(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년06월30일
(11) 등록번호 10-1045527
(24) 등록일자 2011년06월24일

(51) Int. Cl.
H01S 3/22 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-7001802
(22) 출원일자(국제출원일자) 2004년07월16일
심사청구일자 2009년06월11일
(85) 번역문제출일자 2006년01월26일
(65) 공개번호 10-2006-0054355
(43) 공개일자 2006년05월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/023012
(87) 국제공개번호 WO 2005/013391
국제공개일자 2005년02월10일
(30) 우선권주장
10/629,364 2003년07월29일 미국(US)
10/672,722 2003년09월26일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US6466602 B1
US5982803 A
US4837773 A
전체 청구항 수 : 총 8 항

(73) 특허권자
사이머 인코포레이티드
미국 캘리포니아 92127-2413 샌디에고 쏜민트 코트 17075
(72) 발명자
다이어 티모씨 에스.
미국 캘리포니아 95603 어번 캄젠 레인 11220
모톤 리차드
미국 캘리포니아 92127 샌디에고 아쿠아미엘 드라이브 17786
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
송봉식, 정삼영

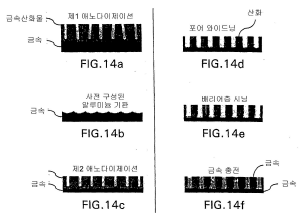
심사관 : 정진수

(54) 불소가스 방전 레이저용 애노드

(57) 요 약

전극의 방전 영역의 적어도 일부를 형성하는 제1 재료를 포함하는, 사이드월의 쌍과 엔드월의 쌍 사이의 센터라인축을 스트래들링하는 크라운을 포함하고, 상기 크라운은 횡단면에서 프리이오나이저 방향으로 회전되는 칸팅된 타원의 상부 절반부의 형상을 가져서, 상기 타원의 짧은 센터라인축에 대한 접선이 수평선과 임의의 각도를 갖도록 할 수 있는 불소가스 방전 레이저용 전극이 개시되어 있다. 또 다른 실시예는 탑부 및 각각 상기 탑부와 교차하는 제1 및 제2 사이드월부를 갖는 애노드 블레이드를 포함할 수 있고, 상기 애노드 블레이드는 탑부 단면이 곡선의 반경을 따라 제1 및 제2 사이드월부의 각각의 대략 직선인 부분을 교차하고 곡선인 형태로써 형성되고 상기 탑부는 상기 애노드의 비대칭 방전 사이드로부터 베벨링되어 있다. 또 다른 실시예는 적어도 방전 수용부가 얇은 유전층으로 코팅되고, 예를 들어, 애노다이징되는 전기 도전재료로 각각 구성된 애노드 및 업스트림 페어링을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예는 대략 균일한 포어 사이즈 및 분포를 갖는 사전 형성된 리프로 커버된 적어도 일부의 방전 영역을 포함할 수 있다. 진공 침투 다공성 애노다이징된 재료의 리프를 형성하는 단계를 포함하는 리프 제조에 대한 방법이 개시되어 있다. 또 다른 개시된 방법은 적어도 방전 영역내의 전극의 표면상에 제1 애노다이제이션 레이어를 형성하는 단계; 상기 애노다이제이션 레이어를 제거하는 단계; 적어도 상기 방전 영역에서 전극의 표면상에 제2 애노다이제이션 레이어를 형성하는 단계;를 포함할 수 있고, 그다음, 상기 제2 애노다이제이션 레이어의 포어를 와이드닝하는 단계, 상기 제2 애노다이제이션 레이어를 시닝하는 단계 및 상기 포어를 도전성 재료로 채우는 단계가 이어진다. 또 다른 방법은 신장된 가스 방전 영역의 적어도 방전 영역 상에 리프 템플레이트를 형성하는 단계; 상기 리프 템플레이트에 의해 지시되는 대로 절연성 재료의 다공성 레이어를 선택적으로 성장시키는 단계를 포함할 수 있고, 포지티브 템플레이트 또는 네가티브 템플레이트를 사용하는 단계를 더 포함할 수 있다.

대 표 도



(72) 발명자

질레스피에 월터 디.

미국 캘리포니아 92064 포웨이 포메라드 웨이 13004

스타이거 토마스 디.

미국 캘리포니아 92128 샌디에고 #8 트리볼리 파크 로우 12080

특허청구의 범위

청구항 1

불소를 함유하는 레이저 가스를 포함하는 가스 방전 레이저에 있어서,

센터라인축을 갖는 전극 바디를 포함하는 신장된 가스 방전 전극;

상기 센터라인축의 어느 하나의 사이드상의 한 쌍의 사이드월;

상기 신장된 가스 방전 전극의 프리이오나이저 사이드상의 신장된 가스 방전 영역의 옆에 길이방향으로 뻗는 신장된 프리이오나이제이션 튜브; 및

상기 전극의 방전 영역의 적어도 일부를 형성하는, 제1 재료를 포함하는, 사이드월의 쌍과 엔드월의 쌍 사이의 센터라인축을 스트래들링하는 크라운;을 포함하고,

상기 한 쌍의 사이드월은 상기 크라운의 영역에서 횡단면이 편평하고,

상기 크라운은 횡단면이 프리이오나이저 방향으로 회전되는 칸팅된 타원의 상부 절반부의 형상을 가져서, 상기 타원의 짧은 센터라인축에 대한 접선이 수평선에 대하여 일정한 각도를 형성하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저.

청구항 2

불소가스 방전 애노드에 있어서,

탑부 및 각각 상기 탑부와 교차하는 제1 및 제2 사이드월부를 갖는 애노드 블레이드;

상기 애노드 블레이드의 프론트사이드상의 프론트사이드부;

상기 애노드 블레이드의 리어사이드상의 리어사이드부; 및

상기 애노드 블레이드의 비대칭 방전사이드;를 포함하고,

상기 애노드 블레이드는 탑부 단면이 곡선의 반경을 따라 제1 및 제2 사이드월부의 각각의 직선인 부분을 교차하고 곡선인 형태로써 형성되고 상기 탑부는 상기 애노드의 비대칭 방전 사이드로부터 베벨링된 것을 특징으로 하는 불소가스 방전 애노드.

청구항 3

불소를 함유하는 레이저 가스를 갖는 가스 방전 레이저에 있어서,

제1 신장된 가스 방전 전극;

상기 제1 신장된 가스 방전 전극으로부터 방전축을 따라 이격된 제2 신장된 가스 방전 전극; 및

상기 제1 신장된 가스 방전 전극의 프리이오나이저 사이드 상의 상기 제1 신장된 가스 방전 전극 옆에 길이방향으로 뻗은 신장된 프리이오나이저;를 포함하고,

상기 제2 신장된 가스 방전 전극은 방전 안정도를 높이기 위해 상기 방전축 둘레로 비대칭 방전면이 형성된 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제2 신장된 가스 방전 전극의 방전면의 단면형상이 타원형상인 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 프리이오나이저는 상기 제2 신장된 가스 방전 전극의 상이한 부식을 생성하고 상기 제2 신장된 가스 방전 전극의 방전면은 다른 사이드에 비해 상기 프리이오나이저에 가장 가까운 전극 사이드에서 상승되는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저.

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 제2 신장된 가스 방전 전극은 방전면과 한 쌍의 사이드월을 포함하고 그리고 샤프 에지가 각 사이드월과 방전면 사이에 생기지 않도록 형성되는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저.

청구항 7

불소를 함유하는 레이저 가스를 갖는 가스 방전 레이저에 있어서,

제1 신장된 가스 방전 전극;

상기 제1 신장된 가스 방전 전극과 제2 신장된 가스 방전 전극 사이에 방전공간을 생성하기 위해 상기 제1 신장된 가스 방전 전극으로부터 이격된 제2 신장된 가스 방전 전극; 및

상기 방전 공간에 방전을 세이핑하기 위해 상기 방전 공간에 자기장을 생성하는 시스템;을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 자기장을 생성하는 시스템은 한 쌍의 영구자석을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 불소가스 방전 레이저용 전극 및 전극 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 상술된 이전에 출원된 계류중인 출원은 다양한 태양의 전극, 특히, 가스 방전 레이저에서 사용되는 전극 시스템에 관한 것이고, 보다 상세하게는, 불소가스 방전 레이저로 불리는 불소를 함유하는 레이저 가스를 사용하는 가스방전 레이저에 관한 것이다. 또한, 공개 번호 US2003/0138019A1를 갖고, 2003년 7월 24일에 공개된, 발명자 Rylov등의 TWO CHAMBER F2 LASER SYSTEM WITH F2 PRESSURE BASED LINE SELECTION으로 표제된 2002년 9월 13일 출원된 미국 특허 출원 제10/243,102; 공개 번호 US2003/0031216A1를 갖고, 2003년 2월 13일에 공개된, 발명자 Fallon등의 CONTROL SYSTEM FOR A TWO CHAMBER GAS DISCHARGE LASER로 표제된 2002년 7월 31일에 출원된 미국 특허 출원 제 10/210,761호; 공개 번호 US2003/0012234A1를 갖고, 2003년 1월 16일에 공개된, 발명자 Watson등의 SIX TO TEN KHZ, OR GREATER GAS DISCHARGE LASER SYSTEM로 표제된 2002년 6월 28일 출원된 미국 특허 출원 제10/187,336 및 2003년 6월 24일에 등록된 Morton에게 허여된 SPINODOL COPPER ALLOY ELECTRODES로 표제된 미국특허 특허 제6,584,132호는 다른 레이저 수명, 특히 불소 가스 방전 레이저의 동작을 둘러싸는 챔버 수명 이슈는 물론 이러한 레이저를 위한 다양한 태양의 불소 가스 방전 레이저 및 전극 필요조건을 설명하고 있다.

[0003] 상기 문헌에서 논의되고 있는 바와 같이 불소가스 방전 레이저내의 전극에 대한 환경은 복잡하고 엄격하다는 것이 널리 알려져 있다. 출력 레이저 전력에 대한 증가하는 요구로 인해 다른 것보다, 전극간의 보다 높은 전압 및, 전극 수명동안 방전에서 방산되는 보다 높은 전체 전력을 유발하고, 이는 가스 방전 레이저 챔버 환경이 보다 까다로워지도록 악화시키고 있다. 펄스 버스트 동안 4000Hz를 넘도록 그리고 심지어 그 두배로 펄스 반복 주파수를 증가시키는 필요성은 동일하게 전극 수명을 유지하는데 있어 문제를 유발한다. 가스 방전 레이저 전극, 특히 불소가스 방전 레이저에서의 버스트 당 보다 많은 펄스 및 다른 주지되고 증가하는 엄격한 요구사항등은 전극 및 전극 어셈블리 기술에 대한 향상을 요구해왔고 앞으로 계속 그럴 것이다. 그중 어떤 것은 보다 구체적으로, 레이저 챔버의 일부로서 캐소드 및/또는 이들의 어셈블리에 대한 것이고, 어떤것은 보다 구체적으로 애노드 및 이들의 어셈블리에 관한 것이다. 전극 수명에 대한 전기적, 전자기적, 물리적 그리고 화학적 영향은 계속해서, 전극 자체 사이의 가스 방전 영역을 포함하여, 전극 및 이들의 챔버의 다른 파트와의 인터페이스에 대한 설계에 대해 도전이 되고 있다. 본원은 상기 언급된 관심사중 일부에 대해 설명하고 있다.

발명의 상세한 설명

[0004] 전극의 방전 영역의 적어도 일부를 형성하는 제1 재료를 포함하는, 사이드월의 쌍과 엔드월의 쌍 사이의 센터라인축을 스트래들링하는 크라운을 포함하고, 상기 크라운은 횡단면에서 프리이오나이저 방향으로 회전되는 칸팅된 타원의 상부 절반부의 형상을 가져서, 상기 타원의 짧은 센터라인축에 대한 접선이 수평선과 임의의 각도를 갖도록 할 수 있는 불소가스 방전 레이저용 전극이 개시되어 있다. 또 다른 실시예는 탑부 및 각각 상기 탑부와 교차하는 제1 및 제2 사이드월부를 갖는 애노드 블레이드를 포함할 수 있고, 상기 애노드 블레이드는 탑부 단면이 곡선의 반경을 따라 제1 및 제2 사이드월부의 각각의 대략 직선인 부분을 교차하고 곡선인 형태로써 형성되고 상기 탑부는 상기 애노드의 비대칭 방전 사이드로부터 베벨링되어 있다. 또 다른 실시예는 적어도 방전 수용부가 얇은 유전층으로 코팅되고, 예를 들어, 애노다이징되는 전기 도전재료로 각각 구성된 애노드 및 업스트림 페어링을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예는 대략 균일한 포어(pore) 사이즈 및 분포를 갖는 사전 형성된 리프로 커버된 가스 방전 전극의 적어도 일부의 방전 영역을 포함할 수 있다. 진공 침투 다공성 애노다이징된 재료의 리프를 형성하는 단계를 포함하는 리프 제조에 대한 방법이 개시되어 있다. 또 다른 개시된 방법은 적어도 방전 영역내의 전극의 표면상에 제1 애노다이제이션 레이어를 형성하는 단계; 상기 애노다이제이션 레이어를 제거하는 단계; 적어도 상기 방전 영역에서 전극의 표면상에 제2 애노다이제이션 레이어를 형성하는 단계;를 포함할 수 있고, 그다음, 상기 제2 애노다이제이션 레이어의 포어를 와이드닝하는 단계, 상기 제2 애노다이제이션 레이어를 시닝하는 단계 및 상기 포어를 도전성 재료로 채우는 단계가 이어진다. 또 다른 방법은 신장된 가스 방전 영역의 적어도 방전 영역 상에 리프 템플레이트를 형성하는 단계; 상기 리프 템플레이트에 의해 지시되는 대로 절연성 재료의 다공성 레이어를 선택적으로 성장시키는 단계를 포함할 수 있고, 포지티브 템플레이트 또는 네가티브 템플레이트를 사용하는 단계를 더 포함할 수 있다.

실 시 예

[0030] 불소를 함유하는 레이저 가스를 포함하는 가스 방전 레이저, 예를 들어, 불화크립톤("KrF") 또는 불화아르곤("ArF") 및 불소 분자("F2") 레이저(여기에서는 "불소가스 방전 레이저"로서 불린다)용 불소를 함유하는 가스방전 레이저내의 캐소드 부식은 애노드 부식과 매우 상이하다. 애노드 마모는 F^- 이온 부식에 의해 지배되고, 캐소드 마모는 고전류 이온화된 불활성 가스 이온 애블레이션에 의해 지배된다. ArF 엑시머 레이저 챔버에서, 예를 들어, 발명자는 캐소드가 애노드보다 훨씬더 느리게 부식된다는 사실을 발견하였다. 캐소드 부식율은 보통 애노드 부식율의 30% 미만이라는 것을 발명자는 발견하였다. 황동 합금에 대하여, 캐소드 부식율은 합금내의 Zn 함유량에 상대적으로 선형성을 갖는 경향이 있음을 발견하였다.

[0031] 합금내의 Zn 함유량과의 이러한 선형적인 경향은 페런트 합금으로부터의 Zn 증기화 및 우선 스퍼터링의 메커니즘의 조합으로 인한 것이라고 생각된다. 애노드 부식과는 대조적으로, 캐소드는 셀프 패시베이팅 금속불화물층을 자연적으로 성장시키지 않는다. 따라서, 합금 표면을 패시베이팅하고 캐소드를 부식으로부터 보호하기 위해 코팅과 같은, 자연적으로 성장된 "리프"에 의존하는 것은 가능하지 않다. 에너지 및 방전 안정도 필요로 인해, 저속 부식 합금은 고안된 패시베이팅된/코팅된, 즉, 캐소드상의 자체 패시케이팅 재료와 같은 "리프"를 인공적으로 성장시키거나 데포징하려는 시스템을 보다 능가하는 성능을 나타내는 것으로 보인다. 또한, 캐소드 마모 모르폴로지(사용중 일어나는 피팅(pitting) 및 거칠기 변화)는 반대편의 애노드의 부식율에 강항 영향을 주는 것으로 보인다. 발명자는 재료 부식율에 관하여 캐소드와 애노드의 상호작용이 분명히 있다고 판단하였다. 따라서, 애노드 및 캐소드 모두가 최적의 불소가스 방전 레이저 챔버 수명에 대하여 병립가능한 페어가 되는 것이 바람직하다.

[0032] 일반적으로, Ni과 같은 단상 재료 및 낮은 용융점의 황동 합금(예를 들어, Zn 레벨이 20%를 초과하는 합금)은 애노드 및 캐소드율에 있어서 보다 양호한 것으로 나타난다. 15% 미만의 Zn을 함유하는 Cu-Zn 캐소드 합금은 Zn이 많이 함유된 황동 합금보다 보다 느리게 마모되는 것으로 나타나지만, 이들은 캐소드와 같이 피팅하는 것으로 나타나고, 그후로 반드시 애노드 마모가 가속화된다. 일반적으로, 이상적인 캐소드 재료는 챔버 수명동안 느리게 부식하고 상대적으로 스무드한 상태로 남을 것이다.

[0033] 챔버 수명, 보다 구체적으로 전극 수명을 늘리는 발명자의 노력의 일환으로서, 발명자의 양수인의 제품, 예를 들어, 7XXX 레이저 제품에서, 발명자는 장수명의 애노드 및 캐소드를 위해 후보 합금을 평가하였다. 또한, 발명자는 예를 들어, 본딩 공정, Cu 합금의 확산 접합을 통해 제조된 (예를 들어, 상이한 부식을 위한) 캐소드의 최적의 조성을 조사하였다. 일련의 2KHz 레이저 펄스반복율 세그멘팅된 애노드 및 캐소드 테스트가 실행되었다. 이러한 테스트에서, 예를 들어, 합금 조성의 함수로서, 애노드 및 캐소드 부식율 모두를 조사하였다. 보다 오래된 스타일의 불소가스 방전 챔버가 사용되었는데, 예를 들어, 발명자의 양수인의 6XX0 제품에서 사용된 6XX0 챔버가 세그멘팅된 애노드 또는 캐소드를 사용하여 구축되고 실행되었다. 멀티 컴포넌트 애노드 및 캐소드를 사용함으로써 발명자는 재료 부식의 "애플 투 애플" 비교 및 애노드/캐소드 상호작용을 조사할 수 있었다.

[0034] 평가의 목적을 위해, 베이스라인 2KHz KrF 및 ArF 레이저 챔버를 사용하였다. 전극 지오메트릭 효과를 최소화하기 위해, 동일한 애노드 캐소드 형상이 모든 테스트에 대해 사용되었다. 모든 Arf 챔버 테스트에는 발명자의 양수인의 ArF 제품 및 애노드에서, 그리고 발명자의 양수인의 ArF 제품에서 사용된 바와 같은 동일한 캐소드 파트가 사용되었다. KrF 챔버는 ArF 테스트에 사용된 것과 유사한 KrF 캐소드 및 세그멘팅된 애노드 형상을 사용하였다. 세그멘팅된 캐소드 테스트를 위해, ArF 황동(C26000) 애노드가 C26000 기판상에 고정된 7개의 샘플 합금을 가진 캐소드와 마주하여 사용되었다. 모든 챔버는 발명자의 양수인의 레이저 프레임상의 2 내지 2.5 KHz 가스 방전 반복율에서 최소 2 십억 펄스("Bp")에 대하여 발명자의 양수인의 6010A 및 6010K 제품에 대하여 표준 가스 충전물을 사용하여 시험되었다. 세그멘팅된 전극 테스트는 고정 전압(예를 들어, 1100 볼트)에서 실행되었고, 옵틱프리 모드에서 동작되었다. 테스트가 완료된 후에, 전극은 제거되고, 광그래핑되고, 부식이 NIST 보정된 다이얼 칼리퍼(.01 mm 레졸루션)를 통하여 측정되었다.

[0035] 전극 마모에 대한 Zn, Cu 및 Pb의 효과를 신속하게 조사하기 위해, 다양한 용이하게 구입가능한 상업성 Cu 합금이 테스트를 위해 선택되었다. 합금 제조가 프로세스 제어하에 있지 않았기 때문에, 모든 Cu 합금 샘플은 외부 화학적 야금학적 특성화를 위해 열처리되고 전송되었다. 이것은 만약 있다면, 이러한 Cu 합금 시스템에 보통 무슨 불순물이 있었는지를 조사하기 위한 것이었다. 일반적으로, Cu 합금은 자주 재활용되고, 그래서 금속 및 용해된 가스 불순도 레벨은 잘 제어되지 않는다. 테스트 합금 샘플을 함유하는 모든 Pb은 핫-쇼트니스(재료내

에 보이드 형성을 유발할 수 있는 3성분의 Pb 합금 상의 용융)을 방지하기 위해 900F에서 어닐링되었고, Pb을 함유하지 않은 합금은 1200F에서 어닐링되었다. 특별한 Zn 및 Ni 합금은 어닐링되지 않았다. 아래의 표 1에 세그멘팅된 전극 연구에서 조사된 합금이 요약되어 있다. 전체 금속 불순도는 wt에 의해 글로우 방전 질량 분광계를 통해 측정되었다. 높은 불순도 값은 합금의 확장된 재활용을 나타낸다.

표 1

2KHz 세그멘팅된 애노드 및 캐소드 챔버에서 테스트된 금속 합금의 요약(TD094, TD095, TD98, TD103, TD106)

합금 #	**ArF**테스트 **(A or C)**	**KrF**테스트 **(A or C)**	조성 **(Wt %)**	그레인 사이즈	불순도 **(PPM wt)**
1	A and C	A and C	Cu-99	125	350
2	A and C	A and C	Cu-99, Zn-5	90	225
3	A and C	A	Cu-90, Zn-10	89	N/A
4	A and C	A and C	Cu-70, Zn-30	50	350
5	A and C	A	Cu-60, Zn-40	45	554
6	A and C	A	Cu-89, Zn-8.7, Pb-1.6	40	>3500
7	A	A	Cu-61.5, Zn-37, Pb-1.5	>200	>1000
8	A and C	A and C	Cu-61.5, Zn-35.5, Pb-3	15	>10000
9	A	A	Cu-61.7, Zn-38, Pb-.3	>200	>5800
10	A	A	Cu-59, Zn-38, Pb-3	>200	>700
11	A	A	Cu-76, Zn-15, Pb 6, Sn 3	>200	>500
12	A	A	Pb-99.9	N/A	N/A
13	A and C	A	Ni-99.9	>50	N/A
14 (GM)	A	A	Zn-91, Cu-5.5, Al-3.0	N/A	N/A
15	A	A	Zn-91, Cu-1, Al-8	N/A	N/A

[0036]

[0037] 상기 후보 합금은 애노드와 캐소드 애플리케이션 모두에서 합금 부식에 대한 Cu, Zn 및 Pb의 역할을 조사하기 위해 선택되었다. 역사적인 데이터는 예를 들어 프리 머시닝 황동 및 카트리지 황동 합금이 챔버 애노드 및 캐소드로서 확장되어 사용되었음을 나타내었고, 따라서, Cu, Zn, Pb은 발명자에 의해 연구를 위해 중요한 합금 엘리먼트로서 선택되었다.

[0038] 황동의 금속야금학은 매우 복잡하지 않다. Zn이 Cu에 첨가됨에 따라, 재료는 결정질 그레인내에 Zn 및 Cu를 통합하는 2상(밴딩된) 마이크로구조를 형성한다. Pb이 첨가된다면, Pb이 Cu 및 Zn내에 용해가능하지 않기 때문에 3상 마이크로구조가 발전한다. Pb 함유물은 그레인 바운더리 인터페이스에서 어닐링하는동안 Pb을 함유하는 황동에서 디벨로핑한다. 예를 들어, 황동을 자유 기계가공하기 위한 그레인 바운더리는 대략 20 미크론 길이 및 폭 치수를 갖고 납 함유물은 복수의 그레인 바운더리의 정션에서 대략 5 미크론 포켓을 형성한다.

[0039] 일반적으로, Zn은 컴포넌트로 제조하기에 깨지기 쉽고 및/또는 어려운 재료를 생성함없이 황동 합금에서 42Wt% 까지 안전하게 증가될 수 있다. Zn은 Cu 마이크로구조에서 슬립 플레인을 감소시킴으로써 Cu 합금을 강화시키는 것을 돕는다. 그것은 또한 Cu 합금의 스퍼터량 및 증기압을 증가시킴과 동시에 용융점을 낮춘다. Zn이 또한 Cu보다 불소와 보다 많이 반응하기 때문에, 전극 부식에서 Zn의 역할은 매우 흥미롭다.

[0040] 발명자는 애노드 부식에 대한 캐소드 마모 모르폴로지의 효과, 즉 애노드-캐소드 마모 상호작용을 조사하였다. 발명자는 셀프 패시베이팅 합금("리핑 합금")과 마주하는 캐소드 세그먼트는 급속히 마모되는 것으로 나타나고 애노드는 피팅하는 캐소드로부터 보다 빨리 마모한다는 것을 발견하였다. 발명자는 셀프 패시베이팅 공정에서 기판 전극 재료상에 형성된 코럴 리프의 일반적인 출현 때문에 이러한 셀프 패시베이팅 구조에 "리프"라는 이름

을 부여하였고, 이 용어는 본 출원에서 상호교환가능하도록 사용된다.

[0041] 세그멘팅된 전극 테스트는 애노드 캐소드 상화작용이 실시간 프레임으로 조사될 수 있는 방식이다. 전극 표면 변화를 양자화하기 위해, 캐소드 샘플은 예를 들어, R.I. 프로비던스의 Mahr-Federal Inc.에 의해 제조된 소위 "포켓 서프" 페드럴 프로필로미터에 의해 거칠기 변화에 대해 평가되고 SEM-EDX 분석에 의해 화학적으로 조사되었다.

[0042] 발명자는 또한 전극이 불소가스 방전 레이저 챔버의 프리이오니제이션 튜브 측에서 우선적으로 보다 고속으로 마모된다는 것을 발견하였다. 또한, 전극 단부는 예를 들어, 가스 방전이 캐소드와 애노드 사이에 발생중지되는 전극의 어느 하나의 단부에서 상기 전극 단부에서의 일 포인트로부터 약 3 인치내로부터 전극의 벌크보다 큰 속력으로 마모하는 경향이 있다. 따라서, 단부 효과를 방지하기 위해, 발명자는 이러한 포인트들 사이의 전체 전극 길이방향 길이를 가로질러, 각각의 전극 단부로부터 4인치에서 시작하는 전극 부식만을 측정하였다. 그다음, 모든 전극 세그멘트 및 샘플에 대한 부식 데이터는 십억 펄스("Bp")당 부식의 밀리미터에 기초하여 비교되었다. 아래에서, 도 1-3은 전극 마모의 불균일성을 설명한다. 도 1은 Bp에 대한 애노드 프로파일 변화를 도시한다. 도 2는 캐소드 프로파일 변화를 도시한다. 도 3은 근사적인 3에 대한 4KHZ ArF에 대한 전형적인 축방향 애노드 부식 프로파일을 도시한다.

[0043] 세그멘팅된 캐소드에 대한 방전 폭 데이터를 포함하는 애노드 및 캐소드 부식은 도 4 및 도 5에 도시되어 있다. 도 4는 100V C_0에서 동작하는 대략 2.3 Bp에 대하여 2.5 KHz ArF 레이저에 대한 로컬 C26000 캐소드 및 애노드 부식율을 mm/Bp로 도시하고 있다. 도 5는 대략 2.3 Bp에 대하여 1100 V C_0에서 동작하는 2.5 KHz ArF 가스 방전 레이터에 대하여 상이한 재료에 대한 캐소드 방전 폭 변화를 도시한다. 순수한 Cu 합금이 Zn 함유 합금보다 보다 느리게 마모하는 것을 알 수 있다. 예를 들어, 표1의 6과 7의 Pb 함유 황동 합금 및 표 1의 5의 높은 Zn 합금 또한 동일한 상대수의 펄스동안 보다 큰 방전 와이드닝(ArF)을 나타내고 있다. 일반적으로, 최저 캐소드 마모율이 낮은 Zn 합금(0-30% Zn)에서 관찰되었다. Pb 함유 캐소드 합금은 ArF 레이저 방전에서 보다 빠른 마모를 보이는 것으로 관찰되었다.

[0044] 도 6은 기계적 프로필로미터인, "포켓 서프"에 의해 측정되는 합금 타입에 대한 표면 거칠기를 도시한다. 측정은 1100V에서 2.5 KHz ArF 레이저에서 대략 2.3 Bp후에 이루어졌다. 표면 거칠기 변화에 대하여, 캐소드 표면 피팅은 애노드 거칠기를 증가시키는 것으로 나타나고 애노드 부식율을 가속화시킬 수 있다. 일반적으로, 예를 들어, 표1의 합금 넘버 4를 가진 합금은 2Bp 후에 모든 캐소드 샘플과 비교하여 스무드한 것으로 나타난다. 애노드 거칠기는 캐소드 거칠기(90 내지 180 마이크로인치의 Ra)와 비교하여 20 마이크로인치 거칠기 평균값("Ra") 미만이다. Ni은 부식후에 가장 스무드한 캐소드 및 인접 애노드 표면을 생성하였다. 발명자는 이것이 높은 용융점을 가진 단상 재료인 Ni과 관련되어 있고, 화학적으로 약한 불화물을 형성한다고 믿는다. Ni은 캐소드와 같이 상대적으로 빨리 마모하지만, Ni은 황동 합금과 비교할 때 마주한 애노드의 부식을 50%만큼 감소시킨다. 하지만, 이것은 Ni의 조성물 이외에서는 당연할 수 있고, 예를 들어, 상기 Ni의 표면 거칠기 및 표1 애노드 부식으로부터 상대적으로 낮은 반대편의 합금 4는 또한, 애노드 부식이 Ni로써 또는 Ni 없이 또는 Ni이 대부분인 캐소드로써 캐소드 거칠기화함으로써 가속화된다는 것을 나타낼 수도 있다.

[0045] 2KHz 세그멘팅된 애노드 및 캐소드 테스트를 위한 전극 부식율은 일반적으로 4KHz 레이저 챔버내에서 테스트된 전극으로부터 측정된 부식율과 일치하였다. ArF에 있어서, 반복율 또는 듀티 사이클은 애노드 또는 캐소드 마모 메커니즘을 상당히 변화시키지 않는 것으로 나타난다. 다른 4 세그멘팅된 애노드 테스트에 대한 캐소드 부식 데이터의 비교를 아래에 요약하였다. 발명자는 세그멘팅된 애노드에 마주한 캐소드에 대하여 표1로부터 합금 1 및 2를 테스트하였다. 캐소드 부식율은 상기 표시된 세그멘팅된 캐소드에서 측정된 것과 유사하였다. 또한, 낮은 Zn 함유량을 갖는 캐소드는 피팅할 수 있고, 잠재적으로 애노드 부식율을 증가시킨다. 피팅은 반대편 셀프 패시베이팅 애노드 샘플에 훨씬 더 악영향을 주었다. 애노드 패시베이팅 코팅(리프와 같은 코팅)은 ArF 방전에서 캐소드 마모를 가속화시키는 것으로 나타난다. 발명자는 리프가 전극 거칠기 및 표면 전기 임피던스 모두를 변화시키기 때문에 이것에 대한 메커니즘을 완전히 이해하지는 못한다. 일반적으로, ArF 챔버내의 캐소드는 애노드에 대해 십억 펄스당 .03-.05 mm 마모한다. 발명자의 양수인은, 합금 8 애노드 반대편에서 동작할 때 .03-.04 mm/Bp의 합금 4(표1) 캐소드 마모율을 나타낸 9Bp 4KHz ArF 레이저 챔버를 알고 있었다. 발명자는 또한 KrF 캐소드는 대략 .05-.06 mm/Bp, ArF 캐소드보다 훨씬 더 빠르게 마모하는 경향이 있음을 발견하였다. 이것은 ArF 캐소드에 대한 KrF 캐소드에 있어서, 약 20-30% 높은 부식율이다. 또한, 캐소드 마모율은 애노드를 리핑(셀프 패시베이팅)한 ArF에서 훨씬 더 가속화된다. 리핑 애노드는 Cu-Zn 합금으로부터 제조된 KrF 캐소드보다 훨씬 더 많이 ArF 캐소드에 손상을 주는 것으로 나타난다. 4 세그멘팅된 애노드 챔버에 대한 평균 캐소드

부식 데이터는 도 7에서 볼 수 있다.

[0046] 애노드 리프의 존재는 ArF 및 KrF 애플리케이션 모두에 대하여 상응하는 영역에서 캐소드 부식을 증가시키는 것으로 나타나 있다. 발명자는 그 이유로 리프가 공간적으로 불균일한 전기자 및 전류 밀도를 유발하기 때문이라고 생각한다. 이것은 아래에 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 자연적으로 생성된 리프와 달리 보다 균일한 인공적으로 생성된 리프를 설계함으로써 완화될 수 있다. KrF 리핑 시스템에 있어서, 캐소드 부식율은 논-리핑 시스템과 비교할 때 대략 10 내지 20% 증가된다. ArF에 있어서, 캐소드 부식율에 대한 리프 영향은 훨씬더 큰 것으로 나타나는데, 즉, 캐소드 부식율이 30 내지 45% 증가하게 된다. 그러나, 캐소드 부식율의 증가는, 아래에 설명되는 바와 같이, 소위 리프-엔지니어링의 주제일 수 있는 레이저 성능에 셀프 패시베이팅 코딩이 영향을 주지 않고 애노드 마모하지 않는다면 수용가능한 것일 수 있다.

[0047] KrF 챔버내의 캐소드 부식은 ArF 챔버내의 것보다 큰 것으로 발견되었다. 이것은 ArF 챔버내의 보다 높은 가스 동작 압력 및/또는 아르곤 이온이 크립톤 이온보다 가볍다는 사실에 기인하는 것으로 생각되는데, 이 둘은 모두 보다 낮은 스퍼터링 효율을 유발한다.

[0048] 또한 애노드와 캐소드 사이에 상호작용이 존재하는 것으로 나타난다. 애노드 부식의 크기는 애노드 재료 조성 자체에만 의존하지 않고(이것이 어떻게 불소와 반응하는지), 부식 동안 캐소드 표면 모르폴로지 변화에 의존하는 것으로 나타난다. 애노드는 스무드하게 부식하는 캐소드 재료와 마주할 때 보다 느리게 마모하는 것으로 나타난다. ArF 및 KrF 레이저 챔버 모두에 대한 문제는 무슨 재료가 이러한 저속 마모의 기준을 충족시키는지, 즉, 현재 레이저 캐소드로서 사용되는 황동 합금보다 보다 느린지가 명확하지 않다는 것이다. 니켈은 캐소드와 같이 고속으로 스무드하게 마모한다. 세그먼팅된 캐소드 시험에 의해 이러한 Ni 캐소드에 마주한 C26000 애노드 세그먼트가 황동 합금과 마주한 인근의 세그먼트의 50%로 마모한다는 것이 밝혀졌다. 애노드 거칠기는 대부분의 세그먼트에 대하여 대략 동일한 것으로 나타난다. 도 8은 약 2.3 Bp에 대하여 2.5KHz에서 동작되는 ArF 레이저내의 C26000 애노드에 대한 황동의 조성물에 대한 마모 애노드 및 캐소드 표면 모르폴로지를 도시한다.

[0049] 전극 수명을 최적화하기 위해, 예를 들어, 방전 갭 와이드닝을 방지하도록 가능한 느리게 물리적으로 마모되고 상대적으로 스무드하고 균일하게 남는 재료의 선택이 필요하다. ArF 레이저 챔버에 있어서, 발명자는 자연적으로 성장하는 셀프 패시베이팅 합금을 사용하여 데이팅하는데 성공하지 못하였다. 그 이유는 이들은 높은 반복율 성능 이슈로부터 악영향을 받기 때문에, 즉, 이들이 방전 에너지를 국부적으로 그리고 전체적으로 감소시키는 절연기로서 동작하기 때문이다. 따라서, ArF에 있어서, 애노드는 논-셀프 패시베이팅될 필요가 있고 캐소드는 피팅 또는 거칠기화함 없이 가능한 느리게 마모할 필요가 있는 것으로 생각되었다. 발명자의 시험으로부터, Ni 합금 캐소드는 최저 C26000 애노드 마모율을 생성하였고, 순수한 Cu 합금은 최저 캐소드 마모율을 생성하였다. 그러나, Ni은 캐소드 합금로서 빨리 마모하고, 따라서, ArF 챔버 적용에 있어서 품질을 떨어뜨는 것으로 보인다. 이와 같은 관점에서, 순수한 Cu 합금 캐소드를 사용하는 것은 피팅으로 인해 애노드 부식을 가속화시킨다. 피팅을 감소시키는 Zn 함유량을 합금에서 증가시킴에 따라, 캐소드의 마모율은 증가한다. 따라서, 캐소드 최적화는 캐소드의 표면 거칠기 대 절대 마모율을 고려하여 공학적인 절충점을 찾아야 할 것으로 보인다.

[0050] Cu-Zn 합금에 있어서, Zn 함유량이 증가함에 따라, 캐소드 마모는 보다 빨라지는 것은 명백하다. 그러나, Cu-Zn 캐소드에 있어서, 캐소드 마모율은 애노드 마모율과 비교하여 매우 느리다. 높은 캐소드 Zn 레벨이 부식율을 증가시킴에도 불구하고, 여진히 Zn 함유량의 40% 범위에서 약 0.01 mm/Bp(20%)의 차이가 존재한다. 따라서, 20-30% Zn 합금을 사용함으로써 낮은 캐소드 마모율 및 애노드의 양호한 조합, "친화도"를 얻을 수 있다. 도 8은 Zn 함유량에 대한 2KHz ArF 레이저 챔버내의 캐소드 마모율을 도시한다. 캐소드 모르폴로지를 나타내는 도면은 도 8에 부착되어, 자연 발생 리핑이 동작 메커니즘일 때 캐소드 표면상의 국부적인 불균일한 용융 및 피팅을 억제하는데 일부 Zn이 필요하다는 것을 증명하는 것을 돕고 있다. 발명자는 SEM 및 XRF에 의해 측정된 표면 화학 변화로부터, 15%에 이르는 표면 Zn이 재료의 애블레이션 이전에 방전에 의해 추출될 수 있음을 추정하게 된다.

[0051] 레이저 챔버 방전에 노출된 후의 캐소드 관련 표면 화학 변화가 약 2.3에 이르는 Bp에서 2KHz ArF 레이저에 대하여 도 9에 도시되어 있다. 일반적으로, 발명자는 상기 방전에 노출된 캐소드 영역이 15%에 이르는 절대값만큼 Zn이 공핍되는 것을 발견하였다. Cu보다 높은 스퍼터 효율을 갖는 것에 더하여, 발명자는 Zn이 또한 캐소드 동작 온도에서 증발할 수 있다고 생각한다. 캐소드 부식으로 인해 방전 풋프린트 영역에서의 황동의 국부적인 Zn 공핍의 결과를 산출된다. Zn은 500℃보다 높은 온도에 대하여 상대적으로 높은 증기압을 갖는다. 따라서, 발명자는 역시, 예를 들어, 캐소드 표면이 500℃ 보다 높을 때 Zn 증기화로 인해 중량 손실이 발생하는 것으로

추측한다. WRD 분석에 의해 보여진 바와 같이, KrF 캐소드상의 논-평형 PbF4 데포짓의 존재 및 Cu의 가시적인 용융(PbF_4은 300℃과 800℃사이에서만 안정하다)은 발명자에게 500℃ 가 넘는 캐소드 표면 온도가 동작에서 실현되었음을 보여준다.

[0052] 스퍼터 및 증기압 효과를 분리하는 것이 어려울 수 있는데, 이는 이들이 또한 Zn이 황동으로부터 우선적으로 제거된다는 것을 나타내기 때문이다. 무슨 메커니즘이든 간에, 캐소드 피팅을 억제하기 위해 캐소드 표면에서 Zn이 필요하다는 것이 발명자에게 밝혀졌다. 캐소드 마모 모르폴로지가 20%보다 큰 Zn의 레벨에서 안정화되는 것으로 나타나기 때문에, 캐소드로서 25%보다 많은 Zn을 갖는 황동 합금을 사용하는 것을 최적 전극 수명을 위한 접근법으로서 제시한다. 애노드 표면 케미스트리가 벌크 전극 케미스트리와 매칭하는 것으로 관찰되었다. 애노드가 캐소드보다 훨씬 더 빨리 마모하기 때문에(이는 화학적 어택으로부터 온다), 이것은 캐소드 표면상의 Zn 디플리션이 디벨로핑하는데 특정 시간이 필요하다. 이것이 그런 경우라고 가정하고, 열 유도된 Zn 증기화가 캐소드 표면에서 이어날 수 있다고 말할 수 있다.

[0053] 일반적으로, 황동 합금은 챔버 캐소드로서 순금속의 성능을 초과한다. 황동이 불소가스 방전 레이저 챔버내의 캐소드로서 왜 그렇게 느리게 부식하는지에 대해서는 완전히 분명하지 않지만, F2 가스와의 Zn(ZnF_2를 형성한다)의 반응이 캐소드 부식이 느려지도록 돕는다고 생각된다. 이론적으로, 이상적인 캐소드 재료는 1) 단일 조성 요소, 2) 단결정상, 3) 낮은 스퍼터 효율 엘리먼트, 4) 큰 그레인 크기, 5) 낮은 증기압, 6) 낮은 금속 및 디졸빙된 가스 불순도, 7) 이온화된 불소가스에 의해 부식될 때 고체 반응 바이-프로덕트의 발생으로 구성된다.

[0054] 금속에 있어서, Cu 및 Ni은 이러한 프로파일을 거의 충족하는 것으로 보이지만, 어느 것도 완전히 성공적인 캐소드를 형성하지 않는다. 이 둘다 모두 캐소드의 상기 긍정적인 특징의 일부를 나타냄에도 불구하고, 순수한 Cu는 피팅하는 것으로 나타나고, 결국, 애노드 "친화적"이지 못하고, Ni은 상대적으로 매우 빠르게 마모한다. 예상되는 바와 같이, Cu는 캐소드로서 느리게 마모하지만, 피팅은 Zn 함유량과 관련되어 있는 것으로 나타난다. 따라서, 순 Cu는 이것이 애노드 마모율을 증가시키기 때문에 합리적인 캐소드가 아니다. Cu에 Zn을 첨가하면 (황동 합금) 합금의 용융점을 낮추고, 그래서 피트와 같은 결함을 커버하도록 일부 표면 재료의 리플로우를 허용한다. Zn은 불소와 매우 반응적이고, 따라서, 이것은 캐소드 피트 억제에 있어서 보다 큰 화학적 역할을 수행할 수 있다. 한편, Ni은 예상되는 바와 같이 스무드하게 마모되지만(즉, 애노드 "친화적"이다), 바람직한 것보다는 빠르다. 이것은 불소 가스와의 Ni의 불량한 반응성 때문이다. Ni은 캐소드 재료로서 피팅하지 않아, 캐소드 피팅이 표면 화학 효과와 관련되어 있지 않음을 나타낸다(즉, Zn은 피팅을 억제하기 위해 필요하지 않다). 아마도 상기 모든 특징을 갖는 재료를 찾는 것은 가능하지 않을 것이다. 황동은 저렴하고, 캐소드로서 일정하고 예측가능한 속도로 마모하고, Zn의 함유량이 20%(퍼센트 중량) 보다 큰 경우에 피팅하지 않는 것으로 나타난다.

[0055] 황동 캐소드 피팅은 합금 Zn 함유량을 조절함으로써 튜닝될 수 있다. 발명자는 높은 Zn 레벨이 사용된다면 캐소드 부식이 가속화되기 때문에 Zn 첨가량이 최소로 유지되어야 한다고 생각한다. 셀프 패시베이팅 합금에 있어서, 합금 5 캐소드를 사용함으로써 합금 4를 사용하는 것보다 양호하게 캐소드 피팅 손상을 방지할 수 있을 것이다. 또한, 황동 캐소드 합금으로의 Pb 첨가량은 마모율 및 캐소드 거칠기화를 증가시키는 것으로 나타난다. Pb은 황동내에 균일하게 분포되지 않고, 그레인 성장을 방지하기 위해 비상한 능력을 갖고 있다. Pb은 벌크 황동 합금에서 상대적으로 균일하게 분포되어 있지만, 불균일성은 예를 들어, Pb이 합금에서 매우 잘 용해되지 않기 때문에 그것이 격리되어 상이한 영역내의 그레인 바운더리에서 "클럼"되고, 그래서 예를 들어, 500X 크기에서, 분포가 매우 불균일하게 보일 수 있다는 것을 의미한다. Pb은 또한 불소와 매우 높게 반응한다. Pb은 황동과의 불소 이온 표면 유사성을 증가시킴으로써 캐소드 캐소드 부식을 가속화시킬 수 있다(즉, 방전에서 링잉 동안 스트라이크될 수 있다). Pb은 또한 금속 그레인을 피닝할 수 있고, 따라서, 미세한 그레인 구조를 보존할 수 있다. 스퍼터 타겟으로서, 미세한 그레인 재료는 그레인 바운더리를 따라 전자를 분사하는 것이 보다 용이하기 때문에(즉, 표면 에너지를 감소시킨다) 큰 그레인 재료보다 빠르게 부식한다. Pb 함유 황동 합금이 왜 Pb을 함유하지 않은 합금보다 캐소드로서 보다 빨리 마모하는지에 대해서는 2가지 가능한 메커니즘이 존재하기 때문에, 발명자는 장수명 캐소드로서 리드 프리 황동 합금을 사용할 것을 제안한다(예를 들어, 표1로부터 합금 4 또는 5, 또는 C27000 황동을 사용한다).

[0056] 또한, 다양한 마모율을 가진 캐소드 재료를 발견하기 위해 상기 원리를 사용하면 상이한 부식 캐소드를 생성하기 위해 상이한 부식율을 가진 2개의 상이한 합금을 조합하는 것이 역시 가능하다. 상이한 부식 캐소드는 도10에 도시되어 있다. 발명자는 Cu10200/합금 4 및 합금 4/합금 8 확산 접합된 캐소드 모두를 시도하였다. 두

시스템 모두 KrF 또는 ArF 챔버에서 상이한 부식을 나타낼 수 있는 것으로 나타난다.

[0057] 도 10은 제1 재료로 제조된 바디(21) 및 제2 재료로 제조된 인서트(21)를 갖고 제1 재료가 제2 재료(24)보다 큰 부식율을 가져서, 결국 상이한 부식 트렌치(24)를 형성하는 캐소드(20)를 포함하는 전극 시스템을 도시한다. 물론 인서트(24)가 시간에 대해 애노드(22)로부터 멀리 최후에 부식하는 것을 보일 것이다. 도 10은 또한 제1 재료로 제조된 바디(23) 및 제2 재료로 제조된 인서트(26)를 가진 캐소드를 도시하고 있는데, 이는 불소가스 방전 레이저내의 애노드로서 패시베이팅 레이어(리프; 28)을 형성할 것이다. 리프(28)의 도움을 받는, 제1 및 제2 재료의 상이한 부식율은 결국 애노드(22)내의 인서트(25)의 어느 한측상의 부식 트렌치(27)를 형성한다.

[0058] ArF 레이저 챔버내의 4KHz에서 2.5보다 큰 Bp에 노출된 Cu 10200/합금 4 캐소드가 도 11에 도시되어 있다. 스텝(26)이 도 11의 도시된 바와 같이 좌측의, 캐소드의 PI 튜브 측상에 형성된 것을 볼 수 있는데, 이는 (예상된 바와 같이) 합금 4가 Cu10200보다 빨리 마모되고 있는 것을 확인시켜준다.

[0059] 도 12는 합금 4/합금 8 확산 본드(Ni 인터레이어를 볼 수 있다)를 도시하고 있다. 도 12로부터, 어닐링된 합금 4와 합금 8 사이의 마이크로구조에서의 차이를 볼 수 있다. Cu10200/합금 4 프로세스에 대한 확산 결합력은 대략 5000 PSI이었다. 공급자 Tosoh SMD는 예를 들어 금속 중간층, 예를 들어, 도 12에 도시된 Ni층을 사용함으로 인해, 합금 4/합금 8 시스템에 대해 16,000 PSI(40-50% 내력 강도) 보다 큰 본드 장력을 달성할 수 있었다. 발명자는 이러한 보다 높은 결합력이 아래에 더 설명되는 바와 같이 챔버 전극, 예를 들어, 캐소드 적용에 대해 충분할 것이라고 믿는다.

[0060] 확산 접합이 일부 다른 산업, 예를 들어, 물리 증기 증착("PVD"), 즉, 스퍼터링, 타겟 산업에서 보편화되어 있지만, 발명자는 그것이 다중 재료등의 전극 및 보다 구체적으로는 불소가스 방전 전극, 보다 구체적으로는 수명 동안 형상 및/또는 상이한 부식 구조를 보다 더 유지하는 바이메탈 전극의 형성에 사용되어 왔는지는 알지 못한다. 보다 구체적으로, 발명자는 이러한 황동의 합금, 예를 들어, C36000 및 C26000과 같은 합금이 발명자가 제안하기 전에 확산 접합되었는지, 보다 구체적으로는 전극에 대해 실행되었는지, 구체적으로는, 불소가스 방전 레이저 환경내의 전극에 대해 실행되었는지 알지 못한다.

[0061] 발명자 회사는 확산 접합을 사용하는 본 출원에서 다양하게 참조된 타입의 전극을 제조하기 위해 상술된 판매자, 즉, 오하이오주의 그로브 시티의 Tosho SMD에 접근하였다. 판매자는 먼저 전형적인 Al - Ti 확산 결합 프로세스를 사용하여, 복수의 광타입을 생성하였다. 판매자는 그후, 결합된 재료내의 장력을 증가시키고 그렇지 않으면, 상기 본딩된 재료의 구조를 보존하고 보다 더 강화시키고 또한 상기 본딩된 재료의 요구되는 합금 마이크로구조를 보존하는 공지된 기술을 사용할 것을 제안하였다. 판매자는 결합된 금속 사이의 중간의 부착 금속층을 형성할 것을 제안하였다. 이러한 층은 예를 들어, 본딩 인터페이스에서 결합되기 위해 재료의 각각을 코팅함으로써 형성될 수 있는데, 이후에는 확산 접합 공정을 거치게 된다. 확산 본드 인터페이스에서 각각의 재료의 표면은 그러한 코팅 단계 전에 거칠어질 수 있고 코팅은 당업분야에서 주지된 수많은 박막 또는 후막 코팅 기술에 의해 달성될 수 있다. 이러한 재료를 조인시키는 공정은 T.Nguyen, "Diffusion boding - an advanced material process for aerospace technology", Aerojet, Sacramento, CA, http://www.vacets.org/vtic97//ttnguyen.htm에 설명된 바와 같이 널리 알려져 있다.

[0062] 최종 바이메탈 전극은 일부 4X의 오더의 결합력을 주지된 본딩 기술에 대하여 나타내고, 동시에 불소 가스 방전 레이저 환경에서 전극으로서 적합한 성능에 필수적인 요구되는 합금 마이크로구조 및 다른 특성을 보존한다. 판매자는 Ni 부착층 코팅을 제안하였는데, 이것은 예를 들어, 불소가스 방전 레이저에 대하여 전극 애플리케이션을 위해 요구되는 결과를 달성하는데 특히 성공적이라는 것이 증명되었다. 발명자는 또한, 이러한 본딩 기술이 예를 들어, 플라즈마 포커스 소스용 중공, 예를 들어, 대략 실린더향상의 Wolfram("W") 또는 Wolfram-Thorium 합금("W-Th") EUV 소스가 본딩되는 Cu 또는 Ni, 또는 플랫폼으로서, 차세대 레이저 리소그래피 광원, 예를 들어, EUV 전극용 전극을, 제조하는데 채용될 수 있다고 생각한다.

[0063] 이것은 상이한 황동 합금 및 상대적으로 순수한 Cu 및 황동 합금의 멀티 금속 구조의 제조에 효과적이라는 것이 증명되었다.

[0064] 도 13은 프론트사이드 페어링(84) 및 리어사이드 페어링(86)을 가진 (레이저 가스가 애노드(80)를 지나 이동되는 방향으로) 프론트사이드를 갖는, 거칠게 블런팅된 블레이드 형상으로 금속으로 제조된, 애노드 블레이드(82)를 가진, 애노드(80)의 종래 일예를 도시한다. 프론트 및 리어사이드 페어링의 각각은 예를 들어 세라믹 절연기로 제조된다. 전체 어셈블리는 애노드 마운트(88)상에 장착된다.

[0065] 전극 부식 데이터에 기초하여, 상이한 부식 캐소드내의 보다 낮은 마모 센터 엘리먼트와 높은 마모율 아웃터 재

료 사이의 에칭율이 결정될 수 있다. 일반적으로, 센터보다 빨리 마모되는 캐소드의 외측부에 대한 재료를 선택하게 된다. 캐소드를 피팅하지 않는 센터 재료를 선택하기 위해 주의해야 한다. 발명자는 1:17의 에지 투 센터("E:C") 부식 레이션(소위 부식의 "선택도(selectivity)") 에칭율 비가 상이한 부식 캐소드로 발전할 수 있음을 발견하였다. 즉, 센터에서의 재료는 보다 느리게 부식한다. 그러나, 1.6 의 E:C 에칭율 비가 얻어지는 표1로부터의 합금 4 및 표1로부터의 합금 8을 조합함으로써 Cu에 기초한 합금이 보다 잘 처리될 수 있다. 재료의 최적, 애노드 "친화적" 조합은 5.8 보다 큰 E:C 비를 가진, Ni201과 C26000인 것으로 보인다. E:C 에칭율에 대한 최적비가 무엇인지가 분명하지 않지만, 발명자는 그 비를 높게 할 수록 좋다고 생각하게 되었다. 한가지 가능한 선택은 낮은 리스크의 상이한 부식 캐소드를 위해 C26000 및 C36000을 조합하는 것이다.

표 2

제안된 상이한 부식 캐소드에 대한 부식율 비

상이한 부식 캐소드			
센터	에지	선택도 (E:C)	
C10200	C26000	1.175438596	2.6 Bp에 대해 증명됨. 피팅하는것으로 알려짐
C26000	C36000	1.625	테스트됨> 11 Bp
C22000	C36000	1.857142857	이상적인 완전 황동(피팅할 수 있다)
C26000	Ni201	5.875	최상, 안전
C22000	Ni201	6.714285714	전체에 대해 최상

[0066]

[0067] 상기로부터, 발명자는 Cu-Zn 캐소드 합금은 ArF 챔버내에서 십억 펄스당 약 .05mm에서 부식하고 ArF 애노드 재료(보통 C26000)는 보통.15mm/Bp에서 부식한다는 결론에 이르렀다. KrF 챔버내의 캐소드 부식율은 이부 재료에 대하여 ArF 챔버보다 약 20% 더 높다. 캐소드 마모율은 챔버 반복율과 선형적으로 스케일링하는 것으로 보인다. Cu에 Zn을 첨가하면 캐소드 부식율을 경미하게 증가시키면서 캐소드 피팅을 억제하게 된다. Ni 합금은 매우 애노드 "친화적"이지만, 챔버 캐소드로서 Cu 합금 보다 훨씬 더 빨리 마모한다. 애노드 거칠기 또는 리프(셀프-패시베이션) 형성은 캐소드 마모를 가속화시킨다. Pb 첨가량은 캐소드 마모율을 증가시킬 수 있고 장수명의 캐소드 센터를 위해 권장되지 않는다. 캐소드 피팅은 애노드 마모율을 증가시키는 것으로 나타난다. 표1로부터의 합금 4는 ArF 및 잠재적으로 KrF 챔버에 대하여 전체적으로 양호한 캐소드 재료이다. 상이한 부식 캐소드는 KrF 및 ArF 애플리케이션에 대하여 매우 잘 작용하는 것으로 나타난다. 상이한 부식 캐소드는 1.15 보다 큰 E:C 에칭율을 가진 시스템과 잘 동작하는 것으로 나타난다. 상이한 부식 캐소드는 적합한 합금을 선택하는 경우, 장수명의 KrF 챔버 애플리케이션에 대하여 양호하게 동작할 가능성이 높을 것이다. 일반적으로, 합금 8 대신에 합금 4를 사용하는 것이 KrF 캐소드 수명을 향상시키기 위해 제안된다.

[0068] 본원은 예를 들어, 마모 전극 형상, 마모율 등을 제어하기 위해 전극 구체적으로 상이한 부식율의 재료를 위해 사용되는 수많은 합금 및 합금 조성물의 사용을 고려한다. 이러한 것은 다음을 포함한다. 발명자는 예를 들어, 80 퍼센트보다 많은 Cu를 갖는 높은 Cu 합금에 확산 접합에 의해 결합된 것과 관련하여, 높은 Zn, 높은 Zn 합금, 순수한 알루미늄 또는 높은 Sn 합금을 사용할 것을 제안한다. 앞의 높은 Zn, Zn 합금, 알루미늄 및 높은 Sn 합금은 비교적 빠르게 부식하고 보다 높은 Cu 합금과 함께, 전극의 수명 동안, 사전결정되고 유익한 마모를 형성한다. 본원에서 설명되는 이러한 그리고 유사한 상이한 마모 패턴은 셀프-레귤레이팅일 수 있음을 이해할 것이다. 즉, 예를 들어, 보다 낮은 부식율 재료의 어느 하나 측상의 보다 높은 부식율 재료가 부식하여 보다 낮은 부식율 재료의 하나 또는 양측상의 디프레션을 형성함에 따라, 방전은 돌출된 보다 낮은 부식율 재료상에 보다 많이 초점맞추어질 것이고, 그다음, 이 보다 낮은 부식율 재료는 중심부의 측상의 보다 높은 부식율 재료에서의 부식이 다시 상이하게 부식하기 시작할 때까지 보다 빠른 속도로 부식할 것이다.

[0069] 본원에 셀프 패시베이팅 합금에 순수한 Cu를 클래딩하도록 클래딩 공정을 사용하는 것이 고려되어 있다. 발명자는 Cu, 예를 들어, 순수한 Cu가 임의의 셀프 패시베이팅 전극보다 빨리 마모할 것이라고 판단하였다.

[0070] 또한, 도 15에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 전극(54)의 바디의 나머지와 동일한 재료일 수 있는 전극(54)의 크라운(52)의 어느 하나의 측상에 최대 깊이가 약 0.5인치인 샐로우 트렌치(50)를 생성하는 것과, 예를 들어, 용융 형태로 Zn 합금 또는 순수한 Zn의 형태로 Zn으로써 상기 트렌치(50)을 채우는 것이 가능하다. 그다음에, Zn/Zn 합금이 냉각된 후에, 어셈블리는 도 13내의 블레이드(82)와 유사한 크라운(52)을 가지고, 도 13에 도시된 페어링(84,96)을 대체하는 트렌치(52) 및 전극(54)의 나머지를 갖는 요구되는 형상을 형성하기 위해 기계가공될 수 있다. 대안으로, 도 11에 도시된 인서트의 부분내의 크라운(52)을 가진, 도 11의 단면이 형성될 수 있다. 인듐 또는 합금 또는 순수한 인듐이 마찬가지로, 애노드를 제조하기 위해 Zn 대신에 사용될 수 있다.

[0071] 방금 언급한 트렌치 사이의 크라운(52)상의 전극의 부분상에 방전부를 포함하도록, 트렌치를 비워 놓는 것도 가능하다. 이것은 복수의 크라운(52)의 성질에 있어서 각각의 복수의 뻗는 방전 리셉터 돌출부의 옆에 위치한 복수의 트렌치로써 이루어질 수 있다. 재료, 예를 들어, 순수한 Ni, Ni 합금, 예를 들어, Ni-Cu 합금, Sn 또는 Zn 또는 이들의 합금의 스프레이 코팅 또는 일렉트로레스 코팅이 또한 예를 들어, 스프레이함으로써, 이러한 트렌치(50)내에 증착될 수 있고, 그래서, 크라운(52)의 측면에 위치하고, 그다음, 최종 형상으로 전체가 기계가공된다. 상감 공정이 이러한 경우에 사용될 수 있다. 상감 공정은 예를 들어, 비교적 거친 표면상에 재료를 놓고 상감 마무리를 위해 높은 포인트의 연마하는 작업을 포함할 수 있다.

[0072] 측면에 위치시키기 위해 사용될 수 있는 또 다른 재료, 예를 들어, 방전 크라운은 길드콥(gildcop), 즉, 높은 부식율 재료로서 사용가능한 알루미나 도핑된 Cu 재료일 수 있다.

[0073] 도 19에 도시된 바와 같이, 발명자는 "솔더 사이드워크" 또는 합금 사이드 워크 캐소드로 불릴 수 있는 또 다른 형태를 개발하였는데, 이 형태에서, 도 15에 도시된 바와 같은 트렌치(50)는 "V"의 한 측(60')이 실질상 수직 평면으로 놓여 있고 타 측(60")가 각도에서 수평하게 놓여 있는 회전 "V" 형상의 슬롯(60)으로 대체될 수 있다. 각각의 "V"(60)의 일 측(60') 각각이 함께 전극, 예를 들어, 캐소드(64)의 크라운부(62)의 사이드 월을 형성한다. 회전 "V"는 캐소드(64)의 것보다 빠른 적합한 부식 재료, 예를 들어, Pb, 예를 들어, Pb 솔더를 함유하는 재료로써 충전될 수 있고, 캐소드(64)는 예를 들어, 최대 또는 거의 최대의 그레인 크기를얻기 위해 어닐링되는 무산소 Cu("OFC")로 제조될 수 있는데, 이러한 어닐링은 당업분야에서 알려져 있다. "V"에 의해 형성된 "사이드워크"는 사이드워크에 대한 재료, 예를 들어, 용융 형태로 회전 "V"내에 Pb 솔더를 배치함으로써 또는 이것을 "V"내에 용융시킴으로써 형성될 수 있고, 그래서, 캐소드(64)의 콘투어로 이것을 경화시키고 기계가공하는 것이 가능하다.

[0074] 본원에서 설명된 전극의 일부를 제조하는 과정에서, 상기 다양한 엘리먼트는 예를 들어, 별개로 제조될 수 있고, 예를 들어, 볼팅, 클래딩 또는 본딩, 예를 들어, 확산 접합을 포함하는 다양한 수단에 의해 조인될 수도 있고, 그다음, 요구되는 최종 제품 형상을 형성하기 위해 기계가공되거나 추가 기계가공될 수도 있다. 본딩 공정은 조성물, 예를 들어, 확산 접합, 폭발 접합, 클래딩, 초음파 용접, 프릭션 용접, 갈바나이징 등에 의해 형성된 단일 피스 전극을 형성하는 다양한 방법을 포함할 수 있다.

[0075] 특정 재료, 예를 들어, Zn이 많이 함유된 전극의 상부 표면은 예를 들어, 두께의 인치 당 예를 들어, 60 분동안, 1200°F에서, 예를 들어, 특정 높은 Zn 함유 황동, 예를 들어, 합금 4, C27000 또는 합금 8을 어닐링시킴으로써 형성될 수 있다. 발명자는 이에 따라, 예를 들어 .005 와 .010 인치 사이의 비교적 순수한 Zn의 비교적 두꺼운 층이 형성된다는 것을 발견하였다. 발명자는 이것을 Zn을 Zn 함유 합금의 표면에 대해 격리시키는 Zn 산화 공정으로서 부른다. 산소에 대해 산소에 대해 높은 유사도를 갖는 Zn은 상기 표면에서 ZnO_2을 형성하는 표면에 대해 용이하게 격리된다.

[0076] 발명자가 발견한 패시베이션 레이어/리핑 설계의 한 형태는 알루미늄의 진공 침투 다공성 애노다이제이션을 사용하여 주석 나노와이어를 제조하는데 사용된 것과 같은 공정을 사용하는 단계를 만든다. 이러한 기술은 예를 들어, 애노드 리핑층과 같은, 제어되고 고르게 분포된 다공성과 같은 특성을 갖는, 상대적으로 제어된 포어 크기로써 생성된 전극상에 불화금속으로 제조된 합성 생성된 리프층의 생성을 가능하게 할 수 있다. 이러한 방식으로, 배리어 리프는 예를 들어, 아킹을 방지하고 이러한 방식으로 내부식성을 최적화하고 임피던스를 최적화하기 위해 리프상에 표면 변화를 제어하도록 제어된 화학 및 전기 특성, 예를 들어, 임피던스를 위해 설계될 수 있다.

[0077] 이러한 기술을 사용하면, 예를 들어, 나무 줄기의 과수원 및 또 다른 실시예에서, 대략 원형상의 개구 및 둘러선 격자 구조를 가진 벌집을 닮은, 상대적으로 컬럼 형상 및 상대적으로 고르게 분포된 구조로 셀프-패시베이션 재료를 성장시킬 수 있다. 이러한 상대적으로 고르게 분포된 나무 줄기의 과수원/격자는 자연적으로 애노다이제이션 공정의 메커니즘을 통해 디벨로핑하고 최종 나무 줄기/격자는, 예를 들어, "트리 트렁크" 자체가 산화물과 같이 절연성이지만 전기 도전성을 유지하면서 전극 표면에 기구를 통해 레이저 가스 방전부에 존재하는 대전된 이온의 전송을 제한하기 위해 채용될 수 있다. 이러한 이온 수송을 차단하는 동일한 메커니즘이 격자내의 "트리 트렁크"/구멍의 성장 및 격리를 제어하기 위해 반응재에 대해 애노다이제이션 공정에서 채용될 수 있다.

[0078] "트리 트렁크의 성장 및 격리의 균일성은 강화될 수 있고 그 제어는 예를 들어, 인공적으로 고안된 리프가 성장될 하금 표면을 사전 텍스처링함으로써 균일하게 될 수 있다. 이것은 예를 들어, 도 14a-f에 도시된 바와 같이

이루어질 수 있다. 도 14a에 전극의 표면일 수 있는 기판(30)이 도시되어 있다. 전극의 표면(30)은 복수의 상대적으로 고르게 분포된 "트리 트렁크"(34) 및 포어(36)를 함유하는 제1 애노다이제이션(32)이 성장된 것으로 도 14b에 도시되어 있다.

[0079] 도 14b에 제1 애노다이제이션(32)의 제거 후에 30의 표면이 텍스처링된 상태로 남아 있는 모습이 도시되어 있다. 이러한 스텝 다음에, 도 14c에 도시된 바와 같이, 트리 트렁크(34') 및 포어(36')의 보다 균일하게 분포된 세트의 결과를 도시된 제2 애노다이제이션(32') 및 보다 균일한 포어(36')의 수직 방위결정화가 이어진다. 도 14c내의 포뮬레이션은 예를 들어, 전극의 표면상에 인공 리프 코팅으로서 유용할 수 있다. 또한, 예를 들어, 에칭 공정에 의해 포어를 예를 들어, 도 14d에 도시된 바와 같이 와이드닝함으로써, 요구되는 결과를 얻기 위해 보다 더 강화될 수 있다. 이것은 또한 도 14e에 도시된 바와 같이 포어(36')의 바닥부에서 배리어층(40)의 시닝(thining) 또는 제거에 이은 도전성 재료, 예를 들어, 금속(42)로 포어(36')를 충전시키는 단계가 이어지거나 상기 단계를 포함할 수 있다. 이러한 공정은 제1 리프를 제거하는 단계에서 전극 극성을 반전시킴으로써, 동작 레이저 챔버내의 원위치에 구현될 수 있다.

[0080] 자연상 반도체이지만 대부분 절연성이고 순수한 금속 또는 금속 합금보다 비교적 낮은 스퍼터링 부식율을 갖는 예를 들어, ZnO, SnO_2 및 PbO의 산화알루미늄 이외의 산화물이 예를 들어, 임피던스를 역 영향을 주지 않으면서 불소 어택션을 방지하기 위해 애노드상에 사용될 수 있다. 이것은 예를 들어, 2000Hz에서 예를 들어, 보다 높은 가스 방전 펄스 반복율에서, 예를 들어, 시스템 임피던스에 역 영향을 줄 수 있는 것으로 발견된 자연적으로 성장하는 리핑에 기판으로서 발명자에 의해 제안되어 있다.

[0081] 예를 들어, 애노드상에 절연체를 형성하고 금속학적으로 상기 층을 도핑하거나 기계적으로 또는 이온적으로 상기 층내에 구멍을 드릴링하는 단계와는 달리, 발명자는 산화층을 생성하기 위해 순수한 형태 또는 합금 형태로 산화물을 또한 형성하는 재료로 형성된 전극의 표면상에 산화층을 성장시키는 단계를 제안한다. 순수한 형태로 이러한 일부 재료는 다른 이유, 예를 들어, 기계력으로 인해 예를 들어, 순수한 Zn 또는 Pb을 전극으로 사용하기에는 적합하지 않을 수 있다. 그러나, 예를 들어, 노 산화 공정, 오존 산화 공정, 플라즈마 이머전 이온 임플란테이션 산화 공정, O2 플라즈마 표면 처리 산화 공정으로 또는 산소 대기에 어닐링하는 등의 공정에 의해 산화되는 일부 합금, 예를 들어, CuZn에 대해서는, ZnO가 CuO 또는 CuO_2보다 빨리 성장할 것이다. ZnO은 또한 보다 안정한 분자이다. 또한, 성장의 박막 특성으로 인해, ZnO 및 CuO 또는 CuO_2의 층은 매우 밀집상태일 것이고 예를 들어, 불소 어택션, 예를 들어, 불소 이온 충격하에 스퍼터링되는 것으로 인한 부식으로부터 전극 표면을 보호하고 동시에 임피던스에 상당히 영향을 주지 않을 것이다. 통상, 이러한 박막 산화물, 예를 들어, SiO_2는 집적 회로 제조에서 절연체이지만, 본원에서 설명되는 바와 같이 본원에 관련된 두께 및 가스 방전 레이저내의 전극간 전압에서는 아니다.

[0082] 표면 텍스처링은 또한 전극 표면을 그릿 블라스팅함으로써 적용될 수 있다. 이것은 예를 들어, 도 14a,b에 도시된 제1 애노다이제이션 스텝에 대한 기판일 수 있다.

[0083] 방전 영역이 대부분일 전극의 크라운상의 예를 들어, 낮은 부식 재료를 함유하는 상이한 부식 전극 및, 상기 크라운상의 보다 낮은 마모율 재료에 옆에 위치한 보다 높은 마모율 재료는, 예를 들어, 2KHz ArF 및 KrF 레이저 챔버에서 발명자에 의해 증명된 바와 같이, 방전 영역내에 전극 형상 프로파일을 유지하기 위해 형성될 수 있다. 전극의 다른 특성, 예를 들어, 열 특성, 예를 들어, 열 전달 계수 및 프로파일이 또한 고려될 수 있다.

[0084] 예를 들어, 솔더 조인트를 방지하기 위한 확산 접합 및 다른 방법이 또한, 예를 들어, 탁월한 열 도전성을 가진 조밀하고 높은 결합력을 가지고 형성되는 확산 접합 멀티메탈 구조를 가진 바이메탈 또는 트리메탈 전극 바디의 적합하고 충분한 제조에 기여할 수 있다. 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같은 중간의 매우 얇은 제3 금속, 예를 들어, Ni층을 사용하는 접합 공정, 예를 들어, 확산 접합이 전극 바디의 열 및/또는 화학적 특성을 변경하기 위해 멀티메탈 전극 구조의 프로파일을 고안하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 16a-d에 도시된 바와 같이, 전극은 종종 자체 내부 열 응력 그리고, 예를 들어, 열 변화에 의해 유도된 금속 전극 및/또는 압력에 의한 가스 방전 레이저 챔버의 구부림에 영향을 받는 상대적으로 깨지기 쉬운 세라믹 재료일 수 있는 마운트의 크래킹을 방지하기 위해 예를 들어, 전극과 그 전극 마운트 사이의 열 상호작용을 수정하도록, 예를 들어, 전극을 통한 그 전극 마운트로의 열 전달을 수정하기 위해 설계될 수 있다.

[0085] 도 16a는 재료, 예를 들어, 상대적으로 높은 열 전도성 및 상대적으로 높은 용융점을 갖는 Cu의 인서트(74)를 가지고 확산 접합된, 상대적으로 낮은 열 전도성 및 상대적으로 낮은 용융점을 가진 재료, 예를 들어, 황동을

포함하는 바디(72)로부터 형성된 상대적으로 "핫" 전극(70), 예를 들어, 캐소드를 도시한다. 도 16b는 예를 들어, 추가 인서트(76)를 따라 전극의 크라운을 형성하는 인서트(74) 및 바디(72)을 포함하는 "미디엄" 온도 전극(70'), 예를 들어, 캐소드를 도시한다. 바디(72)는 상대적으로 낮은 열 전도성 및 용융점을 가진 재료로 형성될 수 있다. 인서트(74,76)는 상대적으로 높은 열 전도성을 가진 재료로 형성될 수 있다. 제2 인서트(76)는 전극의 인서트(74) 및 바디(72)로부터 보다 열 에너지를 전달하고, 보다 열 에너지 플럭스를 인서트(76) 및 전극 마운트(도시되지 않음)의 바운더리에 포커싱하는 역할을 한다. 도 16c는 제2 인서트(76)가 뻗어 낮은 열 전도성 및 낮은 용융점 재료로 형성된 전극 바디(72)의 셀만 남기고 상대적으로 높은 열 전도성 및 용융점 재료로 형성된 전극(70")의 단면적을 많게 한 상대적으로 "콜드"한 전극(70")을 도시한다. 도 16는 전극(70) 바디의 부분(72)내의 황동과 동일하거나 동일하지 않을 수도 있고, 예를 들어, 추가 인서트(78)의 영역내의 전극(70''')의 길이방향의 확장부를 따라 전극(70''')에 부착될 수 있는 전류 피드 스루우/마운팅 볼트와 전극(70''') 사이의 열 상호작용을 설계하도록 위치될 수 있는, 상대적으로 낮은 열 전도성 및 상대적으로 낮은 용융점을 가진 재료, 예를 들어, 황동으로 구성된, 도 16c에 도시된 바와 같은 인서트(76)내에 또 다른 인서트(78)가 함유된 "콜드" 전극(70''')의 또 다른 실시예를 도시한다.

[0086] 상술된 방식으로, 전극(70-70''')의 열 프로파일 및 예를 들어, 전극과 피드스루우 어셈블리와 세락믹 마운트/인설레이터의 열 상호작용을 따른, 세락믹 마운트와 금속 피드스루우와 같은 엘리먼트와의 상호작용이 보다 더 잘 설계될 수 있다. 본원에서 설명된 본딩 기술, 예를 들어, 확산 접합의 다양한 사용으로 인해 이러한 멀티세그멘팅된 전극의 제조 및 설명된 바와 같이, 이들의 열 특성의 튜닝을 촉진할 수 있음을 이해할 것이다. 그러나, 본원의 특정 실시예는 또한 보다 단순한 기계적 본딩, 예를 들어, 볼팅 또는 스크류잉을 사용하여 본원의 실시예의 장점을 달성할수 있다.

[0087] 도 18은 기존의 캐소드 사이즈, 형태 또는 다른 지오메트릭의 수정 없이 보다 긴 캐소드 수명을 위해 제공된 확산 접합 기술을 사용하여 제조된 캐소드를 도시한다. 도 18은 예를 들어, 불소가스 방전 레이저 환경에서 매우 낮은 스퍼터율 재료를 갖는 재료를 형성하는, 예를 들어, 1200°F에서 어닐링된, 상대적으로 매우 낮은 부식율 재료, 예를 들어, 순수하거나 실질상 순수한 구리의 바(122)로 형성될 수 있는 재료의(120)의 블록도를 도시한다. 이러한 바(122)는 양호한 머시닝 및 기계적 특성을 제공하는 예를 들어, 700°F에서 어닐링된 황동, 예를 들어, C26000 또는 C36000 또는 이와 유사한 황동 합금의 바(124)에, 예를 들어, 확산 접합에 의해 예를 들어, 본딩될 수 있다. 후자는 불소가스 방전 레이저내의 메인 인설레이터와 캐소드(120) 사이의 부착 및 실링 필요조건에 대하여 특별히 중요할 수 있다.

[0088] 상기 2개의 바(122,124)는 상술된 바와 같이 실질상 분자 타입의 본드, 예를 들어, 상술된 바와 같이, 확산 접합과 같은 다양한 본딩 기술에 의해 함께 본딩될 수 있는데, 상기 기술은 또한, 보다 더 스무드하고 보다 더 타이트한 확산 본드(126)을 촉진시키기 위해 본딩 카탈리스트의 박층, 예를 들어, 금속 부착층, 예를들어, Ni을 놓음으로써 보다 더 강화될 수 있다.

[0089] 이후에 전극은 예를 들어, 아웃라인(128)이 제안하는 바와 같이, 보딩된 바로부터 기계가공될 수 있다.

[0090] 이러한 방식으로 바이메탈 캐소드는 구조적으로, 열적으로, 기계적으로 그리고 다른 방법으로 그것이 모노리딕인 것처럼 동작하도록 생성될 수 있지만, 상부는 불소가스 방전 레이저 환경에서 매우 내마모성이 강하고 하부는 순수한 Cu 전극이 가질 수 없었던 유익한 특성을 많이 가지고 있다. 이것은 예를 들어, 방전 영역에서의 인서트 또는 크라운에서와 같은 상이한 부식에 의존할 필요없이 매우 낮은 부식율 전극, 예를 들어, 캐소드를 제공할 수 있다.

[0091] 발명자는 불소가스 방전 레이저 환경내의 애노다이징된 알루미늄 부식의 동작의 관찰을 통해 다른 것들 사이에서 다운스트림 아킹을 감소시키기 위해 예를 들어, 패스트백 페어링 기술로, 애노다이징된 알루미늄을 조합하는 단계를 제안하였다. 이것의 일예가 도 17에 도시되어 있다. 도 17은 캐소드(92)와 애노드(94)를포함하는 가스 방전 전극의 한 쌍을 포함하는 전극쌍(90)의 길이방향 확장부를 가로지르는 전극 어레인지먼트(90)의 단면도를 도시한다.

[0092] 애노드(94)는 예를 들어, 애노드(94)의 길이를 따라 길이방향으로 뻗는 상부 프론트사이드 페어링 길이방향으로 뻗은 표면(98)을 갖는 프론트사이드 페어링(96)을 포함하는 (전극쌍(90) 사이에 레이저 가스가 이동되는 방향으로) 프론트사이드를 포함할 수 있다. 마주하는 프론트사이드 페어링 바닥면(100)은 예를 들어, 챔버(도시되지 않음)의 내부 벽에 부착된 애노드 마운트(도시되지 않음)상에 위치한다. 애노드(94)는 또한, 예를 들어, 백 사이드 월(102) 및 프론트사이드 페어링(98)의 상부 터미네이션으로부터 뻗는 프론트사이드 확장부(104)을 포함할 수 있다. 프론트사이드 익스텐션(104)의 상부 익스텐션과 리어사이드 월(102)의 상부 익스텐션의 사이의 익스

텐션, 예를 들어, 애노드(94)의 방전 영역(106)이 형성될 수 있다. 이 방전 영역(106)은 대략 캐소드(92)의 길이방향 축을 따라, 캐소드(92)의 방전 영역과 대략 마주한다.

[0093] 리어사이드 월(102)에 이웃하여 예를 들어, 프론트사이드 페어링(96)과 프론트사이드 익스텐션(104)의 인터섹션보다 리어사이드 월(102)을 따라 경미하게 높게 뻗을 수 있는 리어사이드 페어링 상부면(112)을 갖는 리어사이드 페어링(110)을 갖는 (전극쌍(90) 사이의 가스 방전 레이저 가스의 하류의) 리어사이드가 위치할 수 있다. 따라서, 이 리어사이드 페어링(110)은 프론트사이드 페어링(96)보다 긴거리로 측방향으로 뻗을 수 있다. 또한, 리어 리어사이드 페어링 바닥면(114)은 또한 애노드 마운트(도시되지 않음)상에 위치할 수 있다.

[0094] 전체 애노드(94)는 예를 들어, 알루미늄을 포함할 수 있다. 예를 들어, 프론트사이드 페어링 상부면(98), 프론트사이드 익스텐션(104), 방전 영역(106) 및 상기 이웃하는 리어사이드 페어링(110) 위에 뻗은 리어사이드 월(102)의 부분을 포함하는 애노드(94)의 노출된 표면은 예를 들어, 약 0.5 - 2.0 MILS 두께로 애노드(94)의 재료의 애노다이제이션으로, 예를 들어, 애노다이징된 알루미늄으로써 코팅될 수 있다. 두께는 임피던스 및 내부식성의 필요한 조합을 위해 선택(튜닝)될 수 있다. 상기 표면은 또한 30-80 마이크로인치 Ra 연마 Al 블라스트로써, 예를 들어, 에어 프로펠 샌드로써 거칠게 될 수 있다. 그릿-블라스팅/거칠기는 또한 논-실리카 함유 매체를 통해 달성될 수도 있다. 애노드는 또한 상술된 바와 같이 다른 Si 프리 알루미늄 합금과 함께 99%의 상업등급 알루미늄의 Al 1100-0 합금을 사용하여 제조될 수 있다.

[0095] 상술된 애노드는 불소가스 방전 레이저, 특히 ArF 불소가스 방전 레이저에서 장수명을 장려하는데 특히 유용하다. 이것은 20세기 중반의 공기역학 알루미늄 모바일 홈을 따라 발명자가 "에어스트림" 애노드라고 명명한 모노리딕 프론트사이드 페어링(98)을 갖는 모노리딕 애노다이징된 애노드(94) 및 블레이드 유전체의 조합을 적용하는데 특히 유용하다. 예를 들어, 도 13에 대략적으로 도시되고 현재 설명되는 실시예에 따라 경미하게 수정되는 바와 같은, 공지된 블레이딩 유전체 애노드의 리어 페어링(110)과 조합된 "에어스트림" 프론트 페어링(98)을 갖는 패시베이팅된 장수명, 예를 들어, 애노다이징된, 순수하거나 실질상 순수한 알루미늄 애노드는 다수의 유익한 효과를 가질 수 있다.

[0096] 상술된 실시예의 모노리딕 프론트사이드 페어링(96)와의 도 13에 예시된 애노드의 블레이브부의 조합이 제조에 보다 용이한 애노드(94)를 만드는 역할을 할 수 있는 것으로 보일 것이다. 이것은 순수한 알루미늄 또는 실질적으로 순수한 알루미늄이 상대적으로 소프트한 재료이고 보다 큰 모노리딕 단면이 제조 공정, 예를 들어, 기계가공을 버티는 보다 큰 힘을 구조에 제공하기 때문이다. 또한, 알루미늄 애노다이제이션은 매우 제어가능한 공정이고 부식 스탠드포인트로부터 애노드 방전 동작을 최적화하고 동시에 애노드와 캐소드 사이의 적합한 방전을 위한 충분한 임피던스 특성을 제공하도록 튜닝될 수 있다. 따라서, 자연 성장된 애노드 전극 리프의 불확실성 및 자연 성장된 리프와 연관되어 발견된 F2 화학 문제를 피할 수 있다. 이러한 튜닝은 예를 들어, 불소가스 방전 레이저, 예를 들어, ArF 가스 방전 레이저에서 애노드의 보다 긴 수명을 제공한다. 결국, 방금 설명된 애노드는 예를 들어, 도 13에 도시된 블레이드 유전체 애노드보다 보다 적은 수의 파트 및 재료의 비용을 포함하여 제조하고 설치하는데 전체적으로 비용이 보다 더 저렴하다. 또다른 장점은 모노리딕 애노드(94) - 프론트사이드 페어링(96) 조합의 공기역학과, 예을 들어, 가스 플로우 역학을 위한 리딩 에지 수정이 세라믹 재료를 기계가공하는 것에 대해 염려할 필요없이 용이하게 기계가공될 수 있다는 사실이다.

[0097] 발명자는 뚜렷한 손상 없이 2에 이르는 Bp에서 불소가스 방전 레이저, 예를 들어, KrF 불소가스 방전 레이저내의 황산 애노다이제이션 및 순수한 알루미늄을 갖는 것으로 전극을 개시하였다.

[0098] 예를 들어, 전극 수명 동안 방전을 형성하고 방전의 형태를 유지하는데 있어 유익하다고 발명자가 생각하는 전극 시스템은 예를 들어, 도 20a에 도시된 바와 같이 전극 시스템(130)을 포함한다. 도 20a는 캐소드(132) 및 애노드(134)를 도시하고 있는데, 애노드(134)에는 예를 들어, 자석(136), 예를 들어, RadioShack에서 구매될 수 있는 레어 어스 마그넷이 방전 영역 아래에, 내장되어 있고, 캐소드(132)에는 방전 영역 아래에 유사한 마그넷(135)이 내장되어 있다. 자석(135,136)의 N극과 S극은 마주보도록 방위지정되어 있어, 애노드 자석(136)과 캐소드 자석(135) 사이에 자속필드가 형성되고, 캐소드(132)와 애노드(134) 사이의 가스 방전부를 둘러싼다. 이러한 자속필드는 수평평면에서의 방전을 제한하는 경향이 있어 캐소드(132)와 애노드(134)의 방전 영역 위에 직접 캐소드(132)와 애노드(134) 사이에 다소 직접 형성 유지되는 경향이 있고 챔버 수명동안 가스방전이 측방향으로 스프레딩 아웃되는 막는 경향이 있다. 가스 방전부의 전극 및 이온도 마찬가지로 최고의 전기장 및 자기장의 라인내에 제한되는 경향이 있을 것이고, 그래서 자기장은 제한 팩터를 부스팅한다.

[0099] 도 20b는 애노드(154)가 자석(158)의 어느 한 측상에 분포된 한 쌍의 보조 자석(160,162)을 가지고 있고, 모든 자석(158,160,162)은 희토류 자석일 수 있는 배열을 도시한다. 캐소드(152) 및 애노드(154)는 계속 도 20a에

도시된 바와 같은 내장된 자석, 즉, 도 20a와 관련되어 상술된 목적을 수행하는 자석(156,158)을 가지고 있다. 애노드(154)내에 함유된 보조 자석(160,162)은 자석(136,135)에 의해 제공된 수직 튜닝과 함께 가도록 수평방향의 전기장의 튜닝을 제공하는 역할을 한다.

[0100] 도 20c는 대략 애노드의 길이방향의 축을 따라 분포된 애노드의 자석(136)을 도시하는데, 동일한 구성이 캐소드 자석(135)에 대해 가능하다.

[0101] 긴 수명의 캐소드 및 애노드 모두를 생성하는데 큰 유익이 있는 것으로 발명자가 생각하는 또 다른 형태의 리핑 엔지니어는 소위 리핑 템플레이트를 사용하는 단계를 포함한다. 도시된 바와 같이, 도 21a에 소위 포지티브 리핑 템플레이트의 하나의 예가 대략적으로 도시되어 있다. 포지티브 리핑 템플레이트 시스템에서, 전극, 예를 들어, 애노드(182)가 대략적으로 도시되어 있다. 애노드(182)는 예를 들어, 불소가스 방전 레이저내의 전극, 예를 들어, ArF 불소가스 방전 레이저내의 애노드로서 사용될 때 리프를 보통 형성하지 않는 재료, 예를 들어, Cu의 황동 합금, 예를 들어, C36500일 수 있다. Zn의 상대적으로 높은 레벨을 갖고, Pb의 상대적으로 낮은 비율을 갖기 때문에, C36500은 발명자가 발견하여 예를 들어, 도 22에서 볼 수 있는 바와 같이, ArF 애노드 같이 잘 리핑하지 않는다. C36500은 보통 60%의 Cu, 37%의 Zn 및 3%의 Pb으로 구성되어 있다. 애노드의 상부 표면상에, 도 21a2에 도시된 바와 같이, Zn의 함유량이 상응하여 감소되는 경우에, 도 22의 곡선의 리핑부내에 애노드(182)의 합금을 밀어넣는 재료, 즉, Pb의 복수의 데포짓(184)이 소정의 패턴으로 배치되어 있다. 포지티브 리핑 템플레이트를 위한 많은 패턴이 가능하고 사용된 재료에 따라, 상이한 특성의 리프를 산출할 수 있음을 이해할 것이다. 예를 들어, 템플레이트는 길게 뻗은 스트레이트 "경로"등의 그리드에 의해 분리된 아무런 데포짓, 정사각형 또는 직사각형도 없는, 체커 형상으로 인접하는 정사각형, 스페이스를 간섭함으로써 둘러싸이는 원, 다른 다각형에 의해 둘러싸인 다각형일 수도 있다. 이후에, 도21a3에 도시된 바와 같이, 데포짓(186)내의 Pb은 확산부(184)를 형성하도록 애노드(182)의 재료의 상부 매우 얇은 리치내로 열처리에 의해 확산된다. 당업자는 확산 공정이 데포짓(184)에 의해 형성된 패턴의 치수 및 가능하게는, 형태 역시 다소 변경하는 경향이 있다는 것, 즉, 확산은 상대적으로 다공성인 페이퍼의 일 피스상에 잉크 얼룩의 최소화된 버전으로 스프레딩할 것이고, 잉크는 실온에서 행해지고 확산은 높은 열 스트레스에서 행해진다. 그러나, 확산부(184)의 남아있는 형태 및 치수는 여전히 본원의 일실시예에 따른 리핑 설계를 허용한다.

[0102] 도 21a4에 도시된 바와 같이, 정상 동작 또는 예를 들어, 제조동안 테스팅에서의 버닝 동안 예를 들어, ArF 레이저 챔버내의 불소가스 방전 레이저 환경에 애노드(182)가 노출되면, 실질적으로 상대적으로 특별히 한정된 스페이스(188)에 의해 분리된 실질상 상대적으로 특별히 배치된 세그먼트(186)를 갖는 리프를 성장시킬 것이다. 각각의 "시드" 확산부(184)에 관련하여 리프 섹션(186)의 배치 및 스페이스(188)의 사이즈는 도 21a에 대략적으로 도시되어, 확산부(184) 자체의 경우와 같이, 확산부(184)상의 성장이 확산부(184)의 각각의 마주하는 사이드 바운더리상에 또는 각각의 확산부(184)의 각각의 바운더리로부터 뻗어 완전히 균일하지 않다는 것을 도시하고 있다. 따라서, 이웃하는 리프 영역(186) 사이의 격리부(188)는 애노드상의 리프 영역 전반에 걸쳐 균일하지 않을 수 있다. 발명자는 또한 이렇게 생성된 리프 영역(186)이 거의 Pb이 없어서, Pb 확산부(184)가 리프 영역(186)의 불화물, 예를 들어, CuF1의 형성을 촉진하지만 리프 영역(186)아래의 전극(182)의 기판내에 남게 된다는 것을 발견하였다.

[0103] 그럼에도 불구하고, 이렇게 설계된 리프는 다소 상대적으로 균일하게 확산부(184)를 형성하기 위해, 데포지션 템플레이트, 즉, 확산부(1840의 사이즈, 형태 및 패턴을 적합하게 선택함으로써 설계될 수 있고, 이러한 리프 영역(186)은 예를 들어, 방전 영역에서, 충분히 제어된 애노드의 표면상에 이들의 위치, 형태 및 정도에 따라 성장될 수 있다. 리프 섹션(186) 및 스페이스(188)의 정도 및 위치지정은 예를 들어, 방전 및/또는 이온 부식으로부터 절연을 제공하고 동시에 필요한 응력의 임피던스를 제공하여, 효과적으로 제조될 수 있는 응력에 재생 가능한 예를 들어, 불소가스 방전 레이저를 위한 효과적인 장수명의 전극, 예를 들어, 애노드를 조성하도록 충분히 설계될 수 있다.

[0104] 유사한 공정이 도 21b1-4에 대략적으로 도시되어 있다. 여기에서, 전극, 예를 들어, C36500으로 구성된 애노드(190)는 도 22에서 볼 수 있는 바와 같이 합금 자체내에 상당히 함유되어 있으면 리핑을 방지하는 재료, 예를 들어, Zn의 데포짓(192)을 위에 배치하였다. 그다음, Zn이 확산부(194)ㄹㄹ 형성하도록 확산되고, 그다음, 리프가 리프 섹션(196) 및 개구(198)를 갖도록 성장되는데, 이는 개구(198)가 확산부(196)의 위치와 대략 합치한다는 점을 제외하곤 도 21a의 공정과 다르지 않다. 도 21a의 "포지티브" 리프 템플레이팅 공정에 대한 상술된 경우와 같이 리핑 공정의 제어도 및 자화도의 동일한 이슈들이 존재한다. 그러나, 발명자는 이런 이슈들이 제조, 또는 보다 적합하게는, 불소가스 방전 레이저 동작 동안 성장되는 리프에 대한 제조, 및 부식에 대한 보호 및 적합한 방전을 허용하는, 즉, 충분히 낮은 임피던스를 유지하는 요구되는 두가지 특성을 가진 리프의 작용에

손상을 주지 않는다고 생각한다.

[0105] 또한, 발명자는 그레인 바운더리의 사이즈 및 애노드의 재료내의 그레인 바운더리 인터섹션의 수는 이러한 공정, 예를 들어, Pb 또는 Zn 데포지션이 확산 공정에서 이동할 수 있는 그레인 바운더리 인터섹션에서 인터스틱을 형성하는 공정에 있어 한 역할을 감당한다고 생각한다. 그레인의 적어도 하나의 치수내의 그레인 바운더리의 대략 20 미크론 분리는 상술된 공정을 촉진하는 것으로 보인다. 또한, 발명자는 예를 들어, Pb의 대략 .004 인치 폭 "시드"가 리프의 대략 .02 인치 폭 성장의 성장을 촉진시킬 수 있다는 것을 발견하였다.

[0106] 발명자에 의해 관찰되었던 전극 수명의 도 다른 태양은 도 23a-d에서 볼 수 있다. 도 23a는 캐소드(202) 및 챔버(200)의 상부(206)에 부착된 메인 절연체(204)를 갖고 있는 가스 방전 레이저 챔버(200)의 일부의 대략 측면도를 도시한다. 가스 방전 레이저의 동작 동안 챔버(200)는 예를 들어, 3-4 대기압의 상대적으로 높은 압력에 놓는다. 이것은 루프(206)가 메인 절연체(204)와 전극(전극; 202)와 함께 상방으로 휘어지도록 한다는 것이 알려져 있다. 이것은 설명을 위해 도 23b에 비례를 고려하지 않고 대략적으로 도시되었다. 이러한 휘어짐은 그 피크 포인트에서 약 .005 인치에 불과하지만, 본원의 주제로서 언급되지는 않았지만, 전극 마모 문제를 야기하는 것으로 생각되는 메인 절연체(204) 크래킹 문제를 야기할 수 있다. 발명자는 불소가스 방전 레이저의 전극, 예를 들어, 캐소드(202)의 단부쪽으로 그리고 애노드(208)의 대면부쪽으로 보다 높은 전극 마모를 발견하였는데, 이것은 애노드(208)가 캐소드(202)보다 길이방향으로 길게 뻗을 수 있기 때문에 애노드(208)의 단부에서 관찰될 수 없음을 이해할 것이다. 시간이 지남에 따라, 이것은 방전부가 이러한 단부 영역에서 보다 덜 영향을 주게 되어, 전극을 따라 전체 방전부가 평균적으로 보다 덜 영향을 받게 되도록 한다. 이것은, 적어도 일부에서, 전극/챔버 수명 동안 전극간에 필요한 방전 전압을 증가시킬 필요를 증가시키고, 그래서, 챔버/전극 수명이 증가함에 따라 단위 시간 당 전극의 나머지를 따라 보다 많은 부식이 일어나도록 한다. 문제는 또한, 바람직하지 않은 확장된 방전 형태로 인해 마주하는 애노드 이외의 둘러싸는 접지된 엘리먼트에 대해 전극의 단부에서 아크가 발생한다는 점에서 발생한다.

[0107] 발명자는 도 23c에 설명을 위해 비례를 고려하지 않고 대략적으로 도시한 전극, 예를 들어, 애노드(208')의 크라운 영역내에 비교적 동일한 반대 구부러짐을 위한 기계가공을 함으로써 이러한 구부러짐 문제를 해결하였다. 따라서, 전극(202) 및 메인 절연체(204)가 도 23b에 도시된 바와 같이 구부러질 때, 일반적으로 임의의 구부러짐의 영향을 받지 않고, 캐소드(202') 및 애노드(208')상에 형성된 방전 영역의 전체 길이에 대해 균일한 갭을 형성하게 된다. 즉, 캐소드(202')상의 방전 영역(2100은 도 23b에 도시된 바와 같이 오목하게 구부러졌지만, 캐소드(202) 및 애노드(208')의 길이방향의 길이를 따라 상당히 변하는 애노드(208')의 방전 영역(211)으로부터 격리를 갖지 않게 될 것이다(챔버(200)내의 압력의 결과로서 캐소드(202)가 구부러지지 않았다면 임의의 보다 큰 응력은 나타나지 않았을 것이다). 특히, 캣드(202) 및 애노드(208')는 애노드(208') 및 캐소드(202)의 단부로부터 중간쪽으로 상대적으로 보다 크게 이격되지 않을 것이다. 따라서, 애노드(208')는 도 23c에도시된 바와 같이 "피킹된" 애노드로서 형성되어 있다. 당업자는 캐소드(202)가 메인절연체(204)와 함께 구부러질 때 애노드(208) 역시 도 23d에 도시된 바왁 타이 캐소드(202')로부터 비교적 동일한 상태가 되도록 캐소드(202)를 중심에서 "피크"와 함께 역시 기계가공될 수도 있음을 이해할 것이다.

[0108] 도 24는 전극의 단부에서, 즉, 캐소드(224)의 단부(226)에서 그리고 애노드의 대면부에서 확장된 전극 부식을 감소시키기 위해 채택된 전극 어셈블리(220)의 일단부를 도시한다. 도 24에 도시된 실시예에서 애노드 마운트(230) 및 이 애노드마운트(230)의 그라운드 커넥션(232)가 방전 챔버(222)의 상부 절반부에 도시되어 있다. 또한, 전극 어셈블리(220)내에 예를 들어, 챔버 상부 절반부(222)와 애노드 마운트(230) 사이에 용접에 의해 연결된 복수의 전류 리턴 탱(tang; 234)가 위치되어 있다.

[0109] 발명자는 캐소드(224)의 단부(226) 근방의 전극 어셈블리의 영역에서의 인덕턴스를 수정함으로써, 예를 들어, 이러한 에어리어내의 전류 리턴 탱(234)를 제거하여 인덕턴스를 낮춤으로써, 캐소드(224)의 단부(226)에서의 확장되는 부식을 감소시킬 수 있음을 발견하였다. 도 24에 도시된 바와 같이, 애노드 마운트(230)상의 챔버(222,242)의 상부 절반부상에 커넥션 스터브(240)를 남기고 캐소드(224)의 단부(226)에 가장 근접한 3개의 탱은 제거되었다.

[0110] 발명자는 확장되는 전극 단부 부식의 영역의 위로 적어도 캐소드(224) 길이를 따라 뒤로 탱(234)을 제거함으로써 단부 부식 효과를 감소시킬 수 있음을 발견하였다. 도 24에서, 캐소드(224)의 길이방향의 길이를 따라 좌측으로 가장 먼 커넥션 스터브(240)은 캐소드(224)의 길이방향의 길이를 따라 확장된 전극 부식의 정도를 약간 초과하도록 되어 있고 제1 탱(234)은 캐소드(224)의 길이방향의 길이를 따른 이러한 정도 보다 약 _ cm 위이다.

[0111] 도 25a는 예를 들어, ArF 가스 방전 레이저에서 가스방전을 생성하는 가스 방전된 전압에 노출된 전극, 예를 들어, 애노드의 단면도이다. 애노드(250)는 애노드(250)를 위한 방전 영역의 에어리어내의 인서트(254)를 본체내에 포함한 본체(252)를 포함하는 것으로 횡단면도가 도시되어 있다. 인서트(254)는 예를 들어, 본체(252)와 상이한 재료일 수 있다. 애노드(250)는 또한, 가스 플로우가 애노드 및 리어사이드부(260)상으로 향하도록 하는 방향으로 프론트사이드부(258)를 포함할 수 있다. 인서트(254)는 일반적으로 방전이 불소가스 방전 레이저 동작 동안 제한되는 크라운 에어리어(256)를 가질 수 있다.

[0112] 그다음, 도 25a에 도시된 애노드(250)는 다수의 방전에 노출된 것이고, 그후에, 발명자는 상부상에 대략 초기에 편평하였던 크라운 에어리어(256)가 약 4.5° 만큼 수평방향으로 경사진 경사 프로파일을 형성하는 크라운(256)의 최좌측 상에 우선적으로 부식하였다는 것을 관찰하였다.

[0113] 발명자는 이러한 경사가 당업분야에서 주지된 바와 같이, 애노드의 길이방향의 길이에 대략 길이방향으로 평행하게 뻗는 프리이오나이징 튜브(도시되지 않음)가, 방전이 일어난 특정 불소가스 방전 레이저에 위치된 사이드쪽으로 향한다는 것을 관찰하였다. 관찰자는 상이한 부식이 프리이오나이제이션 튜브 및 방전에 대한 그 전기적 효과의 존재로 인한 프리이오나이제이션 튜브의 사이드상의 가스 방전에서의 비대칭으로 인한 것이라고 생각하고, 전극상의 샤프한 코너 특징 및/또는 마모 특징에 적어도 부분적으로 관련된 것으로 보이는 방전에서의 방전 스플리팅을 관찰하였다. 발명자는 언급되지는 않았지만, 캐소드상의 유사한 상이한 마모를 관찰하였다. 발명자는 도 25내에 도시된 애노드와 관련하여 보여지는 방전의 일측, 특히 좌측상에 방전의 비대칭이 관찰된 상이한 부식을 유발하거나 적어도 상당히 기여하는 것으로 생각한다.

[0114] 전극 수명, 특히 애노드 수명을 향상시키고 방전 스플리팅의 손실을 방지하려는 노력에서, 발명자는 도 25b에 대략적으로 도시한 전극을 제안한다. 애노드(270)가 도시되어 있다. 애노드(270)는 금속 프론트사이드와 리어사이드부(258,260) 중간의, 도 25a내에 엘리먼트(254)에 대하여 도시된 인서트일 수 있거나, 프론트사이드 세라믹 페어링(84) 및 리어사이드 세라믹 페어링(86)의 중간의 블레이드, 예를 들어, 도 13에 도시된 블레이드(82)일 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0115] 도 25a의 인서트(254) 및 도 13의 블레이드(82)와 같은, 애노드(270)는 대략 직선인 사이드 월(274,276)을 가지고 있다. 본 발명의 일실시예에 따라, 애노드(270)는 곡선의 반지름을 따라 각각의 사이드월부(274,276)의 각각과 교차점을 갖도록 그리고, 틸팅되도록, 즉, 장축이 도 25a에 도시된 상이한 부식의 것과 반대 방향으로 약 4.5° 만큼 수평방향으로 틸팅되도록 도시된 대략 타원형의 크라운부(272)을 갖도록 형성될 수 있다. 이러한 방식으로, 애노드(270)는 상이한 부식이 일어나는 사이드, 예를 들어, 방전의 비대칭의 사이드, 예를 들어, 프리이오나이제이션 튜브(도시되지 않음)의 사이드상에 보다 많이 상승된 곡선의 상부표면을 제공하는 상이한 부식 사이드로부터 경사진 경사 탑부를 갖도록 형성될 수 있고, 또한 사이드월부(274,276)로써, 및/또는 프론트사이드부(258) 및/또는 리어사이드부(260)의 상부면 상에 뻗는 편평한 탑부를 갖는 인서트로 인해 탑부분(272)의 교차점에서 샤프 에지를 방지할 수 있다. 이러한 애노드는 이후에 전기장 균일화를 촉진함으로써 방전 안정도를 촉진하는 역할을 할 수 있다. 당업자는 캐소드 역시 마찬가지로 구성될 수 있음을 이해할 것이다.

[0116] 본 발명의 상술된 실시예는 설명을 위해서만 의도되었고, 본원이 이 실시예에만 국한되는 것은 아니다. 당업자는 많은 수정 및 변형이 본원의 정신을 변경함없이 상술된 실시예에 가능하다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 애노드 및 캐소드는 각각 접지되고 고전압에 접속된 전극으로서 사용되었지만, 사실 캐소드는 높은 음전압, 양전압에 연결될 수도 있고 따라서, 여기서는 애노드라고 불리는 접지된 전극에 대하여 전기적으로 말하면 캐소드를 또다른 전극에 애노드를 접속할 수도 있다. 마찬가지로, 무슨 전력 구성을 갖든간에, 보통, 여기에서 캐소드라고 불리는 전극은, 이제까지 접지된, 불소가스 방전 레이저의 하우징에 장착되고, 이 캐소드는 이제까지 고전압이었고, 따라서, 챔버, 예를 들어, 챔버의 탑부로부터 절연되어야 한다. 당업자는 그럴 가능성은 없지만, 접지에 챔버를 갖지 않는 것이 가능하고, 메인 절연체, 절연 메커니즘 및 캐소드로 여기에 불려지는 인터커넥션에 의해 영향 받는 수정과 관련된 본원의 태양은 실제 전기적으로 캐소드인 특정 전극에 제한되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 마찬가지로, 불소 케미스트리 및 불소와의 상이한 상호작용 및, 예를 들어, 리프의 자연적인 형성 및 인공적으로 리프를 형성하는 것의 영향은 캐소드 또는 애노드와 같은 특정 전극의 명명과 상관이 없다. 이들은 전류 흐름 및 이온 어택션에 의해 영향을 받는다. 본원 및 청구범위내의 캐소드 또는 애노드의 사용은 애노드로 불리는 접지된 챔버 하우징과 전기 저촉된 접지 전극 및 캐소드로 불리는 하우징으로부터 절연된 고전압 전극을 갖는 오늘날의 산업에 공통인 관습적인 것으로 이해될 수 있다. 그러나, 청구된 발명의 동등물은 전기적으로 말하면, 본원의 애노드가 캐소드이고 그리고 그 반대가 될 수 있음을 당업자는 이해할 것이다. 본원에 설명된 것과 유사한 특성을 갖는 다른 금속 및 합금 역시 동등한 대안물을 형성할 수 있다는 것

을 당업자는 이해할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0005] 도 1은 Bp에 대한 애노드 프로파일 변화의 그래프,

[0006] 도 2는 캐소드 프로파일 변화의 그래프,

[0007] 도 3은 전형적인 축방향 애노드 부식 프로파일을 도시하는 도면,

[0008] 도 4는 캐소드 및 애노드 부식율의 그래프,

[0009] 도 5는 상이한 재료에 대한 캐소드 방전 폭 변화를 도시하는 도면,

[0010] 도 6은 합금 타입에 대한 표면 거칠기의 그래프,

[0011] 도 7은 캐소드 부식을 설명하는 도면,

[0012] 도 8은 애노드용 재료의 조성에 대한 마모된 애노드 및 캐소드 표면 모르폴로지를 도시하는 그래프,

[0013] 도 9는 레이저 챔버 가스 방전에 대한 노출에 이어 캐소드 관련된 표면 화학 변화를 도시하는 도면,

[0014] 도 10은 상이한 부식을 예시하는 전극 시스템을 도시하는 도면,

[0015] 도 11은 본딩된 바이메탈 캐소드를 도시하는 도면,

[0016] 도 12은 확산 본드를 도시하는 도면,

[0017] 도 13은 애노드의 종래 예를 도시한 도면,

[0018] 도 14a-f는 인공 리핑 공정의 일예를 도시하는 도면,

[0019] 도 15는 가능한 전극 구성을 도시한 도면,

[0020] 도 16a-c는 향상되고 튜닝가능한 열도전 특성을 가진 멀티메탈 전극을 도시하는 도면,

[0021] 도 17은 전극 배열의 단면도,

[0022] 도 18은 멀티 세그멘팅된 전극을 도시한 도면,

[0023] 도 19은 다른 캐소드를 도시한 도면,

[0024] 도 20a-c는 향상된 긴 수명의 방전 형상 컨트롤 능력을 가진 애노드 및 캐소드 시스템을 도시한 도면,

[0025] 도 21a-b는 리프 템플레이팅 공정을 대략적으로 도시한 도면,

[0026] 도 22는 리핑을 허용하거나 금하는 황동내의 합금 재료의 비율을 도시하는 도면,

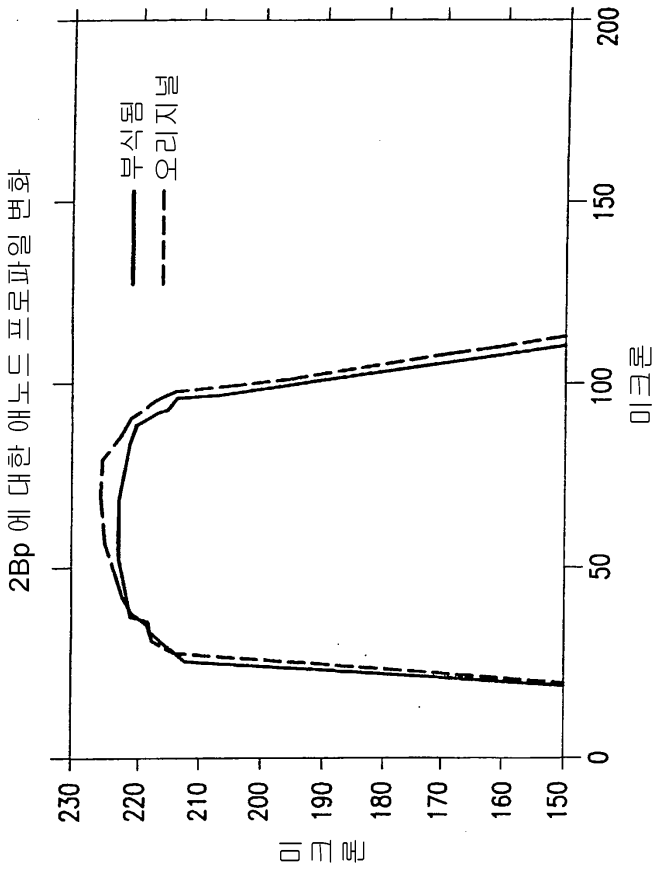
[0027] 도 23a-d는 구부려진 전극 개념을 도시하는 도면,

[0028] 도 24는 전극의 단부에서 부식을 감소시키기 위한 구조를 도시한 도면, 및

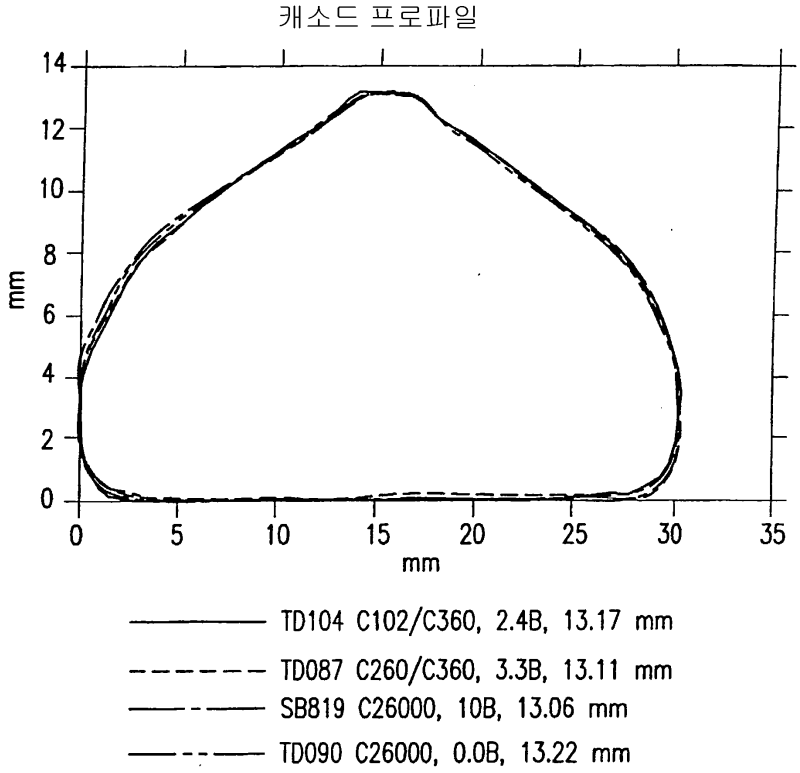
[0029] 도 25a 및 도 25b는 틸팅된 크라운 방전 영역 전극을 도시하는 도면.

도면

도면1

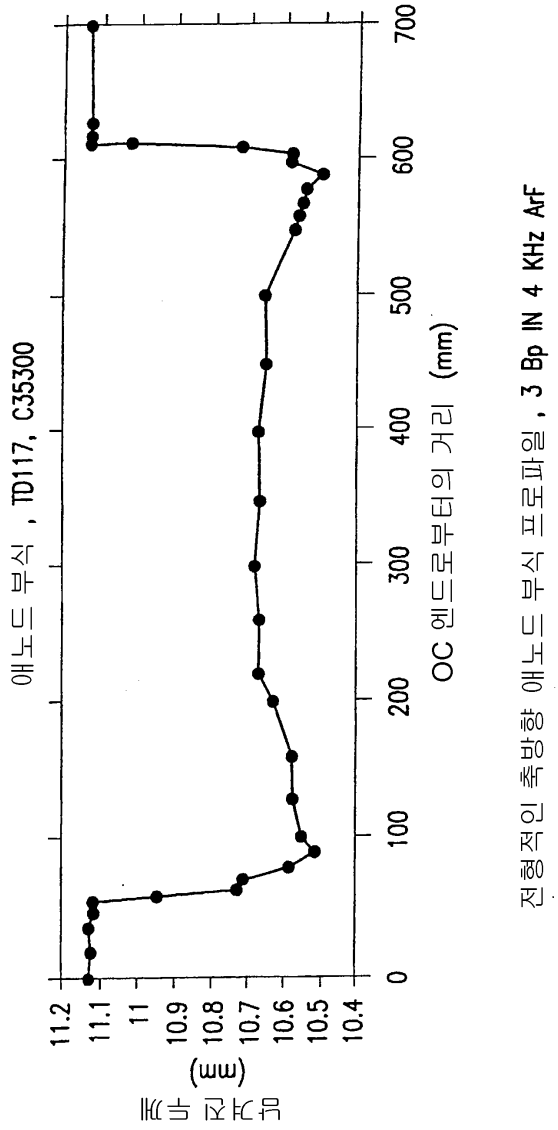

2Bp 에 대한 애노드 프로파일 변화
부식됨
오리지널
미크론
230
220
210
200
190
180
170
160
150
0
50
100
150
200
미크론

도면2



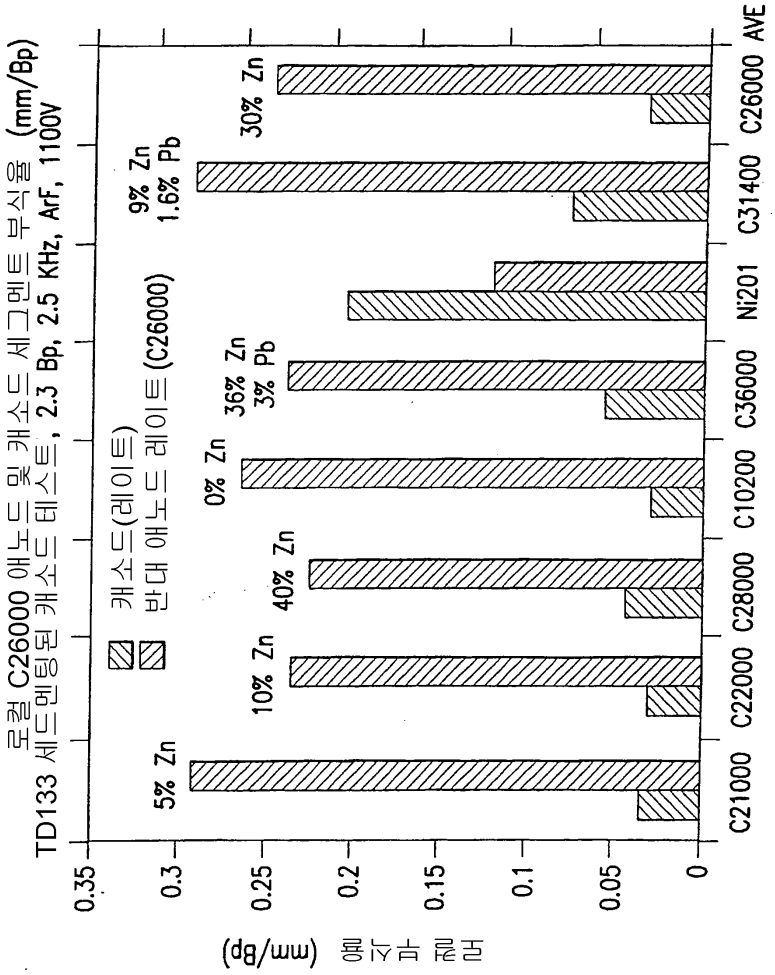
캐소드 프로파일 변화

도면3

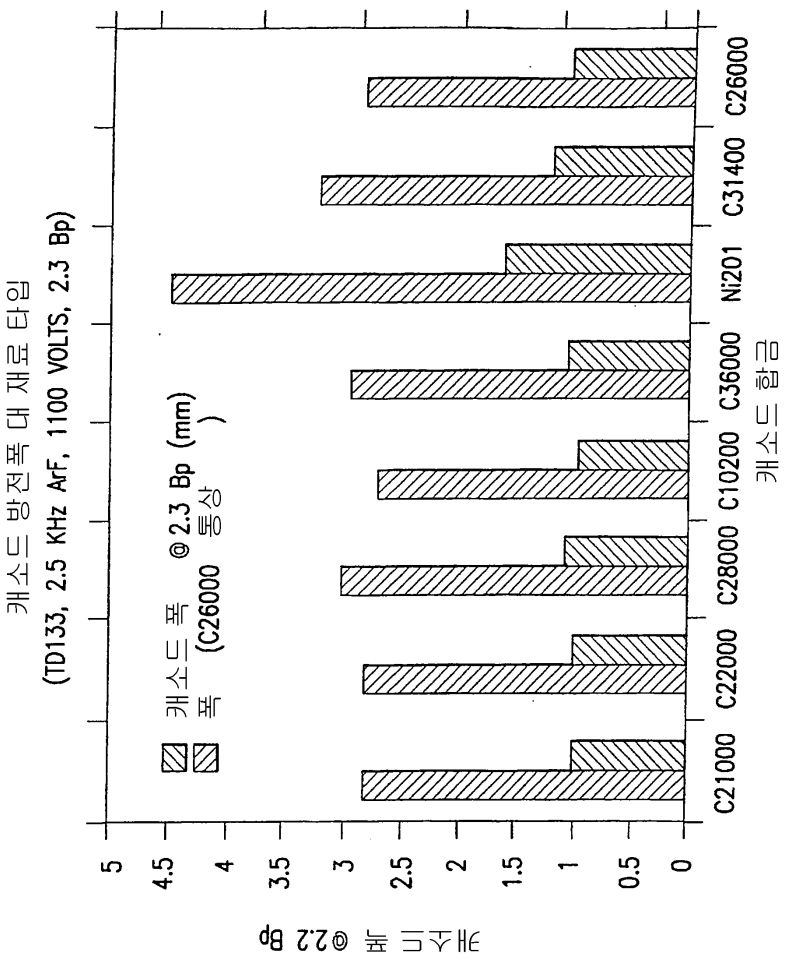


전형적인 축방향 애노드 부식 프로파일 , 3 Bp IN 4 KHz ArF

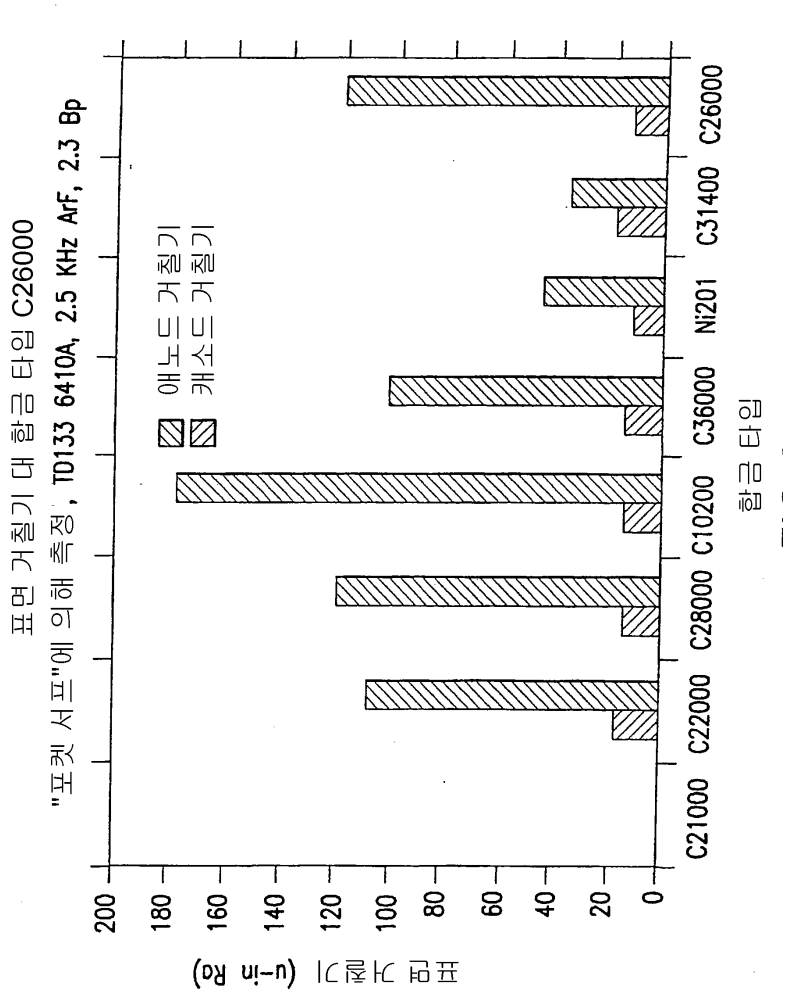
도면4


로컬 C26000 애노드 및 캐소드 세그멘트 부식율 (mm/Bp)
TD133 세드멘팅된 캐소드 테스트, 2.3 Bp, 2.5 KHz, ArF, 1100V
캐소드(레이트)
반대 애노드 레이트 (C26000)
5% Zn
10% Zn
40% Zn
0% Zn
36% Zn
3% Pb
9% Zn
1.6% Pb
30% Zn
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
C21000
C22000
C28000
C10200
C36000
N1201
C31400
C26000
AVE
세그멘트 ID
로컬 부식율 (mm/Bp)

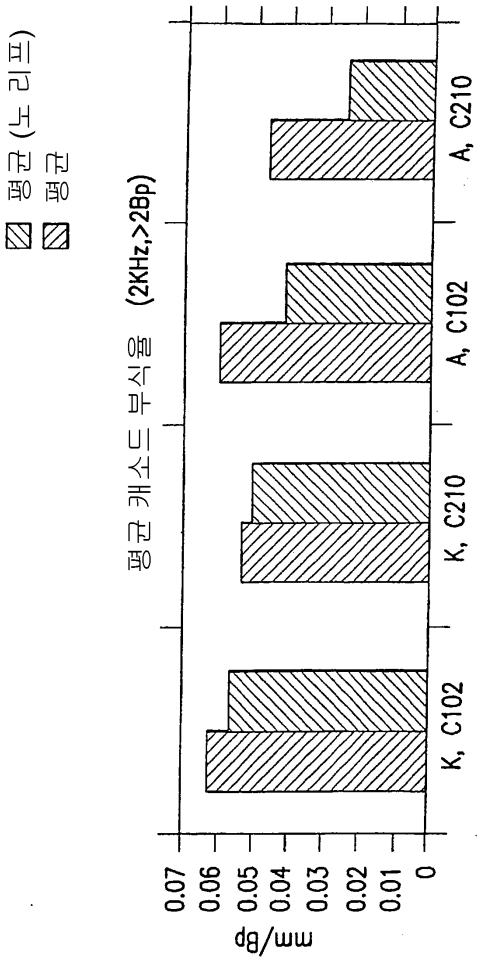
도면5


캐소드 방전폭 대 재료 타입
(TD133, 2.5 KHz ArF, 1100 VOLTS, 2.3 Bp)
캐소드 폭 @2.2 Bp
캐소드 폭 @ 2.3 Bp (mm)
(C26000 통상)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
C21000
C22000
C28000
C10200
C36000
Ni201
C31400
C26000
캐소드 합금

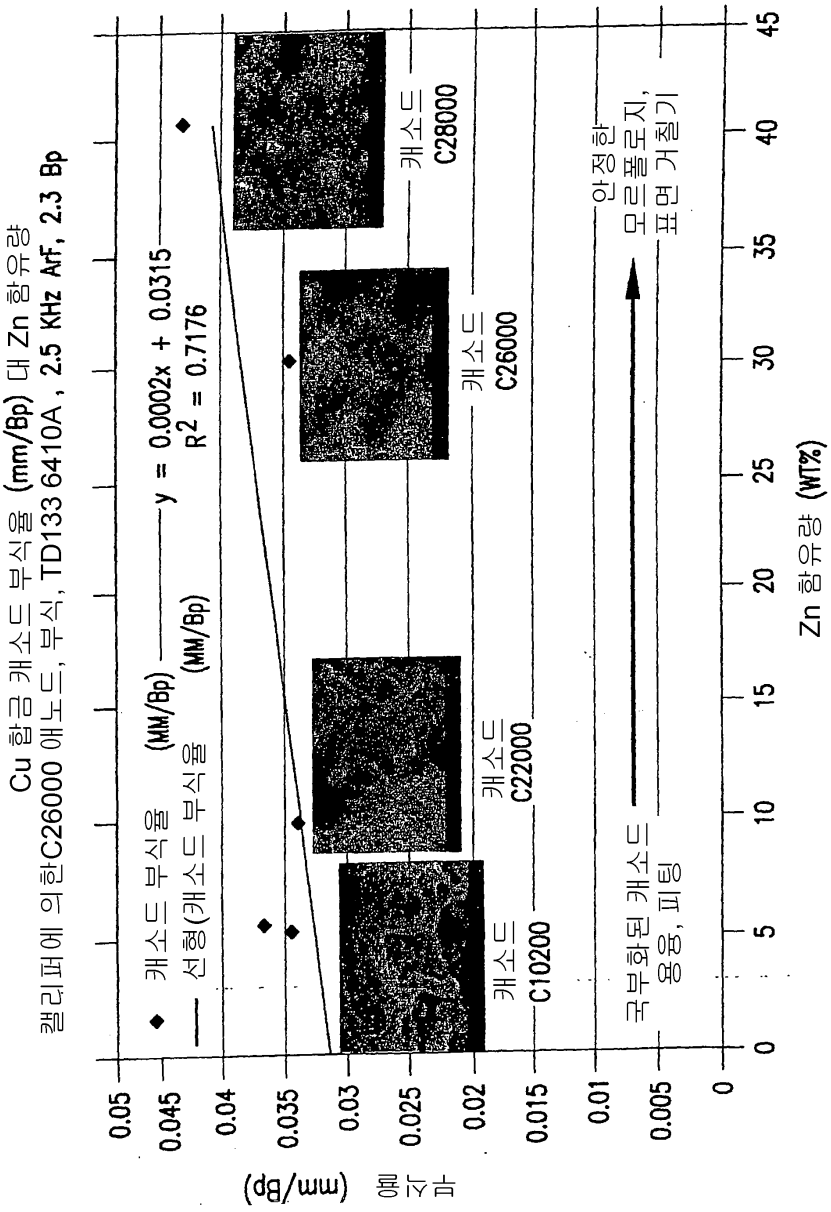
도면6


표면 거칠기 대 합금 타입 C26000
"포켓 서프"에 의해 측정, TD133 6410A, 2.5 KHz ArF, 2.3 Bp
애노드 거칠기
캐소드 거칠기
표면 거칠기 (u-in Ra)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
C21000
C22000
C28000
C10200
C36000
Ni201
C31400
C26000
합금 타입

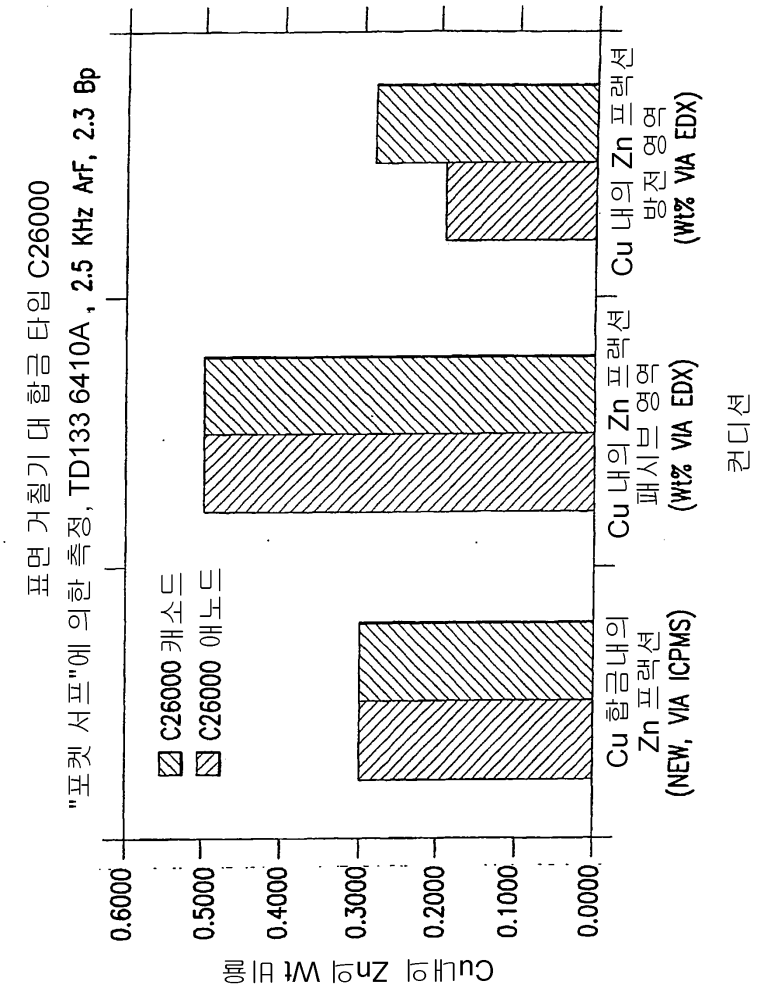
도면7


평균 (노 리프)
평균
평균 캐소드 부식율 (2KHz,>2Bp)
mm/Bp
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
K, C102
K, C210
A, C102
A, C210

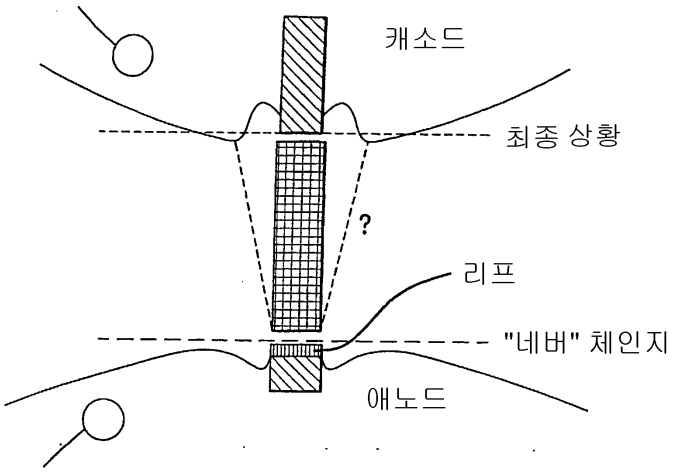
도면8


Cu 합금 캐소드 부식율 (mm/Bp) 대 Zn 함유량
캘리퍼에 의한C26000 애노드, 부식, TD133 6410A , 2.5 KHz ArF, 2.3 Bp
◆ 캐소드 부식율 (MM/Bp)
— 선형(캐소드 부식율 (MM/Bp)
y = 0.0002x + 0.0315
R2 = 0.7176
부식율 (mm/Bp)
Zn 함유량 (WT%)
캐소드 C10200
캐소드 C22000
캐소드 C26000
캐소드 C28000
국부화된 캐소드 용융, 피팅
안정한 모르폴로지, 표면 거칠기

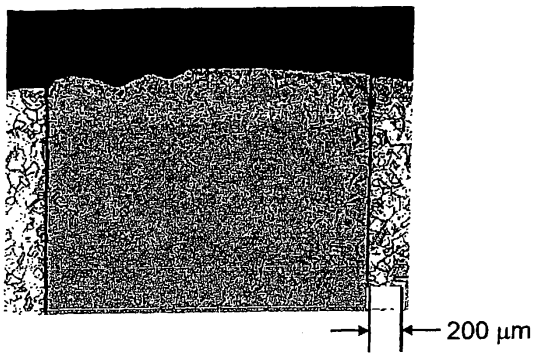
도면9


표면 거칠기 대 합금 타입 C26000
"포켓 서프"에 의한 측정, TD133 6410A , 2.5 KHz ArF, 2.3 Bp
C26000 캐소드
C26000 애노드
Cu 합금내의 Zn 프랙션 (NEW, VIA ICPMS)
Cu 내의 Zn 프랙션 패시브영역 (Wt% VIA EDX)
Cu 내의 Zn 프랙션 방전영역 (Wt% VIA EDX)
0.6000
0.5000
0.4000
0.3000
0.2000
0.1000
0.0000
Cu내의 Zn의 Wt 비율
컨디션

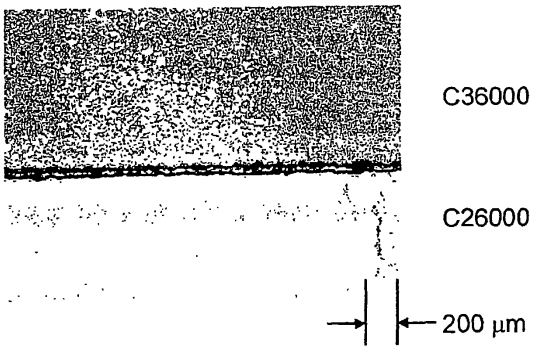
도면10


캐소드
최종 상황
?
리프
"네버" 체인지
애노드

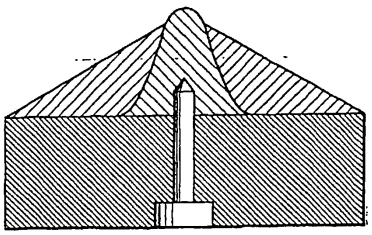
도면11



도면12



도면13



도면14

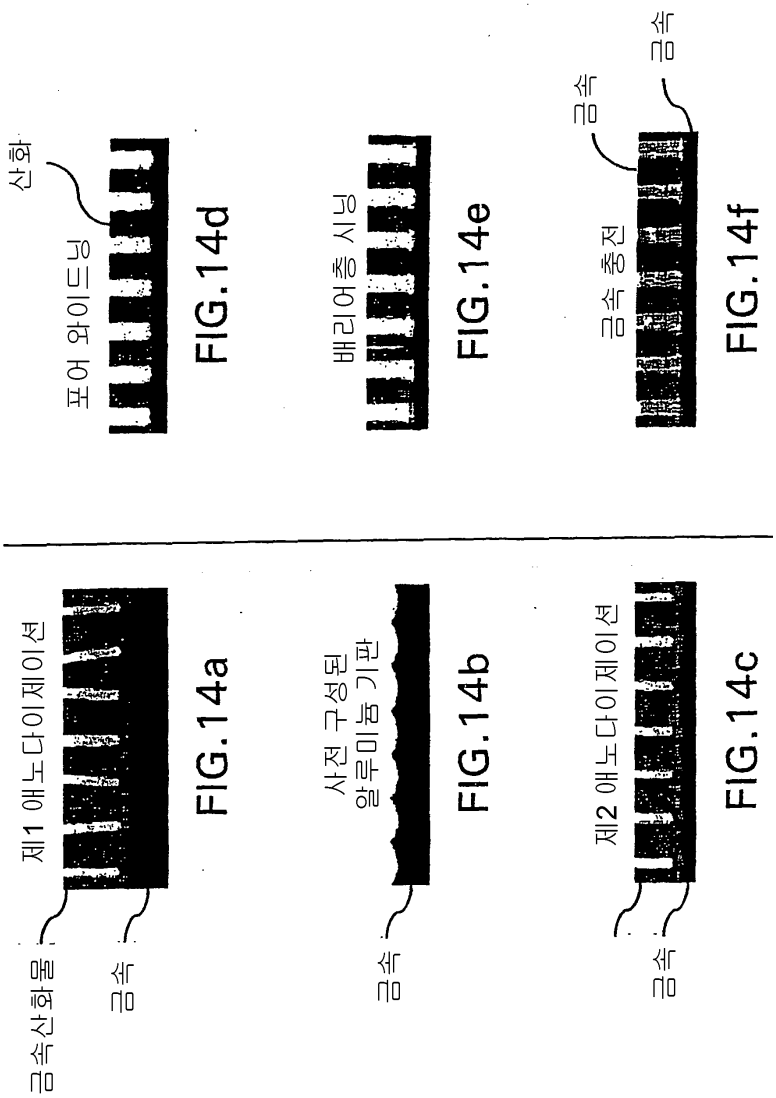
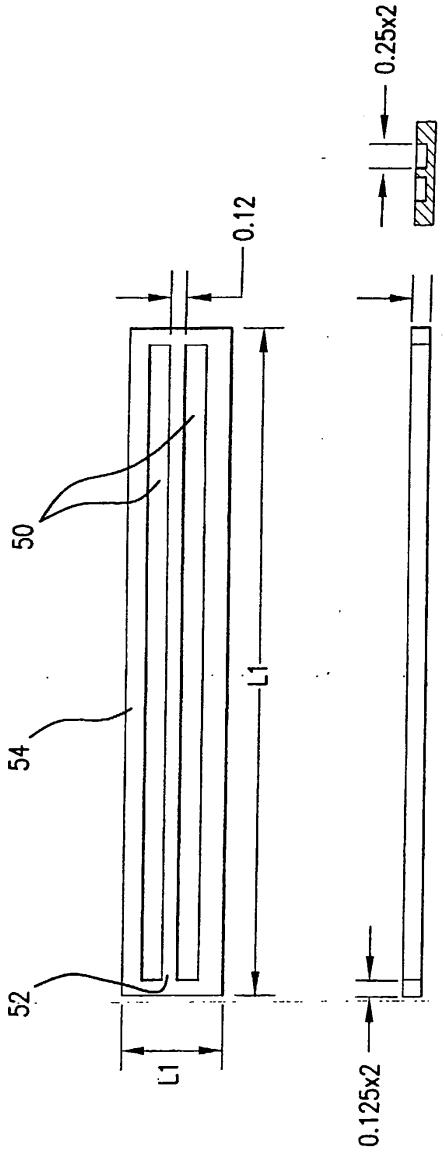


FIG.14a FIG.14b FIG.14c FIG.14d FIG.14e FIG.14f

도면15



도면16

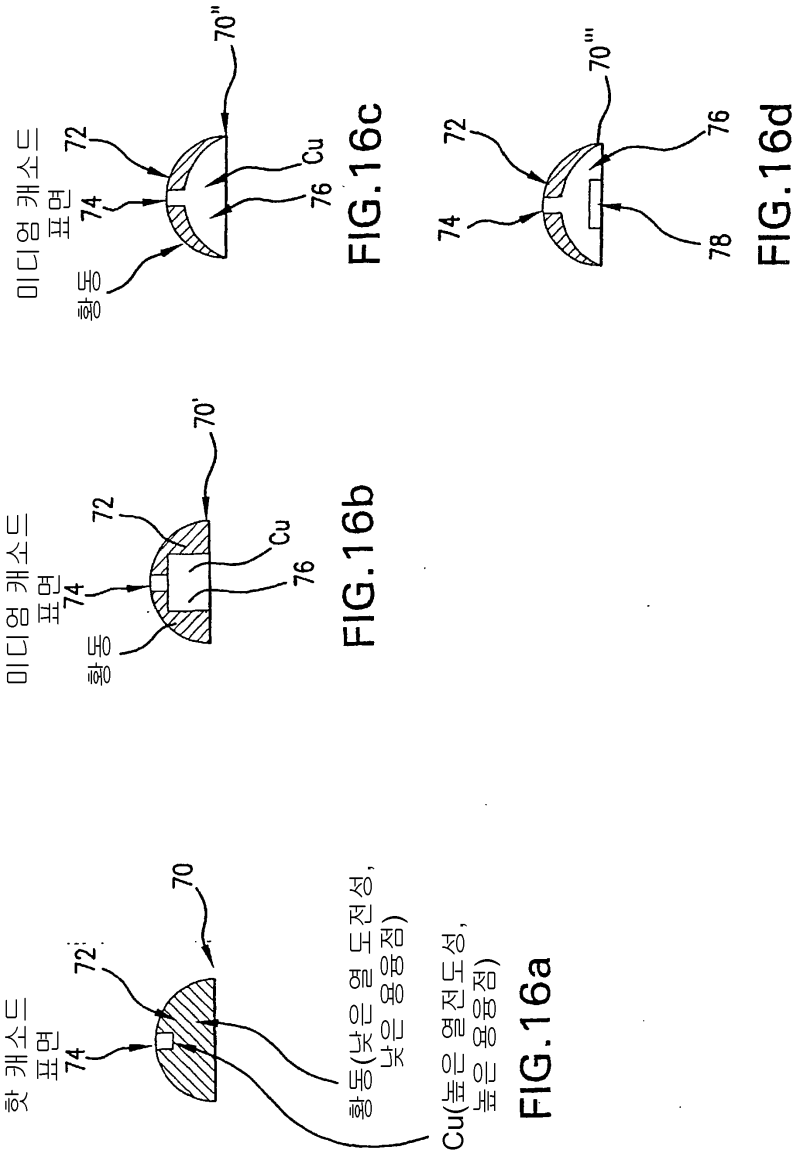


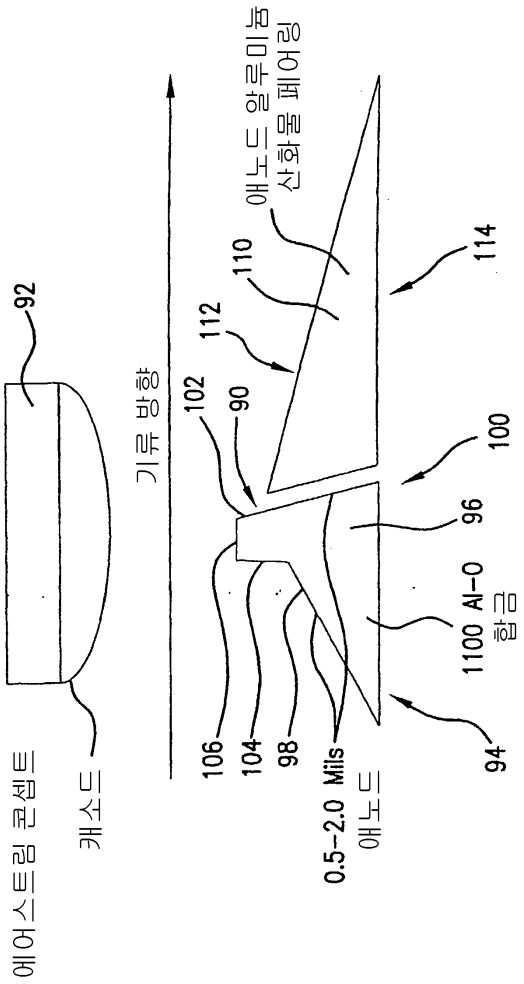
FIG.16a

FIG.16b

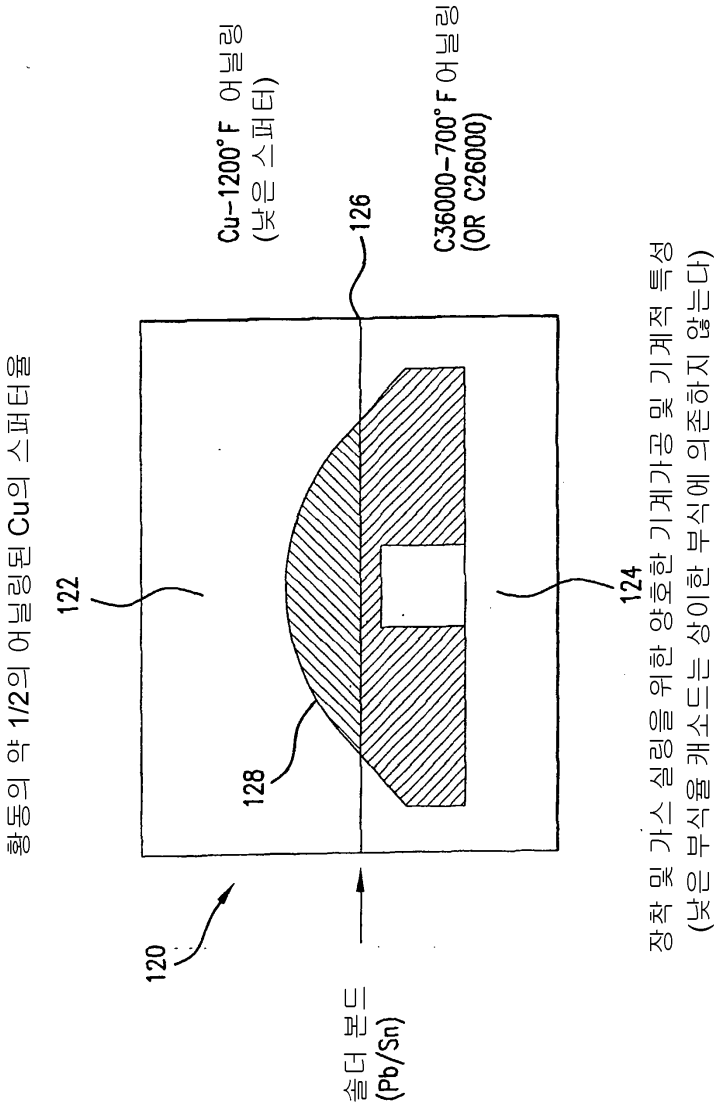
FIG.16c

FIG.16d

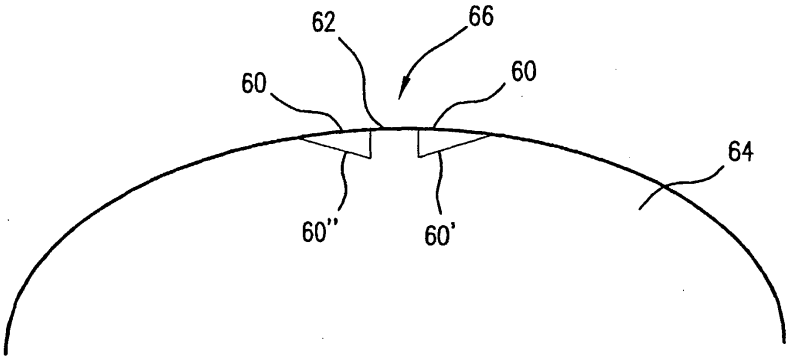
도면17


92
에어스트림 콘셉트
캐소드
기류 방향
102
90
112
110
애노드 알루미늄
산화물 페어링
114
100
96
1100 Al-O
합금
94
106
104
98
0.5-2.0 Mils
애노드

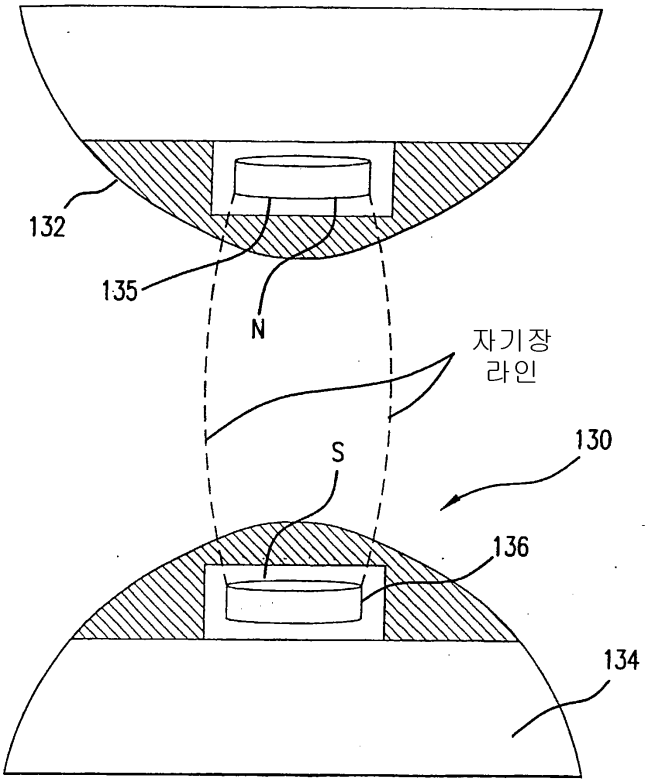
도면18


Cu-1200°F 어닐링
(낮은 스퍼터)
C36000-700°F 어닐링
(OR C26000)
126
황동의 약 1/2의 어닐링된 Cu의 스퍼터율
122
124
128
120
장착 및 가스 실링을 위한 양호한 기계가공 및 기계적 특성
(낮은 부식율 캐소드는 상이한 부식에 의존하지 않는다)
솔더 본드
(Pb/Sn)

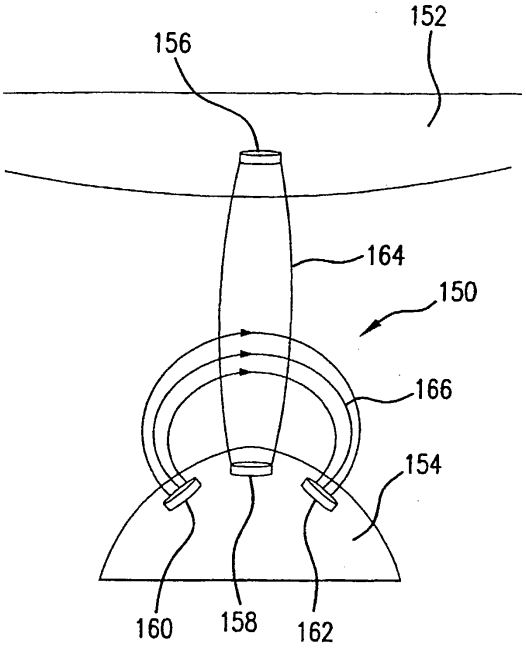
도면19


62
66
60
60
64
60''
60'

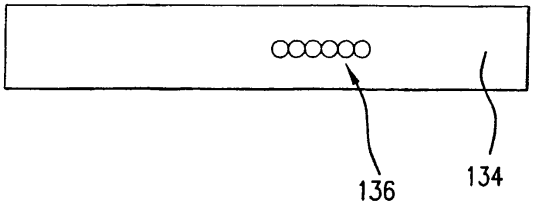
도면20a



도면20b



도면20c



도면21

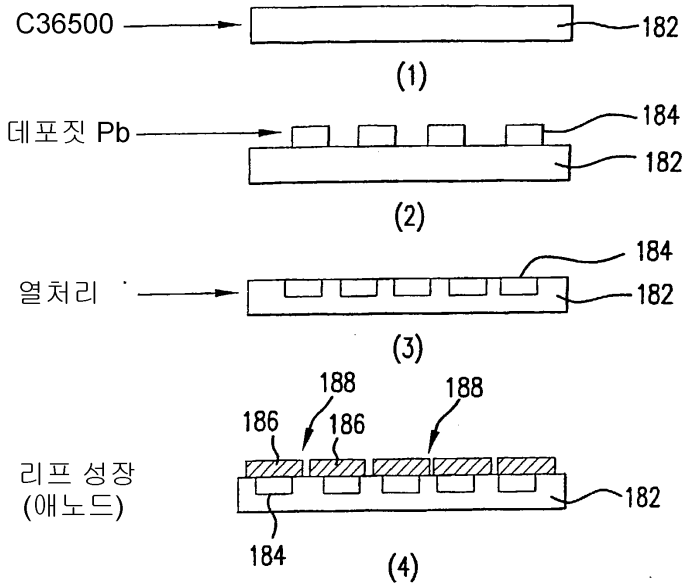


FIG.21a

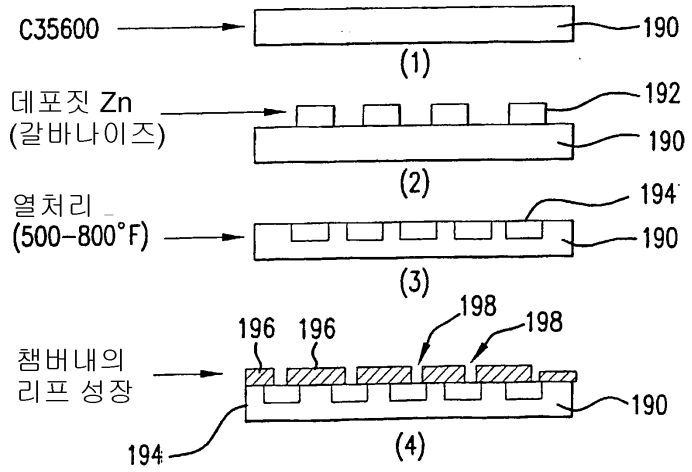
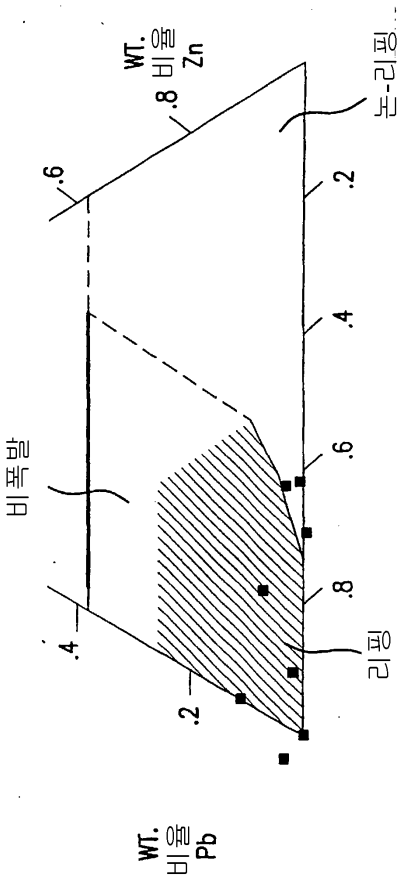


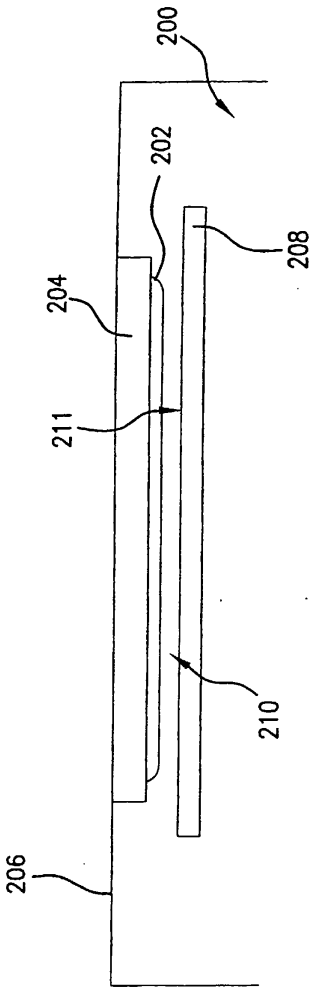
FIG.21b

도면22

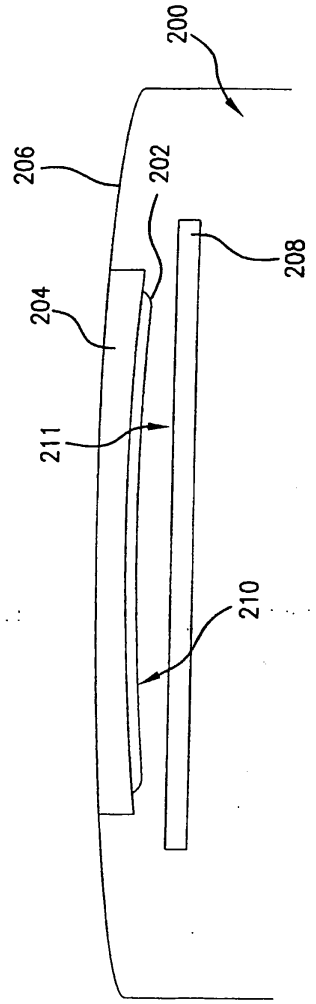


합금 명칭
C10200
C26000
C31400
C35300
C36000
C36500
C38500
C84800
C93700

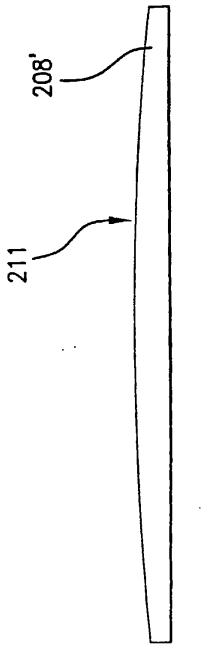
도면23a



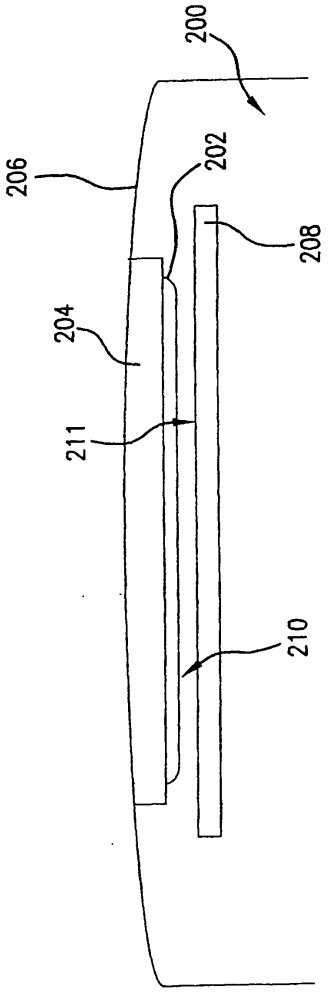
도면23b



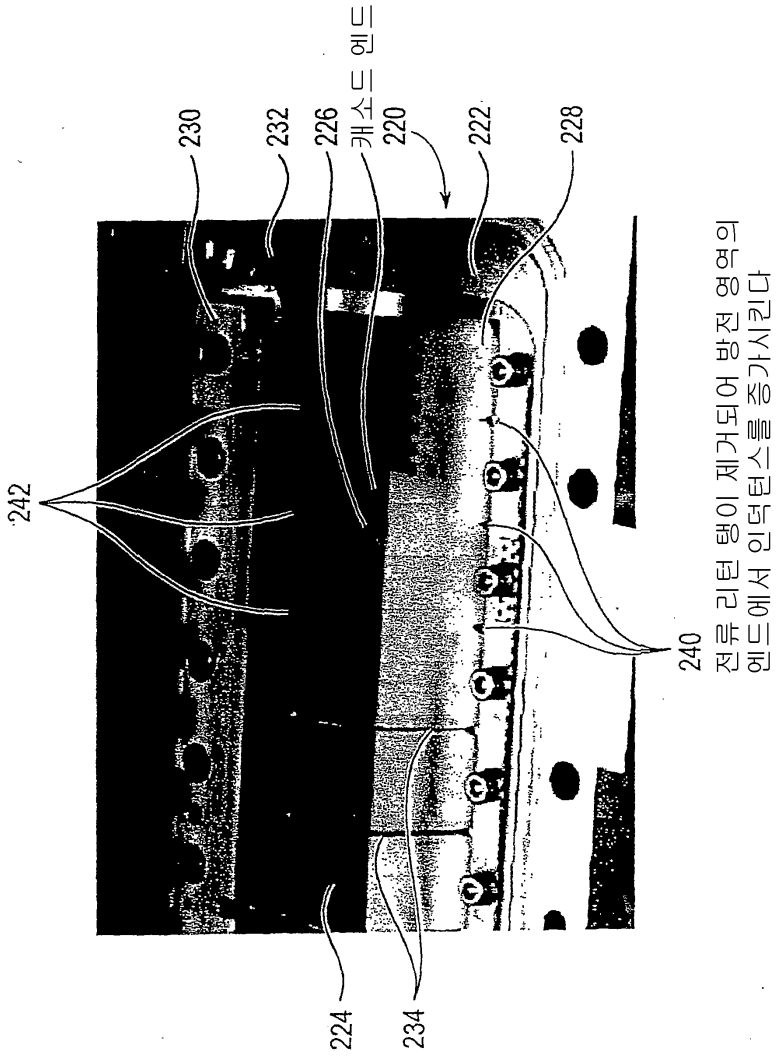
도면23c



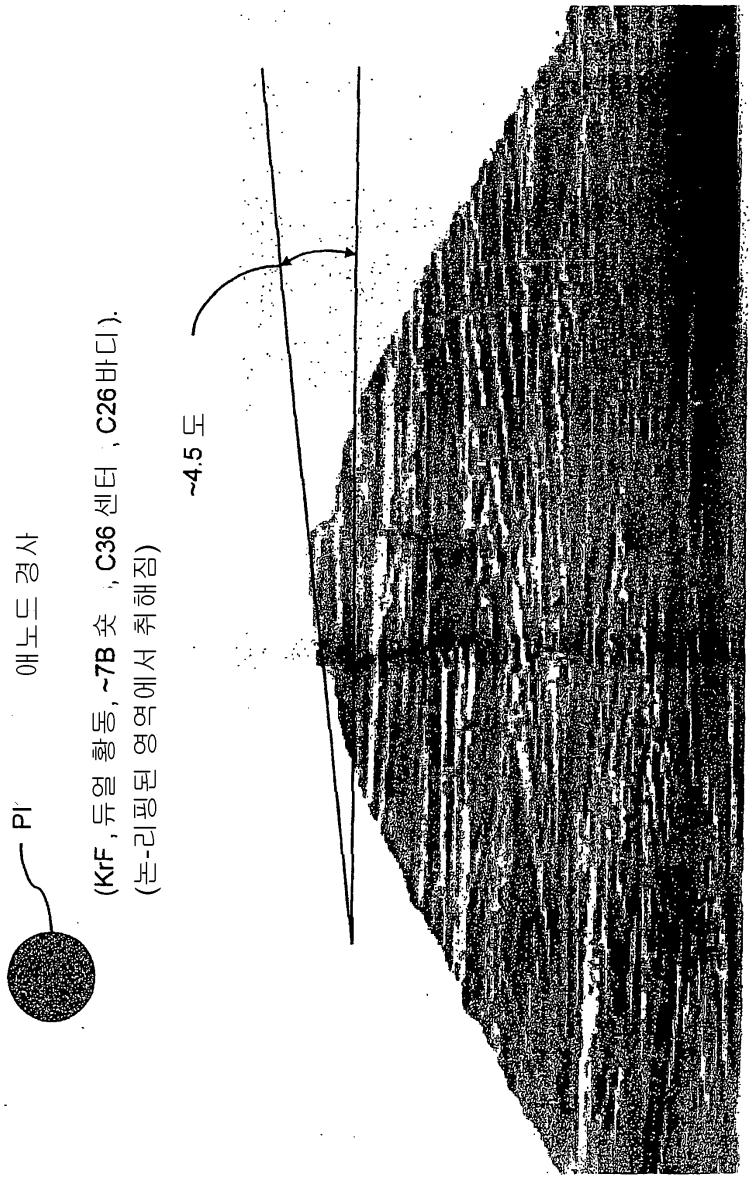
도면23d



도면24


230
232
226
캐소드 엔드
220
222
228
242
240
224
234
전류 리턴 탭이 제거되어 방전 영역의
엔드에서 인덕턴스를 증가시킨다

도면25a



도면25b

