필라멘트 전극을 사용한 자외선 램프보다 높은 자외선 강도를 갖고, 높은 광효율을 갖는 용량형 무전극 자외선 램프를 제공한다.

이를 위하여 본 발명은, 방전용의 직관형 램프관(2)과, 램프관(2)의 끝단부 부근의 외표면에 소정 폭으로 일정한 면적을 가지도록 형성되는 방전용 전도체 외부 전극(4)과, 램프관(2) 주위에 감겨진 상태에서 외부 전극(4)으로 인가되는 각 전원 공급선의 일측 일단에 연결되고 그 타단이 외부 전극과 연결되는 전도체 코일(6)을 포함하여 이루어진다.

여기서, 코일(6)은 상기 램프관(2)의 외표면과 상기 코일(6) 사이에 공기층(10)이 존재하도록 상기 램프관(2)으로부터 이격되어 감겨질 수도 있으며, 상기 코일(6)로의 연결부위를 차폐하도록 외부 전극(4) 및 코일(6)을 감싸는 전도체 포일(12)을 추가하는 것도 좋다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일실시예에 따라 자기장 효과를 일으키기 위한 용량형 무전극 자외선 램프의 외부 전극 구조를 개략적으로 보여준다.

도 2a 및 2b는 무전극 자외선 램프의 플라즈마 방전시 외부 전극 부근에서 쉬쓰의 두께를 종래의 용량형 무전극 램프(도 2a)와 본 발명에 따른 용량형 무전극 램프(도 2b)로 비교하여 보여준다.

도 3은 6W 상용 자외선 램프(필라멘트 전극을 사용한 램프)의 254nm의 분광 스펙트럼이다.

도 4는 본 발명에 따른 6W 무전극 자외선 램프의 254nm의 분광 스펙트럼이다.

도 5는 Hg의 원자 공진 에너지 도표이다.

도 6은 유리관 안쪽 표면에 인을 도포한 23W 자외선 램프의 9개 지점(A, B, C, D, E, F, G, H, I)에서 측정한 휘도값을 종래의 무전극 램프(■)와, 본 발명의 무전극 램프(●) 및 상용 필라멘트 램프(▲)로 나누어 나타낸 그래프이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 무전극 자외선 램프에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 종래 용량형 무전극 자외선 램프의 효율 및 자외선 강도를 더욱 향상시킬 수 있는 외부 전극 구조에 관한 것이다.

일반적으로 자외선 램프 혹은 자외선 살균 램프는 텅스텐 필라멘트에 2차 전자 공급을 원활하게 하기 위하여 전자 방출 활성화 물질로서 바륨 옥사이드(BaO)를 코팅한 전극을 사용하고 있다. 그러나, 램프의 방전시 필라멘트는 고온 상태가 되어 표면에 코팅되어 있는 BaO가 증발하여 소모되는데, 일단 BaO가 소모되면 시스템의 방전 개시 전압이 상승하여 더 이상 주어진 전원 공급 시스템으로는 방전되지 않는 문제점이 있다.

기존의 필라멘트 전극을 사용한 자외선 램프의 이러한 수명 문제를 개선하기 위해서 무전극 자외선 램프가 제안되었다. 용량형 타입의 무전극 자외선 램프는 단순히 전극을 자외선 램프 관 밖에 위치시킨 형태로 방전 특성은 일반 냉음극 방전과 유사하다. 외부에 설치된 전극에 의해 램프 내에 형성된 강한 전계는 전자를 가속시키고 중성 가스를 이온화하여 플라즈마를 발생시킨다. 그러나, 이렇게 단순히 외부 전극만을 설치하는 형태의 용량형 무전극 자외선 램프는 외부 전극 부근의 쉬쓰(sheath)에서 이온 가속으로 인한 전력 소모가 상당하여, 기존의 필라멘트 전극을 사용한 램프에 비해 광효율의 향상을 기대할 수 없어서 상용화에 불리하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에 본 발명은, 종래 용량형 무전극 자외선 램프의 효율을 향상시킬 수 있는 외부 전극 구조를 제공하는 것을 목적으로 한다.

더불어, 본 발명은 기존의 필라멘트 전극을 사용한 자외선 램프보다 높은 자외선 강도를 갖고, 높은 광효율을 갖는 용량형 무전극 자외선 램프를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은, 방전용의 직관형 램프관(2)과, 상기 램프관(2)의 끝단부 부근의 외표면에 소정 폭으로 일정한 면적을 가지도록 형성되는 방전용 전도체 외부 전극(4)과, 상기 램프관(2) 주위에 감겨진 상태에서 상기 외부 전극(4)으로 인가되는 각 전원공급선의 일측 일단에 연결되고 그 타단이 상기 외부 전극과 연결되는 전도체 코일(6)을 포함하는 무전극 자외선 램프를 제공한다.

여기서, 상기 코일(6)은 상기 외부 전극(4)에 대하여 램프관(2) 안쪽 위치에 감겨져 있는 것이 좋고, 또한 상기 코일(6)은 상기 램프관(2)의 외표면으로부터 이격된 채로 감겨진 것이 좋고, 아울러 상기 코일(6)은 상기 램프관(2)에 설치되는 절연 구조물(8) 위에 상기 램프관(2)으로부터 이격되도록 감겨지고, 상기 램프관(2)의 외표면과 상기 코일(6) 사이에 공기층(10)이 존재하는 것이 더욱 바람직하다. 또한, 전원으로부터 상기 코일(6)로 전기적으로 연결되는 부분을 제외한 부분을 차폐하도록 상기 외부 전극(4) 및 코일(6)을 감싸는 전도체 포일(12)을 추가적으로 포함하는 것이 좋다.

아울러, 상기 전도체는 구리, 알루미늄 및 은으로 구성되는 군 중에서 선택되는 어느 하나인 것이 좋고, 상기 외부 전극(4) 및 코일(6)은 램프관(2)의 양단에 설치되는 것이 좋고, 상기 전원은 코일(6)에 먼저 인가된 후 외부 전극(4)으로 인가되는 것이 좋다.

이하에서 본 발명을 첨부 도면 및 바람직한 실시예를 참고로 더욱 상세하게 설명한다. 그러나, 아래의 설명에 의해 본 발명의 범위가 제한되어서는 아니되며, 본 발명의 범위는 이어지는 청구의 범위에 기재된 것에 의해서만 제한될 것이다.

도 1은 본 발명의 일실시예에 따라 자기장 효과를 일으키기 위한 용량성 무전극 자외선 램프의 외부 전극 구조를 보여준다. 램프관(2)은 자외선 투과재료로 구성되고(도 6과 관련해서는 인을 도포한 유리로 구성된 램프관을 사용했음), 외부 전극(4)은 구리, 알루미늄이나 은과 같은 전도체를 코팅하거나 부착시킬 수 있는데, 본 실시예에서는 구리 테이프를 외부 전극(4)으로 램프관(2)의 끝단부 부근에 부착시켰다. 이 때, 자외선 발광을 위해 자외선 투과재료로 구성하는 중앙부와는 달리 램프관(2)의 끝단부 부근에서는 램프관(2)을 유리로 구성하고 이들을 플릿 글라스(frit glass) 등을 사용하여 밀봉할 수도 있다. 코일(6) 역시 위와 같은 전도체로 만들어진 코일이 사용된다. 본 실시예에서는 외경 0.5mm인 순수한 구리선을 외부에 폴리에틸렌 코팅하여 사용하였는데, 감은 코일의 길이(X)는 1 ~ 2cm였다. 상기 전도체 코일(6)은 상기 외부 전극(4)에 대하여 램프관(2) 안쪽 위치에 상기 램프관(2) 외표면으로부터 이격되도록 감겨져 있다. 즉, 상기 외부 전극(4) 주변에 절연구조물(8)을 형성하여 상기 코일(6)이 상기 절연구조물(8) 위에 감겨지도록 해서 상기 코일(6)을 상기 램프관(2) 외표면과 공기층(10)을 사이에 두고 이격시켰다. 이 공기층(10)은 전계의 영향을 배제하기 위함이다. 본 실시예에서는 상기 공기층(10)을 약 0.5mm 두께로 형성하였다. 아울러, 외부로 방출되는 전자기파를 차단하기 위하여 전도체 포일(12)이, 도 1에 보인 바와 같이 코일(6)로 전원이 공급되는 영역을 제외한 부분을 차폐하도록 감싸고 이 구조물 전체를 테프론 테이프와 같은 절연체(14)로 감싼다. 전원은 RF(13.56 MHz, 2.65 MHz), AC-pulse(20~200 kHz)를 사용할 수 있다. 전원의 공급은 도 1에서 보인 것처럼 코일(6)에 제 1 결선(7)을 통해 먼저 인가되고 난 후 외부 전극(4)으로 제 2 결선(7)을 통해 인가되도록 하는 것이 좋다. 램프관(2)의 양단에 도 1과 같은 구조를 갖는 외부 전극(4)을 설치하였다.

도 2a에 보인 바와 같이 단순히 외부 전극만을 설치하는 형태의 종래의 용량성 무전극 자외선 램프에서는 방전시 외부 전극(4) 부근에서 쉬쓰의 두께(A)가 커서 쉬쓰의 저항이 크므로 결과적으로 쉬쓰에서는 이온 가속으로 인한 전력 소모가 상당하여, 기존의 필라멘트 전극을 사용한 램프에 비해 광효율의 향상을 기대할 수 없었다. 그러나, 도 1과 같이 외부 전극과 함께 코일을 설치한 본 발명에 따른 용량성 무전극 자외선 램프에서는, 도 2b에 개략적으로 보인 바와 같이, 시간에 따라 세기가 변하는 자기장의 영향으로 외부전극(4)을 향하여, 코일(6) 아래의 플라스마 내의 전자가 패러데이 법칙에 의하여 형성된 원주 방향의 전기장에 의하여 힘을 받아 원운동을 하여 중성가스와 충돌을 일으키므로, 이렇게 더 많은 충돌이 이 부분의 이온화를 향상시켜 플라스마의 밀도를 증가시킨다. 결과적으로 자기장으로 인하여 외부전극 부근의 플라스마의 밀도가 증가하여 쉬쓰의 두께(B)가 얇아지므로 쉬쓰의 저항도 작아지고 쉬쓰에서의 전력소모도 감소하게 된다.

여러 문헌에 따르면, 쉬쓰에서의 이온 파워 손실(ion power loss)(P_i)이 아래 (1)식으로 정의되고, 쉬쓰 저항(Sheath resistance)(R_{sh})은 아래 (2)식으로 정의되며, 벌크에서의 파워(P_{bulk})와 이온 파워 손실(P_i)의 합이 램프 파워(Lamp Power)(P_{total})로 되므로, 램프의 전류가 일정하게 유지되는 상황에서 쉬쓰에서 소모되는 전력은 전자의 온도에 비례하므로, 쉬쓰 부근의 플라스마 상태에 따라 쉬쓰에서 소모되는 전력이 영향을 받게 된다.

$$(1) \quad P_i = 1/2 R_{sh} I^2$$

$$(2) \quad R_{sh} \approx \frac{\sqrt{T_e}}{\omega^2 \sqrt{M_{ion}}}$$

그런데, 본 발명에 따른 전극 구조에서는 코일에 의해 형성된 자기장이 동일한 전기장 하에서 전자의 진행 경로를 길게 하므로 전자는 이온이나 중성가스와 많은 충돌을 하게되어 결과적으로 전자의 평균 운동 에너지를 작아지게 한다. 그러므

로, 전자의 온도가 작아지게 되어 쉬스의 저항이 감소하게 되고 이온 가속에 의한 소모 전력이 작아지게 된다. 그러므로, 동일한 전력을 인가했을 경우 램프내의 벌크 플라즈마 부분에서 소모되는 전력의 부분이 증가하게 되어 램프의 방전 효율이 향상된다. 그 결과를 후술하는 실험결과로부터 확인할 수 있었다.

도 3은 6W 상용 자외선 램프(필라멘트 전극을 사용한 램프)의 254nm의 분광 스펙트럼이고, 도 4는 본 발명에 따른 6W 무전극 자외선 램프의 254nm의 분광 스펙트럼이다. 각각 실험을 5번 행한 후, 평균값을 곡선으로 표시하였다. 각각의 경우 피크(peak)의 총 적분 면적 비는 상대적인 자외선 방출량을 나타내는데, 위의 그래프의 적분 값의 비(본 발명품/상용품)는 약 1.12정도가 되고 또한 254 nm의 강도 비(본 발명품/상용품)도 약 1.12가 된다. 그러므로 자외선 방출량은 본 발명품이 상용품에 비하여 약 12% 정도 향상됨을 알 수가 있다.

도 5에서 알 수 있듯이 254 nm 자외선의 양은 수은의 여기종()의 양을 대변한다. 보다 더 많은 양의 수은 여기 종은 램프 내부의 플라즈마가 더욱 고밀도임을 시사한다. 동일한 전력으로 더욱 밀도가 큰 플라즈마를 형성시킬 수 있다는 것은 방전 효율이 더욱 좋다는 말이 된다.

한편, 자외선 램프로부터 방출되는 자외선 강도를 정량적으로 측정하기 위한 또 다른 방법으로, 자외선 투과재료로 램프관을 구성하는 대신에 안쪽 표면에 인(phosphor)을 도포한 유리로 램프관을 구성하여 램프 방전시 이 유리를 투과하면서 가시광선으로 바뀌어 방출되는 가시광선 강도(휘도)를 측정하는 방법이 있다. 이 때, 가시광선의 강도(휘도)는 자외선 램프의 방전시 얻어질 수 있는 자외선 강도와 비례한다. 도 6은 이렇게 안쪽 표면에 인을 도포한 유리로 램프관을 구성한 23W 형광 램프의 9개 지점에서는 측정한 휘도 값을 그래프로 보여준다. 상술한 바와 같이 휘도가 클수록 자외선 강도가 큰데, 상용 필라멘트 전극의 자외선 램프(▲)는 종래의 용량형 무전극 자외선 램프(■)에 비해 휘도가 우수하나 본 발명에 따른 무전극 자외선 램프(●)에 비해서는 휘도가 떨어짐을 확인할 수 있었다.

발명의 효과

본 발명에 따르면, 시간에 따라 변하는 자기장을 용량형 무전극 직관형 자외선 램프에 도입하여 상기 자외선 램프의 효율을 향상시키고 이로부터 방출되는 자외선 강도를 향상시킬 수 있었다. 이에 따라 기존의 필라멘트 전극을 사용한 램프보다 높은 자외선 강도와 높은 광효율을 갖는 용량형 무전극 자외선 램프를 제공하는 것이 가능해졌다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

방전용의 직관형 램프관(2)과,

상기 램프관(2)의 끝단부 부근의 외표면에 소정 폭으로 일정한 면적을 가지도록 형성되는 방전용 전도체 외부 전극(4)과,

상기 램프관(2) 주위에 감겨진 상태에서 상기 외부 전극(4)으로 인가되는 각 전원공급선의 일측 일단에 연결되고 그 타단이 상기 외부 전극(4)과 연결되는 전도체 코일(6)을 포함하는 것을 특징으로 하는 무전극 자외선 램프.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 코일(6)은 상기 외부 전극(4)에 대하여 램프관(2) 안쪽 위치에 감겨져 있는 것을 특징으로 하는 무전극 자외선 램프.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 코일(6)은 상기 램프관(2)의 외표면으로부터 이격된 채로 감겨진 것을 특징으로 하는 무전극 자외선 램프.

청구항 4.

제 3 항에 있어서, 상기 코일(6)은 상기 램프관(2)의 외표면과 상기 코일(6) 사이에 공기층(10)이 존재하도록, 상기 램프관(2)에 설치되는 절연 구조물(8) 위에 상기 램프관(2)으로부터 이격되도록 감겨지는 것을 특징으로 하는 무전극 자외선 램프.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 무전극 자외선 램프는 전원으로부터 상기 코일(6)로 전기적으로 연결되는 부분을 제외한 부분을 차폐하도록 상기 외부 전극(4) 및 코일(6)에 추가적으로 감싼 전도체 포일(12)을 포함하는 것을 특징으로 하는 무전극 자외선 램프.

청구항 6.

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전도체는 구리, 알루미늄 및 은 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 무전극 자외선 램프.

청구항 7.

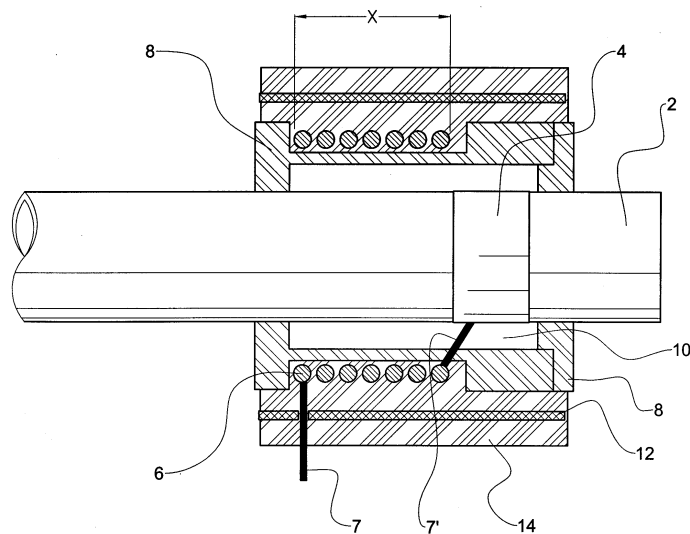
제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 외부 전극(4) 및 코일(6)은 램프관(2)의 양단에 설치되는 것을 특징으로 하는 무전극 자외선 램프.

청구항 8.

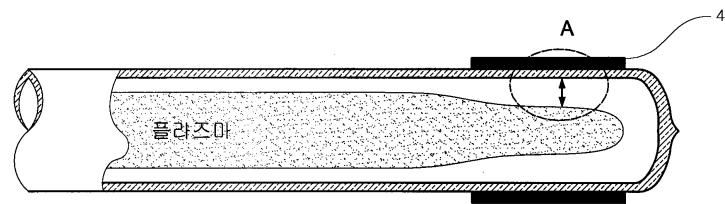
제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전원은 코일(6)에 먼저 인가된 후 외부 전극(4)으로 인가되는 것을 특징으로 하는 무전극 자외선 램프.

도면

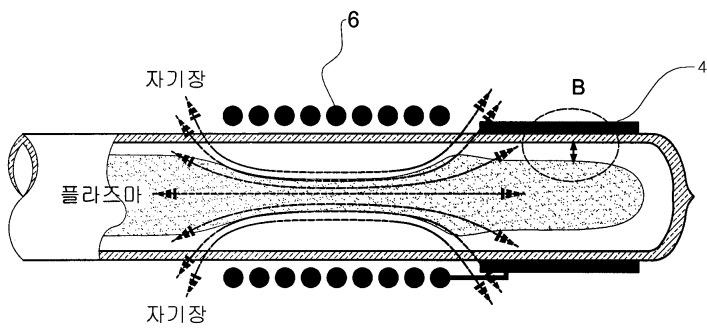
도면1



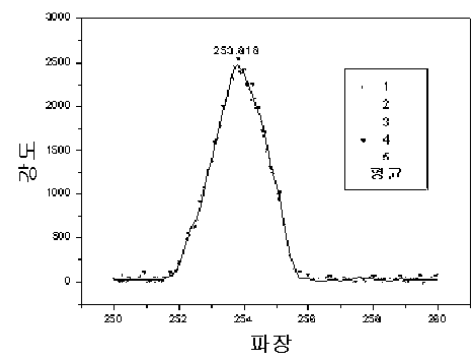
도면2a



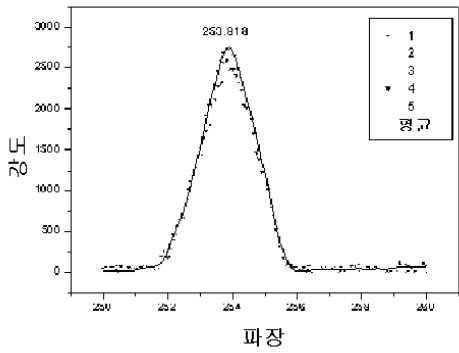
도면2b



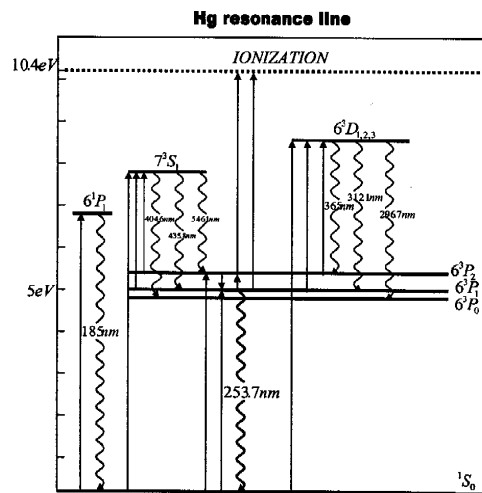
도면3



도면4



도면5



도면6

