



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전극(7)의 개방 단부(7.12) 내에 배열될 수 있는 전방 단부(10.17)를 갖는 긴 몸체(10.13)와 이를 통해 연장되는 냉매 덕트(10.15)를 포함하는 아크 플라즈마 토치용 냉각 튜브(10)에 있어서,

상기 전방 단부(10.17)에는, 내측 및 외측으로 지향하는 냉각 튜브(10) 벽(10.19)의 비드형 두꺼운 부분(10.18)이 형성되되,

여기서 상기 비드형 두꺼운 부분(10.18)은 냉각 튜브(10) 전방 내측부(10.8)의 길이(L10.8)에 걸쳐 그 내경(D10.8)이 냉각 튜브(10)의 후방 내측부(10.9)의 내경(D10.9) 보다 작고, 냉각 튜브(10)의 전방 외측부(10.10)의 길이(L10.10)에 걸쳐 그 외경(D10.10)이 냉각 튜브(10)의 후방 외측부(10.11)의 외경(D10.11) 보다 큰 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치용 냉각 튜브.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 두꺼운 부분(10.18)은 냉각 튜브(10)의 종방향으로 적어도 1mm 이상 연장되는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치용 냉각 튜브.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 두꺼운 부분(10.18)은 외경(D10.11)의 적어도 0.2mm 만큼의 증가 및/또는 내경(D10.9)의 적어도 0.2mm 만큼의 감소를 일으키는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치용 냉각 튜브.

#### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 따른 냉각 튜브(10)와, 냉각 튜브(10)의 전방 단부(10.17)를 배치하기 위한 개방 단부(7.12)와 폐쇄 단부(7.13)를 갖는 중공의 긴 몸체(7.11)를 구비한 전극을 포함하는 아크 플라즈마 토치로서, 상기 개방 단부(7.12)의 바닥면(7.14)은 냉각 튜브(10)의 전방 단부(10.17)가 초과 연장되는 돌출 영역(7.5)을 가지며, 상기 두꺼운 부분(10.18)은 적어도 상기 돌출 영역(7.5)을 넘어 종방향으로 연장되는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서, 전극(7)을 수용하기 위한 단부(6.13)와 중공의 내부(6.14)를 갖는 긴 몸체(6.12)를 구비하는 전극 홀더(6)를 더 포함하며, 상기 냉각 튜브(10)는 상기 중공의 내부(6.14) 내로 돌출되고, 냉각 튜브(10)를 전극 홀더(6) 내에 센터링하기 위한 냉각 튜브(10)의 외면(10.16) 상에는 하나의 돌기 또는 2 이상의 돌기들(10.6 및/또는 10.7)이 제공되는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 돌기들(10.6)의 제1그룹이 주변에 제공 및 배치되어 서로에 대해 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 돌기들(10.7)의 제2그룹이 주변에 제공 및 배치되어 서로에 대해 이격되어 있으며, 상기 제2그룹은 제1그룹에 대해 축방향으로 오프셋되는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 돌기들(10.7)의 제2그룹은 돌기들(10.6)의 제1그룹에 대해 주변으로 오프셋되는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치.

#### 청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 아크 플라즈마 토치용 냉각 튜브, 전극 홀더 및 전극과 이들의 배열 및 이를 갖는 아크 플라즈마 토치에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 플라즈마란 양이온과 음이온, 전자, 여기된(excited) 중성 원자 및 분자들로 구성되며 높은 온도로 가열된 전기 전도성 가스에 사용되는 용어이다.

[0003] 플라즈마 가스로는, 단원자 아르곤 및/또는 이원자 기체(diatomc gases)인 수소, 질소, 산소 또는 공기와 같은 다양한 기체가 사용된다. 이러한 기체는 전기 아크 에너지에 의해 이온화 및 해리된다. 상기 전기 아크는 노즐에 의해 수축되어 플라즈마 제트(plasma jet)라 불리운다.

[0004] 이러한 플라즈마 제트의 파라미터는 노즐 및 전극의 설계에 크게 영향을 받는다. 상기 플라즈마 제트의 파라미터로는, 예를 들어, 플라즈마 제트의 직경, 가스의 유량, 에너지 밀도 및 온도가 있다.

[0005] 플라즈마 커팅(plasma cutting)에 있어서, 예를 들어, 상기 플라즈마는 가스 또는 물로 냉각될 수 있는 노즐에 의해 수축된다. 이러한 방식으로, 에너지 밀도를  $2 \times 10^6 \text{ W/cm}^2$  까지 이룰 수 있으며, 상기 플라즈마 제트의 온도를 30,000℃까지 상승시킴으로써, 가스의 높은 유량과 결합하여 물체를 매우 높은 속도로 커팅할 수 있게 된다.

[0006] 노즐에는 높은 열응력(thermal stress)이 가해지기 때문에, 일반적으로 상기 노즐은 금속재로 만들어지며, 바람

직하게는 높은 전기 전도성과 열 전도성을 갖는 구리로 만들어진다. 비록 은으로 만들어질 수도 있지만, 전극의 경우도 마찬가지이다. 그 후, 상기 노즐은 간략히 플라즈마 토치라고도 불리는 아크 플라즈마 토치에 삽입되며, 상기 아크 플라즈마 토치의 주요 부품으로는 플라즈마 토치 헤드, 노즐 캡, 플라즈마 가스 안내부재, 노즐, 노즐 홀더, 노즐 인서트(nozzle insert)를 갖는 전극을 포함하며, 최신 플라즈마 토치에서는 노즐 보호를 위한 홀더와 노즐 보호캡을 더 포함한다. 상기 전극의 내부에는, 예를 들어, 아르곤과 수소와 같은 비산화성 가스(non-oxidising gases)가 플라즈마 가스로 사용될 경우에 적합하며, 텅스텐으로 형성되는 뾰족한 전극 인서트가 배열된다. 하프늄(hafnium)으로 형성되는 전극 인서트와 플랫 팁 전극(flat-tip electrode)은 공기 또는 산소와 같이 비산화성 가스가 플라즈마 가스로 사용될 때 적합하다.

[0007] 상기 노즐과 전극은, 이들의 서비스 기간을 증대시키기 위해, 주로 물과 같은 유체로 냉각되며, 이들은 또한 가스로 냉각될 수도 있다.

[0008] 이러한 이유로, 액체 냉각식 플라즈마 토치와 가스 냉각식 플라즈마 토치 사이에는 차이가 있다.

[0009] 본 분야에 있어, 상기 전극은 구리 및 은과 같이 우수한 전기 전도성 및 열 전도성을 갖는 재료로 형성되며, 전극 인서는 텅스텐, 지르코늄 또는 하프늄과 같은 내온성(temperature-resistant) 재료로 구성된다. 산소를 포함하는 플라즈마 가스에 대해서는 지르코늄이 사용될 수도 있다. 그러나, 보다 나은 열 특성을 갖는 하프늄이 더 적합하며, 이는 하프늄의 산화물이 보다 더 내온성을 갖기 때문이다.

[0010] 상기 전극의 서비스 기간을 증대시키기 위해, 홀더 내에 에미션 인서트(emission insert)로서 내화성 재료(refractory material)가 삽입되어 냉각된다. 가장 효과적인 냉각 형태는 액체 냉각 방식이다.

[0011] 플라즈마 토치에 있어서, 전극의 내부는 중공되어 있으며 내부에 냉각 튜브를 갖는 배열이 공지되어 있다. 예를 들어, DD87 361에서는, 물이 냉각 튜브의 내부를 통해 흘러 전극의 바닥을 향해 흐른 다음, 전극의 내면과 냉각 튜브의 외면 사이에서 되돌아 간다.

[0012] 상기 전극은, 냉각 튜브가 그 너머로 돌출된 상태에서, 내측으로 연장되는 원통형 또는 원뿔형의 영역을 갖는다. 냉매는 이러한 영역의 주변을 따라 흘러, 전극과 냉매 간의 보다 나은 열교환을 보장하도록 한다.

[0013] 그럼에도 불구하고, 상기 장치가 오랫동안 작동되면, 상기 전극이 과열되는 현상이 반복적으로 발생하며, 이러한 과열현상은 전극 홀더의 심한 변색과 전극 인서트의 빠른 번백(burn-back) 현상으로 분명해 진다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0014] 따라서, 본 발명은 아크 플라즈마 토치 전극에서의 과열을 방지하거나 또는 적어도 감소시키는 문제에 근거한 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0015] 본 발명에 따르면, 상기 문제점은, 전극의 개방 단부 내에 배열될 수 있는 단부를 갖는 긴 몸체와 이를 통해 연장되는 냉매 덕트를 포함하는 아크 플라즈마 토치용 냉각 튜브에 있어서, 상기 단부에는 내측 및/또는 외측으로 지향하는 냉각 튜브 벽의 비드형 두꺼운 부분이 형성되는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치용 냉각 튜브에 의해 해결된다.

[0016] 상기 문제점은, 제 1 항 내지 제 3 항 중의 어느 한 항에 따른 냉각 튜브와, 냉각 튜브의 전방 단부를 배치하기 위한 개방 단부와 폐쇄 단부를 갖는 중공의 긴 몸체를 구비한 전극의 배열로서, 상기 개방 단부의 바닥면은 냉각 튜브의 단부가 초과 연장되는 돌출 영역을 가지며, 상기 두꺼운 부분은 적어도 상기 돌출 영역을 넘어 종방향으로 연장되는 것을 특징으로 하는 배열에 의해 해결된다.

[0017] 또한, 상기 문제점은, 아크 플라즈마 토치의 전극 홀더에 분리 가능하게 연결될 수 있는 후방 단부와, 이를 통해 연장되는 냉각 덕트를 갖는 긴 몸체를 포함하는 아크 플라즈마 토치용 냉각 튜브에 있어서, 전극 홀더에 상기 후방 단부를 분리 가능하게 연결시키기 위해, 외부 나사를 제공하며, 상기 외부 나사는 전극 홀더에 대해 냉각 튜브를 센터링하기 위해 이에 인접한 원통형 외면을 구비하는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치용 냉각 튜브에 의해 해결된다.

[0018] 또한, 상기 문제점은, 전극을 수용하기 위한 단부와 중공의 내부를 갖는 긴 몸체를 포함하는 아크 플라즈마 토

치용 전극 홀더에 있어서, 상기 중공의 내부에는 냉각 튜브의 후단부에 나사결합하는 내측 나사가 제공되고, 상기 내측 나사는 전극 홀더에 대해 냉각 튜브를 센터링하기 위해 이에 인접한 원통형 내면을 구비하는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치용 전극 홀더에 의해 해결된다.

- [0019] 상기 문제점은, 또한, 제 9 항 내지 제 13 항 중의 어느 한 항에 따른 냉각 튜브와 제 14 항 내지 제 16 항 중의 어느 한 항에 따른 전극 홀더의 배열로서, 상기 냉각 튜브는 외측 나사와 내측 나사에 의해 전극 홀더와 함께 나사결합되는 것을 특징으로 하는 배열에 의해 해결된다.
- [0020] 또한, 상기 문제점은, 아크 플라즈마 토치의 전극 홀더에 분리 가능하게 연결될 수 있는 후방 단부와 이를 통해 연장되는 냉매 덕트를 구비한 긴 몸체를 포함하는 아크 플라즈마 토치용 냉각 튜브와, 전극을 수용하기 위한 단부와 중공의 내부를 갖는 긴 몸체를 포함하는 아크 플라즈마 토치용 전극의 배열로서, 상기 냉각 튜브의 외면상에는 상기 냉각 튜브를 전극 홀더 내에 센터링하기 위한 적어도 하나의 돌기가 제공되는 것을 특징으로 하는 배열에 의해 해결된다.
- [0021] 또한, 본 발명은, 냉각 튜브의 전방 단부를 내부에 배치하기 위한 개방 단부와 폐쇄 단부를 갖는 중공의 긴 몸체를 포함하며, 상기 개방 단부는 전극 홀더의 내측 나사와 함께 나사결합을 위한 외측 나사를 갖는 아크 플라즈마 토치용 전극에 있어서, 상기 폐쇄 단부를 향해 외측 나사와 인접하여, 상기 전극 홀더에 대해 전극을 센터링하기 위한 원통형의 외면이 제공되는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치용 전극을 제공한다.
- [0022] 또한, 본 발명은, 전극을 수용하기 위해 내측 나사를 구비한 단부와 중공의 내부를 갖는 긴 몸체를 포함하는 아크 플라즈마 토치용 전극 홀더에 있어서, 상기 내측 나사에 인접하여, 전극 홀더에 대해 전극을 센터링하기 위한 원통형의 내면이 제공되는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치용 전극 홀더를 제공한다.
- [0023] 본 발명은, 제 24 항 내지 제 28 항 중의 어느 한 항에 따른 전극과 제 29 항 내지 제 31 항 중의 어느 한 항에 따른 전극 홀더의 배열로서, 상기 전극은 외측 나사와 내측 나사에 의해 전극 홀더와 함께 나사결합되는 것을 특징으로 하는 배열을 제공한다.
- [0024] 다른 측면에 따르면, 상기 문제점은, 제 1 항 내지 제 3항 또는 제 9 항 내지 제 13항에 따른 냉각 튜브와, 제 14 항 내지 제 16 항 또는 제 29 항 내지 제 31 항에 따른 전극 홀더와, 제 24 항 내지 제 28 항 중의 어느 한 항에 따른 전극, 또는 제 4 항 내지 제 8항, 제 17 항 내지 제 23 항 또는 제 32 항 내지 제 33 항 중의 어느 한 항에 따른 배열을 갖는 것을 특징으로 하는 아크 플라즈마 토치에 의해 해결된다.
- [0025] 제 1 항에 따른 냉각 튜브에 있어서, 상기 두꺼운 부분은 냉각 튜브의 종방향으로 적어도 1mm 이상 연장되는 것이 바람직하다.
- [0026] 상기 두꺼운 부분은 외측 내경의 적어도 0.2mm 만큼의 증가 및/또는 내측 직경의 적어도 0.2mm 만큼의 감소를 일으킨다.
- [0027] 제 4 항에 따른 배열에 있어서, 전극을 수용하기 위한 단부와 중공의 내부를 갖는 긴 몸체를 구비하는 전극 홀더를 더 포함하며, 상기 냉각 튜브는 상기 중공의 내부 내로 돌출되고, 냉각 튜브를 전극 홀더 내에 센터링하기 위한 냉각 튜브의 외면상에는 적어도 하나의 돌기가 제공된다.
- [0028] 상기 돌기들의 제1그룹이 주변에 제공 및 배치되어 서로에 대해 이격되어 있는 것이 바람직하다.
- [0029] 특히, 상기 돌기들의 제2그룹이 주변에 제공 및 배치되어 서로에 대해 이격되어 있으며, 상기 제2그룹은 제1그룹에 대해 축방향으로 오프셋되는 것이 바람직하다.
- [0030] 상기 돌기들의 제2그룹은 돌기들의 제1그룹에 대해 주변으로 오프셋되는 것이 더욱 바람직하다.
- [0031] 제 9 항에 따른 냉각 튜브는, 상기 전극 홀더에 냉각 튜브를 축방향으로 고정시키기 위한 스톱면을 구비할 수 있다.
- [0032] 상기 원통형의 외면은 주변 홈을 갖는 것이 바람직하다.
- [0033] 특히, 상기 홈 내에는 밀봉을 위한 O-링이 배치될 수도 있다.
- [0034] 본 발명의 특정 실시예에 따르면, 상기 원통형의 외면은 상기 외측 나사의 최대 외경보다 크거나 적어도 같은 외경을 갖는다.
- [0035] 제 14 항에 따른 전극 홀더에 있어서, 상기 냉각 튜브를 전극 홀더 내에 축방향으로 고정시키기 위한 스톱면이

제공되는 것이 바람직하다.

- [0036] 상기 원통형의 내면은 내측 나사의 내경 보다 크거나 정확히 동일한 내경을 가지며, 이러한 원리는 다음과 같다:  $D6.1 = (D6.1a - D6.1i) / 2$  ("a"는 외부, "i"는 내부를 나타낸다).
- [0037] 제 17 항에 따른 배열에 관한 실시예에 따르면, 상기 냉각 튜브와 전극 홀더는 전방 단부를 향해 이들 사이에 환형 갭이 형성되도록 설계된다.
- [0038] 또한, 상기 냉각 튜브의 원통형 외면과 전극 홀더의 원통형 내면은 서로에 대해 제한된 공차를 갖는 것이 바람직하다.
- [0039] 제 20 항에 따른 배열에 있어서, 상기 돌기들(10.6)의 제1그룹이 주변에 제공 및 배치되어 서로에 대해 이격되어 있는 것이 바람직하며, 특히, 정확히 3개의 돌기들이 서로에 대해 120도의 각도로 오프셋 배치되도록 제공된다.
- [0040] 또한, 상기 돌기들의 제2그룹이 주변에 제공 및 배치되어 서로에 대해 이격되어 있으며, 상기 제2그룹은 제1그룹에 대해 축방향으로 오프셋되는 것이 바람직하다. 마찬가지로, 상기 돌기의 제2그룹은 서로에 대해 120도의 각도로 오프셋 배치되는 3개의 돌기들일 수 있다.
- [0041] 상기 돌기들의 제2그룹은 돌기들의 제1그룹에 대해 주변으로 오프셋되는 것이 바람직하며, 예를 들어, 상기 오프셋은 60도이다.
- [0042] 제 24 항에 따른 전극에 있어서, 상기 전극 홀더에 전극을 축방향으로 고정시키기 위한 스톱면이 제공되는 것이 바람직하다.
- [0043] 특히, 상기 원통형의 외면은 주변홈을 가지며, 상기 홈 내에는 밀봉을 위한 O-링이 배치되는 것이 바람직하다.
- [0044] 특정 실시예에 따르면, 상기 원통형의 외면은 외측 나사의 외경 보다 크거나 정확히 동일한 외경을 갖는다.
- [0045] 제 29 항에 따른 전극에 있어서, 상기 전극 홀더 내에 전극을 축방향으로 고정시키기 위한 스톱면이 제공되는 것이 바람직하다.
- [0046] 상기 원통형의 내면은 내측 나사의 내경 보다 크거나 정확히 동일한 내경을 가지며, 이러한 원리는 다음과 같다:  $D6.4 = (D6.4a - D6.4i) / 2$ .
- [0047] 제 32 항에 따른 배열에 있어서, 상기 전극의 원통형의 외면과 상기 전극 홀더의 원통형의 내면은 서로에 대해 제한된 공차를 갖는다. 일반적으로, 중간 끼워맞춤(transition fit)이라 불리며, 예를 들어, 외측 공차는 0 내지 -0.01mm이고, 내측 공차는 0 내지 +0.01mm이다.
- [0048] 본 발명은 상기 두꺼운 부분이 냉각 튜브와 전극 사이의 갭이 보다 좁아지도록 하지만, 아크 플라즈마 토치 헤드의 후방 영역의 단면을 감소시키지는 않는다는 놀라운 발견에 근거한 것이다. 이러한 방식으로, 냉매 튜브와 전극 사이의 전방부에서 높은 유속의 냉매를 이루어 열전달을 개선시킨다.
- [0049] 상기 열전달은 플라즈마 토치 헤드의 부품들을 적절히 센터링함으로써 부가적으로 또는 선택적으로 개선된다.
- [0050] 본 발명은 또한 전극과 냉매 사이의 열전달이 이상적이지 않다는 발명에 근거한 것이다. 이와 관련하여, 유로 내에서의 냉매의 유속, 체적 흐름(volume flow) 및/또는 압력 차이가 전방 영역에서 적절하지 않으며, 상기 영역에서는 냉매 튜브가 전극의 내측으로 연장되는 영역을 지나 돌출된다. 또한, 상기 문제점들은, 전극 및 냉각 튜브 사이의 환형 갭이 중심에 위치되지 않는 경우, 그 크기가 달라질 수도 있는 것을 인식하였다. 이는 전극의 내측으로 연장되는 영역 주변에서 냉매의 불균일한 분포를 초래하게 되며, 이는 냉각작업을 악화시킨다.

### 발명의 효과

- [0051] 본 발명은 아크 플라즈마 토치용 냉각 튜브, 전극 홀더 및 전극과 이들의 배열 및 이를 갖는 아크 플라즈마 토치에 관한 것으로서, 본 발명에 의하면 토치의 오랫동안 작동으로 인해 발생하는 전극의 과열현상을 방지하며, 과열현상으로 인한 전극 홀더의 심한 변색과 전극 인서트의 빠른 번백(burn-back) 현상을 방지할 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0052] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 플라즈마 토치 헤드의 종단면도이다.



도 2는 도 1에 도시된 플라즈마 토치 헤드의 냉각 튜브의 개별적인 도면으로서, 위에서 바라본 도면(좌측)과 그 종단면도(우측)이다.

도 3은 도 1에 도시된 플라즈마 토치 헤드의 종단면도에서 전극과 전극 홀더 간의 연결부를 상세히 나타내는 도면이다.

도 4는 도 3에 도시된 전극 홀더의 상세한 도면으로서, 부분적인 종단면도이다.

도 5는 도 1에 도시된 플라즈마 토치 헤드의 전극 홀더와 냉각 튜브 사이의 연결부를 상세히 나타내는 도면이다.

도 6은 도 5에 도시된 전극 홀더의 상세한 도면으로서, 부분적인 종단면도이다.

도 7은 도 1에 도시된 플라즈마 토치 헤드의 전극 홀더와 냉각 튜브 간의 연결부(단면 A-A)를 상세히 나타내는 도면이다.

도 8은 도 1에 도시된 플라즈마 토치 헤드의 전극을 개별적으로 나타내는 종단면도이다.

도 9는 본 발명의 제2실시예에 따른 플라즈마 토치 헤드의 종단면도이다.

도 10은 도 9에 도시된 플라즈마 토치 헤드의 냉각 튜브의 개별적인 도면으로서, 위에서 바라본 도면(좌측)과 그 종단면도(우측)이다.

도 11은 도 9에 도시된 플라즈마 토치 헤드의 전극 홀더와 냉각 튜브 간의 연결부를 상세히 나타내는 도면이다.

도 12는 본 발명의 제3실시예에 따른 플라즈마 토치 헤드의 종단면도이다.

도 13은 도 12에 도시된 플라즈마 토치 헤드의 냉각 튜브의 개별적인 도면으로서, 위에서 바라본 도면(좌측)과 그 종단면도(우측)이다.

도 14는 도 12에 도시된 플라즈마 토치 헤드의 전극 홀더와 냉각 튜브 간의 연결부를 상세히 나타내는 도면이다.

도 15는 본 발명의 제4실시예에 따른 플라즈마 토치 헤드의 종단면도이다.

도 16은 도 15에 도시된 플라즈마 토치 헤드의 냉각 튜브의 개별적인 도면으로서, 위에서 바라본 도면(좌측)과 그 종단면도(우측)이다.

도 17은 도 15에 도시된 플라즈마 토치 헤드의 전극 홀더와 냉각 튜브 간의 연결부를 상세히 나타내는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0053]

도 1은 본 발명에 따른 플라즈마 토치 헤드의 제1실시예를 나타낸다. 상기 플라즈마 토치 헤드는 전극(7), 전극 홀더(6), 냉각 튜브(10), 노즐(4), 노즐 캡(2) 및 가스 라인(3)을 갖는다. 상기 노즐(4)은 노즐 캡(2)과 노즐 홀더(5)에 의해 적절한 위치에 고정된다. 상기 전극 홀더(6)는 각 케이스 내에 형성된 나사, 즉, 내부 나사(6.4)와 내부 나사(6.1)를 통해 전극(7)과 냉각 튜브(10)를 수납한다. 상기 가스 라인(3)은 전극(7)과 노즐(4) 사이에 위치하여 플라즈마 가스(PG)가 회전하도록 한다. 또한, 상기 플라즈마 토치 헤드(1)는, 본 실시예에서 노즐 보호 캡 홀더(8)에 나사결합되는 제2 가스 보호 캡(9)을 갖는다. 상기 노즐(4), 특히 노즐 팁을 보호하는 제2가스(SG)는 제2가스 보호 캡(9)과 노즐 캡(2) 사이를 흐른다.

[0054]

상기 냉각 튜브(10)(도 2 참조)는 전극 홀더(6)의 후방부에 부착되고, 상기 전극(7)은 전극 홀더(6)의 전방부에 부착된다. 상기 냉각 튜브(10)는, 내측으로 연장되는, 즉 노즐 팁으로부터 멀어지는 전극(7)의 영역(7.5) 너머로 돌출된다(도 3 및 8 참조). 상기 영역에서, 냉각 튜브(10)의 길이(L10.8)에 걸쳐 그 내경(D10.8)이 후방을 향하는 냉각 튜브(10)의 내측부(10.9)의 내경(D10.9) 보다 작으며, 냉각 튜브(10)의 길이(L10.10)에 걸쳐 그 외경(D10.10)이 후방을 향하는 냉각 튜브(10)의 외측부(10.11)의 외경(D10.11) 보다 크다. 이에 따라, 이는 내측 및 외측을 향하는 냉각 튜브 벽(10.19)의 비드형의 두꺼운 부분(bead-like thickening)(10.18)까지 오르막을 제공하며, 이는 냉각제를 위한 유로 단면적이 오직 전방 내측부(10.8)와 전방 외측부(10.10)에서만 수축되도록 하는데, 여기에서는 양호한 열 확산을 위해서 높은 냉매 유속이 요구되며, 후방 내측부(10.9) 및 후방 외측부(10.11)에서 가능한 낮은 압력을 유지하기 위해 후방 영역에 가능한 한 가장 큰 유로 단면적이 적용된다. 냉매는 먼저 WV1(물 공급라인1)과 유로를 따라 냉각 튜브(10)의 내부로 흘러들어가며, 상기 냉각 튜브(10), 전극(7)



및 전극 홀더(6) 사이의 공간에서 유로(WR1)(물 회수 라인1)을 통해 되돌아가기 전에, 전극(7)의 내측으로 연장되는 영역(7.5)과 마주치게 된다.

- [0055] (도시되지 않은) 플라즈마 제트는 전극 인서트(7.8)의 외면상에서 공격점 (point of attack)을 갖게 된다. 그곳은 열이 가장 높게 상승하는 곳으로, 전극(7)의 오랜 수명을 보장하기 위해서는 이러한 열을 소산시켜야 한다. 이러한 열은 구리 또는 은으로 만들어진 전극(7)을 통해 전극 내부의 냉매로 안내된다.
- [0056] 냉매 튜브(10)가 전극(7)의 내측 연장부(7.5)를 넘어 돌출되는 영역에서, 전극의 내면(7.10)과 전방 외측부(10.10)와 전극(7)의 전극 영역(7.5) 및 냉각 튜브의 전방 내측부(10.8)의 마주하는 면들 사이의 갭(gap)은 매우 작으며, 0.1 내지 0.5mm의 범위 내에 있다.
- [0057] 또한, 냉매는 유로(WV2(물 공급라인2)과 WR2(물 회수라인2))을 통해 노즐(4)과 노즐 캡(2) 사이의 공간을 흐르게 된다.
- [0058] 도 5 및 6에 도시된 바와 같이, 냉각 튜브(10)는 외측 나사(10.1)와 내측 나사(6.1)를 통해 전극 홀더(6)에 나사 결합된다. 상기 냉각 튜브(10)와 전극 홀더(6)는 냉각 튜브(10)의 원통형 외면(10.3)과 전극 홀더(6)의 원통형 내면(6.3)에 의해 서로에 대해 센터링되며, 이들은 양호한 센터링을 이루도록 서로에 대해 제한된 공차를 갖는다. 이와 관련해서, 상기 원통형 외면(10.3)의 공차는 0 내지 -0.01mm의 공칭치수(nominal size) 외경(D10.3)일 수 있으며, 원통형 내면(6.3)의 공차는 0 내지 +0.01mm의 공칭치수(nominal size) 내경(D6.3)일 수 있다. 상기 전극 홀더(6)의 내부 나사(6.1) 및 냉각 튜브(10)의 외부 나사(10.1)는 서로에 대해 충분한 작용범위를 가져, 냉각 튜브(10)가 전극 홀더(6) 내에 쉽게 나사결합되도록 하지만, 이는, 제한된 공차를 가지며 나사결합된 상태에서 서로 마주하는 원통형 내면(6.3)과 원통형 외면(10.3)에 의한 센터링을 일으키는 조임작업 바로 이전에 한정된다.
- [0059] 상기 냉각 튜브(10)의 원통형 외면(10.3)의 외경(D10.3)은 외측 나사(10.1)의 외경(D10.1) 보다 크거나 적어도 같은 치수를 갖는다.
- [0060] 상기 전극 홀더(6)의 원통형 내면(6.3)의 내경(D6.3)은 내측 나사(6.1)의 최소 내경(D6.1) 보다 크며, 여기서  $D6.1 = (D6.1a - D6.1i)/2$ 이다.
- [0061] 상술된 센터링 작업은, 특히 내측으로 연장되는 전극 영역(7.5)과 냉각 튜브(20)의 전방부(10.8)의 영역에서, 상기 냉각 튜브(10)의 플라즈마 토치 헤드(1)의 축(M)에 대한 평행한 배열과, 냉각 튜브(10)와 전극(7.5) 사이의 균일한 환형 갭과 이에 따른 전극 내부에서의 냉매 흐름의 균일한 분배를 보장한다. 나사결합을 꼭 조이게 되면, 스톱면들(10.2 및 6.2)이 서로 맞대어지게 되고, 이는 냉각 튜브(10)가 전극 홀더(6)에 축방향으로 고정되도록 한다.
- [0062] 도 3 및 4에 도시된 바와 같이, 전극(7)은 외측 나사(7.4) 및 내측 나사(6.4)에 의해 전극 홀더(6)에 나사결합되고, 상기 전극(7) 및 전극 홀더(6)는 전극(7)의 원통형 외면(7.6)과 전극 홀더(6)의 원통형 내면(6.6)에 의해 서로에 대해 센터링된다. 양호한 센터링을 이루기 위해, 상기 외면들은 서로에 대해 제한된 공차를 갖는다. 이와 관련하여, 상기 원통형 외면의 공차는 0 내지 -0.01mm의 공칭치수(nominal size) 외경(D7.6)일 수 있으며, 원통형 내면(6.6)의 공차는 0 내지 +0.01mm의 공칭치수(nominal size) 내경(D6.6)일 수 있다. 상기 전극 홀더(6)의 내부 나사(6.4) 및 전극(7)의 외부 나사(7.4)는 서로에 대해 충분한 작용범위를 가져, 전극(7)이 전극 홀더(6) 내에 쉽게 나사결합되도록 하지만, 이는, 제한된 공차를 가지며 나사결합된 상태에서 서로 마주하는 원통형 내면(6.6)과 원통형 외면(7.6)에 의한 센터링을 일으키는 조임작업 바로 이전에 한정된다.
- [0063] 상기 전극(7)의 원통형 외면(7.6)의 외경(D17.6)은 외측 나사(7.4)의 최대 외경(D7.4) 보다 크거나 적어도 같은 치수를 갖는다.
- [0064] 상기 전극 홀더(6)의 원통형 내면(6.6)의 내경(D6.6)은 내측 나사(6.4)의 내경(D6.4) 보다 크며, 여기서  $D6.4 = (D6.4a - D6.4i)/2$ 이다.
- [0065] 상술된 센터링 작업은, 특히 전극(7)의 내측으로 연장되는 영역(7.5)과 냉각 튜브(10)의 전방 내측부(10.8)의 영역에서, 상기 전극(6)의 플라즈마 토치 헤드(1)의 축(M)에 대한 평행한 배열과, 이에 따른 전극 내부에서의 냉매 흐름의 균일한 분배를 보장한다. 나사결합을 꼭 조이게 되면, 스톱면들(10.2 및 6.2)이 서로 맞대어지게 되고, 이는 냉각 튜브(10)가 전극 홀더(6)에 축방향으로 고정되도록 한다. 상기 전극 홀더(6)에 대한 전극(7)의 센터링 작업의 목적은 플라즈마 토치 헤드의 다른 부품들, 특히 노즐(4)에 대한 중심성(centricity)을 보장하기 위한 것으로, 상기 노즐은 균일한 플라즈마 제트를 형성하는 역할을 하며, 이러한 균일한 플라즈마 제트는

노즐(4)의 노즐 보어(nozzle bore)(4.1)에 대한 전극(7)의 전극 인서트(7.8)의 위치결정 작업에 의해 부분적으로 결정된다. 또한, 상기 원통형 외면(7.6)은 밀봉을 목적으로 그 내부에 배치되는 O-링(7.2)을 구비한 홈(7.3)을 갖는다. 나사결합을 꼭 조이면, 스톱면들(7.7 및 6.7)이 서로 맞대어지게 되고, 이는 전극(7)이 전극 홀더(6)에 축방향으로 고정되도록 한다.

[0066] 상기 냉각 튜브(10)의 외면상에 위치되는 돌기 그룹들(10.6 및 10.7)에 의해 전극 홀더(6)에 대한 냉각 튜브(10)의 방사형 센터링 작업에 있어서의 개선이 이루어 진다. 상기 돌기 그룹들은 전극 홀더(6)의 내면으로부터의 거리를 고정시키게 된다. 본 실시예에 있어서, 냉각 튜브의 외면 주변상에 120도의 각도로 오프셋 분포된 그룹당 3개의 돌기들(10.6 및 10.7)이 있으며, 또한 이러한 돌기들은 서로에 대해 냉각 튜브(1)의 종방향으로의 오프셋(offset)(L10a)이 형성된다 (도 2 및 7 참조). 본 경우에 있어, 상기 돌기들(10.6)은 다른 돌기들(10.7)에 대해 60도의 각도로 오프셋되어 배열된다. 이러한 오프셋 방식은 방사형 센터링을 향상시키는 동시에, 상기 돌기들(10.7)은 냉각 튜브(10)을 조이고 풀기 위한 (도시되지 않은) 도구의 대응으로 사용될 수 있다. 상기 돌기들(10.6 및 10.7)은, 상기 전방 영역 (10.8)으로부터 바라볼 때, 사각형의 단면을 가지며, 이는, 사각형 단면의 모서리들만이 전극 홀더(6)의 원통형 내면(6.11)과 맞대인다는 것을 의미한다. 이러한 방식으로, 높은 중심성을 이룰 수 있으며, 동시에 손쉬운 조립을 보장한다.

[0067] 도 9는 본 발명에 따른 플라스마 토치 헤드(1)의 또 다른 특정 실시예를 나타내며, 이는 냉각 튜브(10)의 전방 내측부(10.8)의 설계에 있어서 도 1 내지 8에 도시된 실시예와는 차이가 있다 (또한, 도 10 참조). 유량 단면이 최전방 영역에서만 크게 증가되기 때문에, 내측부(10.8)의 길이(L10.8)은 보다 짧으며, 여기서 전방 내측부(10.8)와 전방 외측부(10.10)의 길이는 동일하다. 또한, 상기 전극 홀더(6)와 냉각 튜브(10)가 함께 나사결합되는 영역에는 냉각 튜브(10)의 원통형 외면(10.3)에 홈(10.4)이 형성되어 있으며, 이러한 홈에는 밀봉을 위한 O-링(10.5)이 배치되어 있다(도 11 참조).

[0068] 도 12는 본 발명에 따른 플라스마 토치 헤드(1)의 또 다른 특정 실시예를 나타내며, 이는 냉각 튜브(10)의 전방 내측부(10.8)의 설계에 있어서 도 1 내지 11에 도시된 2개의 실시예들과는 차이가 있다 (또한, 도 13 참조). 상기 전방 내측부(10.8)의 길이(L10.8)는 도 1에서 보다 짧으며, 전방 외측부(10.10)의 길이는 도 9에서보다 길다. 그 결과, 냉각 튜브와 전극 사이의 최전방부에서만 좁은 갭이 형성되기 때문에, 전체 배열의 흐름 저항은 감소된다.

[0069] 마찬가지로, 냉각 튜브(10)와 전극 홀더(6) 사이에서의 센터링은 원통형 내면(6.3)과 원통형 외면(10.3)에 의해 이루어지지만, 이들의 배열은 도 1 내지 9에 도시된 것과는 다르다. 이러한 배열의 결과로, 원통형의 센터링 면들이 확대된다. 이는 또한 센터링을 개선시키며, 이는 "나사-센터링 면-스톱면"의 순서를 "나사-스톱면-센터링 면"으로 변경시킴으로써 이루어진다. 또 다른 장점은 장치의 크기가 증가하지 않는다는 것이다. 만약 상기 순서가 그대로 유지된다면, 스톱면은 센터링 면과는 다른 직경을 가져야만 한다.

[0070] 도 15는 본 발명의 플라스마 토치 헤드의 또 다른 특정 실시예를 나타내며, 이는 냉각 튜브(10)의 전방 내측부(10.8)의 설계에 있어서 도 1에 도시된 실시예와는 차이가 있다 (또한, 도 16 참조). 상기 전방 내측부(10.8)와 전방 외측부(10.10)의 길이는 동일하며, 이들의 길이에 있어서, 상기 부분들은 전극(7)의 상기 영역(7.5)에 대응한다.

[0071] 냉각 튜브(10)와 전극 홀더(6) 간의 센터링은 도 12에서와 같이 이루어진다. 또한, 상기 전극 홀더(6)와 냉각 튜브(10)가 함께 나사결합되는 부분에는 냉각 튜브(10)의 원통형 외면(10.3)에 홈(10.4)이 형성되어 있으며, 이러한 홈에는 밀봉을 위한 O-링(10.5)이 배치되어 있으며, 이는 도 17에 도시되어 있다.

[0072] 본 발명의 상세한 설명, 도면 및 청구범위에 기술된 특징들은 다양한 실시예들 각각 및 그 조합으로 본 발명을 실시하는데 필수적이다.

### 부호의 설명

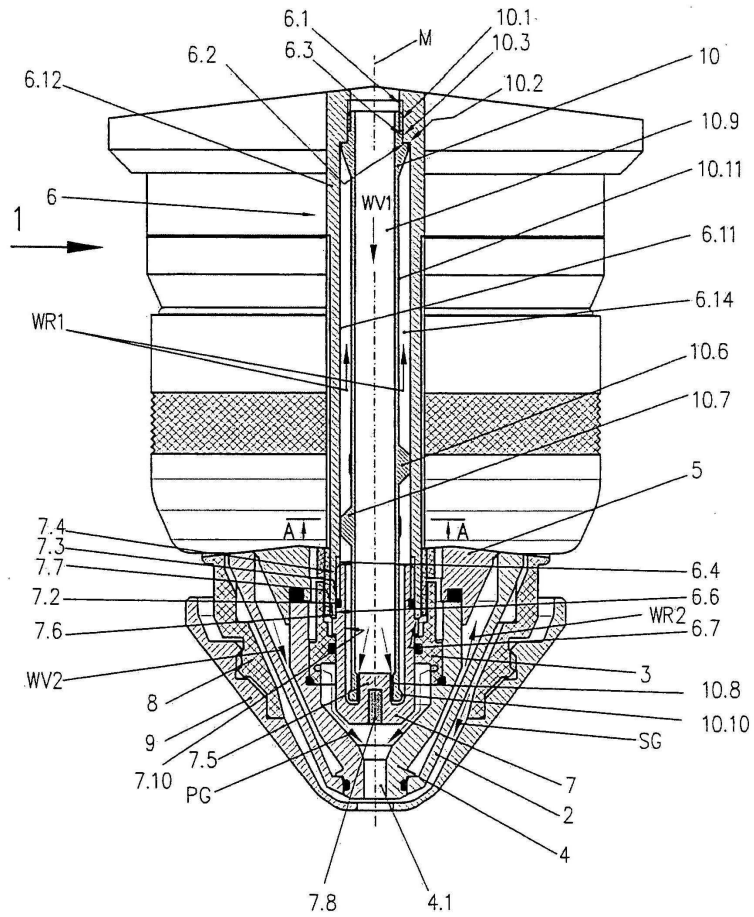
[0073]	1: 플라스마 토치 헤드	2: 노즐 캡
	3: 가스 라인	4: 노즐
	5: 노즐 홀더	6: 전극 홀더
	6.4: 내부 나사	6.1: 외부 나사
	7: 전극	8: 캡 홀더

9: 제2가스 보호 캡

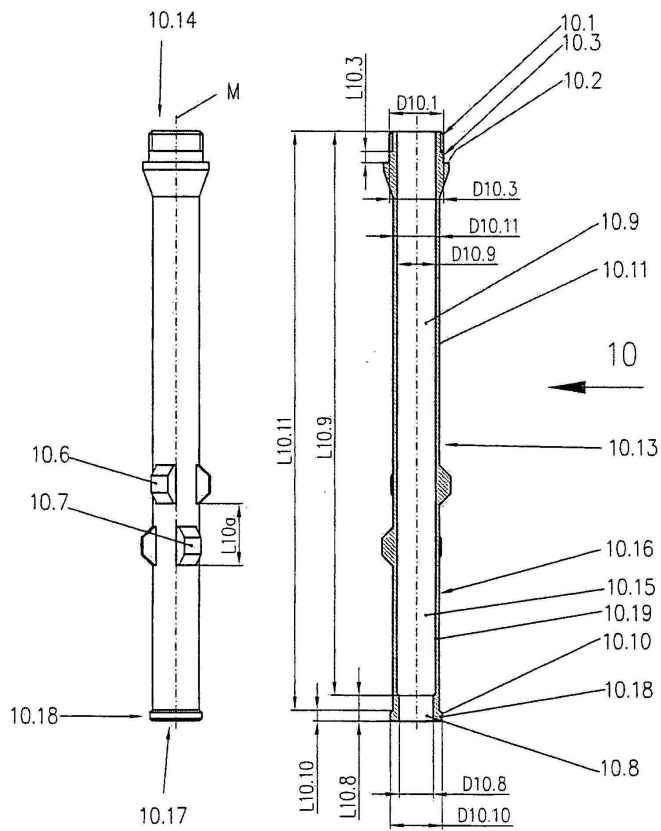
10: 냉각 튜브

도면

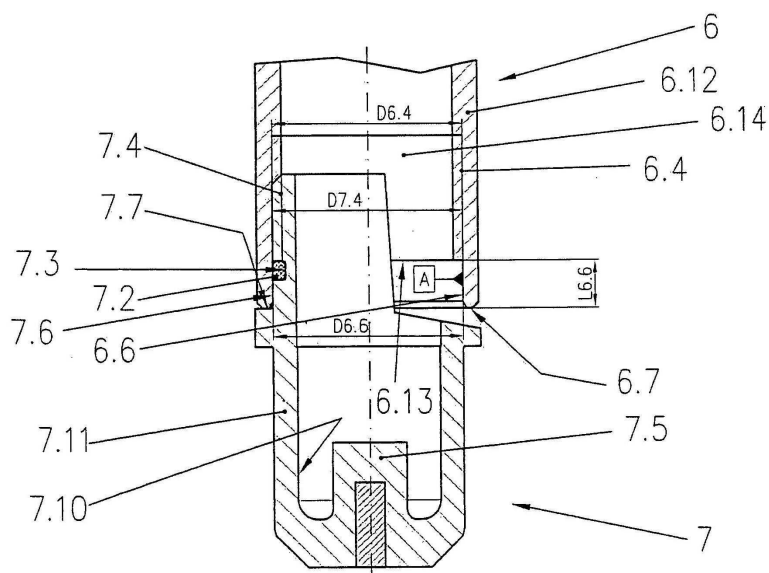
도면1



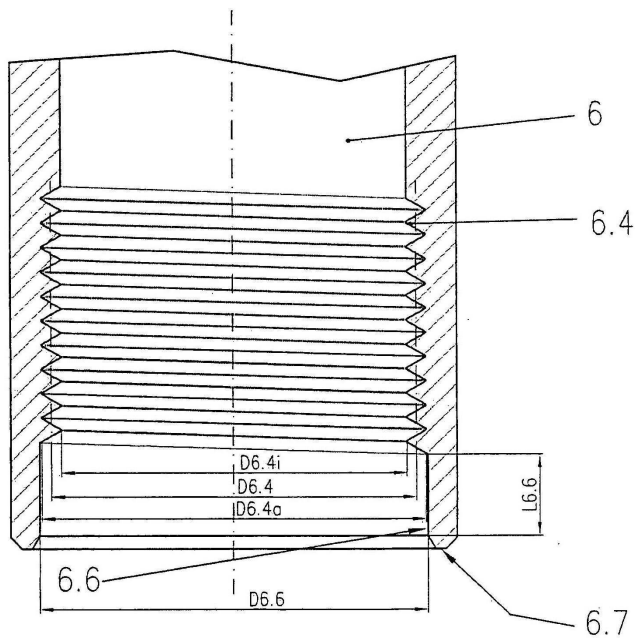
도면2



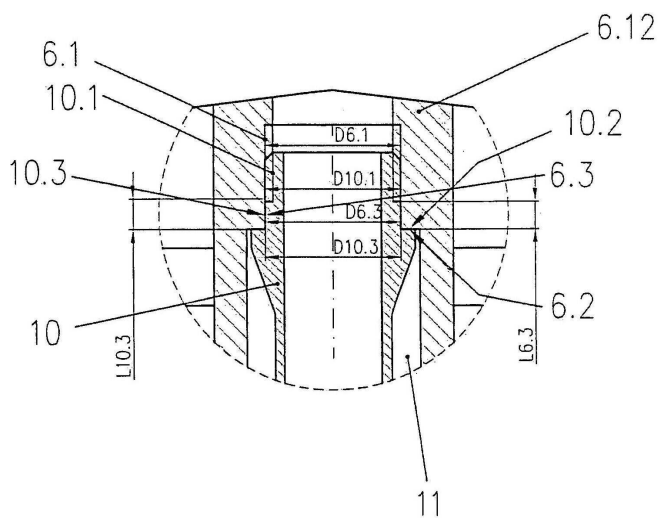
도면3



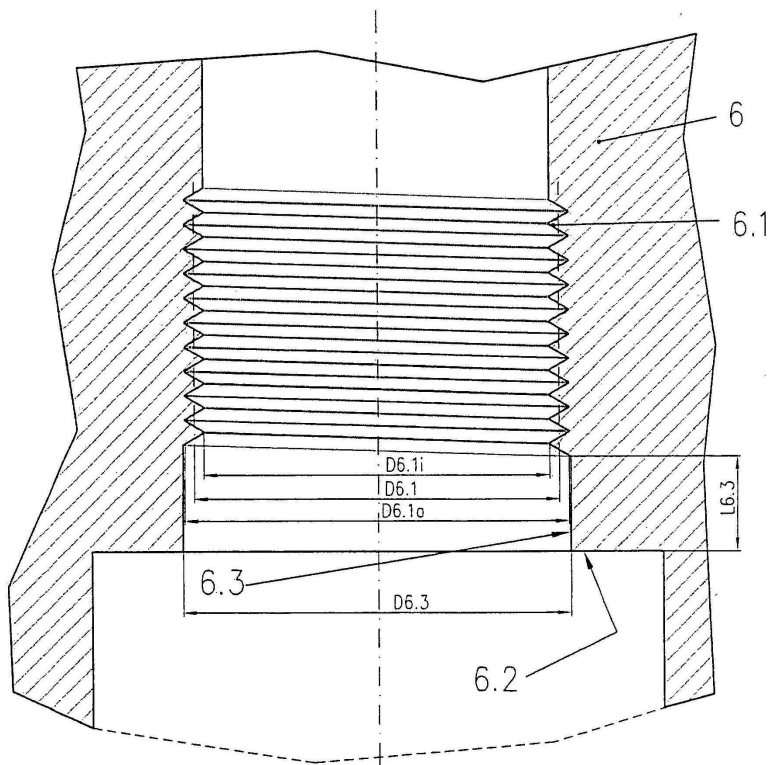
도면4



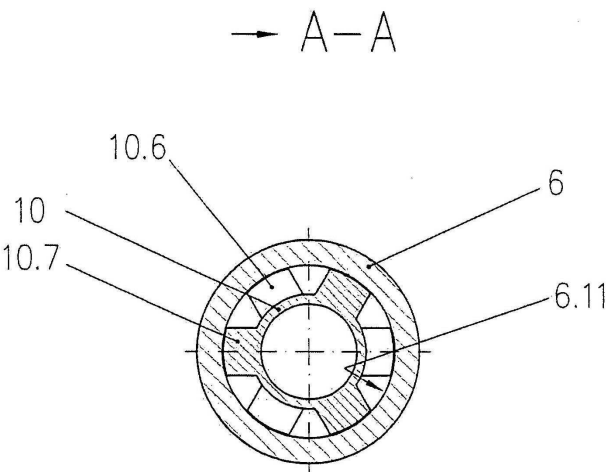
도면5



도면6

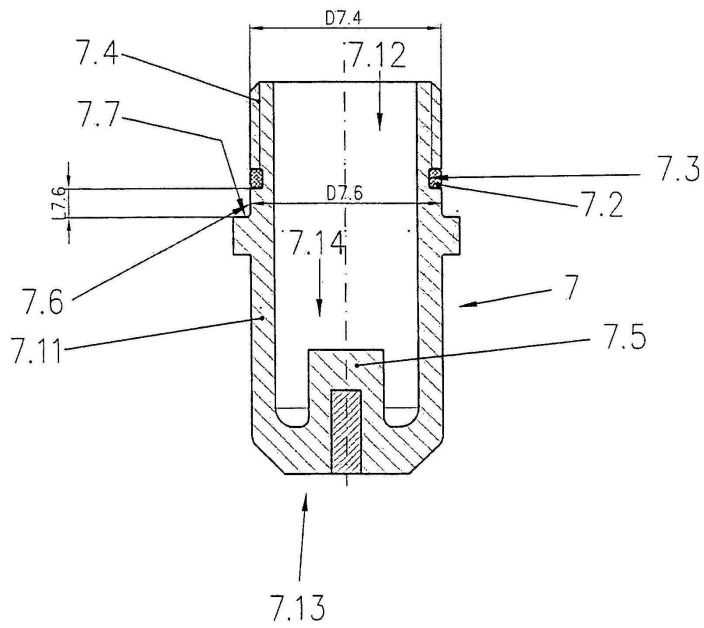


도면7

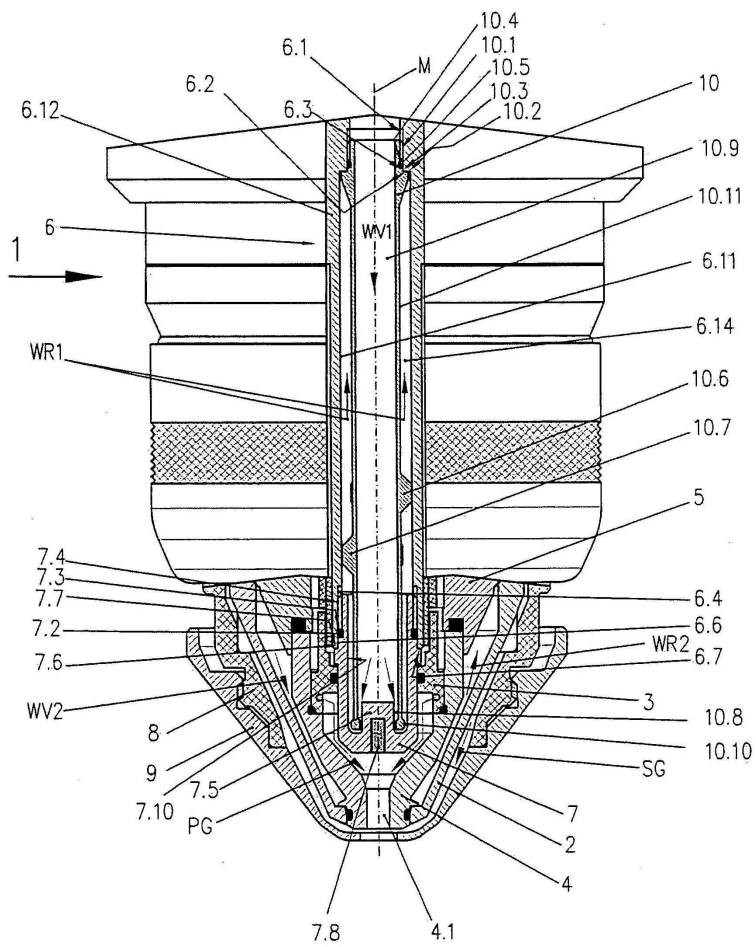




도면8

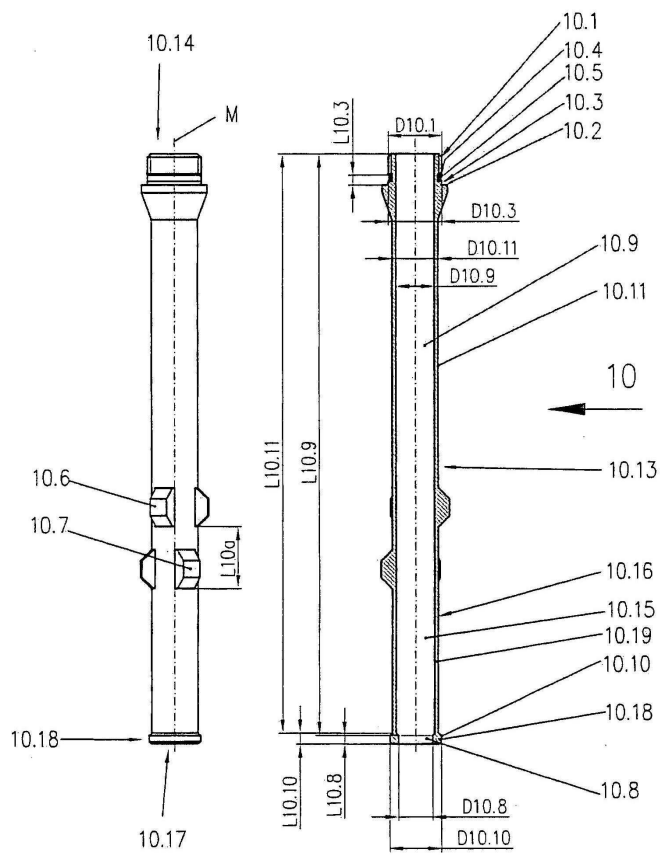


도면9

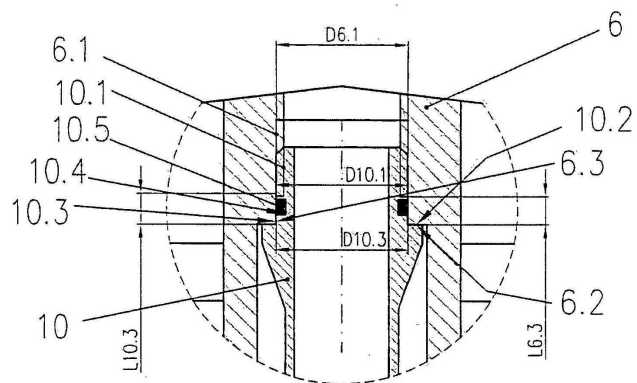




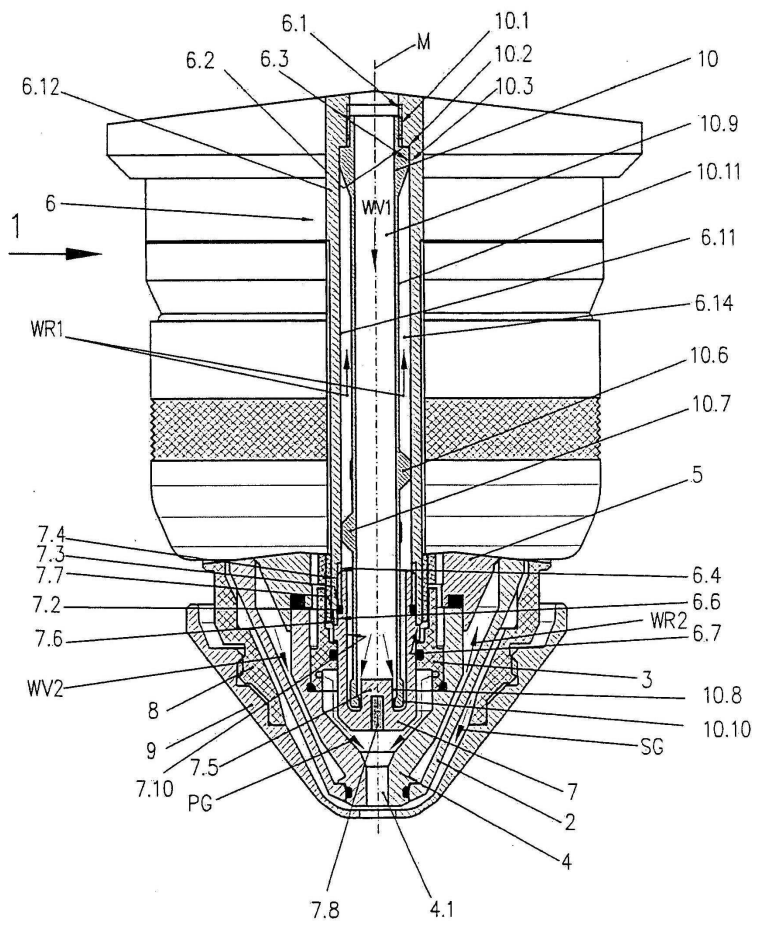
도면10



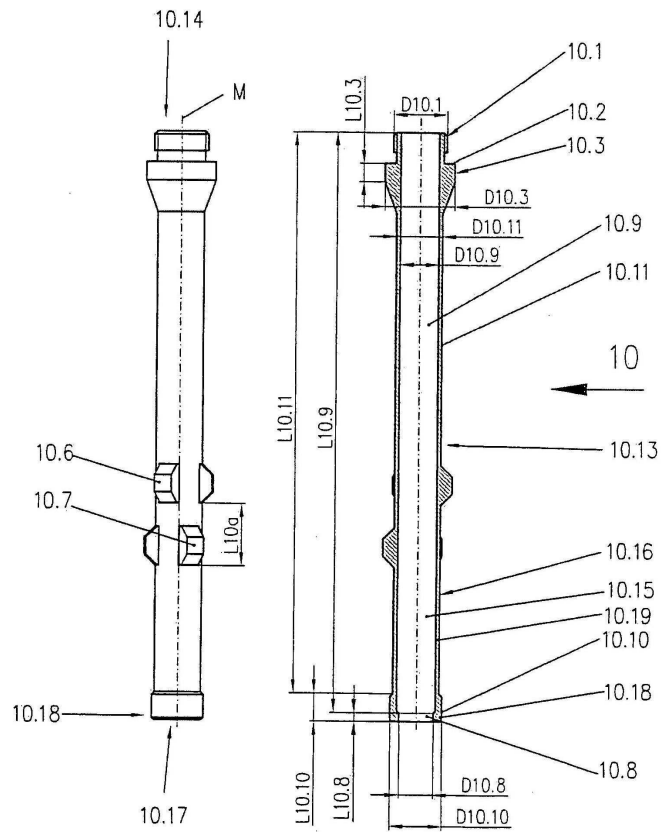
도면11



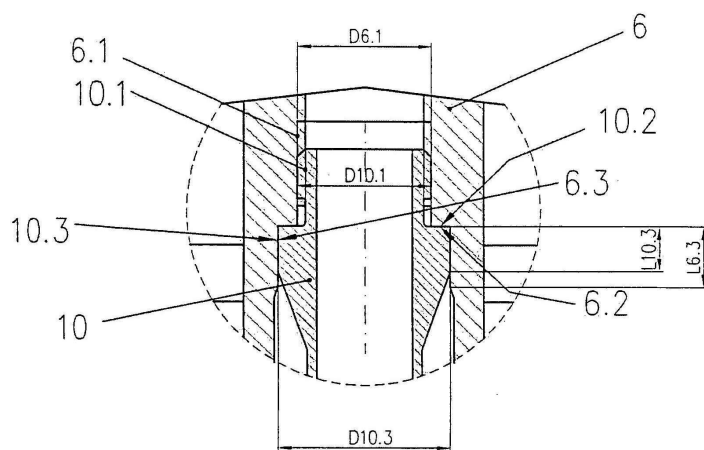
도면12



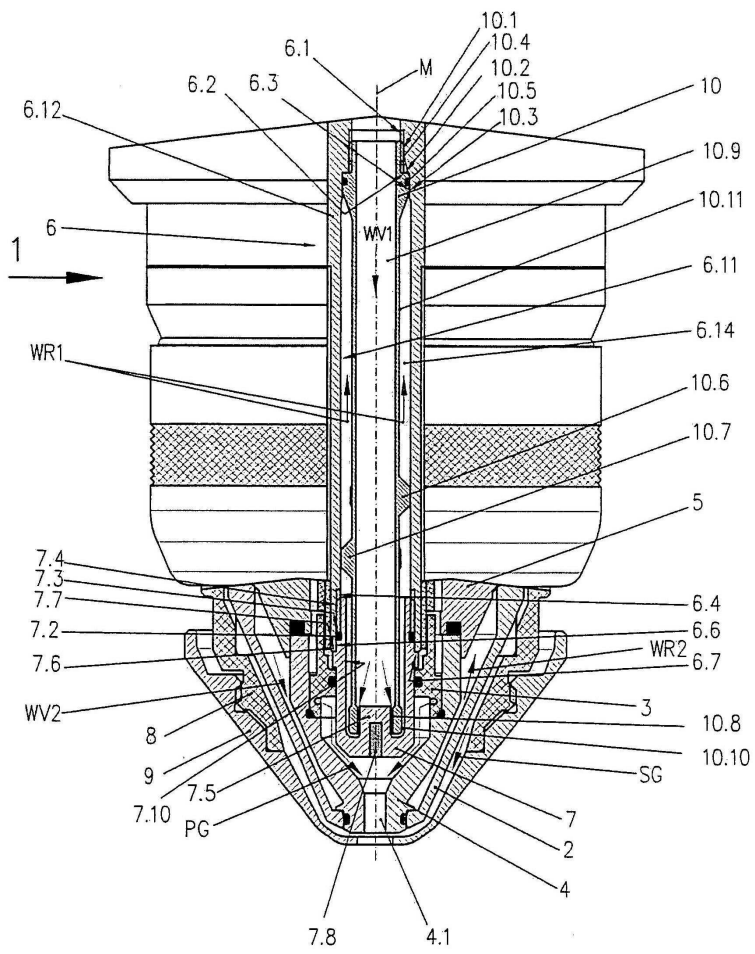
도면13



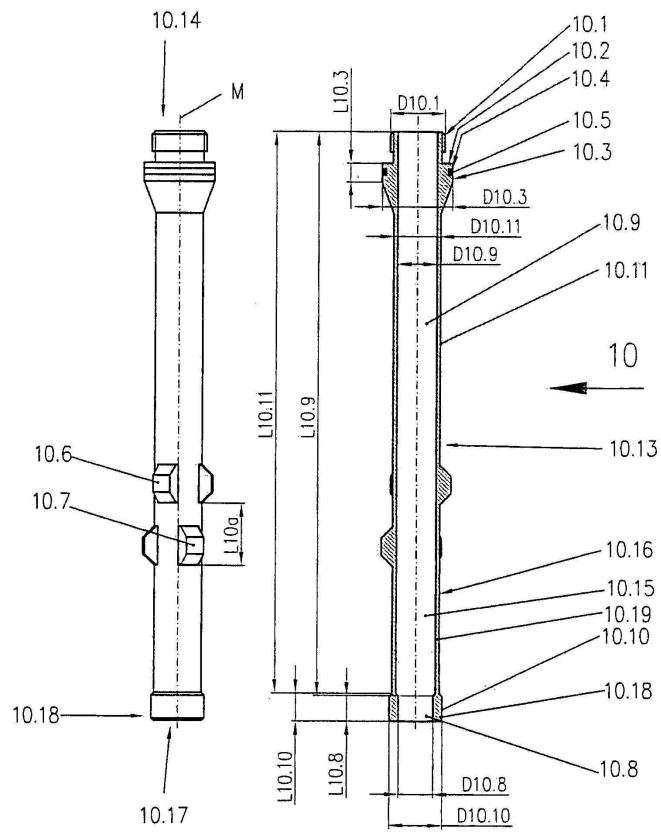
도면14



도면15



도면16



도면17

