

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
H01J 65/04

(11) 공개번호 특2001-0034002
(43) 공개일자 2001년04월25일

(21) 출원번호 10-2000-7007596

(22) 출원일자 2000년07월 10일

번역문제출일자 2000년07월 10일

(86) 국제출원번호 PCT/US1999/00047

(86) 국제출원출원일자 1999년01월 11일

(87) 국제공개번호 W0 1999/36940

(87) 국제공개일자 1999년07월22일

결합 무전극 램프를 제공한다.

본 발명의 목적은 상업적으로 실제 응용되는 매우 밝고 저 와트(low wattage) 무전극 램프를 제공하는 것이다. 특히, 본 발명의 목적은 수십에서 수백 와트 범위의 고체 상태 RF 전원에 의해서 전력을 공급 받는 무전극 구경 램프를 나타내는 것이다. 본 발명의 램프는 먼저 혁신적이고 새로운 일련의 광선 생산을 나타내는 것이다. 눈부신 밝기, 스펙트럼의 안정성, 긴 수명을 지니며, 본 발명은 뛰어난 광원에 방사 디스플레이, 자동 헤드램프 및 일반적인 조명과 같은 반대의 적용을 제공하는 램프에 관한 것이다.

색인어

구경, 여기코일, 무전극램프, 고전력 오실레이터

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 방전 램프와 관련된다. 더욱 특정적으로 본 발명은 유도성 결합 무전극 램프(inductively coupled electrodeless lamps)와 관련된다. 본 발명은 또한 유도성 결합 무전극 램프의 새로운 램프 형상, 결합 회로, 전구, 구경(口徑, aperture)의 구조, 개시 보조재(starting aids) 및 여기 코일(excitation coil)에 관련된다. 본 발명은 또한 개선된 무전극 구경 램프 및 개선된 무전극 구경 램프의 제조방법과 관련된다. 본 발명은 또한 일반적으로 신규의 고전력, 고주파수 고체 상태 오실레이터에 관련된다.

배경기술

일반적으로, 본 발명은 미국특허출원번호 08/865,516(PCT 공개번호 97/45858) 뿐 아니라 미국특허번호 5,404,076에 공지된 램프의 형태와 관련된다.

무전극 램프는 본 기술분야에서 공지되어 있다. 이런 램프는 이것들이 만들어 내는 방전의 형태와 관련해서 특징지어 질 것이다. 무전극 방전은 E 방전(E discharge), 마이크로웨이브 방전(microwave discharge), 트래블링 웨이브 방전(travelling wave discharge) 또는 H 방전(H discharge)으로 분류된다. 본 발명은 이러한 방전, 특히 H 방전으로 특정화된 방전에 관련된다.

도 1은 E 방전을 만들어 내는 종래의 무전극 램프의 모형도이다. 전원(1)은 축전기(2)에 전력을 공급한다. 기체로 채워진 용기는 축전기(2)의 플레이트(plate) 사이에 위치된다. 무전극 램프의 E 방전은 E 방전에서 전류가 보통 더 적다는 것을 제외하고는 전극 램프의 아크방전(arc discharge)과 비슷하다. 기체의 이온화 또는 플라스마 상태에서 기체의 브레이크-다운이 일어나면, 전류는 축전기(2)의 플레이트 사이의 캐퍼시턴스를 통해서 흐르고 따라서 플라스마 방전 전류를 만든다.

도 2는 마이크로웨이브 방전을 만들어 내는 종래의 무전극 램프의 모형도이다. 마이크로웨이브 전원(11)은 마이크로웨이브 에너지를 제공하고, 이 에너지는 도파관(waveguide)(12)을 통해서 기체로 채워진 전구(bulb)(13)를 가진 마이크로웨이브 공동(空洞, microwave cavity)(14)으로 전해진다. 마이크로웨이브 에너지는 전구(13)에 채워진 기체를 여기하고, 플라스마 방전을 만들어 낸다. 마이크로웨이브 방전에 있어, 전자기장의 파장은 여기구조(exciting structure)의 넓이와 비례되며, 방전은 전자기장의 E 및 H 요소에 의해 여기된다.

도 3은 트래블링 웨이브 방전을 만들어 내는 종래의 무전극 램프의 모형도이다. 전원(21)은 론처(launcher, 22)로 전력을 공급한다. 가스로채워진 용기(23)는 상기 론처(22)에 위치한다. 론처(22)의 전극 사이의 간격은 표면 웨이브 방전(surface wave discharge)을 방사하는 E 필드(E field)를 제공한다. 용기(23)에서의 플라스마는 웨이브가 유전됨(propagated)에 따른 구조이다.

도 4는 H 방전을 만들어 내는 종래의 무전극 램프의 모형도이다. H 방전을 만들어 내는 무전극 램프는 또한 유도성 결합 램프에 관련된다. 유도성 결합 램프는 100년 이전에 묘사되어 졌다. J. J. Thomson 에 의한 실험은 참고 문헌에 기술되어 졌다[참고문헌: "On the discharge of Electricity through Exhausted Tubes without Electrodes" printed in the London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, Fifth Series, Vol. 32, No.197, October 1891]. 더욱 최근에 참고 문헌에서 무전극 램프 기술분야를 나타내었다[참고문헌: "Electrodeless lamps for lighting: a review," IELL PROCEEDINGS-A, Vol.140, No.6, November 1993, pages 465 to 473].

유도성 결합 램프의 작동의 어떤 특성은 잘 이해되고 분석적으로 특징지어 졌다. 예를 들어, 다음의 참고문헌에 나타나 있다[by R. B. Piejack, V. A. Godyak and B. M. Alexandrovich entitled "A simple analysis of an inductive RF discharge," Plasma Sources Sci. Technol. 1, 1992, pages 179-186, and "Electrical and Light Characteristics of Fluorescent Lamps," Journal of the Illuminating Engineering Society, Winter 1994, pages 40-44].

다양한 전구와 코일 형태를 가지는 유도성 결합 램프가 미국특허번호 843,534, "Method of Producing Electric Light."라는 제목으로 기술되어 있다. 더 최근에 새로운 여기 코일을 가지는 유도성 결합 램프가 미국특허번호 4,812,702, 4,894,591 및 5,039,903(이하 "903특허"라 함)에 기술되어 있다.

도 4에 도시된 바와 같이, 종래의 유도성 결합 램프의 한 예는 기체로 채워진 용기(33) 둘레에 감긴 코일(32)에 전력을 공급하는 낮은 주파수 전원(31)을 포함한다. 코일(32)을 따라 흐르는 전류는 변화하는 자기장을 형성하고, 이 자기장은 플라스마의 전류를 만드는 전기장을 유도한다. 효과적으로는, 상기 플라스마는 코일(32)에 종속적인 단일 변환(turn)으로 분석될 수 있다. 상기에서 기술된 참고문헌을 보라. H 방전은 많은 예들에 있어 볼 수 있는 도넛 형태의 플라스마 방전을 형성하는 폐쇄된 자기장에 의

해서 특징지어진다.

유도성 결합 램프의 다른 기하학적 모형이 공지되어 있다. 예를 들어, Wharmby 표제의 도 1 은 예(a) 내지 (e)까지의 예들이 도시되었다. 전구의 안쪽(또는 임의적으로 바깥쪽)으로 아철염 토로이드(toroid)에 감긴 고 인덕턴스 코일(high inductance coil)을 포함한다. Wharmby 페이지 471을 보라.

설명한 바와 같이, 유도성 결합 램프와 관련된 "저주파수"는 약 100MHz 이하의 주파수로 정해진다. 예를 들어, 종래의 유도성 결합 램프에 관계된 전형적인 작동 주파수는 13.56MHz이다. 예를 들어, 903특허는 전형적인 작동 주파수 13.56MHz를 가진 1 내지 30MHz의 작동 주파수 범위가 기술된다. 전부는 아니지만 대부분의 공지된 유도성 결합 램프에 관련된 개량은 낮은 주파수에서 작동하는 램프를 제공한다.(즉, 약 100MHz보다 작은 주파수).

다시 도 4와 관련해서, 유도성 결합 램프의 개시 작동 동안에 E 필드는 기체로 채워진 용기(33)의 충전 물을 이온화시키고, 방전은 초기에 E 방전의 특징을 나타낸다. 그러나 일단 브레이크-다운이 일어나면, H 방전에 급격하고 눈에 띄는 트랜지션이 일어난다. 유도성 결합 램프가 작동하는 동안에 E 및 H 방전 성분이 존재한다, 하지만 응용된 H 방전 성분은 응용된 E 방전 성분보다 큰(일반적으로 매우 큰) 전력을 플라스마에 공급한다.

상기에서 기술된 바와 같이, 무전극 램프와 관련된 "고주파수"는 실질적으로 약 100MHz 보다 높은 주파수로 정의된다. 종래의 기술은 고주파수에서의 무전극 램프를 설명하고, 코일 구조를 보이는 램프를 포함해서 설명한다. 그러나, 사실상 종래 기술상의 고주파수 무전극 램프의 어떠한 것도 유도성 결합램프가 아니다.

예를 들어, 미국특허번호 4,206,387은 전구 주위에 감긴 나선형 코일을 가진 "말단고정형" 무전극 램프에 대해 기술한다. "말단고정형" 램프는 100MHz 내지 300GHz 의 주파수 범위에서 작동하고, 바람직하게는 915MHz에서 작동한다. Wharmby에 의해서 설명된 바와 같이, "말단고정형" 램프는 크기-파장 관계를 가져서 유도성 결합 방전이 아닌 마이크로웨이브 방전을 만들어낸다. 미국특허번호 4,908,492(이하 "492특허"라 함)는 나선형 코일 성분을 가진 마이크로웨이브 플라스마 생산 장치를 나타낸다. 상기 장치는 1GHz 이상에서, 바람직하게는 2.45GHz에서 작동한다고 기술하고 있다. 그러나 상기 기술된 바대로 한정될 필요는 없고, 코일은 지름이 길고 여러 번 감긴(multi-turn) 코일이 긴 지름의 플라스마를 만들어 내는 데 낫다. 이런 형태에 있어서, 여기 구조(exciting structure)의 면적은 마이크로웨이브 주파수 전력의 파장에 비례하고, 방전은 트래블링 웨이브 방전, 마이크로웨이브 방전, 또는 이들의 결합형태를 보인다. 어쨌든, 결과적으로 명백히 구조는 유도성 결합에 의해서 작동하지 않는다.

미국특허번호 5,070,277은 나선형 접합자(helical coupler)를 가진 무전극 램프를 기술한다. 이 램프는 10MHz 내지 300GHz의 범위, 바람직하게는 915MHz에서 작동한다고 기술된다. 아크방전은 백열 필라멘트에 비례해서 매우 직선적이고 좁은 것으로 기술되어 있다. 그래서 이 램프는 명백하게 유도성 결합에 의해서 작동하지 않는다.

미국특허번호 5,072,157은 방전 튜브(tube)주위에 감긴 나선형 코일을 지닌 무전극 램프를 나타낸다. 램프의 작동 범위는 1MHz 내지 1GHz이다. 램프에 의해서 생산되는 방전은 트래블링 웨이브 방전이다. 나선형 코일의 효과는 광출력을 높이고 어느 정도의 RF 차단(screening)을 제공하는 것으로 설명된다.

일본공개번호 8-148127에는 간격을 가진 원통의 반지 형상을 가진 마이크로웨이브 공동(cavity) 안쪽에 공진기(resonator)를 포함하는 마이크로웨이브 방전 광원 장치에 관해 설명하고 있다. 공진기는 개시 보조부재(starting aid) 및 마이크로웨이브 필드 집신기(concentrator)로서 기술되어 있다.

수많은 변수가 매우 유용한 광원을 특징짓는다. 이러한 변수들은 스펙트럼, 효율, 밝기, 경제성, 내구성(작동기간) 및 다른 것들을 포함한다. 예를 들어, 고효율, 긴 수명을 가지며 낮은 전력을 소모하는 광원, 특히 높은 밝기를 가진 광원은 작동 형태의 바람직한 조합을 나타낸다. 무전극 램프는 전극 램프보다 긴 수명을 제공하는 성능을 가진다. 그러나 저 와트 무전극 램프는 단지 제한된 상업적인 적용에 한정된다.

본 발명은 고주파수 유도성 결합 무전극 램프를 제공한다. 특히, 본 발명은 효율적인 고주파수 유도성 결합 무전극 램프를 제공한다.

본 발명의 목적은 상업적으로 실제 응용되는 매우 밝고 저 와트(low wattage) 무전극 램프를 제공하는 것이다. 특히, 본 발명의 목적은 수십에서 수백 와트 범위의 고체 상태 RF 전원에 의해서 전력을 공급받는 무전극 구경 램프를 나타내는 것이다. 본 발명의 램프는 먼저 혁신적이고 새로운 일련의 광선 생산을 나타내는 것이다. 눈부신 밝기, 스펙트럼의 안정성, 긴 수명을 지니며, 본 발명은 뛰어난 광원에 방사 디스플레이, 자동 헤드램프 및 일반적인 조명과 같은 반대의 적용을 제공한다.

도 6은 본 발명과 관련된 높은 밝기의 무전극 램프의 모형도이자 개념도이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 무전극 램프 전구(4)는 구경(6)을 가진 반사성(radial) 덮개(5)로 덮여 있다. 고체 상태 RF 전원은 유도성 결합 루프(7)에 의해 램프에 전력을 공급된다.

본 발명의 램프는 마이크로웨이브-전력을 공급받은 유황 램프 기술과 관련된 종래의 제품을 발전시킨 것이다. 전력 소모는 수천 와트에서 수십 또는 수백와트로 낮아졌다. 마그네트론 RF 발생기(magnetron RF generator)는 고체 상태 전자공학에 이용된다. 간단한 유도성 결합 구조는 RF 전력을 무전극 전구로 보내는 공동(cavity)구조를 나타낸다. 전구의 크기는 지름 7mm보다 작아 질 것이다. 램프의 밝기는 거의 이상적인 두 광원을 제공하는 램프에 직접적으로 이루어진 시각적 요소에 의해서 증가될 것이다.

바람직하게는 본 발명과 관련된 램프는 매우 소형이다. 유익하게도 램프는 편리하게 다양한 형태로 소형화된다. 예를 들어, 전구, RF 전원과 DC전력 공급기는 함께 포장되거나 각각 포장되고 위치될 수 있다. 도 7은 본 발명에 관련된 램프의 사시도이다. 여기서, 전구, RF 전원 및 DC전력 공급기는 하나

의 하우징(housing, 16)에 위치된다. 도 8은 본 발명에 관련된 램프의 사시도이다. 여기서, 전구는 첫 번째 하우징(17)에 위치되고, RF 전원 및 DC전력 공급기는 두 번째 하우징(18)에 위치된다. 전구는 적당한 전송방법(예를 들어, 동축케이블)에 의해서 RF 에너지를 공급받는다.

본 발명의 램프는 다른 특이한 시스템 레벨 장점을 제공한다. 예를 들어, 어떤 적용에 있어서는, 전원으로부터 방전되는 광자는 유용하지 않을 것이다. 전통적으로 광원에 있어서, 바람직하지 않은 파장 또는 극성의 광선은 쓸모 없는 광선으로 취급되어야 한다. 그러나 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명의 램프를 이용하는 시각 시스템은 구경 전구(26)에 의해 재채(再吹, recaptured) 쓸모 없는 광선(25)은 되돌아오게 하는 시각적 요소(24)를 포함할 것이다. 이런 반사된 광전자는 플라즈마와 접촉하면서, 램프의 전체 효율을 증가시키면서 재방출 되기 전에 유용한 광선(27)으로 전환된다. 이런 광선 재채는 미국특허번호 5,773,918과 PCT 공개번호 WO 97/45858에 보다 상세히 기술되어 있다.

무전극 램프의 기본적인 특징은 수명이 길다는 것이다. 필라멘트와 전극과 같은 전구에 있어서의 모든 금속 요소의 제거와 금속 봉인에서 글래스의 제거는 전통적으로 램프 수명의 중요한 결정인자를 제거한다. 전구의 특정 내용물의 선택은 플라즈마와 전구 덮개와의 화학적인 반응을 최소화하거나 몇몇 경우에는 제거한다. 이런 반응은 중대하게 수명, 종래의 고강도 방전 램프의 색깔 안전성에 영향을 미친다. 더 나아가, 본 발명의 램프는 모든 고체상 전자공학의 사용을 통하여 신뢰성을 보다 높인다.

종래의 방전 램프에 있어서의 색깔 안전성은 전구 내용물과 전극사이 화학적인 접촉, 전구 내용물과 전구 덮개와의 상호작용의 함수이다. 유익하게, 본 발명의 램프는 최소의 반응성을 가지는 단일 요소 전구 내용물과 출력 스펙트럼이 전구의 수명 전체에 걸쳐 안정되게 하는 어떤 전극도 없이 구성될 수 있다.

적용

본 발명의 램프와 같은 긴 수명과 높은 밝기를 가지는 무전극 광원의 적용은 광원의 사용에서 통상의 지식을 가진 자에게 많이 있고 명백하다. 일반적으로, 본 발명의 램프는 인공적인 광선을 얻을 수 있는 응용에 있어 효과적인 광원으로 이루어진다. 이런 광원의 유일한 성질의 특별히 이용하는 몇몇 적용예를 보여 주는 것이 유익하다.

본 발명에 관련된 램프의 가장 중요한 적용예 중 하나는 프로젝션 디스플레이(projection display)다. 다양한 이미지 기술은 최근에 정지 또는 활동 이미지를 만드는 광선 빛을 변화시키는데 사용된다. 반사하고 투과하는 LCD 뿐 아니라 텍사스 인스트루먼트사의 DMD 장치와 같은 기술은 집중한 평면 광선 빛을 요구한다. 본 발명 램프, 긴 수명, 높은 밝기, 시각적 효율, 색깔 안정성 및 뛰어난 RGB 비율같은 유일한 특징은 본 발명의 램프를 응용에 대하여 뛰어난 광원으로 만든다.

상기와 같은 특징들은 또한 섬유 광학(fiber optics) 이용에 기초한 실시예에 적합하다. 빛이 광학 파이버(fiber)를 투과할 수 있기 전에 상기 섬유의 축상의 임계각 내에서 파이버의 말단으로 들어가야만 하고, 그렇지 않은 빛은 소실된다. 광범위하게 광파이버 조명 시스템의 총 효율은 파이버 다발 말단으로 들어가는 빛의 결합 효율에 의해 결정된다. 본 발명 광원의 2차원 램프는 이 결합 효율을 상당히 상승시킨다. 사실상, 본 발명의 램프에 의해서 제공되는 2차원 광원은 큰 중심(core) 또는 광학 파이버 묶음에 직접적인 결합을 제공한다. 유익하게 파이버 광학 조명은 진료기구나 자동 조명, 일반적인 조명을 포함하는 다양한 적용에 사용될 수 있다.

도 10은 점광하는 광선 파이프(tapered light pipe, TLP)와 결합되어 사용되는 본 발명 램프의 사시도이다. 도 11은 합성 접시형의 집진기(compound parabolic concentrate, CPC)와 결합되어 사용되는 본 발명 램프의 사시도이다. 도 12는 볼 렌즈(ball lens)와 결합되어 사용되는 본 발명 램프의 사시도이다. 도 13은 큰 코아 광파이버와 직접적으로 결합된 본 발명 램프의 사시도이다. 도 14는 파이버광학 분산과 자동 광선 시스템에 사용되는 본 발명 램프의 모형도이다. 도 15는 프로젝션 디스플레이에 있어서 사용되는 본 발명 램프의 사시도이다.

본 발명은 일반적인 조명 제품뿐 아니라 스폿(spot) 및 투광 형태의 빛을 생산하는 데 이미지와 비이미지(non-imaging) 광선으로 사용될 수 있다.

본 발명은 종래의 형광 고착물을 대체한 광선 파이프 시스템과 광선 박스와 같은 조명기구를 생산하는 3M사의 다양한 광학 광선 필름(optical lighting film, OLF)으로 서로 짜지어질 수 있다.

다음에서 설명될 본 발명의 많은 예들은 1 내지 3천 루멘스(lumens)를 내는 밝은 광원을 요하는 작은 스크린 디스플레이, 진료기구, 자동차의 헤드램프 또는 다른 장치들에 전력을 제공되고록 정해진다. 그러나, 본 발명의 램프는 수만 루멘스 밝기를 내는 광원을 공급하도록 전력 및/또는 크기가 정해진다. 본 램프의 사용은 극장용 프로젝터, 대형 스크린 디스플레이 TV, 극장용 스폿 광선 및 등대와 같은 다양한 응용에서 예상된다.

접착물을 고정하는 램프의 사용(Use of lamp to cure adhesive)

많은 접착물은 강한 가시광선에 의해서 경화될 수 있다. 작은 스폿 크기와 높은 루멘 강도 때문에, 본 발명의 램프는 접착물 경화에 뛰어난 광원이다. 몇몇 공정에 있어 선택된 광원은 투광형태-경화(flood light type-curing)보다 선호된다. 접착물을 오직 빛에 노출시키는 것은 에너지 관점에서 비용효과면에서 또한 낫다. 광선의 차폐는 오직 선택된 작업영역이 조명될 필요가 있을 경우라면 간단하다. 다음의 섹션 4.2.2에서 언급되는 바와 같이, 구경은 바람직한 조명 면적 및/또는 형태에 적당하도록 구성된다.

본 발명 램프의 몇몇 적용내용은 다음과 같다:

프로젝션 적용 - 파이버광학 - 자동화 광선(게이트/셔터) - 슬라이드 프로젝터 - 디스플레이 프로젝터 - 오버헤드 프로젝터	건축물의 집중(accent) 광선 - 파이버광선 분산 - 빔을 방사하는 광원과 렌즈 사이에 거울을 가진 플라스틱 프레넬(frenel) 렌즈 - 스팟/와시(wash) 광선
자동차 - 헤드 램프 - 내부 램프 - 파이버광선 분산	극장용 광선 - 영화/텔레비전 - 무대/스튜디오 - 프레넬 렌즈(유용한 광선 스포트라이트)
위험을 알리는 광선 - 발명의 억센(rugged) 성질 - 스트로브(strobe)/경보등	신호 - 네온 사인 대체물
개인용 헤드 램프 - 외과의 사용 라이트 - 광부의 라이트	가로등 - 완전 절단(full cutoff)
교통 신호등 - 파이버광선 분산	LCD 후면광 - 낮에도 읽을 수 있는 디스플레이
랜딩 라이트 - 고속도로 - 비행기	감시용 라이트 - 플래쉬라이트
일반적인 광선 - 윗 방향 광선 - 아래 방향 광선 - 스팟 광선 - 투광	가정용 조명 - 보호용 - 간접적인 광선 - 벽 와시(wall wash) - 대문의 투광 라이트(스필(spill)은 아님) - 광범위 조명
빔 프로젝터 - 탐색 라이트	수중 조명 - 아쿠아리움(aquarium)
물질 공정 - 경화 라이트 - 강도와 근자외선(near UV) - 복사기의 빛	라이트 하우스
저온 저장용 빛	선박용 조명
장치에 사용되는 빛	원예

표 1

도면의 간단한 설명

본 발명은 다음의 그림을 고려하여 보다 잘 이해될 것이다.

도 1 내지 도 4는 다양한 형태의 방전을 만들어 내는 종래의 무전극 램프 시스템의 모형도이다.

도 5는 Q 대 주파수의 그래프이다.

도 6 내지 도 9는 본 발명에 따른 개념적인 대표도이다.

도 10 내지 15는 본 발명에 따른 램프의 다양한 적용을 묘사한다.

도 16 내지 32는 본 발명에 사용될 수 있는 다양한 램프의 형태와 신규 결합회로와 관련된 것이다.

도 33 내지 37은 워셔형태(washer-shaped)의 여기 코일과 관련된다.

도 38 내지 57은 각각 본 발명을 따른 몇몇 대표적인 다른 구조와 신규의 여기 코일의 모형도, 부분도, 사시도이다.

도 58 내지 도 62는 본 발명을 따른 무전극 램프에 있어 신규의 여기 코일을 사용하는 데 적당한 다양한 회로 구성을 보여주는 모형도이다.

도 63 내지 도 78은 본 발명을 따른 신규의 여기 코일을 사용하는 대표적인 무전극 램프의 다양한 모형도, 사시도, 단면도이다.

도 79 내지 도 82는 그리스 대문자 오메가(Ω)를 나타내는 본 발명에 따른 신규 여기 코일의 다른 구조와 관련된다.

도 83 내지 도 106은 사용되는 다양한 무전극 램프와 본 발명을 따른 완성된 램프의 헤드와 관련된다.

도 107 내지 도 120은 본 발명에 따라 배열된 고전압 축전기에 관련된다.

도 121 내지 도 132는 본 발명을 따른 몰드(molding)에 의해 만들어지는 전구와 관련된다.

도 133 내지 도 154는 본 발명을 따른 다양한 구경(aperture) 구조와 관련된다.

도 154 내지 도 159는 본 발명을 따른 무전극 램프의 다양한 성능과 관련된다.

도 160 내지 도 171은 다른 전구/구경 구조와 제조방법에 관련된다.

도 172 내지 도 175는 방사상과 축상의 배열에 대한 특성을 가진 본 발명에 따른 구경 컵과 관련된다.

도 176 내지 도 180은 열처리 위한 플랜지가 부착된 구경 컵과 관련된다.

도 181 내지 도 186은 램프 개시를 줄게 하기 위해서 전선이 내부에 장착된 전구에 대한 세라믹 덮개와 관련된다.

도 187 내지 도 209는 램프에 고주파수 에너지를 제공하는 본 발명을 따른 바람직한 고체상 고전력 오실레이터와 관련된다.

도 210 내지 도 222는 단일 어셈블리로 통합된 오실레이터와 램프에 관련된다.

도 223 내지 도 255는 분리된 램프 어셈블리와 관련된다.

도 256 내지 도 265는 분리된 RF 전원 어셈블리에 관련된다.

발명의 상세한 설명

4.1 고 주파수 유도성 램프

본 발명의 체계는 고 효율, 긴 수명을 가지는 낮은 전력이 소모되는 광원(light source), 특히 작동 형태의 아주 바람직한 조합을 나타내는 높은 밝기를 가지는 광원을 제공하는 것이다. 광원과 관련해 사용된 바와 같이, 낮은 전력은 약 400와트(W) 이하로 정의된다. 밝기는 단위 광원 면적 당 단위 고체 각 당 빛의 량으로서 정의된다. 본 발명은 전극 램프보다 긴 수명을 가지는 능력을 가지는 무전극 램프를 제공한다. 종래의 낮은 전력 무전극 램프는 상업적으로 한정된 적용에서 사용된다.

본 발명은 효율적이고, 강한 밝기를 가지고 낮은 전력을 소모하는 많은 상업적인 실제적용을 제공할 수 있는 무전극 램프를 제공하는 것이다.

고 주파수 전원과 유도성 결합 램프는 공지되어 있지만, 종래 기술은 유도성 결합으로 형상화된 램프를 가지고 고주파수 전원을 조합하는 것을 나타내지는 않고 있다. 본 발명은 이런 유용한 조합을 가로막는 실제적인 장애와 기술적인 장애를 해결한다.

용량적으로 결합된 램프 시스템에서(즉, E 방전 램프), 결합 회로의 임피던스는 반대로 주파수에 비례한다. 그러므로, 고주파수에서 임피던스는 감소하고 램프가 보다 높은 전류에서 작동되어 보다 효율적이다. 따라서 임피던스의 감소와 보다 높은 효율은 당업자에게 용량적으로, 보다 높은 주파수 결합 램프를 발전시키는 동기를 제공한다.

유도성 결합 램프 시스템(즉, H 방전 램프)에 있어서, 회로의 임피던스는 주파수에 직접 비례하여 변화될 것이다. 따라서, 충분히 높은 주파수에서, 임피던스가 증가하여 유도성 결합 램프는 바람직한 효율로 작동하지 않을 것이다.

코일 Q는 코일의 작동 효율을 나타낸다. 즉, 장치(예를 들면, 2차의 결합 코일)로의 에너지 전송 효율을 나타낸다. Q는 다음 식으로 표현된다:

$$Q = \omega L / R \quad \text{식(1)}$$

여기서, L은 코일의 인덕턴스, R은 코일의 저항, ω 는 라디안(radian) 또는 각 주파수($\omega = 2\pi \times f$, 여기서, f는 작동 주파수)이다. 도 5는 주어진 코일에 대한 주파수 대 Q의 대표적 그래프이다. Q는 Q가 감소하는 지점상의 주파수의 입방근(square root)에 비례하여 증가한다. 이 정점치로부터 Q가 감소하는 한가지 이유는 보다 높은 주파수에서 코일의 손실(즉, 코일의 임피던스)을 증가시킴으로서 코일작동에 영향을 미치는 와전류(parasitics) 또는 불리한 요인이 존재하기 때문이다. 이런 높은 주파수에서 코일의 손실은 주파수가 증가하면서 비례적으로 증가하고, 따라서 Q를 떨어뜨리게 한다.

예를 들어, 근접효과(proximity effect)는 코일이 서로 근접함에 따라 내부의 캐퍼시턴스(capacitance) 때문에 Q가 떨어지는 이유를 설명하는 공지된 현상이다. 다른 요인은 표피의 깊이(skin depth)와 와전

류(eddy current) 효과는 보다 높은 주파수에서 코일의 저항을 증가시키는 데 또한 기여할 것이다. 회로의 효과적인 저항(즉, 식 (1)에서 R)의 증가는 계속적으로 감소를 가속할 것이다. 따라서, 보다 높은 주파수에서 근접 효과(내부 캐패시턴스)와 코일의 작동 성능을 낮추는 다른 와전류 효과는 충분한 코일의 작동에 중대한 장애가 된다.

더 나아가 높은 주파수에서 유도성 결합 램프가 작동하는 데 기술적인 장애는 코일의 작동 성능에 영향을 미치는 것과 같은 와전류 효과는 결합 회로 즉, 램프에 전원을 연결하는 작동 회로에 존재한다. 이와 같은 효과는 상기 결합 회로의 회로 디자인을 복잡하게 할 것으로 예상된다. 예를 들어 고주파수에서 직선은 공동의 인덕턴스가 일직선 와이어와 타직선 와이어 사이에서 일어나는 것과 같은 유전 특성이 발생한다. 더 나아가 코일의 어떤 부분에서 결합회로의 다른 부분으로 캐패시턴스 소실이 존재한다.

따라서 실제적이고 기술적인 장애에 비추어서, 당업자는 유도성 결합 램프를 높은 주파수에서 작동 전원에 연결된 유도성 결합 램프로서의 무전극 램프를 명백히 구성할 수 없었다. 예를 들어, 모든 주파수에서 작동한다면, 코일의 Q 인자와 고 주파수 결합회로를 고려하면 고 주파수(예를들어, 약 1GHz이상) 유도성 결합 램프는 작동한다 해도 비효율적일 것이다.

본 발명과 따른 장치는 램프와 회로 요소의 디자인 즉, 여기 구조의 크기와 회로 요소의 물리적 크기를 통하여 종래 기술에 존재하는 하나 이상의 문제를 극복한다. 물리적으로 큰 회로 구성요소는 상기에서 야기된 와전류에 영향을 받기 쉽기 때문에, 본 발명의 장치는 충분한 작동을 하도록 회로 구성요소를 충분히 작게 하여(즉, 실제 가능할 정도로 작게 하여) 이런 결합을 극복한다.

바람직하게는 코일의 효과적인 전자적 길이는 사용되는 구동 주파수 파장의 약 반보다 작다. 보다 바람직하게는 코일의 효과적인 전자적 길이는 파장의 약 4분의 1보다 작다. 가장 바람직하게는 코일의 효과적인 전자적 길이는 파장의 약 8분의 1보다 작다. 구동주파수는 바람직하게는 100MHz보다 크고, 약 300MHz, 500MHz, 700MHz 또는 900MHz보다 크다.

본 발명의 장치는 감은 회수가 바람직하게는 2번보다 작고, 어떤 경우에는 1번보다 작은 코일과 최적으로 작동한다. 높은 주파수에서 보다 감은 회수를 적게 하면 내부의 캐패시턴스를 감소 및/또는 없앤다. 또한 높은 주파수에서, 본 발명의 장치는 코일 주위에 상 지연(phase lag)에 기인한 에너지 전송 손실을 최소화하기 위해 보다 적게 감은 코일을 사용한다. 따라서, 본 발명은 1번 보다 작게 감은 코일과 약 6번까지 감은 코일을 포함한다. 임의적으로 예를 들어 약 150MHz보다 작은 작동 주파수에서 2번 이상 감는다. 더 이상의 주파수에서는 2번 이하로 감는 것이 바람직하다.

일반적으로, 주어진 전구 지름, 주어진 코일 지름, 바람직한 감은 회수는 주파수에 의존한다. 보다 높은 주파수에서 작동하는 램프에는 보다 작게 감거나 1번보다 적게 감는 것이 바람직하다.

4.1.1. 첫 번째 결합 회로

고 주파수 유도성 결합 램프의 첫번째 예

여기서 사용된 바와 같이, 일반적으로 첫번째 예는 "다이빙 보드(diving board)" 구조(하기에서 기술됨)와 나선형 여기 코일을 포함하는 결합 회로에서 유도성 결합 무전극 램프를 나타낸다.

본 발명의 첫번째 예는 도 16 내지 도 18을 참고로 하여 설명되고, 여기서 구성물은 각 도면에서 같은 수로 참고된다. 도 16은 본 발명에 따른 무전극 램프의 첫 번째 예를 보여주는 사시도이다. 도 17은 본 발명에 따른 무전극 램프의 첫 번째 예를 보여주는 평면도이다. 도 18은 도 17에서 라인 18-18을 따라 절단하여 바라본 본 발명과 관련되는 무전극 램프의 첫 번째 예를 보여주는 단면도이다.

서술된 바와 같이, 유도성 결합 무전극 램프(40)는 코일(42) 중앙에 위치한 전구(43)주위에 나선형의 코일(42)을 가진 덮개(46)를 포함한다. 전구(43)는 지지체(47)에 의해 코일안에 위치한다.(도 18에 도시됨). 지지체(47)는 바람직하게는 전구표면의 높은 온도에 견딜 수 있으나, 전구로부터 너무 많은 에너지를 전도하지 않는 물체로 구성된다.(예를 들어, 지지체(47)는 열전도도가 낮아야 하고 약간의 열 전도는 바람직하며 이는 다음에서 설명된다). 예를 들어 지지체(47)에 적합한 물질은 석영이다. 코일(42), 전구(43), 지지체(47)는 유전체 튜브(45, dielectric tube) 속에 위치한다. 유전체 튜브(45)는 적합한 유전체 물질, 예를 들어 석영, 알루미늄을 포함하는 물질로 만들어 진다.

입력 커넥터(41, input connector)를 통해서 램프(40)에 전력이 공급된다. 입력 커넥터(41)는 예를 들어 중앙에 도체를 갖고, 고주파수 신호를 받기 위해, 그리고 전기적으로 덮개(46)에 연결된 접지 외부 도체를 갖는 N-타입의 동축(coaxial) 커넥터이다. 하기에서 다이빙 보드(diving board, 48)로 언급되는 첫 번째 전도성 요소는 입력 커넥터(41)의 접지된 외부 도체의 일단에 연결되어 있다. 하기에서 전력 공급기(49)로 언급되는, 두 번째 전도성 요소는 입력 커넥터(41)의 접지된 외부 도체의 일단에 연결되어 있다. 도 16 내지 도 18에서 도시된 바와 같이, 다이빙 보드(48)와 전력 공급기(49)는 유전체 튜브(45) 근처에서 서로 그들 각각의 끝에 연결되어 있다. 코일(42)의 일단은 다이빙 보드(48)의 반대쪽에 위치하고, 코일의 타단은 덮개(46)에 접지로 연결된다.

도 18에 도시된 바와 같이, 첫 번째 축전기는 첫 번째 축전기에 유전체 물질을 제공하는 유전체 튜브(45)를 가진 다이빙 보드(48)의 일부분(48a)과 코일(42)의 일부분(42a)사이에 형성된다. 두 번째 축전기는 모두 유전체 튜브(45)와 상기 튜브(45)와 두 번째 축전기에 유전체 물질을 제공하는 전력 공급기(49) 사이 공간에 있는 공기를 갖는 코일(42)의 일부분(42b)과 전력 공급기(49)의 일부분(49b) 사이에 형성된다.

그림에서 코일(42)은 약 두 번 감긴 것을 도시하고 있으나, 상기에서 기술된 바와 같이 전구의 크기와 작동 주파수 등에 의존하여 더 많이 감거나 더 적게 감을 수 있다.

전형적으로 약 0.02inches(0.5mm)의 전구 벽 두께를 갖는 약 1inch(25mm)에서 0.2inches(5mm)까지의 범위인 전구의 외부 직경크기를 갖는 램프가 5, 6, 7mm의 직경을 갖는 전구를 포함하여 설계되었다. 물

론, 주파수, 코일 크기, 회로 디자인의 변화에 따라서 보다 크고, 보다 작은 크기의 전구는 본 발명의 무전극 램프에 사용될 수 있다.

예를 들어, 내부 코일 지름이 전구의 외부지름과 비슷하다면 일반적으로 효율은 증가된다. 유도성 결합 램프에서의 전력 전송 비율은 David Wharmby, Ph.D.에 의해, the Gaseous Electronics Conference in Gaithersburg, MD의 1994년 판에 나타난 하기의 식(2)에 의해서 계산되어진다.

$$P_a/P_a = k^2 Q_u [Q_a / (1 + Q_a^2)] \quad \text{식 (2)}$$

여기서, 아래첨자 a는 플라스마를 나타내고, 아래첨자 u는 코일을 나타내고, P는 전력, Q는 퀄리티 인자, k는 결합 계수를 나타낸다. 결합 계수 k는 결합 코일과 전구 내부의 전류 루프를 연결하는 자기 플럭스의 측정이다. 전구에 가깝게 코일을 두는 것은 결합 계수를 증가 시키고, 따라서 전력 전송 비율을 증가시킨다.

앞에서 설명한 바에 따라, 전형적인 유도성 결합 램프는 다음과 같이 구성된다. 덮개(46)는 높이 약 25mm(1인치), 넓이 38mm(1.5인치), 길이 50mm(2인치)의 금속 박스로 구성된다. 덮개의 윗 부분(즉 넓이 38mm, 길이 50mm)은 없앤다. 종래의 N-타입의 커넥터(41)는 덮개(46)의 일단에 개구부를 통해서 위치된다. 전력 공급기(49)는 두께 약 0.33mm (0.013인치), 넓이 약 4mm(0.16인치)의 얇은 리본 전도체이다. 전력 공급기(49)는 입력 커넥터(41)의 중앙 전도체에서 시작하여, 낮은 극단부에 약 6.5mm(0.25 인치)길이를 갖는 확장부에서 아래로 굽어지고, 다시 꺾여 상기 낮은 극단부로부터 디빙 보드(48)까지의 거리가 약 15.25mm(0.6인치)인, 약 1.25mm(0.05인치)의 내부 반지름을 가지는 다이빙 보드(48) 쪽으로 확장되는 곡선 경로를 그린다. 상기 전력 공급기(49)의 곡선 형태와 길이는 상대적인 코일(42)에 비하여 고인덕턴스와 분산된 캐패시턴스를 제공한다.

전력 공급기(49)의 길이와 커브 형태는 상대적으로 코일과 관련해서 높은 인덕턴스와 분포 캐패시턴스를 제공한다.

다이빙 보드(48)는 두께 약 0.65mm(0.025인치), 넓이 약 8mm(0.32인치), 전체 길이 약 26mm(1.02인치)인 직선의 리본 전도체이다. 다이빙 보드(48)의 일단은 N-타입의 커넥터(41)의 외부 전도체와 연결된다. 다이빙 보드(48)는 약 4.25mm(0.17인치)의 높이를 갖는 플레이트를 형성하는 커넥터(41)의 말단으로부터 약 21.5mm(0.85인치) 떨어진 직각으로 굽은 부분(48a)을 갖는다. 전력 공급기(49)는 상기 굽은 부분에서 다이빙 보드에 연결(예를 들어 고체화됨)되어 있다. 다이빙 보드(48)의 직선 부분은 낮은 인덕턴스와 낮은 저항을 제공하는데 적당하다. 다이빙 보드(48)의 굽은 부분(48a)은 직렬 공진 축전기의 한 전극을 제공한다.

유전체 튜브(45)는 높이 약 28.75mm(1.13인치), 내부 지름 약 10mm(0.4인치), 두께 약 2mm(0.08인치)의 정원(right circular) 원통형 석영 덮개이다. 유전체 튜브(45)는 덮개(46)의 아래 부분에 위치하고 다이빙 보드(48)의 굽은 부분(48a)과 연결된다.

직렬 공진 코일(42)은 외부 지름 약 10mm(0.4인치), 내부지름 약 8mm(0.32인치), 피치 약 5mm(0.2인치)를 가지는 두 번 반 나선형으로 감겨진다. 코일의 가장 윗 부분은 다이빙 보드(48)의 굽은 부분(48a)의 반대쪽에 위치하고, 직렬 공진 축전기의 타 전극을 형성한다. 코일(42)의 타단은 접지된다.(덮개(46)의 아래 부분에 결합된다.)

전구(43)는 외부 지름 약 8mm(0.32인치), 내부지름 약 7mm(0.28인치)의 석영으로 만들어진다. 전구(43)는 약 4 내지 6mg의 셀레늄(selenium)과 300 내지 1000 Torr 압력으로 크세논(Xenon)의 완충(buffer) 기체로 채워진다. 전구는 내부 지름 약 6mm(0.24인치), 외부지름 약 8mm(0.32인치), 높이 약 6mm(0.24인치)의 정원 원통형 석영 지지체(47)위에 위치한다.

도 19는 기술된 램프를 작동과 감도를 위한 시스템의 모형도이다. 고주파수 신호원(signal source, 52)은 증폭기(53)에 연결되어 있다. 증폭기(53)의 출력부는 서큘레이터(54)에 연결되어 있고, 이 서큘레이터는 방향성 결합기(directional coupler)(55)를 통해서 램프(40)에 연결된다. 방향성 결합기(55)는 측정 장치(57)와 연결되는 다수의 탭(tap)을 제공한다.

상기 기술된 장치는 예를 들어, Hewlett-Packard Network Analyzer Model No 8505로 동축 케이블에 의해서 연결되는 Communication Power Corporation, Brentwood, NY, Model No. 5M-915-1, 5E2 OPT 001에 의해서 만들어지는 증폭기에 의해서 공급받는 915MHz, 30 내지 100와트에서 작동한다. 상기 서큘레이터와 방향성 적합자는 상업적으로 유용한 구성물을 쓴다. 방향성 적합자(55)의 출력부는 동축 케이블을 통해서 입력 커넥터(41)에 연결된다. 유도성 결합 램프는 와트당 대략 80루멘스까지 생산한다.(즉, 100와트에서는 8000루멘스이다).

상술한 장치는 고주파수에서 적절한 전원을 제공할 수 있는 어떤 적절한 전원에 의해 기능된다. 예를 들어, 마그네트론(magnetron)은 전원으로서 사용될 수 있다. 바람직하게는, 마그네트론으로부터 나온 마이크로웨이브 전력은 임피던스 매칭 장치를 통해서 장치에 전력을 공급하는 동축 케이블로 결합된다.

도 20은 본 발명과 따른 무전극 램프의 첫 번째 예를 도시한 모형도이다. 입력 전력과 전구가 결합하는 회로는 직렬 공진 회로이다. 직렬 공진 회로는 예를 들어, 인덕터(inductor)(예를 들어 코일)와 콘덴서가 일렬로 연결되고, 작동하는 동안 회로에 교류의 링잉(ringing) 전류를 가진다. 초기에, 전력이 회로에 공급되고, 축전기를 부하(charge)시키고, 축전기는 방전되고 에너지는 인덕터에 저장된다. 인덕터에서 전류가 최고치에 이르면, 반대극성을 가진 축전기를 재방전 시키고, 이런 과정이 계속된다. 링잉(ringing)은 회로에서 필연적인 손실이 있는 것을 제외하고는 연속적인 것이다. 회로에 공급된 전력은 손실을 보충하여 공진 주파수에서 회로 링잉이 계속되게 한다. 많은 전류는 축전기와 인덕터에서 보존되기 때문에, 저장된 에너지 일부분은 상대적으로 높은 전류로 회로 링잉을 유지하기 위해 대체되는 것이 필요하며, 그러므로 회로의 효율적인 작동을 허용한다.

도 20에서 도시된 바와 같이, 직렬 공진 콘덴서 C0와 직렬 공진 코일L0은 직렬공진 회로의 주요한 구성 요소이다. 높은 주파수 전원(51)은 인덕터 L1을 통해서 전류를 공급한다. L1은 직렬 공진 콘덴서 C0와 연결되어 있다. 직렬 공진 콘덴서 C0는 저항 R1을 통해서 접지와 연결되는 직렬 공진 코일(L0)과 직렬로 연결된다. 작은 인덕터 L2는 접지와 L1과 L2의 접합점 사이에서 연결되어 있다. 분포 캐패시턴스 C1은 L0과 L1의 사이에 점선으로 도시되어 있다.

도 16 내지 도 18에 도시된 첫 번째 예와 관련해서, 직렬 공진 코일 L0은 코일 (42)에 해당한다. 직렬 공진 콘덴서 C0은 코일(42)의 42a, 48a부분과 다이빙 보드(48)사이에 형성된 첫 번째 축전기에 해당한다. 공급 인덕터 L1은 전력 공급기(49)에 해당하고, 작은 인덕터 L2는 다이빙 보드(48)에 해당한다. 분포 캐패시턴스 C1은 주로 코일(42)의 42b, 48b부분과 전력 공급기(49) 사이에 형성된 두 번째 콘덴서에 해당하나, 또한 인덕터(L1) 표면과 코일(C0)표면 사이에 형성된 많은 작은 캐패시턴스를 포함한다(즉, 코일(42)표면의 모든 부분은 전력 공급기(49)표면과 관련해서 약간의 커페시턴스를 가진다.

작동동안에, 처음에 에너지는 직렬 공진 축전기 C0에 저장되고, 다음으로 C0는 방전되고 전류는 직렬 공진 코일 L0을 통해서 흐르고 접지에 달는다. 전류는 작은 인덕터 L2(즉 다이빙 보드(48))를 통해서 다시 돌아온다. 따라서 작은 인덕터(L2)는 낮은 인덕턴스 장치에 바람직하다. 그러므로, 상기 직렬 공진 회로는 L2에 의해 배분된 작은 인덕턴스를 가진 C0와 L0을 주로 포함한다. 상기 공급 인덕터 L1은 각 링에 대한 손실을 보충하는(R1로 대표된다)직렬 공진 회로로 소량의 에너지를 공급한다. R1은 예를 들어 두 손실 성분을 대표한다. 하나의 손실 성분은 1차 회로(즉, L2,C0,L0)로 되돌아가는 플라스마 저항이다. 다른 하나는 어떤 비초전도체 회로의 고정 저항이다. 분배 캐패시턴스 C1(L1과 L0사이의) L2의 위치를 바꿈으로써 입력 임피던스가 매치되도록 조정된다.

도 16 내지 도 18에 다시 관련해서, 에너지는 전력공급기(49)를 통해서 N-타입의 커넥터(41)를 경유하여 전송된다. 상기 전력공급기는 직렬 공진 회로에 비하여 요소를 나르는 저전류이다. 그리고 전력 공급기는 에너지가 코일(42)과 회로의 다른 구성물을 통하여 낭비됨에 따라 직렬 공진 회로에 에너지를 공급한다.(일정 에너지는 불행히도 작동 중에 소실되고, 무시할 만한 소량은 RF방사 손실에 기인한다.) 전력 공급기(49)와 비교해서, 다이빙 보드(48)는 접지에 직접 연결된 고 전류 전송 수단이며, 직렬 공진 회로의 일부분이다. 링잉 전류는 다이빙 보드(48), 유전체 튜브(45), 코일(42)를 통해서 접지로 흐르고, 이것이 반복된다.

회로가 작동하는 동안, 다이빙 보드(48)와 코일(42)사이의 전압은 1,000에서 10,000 볼트까지 높아진다. 유전체 튜브(45)는 높은 전압 때문에 램프 회로의 브레이크다운을 막는다. 유익하게는 유전체 튜브(45)는 고순도 알루미늄 또는 실리카와 같은 광학적 반사 파우더(optically reflecting powder)를 둘러쌀 수 있다.

분포 캐패시턴스 C1은 상대적으로 작고 결합(즉, 임피던스 매칭)을 증가시키는 기능을 한다. 예를 들어, 전구가 작동하는 동안에 코일의 일부(42b)에 따라서 전력 공급기(49) 일부분(49b)의 위치가 조정되어(즉, 더 가까이 굽거나, 더 길게, 더 높게 또는 더 낮게), 실제적으로 전원의 입력 임피던스(일반적으로 50옴이나 다른 임피던스과 가능하다)와 매치되도록 가깝게 된다. 물론, 생산에 있어서, 회로는 이미 형상화되어 있어 어떤 위치 조정 없이도 바람직한 임피던스 매치가 제공된다.

본 발명에 있어서, 모형 회로 구성요소는 사실 도체 구성요소 자체의 물리적인 구조에 의해서 형성된다. 상기 회로 구조는 경비 절감, 단순화, 안정성의 증가를 포함하여 많은 장점을 지니고 있다. 예를 들어, 상기 회로구조는 고주파수에서의 분리된 회로 구성물들의 브레이크-다운과 같은 문제를 극복한다.

도 21은 전구에서 일어나는 H 방전의 단면도이다. 하기에 H 방전의 간단한 설명이 있다. 플라스마(예를 들어 이온화된 기체)는 전구(예를 들어, 석영으로 만들어진 용기)속에 채워져 있다. 직렬 공진 회로는 시변화하는 자기장을 만드는 코일을 통해서 교류 전류를 유도한다. 상기 변화하는 자기장은 전구 내로 전류를 유도한다. 전류는 플라스마를 통해서 흐르고, 만들어 진 빛을 여기서킨다. 플라스마는 변압기(transformer)의 유사된 단일 회전 2차 코일로써 기능한다.

이상 설명한 대부분의 예에서 본 전구가 일반적인 원추형인 반면에, 다른 모양의 전구도 본 발명에 따른 유도성 결합 램프로 사용될 수 있다. 도 22 내지 도 26은 H 방전을 공급하는데 적절한 대표적인 다른 형태의 전구를 도시하고 있다. 도 22는 일반적인 원통형의 전구의 사시도이다. 도 23 내지 도 26은 일반적인 디스크형의 전구이고, 또한 필-박스(pill-box)형태의 전구를 나타낸다. 도는 23은 사시도이다. 도 24 내지 도 26은 전구 중앙에서 본 단면도이다. 여기서 전구는 중앙을 관통하는 수직 축 주위로 회전 대칭적이다. 도 24는 귀퉁이(corner)를 둥글게 된 필-박스 형태의 전구이다. 도 25에 도시된 전구는 아래에 요입하는 오목한 부분을 가지고 있다. 도시한 전구의 형태는 단지 조명 목적이지만 이에 한정되지 않는다. 다른 전구 형태가 또한 가능하다.

전구 내용물은 황, 세레늄이 기본이 될 수 있고, 무전극 램프에 TM이는데 적절한 다른 내용물을 포함할 수 있다. 바람직하게는 이온화된 상태에 있는 내용물은 적절히 낮은 임피던스를 제공한다. 적당한 내용물의 예는 금속 할라이드를 포함한다.(예를 들어, InBr, NaI, CaI, CsI, SnCl). 상기 내용물을 기초로 수은도 사용될 수 있다.

도 27 내지 도 29는 본 발명에 따른 무전극 램프의 첫 번째 예의 사용에 적절한 첫 번째 전도성 구성요소(즉, 다이빙 보드)와 두 번째 전도성 구성요소(즉, 전력 공급기)의 대표적인 다른 구조의 사시도이다.

전력 공급기는 보다 낮은 전류 공급 구성요소이다. 왜냐하면 전력 공급기는 입력 전력에 의존하여 변하는 공급 전류를 나르는 데만 필요하기 때문이다. 전력 공급기는 바람직한 형태를 가지며, 또한 바람직하게는 다이빙 보드보다 긴 길이(따라서, 보다 높은 인덕턴스를 가짐)를 제공하도록 곡선형이거나 굽어 있다.

다른 한편으로, 다이빙 보드는 바람직하게는 높은 전류를 공급하고, 낮은 인덕턴스 전도성 구성요소이다. 전류는 축전기, 접지된 다이빙 보드를 통해서 흐르고, 코일을 통하여 되돌아가기 때문에 상기 다이

빙 보드는 링잉 직렬 공진 회로의 모든 전류를 수송한다. 몇몇의 예(예를 들어 도 28)에서 보다 두껍게 된 다이빙 보드가 도시된다. 하지만 다이빙 보드는 링잉 전류의 표피 깊이를 공급하는 데 충분하게만 두꺼울 필요가 있다. 표피 깊이는 물질에 따라서 변한다. 다이빙 보드가 바람직하게는 직선이나 약간 굽을 수 있다. 도 27에 있어, 전력공급기(59)는 대략 직각으로 굽은 비교적 두꺼운(약 12게이지) 와이 어이고, 다이빙 보드 중앙(상기 굽은 부분에서 내부로 공간이 형성된 부분)을 지나는 짧은 거리로 다이 빙 보드(58)에 연결되어 있다. 도 28에 있어, 전력 공급기(79)는 굽은 부분을 가진 상대적으로 두꺼운 와이 어이다. 도 28에 있어, 다이빙 보드(78)는 금속 플레이트(78a)에 연결된 점감되는 말단을 가진 보 다 두꺼운 리본 전도체이다. 도 29에 있어, 다이빙 보드(88)는 아래 부분이 아니라 윗 부분으로 굽은 부분(88a)을 가진다.

첫 번째 축전기 전극은 특정 형태 및/또는 위치로 되어 있지만 다른 형태 및/또는 위치도 선택된다. 예 를 들어, 축전기 전극은 직사각형, 직각, 팔각형, 원형, 반-원통, 또는 다른 형태가 될 수 있는데, 예시 에 한정되는 것이 아니다. 전극은 다이빙 보드 말단에 관련해서 위, 아래, 가운데 또는 다른 곳에 위치 할 수 있다. 당업자는 전력공급기, 다이빙 보드, 축전기 플레이트에 대한 수 많은 다른 디자인을 채택 할 것이다.

도 30 내지 도 32는 본 발명과 따른 무전극 램프의 첫 번째 예의 다른 구조를 도시한다. 상기 다른 구 조와 도 16내지 도 18에서 도시된 예의 중요한 차이점은 유도성 결합 무전극 램프(80)가 도 29에서(아래 로 굽는 대신에 위로 굽은 부분(88a)을 가짐) 도시된 다이빙 보드(88)/전력 공급기(89) 조합을 이용하 고, 유전체 튜브(45) 대신에 직선의 유전체가 사용되고, 축전기의 두 번째 전극으로써 금속 플레이트(82a)(도 27에 가장 잘 도시됨)를 포함하는 코일(82)을 사용한하는 것이다. 다른 구조의 작동 은 도 16내지 도 18에 도시된 램프(40)의 작동에와 관련하여 상술한 것과 본질적으로 같다.

고 주파수 유도성 결합 램프의 두 번째 예

상술한 바와 같이, 일반적으로 두 번째 예는 "워셔"(washer) 형태의 여기 코일(후술하게 된다)에 결합된 다이빙 보드구조를 이용하는 본 발명에 따른 유도성 결합 무전극 램프를 나타낸다.

상기에서 기술된 첫 번째 예를 포함하는 장치(즉, 약 한번 반 감은 나선형 코일의 구조와 다이빙보드의 구조를 가지는 유도성 결합 램프)는 다이빙 보드 구조를 가지는 장치와 (1)사다리꼴 단면의 형태를 가지 는 코일('903특허에 공지됨)과 (2)플랫 워셔 형태의 코일(대체적으로 '903특허의 코일 형태)을 포함하는 여러가지 예들과 비교된다.

도 33 내지 도 35는 본 발명에 따른 무전극 램프의 두번째 예를 포함하는 코일(92)의 모형도, 단면도, 사시도이다. 코일(92)은 슬롯(slot)(93)을 지닌 플랫, 일반적으로 워셔 형태의 구조이다. 하기의 차원 을 가지는 워셔 형태의 코일이 비교되어 진다.(단위는 mm이다.)

내부 지름	외부 지름	슬롯 넓이	축 높이
9.5	15.9	3.5	1.6
9.5	19.7	3.5	3.3
9.5	22.9	3.5	1.0
9.5	22.9	3.5	0.1
9.5	15.9	3.5	1.0
9.5	15.9	3.5	0.3

표 2

금속 플레이트는 코상기 슬롯에 인접한 코일의 측면에 고정되어, 직렬 공진 축전기의 전극을 형성한다(도 32에 도시된다). 또한, 구리 튜브는 물로 식히기 위해서 코일의 외부에 첨가된다. 도 36 내지 도 37은 본 발명에 따른 무전극 램프의 두번째 예에 사용되는 물로 식혀지고, 워셔(washer) 형 코일(122)의 모형도와 단면도이다. 코일(122) 주위는 구리 튜브(124)와 열적으로 접촉하고 있다.

첫 번째와 두 번째 예를 비교해서, 워셔형 코일은 상술한 한번 반 감은 나선형 코일 램프보다 효율적이 지 못하다. 더 나아가, 외부 지름이 보다 작은 워셔형 코일은 외부 지름이 보다 큰 워셔형 코일보다 더 효율적이다. '903 특허에서 설명된 바와 같이, 워셔형 코일은 보다 적은 빛 봉쇄에 효과적인 형태이다. 일반적으로 워셔형 코일은 또한 양호한 열 제어 특성을 가진다.

4.1.2 신규의 반지 형태의 여기 코일(Novel Wedding Ring Shaped Excitation Coil)

고주파수 유도성 결합 램프의 세 번째 예

세 번째 예는 일반적으로 다이빙 보드구조와 새로운 "반지"(또는 맞붙지 않은 반지)형태의 여기 코일을 사용한 유도성 결합 램프를 나타낸다.

신규의 여기 코일

도 38 내지 도 40은 각각 본 발명에 따른 신규의 여기 코일의 모형도, 단면도, 사시도이다. 본 발명에 따라서, 코일(132)은 일반적으로 슬롯(133)을 가진 "반지"형태의 구조를 갖는다. 다음과 같은 크기를 지니는 몇몇의 결혼 반지 형태의 코일이 다음에 나타나 있다.

내부 지름	반지름 두께	축 높이
9.5	1.3	1.3
9.5	1.3	1.9
9.5	1.3	2.5
9.5	1.3	3.2
9.5	0.6	1.3
9.5	0.6	1.8
9.5	0.6	2.3
9.5	0.6	2.8
9.5	0.6	3.3
9.5	0.6	3.8
9.5	0.6	4.3
9.5	0.6	5.1
9.5	0.6	6.4

표3

다음에 각각의 예에 있어, 슬롯(slot) 넓이는 약 1.8 내지 3.5mm 사이이다.

기술된 바와 같이, 반지형의 코일은 일반적으로 방사상 부분은 상대적으로 얇고, 축상은 긴 유도성 표면이다. 바람직하기로는 한번보다 작게 감겨 있고, 비나선 형태가 바람직한 것으로 증명된다. 즉, 반지형의 코일은 작은 방사상의 두께(즉, 외부지름과 내부지름의 차이)와 적어도 방사상의 두께 보다 큰 축상의 높이를 가진다.

반지형의 코일은 나선형 코일이나 워셔(washer) 형태의 코일보다 동일한 다이빙 보드 구조와 결합할 때 보다 효율적인 작동을 나타낸다.

도 41은 고 주파수에서 보다 잘 결합된 작동램프의, 도 38 내지 도 40에서 도시된 여기 코일에서의 전류 분포를 도시한 도해(graphical)도이다. 도 41에 있어, 코일(142)표면으로부터 떨어진 선(139)의 거리는 코일(142)의 표면에 흐르는 전류의 량을 나타낸다. 전류는 코일(142)의 외부 말단부 쪽으로 분포된다. 도 41에 도시된 바와 같이, 코일(142)의 가운데 부분에는 상대적으로 적은 전류가 흐른다. 따라서, 코일(142)에서의 전류흐름은 본질적으로 코일의 반대 외부 말단부에서 전류의 두 루프가 형성된다.

작동하는 동안, 램프는 두 전류 루프로 보다 효율적으로 작동한다. 상기 두 링에 흐르는 전류의 반은 각 루프에서의 손실의 1/4로 귀결된다. 각 루프에서의 손실합의 총 손실은 하나의 작동 램프에 대한 전체 손실의 반에 해당된다. 그러므로 효율은 아주 많이 개선된다.

일반적으로, 보다 많은 전류가 전구와 맞닿은 측면부에 분포한다.(코일이 전구에 가깝게 결합되어 있다면 그렇다). 효율적으로, 코일의 전류와 플라즈마 전류는 함께 인도되어 에너지 감소를 얻는다. 두 전류 사이의 결합이 가까울수록 두 전류를 가능한 한 가깝게 하려는 힘이 증가한다.

높은 주파수에서, 코일 물질의 표피 깊이에서 모든 전류가 이동된다. 당해 기술분야에서 잘 알려진 바와 같이, 표피 깊이는 물질과 작동 주파수에 의존한다. 예를 들어, 실온에서 구리의 표피 깊이(skin depth)는 주파수의 제곱 루트에 의해 나누어져 약 1.61인치이다. 따라서, 약 1GHz에서 구리의 표피 깊이는 약 0.0001인치이다. 바람직하게는 본 발명에 따른 반지형의 코일의 방사상 두께(radial thickness)는 적어도 어느 정도 표피 두께보다 크고, 보다 바람직하게는 방사상 두께는 10 표피 두께보다 커야 한다.

바람직한 예는 0.8mm(0.03인치)보다 작은 방사상 두께를 가진다. 예를 들어, 약 4.0 내지 5.0mm(0.15 내지 0.2 인치)의 축 높이(axial height)를 가지는 장치는 약 0.18 내지 0.54mm(0.007 내지 0.021인치)의 방사상 두께로 구성되고, 그 방사선 두께의 범위 안에서 비교적 효율적으로 작용한다. 매우 얇은 코일에 있어, 코일의 물질은 절연 표면에 직접적으로 부착된다.

본 발명에 따른 반지형의 바람직한 축 높이는 적어도 방사선 두께보다 크고 코일의 내부 지름보다 2/301 하이다. 코일의 내부지름의 1/3 내지 2/3에서 보다 높은 효율을 제공한다.

예를 들어, 코일의 축 높이가 대략 코일의 내부 반지름과 같을 때, 반지형 코일의 작동은 헬름홀츠(Helmholtz) 코일의 형태와 동일하다. 즉, 한 쌍의 평평하고 환상의 코일은 공통된 축상으로 배열되고 직렬로 연결되어, 동일한 회전수와 동일한 직경을 갖는다. 헬름홀츠(Helmholtz) 코일의 최적의 정렬은 두 코일간의 간격이 반지름과 동일할 때이다. 헬름홀츠(Helmholtz) 코일은 단일한 장력 근방의 지점에 공통된 축을 따라 두 코일의 중심점을 기준으로 균일한 자기장을 만들어 낸다고 공지되어 있다. 유도성 결합 램프에 있어, 자기장(field)의 균일성은 일반적으로 임계 작동 변수로 생각되지 않는다. 그러나, 반지/헬름홀츠(Helmholtz) 코일 형태의 전력 밀도의 용량(volume) 또한 최적이어야 하며, 따라서 코일 사이의 용량에 최적의 유도성 결합을 제공한다.

따라서, 최적의 축 높이에서, 본 발명에 따른 반지형의 코일을 이용하는 작동 램프는 코일의 내부 반지름과 동일한 거리를 두고 떨어진 두 전류 루프를 제공한다. 각 전류 루프는 대략적으로 헬름홀츠(Helmholtz) 코일 형태의 하나의 코일에 해당한다. 그러나, 정확한 헬름홀츠(Helmholtz)정렬은 수용 가능한 효율을 요하지 않는다. 코일의 높이가 헬름홀츠(Helmholtz) 정렬에 다가감에 따라, 손실은 적어지나 점차적으로 감소한다. 따라서, 코일의 축 높이는 효율에 영향이 적은 코일 내부 반지름보다

다소 크거나 작아 단지 약간의 효율을 지닌다. 따라서, 반지/헬름홀츠(Helmholtz) 형태는 다른 램프 변수에 대하여 광범위한 디자인을 허용하는 강력한 시스템을 제공한다.

도 42 내지 도 57은 본 발명에 따른 새로운 여기 코일의 다른 예를 나타낸 사시도, 단면도이다. 도 38 내지 도 40은 내부 반지름과 동등한 축 높이를 가지는 반지형의 바람직한 코일을 도시한다.

도 41에 도시된 바와 같이, 반지형의 코일의 중앙 부분에는 거의 전류가 흐르지 않는다. 따라서, 코일의 효율에 거의 영향이 없는 중앙부분을 제거한다. "절단부를 가진 반지"(split wedding ring)형태의 코일은 일반적으로 적어도 반지의 중앙의 일부가 제거된 반지형의 코일을 나타낸다. 둘 이상의 평행한 링을 가지는 "절단부를 가진 반지" 형태의 코일을 반지형의 코일과 효율면에서 비교해 보면, 차이가 거의 없다.

도 42 내지 도 43은 반지형의 코일의 중앙 3분의 1을 제거한 절단부를 가진 반지 형태의 코일의 바람직한 구조를 도시한다. 도 44 내지 도 45는 반지형 코일의 약 2분의 1에서 반지의 중앙 3분의 1을 제거한 선택적인 구조를 도시한다.

도 46 내지 도 47은 각 절단부를 가진 반지의 단지 가느다란 얇은 부분만을 남겨둔 다른 구조를 도시한다. 보다 바람직하게는 코일 물질의 전류 밀도를 감소하여 전력 손실을 감소하고(즉, 코일의 보다 적은 범위를 가열하는 것을 말한다) 램프를 보다 효율적으로 만들기 위해 절단부를 가진 반지는 상대적으로 두텁게 만들어 진다.

도 48 내지 도 49는 각각의 단면이 아니라 말단부가 둥글게 된 경우를 도시한다. 말단부는 다른 형태도 가능하다. 바람직하게는 코일의 단면의 형태는 전류가 잘 퍼지게 한다. 일반적으로 전류가 잘 퍼질수록, 효율이 커지게 되는데 이는 전력손실이 감소하기 때문이다. 코일의 방사상 두께를 가늘게 하면(와전류 손실이 감소하나) 전류 밀도와 해당 전력 손실을 증가시킨다.

도 50 내지 도 51은 각각 본 발명에 따른 새로운 다른 여기 코일의 사시도와 단면도이다. 이 예에서, 코일이 코일의 외부 직경을 넘어 확장되지 않도록 인도하여, 상기 코일이 토러스(torus)형 전구내부에 위치하게 된다. 도 51은 토러스형 전구 사시도를 도시한다. 도 51의 경우에 있어, 코일(42)은 전구의 내부 또는 외부에 위치할 수 있다.

도 52 내지 도 57은 램프 원형의 끝에 도선이 연결된 반지와 "절단부를 가진 반지"형태의 예를 도시한다. 도 56 내지 도 57을 보면, 전류가 두 절단부를 통과할 정도로 길게 물리적으로 연결될 필요가 없는 코일 단면의 상면부와 하면부는 상(phase)에서 가깝고 대략 크기(magnitude)가 일치한다.

도 58 내지 도 62는 본 발명에 따른 다른 "절단부를 가진 반지"형태를 이용한 램프를 도시한 모형도이다. 도 58 내지 도 61에 각각에 있어, 링 각각에 흐르는 전류는 가까이 있고, 전류의 양은 동일하게 회로가 구성되어 있다. 도 58에 있어, 하나의 전원에 두 링에 공급된다. 도 59에 있어서는 두 전원에 각각 두 링에 공급된다. 도 60에 있어서는 두 전원 각각이 두 링에 전원을 공급하나 두 링의 도선은 서로 반대편에 위치한다. 도 61에 있어서는 세 전원이 각각 세 링에 전원을 공급하는 데, 하나의 링은 중앙에 위치하고, 다른 두 링은 중앙을 기준으로 균형적으로 위치한다.

도 62에 도시된 회로는 정확히 상기 일치하는 전류의 두 루프에 전원을 공급하지 않기 때문에 상기의 "절단부를 가진 반지" 구조와 다르다. 더구나, 도 61에 도시된 회로는 두 번 감긴 리본 코일을 형성하여 직렬로 연결된 "절단부를 가진 반지"의 두 링을 도시하고 있다. 리본 형태의 코일은 전형적으로 높은 Q를 가지며, 낮은 주파수에서 여러 장점을 제공한다. 루프 전류의 적당한 공간을 가지는 도 61의 회로는 헬름홀츠(Helmholtz) 코일의 형태와 동일하고 상대적으로 낮은 주파수에서 좋은 효율을 제공할 것이다. 그러나, 상대적으로 높은 주파수에서, 근접 효과(proximity effect)와 다른 와전류는 반대로 예를 들어 도 58에서 도시된 회로보다 더 크게 도 62에 도시된 회로의 효율에 영향을 미칠 것이다.

상기에서 언급된 신규의 "반지"형태의 여기 코일은 특이한 형태나 구조로서 보여지고, 이들 예들은 예시적으로 보여졌지 이에 한정하는 것이 아니다. 예를 들어, 위에서 예시된 원형의 단면 대신에 타원형, 정사각형, 직사각형, 신장(kidney)모양이나 다른 여러가지 단면의 형태를 가진 코일이 채택될 수 있다. 또한, 신규의 반지 형태의 여기 코일은 상기에서 기술된 다이빙보드 구조와 결합되는 것 이외에, 본 발명과 관련된 신규의 여기 코일은 다른 회로모양을 가질 수 있다. 예를 들어, 작동 주파수에 의존해서, 개별적인 구성요소(예를 들어, 셀프 축전기(self capacitor))와 떨어진 램프가 유용하다. 더구나, 높은 주파수 및/또는 높은 주파수(예를 들어 약 900MHz이상)에서 작동하는 고효율에 관해서 신규의 결혼 반지 코일이 상기에서 기술되었으나 그 모형의 유용성은 이런 높은 주파수나 그 이상의 주파수 적용에 한정되지 않는다. 예를 들어, 본 발명에 따른 신규의 여기 코일은 약 13.56MHz, 2MHz, 1MHz 또는 보다 낮은 주파수에서 작동하는 램프에 적당하고, 이런 낮은 작동 주파수에서 상기에서 언급한 장점을 나타낸다.

4.1.3 두 번째 결합 회로

고주파수 유도성 결합 램프의 네 번째 예

상기에서 기술한 바대로, 네 번째 예는 일반적으로 결혼 반지(또는 "틈을 낸 결혼반지")형태의 여기 코일에 결합된 "블레이드"(blade) 구조(하기에서 기술됨)의 본 발명과 관련된 유도성 결합 무전극 램프를 나타낸다.

일반적으로 도 63 내지 도 67에 의해서 본 발명의 네 번째 예가 도시된다. 여기서 같은 구성물은 같은 번호로 참조된다. 도 63은 본 발명에 따른 무전극 램프의 네 번째 예를 도시한 사시도로서, 도 38 내지 도 40에서 도시된 결혼 반지 형태의 여기 코일을 사용한다. 도 64는 네 번째 예의 평면도이다. 도 65는 도 64에서 라인 65-65를 따라서 본, 본 발명과 관련된 무전극 램프의 네 번째 예에 이용된 대표적인 축전기 구조의 부분적인 단면도이다. 도 66은 도 64에서 라인 66-66을 따라서 본, 네 번째 예의 단면도

이다. 도 67은 도 64에서 라인 67-67을 따라서 본, 네 번째 예의 단면도이다.

도시된 바와 같이, 유도성 결합 무전극 램프(140)는 코일(142)의 중앙에 놓인 전구(143)를 가진 반지형 코일(142)로 구성된 덮개(146)를 포함한다. 상기 전구(143)는 예를 들어 첫 번째 예에서 설명된 지지체에 의해 코일 속에 위치한다. 코일 슬롯(slot)의 일측면은 첫 번째 플레이트(142a, plate)에 연결되어 있고(예를 들어, 경화됨), 상기 플레이트는 덮개(146)에 접지되는 베이스(148, base)에 연결되어 있다. 첫 번째 플레이트(142a)는 덮개(146)의 내부 코일(142)에 위치한다. 코일 슬롯의 타측면은 두 번째 플레이트(142b)에 연결되어 있으나, 접지되어 있지는 않다.

전력은 입력 커넥터(141)를 통해서 램프(140)에 제공된다. 예를 들어 입력 커넥터(141)는 접지된 외부의 전도체와 중앙의 전도체를 가진 동축 커넥터이다. 상기 중앙 전도체는 고주파수 신호(즉, 전력)를 공급한다. 접지된 외부의 커넥터는 전기적으로 덮개(146)에 연결되어 있다.

하기에서 블레이드(149, blade)로 언급되는 전도체는 입력 커넥터(141)의 중앙 전도체 일단에 연결되어 있다. 블레이드(149)의 타단은 플레이트(142a, 142b) 사이로 뻗어 있고, 이 블레이드는 첫 번째 유전체(145a)와 두 번째 유전체(145b) 사이에 형성된다.

도 63과 도 65에서 도시된 바와 같이, 축전기는 블레이드(149)의 말단부와 플레이트(142a, 142b) 사이에 위치한다. 첫 번째 축전기는 블레이드(149)의 말단부(149a)와 플레이트(142a) 사이에 형성되고, 첫 번째 축전기에 유전체 물질을 제공하는 유전체(145a)를 가진다. 두 번째 축전기는 블레이드(149)의 말단부(149b)와 플레이트(142b) 사이에 형성되고, 첫 번째 콘덴서에 유전체 물질을 제공하는 유전체(145b)를 가진다.

도 68은 본 발명에 따른 무전극 램프의 네 번째 예를 도시한 모형도이다. 직렬 공진 회로는 각각 직렬로 연결된 두 축전기를 포함하고, 직렬 공진 코일(L0)에 직렬로 연결되어 있다. 전원(151)은 낮은 인덕턴스(L1)를 통해서 고주파수 신호를 제공하며, 접점을 통해서 C1과 C2에 연결된다. C1의 타측면은 접지된다. 직렬 공진 코일(L0)은 또한 전회로의 저항을 나타내는 낮은 저항(R1)을 통해서 접지에 연결된다.

작동 동안에, 회로는 직렬 공진 회로로서 작동하고, 여기서 L0는 직렬 공진 인덕터이고, C1과 C2는 직렬 공진 회로의 축전기이다. 즉, 직렬로 연결된 두 축전기 C1과 C2는 효과적으로 직렬 공진 캐패시턴스 C0를 제공한다. 축전기(C0)와 인덕터(L0)는 직렬 공진 회로를 형성하고, 작동동안에 링잉 전류가 흐른다. 전력은 고주파수의 다른 전류 형태로 직렬 공진 회로에 공급된다. 전류가 계속적으로 공급될 때, 에너지는 축전기(C1, C2)와 코일(L0)사이를 다른 형태로 움직인다. 회로에서 필수적인 손실이 있는데 도 68에서 R1로 표시된다. 에너지(전력)는 손실을 보충하기 위하여 직렬 공진 회로에 공급되고, 직렬 공진 회로는 계속 링한다.

램프는 가해진 입력 전력 주파수에서 작동하는 것이 바람직하다. 즉, 전원 주파수는 실제적인 직렬 공진 회로 주파수에 충분히 근접한다고 가정한다면, 시스템은 전원 주파수에서 작동한다. 작동동안에 전구 플라즈마는 다소간의 저항을 회로 속으로 되돌리는 약간의 자연 저항이 있다(총괄적으로 R1으로 표시됨). 직렬 공진 회로의 실제 공진 주파수는 전원 주파수와 완전히 매치할 것을 요하지는 않는다. 공진 주파수는 바람직하게는 대략 전원 주파수와 같고, 회로가 로드될 때(즉, 전구가 작동될 때) 회로의 Q를 고려한다. 회로의 Q에 의존하여, 효과적인 작동 주파수의 범위는 비교적 넓다. 즉, 회로는 실제 공진을 벗어나서도 여전히 효과적으로 작동할 수 있다(즉, 매치가 잘되고, 작동도 잘한다).

도 63으로 돌아와서, 본 발명과 관련된 네 번째 예의 작동동안에, 고주파수 전력은 커넥터(141)를 통해서 들어오고, 블레이드(149)를 통해서 직렬공진 회로에 공급된다. 블레이드(149)는 상대적으로 저전류 공급 구성물이고 회로의 나머지 부분과 비교하여 작은 인덕턴스를 갖는다(즉, 커넥터 유도를 따른 L1에 포함된다). 블레이드(149)는 에너지가 코일(142)(즉, L0)과 회로의 다른 에너지를 손실하는 구성물을 통하여 사라짐에 따라, 직렬 공진 회로에 에너지를 공급한다. 예를 들어 약간의 에너지가 작동 동안에 소실되나, 대부분은 저항(즉, R1)에 의해서 소실된다. 방사(radiation)에 의해서는 조금의 양만이 소실된다. 링잉 회로는 첫 번째 축전기(플레이트(142a), 유전체(145a), 블레이드(149)의 끝부분으로 구성됨)와 두 번째 축전기(플레이트(142b), 유전체(145b), 블레이드(149)의 말단부로 구성됨)를 통해서 코일(142)주위를 지난다. 바람직하게는 첫 번째 축전기(C1)는 낮은 전압과 높은 캐패시턴스를 제공하고, 두 번째 축전기C2는 높은 전압과 낮은 캐패시턴스를 제공한다.

따라서, 네 번째 예에 있어서, 직렬 공진 회로는 단지 코일(142) 주위의 공간에, 두 축전기를 통해서 형성된다. 바람직하게는, 두 축전기는 가능한 한 작게 회로 구성요소를 유지하게 위해서 코일(142)의 슬롯 사이에 형성된다. 두 캐패시턴스는 (1)공진 주파수를 바꾸는 튜닝과 (2)입력 전원에 임피던스 매칭을 제공하는 함수를 수행한다.

입력 전원의 임피던스는 결합 회로(블레이드를 포함) 임피던스에 의해서 매칭된다. 임피던스는 50옴이다. 왜냐하면 상업적으로 유용한 전원은 50옴이기 때문이다. 그러나, 회로는 예를 들어 10옴을 포함하는 다른 입력 전원 임피던스에 매치된 임피던스를 가질 것이다. 임피던스 매칭은 축전기(C1, C2)와 인덕턴스(L)에 의존한다. 대표적으로 직렬 공진 회로에 양호한 임피던스 매칭과 적절한 공진 주파수를 제공하는 축전기 값을 구하는 데는 문제가 없다. 공진 주파수는 다음의 식에 의해서 구해진다.

$$f = 1/2\pi\sqrt{C0 \times L0} \quad \text{식 (3)}$$

여기서,

$$C0 = 1/(1/C1 + 1/C2) \quad \text{식 (4)}$$

직렬 공진 회로에 관련해서, 역수의 합의 역수가 바람직한 C0와 일치하는 한 C1과 C2는 어떤 비례식을 가질 수 있다. 바람직하게는 상기에서 기술된 바와 같이, C1은 높은 전압과 낮은 캐패시턴스를 제공하고, C2는 낮은 전압과 높은 캐패시턴스를 제공한다. 따라서, 1/C2는 1/C1에 비해서 작은 값이므로,

C2는 매우 작거나 무시할 만큼 작게 공진 주파수에 영향을 미친다.

임피던스 매칭과 관련되어, C1과 C2의 비율은 중요한 인자이다. 바람직한 공진 주파수와 적절한 임피던스를 제공하는 C1과 C2의 적당한 값을 선택하기 위해서 다음의 과정이 요구된다.

- 1) 특정 램프의 형태에 따른 L0값을 결정한다;
- 2) 전원 주파수에 거의 매치되는 직렬의 공진 주파수를 제공하는 C0의 값을 선택한다(이는 로드된 작동 회로의 Q를 약간 고려하여 부수적으로 조절된다);
- 3) 신호원에 매칭되는 임피던스(즉 50옴)를 제공하는 C1과 C2의 비율과 L1의 값(바람직하게는 작게)을 결정한다;
- 4) C0의 값에 가까운 C1의 값을 결정한다.(전형적으로 작은 캐퍼시턴스, 예를 들어, 피코(10^{-12})패럿(picofarad)으로 나타냄); 그리고
- 5) 임피던스 매칭의 비율을 만족하는 C2의 값을 결정한다(전형적으로 보다 큰 캐퍼시턴스, 예를 들어, C1보다 50 내지 100배 큰 차수로 정의됨).

특정한 차원(코일의 감은 회수, 블레이드와 일측면의 전극의 공간, 블레이드와 타측면의 전극의 공간)은 유전체 물질(즉, 유전체 상수), 작동주파수 및 회로의 공진주파수(코일의 인덕턴스에 의존함)의 함수로서 정해진다. 캐퍼시턴스는 유전체 물질과 이의 두께뿐만 아니라 전극의 넓이에 의존한다. 특정 램프의 형태에 있어서, 축전기 물질과 크기는 당업자에 의해서 쉽게 선택될 것이다. 바람직하게는 선택되는 물질은 바람직한 유전체 상수의 낮은-손실 정접하는(tangent) 물질이다. 바람직한 유전체 물질은 예를 들어 알루미늄과 석영을 포함한다.

다이빙 보드결합 회로에 비하여, 블레이드 결합 회로는 공간적으로 잘 한정된다. 양 구조가 직렬 공진 회로를 포함하는 반면에, 다이빙 보드결합 구조에서 높은 전류는 덮개와 다이빙 보드 자체를 통해서 흐른다. 이 전류 경로(path)는 블레이드 결합 회로에서 보다 큰 직렬공진 회로를 요하므로 효율이 보다 낮다. 전류의 경로(path)를 줄임으로써, 블레이드 결합 구조는 다이빙 보드결합 구조보다 1.3 내지 2배 더 효율적일 것이다. 이는 특이한 램프의 형태에 의존한다.

4.1.4 도체 표면에 집중되는 필드

고주파수 유도성 결합 램프의 다섯 번째 예

여기에서 설명된 바와 같이, 다섯 번째 예는 일반적으로 블레이드 구조, 반지(또는 절단부를 가진 반지)형의 여기 코일 및 "스토브 파이프"(stove pipe)(후술함)를 이용하는 본 발명과 관련된 유도성 결합 무전극 램프에 대해 언급한다.

램프 덮개는 RF 실드(shielding)를 제공하는 데 중요하다. 램프 덮개는 패러데이 케이지(Faraday cage)에 램프 회로를 덮는 바람직한 형태를 가질 것이다. 패러데이 케이지는 전자기 방사가 덮개를 통해서 나가는 것을 막는다. 다른 종래의 방법은 전력 코드를 통해서 방사를 막는 것이 사용될 수 있다.

더 나아가, 덮개를 선택하는 것은 램프의 효율을 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 덮개가 없을 때(즉, 바닥만 막고, 위나 다른 면은 막지 않을 때)는, 램프는 바람직한 크기의 덮개를 가지는 것보다 비효율적으로 작동한다.

더구나, 덮개의 크기가 변함에 따라, 램프의 상대적인 효율도 변한다. 접지 평면(ground plane) 위의 반지형 코일의 위치 및 코일과 덮개와의 거리는 램프의 효율에 영향을 미친다.

도 69는 본 발명과 관련된 무전극 램프의 다섯 번째 예의 선택된 구성요소의 사시도이다. 도 69에 도시된 바와 같이, 유도성 결합 램프(150)는 전도성 표면을 포함한다(하기에서 스토브 파이프(151)로 언급됨). 램프(150)는 램프(140)와 동일하고, 도 63 내지 도 68과 관련되어 상기에서 기술되었다. 도 69에서 도시된 바와 같이, 스토브 파이프(151)는 이를 접지하는 램프(151)의 마운팅 베이스(mounting base)에 연결된(즉, 경화된) 반-원통형 전도성 표면이다.

바람직하게는 스토브 파이프(151)는 대칭적으로 코일 주위에 위치한다. 그러나, 스토브 파이프(151)는 효율에 단지 작은 영향을 주는 코일에 관련해서는 비대칭적으로 위치한다. 램프 덮개가 상면부를 포함한다면, 코일은 상면부와 하면부의 중앙에 위치하는 것이 바람직하다. 그러나, 덮개는 상면부를 포함하지 않기 때문에 코일을 덮개의 하면부로 가까이 옮기는 것은 효율을 향상시킨다. 하면부로부터 약 한 코일의 지름만큼의 거리가 바람직한 공간이다. 코일에서 스토브 파이프까지의 거리는 또한 효율에 영향을 미친다. 적절한 효율을 가지는 바람직한 거리는 약 코일 지름의 반에서 코일 지름 만큼이다.

예를 들어, 약 7.62 mm(0.3인치)의 외부지름을 가지는 반지형의 코일에 있어서, 스토브 파이프(151)의 지름과 높이는 약 22.86mm(0.9인치)이다. 상면부가 개구된 덮개에 있어서, 결혼반지 형태의 코일이 접지 평면 위로 약 코일의 지름만큼 되는 곳에 위치한다면 램프는 가장 효율적이다.

본 발명과 관련된 스토브 파이프는 바람직한 형태를 가질 것이다. 예를 들어, 도 70은 본 발명의 다섯 번째 예에 의해서 사용되어지는 스토브 파이프에 대한 다른 대표적인 구조의 사시도이다. 도 70에서, 램프(160)는 일반적으로 박스-형태의 스토브 파이프(161)를 포함한다.

전기장은 스토브 파이프를 관통하지 못한다. 거울 전류(mirror current)가 스토브 파이프에 의해서 유도된다. 스토브 파이프에서의 거울 전류는 전기장과 자기장을 통해서 전구의 내부 부분으로 들어가기 때문에 램프의 효율이 향상된다. 이는 코일의 전기적 파라미터에 영향을 미치고, 공진 주파수에 영향을 미칠 것이다.

4.1.5 여기 코일을 냉각하는 세라믹 탈열재(Ceramic Heatsink for Cooling the Excitation Coil)

고주파수 유도성 결합 램프의 여섯 번째 예

기술된 바와 같이, 여섯 번째 예는 블레이드 구조, 결혼 반지(또는 "틈을 낸 결혼 반지")형태의 여기 코일 및 히트싱크(하기에서 언급됨)를 이용하는 본 발명과 관련된 유도성 결합 무전극 램프를 언급한다.

작동하는 동안에, 코일에서의 저항은 코일의 전력손실을 나타내고, 코일의 온도를 증가시킨다. 상승된 온도는 코일의 저항을 증가시킨다. 따라서 비례적으로 효율이 감소한다. 따라서, 코일을 냉각하는 히트싱크를 사용하는 것이 바람직하다. 종래의 코일을 냉각하는 종래의 히트싱크 방법은 물로 냉각하는 방법, 열 파이프를 이용하는 방법, 코일을 두껍게 하는 방법(즉, '903특허의 코일)을 포함한다. 그러나 이러한 종래의 방법 각각은 코일의 방사상 두께를 늘리는 것을 요한다. 상기에서 기술한 바와 같이, 상대적으로 코일을 얇게 하는 것이 바람직하다.

도 71은 본 발명과 관련된 무전극 램프의 여섯 번째 예의 사시도이다. 도 71에 도시된 바와 같이, 유도성 결합 무전극 램프(170)는 히트싱크(171)를 포함한다. 히트싱크(171)는 코일과 열적으로 적절히 접촉되어 있다. 코일에 접촉된 히트싱크의 표면은 좋은 열적 접촉이 되도록 부드러워야 한다.

바람직하게는 히트싱크(171)는 높은 열 전도성을 가지는 물질로 형성되고, 전도성은 없거나 거의 없어도 괜찮은 물질이다. 예를 들어, 히트싱크(171)로 바람직한 물질은 높은 열 전도성을 가진 베릴륨 옥사이드(BeO)와 같은 세라믹을 포함한다. 다른 물질도 또한 적당할 수 있다. 예를 들어, 보론 니트ريد(BN)은 좋은 열적 특성을 가지고, 이 출원서에 있어 추가적인 장점을 가진다. 왜냐하면, BN은 열을 측면으로 전도한다.(즉, 방사상 방향으로). 따라서, BN의 사용은 열 흐름을 정확히 통제할 것이다. 알루미늄 나이트리드(AlN)도 또한 적당하다. 그러나, 상기에서 상세히 설명된 바와 같이, AlN으로 만들어진 히트싱크는 높은 주파수에서 램프의 성능을 감소시킨다.

예를 들어, BeO 히트싱크의 추가는 안전성과 작동 범위에 관련되어 진보된 램프 작동을 나타낸다.

도 71에서 도시된 히트싱크(171)는 일반적으로 원통형으로 형성되나, 다른 형태도 가능하다. 예를 들어, 도 72는 본 발명에 따른 무전극 램프의 여섯 번째 예에서 이용되는 히트싱크의 대표적인 다른 구조의 사시도를 도시한다. 도 72에 있어, 램프(180)는 박스 형태를 가지는 히트싱크(181)를 포함한다. 이러한 예들이 도시된 데로 고려되어져야 하나, 이에 한정하는 것이 아니다.

히트싱크의 구조와 물질의 선택은 램프 작동에 중대한 영향을 미친다. 높은 주파수에서, 코일 주위의 상 차이(phase difference)는 자기장을 덜 균일하게 한다. 유전체 물질(즉, 세라믹)에 의해서 둘러싸인 코일에 있어, 코일의 유전체 길이는 증가하고, 물질의 유전 상수에 의존한다. 코일의 전기적 길이가 전원의 파장의 상당한 부분에 근접하면, 상 지연(phase slip)의 효과는 보다 증가한다.

예를 들어, 미국특허번호 5,498,937(이하 "'937특허"라 함)는 종래의 나선형 코일에 사용되는 지지체 물질로서 AlN을 사용하는 무전극 램프를 기술하고 있다. '937 특허에 공지된 램프는 13.56MHz(즉, 낮은 주파수)에서 작동한다. 그러나, 상대적으로 높은 AlN의 유전체 상수는 높은 주파수 작동에서 보다 효과적이지 않다.

예를 들어, AlN은 약 9의 유전 상수를 가지고, 약 3의 인자에 의해서 코일의 전자적 길이를 증가시킬 것이다. 다른 한편으로, AlN과 동일한 열적 특성을 가지는 BeO는 단지 6의 유전 상수를 가지고, 따라서 AlN보다 낮은 정도로 코일의 전자적 길이를 가진다. BN의 유전 상수는 약 4이나, AlN 또는 BeO보다 작은 열적 특성을 가진다.

고주파수 유도성 결합 램프의 일곱 번째 예

기술한 바와 같이, 일곱 번째 예는 일반적으로 블레이드 구조, 반지(또는 "절단부를 가진 반지")형태의 여기 코일, 히트싱크 및 스토브 파이프를 이용하는 본 발명에 따른 유도성 결합 무극성 램프를 언급한다.

도 73은 본 발명에 따른 무전극 램프의 일곱 번째 예의 사시도이다. 도 74는 본 발명에 따른 무전극 램프의 일곱 번째 예의 다른 구조의 사시도이다. 도 73 내지 도 74에 도시된 바와 같이, 상기에서 기술된 다른 예의 다양한 특징들이 결합되어, 높은 효율, 유도성 결합 무전극 램프를 제공한다.

코일과 스토브 파이프 사이의 공간에 히트싱크를 두어 생기는 효과는 코일과 히트싱크사이의 열 저항이 급격히 감소하는 효과가 발생한다. 일반적으로 스토브 파이프는 구리와 알루미늄과 같은 좋은 열 전도체인 금속으로 제작될 것이다. 히트싱크와 코일 사이, 스토브파이프와 히트싱크 사이에 접촉된 넓은 면적은 히트싱크를 통해서 상대적으로 짧은 거리를 두고 결합되고, 코일과 히트싱크 사이에 보다 좋은 열적 접촉면을 제공한다. 결과적으로 코일의 온도가 감소되고, 이에 수반되는 코일의 저항의 증가는 감소하고, 모든 효율이 증가한다.

4.1.6 개선된 열적 특성을 가지는 램프(Lamp with improved Thermal Characteristics)

고주파수 유도성 결합 램프의 여덟 번째 예

몇몇의 적용에 있어서, 히트싱크는 코일 주위와 동일한 면적을 가질 필요는 없다. 상 지연을 줄이고, 코일의 전자적 길이(electrical length)를 가능한 한 작게 유지하기 위해서, 바람직한 히트싱크 정렬은 코일 전력 공급기의 반대편에 위치한 단일 유전체 물질의 슬랩(slab)을 포함한다. 코일의 탈열(thermal sinking)은 예를 들어 구리와 같은 금속으로 만들어진 실제적인 입력 및/또는 출력 접촉물(contact)의 사용에 의해 증대된다.

도 75는 본 발명에 따른 여덟 번째 예의 무전극 램프 사시도이다. 도 76은 본 발명의 여덟 번째 예의 평면도이다. 도 77은 도 76에서 라인 77-77을 따라서 본, 여덟 번째 예의 단면도이다. 도 78은 도 76에서 라인 78-78을 따라서 본, 여덟 번째 예의 단면도이다.

도 75 내지 도 78을 보면, 여기서 같은 참조 부호는 같은 구성물을 나타낸다. 유도성 결합 무전극 램프(190)는 반지형의 코일(192)을 가진 덮개(196)를 포함한다. 전구(193)는 코일(192)의 중앙에 위치하고, 유전체(195)에 의해서 지지된다. 전력은 블레이드(199)에 연결된 얇은 와이어 도선(191)에 의해 램프(190)에 전송된다. 선택적으로, 동축 커넥터는 하우징(196)에 고정되고, 전력은 중앙 전도체에 의해서 전송된다. 단일 유전체(194)는 전력이 도선(191)을 통하여 공급되는 반대 위치에서, 코일(192)의 일부와 본질적인 열적 접촉에 있다. 도선(191)은 하우징(196)의 내부에서 블레이드(199)와 연결되어 있다. 블레이드(199)는 유전체(199a, 199b) 사이에 뿔어 있고, 이것에 의해서 상기에서 상세히 기술된 직렬공진회로의 축전기를 형성한다.

코일(192)의 열전도성을 개선하기 위해서, 코일의 방사상 두께는 효율을 감소시키지 않고 가능한 한 두껍게 형성된다. 예를 들어, 코일은 5mm의 내부 반지름, 4 내지 6mm의 축 높이, 방사상 두께는 약 0.25mm 내지 0.75mm이어야 한다. 코일(192)의 탈열을 증대하기 위해서, 덮개의 앞, 위, 바닥에 접지의 접촉이 연결되어 있다. 스톱브 파이프와 관련하여 상기에서 기술된 충분한 작동을 일관되게 하도록 코일(192)과 덮개(196)와의 공간을 최소화함으로써 램프(190)의 열 전도도는 또한 증대된다. 예를 들어, 5mm의 내부 반지름을 갖는 코일에 있어, 덮개(196)는 중앙에 코일이 위치한 원통형이어야 한다. 덮개(196)는 약 20 내지 30mm의 외부 지름을 지니고 약 20mm의 높이를 가져야 한다.

바람직하게는, 유전체(194, 195)는 예를 들어, BeO, BN 또는 AlN과 같은 열 전도성 세라믹이다. 상 위틀림(phase distortion)이 작아진다면, BN이 바람직한 물질이다. 전구 크기와 코일지름이 작아져서 코일의 전자적 길이(electrical length)를 작게 할 수 있다. 또한, 작동주파수가 낮아서 상 지연(phase slip)의 효과를 줄일 것이다.

여덟 번째 예에 있어서, 전구(193)는 반사 피복(reflective jacket, 198)에 의해서 싸여져 있다. 이것은 하기의 섹션 4.2.2와 PCT 공개번호 WO 97/45858에 기술되는 예이다. 반사 피복(reflective jacket, 198)은 광선을 발산하는 구경(aperture)을 구성한다. 이 구경(aperture) 램프 형태는 높은 밝기의 광원을 제공한다. 램프(190)는 구경에 의한 라이트 가이드(light guide)를 가지고 또는 가지지 않고 사용될 수 있다.

4.1.7 신규의 오메가 형 여기 코일(Novel Omega Shaped Excitation Coil)

고주파수 유도성 결합 램프의 아홉 번째 예

도 79 내지 도 80은 본 발명에 따른 무전극 램프의 아홉 번째 예를 이용하는 다른 구조의 신규 여기 코일의 모형도, 사시도이다. 도 81은 본 발명의 아홉 번째 예의 평면도이다. 도 82는 도 81에서 라인 82-82를 따라서 본 단면도이다.

도 79 내지 도 80에서 보여진 바와 같이, 신규의 여기 코일(220)은 그리스 대문자 오메가(Ω) 형태의 단면 형태를 가진다. 오메가 코일(220)은 반지형의 여기 부분을 갖지만, 도선(220a, 220b)은 여기 부분은 서로 직각으로 굽고, 서로 평행하다. 도 79에서 도시된 바와 같이, 오메가 코일(220)은 서로 대칭적이지 않은 도선(220a와 220b)을 포함한다.

도 81 내지 도 82는 회로 보드(221)에 접합한 오메가 코일(220)을 도시한다. 인쇄 회로 보드(221)는 유전체 층(222), 전도체 부분(224, 226a-226c)을 가지는 양면의(double-sided) 보드이다. 이런 인쇄 회로 보드의 제조는 잘 공지되어 있다. 전도체 부분(226c)은 인쇄 회로 보드(221)의 한 면 전체를 덮고 있고 접지 플레인(plane)이다. 전도체 부분(226a, 226b)은 전자적으로 접지 플레인(226c)에 접촉되어 있다(예를 들어, 구경이나 다른 형태의 전기적 연결에 의해서 판금(plated)). 전도체 부분(224)은 상기에서 기술된 블레이드 구조에 대응하는 부분(224a)을 가지는 스트립라인(stripline) 임피던스 매칭 회로를 형성한다.

도 82에 도시된 바와 같이, 첫 번째 축전기는 도선(220a), 유전체(230) 및 블레이드 부분(224a)에 의해서 형성된다. 두 번째 축전기는 블레이드 부분(224b), 회로보드(221)의 유전체(222) 및 접지 플레인(226c)사이에 형성된다. 인쇄 회로 보드(221)는 금속 플레이트(232)위에 설치된다. 접지 플레인(226c)은 전기적으로 금속 플레이트(232)에 접속되어 있다. 금속 플레이트(232)는 단단히 결속되도록 하고, 동축 커넥터(228)에 결합 위치를 제공한다. 동축 커넥터(228)는 스트립라인(stripline, 224)에 연결된 중앙 전도체를 가진다. 동축 커넥터(228)의 외부 케이스는 금속 플레이트(232)에 접지된다.

상기의 예와 비교해서, 오메가 코일(220)은 제조 공정을 간단히 한다. 예를 들어, 오메가 코일(220)은 직접적으로 표면 접합 요소와 동일하게 인쇄 회로 보드에 결합된다. 더구나, 오메가 코일(220)은 인쇄 회로 보드(221)의 유전체 층(222)을 이용하여 결속하는 동안에 단지 하나의 유전체(230)의 추가를 요한다. 유전체(230)는 종래의 자동화 결속 기술을 이용해서 회로 보드(221)에 결속될 수 있다.

4.1.8 통합 램프 헤드(Integrated Lamp Head)

고주파수 유도성 결합 램프의 열 번째 예

도 83은 본 발명에 따른 무전극 램프의 열 번째 예의 통합 램프 헤드의 사시도이다. 도 84 내지 도 85는 열 번째 예의 측면도 평면도이다. 도 86은 도 85에서 라인 86-86을 따라서 본 단면도이다.

도 83에 도시된 바와 같이, 통합 램프 헤드(200)는 세라믹 삼입구(204)를 가진 덮개(206)를 포함한다. 램프 헤드(200)의 차원은 대략적으로 폭 40mm×길이 50mm×깊이 15mm를 가진다. 도 86에 도시된 바와 같이, 덮개(206)는 알루미늄(Al, 206a)과 알루미늄 실리콘 카바이드(AlSiC, 206c)를 포함한다. 통합 램프 헤드(200)는 전기적으로 절연 세라믹을 가지는 금속 매트릭스 혼합물을 포함하는 정형화된 구조이다. 통합 램프 헤드(200)는 예를 들어 하기의 참고문헌에 기술된 방법에 의해서 제작될 수 있다. [미국특허번호 5,570,502(명칭 "Fabricating Metal Matrix Composites Containing Electrical Insulators"), 미국특허번호 5,259,436(명칭 "Fabrication of Metal Matrix Composites by Vacuum Die Casting"), 미국특허번호

호 5,047,182(명칭 "Complex Ceramic and Metallic Shapes by Low Pressure Forming and Sublimative Drying"), 미국특허번호 5,047,181(명칭 "Forming of Complex High Performance Ceramic and Metallic Shapes"), 미국특허번호 4,904,411(명칭 "Highly loaded, Pourable Suspensions of Particulate Materials"), 미국특허번호 4,882,304(명칭 "Liquefaction of Highly Loaded Composite Systems"), 그리고 미국특허번호 4,816,182(명칭 "Liquefaction of Highly Loaded Particulate Suspension")]

일반적으로, 통합 램프 헤드(200)는 다음의 공정에 의해서 제조된다. 실리콘 카바이드(SiC) 프리-폼(pre-form)과 보론 니트ريد(BN) 삽입구(204)는 대략적으로 주사위 구멍(die cavity)에 위치한다. 액상 알루미늄(또는 알루미늄 합금)은 주사위 구멍으로 들어가고(진공 압력에 의해), 여기서 알루미늄은 다공성SiC 프리-폼에 스며들게 하고, 주사위 구멍에 어떤 열린 공간이 자리잡는다. 액상 알루미늄은 고체화되고, 다공성SiC 프리-폼과 BN 삽입구(204)를 통해서 금속 매트릭스 혼합을 가지는 구조의 주사위 구멍 형태를 형성한다. 알루미늄은 AlSiC(206b)와 BN 삽입구(204)의 간격사이에서 고체화되고, 다섯 번째 예와 관련되어 상기 기술된 스토브 파이(206c)를 형성한다.

다이 캐스트(die cast) 구조는 램프 헤드(200)를 형성하도록 기계화된다. 예를 들어, BN 삽입구(204)는 반지형의 여기 코일(202)의 축 높이와 외부지름에 대응하는 채널(204a)로 형성된다. 제조 공정 동안에, 알루미늄은 채널과 BN 삽입구(204)의 중앙에 채워진다. 결과적으로, BN 삽입구(204)의 중앙에 코일(202)의 내부지름과 대등한 지름을 가지는 드릴 비트(drill bit)으로 뚫려진다. 따라서, 반지형의 코일(202)을 형성한다. 주사위 구멍은 후에 뚫려지는 알루미늄 양을 한정하기 위해서 주입 과정동안 BN 삽입구의 중앙에 실질적인 부위를 점유하는 핀을 포함할 것이다.

유사하게, 슬롯(205)은 코일(202)에 도선을 형성하도록 다이 캐스트 구조로 기계화된다. 기계화된 슬롯의 폭은 블레이드에 적절한 공간을 제공하고, 직렬 공진 회로를 형성하기 위해서 삽입된 유전체와 연결된다. 다른 기계화는 특이한 적용예에 바람직하게 행해진다. 예를 들어, 램프 헤드(200)는 구경을 포함하고(209), 장착되는 하드웨어(207)를 받도록 기계화된다.

도 84 내지 도 86에 도시된 바와 같이, 전구(203)는 구경(208a)을 형성하는 반사 피복(208)에 싸여져 있다. 전구(203)는 대략적으로 코일(202)에 대하여 축상과 방사상으로 중앙에 위치한다. 전구(203)와 피복(208)은 예를 들어, 하기의 섹션 4.2에 기술된 바와 같이 제조된다. 일반적으로, 램프 헤드(200)속에 전구(203)를 위치시킴으로써 반사 외투(208)가 형성되고, 전구(203) 주위의 수 마이크로와 수 나노의 미립자의 알루미늄과 실리카의 액체 용액을 붓는다. 용액은 말라서 굳어지는데 약간의 굳은 반사 물질을 제거함으로써 결과적으로 구경이 형성된다. 다른 전구(203)는 각각 반사 외투(208)로 감싸져서 결과적으로 한 유닛으로 램프 헤드(200)에 삽입된다.

바람직한 예에 있어서, 덮개(206)의 바닥부분(206a)은 제거된다(예를 들어, 다이 캐스트 구조를 밀링(milling)하거나 다른 기계적 방법으로 제거한다). 상기 BN 삽입구(204)는 바닥 부분(206d)이 제거된다면, 충전(infiltration)과정 동안 BN 삽입구(204)를 수직으로 만들어 고정시키는 AlSiC(206b)를 구비한 어깨부(shoulder)(204b)를 형성한다.

통합 램프 헤드(200)는 많은 장점을 가지고 있다. 예를 들어, 램프 헤드(200)는 전구를 보호하고 유지하기 위해서 기계적으로 단단한 물리적 구조를 가진다. 램프 헤드(200)는 외부의 시각적 요소에 부착되기에 적합한 패키지(package)를 가진다. 통합 램프 헤드(200)는 또한 열처리에서 장점을 제공한다. 램프 헤드(200)는 히트싱크(예를 들어, BN삽입구(204))와 코일(202)사이 및 히트싱크와 램프 몸체(예를 들어, 덮개(206))사이에서 좋은 열적 접촉을 제공한다. 바람직하게는 코일, 히트싱크 및 램프몸체의 팽창율이 잘 매치되어 적절한 열접촉이 열 사이클링(즉, 램프의 제조개시, 정지 상태 작동, 램프의 제조 종결)동안에 유지된다. 바람직하게는 히트싱크 물질은 또한 바람직한 온도에서 램프가 작동하는 데 적당한 열 전도도를 제공한다. 아홉 번째 예에 있어서, BN 삽입구(204)의 팽창율은 덮개(206)의 AlSiC(206a)부분의 팽창율과 적당히 매치된다. 이러한 물질에 있어서, 램프 헤드(200)는 효율적으로 전구로부터 열을 전도시키고, 또한, 결합의 높은 RF 효율을 유지하기 위해서 유도성 결합으로부터 열을 전도시킨다.

통합 램프 헤드(200)는 유익하게 더 나아가 외부 환경으로 RF 에너지의 방사를 감소시키는 결합 회로와 전구주위의 전도성 스크린(screen)을 제공한다. 더구나, 램프 헤드(200)는 통합 패키지에서 상기 기술된 장점을 제공하고, 경제적으로 제조될 수 있다.

도 87 내지 도 88은 램프의 아홉 번째 예를 이용하는 램프 어셈블리(assembly)의 평면도와 측면도이다. 램프 헤드 덮개(206)는 베이스(210)위에 제조된다. 블랫킷(212)은 베이스(210)의 일단과 연결되어 있고, 동축 커넥터(214)를 지지한다. 동축 커넥터(214)의 중앙 전도체는 코일(202)의 도선 사이로 확장된 블레이드(216)와 전기적으로 연결되어 있다. 상기에서 설명된 네 번째 예에서, 얇은 유전체는 코일(202)의 접지된 도선과 블레이드(216) 사이에 위치하고 있다. 상대적으로 보다 두꺼운 유전체는 블레이드(216)와 코일(202)의 다른 도선 사이에 위치하고 있다.

베이스(210)는 스타트 와이어(starter wire)를 수반하는 채널(218)을 포함한다. 시작이 어려운 전구에 있어서, 절연된 와이어는 채널(218)을 통해서 연결되어 와이어의 노출된 말단은 대략적으로 전구 말부분에 위치한다. 전구 속의 가스를 이온화하는 충분한 전기장 강도를 제공하기 위해서 코일과 스타트 와이어의 사이에 높은 전압이 요구될 것이고 이것이 위해서 브레이크-다운 공정이 시작된다. 스타트 와이어에 대한 채널이 베이스(210)에 제공되는 반면에, 최상의 램프 형상에 대하여는 스타트 와이어의 사용은 요구되지 않는다.

통합 램프 헤드는 약 7mm 내지 약 8.5mm사이의 내부지름, 약 0.15mm 내지 약 0.8mm사이의 방사상 두께, 내부 지름의 약 이 약 3mm 내지 5mm의 바람직한 축 높이를 가지는 코일로 만들어진다. 전구는 전형적으로 약 7mm의 외부 직경(O.D)과 약 6mm의 내부직경(I.D)을 갖는 통합 램프 헤드를 사용한다. 전구는 전형적으로 구형(spherical)이나 임의적으로 위가 평평하게 한 형태나 필(pill) 박스 형태일 수 있다.

상기에서 기술된 통합 램프 헤드의 예는 일반적으로 유도성 결합 램프에 관계하는 반면, 본 발명에 따른 통합 램프 헤드는 용량적으로 결합된 램프, 트래블링 웨이브 론처(travelling wave launchers) 또한 마

이크로 램프까지도 적합하도록 제공한다. 다른 여기 구조가 다른 형태의 구조를 제공하는 절연 세라믹의 내부 표면에 형성될 수 있다. 예를 들어, 반대편 전극은 용량적 결합 램프를 제공하도록 형성된다. 다른 변형은 당업자에게 명백할 것이다.

4.1.8.1 오메가 코일

고주파수 유도성 결합 램프의 열 한번째 예

도 89는 본 발명에 따른 무전극 램프의 열 한 번째 예의 통합 램프 헤드의 사시도이다. 도 90 내지 도 91은 열 한 번째 예의 정면도 및 평면도이다. 도 92는 도 91에서 환상 부분(92)의 확대 분해도도이다. 도 93은 도 91에서 라인 93-93을 따라서 본 열 한 번째 예의 단면도이다. 도 94는 도 91에서 라인 94를 따라서 본 열 한 번째 예의 단면도이다.

열 한 번째 예는 오메가 코일(242)을 이용하고 있으나, 구조적으로 열 번째 예와 동일하다. 통합 램프 헤드(240)는 세라믹 삽입구(244)를 감싸고 있는 덮개(246)를 포함한다. 슬롯(244b)은 오메가 코일(242)의 도선(242a, 242b)을 분리한다. 통합 램프 헤드(240)에 대한 차원은 대략적으로 넓이 31mm × 길이 47mm × 깊이 18 mm이다. 세라믹 삽입구(244)의 중앙으로부터, 덮개(246)는 반지름 약 23.5mm를 가진 반원형이다. 덮개(246)의 주 몸체는 깊이 약 11mm이고, 임의적으로 약 7mm 깊이의 돌출 시각 리지(optional protruding ridge, 246c)를 가진다. 리지(246c)는 주로 응용 인터페이스(interface) 목적에 제공된다. 상기에서 기술된 열 번째 예와 관련하여, 도 93 및 도 94에서 보여지는 바와 같이, 덮개(246)는 알루미늄(Al, 246a)은 알루미늄 실리콘 카바이드(AlSiC, 246b)를 포함하고, BN 삽입구(244)를 감싼다.

오메가 코일(242)은 다음의 공정에 따라서 제조된다. BN 삽입구(244)는 외부 지름과 오메가 코일(242)의 낮은 범위와 관계되는 어깨부(shoulder, 244a)로 미리 형성된다. BN 삽입구(244)는 BN 삽입구(244)의 평평한 표면을 따라서 중심에 위치한 개구부(opening, 244c)를 포함하고 있다. 제조과정동안, 알루미늄은 개구부(244c)와 BN 삽입구(244)의 중앙에 채워진다. 제조 과정동안, 알루미늄은 BN 삽입구(244)의 중앙과 개구부(244c)에 충전된다. 결과적으로, BN 삽입구(244)의 중앙은 오메가 코일(242)의 내부 지름에 대응하는 지름을 가지는 드릴 비트(drill bit)으로 뚫려진다. BN 삽입구(244)는 오메가 코일(242)의 바람직한 높이에 대응하는 깊이로 오메가 코일(242)의 외부지름보다 약간 큰 지름을 가지는 드릴 비트로 중앙에 뚫려진다. 도 93에 도시된 바와 같이, 슬롯(244b)의 넓이는 개구부(244c)의 넓이보다 짧다. 반면에 슬롯(244b)의 높이는 개구부(244c)의 높이보다 크다. 따라서, 다이 캐스트 구조의 슬롯(244b)은 반지름으로 형성되고, 도선(242a, 242b)에서 코일(242)로 연결된다.

도 92는 락킹 핀(locking pin)(250)으로서 본 발명의 모양을 도시한다. 제조 공정동안에 BN 삽입구(244)는 알루미늄으로 채워지고 고체화되는 리세스(recess)로 형성된다. 리세스에 고정된 알루미늄은 도선(242a)이 BN 삽입구(244)로부터 떨어지는 것을 막는 락킹 핀(250)을 형성한다.

바람직하게는, 통합 램프 헤드(24)는 열 번째 예에 관련해서 상기에서 기술된 것처럼 반사성 피복에서 전구 충전물로 싸인 전구를 이용한다.

4.1.8.2 램프헤드에 연결된 미리 형성된 코일

상기 열 한 번째 예에 도시된 바와 같이, 알루미늄 주입과 냉각(cooling)후에, 코일의 연결은 BN 삽입구를 통해서 슬롯(244b)을 밀링(milling)하여 반지름의 코일의 한쪽 면에 블레이드 형태로 연결하고, 접지 플레이트로부터 고전압 플레이트를 분리한다. 이는 BN 삽입구의 상대적으로 얇은 단면(256)을 남긴다.(도. 92)

본 발명과 관련해서, BN 삽입구는 계속적인 밀링을 피하기 위해서 BN 삽입구내의 코일 연결을 미리 형성함으로써 코일 연결에서 상대적으로 강하게 형성된다. 예를 들어, 페그(peg)-형태의 코일 연결은 블레이드 형태의 연결대신에 사용될 것이다. 도 95는 램프 헤드의 확대도이다. 도 96은 미리 코일 연결된 모형도이다. 도 97은 도 96에서 라인 97-97을 따라서 본 BN 삽입구의 단면도이다. 도 98은 코일에 페그-형태로 연결되어진 미리 뚫려진 구멍의 위치를 도시하는 BN 삽입구의 단면도이다. 도 99는 도 98에서 라인 99-99를 따라서 본 단면도이다. 도 95 내지 도 99에서 도시된 바와 같이, 4개의 구멍(258)은 알루미늄 금속을 집어 넣기 전에 BN 삽입구에 뚫려진다. 일단 캐스팅 공정이 완료되면, 반지름의 코일은 부분(260)의 BN 삽입구를 통해서 부분적으로 구멍을 뚫어서 분리된다(도 95). 따라서, 상대적으로 얇은 부분은 제거되고 BN 삽입구는 상대적으로 강하게 형성된다. 캐스팅 공정이 완료된 후에 매칭이 보다 적게 요구되므로 공정도를 향상시킨다.

BN 삽입구 스플릿 코일의 연결은 3.1.2에 기술된 바와 같이, 하나의 블레이드 대신에 두개의 페그를 이용하는 것은 회로 구성에서 중대한 영향을 미치지 않는다. 왜냐하면, 대부분의 회로는 전도성 요소의 외부로 뺀어 나가기 때문이다.

도 100 및 도 101은 페그에 대한 선택적인 배열을 보이는 램프 헤드의 분해 확대도이다. 도 100 내지 도 101에 도시된 바와 같이, 각이 진 페그가 하나 또는 두개의 연결부로 사용될 수 있다. 각이 진 페그를 사용하는 것은 고전압 플레이트와 헤드 램프의 다양한 전기적 접지 표면사이에 보다 큰 분리를 이루어 그들 사이의 아크의 가능성을 줄인다. 또한, 도시된 예는 둥근 페그를 사용하나, 어떤 적당한 형태도 사용될 수 있다(예를 들어, 정사각형, 직사각형, 타원형).

또한, 도 102 내지 도 106에 도시된 바와 같이, BN 삽입구는 블레이드 형의 연결부로 미리 형성될 수도 있다. 후의 밀링 단계가 없으므로, BN 삽입구는 도 89 내지 도 94에 도시된 예와 비교해서 상대적으로 보다 강하다.

4.1.8.3 조절가능한 고전압 축전기(Tunable High Voltage Capacitor)

도 107 및 도 108은 램프헤드/전력공급기 어셈블리의 모형도이다. 램프 헤드(325)는 전력 공급기 어셈

블리(327)에 설치된다. 축전기 어셈블리(329)는 램프헤드(325)의 고전압 플레이트와 전력 공급기 어셈블리(327)의 전력 공급 패드 사이에 위치된다. 도 109는 도 107에 도시된 점선부분(area, 109)의 부분적인 확대도로서 램프헤드(325)와 전력 공급기 어셈블리(327)와 관련된 축전기 어셈블리(327)의 상대적인 위치를 도시한다.

램프 헤드 (325)의 구성에 관련해서, 전력 공급기 어셈블리(327)와 램프(321)는 상기 섹션 4.1.8.1과 섹션 4.1.8.3.과 하기의 섹션 4.4.3에 기술된다.

도 110 및 도 111은 축전기 어셈블리(329)의 반대편 단면도이다. 전도성 패드(331,333)는 유전체 물질(335)의 반대편에 위치한다. 예를 들어, 축전기 어셈블리(329)는 테플론(Teflon)으로 구성된 유전체를 가진 인쇄회로와 유도성 패드에 구리로 판금된(plating) 클래드(clad)를 포함한다. 유전체 물질(335)의 두께와 유도성 패드(331, 333)의 크기는 바람직한 캐퍼시턴스 값을 제공하도록 선택된다.

본 발명은 축전기 어셈블리에 다양한 개선을 유도한다.

램프(321)는 RF로 전력을 공급받고, RF전력을 램프 충전물과 결합하는 직렬공진 회로의 일부로서 축전기 다발(stack)을 이용하는 유도성 결합 무전극 램프이다. 축전기는 램프가 작동하는 동안에 고전압이 걸리고, 바람직하게는 아킹(arcing)이 적도록 설계된다.

도 110 및 도 111에 도시된 축전기 어셈블리(329)의 문제점은 캐퍼시턴스 값이 고정되어 있고, 쉽게 조정되지 않는다는 것이다. 때때로, 최종의 램프 어셈블리를 조정하여 바람직한 작동 주파수에 매치하는 것이 바람직하다.

본 발명의 목적의 하나는 적절한 고전압 축전기를 제공하는 것이다. 더 나아가 본 발명의 목적은 아킹을 최소화하도록 적절한 고전압 축전기를 제공하는 것이다.

적절한 고전압 축전기의 첫 번째 예

도 112 및 도 113은 본 발명에 따른 축전기 어셈블리의 첫 번째 예의 반대측면 모형도이다. 돌출된 여러 개의 핑거(finger, 343)를 가진 전도성 패드(341)가 상기 어셈블리의 일측면에 제공된다. 어셈블리의 캐퍼시턴스 값은 핑거(353)에서 전도성 물체를 제공함으로써 조정된다. 예를 들어, 레이저(razor) 유도성 물체에서 블레이드는 전도성 물질을 문질러 닦아내도록 사용될 것이다. 전도성 물질을 제거함은 캐퍼시턴스의 값을 낮춘다.

적절한 고전압 축전기의 두 번째 예

도 114 및 도 115는 본 발명에 따른 축전기 어셈블리의 두 번째 예의 반대쪽 면의 모형도이다. 돌출된 여러 개의 핑거(finger, 343)를 가진 전도성 패드(341)와 핑거 근처에 다수개의 분리된 전도성 부분(355)이 어셈블리의 일측면에 제공된다. 도 116은 도 115에서 도시된 점선 부분(116)의 확대도이다. 어셈블리의 캐퍼시턴스 값은 핑거(353)와 분리된 부분(355) 사이에 전도성 물질을 첨가함으로써 조정될 것이다. 예를 들어, 솔더 브릿지(solder bridge)는 핑거(353)와 분리된 부분(355) 사이의 작은 간격을 통해서 형성된다. 마찬가지로, 전도성 물질은 캐퍼시턴스 값을 조정하기 위해서 추가적으로 분리된 부분 사이에 첨가될 것이다. 전도성 물질을 첨가하는 것은 캐퍼시턴스 값을 증가시킨다. 첫 번째 예와 비교해서, 두 번째 예는 절단 기술과 관련된 금속 조각으로부터의 아킹을 개선한다.

적절한 고전압 축전기의 세 번째 예

도 117 및 도 118은 본 발명에 따른 축전기 어셈블리의 세 번째 예의 반대쪽 면의 모형도이다. 전도성 패드(361)에 다수개의 공간(void)(363)을 가진 전도성 패드(361)가 어셈블리의 일측면에 제공된다. 공간(363)은 유도성 물질의 표면으로 전도성 패드(361)를 통해서 뿔어있다. 어셈블리의 캐퍼시턴스의 값은 공간(363)을 덮는 전도성 물질 또는 유도성 물질을 첨가함으로써 쉽게 조정될 수 있다. 예를 들어 전도성 플레이트는 하나 이상의 공간 (363)을 통해서 결합될 것이다. 예를 들어, 전도성 플레이트는 디스크-형태이다. 전도성 필름 또는 유도성 물질은 하나 이상의 공간(363)위에 접촉하여 결합될 것이다.

첫 번째 예와 비교해서, 전도성 패드(361)는 일단에서 둥근 모서리이고 타단에서 반구형이다. 간단한 가장자리 형태를 유지함으로써(예를들어, 돌출된 전도성 부분을 생략함으로써), 세 번째 예는 첫 번째와 두 번째 예의 보다 복잡한 가장자리 형태에 기인한 전압 스트레스(stress)를 낮춘다. 바람직하게는 세 번째 예는 첫 번째 또는 두 번째 예보다 아킹을 보다 많이 낮춘다.

도 119 내지 도 120은 세 번째 예의 축전기 어셈블리의 다른 형태의 반대쪽 면의 모형도이다. 바람직한 형태는 실질적으로 둥근 모서리를 가진 직사각형의 전도성 패드(371)를 포함한다. 전도성 패드(371)은 다수의 공간(373)을 가지고 있다.

본 발명은 특정 예와 관련되어 설명되어졌으나 당해 기술분야에서는 다양한 변경이 가능하다. 예를 들어, 핑거, 분리된 부분의 수 및/또는 공간은 원하는 조정에 따라 증가하거나 감소할 것이다. 또한, 전도성 패드는 핑거, 분리된 부분 및/또는 공간의 조합을 포함할 것이다. 크기, 형태, 전도성 패드, 핑거, 분리된 부분 및/또는 공간은 특정의 적용에 적당하도록 형상화될 것이다.

4.1.9 대표적인 충전물

충전물은 대표적으로 수은 없는(mercury free) 것이며, 금속 할라이드와 비활성 가스(noble gas)를 포함한다.

적당한 금속 할라이드는 인듐 브로마이드(indium bromide, InBr), 세슘 브로마이드(cesium bromide, CsBr), 프라세오디뮴 트리-브로마이드(praseodymium tri-bromide, PrBr₃) 및 프라세오디뮴 트리-크로라이드(praseodymium tri-chloride, PrCl₃)를 포함한다. 대표적으로 충전물은 외부지름 7mm × 내부지름 6mm의 구형 전구로서 다음과 같다:

충진물 1	충진물 2	충진물 3
0.08 mg InBr	0.02 mg PrCl ₃	0.02 mg Se
0.02 mg CsBr	0.04 mg InBr	0.02 mg CsBr
50 Torr Kr	500 Torr Xe	50 Torr Kr

표 4

선택적으로는, 적은 량의 수은(또는 수은 할라이드)이 충진물에 첨가된다. 예를 들어, 외부지름 7mm × 내부지름 6mm. 구형의 전구, 수은요다인(HgI) 약 0.1에서 0.5mg이 가해질 것이다.

4.2 전구 및 구경 구조(Bulb and Aperture Structures)

4.2.1 블로우 성형 전구(blow molded bulb)

본 발명의 특징은 덮개와 무전극 램프에 사용되는 충진물을 포함하는 덮개를 제조방법에서의 개선에 관련되고 여기서 설명된 형태의 램프에 있어 유용성을 가진다.

덮개 공간(blank)을 만드는 종래의 기술은 석영 배관(tubing)의 일부분 말단 상에 주조된 석영 덩어리(gob)를 모으고, 손수 배관 내의 내부 압력을 변화시키는 방법과 열을 석영 덩어리와 배관의 외부에 가하여, 석영 튜브와 상관하여(in communication with) 내부 부피를 갖는 얇은 벽을 가진 구형안으로 석영 배관의 말단과 석영 덩어리를 형성하는 것이다.

종래의 기술방법에 의해서 생산된 얇은 벽을 가진 구형은 쉽게 변화될 수 없고, 반복적, 지속적으로 이동성있는 석영 덩어리를 바람직한 형태(구형을 포함함)로 부풀리는(inflate) 것은 어렵다. 추가적으로, 무전극 램프 또는 이와 비슷한 것을 제조하는 자동화된 제조용 기계를 이용하는 최종의 튜브와 구형구조를 가공하는 것은 어렵다.

무전극 램프 구경 전구는 작은 개구부(opening)와 빛이 방출되는 구경을 가지는 고방전 반사성 물질로 피복되어 싸인 전구이다. 전구는 다수의 내부의 반사경로를 가짐으로서 적절히 특징지어 질 것이다. 구경 전구가 효과적으로 작동하기 위해서, 일단 광자가 산출되면, 광자는 직접적으로 또는 수많은 내부 반사 후에, 가능하게는 많은 흡수와 재방출후에 전구를 벗어날 것이다. 황, 세레늄 또는 유사황(sulfur-like) 충진물에서의 차가운 영역(여기서 플라스마가 생성된다)은 이 영역 온도의 특징적인 온도에서 흡수된 방사 에너지를 재방출한다. 차가운 영역에서의 흡수와 방사는 램프의 효율을 감소시킨다. 이는 이 파장에서 눈이 덜 민감하기 때문이다. 황 또는 유사황 충진물을 가진 무전극 램프에 있어서, 낮은 방사 효율은 전구나 덮개내에 포함된 차가운 영역의 부피 함수이다. 과거에는, 필-박스(pill-box)형태의 전구 또는 덮개는 유도되어 작동되는 고 강도의 방전 랩(lap)(반사 피복이나 그와 비슷한 것을 제외)으로 사용되어 왔다.

종래의 기술의 예는 미국특허번호 4,783,615호(Dakin 등), 미국특허번호 5,367,226호(Ukegawa 등) 및 미국특허번호 4,705,987호(Jonson)이다. 종래의 필-박스 형태 어떤 것도 전구의 어떠한 것도 구경을 가지는 피복으로 둘러싸인 무전극 램프의 일부분으로 황과 세레늄 충진물이 사용되지 않는다.

무전극 구경 램프를 생산하는데 있어 마주치는 많은 문제점은; 특히 종래의 전구 형태의 몇몇은 실린더 코일 형상기 상에 감긴 종래의 나선형 RF코일을 사용하는 여기(excitation)에 적당하지 않다. 전구지름 보다 짧은 높이를 가지는 실린더형의 RF 여기 코일에 의해 작동되는 구형의 전구에 있어서, 충진물로 채워진 구형의 내부부피는 코일에 의해서 일률적으로 여기되지 않는다. 구형 전구의 상면부와 하면부는 코일실린더 축을 따라서 뻗어 있고, 코일의 높이 위로 투사한다.

구형 덮개를 가진 구경 램프를 생산하는 데 있어 부딪치는 다른 문제는 동일 크기의 구경을 만드는 동안 시각 반사성 피복을 제공하는 자동화된 실질적 방법이 없다는 것이다. 종래 덮개의 구형표면에 정확히 광선 가이드 부재를 정확히 위치시키고 부착시키는 자동화된 실질적 방법이 없다. 일반적으로, 반사성 현탁액(slurry)에 코어를 삼입함으로써 형성된 구경을 가지는 피복은 코어의 위치를 결정하는 구경으로 소결(sintered)되어야 한다. 반사성 물질이 경화되거나 소결되고, 고체 일관성을 나타낸 후에, 코어로서 동일한 단면형태를 가지는 구경을 남기고 코어는 제거된다. 코어를 다루고 제거하는 문제는 램프 덮개를 파괴할 위험과 코어 주위의 반사성 피복 물질을 파괴할 위험을 가지고 있다는 것이다. 피복 몰딩 공정전후에 덮개가 다루어져야 하며, 반사성 물질로 몰딩을 충전하기 전과 후에 몰드 캐비티(cavity) 내부의 덮개를 다루고 위치하는 것은 어렵다. 따라서, 대량의 구경 무전극 램프를 자동화하여 고속으로 제조하기 위한 실질적인 방법을 발전하려는 시도에서 여러 문제점이 발생하였다.

본 발명의 목적은 앞서 언급한 하나 이상의 종래 문제점을 극복하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 무전극 램프 전구와 실린더형의 RF코일 등의 사용에 적합한 덮개를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 부착된 빛 추출 파이프(light extracion pipe)와 구경 윤곽 결정 부재를 갖는데 적합한 표면 형태를 가진 덮개를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 고속의 자동화된 장치를 사용하는 무전극 구경 램프를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

그러나, 본 발명의 다른 목적은 종래의 전구에서 관찰되는 낮은 효율을 극복하기 위해서 덮개의 차가운 영역의 부피를 줄이거나 없앴으로서 필-박스(pill-box) 형태의 덮개를 제공하는 것이다.

상기의 목적을 달성하기 위해서 각기 성취되거나 조합에 의해서 성취된다. 청구항에 명백히 청구되지

않는다면, 둘 이상의 목적의 조합을 요구함으로써 본 발명이 이루어는 것은 아니다.

놀랍게도, 황 플라즈마는 짧은 빛 파장에서 매우 많은 빛 흡수가 일어나는 것으로 밝혀졌다. 많은 빛 흡수는 복수의 반사성 전구 구조(예를 들어, 구경 전구)에서 관찰되었고, 결과적으로 낮은 효율이 관찰되었다. 본 발명과 관련된 필-박스 형태의 무전극 램프 전구는 덮개내부에 차가운 부분을 거의 갖지 않고, 충전물은 높은 온도에서 흡수된 에너지를 방전항으로 보다 효율적인 램프인 것으로 관찰되어 졌다. 덮개 부피에서 플라즈마의 차가운 부분을 줄이거나 없애므로써, 황 구경 전구는 높은 효율을 가지는 것으로 관찰되었다.

대표적인 블로우(blow) 성형 전구

도 121 내지 125에 도시된 바와 같이, 전구 공간(410)(도 125에 도시됨)은 석영 배관(412) 길이로부터 제조되고, 바람직하게는 대략 길이 150mm 단면을 배관(tubing)하는 용융된 석영(예를 들어 GE214) 3mm×5mm이다. 석영 튜브(412)는 지름 2.5mm의 최소 개구부를 가지고 불로 윤을 낸 말단을 갖는다. 본 발명 방법의 첫 번째 단계는 도 121에 도시된 바와 같이, 배관의 선택된 세로 부분(416)은 플레임(flame)으로 가열되고, 가로로 줄어들고 표면장력과 플레임(flame)내의 액체 석영의 작용에 의해서 봉쇄된다. 도 122에 도시되어 있는 봉쇄된 또는 서로 맞물린 부분(418)은 길이 1.5mm, 내부지름 1.5mm로 제조되고, 바람직하게는 배관 하부말단으로부터 대략 15mm위치에 위치된다(배관(412)은 수직 방향으로 고정되어 있다). 배관부분(416)이 맞물린 부분(418)에 의해 봉쇄되고 냉각된 후, 상면 배관부분(419)(맞물린 부분(418)의 위쪽)은 플라스틱 상태(plastic state)에 도달할 때까지 가열되어진다.(도 123에 도시됨). 평평한 부분(426)을 포함하는 선택된 구형의 내부 형태를 가진 캐비티(cavity)(424)를 갖는 몰드(422)는 가열된 위쪽 튜브부분(419)에 가까이 위치한다. 도 123 및 도 124에 도시된 특징의 예에 있어서, 다른 평평한 부분(426) 보다 캐비티 부분은 일반적으로 구형의 형태이다. 기체압력은 개방된 상부 배관 말단(414)을 경유하여 튜브내부에 압력이 가해진다. 압력은 대기압 이상으로 증가하여 변형되고 대략 상부 배관 부분(419)의 중앙의 플라스틱 석영 튜브 벽 부분(428)을 팽창시킨다. 압력은 플라스틱 석영 물질이 몰드 캐비티(424)내에서 외부쪽으로 또는 횡방향으로 팽창하고 몰드 내부 표면(430)과 접촉되어 윤곽이 매치된다(도 124에 도시됨). 몰드(422)는 배관 공간이 몰드내부 캐비티(424)의 형태를 갖게 된 후에 즉시 제거된다. 배관 공간이 평평한 내부 부분(433)을 가지는 전구 블랭크(410)로 몰드되고 상부 전구 개구부(432)는 전구 공간의 팽창된 부분의 위쪽에 위치하게 된다. 상부 개구부(432)는 길이 1mm에 직경 0.5mm에서 1mm를 가지는 짧게 제한된 튜브 부분이다.

다음으로 전구 블랭크(410)는 황 또는 셀레늄과 기체 혼합 충전물(그리고 미국특허번호 5,404,076호에 기술된 다른 물질)과 접촉(다음의 충전 공정에서)을 허용하는 충분히 낮은 온도로 냉각된다. 충전공정(filling process) 동안에, 충전물질은 상부 말단(414)을 경유하여 상부 개구부(432)를 통하여 주입된다. 나중에 상부 개구부(432)는 도치 불꽃을 사용하여 밀폐되어 도 126에 도시된 바와 같이 전구(434)의 팁(tip)을 형성한다. 전구꼭지(434)가 형성되는 동안에 15mm길이의 아래쪽의 배관의 스텐브(stub, 436)는 전구를 지지하도록 위치한다. 충전후에 아래쪽의 스텐브에 의해서 지지되는 전구(436)는 자동화된 반사성 피복을 형성하는 기계로 옮겨진다. 구경의 외부 윤곽을 갖는 구경을 형성하는 기구나 구경 윤곽 결정 부재(440)는 다음으로 도 127에 도시된 바와 같이 뜨거운 용융된 고분자나 다른 결합 보조물을 사용하여 전구 공간 부분(433) 상에 형성된 평평한 윈도우(window)에 접촉된다. 일단 구경 윤곽 결정 부재(440)는 고정되면, 아래쪽의 스텐브(stub)(436)는 봉쇄된 부분(418)에 칼자국을 낸 후 제거된다. 날카로운 나이프로 칼자국을 내고, 스텐브(436)는 제거되고 도 128에 도시된 바와 같이 전구 형태가 된다. 도구(440)는 하기의 반사성 피복 형성 작동과 이어지는 정지를 통하여 전구를 조작하는데 사용된다. 반사성 피복의 고온 경화 또는 소결 과정 동안에(미도시됨), 뜨거운 용융된 고분자는 열분해되고 전구는 구경 윤곽 결정 부재나 도구(44)로부터 제거된다.

도 129에서는, 몰드(mold)(미도시 됨)으로부터 제거된 후의 전구 블랭크(442)의 다른 예가 도시되어 있다. 전구 블랭크(442)는 4.5mm의 지름을 가지는 아래로 향하고, 둥글고, 평평한 내부 면적 또는 평면부(flat)(446)를 가진 필-박스-형태(pill-box-shaped)의 전구 단편(444)을 포함한다. 전구 블랭크(442)는 새로이 형성된 전구(444)의 어깨부(shoulder, 448) 위에 제조된 상면 전구 개구부(447)(길이 1mm, 0.5 내지 1mm 사이의 내부 지름을 가짐)를 또한 포함한다. 4mm의 전구 높이는 평면부(446)의 외측에서부터 상면 개구부(447)의 밑부분까지 측정된 것이다. 그리고 전구의 외측 폭(mwr, 배관의 축으로 확장한 가로)은 7mm이다. 전구(444)의 벽두께는 0.5mm이고(± 0.1 mm의 오차범위를 가짐), 또한 내부 전구 높이는 3.5mm이다. 또한 상기에서, 전구 블랭크(442)는 석영 배관의 길이, 바람직하게는 길이가 대략 150mm의 3×5mm 용융된 석영(예를 들어, GE214) 배관 부분 및 지름 2.5mm의 최소 개구부를 가지며 불로 윤을 낸 상부 말단부(448)를 지니도록 제조된다.

본 발명의 다른 관점에 관련해서, 도 130, 도 131 및 도 132에 도시된 필-박스 또는 재삽입(reentrant) 전구 형태가 차가운 기체 영역에서 많은 부피를 가짐으로서 야기된 낮은 효율을 극복하도록 제공된다.

도 130의 필-박스 형태의 전구(450)는 대략 8mm의 외부지름 또는 폭(즉, 긴, 수평차원) 및 높이 6mm(즉, 짧은, 수직차원)이고, 및 0.5 내지 1mm의 벽두께(454)를 가지는 덮개(452)를 또한 갖는다. 덮개(452)는 플라즈마 형성 매체로서 제공되는 대략 셀레늄 0.05mg, 500 Torr의 크세논 기체(실온하에서)와 세슘 브로마이드 소량(전형적으로 1mg 미만)을 갖는 충전물을 포함하는 내부 부피부(456)를 둘러싼다. 전구(450)는 충전물(fill)내의 토로이달(toroidal) 플라즈마의 여기를 위해서 둥근 RF코일로 유도적으로 결합된다. 토로이달 플라즈마(458) 형태는 중앙 구경(460)을 가지는 링과 토로이드에 가까이 있고, 플라즈마로 채워진 내부 부피부(456) 내의 부분은 상대적으로 뜨거운 반면에 플라즈마 토로이드(458) 외부 놓인 부분은 상대적으로 차갑다. 필-박스 형태의 전구(450)는 플라즈마 토로이드(458)에 밀접하게 매치되어 윤곽선을 그리고, 밝기를 증가시킨다; 이는 전구내의 보다 덜 차가운 영역을 가지는 덮개 형태에 기인하는 것으로 믿어진다. 결과적으로 높은 밝기와 빛 출력(즉, 효율)이 관찰된다. 필-박스 형태의 전구(450)는 차가운 내부 부피 영역을 제거하고, 충전물은 흡수된 에너지를 고온에서 방전하여 램프의 효율을 높이게 된다. 덮개 부피부 내의 플라즈마의 차가운 부분을 제거하거나 감소시킴으로서, 황 구경

전구는 고효율을 나타내는 것으로 관찰되었다.

필-박스 형태의 전구(450)는 실질적으로 단면이 동글고, 실린더 높이보다도 큰 지름을 가지는 짧은 실린더로 이루어져서 전구 충전물내의 토로이달 형태의 플라즈마(458)에 대략적으로 일치하는 크기를 가진다. 필-박스 형태의 전구(450)는 외부로 돌출된 고체 석영 빛 가이드(light guide, 474)를 포함하는데, 실질적으로 둥근 투명한 위쪽 벽의 중앙에 첨부된다. 도 131에 도시된 다른 예에 있어서, 필-박스 형태의 전구(464)의 다른 예는 토로이달 플라즈마(458)의 중앙 구경(460)에 정렬되는 아래쪽으로 오목하게 들어간 부분(indentation)(466)을 가진다. 전구(454)는 또한 외부로 돌출된 고체 석영 빛 가이드(light guide, 474)를 포함하는데, 실질적으로 둥근 투명한 위쪽 벽의 중앙에 첨부된다. 도 132에 도시된 다른 예에 있어서, 필-박스 형태의 전구는 반사성 피복(472)에 상대적으로 두꺼운 벽을 갖는 구경(470)을 포함하고, 고체 석영 빛 가이드(474)의 다른 예로서, 도 131 및 도 132에 도시된다.

4.2.2 구경 구조(Aperture Structures)

본 발명에 따른 형태의 무전극 램프는 플라즈마 형성 매개체를 포함하는 덮개를 갖는 빛 투과 전구(light transmissive bulb)로 구성된다. 전구는 부분적으로 또는 완전하게 반사성 물질로 덮여지고, 임의적으로 외부로 돌출된 빛 가이드 부재를 포함한다. 마이크로웨이브 또는 라디오 주파수(RF) 에너지원은 플라즈마를 여기하기 위해서 결합 배열을 통해서 덮개에 결합된 출력에너지를 가지고 빛을 방전하게 된다. 덮개는 덮개 표면위의 반사성 재료의 피복에 의해서 덮여 있으나, 빛이 통과하는 작은 부분은 제외된다.

무전극 구경 램프를 생산하는 데 부딪치는 많은 문제가 있다; 특히, 반사성 물질 현탁액내에 코어를 삼입함으로써 형성되는 구경을 가지는 피복은 코어로 소결된다. 반사성 물질이 소결(sintered)되고 고체 견고도를 제고한 후에, 코어는 제거되고, 코어로서 동일한 단면 형태를 가지는 구경을 남기게 된다.

코어를 다루고 제거하는 문제는 구경, 램프 덮개 또는 피복 표면의 반사성 재료를 파괴시키는 위험을 포함한다는 것이다. 다른 문제는 현탁액(slurry)으로부터 반사성 재료의 피복을 몰딩하는 데 사용되는 구멍을 가진 전구 또는 덮개에 정확히 위치하는 것이 어렵다는 것이다. 결론적으로, 종래 기술의 몰드(mold)와 방법에 있어서, 다른 몰드는 바람직한 구경(및 코어) 단면 형태로 제조되어야 하는데, 이는 코어는 몰드에 꼭 맞게 하여 반사성 재료 현탁액이 코어 주위로 새나가는 것을 막아야 하기 때문이다.

본 발명의 목적은 종래의 기술과 관련된 앞서 언급한 하나 이상의 문제를 극복하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 유동성 있는 반사성 물질의 현탁액 및 덮개를 가지는 몰드에 형성된 무전극 램프에서의 바람직한 단면 모형을 가지는 구경을 이용하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 유동성 있는 반사성 물질의 현탁액으로 몰드를 바람직한 충전물을 충전하는 몰드 구멍내에 덮개를 위치하게 하는 것이다.

상기 목적은 개별적으로 그리고 조합되어 달성되고, 첨부되는 청구항에서 명백히 필요하지 않는다면 둘 이상의 목적이 조합될 필요가 있는 것으로 파악되어서는 않된다.

구경 구조의 예

본 발명의 첫 번째 예와 관련해서 도 133 및 도 134에 도시된 바와 같이, 무전극 램프(510)는 길어진 구경 윤곽 결정 부재 또는 몰드 삽입구(512)를 포함한다. 구경 윤곽 결정 부재(aperture defining member, 512)는 구경 또는 빛이 세로로 통과하도록 하는 구멍(514)을 포함한다. 구경 윤곽 결정 부재(512)는 자동화된 조립 기계류의 조작에 견디게 하기 위해서, 높은 빛 반사도와 충분한 기계적 강도를 가지는 세라믹 또는 다른 물질로 제조된다. 구경 윤곽 결정 부재는 넓은 범위의 온도에 견딜 수 있는, 예를 들어 겨울의 외부 온도에서 수백 화씨(Fahrenheit)의 고온의 작동온도에 견딜 수 있다. 구경 윤곽 결정 부재(512)는 실제로 평평한 덮개의 내부면(520)을 포함하는 외부면(518)을 가지는 빛 투과성 덮개(516)에 결합되어 있다.

바람직하게는 고결물(cement)은 하기의 소결공정(sintering step)에 사용되는 온도에서 분해될 수 있도록 선택되어진 유기 물질이다. 덮개(516)는 불-형태 또는 필-박스-형태일 수 있고 마이크로웨이브나 라디오 주파수(RF) 에너지에 영향받기 쉬울 때 빛을 생산하는 황, 셀레늄(selenium) 또는 다른 물질 또는 화합물을 가지는 충전물을 포함하는 내부 부피부(517)를 덮는다.

도 133에 도시된 바와 같이, 덮개(516)는 내부면(529)을 갖는 몰드(mold) 내부 구멍(528)의 윤곽을 결정하는 두 번째 몰드 단편(526)에 분리되어 만나는 첫 번째 몰드 단편(524)을 갖는 분리되는, 두 부분의, 반사성 물질로 된 몰드(522)내에 놓여진다. 몰드 단편(524, 526)은 바람직하게는 탄소로 이루어진다. 도 133 및 도 135에 도시된 바와 같이, 첫 번째 몰드 단편(524)은 몰드 내부 구멍(528)으로부터 바닥 외부 몰드 표면(532)로의 접근을 제공하는 몰드 개구부(530)를 포함한다.

구경 윤곽 결정 부재(512)는 몰드 개구부(530)내에 배치되어 있고 구멍이 난 중앙 축으로부터 횡측으로 투과하는 실질적으로 평평한 방사상 방향으로 확장된 플랜지(534)를 포함한다. 도 135의 아랫부분으로 돌아와서, 몰드 개구부(530)와 구경 윤곽 결정 부재 구멍(514)은 실질적으로 동축으로 정렬되고, 따라서 빛이 투명한 덮개표면을 통해서 통과하도록 한다. 도 135에 있어서, 구멍(514)은 단면이 원형이지만, 예를 들어 구경의 단면은 도 136에 도시된 별모양의 구경 단면인 것처럼 어떠한 구경의 단면도 사용될 수 있다. 별 모양의 구경(544)은 구경 윤곽 결정 부재로 한정될 수 있는 많은 기상천외한 구경 형태의 대표적인 형태이다. 따라서 많은 구경 형태를 제공하기 위해서 단일한 몰드를 제공한다.

도 137에 도시된 바와 같이, 구경 윤곽 결정 부재(512)는 중앙 축을 가지는 관 모양의 몸체(536)와 횡으로 교차하는 플랜지(534)의 반대편에 외떨어진 말단부(538)를 포함한다. 구멍(514)은 튜브형 몸체(536)의 중심 끝에서 외떨어진 말단부(538)까지 구경 윤곽 결정 부재(512)를 통해서 확장되는 빛 투과성 통로

가 있다. 도 137의 실시예에서, 횡측의 플랜지(534)는 한쪽이 잘려진 코너(540)와 같은 예시모양을 포함한다. 도 138에 도시된 다른 실시예에서, 구경 윤곽 결정 부재를 가로지르는 플랜지는 동글고, 어떤 예시 모양을 포함하지 않는다.

본 발명의 방법에 있어서, 반사성 물질 몰드(522)는 두 부분(또는 그 이상으로)으로 나누어져서, 그 내부에서 윤곽이 결정되는 몰드 구멍(528)으로 접근하게 한다. 구경 윤곽 결정 부재(512)는 그 내부에 위치하고, 몰드 몸체 개구부(530)를 통해서 몰드 내부 구멍(528)으로부터 외부로 내보내 진다. 구경 윤곽 결정 부재(512)는 구멍 난 중앙 축을 가로지르는 평면으로 튀어나온 방사상 방향으로 확대되고, 기부(基部, proximal)에 위치한 플랜지(534)를 포함한다. 덮개(16)는 덮개 외부 표면(518)과 몰드 내부 구멍 표면(528) 사이의 원하는 분리상태를 유지하도록 선택된 플랜지 두께(548)(예를 들어 도 137을 보라)를 갖는 플랜지(534)위에 위치한다.

몰드(522)는 닫혀 있고, 유동성 있는 반사성 물질은 몰드 주입 개구부(518)를 통해서 주입되거나 부어져서, 몰드 내부 구멍 표면(529)과 덮개 외부 표면(518)사이의 몰드 구멍(528)의 공간을 채운다. 반사성 현탁액 물질(554)은 건조되고, 소결되어 도 134에 도시된 바와 같이 단단하고 굳은 반사성 피복(556)을 제공한다. 결합물질은 구경 윤곽 결정 부재(512)를 덮개 외부면(518)에 결합하도록 한다. 따라서, 구경 윤곽 결정 부재(512)와 덮개(516)사이의 열팽창 효율에서 중대한 차이가 생긴다.

상기에서 언급한 바와 같이, 구경 윤곽 결정 부재의 둘레는 돌출된 키 형태(key feature)(예를 들어, 한쪽이 잘려진 코너)를 포함할 수 있으므로 보충적인 수용 형태(예를 들어 한쪽이 잘려진 코너를 가지는 수용 소켓(socket))를 가지는 몰드 몸체 개구부에 구경 윤곽 결정 부재를 나타(또는 방향을 통제)낸다. 구경 윤곽 결정 부재 몸체의 외부 주변이 표준형태(즉, 관형의 몸체(536))인 반면에 구경 윤곽 결정 부재(512)의 구멍(514)은 원하는 어떤 단면형을 갖을 수 있어, 결국 구멍 형태에 상관없이 구경 윤곽 결정 부재로 선택된 위치와 방향에서 표시된, 많은 다른 구경 단면형상을 갖는 몰딩 구경 램프에 쓰이는 공통된 몰드 부재가 가능하다.

도 139 및 도 141에서, 구경 윤곽 결정 부재(560)의 다른 예의 지정모양은 한쪽이 잘려진 코너를 나타내는 모양(564)을 가지는 중심에서 가까운 외부 플랜지 단편(562)을 가지는 계단 모양의 플랜지 구조와 방사상으로 배열된 한쪽이 잘려진 코너를 나타내는 모양을 갖고 감소된 횡측 확장부의 중간에 계단형의 플랜지 단편(566)을 포함한다. 도 141에 도시된 바와 같이, 구경 윤곽 결정 부재(560)를 끼울 수 있는 모드(570)는 단지 하나의 회전방향으로 중앙의 계단 모양 플랜지 단편(566)을 끼우기에 적합한 계단 모양의 수용 소켓(572)을 포함한다. 이는 중앙의 계단 모양 플랜지 단편(566)의 한쪽이 잘려진 코너를 나타내는 예시모양(568)에 대응하는 한쪽이 잘려진 예시모양의 소켓 때문이다. 예시모양(568)은 또한 나중의 정렬, 위치 등의 조합단계에서 사용될 것이고, 무전극 램프를 고정하는 데에서 사용될 것이다.

도 141의 예의 반사성 피복(576)은 중앙의 플랜지 단편(566)의 위로 방사상으로 돌출된 외부 플랜지 단편(562)부분을 감싸면서 위로 뻗어 있고, 구경 윤곽 결정 부재(60)를 전구에 고정하기 위해서 추가적인 유지 구조를 제공하는 얇은 환상의 피복 물질 층을 제공한다. 도 140은 몰드 구멍내에 위치한 구경 윤곽 결정 부재를 포함하고 방사선으로 교차적으로 돌출된 플랜지(582)를 가지는 다른 예를 도시하고 있다. 반사성 피복(584)은 방사선으로 돌출된 플랜지(582) 부분을 감싸면서 위로 뻗어 있고, 구경 윤곽 결정 부재(60)를 전구에 고정하기 위해서 추가적인 유지 구조를 제공하는 얇은 환상의 피복 물질 층을 제공한다.

도 142에 도시된 바와 같이, 구경 윤곽 결정 부재(512)의 외부 부분(586)은 무전극 램프(510)에서 생산된 빛을 똑바로 방사하게 하기 위해서 코팅된 광학 반사기(588)와 같은 광학 요소의 지지체로서 이용된다.

본 발명의 몰드(522)는 제거될 필요가 없으며, 가능하다면 외부의 하우스 내의 램프와 일체화될 수 있다. 도 143에 도시된 바와 같이, 몰드(522)는 무전극 램프(510)에 RF 여기 전력을 공급하도록 사용되는 RF 여기 코일(500)을 위한 흡수 장치와 RF 여기 에너지 결합 회로의 통합부분이 될 것이다. 따라서, 몰드(522)는 덮개에 몰드된(molded) 반사성 피복 요소의 외부 형태를 결정하기 위해서 재사용될 필요가 없다. 구경 윤곽 결정 부재(512)는 바람직한 단면 모양의 구경의 윤곽을 결정하고, 반사성 피복 내의 덮개(516)를 위치시키고, 기준이 되는 구경을 제공하고, 전구 모양과 피복 모양을 정확하게 툴링(tooling)하는데 필요한 제조장치를 줄인다.

반사성 재료의 몰드는 두 부분의 몰드를 필요로 하지 않는다. 예를 들어, 도 144에 도시된 바와 같이, 한 편의 반사성 재료 몰드(590)가 사용될 수 있다. 반사성 재료 몰드(590)는 몰드 내부의 구멍(593)에서 바닥의 외부 몰드 표면(593)으로 접근하도록 하는 몰드 개구부(591)(도 133에 도시된 몰드 개구부(530)와 비슷함)를 포함한다. 구경 윤곽 결정 부재(512)는 위에서 서술된 바와 같이 몰드 개구부(591)에 위치된다.

반사성 재료의 몰드(590)는 더 나아가 위쪽 외부 몰드 표면(595)내에 몰드 개구부(594)를 포함한다. 몰드 개구부(594)는 빛 투과성 덮개(516)가 몰드 내부 구멍(592)내로 통과하도록 충분히 크다. 예를 들어, 도 144에 도시된 바와 같이, 몰드 내부 구멍(592)은 몰드 개구부(594)는 대략적으로 몰드 내부 구멍(592)의 가장 넓은 부분과 같은 넓이가 되고, 몰드 내부 구멍 표면(596)은 실질적으로 몰드 내부 구멍(592)의 위쪽으로 원통이 되도록 하는 형태를 가질 것이다. 일단 빛 투과성 덮개(516)가 몰드 내부 구멍(592)내에 위치하게 되면, 반사성 재료(554)의 유동성 현탁액은 몰드 개구부(594)에 채워지고, 덮개 외부 표면(518)과 몰드 내부 구멍 표면(596) 사이의 몰드 구멍(592) 공간에 채운다. 반사성 재료 몰드(590) 위쪽의 넓은 몰드 개구부(594)는 두 분리된 몰드를 만들 필요가 없게 한다.

일반적으로, 덮개의 내부 부분은 빛 투과성 덮개에 충분히 결합하게 하는 어떠한 형태를 가질 수 있게 하고, 평평하게 될 필요가 없게 한다. 예를 들어 도 145 및 도 146에 도시된 바와 같이, 덮개(501)는 둥근 덮개의 내부 표면(502)을 가지는 볼-형태의(예를 들어, 실질적으로 구형 또는 타원형)외부 표면을 가질 수 있다. 덮개(501)는 적합하거나 적합하지 않는 형태를 가지는 구경 윤곽 결정 부재에 연결될 수

있다. 예를 들어 도 145에 도시된 단면에 있어서, 적합하지 않는 구경 윤곽 결정 부재(503)는 평평한 위쪽 표면(505)을 가진 플랜지(504)를 지닌다. 구경 윤곽 결정 부재(503)는 구경 윤곽 결정 부재 구멍(507)과 평평한 위쪽 표면(505)의 접촉부에 형성된 끝(506)에 덮개(501)의 둥근 덮개 내부 표면(502)과 연결된다. 따라서 평평한 위쪽 표면(505)은 덮개 내부 표면(502)의 둥근 형태에 적합하지 않고, 덮개(501)는 좁은 환상의 밴드를 따라서 끝(506)에서 구경 윤곽 결정 부재와 결속되어 있다.

도 146에 도시된 다른 예에 관련하여, 구경 윤곽 결정 부재(508)는 덮개 내부 표면(502)에 적합하다. 특히, 플랜지(511)의 위쪽 표면(509)은 둥근 덮개 내부 면적(502)과 곡선으로 대응하는 컵-모양이다. 구경 윤곽 결정 부재(508)는 사시도가 도 147에 도시되어 있다. 구경 윤곽 결정 부재에 적합한 형태는 구경을 가지는 구경(508)에 결속될 수 있는 덮개의 둥근 덮개 내부 부분(502)에 넓은 표면적을 제공한다.

사용함에 있어, 무전극 램프(예를 들어, 도 134, 142 또는 143에 도시된 바와 같은 램프(510)에 있어)는 전기적으로 마이크로 웨이브 또는 RF 전원과 연결되어 있고, 따라서 덮개 내부(517)안의 포함된 충전물질 내의 빛 방사 플라스마를 만든다. 생산된 빛은 피복(556)으로부터 내부로 반사되고, 구멍(514)을 통해서 외부로 새어 나간다.

무전극 램프(510)를 만드는 방법은 충전물질을 포함하는 내부 부피(517)와 외부 표면(518)을 가진 덮개를 제공하는 단계; 외부 표면(532), 내부 구멍(528), 첫 번째 단편(524)과 두 번째 단편(526)을 가지는 몰드(522)를 제공하는 단계, 여기서 몰드 첫 번째 단편(524)은 몰드 내부 구멍(528)에서 몰드 외부 표면(532)으로 접근하도록 하는 몰드 개구부(530)를 가지며; 구경을 가지는 삼입 부재(512)를 몰드 개구부(530)로 삼입하는 단계, 여기서 삼입부재(512)가 몰드에 삼입될 때, 구경을 가지는 삼입 부재는 내부로 반사성 빛이 통과하도록 하거나 몰드 내부 구멍에서 상기 몰드 외부 표면으로 난 구멍을 제공하는 삼입구(514)를 포함하며; 플랜지(534)상에 구경을 가지는 삼입 부재(512)에 인접하도록 덮개(516)를 몰드 내부 구멍에 위치시키는 단계; 몰드 내부 구멍(528)에 유동성 있는 반사성 물질(554)을 채우는 단계; 유동성 있는 반사성 물질(554)을 경화시켜, 일률적이지 않게 덮개(516)에 접촉시키거나 코팅시키지 않고 감싸는 고체 반사성 피복으로 만드는 단계를 포함한다. 임의적으로 구경 윤곽 결정 부재(512)와 경화된 반사성 물질 피복이 몰드(522)에서 고정되도록 하면서 덮개(516)를 제거함으로써 수행될 수 있다. 다른 방법은, 덮개를 제거하는 동시에 또는 이에 추가하여 외부 반사기(588)(또는 다른 광학적 부속물)를 구경 윤곽 결정 부재(512)의 외부 부분(86)에 접속시킴으로써 수행될 수 있다.

구경 윤곽 결정 삼입부재를 몰드 개구부로 삼입하는 단계는 선택된 방향으로 몰드에 삼입 부재(512)가 삼입될 때, 삼입 부재(512)의 예시 형태(540)에 맞추며 몰드 개구부에 대응되는 예시 형태와 삼입부재의 예시 형태(540)로 정렬시킴으로써 구경 윤곽 결정 삼입부재를 나타내고 방향을 나타내는 것을 포함하며; 예시된 구경 윤곽 결정 삼입부재(512)를 몰드 개구부(530)로 삼입하는 것을 포함한다. 플랜지(534)상에 구경을 가지는 삼입 부재(512)에 인접하도록 덮개(516)를 몰드 내부 구멍에 위치시키는 단계는 몰드 내부 구멍(528) 안으로 뻗어 있는 삼입 부재(512)의 플랜지(534)를 지지하는 덮개(516)의 평평한 부분(520)에 위치시키는 것을 포함하는데 이에 의해 덮개 외부 표면(518)과 몰드 구멍의 내부 표면(529) 사이에서의 분리를 제공하는 덮개를 지지한다. 몰드 내부 구멍(528)에 유동성 반사 물질(554)로 채우는 단계는 반사성 물질 현탁액을 몰드 내부 구멍을 채우는 것을 포함한다. 결과적으로 무전극 램프 구경 전구(510)는 첫 번째 부속-부분(sub-area)과 두 번째 부속-부분을 포함하는 외부 표면(518)을 가지는 빛 투과성 덮개(516)를 포함하는 데 여기서 덮개는 충전물질을 포함하는 내부 부피(517)를 감싼다. 전구(510)는 또한 덮개 외부 표면의 첫 번째 부속-부분(즉, 내부부분(520))에 고정된 구경 윤곽 결정 부재(512)를 포함한다. 구경 윤곽 결정 부재(512)는 튜브 몸체(536)를 통해서 끝단 표면(538)과 구멍(514)을 갖으며; 구멍(514)은 빛 투과성 루멘(lumen) 또는 덮개(516)에서 구경을 지니는 부재 끝단(538)으로 통하도록 한다. 전구(510)는 또한 덮개 외부 표면의 두 번째 부속-부분(예를 들어, 나머지 부분)을 감싸는 빛 반사성 피복(556)을 포함한다. 바람직하게는 피복(556)은 0.5 mm 이상의 두께를 가지는 소결된 고체이다. 구경 윤곽 결정 부재는 바람직하게는 세라믹이거나 세라믹과 동등한 빛 반사성과 열적, 구조적 특징을 가지는 물질이다.

상기에서 언급된 바와 같이, 무전극 램프 구경 램프(510)는 몰드 내부구멍에서 몰드 외부로 접근하도록 하는 몰드 개구부(530)와 외부 표면, 내부 구멍을 가지는 영구히 통합되고 고정된 몰드를 포함한다. 여기서 덮개는 도 142에 도시된 바와 같이 한쪽의 조함을 제공하는 상기의 몰드 내부 구멍내에 위치된다.

상세하게 다양한 변화 및 변조가 가능한 본 발명에 있어서, 바람직한 예의 상기 기술된 내용은 단지 대표적이지 아니한 것에 한정하는 것이 아니다. 다른 변조와 변경 및 변화가 당업자에 의해서 제안될 것으로 믿어진다. 이러한 모든 변화, 변조 및 변경은 청구항에 의해서 한정되는 본 발명의 범위 내에 귀속될 것으로 믿는다.

도 148은 본 발명 램프의 사용에 있어 바람직한 전구 블랭크의 모형도이다. 도 149는 도 148의 라인 149-149를 따라서 본 바람직한 전구 블랭크의 단면도이다. 전구는 세로축을 기준으로 회전방향으로 균형적이다. 전구는 실질적으로 평평한 부분을 가지는 일반적인 와인 잔 형태를 가진다. 적절한 충전물은 스템(stem)의 개구부를 통해서 전구 내에 위치한다. 비활성 출발 기체(예를 들어, 크세논, 아르곤, 크립톤)는 적당한 압력에서 적용될 것이다. 스템은 충전물과 출발 기체를 감싸는 전구를 봉쇄하는 꼭 죄는 부분에서 가열된다.

도 150은 본 발명에 따른 바람직한 구경 컵의 분해 모형도이다. 도 151은 구경을 상세히 보여주는 구경 컵의 모형도이다. 도 152는 도 151의 라인 152-152를 따라서 본 단면도이다. 도 150 내지 도 152에 도시된 바와 같이, 전구는 반사성 세라믹 컵에 삼입되고, 구경을 기준을 대략 균형적으로 위치된다. 컵은 전구의 위치를 안정화시키고 전구를 감싸도록 고정화시키는 반사성 물질로 채워진다. 상기에 언급된 다른 상세한 전구와 구경 형성 공정은 섹션 4.2.4와 PCT 공개번호 WO 97/45858에 기술된다. 바람직하게는 반사성 컵과 반사성 물질은 램프의 열을 조정하게 하는 낮은 유전성/(상대적으로) 높은 열전도성 물질이다.

본 발명의 다른 관점과 관련해서, 구경의 형태는 광학적 효율에 최적화하도록 제조된다. 예를 들어, 둥근 구경은 파이버 렌즈(fiber optic)의 둥근 끝에 결합될 때 사용된다. LCD 디스플레이 엔진에 결합될 때, 3 대 4 또는 9 대 16 비율의 직각 렌즈가 사용된다. 그러나 자동 헤드램프의 빔을 생산하는 때에는 보다 복잡한 형태가 사용된다. 실질적인 적용에 있어서는 적절한 형태의 구경이 디자인 될 수 있다. 두 이상의 구경을 가지는 램프도 또한 가능하다. 도 153은 다양한 구경 모양의 반사성 컵에 감싸인 평평한 부분을 가진 전구의 여러 가지 예를 도시하고 있다.

4.2.3 구경 컵을 채우는 대표적인 공정

본 발명에 따른 바람직한 구경 전구가 도 152에 도시되어 있다. 바람직한 전구 형태는 세라믹 컵에 기초하여 미리 형성된다. 받침 달린 잔 형태의 석영 전구는 구경을 기준으로 대략 대칭적으로 위치되며, 구경에 인접한 전구의 평평한 부분을 가진다. 전구에 의해 차지되는 컵의 부피는 반사성 세라믹 물질로 채워져 있다. 도시된 전구를 만드는 대표적인 고정인 하기에서 언급될 것이다.

4.2.3.1 수동 거핑(Hand gupping)

60%의 니키아(Nichia)(니키아 아메리카사에서 제조되는 999-42호)와 40%의 메탄올로 이루어진 현탁액 또는 컵이 제조된다. 컵은 유동성을 가지며, 5-10cc 원통부로 유입될 수 있다. 컵은 메탄올 속에 위치되어 거핑 전에 컵 내의 구경을 채우도록 젖게 된다. 소량(약 1cc)의 거퍼는 구경 주위의 컵으로 주입된다. 전구는 미끄러지듯 구경 속으로 들어가고, 구경을 통해서 거퍼를 전구주위에 있게 한다. 컵에는 거퍼가 약 반정도 채워지고, 물질이 차 있는 평평한 표면을 부드럽게 친다.(즉, 공기 방울이나 거품을 제거한다) 몇 분 동안의 공기 건조 후에, 작은 스틱 같은 것으로 재료를 톡톡 친다. 컵이 채워질 때까지, 기술된 바와 같이 톡톡 치고, 건조되고, 채워지는 각각의 과정에서, 추가적인 컵이 증가되도록 적용한다. 컵은 구경 표면으로부터 제거되고, 약 100 °C에서 10분 동안 건조되고 약 900°C에서 30분 동안 이렇게 형성된 것을 굽는다.

4.2.3.2 고체 주조(Solid Casting)

현탁액은 약 70%의 니키아, 27%의 DI 물 및 3%의 다반(Darvan) 821-A를 포함하여 제조된다. 현탁액은 충분히 니키아를 분산하기 위해서 여러 시간동안 교반된다. 전구는 구경 표면의 외부에서 컵에 접촉되고, 라텍스(latex) 튜브는 컵의 개방된 끝 위에 위치하여 컵이 약 6mm로 과하게 채워지게 된다. 물로 구경을 채우기 위하여 약 10-20초 동안 DI 물에 담근다. 컵을 꺼내어 압축된 공기와 질소로 물이 컵의 외부로 넘치게 한다. 현탁액은 원통부내로 주입하고 천천히 공기 거품이 생기지 않도록 분산시킨다. 고무컵과 라텍스 튜브를 꺼내어 칼이나 면도칼날로 컵 끝에서 여분의 재료를 잘라낸다. 컵을 약 10°C/분의 비율로 약 900°C까지 가열하고, 약 30내지 60분 동안 900°C에서 가열한다.

4.2.3.3 컵을 채우기 위한 원심분리기의 사용(Use of Centrifuge to Pack Cup)

바람직하게는, 얻어진 반사성 세라믹 물질은 공기 주머니 없이 농축된다. 상기의 기술된 과정에서, 유동성이 좋은 특징과 얻어진 농도사이에 균형을 이루게 한다. 또한, 소모 시간과 공기 주머니가 상기 과정을 겪는 것을 피하는 것은 어렵고 시간이 많이 소모된다. 본 발명과 관련해서, 원심분리기의 힘을 이용하여 컵을 컵으로 채운다. 예를 들어 현탁액으로 컵을 채우기 위해서 원심분리기를 사용하는 것은 현탁액을 작은 틈으로 흐르게 하고 주머니에서 공기가 빠져나가게 하는 현탁액에 많은 힘을 가하기 쉽게 한다. 원심분리기를 오랫동안 사용하는 것은 고체와 액체를 분리하여 주형의 고체 내용물을 변화시킨다. 통제된 성형은 변화되기 쉬운 농도를 갖는 세라믹 부분을 제조하는 데 사용될 것이다. 본 발명과 관련해서, 원심분리 공정은 좋은 유동성 특징을 덜 필요로 하는 반사성 세라믹 물질의 농도를 증가시킨다.

대표적인 원심분리공정은 다음과 같다. 현탁액은 약 5%의 니키아(Nichia)와 95%의 물 또는 메틸 알콜을 포함하여 제조된다. 현탁액은 거핑(gupping)전에 적어도 약 1시간 동안 교반한다. 전구를 구경의 가운데 위치시키고, 컵의 테두리에 접촉시킨다. 원심분리 고정기는 컵을 고정하여 컵의 구경 말단이 회전하는 동안 방사상으로 외부로 나가도록 형상화된다. 세라믹 컵은 상대적으로 다공성이고, 물/메틸 알콜은 충분한 원심분력하에서 구경 컵의 표면을 통해서 새어나온다. 상기 고정기는 공정단계를 줄이기 위해서 컵의 부피를 초과하는 현탁액의 양을 유지하도록 형성된다. 상기 고정기 및/또는 컵은 현탁액으로 채워지고, 고정기에서 새어나오는 물/알콜이 없을 때까지 또는 약 5분 동안 약 3900rpm의 속도로 회전시킨다. 컵이 채워질 때까지 충전(filling)과 회전을 반복한다. 고정기에서 컵을 꺼내어, 30분 동안 약 80 내지 90°C에서 건조시키고, 약 30분 동안 약 900°C에서 굽는다.

다른 공정은 5%의 니키아/95%의 물의 첫 번째 혼합물과 50%의 니키아/50%의 물의 두 번째 혼합물을 사용하는 공정이다. 5/95의 혼합물은 적어도 전구가 실질적으로 충전된 세라믹 물질로 덮혀질 때까지 사용된다. 그후에 50/50의 혼합물은 빠른 공정에 사용된다.

4.2.4 대표적인 실시 데이터(Exemplary Performace Data)

본 발명의 램프의 대표적인 실시 매개변수는 다음과 같다.

	DC Power	Aperture	Brightness	2D Lumens	CCT	CRI
Case #1	120 W	9 mm ²	53 cd/mm ²	1500	6800°F	> 90
Case #2	120 W	18 mm ²	45 cd/mm ²	2500	7500°F	> 90

표 5

여기서 각 경우에 있어, 전구 충전물은 약 1.8 mg/cc InBr이고 전구는 7mm의 외부지름과 6mm의 내부 지

름(전구 내부 부피는 약 0.1cc)을 가지는 와인 잔 형태의 전구이다.

본 발명의 램프와 구경의 구조에 의해서 제공되는 장점은 빛의 램베르시안 각 분산(Lambertian angular distribution)이다. 도 154는 빛의 램베르트 분산에 대조되는 본 발명 램프에서의 빛의 각분산을 측정 한 그래프이다. 빛의 근사(near) 코사인 분산은 고도로 조율된(collimated) 광선(shaft)의 효율적인 생성을 허용한다. 영상(imaging)과 비영상 광학 요소는 바람직한 빔 각을 얻도록 구경에 매치될 수 있다.

구경 램프의 형태(topology)는 다른 중요한 장점을 지닌다. 전구의 크기에 구경의 크기를 맞춤으로써, 본 발명의 램프는 광원의 루멘스 효율을 바꾼다. 구경 포트가 작을 수록 낮은 루멘스 효율을 나타내나, 보다 높은 밝기를 지닌다. 반대로 구경이 클수록 루멘스 플럭스를 증가시키나, 전원의 밝기를 줄인다. 예를 들어, 일반적인 조명이 뛰어난 효율적인 광원은 전구지름에 매치하도록 구경을 개방함으로써 이루어진다. 이러한 모형이 있어서, 본 발명의 램프는 회사, 학교, 공장, 슈퍼, 집 및 인공적인 빛을 사용하는 어떠한 장소에서나 효율적인 빛을 제공하도록 빛 고정부(fixture)를 높이거나 낮추는 데 적합하다.

전구의 모양은 RF 필드(field)나 광학적 구경에 결합에 적합하게 변화될 수 있다. 예를 들어, 위쪽이 평평한 와인 잔과 같이 형성된 모양의 전구는 단일 구경을 가진 램프에 대하여 잘 작동된다. 두 개의 반대로 놓인 구경이 바람직할 때 하키 공(puck)과 같은 모양의 전구는 보다 나은 광학적 결합을 위해서 사용된다. 전구의 크기는 또한 다양하다. 일반적으로 전구의 크기는 전력 수위와 요구되는 광원 밝기의 함수이다. 일반적으로 보다 큰 전구는 높은 전력을 요한다. 주어진 전력 하에서, 작은 구경을 가지는 작은 전구는 보다 밝은 광원을 생산한다. 전구는 유리, 석영, 알루미늄 등의 다양한 물질로 제조될 수 있다. 전구 덮개는 투명할 필요는 없으며, 단지 반투명체이다. 반투명체의 재질은 필요한 작동 온도를 유지할 수 있고, 선택된 충전물에 대해 화학적 비활성이고, 사용되는 RF파와 과도하게 간섭하지 않는다.

종래의 광원은 3차원으로 빛을 방전한다. 반사기는 전형적으로 빛을 재반사하고 원하는 물체나 땅에 초점을 맞추는 데 사용된다. 넓은 지역을 비추는 데 있어, 이러한 기술이 좋게 작용한다. 그러나 좁고, 매우 평평한 광선 빔이 필요할 때, 종래의 광원은 비효율적이다. 더구나, 많은 종래의 램프는 방전의 다르고, 아주 덜 밝은 부분으로부터 대부분의 광원을 방사하는 단지 지엽적인 밝은 부분(bright spot)을 제공한다.

종래의 광원에 비하여, 본 발명 구경의 램프로부터 방출된 빛은 단지 2차원으로 향한다. 환언하면, 밝기는 2 차원 부분을 통해서 밝기의 최대치와 평균치 사이에서 거의 벗어나지 일정한다. 도 155는 인접 필드 분산에 대한 본 발명 램프의 대표적인 강도의 그래프이다. 도 156은 본 발명 램프의 필드 분산의 대표적인 3차원 그래프이다.

낮은 이텐듀(etendue)는 필요하지만 파이버렌즈나 작은 대각선(diagonal) LCD와 같은 작은 광학적 시스템 내로의 효율적인 빛의 결합을 위해서는 충분한 모양이 아니다. 결합을 최대화를 위한 다른 필요한 모양은 광원과 목표점 사이의 비틀림 분산(skewness distribution)의 매치이다. 광원과 목표점의 비틀림 분산이 잘 매치되지 않는다면, 낮은 이텐듀와 높은 집중 효율을 유지하기 어렵다. 일반적으로, 3차원 광원은 파이버렌즈 또는 LCD와 같은 것으로 평면 목표점에 대하여 좋은 비틀림 분산의 매치를 제공하지 않는다. 예를 들어, 이텐듀 및/또는 집중효율의 손실을 야기하는 축을 기준으로 대칭적인 렌즈를 가진 구형의 광원으로부터 빛을 이동하도록 하는 것은 당업자에게 알려져 있다.

바람직하게는 본 발명의 램프는 낮은 이텐듀와 평면 목표에 대한 뛰어난 비틀림 매치를 제공한다. 본 발명의 램프에 의해서 제공된 2차원의 광원은 낮은 이텐듀를 유지하는 데 필요한 광학 시스템의 집중효율을 최대화한다.

밝고 효율적인 조명 시스템을 만드는 반사적이고, 굴절율이 좋고, 영상, 또는 비영상 렌즈는 낮은 이텐듀, 비틀림 매치, 그리고 각 분산에 관계되는 앞서 언급한 장점을 효율적으로 이용할 수 있다. 예를 들어, 본 발명 램프의 각 분산은 반사적이고, 굴절율이 좋은 합성 파라볼릭 집광기(CPCs)와 광 파이프와 같은 채광 조명기구와 다양한 이미지 광학 용액의 모든 타입에 잘 어울린다. 본 발명의 램프가 유도성 RF 결합 구조를 이용하는 반면에, 구경 램프 기술의 이로인 점은 다른 결합구조에 널리 사용될 때 적용이 가능하다는 것이다.

4.2.5. 스펙트럼 분산(Spectral Distribution)

상술한 구경 전구 기술은 선택된 전구 충전물과 결합되어, 많은 적용예에서 뛰어난 칼라 온도와 높은 CRI에서 충분한 스펙트럼 빛을 제공한다. 칼라 온도와 스펙트럼 균형은 전구 충전물의 화학적 성질과 분량의 선택에 의해서 조정될 수 있다. 본 발명의 램프는 또한 특정의 칼라 밴드를 만들기 위해서 충전물 및/또는 필터를 사용할 수 있다. 종래의 수은 및 금속 할라이드에서 황 및 세레늄까지의 넓은 범위의 전구 충전물이 본 발명의 램프에 사용될 수 있다. 도 157은 상기에서 언급한 바와 같은 인듐 브로마이드 충전물에 대한 스펙트럼 전력 분산 그래프이다. 도 158은 인듐 브로마이드 및 세슘 브로마이드(0.8mg/cc InBr, 0.2mg/cc CsBr, 50 Torr Kr)를 포함하는 충전물에 대한 스펙트럼 전력 분산의 그래프이다. 다른 대부분의 방전 램프와 달리, 본 발명 램프의 빛 출력은 즉시 희미해 질 수 있다. 도 159는 RF 전력을 변화 수위에서 인듐 브로마이드만으로 된 충전물에 대한 스펙트럼 전력 분산 그래프이다.

4.2.6. 볼 렌즈(Ball Lens)

상기에서 언급된 바와 같이, 본 발명 램프에서의 각 분산은 거의 램베르트 분산에 맞추어 형성된다. 환언하면, 구경이 존재하는 빛은 180도 각 이상 또는 45도의 원뿔이상으로 분산되었다. 어떤 실시예에서는 최대의 집중을 제공하는 동안에 다른 표면에 가능한 한 많은 빛을 집중시키는 것이 바람직하다.

종래의 광원에 있어서, 일반적으로 180도 이상으로 분산되는 빛을 모으기 힘들다. 그러나, 도 12에 도

시된 바와 같이, 구경을 빠져나가는 모든 빛을 모으기 위한 본 발명의 램프에 대하여 볼 렌즈가 접합점에서 사용되었다. 볼 렌즈는 끝이 잘린 형태의 구형 또는 타원형의 형태를 취할 것이다. 이 경우에 있어, 빛은 볼 전구의 두 번째(구형부분) 표면에 존재하고 구경과 접촉되는 전구 렌즈의 첫 번째(평평한 부분) 표면으로 들어간다. 구경을 빠져나가는 빛은 볼 렌즈로 들어가서, 낮은 굴절율 지표물(공기)에서 높은 굴절율 지표물(볼 렌즈)로 통과한다. 이에 따라 빛은 굴절되어 180도 미만의 원뿔 각 이상으로 분산된다.

공기로부터 용융된 실리카와 같은 상대적으로 낮은 굴절율을 가진 광학 물질로 빛이 통과할 때라도, 원뿔 각은 90도 미만이다. 볼 렌즈는 빛이 회귀없는 방출로부터 180도의 각 분산까지의 불룩한 두 번째 표면을 갖는다. 중앙의 두께 및 반지름의 적절한 선택으로, 두 번째 표면은 90도 이하로 원뿔 각을 줄일 수 있다.

줄어드는 분산 각으로 볼 렌즈를 방출한 후에, 종래의 렌즈 디자인은 빛을 다룰 수 있다. 종대하고도, 실질적으로 구경에서 방출하는 모든 빛은 광학 시스템에 의해 이용될 수 있다.

다른 방법으로, 볼 렌즈는 완전한 구형 또는 원뿔형 또는 다른 고체 활 모양(arcuate)을 취할 수 있다. 적용가능한 볼 렌즈의 모든 이용은 완전한 구형의 볼 렌즈를 이용하여 달성될 것이다. 또한 볼 렌즈의 첫 번째 표면은 비구면(非球面, aspheric)일 수 있다. 심지어 두 번째 구형 표면에서, 볼렌즈는 무수차(無收差, aplanat) 렌즈로 디자인 될 것이다.

끝이 잘린 표면이 없는 볼 렌즈에서는 둥근 구경 형태가 바람직하다.

4.2.7. 세라모-석영 렌즈(Ceramo-quartz lamp)

본 발명과 관련되는 무전극 램프의 종류는 플라스마-형성 매개체를 담고 있는 덮개를 가진 빛 투과성 전구를 포함한다. 마이크로웨이브 또는 라디오파(RF)에너지 전원은 플라스마를 여기하는 결합배열을 경유하여 덮개에 결합하는 출력 에너지를 가지므로, 결국 빛을 방출한다. 덮개는 전체 덮개 표면 위(작은 부분을 제외하고는 빛이 방출되도록 하는 구경이라고 알려진 부분이다)로 반사성 피복에 의해 둘러싸여 있다.

상기 섹션 4.2.2는 종래 기술 이상의 어떤 장점을 지니는 무전극 구경 램프를 제조하는 방법을 기술하고 있다. 섹션 4.2.2에서의 구경 구조에 있어서, 몰드 구멍이 제공되고, 구경 형성 부재가 그곳에 삽입되고, 램프 덮개가 구경 형성 부재 근처 부분에 위치하고, 그리고 몰드 구멍의 내부는 경화 후에 램프 덮개 주위의 피복을 형성하는 유동성 반사 물질로 채워진다.

본 발명의 관점은 종래 기술 이상의 다른 장점을 가지는 무전극 구경 램프를 제조하는 방법을 목표로 한다.

대량 생산에 의하여 용이하게 달성되어 생산 할당량이 쉽게 채워지는 무전극 램프를 만드는 방법은 중요하다. 또한 생산된 램프가 내구성이 있어서 그 수명이 증대되는 것도 중요하다. 본 발명에 따른 무전극 램프는 높은 온도에서 작동하여 특히 연장된 기간 동안의 작동으로 매우 뜨겁게 될 것이다. 그러므로 석영으로 만들어진 전구에서 열을 제거하는 것이 중요한데 그렇지 않으면 전구가 녹게 될 것이다. 이것을 수행하기 위해서, 열은 전구로부터 열이 소모되는 히트싱크로 전달되고, 전구에서 열을 히트 싱크(heat sink)로 전달하는 것은 바람직하다.

따라서 본 발명의 목적은 대량생산의 경제성을 구비하기에 쉬운 무전극 구경 램프를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 내구성이 뛰어난 무전극 구경 램프를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 높은 열 투과 특성을 가지는 무전극 구경 램프를 제공하는 것이다.

상기 목적은 각각 또는 조합되어 성취될 수 있으며, 발명은 둘 이상 목적의 조합을 필요하지 않는 것으로 이해되어 져야 한다.

세라모-석영 구경 구조의 첫 번째 예(First example of Ceramo-quartz aperture structure)

본 발명의 첫 번째 예와 관련된 램프전구는 도 160에 묘사되어 진다. 램프 덮개(602)는 여기될 때에 빛을 발산하는 방전 형성 매개체로 채워지고 전형적으로 석영으로 제조됨을 도시하고 있다. 한정하지 않는 예에 의해서, 가능한 충전물질은 상기에서 언급된 미국특허번호 5,404,076호에 언급된 바와 같이 황 또는 세레늄에 기초한 물질이다. 또한, 덮개는 섹션 4.2.1에 기술된 방법에 의해서 제조된다.

덮개는 봉쇄된 말단(611), 그리고 입구(613)쪽이 열린 측면 벽(609)을 가지는 용기(610)에 위치한다. 측면 벽은 내부 표면(615)과 외부 표면(617)을 갖고, 그리고 램프 덮개에 결합한 내부표면(615)부분은 반사되도록 정렬되었다. 바람직한 예에 있어서, 용기(610)는 반사되고, 세라믹 재료인 컵 모양으로 만들어진다.

램프 덮개(602)와 용기 말단(611) 사이에는 도식된 바대로 용기 말단과 램프 덮개 사이의 부분을 채우는 반사성 충전물(612)이 있다. 바람직한 예에 있어서, 이 물질은 용기(610)를 구성하는 세라믹 보다 낮은 밀도를 가지는 반사성 세라믹이다. 예를 들어 충전물(612)은 경화된 현탁액 또는 분말이다.

용기 입구(613)에 접해있는 전구 표면(604)은 예를 들어, 결합물의 링(608)에 의해 반사하는 내부 표면에 결합되어 있는 와셔(606)를 갖는다. 상기 와셔(606)는 구경(aperture, 607)을 형성하고, 바람직한 실시예에서 빛을 반사하고 세라믹 물질로 된 구경-형성 부재를 포함한다. 상기 전구 표면(604)은 바람직하기로는 상기 와셔(606)의 용이한 장착을 위하여 평면이다. 또한 상기 와셔(606)는 둥근 표면부위(601)에 결합될 수 있다.

상기 용기의 측면 벽의 내부 표면(615)은 원추형이고 용기의 끝으로 갈수록 좁아진다. 바람직한 실시예

에서, 상기 내부 표면(615)은 용기 밑 방향으로 차츰 반경이 감소하는 둥근 횡단부를 갖는다. 상기 램프 덮개(602)는 상기에서 또한 원추형태인 측면 벽(619)을 갖는다. 상기 램프 덮개는 용기 측면벽의 내부면(615)과 일치하도록 밀착되어 있다. 용기벽의 외부면(617)은 또한 원추형태로 좁아지고, 바람직한 실시예에서는, 상기 내부면의 반대 방향으로 좁아진다.

도 161은 도 160의 구경 램프 전구를 결합하는 램프를 보여준다. 금속 밴드의 형태로 된 여기 코일(excitation coil, 621)은 상기 용기(610)를 둘러싸고 있고, 반면에 보론-니트ريد(boron-nitride) 세라믹 물질로 된 히트 싱크(heat sink)는 전구와 여기 코일을 둘러싸고 있다. 플런저(plunger, 616)는 지지대(620)에 고정된 스프링(618)에 의해 편향되어 있고, 소등할 때와 냉각에 의해 발생하는 물리적 수축될 때에 램프의 이동을 방지한다. 여기 코일(621)의 내부면(622)은 차츰 좁아져 용기벽의 외측면(617)의 협소부와 일치되도록 되어야 한다.

도 160에 도시된 전구와 도 161에 묘사된 램프의 많은 장점은 다음과 같이 상세히 설명된다.

도 162에서 165까지는 본 방법발명에 대한 예를 도시한 것이다. 도 162에서, 빛을 반사하는 세라믹으로 된 상기 와셔(606)는 바람직하기로는 본 발명에서 반사물질을 건조, 경화(cure) 또는 소결(sinter)하는 온도에서 분해되는 유기물질인 접합제(cement)(623)에 의해 최초로 램프 덮개(602)에 접합된다.

상기 세라믹 와셔는 알루미나/실리카(alumina/silica) 조합물로 구성된다. 예를들어 이 조합물은 원하는 다공도(porosity)를 가진 90%의 알루미나와 10%의 실리카를 가진다. 종래의 기술에 따르면 세라믹 기술은 와셔가 컨베이어 벨트위로 이동함에 따라 세라믹 몸체를 복제하는(pressing)주형에 의해 용이하게 대량 생산된다. 상기 전구 덮개에 상기 와셔(606)를 결합하기 위하여, 램프 덮개(602)는 상기 전구와 유사한 형태의 받침틀(624)에 놓여진다. 상기 받침틀(624)의 중앙에는 개구부(625)가 위치한다. 상기 개구부(625)에는 전구 말단(626)이 결합단계 과정에서 지속적으로 램프덮개(602)를 효과적으로 고정하도록 삽입된다.

도 163에서는 상기 용기(610)는 컵 형태로 도시된다. 용기(610)는 상기 와셔와 같이 상대적으로 고밀도이다. 상기 용기(610)는 몰드(mold)를 이루고 종래의 세라믹 기술로 대량 생산된다. 앞서 지적했듯이, 용기의 측면 벽은 외면이 용기 상부로 좁아지는데 비해, 내면은 용기 하부로 좁아지는 원추형태의 내외벽을 갖는다.

본 방법발명의 다음 단계는 용기(610)가 현탁액 또는 분말이 채워진 대롱(nozzle)으로 미리 정해진 수위까지 빛을 반사하는 현탁액 또는 분말(612)을 채우는 단계이다. 상기 현탁액 또는 분말은 바람직하기로는 침전을 방지하기 위해 물과 소량의 유기 첨가물이 섞인 순수 알루미나 같은 상대적으로 저밀도의 세라믹 물질로 구성된다.

도 164에 도시된 바와 같은 다음 단계는 상기 용기(610)에 전구 덮개/세라믹 워셔 조합물을 주입하는 단계를 포함한다. 진공 홀더(629)로 상기 덮개를 도 160에 도시된 적당한 위치로 파지하여 내린다. 상기 램프 덮개가 올바르게 위치한 후에, 도 165에 도시된 바와 같이 세라믹 결합 물질인 고리(608)가 세라믹 워셔(606)를 상기 용기(610)의 벽을 보호하도록 위치한다. 상기 세라믹 결합물(ceramobond)은 풀과 같은 농도를 갖고, 전형적으로 유기물이 섞인 알루미나와 실리카 분말의 조합물로 구성되어 있다.

상기 현탁액은 건조에 의해 경화되고, 본 방법발명의 다음단계는 상기 현탁액과 세라믹 결합물을 경화하기 위하여 상기 램프 덮개를 오븐에 넣어 경화하는 단계이다. 현탁액의 경화는 적어도 500℃의 온도에서, 15분에서 20분 동안 이루어진다. 반면에 세라믹 결합물은 대략 50℃에서 1 내지 2시간 동안 경화된다. 만약 분말이 사용될 경우에는 분말은 가열과정이나 소결(sinter)과정을 각각 또는 동시에 거쳐야 한다.

상기 설명된 본 발명의 방법은 대량 생산에 의해 편리하게 완성될 수 있도록 쉬운 구경 램프 제조법을 제공한다. 천연하면, 상기 방법은 생산된 전구가 아주 내구성이 좋게 한다.

다시 도 160에 따르면, 램프 덮개(602)의 원추의 측면 벽(619)은 용기 측면 벽(609)의 내부면(615)에 접해있다. 상기 점감하는 접촉면은 램프가 충분한 저온에서 다루어 질 수 있게 램프 덮개로부터의 열전도를 촉진하도록 확실히 밀착되어야 한다.

도 161에 도시되었듯이, 여기 코일(622)의 내부면(622)은 용기 측면 벽의 외부면(617)과 접촉되도록 좁아진다. 상기 고리형의 히트 싱크(614)의 내면은 유사하게 좁아진다. 상기 점감하는 밀착면은 그 사이에서 확실히 접촉되어 있어 높은 열전도율을 갖는다. 바람직한 실시예에서 용기측면 벽의 내외면의 협소부 기울기는 0.5°에서 2.0°이다.

다시 도 160에 도시되었듯이, 와셔(606)는 빛이 전구에서 방출되도록 구경(607)을 형성한다. 구경 형성 부재로서 평면 와셔의 사용은 이 부분이 표준화되고 쉽게 제조되고 장착되기 때문에, 종래 발명을 개선한 것 중 하나이다. 몇몇 램프의 실시예에서는 상기 와셔가 도시된 것처럼 사용되어 왔다. 반면에 다른 실시예에서는 파이버 렌즈(fiber optics)같은 추가적인 빛 추출(extraction) 부재가 원하는 빛을 조절하기 위해 상기 와셔와 조합된다.

세라믹-석영 구경 구조의 제2 실시예

도 166에서는 본 발명과 일치하는 구경 램프의 제 2 실시예가 도시되어있다. 본 실시예에서 측벽과 램프 덮개 사이 용기의 전체 부분에는 반사 충전물(642)이 채워져 있다.

도 167의 구경 램프는 도시된 바와 같이, 세라믹 워셔(638)는 상기 첫 번째 예의 것 보다 넓고, 그리고 세라믹 결합물(646)로 히트 싱크(644)에 결합되어 있다. 가장 큰 워셔(638)에 의해 제공되는 테두리는 전구로부터의 열전도를 용이하게 한다. 도 166과 도 167에 도시된 다른 구성물들은 도 160, 도 161의 해당 구성물과 유사하다.

도 166과 도 167 실시예의 제조방법은 도 168에서 171에 도시되어 있다. 도 168은 이전 예와 관련하여

설명하였듯이 기술적으로 세라믹 워셔(650)를 결합물(656)에 의해 램프 덮개(630)의 상위 평면에 접합하는 단계를 포함한다. 상기 기술적인 워셔(650)는 구멍(652)에 연결되는 환상의 채널(channel, 654)을 구비한다.

도 169에는 컵 형상이고 빛을 반사하는 세라믹으로 된 용기(641)가 도시된다. 또한 도관(661)을 통하여 물을 공급하거나 비워지는 외부용기(658)가 도시되어 있다.

상기 용기(641)는 용기의 외벽이 외부용기(658)의 가로대(ledge)(664)에 걸치도록 삽입되어 있다. 다음으로 도시된 바와 같이 물(660)이 외부 용기(658)로 흘러든다. 다음으로, 상기 용기(641)에는 세라믹 현탁액과 같은 빛을 반사하고 유동성인 물질이 대롱(662)을 통하여 정해진 수위까지 채워진다. 물은 세라믹 용기(641)에 압력을 가하고 그 기공(pores)을 밀봉하는 데 목적이 있다. 이는 현탁액의 건조를 일으키는 액체의 유출을 방지한다.

다음으로, 도 170에는 상기 물(660)이 외부용기(658)에서 방출되고 램프 덮개/기술적인 와셔 조합부가 용기(641)로 삽입되는 것이 도시되어 있다. 이는 현탁액(642)의 일부가 기술적인 와셔(650)의 채널(654)로 흘러들어 가게 한다. 열경화 단계에서 상기 현탁액이 줄어들 수 있으므로 현탁액을 과량으로 채울 필요가 있다.

현탁액의 건조 후, 도 170에 도시된 모든 어셈블리는 도 171에 도시된 터널 오븐(664)에 열경화를 위해 놓여한다. 지지대(688)가 도 170의 조합체를 고정하도록 오븐 내부에 위치한다. 상기 전구의 앞면의 경화 후에는 외부물질로 깨끗이 한다.

얻어진 램프 전구에서, 경화된 현탁액(642)은 덮개(630)의 표면을 덮는 피복물을 형성한다. 그러나 피복물은 상기 덮개를 일정하게 덮지 못한다. 도 167에서, 보론 니트라이드(boron nitride)로 된 세라믹 히트싱크(644)는 환상의 단면을 갖고, 용기(641)와 코일(643)에 붙어 있다. 상기 히트싱크는 도 167에 도시된 것처럼 상면부에 환상의 채널을 갖고, 상기 와셔(638)를 히트싱크(644)에 결합하는 세라믹 결합물(646)이 상기 채널에 위치한다. 상기 와셔의 큰 크기와 히트싱크의 세라믹 결합물의 연결은 전구로부터의 열전도를 촉진한다.

4.2.8 구경 컵의 정렬을 위한 디자인 특징(Design Feature for Alignment of the Aperture Cup)

바람직한 구경 컵/전구 어셈블리는 도 150에서 도 152에 도시되어 있다. 이 어셈블리는 도 213과 도 215에 도시된 바와 같이 램프 헤드에 축방향(axial), 방사상(radial) 그리고 회전방향(rotational)으로 정렬되어있다. 본 발명의 특징에 따르면, 상기 구경 컵은 상기 어셈블리의 정렬을 돕기 위한 구조적 특징을 제공한다.

도 172는 본 발명에 따른 구경 컵(671)의 모형도이다. 도 173은 도 172의 선 173-173을 기준으로 한 단면도이다. 상기 구경 컵(671)은 돌출부(protrusion, 672), 노치(notch, 673a, 673b) 그리고 평면부(674a, 674b)를 포함하는 정렬을 돕기 위한 여러 특징을 포함한다. 이 특징들은 도시된 대로 개개로 또는 조합되어 사용된다.

예를 들어, 돌출부(672)는 상기 조합의 회전 정렬을 위한 도 95에 도시된 드릴된(drilled) 부분(260)에 크기를 맞춤 수 있다. 도 173에 도시되었듯이 상기 구경 컵(671)은 상기 어셈블리가 램프 헤드를 원하는 축방향에 위치할 때, 정지부재(즉 여기 코일에 접하도록)로 작용하는 테두리(rim)(672a)를 더 포함한다.

도 174는 본 발명에 따른 선택적인 구경 컵(675)에 대한 모형도이다. 도 175는 도 174의 선 175-175에 따른 단면도이다. 상기 구경 컵(675)은 구경 주위의 오름부(676)를 포함한다. 상기 오름부(676)는 다각형을 형성하는 외측단들(677a-d)을 포함한다. 상기 실시예에서 다각형은 동일한 각이 없는 육각형이다. 상기 오름부(676)는 자동화된 성분 조합 장비에 의해 쉽게 각이 지고 정렬된다. 예를 들어, 직경 반대방향(diametrically opposite direction)에서 동시에 움직이는 V자형의 맞물림 돌기(finger)를 이용한 고정물(fixture)이 반복해서 회전하면서 구경 컵(675)을 성형하는데 적당하다. 상기 자동화된 성분 어셈블리 장비는 상기 성형된 컵을 램프 헤드에 축방향과 방사상으로 쉽게 위치시킬 수 있다. 서로 마주보는 677a, 677b와 677c, 677d의 각 위치는 어느 정도의 차원(dimensional) 변이를 갖는 반면에 여전히 정확한 회전 정렬을 갖는다.

4.2.9 테두리를 갖춘 구경 컵(Flanged Aperture Cup)

도 176은 본 발명에 따른 대안의, 바람직한 구경 컵(678)의 모형도이다. 도 177은 도 176의 선 177-177을 따른 단면도이다. 도 178은 구경 컵(678)의 사시도이다. 상기 컵(678)은 컵(678)의 끝단에서 연장된 테두리부(679)를 포함한다. 상기 컵(678)은 예를 들어 고밀도의 알루미늄과 같은 세라믹 물질로 구성된다. 바람직하기로, 상기 테두리 컵(678)은 대략 90%의 알루미늄과 대략 17%에서 20%의 다공도를 가진 10%의 실리카를 포함한다. 설명한 바와 같이, 상기 테두리(679)는 그 원주를 가로지르는 평면부(680)를 가진 반원형이다. 테두리 컵을 위한 바람직한 전구는 0.16mg InBr과 30Torr Kr로 채워진 6.5mm OD, 5.5mm ID의 구형 전구이다.

상기 테두리 컵(678)은 도 179에 도시된 것처럼 통합된 램프 헤드를 사용한다. 바람직하기로, 상기 BN 삽입부는 축방향, 방사상 그리고 회전방향으로 컵의 방향 배치를 제공하고 전구로부터의 열전도를 촉진하도록 테두리부(679)와 일치하도록 엇갈린 구멍(counter-bored)을 갖고 있다. 써멀 퍼티(thermal putty, 즉 T-putty 502)는 상기 테두리 컵(678)과 테두리(679)의 외측 원주 주위의 BN삽입부 사이에 도입된다. 도 180은 상기 구경 끝단의 반대편의 컵 말단에 있는 테두리를 가진 대안적인 테두리 구경 컵의 사시도이다.

4.2.10 개시 부재 (Starting Aid)

전극이 없는 구경 램프는 예로 코일이나 이와 유사한 부재 같은, 방위각 방향의 전구 주위로 확장된 전

도 여기 부재에 의해 유도되어 여기된다. 그러나, 여기 코일에 의해 짝지어지고, 반면에 방전을 지속하기 충분한 필드(field)는 방전을 시작하기에 충분하게 부분 집중화되어 있지 않다. 이는 특히 충전물이 1 이상의 고압력 불활성 완충 가스일 경우에 사실하다. 또한 본 발명의 세라믹 피복은 상기 충전물을 관통하는 필드를 조절한다. 그러므로 개시 보조 부재는 때때로 발화를 일으키기 충분하도록 농축된 필드를 생산하는 것이 바람직하다.

많은 종류의 램프 개시 보조 배치는 종래의 기술이다. 그러나 선행기술 배치는 아주 복잡하고, 파괴되는 부분이 있고, 더불어 램프의 적당한 추가적인 크기가 필요하기도 하다. 예를 들어, 이와 같은 배열은 개시보조 부위로부터 이동할 수 있는 코일과 전구에 부착된 연장 석영 하우스에 위치하는 금속 또는 기체 전극을 포함한다.

그러므로 본 발명의 일 형상의 목적은 단순한 유도성 결합 구경 램프에 대한 램프 개시 배치의 용이한 제조와 신뢰를 제공하는데 있다.

본 발명의 형상과 일치하여, 무전극 구경 램프는 방전 형성 충전물을 담고 있는 전구, 구경을 제외한 전구를 감싸는 세라믹 반사 피복, 전구와 방위각 방향의 세라믹 피복 주위로 확장되는 충전물에 전도되는 결합(coupling) 여기력을 위한 전도성 여기 부재, 그리고 충전물에 개시 전기장을 연결하기 위한 세라믹 반사 피복에 묻힌 적어도 하나의 전도 개시 구성물을 포함한다.

본 발명의 다음 형상과 일치하여, 세라믹 반사 피복에 묻힌 개시 구성물은 전원에 연결되지 않으나, 전도 여기 부재에 의해 발생된 전기장에 의해 유도되는 상기 부재상의 전압에 의해 발생된 개시 전기장과 연결된다.

개시 배치의 예 (Examples of starting arrangements)

도 181에 본 발명의 첫 번째 예가 도시되어 있다. 전구(686)는 접촉되지 않은 세라믹 피복(687)으로 둘러싸여 있다. 빛은 구경(688)과 파이버렌즈(689)를 통하여 방출된다. 전구(686)의 충전물은 상기 실시예에서 설명되었듯이 방위가 방향에 있는 전구(686)둘레로 전개된 나선코일인 전도 여기 부재(690)에 의해 전도 여기 된다. 상기 코일(690)은 전형적으로 라디오 주파수(radio frequency, RF)인 시간에 따른 변화를 보이는 전기 에너지인 전원(691)에 연결되어 있다.

상기 여기 코일상의 교류는 충전물에 전기장(E field)을 유도하는 시간에 따라 변화하는 자기장(H field)을 일으킨다. 정상(steady state) 상태 작동 동안에, H field 성분이 더 크게 적용된 H field와 적용된 E field가 존재한다. 상기 적용된 E field가 방전을 개시하는 반면에, 여기 코일 자체에 의해 발생된 E field는 상기 충전물을 이온화하고 램프를 개시하기에 충분할 정도로 농축되어 있지 못하다. 이는 충전물이 효율성을 증가시키는 1 이상의 고압 완충 가스를 포함할 때에 더 그렇다.

본 발명의 형상과 일치하여, 전선형태인 개시 구성물(692)은 세라믹 피복에 묻혀있다. 상기 세라믹 피복은 개시 구성물을 위해 적당한 지지수단을 제공하여, 보조적인 지지 덮개 같은 다른 성분이 필요치 않도록 한다. 상기 구성물은 소결과정 초기 단계 동안에 세라믹 피복에 장착되어, 상기 소결된 고체가 상기 구성물 주위에 형성되어 확실히 고체에 파묻히게 한다. 일말단이 점등되는 전구 근처에 장착되는 것이 바람직하다.

도 181에서 183에 도시된 예에서, 상기 개시부재는 비 방위각상에 배치되어, 결국 축방향이나 방사상 방향의 성분만을 갖게 되는 것을 의미한다. 이는 상기 여기 코일과 개시부재 사이의 크로스-토크(cross-talk)를 최소화하여 정상상태 작동 동안 충전물에 연결된 전력을 줄일 것이다. 여기에 쓰인 "방위각 방향"(azimuthal direction)은 도 182상의 심볼 q로 대표되어 전구 주위의 어떠한 환상 라인의 방향을 나타낸다. 상기 "축방향"(axial direction, Z)은 상기 환상 라인에 접한 부분의 평면에 수직인 것을, 상기 "방사상 방향"(radial direction, R)은 상기 환상 라인의 어떠한 원주의 방향을 나타낸다.

본 발명의 다른 측면과 관련하여, 개시 구성물은 분리된 전원에 연결되지 않고, 여기 코일에 의해 발생된 전기장에 의해 유도되는 구성물상의 전압에 의한 개시 전기장을 연결한다. 상기 나선형 코일은 축방향에 차원을 갖는다.(도 181상의 바닥 코일의 상위) 이는 상기 코일에 의해 유도된 1차 장이 토로이들(toroidal)형상인 것으로 발명가들은 인지해 왔다. 왜냐하면 그 축방향의 차원 때문에 상기 코일의 상부와 하부 사이의 포텐셜 차이가 있어 축방향상에 전기장을 만들고, 도 181의 실시예에서 개시 구성물에 연결된 이 전기장이 있기 때문이다. 상기 구성물은 급작스런 종결(도 181의 전선(692)의 말단)을 가지므로, 상기 전구 주위의 전기장을 집중시키고, 그 속의 가스의 이온화와 램프의 점등을 돕는다.

도 182에서 184는 코일이 도시되지 않은 본 발명의 다른 실시예의 단면도이다. 도 182와 183에서는 단선을 사용하는 대신 복수의 개시 전선이 사용되었다. 도 182의 개시 전선 693a와 693b는 축방향에 위치한다. 도 183의 전선 694a, 694b, 694c 그리고 694d는 축방향에 위치해 있다. 전선들의 수와 위치는 특수한 램프의 최적 개시 배치를 위하여 실행되었다.

축방향의 전기장을 갖는 것 외에, 상기 여기 코일은 또한 방사상(R)방향을 갖으나, 전형적으로 축방향만큼 크지 않다. 도 184에는 방사상 방향에 위치한 개시 전선 659a와 659b가 도시되어 있다. 물론 축방향과 방사상 방향 양쪽에 놓여진 방향성 성분을 갖는 것이 가능하나, 나선형 코일의 축방향의 상대적으로 큰 전기장을 이용하기 위하여 개시 구성물이 축방향의 잠재적인 방향성 성분을 갖는 것이 바람직하다.

도 181에서 도 184에 있는 상기 세라믹 피복(687)의 형상은 일반적으로 장방형의 원통이다. 상기 피복은 적절하게 파손 없이 개시 전선을 삽입하고 유지하도록 상대적으로 두껍다. 상기 피복의 두께는 0.25-2mm 범위가 바람직하다. 이상 설명된 구경 램프(섹션 4.2.2, 4.2.7, 4.2.8과 4.2.9를 포함하여)에서, 여기서 밝혀진 구성물은 경화되기 전에 상기 세라믹에 위치한다.

도 181의 전도성 여기 부재(690)가 나선형으로 꼬인 코일인 데 비해 다른 형상도 가능하다. 예를 들어, 도 185에는 절단부를 가진 반지형 전도성 여기 부재(696)이다. 도 186은 도 185에 도시된 것 같은 반지

또는 유사한 형상의 여기 부재에 쓰이는 본 발명에 따른 개시 보조 배치의 다른 예이다. 이 경우, 도 181에서 도 184의 예와는 달리 방위각 방향에 놓인 개시부재가 바람직하다. 도 186에는 방위각 상의 꺾인 개시 전선 698a와 698b가 반사 세라믹 피복(697)에 묻여 방위각 방향에 놓인 것이 도시되었다. 상기 반지형 부재(696)의 간격은 높은 전기장 부분에 위치하고 개시전선 698a와 698b는 반지구조의 간격 반대편인 세라믹(697)에 위치한다.

보다 특별하게, 양 개시 구성물이 도 186에 도시된 것처럼 상기 간격 정반대편에 있는 세라믹의 부분으로 조금 확장된 구성물의 내부 말단들을 가진 반지구조의 상위 또는 하위 끝에 동일한 높이에 위치하는 것이 유리하다. 상기 개시 구성물은 반지 구조와 일치하는 축방향의 만곡을 갖는다.

상기 반지구조의 간격상의 높은 전기장은 두 개시 전선 사이의 "간격" 상에 상대적인 고전기장을 유도하여 램프의 점등을 조장한다.

본 발명은 U.S.Patents Nos.5,404,076과 5,661,365에 설명된 충전물에 기초한 황(sulfur), 셀레늄(selenium)과 텔루륨(tellurium) 또는 다양한 메탈 할라이드(metal halide) 충전물(이상의 예에 본 발명을 한정하지 않는다.)같은 다양한 특수 충전물을 가진 램프에 적용될 수 있다. 만약 특수한 램프를 개시하는 것이 필요하다면 개시 구성물(들)은 AC의 분리된 전원이나 고 주파수 전원에 연결될 수 있다.

그러므로 세라믹 피복을 가진 유도성 결합 무전극 구경 램프를 사용하기 위해 특별히 적용된 개시 보조 배열이 설명되었다. 본 발명은 많은 장점을 갖고 간단하고 효과적인 개시 수단을 제공한다.

4.3 고강력 오실레이터(High Power Oscillator)

초단파 고체상 오실레이터는 I.Bahi와 P.Bhartia(Wiley-Interscience Publication, 1988, Chapters 3과 9)에 의해 쓰여진 "초단파 고체상 회로 설계"(Microwave Solid State Circuit Design)와 George D.Vendelin, Anthony M.Pavio와 Ulrich L.Rohde(Wiley-Interscience Publication, 1990, chapter 6)에 의해 쓰여진 "직선과 비직선 기술을 이용한 초단파 회로 설계"(Microwave Circuit Design Using Linear and Nonlinear Techniques)를 포함하여 여러 책에 설명되어 있다. 이와 같은 오실레이터의 기술은 K.Kurokawa가 쓴 "초단파 고체상 오실레이터 회로"(Microwave Solid State Oscillator Circuits)(Microwave Device, Wiley, 1976)와 J.L.Martin과 F.J.Gonzales가 쓴 "정 직선의 오실레이터 분석과 설계"(Accurate Linear Oscillator Analysis and Design)(Microwave Journal, June 1996 pp.22-27)를 포함한다.

고체상 성분과 연속선(strip-line) 전도선을 이용하는 초단파 오실레이터는 U.S.Patent Nos. Re 32,527, 4,736,454와 5,339,047에 설명되어 있다. 다양한 피드백 구조를 갖는 고체상 초단파 오실레이터는 U.S.Patent Nos.4,775,845, 4,906,946, 4,949,053, 과 5,483,206에 설명되어 있다.

통상의 고체상 초단파오실레이터는 예를 들어 몇 백 밀리와트(mW)에서 몇 와트(W)까지의 상대적으로 낮은 힘을 생산한다. 더군다나 통상의 고체상 초단파 오실레이터는 40%미만의 상대적으로 비효율적이다.

높은 주파수 신호를 가져오는 보다 높은 전력의 적용을 위하여, 상기 오실레이터 신호는 전형적으로 출력을 높이기 위한 증폭기를 갖춘다. 예를 들어 도 187은 고전력, 고주파수 신호를 제공하는 통상의 시스템의 모형도이다. 오실레이터(702)는 저전력, 고주파수 신호를, 전력 수위를 높이고 고전력, 고주파수 신호를 가져오는 증폭기(702)를 제공한다.

무전극 광원에 전력을 공급하는 라디오 주파수(RF)는 고전력, 고주파수 신호원을 이용할 수 있는 하나의 실시예이다. 예를 들어, U.S.Patent No.4,070,603은 고체상 초단파 전원에 의해 전력을 공급받는 무전극 광원을 밝히고 있다. 상기 문헌에 설명된 초단파 전원은 도 187에 일반적인 구조로 도시되어 있다. 즉, 상대적으로 저전력 오실레이터의 출력은 RF효율에 50% 직류(DC)라고 알려진 40W, 915MHz를 제공하는 전력증폭기에 적용된다.

본 발명에 따른 신규한 고전력 오실레이터의 요약(Summary of a novel high power oscillator according to the present invention)

많은 요인이 아주 유용한 고주파수 전원을 특정짓는다. 여기에는 전력 출력, 오실레이터 주파수, DC to RF 효율, 신뢰도, 실패사이의 평균시간(MTBF), 경제성, 지속성(작동시간) 등이 포함된다. 예를 들어, 고효율, 오랜 작동시간을 갖는 고전력 출력원, 특히 긴 MTBF를 갖는 전원은 작동 외형에 바람직한 조합을 제공한다. 상술한 고전력은 대략 10watts(W) 이상으로 정의한다. 고체상 초단파 전원은 예를 들어 마그네트론(magnetron) 보다 긴 작동시간을 제공하는 포텐셜을 갖는다. 그러나, 부분적으로 상대적인 저전력 출력이나 상대적인 저효율 때문에 통상의 고체상 초단파 전력 출력은 오직 전형적인 저전력 응용인 제한된 상업적 응용만을 갖는다.

본 발명은 고주파수 오실레이터 시스템에서 하나 이상의 다음의 장점이 많은 작동 외형을 갖는다.

- 여기 구성물의 전압 방어(Voltage protection of the active element)
- 고 효율
- 고 출력
- 오실레이터 주파수의 저정편차(low drift)
- 배음(harmonics)의 저수위
- 로드(load) 불일치의 넓은 내성(tolerance)
- DC 유출 전압으로부터의 출력의 1차 의존성

- 출력의 펄스 폭 조절(modulation)
- 단일 여기 구성물(저비용, 고신뢰성)
- 작은 피직컬 디멘션(physical demension)
- 저 중량

전압방어(Voltage Protection)

고전력과 통상의 회로를 갖는 고주파수 오실레이터 달성의 장애물은 전압의 고수위가 장치의 과도한 파손 한계에서 피드 백되어 기계가 고장나게 된다는 것이다. 본 발명은 이 문제를 극복한다.

본 발명의 일특성에 따르면, 고전력 오실레이터는 오실레이팅 상태를 시작하고 유지하도록 형성된 파지티브 피드백 루프(positive feedback loop)를 갖는 증폭기를 포함한다. 상기 피드백 루프는 증폭기 출력부상에 높게 반영된 전압을 입력부상의 과전압 상태로부터 상기 증폭기를 보호하기 위한 증폭기 입력부상의 상대적 저전압으로 바꾸는 임피던스(impedence)변형회로를 포함한다. 상기 입력부상의 전압은 증폭기의 붕괴전압보다 적도록 제한된다.

본 발명에 따르면 상기 피드백 회로는 초미세-줄 전이선(micro-strip transmission lines)과 스터브(stubs)를 증폭기의 출력부상 전압보다 두 배인 최대치에 피드백 회로의 출력부 측면에 제공되는 최대 반사 전압을 제한하는데 쓰인다. 고정된 최대치에 제한된 상기 피드백 회로의 출력부 측면상의 전압과 함께, 상기 피드백 회로는 증폭기의 안전작동 한계치 안에 있는 출력부 전압의 일정 비율에 상기 증폭기의 입력부 측면에 반향되는(fed back) 전압을 감소하도록 형성되었다. 예를 들어, 총괄된 축전기 회로 구성물은 출력부와 결합하고 피드백 회로에 제공되는 전압을 감소시키는데 사용된다. 상술했듯이, "총괄된"(lumped)구성물은 하나의 엄밀한 전기적 성분을 의미한다.

로드 허용치(Load Tolerance)

몇몇 실시예에서 오실레이터에 의해 발생한 상기 로드는 작동하는 동안 폭넓게 변한다. 예를 들어, 무전극 램프는 전구에서 방전이 없을 때 높은 임피던스 로드를 나타내고, 램프가 점등될 때 낮은 임피던스 로드를 나타낸다. 그러므로 램프가 점등된 동안이나 소등되었을 때, 상기 로드는 급격하게 변한다. 이 로드 변화는 증폭기 출력으로 피드백 된다면 잠재적으로 파괴적인 고전압 반사를 일으킬 수 있다. 상기 피드백 회로에서 총괄된 구성물을 포함하는 통상의 오실레이터 회로는 전형적으로 고품질의 팩터(Q)를 갖고, 그러므로 그와 같은 파괴적인 고전압을 피드백할 정도로 보다 민감한 총괄된 인덕터(inductor) 구성물을 포함한다.

본 발명에 따르면, 상기 오실레이터 회로는 모든 상각도(phase angles)와 개방된 것부터 짧은 회로까지의 모든 범위에서 상기 증폭기 구성물의 파괴 없이 작동된다.

본 발명의 다른 관점에 따르면, 상기 피드백 회로는 각 루프상의 감소된 피드백 전압을 가진 두 피드백 루프에 임피던스 변형 회로를 가진다. 예를 들어, 보다 작은 두 총괄된 축전기 구성물은 출력부와 입력부사이의 조합을 감소하는데 이용되어(각 루프마다 하나씩), 결국 각 루프상의 전압을 감소시킨다. 이것은 개선된 전압 방어 때문에 로드 허용치를 개선한다. 바람직하기로는, 상기 두 피드백 루프는 대칭되어서 상기 각 피드백 루프에 제공된 전압이 같게 한다. 대칭적인 두 피드백 루프는 또한 효율을 개선한다.

본 발명의 또 다른 관점에 따르면, 마이크로-스트립 전이선의 네 접합부(즉, 초단파 교차점)는 전류의 배분을 제공하는 증폭기 출력부에 연결되어 증폭기의 출력부상의 인덕턴스를 최소화한다.

로드 민감도(Load Sensitivity)

본 발명의 다른 관점에 따르면, 상기 오실레이터는 증폭기 출력부와 연결되는 회로와 일치하는 출력부 임피던스와 로드 임피던스에 민감도를 감소시키는 회로와 일치하는 출력부 임피던스의 높은 임피던스 말단과 짝지어진 피드백 회로를 포함한다.

회로의 크기(Circuit size)

본 발명의 다른 관점에 따르면, 총괄된 축전기 구성물은 피드백 회로에 사용되어 상이동을 전이선의 긴 길이가 없는 피드백회로에 첨가함으로써 회로의 크기를 감소시킨다. 상기 회로의 크기는 적절한 전기적 간격을 유지하는 동안 물리적 길이와 전이선의 폭을 감소하는데 적절한 절연 물질을 선택함으로써 보다 감소된다.

펄스 폭 조절(Pulse width modulation)

아래에 설명된 오실레이터의 예는 상기 오실레이터를 한 싸이클의 일정 부분 동안 끄는 활성 구성물의 게이트에 적용되는 게이팅 펄스(gating pulse)로 형상화함으로써 상기 로드로 전달되는 평균 출력을 감소한다. 이 펄스 폭의 조절 형식은 완전한 밝기에서 대략 30% 밝기로 램프가 희미해지는 동안 허용된다.

그러므로, 본 발명은 무전극 조명과 같은 고전력 적용을 포함하여 상업적으로 많은 실용적인 실시예에 적합하다. 물론, 본 실시예에 의존하여 하나 이상의 상기 특징은 필요치 않을 지 모른다. 상기 특징은 개별적으로 및 서로 조합되어 사용되고, 본 발명이 첨부된 청구항들에 의해 명백히 필요치 않다면 2 이상의 특징을 필요한 것으로 해석되는 것은 아니다.

본 발명은 7가지 특별한 회로 예와 관련하여 다음과 같이 설명되었다. 첫 번째에서 회로(703)는 7번째의 예 각각에 대한 모범적인 부분 수들은 다음과 같다: