(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0087224
(43) 공개일자 2024년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) *G01J 1/04* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/32944 (2013.01)
G01J 1/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0172699
(22) 출원일자 2022년12월12일
심사청구일자 2022년12월12일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
유신재
대전광역시 유성구 가정로 63 하나아파트 106-1201
김시준
대전광역시 동구 산서로 1633-16
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
안재열, 김형근

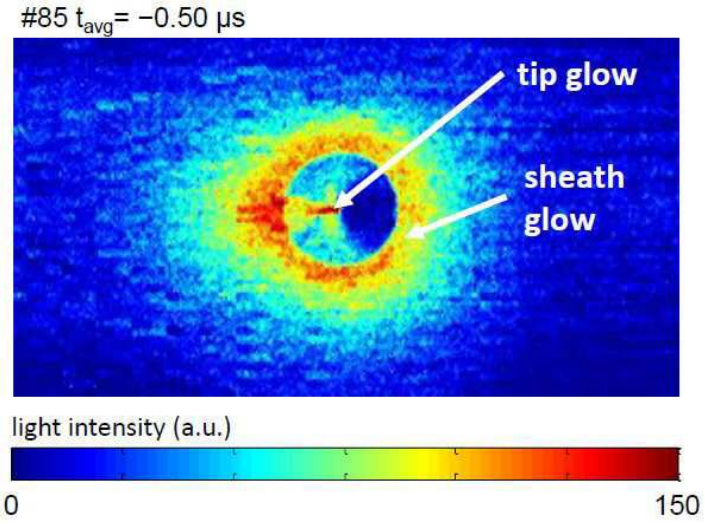
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **플라즈마 아킹 조기 검출 방법 및 이를 이용한 아킹 억제 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 플라즈마 아킹 조기 검출 방법 및 이를 이용한 아킹 억제 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 챔버 내에 아킹 현상이 발생되기 사전에 발생되는 광신호를 아킹 조기 신호로서 감지하고 이를 통해 플라즈마 전원부의 동작을 제어함으로써 아킹 발생을 사전에 억제하는 플라즈마 아킹 조기 검출 방법 및 이를 이용한 억제 시스템에 관한 것이다.

대 표 도 - 도3a



(52) CPC특허분류
H01J 37/32119 (2013.01)
(72) 발명자
조철희
대전광역시 유성구 어은로 57 한빛아파트 122동 1403호
최민수
충청남도 부여군 규암면 내동로 50번길 14
이영석
제주특별자치도 제주시 신성로 4길 21 604호
성인호
서울특별시 성동구 독서당로 218 110동 1801호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415180221
과제번호	20019473
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자부품산업기술개발(R&D)
연구과제명	낮은 GWP를 갖는 대체 PFC/HFC 가스를 이용한 식각공정개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	성균관대학교산학협력단
연구기간	2022.04.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

플라즈마가 발생되는 챔버 내부(10)의 내부 환경을 모니터링하여 챔버 내부에서 아킹에 의한 조기 신호가 검출되면 아킹의 발생이 예보된 것으로 판단함으로써 플라즈마 아킹을 조기 검출하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 아킹 조기 검출 방법.

청구항 2

청구항 1 발명의 플라즈마 아킹 조기 검출 방법을 이용하여 내부에 플라즈마가 발생되게 구성된 챔버(10)를 실시간으로 모니터링하여 아킹을 억제하기 위한 플라즈마 아킹 억제 시스템에 있어서,

챔버(10) 일측에 설치된 광센서부(40)가 챔버(10) 내부의 플라즈마로부터 방출되는 광을 모니터링하여 아킹에 의한 조기 신호가 감지되면 고속 제어기(50)가 플라즈마 발생기(20)의 전원을 제어하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 아킹 억제 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 아킹 억제 시스템은,

챔버(10)의 측면 일측에 형성되어 외부에서 챔버(10) 내부 환경을 관찰할 수 있게 하는 뷰 포트(30);를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 아킹 억제 시스템.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 광센서부(40)는,

단색 센서, 컬러 센서, 적외선 센서 및 자외선 센서 중 선택되는 하나 이상의 센서로 구성되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 아킹 억제 시스템.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 광센서부(40)는,

소정의 굴절률을 갖는 복수 개의 렌즈의 조합으로 이루어져, 광센서의 전방에 구비되어 뷰 포트(30)을 통과하는 빛을 수광하는 렌즈부(41);

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 아킹 억제 시스템.

청구항 6

청구항 2에 있어서,

상기 고속 제어기(50)는,

전달받은 신호를 분석하여 특정 임계 신호 이상의 광신호가 검출되면, 아킹이 발생될 수 있는 것으로 판단하여 플라즈마 발생기(20)의 전원을 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 아킹 억제 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 플라즈마 아킹 조기 검출 방법 및 이를 이용한 아킹 억제 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 챔버 내에 아킹 현상이 발생되기 사전에 발생되는 광신호를 아킹 조기 신호로서 감지하고 이를 통해 플라즈마 전원부의 동작을 제어함으로써 아킹 발생을 사전에 억제하는 플라즈마 아킹 조기 검출 방법 및 이를 이용한 억제 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 고체 상태의 물질에 에너지를 가해주면, 액체, 기체의 순서로 상태 변화가 일어나게 되고, 기체 상태에서 에너지를 더 가해주면, 중성 기체는 이온화 반응을 통해 이온과 전자로 분리된다. 이렇게 이온화된 기체와 전자들이 매우 많은 수를 이루어 집합체를 형성했을 경우, 이를 플라즈마 및 이러한 상태를 플라즈마 상태라고 이야기 한다.

[0003] 플라즈마는 전자 온도를 기준으로 저온 플라즈마와 고온 플라즈마로 나눌 수 있는데, 저온 플라즈마는 반도체·디스플레이 제조, 표면 개질, 우주○항공, 의료 기기, 식품 처리 및 수처리 처리, 고온 플라즈마는 핵융합 발전, 절단, 용사, 용접 등 다양한 산업분야에서 널리 사용되고 있다.

[0004] 특히, 식각·세정·증착과 같은 반도체 및 디스플레이 제조 공정의 경우, 플라즈마가 반드시 필요한 공정 레시피가 있을 정도로 플라즈마는 공정에 있어 필수 불가결한 상황이다. 이러한 제조 공정에서 가장 많이 사용되는 플라즈마 발생 방식은 고주파 RF(Radio Frequency)를 이용한 것으로 여기에는 유도 결합 플라즈마(inductively coupled plasma, ICP)와 축전 결합 플라즈마(capacitively coupled plasma, CCP) 방식으로 크게 나누어진다.

[0005] 상기와 같은 방식으로 반도체 및 디스플레이 제조에 플라즈마를 사용하게 되는데, 일반적으로 플라즈마 공정의 중요한 요소인 식각률, 증착률 및 세정율 등은 플라즈마의 밀도와 이온 에너지 및 플럭스와 관련이 있는 것으로 알려져 있다.

[0006] 따라서, 대부분의 산업체에서는 높은 생산성의 확보를 위해 수십 킬로 와트급의 고전력(혹은 고전압)을 플라즈마 발생 장치에 인가함으로써 높은 플라즈마 밀도 또는 고에너지의 이온을 형성하는 것이 일반적이다.

[0007] 하지만, 고전력이 인가되면, 프로세스 챔버 내부에서 아킹이 발생하게 되고, 이는 프로세스 챔버 내벽 또는 내측에 위치한 부품을 손상시킴에 따라 장비의 수명을 단축시키는 것은 물론이고, 웨이퍼에 직·간접적인 데미지를 유발하고 불순물을 형성함에 따라 공정 결과의 품질을 저하시켜 결국에는 생산성 및 수율 저하 등의 큰 문제를 유발하게 된다.

[0008] 따라서 종래에는 챔버 내부에서 발생하는 아킹을 감지하고, 감지된 결과에 따라 아킹을 억제하기 위한 다양한 감지기술들이 개발되고 있으며, 이러한 종래의 아킹 억제 기술에 대한 기술 중 일부로 등록특허공보 제10-0822050호(이하, '종래기술 1'이라 함) 및 공개특허공보 제10-2014-0098477(이하, '종래기술 2'라 함)가 개시되어 있다.

[0009] 여기서 종래기술 1은 플라즈마 공정 장비에 센서를 구비하여 센서에서 측정되는 신호변화를 분석함으로써 아킹을 검출하고 이에 따라 아킹을 억제하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 한편, 종래기술 2는 플라즈마 공정에서 발생하는 플라즈마 방출광의 스펙트럼 신호를 획득하고, 이의 세기 분포를 분석함으로써 아킹을 검출하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기와 같은 종래기술 1 및 종래기술 2는 공정 중에 아킹이 발생하면, 이를 감지하여 억제하는 것이기 때문에 아무리 빠르게 아킹을 억제하더라도 정도의 차이만 있을 뿐 여전히 아킹으로 인한 다양한 문제들이 발생하는 한계가 있다.

[0012] 따라서 종래기술 1 및 종래기술 2와 달리, 아킹이 발생하기 이전에 아킹을 사전에 예측하여 아킹의 발생 자체를 억제하는 기술에 대한 연구가 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-0822050호(2008.04.07.등록)

(특허문헌 0002) 공개특허공보 제10-2014-0098477호(2013.01.31.공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 상기 종래기술들이 갖는 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로서, 본 발명에서 해결하고자 하는 과제는 챔버 내에 아킹 현상이 발생되기 사전에 발생되는 광신호를 아킹 조기 신호로서 감지하고 이를 통해 플라즈마 전원부의 동작을 제어함으로써 아킹 발생을 사전에 억제하는 플라즈마 아킹 조기 검출 방법 및 이를 이용한 억제 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명에 따른 플라즈마 아킹 조기 검출 방법은 플라즈마가 발생되는 챔버 내부(10)의 내부 환경을 모니터링하여 챔버 내부에서 아킹에 의한 조기 신호가 검출되면 아킹의 발생이 예보된 것으로 판단함으로써 플라즈마 아킹을 조기 검출하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 한편, 본 발명에 따른 플라즈마 아킹 조기 검출 방법을 이용하여 내부에 플라즈마가 발생되게 구성된 챔버(10)를 실시간으로 모니터링하여 아킹을 억제하기 위한 플라즈마 아킹 억제 시스템은, 챔버(10) 일측에 설치된 광센서부(40)가 챔버(10) 내부의 플라즈마로부터 방출되는 광을 모니터링하여 아킹에 의한 조기 신호가 감지되면 고속 제어기(50)가 플라즈마 발생기(20)의 전원을 제어하도록 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 한편, 상기 아킹 억제 시스템은, 챔버(10)의 측면 일측에 형성되어 외부에서 챔버(10) 내부 환경을 관찰할 수 있게 하는 뷰 포트(30);를 포함할 수 있다.

[0018] 한편, 상기 광센서부(40)는, 단색 센서, 컬러 센서, 적외선 센서 및 자외선 센서 중 선택되는 하나 이상의 센서로 구성될 수 있다.

[0019] 한편, 상기 광센서부(40)는, 소정의 굴절률을 갖는 복수 개의 렌즈의 조합으로 이루어져, 광센서의 전방에 구비되어 뷰 포트(30)을 통과하는 빛을 수광하는 렌즈부(41);를 더 포함할 수 있다.

[0020] 한편, 상기 고속 제어기(50)는, 전달받은 신호를 분석하여 특정 임계 신호 이상의 광신호가 검출되면, 아킹이 발생될 수 있는 것으로 판단하여 플라즈마 발생기(20)의 전원을 제어할 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따르면, 아킹이 발생되기 이전에 발생하는 광신호를 감지하고, 감지된 결과에 따라 플라즈마 전원부를 제어함으로써 아킹 발생을 사전에 방지할 수 있는 장점이 있다.

[0022] 이에 따라 본 발명에 따르면, 종래와 달리 사후에 발생된 아킹을 억제하는 것이 아닌 아킹 발생 조기 신호를 검출하여 아킹 발생을 억제 함으로써 아킹에 의한 챔버 내벽 및 진공 부품 손상과 이로 인한 장비의 유지ㅇ보수 비용 증가 그리고 공정 결과 품질 저하에 의한 공정 생산성 및 수율 저하 문제를 미연에 방지할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1는 본 발명에 따른 플라즈마 아킹 조기 검출 방법에 대해 설명하기 위한 실험장비 개략도.

도 2a 도 2b는 본 발명의 실험에 따라 측정된 플로팅 프로브의 전압, 아킹유도 프로브의 전압과 전류, 초고속 카메라 촬영 타이밍의 전위에 대한 파형 그래프로서, a와 b는 동일한 조건에서 서로 다른 아킹 발생에 의한 결과 그래프.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실험에 따라 아킹유도 프로브의 정면 및 측면을 촬영한 이미지 사진으로, 도 3a는 아킹이 발생하기 전의 -0.50 ㎲에서의 이미지이고, 도 3b는 아킹이 발생하기 전의 -0.56 ㎲에서의 이미지.

도 4는 본 발명의 실험에 따라, 서로 다른 아킹 발생에서 촬영된 아킹 유도 프로브의 정면 이미지를 시간 순서로 나열한 이미지.

도 5는 본 발명에 따른 플라즈마 아킹 억제 시스템의 개략도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 더욱 상세하게 설명한다.

[0025] 본 발명은 플라즈마 아킹 조기 검출 방법 및 이를 이용한 아킹 억제 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 챔버 내에 아킹 현상이 발생되기 사전에 발생되는 광신호를 아킹 조기 신호로서 감지하고 이를 통해 플라즈마 전원부의 동작을 제어함으로써 아킹 발생을 사전에 억제하는 플라즈마 아킹 조기 검출 방법 및 이를 이용한 억제 시스템에 관한 것이다.

[0026] 본 발명에 따른 플라즈마 아킹 조기 검출 방법은 플라즈마가 발생되는 챔버 내부(10)의 내부 환경을 모니터링하여 챔버 내부에서 아킹에 의한 조기 신호가 검출되면 아킹의 발생이 예보된 것으로 판단함으로써 플라즈마 아킹을 조기 검출하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 하기에서는 실험을 통해 본 발명에 따른 플라즈마 아킹 조기 검출 방법에 대해 설명하기로 한다.

[0028] 본 발명에 따른 플라즈마 아킹 조기 검출 방법을 위해 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 챔버는 용량 결합 플라즈마(capacitively coupled plasma) 챔버로 구성되되, 상기 챔버의 일측에는 뷰포트를 설치하고, 상기 뷰포트에는 초고속 카메라를 설치한다.

[0029] 상술하면, 상기 뷰포트는 앞서 설명한 바와 같이, 챔버 내부의 환경을 관찰할 수 있게 유리 등의 투명한 재질로 형성되며, 상기 챔버 내부가 진공상태를 유지할 수 있게 형성되며, 초고속 카메라의 셔터 개방 시간은 0.154㎲로 설정된다.

[0030] 아울러, 상기 챔버의 일측에는 챔버 내에 원하는 위치에 인위적으로 아킹을 유발하기 위한 아킹유도 프로브(arcing inducing probe : AIP)가 설치된다.

[0031] 상술하면, 상기 아킹유도 프로브는 국소위치에 아킹이 집중적으로 발생되게 하기 위해 일측 끝단이 뾰족한 형태로 형성되어, 뾰족한 끝단이 챔버 중앙에 위치하게 설치된다.

[0032] 이때, 상기 아킹유도 프로브는 돌출된 끝단이 초고속 카메라에 의해 촬영될 수 있게 설치되는데, 아킹유도 프로브의 돌출된 끝단과 둘레(아웃라인)을 촬영하기 위해 초고속 카메라가 아킹유도 프로브의 정면과 측면을 촬영하도록 구비된다.

[0033] 한편, 본 발명에서는 아킹유도 프로브에 DC전원을 연결하여 음의 바이어스를 인가함으로써 아킹 점화 빈도를 높일 수 있다.

[0034] 한편, 상기 챔버에는 내부 압력을 조절하기 위한 진공펌프가 펌핑 포트(pumping port)를 통해 연결되는데, 챔버 내에 용량 결합 플라즈마 발생시, 펌핑 포트로 플라즈마가 확장되면서 펌핑 포트에 아킹이 발생되는 문제가 있을 수 있기 때문에 이를 방지하기 위해 펌핑 포트의 입구에는 메쉬 그리드(mesh grid)를 설치하고, 상기 메쉬 그리드에 의해 플라즈마의 확산을 억제한다.

[0035] 한편, 본 발명에서는 실험이 진행되는 동안 아킹의 전기적 특성을 측정하기 위해 챔버의 일측에는 고전압 프로브와 전류 프로브를 설치하며, 아울러, 용량 결합형 플라즈마의 전위를 측정하기 위해 플로팅 프로브를 설치하고, 각 프로브를 오실로스코프에 연결하여 전압과 전류를 측정 및 기록할 수 있다.

[0036] 한편, 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 챔버에는 50sccm의 아르곤 가스를 주급하여 챔버의 내부 압력이 166.4mTorr가 되게 하며, 이 상태에서 13.56 MHz의 고주파 전원은 40W의 출력으로 용량결합 플라즈마를 발생시켰다.

[0037] 이때, 상기한 실험은 본 발명에 대한 신뢰성을 검증하기 위한 것이므로, 용량 결합형 플라즈마 형성을 위한 각종 실험조건이나 챔버 내부의 상태를 확인하기 위한 초고속 카메라의 실험조건 등은 상기에 한정되지 않고 다양하게 실시 변경이 가능하다.

[0038] 도 3a 및 도 3b는 상기한 실험에 따른 플로팅 프로브의 전위, 아킹유도 프로브의 전압과 전류, 초고속 카메라의 촬영 타이밍 전압을 측정한 것으로, 각 파형을 하나의 그래프에 도시한 것인데, 도 3a와 도 3b는 서로 다른 아킹의 실험 결과를 나타내는 것이다.

[0039] 여기서 제로 시간(0 s)은 아킹 전류가 증가하는 순간으로 정의하고 있으며, 이 시점에서 플로팅 프로브와 아킹유도 프로브의 전압ㅇ전류도 급변하게 되는 지점이다. 이 지점이 아킹이 발생되는 것으로, 이것을 감지하는 기술은 이미 공지된 기술에 불과하므로 이에 대한 자세한 설명은 생략하기로 한다.

[0040] 한편, 도 3a는 도 2a의 아킹에 대해 아킹유도 프로브의 정면을 촬영한 것이고, 도 3b는 도 2b의 아킹에 대해 아킹유도 프로브의 측면을 촬영한 것으로서, 도 3a 및 도 3b는 각각 도 2a 및 도 2b의 그래프로부터 각각 평균 촬영 시간(t_{avg})이 -0.5μs인 지점과 평균 촬영 시간이 -0.56μs인 지점에서 촬영된 것임을 알 수 있다.

[0041] 여기서 두 아킹에 대한 측정 결과 모두 아킹 전류가 증가하기 이전 시간($t < 0$), 즉, 아킹이 발생하기 이전에 광방출이 발생하는 것임을 알 수 있다.

[0042] 도 4는 각기 다른 아킹 발생에서 촬영된 이미지들을 시간에 따라 나열한 것이으로서, 이에 따르면 아킹 발생 이전에 광방출이 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0043] 상기 수행한 실험결과들을 종합하여 살펴보면, 아킹이 발생되기 이전에 아킹이 발생될 지점에 빛이 발광하는 현상이 먼저 나타나며 이러한 광방출을 실시간 모니터링하여 감지하는 것으로 아크 발생을 사전에 예측할 수 있다.

[0044] 한편, 하기에서는 본 발명에 따른 아킹 조기 검출 방법을 이용하여 플라즈마 아킹 억제 시스템에 대해 설명하기로 한다.

[0045] 본 발명에 따른 플라즈마 아킹 억제 시스템은 내부에 플라즈마가 발생되게 구성된 챔버에서 발생되는 아킹을 실시간으로 모니터링하여 억제하기 위한 것으로서, 도 5에 도시된 바와 같이, 챔버(10) 일측에 설치된 광센서부(40)가 플라즈마로부터 방출되는 광을 모니터링 하여 아킹에 의한 조기 신호가 감지되면 고속 제어기(50)가 플라즈마 발생기(20)의 전원을 제어하도록 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0046] 여기서 상기 챔버(10)는 내부에 플라즈마를 발생시키도록 구성된 것으로, 내부가 진공상태를 유지하게 구성되며, 상기 챔버(10)의 일측에는 플라즈마로부터 방출되는 광을 모니터링하기 위한 뷰 포트(30)가 설치 된다.

[0047] 상술하면, 상기 뷰 포트(30)는 챔버(10)의 측면 일측에 형성되어 외부에서 챔버(10) 내부의 환경을 관찰할 수 있게 하는데, 이를 위해 면적 및 두께를 갖되, 투명한 재질로 이루어져, 상기 챔버(10)의 측면에 구비되되, 상기 챔버(10)의 내부가 진공인 상태를 유지할 수 있게 설치된다.

[0048] 한편, 이후 더욱 상세하게 설명하겠지만 본 발명에서는 아킹의 발생을 예보하는 예보 신호로서 아킹에 의한 조기 광방출 신호(광신호)를 이용하고 있는데, 이는 아킹이 발생하기 약 0.56μs정도 이전에 발광신호가 발생하기 때문에 상기 광센서부(40)는 센싱 속도가 빠른 초고속 광센서로 구성될 수 있으나, 이는 본 발명의 적용 조건이나 공정의 규격 등 다양한 조건에 따라 광신호를 감지할 수 있는 다양한 센서들로 설계 변경이 가능하다.

[0049] 한편, 상기 광센서부(40)는 단색 센서, 컬러 센서, 적외선 센서 및 자외선 센서 중 선택되는 하나 이상의 센서로 구성되어 챔버(10) 내부의 환경을 촬영하고, 상기 광센서부(40)에 의해 촬영된 이미지 영상은 고속 제어기(50)로 전달된다.

[0050] 한편, 본 발명에서는 플라즈마 공정 챔버 내부에서 발생하는 광방출을 보다 많이 그리고 넓은 화각으로 수광하기 위해 상기 초고속 카메라(40)는 렌즈부(41)을 더 포함할 수 있다.

[0051] 상술하면, 상기 렌즈부(41)은 소정의 굴절률을 갖는 복수 개의 렌즈의 조합으로 이루어져, 광센서의 전방에 구비되어 뷰 포트(30)을 통과하는 빛을 수광하도록 이루어지는데, 이때 사용되는 렌즈의 개수나 사양은 챔버(10)의 규격, 뷰포트(30)의 크기, 사용 용도에 따라 결정될 수 있다.

[0052] 아울러, 상기 광센서부(40)의 렌즈부는 챔버(10)의 내부 환경 전체를 촬영할 수 있는 화각으로 설계되는 한편, 아킹이 자주 발생하는 특정 위치를 초점으로 잡아 광방출을 보다 민감도가 높게 측정할 수 있게 설계될 수도 있다.

[0053] 한편, 상기 광센서부(40)가 챔버(10) 내부의 환경을 외부 빛을 제어하여 보다 민감하게 관찰할 수 있도록 하기

위해 상기 뷰 포트(30)에는 후드부(31)가 더 구비될 수 있다.

[0054] 상술하면, 상기 후드부(31)는 뷰 포트(30)의 외주 둘레를 따라 외측으로 돌출된 형태로 형성되며, 상기 광센서부(40)의 렌즈부(41)가 상기 후드부(31)로 인입된 상태로 설치되게 하여 상기 광센서부(40)이 챔버(10) 내부 환경의 빛만을 수광하여 광신호를 보다 민감하게 관찰할 수 있게 한다.

[0055] 한편, 플라즈마 발생기(20)는 챔버(10) 내부에 플라즈마를 발생시키기 위한 각종 장치에 관한 것으로서, 예컨대, 가스를 주입하는 가스 주입 장치, 가스를 챔버 내에 균일하게 주입해주는 샤워 헤드, 플라즈마 발생을 위한 플라즈마 발생 전극(혹은 안테나), 플라즈마 생성을 위한 고주파 전원공급장치 등 다양한 장치들을 포함하며, 상기한 장치들 중 상기 고속 제어기(50)는 플라즈마 생성을 위한 전원공급장치를 동작을 제어한다.

[0056] 한편, 고속 제어기(50)는 상기 광센서부(40)로부터 전달받은 신호를 분석하여 아킹에 의한 조기 신호를 검출하면, 아킹이 예보된 것으로 판단하여 플라즈마 발생기(20)의 전원이 제어되게 한다. 여기서 제어란, 전원을 제어하기도 하고, 전원을 상승 및 하강시키는 것을 포함한다.

[0057] 상술하면, 본 발명에서는 아킹이 발생되기 이전에 광방출이 되는 것을 알 수 있는 바, 상기 고속 제어기(50)는 전달받은 신호를 분석하여 특정 임계 신호 이상의 광신호가 검출되게 되면 아킹이 발생될 수 있는 것으로 판단하여 이에 따라 플라즈마 발생기(20)의 전원을 제어함으로써 아킹 발생을 사전에 방지할 수 있다.

[0058] 즉, 상기 고속 제어기는 아킹이 발생된 사후에 검출하는 것이 아닌, 아킹의 발생을 예측하고, 플라즈마 발생기(20)의 동작을 제어하여 아킹 발생을 억제할 수 있다.

[0059] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명하였으나, 본 발명의 권리범위는 이에 한정되지 아니하며 본 발명의 실시 예와 실질적으로 균등한 범위에 있는 것까지 본 발명의 권리범위가 미치는 것으로 이해되어야 하며, 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형 실시가 가능하다.

부호의 설명

[0060] 10 : 챔버 20 : 플라즈마 발생기

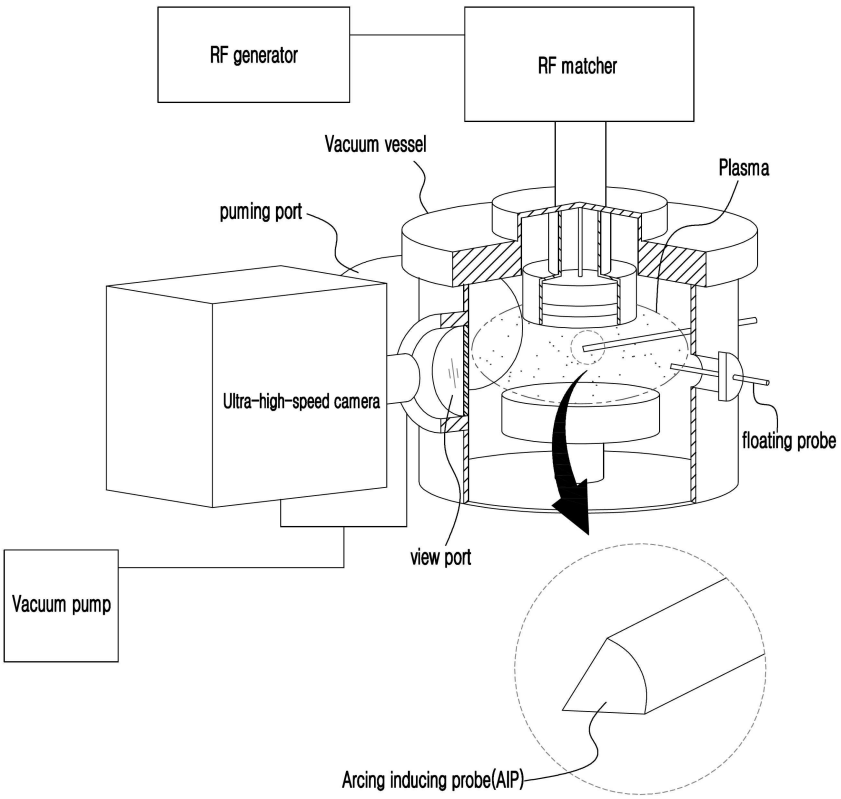
30 : 뷰 포트 31 : 후드부

40 : 카메라부 41 : 렌즈부

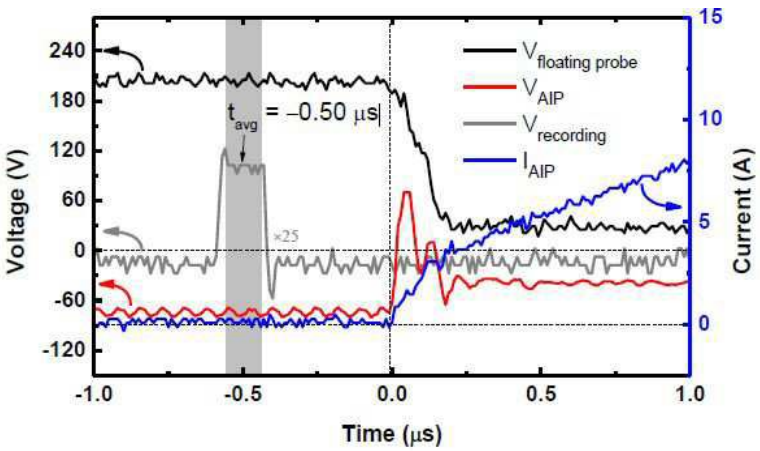
50 : 고속 제어기

도면

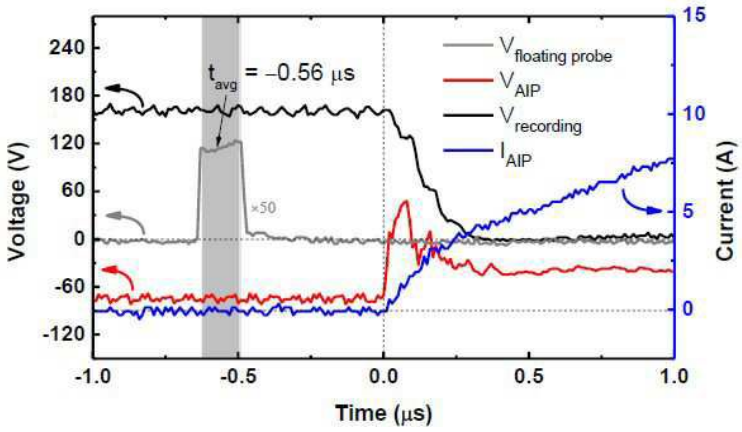
도면1


RF generator
RF matcher
Vacuum vessel
Plasma
puming port
Ultra-high-speed camera
floating probe
view port
Vacuum pump
Arcing inducing probe(AIP)

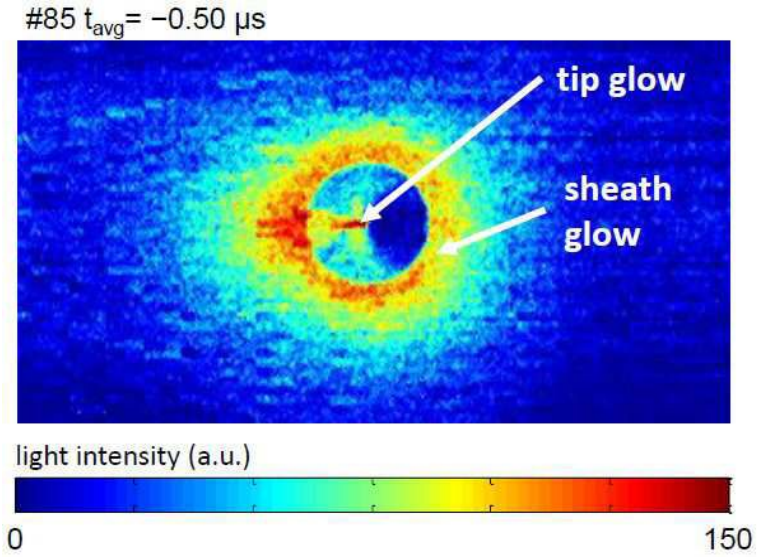
도면2a


240
180
120
60
0
-60
-120
Voltage (V)
-1.0
-0.5
0.0
0.5
1.0
Time (μs)
15
10
5
0
Current (A)
t_{avg} = −0.50 μs
×25
$V_{floating\ probe}$
V_{AIP}
$V_{recording}$
I_{AIP}

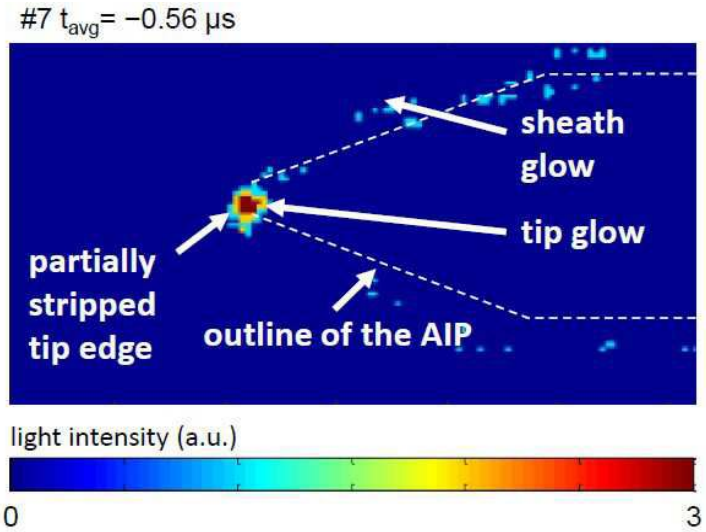
도면2b



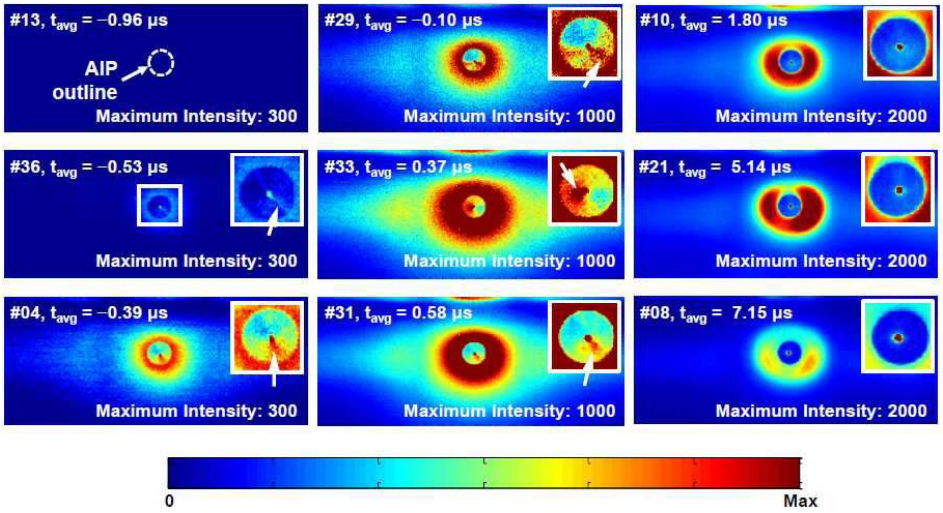
도면3a



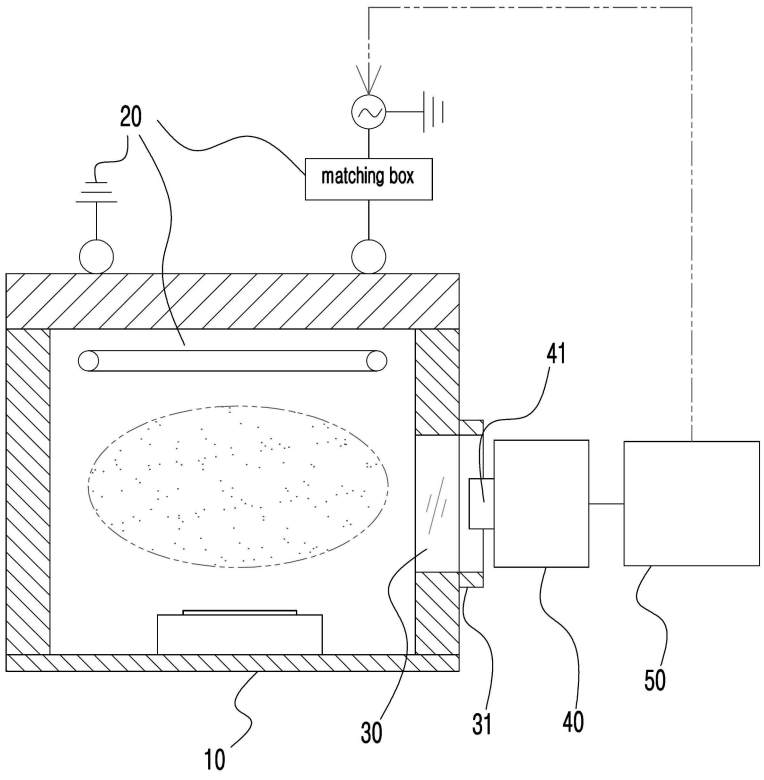
도면3b



도면4


#13, t_{avg} = −0.96 μs
AIP outline
Maximum Intensity: 300
#29, t_{avg} = −0.10 μs
Maximum Intensity: 1000
#10, t_{avg} = 1.80 μs
Maximum Intensity: 2000
#36, t_{avg} = −0.53 μs
Maximum Intensity: 300
#33, t_{avg} = 0.37 μs
Maximum Intensity: 1000
#21, t_{avg} = 5.14 μs
Maximum Intensity: 2000
#04, t_{avg} = −0.39 μs
Maximum Intensity: 300
#31, t_{avg} = 0.58 μs
Maximum Intensity: 1000
#08, t_{avg} = 7.15 μs
Maximum Intensity: 2000
0
Max

도면5


20
matching box
41
50
10
30
31
40