



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월18일

(11) 등록번호 10-1430516

(24) 등록일자 2014년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01S 3/097 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7022448

(22) 출원일자(국제) 2008년03월25일

심사청구일자 2013년03월13일

(85) 번역문제출일자 2009년10월27일

(65) 공개번호 10-2009-0129492

(43) 공개일자 2009년12월16일

(86) 국제출원번호 PCT/US2008/003890

(87) 국제공개번호 WO 2008/130474

국제공개일자 2008년10월30일

(30) 우선권주장

11/787,463 2007년04월16일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

US4217560 A

US5077749 A

US4573496 A

US3631319 A

전체 청구항 수 : 총 21 항

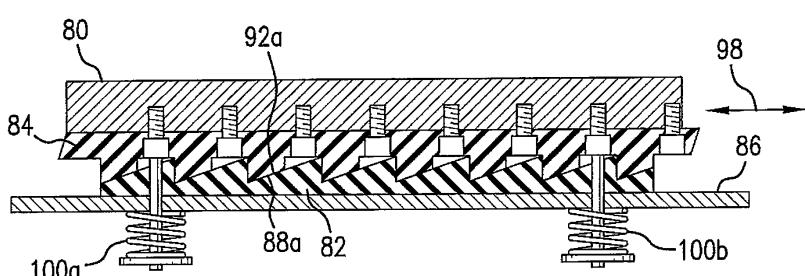
심사관 : 조성찬

(54) 발명의 명칭 가스 방전 레이저용 연장가능한 전극

### (57) 요 약

하나 또는 2개 전극 모두가 부식으로 인해 크기가 변화되기 쉬운 횡단 방전 가스 레이저 챔버에서의 방전 전극 중 하나 또는 2개 모두를 연장하는 시스템 및 방법이 본문에 개시된다. 전극 연장은 챔버의 수명을 증가시키고, 챔버의 수명동안 레이저 성능을 증가시키거나, 그 둘 모두를 위해 수행될 수 있다. 동작가능하게, 전극간 공간 간격은 전극들 사이의 특정한 타겟 갭 거리를 유지하거나, 또는 대역폭, 펄스-투-펄스 에너지 안정성, 빔 크기등과 같은 레이저 출력 범위의 특정한 파라미터를 최적화하기 위해 조정될 수 있다.

**대 표 도** - 도4E



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리로서,

제1 연장된 방전 표면을 가진 제1 연장된 전극;

상기 제1 연장된 방전 표면과 마주보도록 배열된 제2 연장된 방전 표면을 가진 제2 연장된 전극; 및

상기 제1 연장된 전극 및 상기 제2 연장된 전극 중 적어도 하나와 인터페이싱하는(interfaced) 방전 캡 조절기;를 포함하고,

상기 제2 연장된 방전 표면은 상기 제1 연장된 방전 표면으로부터 방전 캡 만큼 이격되고,

상기 제1 연장된 방전 표면 및 상기 제2 연장된 방전 표면은 종축 방향으로 평행하게 정렬되고,

상기 방전 캡 조절기는 상기 방전 캡을 조절하도록 구성된 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 방전 캡 조절기는:

제1 경사면을 가진 제1 연장된 부재;

제2 경사면을 가진 제2 연장된 부재; 및

상기 제1 연장된 부재 및 상기 제2 연장된 부재 중 적어도 하나에 연결된 액추에이터;를 포함하고,

상기 제1 경사면은 상기 제1 연장된 부재를 따라 종축 방향으로 기울어져 있고,

상기 제2 경사면은 상기 제2 연장된 부재를 따라 종축 방향으로 기울어져 있고, 상기 제2 경사면은 상기 제1 경사면과 상보적 관계이고, 상기 제1 경사면은 상기 제2 경사면과 종축 방향으로 정렬되고 미끄러짐 가능하게 접촉하고,

상기 액추에이터는 상기 제2 연장된 부재에 대하여 종축 방향으로 상기 제1 연장된 부재를 이동시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 방전 캡 조절기는 상기 제1 경사면과 상기 제2 경사면 사이에 사전결정된 접촉 압력을 유지하기 위한 장력 메커니즘을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

### 청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 액추에이터는 압전 액추에이터, 전왜 액추에이터(electrostrictive actuator), 자왜 액추에이터(magnetostrictive actuator), 스텐페 모터, 서보 모터, 보이스 코일 액추에이터, 선형 모터 및 이들 조합으로 구성된 액추에이터의 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동 가능한 전극 어셈블리.

### 청구항 5

제 2 항에 있어서, 상기 액추에이터에 연결되고 제어 신호를 발생시킬 수 있는 컨트롤러를 더 포함하고, 상기 액추에이터는 상기 제1 연장된 전극에 대하여 상기 제2 연장된 전극을 이동시키는 것을 포함하여 상기 방전 캡을 조절하기 위해 상기 제어 신호에 응답하는 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

### 청구항 6

제 2 항에 있어서, 상기 제1 경사면은 제1 복수의 경사진 스텝을 포함하고, 상기 제2 경사면은 상기 제1 복수의

경사진 스텝과 상보적 관계이고 서로 맞물리는 제2 복수의 경사진 스텝을 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

#### 청구항 7

제 2 항에 있어서, 상기 제1 연장된 전극, 상기 제2 연장된 전극, 및 상기 방전 캡 조절기는 방전 챔버 내에 포함되고, 상기 액추에이터는 상기 방전 챔버 외부에 있는 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 방전 챔버에 부착된 전극 지지 바를 더 포함하고, 상기 제2 연장된 전극은 상기 지지 바에 대하여 이동가능하고, 상기 방전 캡 조절기는 상기 제2 연장된 전극에서 상기 지지 바까지 열전도 경로를 제공하는 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

#### 청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 액추에이터는 연동장치에 의해 상기 방전 캡 조절기에 연결되고, 상기 연동장치는 상기 방전 챔버의 벽 내의 개구를 관통하는 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 제2 연장된 전극에 연결된 도전성 부재, 및 상기 제2 연장된 전극에 연결되고 상기 제2 연장된 전극을 지지하는 지지 바를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 도전성 부재는 하나 이상의 주름(convolution)을 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

#### 청구항 12

제 10 항에 있어서, 상기 도전성 부재는 가요성인 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

#### 청구항 13

제 10 항에 있어서, 상기 도전성 부재는 상기 방전 캡에서 발생된 전자기장으로부터 상기 방전 캡 조절기를 보호하는 차폐(shield)를 형성하는 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

#### 청구항 14

제 1 항에 있어서, 상기 방전 캡 조절기는:

제1 경사면을 가진 제1 연장된 부재;

제2 경사면을 가진 제2 연장된 부재; 및

상기 제1 연장된 부재 및 상기 제2 연장된 부재 중 적어도 하나에 연결된 액추에이터;를 포함하고,

상기 제1 경사면은 상기 제1 연장된 부재에 걸쳐 가로 방향으로 기울어져 있고,

상기 제2 경사면은 상기 제2 연장된 부재에 걸쳐 가로 방향으로 기울어져 있고, 상기 제2 경사면은 상기 제1 경사면과 상보적 관계이고, 상기 제1 경사면은 상기 제2 경사면과 종축 방향으로 정렬되고 미끄러짐가능하게 접촉하고,

상기 액추에이터는 상기 제2 연장된 부재에 대하여 가로 방향으로 상기 제1 연장된 부재를 이동시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 레이저 시스템에 사용하기 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

**청구항 15**

방전 캡을 조절하는 방법으로서,

제2 연장된 부재에 대하여 제1 연장된 부재를 종축 방향으로 이동시키는 단계를 포함하고,

상기 제1 연장된 부재는 제1 경사면을 가지고, 상기 제1 경사면은 상기 제1 연장된 부재를 따라 종축 방향으로 기울어져 있고,

상기 제2 연장된 부재는 제2 경사면을 가지고, 상기 제2 경사면은 상기 제1 연장된 부재를 따라 종축 방향으로 기울어져 있고,

상기 제2 경사면은 상기 제1 경사면과 상보적 관계이고,

상기 제1 연장된 부재에 제2 연장된 방전 표면을 가진 제2 연장된 전극이 연결되고, 제1 연장된 방전 표면을 가진 제1 연장된 전극은 상기 제2 연장된 방전 표면과 마주하고 있고,

상기 제2 연장된 방전 표면은 상기 제1 연장된 방전 표면으로부터 방전 캡만큼 떨어져 있고,

상기 제1 연장된 방전 표면 및 상기 제2 연장된 방전 표면은 종축 방향으로 정렬되고 평행한 것을 특징으로 하는 방전 캡을 조절하는 방법.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서, 상기 제1 경사면은 상기 제2 경사면과 종축 방향으로 정렬되고 미끄러짐가능하게 인터페이싱하는(interfaced) 것을 특징으로 하는 방전 캡을 조절하는 방법.

**청구항 17**

제 15 항에 있어서, 상기 제1 연장된 부재를 종축 방향으로 이동시키는 단계는 상기 제1 연장된 부재 또는 상기 제2 연장된 부재 중 적어도 하나에 연결된 액추에이터를 가동시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방전 캡을 조절하는 방법.

**청구항 18**

제 17 항에 있어서, 상기 액추에이터는 방전 캡버 외부에 있고, 상기 방전 캡버는 상기 제1 연장된 전극, 상기 제2 연장된 전극, 및 상기 방전 캡을 포함하는 것을 특징으로 하는 방전 캡을 조절하는 방법.

**청구항 19**

레이저 시스템의 하우징으로의 통합을 위한 이동가능한 전극 어셈블리로서,

제1 연장된 방전 표면을 가진 제1 연장된 전극;

상기 제1 연장된 방전 표면 및 제2 연장된 방전 표면이 바람직한 방전 캡을 형성하는 이격 간격 설정으로 서로 마주하도록 하는, 제2 연장된 방전 표면을 가진 제2 연장된 전극; 및

상기 바람직한 방전 캡으로 이격 간격 설정을 이동가능하게 조절하는 메커니즘;을 포함하고,

상기 제1 연장된 방전 표면 및 상기 제2 연장된 방전 표면은 종축 방향으로 정렬되고 평행한 것을 특징으로 하는 레이저 시스템의 하우징으로의 통합을 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

**청구항 20**

제 19 항에 있어서, 상기 메커니즘은 컨트롤러에 연결되고, 상기 컨트롤러는 상기 바람직한 방전 캡으로 상기 제1 및 제2 연장된 전극의 방전 표면을 위치조절하기 위해 상기 제1 및 제2 연장된 전극의 이격 간격 설정을 스캔하고, 상기 제1 또는 제2 연장된 전극 중 하나 또는 모두를 이동시키도록 조절기를 트리거(trigger)하도록 구성된 것을 특징으로 하는 레이저 시스템의 하우징으로의 통합을 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

**청구항 21**

제 20 항에 있어서, 상기 조절기는:

경사면을 가진 제1 부재;

경사면을 가진 제2 부재; 및

상기 제1 및 제2 부재 각각의 상대적인 미끄러짐을 제공하기 위해 상기 제1 또는 제2 부재 중 하나에 연결된 액추에이터;를 포함하고,

상기 제1 부재 및 상기 제2 부재의 경사면은 서로 미끄러짐 가능하게 인터페이싱하도록(interface) 형성되고, 상기 제1 및 제2 부재는 상기 제1 연장된 전극 또는 제2 연장된 전극 중 하나에 연결되고,

상기 상대적인 미끄러짐은 상기 바람직한 방전 캡을 향해 또는 바람직한 방전 캡 부근으로 상기 이격 공간 설정을 조절하는 것을 특징으로 하는 레이저 시스템의 하우징으로의 통합을 위한 이동가능한 전극 어셈블리.

## 명세서

### 기술 분야

[0001]

본 발명은 일반적으로 가스 방전 레이저 시스템에 관한 것이다. 본 발명은 특히, 그러나 배타적인 것은 아니게, 횡단 방전 가스 레이저용 연장가능한 전극 시스템으로서 사용가능하다.

### 배경기술

[0002]

고압 횡단 방전 레이저에서의 전극 부식은 대개 그의 동작 수명을 제한하는 메커니즘이다. 전극 중 하나 또는 2개 모두가 부식되는 것은 일반적으로 고속 이온 및 전류 방전으로부터의 전자의 조합된 공격에 의한 것이다. 전극이 마모될 때, 전극간 공간 간격은 레이저의 동작 특성이 레이저 동작을 중단해야 할 정도로 매우 심하게 영향을 받은 지점까지 증가한다. 이득 제너레이터는 그런다음 정확한 전극 간격을 재구축하기 위해 새로운 전극으로 간신히 개선되어야 한다.

[0003]

레이저의 수명을 증가시키기 위한 시도에서, 1991년 6월 10일 출원된 "펌핑된 방전 레이저"라는 명칭의 일본 특허 출원 JP06-029592는 "전극의 방전 부분의 소모에 따라 전극 사이의 간격을 조정하고 방전 전극의 쌍 중 적어도 하나를 다른 전극을 향해 이동시키는 수단을 제공함으로써 방전 폭을 일정하게 항상 유지하는" 안을 개시한다. 그러나, 출원인의 지식에 따르면, 이러한 상대적으로 극단적으로 단순화된 시스템은 아직 상용화에 성공한 적이 없다.

[0004]

1991년 일본 특허 출원 JP06-029592가 출원된 이래, 가스 방전 레이저는 실질적으로 발전되어왔다. 현대 횡단 방전 레이저는 현재, 몇 가지 예를 들자면, 대역폭 및 펄스-투-펄스 에너지 안정성과 같은 빔 특성에 대한 상대적으로 까다로운 규격으로 상대적으로 고 파워 출력(상대적으로 높은 펄스 에너지와 높은 펄스 반복율 모두를 가진)을 산출하도록 설계되었다. 이러한 성능을 달성하기 위해, 현대 횡단 방전 레이저는 일반적으로 복잡하고, 고 기계가공된 방전 챔버를 포함한다. 예를 들면, 전기 드라이브 회로에 의해 생성된 초 고 피크 전류를 전극으로 통전하기 위한, 상대적으로 저 임피던스, 저 인더티스 전류 경로의 기하학적 배치가 일반적으로 챔버에 설치된다. 또한, 챔버는 예를 들면 컴포넌트의 과열, 특히 전극의 과열을 방지하기 위해 적절한 열 전달 경로를 제공할 필요성이 있다. 열 전달 경로에 추가하여, 챔버는 가스 흐름의 요동을 감소시키고 신선한 대량의 레이저 가스가 다음 방전을 시작하기 전에 전극 사이에 배치되는 것을 보장하도록 적절한 가스 흐름 경로를 제공할 필요가 있다. 상술한 기계가공 제약과 함께, 챔버는 방전 영역에 도달할 수 있고 대역폭, 다이버전스 등과 같이 출력 레이저 빔의 특성에 부정적으로 영향을 줄 수 있는 반사된 음향파의 영향을 방지 또는 최소화하는 적절한 컴포넌트의 기하학적 배치를 제공할 필요가 있다.

[0005]

상술한 것들을 고려하여, 출원인은 가스 방전 레이저용 연장가능한 전극 시스템을 개시한다.

### 발명의 상세한 설명

[0006]

전극들이 부식에 의해 크기가 변화되기 쉬운 횡단 방전 레이저 챔버에서의 방전 전극 중 하나 또는 2개 모두를 연장하기 위한 시스템 및 방법이 본문에 개시된다. 전극의 연장은 챔버 수명을 증가시키고, 챔버의 수명동안 레이저 성능을 증가시키거나, 또는 그 둘다를 개선하기 위해 수행될 수 있다. 조작상, 전극간 공간 간격은 전극 사이의 특정한 타겟 갭 거리를 유지하거나 또는 대역폭, 펄스-투-펄스 에너지 안정성, 빔 크기 등과 같은 레이저 출력 빔의 특정한 파라미터를 최적화하기 위해 조정될 수 있다.

[0007]

본문에 개시된 바와 같이, 전극간 공간 간격은 다양한 방식으로 구현될 수 있다. 하나의 실시예에서, 전극간

공간 간격은 시각적으로 관찰되며, 이러한 관찰은 전극 중 하나 또는 2개 모두를 이동시키기 위해 사용될 수 있다. 예를 들면, 기술자는 키패드나 그래픽 유저 인터페이스를 통해 레이저 시스템 컨트롤러에게 액추에이터에 신호를 보내도록 수동으로 지시를 하고, 그런 다음 원하는 전극간 공간 간격 조정을 만들어낸다.

[0008] 또 다른 구현에서, 전극간 공간 간격은 피드백 루프를 이용하여 조정될 수 있다. 예를 들면, 디바이스 파라미터를 모니터링하고 파라미터를 지시하는 제어 신호를 생성하기 위한 컨트롤러가 제공된다. 컨트롤러를 사용하여, 액추에이터가 전극 중 하나 또는 2개 모두와 동작가능하게 결합되고, 상기 액추에이터는 상기 전극 중 하나 또는 2개 모두를 이동시켜 전극간 공간 간격을 조정하기 위한 제어 신호에 반응한다. 이러한 구현에 대해, 온보드 측정 장비 또는 하기에 기술된 바와 같은 기타 레이저 컴포넌트에 의해 파라미터가 컨트롤러로 제공된다. 파라미터는 파장, 대역폭, 펄스-투-펄스 에너지 안정성, 빔 크기, 축적된 펄스 카운트, 평균 이력 듀티 사이클, 방전 전압과 펄스 에너지 사이의 측정된 관계식, 또는 그의 조합을 포함하지만, 그에 한정되는 것은 아니다.

[0009] 특정한 구현에서, 컨트롤러는 미리 정해진 공간 간격 범위 전체에 대해 전극간 공간 간격을 스캐닝하도록 프로그래밍될 수 있다. 이러한 스캐닝동안, 측정 장비 또는 기타 레이저 컴포넌트는 컨트롤러가 파라미터와 전극간 공간 간격 사이의 관계를 판정할 수 있도록 하는 하나 이상의 파라미터 입력값을 컨트롤러로 제공한다. 이러한 관계로부터, 컨트롤러는 최적의 전극간 공간 간격을 추론하고 그런 다음 그에 따라 전극간 공간 간격을 조정한다.

[0010] 액추에이터 구동 전극 이동을 산출하기 위해 전극에 결합될 수 있는 다수의 메커니즘이 본문에 개시된다. 하나의 메커니즘에서, 톱니형 만곡부 구조를 가진 제 1 연장된 강체 부재와 상보성(complimentary) 톱니 만곡부 구조를 가진 제 2 연장된 강체 부재가 제공된다. 상기 만곡부 구조들은 종축 방향으로 정렬되어 서로 접촉하도록 배치된다. 제 1 강체 부재는 전극에 부착되고 제 2 강체 부재는 액추에이터에 부착되어, 액추에이터의 움직임이 부재의 연장 방향으로 제 2 강체 부재에 전환하도록 한다. 이러한 구조적 배치로, 제 2 강체 부재의 종축 방향의 움직임은 부재의 연장 방향에 대해 직교하는 방향으로 제 1 강체 부재(그리고 부착된 전극)가 움직이도록 한다. 캠으로 동작하는 메커니즘과 나사로 동작하는 메커니즘을 포함하는 다른 전극 움직임의 메커니즘이 하기에 보다 상세히 개시된다.

[0011] 상술한 하나 이상의 전극 이동 메커니즘과 함께 사용하기 위해, 도전성의 가요성 부재가 전극의 방전 동안 생성된 펄드로부터 움직이는 부분 및/또는 메커니즘의 접촉면을 전기적으로 차폐하기 위해 제공될 수 있다. 예를 들면, 가요성 부재는 전극들 중 하나에 그들 사이의 움직임을 위해 부착되는 제 1 가요성 부재 에지로부터 하우징에 대해 고정되어 유지되는 제 2 가요성 부재 에지로 뻗어있다. 일부 경우에, 가요성 부재가 가요성을 부재에 전달하기 위해 전극 연장의 방향에 평행하게 정렬된 하나 이상의 주름으로 형성될 수 있다. 하나의 실시예에서, 가요성 부재의 제2 에지는 이동가능한 전극으로부터 펄스 전력 공급기로의 저 임피던스 경로를 제공하는 복수의 소위 "전류 타인(current tine)"에 전기적으로 연결될 수 있다.

## 실시 예

[0021] 도 1을 참조하면, 횡단 방전 가스 레이저 디바이스의 일부의 간략화된 부분조립도가 도시되고, 이는 전체적으로 20으로 표시된다. 예를 들면, 디바이스(20)는 KrF 액시머 레이저, XeF 액시머 레이저, XeCl 액시머 레이저, ArF 액시머 레이저, 분자 플루오르 레이저 또는 관련 분야에서 공지된 기타 유형의 횡단 방전 가스 레이저가 될 수 있다. 도시된 바와 같이, 디바이스(20)는 예를 들면 니켈-도금 알루미늄과 같은, 도전성의 내부식성 물질로 이루어진 챔버 벽으로 형성된 2개 부분의 챔버 하우징(22a, 22b)을 포함한다. 도 1에 더 도시된 바와 같이, 윈도우 어셈블리(24a, 24b)는 공통의 빔 경로를 따라 빛이 챔버 하우징(22a, 22b)으로 출입 및 통과할 수 있도록 챔버 하우징(22a, 22b)의 각 끝단에 설치된다. 이러한 구조로, 속이 빈 챔버 하우징(22a, 22b)과 윈도우 어셈블리(24a, 24b)는 매질 내에서 방전을 일으키기에 적합한 다른 컴포넌트와 함께 압력하에서 레이징가능한 가스 매질을 유지하는 체적을 둘러쌀 수 있다. 이러한 기타 컴포넌트로는 예를 들면, 방전 전극의 쌍(도 1에 도시되지 않음), 가스를 순환시키기 위한 팬(도 1에 도시되지 않음), 가스를 냉각시키기 위한 열 교환기(도 1에 도시되지 않음), 등을 포함한다. 챔버 하우징(22a, 22b)은 또한 가스가 챔버로 출/입되도록 허용하고, 컨덕터(26)로 하여금 여기 전압을 전극에 전달할 수 있도록 허용하는 등을 위해 다수의 기밀된 주입/배출부(도 1에 도시되지 않음)를 가지고 형성될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0022] 챔버에 추가하여, 도 1은 디바이스(20)가 또한 광학 캐비티를 형성하도록 조합하여 배치된 빔 리버서(28) 및 아웃커플러(30)를 포함한다. 디바이스(20)에 대해, 빔 리버서(28)는 평평한 완전 반사 거울과 같이 간단할 수도 있고, 또는 격자 기반 라인-협대화 장치와 같이 복잡할 수도 있다. 이동가능한 전극을 사용하는 것은 상술한 안정적인 정상과 캐비티에 한정되는 것이 아님을 이해해야한다. 대신에, 하나 이상의 이동가능한 전극을 구비

하는 횡단 방전 가스 레이저 챔버는 원패스 증폭기, 멀티-패스 증폭기, 링 증폭기, 불안정한 캐비티 등의 횡파 증폭기와 같은 기타 광학 배치내 채용될 수 있다.

[0023] 도 1을 계속해서 참조하면, 디바이스(20)는 또한 전극 펄스를 컨덕터(26)를 통해 챔버 하우징(22a, 22b) 내에 배치된 전극으로 전달하는 펄스 파워 시스템(32)을 포함한다. 하기의 설명이 펄싱된 레이저 디바이스를 참조하여 제공될지라도, 본문에 개시된 개념의 일부 또는 그 전부는 부식 또는 기타 현상에 기인한 크기 변화를 경험하는 전극을 가지는 연속한 방전 가스 레이저 디바이스에 동일하게 적용가능하다는 것이 이해될 것이다. 도 1은 디바이스(20)의 동작동안 아웃커플러(30)를 통해 광학 캐비티를 벗어나는 레이저 빔(34)이 생성된다는 것을 더 도시한다.

[0024] 도 2는 멀티-스테이지 가스 방전 레이저 디바이스를 도시하고, 멀티-스테이지 디바이스의 하나, 2개 또는 모든 레이저 디바이스 챔버에서 내부-전극 공간 간격이 독립적으로(일부 경우 종속적으로) 조정될 수 있다는 것을 도시하기 위해 전체적으로 20'로 지정된다. 예를 들면, 제 1 스테이지는 파워 오실레이터(PO) 또는 마스터 오실레이터(MO) 중 어느 하나이다. 일반적으로 오실레이터는 최초 발진 캐비티에서 총 레이저 출력 파워의 약 1/3 이상이 산출되면 MO라고 하고, 총 출력 파워의 1/3 이하가 최초 발진 캐비티에서 산출되면 PO라고 한다. 예를 들면, 후속하는 스테이지(들)는 원-패스 파워 증폭기, 멀티-패스 파워 증폭기, 파워 오실레이터 또는 링 증폭기와 같은 횡파 증폭기가 될 수 있다. 멀티-스테이지 디바이스는 설정에 따라 도 2에 도시된 컴포넌트의 일부 또는 모두를 포함할 수 있다. 도 2에 도시된 컴포넌트는 빔 리버스(28'), 제 1 스테이지 챔버(50), 제 1 스테이지 아웃커플러(30'), 터닝 광학기기(52a, 52b), 인커플러(54), 제 2 스테이지 챔버(56), 및 제 2 스테이지 아웃커플러(58)를 포함한다.

#### 전극간 공간 간격 조정

[0025] 도 3A-D는 부식에 연관된 전극의 크기 변화가 전극간 공간 간격에 어떻게 영향을 줄 수 있는지 그리고 다른 전극에 대한 하나의 전극의 이동이 어떻게 보다 바람직한 전극간 공간 간격을 재구축할 수 있는지를 도시한다. 보다 상세히, 도 3A는 최초 전극간 공간 간격(64)을 구축하기 위해 전극(60)이 전극(62)으로부터 공간을 두고 이격되어 배치되는 최초 전극 위치(부식 이전에)들을 도시한다. 도 3B는 유의미한 전극 부식이 발생되어 전극간 공간 간격(66)(최초 전극간 공간 간격(64)이 참조를 위해 도시됨에 유의하라)을 산출한 후의 전극(60, 62)을 도시한다. 도 3C는 유의미한 전극 부식이 발생한 후(도 3B) 및 전극(62)이 화살표(68) 방향으로 이동되어 최초 전극간 공간 간격(64)에 근접한 전극간 공간 간격을 산출한 후의 전극(60, 62)을 도시한다. 도 3D는 전극(62)이 그의 방전 표면이 전극(60)의 부식을 조정하기 위해 최초 전극 캡(점선으로 도시됨)으로 빠져나온 위치로 이동될 수 있다.

[0026] 도 3A-D는 비대칭 전극 부식의 경우를 예시한다. 특히, 전극(62)이 전극(60)보다 약 10배 부식되었다는 것은 도 3B로부터 명확하다. 이러한 경우, 전극(62)의 이동은 원하는 전극간 공간 간격 보정을 제공하기에 그 자체로 충분할 수 있다(전극(60)의 이동은 필요없다). 이러한 유형의 비대칭 전극의 마모는 일반적으로 애노드(하우징에 전기적으로 연결된 전극)가 캐소드 보다 더 큰 속도로 부식하는 일부 고-파워, 고 반복률, 엑시머 레이저와 같은 특정한 유형의 횡단 방전 가스 레이저에서 일반적이다. 도 3A-D가 비대칭 전극 부식을 도시하였지만, 전극 중 하나 또는 2개 모두가 대칭적인 전극 마모를 경험하는 디바이스에 대한 전극간 공간 간격 보정을 제공하기 위해 이동될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 2개 전극 모두가 이동가능한 시스템에 대해, 전극은 원하는 전극간 공간 간격을 설정하기 위해 이동되거나 및/또는 시스템에서의 기타 광학기기 및 어퍼처에 대한 방전 영역을 이동시키는 데에 사용될 수 있다. 따라서, 전극 이동 시스템은 하나 이상의 시스템 어퍼처/광학기기에 대한 빔 풋프린트를 조정하기 위한 정렬 도구로서 사용될 수 있다.

#### 전극간 공간 간격 제어

[0027] 도 1에 도시된 디바이스(20)에 대해, 전극간 공간 간격의 제어는 다수의 상이한 방식으로 실시될 수 있다. 아마도 가장 간단한 구현에서, 전극간 공간 간격은 예를 들면 원도우(24a, 24b) 중 하나를 통해 시각적으로 관측되고, 전극의 하나 또는 2개 모두를 이동시키기 위해 상기 관측이 이용된다. 예를 들면, 기술자는 키패드 또는 그래픽 사용자 인터페이스(또는 종래 기술에 공지된 기타 컨트롤러 입력 디바이스)를 통해 레이저 시스템 컨트롤러(70)가 액추에이터(72)에 신호를 보내도록 지시하여, 원하는 전극간 공간 간격 조정을 산출하도록 메커니즘(하기 설명을 참조)을 구동시키기 위해 상기 관측을 이용할 수 있다. 이러한 목적을 위해, 연동장치(74)는 챔

버 하우징(22a, 22b)의 벽을 통과하고, 가요성 벨로우즈(76)(또는 관련분야에서 공지된 기타 적절한 배치)는 레이저 가스가 챔버 하우징(22a, 22b)으로부터 빠져나가는 것을 방지하기 위해 제공될 수 있다. 컨트롤러(70)의 일부분(메모리 프로세서, 등) 또는 전부가 방전 전압, 타이밍, 셔틀 활성화 등과 같은 기타 레이저 기능을 제어하는 메인 레이저 시스템 컨트롤러와 통합(예를 들면 공유)하거나 또는 분리될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0030] 또 다른 구현에서, 전극간 공간 간격은 모니터링된 디바이스 파라미터에 기초하여 조정된다. 예를 들면, 디바이스(20)는 축적된 펄스 카운트, 평균 이력 뉴터 사이클, 파장, 가스 압력, 동작 전압, 대역폭, 펄스-투-펄스 에너지 안정성(때때로 시그마라고도 함), 빔 크기, 또는 방전 전압과 펄스 에너지 사이의 측정된 관계와 같은 하나 이상의 디바이스 파라미터를 모니터링한다. 디바이스 파라미터(들)는 전극 부식의 정도(펄스 카운트, 평균 이력 뉴터 사이클, 등)를 예측하기 위해 선택되고 및/또는 원하는 특성(대역폭, 펄스-투-펄스 에너지 안정성 등)을 구비하는 출력 빔을 산출하기 위해 레이저 디바이스를 튜닝하도록 선택된다.

[0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 이러한 디바이스 파라미터들 중 하나 이상이 측정 기기(78)를 이용하여 출력 레이저 빔(34)의 특성을 측정함으로써 모니터링될 수 있다. 그런 다음, 디바이스 파라미터를 지시하는 제어 신호가 기기(78)로부터 출력되어 컨트롤러(70)로 전송되어, 신호를 액추에이터(72)로 제공한다. 축적된 펄스 카운트, 평균 이력 뉴터 사이클 등과 같은 일부 디바이스 파라미터가 측정기기를 사용하지 않고서 컨트롤러(70)에 제공되거나 컨트롤러(70)내에서 생성된다. 따라서, 본문에서 구상된 적어도 일부의 구현에서, 측정 기기(78)는 필요 없다. 즉, 하나 이상의 파라미터(즉, 복수의 파라미터)가 적절한 전극간 공간 간격 조정을 판정하는 알고리즘을 처리하기 위해 컨트롤러로 통신되거나, 또는 컨트롤러내에서 전개된다.

[0032] 특정한 구현에서, 컨트롤러는 미리 정해진 공간 간격 범위에 대해 전극간 공간 간격을 스캐닝하도록 프로그래밍된다. 따라서, 전극간 공간 간격은 레이저가 동작하고 레이저 펄스를 출력하는 동안 연속적으로 또는 충분하여 조정될 수 있다. 상기 스캔동안, 측정 기기 또는 기타 레이저 컴포넌트가 컨트롤러로 하여금 상기 파라미터(들)와 전극간 공간 간격 사이의 관계를 판정하도록 하는 컨트롤러로 하나 이상의 파라미터 입력을 제공한다. 상기 관계로부터, 컨트롤러는 최적의 전극간 공간간격을 추론하고 그런 다음 그에 따라 전극간 공간 간격을 조정한다.

### 전극간 공간 간격 메커니즘

[0034] 도 4A-E는 액추에이터 구동 전극 이동을 산출하기 위해 전극(80)에 결합된 제 1 메커니즘의 컴포넌트들을 도시한다. 메커니즘에 대해, 도 4A(완전히 오목한 위치에 있는 전극(80)을 도시)와 도 4B((완전히 연장된 위치에 있는 전극(80)을 도시)에 도시된 바와 같이, 톱니 만곡부 구조를 가진 제 1 연장된 강체 부재(82)와 상보성 톱니 만곡부 구조를 가진 제 2 연장된 강체 부재(84)는 전극 지지바(86)에 형성된 채널 내에 배치된다. 상기 디바이스에 대해, 전극 지지바(86)는 일반적으로 전극과 유사하게 기다랗고, 하우징(22a, 22b) 벽에 그의 끝단에서 고정된다(도 1 참조).

[0035] 연장된 강체 부재(82, 84)의 사시도가 도 4C 및 4D에 각각 도시된다. 도시된 바와 같이, 연장된 강체 부재(82)는 복수의 경사진 평행한 표면(그의 표면(88a-c)은 라벨링됨) 및 대향하는 평행한 표면(90)으로 형성된다. 다소 유사하게, 기다란 강체 부재(84)는 복수의 상보성 경사진 평행한 표면(그의 표면(92a-c)은 라벨링됨)과 전극(80)이 부착되는 돌출된 평행한 부분(96)을 포함하는 대향하는 평행한 표면(94)으로 형성된다(도 4A 및 4E 참조). 도 4C는 30cm 전극에 대해 약 20 개의 경사진 표면을 가진 강체 부재(82)를 도시하더라도, 20 개 이상 및 더 적은 경사진 표면이 사용될 수 있음이 이해될 것이다.

[0036] 메커니즘에 대해, 도 4E 및 4F에서 최상으로 도시된 바와 같이, 강체 부재(82, 84)는 축방향으로 정렬되고(즉, 각각 화살표(98)에 의해 도시된 전극의 연장 방향에 대해 평행하게 정렬됨) 서로 접촉하여 배치된다. 특히, 강체 부재(82)의 각각의 경사진 표면(88a-c)은 강체 부재(84)의 대응하는 경사진 표면(92a-c)과 미끄러져 접촉하도록 배치된다. 도 4E에 더 도시된 바와 같이, 스프링 어셈블리(100a, 100b)는 강체 부재(82)의 경사진 표면(88a-c)과 강체 부재(84)의 경사진 표면(92a-c) 사이의 미리 선택된 접촉 압력을 유지관리하기 위해 채용될 수 있다.

[0037] 도 4E 및 4F는 전극 지지바(86)에 대해 연장된 부재(82)의 이동에 반응하는 전극(80)의 이동을 도시하는 것으로서, 도 4E는 완전히 오목한 위치에서의 전극(80)을 도시하고, 도 4F는 연장된 위치에서의 전극(80)을 도시한다. 도 4E와 4F를 비교하면, 화살표(102) 방향으로의 전극 지지바(86)에 대한 연장된 강체 부재(82)의 이동은 화살표(104) 방향으로의 전극(80)과 연장된 강체 부재(84)의 이동을 가져온다는 것을 볼 수 있을 것이다.

유사하게, 화살표(102) 방향으로의 전극 지지바(86)에 대한 연장된 강체 부재(82)의 이동은 스프링 어셈블리가 경사진 표면(88a-c, 92a-c) 사이의 접촉을 유지하면서, 화살표(104) 방향으로의 전극(80)과 연장된 강체 부재(84)의 이동을 가져온다.

[0038] 도 4G는 액추에이터(72)와 강체 텁니구조(82) 사이의 기계적 경로를 구축하기 위해 거의 직선인 푸쉬 로드(106)와 L자형의 피봇 레버(108)를 포함하는 메커니즘 연동장치를 도시한다. 이러한 배치로, 화살표(110) 방향의 푸쉬 로드(106)의 이동이 강체 텁니 구조(82)가 화살표(102)(또한, 화살표(102)는 도 4F에 도시됨)의 방향으로 이동하도록 한다. 이는 도 4F에 도시된 바와 같이 화살표 104의 방향으로 전극(80)이 이동하도록 한다. 주: 강체 부재(82)는 지지바(86)에 형성된 유사한 크기의 채널에 배치되고, 그로써 그의 측방향으로 한정된다(도 4A 참조).

[0039] 도 4G는 액추에이터(72)가 챔버 하우징(22a)의 벽에 부착되고 푸쉬 로드(106)의 제 1 끝단(112)에 동작가능하게 부착된다는 것을 더 도시한다. 푸쉬 로드(106)는 그런다음 챔버 하우징(22a)의 벽에 있는 개구를 통해 챔버 내부에 배치된 제 2 푸쉬 로드 끝단(114)으로 뻗어있다. 가요성 벨로우즈(76)는 푸쉬로드(106)의 병진을 허용하면서, 챔버내에서 가스의 압력을 유지하도록 제공된다. 도시된 바와 같이, 제 2 푸쉬 로드 끝단(114)은 예를 들면 핀/코터 키 배치(종래 기술에 공지된 임의의 유사한 기능의 배치)를 이용하여, 피봇 포인트(116)에서 전극 지지 바(86)에 대해 자신의 중간섹션에 인접하게 피봇으로 부착된 L자형 레버(108)에 피봇으로 부착된다. 레버(108)의 끝단(118)은 도시된 바와 같이 피봇으로 강체 부재(82)에 부착된다. 푸쉬 로드가 강체 부재에 평행하게 정렬되고 그에 직접 부착되는 더 간단한 설계가 채용되지만, L자형 레버(108)의 사용은 레버 암의 상대적 길이에 따라 모션 증폭/감소를 허용한다. 필요하다면, 액추에이터는 드라이브 나사(도시되지 않음) 또는 전극간 공간 간격의 수동 조정을 허용하는 유사한 컴포넌트에 의해 대체될 수 있다. 푸쉬 로드/레버에 대한 또다른 대안은 채널 내에서 강체 부재(82)를 이동시키기 위해 도르래/케이블 시스템을 이용한다. 이러한 대안에 대해, 부재(82)는 지지바에 부착된 스프링을 이용하여 도르래로부터 이격되어 바이어싱된다.

#### 가요성 도전성 부재

[0041] 도 4A-5를 상호 참조하여 가장 잘 도시된 바와 같이, 전극간 공간 간격 메커니즘 컴포넌트의 일부 또는 전부를 전기적으로 차폐하고 및/또는 전류 리턴 타인(122a-c)에 전극(80)을 전기적으로 연결하고 및/또는 전극(80)과 강체 부재(84)가 종축 방향으로 이동하는 것(즉, 도 4E에서의 화살표 98의 방향으로의 이동)을 억제하고 및/또는 전극에서 지지바로 열이 흐르도록 하는 열 전도성 경로를 제공하기 위해 도전성 가요성 부재(120)가 제공된다. 방전에 의해 생성된 전기장이 차폐되지 않으면, 일부 애플리케이션에서, 전극 공간 간격 메커니즘의 표면을 접촉시키는 것은 아크를 발생시키고, 극단적인 경우 함께 용접된다.

[0042] 도 4A 및 5에 도시된 바와 같이, 가요성 부재(120)는 전극(80)과 강체 부재(84) 사이에서의 이동을 위해 전극(80) 및/또는 강체 부재(84)에 부착되는 제 1 가요성 부재 에지(124)를 포함한다(주: 도시된 실시예에 대해, 에지(124)가 전극(80)과 강체 부재(84) 사이에 클램핑된다). 일반적으로, 가요성 부재(120)는 가요성 부재(120)로 하여금 전극(80)으로부터 지지바(86)/전류 리턴 타인(122a-c)까지의 열 및/또는 전기의 전도를 수행하도록 하는 구리 또는 황동과 같은 도전성 금속으로 만들어진다.

[0043] 도 4A 및 5는 또한 가요성 부재(120)가 지지바(86)에 부착되는 제 2 에지(126)를 구비하고, 하우징(22a)(도 1참조)에 대해 고정되어 유지되는 것을 도시한다. 도 4A는 가요성 부재(120)의 에지(126)가 전극(80)으로부터 타인(122)으로의 전기적 경로를 구축하는 전류 리턴 타인(122)에 전기적으로 연결될 수 있다는 것을 더 도시한다. 전류 타인은 가요성 부재(120)로부터 펄스 파워 시스템(32)(도 1에 도시됨)으로의 상대적으로 낮은 임피던스 경로를 제공한다. 도시된 디바이스에 대해, 가요성 부재(120)는 상기 부재에 가요성을 부여하는 전극 연장부의 방향(즉, 도 4E에서의 화살표(98)의 방향)에 평행하게 정렬된, 예를 들면 만곡부와 같은 하나 이상의 주름(128a-c)을 가지고 형성된다. 이러한 배치로, 가요성 부재(120)는 평면의 주름진 형상을 가지는 것으로 기술될 수 있다.

[0044] 상술한 바와 같이, 가요성 부재(120)는 전극간 공간 간격 메커니즘 컴포넌트의 일부 또는 전부를 전기적으로 차폐하고 및/또는 전극(80)을 전류 리턴 타인(122a-c)으로 전기적으로 연결하고 및/또는 전극(80)과 강체 부재(84)를 종축 이동에 제한하는 기능을 한다. 가요성 부재(120)가 이러한 기능들 중 모두를 달성하도록 설계되었지만, 일부 애플리케이션은 이러한 3가지 기능 모두를 필요로하지 않는다는 것이 이해될 것이다. 예를 들면, 일부 방전 파워 레벨에 대해, 차폐는 필요하지 않을 수도 있다. 또한 3가지 기능 중 하나 이상은 또다른 컴포

넌트에 의해 수행될 수도 있다. 예를 들면, 전극(80)의 종축 제한은 전극(80)을 제한하기 위해 필요한 힘이 부족한 가요성 부재(120)를 허용하는 상이한 방식으로 수행될 수 있다. 그의 가요성이 자신의 두께로부터 도출되는 부재, 복수의 공간을 두고 이격된 가요성 부재, 및 하나 이상의 주름을 가진 타인을 포함하는 상술한 하나 이상의 기능을 수행하는 다른 배치가 제공된다.

[0045] 도 4A-G 및 5에 도시된 구조적 배치의 하나의 특징은 전극간 공간 간격이 예를 들면 팬, 하우징 등과 같은 다른 레이저 컴포넌트에 대해 전극 지지바(86)를 이동시키지 않고서도 조정될 수 있다는 것이다. 이는 유지관리될 지지바(86)와 다른 구조들 사이의 정밀한 허용오차를 허용한다. 예를 들면, 일부 애플리케이션에서, 지지바(86)와 팬(도시되지 않음) 사이의 정밀한 허용오차는 팬으로 하여금 보다 효율적으로 작동하도록 유지관리될 수 있다.

[0046] 도 4A-G, 및 5에 도시된 구조적 배치의 또 다른 특징은 실질적인 열 전달 경로가 전극(80)과 지지바(86) 사이에 제공된다는 것이다. 특히, 강체 부재들(82 및 84) 사이의 상대적으로 큰 접촉 영역과 강체 부재(82, 84)와 지지바 사이의 상대적으로 큰 접촉 영역은 함께 실질적인 열 전달 경로를 제공하도록 한다. 일부 애플리케이션에 대해, 이러한 경로는 전극(80)의 과열을 방지하는데 유용하다.

[0047] 도 4A-G, 및 5에 도시된 구조적 배치의 또 다른 특징은 그것이 전극 이동 범위에 대해 전극 사이에 상대적으로 양호한 평행한 상태를 유지하게 한다는 것이다.

[0048] 도 6A 및 6B는 캠샤프트(150)가 전극 연장부를 제공하기 위해 회전축(152)(이는 전극 연장부의 방향에 전체적으로 평행임)에 대해 회전하는 대안의 메커니즘을 도시하고, 상기 도 6A는 완전히 오목한 위치에 있는 전극(154)을 도시하고, 도 6B는 연장된 위치에 있는 전극(154)을 도시한다. 메커니즘에 대해, 캠샤프트(150)는 전극(154)과 직접 접촉하거나(전극(154)으로부터 지지바(158)로의 열 경로를 구축하는 열적으로 도전성인 강체 부재를 구비하거나, 또는 구비하지 않으면서), 또는 도시된 바와 같이, 열적으로 도전성인 강체 부재(156)는 전극(154)과 캠샤프트(150) 사이에 개재되어 전극(154)으로부터 지지바(158)로 열을 전도시키는 데에 사용된다. 도 6에 도시된 바와 같은 메커니즘에 대해, 상술한 바와 같은 가요성 부재(160)는 전극간 공간 간격 메커니즘 컴포넌트의 일부 또는 전부를 전기적으로 차폐하고 및/또는 전극(154)을 전류 리턴 타인(162)에 전기적으로 연결하고, 및/또는 전극(154)으로부터 지지바(158)로의 열 전도 경로를 제공한다. 디바이스에 대해, 캠샤프트(150)는 수동으로 또는 전류를 공급한 액추에이터에 의해 회전하고 상술한 임의의 기술/구조적 배치에 의해 제어될 수 있다.

[0049] 도 7A-7E는 전극 연장부를 제공하기 위한 하나 이상의 드라이브 나사(170)를 포함하는 대안의 메커니즘을 도시하고, 도 7A는 완전히 오목한 위치에 있는 전극(172)을 도시하고, 도 7B는 연장된 위치에 있는 전극(172)을 도시한다. 메커니즘에 대해, 드라이브 나사(들)(170)는 전극(172)과 직접적으로 접촉하거나(전극(172)으로부터 지지바(174)까지의 열 경로를 구축하는 열 전도성 강체 부재로 또는 상기 강체 부재 없이), 또는 도시된 바와 같이, 열 전도성 강체 부재(176)는 전극(172)과 드라이브 나사(들) 사이에 개재되고 전극(172)으로부터 지지바(174)로 열을 전도시키기 위해 사용된다.

[0050] 도 7A-7E에 도시된 메커니즘에 대해, 상술한 바와 같은 가요성 부재(178)는 전극간 공간 간격 메커니즘 컴포넌트의 일부 또는 전부를 전기적으로 차폐하고 및/또는 전극(172)을 전류 리턴 타인(180)에 전기적으로 연결하고, 및/또는 전극(172)으로부터 지지바(174)로의 열 전도 경로를 제공하기 위해 사용될 수 있다. 도 7A 및 7C를 참조하면, 드라이브 나사(들)(170)이 벽(182)을 통해 뻗어나가 지지바(174)에 미리 준비된 구멍(즉, 드릴링, 뚫어지고, 태이퍼링된)을 통해 쓰레딩되는 것을 볼 수 있다. 대안으로, 미리 준비된 구멍이 벽(182)에 만들어지거나 기타 구조 또는 너트(도시되지 않음)가 벽(182) 또는 지지바(174)에 부착될 수 있다. 상술한 가요성 벨로우즈(도시되지 않음)는 챔버에서 가스가 누설되지 않도록 하기 위해 벽(182)에 채용될 수 있다. 이러한 메커니즘에 대해, 각각의 드라이브 나사(170)는 수동으로(챔버의 외부로부터) 또는 전류를 공급한 액추에이터(184)에 의해(선택적인 컴포넌트를 지시하기 위해 점선으로 표시된) 회전하고 상술한 하나 이상의 기술/구조적 배치를 이용하여 제어될 수 있다. 스프링(186a, 186b)은 도 7C에 도시된 바와 같이 지지바(174)에 대해 전극(172)을 바이어싱하기 위해 제공된다.

[0051] 도 7D는 수동으로(챔버의 외부로부터) 또는 전류를 공급한 액추에이터(184a', 184b')에 의해 각각(선택적인 컴포넌트를 지시하기 위해 점선으로 표시된) 독립적으로 회전가능한 각각의 드라이브 나사(170a, 170b)를 가지고 전극(172')의 길이를 따라 공간을 두고 이격된 2개의 드라이브 나사(170a, 170b)를 구비한 메커니즘을 도시한다.

[0052] 도 7E는 수동으로(챔버의 외부로부터) 또는 전류를 공급한 액추에이터(184c', 184d', 184e')에 의해 각각(선택

적인 컴포넌트를 지시하기 위해 점선으로 표시된) 독립적으로 회전가능한 각각의 드라이브 나사(170c, 170d, 170e)를 가지고 전극(172")의 길이를 따라 공간을 두고 이격된 3개의 드라이브 나사(170c, 170d, 170e)를 구비한 메커니즘을 도시한다.

[0053] 2개 이상의 드라이브 나사(들)(170)을 가진 메커니즘에 대해(도 7D 및 7E), 각각의 드라이브 나사는 전극간 평행도 및/또는 전극간 공간 간격을 조정하기 위해 독립적으로 조정될 수 있다. 특히, 드라이브 나사는 전극(172")이 방전 쌍(도 7D에서, 점선은 정렬되지 않은 전극을 도시하고 실선은 다른 전극과 평행이 되도록 정렬된 후의 전극을 도시)에서 다른 전극에 대해 평행이 될 때까지 독립적으로 조정될 수 있다.

[0054] 3개 이상의 드라이브 나사(들)(170)을 가진 메커니즘에 대해(도 7E), 각각의 드라이브 나사(170)는 전극의 평행도(상술한 바와 같은) 및/또는 전극의 곡률 및/또는 전극간 공간 간격을 조정하기 위해 독립적으로 조정된다. 특히, 드라이브 나사는 전극(172")이 직선과 같은 원하는 곡률을 갖거나 또는 다른 전극과 매칭하는 곡률을 가질 때까지(도 7D에서 점선은 원하지 않는 곡률을 도시하고 실선은 곡률 조정이 끝난 후의 전극을 도시) 독립적으로 조정될 수 있다.

#### [0055] 이동가능한 흐름의 가이드

[0056] 도 4A에 도시된 전극(80)이 거의 직선의 평행한 측벽을 가졌지만, 다른 전극 형상이 본문에 기술된 디바이스에서 사용될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예를 들면, 도 8A 및 8B는 전극의 폭 'w'가 전극 베이스(202)로부터 최초의 방전 표면(204)까지 점차적으로 감소하는 태이퍼링된 구조(전극 연장부의 방향에 대해 직교하는 평면)를 가지는 전극(200)을 도시한다. 다른 전극 설계는 전극 폭이 베이스에서 최소한으로 감소하고 그런 다음 최초의 방전 표면으로 증가하는 모래시계형(도시되지 않음)을 포함할 수 있다.

[0057] 도 8A 및 8B는 또한 절연성 세라믹 물질로 만들어진 흐름 가이드(206a, 206b)가 전극(200)의 텁 상에서의 가스의 흐름을 제어하고 방전이 전극(200)에 인접한 금속 구조에 불꽃이 일어나게 하는 것을 방지하기 위해 각각의 측면상에서 전극(200)을 둘러싸고 배치되는 것을 도시한다. 평행한 측벽을 구비한 전극의 경우에 대해(도 4A), 이러한 가이드들은 지지바에 부착되어 그에 대해 고정된 상태를 유지한다. 도 4A와 4B를 비교하면, 평행한 측벽을 구비한 전극(80)의 연장은 전극 측벽들과 고정된 흐름 가이드(206a', 206b') 사이의 공간 간격에 영향을 주지 않는다는 것을 볼 수 있다. 즉, 도 8A의 전극(200)과 같은 평행하지 않은 측벽을 가진 전극에 대해서는, 전극 연장은 전극 측벽들과 고정된 흐름 가이드(206a, 206b) 사이의 공간 간격에 영향을 줄 수 있다.

[0058] 도 8A 및 8B는 흐름 가이드(206a, 206b)가 지지바(208)에 이동가능하게 부착되어, 전극(200)이 뻗어나갈 때(화살표(212) 방향으로) 흐름 가이드(206a, 206b)가 다른 것으로부터 이격되는 방향으로(화살표(210a, 210b) 방향으로) 이동할 수 있도록 하는 배치를 도시한다. 이러한 흐름 가이드 이동을 효과적으로 하기 위해, 각각의 흐름 가이드(206a, 206b)는 전극(200)과 접촉하고 전극 이동(화살표(212))의 방향에 대해 일정한 각도로 경사진 표면(214)으로 형성된다. 도시된 배치에 대해, 하나 이상의 스프링(도시되지 않음)이 각각의 흐름 가이드(206a, 206b)를 전극(200)을 향해 바이어싱하도록 제공된다.

#### [0059] 전극 끝단의 윤곽

[0060] 도 9는 한 쌍의 전극(218, 220)을 도시하고, 이동가능한 전극(220)에 대한 끝단의 윤곽을 도시한다. 도시된 바와 같이, 전극(218)은 방전이 일어나는 상대적으로 평평한 부분(222)으로 형성되고 포인트(224)에서의 방전 영역으로부터 멀어지면서 곡선을 그리기 시작한다. 전극(220)은 자신의 최초 전극 형상을 지시하는 실선과 그의 수명의 마지막의 형상을 지시하는 점선으로 도시된다. 도시된 바와 같이, 전극(220)은 최초에 방전이 일어나는 상대적으로 평평한 부분(226), 곡선 변이 섹션(228) 및 제 2 평평한 섹션(230)으로 형성된다. 도시된 바와 같이, 평평한 섹션(230)은 전극 베이스(232)로부터 거리 'd<sub>1</sub>' 만큼 공간을 두고 이격되고, 처음 시작하는 평평한 섹션(226)은 전극 베이스(232)로부터 거리 'd<sub>2</sub>' 만큼 공간을 두고 이격되고, 수명의 마지막의 평평한 섹션(234)은 전극 베이스(232)로부터 거리 'd<sub>3</sub>' 만큼 공간을 두고 이격되며,  $d_2 > d_1 > d_3$ 이다. 특정한 실시예에서, 전극(220)은  $d_1 = d_3 + n(d_2 - d_3)$ 으로 형성되고, 여기서 n은 일반적으로 약 0.25-0.75의 범위이고, 전극 수명에 대해 전극(220)의 평균 높이 사이에 평평한 섹션(230)을 배치시킨다. 예를 들면,  $d_2-d_3$ 은 약 3mm이다. 도시된 배치의 하나의 특징은 그것이 전극(220) 수명동안 방전을 선택된 방전 영역(포인트(224) 근방에서 끝나는)에 한

정시킨다는 것이다.

[0061] 특허법 상세한 설명 기재요건을 만족시키기 위해 요구되는 상세한 설명에서의 본 특허 출원에서 기술되고 예시된 특정한 실시예(들)이 해결될 문제들에 대한 상술한 목적들과, 상술한 실시예(들)의 목적에 대한 기타 이유 중 하나 이상을 달성할 수 있지만, 당업자는 상술한 실시예(들)가 단순히 예시, 및 본 출원에 의해 폭넓게 의도되는 대표적인 사례일 뿐이라는 것을 이해할 것이다. 하기의 청구범위에서의 단수로 표시된 구성요소들은, 명시적으로 기술되지 않는다면, 그러한 청구범위에서의 구성요소들을 하나로 한정시키도록 의도하지 않고 복수를 포함할 수 있다고 해석되어야한다. 당업자에게 현재 공지되거나 추후에 알려질 상술한 실시예(들)의 임의의 구성요소에 대한 모든 구조적 및 기능적 등가물은 참조에 의해 본문에 통합되고, 본 청구범위에 의해 포함되도록 의도된다. 본 출원의 명세서 및/또는 청구범위에서 사용되고, 명세서 및/또는 청구범위에서 명시적으로 의미가 주어진 임의의 용어는 이러한 용어에 대해 사전 또는 기타 일반적으로 사용되는 의미가 있음에도 불구하고 상기의 의미를 가진다. 실시예로서 명세서에서 논의된 디바이스 또는 방법이 본 출원에서 논의된 각각의 그리고 모든 문제를 처리 또는 해결하는 것이 필수적이거나, 또는, 그를 의도한 것도 아니고, 그에 대해서는 본 청구범위에 의해 포함된다. 본 개시물의 어떠한 구성요소, 컴포넌트 또는 방법의 단계도 그 구성요소, 컴포넌트, 또는 방법의 단계가 청구범위에 명시적으로 인용되는지 여부에 관계없이 공공에 제공되는 것을 의도하지 않는다. 그 구성요소가 "~를 위한 수단"이라는 어구를 이용하여 명시적으로 인용되지 않으면, 첨부된 청구범위에서의 어떠한 청구범위 구성요소도 기능식 청구항의 조항에 따라 해석되지 말아야하며, 방법 청구항의 경우에는, 상기 구성요소는 "동작" 대신에 "단계"로서 인용된다.

### 도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 횡단 방전 가스 레이저의 개략적인 투시 부분 분해 조립도이다.

[0013] 도 2는 멀티-스테이지 레이저 시스템의 간략화된 개략도를 도시한다.

[0014] 도 3A-D는 각각 도 1의 라인 3A-3A를 따라서 표시된 전극의 쌍을 도시하고, 도 3A는 부식 이전의 최초 위치에 있는 전극을 도시하고, 도 3B는 부식후의 전극을 도시하고, 도 3C는 부식후에 그리고 전극 중 하나가 전극간 공간 간격을 조정하기 위해 이동된 후의 전극을 도시하고, 도 3D는 하나의 전극이 다른 전극의 부식을 조절하기 위해 최초의 전극 캡으로 이동되는 경우를 도시한다.

[0015] 도 4A-G는 액추에이터 구동 전극 이동을 산출하기 위해 전극에 결합되는 메커니즘의 컴포넌트를 도시하고, 여기서 도 4A와 4B는 도 1의 라인 3A-3A를 따라서 표시된 전극의 쌍을 개략적으로 도시하고, 도 4A는 전극 지지바에 대한 오목하게 들어간 상태에 있는 전극을 도시하고, 도 4B는 전극 지지바에 대해 연장된 상태의 전극을 도시하고; 도 4C와 4D는 각각 강체 톱니 구조 및 상보성 강체 톱니 구조의 간략한 사시도를 각각 도시하고; 도면 4E 및 4F는 도 1에서 라인 4E-4E를 따라 표시된 이동가능한 전극을 각각 도시하고, 여기서 도 4E는 전극 지지바에 대해 오목한 상태에 있는 전극을 도시하고 도 4F는 전극 지지바에 대해 연장된 상태에 있는 전극을 도시하며; 도 4G는 액추에이터 및 강체 톱니 구조 사이의 기계적 경로를 구축하기 위한 푸쉬 로드 및 피봇 레버를 포함하는 연동장치를 도시한다.

[0016] 도 5는 이동가능한 전극을 복수의 전류 리턴 타인에 전기적으로 연결하는 가요성 도전성 부재를 도시하는 이동 가능한 전극 어셈블리의 사시도를 도시한다.

[0017] 도 6A 및 6B는 액추에이터 구동 전극 이동을 산출하기 위해 전극에 결합될 수 있는 캠샤프트를 구비한 또 다른 메커니즘의 컴포넌트를 도시하고, 여기서 도 6A 및 6B는 도 1의 라인 3A-3A를 따라 표시된 전극의 쌍을 개략적으로 도시하고, 도 6A는 전극 지지바에 대해 오목한 상태에 있는 전극을 도시하고 도 6B는 전극 지지바에 대해 연장된 상태에 있는 전극을 도시한다.

[0018] 도 7A-7E는 액추에이터 구동 전극 이동을 산출하기 위해 전극에 결합되는 드라이브 나사 메커니즘의 컴포넌트를 도시하고, 여기서, 도 7A와 7B는 도 1의 라인 3A-3A를 따라서 표시된 전극의 쌍을 개략적으로 도시하고, 도 7A는 전극 지지 바에 대해 오목한 상태에 있는 전극을 도시하고, 도 7B는 전극 지지바에 대해 연장된 상태에 있는 전극을 도시하고; 도 7C-7E는 도 1에서 라인 4E-4E를 따라 표시된 이동가능한 전극을 각각 도시하고, 여기서 도 7C는 단일 드라이브 나사를 구비한 메커니즘을 도시하고, 도 7D는 2개의 드라이브 나사를 구비한 메커니즘을 도시하고, 도 7E는 3개의 드라이브 나사를 구비한 메커니즘을 도시한다.

[0019] 도 8A 및 8B는 평행하지 않은 측벽을 가진 전극의 연장부를 수용하기 위해 이동가능한 흐름 가이드를 구비한 디바이스의 컴포넌트를 도시하고, 여기서 도 8A 및 8B는 도 1의 라인 3A-3A를 따라서 표시된 전극의 쌍을 개략적

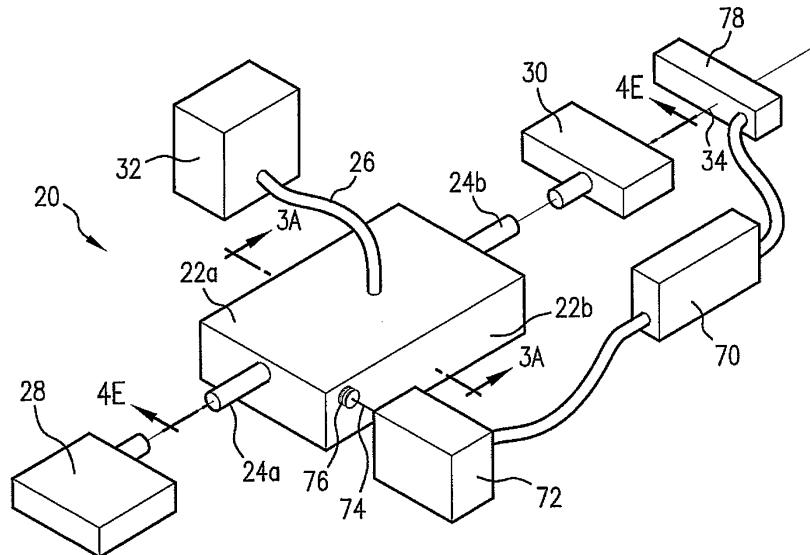
으로 도시하고, 도 8A는 전극 지지 바에 대해 오목한 상태에 있는 전극을 도시하고, 도 8B는 전극 지지바에 대해 연장된 상태의 전극을 도시한다.

[0020]

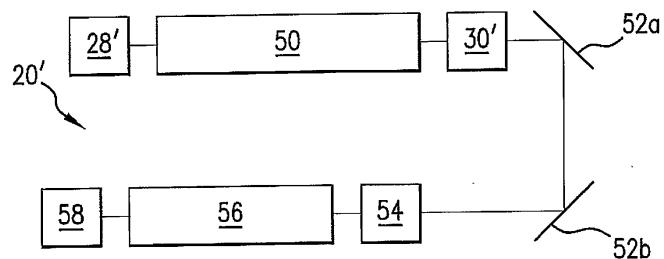
도 9는 전극 연장부를 수용하기 위해 전극 끝단의 윤곽을 구비한 도 1에서 라인 4E-4E를 따라 표시된 이동가능한 전극을 도시한다.

## 도면1

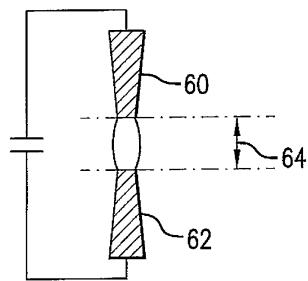
### 도면1



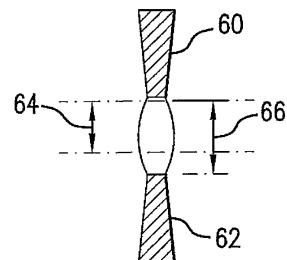
## 도면2



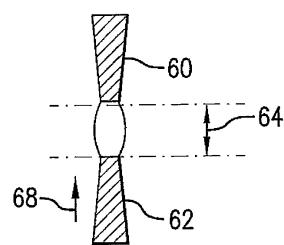
도면3A



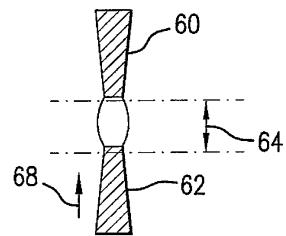
도면3B



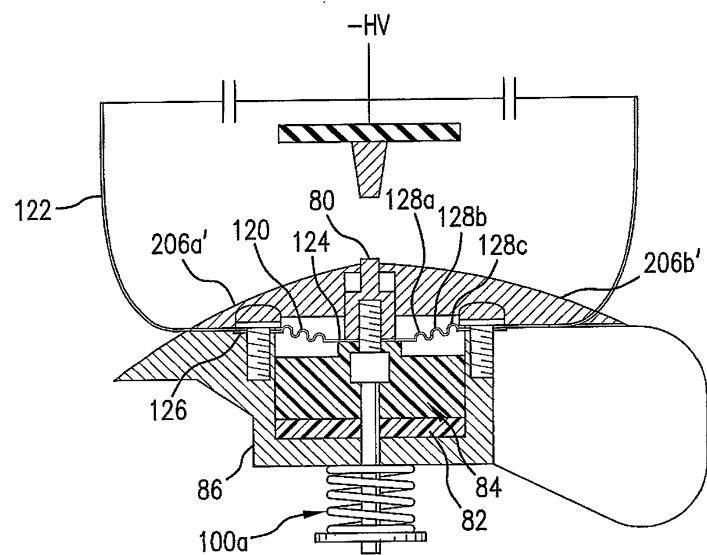
도면3C



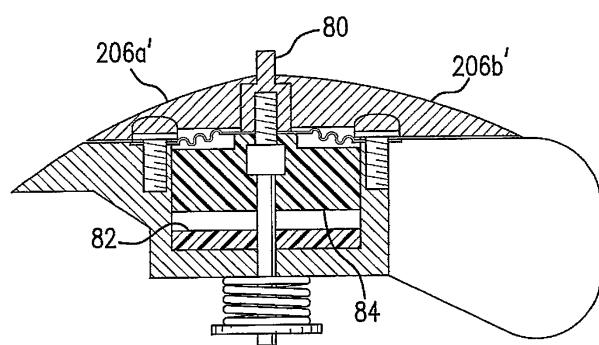
도면3D



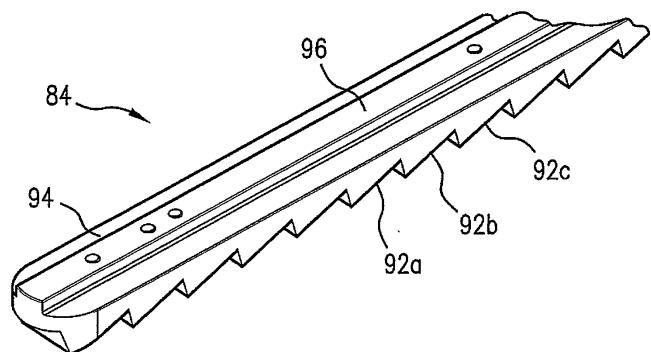
도면4A



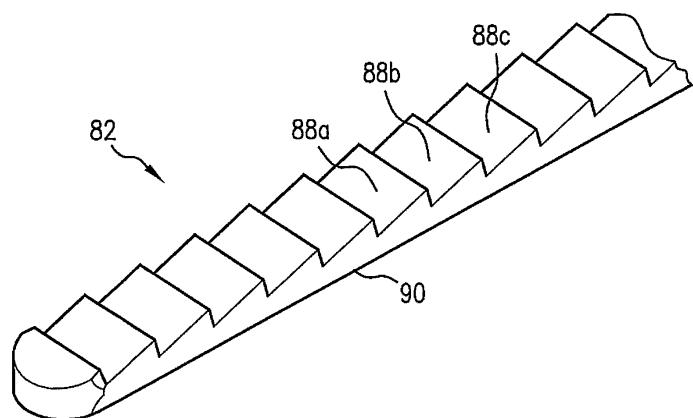
도면4B



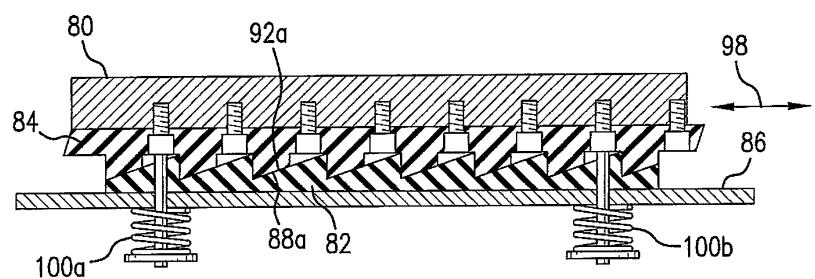
도면4C



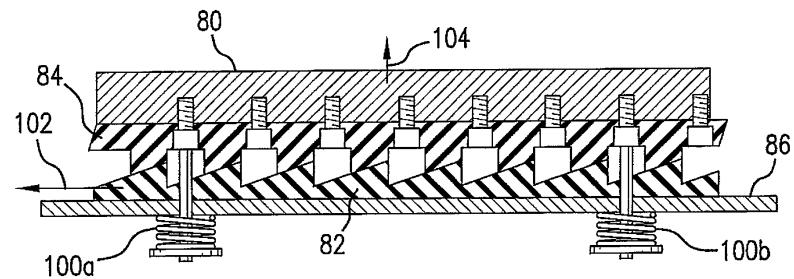
도면4D



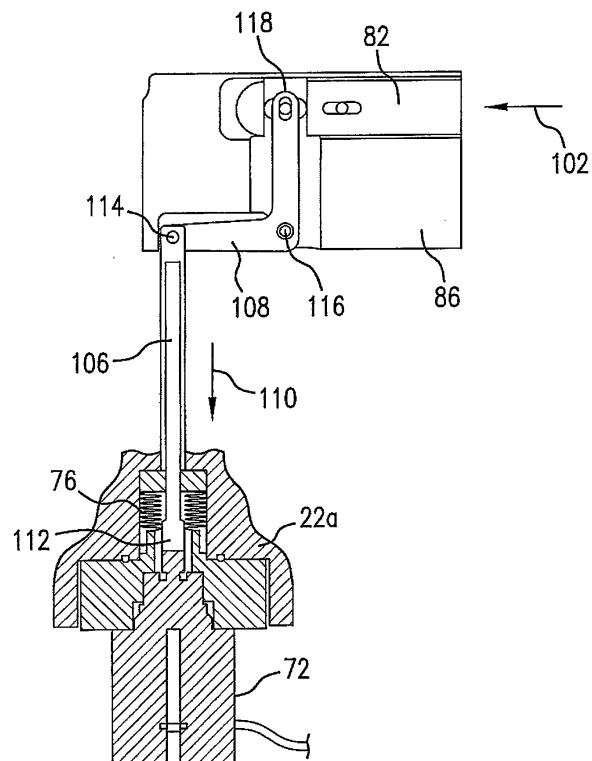
도면4E



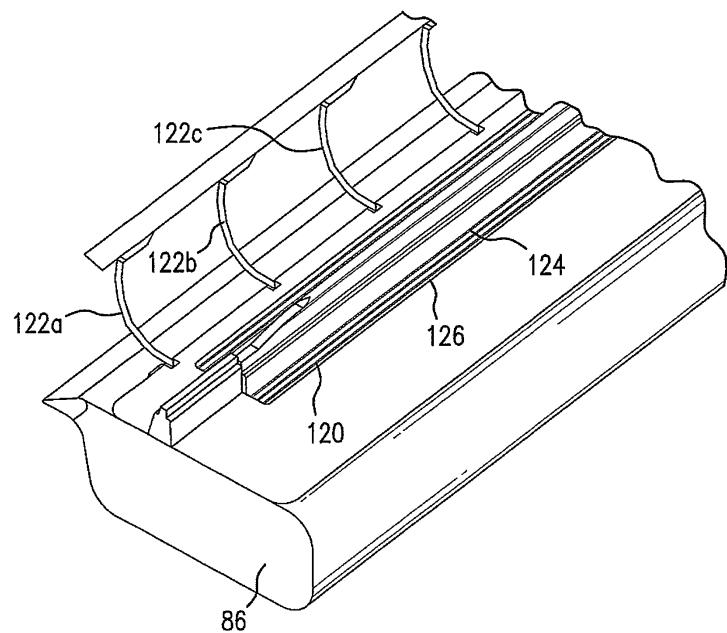
## 도면4F



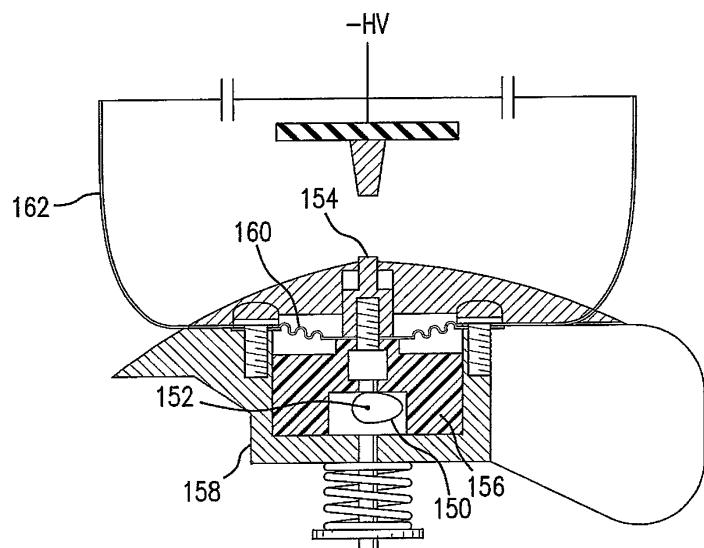
## 도면4G



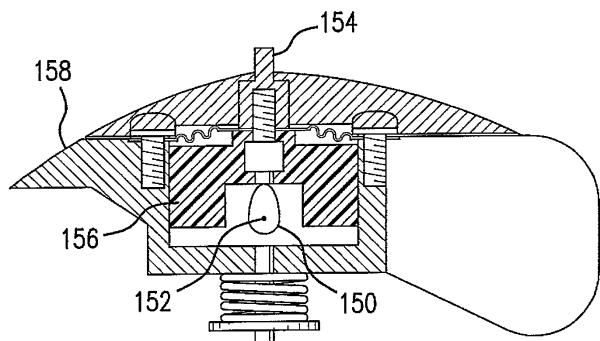
도면5



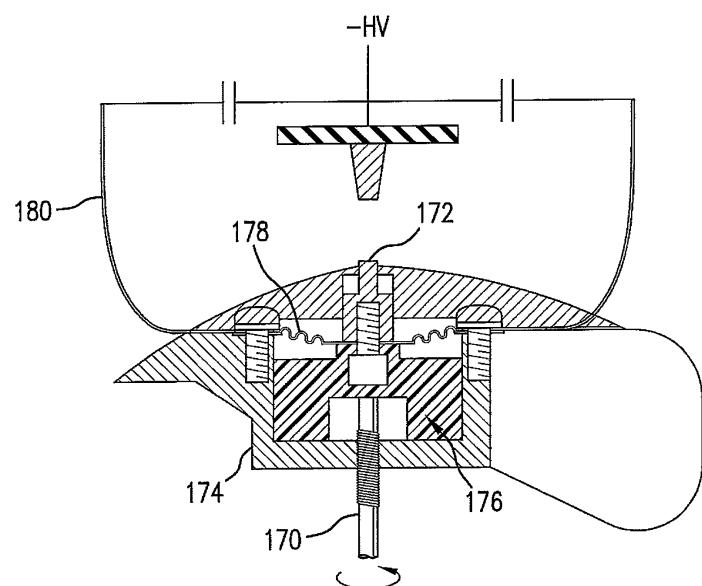
도면6A



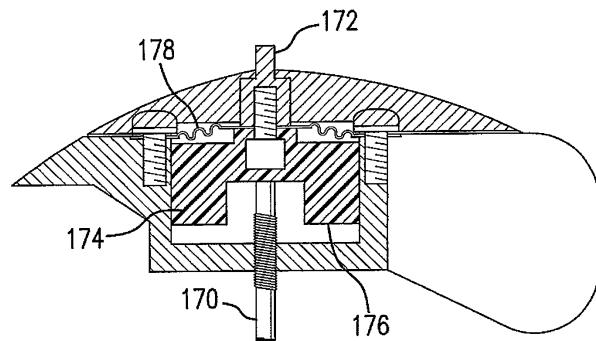
도면6B



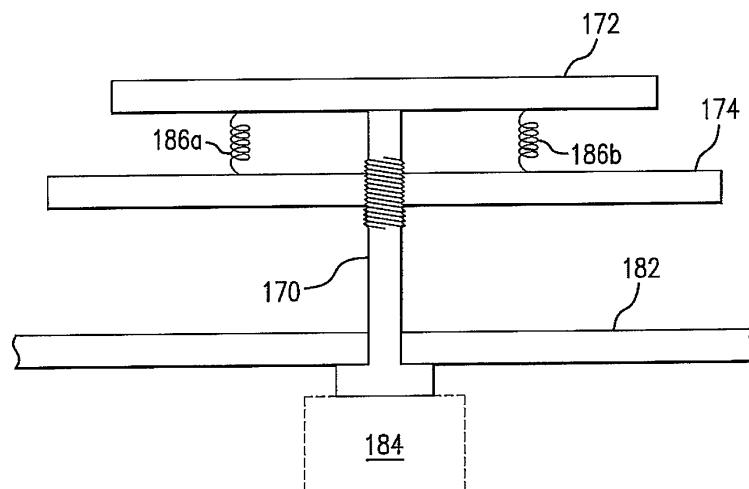
도면7A



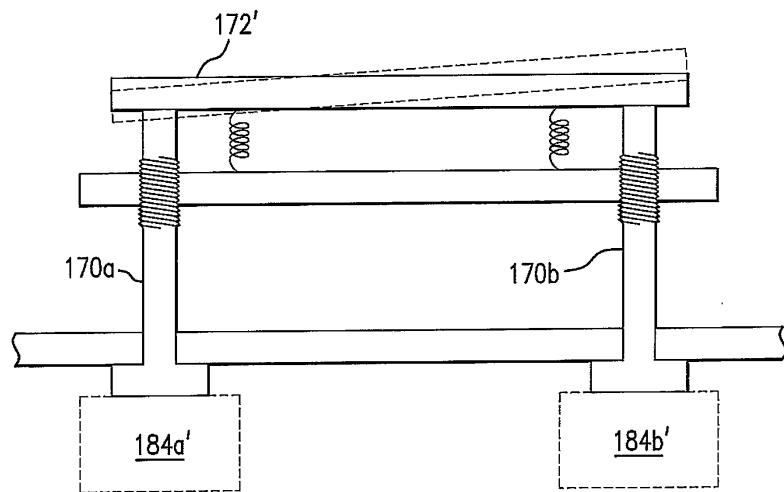
도면7B



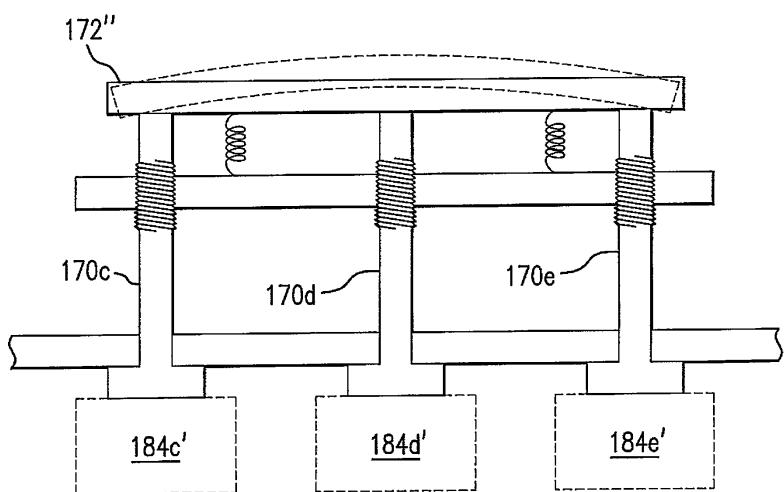
도면7C



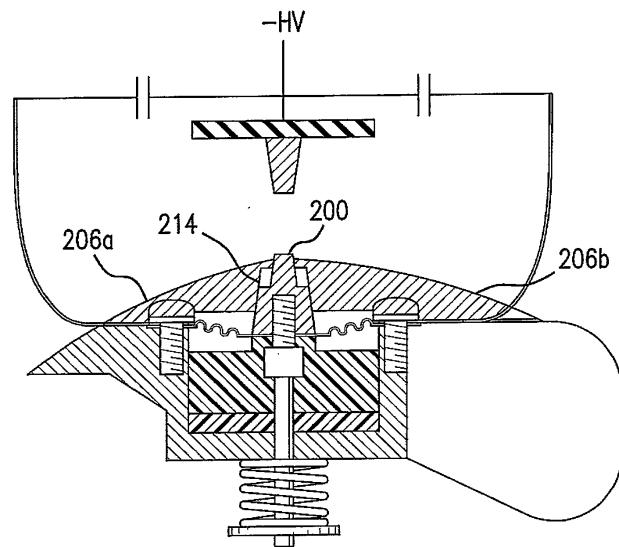
도면7D



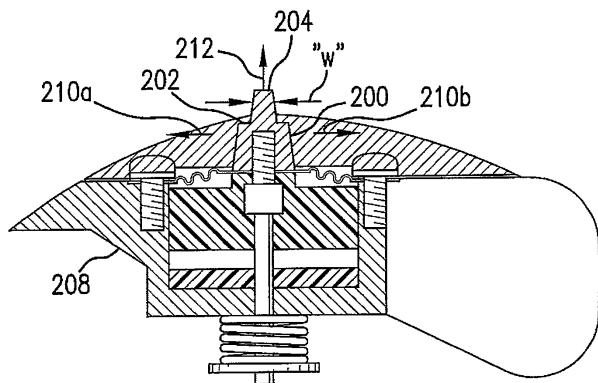
도면7E



도면8A



도면8B



도면9

