



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0122836  
(43) 공개일자 2014년10월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01T 13/50 (2006.01) F02P 3/01 (2006.01)  
F02P 13/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0039742  
(22) 출원일자 2013년04월11일  
심사청구일자 2013년04월11일

(71) 출원인  
한국기계연구원  
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)  
(72) 발명자  
김태영  
대전광역시 유성구 전민로34번길 28, 303호 (전민동)  
이용규  
대전광역시 서구 둔산로 155, 109동 1303호 (둔산동, 크로바아파트)  
(74) 대리인  
김종관, 권오식, 박창희

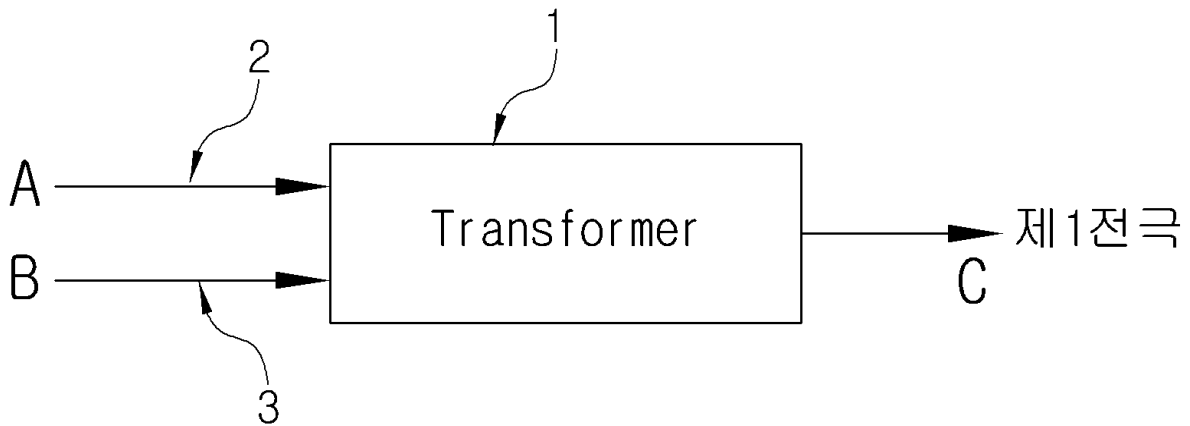
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 플라즈마 점화 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 플라즈마 점화 제어 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 변압기의 특성을 이용하여 유전체 장벽 방전을 라디칼 발생원 및 점화원으로 동시에 활용하여 낮은 에너지로 안정적인 희박연소가 가능하도록 하는 플라즈마 점화 제어 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**박철웅**

대전광역시 유성구 배울1로 13, 202동 1302호 (관평동, 대우푸르지오)

**김용래**

대전광역시 유성구 반석서로 98, 603동 1406호 (반석동, 반석마을6단지아파트)

**오승목**

대전광역시 서구 월평선사로 11, 107동 1305호 (월평동, 무지개아파트)

**강건용**

대전광역시 유성구 계룡로 55, 101-2203 (봉명동, 유성자이)

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

변압기에 의해 증폭된 전원 전압이 제1전극에 인가되어 제2전극과의 사이 공간에서 플라즈마가 발생되도록 하며, 유전체 장벽 방전을 이용하는 플라즈마 점화시스템에서 플라즈마 점화를 제어하는 방법에 있어서,

- a) 상기 변압기로 고주파수의 교류 신호가 인가되는 제1교류신호 인가단계;
- b) 상기 변압기에 의해 전원 전압이 증폭되는 제1전압 증폭단계;
- c) 고주파수의 교류 신호에 의해 낮은 에너지의 유전체 장벽 방전이 발생되어 라디칼이 발생하는 라디칼 발생단계;
- d) 일정 시간 이후, 상기 변압기로 인가되는 교류 신호의 주파수를 낮추는 제2교류신호 인가단계;
- e) 상기 변압기에 의해 전원 전압이 증폭되는 제2전압 증폭단계;
- f) 저주파수의 교류 신호에 의해 높은 에너지의 플라즈마가 발생하는 플라즈마 발생단계;
- g) 높은 에너지의 플라즈마를 이용하여 점화가 실시되는 점화단계; 가 순차적으로 수행되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 점화 제어 방법.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제1교류신호 인가단계에서는

20~50khz의 교류 신호가 상기 변압기에 인가되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 점화 제어 방법.

### 청구항 3

제 2항에 있어서,

제1전압 증폭단계에서는

상기 변압기로 입력되는 전원 전압 대비 40% ~ 70%만큼 전압이 증폭되어 출력되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 점화 제어 방법.

### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제2교류신호 인가단계에서는

5~20khz의 교류 신호가 상기 변압기에 인가되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 점화 제어 방법.

### 청구항 5

제 2항에 있어서,

제2전압 증폭단계에서는

변압기로 입력되는 전원 전압 대비 70% ~ 100%만큼 전압이 증폭되어 출력되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 점화 제어 방법.

**청구항 6**

제 1항에 있어서,

상기 플라즈마 점화 제어 방법은

차량의 내연기관에서 연료를 점화하기 위한 점화시스템에 적용 시,

흡입 행정 및 압축 행정에서 상기 제1교류신호 인가단계, 제1전압 증폭단계 및 라디칼 발생단계가 수행되며,

압축 행정 중 점화가 필요한 시점에서 상기 제2교류신호 인가단계가 수행되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 점화 제어 방법.

**청구항 7**

변압기에 의해 증폭된 전원 전압이 제1전극에 인가되어 제2전극과의 사이 공간에서 플라즈마가 발생되도록 하며, 유전체 장벽 방전을 이용하는 플라즈마 점화시스템에서 플라즈마 점화를 제어하는 방법에 있어서,

- a) 상기 변압기로 저주파수의 교류 신호가 인가되는 제1교류신호 인가단계;
- b) 상기 변압기에 의해 전원 전압이 증폭되는 제1전압 증폭단계;
- c) 저주파수의 교류 신호에 의해 높은 에너지의 플라즈마가 발생하는 플라즈마 발생단계;
- d) 일정 시간 이후, 상기 변압기로 인가되는 교류 신호의 주파수를 높이는 제2교류신호 인가단계;
- e) 상기 변압기에 의해 전원 전압이 증폭되는 제2전압 증폭단계;
- f) 고주파수의 교류 신호에 의해 낮은 에너지의 유전체 장벽 방전이 발생되어 라디칼이 발생하는 라디칼 발생단계; 가 순차적으로 수행되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 점화 제어 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 플라즈마 점화 제어 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 변압기의 특성을 이용하여 유전체 장벽 방전을 라디칼 발생원 및 점화원으로 동시에 활용하여 낮은 에너지로 안정적인 희박연소가 가능하도록 하는 플라즈마 점화 제어 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 엔진과 같은 내연기관에서 연료를 점화하기 위한 점화시스템에서, 유전체 장벽 방전(DBD: Dielectric barrier discharge)을 통한 점화의 경우, 주변 유체를 개질하여 라디칼(Radical)을 발생시키고, 이때 발생한 라디칼은 연소 속도를 향상시키고 점화 지연을 짧게 하는데 도움을 준다는 장점이 있다.

[0003] 또한, 유전체 장벽 방전은 한 줄기의 강한 스트리머(Streamer) 형태의 아크(Arc) 방전과 달리, 여러 갈래의 플라즈마가 발생하여 희박 연소 가능성을 향상시키고, 적은 에너지만 소모한다.

[0004] 반면에, 유전체 장벽 방전 (DBD: Dielectric barrier discharge)을 통한 점화는 낮은 점화 에너지에 의해 연소 안정성이 떨어지며, 연소 안정성을 높이기 위해 전극 간에 가해지는 전위차를 크게 할 경우에는 유전체의 파손이 발생할 수도 있다는 단점이 있다.

[0005] 이와 관련된 기술로는, Japan, COMODIA에 2012년 개시된 Taisuke Shiraishi의 "A Study on the Effect and Mechanism of Plasma Assisted Gasoline HCCI Combustion by Low Temperature Plasma" 문헌이 있다.

[0006] 기존에는 유전체 장벽 방전으로 플라즈마를 발생시켜 점화원으로 사용하거나, 플라즈마에 의해 발생한 라디칼을 연소 보조원으로 활용하는 연구가 진행되었다.

- [0007] 플라즈마를 점화원으로 사용하는 경우, 유전체 장벽 방전으로 발생한 플라즈마는 연료-공기 혼합기를 연소시키기에 낮은 에너지를 가지는 경우가 많고, 플라즈마에 의해 발생된 라디칼을 연소 보조원으로 이용하는 경우, 추가적인 점화원이 필요하거나, 압축 착화가 가능한 연료 연소에만 적용가능하다는 한계가 있다.
- [0008] 다시 말해, 플라즈마를 이용한 점화방식은 연소가 안정적이지 못하고, 제약이 많으며, 추가적인 장치가 필요함에 따라, 실제로 점화를 위한 장치에 적용하기 위해 개선해야할 부분이 많은 실정이다.

**선행기술문헌**

**비특허문헌**

- [0009] (비특허문헌 0001) Taisuke Shiraishi, "A Study on the Effect and Mechanism of Plasma Assisted Gasoline HCCI Combustion by Low Temperature Plasma", 2012, COMODIA, JAPAN

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 변압기의 특성을 이용하여 유전체 장벽 방전을 라디칼 발생원 및 점화원으로 동시에 활용하여 낮은 에너지로 안정적인 희박연소가 가능하도록 하는 플라즈마 점화 제어 방법을 제공하는 것이다.
- [0011] 좀 더 자세히 설명하면, 본 발명의 목적은 저주파수의 교류 신호가 인가되면 전압 증폭이 제대로 이루어지지만, 고주파수의 교류 신호가 인가되면 전압 증폭이 완전히 이루어지지 않아 낮은 수준의 전압이 출력되는 변압기의 특성을 이용하여, 연소가 일어나기 전에는 고주파수가 입력되어 발생된 약한 플라즈마로 라디칼을 생성하고, 점화시기가 되었을 때는 저주파수가 입력되어 발생된 강한 플라즈마로 연소가 이루어지도록 함으로써, 연소 속도를 향상시킬 뿐만 아니라, 안정적인 희박연소가 가능한 플라즈마 점화 제어 방법을 제공하는 것이다.
- [0012] 즉, 본 발명의 목적은 변압기에 인가되는 교류 신호의 주파수를 점화시점에 맞추어 조절함으로써, 플라즈마 강도를 연소 특성에 적합하게 제어할 수 있는 플라즈마 점화 제어 방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0013] 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 변압기에 의해 증폭된 전원 전압이 제1전극에 인가되어 제2전극과의 사이 공간에서 플라즈마가 발생되도록 하며, 유전체 장벽 방전을 이용하는 플라즈마 점화시스템에서 플라즈마 점화를 제어하는 방법에 있어서, a) 상기 변압기로 고주파수의 교류 신호가 인가되는 제1교류신호 인가단계; b) 상기 변압기에 의해 전원 전압이 증폭되는 제1전압 증폭단계; c) 고주파수의 교류 신호에 의해 낮은 에너지의 유전체 장벽 방전이 발생되어 라디칼이 발생되는 라디칼 발생단계; d) 일정 시간 이후, 상기 변압기로 인가되는 교류 신호의 주파수를 낮추는 제2교류신호 인가단계; e) 상기 변압기에 의해 전원 전압이 증폭되는 제2전압 증폭단계; f) 저주파수의 교류 신호에 의해 높은 에너지의 플라즈마가 발생되는 플라즈마 발생단계; g) 높은 에너지의 플라즈마를 이용하여 점화가 실시되는 점화단계; 가 순차적으로 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 제1교류신호 인가단계에서는 20~50khz의 교류 신호가 상기 변압기에 인가될 수 있다.
- [0015] 또한, 제1전압 증폭단계에서는 상기 변압기로 입력되는 전원 전압 대비 40% ~ 70%만큼 전압이 증폭되어 출력될 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 제2교류신호 인가단계에서는 5~20khz의 교류 신호가 상기 변압기에 인가될 수 있다.
- [0017] 또한, 제2전압 증폭단계에서는 변압기로 입력되는 전원 전압 대비 70% ~ 100%만큼 전압이 증폭되어 출력될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 플라즈마 점화 제어 방법은 차량의 내연기관에서 연료를 점화하기 위한 점화시스템에 적용 시, 흡입 행정 및 압축 행정에서 상기 제1교류신호 인가단계, 제1전압 증폭단계 및 라디칼 발생단계가 수행되며, 압축 행

정 중 점화가 필요한 시점에서 상기 제2교류신호 인가단계가 수행될 수 있다.

[0019] 또한, 또 다른 실시예에 따른 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 변압기에 의해 증폭된 전압 전압이 제1전극에 인가되어 제2전극과의 사이 공간에서 플라즈마가 발생되도록 하며, 유전체 장벽 방전을 이용하는 플라즈마 점화시스템에서 플라즈마 점화를 제어하는 방법에 있어서, a) 상기 변압기로 저주파수의 교류 신호가 인가되는 제1교류신호 인가단계; b) 상기 변압기에 의해 전압 전압이 증폭되는 제1전압 증폭단계; c) 저주파수의 교류 신호에 의해 높은 에너지의 플라즈마가 발생하는 플라즈마 발생단계; d) 일정 시간 이후, 상기 변압기로 인가되는 교류 신호의 주파수를 높이는 제2교류신호 인가단계; e) 상기 변압기에 의해 전압 전압이 증폭되는 제2전압 증폭단계; f) 고주파수의 교류 신호에 의해 낮은 에너지의 유전체 장벽 방전이 발생되어 라디칼이 발생하는 라디칼 발생단계; 가 순차적으로 수행되는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0020] 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 변압기의 특성을 이용하여 유전체 장벽 방전을 라디칼 발생원 및 점화원으로 동시에 활용하여 낮은 에너지로 안정적인 희박연소가 가능하다는 장점이 있다.

[0021] 좀 더 자세히 설명하면, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 저주파수의 교류 신호가 인가되면 전압 증폭이 제대로 이루어지지만, 고주파수의 교류 신호가 인가되면 전압 증폭이 완전히 이루어지지 않아 낮은 수준의 전압이 출력되는 변압기의 특성을 이용하여, 연소가 일어나기 전에는 고주파수가 입력되어 발생된 약한 플라즈마로 라디칼을 생성하고, 점화시기가 되었을 때는 저주파수가 입력되어 발생된 강한 플라즈마로 연소가 이루어지도록 함으로써, 연소 속도를 향상시킬 뿐만 아니라, 안정적인 희박연소가 가능하다.

[0022] 즉, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 변압기에 인가되는 교류 신호의 주파수를 점화시점에 맞추어 조절함으로써, 플라즈마 강도를 연소 특성에 적합하게 제어할 수 있다는 장점이 있다.

[0023] 이에 따라, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 점화 특성이 향상되어 차량용 내연기관의 점화 시스템에 적용할 수 있어, 플라즈마 점화의 실용화에 크게 기여할 수 있다.

[0024] 아울러, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 라디칼을 발생시킬 정도의 낮은 에너지로 먼저 플라즈마를 형성한 다음, 변압기에 인가되는 교류 신호의 주파수를 낮추거나, 변압기에서 출력되는 전압을 높여 플라즈마의 에너지를 높임에 따라, 유리 또는 세라믹 등으로 만들어진 유전체의 파손 가능성이 낮아진다는 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0025] 도 1은 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법이 적용될 점화 시스템의 간략한 구성도.
- 도 2는 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법을 나타낸 순서도.
- 도 3은 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법에서 전압 증폭을 나타낸 그래프.
- 도 4는 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법에서 변압기로 인가되는 주파수의 변화를 나타낸 그래프.
- 도 5는 기존의 플라즈마 점화 시, 변압기로 저주파수로 일정하게 인가되는 교류신호를 나타낸 그래프.
- 도 6은 낮은 에너지 수준의 유전체 장벽 방전으로 라디칼이 발생하는 것을 나타낸 사진.
- 도 7은 높은 에너지 수준의 유전체 장벽 방전으로 강한 플라즈마가 발생하는 것을 나타낸 사진.
- 도 8은 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법의 또 다른 실시예에서, 변압기로 인가되는 주파수의 변화를 나타낸 그래프.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0026] 이하, 상술한 바와 같은 본 발명에 따른 유전체 장벽 방전을 이용한 점화 플러그를 첨부된 도면을 참조로 상세히 설명한다.

- [0027] **실시예 1.**
- [0028] 실시예 1에서는 도 1 내지 도 4를 참고로 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법에 설명한다.
- [0029] 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 변압기(1)에 의해 증폭된 전원 전압(3)이 제1전극에 인가되어 제2전극과의 사이 공간에서 플라즈마가 발생되도록 하며, 유전체 장벽 방전을 이용하는 플라즈마 점화시스템에서 플라즈마 점화를 제어하는 방법이다.
- [0030] 상기 제1전극은 중앙 전극인 축을 구비한 금속 재질로, 일반적으로 양극 전극을 의미한다.
- [0031] 상기 제1전극은 스테인리스 스틸, 알루미늄, 크롬, 구리, 니켈 또는 이들의 조합으로 만들어질 수 있으며, 금속 봉 형태로 형성될 수 있다.
- [0032] 상기 유전체는 상기 제1전극의 외주면을 감싸도록 형성되며, 비금속 재질로 절연 특성을 갖는다.
- [0033] 상기 제2전극은 음극 전극으로서, 상기 유전체와 방사방향으로 일정 간격 이격되어 상기 제1전극과 동축 방향으로 형성될 수 있다.
- [0034] 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 크게, 제1교류신호 인가단계(S100), 제1전압 증폭단계(S200), 라디칼 발생단계(S300), 제2교류신호 인가단계(S400), 제2전압 증폭단계(S500), 플라즈마 발생단계(S600) 및 점화단계(S700)를 포함하여 형성된다.
- [0035] 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 도 1과 같은 점화 시스템에 적용될 수 있는데, 도 1의 점화 시스템은 대표적인 플라즈마 점화 시스템의 기본적인 구성으로서, 전원 전압(3)이 변압기(1)(transformer)에 입력되며, 상기 변압기(1)로 인가되는 교류 신호(2)에 따라 상기 전원 전압(3)이 상기 변압기(1)를 통해 증폭되어 출력된다.
- [0036] 먼저, 상기 제1교류신호 인가단계(S100)는 상기 변압기(1)로 고주파수의 교류 신호(2)가 인가되는 단계이다.
- [0037] 상기 제1전압 증폭단계(S200)는 상기 변압기(1)로 입력되는 전원 전압(3)이 상기 변압기(1)를 거쳐 증폭되는 제1전압 증폭단계(S200)이다.
- [0038] 상기 제1전압 증폭단계(S200)에서 생성된 전압은 상기 플라즈마 점화시스템의 제1전극에 인가되어 나머지 전극인 상기 제2전극과의 사이 공간에서 약한 플라즈마를 발생시킨다.
- [0039] 즉, 상기 라디칼 발생단계(S300)는 도 6과 같이, 고주파수의 교류 신호(2)에 의해 낮은 에너지의 유전체 장벽 방전이 발생되어 라디칼이 발생하는 단계이다.
- [0040] 여기서 발생된 라디칼은 안정적인 연소를 돕는 역할을 하게 되며, 상기 변압기(1)로 일정수준 이하의 저주파수가 인가되지 전까지 계속해서 발생될 수 있다.
- [0041] 상기 제2교류신호 인가단계(S400)는 일정 시간 이후, 상기 변압기(1)로 인가되는 교류 신호(2)의 주파수를 낮추는 단계이다.
- [0042] 상기 플라즈마 발생단계(S600)는 저주파수의 교류 신호(2)에 의해 상기 제1전극 및 제2전극 사이 공간에 높은 에너지의 플라즈마가 발생하는 단계로, 도 7에 도시된 바와 같이, 높은 에너지 수준의 유전체 장벽 방전이 일어나게 된다.
- [0043] 상기 점화단계(S700)는 높은 에너지의 플라즈마를 이용하여 점화가 실시되는 점화단계(S700)로, 높은 에너지의 플라즈마가 점화원으로 활용되는 단계이다.
- [0044] 즉, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 변압기(1)에 인가되는 교류 신호(2)의 주파수를 점화시점에 맞추어 조절함으로써, 플라즈마 강도를 연소 특성에 적합하게 제어할 수 있다는 장점이 있다.
- [0045] 다시 말해, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 연소가 일어나기 전에는 약한 플라즈마로 라디칼을 생성하여 연소 속도를 빠르게 하고 안정성을 높일 수 있도록 하며, 점화시기가 되었을 때는 높은 에너지의 플라즈마가 발생되어 연소가 이루어지도록 함으로써, 기존의 플라즈마를 이용한 점화방식에서 연소가 안정적이지 못했던 문제점을 개선한 것이다.
- [0046] 아울러, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 라디칼을 발생시킬 정도의 낮은 에너지로 먼저 플라즈마를 형성한 다음, 변압기(1)에 인가되는 교류 신호(2)의 주파수를 낮추거나, 변압기(1)에서 출력되는 전압을 높여 플라즈마의 에너지를 높임에 따라, 유리 또는 세라믹 등으로 만들어진 유전체의 파손 가능성이 낮아질 수 있다.

- [0047] **실시예 2.**
- [0048] 실시예 2에서는 도 1 내지 도 4를 참고로 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법의 구체적인 실시예에 대해 설명한다.
- [0049] 먼저, 상기 제1교류신호 인가단계(S100)에서는 상기 변압기(1)로 고주파수의 교류 신호(2)가 인가되는데, 20~50khz의 교류 신호(2)가 상기 변압기(1)에 인가될 수 있다.
- [0050] 일례로, 고전압 발생장치로 흔히 사용되는 Trek 사의 변압기(1)는 20khz보다 높은 주파수의 교류 신호(2)에 대해서는 약 50% 정도의 증폭이 이루어진다.
- [0051] 상기 변압기(1)는 인가되는 교류신호의 주파수가 증가함에 따라 증폭되는 출력 전압 값이 감소하는 특성을 갖는다.
- [0052] 이에 따라, 상기 제1전압 증폭단계(S200)에서는 상술한 바와 같이, 20~50khz의 교류 신호(2)가 상기 변압기(1)에 인가될 경우, 상기 변압기(1)로 입력되는 전원 전압(3) 대비 40% ~ 70%만큼 전압이 증폭되어 출력될 수 있다.
- [0053] 다음으로, 상기 제2교류신호 인가단계(S400)에서는 상기 변압기(1)로 저주파수의 교류 신호(2)가 인가되는데, 5~20khz의 교류 신호(2)가 상기 변압기(1)에 인가될 수 있다.
- [0054] 이에 따라, 상기 제2전압 증폭단계(S500)에서는 5~20khz의 교류 신호(2)가 상기 변압기(1)에 인가될 경우, 상기 변압기(1)로 입력되는 전원 전압(3) 대비 70% ~100%만큼 전압이 증폭되어 출력될 수 있다.
- [0055] 이는 도 2 및 도 3에서 확인할 수 있는데, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 도 3과 같이 초기에 고주파수의 교류 신호(2)가 상기 변압기(1)에 인가되도록 하여 전압 증폭이 완전히 이루어지지 않아 낮은 수준의 전압이 상기 변압기(1)에서 발생되도록 한다.
- [0056] 다음, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 상기 변압기(1)에 인가되는 교류 신호(2)의 주파수가 점차 낮아지다가 도 3 및 도 4의 t1 지점에서 일정 수준 이하로 주파수가 낮아지면 강한 플라즈마를 발생시켜 연소가 일으킬 수 있을 정도의 전압 증폭이 일어나게 된다.
- [0057] 다시 말해, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 도 3 및 도 4에서 상기 변압기(1)에 인가되는 교류신호의 주파수를 제어하여 t1 지점, 즉, 점화가 필요한 시점을 적절히 조절할 수 있으며, 이를 통해 약한 플라즈마로 인한 라디칼을 연소에 이용하여 안정적인 연소가 가능하도록 하는 동시에, t1 지점에서 높은 에너지의 플라즈마를 발생시켜 점화가 이루어지도록 한다.
- [0058] **실시예 3.**
- [0059] 실시예 3에서는 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법이 차량의 내연기관의 점화에 이용되는 실시예에 대해 설명한다.
- [0060] 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 차량의 내연기관(엔진)에서 연료를 점화하기 위한 점화 시스템에 적용시, 흡입 행정 및 압축 행정에서 상기 제1 교류신호 인가단계, 제1 전압 증폭단계 및 라디칼 발생단계(S300)가 수행되며, 압축 행정 중 점화가 필요한 시점에서 상기 제2교류신호 인가단계(S400)가 수행될 수 있다.
- [0061] 다시 설명하면, 먼저, 연료 및 공기 혼합기가 연소실로 들어오는 흡입 행정에서는 높은 주파수의 교류 신호(2)가 상기 변압기(1)에 인가되어 낮은 에너지의 유전체 장벽 방전을 일으켜 라디칼을 발생시킨다.
- [0062] 이 후, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법을 이용한 점화 과정에서는 라디칼 발생이 흡입 및 압축 행정 중에 지속적으로 일어나며, 압축 행정 중 점화가 필요한 시점에 교류 신호(2)의 주파수를 낮추면 높은 에너지의 플라즈마가 발생되어 혼합기를 점화시킬 수 있다.
- [0063] 좀 더 구체적으로, 자동차 엔진에 적용 시에는 흡기 행정 중인 BTDC 315 CAD부터 점화시기 전(TDC 근처)까지 20~50 khz 정도의 고주파 교류 신호(2)가 변압기(1)에 인가되어 라디칼이 발생하는 낮은 에너지의 플라즈마를 발생시키고, 점화 시기에는 교류 신호(2)의 주파수를 약 5~20 khz로 낮추어 높은 에너지의 플라즈마를 만들어 혼합기를 연소한다.



- [0064] 이에 따라, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 점화 특성이 향상되어 차량용 내연기관의 점화 시스템에 적용할 수 있어, 플라즈마 점화의 실용화에 크게 기여할 수 있다.
- [0065] **실시예 1.**
- [0066] 실시예 1에서는 도 1 내지 도 4를 참고로 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법에 설명한다.
- [0067] 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 변압기(1)에 의해 증폭된 전원 전압(3)이 제1전극에 인가되어 제2전극과의 사이 공간에서 플라즈마가 발생되도록 하며, 유전체 장벽 방전을 이용하는 플라즈마 점화시스템에서 플라즈마 점화를 제어하는 방법이다.
- [0068] 상기 제1전극은 중앙 전극인 축을 구비한 금속 재질로, 일반적으로 양극 전극을 의미한다.
- [0069] 상기 제1전극은 스테인리스 스틸, 알루미늄, 크롬, 구리, 니켈 또는 이들의 조합으로 만들어질 수 있으며, 금속 봉 형태로 형성될 수 있다.
- [0070] 상기 유전체는 상기 제1전극의 외주면을 감싸도록 형성되며, 비금속 재질로 절연 특성을 갖는다.
- [0071] 상기 제2전극은 음극 전극으로서, 상기 유전체와 방사방향으로 일정 간격 이격되어 상기 제1전극과 동축 방향으로 형성될 수 있다.
- [0072] 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 크게, 제1교류신호 인가단계(S100), 제1전압 증폭단계(S200), 라디칼 발생단계(S300), 제2교류신호 인가단계(S400), 제2전압 증폭단계(S500), 플라즈마 발생단계(S600) 및 점화단계(S700)를 포함하여 형성된다.
- [0073] 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 도 1과 같은 점화 시스템에 적용될 수 있는데, 도 1의 점화 시스템은 대표적인 플라즈마 점화 시스템의 기본적인 구성으로서, 전원 전압(3)이 변압기(1)(transformer)에 입력되며, 상기 변압기(1)로 인가되는 교류 신호(2)에 따라 상기 전원 전압(3)이 상기 변압기(1)를 통해 증폭되어 출력된다.
- [0074] 먼저, 상기 제1교류신호 인가단계(S100)는 상기 변압기(1)로 고주파수의 교류 신호(2)가 인가되는 단계이다.
- [0075] 상기 제1전압 증폭단계(S200)는 상기 변압기(1)로 입력되는 전원 전압(3)이 상기 변압기(1)를 거쳐 증폭되는 제1전압 증폭단계(S200)이다.
- [0076] 상기 제1전압 증폭단계(S200)에서 생성된 전압은 상기 플라즈마 점화시스템의 제1전극에 인가되어 나머지 전극인 상기 제2전극과의 사이 공간에서 약한 플라즈마를 발생시킨다.
- [0077] 즉, 상기 라디칼 발생단계(S300)는 도 6과 같이, 고주파수의 교류 신호(2)에 의해 낮은 에너지의 유전체 장벽 방전이 발생되어 라디칼이 발생하는 단계이다.
- [0078] 여기서 발생한 라디칼은 안정적인 연소를 돕는 역할을 하게 되며, 상기 변압기(1)로 일정수준 이하의 저주파수가 인가되지 전까지 계속해서 발생될 수 있다.
- [0079] 상기 제2교류신호 인가단계(S400)는 일정 시간 이후, 상기 변압기(1)로 인가되는 교류 신호(2)의 주파수를 낮추는 단계이다.
- [0080] 상기 플라즈마 발생단계(S600)는 저주파수의 교류 신호(2)에 의해 상기 제1전극 및 제2전극 사이 공간에 높은 에너지의 플라즈마가 발생하는 단계로, 도 7에 도시된 바와 같이, 높은 에너지 수준의 유전체 장벽 방전이 일어나게 된다.
- [0081] 상기 점화단계(S700)는 높은 에너지의 플라즈마를 이용하여 점화가 실시되는 점화단계(S700)로, 높은 에너지의 플라즈마가 점화원으로 활용되는 단계이다.
- [0082] 즉, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 변압기(1)에 인가되는 교류 신호(2)의 주파수를 점화시점에 맞추어 조절함으로써, 플라즈마 강도를 연소 특성에 적합하게 제어할 수 있다는 장점이 있다.
- [0083] 다시 말해, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 연소가 일어나기 전에는 약한 플라즈마로 라디칼을 생성하여 연소 속도를 빠르게 하고 안정성을 높일 수 있도록 하며, 점화시기가 되었을 때는 높은 에너지의 플라즈마가 발생되어 연소가 이루어지도록 함으로써, 기존의 플라즈마를 이용한 점화방식에서 연소가 안정적이지 못했던 문제점을 개선한 것이다.

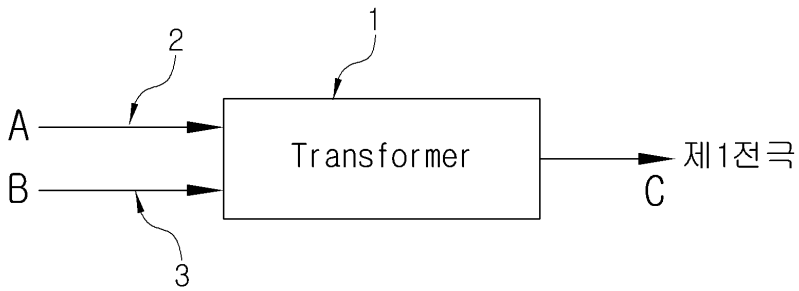
- [0084] 아울러, 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 라디칼을 발생시킬 정도의 낮은 에너지로 먼저 플라즈마를 형성한 다음, 변압기(1)에 인가되는 교류 신호(2)의 주파수를 낮추거나, 변압기(1)에서 출력되는 전압을 높여 플라즈마의 에너지를 높임에 따라, 유리 또는 세라믹 등으로 만들어진 유전체의 파손 가능성이 낮아질 수 있다.
- [0085] **실시예 4.**
- [0086] 실시예 4에서는 도 8 및 도 9를 참고로 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법의 또 다른 실시예에 대해 설명한다.
- [0087] 실시예 4는 실시예 1과 주파수 제어 순서를 바꾼 것으로, 저주파 교류신호를 인가한 다음, 저주파 교류신호를 인가하여, 라디칼에 의한 난류 발생 및 화염전파 속도 향상과 같은 연소 특성 향상을 목적으로 한다.
- [0088] 먼저, 제1교류신호 인가단계(S100)에서는 상기 변압기(1)로 저주파수의 교류 신호(2)가 인가되는데, 5~20khz의 교류 신호(2)가 상기 변압기(1)에 인가될 수 있다.
- [0089] 이에 따라, 제1전압 증폭단계(S200)에서는 5~20khz의 교류 신호(2)가 상기 변압기(1)에 인가될 경우, 상기 변압기(1)로 입력되는 전원 전압(3) 대비 70% ~100%만큼 전압이 증폭되어 출력될 수 있다.
- [0090] 다음으로, 상기 제2교류신호 인가단계(S400)에서는 상기 변압기(1)로 고주파수의 교류 신호(2)가 인가되는데, 20~50khz의 교류 신호(2)가 상기 변압기(1)에 인가될 수 있다.
- [0091] 이에 따라, 상기 제2전압 증폭단계(S500)에서는 20~50khz의 교류 신호(2)가 상기 변압기(1)에 인가될 경우, 상기 변압기(1)로 입력되는 전원 전압(3) 대비 40% ~ 70%만큼 전압이 증폭되어 출력될 수 있다.
- [0092] 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법은 도 8과 같이 초기에 저주파수의 교류 신호(2)가 상기 변압기(1)에 인가되도록 하여 점화에 유리한 높은 에너지를 갖는 streamer type의 플라즈마를 발생시킨 후(S300), 고주파 입력 신호로 라디칼 발생용 플라즈마를 발생시킨다(S600).
- [0093] 즉, 상기 제1교류신호 인가단계(S100) 및 제1전압 증폭단계(S200)는 점화가 발생하는 구간으로, 높은 수준의 전압 증폭이 이루어져, 다수개의 필라멘트 방전이 발생되며, 이를 통해 다점 점화가 발생하는 구간이다.
- [0094] 이후, 상기 제2교류신호 인가단계(S400) 및 제2전압 증폭단계(S500)는 라디칼이 발생하는 구간으로, 낮은 수준의 전압 증폭으로 인해 발생된 라디칼에 의해 화염 전파속도가 향상되는 구간이다.
- [0095] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

**부호의 설명**

- [0096] 1 : 변압기
- 2 : 교류 신호
- 3 : 전원 전압
- S100 ~ S700 : 본 발명의 플라즈마 점화 제어 방법의 각 단계

도면

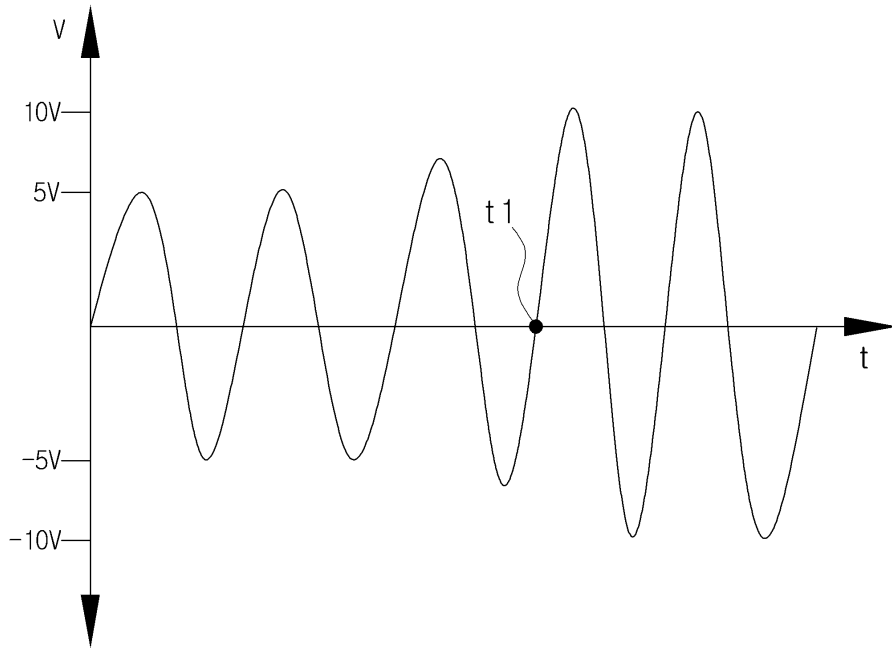
도면1



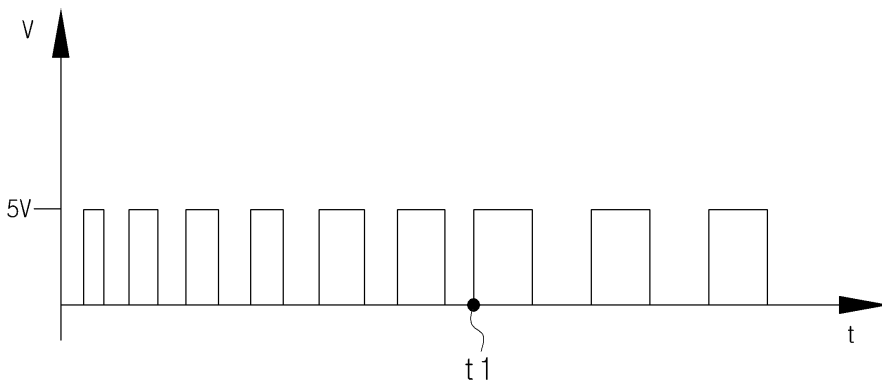
도면2



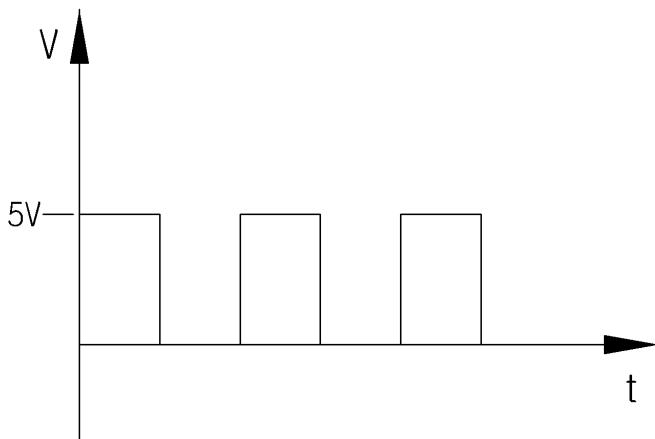
도면3



도면4

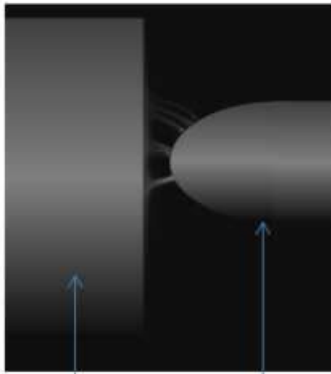


도면5



도면6

낮은 에너지 수준의 유전체  
장벽 방전 (Radical 발생)

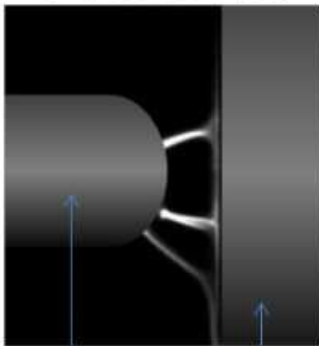


Alumina 유전체로  
코팅된 금속 전극

금속전극

도면7

높은 에너지 수준의 유전체  
장벽 방전 (점화원)



금속전극

Alumina 유전체로  
코팅된 금속 전극

도면8

