

명세서

발명의 명칭: 세라믹 서셉터

기술분야

- [1] 본 발명은 세라믹 서셉터에 관한 것으로서, 특히, 고주파 전극부에서의 발열을 저감시키는 구조를 갖는 세라믹 서셉터에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 반도체 장치 또는 디스플레이 장치는 유전체층 및 금속층을 포함하는 다수의 박막층들을 유리 기판, 플렉시블 기판 또는 반도체 웨이퍼 기판 상에 순차적으로 적층한 후 패터닝하는 방식으로 제조된다. 이들 박막층들은 화학기상증착(Chemical Vapor Deposition, CVD) 공정 또는 물리기상증착(Physical Vapor Deposition, PVD) 공정을 통해 기판 상에 순차적으로 증착된다. 상기 CVD 공정으로는 저 압력 화학기상증착(Low Pressure CVD, LPCVD) 공정, 플라즈마 강화 화학기상증착(Plasma Enhanced CVD, PECVD) 공정, 유기 금속 화학기상증착(Metal Organic CVD, MOCVD) 공정 등이 있다.
- [3] 이러한 CVD 장치 및 PVD 장치에는 유리 기판, 플렉시블 기판, 반도체 웨이퍼 기판 등을 지지하고 소정의 열을 인가하기 위한 히터가 배치된다. 상기 CVD 장치 및 PVD 장치에 설치되는 히터는 반도체 소자의 배선 미세화 등 정밀한 공정을 위해 플라즈마 증착 공정 등에서 정확한 온도 제어와 열처리 요구 등에 따라 세라믹 서셉터(Ceramic Heater)가 널리 사용되고 있다. 또한, 상기 히터는 반도체 웨이퍼 기판 상에 형성된 박막층들의 식각 공정(etching process), 또는 포토리지스트(photoresist)의 소성 공정 등에서 플라즈마 형성 및 기판 가열을 위해 사용된다.
- [4] 도 1과 같이, 종래의 세라믹 서셉터(1)는, 샤프트(20)에 결합된 절연 플레이트(10)를 포함하며, 절연 플레이트(10)는 세라믹 재질 내에 배치된 고주파(RF) 전극(12)을 포함하고, 고주파(RF) 전극(12)은 부하를 감소시키기 위해 병렬 로드(21, 23)를 통해 전원부(26)에 연결된다. 반도체 공정 미세화와 생산성 향상을 위해 RF 파워가 높아지고 있으므로, 샤프트(20) 내의 고주파 전극 로드(21, 23)를 2개로 분리 설치하여 부하를 감소시키며, 샤프트(20) 내에서 다른 로드(25)를 통해 전원부(26)에 연결된 연결 부재(24)를 이용하여 그 전극 로드들(21, 23)을 연결시킨다. 이와 같은 종래 기술은 특허등록번호 제10-2137719호(2020.07.24.)에 개시되어 있다.
- [5] 그러나, 이와 같은 종래 구조에서는, 샤프트 내의 고온 산화 분위기에서 고주파 전극 로드들 및 상기 연결 부재의 산화로 인해 전기적 특성을 변화시키거나 주위 배선과의 단락이 발생하는 문제점이 있다. 또한, 샤프트의 작은 직경을 갖는 구멍 속에서 상기 연결 구조를 통하여 고주파 전극 로드들을 연결시키는 작업 또한 용이하지 않은 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 따라서, 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은, 샤프트 내의 고주파 전극 로드를 2개 이상으로 분리하고 연결 마운트 내에서 연결시키며, 상기 연결 마운트 주위가 냉각 구조에 의해 냉각되도록 함으로써, 고주파 전극에 인가되는 RF 전력의 증가에 의하여도, 복수의 연결로드에서의 전류의 분기를 통해, 고주파 전극과 고주파 전극 로드 주변에서의 크랙 발생이 없고, 아킹(arching) 발생이 없으며, 발열에 의한 기관 상의 성막 특성의 균일화가 가능하도록 하며, 고주파 전극 로드의 산화에 의한 단락 발생 없이 전기적 특성을 유지시킬 수 있는, 세라믹 서셉터를 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [7] 먼저, 본 발명의 특징을 요약하면, 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일면에 따른 세라믹 서셉터는, 고주파 전극이 배치된 절연 플레이트; 상기 절연 플레이트에 접속된 샤프트; 상기 샤프트의 길이 방향 단부에 접속된 연결 마운트; 상기 고주파 전극에 연결되며, 상기 샤프트의 상기 길이 방향 단부를 통과하여 상기 연결 마운트로 연장되는, 제1 로드 및 제2 로드; 및 상기 연결 마운트 내에 배치된 연결 부재를 포함하고, 상기 연결부재는 상기 제1 로드와 상기 제2 로드를 연결시킨다.
- [8] 상기 고주파 전극은 제1 고주파 전극 및 제2 고주파 전극을 포함하고, 상기 제1 로드 및 상기 제1 고주파 전극, 상기 제2 로드 및 상기 제2 고주파 전극이 각각 전기적으로 연결된다.
- [9] 상기 샤프트의 길이 방향 단부에 형성된 격리판을 더 포함하고, 상기 제1 로드 및 제2 로드는 상기 격리판을 관통하여 상기 연결 마운트로 연장된다.
- [10] 상기 세라믹 서셉터는, 상기 연결 마운트 내부의 온도를 측정하기 위한 온도 센서를 더 포함할 수 있다.
- [11] 상기 세라믹 서셉터는, 상기 연결 마운트를 냉각시키기 위한 냉각 구조물을 더 포함할 수 있다.
- [12] 상기 세라믹 서셉터는, 상기 연결부재에 연결된 인입 로드를 더 포함하고, 상기 연결 마운트는, 밀폐된 형태이며, 냉각 매체의 순환을 위한 인입구와 배출구를 포함하고, 상기 인입 로드가 밀폐된 상기 연결 마운트를 관통하여 밖으로 노출된다.
- [13] 상기 세라믹 서셉터는, 상기 인입 로드를 고정하는 고정판을 더 포함하고, 상기 인입 로드가, 상기 고정판을 관통하고 상기 연결 마운트를 관통하여 밖으로 노출된다.

발명의 효과

- [14] 본 발명에 따른 세라믹 서셉터에 따르면, 샤프트 내의 복수의 고주파 전극

로드를 냉각 구조가 있는 연결 마운트 내에서 연결시킴으로써, RF 전력의 증가에 의하여도, 복수의 연결로드에서의 전류의 분기를 통해, 고주파 전극과 고주파 전극 로드 주변에서의 크랙 발생이 없고, 아킹(arching) 발생이 없으며, 발열에 의한 기관 상의 성막 특성의 균일화가 가능하도록 하며, 고주파 전극 로드의 산화에 의한 단락 발생 없이 전기적 특성을 유지시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [15] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는 첨부도면은, 본 발명에 대한 실시예를 제공하고 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.
- [16] 도 1은 종래의 세라믹 서셉터에 대한 개략적인 단면도이다.
- [17] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 서셉터에 대한 개략적인 단면도이다.
- [18] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 서셉터에 개략적인 사시도이다.
- [19] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 서셉터의 샤프트와 연결 마운트의 내부 구조물들에 대한 구체적인 구성도이다.
- [20] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 서셉터의 연결 부재를 확대한 사시도(a)와 밑면도(b)이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [21] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 대해서 자세히 설명한다. 이때, 각각의 도면에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타낸다. 또한, 이미 공지된 기능 및/또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 이하에 개시된 내용은, 다양한 실시 예에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분을 중점적으로 설명하며, 그 설명의 요지를 흐릴 수 있는 요소들에 대한 설명은 생략한다. 또한 도면의 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시될 수 있다. 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니며, 따라서 각각의 도면에 그려진 구성요소들의 상대적인 크기나 간격에 의해 여기에 기재되는 내용들이 제한되는 것은 아니다.
- [22] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시 예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된

- 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.
- [23] 또한, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되는 것은 아니며, 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [24] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 서셉터(100)에 대한 개략적인 단면도이다.
- [25] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 서셉터(100)에 개략적인 사시도이다.
- [26] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 서셉터(100)는, 절연 플레이트(110), 샤프트(shaft)(120) 및 연결 마운트(mount)(140)를 포함한다. 절연 플레이트(110), 샤프트(120) 및 연결 마운트(140)는 순차적으로 접속되어 있으며, 샤프트(120)와 연결 마운트(140) 사이는 서로의 내부 공간을 격리시키기 위해 샤프트(120) 길이 방향 단부에 형성된 격리판(130)이 포함된다.
- [27] 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 서셉터(100)는, 반도체 웨이퍼, 유리 기판, 플렉시블 기판 등과 같은 다양한 목적의 가공 대상 기판을 지지하고, 해당 가공 대상 기판을 소정의 온도로 가열하는 반도체 장치일 수 있다. 또한, 세라믹 서셉터(100)는, 정전적으로 이용될 수도 있고, 플라즈마 강화 화학기상증착 등의 공정에 이용될 수도 있다.
- [28] 절연 플레이트(110)는 세라믹 재질 사이에 고주파 전극(112)이 배치(매설)되도록 구성되며, 경우에 따라 발열체(114)가 고주파 전극(112)과 소정의 간격으로 이격되어 배치(매설)되도록 더 구성될 수 있다. 절연 플레이트(110)는 가공 대상 기판을 안정적으로 지지하면서 발열체(114)를 이용한 가열 및(또는) 고주파 전극(112)을 이용한 플라즈마 강화 화학기상증착 공정 등 다양한 반도체 공정이 가능하도록 구성된다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 서셉터(100)는, 고주파 전극(112)을 이용한 가공 대상 기판의 척킹과 디척킹을 위한 정전적으로 이용될 수도 있다. 절연 플레이트(110)는 소정의 형상을 갖는 판상 구조물로 형성될 수 있다. 일 예로, 절연 플레이트(110)는 원형의 판상 구조물로 형성될 수 있으며 반드시 이에 제한되는 것은 아니다. 여기서, 세라믹 재질은, Al_2O_3 , Y_2O_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Y}_2\text{O}_3$, ZrO_2 , ALC(Autoclaved lightweight concrete), TiN, AlN, TiC, MgO, CaO, CeO_2 , TiO_2 , B_xC_y , BN, SiO_2 , SiC, YAG, Mullite, AlF_3 중 적어도 하나의 물질일 수 있으며, 바람직하게는 질화 알루미늄(AlN)일 수 있다. 나아가, 상기 세라믹 재질의 분말이 성형, 소결되어 절연 플레이트(110)를 구성할 수 있으며, 이를 위한 각각의 세라믹 분말은 선택적으로 0.1 내지 10% 정도, 바람직하게는 약 1 내지 5% 정도의 산화 이트륨 분말을 포함할 수 있다.
- [29] 고주파 전극(112)은 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 은(Ag), 금(Au), 니오븀(Nb), 티타늄(Ti), 질화 알루미늄(AlN) 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있으며,

바람직하게는 몰리브덴(Mo)으로 이루어질 수 있다. 고주파 전극(112)은 연결로드(121, 122)를 연결(단락)시키는 연결부재(141)에 연결된 인입 로드(129)를 통해 전원(예, 접지(ground))에 연결될 수 있다. 연결로드(121, 122)는 샤프트(120) 내부를 통과하여 격리판(130)을 관통하도록 배치된다. 이하, 연결로드(121, 122)는 2개인 것으로 예를 들어 설명하지만, 경우에 따라 3 이상일 수도 있다.

- [30] 샤프트(120)의 길이 방향 단부에 연결 마운트(140)가 접속되며, 샤프트(120)의 길이 방향 단부에 형성된 격리판(130)을 관통한 연결로드(121, 122)는 밀폐된 형태의 연결 마운트(140) 내부에 배치된 연결부재(141)에 의해 연결되며, 연결부재(141)에 연결된 인입 로드(129)는 연결 마운트(140) 하부를 관통하여 밖으로 나오도록 연장된다. 고주파 전극(112)은 와이어 타입(wire type) 또는 시트 타입(sheet typ)의 메쉬(mesh) 구조를 갖는다. 여기서, 메쉬 구조는, 제1 방향으로 배열된 복수의 금속들과 제2 방향으로 배열된 복수의 금속들이 서로 엇갈리게 교차하여 형성된 그물망 형태의 구조이다.
- [31] 발열체(114)는 발열선(또는 저항선)에 의한 판상 코일 형태 또는 평평한 플레이트 형태로 형성될 수 있다. 또한, 발열체(114)는 정밀한 온도 제어를 위해 다층 구조로 형성될 수도 있다. 이러한 발열체(114)는 연결로드(210, 220)(도 4의 설명에서 후술됨)를 통해 별도의 발열체(114)용 전원에 연결되며, 반도체 공정에서 기판의 가열이나 증착 공정 및 식각 공정 등을 수행하기 위해 절연 플레이트(110) 상의 가공 대상 기판을 소정의 일정한 온도로 가열하는 기능을 수행할 수도 있다. 도 2에서 도시되어 있지 않지만(도 4에서 후술됨), 연결로드(210, 220)는 샤프트(120) 내부를 통과하여 격리판(130)을 관통하도록 배치된다. 격리판(130)을 관통한 연결로드(210, 220)는 밀폐된 형태의 연결 마운트(140) 하부를 관통하여 밖으로 나오도록 연장된다.
- [32] 샤프트(120)는 관통홀을 갖는 관(pipe)형으로서 절연 플레이트(110)의 하면에 결합된다. 샤프트(120)는 절연 플레이트(100)와 동일한 세라믹 재질로 형성되어 결합될 수 있다. 여기서, 세라믹 재질은, Al_2O_3 , Y_2O_3 , Al_2O_3/Y_2O_3 , ZrO_2 , ALC(Autoclaved lightweight concrete), TiN, AlN, TiC, MgO, CaO, CeO_2 , TiO_2 , B_xC_y , BN, SiO_2 , SiC, YAG, Mullite, AlF_3 중 적어도 하나의 물질일 수 있으며, 바람직하게는 질화 알루미늄(AlN)일 수 있다. 나아가, 상기 세라믹 재질의 분말이 성형, 소결되어 샤프트(120)을 구성할 수 있으며, 이를 위한 각각의 세라믹 분말은 선택적으로 0.1 내지 10% 정도, 바람직하게는 약 1 내지 5% 정도의 산화 이트륨 분말을 포함할 수 있다.
- [33] 샤프트(120)는 절연 플레이트(110)와 하기하는 바와 같이 세라믹 페이스트 등 접합 물질(125)로 결합될 수 있다. 경우에 따라, 샤프트(120)는 절연 플레이트(110)와 볼트, 너트 등을 이용해 기구적으로 결합될 수도 있다. 샤프트(120)의 관통홀을 통해 고주파 전극(112) 및(또는) 발열체(114)에 전력을 공급하는 각각의 로드(121, 122, 210, 220)가 수용되고, 이들은 밀폐된 형태의

연결 마운트(140)를 통과해 거쳐 밖으로 나오도록 연장된다.

- [34] 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 서셉터(100)는, 특히 고주파 전극(112)과 연결되는 샤프트(120) 내의 2 이상의 복수의 연결로드(121, 122)를 냉각 구조(냉각 매체의 순환을 위한 인입구(191)와 배출구(192)를 포함)가 있는 밀폐된 형태의 연결 마운트(140) 내에서 연결시킴으로써, RF 전력의 증가에 의하여도, 복수의 연결로드(121, 122)에서의 전류의 분기를 통해, 고주파 전극(112)과 고주파 전극(112)에 연결되는 로드(121, 122) 주변에서의 크랙 발생이 없고, 아킹(arching) 발생이 없으며, 발열에 의한 기판 상의 성막 특성의 균일화가 가능하도록 하며, 고주파 전극(112)에 연결되는 로드(121, 122)의 산화에 의한 단락 발생 없이 전기적 특성을 유지시킬 수 있도록 하였다. 특히, 연결 마운트(140)는 냉각을 유지하기 때문에 기존의 샤프트 내부와 같이 고온에 노출되지 않고, 연결 마운트(140) 내에 연결로드(121, 122)와 연결부재(141)가 위치하여 이들은 쉽게 산화되지 않으며, 연결 마운트(140) 내부의 냉각에 의해 산화 및 단락 발생 없이 전기적 특성을 유지할 수 있도록 하였다. 또한, 기존에는 샤프트의 작은 직경을 갖는 구멍 속에서 고주파 전극 로드들을 연결시키는 작업이 용이하지 않았지만, 본 발명에서는 연결부재(141)가 샤프트(120) 내에 위치되지 않고 연결 마운트(140)에 구비되므로 연결부재(141)를 통해 연결로드들(121, 122)을 연결시키는 작업이 기존의 구조 보다 용이하게 이루어질 수 있도록 하였다.
- [35] 본 발명에서, 도 2와 같이 고주파 전극(112) 하나에 연결되는 복수의 연결로드(121, 122)가 연결 마운트(140) 내에서 연결부재(141)에 의해 연결되는 구성을 설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 경우에 따라 고주파 전극(112)은 2 이상의 복수의 분리 전극(예, 제1 고주파 전극 및 제2 고주파 전극을 포함하는 2개의 분리 전극)으로 구성될 수 있다. 이 때, 상기 복수의 연결로드들 각각이 상기 복수의 분리 전극에 각각 전기적으로 연결되는 구성이 가능하다. 여기서, 하나의 고주파 전극(112)에 복수의 연결로드를 연결하는 전자의 경우, 연결로드(121, 122)를 고주파 전극(112) 단자와 연결하기 위하여 절연 플레이트(110)에 형성하는 관통홀의 크기를 최소화함으로써 연결로드(121, 122)와 절연 플레이트(110)의 열팽창계수차에 의한 크랙 발생을 방지하는 데 유리한 구조가 될 수 있다.
- [36] 도 2 및 도 3을 참조하면, 샤프트(120)의 길이 방향 단부에 연결 마운트(140)가 접속된다. 연결 마운트(140)는 샤프트(120)의 길이 방향 단부에 형성된 격리판(130)을 사이에 두고 샤프트(120)와 기구적으로 결합될 수 있다. 샤프트(120)와 격리판(130)의 접속은, 볼트, 너트 등을 이용해 기구적인 결합으로 이루어질 수 있다. 또한, 샤프트(120)에 결합된 격리판(130)과 연결 마운트(140) 상부의 접속은, 볼트, 너트 등을 이용해 기구적인 결합으로 이루어질 수 있다. 격리판(130)을 관통하는 연결로드들(121, 122, 210, 220)을 위한 격리판(130)의 관통 홀들(holes) 주위는 위와 같은 세라믹 재료의 페이스트 등에 의해 빈틈이

없도록 밀봉되며, 연결 마운트(140) 상부는 격리판(130) 주위를 감싸도록 체결된다. 연결 마운트(140) 상부와 격리판(130) 사이 역시 빈틈이 없도록 위와 같은 세라믹 재질의 페이스트 등에 의해 밀봉된다.

- [37] 연결 마운트(140)의 하면 역시, 연결로드들(121, 122, 210, 220, 129)과 온도 센서(180)가 관통하기 위한 관통 홀들(holes) 주위는 빈틈이 없도록 위와 같은 세라믹 재질의 페이스트 등에 의해 밀봉된다. 연결 마운트(140)의 하면은, 도 2 및 도 3과 같이 연결 마운트(140)의 몸체 벽면과 일체형으로 제작될 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 별도의 하면 플레이트(plate)가 연결 마운트(140)의 몸체 벽면과 볼트, 너트 등을 이용해 기구적인 결합으로 이루어지고, 연결 마운트(140)가 밀폐된 형태가 되도록 하는 것도 가능하다.
- [38] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 서셉터(110)의 샤프트(120)와 연결 마운트(14)의 내부 구조물들에 대한 구체적인 구성도이다.
- [39] 도 4를 참조하면, 고주파 전극(112)과 연결되는 연결로드(121, 122)는 샤프트(120) 내부에서 샤프트(120)의 길이 방향 단부를 통과하여 연결 마운트(140)로 연장된다. 즉, 연결로드(121, 122)는 샤프트(120)의 길이 방향 단부에 형성된 격리판(130)을 관통하도록 배치된다. 격리판(130)을 관통한 연결로드(121, 122)는 두개로 분리되어 있으며, 밀폐된 형태의 연결 마운트(140) 내부에 배치된 연결부재(141)에 의해 연결(단락)되며, 연결부재(141)에 연결된 인입 로드(129)는 연결 마운트(140) 하부를 관통하여 밖으로 나오도록 연장된다. 인입 로드(129)는 전원(예, 접지(ground))에 연결되어 고주파 전극(112)이 고주파 전원의 한쪽 전극을 이루도록 한다.
- [40] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 서셉터(110)의 연결 부재(141)를 확대한 사시도(a)와 밀면도(b)이다.
- [41] 도 5를 참조하면, 연결 부재(141)는, Cu, BeCu 또는 여기에 Au 코팅된 금속, Au, Ag 등의 전기 전도도가 우수한 금속 재질로 이루어질 수 있으며, 'T' 형상을 갖는다. 이와 같은 연결 부재(141)는, 한쪽 편 몸체(50)에 고주파 전극(112)에 연결되는 연결로드들(121, 122)을 삽입하기 위한 홀들(53, 54) 및 반대편에 인입 로드(129)를 삽입하기 위한 홀(63)을 포함한다. 홀들(53, 54, 63)에 삽입되는 연결로드들(121, 122)과 인입 로드(129)의 단부가 둥근형으로 면접촉되도록 하는 경우, 도면과 같이 홀들(53, 54, 63)은 둥근형으로 이루어지며, 경우에 따라 사각형 등 다각형 형상으로 연결로드들(121, 122)과 인입 로드(129)의 단부를 제작하고 그에 대응되는 홀들(53, 54, 63)을 해당 다각형 형상으로 하여 전기적 접촉이 이루어지도록 할 수 수도 있다.
- [42] 도 5와 같이, 홀들(53, 54) 사이의 여유 간극에 의해 연결로드들(121, 122)은 연결 부재(141)의 한쪽 편 몸체(50)의 홀들(53, 54)에 쉽게 삽입되며, 몸체(50)의 하나 이상의 스크류 홀(55, 56)에 체결되는 스크류를 통해 연결로드들(121, 122)은 연결 부재(141)에 견고하게 고정될 수 있다.
- [43] 몸체(50)로부터 연장된 부분(61)에도 하나 이상의 스크류 홀(65, 66)이 포함되어

있으며, 인입 로드(129)가 홀(63)에 삽입된다. 몸체(50)로부터 연장된 부분(61)의 뒤에는 별도의 접속편(62)이 포함되며, 몸체(50)로부터 연장된 부분(61)의 홀(63) 위치에 인입 로드(129)를 배치하고 뒤에 접속편(62)을 대어 인입 로드(129)를 결합한다. 즉, 스크류 홀(65, 66)에 체결되는 스크류를 통해, 몸체(50)로부터 연장된 부분(61)에 접속편(62)이 맞물리면서, 인입 로드(129)가 연결 부재(141)에 견고하게 고정될 수 있다.

- [44] 이와 같이 격리판(130)을 관통하여 고주파 전극(112)에 연결되는 연결로드들(121, 122)은 두개로 분리되어 있으며, 연결 마운트(140) 내부에 배치된 연결부재(141)에 의해 연결(단락)되며, 연결부재(141)에 연결된 인입 로드(129)는 연결 마운트(140) 하면을 관통하여 밖으로 나오도록 연장된다.
- [45] 도 4에서, 발열체(114)에 연결되는 연결로드(210, 220)는 샤프트(120) 내부를 통과하여 격리판(130)을 관통하도록 배치된다. 격리판(130)을 관통한 연결로드(210, 220)는 밀폐된 형태의 연결 마운트(140) 하면을 관통하여 밖으로 나오도록 연장된다.
- [46] 여기서, 연결로드(210, 220)는 두 쌍(211, 212/221, 222)으로 이루어져, 각 쌍이 발열체(114)의 2개의 존(zone) 각각에 배치된 각 발열체에 연결되도록 한 것을 예시하였다. 따라서, 발열체(114)가 존(zone) 구분 없이 배치된 하나의 발열체인 경우, 발열체(114)에 연결되는 연결로드는 2개의 로드로 이루어지는 한쌍의 연결로드만 필요하다. 이외에도 3 이상의 존(zone) 구분이 있는 발열체(114)에 대하여는, 3쌍 이상의 연결로드들이, 샤프트(120) 내부를 통과하여 격리판(130)을 관통하도록 배치될 수 있으며, 격리판(130)을 관통한 연결로드들은 밀폐된 형태의 연결 마운트(140) 하면을 관통하여 밖으로 나오도록 연장될 수 있다.
- [47] 한편, 도 4에서, 본 발명에 따른 세라믹 서셉터(100)는, 연결 마운트(140) 내부의 온도를 측정하기 위한 온도 센서(180)(예, 써모커플 (thermocouple))를 더 포함하며, 연결 마운트(140)에는 연결 마운트(140)를 냉각시키기 위한 냉각 구조물(190)이 포함될 수 있다.
- [48] 냉각 구조물(190)은 공기, 물, 가스, 냉각유 등 냉각 매체의 순환을 위한 인입구(191)와 배출구(192)를 포함한다. 냉각 구조물(190)은 인입구(191)를 통해 연결 마운트(140)로 냉각 매체를 주입하고 배출구(192)를 통해 연결 마운트(140)로부터 냉각 매체를 배출시키기 위하여, 소정의 모터 펌프(미도시)를 포함할 수 있다.
- [49] 또한, 온도 센서(180)는 컴퓨터 등의 제어 장치(미도시)와 연결될 수 있으며, 제어 장치(미도시)의 디스플레이 화면을 통해 연결 마운트(140) 내부의 온도가 모니터링 될 수 있다.
- [50] 나아가, 제어 장치(미도시)는 온도 센서(180)가 측정하는 온도값에 따라, 상기 펌프(미도시)의 작동을 제어할 수도 있다. 예를 들어, 제어 장치(미도시)는, 온도 센서(180)가 측정하는 온도값이 임계치(예, 80°C) 이상인 경우, 인입구(191)와

배출구(192)에 연결된 상기 펌프(미도시)를 작동시켜서 연결 마운트(140)를 냉각시키며, 온도 센서(180)가 측정하는 온도값이 임계치(예, 80°C) 보다 작은 경우, 상기 펌프(미도시)의 작동을 중지시키도록 제어할 수도 있다.

- [51] 또한, 도 4와 같이, 본 발명에 따른 세라믹 서셉터(100)의 연결 마운트(140) 내에는, 연결로드들(121, 122, 210, 220, 129)들을 고정하기 위한 고정판(150)을 더 포함할 수 있다.
- [52] 즉, 인입 로드(129), 및 발열체(114)에 연결되어 샤프트(120) 내부를 통과하고 격리판(130)을 관통하도록 배치된 하나 이상의 로드(121, 122, 210, 220)이 고정판(150)에 의해 한번 더 고정됨으로써, 흔들림 등에 의한 단락 방지 등 안전을 유지하도록 할 수 있다. 인입 로드(129), 및 발열체(114)에 연결되어 샤프트(120) 내부를 통과하고 격리판(130)을 관통하도록 배치된 하나 이상의 로드(121, 122, 210, 220)는 고정판(150)을 관통하고 연결 마운트(140) 하면을 관통하여 밖으로 노출된다.
- [53] 위에서 기술한 연결 마운트(140), 격리판(130), 고정판(150) 등은, 알루미늄(Al)과 같은 금속 재질일 수도 있고, 위에서 기술한 바와 같은 세라믹 재질로 이루어질 수도 있다. 즉, 상기 세라믹 재질은, Al_2O_3 , Y_2O_3 , Al_2O_3/Y_2O_3 , ZrO_2 , AlC (Autoclaved lightweight concrete), TiN , AlN , TiC , MgO , CaO , CeO_2 , TiO_2 , B_xC_y , BN , SiO_2 , SiC , YAG , $Mullite$, AlF_3 중 적어도 하나의 물질일 수 있으며, 바람직하게는 질화 알루미늄(AlN)일 수 있다. 나아가, 상기 세라믹 재질의 분말이 성형, 소결되어 샤프트(120)을 구성할 수 있으며, 이를 위한 각각의 세라믹 분말은 선택적으로 0.1 내지 10% 정도, 바람직하게는 약 1 내지 5% 정도의 산화 이트륨 분말을 포함할 수 있다.
- [54] 또한, 위에서 기술한 연결로드들(121, 122, 210, 220) 및 인입 로드(129)의 내부 코어의 전도체는 모두, 위와 같은 세라믹 재질의 튜브에 의해 피복된 형태일 수 있다. 즉, 샤프트(120) 내부의 연결로드들(121, 122, 210, 220)은 위와 같은 세라믹 재질의 튜브에 의해 피복되어 있다. 또한, 격리판(130)을 관통한 후 고정판(150)을 관통하고 연결 마운트(140) 하면을 관통한 노출 부분까지의 연결로드들(210, 220), 및 고정판(150)을 관통하고 연결 마운트(140) 하면을 관통한 후 노출 부분까지의 인입 로드(129)가, 위와 같은 세라믹 재질의 튜브에 의해 피복된 형태일 수 있다.
- [55] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 세라믹 서셉터(100)는, 고주파 전극(112)과 연결되는 샤프트(120) 내의 복수의 연결로드(121, 122)를 냉각 구조(냉각 매체의 순환을 위한 인입구(191)와 배출구(192)를 포함)가 있는 밀폐된 형태의 연결 마운트(140) 내에서 연결시킴으로써, RF 전력의 증가에 의하여도, 복수의 연결로드(121, 122)에서의 전류의 분기를 통해, 고주파 전극(112)과 고주파 전극(112)에 연결되는 로드(121, 122) 주변에서의 크랙 발생이 없고, 아킹(arching) 발생이 없으며, 발열에 의한 기관 상의 성막 특성의 균일화가 가능하도록 하며, 고주파 전극(112)에 연결되는 로드(121, 122)의 산화에 의한

단락 발생 없이 전기적 특성을 유지시킬 수 있도록 하였다.

- [56] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.