



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0129036  
(43) 공개일자 2015년11월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F02P 23/04 (2006.01) H01T 13/46 (2006.01)  
H01T 13/50 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
F02P 23/04 (2013.01)  
H01T 13/467 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-7029728  
(22) 출원일자(국제) 2014년03월15일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2015년10월15일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/029902  
(87) 국제공개번호 WO 2014/145184  
국제공개일자 2014년09월18일  
(30) 우선권주장  
61/799,117 2013년03월15일 미국(US)

(71) 출원인  
페더럴-모굴 이그니션 컴퍼니  
미합중국, 미시간, 48033, 사우스필드, 26555 노  
쓰웨스턴 하이웨이  
(72) 발명자  
버로우스, 존, 에이.  
영국 체셔 더블유에이15, 6에이엘 올트링엄 팀펠  
리 애슬랜드 로드 2  
믹셀, 크리스토퍼  
미국 미시간주 48170 폴리머스 에든버러 드라이브  
48089  
(74) 대리인  
김해중, 이충한

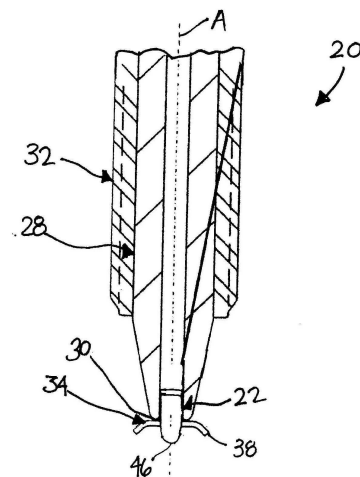
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 코로나 점화기에 대한 마손 방지 특성

(57) 요약

코로나 점화기(20)는, 중앙 축(A)을 따라 연장되는 중앙 연장 부재(22) 및 중앙 연장 부재에서 방사상 바깥쪽으로 연장되는 크라운(34)을 지닌 전극을 포함한다. 중앙 연장 부재는 연장 길이(1e)를 갖으며 크라운은 크라운 길이(1c)를 갖는다. 연장 길이는 크라운 길이보다 크므로 중앙 연장 부재는 크라운보다 피스톤에 더 가까이 접근한다. 또한, 크라운의 점화 팁들 각각은 중앙 연장 부재의 제2 구면 반지름보다 더 작은 제1 구면 반지름을 제공한다. 따라서, 만약 아킹이 발생하는 경우, 아킹은 크라운에서 보다는 중앙 연장 부재에서 형성된다. 따라서, 크라운의 점화 팁들은 마손을 덜 겪으며 뾰족한 상태로 남는다. 또한, 구면 반지름들의 사이즈로 인해, 코로나 방전은 중앙 연장 부재에서 보다 점화 팁들에서 형성될 가능성이 더 많다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**H01T 13/50** (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

코로나 점화기에 있어서,

상기 코로나 점화기는,

코로나 방전을 형성하는 전기장을 방출하기 위해 중앙 축을 따라서 연장되는 전극; - 상기 전극은 중앙 점화 단부까지 중앙 축을 따라서 길이방향으로 연장되는 중앙 연장 부재(central extended member)를 포함 함-

전기적 절연 재료로 형성되어 상기 전극 주위에 배치되며 절연체 점화 단부까지 중앙 축을 따라서 연장되는 절연체;

금속 재료로 형성되어 절연체 주위에 배치되는 셸(shell); 을 포함하는데,

상기 전극은 절연체 점화 단부의 바깥쪽에 배치되는 크라운을 포함하며,

상기 크라운은 중앙 연장 부재의 방사상 바깥쪽으로 연장되는 적어도 하나의 브랜치(branch)를 포함하며,

상기 크라운은 상단 표면으로부터 적어도 하나의 점화 팁까지 중앙 축을 따라서 연장되며,

상기 크라운은 상단 표면 및 적어도 하나의 점화 팁 사이에 크라운 길이(crown length)를 제공하며, 상기 크라운 길이는 상기 중앙 축과 평행하며,

상기 중앙 연장 부재는 크라운의 상단 표면으로부터 중앙 점화 단부까지 연장된 연장 길이(extended length)를 제공하며, 상기 연장 길이는 중앙 축과 평행하며, 그리고

상기 연장 길이는 상기 크라운 길이보다 더 큰 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 크라운은 각각의 점화 팁들에 있는 적어도 하나의 제1 구면 반지름을 제공하며, 상기 중앙 연장 부재는 중앙 점화 단부에 있는 적어도 하나의 제2 구면 반지름을 제공하며, 각각의 제1 구면 반지름들은 각각의 제2 구면 반지름들보다 더 작은 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

#### 청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 크라운은 점화 팁들 중 하나에서 각각 연장되는 복수의 브랜치를 포함하며, 각각의 점화 팁들은 각각의 제2 구면 반지름들 보다 각각 더 작은 제1 구면 반지름들 중 적어도 하나를 갖는 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 중앙 연장 부재는 제1 재료로 형성되며, 크라운은 제1 재료와는 다른 제2 재료로 형성되고, 상기 제1 재료는 제2 재료보다 침식 및/또는 부식에 더 저항력(resistant)이 있는 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 중앙 연장 부재는 구리 또는 구리 합금으로 형성된 코어 및 니켈 합금으로 형성되어 상기 코어를 둘러싸는 클래딩을 포함하며, 중앙 연장 부재의 클래딩은 중앙 점화 단부를 제공하는 하는 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

#### 청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 코어는 크라운의 상단 표면으로부터 코어 점화 단부까지 연장되는 코어 길이를 갖으며, 상기 코어 길이는 크라운 길이보다 더 큰 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

#### 청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 중앙 연장 부재는 서로 연결된 복수의 별개의 부품을 포함하는 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

#### 청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 중앙 연장 부재는 서로 연결된 바디 부분 및 마손 엘리먼트를 포함하며, 상기 마손 엘리먼트는 중앙 점화 단부를 제공하는 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

#### 청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 마손 엘리먼트는 니켈-기반 합금(nickel-based alloy), 귀금속, 또는 값비싼 금속으로 형성되는 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

#### 청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 마손 엘리먼트는 코팅 인것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

#### 청구항 11

제 8항에 있어서,

상기 마손 엘리먼트는 2 보다 더 큰 비투전율을 갖는 전기적 절연 재료로 형성되는 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

#### 청구항 12

제 1항에 있어서,

상기 크라운은 중앙 축에 수직하게 배치되는 크라운 직경(crown diameter)을 제공하며, 중앙 연장 부재는 중앙 축에 수직하게 배치된 연장 직경(extended diameter)을 제공하며, 상기 연장 직경은 크라운 직경 보다 작은 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

### 청구항 13

제 1항에 있어서,

상기 중앙 연장 부재는 중앙 축에 수직하게 배치된 연장 직경을 제공하며, 상기 연장 직경은 크라운에서 중앙 점화 단부를 향해서 이동하는 방향으로 감소되는 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

### 청구항 14

제 1항에 있어서,

상기 중앙 연장 부재는 중앙 축에 수직하게 배치된 연장 직경을 제공하며, 상기 연장 직경은 크라운에서 중앙 점화 단부를 향해서 이동하는 방향으로 증가되는 것을 특징으로 하는 코로나 점화기.

### 청구항 15

코로나 방전 점화시스템에 있어서,

상기 점화시스템은,

코로나 점화기를 수용하기 위한 오프닝을 제공하는 실린더 헤드;

상기 실린더 헤드에 대향하여 배치되며 그 사이에 공간이 존재하는 피스톤;

상기 실린더 헤드와 연결되며 피스톤을 둘러싸는 실린더 블록; -상기 실린더 헤드 및 실린더 블록 및 피스톤은 그들 사이에 연소실을 제공함-

상기 실린더 헤드의 오프닝 내에 수용되는 코로나 점화기; 를 포함하는데,

상기 코로나 점화기는 상기 실린더 헤드에 결합되는 셸을 포함하며,

상기 코로나 점화기는 상기 셸에 의해 둘러싸이며 절연체 점화 단부까지 중앙 축을 따라 연장되는 전기적 절연 재료로 형성된 절연체를 포함하며,

상기 코로나 점화기는 코로나 방전을 형성하는 전기장을 방출하기 위해 중앙 축을 따라 연소실 내로 연장되며 상기 절연체에 의해 둘러싸이는 전극을 포함하며,

상기 전극은 상기 중앙 축을 따라 중앙 점화 단부까지 길이방향으로 연장되는 중앙 연장 부재를 포함하며,

상기 전극은 절연체 점화 단부의 바깥쪽으로 배치되는 크라운을 포함하며,

상기 중앙 연장 부재의 중앙 점화 단부 및 크라운은 연소실 내로 배치되며,

상기 크라운은 중앙 연장 부재의 방사상 바깥쪽으로 연장되는 적어도 하나의 브랜치를 포함하며,

상기 크라운은 상단 표면으로부터 적어도 하나의 점화 팁까지 연장되며,

상기 크라운은 상단 표면 및 적어도 하나의 점화 팁 사이에 크라운 길이를 제공하며, 상기 크라운 길이는 중앙 축에 평행하며,

상기 중앙 연장 부재는 상기 크라운의 상단 표면으로부터 중앙 점화 단부까지 연장되는 연장 길이를 제공하며, 상기 연장 길이는 중앙 축에 평행하며, 그리고

상기 연장 길이는 상기 크라운 길이보다 더 큰 것을 특징으로 하는 코로나 방전 점화시스템.

#### 청구항 16

코로나 방전 시스템에 사용하기 위한 코로나 점화기를 제조하는 방법에 있어서, 상기 코로나 방전 시스템은,

코로나 점화기를 수용하기 위한 실린더 헤드, 실린더 헤드에 대향하여 배치되며 실린더 헤드를 향해서 그리고 멀어지게 이동하기 위한 피스톤, 실린더 헤드 및 실린더 블록 및 피스톤 사이에 연소실을 제공하도록 실린더 헤드와 연결되며 피스톤을 둘러싸는 실린더 블록; 을 포함하며

실린더 헤드 내에 수용되는 쉘을 포함하는 코로나 점화기, 쉘에 의해 둘러싸이며 중앙 축을 따라 절연체 점화 단부까지 연장되는 전기적 절연 재료로 형성되는 절연체, 절연체에 의해 둘러싸이며 중앙 축을 따라 연장되는 전극을 포함하는데, 전극은 중앙 축을 따라 중앙 점화 단부까지 길이방향으로 연장되는 중앙 연장 부재를 포함하며, 전극은 절연체 점화 단부의 바깥쪽으로 배치되는 크라운을 포함하며, 크라운은 중앙 연장 부재의 방사상 바깥쪽으로 연장되는 적어도 하나의 브랜치를 포함하며, 크라운은 상단 표면으로부터 적어도 하나의 점화 팁까지 연장되며, 크라운은 상단 표면 및 적어도 하나의 점화 팁 사이에 크라운 길이를 제공하며, 상기 크라운 길이는 중앙 축에 평행하며, 중앙 연장 부재는 크라운의 상단 표면으로부터 중앙 점화 단부까지 연장되는 연장 길이를 제공하며, 상기 연장 길이는 중앙 축에 평행한, 것을 포함하는데,

코로나 점화기를 제조하는 방법은,

중앙 연장 부재의 연장 길이가 크라운 길이보다 크도록 중앙 연장 부재를 제공하는 단계를 포함하는 코로나 점화기 제조 방법.

#### 청구항 17

제 16항에 있어서,

연장 길이가 크라운 길이보다 크도록 중앙 연장 부재를 제공하는 단계는,

(a)작동 동안에 코로나 점화기가 실린더 헤드 내에 수용되는 경우 실린더 블록에 가장 근접하는 크라운의 점화 팁을 식별하는 단계;

(b)단계(a)에서 식별된 점화 팁으로부터 피스톤까지 거리와 동일한 단계(a)에서 식별된 점화 팁으로부터 실린더 블록까지 거리인 피스톤의 이동 동안에 지점(point)를 결정(determining)하는 단계;

(c)전력이 전극에 제공되는 경우 그리고 단계(a)에서 식별된 점화 팁이 단계(b)에서 식별된 지점에 있는 경우가 되도록 중앙 연장 부재의 연장 길이를 선택(selecting)하는 단계; 를 포함하는데, 중앙 연장 부재의 중앙 점화 단부에서 최대 전기장은 단계(a)에서 식별된 점화 팁에서 최대 전기장보다 크거나 동일한 것을 특징으로 하는 코로나 점화기 제조 방법.

#### 청구항 18

제 17항에 있어서,

중앙 연장 부재의 중앙 점화 단부가 실린더 블록 및/또는 피스톤으로부터 더 멀리 간격을 두게끔 중앙 연장 부재의 연장 길이를 조정(adjusting)하는 것을 포함하는 코로나 점화기 제조 방법.

#### 청구항 19

제 17항에 있어서,

크라운의 각각의 점화 팁은 적어도 하나의 제1 구면 반지름들을 제공하며, 중앙 연장 부재의 중앙 점화 단부는 적어도 하나의 제2 구면 반지름을 제공하는 방법에서, 상기 방법은, (d)각각의 점화 팁에서 적어도 하나의 제1 구면 반지름은 중앙 연장 부재의 적어도 하나의 제2 구면 반지름보다 각각 더 작도록 크라운의 각각의 점화 팁에 대해 적어도 하나의 제1 구면 반지름들을 선택하고 중앙 연장 부재의 중앙 점화 단부에 대해 적어도 하나의 제2 구면 반지름을 선택하는 것을 더 포함하는 코로나 점화기 제조 방법.

## 청구항 20

제 19항에 있어서,

전력이 전극에 제공되며 단계(a)에서 식별된 점화 팁 및 중앙 연장 부재의 중앙 점화 단부가 실린더 블록 및 피스톤으로부터 이격되어 있는 경우 그리고 코로나 방전이 크라운으로부터 제공되는 경우 단계(b)에서 식별된 지점에서 단계(a)에서 식별된 점화 팁에서의 최대 전기장은 중앙 연장 부재의 중앙 점화 단부에서의 최대 전기장보다 적어도 25% 높은 것을 특징으로 하는 코로나 점화기 제조 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 이 출원은 2013년 3월 15일 출원된 미국 가특허출원 번호 61/799,117 호의 이익을 주장하는데, 전체 내용이 여기에서 온전히 참조로서 포함된다.

[0002] 본 발명은, 일반적으로 연료-공기 혼합물을 전리시키고 코로나 방전을 제공하게끔 무선 주파수 전기장(radio frequency electric field)을 방출하기 위한 코로나 점화기에 관한 것으로, 코로나 방전 점화시스템, 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 코로나 방전 점화시스템의 코로나 점화기(corona igniter)는 전원에서부터 전압을 받아들이고 내연기관의 연료 및 공기의 혼합물을 전리시키게끔 코로나를 형성하는 전기장을 방출한다. 점화기는, 전극 점화 단부까지 길이방향으로 연장되어 전극 단자 단부(electrode terminal end)를 형성하는 전극을 포함한다. 절연체는 중앙 전극을 따라서 배치되며, 셸은 절연체를 따라서 배치된다.

[0004] 전극 단자 단부는 전원에서부터 전압을 받아들이고 전극 점화 단부는 코로나를 형성하는 전기장(electrical field)을 방출한다. 또한 코로나 점화기의 전극은 전기장을 방출하기 위한 점화 단부에 크라운을 포함할 수 있다. 전기장은 적어도 하나의 스트리머(streamer)를 포함하는데, 일반적으로 복수의 스트리머가 코로나를 형성한다. 공기 및 연료 혼합물은 전극 점화 단부로부터 발생된 고 전기장의 전체 길이를 따라서 점화된다. 코로나 점화기의 실례가 Lykowski 등의 미국 특허출원 공개번호 US 2010/0083942 호에 개시되어 있다.

[0005] 이상적인 코로나 점화시스템에 있어, 코로나 방전이 종래의 스파크의 방전과 관련된 고전류 및 고온을 갖지 않기에 연소실 내의 코로나 점화기의 금속 부분의 침식 및/또는 부식이 적다. 비록 코로나 점화기는 크라운의 점화 팁의 바로 가까이에 임의의 접지된 전극요소를 포함하지 않지만, 일부 어플리케이션에서, 점화 팁에 거의 접근하는 접지된 엔진 구성요소들이 있다. 따라서, 이것은, 아킹(arc)이라 불리우는, 코로나 점화기 및 접지된 구성요소 사이에 아크 형성을 방지하는 것이 항상 가능한 것은 아니다. 만약 아크가 형성되면, 아크 형성과 관련된 고전류 및 고온은 크라운의 점화 팁에 약간의 침식 및/또는 부식 손상을 초래할 수 있다. 오랜 시간 동안, 침식 및/또는 부식은 손상은 코로나 형성 및 연소의 질을 감소시킬 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명은, 연료-공기 혼합물을 전리시키고 코로나 방전을 제공하게끔 무선 주파수 전기장을 방출하기 위한 코로나 점화기에 관한 것으로, 코로나 방전 점화시스템, 및 그 제조 방법을 제공하는데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 하나의 양상은, 코로나를 형성하는 전기장을 방출하기 위해 중앙 축(central axis)을 따라서 연장되는 전극, 전기적 절연 재료로 형성되어 전극 주위에 배치되며 절연체 점화 단부까지 중앙 축을 따라서 연장되는 절연체, 및 금속 재료로 형성되어 절연체 주위에 배치되는 셸(shell)을 포함하는 코로나 점화기를 제공한다. 전극은 중앙 점화 단부까지 중앙 축(선)을 따라서 길이방향으로 연장되는 중앙 연장 부재(central extended

member)를 포함한다. 또한 전극은 절연체 점화 단부의 바깥쪽으로 배치되는 크라운을 포함한다. 크라운은 중앙 연장 부재의 방사상 바깥쪽으로 연장되는 적어도 하나의 브랜치(branch)를 포함한다. 또한 크라운(crown)은 상단 표면(top surface)으로부터 적어도 하나의 점화 팁(firing tip)까지 중앙 축을 따라서 연장된다. 크라운은 상단 표면 및 적어도 하나의 점화 팁 사이에 크라운 길이(crown length)를 제공하며, 그리고 중앙 연장 부재는 크라운의 상단 표면으로부터 중앙 점화 단부까지 연장된 연장 길이(extended length)를 제공한다. 크라운 길이 및 연장 길이는 중앙 축과 평행하다. 중앙 연장 부재에 의해 제공된 연장 길이는 크라운에 의해 제공된 크라운 길이보다 더 크다.

[0008] 본 발명의 다른 양상은, 크라운 길이보다 더 큰 연장 길이를 지닌 코로나 점화기를 포함하는 코로나 방전 점화 시스템을 제공한다. 시스템은, 코로나 점화기를 받아들이기 위한 오프닝(opening)이 제공되는 실린더 헤드, 실린더 헤드에 대향하여 배치되는 피스톤을 포함하는데 실린더 헤드 및 피스톤 사이에는 공간(space)이 존재하며, 그리고 실린더 헤드와 연결되며 피스톤을 둘러싸는 실린더 블록(cylinder block)을 포함한다. 실린더 헤드, 실린더 블록 및 피스톤은 그들 사이에 연소실(combustion chamber)을 제공한다. 코로나 점화기는 실린더 헤드의 오프닝 내에 위치되므로 중앙 연장 부재의 중앙 점화 단부 및 크라운은 연소실 내에 배치된다.

[0009] 본 발명의 또 다른 양상은, 크라운 길이보다 연장 길이가 더 크도록 중앙 연장 부재의 제공 단계를 포함하는, 코로나 방전 시스템에서 사용하기 위한 코로나 점화기를 제조하는 방법을 제공한다.

[0010] 크라운 길이보다 더 큰 연장 길이를 지닌 중앙 연장 부재를 포함하는 코로나 점화기는 중앙 연장 부재가 없는 비교 코로나 점화기 이상의 몇몇 장점을 제공한다. 피스톤과 같은, 접지된 구성요소(grounded component)가 중앙 연장 부재의 중앙 점화 단부 및 크라운의 점화 팁에 거의 접근하는 경우, 만약 임의의 아크가 형성되면, 이것은 중앙 연장 부재의 연장 길이로 인해 피스톤 및 중앙 연장 부재의 중앙 점화 단부 사이에서 더 높은 전기장 강도가 우선적으로 형성되는데, 이는 크라운의 점화 팁과 비교해 접지된 구성요소에 근접한다. 그러므로, 만약 아킹(arcing)이 발생하는 경우, 크라운의 점화 팁에 대한 부식 및 침식 손상이 감소된다.

[0011] 또한, 접지된 구성요소(grounded component)가 코로나 점화기에서 멀리 있는 상황에서, 중앙 연장 부재가 형성됨으로서, 중앙 연장 부재는 코로나 스트리머를 밀어내려는(저지하려는) 경향이 있으며, 그로인해 더 넓은 볼륨의 코로나 방전을 제공하며 코로나 방전이 피스톤에 접근하여 아크를 형성하는 경향이 감소한다.

### 발명의 효과

[0012] 본 발명은 크라운의 점화 팁에 대한 부식 및 침식 손상이 감소될 수 있어 코로나 형성 및 연소질을 증가시키고 넓은 볼륨의 코로나 방전을 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 본 발명의 여타 장점들은, 첨부 도면들과 관련하여 고려되어지는 경우 하기 상세 설명을 참조함으로써 더 잘 이해되며, 용이하게 인식될 수 있을 것이다.

도 1은 본 발명의 하나의 예시적인 실시예에 따른 코로나 점화기의 부분의 단면도이다.

도 1a는 도 1의 코로나 점화기의 크라운의 저면도이다.

도 1b는 도 1의 코로나 점화기의 크라운 및 중앙 연장 부재의 확대도이다.

도 1c는 제1 구면 반지름(first spherical radius)을 보여주는 도 1의 코로나 점화기의 크라운의 점화 팁의 확대도이다.

도 1d는 제2 구면 반지름을 보여주는 도 1의 코로나 점화기의 중앙 연장 부재의 중앙 점화 단부의 확대도이다.

도 2 내지 도 11은 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따른 코로나 점화기의 부분들의 단면도이다.

도 12a는 코로나 점화기가 피스톤으로부터 이격된 경우 도 1의 코로나 점화기를 포함하는 코로나 방전 점화시스템의 단면도이다.

도 12b는, 비교 코로나 점화기(comparative corona igniter)가 도 12a의 코로나 점화기처럼 동일한 거리로 피스톤으로부터 이격된 경우, 본 발명의 중앙 연장 부재가 없는 비교 코로나 점화기를 포함하는 코로나 점화시스템의 단면도이다.

도 13a는 코로나 점화기가 피스톤에 접근한 경우 도 1의 코로나 점화기를 포함하는 코로나 점화시스템의 단면도

이다.

도 13b는, 비교 코로나 점화기가 도 13a의 코로나 점화기처럼 동일한 위치에 있는 경우 도 12b의 비교 코로나 점화기를 포함하는 코로나 점화시스템의 단면도이다.

도 14a는, 코로나 점화기가 피스톤으로부터 거리를 두고 배치된 경우 코로나 방전을 제공하는 본 발명의 또 다른 예시적인 실시예에 따른 코로나 점화기의 유한 요소 해석(Finite Element Analysis)(FEA)이다.

도 14b는, 비교 코로나 점화기가 도 14a의 코로나 점화기처럼 피스톤으로부터 동일한 거리에 배치된 경우 코로나 방전을 제공하는 비교 코로나 점화기의 FEA 이다.

도 15a는, 코로나 점화기가 점화의 일반적인 위치에 배치된 경우 코로나 방전을 제공하는 도 14a의 코로나 점화기의 FEA 이다.

도 15b는, 비교 코로나 점화기가 점화의 일반적인 위치에 배치된 경우 코로나 방전을 제공하는 도 14b의 비교 코로나 점화기의 FEA 이다.

도 16a는, 코로나 점화기가 피스톤에 접근해 배치된 경우 도 14a의 코로나 점화기의 FEA 인데, 여기에서 아킹은 코로나 점화기의 중앙 연장 부재에서 발생한다.

도 16b는, 비교 코로나 점화기가 도 16a의 코로나 점화기처럼 피스톤으로부터 동일한 거리에 배치된 경우 도 14b의 비교 코로나 점화기의 FEA 인데, 여기에서 아킹은 비교 코로나 점화기의 크라운에서 발생한다.

도 17은 절연 코팅이 중앙 연장 부재에 적용된 경우 도 14a 의 코로나 점화기의 FEA 이다.

도 18은 피스톤 및 실린더 블록으로부터 다양한 거리에서 다양한 구면 반지름에 대한 최대 전기장(peak electric field)을 달성하는데 사용될 수 있는 예시적인 데이터를 포함하는 차트이다.

도 19는 피스톤 및 실린더 블록으로부터 다양한 거리에서 다양한 구면 반지름에 대한 최대 전기장을 제공하는 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 도면들을 참조하면, 여기에서 동일한 부호는 여러 도면들을 통하여 대응하는 부분을 나타내는데, 코로나 점화기(20)는 중앙 연장 부재(22)를 포함하는데, 연장부재는 일반적으로 도시된 향상된 코로나 방전(24) 및 향상된 연소 성능을 제공할 수 있다.

[0015] 도 1에 도시된 바와 같이, 코로나 점화기(20)는 코로나 방전(24,corona discharge)을 형성하는 전기장을 방출하기 위해 중앙 축(A)을 따라서 연장하는 전극을 포함한다. 종래의 코로나 점화기처럼, 알루미늄과 같은 전기적 절연 재료로 형성된 절연체(28,insulator)가 중앙 연장 부재(22) 주위에 배치되어 절연체 점화 단부(30)까지 중앙 축(A)을 따라서 연장된다. 금속 재료로 형성된 셸(32,shell)은 절연체(28) 주위에 배치된다. 전극은 중앙 연장 부재(22,central extended member) 및 크라운(34,crown)을 포함한다.

[0016] 전극의 크라운(34)은 절연체 점화 단부(30,insulator firing end)의 바깥쪽으로 배치된다. 크라운(34)은 중앙 축(A) 및 중앙 연장 부재(22)를 둘러싼다. 또한 전극의 크라운(34)은, 중앙 연장 부재(22)의 방사상 바깥쪽으로 연장하는 적어도 하나의 브랜치(36)를 포함하는데, 그러나 일반적으로 중앙 축(A)에서 방사상 바깥쪽으로 그리고 중앙 연장 부재(22)의 방사상 바깥쪽으로 각각 연장하는 복수의 브랜치들(36)을 포함한다. 예시적인 실시예에서, 크라운(34)은, 도 1a에 도시된 바와 같이, 중앙 축(A)의 주위에 서로 동일한 거리로 이격된 네개의 브랜치(36)를 포함한다. 각각의 브랜치(36)는 코로나 방전(24)을 형성하는 전기장을 방출하기 위한 점화 팁(38,firing tip)을 제공한다. 도 1b에 잘 도시된 바와 같이, 크라운(34)은 중앙 축(A)에 수직하게 배치된 크라운 직경(Dc)을 제공한다. 크라운 직경(Dc)은 서로 간에 직접 대향하여 배치된 크라운(34)의 두 지점 사이의 거리인데, 예를들면,두개의 대향하는 점화 팁(38)의 방사상 가장 바깥쪽 지점 사이의 거리이다.

[0017] 또한 도 1b에 도시된 바와 같이, 크라운(34)은 상단 표면(40,top surface)으로부터 적어도 하나의 점화 팁(38,firing tip)까지 중앙 축(A)을 따라서 연장한다. 따라서 크라운 길이(1c)는 상단 표면(40) 및 적어도 하나의 점화 팁(38) 사이에 제공된다. 도 1b에 도시된 바와 같이, 크라운 길이(1c)는 중앙 축(A)과 평행한데, 이는 중앙 축(A)에 수직하게 각각 연장된 제1 플레인(42) 및 제2 플레인(44) 사이의 거리와 동일하다. 제1 플레인(42,first plane)은 크라운(34)의 상단 표면(40)의 가장 위쪽 지점에 배치되며 제2 플레인(44,second plane)은 최저의 점화 팁(38)의 가장 아래 지점에 배치된다.

- [0018] 또한 크라운(34)의 각각의 브랜치(36, branch)는, 관련 점화 팁(38)에 인접하게 또는 관련 점화 팁에 위치한 적어도 하나의 제1 구면 반지름( $r_1$ , first spherical radius)을 제공한다. 도 1c는 크라운(34)의 점화 팁(38)에서 두개의 제1 구면 반지름( $r_1$ )을 포함한 도 1b의 크라운(34)의 부분을 도시한다. 표면을 따라 특정 지점에서의 구면 반지름은, 그 특정 지점에서 반지름을 갖는 구체(sphere)로부터 달성된다. 구면 반지름은, 특히 x-축, y-축 및 z-축에 따른, 삼차원의 구체의 반지름이다.
- [0019] 크라운(34)은 다양한 다른 금속 재료로 형성될 수 있다. 하나의 예시적인 실시예에서, 크라운(34)은 니켈, 니켈 합금, 또는 플래티늄 또는 이리듐과 같은 값비싼 금속으로 형성된다. 전극의 중앙 연장 부재(22)로 인해, 크라운(34)의 재료는 내마모성이 적은 재료로 형성될 수 있으며 코로나 점화기(20) 작동 중에 아킹이 발생하는 경우 부식 및 침식을 덜 겪는다.
- [0020] 전극의 중앙 연장 부재(22)는 중앙 점화 단부(46)까지 중앙 축(선)(A)을 따라서 길이방향으로 연장한다. 도 1b에 잘 도시된 바와 같이, 중앙 연장 부재(22)는 크라운(34)의 상단 표면(42)으로부터 중앙 점화 단부(46)까지 연장하는 연장 길이(1e)를 제공한다. 연장 길이(1e)는 중앙 축(A)과 평행하고, 중앙 축(A)에 수직하게 연장된 제1 플레인(42) 및 제3 플레인(48) 사이의 거리와 동일하다. 제1 플레인(42)은 크라운(34)의 상단 표면(40)의 가장 위쪽 지점에 배치되며, 제3 플레인(48)은 중앙 점화 단부(46)의 가장 아래 지점에 배치된다. 연장 길이(1e)는 크라운 길이(1c) 보다 더 큰 중앙 연장 부재(22)에 의해 제공된다. 작동 동안 연장 길이(1e)로 인해, 중앙 연장 부재(22)는, 크라운(34)의 점화 팁(38)보다 더 가까이 피스톤과 같은 접지된 구성요소에 접근한다. 따라서, 코로나 점화기(20)의 작동 동안에 만약 임의의 아킹이 발생하면, 아킹은 크라운(34)의 점화 팁(38)에서 보다는 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)에 우선적으로 형성된다. 또한 중앙 연장 부재(22)의 연장 길이(1e)는 전극에 의해 형성되는 코로나 방전(24)의 사이즈를 증가시킬 수 있다.
- [0021] 중앙 연장 부재(22)는 중앙 점화 단부(46)에 인접하게 또는 중앙 점화 단부에 위치한 적어도 하나의 제2 구면 반지름( $r_2$ )를 제공한다. 도 1d는 중앙 점화 단부(46)의 제2 구면 반지름( $r_2$ )을 도시한다. 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)에 인접하거나 중앙 점화 단부에 있는 각각의 제2 구면 반지름( $r_2$ )은 크라운(34)의 점화 팁(38)을 따른 각각의 제1 구면 반지름( $r_1$ ) 보다 작다. 즉, 크라운(34)의 점화 팁(38)은 중앙 점화 단부(46) 보다 더 뾰족하다(sharper). 그러므로, 작동 동안에, 전기장은 크라운(34)의 점화 팁(38)에서 더 높으며, 코로나 방전(24)은, 중앙 연장 부재(22)에서 보다 점화 팁(38)에서 형성될 가능성이 더 많은데, 이는 최상의 연소 성능을 위해 바람직하다.
- [0022] 또한 도 1b에 도시된 바와 같이, 중앙 연장 부재(22)는, 중앙 축(A)에 수직하게 배치된 연장 직경(De)을 제공한다. 연장 직경(De)은 중앙 축(A)에 따라서 변할 수 있으며, 그러나 크라운(34) 및 중앙 점화 단부(46) 사이에 위치한 영역에 있으며, 연장 직경(De)은 크라운 직경(Dc)보다 작다.
- [0023] 도 2-11은 중앙 연장 부재(22)를 포함하는 코로나 점화기(20)의 다른 예시적인 디자인을 도시한다. 상기 디자인은 특정 엔진 어플리케이션을 요건을 충족시키고 가능한 최상의 열 성능을 제공하게끔 선택될 수 있다. 각각의 경우에 있어, 중앙 연장 부재(22)의 연장 길이(1e)는 크라운 길이(1c)보다 더 크다. 또한, 각각의 실시예에서, 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)에 인접하거나 중앙 점화 단부에 있는 각각의 제2 구면 반지름( $r_2$ )은 크라운(34)의 점화 팁(38)의 각각의 제1 구면 반지름( $r_1$ )보다 크다. 도 3a는 도 3의 디자인 부분의 확대도인데, 여기에서 중앙 연장 부재(322)는 상대적으로 작은 제2 구면 반지름( $r_2$ )을 포함하는데, 그러나 이 제2 구면 반지름( $r_2$ )은 크라운(334)의 제1 구면 반지름( $r_1$ )보다 여전히 더 크다. 각각의 디자인에 있어서, 중앙 연장 부재(22)의 연장 직경(De)은 크라운(34)에서 중앙 점화 단부(46)를 향해서 이동하는 방향으로 감소될 수 있으며, 또는 크라운(34)에서 중앙 점화 단부(46)를 향해서 이동하는 방향으로 증가될 수 있다. 또한, 중앙 연장 부재(22)는 대칭일 필요가 없다.
- [0024] 니켈, 구리, 값비싼 금속들, 또는 그들의 합금들과 같은 다양한 상이한 재료가 중앙 연장 부재(22)를 형성하는데 사용될 수 있다. 중앙 연장 부재(22)의 일부는 또한 절연 재료(insulating material)로 형성될 수 있다. 일반적으로 중앙 연장 부재(22)는 제1 재료로 형성되며, 크라운(34)은 제1 재료와는 다른 제2 재료로 형성된다. 만약 아킹이 발생하면, 중앙 연장 부재(22)는 아크의 고전류 및 고온과 접촉할 가능성이 더 많기에, 일반적으로 중앙 연장 부재(22)를 형성하는데 사용되는 제1 재료는 크라운(34)을 형성하는데 사용되는 제2 재료보다 침식 및 부식에 더 저항력(resistant)이 있다.

- [0025] 중앙 연장 부재(22)는, 도 5, 9, 10 및 11에 도시된 바와 같이 바디 부분(52, body portion) 및 마손 엘리먼트(54, wear element)와 같은, 흔히 서로 연결(결합)된 복수의 별개의 부품으로 형성된다. 그러나, 도 2-11에 도시된 임의의 형태들은 단일 부품 또는 서로(함께) 연결된 복수의 부품들을 포함할 수 있다. 예컨대, 도 5에서 중앙 연장 부재(522)는 서로 연결된 바디 부분(552) 및 마손 엘리먼트(554)를 포함한다. 이 실시예에서, 마손 엘리먼트(554)는 바디 부분(552)과 동축이며, 그러나 그럴 필요는 없다.
- [0026] 각각의 실시예에서, 마손 엘리먼트(54)는 중앙 점화 단부(46)를 제공한다. 따라서, 일반적으로 마손 엘리먼트(54)는 양호한 열 특성을 갖는 재료로 형성되며 바디 부분(52)의 재료보다 마손에 대한 저항력이 더 있다. 일 실시예에서, 마손 엘리먼트(54)는 니켈-기반 합금(nickel-based alloy), 귀금속(noble metal), 또는 플래티늄, 텅스텐, 또는 이리듐과 같은 값비싼 금속(precious metal)으로 형성된다. 다른 실시예에서, 마손 엘리먼트(54)는, 바람직하게는 2보다 더 큰, 더 바람직하게는 8보다 큰 예컨대 알루미늄-기반 재료와 같은 비투전율(relative permittivity)을 갖는 전기적 절연 재료로 형성된다. 또한 마손 엘리먼트(54)는 금속 재료의 코팅을 포함할 수 있거나 전기적 절연 재료의 코팅을 포함할 수 있다.
- [0027] 마손 엘리먼트(54)는, 예컨대 PVD, 공유 압출(co-extrusion), 또는 공유 소결(co-sintering)과 같은 임의의 적합한 수단에 의해 중앙 연장 부재(22)의 바디 부분(52)에 적용될 수 있다. 대안적으로, 마손 엘리먼트(54)는 브레이징 또는 유사한 프로세스에 의해 부착될 수 있다. 마손 엘리먼트(54)가 코팅되는 경우, 코팅은 도금(plating), 분무(spraying), 소결(sintering), 또는 다른 적합한 방법에 의해 적용될 수 있다. 바디 부분(52)의 재료 및 마손 엘리먼트(54)의 재료는, 예컨대 양호하게 접촉되어, 작은 갭들이 없고, 양호한 열 접촉을 제공하게끔 그리고 상이한 열 팽창의 문제를 방지하게끔 연결되게 선택되어야 한다.
- [0028] 도 10의 실시예에서, 아크 방전의 영향을 더 잘 견디기 위해, 중앙 연장 부재(1022)는 구리 또는 구리 합금으로 형성된 코어(56, core)를 포함하며, 상기 코어(56)는 니켈 합금으로 형성된 클래딩(58, cladding)에 의해 둘러싸인다. 도 10의 실시예에서, 마손 엘리먼트(1054)는 클래딩(58)에 부착되어 중앙 점화 단부(1046)를 형성한다. 대안적으로, 니켈 합금의 클래딩(58)은 중앙 점화 단부(1046)를 형성할 수 있다. 도 10에 도시된 바와 같이, 코어(56)는, 바람직하게는 크라운(1034)의 상단 표면(1040)에서 코어 점화 단부(80, core firing end)까지 연장하는 코어 길이(1core)를 갖는다. 코어 길이(1core)는 중앙 축(A)에 평행하고 각각 중앙 축(A)에 수직하게 연장된 제1 플레인(42) 및 제4 플레인(82) 사이의 거리와 동일하다. 제4 플레인(82)은 코어(56)의 가장 아래 지점에 배치된다. 바람직하게는, 코어 길이(1core)는 크라운 길이(1c)보다 크다. 이 경우에, 중앙 연장 부재(1022)의 클래딩(58)은 여전히 구리 코어(56)를 보호한다. 이러한 디자인은 점화 팁(1038)의 최대 온도를 상당히 감소시킬 수 있어서 점화 팁(1038) 및 중앙 점화 단부(1046)의 수명을 연장시킬 수 있다.
- [0029] 본 발명의 다른 양상은, 도 12a 및 도 13a에 도시된 바와 같이, 점화 팁(38)의 부식 및 침식을 감소시키게끔 중앙 연장 부재(22)를 지닌 코로나 점화기(20)를 포함하는 코로나 방전 점화시스템(60)을 제공한다. 비교를 위해, 도 12b 및 도 13b는, 본 발명의 연장 길이를 포함하지 않는 다른 타입의 코로나 점화기(20')를 지닌 시스템을 도시한다. 시스템(60)은, 실린더 헤드(62), 실린더 블록(64), 및 피스톤(50)과 같은 종래의 내연기관에서 발견되는 구성요소들을 포함한다. 피스톤(50)은 실린더 헤드(62)에 대향하여 배치되며 그들 사이에 공간이 존재하며, 실린더 블록(64)은 실린더 헤드(62)와 연결되며 피스톤(50)을 둘러싼다. 따라서, 실린더 헤드(62), 실린더 블록(64), 및 피스톤(50)은 그들 사이에 연소실(66)을 제공한다.
- [0030] 실린더 헤드(62)는 코로나 점화기(20)를 받아들이기(수용) 위한 오프닝(68, opening)을 제공한다. 일반적으로 코로나 점화기(20)의 셸(32, shell)은, 도 12 및 도 13에 도시된 바와 같이, 예컨대 실린더 헤드(62)의 오프닝(68)으로 스레드(threaded)되어 실린더 헤드(62)에 결합된다. 일반적으로 가스켓(70)은 셸(32) 및 실린더 헤드(62) 사이에 배치된다. 코로나 점화기(20)는 전원장치로부터(미도시 됨) 전력을 받아들이기 위한 단자(72, terminal)를 포함할 수 있으며, 절연 재료(74)는 단자(72) 및 전극 사이에 배치될 수 있다. 중앙 점화 단부(46) 및 점화 팁(38) 뿐만 아니라 절연체(28)의 일부분은 연소실(66) 내에 배치된다. 또한 미세한 분무 스프레이(78)의 형태로 연료를 연소실(66)로 배출하기 위한 연료 분사기(76, fuel injector)가 실린더 헤드(62) 내에 수용된다.
- [0031] 작동 동안에, 전력(power)이 코로나 점화기(20)에 공급되며, 연료는 코로나 점화기(20)를 향해서 분사되며, 피스톤(50)은, 종래의 코로나 점화시스템에서와 같이 실린더 블록(64)에 대해 왕복운동하는데, 실린더 헤드(62) 및 코로나 점화기(20)를 향해서 그리고 멀어지게 이동한다(움직인다). 도 12a에 있어서, 피스톤(50)은 상당한 거리로 코로나 점화기(20)로부터 이격되어 있다. 크라운(34)의 점화 팁(38)으로부터 코로나 방전(24)이 형성되며, 코로나 점화기(20) 및 피스톤(50) 또는 임의의 다른 접지된 구성요소 사이에서 아크 형성이 발생하지 않는다.

다. 비교 코로나 점화기(20')를 지닌 도 12b의 시스템(60)에서, 코로나 방전(24)은 또한 아크 형성없이 형성된다.

[0032] 그러나, 도 13a 및 도 13b에 있어서, 피스톤(50)은 코로나 점화기(20,20')에 접근하며 아킹(25,arcing)이 발생한다. 도 13a와 같이, 시스템(60)이 본 발명의 코로나 점화기(20)를 포함하는 경우, 크라운(34)의 점화 팁(38)으로부터 아킹(25)이 발생하지 않으며, 도 13b의 비교 코로나 점화기(20')가 사용되는 경우에는 발생한다. 오히려, 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)로부터 아킹(25)이 발생한다. 중앙 연장 부재(22)의 연장 길이(1e)는 단지 중앙 연장 부재(22)로 아킹(25)을 제한한다. 크라운(34)의 점화 팁(38)은 아킹(25)에 의해 초래되는 고온에 덜 노출되기 때문에, 점화 팁은 부식 및 침식을 덜 겪는다. 따라서, 향후의 점화 사이클 동안 점화 팁(38)은 뾰족하게(sharp) 유지되어 계속해서 강한 코로나 방전(24)을 제공한다.

[0033] 상술된 바와 같이, 본 발명의 코로나 점화기(20)의 전극은 또한 작동 동안에 코로나 방전(24)의 사이즈를 증가시킬 수 있다. 도 14-16 각각은 전력이 코로나 점화기(20,20')에 공급될 때 본 발명의 코로나 점화기(20) 또는 비교 코로나 점화기(20')의 유한 요소 해석(Finite Element Analysis)(FEA)을 포함한다. FEA 이미지들의 라인 은 코로나 방전(24)의 방향 및 길이를 잘 보여줄 수 있다. 도 14a는 피스톤(50)이 중앙 점화 단부(46) 및 점화 팁(38)으로부터 상당한 거리를 두고 배치된 경우 본 발명의 코로나 점화기(20) 및 관련 코로나 방전(24)을 보여준다; 도 15a는 피스톤(50)이 일반적인 점화의 위치에 있는 경우 본 발명의 코로나 점화기(20) 및 관련 코로나 방전(24)을 보여주며; 그리고 도 16a는 피스톤(50)이 코로나 점화기(20)에 매우 가깝게 다가간 경우 본 발명의 코로나 점화기(20)의 중앙 점화 단부(46)로부터 발생하는 아킹(25)을 보여준다. 비교하기 위해, 도 14b-16b 각각은 피스톤(50)이 도 14a-16a와 동일한 위치에 있는 경우, 비교 코로나 점화기(20')에 의해 제공되는 코로나 방전(24)의 FEA를 포함한다.

[0034] 도 14a 및 15a는, 도 14b 및 15b의 비교 코로나 점화기(20')에 비해 피스톤(50)이 코로나 점화기(20)로부터 이격되어 있는 경우 더 강한 코로나 방전(24)을 제공하는 본 발명의 코로나 점화기(20)를 보여준다. 중앙 연장 부재(22)의 연장 길이(1e)는, 그들이 형성됨으로서 코로나 스트리머를 밀어내려는 경향이 있으며, 따라서 더 개방된 형태를 제공하며, 더 큰 불꽃을 주며, 그리고 피스톤(50)에 부딪힐 가능성이 적다. 또한, 도 16a는 아킹(25)이 발생하는 것을 보여주는데, 아킹은, 크라운(34)의 점화 팁(38)에서 보다는, 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)로부터 형성할 것이다. 이는 도 16b의 비교 코로나 점화기(20') 보다 유리한데, 여기에서 아킹(25)은 크라운(34')의 점화 팁(38')으로부터 형성한다.

[0035] 도 17은 절연 코팅 형태로 마손 엘리먼트(54)가 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)에 걸쳐서 적용되는 경우 본 발명의 코로나 점화기(20)의 FEA 해석이다. 이러한 해석은 절연 코팅이 코로나 점화기(20)의 작동에 해롭지 않은 결과(effect)를 보여주며 또는 중앙 연장 부재(22)에 의해 제공되는 잇점을 보여준다.

[0036] 본 발명의 또 다른 양상은, 코로나 방전 점화시스템(60)에 사용하기 위한 코로나 점화기(20)를 제조하는 방법을 제공하는데, 이는 중앙 연장 부재(22)의 연장 길이(1e)가 크라운 길이(1c)보다 더 크도록 중앙 연장 부재(22)를 제공하는 것을 포함한다.

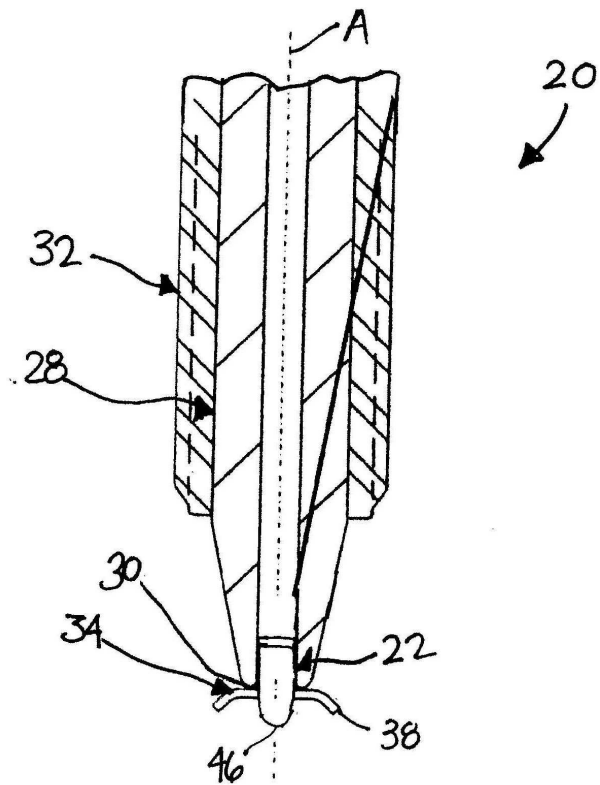
[0037] 바람직한 성능을 제공하기 위해서 다양한 기술이 중앙 연장 부재(22)의 적절한 연장 길이(1e)를 결정하는데 사용될 수 있다. 하나의 실시예에서, 상기 방법은, 첫째로 (a) 실린더 헤드(62) 내에 코로나 점화기(20)가 수용되는 경우 실린더 블록(64)에 가장 근접할 크라운(34)의 점화 팁(38)을 식별(identifying)하는 것을 포함한다. 다음으로, 상기 방법은, (b) 단계(a)에서 식별된 점화 팁(38)으로부터 피스톤(50)까지 거리와 동일한 단계(a)에서 식별된 점화 팁(38)으로부터 실린더 블록(64)까지 거리인 피스톤(50)의 이동(movement) 동안에 지점(point)를 결정(determining)하는 것을 포함한다. 피스톤(50)이 이 지점에 위치되거나 점화 팁(38)에 더 가까이 위치되는 경우, 점화 팁(38) 및 피스톤(50) 사이의 아킹 가능성이 있으나, 이 가능성은 중앙 연장 부재(22)에 의해 완화(경감)된다.

[0038] 다음으로 상기 방법은, (c) 전력이 전극에 제공되는 경우 그리고 단계(a)에서 식별된 점화 팁(38)이 단계(b)에서 식별된 지점에 있는 경우가 되도록 중앙 연장 부재(22)의 연장 길이(1e)를 선택(selecting)하는 것을 포함하는데, 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)에서 최대 전기장은 단계(a)에서 식별된 점화 팁(38)에서 최대 전기장보다 크거나 동일하다. 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)에서 최대 전기장은 중앙 점화 단부(46) 및 피스톤(50) 사이의 거리에 의존하며, 그리고 중앙 점화 단부(46) 및 실린더 블록(64) 사이의 거리에 의존한다. 상기 방법은, 작동 동안에 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)가 실린더 블록(46) 및/또는 피스톤(50)으로부터 더 멀리 간격을 두게끔 중앙 연장 부재(22)의 연장 길이(1e)를 조정(adjusting)하는 것을 또한 포함할 수 있다.

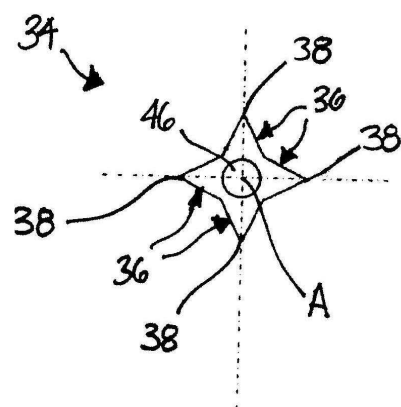
- [0039] 또한 상기 방법은 일반적으로 단계(d)를 포함한다: 작동 동안에, 코로나 방전이 점화 팁(38)로부터 우선적으로 형성될 수 있도록 점화 팁(38)의 제1 구면 반지름( $r_1$ ) 및 중앙 점화 단부(46)의 제2 구면 반지름( $r_2$ )을 선택하는 것을 포함하는데, 그리고 아킹이 임의로 발생하는 경우, 피스톤(50) 및 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46) 사이에서 우선적으로 형성될 것이다. 구면 반지름( $r_1, r_2$ )을 선택하는 단계는, 연장 길이( $le$ )를 선택한 이후 또는 이전에 실행될 수 있다. 구면 반지름( $r_1, r_2$ )을 선택하는 단계는, 크라운(34)의 점화 팁(38)에서 각각의 제1 구면 반지름( $r_1$ )은 중앙 연장 부재(22)의 제2 구면 반지름( $r_2$ )보다 더 작도록 크라운(34)의 각각의 점화 팁(38)에 대해 제1 구면 반지름( $r_1$ )을 선택하며 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)에 대해 제2 구면 반지름( $r_2$ )을 선택하는 것을 포함한다.
- [0040] 구면 반지름들( $r_1, r_2$ )은 전력이 전극에 제공되는 경우에 선택되는 것이 바람직한데, 크라운(34)의 적어도 하나의 점화 팁(38) 및 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)가 실린더 블록(46) 및 피스톤(50)으로부터 이격되며, 코로나 방전(24)이 점화 팁(38)으로부터 제공되며, 접지(ground)에 가장 가까운 점화 팁(38)에서 최대 전기장이 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)에서 최대 전기장 보다 적어도 25% 더 높다. 이는, 예컨대 도 18에 도시되어 형성된 데이터를 사용함으로써 달성될 수 있다. 도 18의 제1 열(column)은 중앙 점화 단부(46) 또는 점화 팁(38)으로부터 그라운드까지 밀리미터의 거리인데, 또한 접지까지 갭이라 불리운다. 제2 열은 밀리미터의 구면 반지름인데, 중앙 점화 단부(46) 또는 점화 팁(38)의 구면 반지름일 수 있다. 제3 열은, 1 볼트가 적용되는 경우, 미터 당 볼트인 최대 전기장이다. 도 18의 값들은 단지 실례이다. 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)의 구면 반지름들( $r_2$ ), 점화 팁(38)의 구면 반지름들( $r_1$ ), 및 중앙 연장 부재(22)의 연장 길이( $le$ ) 사이의 미소한 관계(dimensionless relationship)는 도 18의 데이터에 기반하여 획득될 수 있다.
- [0041] 도 19는 피스톤(50) 및 실린더 블록(64)으로부터의 다양한 거리인 약 0.05mm 에서 약 1.15mm 까지의 범위의 구면 반지름들에 대한 최대 전기장을 제공하는 그래프이다. 도 19는, 점화 팁(38)으로부터 피스톤(50)까지 그리고 실린더 블록(64)까지 거리가 0.254mm, 0.508mm, 1.27mm, 2.54mm, 5.08mm, 12.7mm, 24.5mm, 및 50.8mm 인 경우 최대 전기장을 구체적으로 제공한다. 점화 팁(38)에서 최대 전기장은, 예컨대 오직 50.8mm와 같은, 단지 더 큰 거리에서 중앙 연장 부재(22)의 중앙 점화 단부(46)에서 최대 전기장 보다 25% 더 높을 것이며, 그러나 이는 0.254mm가 아닌더 짧은 거리를 필요로하지 않는다.
- [0042] 일단 거리가 단계(b)에서 식별되고, 구면 반지름들( $r_1, r_2$ )이 단계(d)에서 선택되면, 상기 방법은, (c) 단계(b)에서 식별된 거리에서 단계(a)에서 식별된 점화 팁(38)의 최대 전기장을 결정하는 것을 포함한다. 제차 실례로서, 도 18의 데이터가 이러한 최대 전기장을 결정하는데 사용될 수 있다. 하나의 바람직한 실시예에 있어, 점화 팁들(38) 각각은 피스톤(50)으로부터 25.4mm의 거리에서 2.54mm의 구면 반지름( $r_1$ ) 및 330V/m의 최대 전기장을 갖는다. 방법은 모든 안전성 및 작동 상태를 충족시키게끔 구면 반지름들( $r_1, r_2$ )을 조정하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0043] 명백하게는, 본 발명의 많은 수정 및 변경이 상기 지침을 고려하여 가능할 것이며 첨부된 청구항의 범주 내에서 구체적 설명 이외의 다른방법으로 실행될 수 있다.

도면

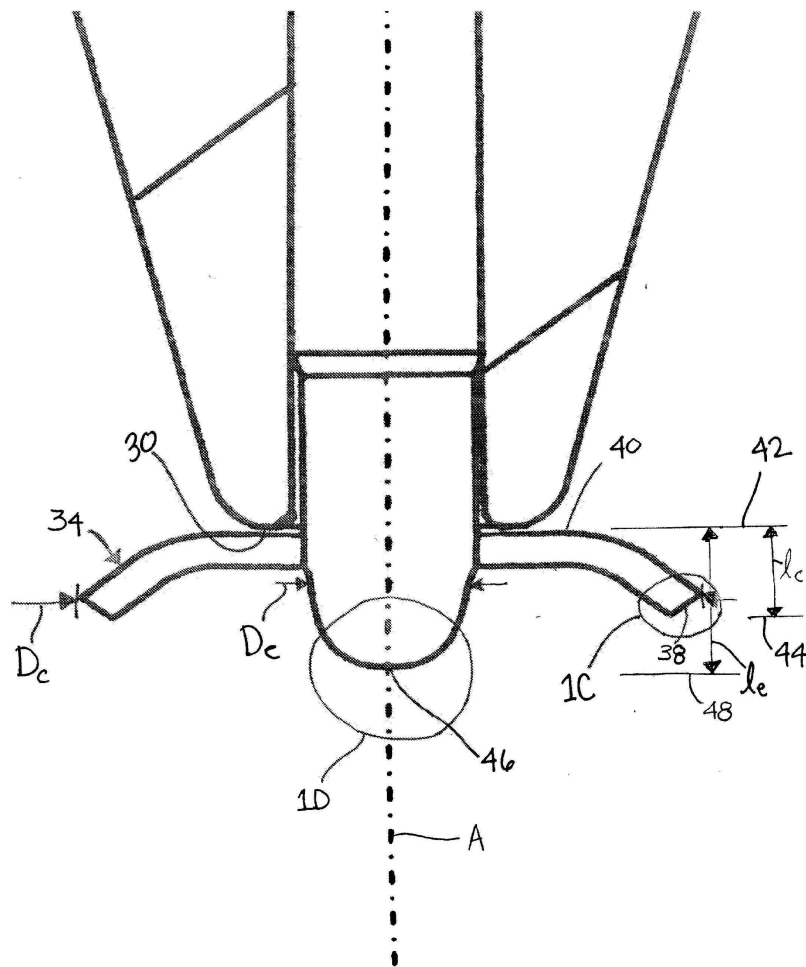
도면1



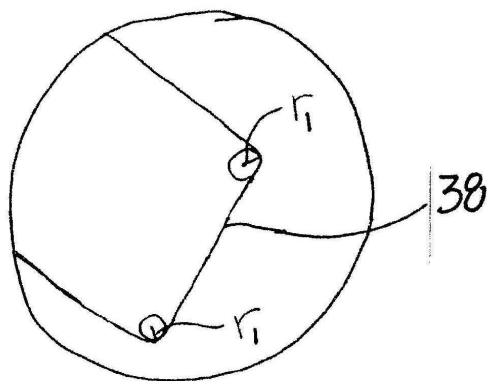
도면1a



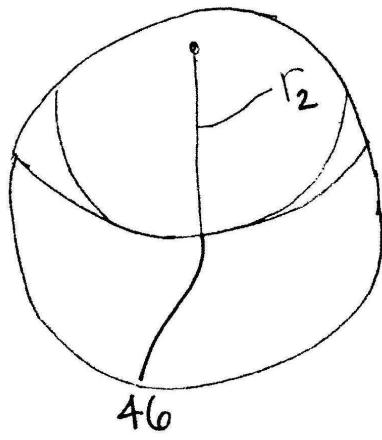
도면1b



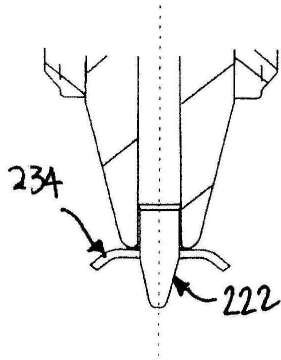
도면1c



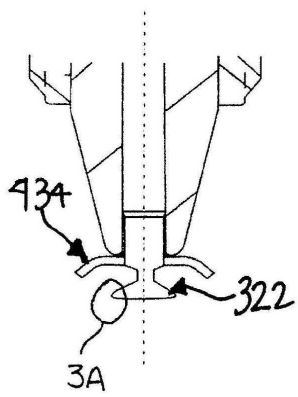
도면1d



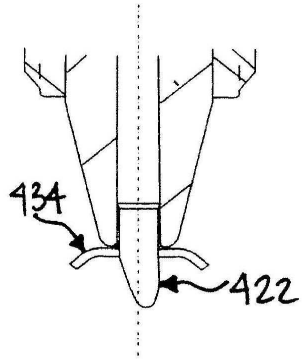
도면2



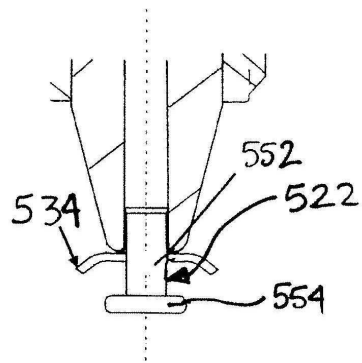
도면3



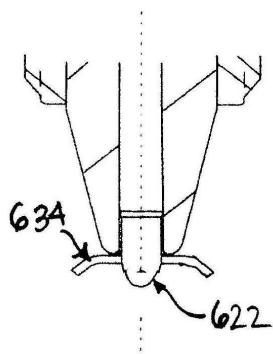
도면4



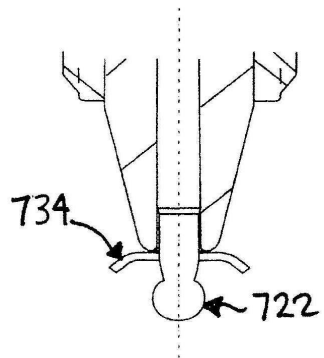
도면5



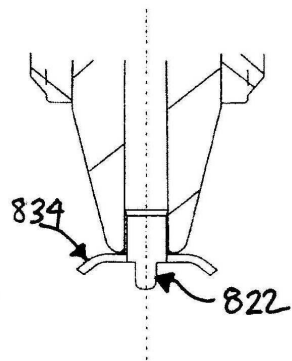
도면6



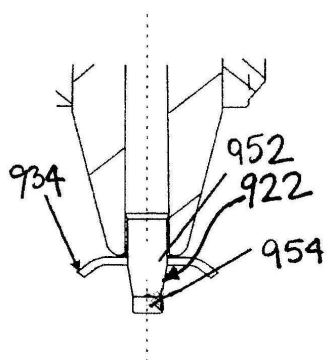
도면7



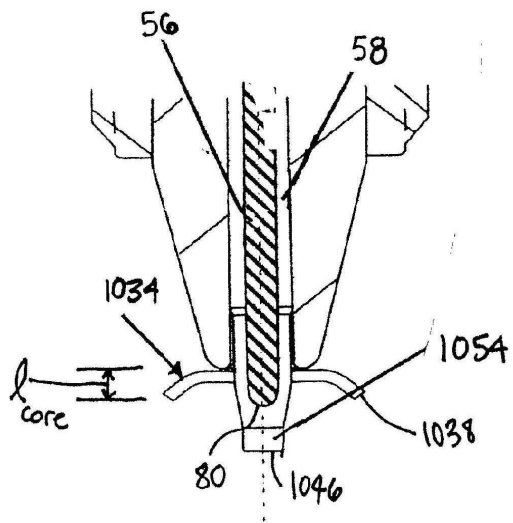
도면8



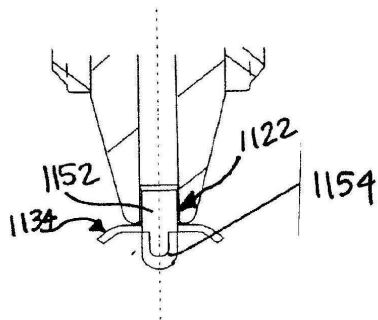
도면9



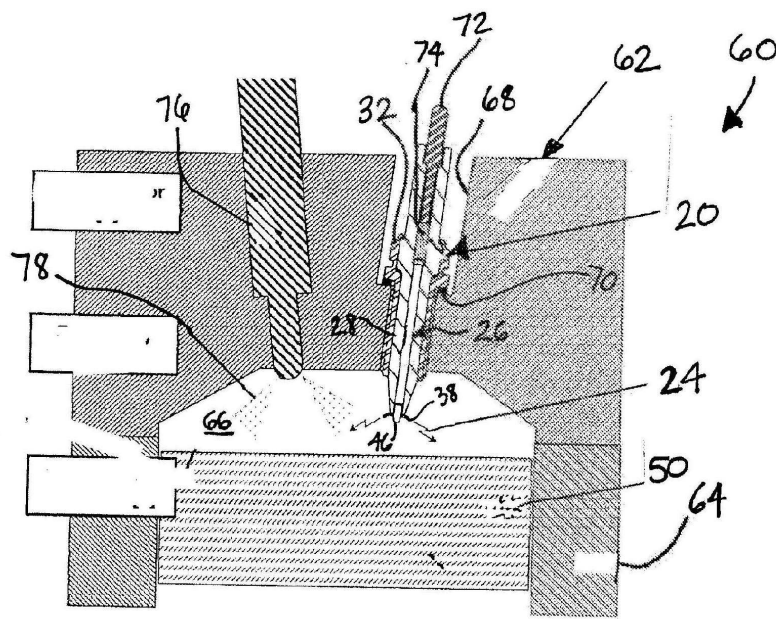
도면10



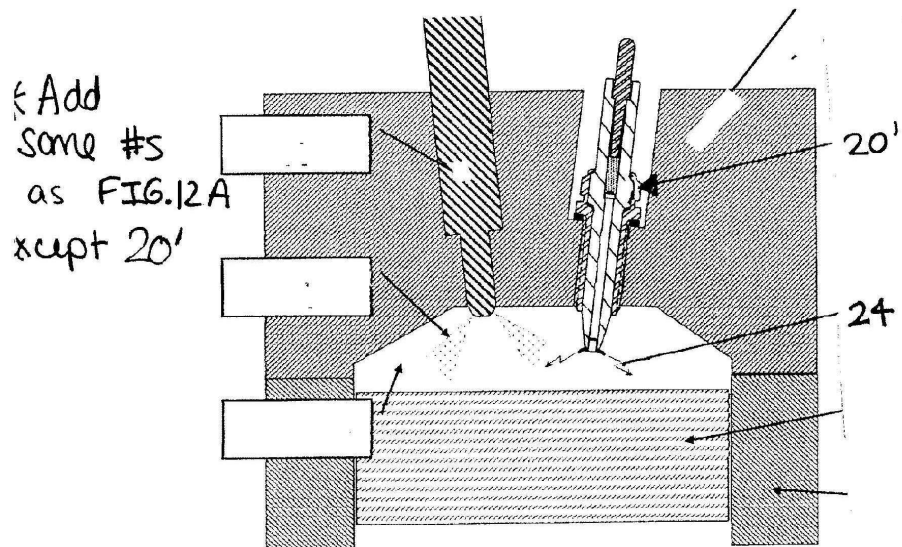
도면11



도면12a

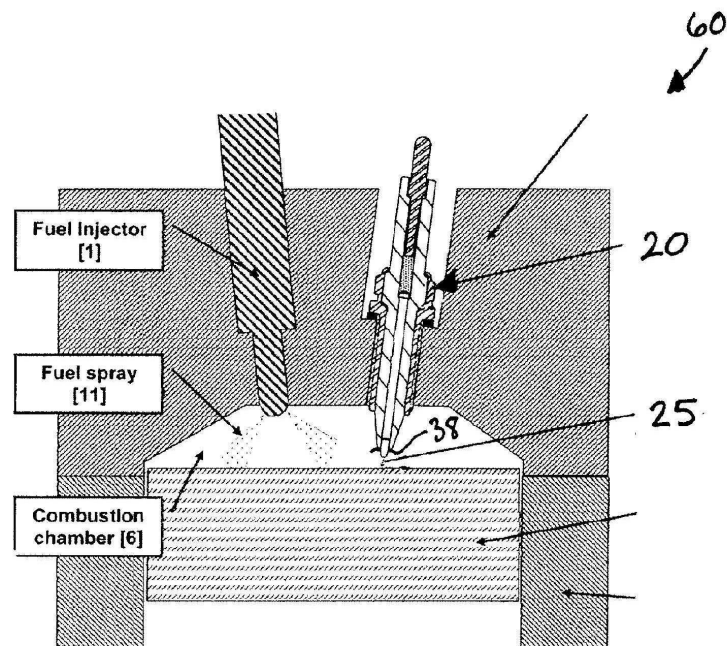


도면12b



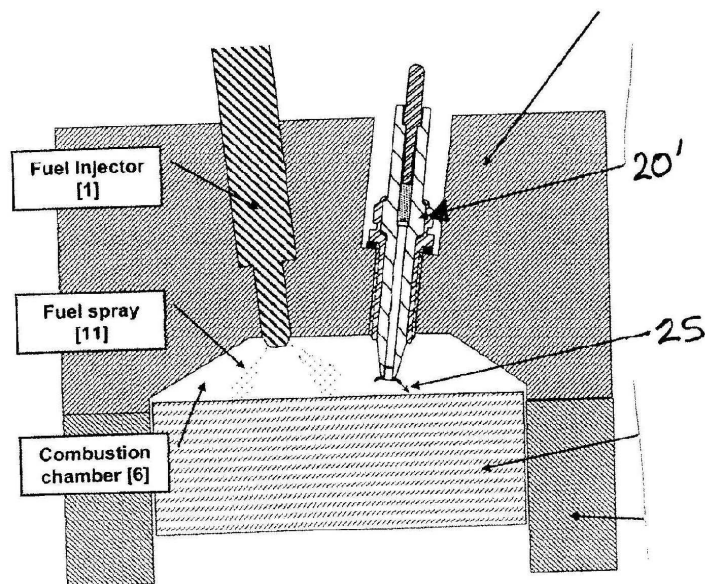
도면13a

\* Add  
Same  
as  
FIG. 12A  
except 25  
stead of 24

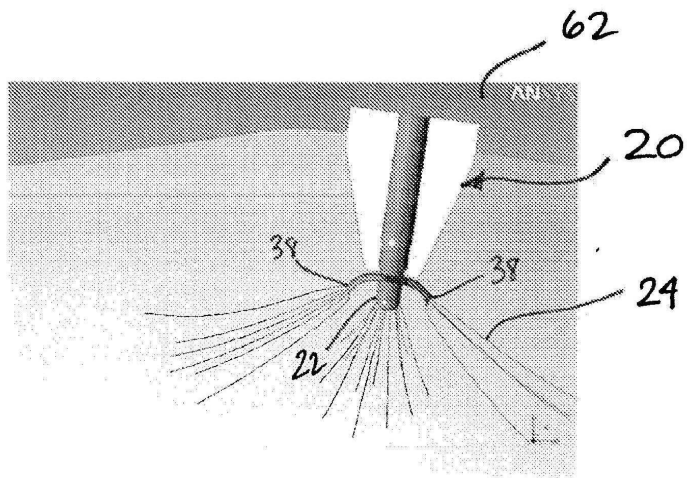


도면13b

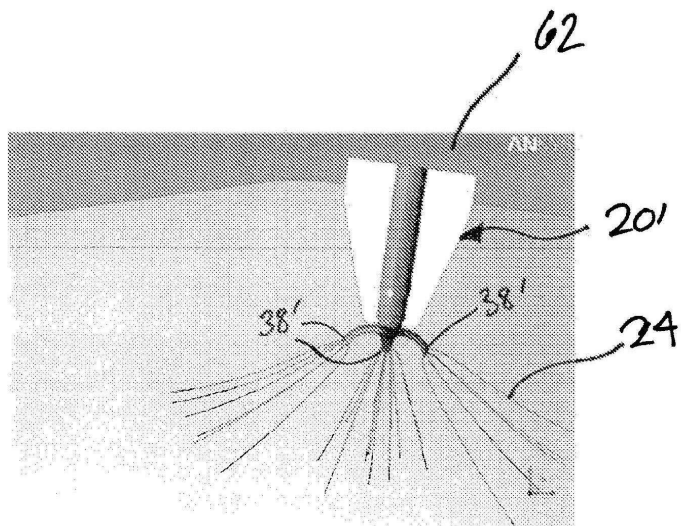
\* Add  
some #5  
to F16.12 A  
(cept 25  
stead of  
24 and  
20'



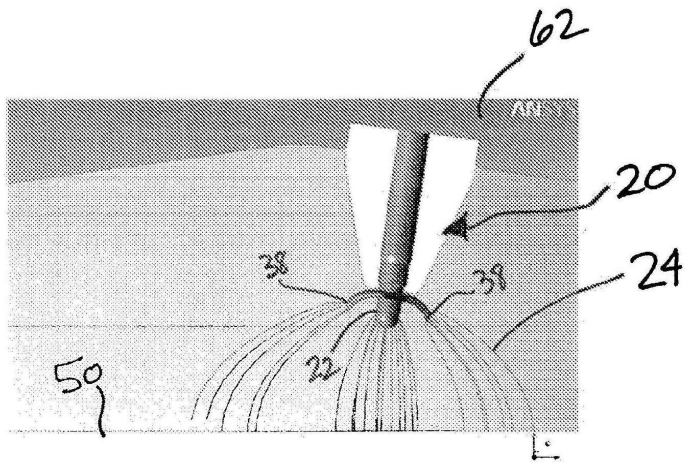
도면14a



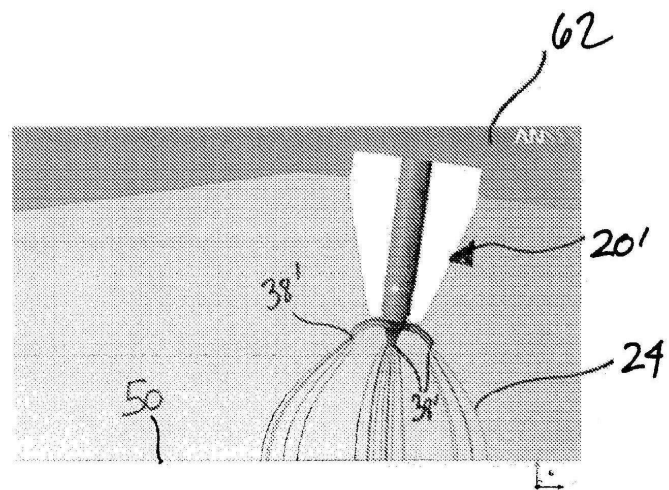
도면14b



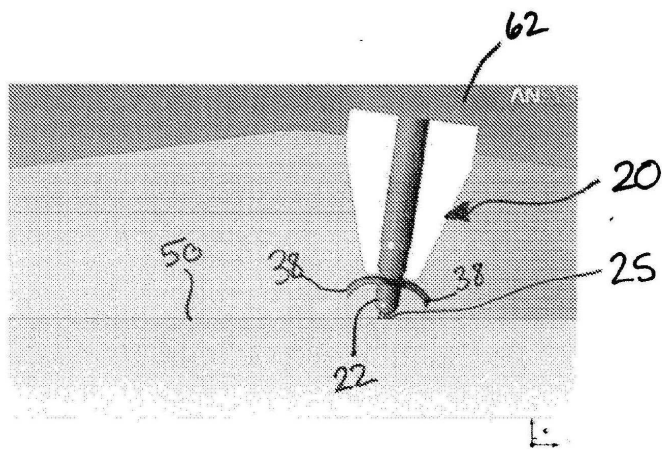
도면15a



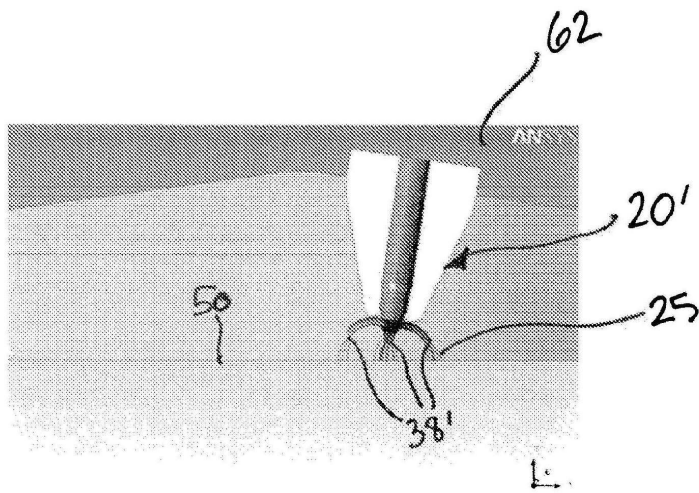
도면15b



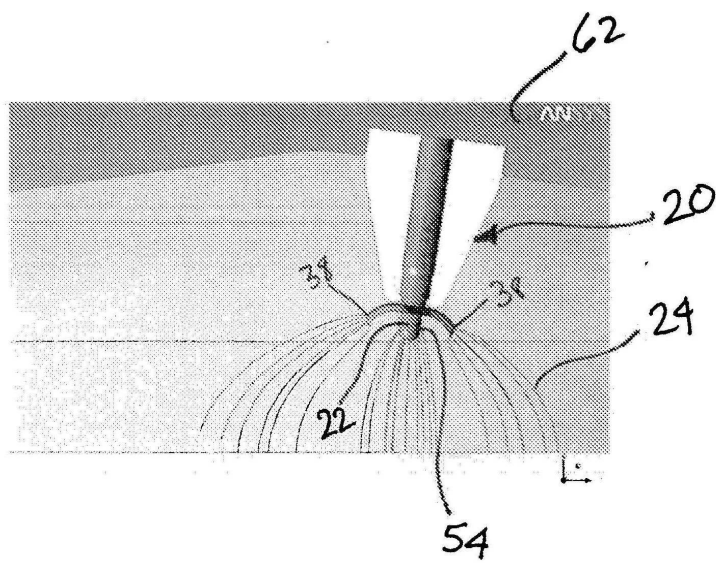
도면16a



도면16b



도면17



도면18

Distance Gap to Ground mm	Spherical Radius mm	Peak Electric Field @ 1 volt applied V/m
0.254	0.0508	18633.28739
0.254	0.127	9980.701716
0.254	0.254	6878.930003
0.254	0.508	5343.796592
0.254	1.27	4477.039363
0.254	2.54	4203.304771
0.508	0.0508	16136.18133
0.508	0.127	8016.138049
0.508	0.254	5003.699524
0.508	0.508	3441.164495
0.508	1.27	2524.355083
0.508	2.54	2238.626109
1.27	0.0508	13887.23678
1.27	0.127	6571.000675
1.27	0.254	3798.198319
1.27	0.508	2309.525832
1.27	1.27	1376.310111
1.27	2.54	1068.842433
2.54	0.0508	12979.19005
2.54	0.127	5922.926914
2.54	0.254	3300.830078
2.54	0.508	1899.069549
2.54	1.27	1000.430464
2.54	2.54	688.0533036
5.08	0.0508	12172.07443
5.08	0.127	5434.093973
5.08	0.254	2966.065895
5.08	0.508	1650.347304
5.08	1.27	802.8204393
5.08	2.54	500.131791
12.7	0.0508	11006.37994
12.7	0.127	4913.879632
12.7	0.254	2648.357014
12.7	0.508	1438.900864
12.7	1.27	659.8844681
12.7	2.54	379.6343141
25.4	0.0508	9975.942838
25.4	0.127	4575.07969
25.4	0.254	2461.742392
25.4	0.508	1324.304308
25.4	1.27	592.6911816
25.4	2.54	330
50.8	0.0508	8738.021209
50.8	0.127	4213.214918
50.8	0.254	2288.55173
50.8	0.508	1230.835386
50.8	1.27	543.0055707
50.8	2.54	296.3233774

도면19

