



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0002602
(43) 공개일자 2025년01월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05H 1/24 (2006.01) H01J 37/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05H 1/2406 (2023.08)
H01J 37/32348 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7038763
(22) 출원일자(국제) 2023년05월01일
심사청구일자 2024년11월21일
(85) 번역문제출일자 2024년11월21일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/017030
(87) 국제공개번호 WO 2024/228233
국제공개일자 2024년11월07일

(71) 출원인
가부시키가이샤 티마이크
일본국 도쿄도 주오구 교바시 3-1-1
(72) 발명자
아리타 렌
일본 1040031 도쿄도 주오구 교바시 3-1-1 도시바
미쓰비시덴키 산교시스템 가부시키가이샤 내
(74) 대리인
양영준, 김승식, 박충범

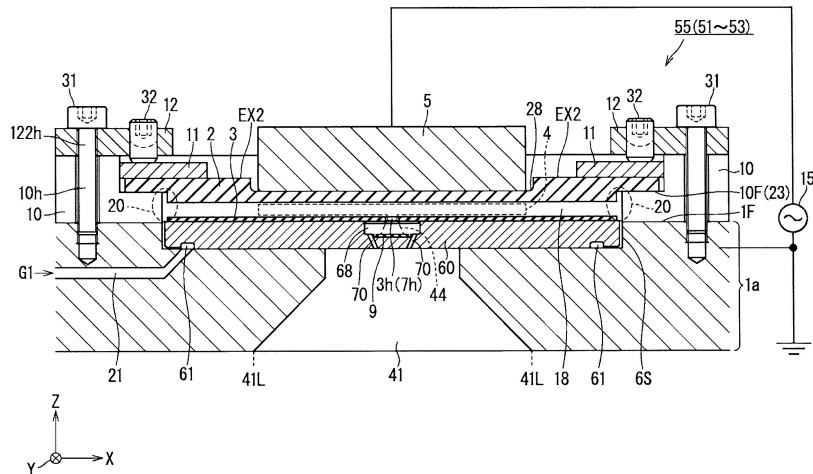
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 활성 가스 생성 장치

(57) 요약

본 개시는, 균일한 활성 가스를 처리 공간에 공급할 수 있는 활성 가스 생성 장치의 구조를 제공하는 것을 목적으로 한다. 본 개시의 활성 가스 생성 장치(75)에 있어서의 전극 유닛(55)은, 접지측 전극 구성부(E2)의 하방에 마련되는 접지 도체(60)를 구비하고 있다. 하우징(1)의 하우징 저부(1a)는 하우징 개구부(41)를 갖고, 하우징 개구부(41)는 하방을 향함에 따라 개구 면적이 넓어지는 하방 테이퍼 영역(41t)과 상방 영역(41a)을 포함하고 있다. 접지 도체(60)에 마련되는 복수의 가스 분출구(70)는 복수의 부분 활성 가스가 충돌 영역(80)에서 충돌하도록, 하방을 향함에 따라 서로 접근하는 양태로 마련되고, 충돌 영역(80)은 하방 테이퍼 영역(41t) 내 또는 하방 테이퍼 영역(41t)보다 상방의 상방 영역(41a) 내에 존재한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01J 37/3244 (2013.01)

H01J 37/32568 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

방전 공간에 공급된 원료 가스를 활성화하여 활성 가스를 생성하는 활성 가스 생성 장치이며,

전극 유닛과,

하우징 내 공간에 상기 전극 유닛을 수용하여, 도전성을 갖는 하우징을 구비하고,

상기 하우징은, 평탄면과 상기 평탄면으로부터 깊이 방향으로 오목한 도체 수용 공간을 포함하는 하우징 저부를 갖고,

상기 전극 유닛은,

제1 전극 구성부와,

상기 제1 전극 구성부의 하방에 마련되는 제2 전극 구성부와,

상기 제2 전극 구성부의 하방에 마련되어, 상기 도체 수용 공간 내에 수용되는 기준 전위 도체를 구비하고,

상기 제1 전극 구성부는, 제1 전극용 유전체막과 상기 제1 전극용 유전체막의 상면 상에 형성되는 제1 전극용 도전막을 포함하고,

상기 제2 전극 구성부는, 제2 전극용 유전체막과 상기 제2 전극용 유전체막의 하면 상에 형성되는 제2 전극용 도전막을 포함하고,

상기 기준 전위 도체는, 상부에 활성 가스용 버퍼 공간을 갖고, 상기 제2 전극 구성부는 상기 활성 가스용 버퍼 공간을 막고 배치되고,

상기 제2 전극용 유전체막은 평면으로 보아 상기 활성 가스용 버퍼 공간과 중복되는 영역에, 상기 제2 전극용 유전체막을 관통하는 유전체 관통구를 갖고, 상기 제2 전극용 도전막은 평면으로 보아 상기 활성 가스용 버퍼 공간과 중복되는 영역에 도전막 개구부를 갖고, 상기 도전막 개구부는 평면으로 보아 상기 유전체 관통구와 중복되고,

상기 제1 전극용 유전체막과 상기 제2 전극용 유전체막이 대향하는 공간이 주요 유전체 공간으로서 규정되고,

상기 방전 공간은, 상기 주요 유전체 공간 내에 있어서 상기 제1 및 제2 전극용 도전막이 평면으로 보아 중복되는 영역인 주요 방전 공간을 포함하고,

상기 제1 전극용 도전막에 교류 전압이 인가되어, 상기 하우징 및 상기 기준 전위 도체를 통해 상기 제2 전극용 도전막이 기준 전위로 설정되고,

상기 활성 가스 생성 장치는,

각각이 상기 활성 가스용 버퍼 공간의 저면으로부터 상기 기준 전위 도체를 관통하여 마련되는 복수의 가스 분출구를 더 구비하고, 상기 복수의 가스 분출구는 평면으로 보아 상기 유전체 관통구와 중복되지 않고,

상기 방전 공간은, 상기 주요 방전 공간에 더하여, 상기 유전체 관통구 및 상기 활성 가스용 버퍼 공간의 일부를 포함하는 보조 방전 공간을 갖고,

상기 복수의 가스 분출구로부터 출력되는 활성 가스가 복수의 부분 활성 가스로서 규정되고,

상기 하우징의 상기 하우징 저부는, 상기 활성 가스용 버퍼 공간과 평면으로 보아 중복되는 영역에 하우징 개구부를 갖고, 상기 복수의 부분 활성 가스는 상기 하우징 개구부를 통해 하방으로 유도되고,

상기 하우징 개구부는 하방을 향함에 따라 개구 면적이 넓어지는 테이퍼 형상의 테이퍼 영역을 포함하고,

상기 복수의 가스 분출구는, 상기 복수의 부분 활성 가스가 충돌 영역에서 충돌하도록, 하방을 향함에 따라 서로 접근하는 양태로 설치되고, 또한 상기 충돌 영역은 상기 테이퍼 영역 내 또는 상기 테이퍼 영역보다 상방에

존재하는 것을 특징으로 하는, 활성 가스 생성 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 가스 분출구는 각각 하방을 향함에 따라 상기 충돌 영역에 가까워지는 방향으로 기울어져 형성되고, 상기 복수의 가스 분출구 각각의 기준 방향에 대한 형성 기울기는 동일값으로 설정되는, 활성 가스 생성 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전극 유닛은 복수의 전극 유닛을 포함하고,

상기 하우징은, 상기 하우징 내 공간에 상기 복수의 전극 유닛을 수용하는, 활성 가스 생성 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하우징의 상기 평탄면 상에 마련되어, 상기 제1 전극용 유전체막을 하방으로부터 지지하는 지지면을 갖는 유전체막 지지 부재와,

상기 제1 전극용 유전체막을 상방으로부터 억압하기 위한 유전체막 억압 부재를 더 구비하고, 상기 유전체막 억압 부재는 평면으로 보아 상기 제1 전극용 도전막과 중복되지 않고,

상기 유전체막 억압 부재의 하면은, 상기 제1 전극용 유전체막의 상면과 접촉하는 유전체 접촉 영역과 상기 제1 전극용 유전체막의 상면과 접촉하지 않는 유전체 비접촉 영역을 갖고, 상기 유전체 접촉 영역은 평면으로 보아 상기 제1 전극용 유전체막의 주변 영역 및 상기 유전체막 지지 부재의 상기 지지면과 중복되고, 상기 유전체 비접촉 영역은 평면으로 보아 상기 제1 전극용 유전체막의 중간 영역과 중복되고, 상기 중간 영역은 상기 주변 영역으로부터 상기 제1 전극용 도전막측에 인접하는 영역이고,

상기 유전체막 억압 부재는 도전성을 갖고, 상기 기준 전위로 설정되고,

상기 제1 전극용 유전체막은, 상기 유전체 접촉 영역에 있어서 상방으로부터 상기 유전체막 억압 부재에 의해 억압되는, 활성 가스 생성 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 평행 평판 방식의 전극 구조를 갖고, 유전체 배리어 방전을 이용하여 활성 가스를 생성하는 활성 가스 생성 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 평행 평판 방식의 전극 구조를 갖고, 유전체 배리어 방전을 채용한 종래의 활성 가스 생성 장치는, 서로 대향하는 금속 전극(전극용 도전막)과 유전체막(전극용 유전체막)의 공극, 또는 서로 대향하는 유전체막끼리의 공극이 방전 공간이 된다.

[0003] 종래의 활성 가스 생성 장치는, 방전 공간에 유전체 배리어 방전을 발생시키고, 이 방전 공간에 투입된 원료 가스를 활성화하여 활성 가스를 생성한다는, 평행 평판 방식 유전체 배리어 방전을 채용하고 있다.

[0004] 평행 평판 방식 유전체 배리어 방전을 채용한 활성 가스 생성 장치로서, 예를 들어 특허문헌 1에서 개시된 활성 가스 생성 장치가 있다.

[0005] 활성 가스는 일반적으로, 활성 가스로서의 수명(활성 가스가 높은 반응성을 유지하고 있는 시간)이 짧고, 단시간에 활성 가스를 사용하는 공간으로 공급할 필요가 있다. 또한, 활성 가스는 다른 물질에 충돌하는 것으로도 실패하는 점에서, 구불구불한 파이프 등을 경유하여 활성 가스를 사용하는 공간으로 공급하는 것은 바람직하지

않다.

[0006] 이 때문에, 활성 가스를 사용하는 처리 공간에 있어서, 처리 대상물(활성 가스를 내뿜는 대상)이 큰 경우, 활성 가스를 사용하는 처리 공간으로부터 비교적 가까운 위치에 복수의 가스 분출구를 마련하는 제1 개량 구조나, 복수의 가스 분출구에 대응하는 복수의 방전 공간을 갖는 제2 개량 구조 등이 종래의 활성 가스 생성 장치에서 채용되어 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 국제 공개 제2019/138456호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상술한 제1 개량 구조에 대해서는, 하나의 유전체막에 대하여 복수의 가스 분출구를 마련한다는 방법이 채용되어 있다. 그러나, 복수의 가스 분출구의 각각으로부터 분출되는 활성 가스는 기본적으로 하나의 방향성만 갖고 있기 때문에, 처리 대상물을 내부에 적재한 처리 공간에 균일한 활성 가스를 공급할 수 없다는 문제점이 있었다.

[0009] 상술한 제2 개량 구조도 제1 개량 구조와 마찬가지로, 복수의 가스 분출구의 각각으로부터 분출되는 활성 가스는 기본적으로 하나의 방향성만 갖고 있기 때문에, 처리 공간에 균일한 활성 가스를 공급할 수 없다는 문제점이 있었다.

[0010] 본 개시에서는, 상기와 같은 문제점을 해결하여, 처리 공간에 균일한 활성 가스를 공급할 수 있는 활성 가스 생성 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 개시의 활성 가스 생성 장치는, 방전 공간에 공급된 원료 가스를 활성화하여 활성 가스를 생성하는 활성 가스 생성 장치이며, 전극 유닛과, 하우징 내 공간에 상기 전극 유닛을 수용하여, 도전성을 갖는 하우징을 구비하고, 상기 하우징은, 평탄면과 상기 평탄면으로부터 깊이 방향으로 오목한 도체 수용 공간을 포함하는 하우징 저부를 갖고, 상기 전극 유닛은, 제1 전극 구성부와, 상기 제1 전극 구성부의 하방에 마련되는 제2 전극 구성부와, 상기 제2 전극 구성부의 하방에 마련되어, 상기 도체 수용 공간 내에 수용되는 기준 전위 도체를 구비하고, 상기 제1 전극 구성부는, 제1 전극용 유전체막과 상기 제1 전극용 유전체막의 상면 상에 형성되는 제1 전극용 도전막을 포함하고, 상기 제2 전극 구성부는, 제2 전극용 유전체막과 상기 제2 전극용 유전체막의 하면 상에 형성되는 제2 전극용 도전막을 포함하고, 상기 기준 전위 도체는, 상부에 활성 가스용 버퍼 공간을 갖고, 상기 제2 전극 구성부는 상기 활성 가스용 버퍼 공간을 막고 배치되고, 상기 제2 전극용 유전체막은 평면으로 보아 상기 활성 가스용 버퍼 공간과 중복되는 영역에, 상기 제2 전극용 유전체막을 관통하는 유전체 관통구를 갖고, 상기 제2 전극용 도전막은 평면으로 보아 상기 활성 가스용 버퍼 공간과 중복되는 영역에 도전막 개구부를 갖고, 상기 도전막 개구부는 평면으로 보아 상기 유전체 관통구와 중복되고, 상기 제1 전극용 유전체막과 상기 제2 전극용 유전체막이 대향하는 공간이 주요 유전체 공간으로서 규정되고, 상기 방전 공간은, 상기 주요 유전체 공간 내에 있어서 상기 제1 및 제2 전극용 도전막이 평면으로 보아 중복되는 영역인 주요 방전 공간을 포함하고, 상기 제1 전극용 도전막에 교류 전압이 인가되어, 상기 하우징 및 상기 기준 전위 도체를 통해 상기 제2 전극용 도전막이 기준 전위로 설정되고, 상기 활성 가스 생성 장치는, 각각이 상기 활성 가스용 버퍼 공간의 저면으로부터 상기 기준 전위 도체를 관통하여 마련되는 복수의 가스 분출구를 더 구비하고, 상기 복수의 가스 분출구는 평면으로 보아 상기 유전체 관통구와 중복되지 않고, 상기 방전 공간은, 상기 주요 방전 공간에 더하여, 상기 유전체 관통구 및 상기 활성 가스용 버퍼 공간의 일부를 포함하는 보조 방전 공간을 갖고, 상기 복수의 가스 분출구로부터 출력되는 활성 가스가 복수의 부분 활성 가스로서 규정되고, 상기 하우징의 상기 하우징 저부는, 상기 활성 가스용 버퍼 공간과 평면으로 보아 중복되는 영역에 하우징 개구부를 갖고, 상기 복수의 부분 활성 가스는 상기 하우징 개구부를 통해 하방으로 유도되고, 상기 하우징 개구부는 하방에 향함에 따라 개구면적이 넓어지는 테이퍼 형상의 테이퍼 영역을 포함하고, 상기 복수의 가스 분출구는, 상기 복수의 부분 활성

가스가 충돌 영역에서 충돌하도록, 하방을 향함에 따라 서로 접근하는 양태로 설치되고, 또한 상기 충돌 영역은 상기 테이퍼 영역 내 또는 상기 테이퍼 영역보다 상방에 존재하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0012] 본 개시의 활성 가스 생성 장치에 있어서의 복수의 가스 분출구는 상술한 특징을 갖고 있다. 이 때문에, 충돌 영역에서 복수의 부분 활성 가스가 충돌함으로써, 복수의 부분 활성 가스 각각의 흐름의 방향이 일방향으로부터 복수의 확산 방향으로 분산된다.
- [0013] 충돌 영역은 테이퍼 영역 내 또는 테이퍼 영역보다 상방에 존재하기 때문에, 각각이 확산된 복수의 부분 활성 가스가 하방을 향함에 따라, 테이퍼 영역의 테이퍼 형상을 따른 방향으로 흐른다.
- [0014] 따라서, 복수의 부분 활성 가스를 포함하는 활성 가스는, 테이퍼 영역으로부터 하방의 처리 공간을 향해, 테이퍼 형상을 따른 방향으로 확산하면서 흐른다. 그 결과, 본 개시의 활성 가스 생성 장치는, 균일한 활성 가스를 처리 공간에 공급할 수 있다.
- [0015] 본 개시의 목적, 특징, 국면 및 이점은, 이하의 상세한 설명과 첨부 도면에 의해, 더 명백해진다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 개시의 실시 형태 1인 활성 가스 생성 장치의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 평면도이다.
- 도 2는 도 1의 A-A 단면의 단면 구조를 나타내는 단면도이다.
- 도 3은 전극 유닛의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도(그의 1)이다.
- 도 4는 도 3의 B-B 단면의 단면 구조를 나타내는 설명도이다.
- 도 5는 전극 유닛의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도(그의 2)이다.
- 도 6은 도 5의 C-C 단면의 단면 구조를 나타내는 설명도이다.
- 도 7은 하우징의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 8은 하우징의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 9는 고압측 유전체막의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 10은 고압측 유전체막의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 11은 접지측 유전체막의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 12는 접지측 유전체막의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 13은 급전체의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 14는 급전체의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 15는 접지 도체의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 16은 접지 도체의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 17은 도 16의 주목 영역에 있어서의 상세를 나타내는 설명도이다.
- 도 18은 커버 유전체막의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 19는 커버 유전체막의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 20은 접지측 전극 구성부의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 21은 접지측 전극 구성부의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 22는 실드 유전체막의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 23은 실드 유전체막의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 24는 유전체막 지지 부재의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.

도 25는 유전체막 지지 부재의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.

도 26은 유전체막 억압 부재의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.

도 27은 유전체막 억압 부재의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.

도 28은 도 27의 주목 영역에 있어서의 상세를 나타내는 설명도이다.

도 29는 압박 부재의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.

도 30은 압박 부재의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다.

도 31은 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치에 있어서의 전극 유닛의 활성 가스의 분출 형태를 모식적으로 나타내는 설명도이다.

도 32는 실시 형태 1의 전극 유닛에 있어서 이상으로 여기는 활성 가스의 분출 형태를 모식적으로 나타내는 설명도이다.

도 33은 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치에 있어서의 전극 유닛의 단면 구조를 나타내는 설명도이다.

도 34는 실시 형태 2의 접지 도체의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도(그의 1)이다.

도 35는 실시 형태 2의 접지 도체의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도(그의 2)이다.

도 36은 실시 형태 2에 있어서의 복수의 가스 분출구의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도(그의 1)이다.

도 37은 실시 형태 2에 있어서의 복수의 가스 분출구의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도(그의 2)이다.

도 38은 실시 형태 2의 전극 유닛의 하우징 개구부 내에 있어서의 활성 가스의 분출 형태를 나타내는 설명도(그의 1)이다.

도 39는 실시 형태 2의 전극 유닛의 하우징 개구부 내에 있어서의 활성 가스의 분출 형태를 나타내는 설명도(그의 2)이다.

도 40은 실시 형태 2의 전극 유닛의 하우징 개구부 내에 있어서의 활성 가스의 분출 형태를 나타내는 설명도(그의 3)이다.

도 41은 실시 형태 2의 전극 유닛의 하우징 개구부 내에 있어서의 활성 가스의 분출 형태를 나타내는 설명도(그의 4)이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] <실시 형태 1>
- [0018] 도 1은 본 개시의 실시 형태 1인 활성 가스 생성 장치(71)의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 평면도이다.
- [0019] 동도에 나타난 바와 같이, 활성 가스 생성 장치(71)에 있어서, 하우징(1) 내에 3개의 전극 유닛(51 내지 53)이 수용되어 있다. 전극 유닛(51 내지 53) 각각에 가스 유로(21)를 통해 원료 가스 G1이 공급된다. 그리고, 전극 유닛(51 내지 53) 각각은, 방전 공간(4)에 공급된 원료 가스 G1을 활성화하여 활성 가스 G2를 생성하고 있다.
- [0020] 도 2는 도 1의 A-A 단면의 단면 구조를 나타내는 단면도이다. 도 3 내지 도 6은 전극 유닛(50)의 구조를 부분적으로 설명하는 설명도이다. 또한, 전극 유닛(50)은 전극 유닛(51 내지 53)의 어느 것에 상당한다. 또한, 전극 유닛(51 내지 53)은 서로 동일 구조를 나타내고 있다.
- [0021] 도 3은 전극 유닛(50)의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 4는 도 3의 B-B 단면의 단면 구조를 나타내는 설명도이다. 도 3 및 도 4는 접지 도체(6) 및 그 주변의 구조를 나타내는 제1 설명도가 된다.
- [0022] 도 5는 전극 유닛(50)의 평면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 6은 도 5의 C-C 단면의 단면 구조를 나타내는 설명도이다. 도 5 및 도 6은 접지 도체(6) 및 그 주변의 상세 구조를 나타내는 제2 설명도가 된다.
- [0023] 도 7 내지 도 30은, 전극 유닛(50)의 구성 부품의 상세를 나타내는 설명도이다. 도 7 및 도 8은 하우징(1)의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 7은 하우징(1)의 평면 구조를 나타내고 있고, 도 8은 하우징(1)의 단면 구조를 나타내고 있다.
- [0024] 도 9 및 도 10은 각각 고압측 유전체막(2)의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 9는 고압측 유전체막

(2)의 평면 구조를 나타내고 있고, 도 10은 고압측 유전체막(2)의 단면 구조를 나타내고 있다.

- [0025] 도 11 및 도 12는 각각 접지측 유전체막(3)의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 11은 접지측 유전체막(3)의 평면 구조를 나타내고 있고, 도 12는 접지측 유전체막(3)의 단면 구조를 나타내고 있다.
- [0026] 도 13 및 도 14는 각각 급전체(5)의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 13은 급전체(5)의 평면 구조를 나타내고 있고, 도 14는 급전체(5)의 단면 구조를 나타내고 있다.
- [0027] 도 15 내지 도 17은 각각 접지 도체(6)의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 15는 접지 도체(6)의 평면 구조를 나타내고 있고, 도 16은 접지 도체(6)의 단면 구조를 나타내고 있고, 도 17은 도 16의 주목 영역 R1에 있어서의 상세를 나타내고 있다.
- [0028] 도 18 및 도 19는 각각 커버 유전체막(8)의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 18은 커버 유전체막(8)의 평면 구조를 나타내고 있고, 도 19는 커버 유전체막(8)의 단면 구조를 나타내고 있다.
- [0029] 도 20 및 도 21은 각각 접지측 전극 구성부(E2)의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 20은 접지측 전극 구성부(E2)의 평면 구조를 나타내고 있고, 도 21은 접지측 전극 구성부(E2)의 단면 구조를 나타내고 있다. 접지측 전극 구성부(E2)는 접지측 유전체막(3), 도전막(7) 및 커버 유전체막(8)의 조합 구조를 포함하고 있다.
- [0030] 도 22 및 도 23은 각각 실드 유전체막(9)의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 22는 실드 유전체막(9)의 평면 구조를 나타내고 있고, 도 23은 실드 유전체막(9)의 단면 구조를 나타내고 있다.
- [0031] 도 24 및 도 25는 각각 유전체막 지지 부재(10)의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 24는 유전체막 지지 부재(10)의 평면 구조를 나타내고 있고, 도 25는 유전체막 지지 부재(10)의 단면 구조를 나타내고 있다.
- [0032] 도 26 내지 도 28은 각각 유전체막 억압 부재(11)의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 26은 유전체막 억압 부재(11)의 평면 구조를 나타내고 있고, 도 27은 유전체막 억압 부재(11)의 단면 구조를 나타내고 있고, 도 28은 도 27의 주목 영역 R2에 있어서의 상세를 나타내고 있다.
- [0033] 도 29 및 도 30은 각각 압박 부재(12)의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 29는 압박 부재(12)의 평면 구조를 나타내고 있고, 도 30은 압박 부재(12)의 단면 구조를 나타내고 있다.
- [0034] 또한, 도 1 내지 도 30은 각각 활성 가스 생성 장치(71), 전극 유닛(50) 또는 전극 유닛(50)의 구성 부품을 모식적으로 나타내고 있고, 축척을 포함하는 형상은 도 1 내지 도 30 사이에서 반드시 일치하지는 않는다. 또한, 도 1 내지 도 30 각각에 XYZ 직교 좌표계를 기재하고 있다.
- [0035] 이하, 상술한 도 1 내지 도 30을 적절히 참조하여, 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)에 대하여 설명한다.
- [0036] (전체 구조)
- [0037] 도 1에 나타난 바와 같이, 활성 가스 생성 장치(71)는 복수의 전극 유닛으로서 전극 유닛(51 내지 53)과, 하우징 내 공간 S1(도 8 참조)에 전극 유닛(51 내지 53)을 수용하여, 도전성을 갖는 하우징(1)을 구비하고 있다.
- [0038] 도 2 및 도 7에 나타난 바와 같이, 하우징(1)은 평탄면(1F)과 평탄면(1F)으로부터 깊이 방향으로 오목한 도체 수용 공간(6S)을 포함하는 하우징 저부(1a)를 갖고 있다.
- [0039] 도 8에 나타난 바와 같이, 하우징(1)은 하우징 저부(1a), 하우징 측부(1b) 및 하우징 상부(1c)를 갖고, 하우징 저부(1a), 하우징 측부(1b) 및 하우징 상부(1c)에 의해, 전극 유닛(51 내지 53)을 내부에 수용하는 하우징 내 공간 S1을 형성하고 있다.
- [0040] 전극 유닛(51 내지 53)은 각각 접지 도체(6)가 도체 수용 공간(6S) 내에 배치되는 양태로 하우징(1)의 하우징 내 공간 S1 내에 수용된다. 도 7에 나타난 바와 같이, 외부에 의해 공급되는 원료 가스 G1은, 하우징 저부(1a) 내에 마련된 가스 유로(21)를 통해 도체 수용 공간(6S) 내에 배치된 접지 도체(6)의 하면 및 측면에 마련되는 원료 가스용 유통 공간에 공급된다.
- [0041] 전극 유닛(51(50))은 제1 전극 구성부인 고압측 전극 구성부(E1)와, 고압측 전극 구성부(E1)의 하방에 마련되는 제2 전극 구성부인 접지측 전극 구성부(E2)를 구비하고 있다.
- [0042] 전극 유닛(51)은 제2 전극 구성부인 접지측 전극 구성부(E2)의 하방에 마련되어, 도체 수용 공간(6S) 내에 수용되는 기준 전위 도체인 접지 도체(6)를 더 구비하고 있다. 접지 도체(6)는 금속 등의 도전체를 구성 재료로 하고 있다.

- [0043] 제1 전극 구성부인 고압측 전극 구성부(E1)는 제1 전극용 유전체막인 고압측 유전체막(2)과 고압측 유전체막(2)의 상면 상에 형성되는 제1 전극용 도전막인 급전체(5)를 포함하고 있다. 또한, 제1 전극용 도전막인 급전체(5)는 제1 전극용 유전체막인 고압측 유전체막(2)의 중앙에 마련된 급전체 배치용 오목부(28) 상에 마련된다.
- [0044] 고압측 유전체막(2)은 유전체를 구성 재료로 하고 있고, 급전체(5)는 금속 등의 도전체를 구성 재료로 하고 있다. 예를 들어, 급전체(5)는 금속체로 구성된다.
- [0045] 접지측 전극 구성부(E2)는, 제2 전극용 유전체막인 접지측 유전체막(3)과 접지측 유전체막(3)의 하면 상에 형성되는 제2 전극용 도전막인 도전막(7)을 포함하고 있다. 또한, 도전막(7)의 막 두께는 얇기 때문에, 도 2 등에서는 도시가 생략되고, 도 20 및 도 21에서 도전막(7)의 형성 영역이 나타나 있다.
- [0046] 접지측 유전체막(3)은 유전체를 구성 재료로 하고 있고, 도전막(7)은 금속 등의 도전체를 구성 재료로 하고 있다.
- [0047] 기준 전위 도체인 접지 도체(6)는 상부에 비관통의 활성 가스용 버퍼 공간(68)을 갖고, 접지측 전극 구성부(E2)는 활성 가스용 버퍼 공간(68)을 막고 배치된다. 따라서, 활성 가스용 버퍼 공간(68) 외에 있어서, 도전막(7)의 하면과 접지 도체(6)의 상면이 접촉 관계를 갖는다.
- [0048] 제2 전극용 유전체막인 접지측 유전체막(3)은 평면으로 보아 활성 가스용 버퍼 공간(68)과 중복되는 영역에, 접지측 유전체막(3)을 관통하는 유전체 관통구(3h)를 갖고, 제2 전극용 도전막인 도전막(7)은 평면으로 보아 활성 가스용 버퍼 공간(68)과 중복되는 영역에 도전막 개구부(7h)를 갖고, 도전막 개구부(7h)는 평면으로 보아 유전체 관통구(3h)와 중복되어 있다.
- [0049] 하우징(1)의 하우징 저부(1a)는 외부로부터 원료 가스 G1을 받는 가스 유로(21)를 갖고, 접지 도체(6)와 하우징(1)의 도체 수용 공간(6S) 사이에 원료 가스용 유통 공간이 마련된다. 원료 가스용 유통 공간은 후술하는 바와 같이, 원료 가스 버퍼 공간(61), 슬릿 공간(62) 및 측면 공간(63)을 포함하고 있다.
- [0050] 원료 가스 G1은 가스 유로(21) 및 상기 원료 가스용 유통 공간을 통해, 방전 공간(4)의 주요 방전 공간으로 유도된다. 또한, 주요 방전 공간은, 후술하는 바와 같이, 고압측 유전체막(2)과 접지측 유전체막(3) 사이의 유전체 공간(18) 내에 있어서의 방전 공간(4)을 의미한다.
- [0051] 교류 전원(15)으로부터 인가되는 교류 전압은, 전기 배선이나 도입 단자 등의 전기적 접속 수단을 통해, 제1 전극용 도전막인 급전체(5)에 인가된다. 또한, 전기적 접속 수단을 나타내는 도시는 도 2 등에서는 생략하고 있다.
- [0052] 한편, 하우징(1)은 기준 전위인 접지 전위로 설정된다. 따라서, 하우징(1) 및 접지 도체(6)를 통해 제2 전극용 도전막인 도전막(7)이 접지 전위로 설정된다.
- [0053] 전극 유닛(51)(50)은 유전체막 지지 부재(10), 유전체막 억압 부재(11) 및 압박 부재(12) 등의 보조 부재를 더 구비하고 있다.
- [0054] (고압측 유전체막(2)의 고정)
- [0055] 유전체막 지지 부재(10)의 단차부(102)는 하우징(1)의 평탄면(1F) 상에 마련되어, 고압측 유전체막(2)을 하방으로부터 지지하는 지지면(10F)이 되는 상면을 갖고 있다. 이때, 유전체막 지지 부재(10)의 측면과 하우징(1)의 하우징 저부(1a)의 도체 수용 공간(6S)의 측면이 일치하도록, 유전체막 지지 부재(10)는 평탄면(1F) 상에 배치된다.
- [0056] 유전체막 억압 부재(11)는 고압측 유전체막(2)을 상방으로부터 억압하기 위한 부재이고, 평면으로 보아 급전체(5)와 중복되지 않는다. 즉, 고압측 유전체막(2)의 상면에, 유전체막 억압 부재(11) 및 급전체(5)가 형성되어 있지 않은 노출 영역 EX2가 존재한다.
- [0057] 도 6, 도 27 및 도 28에 나타낸 바와 같이, 유전체막 억압 부재(11)의 하면은, 고압측 유전체막(2)의 상면과 접촉하는 유전체 접촉 영역(112)과 고압측 유전체막(2)의 상면과 접촉하지 않는 유전체 비접촉 영역(111)을 갖고 있다. 유전체 접촉 영역(112)은 고압측 유전체막(2)과 접하여 하중을 가하는 영역이 되고, 유전체 비접촉 영역(111)은 고압측 유전체막(2)과는 접촉 관계를 갖지 않고, 고압측 유전체막(2)의 상면 상에서 급전체(5)측으로 돌출되는 영역이 된다.
- [0058] 유전체 접촉 영역(112)은 평면으로 보아 고압측 유전체막(2)의 주변 영역 및 유전체막 지지 부재(10)의 지지면

(10F)과 중복되고, 유전체 비접촉 영역(111)은 평면으로 보아 고압측 유전체막(2)의 주변 영역보다 내측의 중간 영역과 중복되어 있다. 즉, 중간 영역은 고압측 유전체막(2)의 주변 영역으로부터 급전체(5)측으로 인접하는 영역이 된다.

- [0059] 유전체막 억압 부재(11)는 금속 등으로 구성되어, 도전성을 갖고, 하우징(1), 설치용 볼트(31) 및 압박 부재(12)를 통해 기준 전위인 접지 전위로 설정된다. 설치용 볼트(31) 및 압박 부재(12)도 도전성을 갖고 있다.
- [0060] 따라서, 고압측 유전체막(2)은 유전체 접촉 영역(112)에 있어서 상방으로부터 유전체막 억압 부재(11)에 의해 억압된다. 이하, 유전체막 지지 부재(10), 유전체막 억압 부재(11) 및 압박 부재(12)의 조합 구조에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0061] 도 2에 나타난 바와 같이, 유전체막 지지 부재(10) 상면 상에 압박 부재(12)가 배치되고, 설치용 볼트(31)에 의해 압박 부재(12) 및 유전체막 지지 부재(10)가 하우징(1)의 하우징 저부(1a) 상에 고정된다.
- [0062] 도 24 및 도 25에 나타난 바와 같이, 유전체막 지지 부재(10)는 평면으로 보아 중앙에 중앙 개구부(100)를 갖는 원 형상을 나타내고 있다. 중앙 개구부(100)의 주변에 단차부(102)와 주변부 상면(101)을 포함하는 단차 구조가 원환상으로 마련된다. 단차부(102)의 상면이 지지면(10F)이 된다. 단차부(102)(지지면(10F))의 외주측의 주변부 상면(101)에 복수의 관통구(10h)가 이산되어 원 형상으로 마련된다.
- [0063] 한편, 도 9 및 도 10에 나타난 바와 같이, 고압측 유전체막(2)은 평면으로 보아 중앙에 급전체 배치용 오목부(28)를 갖는 원 형상을 나타내고 있다. 급전체 배치용 오목부(28)의 주변에 원환상으로 주변 표면 영역(27)이 마련된다. 또한, 고압측 유전체막(2)은 평면으로 보아 원 형상의 오목부 저면(26)을 갖고, 오목부 저면(26)의 주변의 저면이 평면으로 보아 원환상의 볼록부 저면(23)이 된다.
- [0064] 도 13 및 도 14에 나타난 바와 같이, 급전체(5)는 원기둥 형상을 갖고 있다. 급전체(5)의 저면이 고압측 유전체막(2)의 급전체 배치용 오목부(28) 상에 위치하는 양태로, 급전체(5)는 고압측 유전체막(2)의 상면 상에 배치된다.
- [0065] 제1 전극용 도전막인 급전체(5)에는 교류 전원(15)으로부터 교류 전압이 인가된다. 또한, 도 5에 나타난 바와 같이, 급전체 배치용 오목부(28)는 평면으로 보아 급전체(5)를 포함하고, 급전체(5)보다 약간 넓은 평면 형상을 갖고 있다.
- [0066] 고압측 유전체막(2)은 유전체막 지지 부재(10)의 지지면(10F)과 고압측 유전체막(2)의 볼록부 저면(23)이 접촉하는 양태로, 고압측 유전체막(2)은 유전체막 지지 부재(10) 상에 배치된다. 고압측 유전체막(2)과 유전체막 지지 부재(10)는, 도시하지 않은 0링 등의 시일재를 통해 접촉시키고 있다.
- [0067] 또한, 도 26 및 도 27에 나타난 바와 같이, 유전체막 억압 부재(11)는 평면으로 보아 중앙에 중앙 개구부(110)를 갖는 원 형상을 나타내고 있다. 중앙 개구부(110)의 외주측에 마련되는 원환상의 하면 영역이 유전체 비접촉 영역(111)이 되고, 유전체 비접촉 영역(111)의 외주측에 마련되는 원환상의 하면 영역이 유전체 접촉 영역(112)이 된다.
- [0068] 도 28에 나타난 바와 같이, 유전체 접촉 영역(112)은 유전체 비접촉 영역(111)보다 하방(-Z방향)으로 돌출되어 있고, 고압측 유전체막(2)의 상면 U2와 접촉 관계를 갖는다. 한편, 유전체 비접촉 영역(111)은 고압측 유전체막(2)의 상면 U2 사이에 간극 SP11이 존재하기 때문에, 고압측 유전체막(2)의 상면 U2와 비접촉이 된다.
- [0069] 도 29 및 도 30에 나타난 바와 같이, 압박 부재(12)는 평면으로 보아 중앙에 중앙 개구부(120)를 갖는 원 형상을 나타내고 있다. 중앙 개구부(120)의 외주측의 외주 영역(125)에 복수의 내측 관통구(121h)가 이산되어 원 형상으로 마련되고, 복수의 내측 관통구(121h)의 외주측에 복수의 외측 관통구(122h)가 이산되어 원 형상으로 마련된다.
- [0070] 이와 같이, 압박 부재(12)의 외주 영역(125)에 복수의 내측 관통구(121h)와 복수의 외측 관통구(122h)가 마련된다. 또한, 복수의 내측 관통구(121h)는 각각 탭을 컷한 관통구가 된다.
- [0071] 상술한 구조의 압박 부재(12)의 외주 영역(125)의 일부가 유전체막 지지 부재(10) 상에 적재되고, 복수의 설치용 볼트(31)에 의해, 유전체막 지지 부재(10) 및 압박 부재(12)는 하우징(1)의 하우징 저부(1a)에 고정된다. 복수의 설치용 볼트(31)의 나사부는 복수의 외측 관통구(122h) 및 복수의 관통구(10h)를 관통하여, 하우징 저부(1a)에 설치된다.
- [0072] 도 2 내지 도 6에 나타난 바와 같이, 압박 부재(12)는 평면으로 보아 유전체막 지지 부재(10) 및 유전체막 억압

부재(11)와 중복되는 영역에 배치되어 있다.

- [0073] 한편, 압박 부재(12)의 복수의 내측 관통구(121h)를 관통시키는 양태로 복수의 억압 보조 부재(32)를 압박 부재(12)에 설치하고 있다. 억압 보조 부재(32)로서 볼트나 고정 나사 등이 생각된다. 복수의 억압 보조 부재(32)에 의해 유전체막 억압 부재(11)를 압박하도록, 복수의 억압 보조 부재(32)가 복수의 내측 관통구(121h) 내에 설치된다. 복수의 억압 보조 부재(32)는 평면으로 보아 유전체막 억압 부재(11)의 유전체 접촉 영역(112)과 고압측 유전체막(2)의 볼록부 저면(23)과 중복되는 위치에 마련된다.
- [0074] 따라서, 복수의 억압 보조 부재(32)의 압박력을 받는 유전체막 억압 부재(11)에 의해, 상방의 유전체 접촉 영역(112)으로부터 고압측 유전체막(2)이 억압된다.
- [0075] 상술한 바와 같이, 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)의 전극 유닛(50)에 있어서, 제1 전극용 유전체막인 고압측 유전체막(2)은 복수의 억압 보조 부재(32)의 압박력을 받는 유전체막 억압 부재(11)에 의해, 상방의 유전체 접촉 영역(112)으로부터 억압된다. 이 때문에, 유전체막 억압 부재(11)에 의해 고압측 유전체막(2)에 하중이 가해지는 영역은 유전체 접촉 영역(112)의 하방 영역만으로 제한할 수 있다.
- [0076] 그 결과, 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)는 고압측 유전체막(2)에 불필요한 굽힘 응력을 부여하는 일 없이, 유전체막 억압 부재(11)의 유전체 접촉 영역(112)과 유전체막 지지 부재(10)의 지지면(10F) 사이에서 고압측 유전체막(2)을 안정성 좋게 고정할 수 있다.
- [0077] 유전체막 억압 부재(11)는 기준 전위인 접지 전위로 설정되어, 도전성을 갖고 있다. 유전체막 억압 부재(11)의 유전체 비접촉 영역(111)은 평면으로 보아 고압측 유전체막(2)의 중간 영역과 중복되어 있다.
- [0078] 따라서, 전극 유닛(50)은 유전체 비접촉 영역(111)을 갖는 유전체막 억압 부재(11)에 의해 급전체(5)의 전계 강도를 완화하여 고압측 유전체막(2)의 중간 영역의 전위를 저하시킬 수 있기 때문에, 고압측 유전체막(2)과 접지측 유전체막(3)의 외경 방향의 전위를 저하시킬 수 있다.
- [0079] 그 결과, 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)에 있어서의 전극 유닛(50)은 고압측 유전체막(2)과 유전체막 지지 부재(10)의 공극(20)에 있어서의 절연 파괴를 확실하게 방지할 수 있다.
- [0080] (접지 도체(6))
- [0081] 도 15 내지 도 17에 나타난 바와 같이, 하우징(1)의 도체 수용 공간(6S) 내에 수용되는 접지 도체(6)는 평면으로 보아 원 형상을 나타내고 있고, 저면의 단부 영역에 원료 가스 버퍼 공간(61) 및 슬릿 공간(62)을 갖고 있다.
- [0082] 원료 가스 버퍼 공간(61)은 평면하여 원환상으로 형성되어 있고, 도 2에 나타난 바와 같이, 가스 유로(21)와 연결되어 있고, 외부로부터 공급되는 원료 가스 G1을 가스 유로(21)를 통해 원료 가스 버퍼 공간(61) 내에 도입할 수 있다.
- [0083] 원료 가스 버퍼 공간(61)의 주변에 복수의 슬릿 공간(62)이 이산되어 마련된다. 도 17에 나타난 바와 같이, 복수의 슬릿 공간(62)은 각각 원료 가스 버퍼 공간(61)과 연결되어 있고, 원료 가스 버퍼 공간(61)으로부터 슬릿 공간(62)에 걸쳐서 원료 가스 G1이 유통될 수 있다.
- [0084] 도 6 및 도 17에 나타난 바와 같이, 측면 공간(63)은 도체 수용 공간(6S)의 내주 측면과 접지 도체(6)의 외주 측면 사이의 간극 공간이고, 평면으로 보아 원환상으로 마련된다.
- [0085] 유전체막 지지 부재(10)와 접지 도체(6)는, 도 3 및 도 4에 나타난 바와 같은 위치 관계를 갖기 때문에, 측면 공간(63)을 통과한 원료 가스 G1은 유전체막 지지 부재(10)의 하방 측면 영역 R10에 공급된다.
- [0086] 이와 같이, 원료 가스 버퍼 공간(61)은 접지 도체(6)의 하면측에 마련되어, 가스 유로(21)를 통해 원료 가스 G1을 받고 있다. 복수의 슬릿 공간(62)은 각각, 접지 도체(6)의 하면측에 마련되어, 원료 가스 버퍼 공간(61)에 연결되어 있다.
- [0087] 측면 공간(63)은 접지 도체(6)의 측면측에 마련되어, 복수의 상기 슬릿 공간에 연결되어 있다. 상술한 바와 같이, 원료 가스용 유통 공간은, 원료 가스 버퍼 공간(61), 복수의 슬릿 공간(62) 및 측면 공간(63)을 포함하고 있다.
- [0088] 따라서, 외부로부터 가스 유로(21)로 공급되는 원료 가스 G1은, 원료 가스 버퍼 공간(61), 슬릿 공간(62) 및 측면 공간(63)을 경유하여, 방전 공간(4)으로 유도된다.

- [0089] 복수의 슬릿 공간(62)은 각각, 원료 가스 G1이 원료 가스 버퍼 공간(61)에서 일시적으로 체류한 후, 복수의 슬릿 공간(62) 각각에 흐르도록, 원료 가스 버퍼 공간(61)과 비교하여 원료 가스가 흐르기 어려운 좁은 공간으로 설정된다. 즉, 복수의 슬릿 공간(62)은 원료 가스 버퍼 공간(61)이나 측면 공간(63)과 비교하여 원료 가스 G1의 흐름 용이성을 나타내는 계수인 컨덕턴스를 작게 하고 있다.
- [0090] 그 결과, 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)는 방전 공간(4)으로 원료 가스 G1을 공간적으로 균일하게 공급할 수 있다. 즉, 평면으로 보아 원 형상의 유전체 공간(18)의 주변부로부터 중심의 방전 공간(4)을 향해 균일하게 원료 가스 G1이 공급된다.
- [0091] 슬릿 공간(62)의 컨덕턴스를 낮춤으로써, 원료 가스 버퍼 공간(61)과 측면 공간(63)의 차압이 커져, 복수의 슬릿 공간(62) 각각을 흐르는 원료 가스 G1의 유량의 변동이 저감화된다. 따라서, 원료 가스 G1은 방전 공간(4)을 향해 균일하게 공급된다. 또한, 원료 가스 G1의 유량은, 예를 들어 가스 유로(21)의 상류에 마련된 매스 플로우 컨트롤러(MFC) 등에 의해 조정된다.
- [0092] 따라서, 일반적인 활성 가스 생성 장치는, 원료 가스 G1이 균일하게 공급되지 않으면, 원료 가스 G1이 방전 공간(4)을 통과하는 시간이 달라지는 결과, 활성 가스 G2의 생성 효율이 악화되는 문제가 발생한다. 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)는 원료 가스 G1을 균일하게 공급할 수 있기 때문에, 상기한 문제는 발생하지 않는다.
- [0093] (접지측 전극 구성부(E2)와 활성 가스용 버퍼 공간(68))
- [0094] 상술한 바와 같이, 제2 전극 구성부인 접지측 전극 구성부(E2)는 접지측 유전체막(3) 및 도전막(7)을 포함하고 있다.
- [0095] 도 11 및 도 12에 나타난 바와 같이, 접지측 유전체막(3)은 평면으로 보아 원 형상을 나타내고 있고, 중앙에 원 형상의 유전체 관통구(3h)를 갖고 있다.
- [0096] 도 18 및 도 19에 나타난 바와 같이, 커버 유전체막(8)은 평면으로 보아 원 형상을 나타내고 있고, 중앙에 원 형상의 커버 관통구(8h)를 갖고 있다. 또한, 커버 유전체막(8)은 접지측 유전체막(3)과 동일한 구성 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 이것은, 커버 유전체막(8)과 접지측 유전체막(3) 사이에서 열팽창 계수가 다른 경우에, 변형이 발생하는 것을 방지하기 위해서이다. 또한, 열팽창 계수가 가까운 재료를, 커버 유전체막(8) 및 접지측 유전체막(3) 각각의 재료로서 선택해도 된다.
- [0097] 도 20 및 도 21에 나타난 바와 같이, 도전막(7)은 평면으로 보아 원 형상을 나타내고 있고, 중앙에 평면으로 보아 원 형상의 도전막 개구부(7h)를 갖고 있다.
- [0098] 유전체 관통구(3h) 및 도전막 개구부(7h)는 각각 평면으로 보아 활성 가스용 버퍼 공간(68)과 중복되어 있고, 도 21에 나타난 바와 같이, 도전막 개구부(7h)는 평면으로 보아 유전체 관통구(3h)를 포함하고, 유전체 관통구(3h)보다 넓은 형상을 나타내고 있다.
- [0099] 접지측 유전체막(3) 및 도전막(7) 각각의 중심 위치를 일치시킨 양태로 접지측 유전체막(3) 하면 상에 도전막(7)이 마련된다. 도전막(7)의 직경은 접지측 유전체막(3)의 직경과 동일 정도로 설정되지만, 중앙에 유전체 관통구(3h)보다 넓은 도전막 개구부(7h)가 마련되어 있는 만큼, 도전막(7)의 형성 면적은 접지측 유전체막(3)의 형성 면적보다 좁다.
- [0100] 도전막 개구부(7h)의 원주형 외주선이 되는 도전막 내측 경계(7e)는 도전막(7)에 있어서의 유전체 관통구(3h)측의 단부가 되고, 도전막 내측 경계(7e)보다 내측의 영역에는 도전막(7)이 형성되어 있지 않다. 도전막 내측 경계(7e)가 도전막(7)의 전극 경계선이 된다. 따라서, 도 21에 나타난 바와 같이, 접지측 유전체막(3)의 하면 상에 있어서의 도전막(7)의 형성 영역 A7은, 접지측 유전체막(3)의 외주 위치로부터 도전막 내측 경계(7e)에 이르는 영역이 된다.
- [0101] 도 20 및 도 21에 나타난 바와 같이, 커버 유전체막(8)은 접지측 유전체막(3)의 하면 상으로부터 도전막 내측 경계(7e)를 포함하여 도전막(7)의 하면 상에 걸쳐서 원 형상으로 마련된다. 단, 커버 유전체막(8)은 중심에 커버 관통구(8h)를 갖고 있다. 즉, 도전막(7)의 도전막 개구부(7h)의 외경은, 커버 유전체막(8)의 외경보다 짧아지는 치수 관계가 된다.
- [0102] 커버 관통구(8h)는 유전체 관통구(3h)와 동일 정도의 형상을 갖고, 커버 관통구(8h)는 도전막 개구부(7h)에 포함되고, 도전막 개구부(7h)보다 좁은 형상을 갖고 있다. 따라서, 커버 유전체막(8)은 도전막(7)의 도전막 내측

경계(7e)(전극 경계선)를 덮고 있다. 그리고, 커버 유전체막(8)이 덮여 있지 않은 도전막(7)의 하면과 접지 도체(6)의 상면이 접촉 관계를 갖게 된다.

- [0103] 도 15 및 도 16에 나타난 바와 같이, 접지 도체(6)의 상부에 마련되는 활성 가스용 버퍼 공간(68)은 평면으로 보아 원 형상을 나타내고 있고, 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 저면(65)의 주변에 복수의 가스 분출구(69)가 마련된다.
- [0104] 도 15 및 도 16에 커버 유전체막(8)의 형성 영역도 함께 나타내고 있다. 이들 도면에 나타난 바와 같이, 커버 유전체막(8)의 외주선은 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 외주선과 거의 동일해진다.
- [0105] 도 2 및 도 16에 나타난 바와 같이, 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 저면(65) 상에 실드 유전체막(9)이 마련된다.
- [0106] 도 22 및 도 23에 나타난 바와 같이 실드 유전체막(9)은 소정의 막 두께로 평면으로 보아 원 형상으로 형성되어 있다.
- [0107] 실드 유전체막(9)은 활성 가스용 버퍼 공간(68) 및 실드 유전체막(9) 각각의 중심 위치를 일치시킨 양태로 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 저면(65) 상에 마련된다.
- [0108] 도 15 및 도 16에 나타난 바와 같이, 복수의 가스 분출구(69)는 평면으로 보아 커버 유전체막(8)과 중복되고, 또한 평면으로 보아 유전체 관통구(3h) 및 커버 관통구(8h)와는 중복되지 않는다.
- [0109] 도 16에 나타난 바와 같이, 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 저면(65)의 주변에 접지 도체(6)를 관통하여 복수의 가스 분출구(69)가 마련된다. 즉, 평면으로 보아 실드 유전체막(9)의 주변 영역에 복수의 가스 분출구(69)가 마련된다.
- [0110] 이러한 구조의 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)에 있어서, 원료 가스 G1은 금속 하우징(2)의 외부로부터, 전술한 바와 같이, 가스 유로(21) 및 원료 가스용 유통 공간을 경유하여 방전 공간(4)에 공급된다.
- [0111] 유전체 배리어 방전이 발생하고 있는 방전 공간(4)에 원료 가스 G1이 공급되면, 원료 가스 G1은 활성화되어 활성 가스 G2가 되고, 유전체 관통구(3h) 및 커버 관통구(8h)를 통과하여 활성 가스용 버퍼 공간(68)으로 도입된다. 활성 가스용 버퍼 공간(68) 내에 들어간 활성 가스 G2는, 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 저면에 마련된 복수의 가스 분출구(69)를 통과하여 후단의 처리 공간에 공급된다.
- [0112] 이와 같은 구성의 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)에 있어서, 제1 전극용 유전체막인 고압측 유전체막(2)과, 제2 전극용 유전체막인 접지측 유전체막(3)이 대향하는 주요 유전체 공간이 유전체 공간(18)이 된다. 유전체 공간(18)은 평면으로 보아 원 형상을 나타내고 있다. 또한, 고압측 유전체막(2)과 실드 유전체막(9)이 대향하는 공간이 보조 유전체 공간으로서 규정된다. 방전 공간(4)은 유전체 공간(18) 내에 있어서 급전체(5)와 도전막(7)이 평면으로 보아 중복되는 주요 방전 공간을 포함하고 있다.
- [0113] 상기 주요 방전 공간을 형성하기 위해, 고압측 유전체막(2)과 접지측 유전체막(3)이 높이 방향(Z방향)으로 일정한 거리가 되도록 대응하여 설치되어 있고, 고압측 유전체막(2)과 접지측 유전체막(3) 사이의 유전체 공간(18) 내에 방전 공간(4)의 상기 주요 방전 공간이 존재하고 있다.
- [0114] 방전 공간(4)은 추가로, 상기 보조 유전체 공간 내에 있어서 유전체 관통구(3h), 커버 관통구(8h) 및 실드 유전체막(9) 상의 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 일부를 포함하는 보조 방전 공간(44)을 포함하고 있다.
- [0115] 접지 도체(6)에 있어서 저면(65) 하의 저면 영역을 접지 전위로 설정된 접지 전극용 도전막으로서 사용하여, 교류 전원(15)으로부터 교류 전압을 받는 급전체(5)와 상기 접지 전극용 도전막 사이에 방전 전압을 인가함으로써, 보조 방전 공간(44)을 생성할 수 있다.
- [0116] 전술한 바와 같이, 보조 방전 공간(44)은 유전체 관통구(3h), 커버 관통구(8h) 및 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 일부를 포함하고 있다. 이와 같이, 실시 형태 1에서 형성되는 방전 공간(4)은 유전체 공간(18) 내의 주요 방전 공간 및 보조 방전 공간(44)을 포함하고 있다.
- [0117] 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)에 있어서, 보조 방전 공간(44)으로부터 복수의 가스 분출구(69) 각각에 이르는 경로가 활성 가스 유통 경로로서 규정된다.
- [0118] 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)에 있어서, 방전 공간(4)의 일부인 보조 방전 공간(44)은 유전체 관통구(3h)와 커버 관통구(8h)와 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 일부를 포함하고 있기 때문에, 보조 방전 공간(44)으로부터 복수의 가스 분출구(69)에 이르는 활성 가스 유통 경로를 필요 최소한의 체적으로 억제하여 활성 가스 G2

의 실효량을 억제할 수 있다.

- [0119] 또한, 전극 유닛(50)의 접지측 전극 구성부(E2)에 있어서의 커버 유전체막(8)은 활성 가스용 버퍼 공간(68) 내에 있어서 도전막(7)의 전극 경계선인 도전막 내측 경계(7e)를 덮고, 또한 평면으로 보아 복수의 가스 분출구(69)와 중복되어 있기 때문에, 활성 가스 G2가 도전막(7)에 충돌하는 것에 수반하여 활성 가스 G2가 소실되는 표면 실효 현상을 억제할 수 있다.
- [0120] 그 결과, 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)는 고농도의 활성 가스 G2를 복수의 가스 분출구(69)로부터 후단의 처리 공간으로 공급할 수 있다.
- [0121] 실시 형태 1의 전극 유닛(50)은 상술한 구조를 가짐으로써, 방전 공간(4)에 면하는 부분은 절연체인 유전체를 구성 재료로 한 부품(고압측 유전체막(2), 접지측 유전체막(3), 커버 유전체막(8) 및 실드 유전체막(9))만이 된다. 금속 재료가 방전에 면하면 용이하게 이온화되어, 가스 중에 금속 이온이 포함되게 되고, 콘타미네이션의 원인이 된다. 한편, 유전체는 방전에 면해도 용이하게 이온화되지 않기 때문에, 가스 중으로의 콘타미네이션을 방지할 수 있다.
- [0122] (하우징 개구부(41))
- [0123] 도 2에 나타난 바와 같이, 하우징(1)의 하우징 저부(1a)는 하우징 개구부(41)를 갖고 있다. 하우징 개구부(41)는 활성 가스용 버퍼 공간(68)과 평면으로 보아 중복되는 영역에 마련되어, 하우징 저부(1a)를 관통하고 있다.
- [0124] 따라서, 복수의 가스 분출구(69)로부터 분출되는 활성 가스 G2는, 하우징 개구부(41)를 통해 하방의 처리 공간으로 유도된다.
- [0125] 도 2에 나타난 바와 같이, 하우징 저부(1a)에 마련된 하우징 개구부(41)는 하방을 향함에 따라 개구 면적이 넓어져, 도 2 및 도 7에 나타난 바와 같이, 최하 외주연(41L)을 갖는 테이퍼 형상을 갖고 있다.
- [0126] 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)에 있어서, 하우징(1)의 하우징 저부(1a)에 마련되는 하우징 개구부(41)는 하방을 향함에 따라 개구 면적이 넓어지는 테이퍼 형상을 갖고 있다.
- [0127] 이 때문에, 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)는 복수의 가스 분출구(69)로부터 분출되는 활성 가스 G2가 하우징 저부(1a)에 충돌하는 것에 의한 손실을 최소한으로 억제하여, 고농도의 활성 가스 G2를 하방의 처리 공간으로 공급할 수 있다.
- [0128] <실시 형태 2>
- [0129] (실시 형태 1의 과제)
- [0130] 상술한 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)에서는, 활성 가스용 버퍼 공간(68)으로부터 복수의 가스 분출구(69)를 경유하여, 하방에 존재하는 후단의 처리 공간에 활성 가스 G2를 공급하고 있다. 이하, 복수의 가스 분출구(69)로부터 활성 가스 G2를 복수의 부분 활성 가스라고 규정하여 설명한다.
- [0131] 도 31은 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)에 있어서의 전극 유닛(50)(51 내지 53)의 활성 가스 G2의 분출 형태를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 32는 전극 유닛(50)에 있어서 이상으로 여기는 활성 가스 G2의 분출 형태를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 31 및 도 32는, 예를 들어 도 1의 A-A 단면에 상당한다. 도 31 및 도 32 각각에 XYZ 직교 좌표계를 기재하고 있다.
- [0132] 도 31에 나타난 바와 같이, 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)가 구비하는 전극 유닛(50)(51 내지 53)에 있어서, 복수의 가스 분출구(69)는 복수의 부분 활성 가스 사이에서 충돌이 발생하지 않도록, 하방을 향함에 따라 서로 멀어지는 양태로 마련되어 있다.
- [0133] 그러나, 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 공간 압력 p_0 과 후단의 처리 공간의 공간 압력 p_1 이 크게 다른 경우, 예를 들어 $\{(p_1/p_0) < 0.5\}$ 가 되는 경우, 복수의 가스 분출구(69)로부터 분출되는 복수의 부분 활성 가스는, 도 31의 가스의 흐름 FGX에 나타난 바와 같이, 초크 흐름이라고 불리는 일방향만의 흐름이 되어, 복수의 부분 활성 가스는 각각 확산되지 않고 직선 위로 진행한다.
- [0134] 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)는 후단의 처리 공간에 균일한 활성 가스 G2를 공급하기 위해, 전극 유닛(50) 단위로 복수의 가스 분출구(69)를 마련하고, 또한 비교적 넓은 영역을 갖는 처리 공간에 대하여 활성 가스 G2를 공급하기 위해, 전극 유닛(50)을 전극 유닛(51 내지 53)으로서 복수 마련하는 구조를 채용하고 있다.

- [0135] 그러나, 각 전극 유닛(50)으로부터 분출되는 복수의 부분 활성 가스는 각각, 도 31에서 나타내는 직선형의 가스 흐름 FGX로 처리 공간에 공급되고 있고, 도 32에서 나타내는 다방향으로 확산된 가스의 흐름 FGY로 되어 있지 않다.
- [0136] 이와 같이, 전극 유닛(50)의 복수의 가스 분출구(69) 각각으로부터 분출되는 부분 활성 가스는 기본적으로 하나의 방향성만 갖고 있다. 이 때문에, 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)는 [발명이 해결하려는 과제]의 란에서 설명한 제1 및 제2 개량 구조와 마찬가지로, 처리 공간에 균일한 활성 가스 G2를 공급할 수 없다는 과제가 남아 있다.
- [0137] 이하에서 설명하는 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)에서는, 상기 과제의 해결을 도모한 것이다.
- [0138] (실시 형태 2의 구조)
- [0139] 도 33은 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)에 있어서의 전극 유닛(55)의 단면 구조를 나타내는 설명도이다.
- [0140] 활성 가스 생성 장치(75)의 전체 구성은 도 1에서 나타낸 활성 가스 생성 장치(71)와 마찬가지로의 구성이다. 따라서, 도 33에서 나타내는 전극 유닛(55)은 도 1에서 나타내는 전체 구성의 활성 가스 생성 장치(75)에 있어서의 전극 유닛(51 내지 53)의 어느 것에 대응한다.
- [0141] 즉, 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)는 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)와 마찬가지로, 복수의 전극 유닛으로서 전극 유닛(51 내지 53)과, 하우징 내 공간 S1(도 8 참조)에 전극 유닛(51 내지 53)을 수용하여, 도전성을 갖는 하우징(1)을 구비하고 있다.
- [0142] 실시 형태 2의 전극 유닛(55)은 실시 형태 1의 전극 유닛(50)의 접지 도체(6)를 접지 도체(60)로 치환한 것을 특징으로 하고 있다.
- [0143] 이하, 실시 형태 1의 전극 유닛(50)과 동일한 구성 부분은 동일 부호를 붙여, 실시 형태 4의 전극 유닛(55)의 특징 부분을 중심으로 설명한다.
- [0144] 도 33에 나타낸 바와 같이, 전극 유닛(55)은 접지측 유전체막(3)을 포함하는 접지측 전극 구성부(E2)의 하방에 마련되어, 도체 수용 공간(6S) 내에 수용되는 기준 전위 도체인 접지 도체(60)를 구비하고 있다. 접지 도체(60)는 금속 등의 도전체를 구성 재료로 하고 있다.
- [0145] 실시 형태 2의 전극 유닛(55)은 접지 도체(60)가 도체 수용 공간(6S) 내에 배치되는 양태로 하우징(1)의 하우징 내 공간 S1 내에 수용된다. 외부에 의해 공급되는 원료 가스 G1은, 하우징 저부(1a) 내에 마련된 가스 유로(21)를 통해 도체 수용 공간(6S) 내에 배치된 접지 도체(60)의 하면 및 측면에 마련되는 원료 가스용 유통 공간에 공급된다.
- [0146] (접지 도체(60))
- [0147] 도 34 및 도 35는 각각 접지 도체(60)의 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 34는 접지 도체(60)의 평면 구조를 나타내고 있고, 도 35는 접지 도체(60)의 단면 구조를 나타내고 있다. 도 34 및 도 35 각각에 XYZ 직교 좌표계를 기재하고 있다.
- [0148] 기준 전위 도체인 접지 도체(60)는 상부에 비관통의 활성 가스용 버퍼 공간(68)을 갖고, 접지측 유전체막(3)을 포함하는 접지측 전극 구성부(E2)는 활성 가스용 버퍼 공간(68)을 막고 배치된다. 따라서, 활성 가스용 버퍼 공간(68) 외에 있어서, 도전막(7)의 하면과 접지 도체(60)의 상면이 접촉 관계를 갖는다.
- [0149] 실시 형태 1과 마찬가지로, 하우징(1)은 기준 전위인 접지 전위로 설정된다. 따라서, 하우징(1) 및 접지 도체(60)를 통해 도전막(7)이 접지 전위로 설정된다.
- [0150] 하우징(1)의 도체 수용 공간(6S) 내에 수용되는 접지 도체(60)는 도 34에 나타낸 바와 같이, 평면으로 보아 원형상을 나타내고 있고, 저면의 단부 영역에 원료 가스 버퍼 공간(61) 및 슬릿 공간(62)을 갖고 있다.
- [0151] 실시 형태 1의 접지 도체(6)에 대한 것과 마찬가지로, 접지 도체(60)에 대하여 원료 가스 버퍼 공간(61), 복수의 슬릿 공간(62) 및 측면 공간(63)을 포함하는 원료 가스용 유통 공간이 마련된다.
- [0152] 따라서, 외부로부터 가스 유로(21)로 공급되는 원료 가스 G1은, 원료 가스 버퍼 공간(61), 슬릿 공간(62) 및 측면 공간(63)을 경유하여, 방전 공간(4)으로 유도된다.

- [0153] 이 때문에, 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)는 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(71)와 마찬가지로, 방전 공간(4)으로 원료 가스 G1을 공간적으로 균일하게 공급할 수 있다.
- [0154] 도 34 및 도 35에 나타난 바와 같이, 접지 도체(60)의 상부에 마련되는 활성 가스용 버퍼 공간(68)은 평면으로 보아 원 형상을 나타내고 있고, 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 저면(65)의 주변에 복수의 가스 분출구(70)가 마련된다.
- [0155] 복수의 가스 분출구(70)는 실시 형태 1의 복수의 가스 분출구(69)와 마찬가지로, 평면으로 보아 커버 유전체막(8)과 중복되고, 또한 평면으로 보아 유전체 관통구(3h) 및 커버 관통구(8h)와는 중복되지 않는다.
- [0156] 도 33 내지 도 35에 나타난 바와 같이, 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 저면(65)의 주변에 접지 도체(60)를 관통하여 복수의 가스 분출구(70)가 마련된다. 즉, 평면으로 보아 실드 유전체막(9)의 주변 영역에 복수의 가스 분출구(70)가 마련된다.
- [0157] 유전체 배리어 방전이 발생하고 있는 방전 공간(4)에 원료 가스 G1이 공급되면, 원료 가스 G1은 활성화되어 활성 가스 G2가 되고, 유전체 관통구(3h) 및 커버 관통구(8h)를 통과하여 활성 가스용 버퍼 공간(68)으로 도입된다. 활성 가스용 버퍼 공간(68) 내에 들어간 활성 가스 G2는, 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 저면에 마련된 복수의 가스 분출구(70)를 통과하여 후단의 처리 공간에 공급된다.
- [0158] 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)에 있어서, 보조 방전 공간(44)으로부터 복수의 가스 분출구(70) 각각에 이르는 경로가 활성 가스 유통 경로로서 규정된다.
- [0159] 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)에 있어서, 방전 공간(4)의 일부인 보조 방전 공간(44)은 유전체 관통구(3h)와 커버 관통구(8h)와 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 일부를 포함하고 있기 때문에, 보조 방전 공간(44)으로부터 복수의 가스 분출구(70)에 이르는 활성 가스 유통 경로를 필요 최소한의 체적으로 억제하여 활성 가스 G2의 실활량을 억제할 수 있다.
- [0160] 또한, 전극 유닛(55)의 접지측 전극 구성부(E2)에 있어서의 커버 유전체막(8)은 활성 가스용 버퍼 공간(68) 내에 있어서 도전막(7)의 전극 경계선인 도전막 내측 경계(7e)를 덮고, 또한 평면으로 보아 복수의 가스 분출구(70)와 중복되어 있기 때문에, 활성 가스 G2가 도전막(7)에 충돌하는 것에 수반하여 활성 가스 G2가 소실하는 표면 실활 현상을 억제할 수 있다.
- [0161] 그 결과, 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)는 실시 형태 1과 마찬가지로, 고농도의 활성 가스 G2를 복수의 가스 분출구(70)로부터 후단의 처리 공간으로 공급할 수 있다.
- [0162] 하우징(1)의 하우징 저부(1a)는 활성 가스용 버퍼 공간(68)과 평면으로 보아 중복되는 영역에 하우징 개구부(41)를 갖고, 복수의 가스 분출구(70)로부터 분출되는 활성 가스 G2는, 하우징 개구부(41)를 통해 하방의 처리 공간으로 유도된다.
- [0163] 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)에 있어서, 하우징(1)의 하우징 저부(1a)에 마련되는 하우징 개구부(41)는 하방을 향함에 따라 개구 면적이 넓어지는 테이퍼 형상을 갖고 있다.
- [0164] 이 때문에, 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)는 실시 형태 1과 마찬가지로, 복수의 가스 분출구(70)로부터 분출되는 활성 가스 G2가 하우징 저부(1a)에 충돌하는 것에 의한 손실을 억제하여, 비교적 고농도의 활성 가스 G2를 하방의 처리 공간에 공급할 수 있다.
- [0165] (복수의 가스 분출구(70))
- [0166] 실시 형태 2의 전극 유닛(55)에 마련되는 복수의 가스 분출구(70)로부터 분출되는 활성 가스 G2가, 하방에 존재하는 후단의 처리 공간에 공급된다. 여기서, 복수의 가스 분출구(70)로부터 분출되는 활성 가스를 복수의 부분 활성 가스로서 규정한다.
- [0167] 실시 형태 2의 전극 유닛(55)에 있어서, 복수의 가스 분출구(70)로부터 분출된 복수의 부분 활성 가스는 하우징 개구부(41)를 통해 하방으로 유도된다.
- [0168] 도 36 및 도 37은 복수의 가스 분출구(70)의 단면 구조를 모식적으로 나타내는 설명도이고, 도 36 및 도 37은 각각 도 34의 D-D 단면 구조에 상당한다. 도 36 및 도 37 각각에 XYZ 직교 좌표계를 기재하고 있다.
- [0169] 도 36 및 도 37에 나타난 바와 같이, 하우징 개구부(41)는 높이 방향(Z방향)에 있어서의 개구 면적이 일정한 상방 영역(41a)과, 하방을 향함에 따라 개구 면적이 넓어지는 테이퍼 형상의 테이퍼 영역인 하방 테이퍼 영역

(41t)을 포함하고 있다. 하우징 개구부(41)에 있어서, 하방 테이퍼 영역(41t)은 상방 영역(41a)보다 하방에 마련되는 테이퍼 영역이 된다.

- [0170] 도 37에서는, 상방 영역(41a)과 하방 테이퍼 영역(41t)의 경계선의 중심 위치로부터 약간 낮은 좌표 위치를 충돌점 P80으로서 나타내고 있다. 충돌점 P80은 후술하는 충돌 영역(80) 내에 존재하여, 충돌 영역(80)의 중심이 된다.
- [0171] 실시 형태 1의 전극 유닛(55)에 있어서, 복수의 가스 분출구(70)는 복수의 부분 활성 가스가 충돌점 P80에서 충돌하도록, 하방을 향함에 따라 서로 접근하는 양태로 마련된다.
- [0172] 이하, 복수의 가스 분출구(70)의 구조에 대하여 상세하게 설명한다. 도 36 및 도 37에서는 2개의 가스 분출구(70)를 도시하고 있지만, 도 34에 나타낸 바와 같이, 복수의 가스 분출구(70)의 개수가 "3" 이상 마련되어 있다.
- [0173] 이하에는, 도 36 및 도 37 각각에서 도시되는 2개의 가스 분출구(70) 중, 도면 중 우측(+X방향측)의 가스 분출구(70)를 가스 분출구(70(1))라고 표기하고, 도면 중 좌측(-X방향측)의 가스 분출구(70)를 가스 분출구(70(2))라고 표기한다.
- [0174] 전술한 바와 같이, 복수의 가스 분출구(70)는 평면으로 보아 원 형상으로 서로 이산하여 배치되어 있다. 이하, 복수의 가스 분출구(70)의 중심을 연결하는 원 형상의 가상선을 「가상 가스 분출구 원」이라고 칭한다.
- [0175] 가스 분출구(70(1) 및 70(2))는 상기 가상 가스 분출구 원에 있어서 직경 방향에 대향하는 한 쌍의 가스 분출구(70, 70)에 상당한다. 여기서, 가스 분출구(70(1))로부터 분출되는 부분 활성 가스를 부분 활성 가스(g2(1))라고 표기하고, 가스 분출구(70(2))로부터 분출되는 부분 활성 가스를 부분 활성 가스(g2(2))라고 표기한다.
- [0176] 가스 분출구(70(1))는 기준 방향인 수평 방향(X 방향)에 대하여 "0"을 초과하고, 90° 미만의 일정한 분출구 경사도 A71을 갖고 있다. 분출구 경사도 A71은 가스 분출구(70(1))로부터 분출되는 부분 활성 가스(g2(1))가 충돌점 P80을 향하는 방향으로 설정된다.
- [0177] 가스 분출구(70(2))는 가스 분출구(70(1))와 마찬가지로, 수평 방향에 대하여 "0"을 초과하고, 90° 미만의 일정한 분출구 경사도 A72를 갖고 있다. 분출구 경사도 A72는 가스 분출구(70(2))로부터 분출되는 부분 활성 가스(g2(2))가 충돌점 P80을 향하는 방향으로 설정된다.
- [0178] 분출구 경사도 A71 및 A72는 서로 동일 각도이고, 예를 들어 45°로 설정된다.
- [0179] 가스 분출구(70(1) 및 70(2))가 마련되는, 활성 가스용 버퍼 공간(68) 하부의 접지 도체(60)의 잔존 막 두께 T6은, 예를 들어 3mm로 설정된다. 최상부에 있어서의 가스 분출구(70(1) 및 70(2))의 중심 위치 사이의 형성 간격 R70은, 예를 들어 16.4mm로 설정된다. 형성 간격 R70은 가상 가스 분출구 원의 직경 Φ 의 길이에 일치한다.
- [0180] 한편, 하우징 개구부(41)의 Z방향을 따른 전체 깊이 DTA는, 예를 들어 18.5mm로 설정되고, 하우징 개구부(41) 중 상방 영역(41a)의 Z방향을 따른 상방 깊이 DT1은, 예를 들어 5.0mm로 설정된다.
- [0181] 또한, 하우징 개구부(41)의 테이퍼 영역이 되는 하방 테이퍼 영역(41t)의 측면은 테이퍼 경사도 A41을 따라 원추형으로 넓어지고 있다. 테이퍼 경사도 A41은, 예를 들어 45°로 설정된다.
- [0182] 상술한 구조의 접지 도체(60)에 있어서, 가스 분출구(70(1) 및 70(2))로부터 부분 활성 가스(g2(1)) 및(g2(2))가 분출되면, 부분 활성 가스(g2(1))와 부분 활성 가스(g2(2))는 충돌점 P80에서 충돌한다. 도 37에 나타낸 바와 같이, 충돌점 P80의 접지 도체(60)의 표면으로부터의 형성 깊이가 충돌 깊이 DTX가 된다.
- [0183] 또한, 가스 분출구(70)의 총 수가 "3" 이상이라도, 각 가스 분출구(70)가 형성 간격 R70을 직경으로 한 가상 가스 분출구 원을 따라 배치되고, 또한 충돌점 P80을 향하는 방향으로 동일값이 되는 분출구 경사도 A70을 설정함으로써, 동일한 충돌점 P80에서 3 이상의 복수의 부분 활성 가스를 충돌시킬 수 있다. 또한, 분출구 경사도 A70은 분출구 경사도 A71 및 A72 등의 총칭이다.
- [0184] 상술한 분출구 경사도 A71 및 A72, 형성 간격 R70, 잔존 막 두께 T6 및 상방 깊이 DT1의 설정예에서는, 충돌점 P80의 충돌 깊이 DTX는 5.2mm가 된다.
- [0185] 가스 분출구(70(1) 및 70(2))의 구경 등을 고려하면, 복수의 부분 활성 가스는 충돌점 P80을 중심으로 하여 퍼짐을 갖는 충돌 영역(80)에서 충돌하는 것이라고 생각된다. 따라서, 상술한 예에서는, 하방 테이퍼 영역(41t)의 상부 영역으로부터 상방 영역(41a)의 하부 영역에 걸쳐서 충돌 영역(80)이 형성되게 된다. 즉, 충돌 영역

(80)은 하방 테이퍼 영역(41t) 내 또는 하방 테이퍼 영역(41t)보다 상방의 상방 영역(41a) 내에 존재한다.

[0186] (활성 가스 G2의 분출 형태)

[0187] 도 38 내지 도 41은 각각 실시 형태 2의 전극 유닛(55)의 하우징 개구부(41) 내에 있어서의 활성 가스 G2의 분출 형태를 모식적으로 나타내는 설명도이다. 도 38 내지 도 41은 각각 도 34의 D-D 단면의 일부에 상당한다. 도 38 내지 도 41 각각에 XYZ 직교 좌표계를 기재하고 있다.

[0188] 이하, 가스 분출구(70(1))로부터 분출되는 부분 활성 가스 (g2(1))의 분출 방향을 부분 활성 가스 분출 방향 V7(1)이라고 규정하고, 가스 분출구(70(2))로부터 분출되는 부분 활성 가스 (g2(2))의 분출 방향을 부분 활성 가스 분출 방향 V7(2)이라고 규정한다.

[0189] 도 38에 나타난 바와 같이, 부분 활성 가스 (g2(1))는 충돌점 P80에 도달하도록 부분 활성 가스 분출 방향 V7(1)을 따라 분출되고, 부분 활성 가스 (g2(2))는 충돌점 P80에 도달하도록 부분 활성 가스 분출 방향 V7(2)을 따라 분출된다.

[0190] 즉, 부분 활성 가스 (g2(1))의 흐름의 방향은 부분 활성 가스 분출 방향 V7(1)의 일방향뿐이고, 부분 활성 가스 (g2(2))의 흐름의 방향은 부분 활성 가스 분출 방향 V7(2)의 일방향만으로 되어 있다.

[0191] 그 후, 도 39에 나타난 바와 같이, 충돌점 P80을 포함하는 충돌 영역(80)에서 부분 활성 가스 (g2(1))와 부분 활성 가스 (g2(2))가 충돌하고, 부분 활성 가스 (g2(1)) 및 (g2(2))는 복수의 확산 방향 DK로 확산된다.

[0192] 즉, 부분 활성 가스 (g2(1))의 흐름의 방향이 하나의 부분 활성 가스 분출 방향 V7(1)로부터 복수의 확산 방향 DK로 분산되고, 부분 활성 가스 (g2(2))의 흐름의 방향이 하나인 부분 활성 가스 분출 방향 V7(2)로부터 복수의 확산 방향 DK로 분산된다. 이와 같이, 충돌 영역(80)에 있어서 복수의 부분 활성 가스 각각 흐름의 방향이 일방향으로부터 복수의 확산 방향으로 분산된다.

[0193] 그리고, 도 40에 나타난 바와 같이, 복수의 부분 활성 가스의 중간 공급 방향 DR1은, 하방 테이퍼 영역(41t)의 측면의 영향을 받고, 테이퍼 경사도 A41에 가까워지도록 규제된다.

[0194] 이와 같이, 충돌 영역(80)은 하방 테이퍼 영역(41t) 및 하방 테이퍼 영역(41t)보다 상방의 상방 영역(41a)에 존재하기 때문에, 각각이 확산된 복수의 부분 활성 가스가 하방을 향함에 따라, 하방 테이퍼 영역(41t)의 측면의 테이퍼 형상을 따른 방향으로 흐른다.

[0195] 그 후, 도 41에 나타난 바와 같이, 복수의 부분 활성 가스는 테이퍼 경사도 A41에 따른 퍼짐의 최종 공급 방향 DR2를 따라 하방에 위치하는 후단의 처리 공간에 공급된다.

[0196] (효과)

[0197] 이러한 구조의 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)는 실시 형태 1과 마찬가지로의 효과를 갖고, 추가로 이하의 실시 형태 2에 고유의 효과를 발휘한다.

[0198] 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)는 상술한 접지 도체(60)를 갖는 전극 유닛(55)을 하우징(1)의 하우징 내 공간(1S) 내에 수용하고 있다. 실시 형태 2의 전극 유닛(55)의 접지 도체(60)에 마련되는 복수의 가스 분출구(70)는 복수의 부분 활성 가스가 충돌점 P80을 포함하는 충돌 영역(80)에서 충돌하도록, 하방을 향함에 따라 서로 접근하는 양태로 마련되고, 또한 충돌 영역(80)은 하방 테이퍼 영역(41t) 내 또는 하방 테이퍼 영역(41t)보다 상방에 존재한다.

[0199] 이 때문에, 도 39에 나타난 바와 같이, 충돌 영역(80)에서 복수의 부분 활성 가스가 충돌함으로써, 복수의 부분 활성 가스 각각의 흐름의 방향이 일방향으로부터 복수의 확산 방향 DK로 분산된다.

[0200] 충돌 영역(80)은 하방 테이퍼 영역(41t) 내 또는 하방 테이퍼 영역(41t)보다 상방에 존재한다. 이 때문에, 각각이 확산된 복수의 부분 활성 가스가 하방을 향함에 따라, 하방 테이퍼 영역(41t)의 측면의 테이퍼 형상을 따른 방향, 즉 도 40에서 나타내는 중간 공급 방향 DR1로 흐른다.

[0201] 그 후, 복수의 부분 활성 가스를 포함하는 활성 가스 G2는, 하방 테이퍼 영역(41t)으로부터 하방의 처리 공간을 향해, 하방 테이퍼 영역(41t)의 측면의 테이퍼 형상을 따른 방향, 즉, 도 41에서 나타내는 최종 공급 방향 DR2를 따라 확산되면서 흐른다.

[0202] 이와 같이, 복수의 가스 분출구(70)로부터 분출된 복수의 부분 활성 가스는, 도 38 내지 도 41에서 나타난 바와

같이 하우징 개구부(41) 내를 흐른다.

- [0203] 그 결과, 활성 가스용 버퍼 공간(68)의 공간 압력 p_0 과 후단의 처리 공간의 공간 압력 p_1 이 크게 다르게 되어 있어도, 실시 형태 1의 활성 가스 생성 장치(75)는 균일한 활성 가스 G_2 를 후단의 처리 공간에 공급할 수 있다.
- [0204] 실시 형태 2의 전극 유닛(55)에 마련한 복수의 가스 분출구(70)는 각각 하방을 향함에 따라 충돌점 P80을 포함하는 충돌 영역(80)에 가까워지는 방향으로 기울어져 형성되고, 복수의 가스 분출구(70) 각각의 기준 방향이 되는 수평 방향에 대한 형성 기울기인 분출구 경사도 A70은 동일값으로 설정된다.
- [0205] 이 때문에, 가스 분출구(70)의 개수가 "3" 이상이라도, 복수의 가스 분출구(70)로부터 분출되는 복수의 부분 활성 가스를 동일한 충돌 영역(80) 내에서 충돌시킬 수 있다.
- [0206] 그 결과, 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)는 1개의 충돌 영역(80)에서 복수의 부분 활성 가스를 각각 복수의 확산 방향으로 분산시킴으로써, 더 균일한 활성 가스 G_2 를 후단의 처리 공간을 향해 공급할 수 있다.
- [0207] 또한, 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)는 도 1에 나타난 바와 같이, 전극 유닛(55)을 전극 유닛(51 내지 53)으로서 복수 마련하는 구조를 채용하고 있다.
- [0208] 이 때문에, 실시 형태 2의 활성 가스 생성 장치(75)는 각각이 전극 유닛(55)과 마찬가지로의 구조를 갖는 복수의 전극 유닛(51 내지 53) 각각으로부터 복수의 부분 활성 가스를 분출시킴으로써, 비교적 넓은 영역을 갖는 후단의 처리 공간에 대하여 균일하게 활성 가스 G_2 를 공급할 수 있다.
- [0209] 본 개시는 상세하게 설명되었지만, 상기한 설명은, 모든 국면에 있어서, 예시이며, 본 개시가 그것에 한정되는 것은 아니다. 예시되어 있지 않은 무수한 변형예가, 본 개시의 범위로부터 벗어나는 일 없이 상정될 수 있는 것이라고 이해된다.
- [0210] 예를 들어, 실시 형태 2에서는 1개의 충돌 영역(80)에서 복수의 부분 활성 가스를 충돌시켰지만, 2개 이상의 복수의 충돌 영역에서 복수의 부분 활성 가스를 선택적으로 충돌시켜도 된다.
- [0211] 즉, 본 개시는, 그 개시의 범위 내에 있어서, 각 실시 형태를 자유롭게 조합하거나, 각 실시 형태를 적절히 변형, 생략하거나 하는 것이 가능하다.

부호의 설명

- [0212] 1: 하우징
2: 고압측 유전체막
3: 접지측 유전체막
4: 방전 공간
5: 급전체
6, 60: 접지 도체
7: 도전막
8: 커버 유전체막
9: 실드 유전체막
10: 유전체막 지지 부재
11: 유전체막 억압 부재
12: 압박 부재
13: 버퍼 도체
21: 가스 유로
22: 냉각로
41: 하우징 개구부

41a: 상방 영역

41t: 하방 테이퍼 영역

50, 51 내지 53, 55: 전극 유닛

61: 원료 가스 버퍼 공간

62: 슬릿 공간

63: 측면 공간

68: 활성 가스용 버퍼 공간

69, 70 가스 분출구

71, 75: 활성 가스 생성 장치

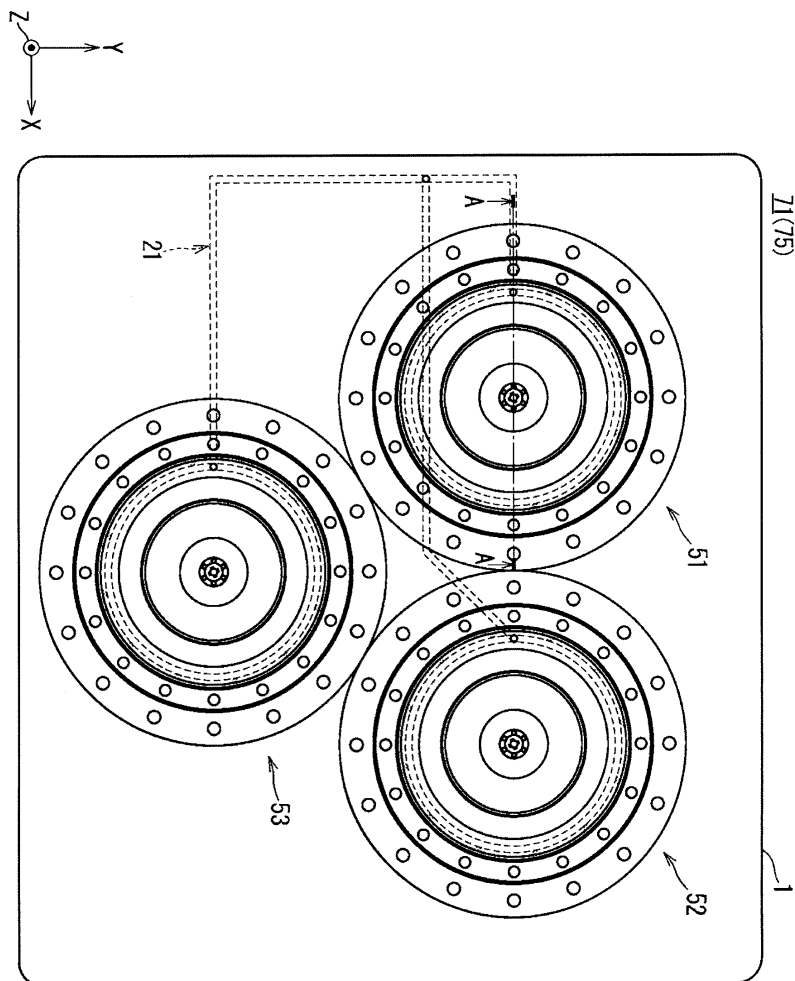
80: 충돌 영역

E1: 고압측 전극 구성부

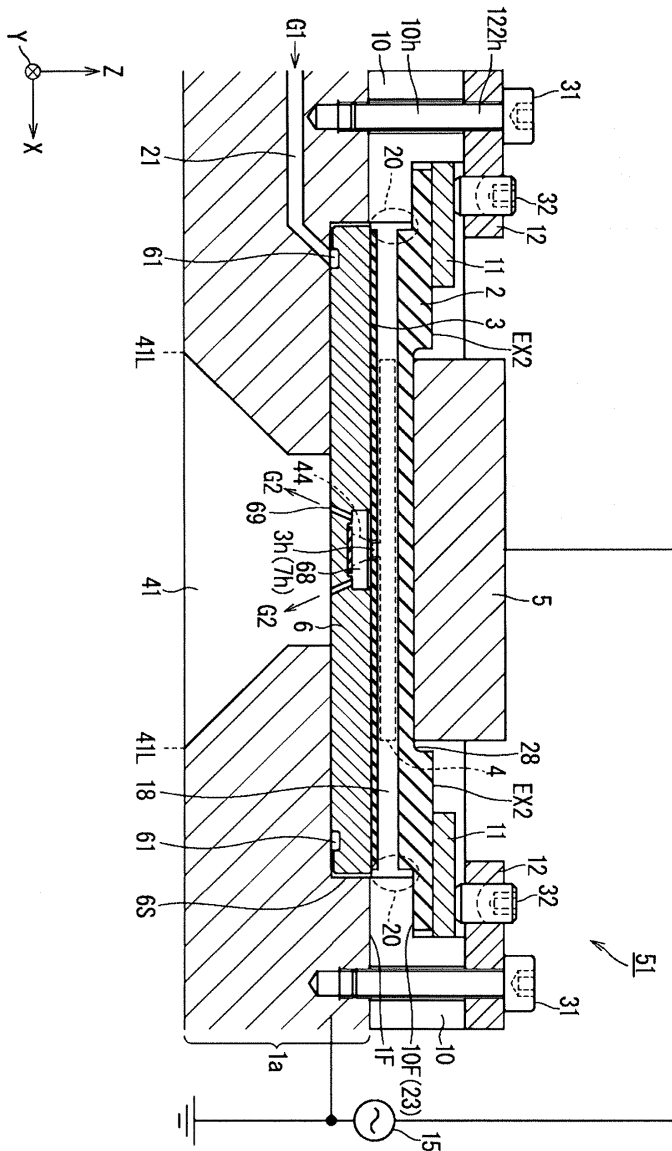
E2: 접지측 전극 구성부

도면

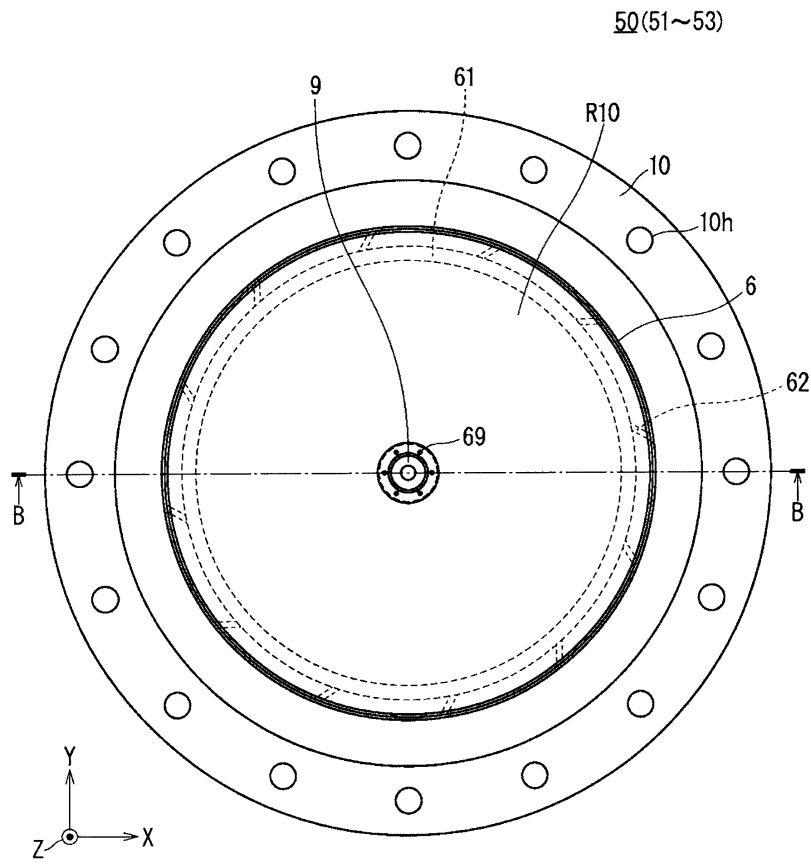
도면1



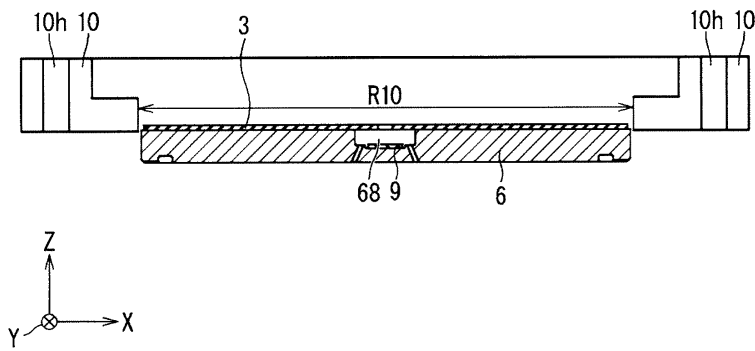
도면2



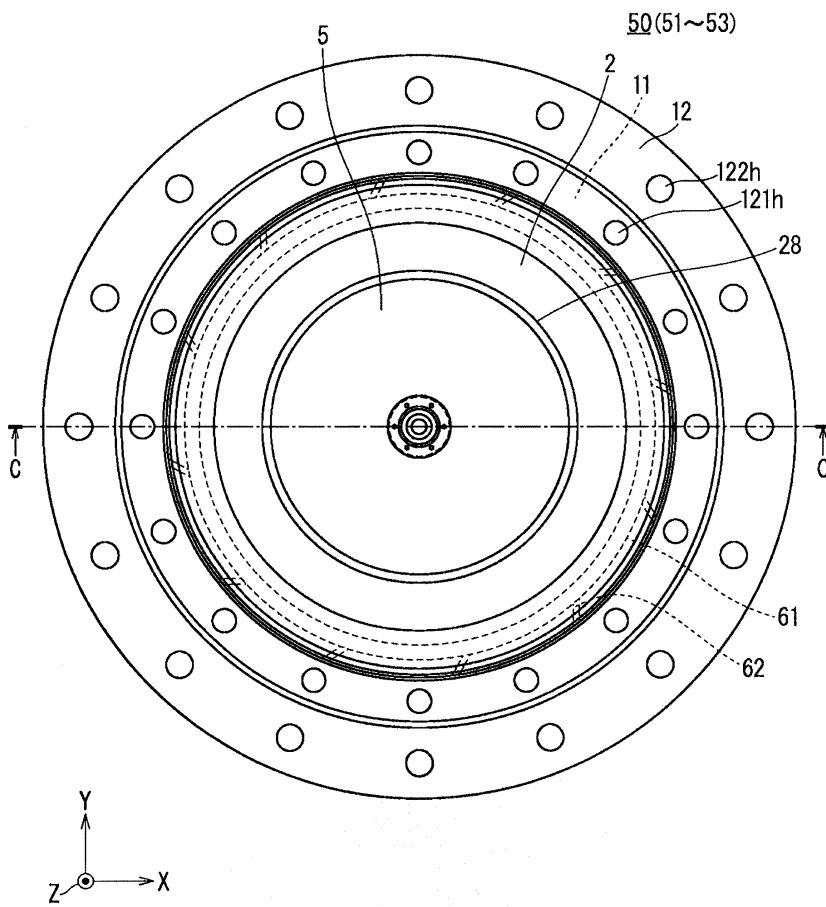
도면3



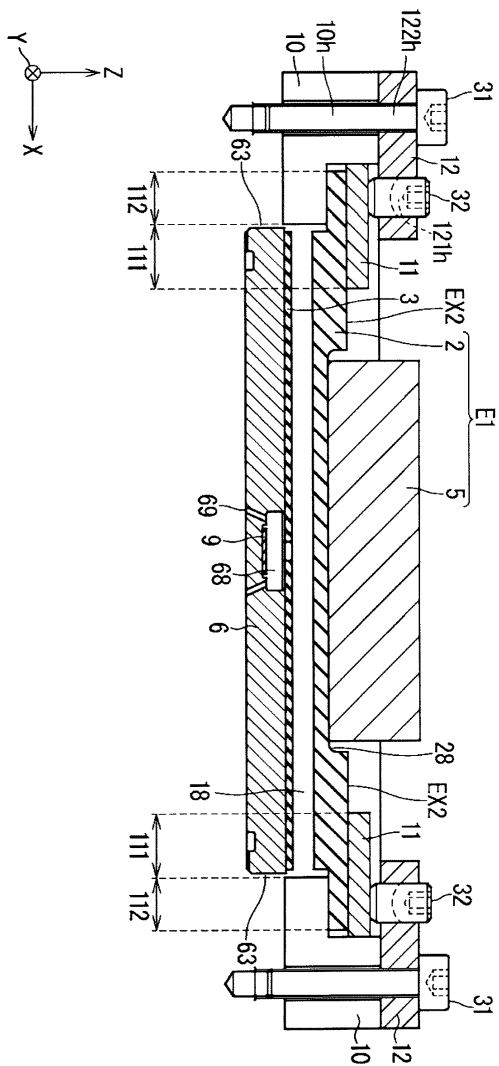
도면4



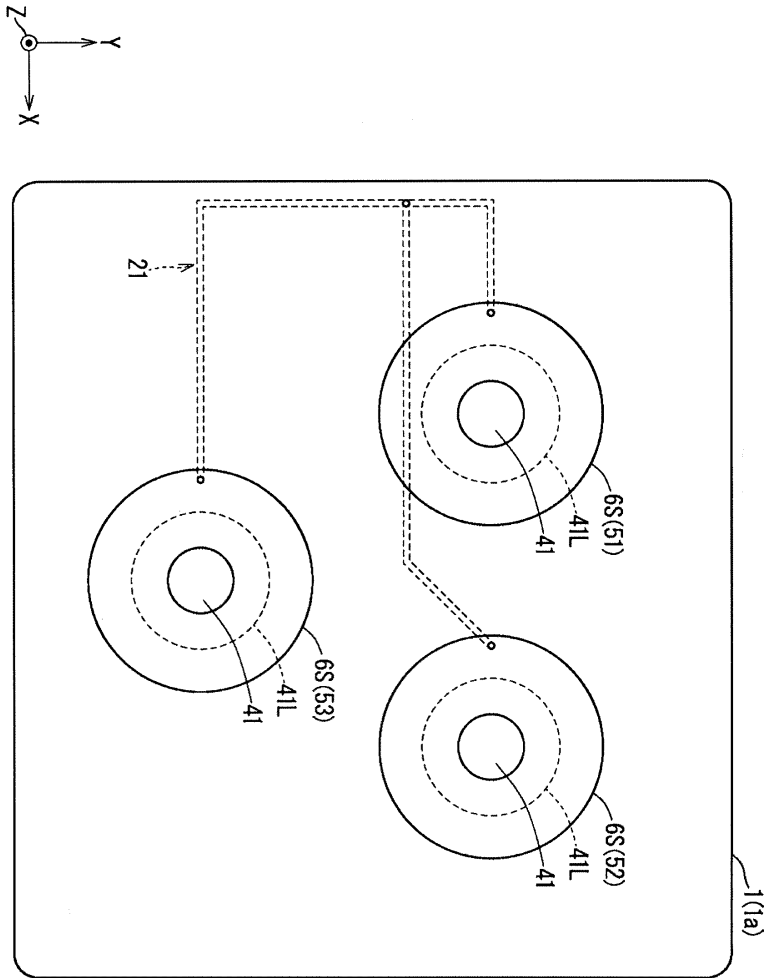
도면5



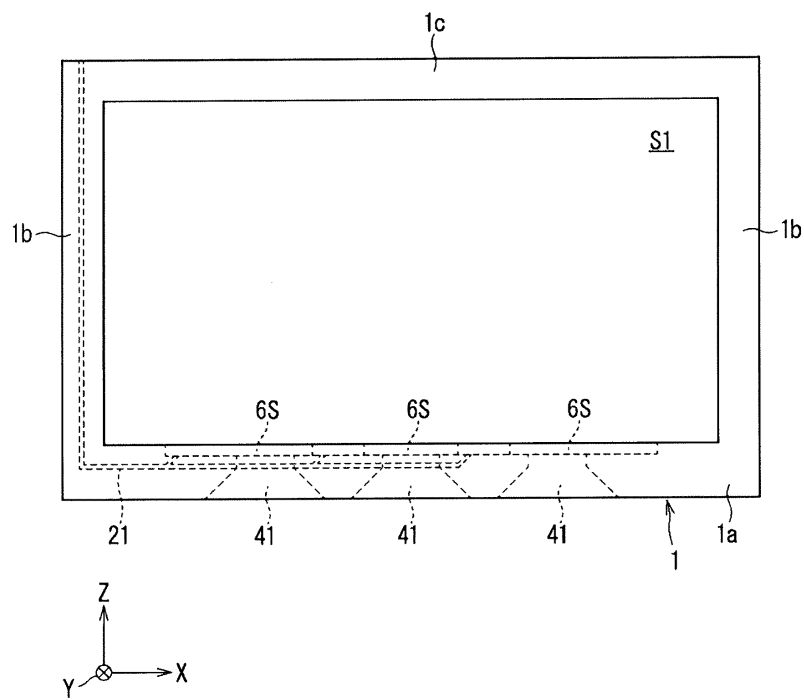
도면6



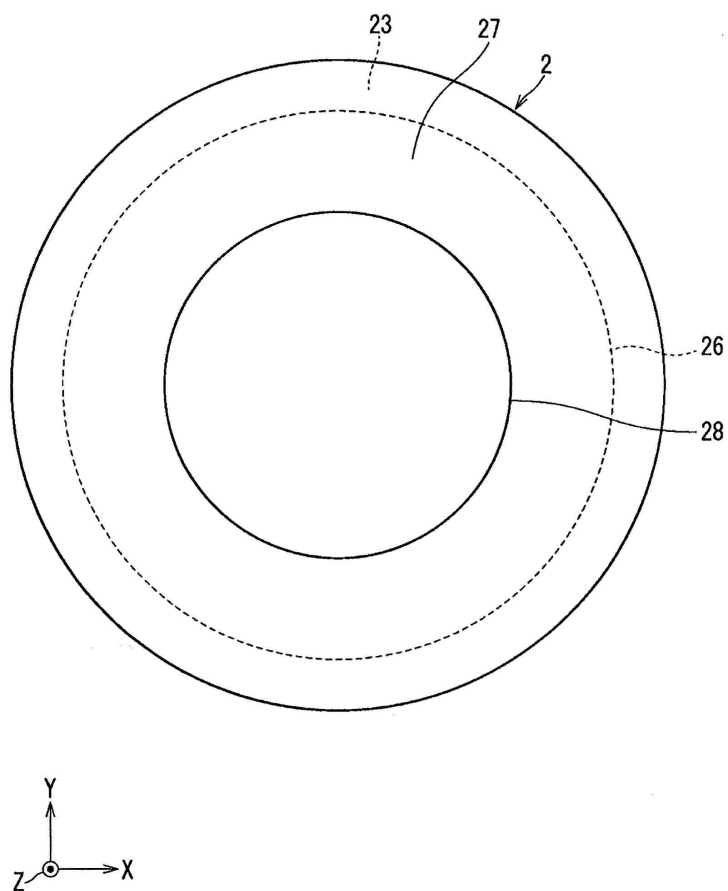
도면7



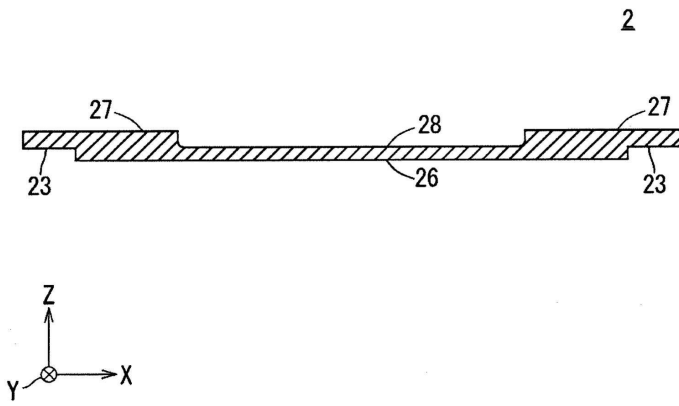
도면8



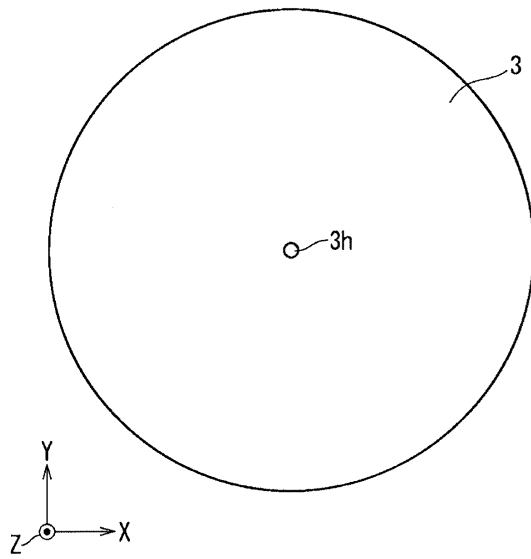
도면9



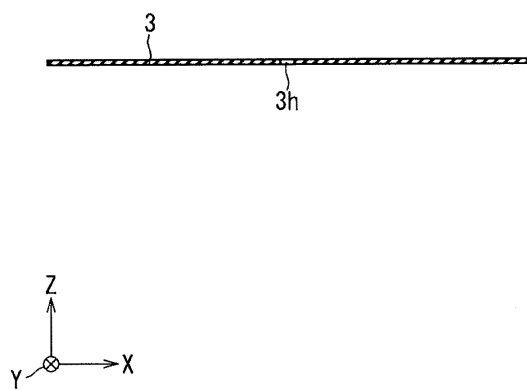
도면10



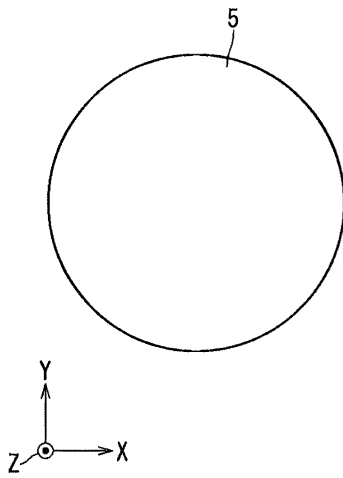
도면11



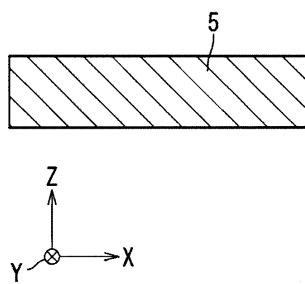
도면12



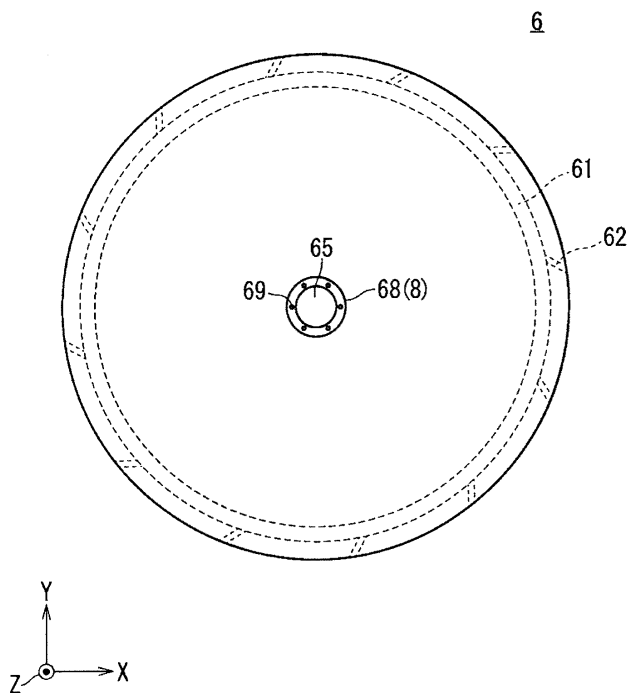
도면13



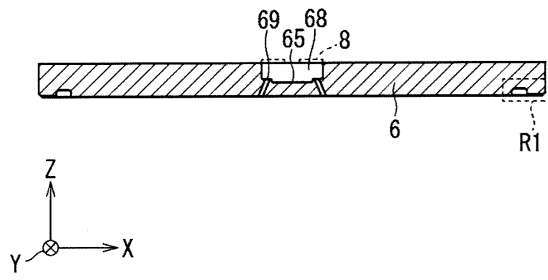
도면14



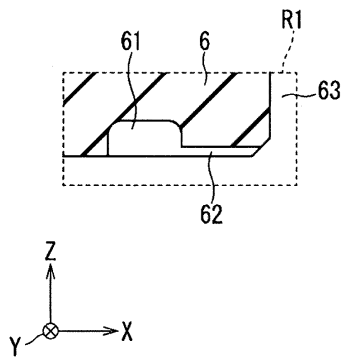
도면15



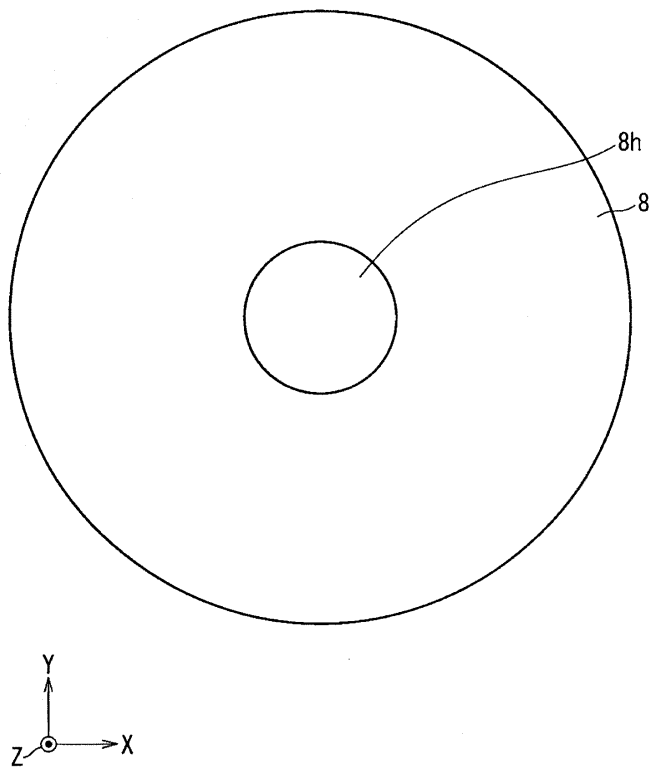
도면16



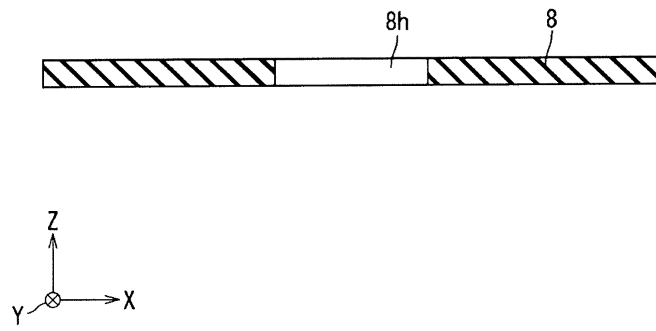
도면17



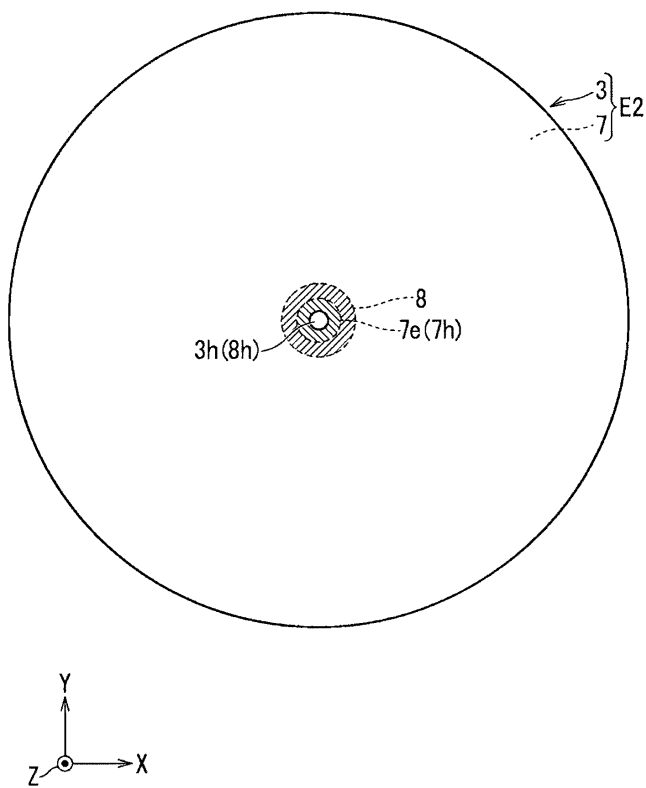
도면18



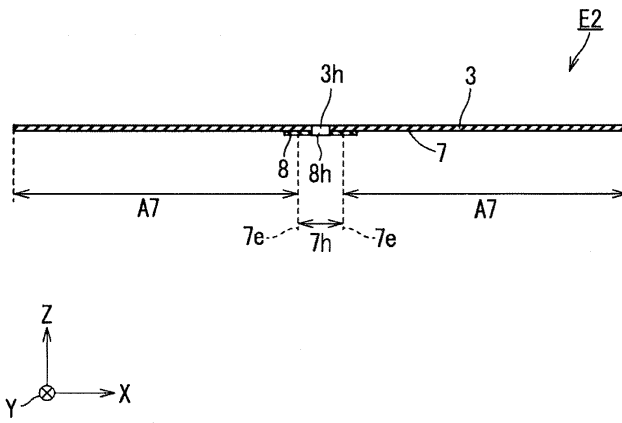
도면19



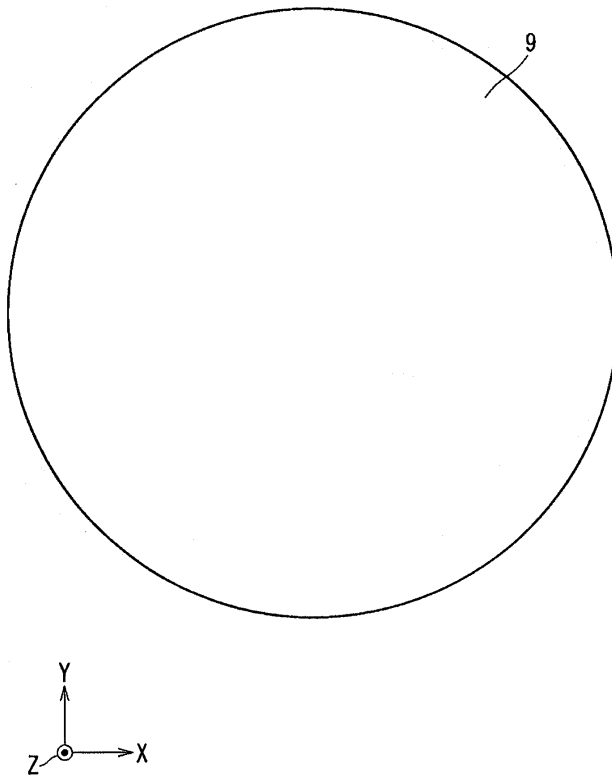
도면20



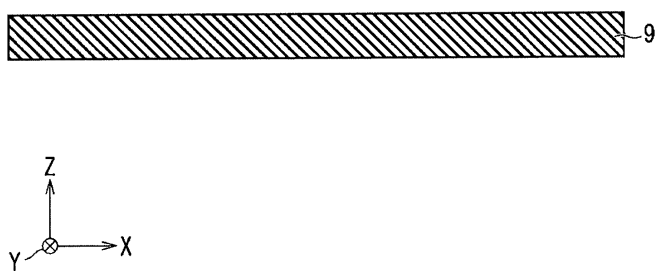
도면21



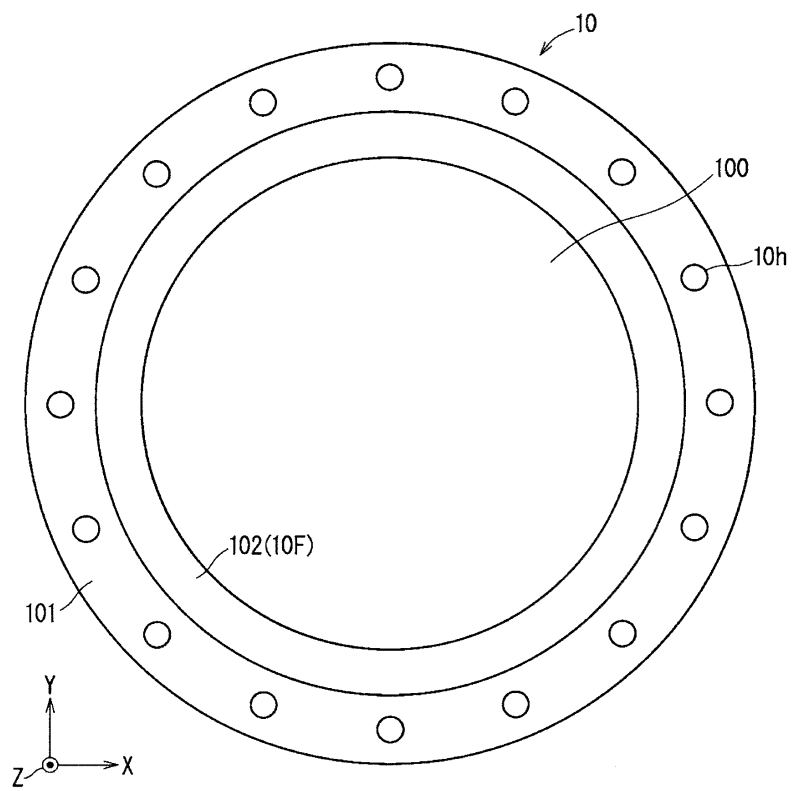
도면22



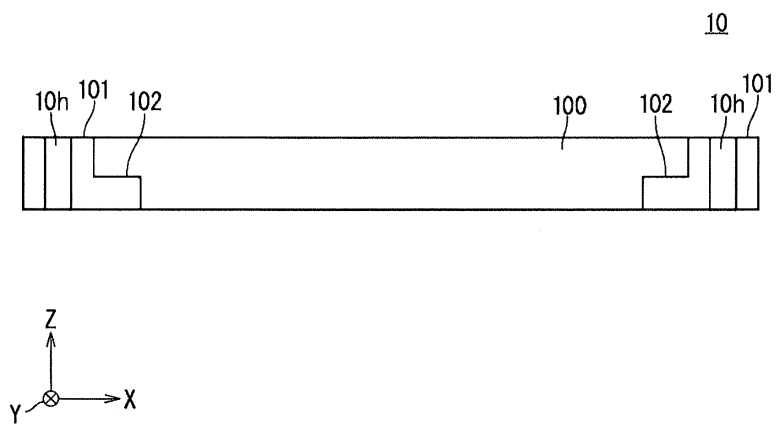
도면23



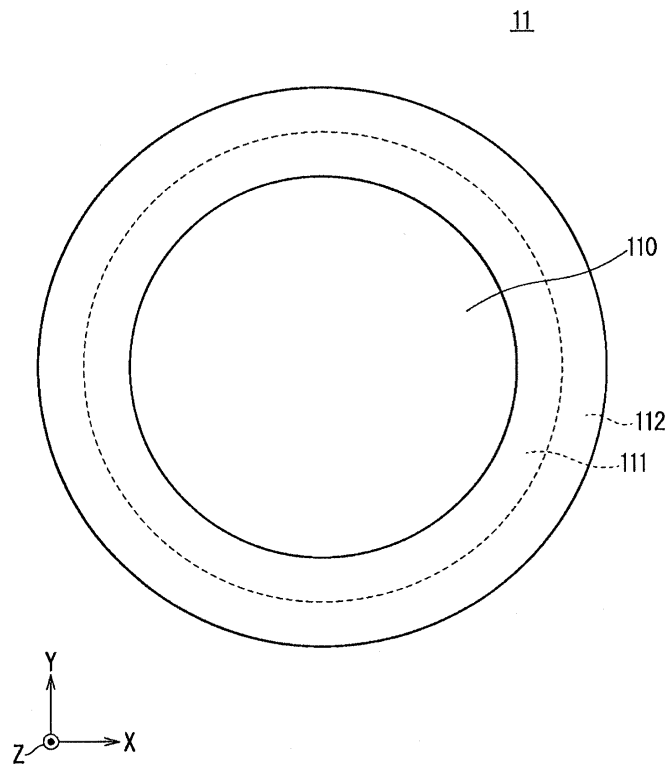
도면24



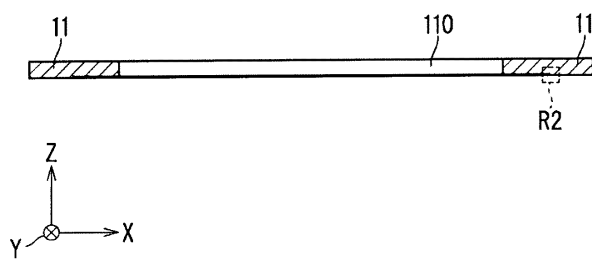
도면25



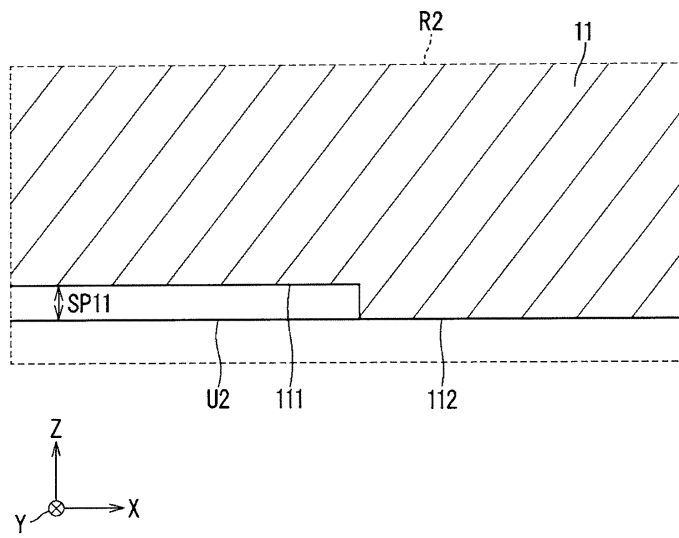
도면26



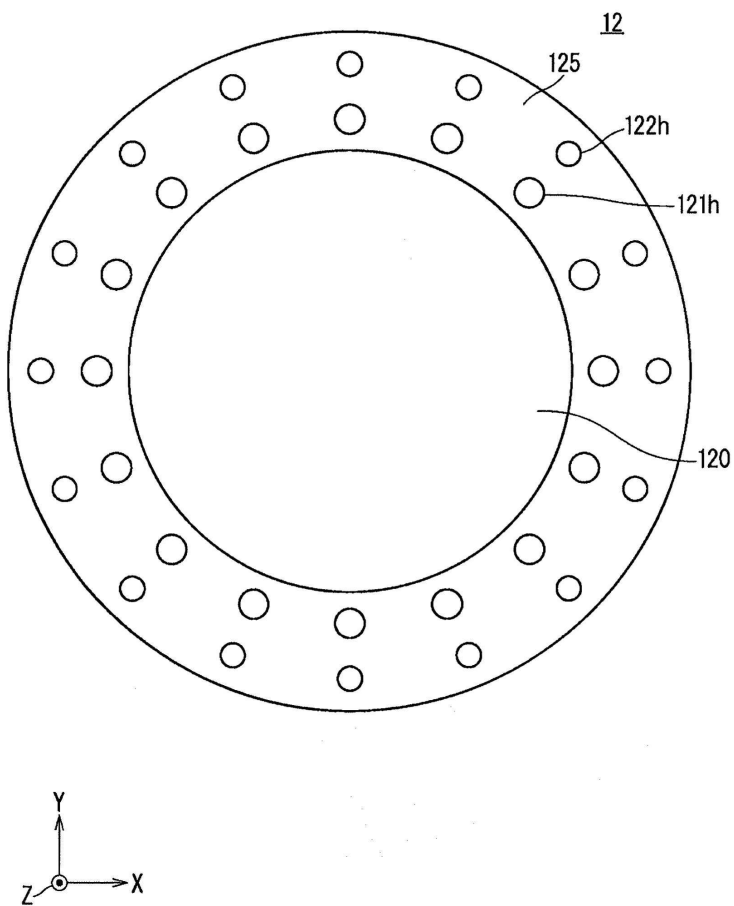
도면27



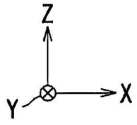
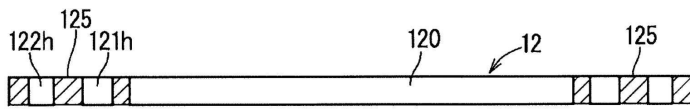
도면28



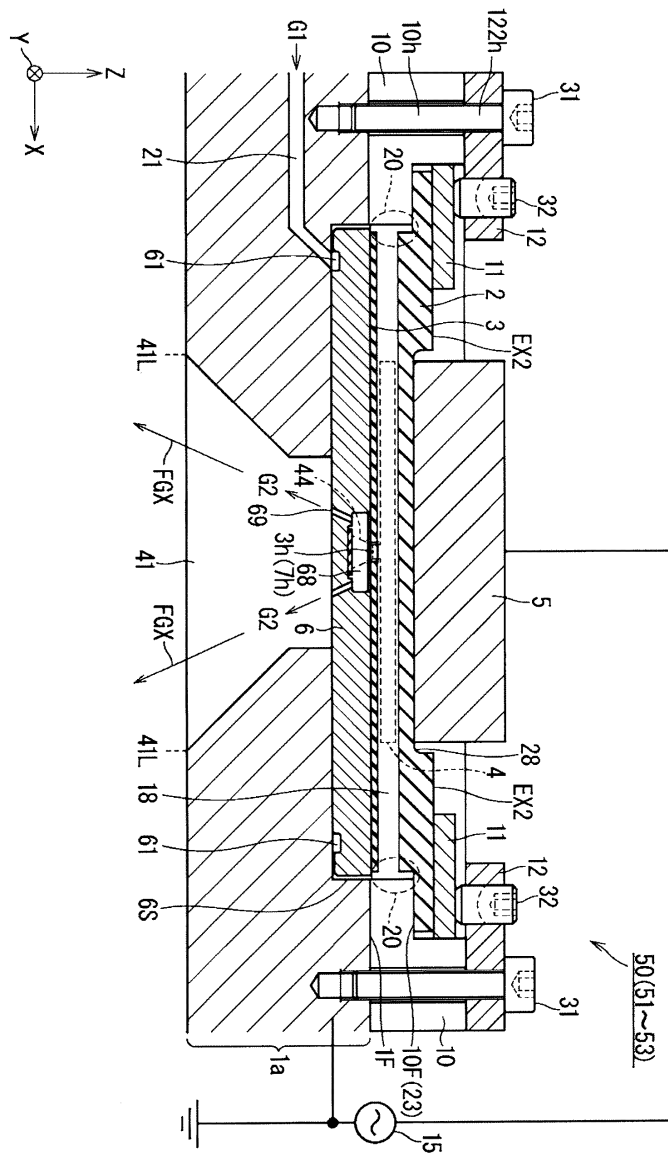
도면29



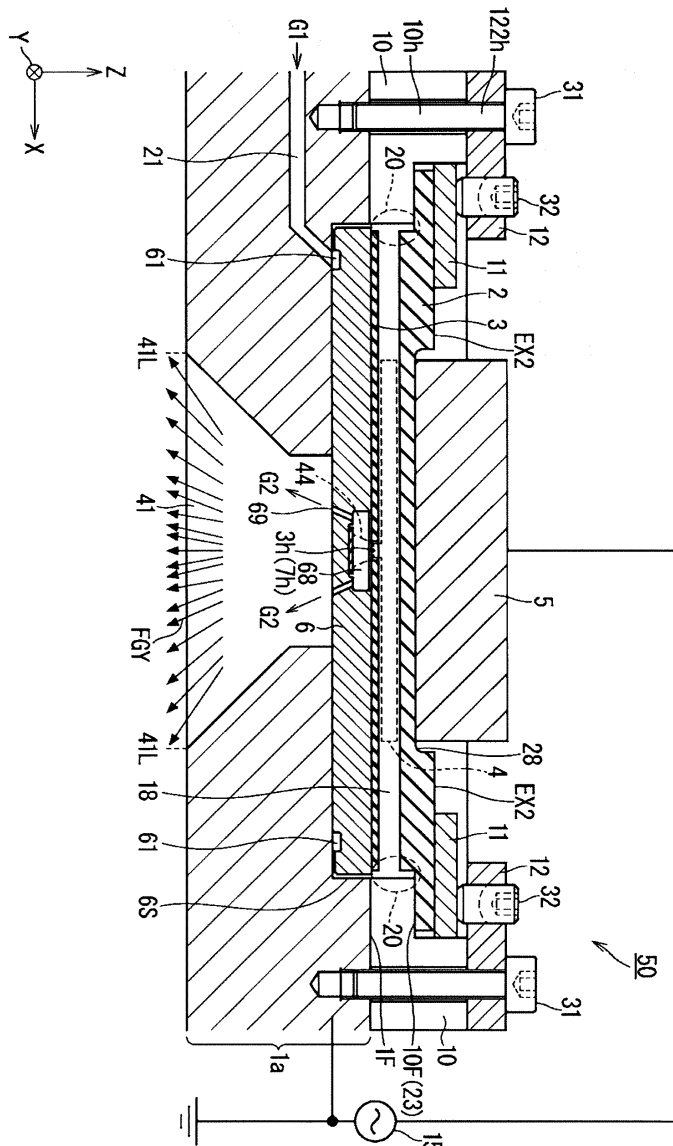
도면30



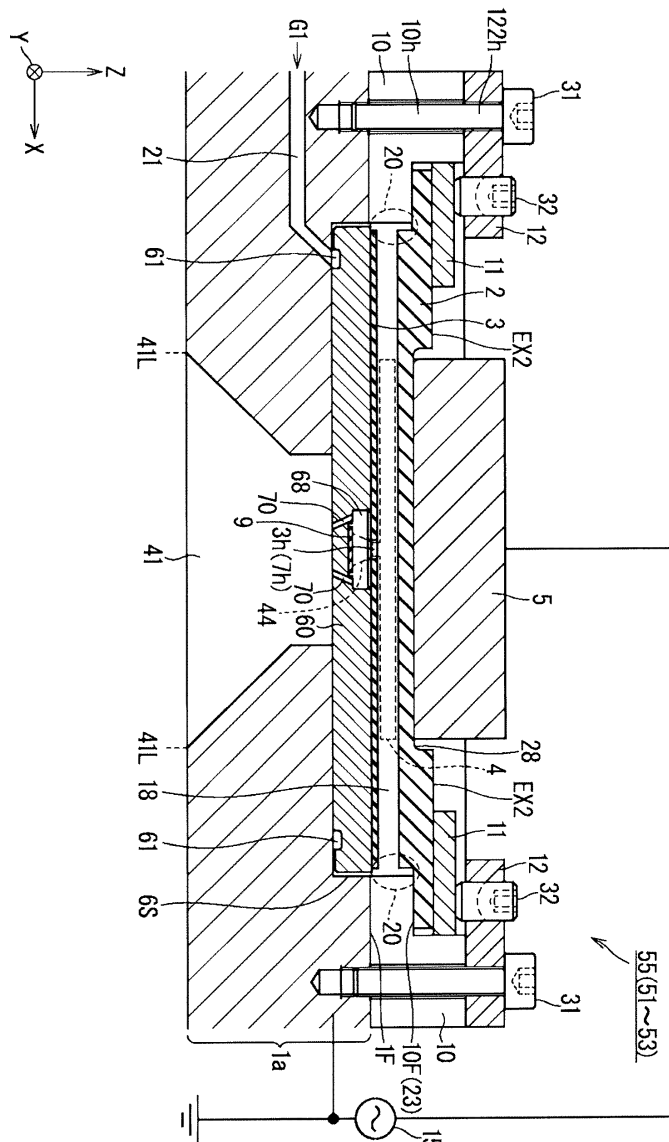
도면31



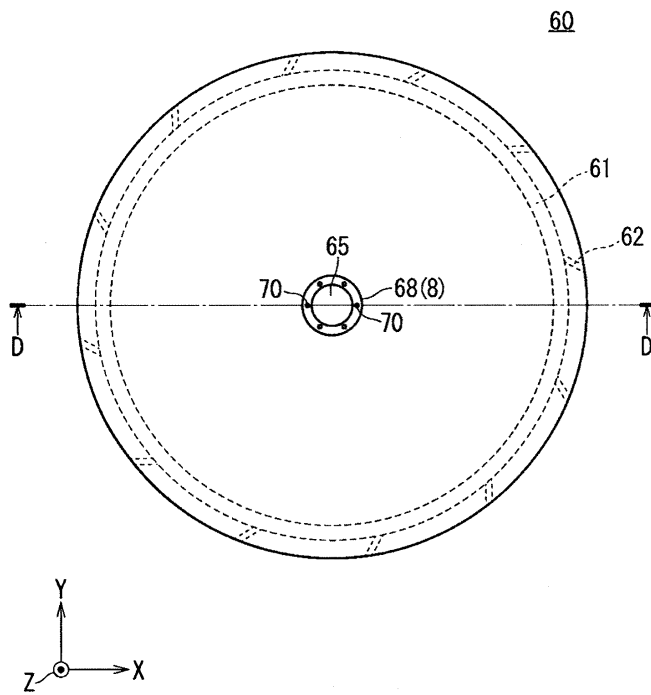
도면32



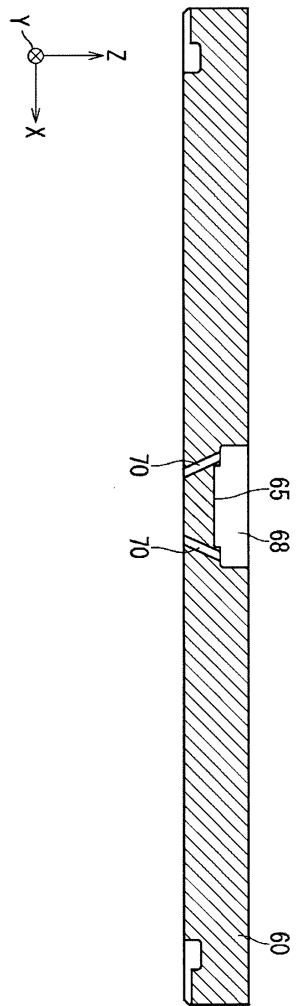
도면33



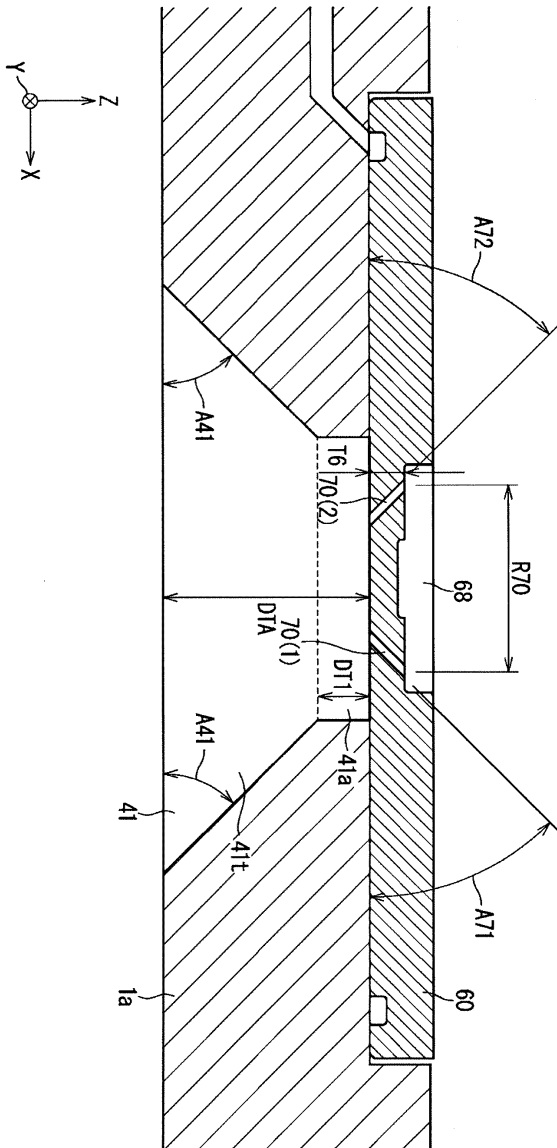
도면34



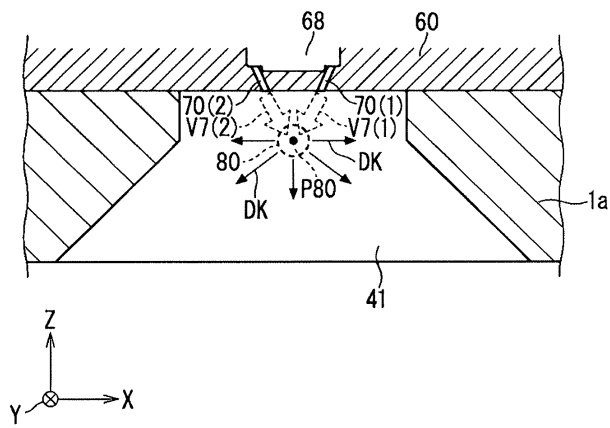
도면35



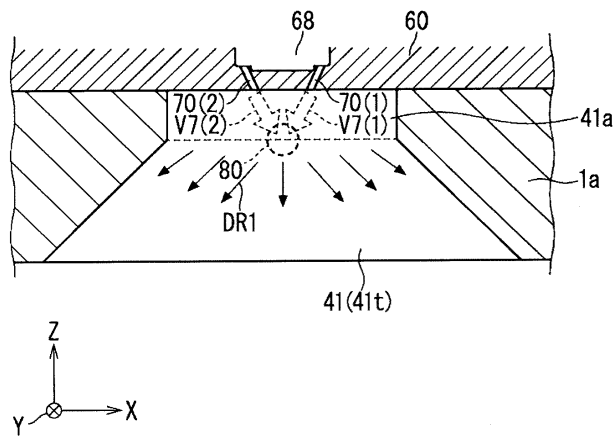
도면36



도면39



도면40



도면41

