

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.⁷
H01J 61/073
H01J 61/86

(11) 공개번호 10-2005-0004792
(43) 공개일자 2005년01월12일

(21) 출원번호	10-2004-7013779		
(22) 출원일자	2004년09월03일		
번역문 제출일자	2004년09월03일		
(86) 국제출원번호	PCT/DE2003/000707	(87) 국제공개번호	WO 2003/075310
(86) 국제출원출원일자	2003년03월05일	(87) 국제공개일자	2003년09월11일

(30) 우선권주장 10209426.8 2002년03월05일 독일(DE)

(71) 출원인 파텐트 - 트로이한트 - 게젤샤프트 푸어 엘렉트리셰 글뤼람펜 엠베하
독일 데 - 81543 뮌헨 헬라브루너 슈트라쎄 1

플란제 악틴게젤샤프트
오스트리아국, 에이 - 6600 로이테/티롤

(72) 발명자 멘첼, 라르스
독일 10627 베를린 칸슈트라쎄 117

에어리히만, 디이트마르
독일 12163 베를린 굿츠무트슈트라쎄 11

메어, 토마스
독일 91795 돌른슈타인 디스텔벡 8

베른탄너, 슈테판
독일 91792 엘링엔 인 데어 펠 26

슈필만, 볼프강
오스트리아 6632 에어발트 힐츨리 30아

라이히트프리트, 게르하르트
오스트리아 6600 로이테/티롤 트랭케베크 20

(74) 대리인 남상선

심사청구 : 없음

(54) 쇼트 아크 고압 방전 램프

요약

본 발명은 dc 작동용 쇼트 아크 고압 방전 램프(1)에 관한 것인바, 상기 쇼트 아크 고압 방전 램프는, 직경 방향으로 대향하며 각각 텅스텐으로 만들어지는 애노드(26)와 캐소드(7)가 기체밀폐식으로 융합되는 연결부들(4)을 포함하며 적어도 하나의 불활성 기체와 선택적으로 수은으로 이루어지는 충전재를 포함하는 방전 베셀(2)을 포함한다. 본 발명에 따라, 적어도 캐소드 팁(11)의 재료는, 상기 언급된 텅스텐에 부가하여, 란탄 산화물(lanthanum oxide)(La₂O₃)과 하프늄 산화물(hafnium oxide)(HfO₂) 및 지르코늄 산화물(zirconium oxide)(ZrO₂)로 이루어진 그룹으로부터

터 선택된 적어도 하나의 추가적인 산화물을 포함한다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 직류 전류 작동을 위한 쇼트 아크 고압 방전 램프에 관한 것인바, 상기 쇼트 아크 고압 방전 램프는 2개의 직경 방향에서 대향하는 연결부(neck)들을 포함하며 적어도 하나의 불활성 기체와 선택적으로 수은을 포함하는 충전재를 포함하는 방전 베셀을 가지며, 상기 연결부에 텅스텐으로 만들어지는 애노드와 캐소드가 기체밀폐식으로 융합된다. 이러한 유형의 램프들은 반도체 산업에서 웨이퍼들을 노광시키기 위한 마이크로리소그래피(microlithography)용 수은 아크 램프들과 영화 및 영상 투사(projection)용 크세논 아크 램프들로 사용된다.

배경기술

노광 공정에 사용되는 수은 쇼트 아크 고압 방전 램프들은 작은 공간 영역에 한정되는 광 발생기로 자외선 파장 영역 - 소정의 경우 수 나노미터의 파장으로 제한됨 - 에서 높은 광 강도를 공급하여야 한다.

영화 및 영상 투사용 크세논 아크 램프들에는 매우 작은 공간내의 집중 광 발생기가 마찬가지로 요구된다.

궁극적인 고휘도의 필요성은 짧은 전극 간격을 갖는 직류 전류 기체 방전에 의해 충족될 수 있다.

이는 캐소드의 전방에 높은 발광을 갖는 플라즈마를 생성시킨다. 전기 에너지를 플라즈마 내로 강력하게 도입함으로써 재료의 손상을 야기하는 전극 온도, 특히 재료의 손상을 야기하는 캐소드의 온도가 발생된다.

이러한 이유 때문에, 이러한 유형의 캐소드들은 지금까지 바람직하게는 토륨 산화물(thorium oxide)(ThO_2)의 도핑을 포함하는데, 상기 토륨 산화물은 램프 작동시 토륨(Th)으로 분해되며, 이 금속 형태로 캐소드 표면에 도달하여, 그 캐소드 표면들에서 캐소드의 일함수(work function)의 하강을 야기한다.

일함수의 하강은 캐소드의 작동 온도의 하강과 관련되는데, 보다 낮은 온도에서 캐소드 재료가 보다 적게 증발하기 때문에, 그 온도 하강은 캐소드의 보다 긴 수명을 야기하게 된다.

종래 바람직한, 도펀트로서 ThO_2 를 사용하는 것은 도펀트의 증발이 상대적으로 적고 따라서 램프 벌브에서의 광범위한 파괴적 침착(precipitation)(흑화(blackening), 침전(deposit)들)을 야기하지 않는다. ThO_2 의 바람직한 적합성은 산화물(3323K)과 금속(2028K)의 높은 녹는점과 상관관계에 있다.

그러나, 토륨 전극의 경우에도 전극 번-백(burn-back)이 방지될 수 없으며, 결과적으로, 직류 기체 방전 램프의 경우에서, 캐소드 번-백은 수명을 제한하게 된다. 이것은 특히 짧은 전극 간격을 갖는 램프의 경우 - 본 명세서의 경우와 같음 - 불리한데, 이는 이 경우 미세한 전극 번-백이라도 램프의 조명 특성에 광범위한 변화를 야기하기 때문이다. 그러나, ThO_2 를 사용하는 것의 주된 단점은 방사능인데, 그 방사능으로 종래의 재료 및 램프 제조시에 안전 예방 조치를 취할 필요가 생긴다. 제조물의 활성에 따라, 램프들의 저장, 작동 및 폐기에 관한 규정을 충족시키는 것이 필요하다.

마이크로리소그래피 또는 투사 기술에서 사용되는 것과 같은, 20A 이상의 높은 작동 전류를 갖는 램프들의 환경 문제를 해결하는 것이 특히 시급한데, 이는 이러한 램프들이 전극 크기 때문에 특히 높은 활성을 갖기 때문이다.

따라서, 많은 토륨 대체물들이 연구되어 왔다. 이러한 대체물들의 예들은 1990년 12월 발행 'Metallurgical Transactions A', vol. 21A, 221-3236 페이지에 수록되어 있다. 마이크로리소그래피 또는 영화 투사용 램프들에서 대체물들을 상업적으로 사용하는 것은 아직 성공하지 못하였는데, 이는 모든 대체물들이 ThO_2 보다 쉽게 증발함으로써 그들이 현저한 벌브 침전을 야기하기 때문이다.

마이크로리소그래피에서, 노광 장비의 생산성은 램프에 의해 제공되는 광량에 결정적으로 의존한다. 벌브 침전들 및 전극 번-백은 이용 가능한 빛을 감소시키며, 노광 시간의 증가로 고가의 시스템들의 생산성을 저하시킨다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 청구범위 제 1 항의 전제부에 따른 쇼트 아크 고압 방전 램프를 제공하는 것인바, 그 쇼트 아크 고압 방전 램프는 전극 재료 내에 방사성 도펀트들이 없으며, 낮은 전극 번-백을 확실히 보장하며, 전극 번-백의 측면에서는 선행기술에 비해 열등하지 않거나 기껏해야 약간 열등할 뿐이며, 가능하다면, 램프 수명 기간동안 램프 벌브의 침전의 형성을 감소시킨다.

이 목적은 청구범위 제 1 항의 전제부의 특징들을 갖는 쇼트 아크 고압 방전 램프의 경우 성취되는데, 이는 적어도 캐소드 팁의 재료는 텅스텐에 부가하여 란탄 산화물(lanthanum oxide)(La_2O_3) 및 HfO_2 및 ZrO_2 로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 추가적인 산화물을 포함한다는 사실에 기인한다.

도펀트들의 여러 조합들에 대해 이루어진 테스트들은, La_2O_3 를 기초로 한 이러한 혼합된 산화물들은 침전의 형성과 전극 번-백의 측면에서 유리한 결과를 가짐을 보여준다. 캐소드 팁 또는 전체 캐소드의 La_2O_3 도핑은 바람직하게는 캐소드 재료 무게의 1.0에서 3.5% 사이의 양이어야 하며, 또는 바람직하게는 캐소드 재료 무게의 1.5에서 3.0% 사이의 양이어야 한다. 추가적인 산화물들 또는 탄화물(carbide)들을 첨가함으로써 추가적인 개선이 시도되었다. 이러한 상황에서, 적은 양의 ZrO_2 및/또는 HfO_2 를 첨가함으로써 발산성 증발(emitted evaporation)의 측면에서 추가적인 특성 개선이 성취될 수 있음이 밝혀졌다. 이 상황에서, ZrO_2 와 HfO_2 의 몰량(molar quantity)은 적어도 La_2O_3 의 몰량의 2%의 양이며, 동시에 La_2O_3 의 몰량을 초과하지 않아야 하는데, 이는 광속(light flux)에 대한 유리한 영향은 항상 캐소드의 증가된 번-백과 관련되기 때문이다. La_2O_3 의 몰량이 더 많은 것은 HfO_2 의 무게비율이 단지 La_2O_3 의 0.65배이며 ZrO_2 의 무게비율이 단지 La_2O_3 의 0.38배인 경우 확실히 보장된다.

제 2 산화물의 첨가는 램프 작동시 광선과 전극 번-백에 중요한 영향을 미친다. 1.75kW의 전력, 캐소드 팁 무게의 2.0%의 La_2O_3 함유량, 및 추가적인 산화물을 갖는 수은 아크 램프는, 1500h의 작동 기간 후 다음과 같은 특성들을 보인다.

제 2 산화물 HfO_2 무게 % 함유량	0h = 100% 에 기초한 광속	캐소드 번-백
0.0%	85%	0.22 mm
0.1%	89%	0.21 mm
0.5%	92%	0.31 mm
1.0%	92%	0.43 mm
2.0%	84%	0.55 mm

제 2 산화물 ZrO_2 무게 % 함유량	0h = 100% 에 기초한 광속	캐소드 번-백
0.1%	87%	0.25 mm
0.5%	94%	0.29 mm
1.0%	86%	0.52 mm
2.0%	74%	0.83 mm

이하의 값들은 토륨 캐소드들(2%의 ThO_2 무게비율)을 사용할 때 관찰된다:

0 h = 100% 에 기초한 광속	캐소드 번-백
94%	0.27 mm

La_2O_3 -도핑 캐소드들을 사용하는 경우, ZrO_2 및/또는 HfO_2 의 형태인 제 2 산화물의 첨가로 이루어지는, 순수 크세논 아크 램프들에서의 광속의 개선을 발견할 수 있다. 이 경우 산화물의 첨가는 벌브 상에서의 빠른 침전 생성을 야기하는, 도핑 재료의 강한 방전을 감소시킨다.

토륨 없는 재료로 만들어진 캐소드들은, 특히 혼합 산화물들을 사용할 때, 그들의 특성들 때문에 보다 넓은 아크 어태치먼트(arc attachment)를 갖는다. 이러한 유형의 캐소드들의 최적 번-백은 캐소드의 플래토우(plateau) 크기가 적절히 조절되는 경우 확실하게 보장될 수 있다. 플래토우 크기가 조절되지 않으면, 아크가 플래토우 에지에 부착(플래토우가 너무 큰 경우)되거나 또는 플래토우의 에지 위에(플래토우가 너무 작은 경우) 있을 것이다. 두 경우들에 있어서, 플래토우 크기가 최적화되지 않고, 관련 번-백의 증가로, 전극 손상이 확인될 수 있을 것이다. 플래토우는 평면형 또는 곡선형일 수 있으므로, 기술적 관점에서 최적 플래토우 크기는 캐소드 팁 뒤의 0.5mm 거리에서 캐소드에 전류 밀도를 공급함으로써 최적으로 정해질 수 있다. La_2O_3 와 ZrO_2 및/또는 HfO_2 로 도핑된 캐소드들에 대해 이루어진 테스트들은, 캐소드 팁에서 캐소드의 후위 단부를 향해 0.5mm의 거리에서의 캐소드의 전류 밀도 J, 즉 램프 전류(A)와 유효 표면적(S)의 비율이 수은/불활성 기체 충전재의 경우 5 이상 150 A/mm^2 이하이고 순수 불활성 기체 충전재의 경우 25 이상 200 A/mm^2 이하가 되도록 캐소드가 형태를 갖는다면 이 캐소드 재료에 대한 캐소드 번-백이 최적으로 최소화될 수 있음을 보인다.

이하에서, 본 발명은 설명적 실시예에 기초하여 보다 상세하게 설명될 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 수은 쇼트 아크 고압 방전 램프의 단면도이다.

도 2는 도 1에 도시된 수은 쇼트 아크 고압 방전 램프의 캐소드에 대한 부분 상세도이다.

도 3은 본 발명에 따른 크세논 쇼트 아크 고압 방전 램프의 부분 단면도이다.

도 4는 도 3에서 도시된 크세논 쇼트 아크 고압 방전 램프의 전극 배열에 대한 확대도이다.

실시예

도 1은 1.75kW의 전력을 갖는, 본 발명에 따른 수은 쇼트 아크 고압 방전 램프(1)의 단면도이다. 그것은 타원형으로 성형된 석영유리(Quartz Glass)로 이루어진 벌브(2)를 갖는다. 이것은 2개의 대향면들에서, 벌브 연결부(bulb neck)(4)들로 설계되며 각각 홀딩부(holding part)(8)들을 포함하는 2개의 단부들(3)에 접합된다. 연결부들은, 홀딩부의 주 컴포넌트로서 석영 유리로 만들어지는 소형 지지 롤(supporting roll)(5)을 포함하는 원통형 전위부(front conical part)(4a) 및 융합 밀폐부(fused seal)를 형성하는 원통형 후위부(rear cylindrical part)(4b)를 갖는다. 전위부(4a)는 5 mm 길이의 수축부(contraction)(6)를 갖는다. 이것은, 각각의 경우, 원통형인 중앙 구멍을 갖는 소형 지지 롤(5)에 접합된다. 그 내부 직경은 7mm이고, 전위 단부에서의 외부 직경은 11mm이고 후위 단부에서의 외부 직경은 15mm이다. 벌브(2)의 벽 두께는 이 영역에서 대략 4mm이다. 소형 지지 롤(5)의 축 길이는 17mm이다.

6mm의 외부 직경을 가지며 일체형 헤드부(25)가 포함되는 방전 공간 내부까지 연장되는, 캐소드(7)의 생크(shank)(10)는 제 1 소형 지지 롤의 구멍 내에서 축방향으로 인도된다. 생크(10)는 소형 지지 롤(5)을 넘어 후위로 연장되어 디스크(12)에서 종료하는데, 그 디스크(12)는 원통형 석영 블록(13)의 형태인 융합 밀폐부에 접합된다. 차례로, 원통형 석영 블록(13) 다음에 제 2 디스크(14)가 오는데, 그 제 2 디스크(14)는 중앙부에서 몰리브덴 막대(15)의 형태인 외부 전류 공급부를 홀딩한다. 4개의 몰리브덴 호일(foil)들은 그 자체로 공지된 방법으로 석영 블록(13)의 외부면을 따라 연장되며 기체밀폐식으로 벌브 연결부의 벽에 융합된다.

분리형 헤드부(18) 및 생크(10)를 포함하는 애노드(26)는 유사한 방법으로 제 2 소형 지지 롤(5)내의 구멍에 홀딩된다.

도 2는 캐소드(7)와 홀딩부(8)의 세부도이다. 캐소드(7)는 36mm의 길이를 갖는 원통형 생크(10) 및 20mm의 길이를 갖

는 헤드(25)로 이루어지는데, 상기 헤드(25)와 생크는 6mm의 외부 직경을 갖는다. 애노드와 대면하는 헤드(25)의 단부는 60°의 팁 각도(tip angle)를 갖는 팁(11)으로 구성되며 0.5mm의 직경을 갖는 플레토우형 단부(27)를 갖는다. 홀딩부는 소형 지지 롤(5) 및 그 구멍 내의 다수의 호일들을 포함한다. 호일(24)은 소형 지지 롤과 생크를 기계적으로 분리하기 위하여 여러 번(2내지 4개의 층들) 생크 주위에 감긴다. 감겨진 호일(24) 상의 서로 반대편에 있는 좁은 호일(23)들은 소형 지지 롤(5)을 고정시키는데 사용된다. 이를 위해, 좁은 호일들은 방전 측면 상에서 소형 지지 롤 너머로 돌출하며 바깥쪽으로 휘어진다. 캐소드(7)의 팁(11)의 재료는, 텅스텐에 부가하여, 무게비율 2.0%의 La_2O_3 와 무게비율 0.5%의 ZrO_2 의 도핑을 포함한다.

본 발명에 따른 수은 쇼트 아크 고압 방전 램프는 134cm³의 부피를 갖는 방전 베셀을 가지는데, 그 방전 베셀은 800mbar의 콜드-필(cold-fill) 압력으로 603mg의 수은과 크세논으로 충전된다.

4.5mm의 전극 간격을 갖는 램프의 작동 전류는 60A이다. 램프가 작동하고 있을 때, 플레토우 팁으로부터 0.5mm의 거리에서의 캐소드의 전류밀도(J)는 66/㎠이다.

도 3은 순수 Xe 충전재를 갖는 본 발명에 따른 쇼트 아크 고압 방전 램프(28)를 도시한다. 3kW의 전력 소비를 갖는 램프(28)는 선회방향으로 대칭성의(rotationally symmetrical) 램프 벌브(29)를 포함하는데, 그 램프 벌브는 석영 유리로 만들어지며, 마찬가지로 석영 유리로 만들어지며 램프 벌브의 2개의 단부들에 각각 고정되는 램프 연결부들(30, 31)을 갖는다. 캐소드(33)의 전극 막대(32)는 기체밀폐식으로 하나의 연결부(30)에 융합되는데; 이 전극 막대의 내부 단부는 캐소드 헤드(34)를 포함한다. 애노드(36)의 전극 막대(35)도 마찬가지로 기체밀폐식으로 또 하나의 램프 연결부(31)에 융합되며 그 내부 단부에 고정되는 애노드 헤드(37)를 갖는다. 홀딩 및 전기 접촉을 위한 캡 시스템들(38, 39)이 램프 연결부들(30, 31)의 바깥쪽 단부들에 고정된다.

도 4에서 볼 수 있는 바와 같이, 캐소드 헤드(34)는, 애노드 헤드(37)와 대면하는 원뿔형 단부 섹션(34a), 전극 막대(32)와 대면하며 원통형 서브섹션 및 사다리꼴 서브섹션을 포함하는 단부 섹션(34b), 및 열 장벽 홈(thermal barrier groove)으로 설명되며 상기 두 섹션들(34a, 34b) 사이에 배치되는 보다 작은 직경의 원통형 섹션(34c)으로 구성된다. 애노드 헤드(37)와 대면하며 40°의 원뿔각을 갖는, 캐소드 헤드(34)의 원뿔형 단부 섹션(34a)의 팁은 0.6mm의 반경(R)을 갖는 반구(hemisphere)로 구성된다. 이 경우, 램프 전류는 100A이며, 캐소드 팁 후방 5mm의 기준면에서의 최종 전류 밀도는 88A/㎠이다.

애노드 헤드(37)는 22mm의 직경(D)을 갖는 원통형 중간 섹션(37a)과 캐소드 헤드(34)와 전극 막대(35)에 각각 대면하는 2개의 사다리꼴 단부 섹션들(37c, 37b)을 포함한다. 캐소드 헤드(34)와 대면하는 사다리꼴 단부 섹션(37c)은 6mm의 직경을 갖는 플레토우(AP)를 갖는다. 2개의 전극들(33, 36)의 모든 섹션들은 텅스텐으로 구성된다. 또한, 캐소드 헤드(34)의 원뿔형 단부 섹션(34a)은 무게비율 2.0%의 La_2O_3 과 무게비율 0.5%의 HfO_2 의 도핑을 포함한다.

2개의 전극들(33, 36)은, 램프가 뜨거운 상태에 있을 때 3.5mm의 전극 간격 또는 아크 길이가 야기되도록 하는 방법으로 램프 벌브(29)의 축상에 서로 대향하여 배치된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

직류 전류 작동용 쇼트 아크 고압 방전 램프(1, 28)로서,

상기 쇼트 아크 고압 방전 램프는, 직경 방향에서 대향하며 각각 텅스텐으로 만들어지는 애노드(26, 36)와 캐소드(7, 33)가 기체밀폐식으로 융합되는 연결부들(4; 30, 31)을 포함하며 적어도 하나의 불활성 기체와 선택적으로 수은을 포함하는 충전재를 포함하는 방전 베셀(2, 29)을 가지며,

적어도 캐소드 팁의 재료는, 텅스텐에 부가하여, 란탄 산화물(lanthanum oxide)(La_2O_3)과, 하프늄 산화물(hafnium oxide)(HfO_2) 및 지르코늄 산화물(zirconium oxide)(ZrO_2)로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 추가적인 산화물을 포함하는, 쇼트 아크 고압 방전 램프.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 캐소드(7, 34) 전체의 상기 캐소드 재료는 La_2O_3 와, HfO_2 및 ZrO_2 로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 추가적인 산화물을 포함하는, 쇼트 아크 고압 방전 램프.

청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 캐소드 재료의 상기 La_2O_3 의 함유량은 무게비율로 1.0부터 3.5% 까지인, 쇼트 아크 고압 방전 램프.

청구항 4.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 캐소드 재료의 상기 La_2O_3 의 함유량은 무게비율로 1.5부터 3.0% 까지인, 쇼트 아크 고압 방전 램프.

청구항 5.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 지르코늄 산화물(ZrO_2)과 상기 하프늄 산화물(HfO_2)의 추가적인 몰량(molar quantity)은 상기 캐소드 재료에서의 상기 La_2O_3 의 몰량을 초과하지 않는, 쇼트 아크 고압 방전 램프.

청구항 6.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 지르코늄 산화물(ZrO_2)과 상기 하프늄 산화물(HfO_2)의 추가적인 몰량은 적어도 상기 La_2O_3 의 몰량의 2%에 해당하는, 쇼트 아크 고압 방전 램프.

청구항 7.

제 1 항에 있어서, 상기 방전 베셀(2)에서 상기 애노드(26)와 상기 캐소드(7) 사이의 전극 간격은 8mm이거나 그보다 작은, 쇼트 아크 고압 방전 램프.

청구항 8.

제 1 항에 있어서, 상기 방전 베셀(29)에서 상기 애노드(36)와 상기 캐소드(33) 사이의 전극 간격은 15mm이거나 그보다 작은, 쇼트 아크 고압 방전 램프.

청구항 9.

제 1 항에 있어서, 상기 램프(1, 28)가 작동하는 중에는 램프 전류는 20A 보다 큰, 쇼트 아크 고압 방전 램프.

청구항 10.

제 1 항에 있어서, 상기 램프가 작동하는 중에, 전류 밀도(J), 즉, 램프 전류(단위:A)와 상기 캐소드의 상기 팁에서부터 0.5mm의 거리에서 상기 램프 축에 수직인 상기 캐소드의 단면에 대한 유효 캐소드 표면적(단위 : mm^2)의 비가

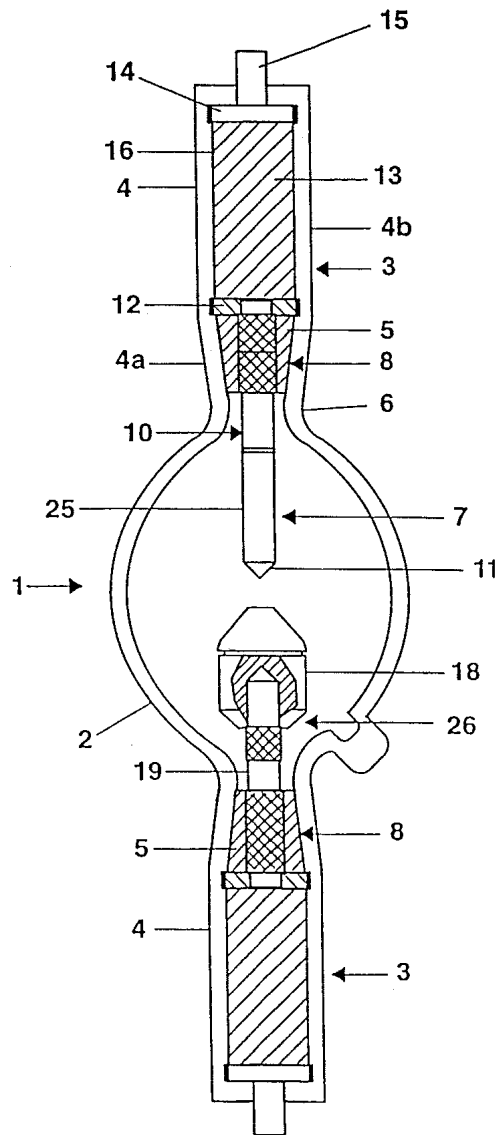
수은/불활성 기체 충전재의 경우, $5 \leq J \leq 150$

순수 불활성 기체 충전재의 경우, $25 \leq J \leq 200$

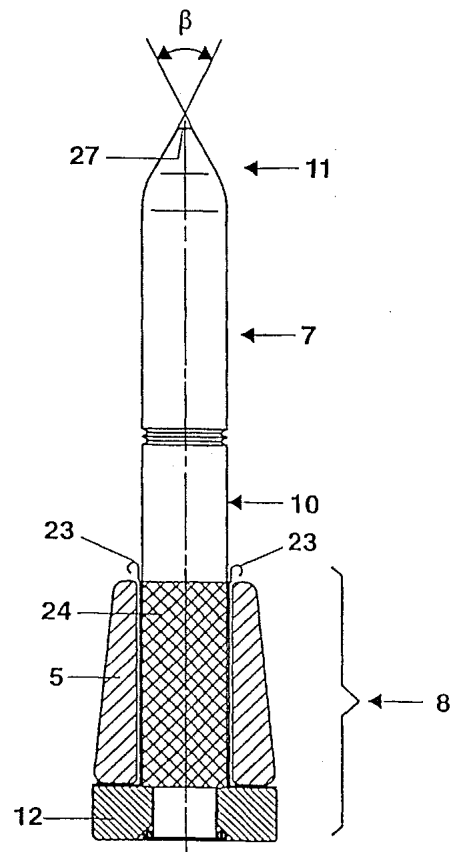
을 만족하도록 상기 캐소드(7)가 형태를 갖는, 쇼트 아크 고압 방전 램프.

도면

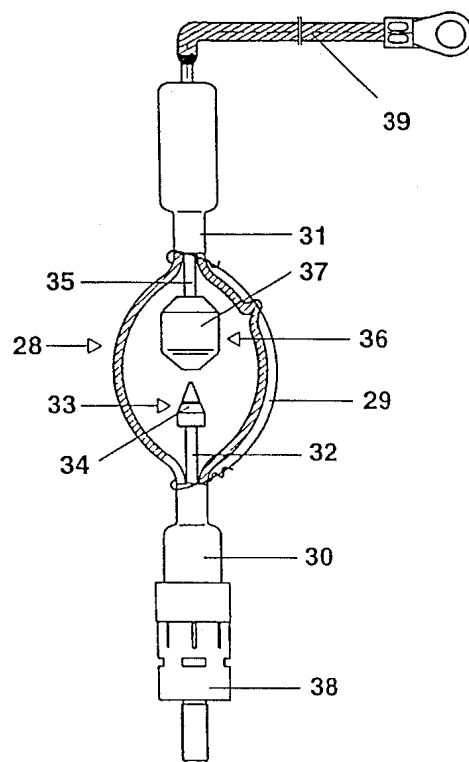
도면1



도면2



도면3



도면4

