



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월18일
(11) 등록번호 10-1375915
(24) 등록일자 2014년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01T 13/20 (2006.01) F02P 13/00 (2006.01)
H01T 13/14 (2006.01) H01T 13/16 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7005499
(22) 출원일자(국제) 2010년07월12일
심사청구일자 2012년09월20일
(85) 번역문제출일자 2012년02월29일
(65) 공개번호 10-2012-0073218
(43) 공개일자 2012년07월04일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2010/004499
(87) 국제공개번호 WO 2011/027500
국제공개일자 2011년03월10일
(30) 우선권주장
JP-P-2009-202381 2009년09월02일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
WO2009034989 A1
JP2006049207 A
US20030122462 A1
US20050057135 A1

(73) 특허권자
니혼도꾸슈도교 가부시킴가이샤
일본국 아이치켄 나고야시 미주호쿠 다카츠지-초14-18
(72) 발명자
반 겐지
일본국 아이치켄 나고야시 미주호쿠 다카츠지-초14-18 니혼도꾸슈도교 가부시킴가이샤 내
스즈키 아키라
일본국 아이치켄 나고야시 미주호쿠 다카츠지-초14-18 니혼도꾸슈도교 가부시킴가이샤 내
(74) 대리인
김병진, 노태정

전체 청구항 수 : 총 8 항

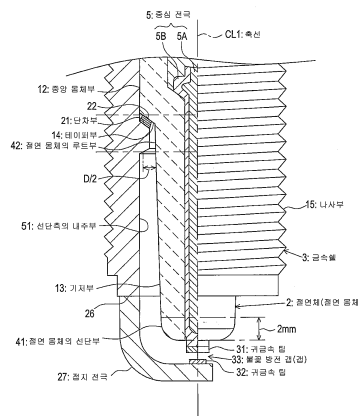
심사관 : 김수섭

(54) 발명의 명칭 스파크 플러그

(57) 요약

작은 크기의 중심 전극을 갖는 스파크 플러그에서는 내오염성과 내열성의 향상이 촉진된다. 스파크 플러그(1)는 중심 전극(5), 절연체(2) 및 금속셸(3)을 포함하되, 절연체(2)는 기저부(13), 테이퍼부(14) 및 중앙 몸체부(12)를 포함한다. 기저부(13) 내에 배치되는 중심 전극(5)의 일 부분의 최대 직경은 3.0mm 이하가 된다. 단차부(21)와 선단측 내주부(51)는 금속셸(3)의 내주에 형성되며, 테이퍼부(14)는 단차부(21)에 결합된다. 축선(CL1) 방향을 따라 절연체(2)로부터 선단측으로 향하는 절연체(2)의 2mm 부분의 체적을 A(mm³)라 하고, 단차부(21)에 결합되는 테이퍼부(14) 부분의 후단으로부터 선단측에 이르는 절연체(2) 부분으로서, 테이퍼부의 외주부와 선단측 내주부(51) 간의 직경 차이가 1.5mm 이하인 부분의 체적을 B라 할 때, $0.12 \leq A/B \leq$ 가 만족된다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

봉 형태의 중심 전극과,

축선 방향으로 연장되는 축공을 가지며 상기 축공의 선단측에 상기 중심 전극을 포함하는 원통 형태의 절연 몸체와,

상기 절연 몸체의 선단부가 그 선단면보다 더 멀리 연장되는 상태에서 절연 몸체의 주위를 둘러싸고 유지하는 원통 형태의 금속셸을 포함하되,

상기 절연 몸체는,

선단부에 배치되는 기저부,

상기 기저부의 후단으로부터 후단측을 향해 연장되고 상기 후단측을 향해 확대되는 직경을 가지는 테이퍼부, 및
상기 테이퍼부의 후단으로부터 후단측을 향해 연장되고 상기 기저부보다 큰 직경을 가지는 중앙 몸체부를 포함하며,

단차부 및 해당 단차부의 선단측에 배치되는 선단측 내주부가 상기 금속셸의 내주에 형성되며,

상기 절연 몸체는 상기 테이퍼부가 상기 단차부에 대하여 직접 또는 간접적으로 결합되는 상태로 상기 금속셸에 고정되며,

상기 기저부 내에 배치되는 중심 전극의 일 부분의 최대 직경은 3.0mm 이하이며,

축선 방향을 따라 상기 절연 몸체의 선단으로부터 후단측으로 향하는 2mm의 절연 몸체 부분의 체적을 $A(\text{mm}^3)$ 라 하고, 상기 단차부에 결합되는 테이퍼부 부분의 후단으로부터 선단측에 이르는 절연 몸체의 일 부분으로서, 상기 테이퍼부의 외주부와 선단측 내주부 간의 직경 차이가 1.5mm 이하인 부분의 체적을 $B(\text{mm}^3)$ 라 할 때, $0.12 \leq A/B \leq 0.24$ 를 만족하는 스파크 플러그.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 금속셸은 연소장치의 부착공 내로 나사 결합되는 나사부를 가지며, 상기 나사부의 나사 직경은 M14이고, $12\text{mm}^3 \leq A$ 및 $83\text{mm}^3 \leq B \leq 113\text{mm}^3$ 를 만족하는 스파크 플러그.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 기저부 내에 마련되는 중심 전극 부분의 최대 직경이 1.7mm 이상인 스파크 플러그.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 금속셸은 연소장치의 부착공 내로 나사 결합되는 나사부를 가지며, 상기 나사부의 나사 직경은 M12이고, $6\text{mm}^3 \leq A$ 및 $35\text{mm}^3 \leq B \leq 54\text{mm}^3$ 를 만족하는 스파크 플러그.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 기저부 내에 마련되는 중심 전극 부분의 최대 직경이 1.5mm 이상 2.6mm 이하인 스파크 플러그.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 금속셀은 연소장치의 부착공 내로 나사 결합되는 나사부를 가지며, 상기 나사부의 나사 직경은 M10이고, $3.5\text{mm} \leq A$ 및 $20\text{mm} \leq B \leq 37\text{mm}$ 를 만족하는 스파크 플러그.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 기저부 내에 마련되는 중심 전극 부분의 최대 직경이 1.3mm 이상 2.1mm 이하인 스파크 플러그.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서,

금속셀의 선단부로부터 연장되며 그것의 선단부가 중심 전극의 선단부와 함께 갭을 형성하는 접지 전극을 추가로 포함하되,

귀금속 팁이 중심 전극과 접지 전극 중 적어도 어느 하나에 마련되는 스파크 플러그.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 내연기관 등에 사용되는 스파크 플러그에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 스파크 플러그는 내연기관 등의 연소장치에 부착되어 연소실 내의 공기/연료 혼합물을 점화하기 위해 사용된다. 일반적으로, 스파크 플러그는 축공을 가지는 절연 몸체, 축공을 통과하는 중심 전극, 절연 몸체의 외주에 마련되는 금속셀 및 금속셀의 선단면에 마련되어 중심 전극과 함께 불꽃 방전 갭을 형성하는 접지 전극을 포함한다. 또한, 금속셀과 절연 몸체가 조립될 때는, 금속셀의 내주면에 마련되는 단차부와 절연 몸체의 외주면에 마련되는 테이퍼부가 금속 시트 패키징을 통해 결합된다.

[0003] 그러나, 탄소가 연소실 내의 공기/연료 혼합물의 불완전 연소에 의해 발생되어, 탄소가 절연 몸체의 표면에 침착될 우려가 있다. 탄소 침착이 절연 몸체의 표면에 진행되면, 절연 몸체의 선단부 표면이 탄소에 덮이고 오염되어, 정상적인 불꽃 방전이 불꽃 방전 갭에서 발생하지 않을 수도 있으며 전류가 탄소를 통해 중심 전극으로부터 금속셀로 흐를(누설될) 수도 있다.

[0004] 한편, 탄소를 연소시켜 제거하는 기능, 즉, 자기 세정 기능을 가지는 스파크 플러그는, 내오염성을 향상시키기 위해 절연 몸체의 표면 온도가 급속히 상승되는 것으로 알려져 있다.

[0005] 그러나, 스파크 플러그 선단의 온도가 소정 온도(예컨대, 1100℃) 이상으로 지나치게 상승되면, 과열된 스파크 플러그의 선단이 점화원이 될 우려가 있다. 다시 말해, 스파크 플러그의 점화 이전에도 공기/연료 혼합물이 점화되는 현상, 즉, “조기 점화”가 무작위로 발생한다.

[0006] 이에 따라, 테이퍼부의 선단측에 배치되는 부분과 금속셀 사이의 갭이 작고, 갭의 축선 방향 길이가 긴 기술(예를 들어, 특허문헌 1 참조)이 제시되어왔다. 상기 기술에서는, 작은 갭으로 인해 열의 제어가 가능해지고 그 결과 열이 절연 몸체로부터 금속셀로 효율적으로 전달되어 내열성이 촉진된다. 또한, 갭의 축선 방향 길이가 길기

때문에 미연 가스(탄소)가 갭으로 유입되는 것이 방지되어 내오염성이 촉진된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본 공개특허 제2005-183177호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 그러나, 내열성 및 내오염성이 둘 다 어느 정도 향상되기는 하지만, 오염의 진행과 전류의 누설이 연소장치의 사용에 의해 발생될 우려가 있다.

[0009] 최근 들어, 스파크 플러그의 크기 저감 및 절연 몸체의 크기 저감이 요구되고 있다. 보다 작은 절연 몸체에서는, 절연 몸체의 축공의 크기가 저감됨으로 인해, 내전압성을 얻기 위해 절연 몸체의 두께가 충분히 확보되어야 할 필요가 있다. 이때, 축공을 통과하는 중심 전극까지도 또한 크기가 저감된다. 그렇지만, 절연 몸체의 열은 주로 열전도성이 우수한 중심 전극으로부터 금속셸로 이동된다. 따라서, 중심 전극의 크기가 저감됨에 따라서, 절연 몸체로부터 금속셸로의 열 전달 효율이 저하되어 절연 몸체의 내열성이 저하될 우려가 있다.

[0010] 본 발명의 일부 양태의 이점은 크기가 저감된 중심 전극을 가지면서 내 오염성 및 내열성이 둘 다 향상된 스파크 플러그를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 이하, 상술한 문제점을 해결하기 위해 적용되는 구성을 설명한다.

[0012] 구성 1

[0013] 봉 형태의 중심 전극과, 축선 방향으로 연장되는 축공을 가지며 축공 선단측의 중심 전극을 포함하는 원통 형태의 절연 몸체와, 절연 몸체의 선단부가 자신의 선단면보다 더 멀리 연장되는 상태에서 절연 몸체의 주위를 둘러싸고 유지하는 원통 형태의 금속셸을 포함하되, 절연 몸체는, 선단부에 배치되는 기저부(foot section), 해당 기저부의 후단으로부터 후단측을 향해 연장되며 후단측을 향해 확대되는 직경을 가지는 테이퍼부 및 해당 테이퍼부의 후단으로부터 후단측을 향해 연장되며 기저부보다 큰 직경을 가지는 중앙 몸체부를 포함하며, 단차부 및 해당 단차부의 선단측에 배치되는 선단측 내주부가 금속셸의 내주에 형성되며, 절연 몸체는 테이퍼부가 단차부에 대하여 직접 또는 간접적으로 결합된 상태에서 금속셸에 고정되며, 기저부 내에 배치되는 중심 전극의 일 부분의 최대 외경은 3.0mm 이하이며, 축선 방향을 따라 절연 몸체의 선단으로부터 후단측으로 향하는 절연 몸체의 2mm 부분의 체적을 A(mm³)라 하고, 단차부에 결합되는 테이퍼부 부분의 후단으로부터 선단측에 이르는 절연 몸체의 일 부분으로서, 테이퍼부의 외주부와 선단측 내주부 간의 직경 차이가 1.5mm 이하인 부분의 체적을 B(mm³)라 가정할 때, $0.12 \leq A/B \leq 0.24$ 를 만족하는 스파크 플러그.

[0014] 단차부에 결합되는 테이퍼부 부분의 후단으로부터 선단측에 이르는 절연 몸체의 일 부분으로서, 테이퍼부의 외주부와 선단측 내주부 간의 직경 차이가 1.5mm 이하인 부분(이하, 절연 몸체의 루트부로 지칭한다)이란, 단차부에 결합되는 테이퍼부 부분의 후단에서 시작되어, 단차부에 결합되는 테이퍼부 부분의 후단으로부터 후단보다 선단측으로 더 나아가며 선단측 내주부와 절연 몸체의 외주부 간의 직경 차이가 1.5mm를 처음으로 상회하게 되는 부분까지 이르는 구역을 의미한다. 따라서, 선단측 내주부와 절연 몸체의 외주부 간의 직경 차이가 1.5mm를 초과하는 부분을 기점으로 하는 선단측에, 직경 차이가 1.5mm 이하인 부분이 존재한다 하더라도, 그 부분은 절연 몸체의 루트부에 속하는 대상은 아니다.

[0015] 구성 2

[0016] 구성 1에 있어서, 금속셸은 연소장치의 부착공에 나사 결합되는 나사부를 가지며, 나사부의 나사 직경은 M14이

고, $12\text{mm} \leq A$ 및 $83\text{mm} \leq B \leq 113\text{mm}$ 를 만족하는 스파크 플러그.

- [0017] 또한, 절연 몸체의 루트부의 체적(B)이 83mm^3 이상이므로, 절연 몸체의 루트부는 충분한 크기(두께)를 갖추며 우수한 내전압성이 절연 몸체의 루트부에 확보된다. 한편, 절연 몸체가 통과하는 금속셀의 보어의 직경의 확대 또한 제한되기 때문에, 절연 몸체의 외경의 확대에도 제한이 따르게 된다. 따라서, 제 2 구성으로서, 절연 몸체의 루트부의 체적(B)은 나사 직경이 M14인 스파크 플러그의 경우 113mm^3 이하인 것이 바람직하다.
- [0018] 또한, 금속셀의 선단측 내주부와 그 외주부 간의 직경 차이가 1.5mm 이하가 되는 부분이 축선을 따라 더 연장되어 절연 몸체 루트부의 체적(B)도 또한 증가될 수 있다. 그러나, 이 경우에는, 금속셀의 내주면과 어느 정도는 큰 폭의 갭을 갖는 절연 몸체의 기저부 부분이 상대적으로 줄어들기 때문에, 비교적 작은 양의 탄소가 침착되어 전류의 누설이 발생할 우려가 있다. 따라서, 이 점을 고려하더라도, 절연 몸체의 루트부의 체적(B)은 바람직하게는 113mm^3 이하이다.
- [0019] 구성 3
- [0020] 구성 2에 있어서, 기저부 내에 마련되는 중심 전극 부분의 최대 외경은 1.7mm 이상인 스파크 플러그.
- [0021] 구성 4
- [0022] 구성 1에 있어서, 금속셀은 연소장치의 부착공에 나사 결합되는 나사부를 가지며, 나사부의 나사 직경은 M12이고, $6\text{mm} \leq A$ 및 $35\text{mm} \leq B \leq 54\text{mm}$ 를 만족하는 스파크 플러그.
- [0023] 또한, 나사 직경이 M12인 금속셀의 보어의 크기 등을 고려하면, 절연 몸체 루트부의 체적(B)은 바람직하게는 54mm^3 이하이다.
- [0024] 구성 5
- [0025] 구성 4에 있어서, 기저부 내에 마련되는 중심 전극 부분의 최대 외경은 1.5mm 이상 2.6mm 이하인 스파크 플러그.
- [0026] 구성 6
- [0027] 구성 1에 있어서, 금속셀은 연소장치의 부착공에 나사 결합되는 나사부를 가지며, 나사부의 나사 직경은 M10이고, $3.5\text{mm} \leq A$ 및 $20\text{mm} \leq B \leq 37\text{mm}$ 를 만족하는 스파크 플러그.
- [0028] 구성 7
- [0029] 구성 6에 있어서, 기저부 내에 마련되는 중심 전극 부분의 최대 외경은 1.3mm 이상 2.1mm 이하인 스파크 플러그.
- [0030] 구성 8
- [0031] 구성 1 내지 구성 7 중 어느 하나에 있어서, 금속셀의 선단부로부터 연장되며 자신의 선단부가 중심 전극의 선단부와 함께 갭을 형성하는 접지 전극을 추가로 포함하며, 귀금속 팁이 중심 전극과 접지 전극 중 적어도 하나에 마련되는 스파크 플러그.

발명의 효과

- [0032] 제 1 구성의 스파크 플러그에 따르면, 절연 몸체 선단부의 체적 및 절연 몸체 루트부의 체적 각각은, 절연 몸체에서 절연 몸체의 선단으로부터 축선 방향을 따라 후단측까지의 2mm 부분(절연 몸체의 선단부라 칭한다)의 체적을 $A(\text{mm}^3)$ 라 하고, 절연 몸체의 루트부의 체적을 $B(\text{mm}^3)$ 라고 가정할 때, $0.12 \leq A/B \leq 0.24$ 를 만족하도록 설정된다.
- [0033] 여기서, 절연 몸체 선단부의 체적의 크기는 해당 부분의 온도 상승 특성을 나타낸다. 절연 몸체 선단부의 체적이 커질수록, 해당 부분의 온도가 상승되어 고온이 되기가 어렵고, 반면에 절연 몸체 선단부의 체적이 작아지면 그 부분의 온도가 상승되어 고온이 되기가 쉽다.
- [0034] 제 1 구성에서, 구성 요소들을 고려하면, $0.12 \leq A/B$ 가 만족됨으로써(즉, 절연 몸체 선단부의 체적이 지나치게 작아지는 것이 방지됨으로써) 절연 몸체 선단부의 과도한 온도 상승이 방지되고 내열성의 향상이 촉진된다. 한편, $A/B \leq 0.24$ 가 만족됨으로써(즉, 절연 몸체 선단부의 체적이 지나치게 커지는 것이 방지됨으로써), 절연 몸체 선단부는 비교적 고온이 될 수 있으며 스파크 플러그의 사용시에 내오염성의 향상이 촉진된다.

- [0035] 절연 몸체 루트부의 체적의 크기는, 열전도성이 우수한 중심 전극, 즉 해당 중심 전극을 통한 절연 몸체 선단부의 열의 이동이 용이한 중심 전극으로부터 금속셸(연소장치) 측으로의 열 전달 경로의 크기를 나타낸다. 제 1 구성에 따르면, 절연 몸체 루트부의 체적(B)은 $A/0.24 \leq B \leq A/0.12$ 를 만족하도록 구성된다. 즉, 절연 몸체 선단부의 체적(절연 몸체의 선단부에 수용되는 열의 양)에 따라 충분한 열 이동 능력이 확보될 수 있는 한편, 절연 몸체 루트부의 체적은 절연 몸체 선단부의 열이 지나치게 이동되지 않을 정도로 설정된다. 따라서, 기저부 내에 마련되는 중심 전극 부분의 최대 외경은 3.0mm 이하로서 비교적 작아지게 되며, 절연 몸체의 내열성이 떨어질 우려가 있는 스파크 플러그의 경우에도, 절연 몸체 선단부의 체적이 상기한 바와 같이 설정됨으로써 내열성 및 내오염성이 향상되는 작동 효과를 훼손시키지 않고 내열성 및 내오염성의 향상이 신뢰성 있고 효율적으로 더욱 촉진된다.
- [0036] 제 2 구성의 스파크 플러그에 따르면, 나사부의 나사 직경이 M14인 스파크 플러그에서, 절연 몸체 선단부의 체적(A)은 12mm³ 이상이다. 따라서, 절연 몸체 선단부는 충분한 크기(두께)를 가지며 내전압성이 절연 몸체의 선단부에서 충분히 유지될 수 있다.
- [0037] 제 3 구성의 스파크 플러그에 따르면, 기저부 내에 마련되는 중심 전극 부분의 최대 외경은 1.7mm 이상이다. 따라서, 나사부의 나사 직경이 M14이고 절연 몸체 선단부의 체적이 비교적 큰 경우라도, 절연 몸체의 선단부 또는 중심 전극의 선단부의 열은 중심 전극을 통해 금속셸측으로 효율적으로 전달될 수 있다. 그 결과, 내열성의 향상이 한층 더 촉진될 수 있다.
- [0038] 제 4 구성의 스파크 플러그에 따르면, 나사부의 나사 직경이 M12인 스파크 플러그에서, 절연 몸체 선단부의 체적(A)은 6mm³ 이상이다. 따라서, 절연 몸체 선단부의 두께는 충분한 크기가 되어 내전압성이 절연 몸체의 선단부에서 충분히 유지될 수 있다. 나아가, 절연 몸체 루트부의 체적(B)이 35mm³ 이상이기 때문에, 우수한 내전압성이 절연 몸체의 루트부에서도 촉진될 수 있다.
- [0039] 제 5 구성의 스파크 플러그에 따르면, 나사 직경이 M12일 경우, 중심 전극에서 기저부 내에 마련되는 부분의 최대 외경은 절연 몸체 선단부의 크기에 대응하는 1.5mm 이상이기 때문에, 절연 몸체 선단부 또는 중심 전극 선단부의 열이 금속셸로 효율적으로 전달될 수 있어서 내열성의 향상이 더욱 촉진될 수 있다. 한편, 중심 전극에서 기저부 내에 마련되는 부분의 최대 외경은 2.6mm 이하이기 때문에, 절연 몸체의 얇음이 방지될 수 있으며 내전압성의 향상이 더욱 촉진될 수 있다.
- [0040] 제 6 구성의 스파크 플러그에 따르면, 나사부의 나사 직경이 M10인 스파크 플러그에서, 우수한 내전압성이 절연 몸체 선단부와 절연 몸체 루트부 양쪽 모두에 실현될 수 있다.
- [0041] 제 7 구성의 스파크 플러그에 따르면, 나사부의 나사 직경이 M10인 스파크 플러그에서, 내열성 및 내전압성의 향상이 더욱 촉진될 수 있다.
- [0042] 제 8 구성의 스파크 플러그에 따르면, 귀금속 팁이 중심 전극과 접지 전극 중 적어도 일측에 용접되므로, 내마모성이 향상되어 긴 수명이 보장된다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 도 1은 스파크 플러그의 구성을 도시하는 파단부의 평면도이다.
- 도 2는 스파크 플러그 선단부의 구성을 도시하는 파단부의 확대 평면도이다.
- 도 3은 조기 점화 시험 결과를 도시하는 그래프이다.
- 도 4는 중심 전극의 직경과 온도 차 간의 관계를 도시하는 그래프이다.
- 도 5는 다른 실시예에 따른 스파크 플러그의 구성을 도시하는 파단부의 평면도이다.
- 도 6은 다른 실시예에 따른 스파크 플러그의 선단부의 구성을 도시하는 파단부의 확대 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 이하, 도면을 참조하여 일 실시예를 설명한다. 도 1은 스파크 플러그(1)의 구성을 도시하는 파단부의 평면도이다. 도 1에서, 스파크 플러그(1)의 축선(CL1) 방향은 도면 상에서 수직 방향으로, 그리고 하측은 스파크 플러그

(1)의 선단측, 상측은 후단측으로 묘사된다.

- [0045] 스파크 플러그(1)는 절연 몸체로서 원통 형태를 취하는 절연체(2) 및 해당 절연체(2)를 유지하는 원통 형태의 금속셸(3)로 구성된다.
- [0046] 절연체(2)는 기술 분야에 공지된 소성 알루미늄으로 형성되며, 외측 형상부의 후단측에 형성되는 후단측 몸체부(10)와, 후단측 몸체부(10)보다 선단측으로 더 나아간 위치에서 직경 방향으로 외측에 돌출되어 형성되는 대경부(11)와, 대경부(11)보다 얇은 직경으로 선단측에 형성되는 중앙 몸체부(12)와, 중앙 몸체부(12)보다 얇은 직경으로 선단측에 형성되는 기저부(13)를 포함한다. 또한, 대경부(11), 중앙 몸체부(12) 및 절연체(2)의 기저부(13) 대부분은 금속셸(3) 내측에 수납된다. 또한, 테이퍼부(14)는 기저부(13)와 중앙 몸체부(12)의 연결부에 형성되며, 절연체(2)는 테이퍼부(14)에서 금속셸(3)에 결합된다.
- [0047] 나아가, 축공(4)은 축선(CL1)을 따라 절연체(2)에 형성되며, 중심 전극(5)은 축공(4)의 선단측에 삽입되어 고정된다. 중심 전극(5)은 구리 또는 구리 합금을 포함하는 내층(5A)과, 니켈(Ni)을 주성분으로 하는 니켈 합금을 포함하는 외층(5B)으로 구성된다. 또한, 중심 전극(5)은 전체적으로 봉 형태(원통 형태)를 취하며, 그 선단면은 평면 형태이고 절연체(2)의 선단으로부터 돌출된다. 나아가, 귀금속 합금(예컨대, 이리듐 합금)으로 형성된 원통 형태의 귀금속 팁(31)이 중심 전극(5)의 선단부에 용접된다.
- [0048] 또한, 단자 전극(6)은 절연체(2)의 후단으로부터 돌출된 상태로 축공(4)의 후단측에 삽입되어 고정된다.
- [0049] 나아가, 원통 형태의 저항기(7)가 중심 전극(5)과 단자 전극(6) 사이의 축공(4)에 마련된다. 저항기(7)의 양측 단부는 도전성을 지닌 유리 밀봉층(8,9)을 통해 중심 전극(5) 및 단자 전극(6)과 각각 전기적으로 접속된다.
- [0050] 또한, 금속셸(3)은 저탄소강과 같은 금속에 의해 원통 형태로 형성되며, 나사부(수나사)(15)는 스파크 플러그(1)를 내연기관과 같은 연소장치에 부착시키기 위해 외주면에 형성된다. 또한, 안착부(16)는 나사부(15)의 후단측 외주면에 형성되며, 링 형태의 개스킷(18)이 나사부(15) 후단의 나사 머리(17)에 삽입된다. 나아가, 스파크 플러그(1)가 연소장치에 부착될 때 렌치와 같은 공구와 맞물리는, 단면이 육각형 모양인 공구 결합부(19)가 금속셸(3)의 후단측에 마련된다. 클램핑부(20)는 절연체(2)를 고정시키기 위해 후단부에 마련된다.
- [0051] 또한, 테이퍼 형태의 단차부(21)가 절연체(2)와 결합하도록 금속셸(3)의 내주면에 마련된다. 따라서, 절연체(2)는 금속셸(3)의 후단측에서 선단측으로 삽입되어 그것의 테이퍼부(14)가 금속셸(3)의 단차부(21)에 결합된 상태에서 금속셸(3)의 후단측 개구를 직경 방향 내측으로 클램핑하는데, 다시 말해, 절연체(2)는 클램핑부(20)를 형성함으로써 고정된다. 또한, 원형 시트 패킹(22)이 절연체(2)의 테이퍼부(14)와 금속셸(3)의 단차부(21) 사이에 수납된다. 따라서, 연소실 내부의 밀봉성이 유지되어, 연소실에 노출되는 절연체(2) 기저부(13)와 금속셸(3)의 내주면 사이의 갭으로 들어가는 공기/연료 혼합물이 외부로 누출되지 않는다.
- [0052] 나아가, 원형 링 부재(23,24)가 금속셸(3)과 절연체(2) 사이에 삽입되며, 활석(talcum) 분말이 금속셸(3)의 후단측에 위치한 링 부재(23,24) 사이에 장입되어 클램핑에 의한 밀봉이 더욱 완전해진다. 즉, 금속셸(3)은 시트 패킹(22), 링 부재(23,24) 및 활석(25)을 통해 절연체(2)를 유지한다.
- [0053] 또한, 접지 전극(27)이 금속셸(3)의 선단부(26)에 용접되는데, 접지 전극(27)은 가운데가 휘어지고, 측면은 중심 전극(5)의 선단부에 대향한다. 접지 전극(27)에서는, 귀금속 합금(예컨대, 백금 합금)으로 구성된 귀금속 팁(32)이 중심 전극(5)의 선단부{귀금속 팁(31)}에 대향하는 부분에 용접된다. 따라서, 불꽃 방전 갭(33)은 귀금속 팁들(31,32) 사이에 형성되며, 불꽃 방전은 대체로 축선(CL1) 방향으로 불꽃 방전 갭(33)에서 수행된다.
- [0054] 한편, 실시예에서, 금속셸(3) 나사부(15)의 나사 직경은 M14이다. 따라서, 절연체(2)가 삽입되는 금속셸의 내측 홀의 내경이 나사부(15)의 크기 및 절연체(2)의 크기(외경)와 일치하는 크기를 가지거나, 또는 절연체(2)의 축공(4)의 내경이 금속셸(3)의 내측 홀의 크기에 대응하도록 설정된다. 따라서, 실시예에서, 중심 전극(5)에서 기저부(13) 내에 마련되는 부분의 최대 외경은 절연체(2)의 축공(4)의 내경과 일치하는 1.7mm 내지 3.0mm이다.
- [0055] 또한, 도 2에 도시된 바와 같이, 절연 몸체의 선단부(41)의 형태 등은, 절연체(2)에서 축선(CL1) 방향을 따라 선단측으로부터 절연체(2)의 후단측으로 향하는 2mm 부분(41)(이하, "절연체 선단부")의 체적을 A라 할 때, $A \geq 12\text{mm}^3$ 를 만족하도록 설정된다.
- [0056] 한편, 절연체(2)에서, 선단측 내주부(51)는, 단차부(21){시트 패킹(22)}에 결합되는 테이퍼부(14) 부분의 후단으로부터 선단측까지 배치되는 부분인 금속셸(3)의 내주에서 단차부(21)보다 더 선단측으로 배치된다. 절연 몸체 루트부(42)의 외경 등은, 선단측 내주부(51)의 직경이 1.5mm 이하(즉, $D/2 \leq 0.75\text{mm}$)인 부분(42)(이하, "절연

몸체의 루트부"로 지칭된다)의 체적을 B라 할 때, $83\text{mm}^3 \leq B \leq 113\text{mm}^3$ 를 만족하도록 설정된다.

- [0057] 또한, 절연 몸체의 선단부(41)의 부피(A)와 절연 몸체의 루트부(42)의 부피(B)에 대하여 부피(A)와 부피(B)는 $0.12 \leq A/B \leq 0.24$ 를 만족하도록 설정된다.
- [0058] 또한, 절연 몸체 선단부(41)의 부피(A) 및 절연 몸체 루트부(42)의 부피(B)의 수치 범위는 나사부(15)의 나사 직경이 M14가 되는 경우에 적용되며, 나사부(15)의 나사 직경이 바뀌면 그 범위 또한 바뀐다.
- [0059] 즉, 나사부(15)의 나사 직경이 M12가 되는 경우에는, 절연 몸체 선단부(41)의 부피(A)와 절연 몸체 루트부(42)의 부피(B)에 대하여 $A \geq 6\text{mm}^3$ 이고 $35\text{mm}^3 \leq B \leq 54\text{mm}^3$ 이다. 또한, 작은 직경의 나사부(15)로 인해, 절연체(2) 및 절연체(2)에 삽입되는 중심 전극(5) 또한 작은 직경이 된다. 따라서, 나사부(15)의 나사 직경이 M12가 되는 경우에는, 중심 전극(5)에서 기저부(13) 내에 마련되는 부분의 최대 외경은 1.5mm 내지 2.6mm가 된다.
- [0060] 또한, 나사부(15)의 나사 직경이 M10이 되는 경우에는, 절연 몸체 선단부(41)의 부피(A)와 절연 몸체 루트부(42)의 부피(B)에 대하여 $A \geq 3.5\text{mm}^3$ 이고 $20\text{mm}^3 \leq B \leq 37\text{mm}^3$ 이다. 또한, 나사부(15)의 나사 직경이 M10이 되는 경우에는, 중심 전극(5)에서 기저부(13) 내에 마련되는 부분의 최대 외경은 1.3mm 내지 2.1mm가 된다.
- [0061] 그러나, 나사부(15)의 나사 직경이 다양하게 바뀌더라도, A/B에 대해서는, $0.12 \leq A/B \leq 0.24$ 가 만족된다.
- [0062] 다음으로, 상술된 구성을 가진 스파크 플러그의 제조방법을 설명한다.
- [0063] 우선, 금속셀(3)이 사전에 가공된다. 즉, 원형 원통 형태의 금속 소재(예컨대, 17C 및 S25C와 같은 철계 소재 및 스테인레스 소재)가 냉간 단조 처리되어 관통공을 형성하고 윤곽 형태가 제조된다. 그 후에, 외부가 그라인드 공정의 수행에 의해 마련되어 금속셀의 중앙 몸체가 얻어진다.
- [0064] 그 다음, 니켈 합금으로 구성된 직선 봉 형태의 접지 전극이 금속셀의 중앙 몸체의 선단면에 저항 용접된다. 용접이 수행될 때, 소위 새깅(sagging)이 발생된다. 새깅이 제거된 후에, 나사부(15)가 롤 성형에 의해 금속셀 중앙 몸체의 소정 부분에 형성된다. 따라서, 접지 전극(27)에 용접된 금속셀(3)이 얻어진다. 또한, 아연 도금 또는 니켈 도금이 접지 전극(27)에 용접된 금속셀(3)에 수행된다. 또한, 내식성을 향상시키기 위해 크로메이트 처리가 표면에 추가로 수행될 수 있다. 도금 처리가 끝나고 나면, 접지 전극(27) 선단부의 도금층이 제거된다.
- [0065] 한편, 절연체(2)는 금속셀과는 별도로 몰딩 처리된다. 예컨대, 몰딩용 모재가 알루미늄을 주성분으로 포함하는 원료 분말, 바인더 등을 사용하여 제조되어, 원통 형태의 몰딩이 몰딩용 모재를 사용하는 고무 프레스 몰딩을 수행함으로써 얻어진다. 또한, 봉 형태(바늘 형태)를 취하는 프레스 핀이 몰딩용 모재에 삽입된 상태에서, 중심 전극(5)이 삽입되는 절연체(2)의 축공(4)이 고무 프레스 몰딩에 의해 형성된다. 따라서, 프레스 핀의 외경은 축공(4)을 통과하는 중심 전극(5)의 크기 또는 절연체(2)의 체적에 따라 바뀐다.
- [0066] 또한, 연마 공정이 얻어진 성형품에 대하여 수행되어 외부 형태가 마련된다. 이때, 연마 공정이 성형품에 수행됨으로써 절연 몸체 선단부(41)의 부피(A) 또는 절연 몸체 루트부(42)의 부피(B)는 이하에서 기술되는 연소 공정을 거친 후에 상술된 수치가 된다. 그 다음, 연소 공정이 연마 공정 후에 수행되어 절연체(2)가 얻어진다.
- [0067] 또한, 중심 전극(5)도 금속셀(3) 및 절연체(2)와는 별도로 준비된다. 즉, 중심부에 방열성 향상을 도모하기 위한 구리 합금을 포함하는 니켈 합금이 단조 성형되어 중심 전극(5)이 제조된다. 그 다음, 귀금속 팁(31)이 레이저 용접 등에 의해 중심 전극(5)의 선단부에 용접된다.
- [0068] 따라서, 상술한 바와 같이 마련되는 절연체(2), 중심 전극(5), 저항기(7) 및 단자 전극(6)이 유리 밀봉층(8,9)에 의해 밀봉되어 고정된다. 유리 밀봉층(8,9)은 일반적으로 봉규산업 유리와 금속 분말을 혼합함으로써 마련된다. 나아가, 저항기(7)가 유리 밀봉층(8)과 유리 밀봉층(9) 사이에 개재되도록 유리 밀봉층(8,9)이 절연체(2)의 축공(4)으로 삽입된 후, 단자 전극(6)이 후단측으로부터 편의 상태에서 유리 밀봉층(8,9)이 소성로에서 소성되어 고정된다. 또한, 이때, 에나멜층도 절연체(2)의 후단측 몸체부(10)의 표면에서 소성될 수도 있으며, 에나멜층은 사전에 형성될 수도 있다.
- [0069] 그 후, 상술된 바와 같이 마련된 중심 전극(5)과 단자 전극(6)을 포함하는 절연체(2)와, 접지 전극(27)을 포함하는 금속셀(3)이 함께 조립된다. 보다 구체적으로, 비교적 얇게 형성된 금속셀(3) 후단측의 개구가 직경 방향 내측으로 클램핑되는데, 다시 말해, 절연체(2)와 금속셀(3)은 클램핑부(20)를 형성함으로써 고정된다.
- [0070] 이때, 절연체(2)와 금속셀(3)은 절연체(2)의 선단이 금속셀(3)의 선단면으로부터 축선(CL1)을 따라 선단측으로 1.5mm 내지 3.5mm 범위에 배치되도록 조립된다.

- [0071] 다음으로, 귀금속 팁(32)이 도금층이 제거된 접지 전극(27)의 선단부에 저항 용접 또는 기타 유사한 방식으로 부착된다. 마지막으로, 접지 전극(27)의 대체로 중앙인 부분이 구부러지고, 불꽃 방전 갭(33)의 크기가 조절되고 가공되어 상술한 스파크 플러그(1)가 얻어진다.
- [0072] 상술한 바와 같이, 실시예에 따르면, $0.12 \leq A/B$ 일 때(즉, 절연 몸체 선단부(41)의 체적(A)이 지나치게 작아지는 것이 방지될 때), 절연 몸체의 선단부(41)의 온도의 지나친 상승이 방지되어 내구성이 향상될 수 있다. 한편, $A/B \leq 0.24$ 일 때(즉, 절연 몸체의 선단부(41)의 체적(A)이 지나치게 커지는 것이 방지될 때), 절연 몸체의 선단부(41)가 사용될 때 절연 몸체의 선단부(41)는 비교적 고온이 될 수 있으며 내오염성이 향상된다.
- [0073] 절연 몸체 루트부(42)의 체적(B)의 크기는 열전도성이 탁월한 중심 전극, 즉, 해당 중심 전극(5)을 통한 절연 몸체의 선단부(41)의 열의 이동이 용이한 중심 전극(5)으로부터 금속셸(연소장치) 측으로의 열 전달 경로의 크기를 나타낸다. 실시예에 따르면, 절연 몸체 루트부의 체적(B)은 $A/0.24 \leq B \leq A/0.12$ 를 만족하도록 구성된다. 즉, 열전달능은 절연 몸체 선단부(41)의 체적(A)(절연 몸체의 선단부(41)에 존재하는 열의 양)에 따라 충분히 확보될 수 있는 한편, 절연 몸체 루트부(42)의 체적(B)은 절연 몸체 선단부(41)의 열이 과도하게 이동되지 않을 정도로 설정된다. 따라서, 기저부(13) 내에 마련되는 중심 전극(5) 부분의 최대 외경은 비교적 작은 3.0mm 이하이며, 절연체(2)의 내열성이 저하될 우려가 있는 스파크 플러그(1)의 경우에도, 절연 몸체의 선단부의 체적(A)을 상술한 바와 같이 설정함으로써 내열성 및 내오염성의 작동 효과가 훼손되는 일 없이 내열성 및 내오염성이 신뢰성 있고 효율적으로 더욱 향상될 수 있다.
- [0074] 또한, 실시예로서, 나사부의 나사 직경이 M14인 스파크 플러그에서, 절연 몸체의 선단부(41)의 체적(A)은 12mm³ 이상이 된다. 따라서, 절연 몸체의 선단부(41)는 충분한 크기(두께)를 가지며 내전압성이 절연 몸체의 선단부(41)에 충분히 유지된다.
- [0075] 나아가, 절연 몸체의 루트부(42)의 체적(B)이 83mm³ 이상이 되므로, 절연 몸체의 루트부(42)는 충분한 크기(두께)를 가지며 우수한 내전압성이 절연 몸체의 루트부(42)에 유지될 수 있다.
- [0076] 또한, 기저부(13) 내에 마련되는 중심 전극(5) 부분의 최대 외경은 1.7mm 이상이 되므로, 열은 절연 몸체의 중심 전극(5)을 통해 절연 몸체의 선단부(41)로부터 금속셸(3) 측으로 효율적으로 전달될 수 있어 내열성이 더욱 향상된다.
- [0077] 또한, 귀금속 팁(31,32)이 중심 전극(5)과 접지 전극(27) 양측 모두에 용접되므로, 불꽃 방전에 대한 내마모성이 향상될 수 있으며 긴 수명이 보장될 수 있다. 다음으로, 본 실시예에 따른 효과를 검증하기 위해서, 절연 몸체의 루트부의 체적(B)에 대한 절연 몸체의 선단부의 체적(A)비가 다양하게 바뀌는 스파크 플러그 샘플이 준비되며, 조기 점화 시험이 각각의 샘플을 대상으로 JIS D 1606에 근거하여 실시된다.
- [0078] 또한, 조기 점화 시험을 요약하면 다음과 같다. 즉, 각 샘플은 배기량 1.6L의 4기통 DOHC 엔진에 부착시키고, 점화 시기가 표준 점화 시기로부터 소정 각도로 진행되는 상태에서, 각 점화 시기당 2 분에 걸쳐 계속하여 구동시킨다. 따라서, 조기 점화가 점화되는 점화 시기(조기 점화 발생의 진행 각도)는 샘플에 적용되는 전류의 파형에 따라 구체화된다. 또한, 조기 점화 발생의 진행 각도가 커질수록, 조기 점화가 발생되기 어려워지는데, 이는 곧 내열성이 우수하다는 것을 의미한다. 도 3에서는 조기 점화 시험의 결과가 도시된다. 또한, 각 샘플의 나사부의 나사 직경은 각각 M14이다.
- [0079] 도 3에 도시된 바와 같이, A/B 가 0.12 미만인 샘플의 경우에는, 조기 점화 발생의 진행 각도가 비교적 작아서 내열성이 불충분하다는 것이 확인된다. 이는 절연 몸체 선단부의 체적(A)이 지나치게 작음으로 인해 절연 몸체 선단부가 과열되기 때문인 것으로 추정된다.
- [0080] 또한, A/B 가 0.27을 초과하는 샘플에서도, 조기 점화 발생의 진행 각도가 작아서 내열성이 악화된다. 이는 절연 몸체 선단부의 체적(A)이 지나치게 크거나 절연 몸체 루트부의 체적(B)이 지나치게 작음으로 인해 절연 몸체 선단부의 열이 금속셸로 충분히 이동되지 못하기 때문인 것으로 추정된다.
- [0081] 한편, $0.12 \leq A/B \leq 0.27$ 을 만족하는 샘플에서는, 조기 점화 발생의 진행 각도가 약 40°로 증가되며, 내열성이 우수하다는 것이 확인된다. 이는 절연 몸체 선단부의 체적과 절연 몸체 루트부의 체적이 적절한 균형으로 설정되어서 절연 몸체 선단부의 열이 절연 몸체의 루트부를 통해 금속셸을 향해 효율적으로 이동될 수 있기 때문인 것으로 추정된다.
- [0082] 상술된 바와 같이, 절연 몸체 선단부의 체적(A)과 절연 몸체 루트부의 체적(B)은 내열성 향상의 관점에서 바람직하게는 $0.12 \leq A/B \leq 0.27$ 을 만족하도록 설정된다.

[0083] 다음에는, 내오염성 평가 시험이 A/B가 다양하게 바뀌는 스파크 플러그 샘플을 대상으로 JIS D1606에 근거하여 실시된다.

[0084] 또한, 내오염성 평가 시험을 요약하면 다음과 같다. 즉, 배기량 1.6L의 4기통 엔진을 갖춘 시험용 자동차를 저온 실험실(-10℃)에서 차대동력계 상에 마련하고, 각각의 샘플을 시험용 자동차의 엔진에 조립한다. 이어서, 엔진의 간이 시동을 3회 실시한 후에, 35km/h의 제 3 속력으로 40초 동안 엔진을 가동하고, 90초 동안 대기한 후에, 35km/h의 제 3 속력으로 40초 동안 엔진을 재가동한다. 그 후에, 엔진을 정지시키고 1회 냉각한다. 다음에는, 엔진의 간이 시동을 3회 실시한 후에, 15km/h의 제 1 속력으로 엔진을 20초 동안 가동하고 30초 동안 대기하며, 이 과정을 도합 3회 실시한 후에 엔진을 정지시킨다. 이러한 일련의 시험 양식은 1 순환으로 간주되며, 10 순환을 반복한 후에 샘플의 절연 저항값을 측정한다. 만일 샘플의 절연 저항값이 10MΩ보다 낮다면 내오염성이 불충분하여 평가는 ×인 반면에, 만일 샘플의 절연 저항값이 10MΩ 이상이라면 평가는 ○이다. 표 1에는, 내오염성에 대한 시험 결과가 도시되어 있다. 또한, 각 샘플의 나사부의 나사 직경은 각각 M14이다. 또한, 시험 전 각 샘플의 절연 저항값은 10^4 MΩ보다 크다.

표 1

A/B	평가
0.09	○
0.12	○
0.15	○
0.18	○
0.21	○
0.24	○
0.27	×
0.30	×

[0086] 표 1에 도시된 바와 같이, A/B가 0.24보다 큰 샘플의 경우에는, 절연 저항값이 크게 떨어져 내오염성이 불충분하다는 것이 확인된다. 이는 절연 몸체의 선단부의 체적(A)이 지나치게 작거나 또는 기타 유사한 이유로 절연 몸체의 선단부의 온도가 충분히 상승되지 않아서 탄소가 충분히 연소되어 제거되지 않기 때문인 것으로 추정된다.

[0087] 한편, A/B가 0.24 이하인 샘플의 경우에는, 절연 저항값의 하락이 억제되어 내오염성이 우수하다는 것이 확인된다. 이는 절연 몸체의 선단부가 비교적 작거나 또는 기타 유사한 이유로 절연 몸체의 선단부가 탄소를 연소시켜 제거할 수 있을 범위까지 충분히 가열되기 때문인 것으로 추정된다.

[0088] 상술한 바와 같이, 양측의 시험 결과를 고려하면, 절연 몸체 선단부의 체적(A)과 절연 몸체 루트부의 체적(B)은 내열성 및 내오염성을 양측 모두 향상시킨다는 관점에서 바람직하게는 $0.12 \leq A/B \leq 0.24$ 를 만족하도록 설정된다.

[0089] 다음으로, 나사부의 나사 직경을 M14, M12 또는 M10로 정한 후, 절연 몸체의 선단부의 체적(A)이 다양하게 바뀌는 스파크 플러그 샘플을 샘플당 5개씩 준비하고 내전압성 평가 시험을 실제 기계에서 실시한다.

[0090] 또한, 실제의 내전압 평가 시험을 이하에서 설명한다. 즉, 각 샘플을 배기량 0.66의 4기통 DOHC 엔진에 조립한 후, 3200rpm의 회전량으로 10분에 걸쳐 엔진을 가동한다. 만일 다섯 샘플 중 어느 하나에서 절연 몸체 선단부에서의 방전에 의해 침투가 존재하는 것이 확인된다면, 내전압성이 불충분하여 평가는 ×인 반면에, 다섯 샘플 모두의 절연 몸체 선단부에서 침투가 확인되지 않는다면, 내전압성이 우수하여 평가는 ○이다.

[0091] 나아가, 나사부의 나사 직경을 M14, M12 또는 M10으로 정한 후, 절연 몸체 루트부의 체적(B)이 다양하게 바뀌는 스파크 플러그 샘플을 샘플당 5개씩 준비하고, 각 샘플에 대하여 내전압 평가 시험을 오일 내에서 실시한다.

[0092] 또한, 오일 내의 내전압 평가 시험을 요약하면 다음과 같다. 즉, 절연 몸체의 테이퍼부가 오일에 침지되어 액체 절연 매질이 절연 몸체와 금속셸 사이를 충전하여 절연할 때까지, 각 샘플의 선단부를 소정 온도(20℃)의 실리콘 오일과 같은 액체 절연 매질에 투입한다. 그 후, 나사 직경 M14인 샘플에는 35kV의 전압을 가하고, 나사 직경 M12인 샘플에는 30KV의 전압을 가하며, 나사 직경 M10인 샘플에는 25kV의 전압을 가하는 식으로 샘플에 전압을 각각 가하여, 절연 몸체의 루트부에서의 방전에 의해 침투가 존재하는지 여부를 확인한다. 따라서, 만일 다

셋 샘플 중 어느 하나에서 침투가 절연 몸체 루트부에서 확인된다면, 내전압성이 불충분하여 평가는 ×인 반면에, 다섯 샘플 모두에서 침투가 확인되지 않는다면, 내전압성이 우수하여 평가는 ○이다.

[0093] 나사 직경이 M14인 샘플을 대상으로 실제 기계에서 실시된 내구성 평가 시험의 시험 결과는 표 2에 도시된다. 오일 내에서의 내전압성 평가 시험의 시험 결과는 표 3에 도시된다. 또한, 나사 직경이 M12인 샘플을 대상으로 실제 기계에서 실시된 내구성 평가 시험의 시험 결과는 표 4에 도시되고, 오일 내에서의 내전압성 평가 시험의 시험 결과는 표 5에 도시된다. 나아가 나사 직경이 M10인 샘플을 대상으로 실제 기계에서 실시된 내구성 평가 시험의 시험 결과는 표 6에 도시되고, 오일 내에서의 내전압성 평가 시험의 시험 결과는 표 7에 도시된다. 또한, 각 표의 괄호 안의 수치는 절연체 선단부의 최단부의 외경 또는 절연체 루트부의 최선단부의 외경을 나타낸다. 또한, 각 샘플은 불꽃 방전 갭에서 방전이 일어나지 않도록 접지 전극이 제거된다.

표 2

A(mm)	평가
8	×
10(φ3.7)	×
12(φ3.8)	○

표 3

B(mm)	평가
77	×
80(φ6.4)	×
83(φ6.5)	○

표 4

A(mm)	평가
4	×
5(φ2.8)	×
6(φ3.0)	○

표 5

B(mm)	평가
35	×
41(φ5.2)	×
46(φ5.6)	○

표 6

A(mm)	평가
2.5	×
3(φ2.55)	×
3.5(φ2.6)	○

표 7

B(mm)	평가
20	×
24(φ3.9)	×
28(φ4.2)	○

- [0100] 표 2 및 표 3에 도시된 바와 같이, 나사 직경이 M14인 샘플에 대해서, 절연체의 선단부의 체적(A)이 12㎟ 미만이거나 절연체 루트부의 체적(B)이 83㎟ 미만인 것은 내전압성이 불충분하다는 것이 확인된다. 이는 절연 몸체의 체적이 감소되어 절연체가 지나치게 얇아진 데 기인하는 것으로 추정된다.
- [0101] 한편, 절연 몸체 선단부의 체적(A)이 12㎟ 이상이거나 절연 몸체 루트부의 체적(B)이 83㎟ 이상인 것이 우수한 내전압성을 구현한다는 것이 확인된다.
- [0102] 또한, 표 4 및 표 5에 도시된 바와 같이, 나사 직경이 M12인 샘플에 대해서는, 절연 몸체의 선단부의 체적(A)이 6㎟ 이상이고 절연체 루트부의 체적(B)이 46㎟ 이상인 것이 내전압성이 우수하다는 것이 확인된다. 표 6 및 표 7에 도시된 바와 같이, 나사 직경이 M10인 샘플에 대해서는, 절연 몸체의 선단부의 체적(A)이 3.5㎟ 이상이고 절연 몸체 루트부의 체적(B)은 28㎟ 이상인 것이 내전압성이 우수하다는 것이 분명해진다.
- [0103] 상술한 바와 같이, 시험 결과를 고려하면, 나사부의 나사 직경이 M14인 스파크 플러그의 경우에는 내전압성 향상이라는 관점에서 절연 몸체의 선단부의 체적은 12㎟ 이상이고 절연 몸체 루트부의 체적(B)은 83㎟ 이상인 것이 바람직하다. 또한, 나사부의 나사 직경이 M12인 스파크 플러그의 경우에는 내전압성 향상이라는 관점에서 절연 몸체의 선단부의 체적은 6㎟ 이상이고 절연 몸체 루트부의 체적(B)은 46㎟ 이상인 것이 바람직하며, 나사부의 나사 직경이 M10인 스파크 플러그의 경우에는 내전압성 향상이라는 관점에서 절연 몸체의 선단부의 체적은 3.5㎟ 이상이고 절연 몸체 루트부의 체적(B)은 28㎟ 이상인 것이 바람직하다.
- [0104] 또한, 절연 몸체의 선단부의 체적(A) 또는 절연 몸체 루트부의 체적(B)의 상한은 우수한 내전압성이 구현된다는 관점에서는 구체적으로 제한되지 않지만, 금속셸의 크기(특히, 절연체가 통과하는 보어의 크기)를 고려할 때, 나사 직경이 M14인 스파크 플러그의 경우 절연 몸체 루트부의 체적(B)은 바람직하게는 113㎟ 이상이고, 나사 직경이 M12인 스파크 플러그의 경우 절연 몸체 루트부의 체적(B)은 바람직하게는 54㎟ 이상이며, 나사 직경이 M10인 스파크 플러그의 경우 절연 몸체 루트부의 체적(B)은 바람직하게는 37㎟ 이상이다.
- [0105] 다음으로, 나사부의 나사 직경을 M14로 정한 후, 기저부 내에 배치되는 중심 전극 부분의 내경(중심 전극 직경)이 다양하게 바뀌는 스파크 플러그 샘플을 준비한다. 각 샘플을 배기량 1.6L의 4기통 DOHC 엔진에 조립하고, 그 후 소정의 가동 조건에서 엔진을 가동한다. 엔진을 가동하였을 때에 있어서의 중심 전극 선단부의 온도를 측정하고, 샘플과 동일한 조건으로 가열될 때 중심 전극의 직경이 2.3㎟인 경우의 온도(기준 온도)와 상기 온도 간의 온도 차를 기록한다. 도 4는 중심 전극의 직경과 온도 차 간의 관계를 도시하는 그래프이다.
- [0106] 도 4에 도시된 바와 같이, 중심 전극의 직경이 1.7㎟ 미만인 샘플에서는 온도 차가 급속히 증가하고 중심 전극의 열 이동이 악화되는 것이 확인된다. 따라서, 나사부의 나사 직경이 M14인 스파크 플러그에 대해서는, 중심 전극의 직경은 내열성 향상의 관점에서 바람직하게는 1.7㎟ 이상이다.
- [0107] 그러나, 중심 전극의 직경이 확대되면 절연체가 상대적으로 얇아지게 된다. 따라서, 나사부의 나사 직경이 M14인 스파크 플러그에 대해서는, 중심 전극의 직경은 내전압성을 충분히 향상시킨다는 관점에서 바람직하게는 3.0㎟ 이하이다.
- [0108] 또한, 동일한 시험이 나사부의 나사 직경이 M12 또는 M10인 스파크 플러그 샘플을 대상으로 실시된다. 나사 직경이 M12인 스파크 플러그에 대해서는 중심 전극의 직경이 1.5㎟ 미만일 때, 그리고 나사 직경이 M10인 스파크 플러그에 대해서는 중심 전극의 직경이 1.3㎟ 미만일 때, 온도 차가 각각 급속히 증가한다는 것이 확인된다.
- [0109] 따라서, 내열성 향상의 관점에서, 나사 직경이 M12인 스파크 플러그에 대해서는 중심 전극의 직경은 바람직하게는 1.5㎟ 이상이고, 나사 직경이 M12인 스파크 플러그에 대해서는 중심 전극의 직경은 바람직하게는 1.3㎟ 이상이다.
- [0110] 그러나, 절연 몸체의 얇음을 충분히 확보하여 충분한 내전압성을 구현한다는 관점에서, 나사 직경이 M12인 스파크 플러그에 대해서는, 중심 전극의 직경은 바람직하게는 2.6㎟ 이하이고, 나사 직경이 M10인 스파크 플러그에 대해서는 중심 전극의 직경은 바람직하게는 2.1㎟ 이하이다.
- [0111] 또한, 본 발명은 상술한 실시예에 국한되지 않으며, 예컨대, 이하에서 기술되는 실시예가 적용될 수도 있다. 이하에서 기술되는 실시예 외의 응용 및 수정이 적용될 수도 있음은 당연하다.
- [0112] (a) 본 발명의 기술적 고려에 부합하는 스파크 플러그의 구성은 상술한 실시예에 제한되지 않는다. 예컨대, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 기술적 고려는, 절연체(62)의 기저부(73)와 중앙 몸체부(72) 사이에

배치되는 테이퍼부(74)가, 동일한 위치 또는 금속셀(63)의 안착부(76)에 대하여 축선(CL1) 방향을 따라 테이퍼부(74)의 후단측으로 더 나아간 위치에 배치되는 단차부(81)와 시트 패킹(82)을 통해 결합되도록 구성된 스파크 플러그(61)에도 또한 적용될 수 있다. 또한, 스파크 플러그(61)는 선단측 내주부(111)의 직경이 선단측을 향해 점차 감소하는 직경 감소부(112)를 가진다. 스파크 플러그(61)에 있어서도, 선단으로부터 선단측으로 향하는 2mm에 배치되는 절연 몸체 선단부(101)의 체적(A)과, 단차부(81)에 결합되는 테이퍼부(74)의 부분의 후단으로부터 선단측으로 배치되며, 선단측 내주부(111)와 자신의 외주부 선단 간의 직경 차이(D)가 1.5mm 이하(즉, $D/2 \leq 0.75\text{mm}$)인 부분인 루트부(102)의 체적(B)에 대해서는, 체적(A)와 체적(B)가 $0.12 \leq A/B \leq 0.24$ 를 만족하도록 설정되어 내열성과 내마모성이 둘 다 향상될 수 있다.

[0113] (b) 상술한 실시예에서는, 테이퍼부(14)가 시트 패킹(22)을 통해 단차부에 간접적으로 결합되지만, 시트 패킹(22)이 생략될 수도 있어서 테이퍼부(14)가 단차부(21)에 직접적으로 결합될 수 있다.

[0114] (c) 상술한 실시예에서는, 귀금속 팁(31,32)이 접지 전극(27) 또는 중심 전극(5)의 선단부에 마련되지만, 본 발명은 귀금속 팁(31,32) 중 어느 하나 또는 양측 모두가 생략될 수 있도록 구성될 수도 있다. 또한, 귀금속 팁(31,32) 중 하나 또는 양측 모두가 생략되는 경우에는, 불꽃 방전 갭(33)이 중심 전극(5)의 선단부와 접지 전극(27)의 선단부 사이에 형성된다. 중심 전극(5)(접지 전극(27))중 어느 하나의 귀금속 팁(31)(귀금속 팁(32))이 생략되는 경우에, 불꽃 방전 갭(33)은 중심 전극(5)(접지 전극(27))의 일측 선단부와 타측 접지 전극(27)(중심 전극(5))에 마련되는 귀금속 팁(32)(귀금속 팁(31)) 사이에 형성된다. (d) 상술한 실시예에서는, 나사부(15)의 나사 직경이 M14 이하이지만, 나사부(15)의 나사 직경은 구체적으로 제한되지 않는다.

[0115] (e) 상술한 실시예에서, 본 발명은 접지 전극(27) 등이 금속셀(3)의 선단부(26)에 용접되는 경우로 구현되지만, 본 발명은 금속셀의 일 부분(또는, 사전에 금속셀에 용접되는 금속 실버의 선단 부분)이 절삭되어 접지 전극이 형성되는 경우(예컨대, 일본국 공개특허 제2006-236906호 공보)에도 또한 적용될 수 있다.

[0116] (f) 상술한 실시예에서, 공구 결합부(19)는 단면이 육각형 모양이지만, 공구 결합부(19)의 형태는 이 유형에 국한되지 않는다. 예컨대, Bi-HEX 형태(변형된 십이각형)[ISO22977:2005(E)] 등이 적용될 수도 있다.

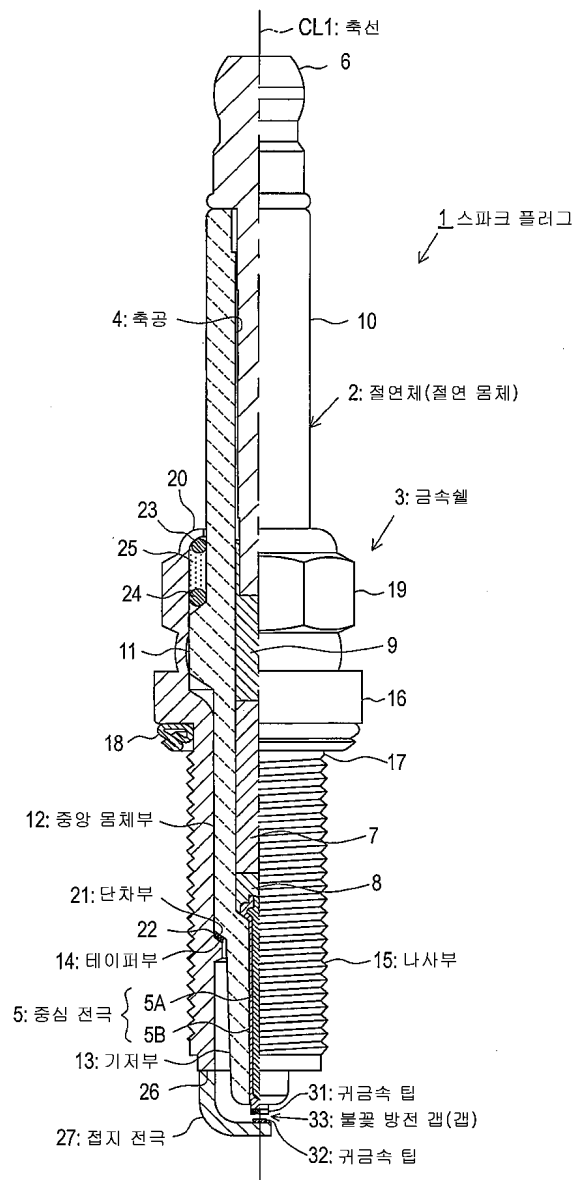
부호의 설명

[0117]

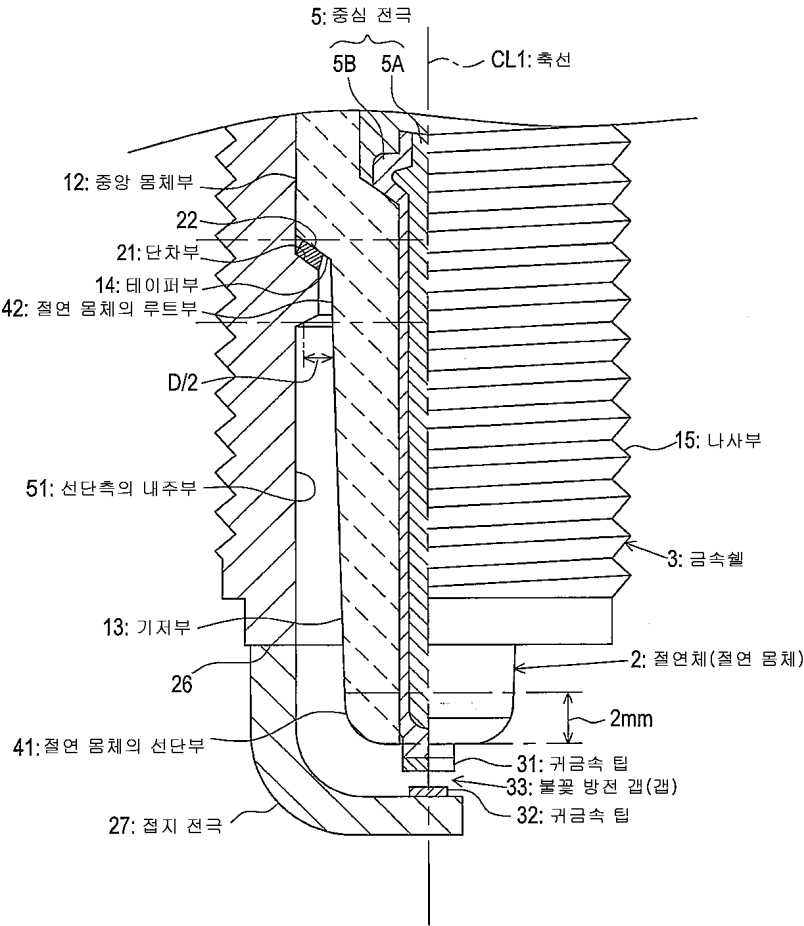
1,61 - 스파크 플러그	2,62 - 절연체(절연 몸체)
3,63 - 금속셀	5 - 중심 전극
12,72 - 중앙 몸체부	13,73 - 기저부
14,74 - 테이퍼부	15 - 나사부
21,81 - 단차부	26 - (금속셀의)선단부
27 - 접지 전극	31,32 - 귀금속 팁
33 - 불꽃 방전 갭	41,101 - 절연 몸체의 선단부
42,102 - 절연 몸체의 루트부	51,111 - 선단측의 내주부
CL1 - 축선	

도면

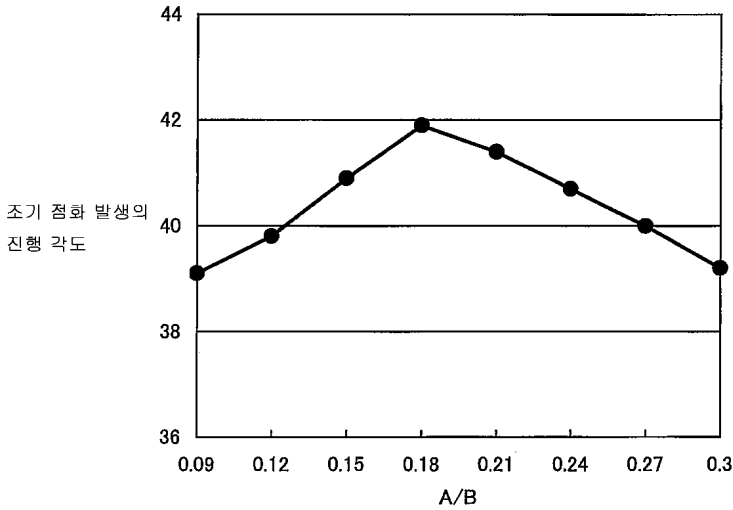
도면1



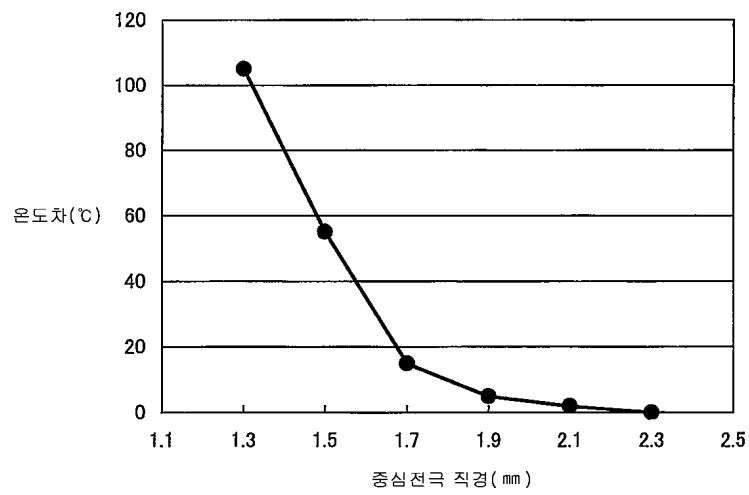
도면2



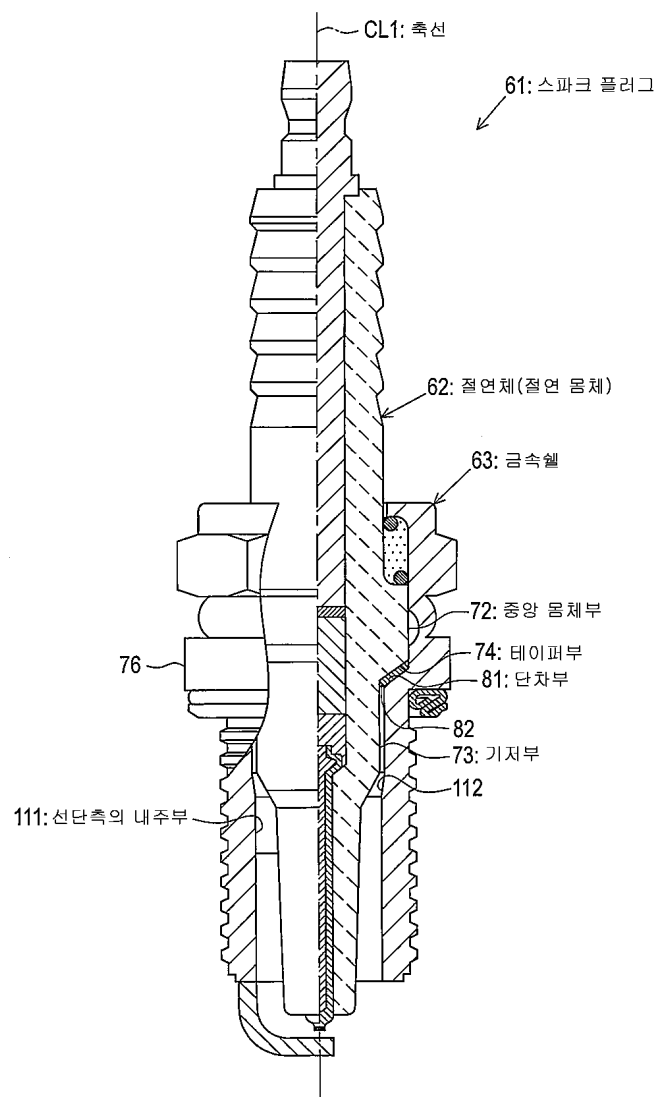
도면3



도면4



도면5



도면6

