



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년02월13일

(11) 등록번호 10-2636225

(24) 등록일자 2024년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01D 18/00 (2006.01) **G01D 11/24** (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
G01D 18/00 (2021.05)
G01D 11/245 (2021.05)
 (21) 출원번호 10-2018-0088373
 (22) 출원일자 2018년07월30일
 심사청구일자 2021년04월29일
 (65) 공개번호 10-2019-0013634
 (43) 공개일자 2019년02월11일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2017-148031 2017년07월31일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 US05432457 A*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
 일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
 (72) 발명자
 스기타 킷페이
 일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈
 1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 내
 미나미 도모히데
 일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈
 1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 내
 (74) 대리인
 제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 한별

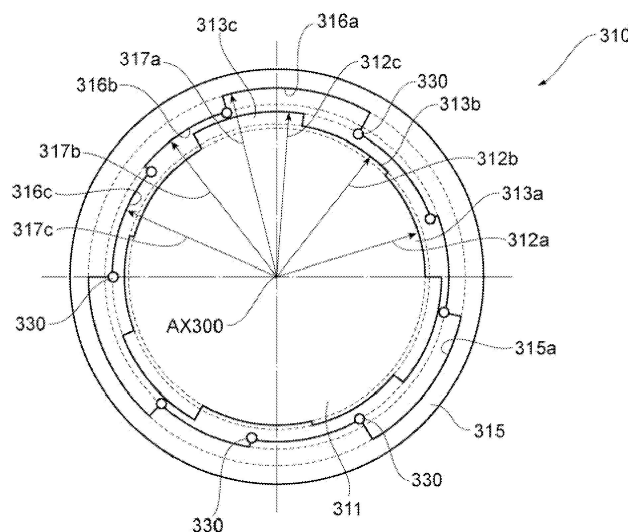
(54) 발명의 명칭 측정기를 교정하는 방법 및 케이스

(57) 요약

본 발명은 정전 용량을 취득하는 측정기의 교정을 간편하게 행하는 것이다.

측정기는 베이스 기판과, 복수의 센서 전극과, 고주파 발진기와, 연산부를 가진다. 복수의 센서 전극은 베이스 기판에 마련되어 있다. 고주파 발진기는, 복수의 센서 전극에 고주파 신호를 인가하도록 마련되어 있다. 연산부는, 복수의 센서 전극에서의 전위에 따른 복수의 검출치로부터, 복수의 함수를 이용하여, 복수의 센서 전극 각각의 정전 용량을 나타내는 복수의 측정치를 각각 산출하도록 구성되어 있다. 케이스는 케이스 본체와, 규제부(330)와, 상면(313b)과, 내주면(316b)을 가진다. 규제부(330)는 케이스 본체 내에 수용된 측정기의 병진 이동을 규제한다. 복수의 상면(313b) 및 내주면(316b)은 복수의 센서 전극에 각각 대면 가능하도록 케이스 본체 내에 마련되어 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 21/02 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20150001200 A1*

US5432457 A

JP2009054665 A

JP2003156551 A

JP2014527325 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

케이스를 이용하여 측정기를 교정하는 방법으로서,

상기 측정기는,

원반 형상의 베이스 기관과,

상기 베이스 기관에 마련된 복수의 센서 전극과,

상기 복수의 센서 전극에 고주파 신호를 인가하도록 마련된 고주파 발진기와,

상기 복수의 센서 전극에서의 전위에 따른 복수의 검출치로부터, 복수의 함수를 이용하여, 상기 복수의 센서 전극 각각의 정전 용량을 나타내는 복수의 측정치를 각각 산출하도록 구성된 연산부를 갖되,

상기 복수의 센서 전극은 상기 베이스 기관의 에지를 따라 마련되어 있거나, 상기 베이스 기관의 바닥면을 따라 둘레 방향으로 배열되어 있고,

상기 케이스는,

상기 측정기를 그 내부에 수용하도록 구성된 케이스 본체와,

상기 케이스 본체 내에 수용된 상기 측정기의 병진(並進) 이동을 규제하도록 마련된 규제부와,

상기 복수의 센서 전극에 각각 대면 가능하도록 상기 케이스 본체 내에 마련된 복수의 제 1 기준면을 갖고,

상기 방법은,

상기 규제부에 의해 상기 측정기의 병진 이동이 규제되고, 상기 복수의 센서 전극에 상기 복수의 제 1 기준면이 각각 대면하고 있고, 상기 복수의 센서 전극에 상기 고주파 신호가 인가되어 있는 상태에서, 상기 복수의 검출치인 복수의 제 1 검출치를 취득하는 공정과,

상기 복수의 함수에서의 계수를 교정하는 공정으로서, 상기 복수의 제 1 검출치로부터 산출되는 상기 복수의 측정치인 복수의 제 1 측정치가 제 1 소정치로 되도록 상기 복수의 함수에서의 계수를 교정하는 상기 공정을 포함하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 측정기는,

상기 복수의 센서 전극을 각각 둘러싸도록 마련된 복수의 가이드 전극과,

상기 복수의 센서 전극과 상기 고주파 발진기 사이에 접속된 복수의 가변 임피던스 회로

를 더 갖고,

상기 고주파 발진기는 상기 복수의 가이드 전극에 상기 고주파 신호를 더 인가하도록 마련되어 있고,

상기 복수의 검출치의 각각은, 상기 복수의 센서 전극 중 하나의 센서 전극의 전위와 상기 복수의 가이드 전극 중 상기 하나의 센서 전극을 둘러싸는 하나의 가이드 전극의 전위간의 전위차에 따른 값이고,

상기 방법은, 상기 고주파 발진기가 상기 고주파 신호를 상기 복수의 센서 전극 및 상기 복수의 가이드 전극에 인가하고 있고, 또한 상기 케이스 본체 내에서 상기 복수의 센서 전극의 전방에 상기 복수의 검출치가 제로로 되어야 할 공간이 마련되어 있는 상태에서, 상기 복수의 검출치가 제로로 되도록 상기 복수의 가변 임피던스 회로의 임피던스를 조정하는 공정을 더 포함하는

방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 복수의 제 1 기준면은 상기 복수의 센서 전극에 대면 가능하도록 둘레 방향으로 배열되어 있는 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 케이스는 상기 복수의 제 1 기준면과는 다른 복수의 제 2 기준면을 더 가지고,

상기 복수의 제 2 기준면은, 상기 복수의 제 2 기준면이 각각 상기 복수의 센서 전극과 대면하고 있을 때의 상기 복수의 센서 전극 각각의 정전 용량이, 상기 복수의 제 1 기준면이 각각 상기 복수의 센서 전극과 대면하고 있을 때의 상기 복수의 센서 전극 각각의 정전 용량과 상이하도록, 마련되어 있고,

상기 방법은, 상기 규제부에 의해 상기 측정기의 병진 이동이 규제되고, 상기 복수의 센서 전극에 상기 복수의 제 2 기준면이 각각 대면하고 있고, 상기 복수의 센서 전극에 상기 고주파 신호가 인가되어 있는 상태에서, 상기 복수의 검출치인 복수의 제 2 검출치를 취득하는 공정을 더 포함하고,

상기 복수의 함수에서의 계수를 교정하는 상기 공정에서, 상기 복수의 제 1 측정치가 각각 상기 제 1 소정치로 되고, 상기 복수의 제 2 검출치로부터 산출되는 상기 복수의 측정치인 복수의 제 2 측정치가 제 2 소정치로 되도록, 상기 복수의 함수에서의 상기 계수가 교정되는

방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 복수의 센서 전극은 상기 베이스 기관의 에지를 따라 마련되어 있고,

상기 복수의 제 1 기준면 및 상기 복수의 제 2 기준면은 상기 복수의 센서 전극에 대면 가능하도록 둘레 방향을 따라 교대로 배열되어 있는

방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 복수의 센서 전극은 상기 베이스 기관의 바닥면을 따라 둘레 방향으로 배열되어 있고

상기 복수의 제 1 기준면은 상기 복수의 센서 전극에 대면 가능하도록 둘레 방향을 따라 교대로 배열되어 있는

방법.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 케이스는 상기 케이스 본체 내를 배기 장치에 접속하는 배기 포트를 더 갖고,
상기 케이스 본체 내의 공간을 배기하는 공정을 더 포함하는
방법.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 측정기는 배터리, 및 상기 배터리에 접속된 급전 단자를 더 구비하고,
상기 케이스는 급전을 위한 커넥터를 더 구비하고,
상기 케이스 본체 내에 상기 측정기가 수용되어 있는 상태에서, 상기 급전 단자와 상기 커넥터가 전기적으로 접속되는
방법.

청구항 10

측정기의 교정에 이용되는 케이스로서,
상기 측정기는, 원반 형상을 갖고, 또한 복수의 센서 전극을 갖고, 복수의 센서 전극 각각의 정전 용량을 나타내는 복수의 측정치를 취득하도록 구성되어 있고,
상기 측정기를 그 내부에 수용하도록 구성된 케이스 본체와,
상기 케이스 본체 내에 수용된 상기 측정기의 병진 이동을 규제하도록 마련된 규제부와,
상기 복수의 센서 전극에 각각 대면 가능하도록 상기 케이스 본체 내에 마련된 복수의 제 1 기준면을 구비하되,
상기 복수의 제 1 기준면은 둘레 방향으로 배열되어 있는
케이스.

청구항 11

삭제

청구항 12

제 10 항에 있어서,
상기 복수의 제 1 기준면과는 다른 복수의 제 2 기준면을 더 갖고,
상기 복수의 제 2 기준면은 상기 복수의 센서 전극에 각각 대면 가능하도록 상기 케이스 본체 내에 마련되어 있고,
상기 복수의 제 1 기준면과 상기 케이스 본체 내에서 상기 측정기가 배치되는 영역의 중심축선과의 사이의 거리는 상기 복수의 제 2 기준면과 상기 중심축선의 사이의 거리와 상이하고,
상기 복수의 제 1 기준면과 상기 복수의 제 2 기준면은 둘레 방향에 따라 교대로 배열되어 있는
케이스.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 케이스는 상기 케이스 본체 내의 공간에 접속된 배기 포트를 더 가지는 케이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시 형태는 측정기를 교정하는 방법 및 케이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스라고 하는 전자 디바이스의 제조에서는, 원반 형상의 피가공물을 처리하는 처리 시스템이 이용되고 있다. 처리 시스템은 피가공물을 반송하기 위한 반송 장치, 및 피가공물을 처리하기 위한 처리 장치를 가지고 있다. 처리 장치는 일반적으로, 챔버 본체, 및 당해 챔버 본체 내에 마련된 탑재대를 가지고 있다. 탑재대는 그 위에 탑재된 피가공물을 지지하도록 구성되어 있다. 반송 장치는 탑재대 상에 피가공물을 반송하도록 구성되어 있다.

[0003] 처리 장치에서의 피가공물의 처리에서는, 탑재대 상에서의 피가공물의 위치가 중요하다. 따라서, 탑재대 상에서의 피가공물의 위치가 소정 위치로부터 어긋나 있는 경우에는, 반송 장치를 조정할 필요가 있다.

[0004] 반송 장치를 조정하는 기술로서는, 특허문헌 1에 기재된 기술이 알려져 있다. 특허문헌 1에 기재된 기술에서는, 피가공물과 동일한 원반 형상을 갖고, 정전 용량 측정을 위한 전극을 가지는 측정기가 이용되고 있다. 특허문헌 1에 기재된 기술에서는, 측정기가 반송 장치에 의해 탑재대 상에 반송된다. 탑재대 상에서의 전극의 위치에 의존하는 정전 용량의 측정치가 취득되고, 당해 측정치에 근거하여 피가공물의 반송 위치를 수정하도록 반송 장치가 조정된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2017-3557호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상술한 바와 같은 정전 용량의 측정치를 취득하는 측정기에는, 고정밀의 측정 성능이 요구되고 있다. 고정밀도의 측정 성능을 실현하기 위해서는, 측정기를 교정할 필요가 있다. 또한, 측정기를 간편하게 교정 가능하게 하는 것이 요구된다.

과제의 해결 수단

[0007] 일 형태에서는, 케이스를 이용하여 측정기를 교정하는 방법이 제공된다. 측정기는 베이스 기관과, 복수의 센서 전극과, 고주파 발진기와, 연산부를 가진다. 베이스 기관은 원반 형상을 이룬다. 복수의 센서 전극은 베이스 기관에 마련되어 있다. 고주파 발진기는 복수의 센서 전극에 고주파 신호를 인가하도록 마련되어 있다. 연산부는 복수의 센서 전극에서의 전위에 따른 복수의 검출치로부터, 복수의 함수를 이용하여, 복수의 센서 전극 각각의 정전 용량을 나타내는 복수의 측정치를 각각 산출하도록 구성되어 있다. 케이스는 케이스 본체와, 규제부와, 복수의 제 1 기준면을 가진다. 케이스 본체는 측정기를 그 내부에 수용하도록 구성되어 있다. 규제부는 케이스 본체 내에 수용된 측정기의 병진(並進) 이동을 규제한다. 복수의 제 1 기준면은 복수의 센서 전극에 각각 대면 가능하도록 케이스 본체 내에 마련되어 있다. 해당 방법은 복수의 검출치인 복수의 제 1 검출치를 취득하는 공정과, 복수의 함수에서의 계수를 교정하는 공정을 가진다. 복수의 제 1 검출치는 규제부에 의해 측정

기의 병진 이동이 규제되고, 복수의 센서 전극에 복수의 제 1 기준면이 각각 대면하고 있고, 복수의 센서 전극에 고주파 신호가 인가되어 있는 상태에서 취득된다. 계수를 교정하는 공정에서는, 복수의 제 1 검출치로부터 산출되는 복수의 측정치인 복수의 제 1 측정치가 제 1 소정치로 되도록 복수의 함수에서의 계수를 교정한다.

[0008] 일 형태에 따른 측정기를 교정하는 방법에서는, 케이스 본체 내에서 규제부에 의해 측정기의 병진 이동이 규제되므로, 센서 전극과 제 1 기준면간의 상대적 위치 관계를 용이하게 고정할 수 있다. 센서 전극과 제 1 기준면간의 상대적인 위치 관계가 고정되어 있는 경우, 센서 전극에 의한 측정치는 본래 일정한 값을 취한다. 그래서, 센서 전극과 제 1 기준면간의 상대적 위치 관계가 고정된 상태에서, 센서 전극에 의한 제 1 측정치가 제 1 소정치로 되도록 함수의 계수를 교정하는 것에 의해, 측정기를 간편하게 교정할 수 있다.

[0009] 일 실시 형태에서는, 측정기는 복수의 가이드 전극과, 복수의 가변 임피던스 회로를 더 가진다. 복수의 가이드 전극은 복수의 센서 전극을 각각 둘러싸도록 마련되어 있다. 복수의 가변 임피던스 회로는 복수의 센서 전극과 고주파 발진기 사이에서 접속되어 있다. 고주파 발진기는 복수의 가이드 전극에 고주파 신호를 더 인가하도록 마련되어 있다. 복수의 검출치의 각각은 복수의 센서 전극 중 하나의 센서 전극의 전위와 복수의 가이드 전극 중 해당 하나의 센서 전극을 둘러싸는 하나의 가이드 전극의 전위간의 전위차에 따른 값이다. 해당 방법은, 고주파 발진기가 복수의 센서 전극 및 복수의 가이드 전극에 인가되어 있고, 또한 케이스 본체 내에서 복수의 센서 전극 및 복수의 가이드 전극의 전방에 복수의 검출치가 제로로 되어야 할 공간이 마련되어 있는 상태에서, 복수의 검출치가 제로로 되도록 복수의 가변 임피던스 회로의 임피던스를 조정하는 공정을 더 포함한다. 이 구성에 의하면, 측정치가 제로로 되어야 할 상태에서, 센서 전극의 전위와 당해 센서 전극을 둘러싸는 가이드 전극의 전위간의 전위차를 제로로 하는 것에 의해, 보다 고정밀도로 교정을 행할 수 있다.

[0010] 일 실시 형태에서는, 복수의 센서 전극은 베이스 기관의 에지를 따라 마련되어 있다. 복수의 제 1 기준면은 복수의 센서 전극에 대면 가능하도록 둘레 방향으로 배열되어 있다.

[0011] 일 실시 형태에서는, 복수의 센서 전극은 베이스 기관의 바닥면을 따라 둘레 방향으로 배열되어 있다. 복수의 제 1 기준면은 복수의 센서 전극에 대면 가능하도록 둘레 방향으로 배열되어 있다.

[0012] 일 실시 형태에서는, 케이스는 복수의 제 1 기준면과는 다른 복수의 제 2 기준면을 더 가진다. 복수의 제 2 기준면은, 해당 복수의 제 2 기준면이 각각 복수의 센서 전극과 대면하고 있을 때의 해당 복수의 센서 전극 각각의 정전 용량이, 복수의 제 1 기준면이 각각 복수의 센서 전극과 대면하고 있을 때의 해당 복수의 센서 전극 각각의 정전 용량과 상이하도록, 마련되어 있다. 해당 방법은, 규제부에 의해 측정기의 병진 이동이 규제되고, 복수의 센서 전극에 복수의 제 2 기준면이 각각 대면하고 있고, 복수의 센서 전극에 고주파 신호가 인가되고 있는 상태에서, 복수의 검출치인 복수의 제 2 검출치를 취득하는 공정을 더 포함한다. 복수의 함수에서의 계수를 교정하는 공정에서, 복수의 제 1 측정치가 각각 제 1 소정치로 되고, 복수의 제 2 검출치로부터 산출되는 복수의 측정치인 복수의 제 2 측정치가 제 2 소정치로 되도록, 복수의 함수에서의 계수가 교정된다. 제 1 기준면과 상이한 제 2 기준면을 더 이용하여 함수의 계수를 교정하므로, 보다 고정밀도로 교정을 행할 수 있다.

[0013] 일 실시 형태에서는, 복수의 센서 전극은 베이스 기관의 에지를 따라 마련되어 있다. 복수의 제 1 기준면 및 복수의 제 2 기준면은 복수의 센서 전극에 대면 가능하도록 둘레 방향을 따라 교대로 배열되어 있다. 이 구성에 의하면, 케이스 본체에 수용된 측정기를 회전시킴으로써, 제 1 기준면 또는 제 2 기준면에 용이하게 센서 전극을 대면시킬 수 있다.

[0014] 일 실시 형태에서는, 복수의 센서 전극은 베이스 기관의 바닥면을 따라 둘레 방향으로 배열되어 있다. 복수의 제 1 기준면은 복수의 센서 전극에 대면 가능하도록 둘레 방향을 따라 교대로 배열되어 있다. 이 구성에 의하면, 제 1 기준면 또는 제 2 기준면에 용이하게 센서 전극을 대면시킬 수 있다.

[0015] 일 실시 형태에서는, 케이스는 케이스 본체 내를 배기 장치에 접속하는 배기 포트를 더 가진다. 해당 방법은 케이스 본체 내의 공간을 배기하는 공정을 더 포함한다. 이 구성에서는, 케이스 본체 내를 진공 흡인한 상태에서, 측정기의 교정을 행할 수 있다.

[0016] 일 실시 형태에서는, 측정기는 배터리, 및 해당 배터리에 접속된 급전 단자를 더 구비한다. 케이스는 급전을 위한 커넥터를 더 구비한다. 케이스 본체 내에 측정기가 수용되어 있는 상태에서, 급전 단자와 커넥터가 전기적으로 접속된다. 이 구성에 의하면, 측정기의 교정시에 측정기의 배터리에 급전할 수 있다.

[0017] 다른 일 형태에서는, 측정기의 교정에 이용되는 케이스가 제공된다. 해당 측정기는, 대략 원반 형상을 갖고, 또한 복수의 센서 전극을 가진다. 측정기는 복수의 센서 전극 각각의 정전 용량을 나타내는 복수의 측정치를 취득하도록 구성되어 있다. 케이스는 케이스 본체와, 규제부와, 복수의 제 1 기준면을 가진다. 케이스 본체는

측정기를 그 내부에 수용하도록 구성되어 있다. 규제부는 케이스 본체 내에 수용된 측정기의 병진 이동을 규제하도록 마련되어 있다. 복수의 제 1 기준면은 복수의 센서 전극에 각각 대면 가능하도록 케이스 본체 내에 마련되어 있다.

[0018] 일 형태에 따른 케이스에서는, 케이스 본체 내에서의 측정기의 병진 이동이 규제되어 있으므로, 복수의 제 1 기준면의 각각과 복수의 센서 전극의 각각간의 거리를 소정의 거리로 고정할 수 있다. 이와 같이, 기준면과 센서 전극의 거리가 고정되는 것에 의해, 측정기의 교정을 간편하게 행하는 것이 가능해진다.

[0019] 일 실시 형태에서는, 복수의 제 1 기준면은 둘레 방향으로 배열되어 있다. 이 구성에서는, 복수의 센서 전극이 둘레 방향으로 배열된 측정기에 대응할 수 있다.

[0020] 일 실시 형태에서는, 복수의 제 1 기준면과는 상이한 복수의 제 2 기준면을 더 가진다. 복수의 제 2 기준면은 복수의 센서 전극에 각각 대면 가능하도록 케이스 본체 내에 마련되어 있다. 복수의 제 1 기준면과 케이스 본체 내에서 측정기가 배치되는 영역의 중심축선의 사이의 거리는 복수의 제 2 기준면과 해당 중심축선의 사이의 거리와 상이하게 되어 있다. 복수의 제 1 기준면과 복수의 제 2 기준면은 둘레 방향을 따라 교대로 배열되어 있다. 이 구성에 의하면, 제 1 기준면 또는 제 2 기준면에 용이하게 센서 전극을 대면시킬 수 있다.

발명의 효과

[0021] 이상 설명한 바와 같이, 정전 용량을 취득하는 측정기의 교정을 간편하게 행하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 처리 시스템을 예시하는 도면이다.
 도 2는 얼라이너를 예시하는 사시도이다.
 도 3은 플라즈마 처리 장치의 일례를 나타내는 도면이다.
 도 4는 측정기를 상면측에서 보았을 때에 나타내는 평면도이다.
 도 5는 측정기를 바닥면측에서 보았을 때에 나타내는 평면도이다.
 도 6은 제 1 센서의 일례를 나타내는 사시도이다.
 도 7은 도 6의 VII-VII선을 따라 취한 단면도이다.
 도 8은 도 7의 VIII-VIII선에 따라 취한 단면도이다.
 도 9는 도 5의 제 2 센서의 확대도이다.
 도 10은 측정기의 회로 기관의 구성을 예시하는 도면이다.
 도 11은 측정기의 회로 기관의 구성의 상세를 예시하는 도면이다.
 도 12는 분해된 케이스를 예시하는 단면도이다.
 도 13은 케이스의 구성을 모식적으로 나타내는 평면도이다.
 도 14는 측정기의 교정 방법의 일례를 나타내는 흐름도이다.
 도 15는 교정 방법을 설명하기 위한 그래프이다.
 도 16은 교정 방법을 설명하기 위한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 도면을 참조하여 여러 실시 형태에 대해 상세히 설명한다. 또, 각 도면에서 동일 또는 상당하는 부분에 대해서는 동일한 부호를 부여하는 것으로 한다.

[0024] 우선, 원반 형상의 피가공물을 처리하기 위한 처리 장치, 및 당해 처리 장치에 피처리체를 반송하기 위한 반송 장치를 가지는 처리 시스템에 대해 설명한다. 도 1은 처리 시스템을 예시하는 도면이다. 처리 시스템(1)은 받침대(2a~2d), 용기(4a~4d), 로더 모듈 LM, 얼라이너 AN, 로드록 모듈 LL1, LL2, 프로세스 모듈 PM1~PM6, 트랜스퍼 모듈 TF, 및 제어부 MC를 구비하고 있다. 또, 받침대(2a~2d)의 개수, 용기(4a~4d)의 개수, 로드록 모듈

LL1, LL2의 개수, 및 프로세스 모듈 PM1~PM6의 개수는 한정되는 것이 아니고, 1 이상의 임의의 개수일 수 있다.

- [0025] 받침대(2a~2d)는 로더 모듈 LM의 일 가장자리를 따라 배열되어 있다. 용기(4a~4d)는 각각 받침대(2a~2d) 상에 탑재되어 있다. 용기(4a~4d)의 각각은, 예를 들면 FOUP(Front Opening Unified Pod)라고 칭해지는 용기이다. 용기(4a~4d)의 각각은 피가공물 W를 수용하도록 구성되어 있다. 피가공물 W는 웨이퍼와 같이 대략 원반 형상을 가진다.
- [0026] 로더 모듈 LM은 대기압 상태의 반송 공간을 그 내부에서 구획하는 챔버벽을 가지고 있다. 이 반송 공간 내에는 반송 장치 TU1이 마련되어 있다. 반송 장치 TU1은, 예를 들면 다관절 로봇이고, 제어부 MC에 의해 제어된다. 반송 장치 TU1은 용기(4a~4d)와 얼라이너 AN의 사이, 얼라이너 AN과 로드록 모듈 LL1~LL2의 사이, 로드록 모듈 LL1~LL2와 용기(4a~4d)의 사이에서 피가공물 W를 반송하도록 구성되어 있다.
- [0027] 얼라이너 AN은 로더 모듈 LM과 접속되어 있다. 얼라이너 AN은 피가공물 W의 위치의 조정(위치의 교정)을 행하도록 구성되어 있다. 도 2는 얼라이너를 예시하는 사시도이다. 얼라이너 AN은 지지대(6T), 구동 장치(6D), 및 센서(6S)를 가지고 있다. 지지대(6T)는 연직 방향으로 연장되는 축선 중심으로 회전 가능한 받침대이고, 그 위에 피가공물 W를 지지하도록 구성되어 있다. 지지대(6T)는 구동 장치(6D)에 의해 회전된다. 구동 장치(6D)는 제어부 MC에 의해 제어된다. 구동 장치(6D)로부터의 동력에 의해 지지대(6T)가 회전하면, 당해 지지대(6T) 상에 탑재된 피가공물 W도 회전하게 되어 있다.
- [0028] 센서(6S)는, 광학 센서이고, 피가공물 W가 회전되고 있는 동안, 피가공물 W의 에지를 검출한다. 센서(6S)는 에지의 검출 결과로부터, 기준 각도 위치에 대한 피가공물 W의 노치 WN(혹은, 다른 마커)의 각도 위치의 어긋남량, 및 기준 위치에 대한 피가공물 W의 중심 위치의 어긋남량을 검출한다. 센서(6S)는 노치 WN의 각도 위치의 어긋남량 및 피가공물 W의 중심 위치의 어긋남량을 제어부 MC에 출력한다. 제어부 MC는, 노치 WN의 각도 위치의 어긋남량에 근거하여, 노치 WN의 각도 위치를 기준 각도 위치로 보정하기 위한 지지대(6T)의 회전량을 산출한다. 제어부 MC는, 이 회전량만큼 지지대(6T)를 회전시키도록, 구동 장치(6D)를 제어한다. 이것에 의해, 노치 WN의 각도 위치를 기준 각도 위치로 보정할 수 있다. 또한, 제어부 MC는, 반송 장치 TU1의 엔드 이펙터(end effector) 상의 소정 위치에 피가공물 W의 중심 위치가 일치하도록, 얼라이너 AN으로부터 피가공물 W를 수취할 때의 반송 장치 TU1의 엔드 이펙터의 위치를, 피가공물 W의 중심 위치의 어긋남량에 근거하여 제어한다.
- [0029] 도 1로 되돌아가서, 로드록 모듈 LL1 및 로드록 모듈 LL2의 각각은 로더 모듈 LM과 트랜스퍼 모듈 TF의 사이에 마련되어 있다. 로드록 모듈 LL1 및 로드록 모듈 LL2의 각각은 예비 감압실을 제공하고 있다.
- [0030] 트랜스퍼 모듈 TF는 로드록 모듈 LL1 및 로드록 모듈 LL2에 게이트 밸브를 거쳐서 접속되어 있다. 트랜스퍼 모듈 TF는 감압 가능한 감압실을 제공하고 있다. 이 감압실에는, 반송 장치 TU2가 마련되어 있다. 반송 장치 TU2는, 예를 들면 다관절 로봇이고, 제어부 MC에 의해 제어된다. 반송 장치 TU2는 로드록 모듈 LL1~LL2와 프로세스 모듈 PM1~PM6 사이, 및 프로세스 모듈 PM1~PM6 중 임의의 2개의 프로세스 모듈 사이에서, 피가공물 W를 반송하도록 구성되어 있다.
- [0031] 프로세스 모듈 PM1~PM6는 트랜스퍼 모듈 TF에 게이트 밸브를 거쳐서 접속되어 있다. 프로세스 모듈 PM1~PM6의 각각은 피가공물 W에 대해 플라즈마 처리라고 하는 전용의 처리를 행하도록 구성된 처리 장치이다.
- [0032] 이 처리 시스템(1)에서 피가공물 W의 처리가 행해질 때의 일련의 동작은 이하와 같이 예시된다. 로더 모듈 LM의 반송 장치 TU1이 용기(4a~4d) 중 어느 하나로부터 피가공물 W를 취출하고, 당해 피가공물 W를 얼라이너 AN에 반송한다. 다음에, 반송 장치 TU1은, 그 위치가 조정된 피가공물 W를 얼라이너 AN로부터 취출하고, 당해 피가공물 W를 로드록 모듈 LL1 및 로드록 모듈 LL2 중 한쪽의 로드록 모듈에 반송한다. 다음에, 한쪽의 로드록 모듈이 예비 감압실의 압력을 소정의 압력으로 감압한다. 다음에, 트랜스퍼 모듈 TF의 반송 장치 TU2가, 한쪽의 로드록 모듈로부터 피가공물 W를 취출하고, 당해 피가공물 W를 프로세스 모듈 PM1~PM6 중 어느 하나에 반송한다. 그리고, 프로세스 모듈 PM1~PM6 중 1개 이상의 프로세스 모듈이 피가공물 W를 처리한다. 그리고, 반송 장치 TU2가, 처리 후의 피가공물 W를 프로세스 모듈로부터 로드록 모듈 LL1 및 로드록 모듈 LL2 중 한쪽의 로드록 모듈에 반송한다. 다음에, 반송 장치 TU1이 피가공물 W를 한쪽의 로드록 모듈로부터 용기(4a~4d) 중 어느 하나에 반송한다.
- [0033] 이 처리 시스템(1)은 상술한 바와 같이 제어부 MC를 구비하고 있다. 제어부 MC는 프로세서, 메모리라는 기억 장치, 표시 장치, 입출력 장치, 통신 장치 등을 구비하는 컴퓨터일 수 있다. 상술한 처리 시스템(1)의 일련의 동작은, 기억 장치에 기억된 프로그램에 따른 제어부 MC에 의한 처리 시스템(1)의 각 부의 제어에 의해, 실현되게 되어 있다.

- [0034] 도 3은 프로세스 모듈 PM1-PM6 중 어느 하나로서 채용될 수 있는 플라즈마 처리 장치의 일례를 나타내는 도면이다. 도 3에 나타내는 플라즈마 처리 장치(10)는 용량 결합형 플라즈마 에칭 장치이다. 플라즈마 처리 장치(10)는 대략 원통 형상의 챔버 본체(12)를 구비하고 있다. 챔버 본체(12)는, 예를 들면 알루미늄으로 형성되어 있고, 그 내벽면에는 양극 산화 처리가 실시될 수 있다. 이 챔버 본체(12)는 보안 접지 되어 있다.
- [0035] 챔버 본체(12)의 바닥부 상에는, 대략 원통 형상의 지지부(14)가 마련되어 있다. 지지부(14)는, 예를 들면 절연 재료로 구성되어 있다. 지지부(14)는 챔버 본체(12) 내에 마련되어 있고, 챔버 본체(12)의 바닥부로부터 위쪽으로 연장되어 있다. 또한, 챔버 본체(12)에 의해 제공되는 챔버 S 내에는, 스테이지 ST가 마련되어 있다. 스테이지 ST는 지지부(14)에 의해 지지되어 있다.
- [0036] 스테이지 ST는 하부 전극 LE 및 정전 척 ESC를 가지고 있다. 하부 전극 LE는 제 1 플레이트(18a) 및 제 2 플레이트(18b)를 포함하고 있다. 제 1 플레이트(18a) 및 제 2 플레이트(18b)는, 예를 들면 알루미늄이라는 금속으로 구성되어 있고, 대략 원반 형상을 이루고 있다. 제 2 플레이트(18b)는 제 1 플레이트(18a) 상에 마련되어 있고, 제 1 플레이트(18a)에 전기적으로 접속되어 있다.
- [0037] 제 2 플레이트(18b) 상에는 정전 척 ESC가 마련되어 있다. 정전 척 ESC는 도전막인 전극을 1쌍의 절연층 또는 절연 시트 사이에 배치한 구조를 가지고 있고, 대략 원반 형상을 가지고 있다. 정전 척 ESC의 전극에는, 직류 전원(22)이 스위치(23)를 거쳐서 전기적으로 접속되어 있다. 이 정전 척 ESC는 직류 전원(22)으로부터의 직류 전압에 의해 생긴 쿨롱력 등의 정전력에 의해 피가공물 W를 흡착한다. 이것에 의해, 정전 척 ESC는 피가공물 W를 유지할 수 있다.
- [0038] 제 2 플레이트(18b)의 주연부 상에는, 포커스 링 FR이 마련되어 있다. 이 포커스 링 FR은 피가공물 W의 에지 및 정전 척 ESC를 둘러싸도록 마련되어 있다. 포커스 링 FR은 제 1 부분 P1 및 제 2 부분 P2를 가지고 있다(도 7 참조). 제 1 부분 P1 및 제 2 부분 P2는 고리 모양의 판 형상을 가지고 있다. 제 2 부분 P2는 제 1 부분 P1 상에 마련되어 있다. 제 2 부분 P2의 내연 P2i는 제 1 부분 P1의 내연 P1i의 직경보다 큰 직경을 가지고 있다. 피가공물 W는, 그 에지 영역이 포커스 링 FR의 제 1 부분 P1 상에 위치하도록, 정전 척 ESC 상에 탑재된다. 이 포커스 링 FR은 실리콘, 탄화 규소, 산화 실리콘이라는 여러 재료 중 어느 하나로 형성될 수 있다.
- [0039] 제 2 플레이트(18b)의 내부에는, 냉매 유로(24)가 마련되어 있다. 냉매 유로(24)는 온도 조절 기구를 구성하고 있다. 냉매 유로(24)에는, 챔버 본체(12)의 외부에 마련된 칠러 유닛으로부터 배관(26a)을 거쳐서 냉매가 공급된다. 냉매 유로(24)에 공급된 냉매는 배관(26b)을 거쳐서 칠러 유닛으로 되돌려진다. 이와 같이, 냉매 유로(24)와 칠러 유닛 사이에서는 냉매가 순환된다. 이 냉매의 온도를 제어하는 것에 의해, 정전 척 ESC에 의해 지지된 피가공물 W의 온도가 제어된다.
- [0040] 스테이지 ST에는, 당해 스테이지 ST를 관통하는 복수(예를 들면, 3개)의 관통 구멍(25)이 형성되어 있다. 이들 복수의 관통 구멍(25)에는, 복수 라인(예를 들면, 3개)의 리프트 핀(25a)이 각각 삽입되어 있다. 또, 도 3에서는, 1개의 리프트 핀(25a)이 삽입된 1개의 관통 구멍(25)이 도시되어 있다.
- [0041] 또한, 플라즈마 처리 장치(10)에는, 가스 공급 라인(28)이 마련되어 있다. 가스 공급 라인(28)은 전열 가스 공급 기구로부터의 전열 가스, 예를 들면 He 가스를 정전 척 ESC의 표면과 피가공물 W의 이면 사이에 공급한다.
- [0042] 또한, 플라즈마 처리 장치(10)는 상부 전극(30)을 구비하고 있다. 상부 전극(30)은, 스테이지 ST의 위쪽에서, 당해 스테이지 ST와 대향 배치되어 있다. 상부 전극(30)은, 절연성 차폐 부재(32)를 거쳐서, 챔버 본체(12)의 상부에 지지되어 있다. 상부 전극(30)은 천판(34) 및 지지체(36)를 포함할 수 있다. 천판(34)은 챔버 S에 접하고 있고, 당해 천판(34)에는 복수의 가스 토출 구멍(34a)이 마련되어 있다. 이 천판(34)은 실리콘 또는 석영으로 형성될 수 있다. 혹은, 천판(34)은 알루미늄제의 모재(母材)의 표면에 산화이트륨이라는 플라즈마 내성의 막을 형성하는 것에 의해 구성될 수 있다.
- [0043] 지지체(36)는 천판(34)을 착탈 자유롭게 지지하는 것이고, 예를 들면 알루미늄이라는 도전성 재료로 구성될 수 있다. 이 지지체(36)는 수냉 구조를 가질 수 있다. 지지체(36)의 내부에는, 가스 확산실(36a)이 마련되어 있다. 이 가스 확산실(36a)로부터는 가스 토출 구멍(34a)에 연통하는 복수의 가스 통류 구멍(36b)이 아래쪽으로 연장되어 있다. 또한, 지지체(36)에는, 가스 확산실(36a)에 처리 가스를 도입하는 가스 도입구(36c)가 형성되어 있고, 이 가스 도입구(36c)에는, 가스 공급관(38)이 접속되어 있다.
- [0044] 가스 공급관(38)에는, 밸브군(42) 및 유량 제어기군(44)을 거쳐서 가스 소스군(40)이 접속되어 있다. 가스 소스군(40)은 복수종의 가스용의 복수의 가스 소스를 포함하고 있다. 밸브군(42)은 복수의 밸브를 포함하고

있고, 유량 제어기군(44)은 매스플로우 콘트롤러라는 복수의 유량 제어기를 포함하고 있다. 가스 소스군(40)의 복수의 가스 소스는 각각, 밸브군(42)의 대응하는 밸브 및 유량 제어기군(44)의 대응하는 유량 제어기를 거쳐서 가스 공급관(38)에 접속되어 있다.

[0045] 또한, 플라즈마 처리 장치(10)에서는, 챔버 본체(12)의 내벽을 따라 데포 쉴드(46)가 착탈 자유롭게 마련되어 있다. 데포 쉴드(46)는 지지부(14)의 외주에도 마련되어 있다. 데포 쉴드(46)는 챔버 본체(12)에 예칭 부생물(데포)이 부착되는 것을 방지하는 것이고, 알루미늄재에 산화이트륨 등의 세라믹스를 피복하는 것에 의해 구성될 수 있다.

[0046] 챔버 본체(12)의 바닥부측으로 지지부(14)와 챔버 본체(12)의 측벽의 사이에는 배기 플레이트(48)가 마련되어 있다. 배기 플레이트(48)는, 예를 들면 알루미늄재에 산화이트륨 등의 세라믹스를 피복하는 것에 의해 구성될 수 있다. 배기 플레이트(48)에는, 그 판 두께 방향으로 관통하는 복수의 구멍이 형성되어 있다. 이 배기 플레이트(48)의 아래쪽, 챔버 본체(12)에는, 배기구(12e)가 마련되어 있다. 배기구(12e)에는, 배기관(52)을 거쳐서 배기 장치(50)가 접속되어 있다. 배기 장치(50)는 압력 조정 밸브 및 터보 분자 펌프 등의 진공 펌프를 가지고 있고, 챔버 본체(12) 내의 공간을 소망하는 진공도까지 감압할 수 있다. 또한, 챔버 본체(12)의 측벽에는 피가공물 W의 반입출구(12g)가 마련되어 있고, 이 반입출구(12g)는 게이트 밸브(54)에 의해 개폐 가능하게 되어 있다.

[0047] 또한, 플라즈마 처리 장치(10)는 제 1 고주파 전원(62) 및 제 2 고주파 전원(64)을 더 구비하고 있다. 제 1 고주파 전원(62)은 플라즈마 생성용의 제 1 고주파를 발생하는 전원으로, 예를 들면 27~100MHz의 주파수를 가지는 고주파를 발생한다. 제 1 고주파 전원(62)은 정합기(66)를 거쳐서 상부 전극(30)에 접속되어 있다. 정합기(66)는 제 1 고주파 전원(62)의 출력 임피던스와 부하측(상부 전극(30)측)의 입력 임피던스를 정합시키기 위한 회로를 가지고 있다. 또, 제 1 고주파 전원(62)은 정합기(66)를 거쳐서 하부 전극 LE에 접속되어 있어도 좋다.

[0048] 제 2 고주파 전원(64)은 피가공물 W에 이온을 인입하기 위한 제 2 고주파를 발생하는 전원으로, 예를 들면 400kHz~13.56MHz의 범위 내의 주파수의 고주파를 발생한다. 제 2 고주파 전원(64)은 정합기(68)를 거쳐서 하부 전극 LE에 접속되어 있다. 정합기(68)는 제 2 고주파 전원(64)의 출력 임피던스와 부하측(하부 전극 LE측)의 입력 임피던스를 정합시키기 위한 회로를 가지고 있다.

[0049] 이 플라즈마 처리 장치(10)에서는, 복수의 가스 소스 중 선택된 하나 이상의 가스 소스로부터의 가스가 챔버 S에 공급된다. 또한, 챔버 S의 압력이 배기 장치(50)에 의해 소정의 압력으로 설정된다. 또, 제 1 고주파 전원(62)으로부터의 제 1 고주파에 의해 챔버 S 내의 가스가 여기된다. 이에 의해, 플라즈마가 생성된다. 그리고, 발생한 활성종에 의해 피가공물 W가 처리된다. 또 필요에 따라, 제 2 고주파 전원(64)의 제 2 고주파에 근거하는 바이어스에 의해, 피가공물 W에 이온이 인입되어도 좋다.

[0050] 이하, 측정기에 대해 설명한다. 도 4는 측정기를 상면측에서 보았을 때에 나타내는 평면도이다. 도 5는 측정기를 바닥면측에서 보았을 때에 나타내는 평면도이다. 도 4 및 도 5에 나타내는 측정기(100)는 베이스 기관(102)을 구비하고 있다. 베이스 기관(102)은, 예를 들면 실리콘으로 형성되어 있고, 피가공물 W의 형상과 동일한 형상, 즉 대략 원반 형상을 가지고 있다. 베이스 기관(102)의 직경은 피가공물 W의 직경과 동일한 직경이고, 예를 들면 300mm이다. 측정기(100)의 형상 및 치수는 이 베이스 기관(102)의 형상 및 치수에 따라 규정된다. 따라서, 측정기(100)는, 피가공물 W의 형상과 동일한 형상을 갖고, 또한 피가공물 W의 치수와 동일한 치수를 가진다. 또, 베이스 기관(102)의 에지에는, 노치(102N)(혹은, 다른 마커)가 형성되어 있다.

[0051] 베이스 기관(102)에는, 정전 용량 측정용의 복수의 제 1 센서(104A~104C)가 마련되어 있다. 또, 측정기(100)에 마련되는 제 1 센서의 개수는 3개 이상의 임의의 개수일 수 있다. 복수의 제 1 센서(104A~104C)는 베이스 기관(102)의 에지를 따라, 예를 들면 당해 에지의 전체 둘레에서 등간격으로 배열되어 있다. 구체적으로는, 복수의 제 1 센서(104A~104C)의 각각은 베이스 기관의 상면측의 에지를 따르도록 마련되어 있다. 복수의 제 1 센서(104A~104C)의 각각의 전측 단면(104f)은 베이스 기관(102)의 측면을 따르고 있다.

[0052] 또한, 베이스 기관(102)에는, 정전 용량 측정용의 복수의 제 2 센서(105A~105C)가 마련되어 있다. 또, 측정기(100)에 마련되는 제 2 센서의 개수는 3개 이상의 임의의 개수일 수 있다. 복수의 제 2 센서(105A~105C)는, 베이스 기관(102)의 에지를 따라, 예를 들면 당해 에지의 전체 둘레에서 등간격으로 배열되어 있다. 구체적으로는, 복수의 제 2 센서(105A~105C)의 각각은 베이스 기관의 바닥면측의 에지를 따르도록 마련되어 있다. 복수의 제 2 센서(105A~105C)의 각각의 센서 전극(161)은 베이스 기관(102)의 바닥면을 따르고 있다. 또한, 제 2 센서(105A~105C)와 제 1 센서(104A~104C)는 둘레 방향에서 60° 간격으로 교대로 배열되어 있다.

- [0053] 베이스 기관(102)의 상면의 중앙에는, 회로 기관(106)이 마련되어 있다. 회로 기관(106)과 복수의 제 1 센서(104A~104C) 사이에는, 서로를 전기적으로 접속하기 위한 배선군(108A~108C)이 마련되어 있다. 또한, 회로 기관(106)과 복수의 제 2 센서(105A~105C)의 사이에는, 서로를 전기적으로 접속하기 위한 배선군(208A~208C)이 마련되어 있다. 회로 기관(106), 배선군(108A~108C), 및 배선군(208A~208C)은 커버(103)에 의해 덮여 있다. 커버(103)에는, 복수의 개구(103a)가 마련되어 있다. 개구(103a)의 위치는 회로 기관(106)에 배치된 후술하는 급전 커넥터(177a) 등의 위치와 일치하고 있다.
- [0054] 이하, 제 1 센서에 대해 상세히 설명한다. 도 6은 센서의 일례를 나타내는 사시도이다. 도 7은 도 6의 VII-VII선에 따라 취한 단면도이다. 도 8은 도 7의 VIII-VIII선에 따라 취한 단면도이다. 도 6~도 8에 나타내는 제 1 센서(104)는 측정기(100)의 복수의 제 1 센서(104A~104C)로서 이용되는 센서이고, 일례에서는, 칩 형상의 부품으로서 구성되어 있다. 또, 이하의 설명에서는, XYZ 직교 좌표계를 적절히 참조한다. X 방향은 제 1 센서(104)의 앞쪽 방향을 나타내고 있어 Y 방향은 X 방향에 직교하는 일 방향으로서 제 1 센서(104)의 폭 방향을 나타내고 있고, Z 방향은 X 방향 및 Y 방향에 직교하는 방향으로서 제 1 센서(104)의 위 방향을 나타내고 있다.
- [0055] 도 6~도 8에 나타내는 바와 같이, 제 1 센서(104)는 전측 단면(104f), 상면(104t), 하면(104b), 1쌍의 측면(104s), 및 뒤측 단면(104r)을 가지고 있다. 전측 단면(104f)은 X 방향에서 제 1 센서(104)의 전측 표면을 구성하고 있다. 제 1 센서(104)는 전측 단면(104f)이 중심축선 AX(100)에서 방사 방향으로 향하도록, 측정기(100)의 베이스 기관(102)에 탑재된다(도 4 참조). 또한, 제 1 센서(104)가 베이스 기관(102)에 탑재되어 있는 상태에서는, 전측 단면(104f)은 베이스 기관(102)의 에지를 따라 연장된다. 따라서, 측정기(100)가 정전 척 ESC 상에 배치될 때에, 전측 단면(104f)은 포커스 링 FR의 내연에 대면한다.
- [0056] 후측 단면(104r)은 X 방향에서 제 1 센서(104)의 후측 표면을 구성하고 있다. 제 1 센서(104)가 베이스 기관(102)에 탑재되어 있는 상태에서는, 후측 단면(104r)은 전측 단면(104f)보다 중심축선 AX(100)의 근처에 위치한다. 상면(104t)은 Z 방향에서 제 1 센서(104)의 상측 표면을 구성하고 있고, 하면(104b)은 Z 방향에서 제 1 센서(104)의 하측 표면을 구성하고 있다. 또한, 1쌍의 측면(104s)은 Y 방향에서 제 1 센서(104)의 표면을 구성하고 있다.
- [0057] 제 1 센서(104)는 센서 전극(143)을 가지고 있다. 제 1 센서(104)는 전극(141) 및 가이드 전극(142)을 더 가지고 있어도 좋다. 전극(141)은 도체로 형성되어 있다. 전극(141)은 제 1 부분(141a)을 가지고 있다. 도 6 및 도 7에 나타내는 바와 같이, 제 1 부분(141a)은 X 방향 및 Y 방향으로 연장되어 있다.
- [0058] 가이드 전극(142)은 도체로 형성되어 있다. 가이드 전극(142)은, 제 2 부분(142a)을 가지고 있다. 제 2 부분(142a)은 제 1 부분(141a) 위에서 연장되어 있다. 제 1 센서(104) 내에서, 가이드 전극(142)은 전극(141)으로부터 절연되어 있다. 도 6 및 도 7에 나타내는 바와 같이, 제 2 부분(142a)은 제 1 부분(141a) 위에서, X 방향 및 Y 방향으로 연장되어 있다.
- [0059] 센서 전극(143)은 도체로 형성된 센서 전극이다. 센서 전극(143)은 전극(141)의 제 1 부분(141a) 및 가이드 전극(142)의 제 2 부분(142a) 위에 마련되어 있다. 센서 전극(143)은 제 1 센서(104) 내에서 전극(141) 및 가이드 전극(142)으로부터 절연되어 있다. 센서 전극(143)은 전면(前面)(143f)을 가지고 있다. 이 전면(143f)은 제 1 부분(141a) 및 제 2 부분(142a)에 교차하는 방향으로 연장되어 있다. 또한, 전면(143f)은 제 1 센서(104)의 전측 단면(104f)을 따라 연장되어 있다. 일 실시 형태에서는, 전면(143f)은 제 1 센서(104)의 전측 단면(104f)의 일부를 구성하고 있다. 혹은, 제 1 센서(104)는 센서 전극(143)의 전면(143f)의 앞측에 당해 전면(143f)을 덮는 절연막을 가지고 있어도 좋다.
- [0060] 도 6~도 8에 나타내는 바와 같이, 전극(141) 및 가이드 전극(142)은 센서 전극(143)의 전면(143f)이 배치되어 있는 영역측(X 방향)에서 개구되고, 또한 센서 전극(143)의 주위를 둘러싸도록 연장되어 있어도 좋다. 즉, 전극(141) 및 가이드 전극(142)은 센서 전극(143)의 위쪽, 뒤쪽, 및 옆쪽에서, 당해 센서 전극(143)을 둘러싸도록 연장되어 있어도 좋다.
- [0061] 또한, 제 1 센서(104)의 전측 단면(104f)은 소정의 곡률을 가지는 곡면일 수 있다. 이 경우에, 전측 단면(104f)은 당해 전측 단면의 임의의 위치에서 일정한 곡률을 가지고 있고, 당해 전측 단면(104f)의 곡률은 측정기(100)의 중심축선 AX(100)와 당해 전측 단면(104f) 사이의 거리의 역수일 수 있다. 이 제 1 센서(104)는 전측 단면(104f)의 곡률 중심이 중심축선 AX(100)와 일치하도록, 베이스 기관(102)에 탑재된다.
- [0062] 또한, 제 1 센서(104)는 기관부(144), 절연 영역(146~148), 패드(151~153), 및 비아 배선(154)을 더 가질 수 있다. 기관부(144)는 본체부(144m) 및 표층부(144f)를 가지고 있다. 본체부(144m)는, 예를 들면 실리콘으로

형성되어 있다. 표층부(144f)는 본체부(144m)의 표면을 덮고 있다. 표층부(144f)는 절연 재료로 형성되어 있다. 표층부(144f)는, 예를 들면 실리콘의 열산화막이다.

[0063] 가이드 전극(142)의 제 2 부분(142a)은, 기관부(144)의 아래쪽에서 연장되어 있고, 기관부(144)와 가이드 전극(142) 사이에는 절연 영역(146)이 마련되어 있다. 절연 영역(146)은, 예를 들면 SiO_2 , SiN , Al_2O_3 , 또는 폴리이미드로 형성되어 있다.

[0064] 전극(141)의 제 1 부분(141a)은 기관부(144) 및 가이드 전극(142)의 제 2 부분(142a)의 아래쪽에서 연장되어 있다. 전극(141)과 가이드 전극(142)의 사이에는 절연 영역(147)이 마련되어 있다. 절연 영역(147)은, 예를 들면 SiO_2 , SiN , Al_2O_3 , 또는 폴리이미드로 형성되어 있다.

[0065] 절연 영역(148)은 제 1 센서(104)의 상면(104t)을 구성하고 있다. 절연 영역(148)은, 예를 들면 SiO_2 , SiN , Al_2O_3 , 또는 폴리이미드로 형성되어 있다. 이 절연 영역(148)에는, 패드(151~153)가 형성되어 있다. 패드(153)는 도체로 형성되어 있고, 센서 전극(143)에 접속되어 있다. 구체적으로는, 절연 영역(146), 가이드 전극(142), 절연 영역(147), 및 전극(141)을 관통하는 비아 배선(154)에 의해, 센서 전극(143)과 패드(153)가 서로 접속되어 있다. 비아 배선(154)의 주위에는 절연체가 마련되어 있고, 당해 비아 배선(154)은 전극(141) 및 가이드 전극(142)으로부터 절연되어 있다. 패드(153)는 베이스 기관(102) 내에 마련된 배선(183)을 거쳐서 회로 기관(106)에 접속되어 있다. 패드(151) 및 패드(152)도 마찬가지로 도체로 형성되어 있다. 패드(151) 및 패드(152)는 각각, 대응하는 비아 배선을 거쳐서, 전극(141), 가이드 전극(142)에 접속되어 있다. 또한, 패드(151) 및 패드(152)는 베이스 기관(102)에 마련된 대응하는 배선을 거쳐서 회로 기관(106)에 접속된다.

[0066] 이하, 제 2 센서에 대해 상세히 설명한다. 도 9는 도 5의 부분 확대도이고, 하나의 제 2 센서를 나타낸다. 센서 전극(161)의 에지는 부분적으로 원호 형상을 이루고 있다. 즉, 센서 전극(161)은 중심축선 AX(100)를 중심으로 한 상이한 반경을 가지는 2개의 원호(161a, 161b)에 의해 규정되는 평면 형상을 가지고 있다. 복수의 제 2 센서(105A~105C) 각각의 센서 전극(161)에서의 직경 방향 외측의 원호(161b)는 공통되는 원 상에서 연장된다. 또한, 복수의 제 2 센서(105A~105C) 각각의 센서 전극(161)에서의 직경 방향 내측의 원호(161a)는 다른 공통되는 원 상에서 연장된다. 센서 전극(161)의 에지의 일부의 곡률은 정전 척 ESC의 에지의 곡률과 일치하고 있다. 일 실시 형태에서는, 센서 전극(161)에서의 직경 방향 외측의 에지를 형성하는 원호(161b)의 곡률이 정전 척 ESC의 에지의 곡률과 일치하고 있다. 또, 원호(161b)의 곡률 중심, 즉 원호(161b)가 그 위에서 연장되는 원의 중심은 중심축선 AX(100)를 공유하고 있다.

[0067] 일 실시 형태에서는, 제 2 센서(105A~105C)의 각각은 센서 전극(161)을 둘러싸는 가이드 전극(162)을 더 포함하고 있다. 가이드 전극(162)은 프레임 형상을 이루고 있고, 센서 전극(161)을 그 전둘레에 걸쳐 둘러싸고 있다. 가이드 전극(162)과 센서 전극(161)은 그들 사이에 절연 영역(164)이 개재되도록, 서로 이격되어 있다. 또한, 일 실시 형태에서는, 제 2 센서(105A~105C)의 각각은 가이드 전극(162)의 외측에서 당해 가이드 전극(162)을 둘러싸는 전극(163)을 더 포함하고 있다. 전극(163)은 프레임 형상을 이루고 있고, 가이드 전극(162)을 그 전둘레에 걸쳐 둘러싸고 있다. 가이드 전극(162)과 전극(163)은 그들 사이에 절연 영역(165)이 개재되도록 서로 이격되어 있다.

[0068] 이하, 회로 기관(106)의 구성에 대해 설명한다. 도 10은 측정기의 회로 기관의 구성을 예시하는 도면이다. 도 10에 나타내는 바와 같이, 회로 기관(106)은 고주파 발전기(171), 복수의 C/V 변환 회로(172A~172C), 복수의 C/V 변환 회로(272A~272C), A/D 변환기(173), 프로세서(연산부)(174), 기억 장치(175), 통신 장치(176), 및 전원(177)을 가지고 있다.

[0069] 복수의 제 1 센서(104A~104C)의 각각은 복수의 배선군(108A~108C) 중 대응하는 배선군을 거쳐서 회로 기관(106)에 접속되어 있다. 또한, 복수의 제 1 센서(104A~104C)의 각각은, 대응하는 배선군에 포함되는 어느 하나의 배선을 거쳐서, 복수의 C/V 변환 회로(172A~172C) 중 대응하는 C/V 변환 회로에 접속되어 있다. 복수의 제 2 센서(105A~105C)의 각각은 복수의 배선군(208A~208C) 중 대응하는 배선군을 거쳐서 회로 기관(106)에 접속되어 있다. 또한, 복수의 제 2 센서(105A~105C)의 각각은 대응하는 배선군에 포함되는 어느 하나의 배선을 거쳐서, 복수의 C/V 변환 회로(272A~272C) 중 대응하는 C/V 변환 회로에 접속되어 있다. 이하, 복수의 제 1 센서(104A~104C)의 각각과 동일한 구성의 하나의 제 1 센서(104), 복수의 배선군(108A~108C)의 각각과 동일한 구성의 하나의 배선군(108), 복수의 C/V 변환 회로(172A~172C)의 각각과 동일한 구성의 하나의 C/V 변환 회로(172), 복수의 제 2 센서(105A~105C)의 각각과 동일한 구성의 하나의 제 2 센서(105), 복수의 배선군(208A~208C)의 각각과 동일한 구성의 하나의 배선군(208), 및 복수의 C/V 변환 회로(272A~272C)의 각각과 동일한 구성의 C/V 변

환 회로(272)에 대해 설명한다.

- [0070] 배선군(108)은 배선(181~183)을 포함하고 있다. 배선(181)의 일단은 전극(141)에 접속된 패드(151)에 접속되어 있다. 이 배선(181)은 회로 기판(106)의 그라운드 GC에 접속된 그라운드 전위선 GL에 접속되어 있다. 또, 배선(181)은 그라운드 전위선 GL에 스위치 SWG를 거쳐서 접속되어 있어도 좋다. 또한, 배선(182)의 일단은 가이드 전극(142)에 접속된 패드(152)에 접속되어 있고, 배선(182)의 타단은 C/V 변환 회로(172)에 접속되어 있다. 또한, 배선(183)의 일단은 센서 전극(143)에 접속된 패드(153)에 접속되어 있고, 배선(183)의 타단은 C/V 변환 회로(172)에 접속되어 있다.
- [0071] 배선군(208)은 배선(281~283)을 포함하고 있다. 배선(281)의 일단은 전극(163)에 접속되어 있다. 이 배선(281)은 회로 기판(106)의 그라운드 GC에 접속된 그라운드 전위선 GL에 접속되어 있다. 또, 배선(281)은 그라운드 전위선 GL에 스위치 SWG를 거쳐서 접속되어 있어도 좋다. 또한, 배선(282)의 일단은 가이드 전극(162)에 접속되어 있고, 배선(282)의 타단은 C/V 변환 회로(272)에 접속되어 있다. 또한, 배선(283)의 일단은 센서 전극(161)에 접속되어 있고, 배선(283)의 타단은 C/V 변환 회로(272)에 접속되어 있다.
- [0072] 고주파 발진기(171)는 배터리라는 전원(177)에 접속되어 있고, 당해 전원(177)으로부터의 전력을 받아 고주파 신호를 발생하도록 구성되어 있다. 또, 전원(177)은 프로세서(174), 기억 장치(175), 및 통신 장치(176)에도 접속되어 있다. 고주파 발진기(171)는 복수의 출력선을 가지고 있다. 고주파 발진기(171)는 발생한 고주파 신호를 복수의 출력선을 거쳐서, 배선(182) 및 배선(183), 및 배선(282) 및 배선(283)에 인가하도록 되어 있다. 따라서, 고주파 발진기(171)는 제 1 센서(104)의 가이드 전극(142) 및 센서 전극(143)에 전기적으로 접속되어 있고, 당해 고주파 발진기(171)로부터의 고주파 신호는 가이드 전극(142) 및 센서 전극(143)에 인가되도록 되어 있다. 또한, 고주파 발진기(171)는 제 2 센서(105)의 센서 전극(161) 및 가이드 전극(162)에 전기적으로 접속되어 있고, 당해 고주파 발진기(171)로부터의 고주파 신호는 센서 전극(161) 및 가이드 전극(162)에 인가되도록 되어 있다.
- [0073] C/V 변환 회로(172)의 입력에는 배선(182) 및 배선(183)이 접속되어 있다. 즉, C/V 변환 회로(172)의 입력에는, 제 1 센서(104)의 가이드 전극(142) 및 센서 전극(143)이 접속되어 있다. 또한, C/V 변환 회로(272)의 입력에는, 센서 전극(161) 및 가이드 전극(162)이 각각 접속되어 있다. C/V 변환 회로(172) 및 C/V 변환 회로(272)는, 그 입력에서의 전위차에 따른 진폭을 가지는 전압 신호를 생성하고, 당해 전압 신호를 출력하도록 구성되어 있다. 또, C/V 변환 회로(172)에 접속된 센서 전극의 정전 용량이 클수록, 당해 C/V 변환 회로(172)가 출력하는 전압 신호의 전압의 크기는 커진다. 마찬가지로, C/V 변환 회로(272)에 접속된 센서 전극의 정전 용량이 클수록, 당해 C/V 변환 회로(272)가 출력하는 전압 신호의 전압의 크기는 커진다.
- [0074] 고주파 발진기(171)와 배선(182) 및 배선(183)과 C/V 변환 회로(172)의 접속에 대해, 보다 상세히 설명한다. 도 11은 고주파 발진기(171)와 배선(182) 및 배선(183)과 C/V 변환 회로(172)의 접속을 나타내는 회로도이다. 도 11에 나타내는 바와 같이, 고주파 발진기(171)와 배선(182) 사이에는, 저항(171a)이 접속되어 있다. 고주파 발진기(171)와 배선(183) 사이에는, 가변 저항(171b) 및 가변 콘덴서(171c)를 포함하는 가변 임피던스 회로(171d)가 접속되어 있다. C/V 변환 회로(172)는 그 일부에 OP 앰프 및 저항을 포함하는 증폭 회로(172a)를 가지고 있다. 증폭 회로(172a)에서는, OP 앰프의 반전 입력에 배선(183)이 입력되어 있고, OP 앰프의 비반전 입력에 배선(182)이 입력되어 있다. 또한, OP 앰프의 반전 입력과 출력은 저항을 거쳐서 접속되어 있다. 증폭 회로(172a)는 C/V 변환 회로(172)에 입력된 센서 전극(143)으로부터의 신호와 가이드 전극(142)로부터의 신호의 전위차를 증폭시킨다.
- [0075] 고주파 발진기(171)와 배선(282) 및 배선(283)과 C/V 변환 회로(272)는 고주파 발진기(171)와 배선(182) 및 배선(183)과 C/V 변환 회로(172)와 동일하게 접속되어 있다. 즉, 고주파 발진기(171)와 배선(282) 사이에는, 저항이 접속되어 있다. 고주파 발진기(171)와 배선(283) 사이에는, 가변 저항 및 가변 콘덴서를 포함하는 가변 임피던스 회로가 접속되어 있다. C/V 변환 회로(272)는 그 일부에 OP 앰프 및 저항을 포함하는 증폭 회로를 가지고 있다. 증폭 회로에서는, OP 앰프의 반전 입력에 배선(283)이 입력되어 있고, OP 앰프의 비반전 입력에 배선(282)이 입력되어 있다. 또한, OP 앰프의 반전 입력과 출력은 저항을 거쳐서 접속되어 있다.
- [0076] A/D 변환기(173)의 입력에는, C/V 변환 회로(172) 및 C/V 변환 회로(272)의 출력이 접속하고 있다. 또한, A/D 변환기(173)는 프로세서(174)에 접속하고 있다. A/D 변환기(173)는, 프로세서(174)로부터의 제어 신호에 의해 제어되고, C/V 변환 회로(172)의 출력 신호(전압 신호) 및 C/V 변환 회로(272)의 출력 신호(전압 신호)를 디지털 값으로 변환하고, 검출치로서 프로세서(174)에 출력한다.

- [0077] 프로세서(174)에는 기억 장치(175)가 접속되어 있다. 기억 장치(175)는 휘발성 메모리라는 기억 장치이고, 후술하는 측정 데이터를 기억하도록 구성되어 있다. 또한, 프로세서(174)에는, 다른 기억 장치(178)가 접속되어 있다. 기억 장치(178)는 비휘발성 메모리라는 기억 장치이고, 프로세서(174)에 의해 읽혀 실행되는 프로그램이 기억되어 있다.
- [0078] 통신 장치(176)는 임의의 무선 통신 규격에 준거한 통신 장치이다. 예를 들면, 통신 장치(176)는 Bluetooth(등록 상표)에 준거하고 있다. 통신 장치(176)는 기억 장치(175)에 기억되어 있는 측정 데이터를 무선 송신하도록 구성되어 있다.
- [0079] 프로세서(174)는, 상술한 프로그램을 실행하는 것에 의해, 측정기(100)의 각 부를 제어하도록 구성되어 있다. 예를 들면, 프로세서(174)는 가이드 전극(142), 센서 전극(143), 센서 전극(161), 및 가이드 전극(162)에 대한 고주파 발진기(171)로부터의 고주파 신호의 공급, 기억 장치(175)에 대한 전원(177)으로부터의 전력 공급, 통신 장치(176)에 대한 전원(177)으로부터의 전력 공급 등을 제어하도록 되어 있다. 또, 프로세서(174)는, 상술한 프로그램을 실행하는 것에 의해, A/D 변환기(173)로부터 입력된 검출치에 근거하여, 제 1 센서(104)의 측정치 및 제 2 센서(105)의 측정치를 취득한다. 일 실시 형태에서는, A/D 변환기(173)로부터 출력된 검출치를 X 라고 한 경우, 프로세서(174)에서는, 측정치가 $(a \cdot X + b)$ 에 비례한 값으로 되도록, 검출치에 근거하여 측정치를 취득하고 있다. 여기서, a 및 b 는 회로 상태 등에 따라 변화하는 정수이다. 프로세서(174)는, 예를 들면 측정치가 $(a \cdot X + b)$ 에 비례한 값으로 되는 소정의 연산식(함수)을 가지고 있어도 좋다.
- [0080] 이상 설명한 측정기(100)에서는, 측정기(100)가 포커스 링 FR에 의해 둘러싸인 영역에 배치되어 있는 상태에서, 복수의 센서 전극(143) 및 가이드 전극(142)은 포커스 링 FR의 내연과 대면한다. 이들 센서 전극(143)의 신호와 가이드 전극(142)의 신호의 전위차에 근거하여 생성되는 측정치는 복수의 센서 전극(143) 각각과 포커스 링의 사이의 거리를 반영하는 정전 용량을 나타내고 있다. 또, 정전 용량 C 는 $C = \epsilon S/d$ 로 나타내어진다. ϵ 은 센서 전극(143)의 전면(143f)과 포커스 링 FR의 내연 사이의 매질의 유전율이고, S 는 센서 전극(143)의 전면(143f)의 면적이고, d 는 센서 전극(143)의 전면(143f)과 포커스 링 FR의 내연의 사이의 거리라고 볼 수 있다. 따라서, 측정기(100)에 의하면, 피가공물 W 를 모방한 당해 측정기(100)와 포커스 링 FR의 상대적인 위치 관계를 반영하는 측정 데이터가 얻어진다. 예를 들면, 측정기(100)에 의해 취득되는 복수의 측정치는 센서 전극(143)의 전면(143f)과 포커스 링 FR의 내연의 사이의 거리가 커질수록 작아진다.
- [0081] 또한, 측정기(100)가 정전 척 ESC에 탑재되어 있는 상태에서는, 복수의 센서 전극(161)은 정전 척 ESC와 대면한다. 하나의 센서 전극(161)에 대해 생각하면, 센서 전극(161)이 정전 척 ESC에 대해 직경 방향의 외측으로 어긋난 경우, 센서 전극(161)에 의해 측정되는 정전 용량은 소정의 반송 위치에 측정기(100)가 반송된 경우의 정전 용량에 비해 작아진다. 또한, 센서 전극(161)이 정전 척 ESC에 대해 직경 방향의 내측으로 어긋난 경우, 센서 전극(161)에 의해 측정되는 정전 용량은 소정의 반송 위치에 측정기(100)가 반송된 경우의 정전 용량에 비해 커진다. 따라서, 제 2 센서(105A~105C)의 각각의 센서 전극(161)의 정전 용량을 나타내는 측정치를 이용하여 데이터 테이블을 참조하는 것에 의해, 정전 척 ESC의 각 직경 방향에서의 각 센서 전극(161)의 어긋남량을 구할 수 있다. 그리고, 각 직경 방향에서의 제 2 센서(105A~105C)의 각각의 센서 전극(161)의 어긋남량으로부터, 측정기(100)의 반송 위치의 오차를 구할 수 있다.
- [0082] 계속해서, 측정기(100)의 고정에 이용하는 케이스에 대해 설명한다. 도 12는 덮개와 케이스 본체로 분해된 케이스를 나타내는 단면도이다. 케이스(300)는 케이스 본체(301)와, 기준 샘플(310)과, 규제부(330)와, 덮개(340)를 가지고 있다. 케이스 본체(301)는 측정기(100)를 그 내부에 수용하도록 구성되어 있다. 일 실시 형태에서는, 케이스 본체(301)는 위쪽에 측정기(100)가 배치되는 바닥부(302)와, 바닥부(302)의 가장자리를 둘러싸는 둘레벽(303)을 가진다. 바닥부(302)는, 예를 들면 측정기(100)와 마찬가지로 평면에서 보아 원형 형상이어도 좋다. 또한, 바닥부(302)는, 평면에서 보아 예를 들면 팔각형 등의 다각형 형상이어도 좋다. 둘레벽(303)의 상단에는, 둘레벽(303)을 따라 바닥부(302)를 둘러싸는 홈(303a)이 형성되어 있다. 홈(303a)에는, O링(303b)가 배치되어 있다.
- [0083] 기준 샘플(310)은 바닥판(311)과 측판(315)을 가지고 있다. 바닥판(311)은 평판 모양을 이루고 있고, 바닥부(302)의 상면에 탑재되어 있다. 측판(315)은, 대략 고리 형상을 이루고 있어 바닥판(311)의 주위를 둘러싸도록 배치되어 있다. 측정기(100)는, 케이스 본체(301) 내에서, 측판(315)의 내측이고 또한 바닥판(311)의 상면에 배치된다. 측정기(100)가 바닥판(311)에 탑재된 상태에서는, 센서 전극(161)이 바닥판(311)의 상면의 일부에 대면 가능하게 되어 있다. 또한, 측정기(100)가 바닥판(311)에 탑재된 상태에서는, 센서 전극(143)이 측판(315)의 내주면의 일부에 대면 가능하게 되어 있다. 바닥판(311) 및 측판(315)은, 예를 들면 알루미늄 등의 금

속 재료에 의해 형성될 수 있다.

- [0084] 도 13은 기준 샘플(310)을 상세히 나타내는 평면도이다. 바닥판(311)은 대략 원판 형상을 이루고 있다. 바닥판(311)에서의 측정기(100)가 배치되는 영역의 중심축선 AX(300)와 바닥판(311)의 외측 가장자리의 사이의 거리는 둘레 방향에서 소정의 간격마다 상이하다. 측정기(100)가 배치된 상태에서는, 측정기(100)의 중심축선 AX(100)와 바닥판(311)의 중심축선 AX(300)가 일치한다. 이하 편의상, 중심축선 AX(300)와 바닥판(311)의 외측 가장자리 사이의 거리를 바닥판(311)의 「반경」이라고 표현한다. 일 실시 형태에서는, 중심축선 AX(300)의 방향에서, 3개의 센서 전극(161)의 각각과 바닥판(311)이 서로 중복하는 면적의 크기를 3종류로 변화 가능하게 하고 있다. 예를 들면, 바닥판(311)은 소정의 반경을 가지는 부분과, 당해 부분과는 다른 반경을 가지는 부분이 교대로 배열되어 있어도 좋다. 도시예의 바닥판(311)의 반경은 40° 마다 상이하다. 보다 구체적으로는, 제 1 반경(312a), 제 2 반경(312b) 및 제 3 반경(312c)을 가지는 부분이, 둘레 방향을 따라 왼쪽 회전 방향으로 차례로 배열되어 있다.
- [0085] 일례로서 제 1 반경(312a)은 측정기(100)의 반경보다 작다. 예를 들면, 제 1 반경(312a)은 중심축선 AX(100)와 센서 전극(161)의 원호(161a) 사이의 거리보다 작다. 즉, 바닥판(311)에서, 제 1 반경(312a)을 가지는 부분의 상면(313a)은, 측정기(100)가 바닥판(311)에 탑재된 상태에서 센서 전극(161)에 대면할 수 없다. 상면(313a)과 센서 전극(161)의 둘레 방향의 위치가 일치하고 있는 상태이더라도, 센서 전극(161)의 신호에 따른 C/V 변환 회로(272)의 출력 신호(전압 신호)는 이상적으로는 제로가 된다. 제 2 반경(312b)은 측정기(100)의 반경과 동일하다. 바닥판(311)에서, 제 2 반경(312b)을 가지는 부분은 측정기(100)가 바닥판(311)에 탑재된 상태에서 센서 전극(161)에 대면 가능한 상면(제 1 기준면)(313b)을 가진다. 제 3 반경(312c)은 측정기(100)의 반경보다 크다. 바닥판(311)에서, 제 3 반경(312c)을 가지는 부분은 측정기(100)가 바닥판(311)에 탑재된 상태에서 센서 전극(161)에 대면 가능한 상면(제 2 기준면)(313c)을 가진다.
- [0086] 측판(315)은 대략 링 형상을 이루고 있다. 중심축선 AX(300)와 측판(315)의 내주면(316) 사이의 거리는 둘레 방향에서 소정의 간격마다 상이하다. 이하 편의상, 중심축선과 내주면 사이의 거리를 측판(315)의 「반경」이라고 표현한다. 일 실시 형태에서는, 3개의 센서 전극(143)의 각각과 내주면(316) 사이의 거리의 크기를 3종류로 변화 가능하게 하고 있다. 예를 들면, 측판(315)은 소정의 반경을 가지는 부분과, 당해 부분과는 다른 반경을 가지는 부분이 교대로 배열되어 있어도 좋다. 도시예의 측판(315)의 반경은 40° 마다 상이하다. 보다 구체적으로는, 제 1 반경(317a), 제 2 반경(317b) 및 제 3 반경(317c)을 가지는 부분이, 둘레 방향을 따라 왼쪽 회전 방향으로 차례로 배열되어 있다. 제 1 반경(317a)은 제 2 반경(317b)보다 크다. 제 2 반경(317b)은 제 3 반경(317c)보다 크다.
- [0087] 측판(315)에서, 제 1 반경(317a)을 가지는 부분의 내주면(316a)은 측정기(100)가 바닥판(311)에 탑재된 상태에서 센서 전극(143)에 대면할 수 있다. 그러나, 내주면(316a)과 센서 전극(143) 사이의 거리가 크기 때문에, 센서 전극(143)의 신호에 따른 C/V 변환 회로(172)의 출력 신호는 이상적으로는 제로가 된다. 측판(315)에서, 제 2 반경(317b)을 가지는 부분은 측정기(100)가 바닥판(311)에 탑재된 상태에서 센서 전극(143)에 대면 가능한 내주면(제 1 기준면)(316b)을 가진다. 측판(315)에서, 제 3 반경(317c)을 가지는 부분은 측정기(100)가 바닥판(311)에 탑재된 상태에서 센서 전극(143)에 대면 가능한 내주면(제 2 기준면)(316c)을 가진다.
- [0088] 일례에서는, 측정기(100)의 반경은 150.0mm이고, 바닥판(311)에서, 제 1 반경(312a)은 148.0mm이고, 제 2 반경(312b)은 150.0mm이고, 제 3 반경(312c)은 150.5mm이다. 또한, 측판(315)에서, 제 1 반경(317a)은 154.0mm이고, 제 2 반경(317b)은 151.0mm이고, 제 3 반경(317c)은 150.0mm이다.
- [0089] 둘레 방향에서, 상면(313a~313c)의 위치와 내주면(316a~316c)의 위치는 센서 전극(161)의 위치와 센서 전극(143)의 위치의 어긋남과 동일하게 어긋나 있다. 일 실시 형태에서는, 상면(313a)의 둘레 방향의 중심 위치는 내주면(316a)의 둘레 방향의 중심 위치에 대해 60° 어긋나 있다. 상면(313b)의 둘레 방향의 중심 위치는 내주면(316b)의 둘레 방향의 중심 위치에 대해 60° 어긋나 있다. 상면(313c)의 둘레 방향의 중심 위치는 내주면(316c)의 둘레 방향의 중심 위치에 대해 60° 어긋나 있다.
- [0090] 규제부(330)는 케이스 본체(301) 내에 수용된 측정기(100)의 병진 이동을 규제한다. 측정기(100)는, 규제부(330)에 의해 병진 이동이 규제된 상태이더라도, 회전 이동할 수 있다. 일 실시 형태에서는, 복수의 규제부(330)는 바닥부(302) 상에서 중심축선 AX(300)를 중심으로 하는 원주 상에 배치되어 있다. 중심축선 AX(300)와 복수의 규제부(330) 사이의 거리는 측정기(100)의 반경과 동일하다. 일례로서, 규제부(330)는 측정기(100)의 예지에 당접 가능한 핀을 가지고 있다. 규제부(330)는 바닥판(311)과 측판(315) 사이에 배치되어 있다. 둘레 방향에서, 규제부(330)는 측판(315)의 반경이 전환되는 위치에 배치되어 있다. 규제부(330)는, 예를 들면 3개

내지 9개 배치되어도 좋다. 도시에에서는, 9개의 규제부(330)를 예시하고 있다. 또, 예를 들면 규제부(330)를 3개만 배치하는 경우에는, 내주면(316b)과 내주면(316c)의 경계에 규제부(330)가 배치되어도 좋다.

[0091] 덮개(340)는, 케이스 본체(301)의 개구를 덮어, 케이스(300)의 내부 공간을 밀폐할 수 있다. 덮개(340)는 평면에서 보아 바닥부(302)와 동일한 형상의 외형을 가지는 천정부(341)와, 천정부(341)의 가장자리를 둘러싸는 둘레벽(343)을 가진다. 둘레벽(343)과 둘레벽(303)이 접촉하도록 배치된 상태에서, 0링(303b)의 작용에 의해 케이스(300) 내를 밀폐할 수 있다. 천정부(341)의 중앙에는, 창(342)이 마련되어 있다. 창(342)은 유리 등의 투명한 재료에 의해 형성되어 있다. 즉, 사용자는 밀폐된 케이스(300) 내의 상태를 창(342)으로부터 시인할 수 있다. 또한, 천정부(341)에는, 급전 커넥터(344)가 마련되어 있다. 급전 커넥터(344)는 천정부(341)를 관통하고 있다. 급전 커넥터(344)는 케이스(300)의 외측에서 외부의 전원(344a)에 접속될 수 있다. 또한, 급전 커넥터(344)는 케이스(300)의 내측에서 개구(103a)를 거쳐서 측정기(100)의 급전 커넥터(급전 단자)(177a)에 접속될 수 있다. 급전 커넥터(177a)는, 예를 들면 회로 기판(106)의 전원(177)에 접속되어 있다. 둘레벽(343)에는, 배기 포트(343a)가 형성되어 있다. 배기 포트(343a)는 케이스(300)의 내측 공간에 접속되어 있다. 또한, 배기 포트(343a)는 밸브(343b) 및 압력계(343c)를 거쳐서 진공 펌프(343d)에 접속될 수 있다.

[0092] 계속해서, 케이스(300)를 이용한 측정기의 교정 방법에 대해 설명한다. 도 14는 교정 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 도 15는 제 1 센서의 교정 방법을 설명하기 위한 그래프이다. 도 16은 제 2 센서의 교정 방법을 설명하기 위한 그래프이다. 도 15(a)는 센서 전극(143)과 측판(315)의 내주면 사이의 거리를 바꾸어 취득된 제 1 센서(104)의 측정치를 나타낸다. 도 15(b)는 도 15(a)를 부분적으로 확대한 그래프이다. 도 15(a) 및 도 15(b)에서는, 제 1 센서(104A), 제 1 센서(104B) 및 제 1 센서(104C)의 측정치가, 각각 「ch.01」, 「ch.02」 및 「ch.03」에 의해 나타내어져 있다. 또한, 계산에 의해 구해지는 제 1 센서의 정전 용량이 「계산치」로서 나타내어져 있다. 또, 제 1 센서(104)가 내주면(316a)에 대면한 상태, 즉 거리가 4mm인 상태에서는, 정전 용량은 이상적으로는 제로여도 좋다.

[0093] 도 16(a)는 측정기(100)의 예지와 바닥판(311)의 예지 사이의 거리를 바꾸어 취득된 제 2 센서(105)의 측정치를 나타낸다. 도 16(b)는 도 16(a)를 부분적으로 확대한 그래프이다. 도 16(a) 및 도 16(b)에서는, 제 2 센서(105A), 제 2 센서(105B) 및 제 2 센서(105C)의 측정치가 각각 「ch.04」, 「ch.05」 및 「ch.06」에 의해 나타내어져 있다. 또한, 계산에 의해 구해지는 제 2 센서의 정전 용량이 「계산치」로서 나타내어져 있다. 측정기(100)의 예지와 바닥판(311)의 예지 사이의 거리는 측정기(100)의 예지와 바닥판(311)의 예지가 일치하고 있는 상태를 제로로 하고 있다. 또한, 측정기(100)의 예지가 바닥판(311)의 예지의 내측으로 이동한 상태를 플러스로 하고, 측정기(100)의 예지가 바닥판(311)의 예지의 외측으로 이동한 상태를 마이너스로 하고 있다. 즉, 거리가 마이너스일수록, 센서 전극(161)과 바닥판(311)이 대면하는 면적은 작다. 또, 거리가 -2mm인 상태란, 둘레 방향에서 제 2 센서(105)가 상면(313a)의 위치에 있는 경우이고, 센서 전극(161)과 바닥판(311)은 중심축선 AX(300)의 방향에서 서로 중복하고 있지 않다.

[0094] 도 14에 나타내는 바와 같이, 측정기(100)의 교정 방법에서는, 우선 측정기(100)를 교정 모드로 설정한다(스텝 ST1). 측정기(100)는 제 1 센서(104) 및 제 2 센서(105)의 교정을 행하는 교정 모드 외에, 측정기(100)의 반송 위치의 오차를 구하는 측정 모드 등을 가지고 있어도 좋다.

[0095] 계속해서, 측정기(100)를 케이스(300) 내에 수납한다(스텝 ST2). 스텝 ST2에서는, 제 1 센서(104A~104C)의 각각이 내주면에 대면하도록 배치된다. 이 상태에서는, 제 2 센서(105A~105C)의 각각이 둘레 방향에서 상면(313a)의 위치와 일치한다. 즉, 센서 전극(161)과 바닥판(311)은 대면하고 있지 않다.

[0096] 계속해서, 케이스(300) 내를 진공 흡인한다(스텝 ST3). 스텝 ST3에서는, 우선 덮개(340)에 의해 케이스(300) 내가 밀폐된다. 그리고, 배기 포트를 통한 진공 펌프에 의해 케이스(300) 내를 진공 흡인한다.

[0097] 계속해서, 제로점 조정을 행한다(스텝 ST4). 즉, C/V 변환 회로에 입력되는 센서 전극의 신호와 가이드 전극의 신호의 전위차가 제로가 되도록 가변 임피던스 회로가 조정된다. 스텝 ST2에서는, 센서 전극(143)이 내주면(316a)에 대면하고, 센서 전극(161)이 바닥부(302)의 상면에 대면하도록, 측정기(100)가 배치되어 있다. 이 상태에서는, 센서 전극(143)과 내주면(316a) 사이의 거리가 크고, 센서 전극(143)의 전방에 검출치가 제로로 되어야 할 공간이 마련되어 있다. 즉, C/V 변환 회로(172)로부터 출력되는 전압 신호는, 이상적으로는 제로가 된다. 또한, 센서 전극(161)의 전방(아래쪽)에 검출치가 제로로 되어야 할 공간이 마련되어 있다. 즉, 센서 전극(161)에 대해 상면(313a)이 영향을 미치지 않기 때문에, C/V 변환 회로(172)로부터 출력되는 전압 신호는 이상적으로는 제로로 된다. 스텝 ST4에서는, C/V 변환 회로(172)로부터 출력되는 전압 신호가 제로로 되도록, 프로세서(174)에 의해, 가변 임피던스 회로(171d)에서의 가변 저항(171b)의 저항값 및 가변 콘덴서(171c)의 용

량이 조정된다. 또한, C/V 변환 회로(272)로부터 출력되는 전압 신호가 제로로 되도록, 가변 임피던스 회로(171d)에서의 가변 저항(171b)의 저항값 및 가변 콘덴서(171c)의 용량이 조정된다.

[0098] 계속해서, 측정기(100)의 위치를 변경한다(스텝 ST5). 스텝 ST5에서는, 규제부(330)에 의해 측정기(100)의 병진 이동이 규제된 상태에서, 측정기(100)를 회전 이동시킨다. 이것에 의해, 제 1 센서(104A~104C)의 각각이 내주면(제 1 기준면)에 대면하도록 한다. 일례로서, 측정기(100)는 평면에서 보아 왼쪽 회전 방향으로 40° 회전된다. 이 상태에서는, 제 2 센서(105A~105C)의 각각이 상면(제 1 기준면)에 대면하고 있다. 또한, 당해 상면의 가장자리는 측정기(100)의 에지에 맞춰져 있다.

[0099] 계속해서, 케이스(300)내를 진공 흡인한다(스텝 ST6). 스텝 ST6에서는, 우선 덮개(340)에 의해 케이스(300) 내가 밀폐된다. 그리고, 배기 포트를 통한 진공 펌프에 의해 케이스(300) 내를 진공 흡인한다.

[0100] 계속해서, 기울기 보정을 행한다(스텝 ST7). 스텝 ST7에서, 센서 전극(143)이 내주면에 대면하고, 센서 전극(161)이 상면에 대면하도록, 측정기(100)가 배치되어 있다. 이 상태에서는, 제 1 센서(104)와 내주면 사이의 거리는 1mm이다. 그 때문에, 거리가 1mm일 때의 계산치에 의한 정전 용량(제 1 소정치)(도 15 참조)으로 되도록, 제 1 센서(104)의 측정치(제 1 측정치)가 보정된다. 또한, 측정기(100)(제 2 센서(105))의 에지와 바닥판(311)의 가장자리 사이의 거리는 0mm이다. 그 때문에, 거리가 0mm일 때의 계산치에 의한 정전 용량(제 1 소정치)(도 16 참조)으로 되도록, 제 2 센서(105)에 의한 측정치(제 1 측정치)가 보정된다.

[0101] 상술한 바와 같이, 프로세서(174)에서는, A/D 변환기(173)로부터 출력된 검출치를 X라고 한 경우, 측정치가 $(a \cdot X + b)$ 에 비례한 값으로 되도록, 측정치를 취득하고 있다. 정수 a가 변화하는 것에 의해, 도 15 및 도 16에 나타내는 그래프에서는, 거리와 측정치의 관계를 나타내는 곡선의 곡률이 변화된다. 또한, 정수 b가 변화하는 것에 의해, 도 15 및 도 16에 나타내는 그래프에서는, 거리와 측정치의 관계를 나타내는 곡선이 상하로 시프트한다. 일 실시 형태에서는, A/D 변환기(173)로부터 출력되는 검출치 X의 각각이, 계산치에 의한 정전 용량을 나타내는 측정치로 변환되도록, C/V 변환 회로(172A~172C) 및 C/V 변환 회로(272A~272C)의 각각에 대응하여 정수 a, b가 조정된다.

[0102] 계속해서, 측정기(100)의 교정의 결과를 확인한다(스텝 ST8). 스텝 ST8에서는, 제 1 센서(104A~104C)의 각각이 내주면(316c)에 대면하고, 또한 제 2 센서(105A~105C)의 각각이 상면(313c)에 대면하고 있는 상태에서, 계산치에 의한 정전 용량(제 2 소정치)과 동일한 값이 취득되는 것을 확인한다. 즉, 스텝 ST8에서는, 제 1 센서(104A~104C)의 각각이 내주면(316c)에 대면하고, 또한 제 2 센서(105A~105C)의 각각이 상면(313c)에 대면하도록 측정기(100)가 회전 이동되고, 케이스(300) 내가 진공 흡인된다. 당해 상태에서, 측정기(100)에 의한 측정을 실행하고, 제 1 센서(104A~104C) 및 제 2 센서(105A~105C)에 의해 취득되는 측정치(제 2 측정치)를 확인한다. 취득되는 측정치와 계산치에 의한 값에 차이가 없는 경우, 교정은 종료한다. 한편, 취득되는 측정치와 계산치에 의한 값에 차이가 있는 경우에는, 제 1 측정치 및 제 2 측정치를 이용하여 다시 정수 a, b가 교정된다.

[0103] 이상 설명한 측정기의 교정 방법에서는, 케이스 본체(301) 내에서 규제부(330)에 의해 측정기(100)의 병진 이동이 규제되므로, 센서 전극(143)과 내주면(316b)간의 상대적 위치 관계, 및 센서 전극(161)과 상면(313b)간의 상대적 위치 관계를 용이하게 고정할 수 있다. 센서 전극과 기준면간의 상대적인 위치 관계가 고정되어 있는 경우, 센서 전극(143, 161)에 의한 측정치는 본래 일정한 값을 취한다. 그래서, 상대적 위치 관계가 고정된 상태에서, 센서 전극(143, 161)에 의한 측정치가 소정치로 되도록 함수의 계수를 교정하는 것에 의해, 측정기(100)를 간편하게 교정할 수 있다.

[0104] 또한, 측정치가 제로로 되어야 할 상태에서, 센서 전극(143)의 전위와 당해 센서 전극(143)을 둘러싸는 가이드 전극(142)의 전위간의 전위차를 제로로 한다. 또한, 측정치가 제로로 되어야 할 상태에서, 센서 전극(161)의 전위와 당해 센서 전극(161)을 둘러싸는 가이드 전극(162)의 전위간의 전위차를 제로로 한다. 이것에 의해 고정밀도로 교정을 행할 수 있다.

[0105] 복수의 내주면(316a, 316b, 316c) 및 복수의 상면(313a, 313b, 313c)은 둘레 방향으로 배열되어 있다. 그 때문에, 측정기(100)를 평면 내에서 회전 이동시키는 것만으로, 센서 전극(143) 및 센서 전극(161)에 대면하는 기준면을 변경하는 것이 가능하다.

[0106] 또한, 해당 방법에서는, 센서 전극(161) 및 센서 전극(143)이 상면(313c) 및 내주면(316c)에 각각 대면한 상태에서, A/D 변환기의 검출치를 측정치로 변환하는 함수의 계수를 더 교정하므로, 보다 고정밀도로 교정을 행할 수 있다.

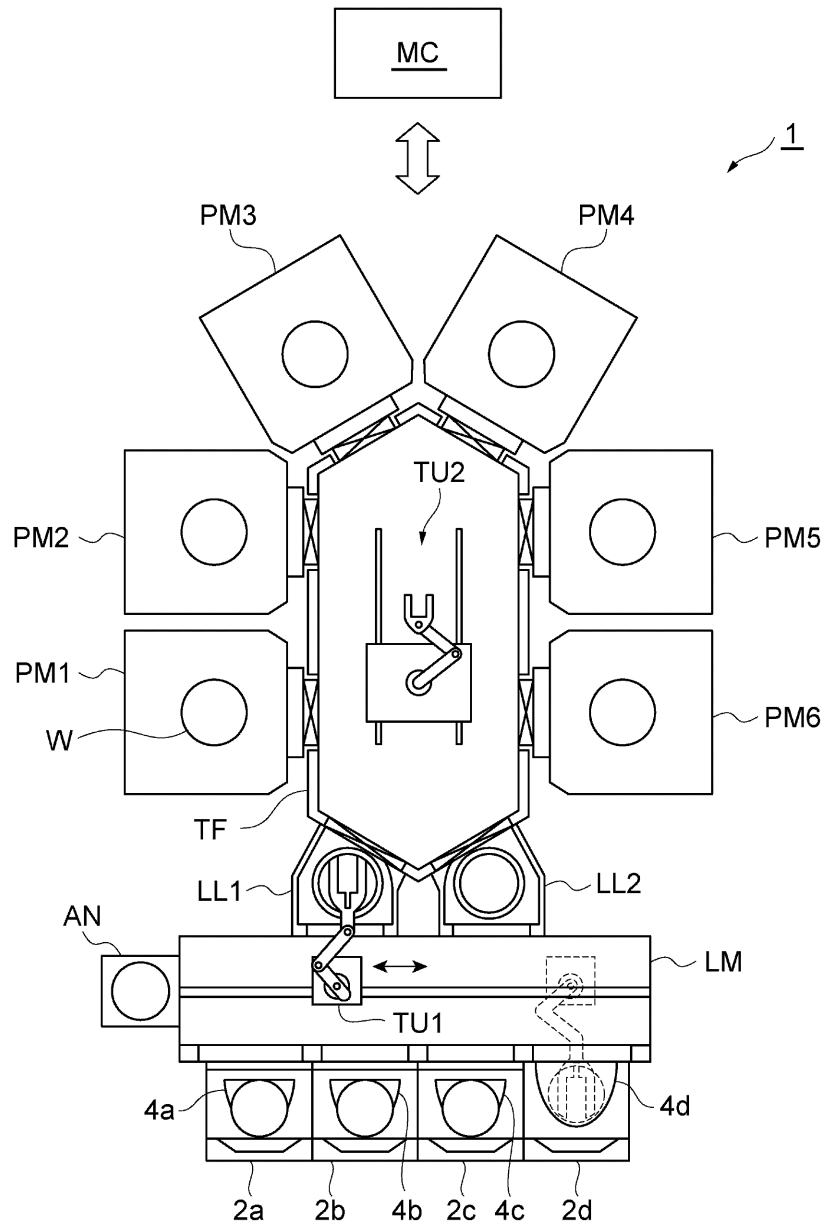
- [0107] 또한, 일 실시 형태에서는, 규제부(330)에 의해 규제된 측정기(100)를 회전시킴으로써, 용이하게 센서 전극(143, 161)에 대면하는 기준면을 변경할 수 있다.
- [0108] 또한, 케이스(300)는 배기 포트(343a)를 가지므로, 케이스(300) 내를 진공 흡인한 상태에서, 측정기(100)의 교정을 행할 수 있다.
- [0109] 일 실시 형태에서는, 케이스 본체(301) 내에 측정기(100)가 수용되어 있는 상태에서, 급전 커넥터(177a)와 급전 커넥터(344)가 전기적으로 접속된다. 이 구성에 의하면, 측정기(100)의 교정시에 측정기(100)의 전원(177)에 급전할 수 있다.
- [0110] 이상, 실시 형태에 대해 설명해 왔지만, 상술한 실시 형태에 한정되는 일없이 여러 변형 형태를 구성 가능하다.
- [0111] 예를 들면, 커버(103)에서의 개구(103a)의 위치에 대응하도록, 측정기(100) 상태를 알리는 LED 등의 광원이 회로 기판(106)에 배치되어 있어도 좋다. 이 경우, 개구(103a) 및 창(342)을 거쳐서 광원을 시인할 수 있으므로, 사용자에게 교정이 종료된 것을 통지해도 좋다.

부호의 설명

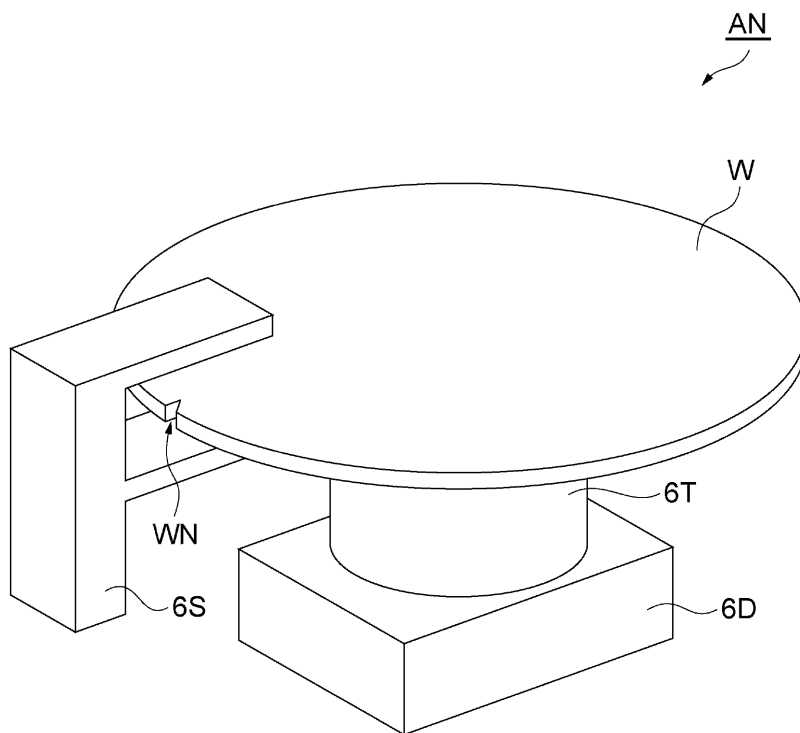
- [0112]
- | | |
|---------------------|---------------------|
| 100 : 측정기 | 102 : 베이스 기판 |
| 106 : 회로 기판 | 142 : 가이드 전극 |
| 143 : 센서 전극 | 161 : 센서 전극 |
| 162 : 가이드 전극 | 171 : 고주파 발진기 |
| 174 : 프로세서(연산부) | 300 : 케이스 |
| 301 : 케이스 본체 | 313b : 상면(제 1 기준면) |
| 313c : 상면(제 2 기준면) | 316b : 내주면(제 1 기준면) |
| 316c : 내주면(제 2 기준면) | 330 : 규제부 |

도면

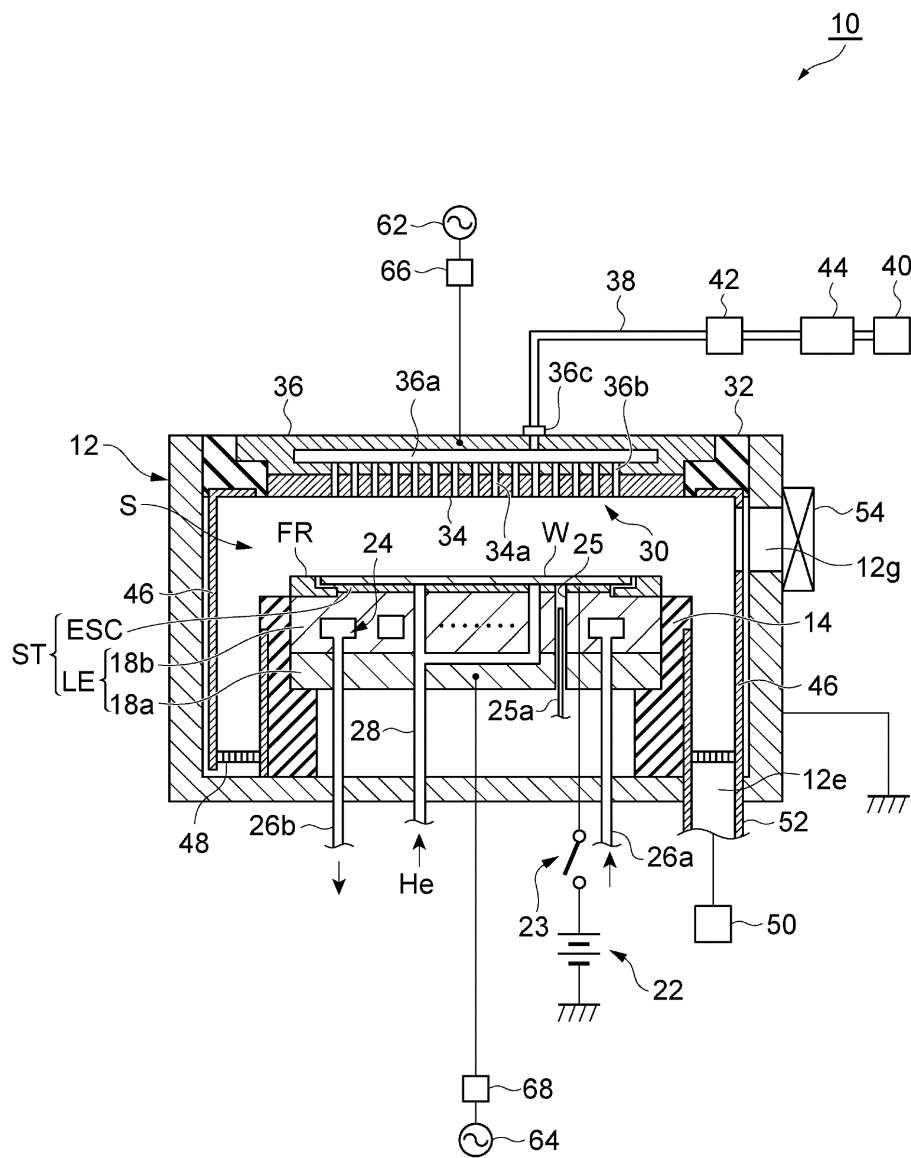
도면1



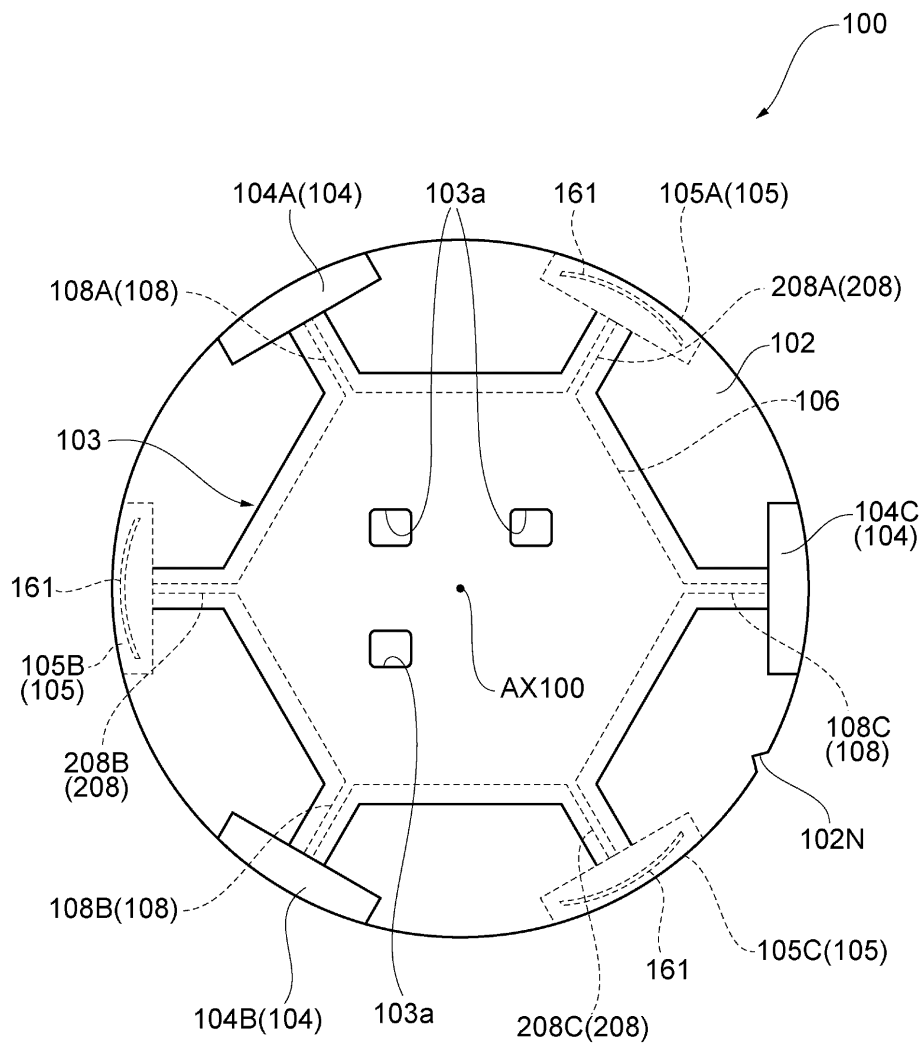
도면2



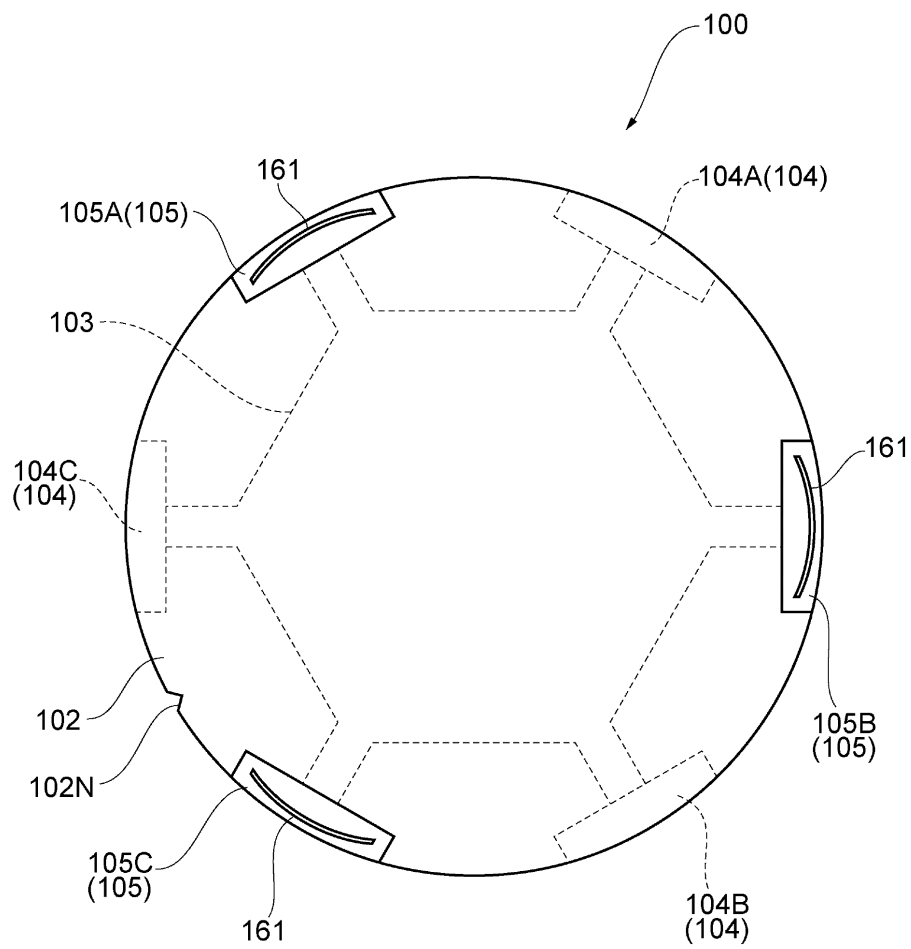
도면3



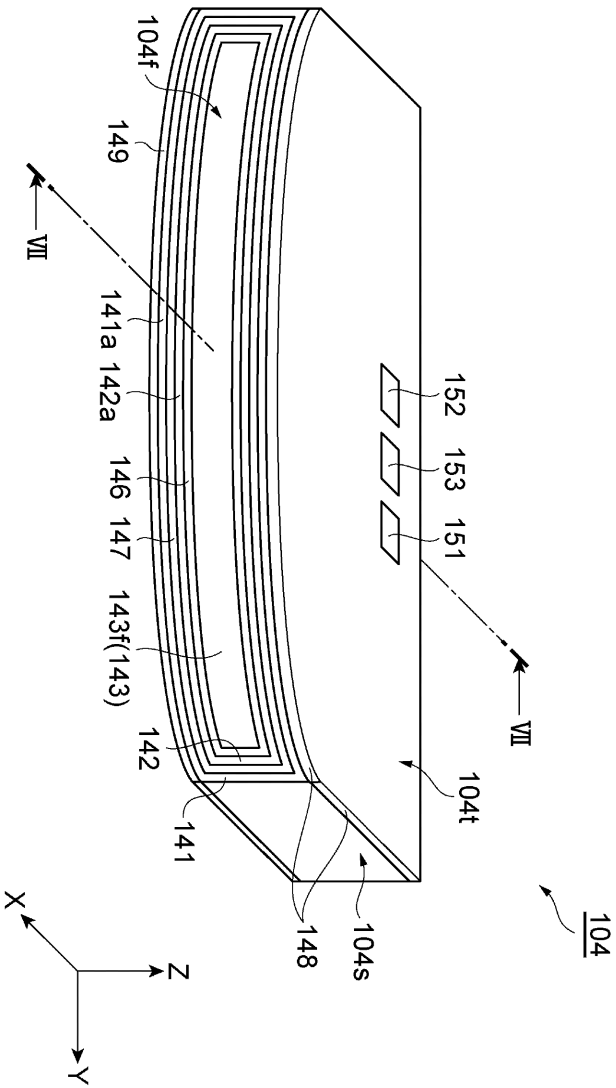
도면4



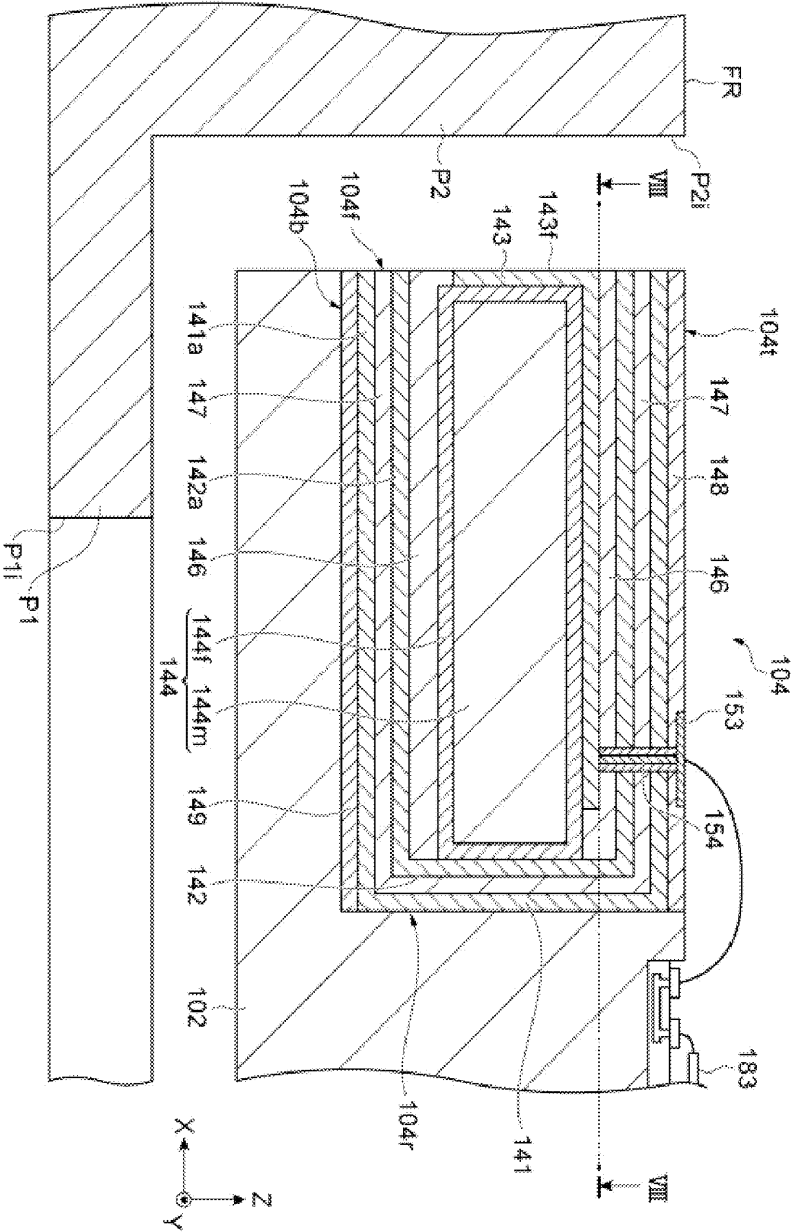
도면5



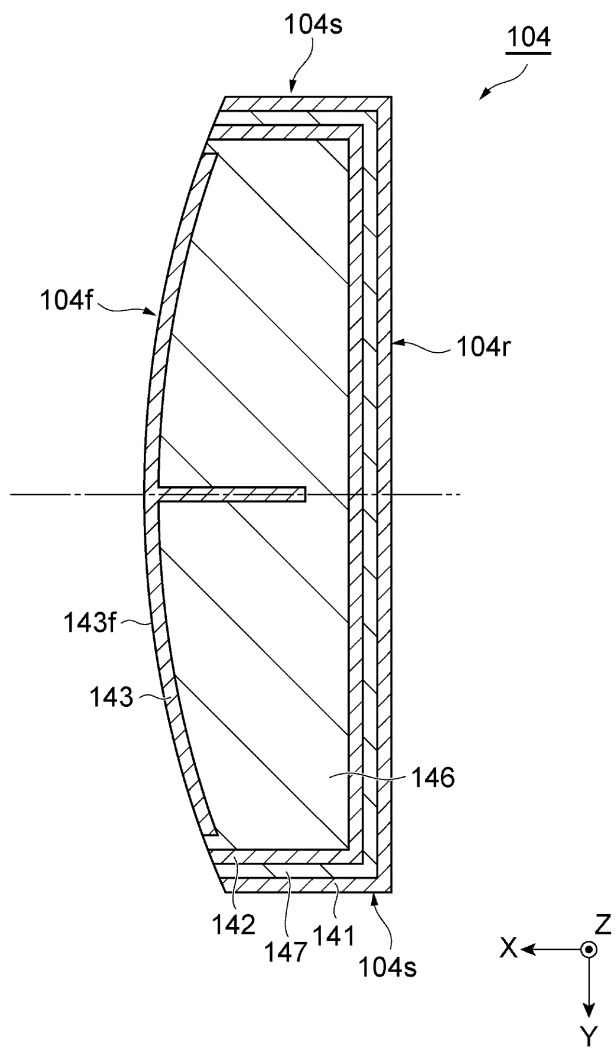
도면6



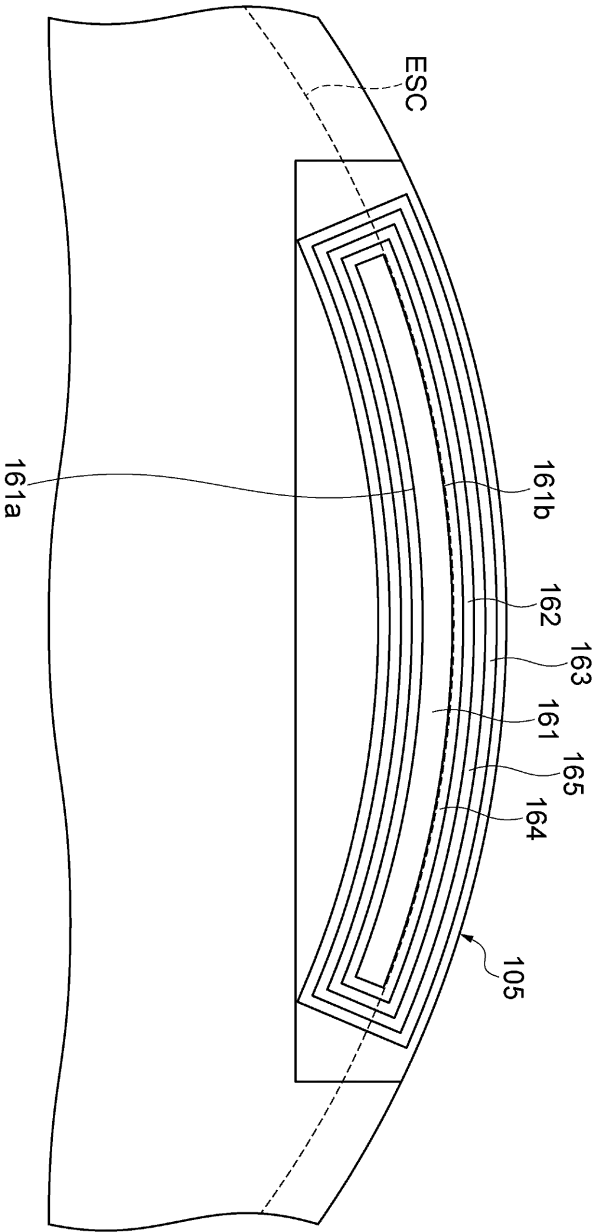
도면7



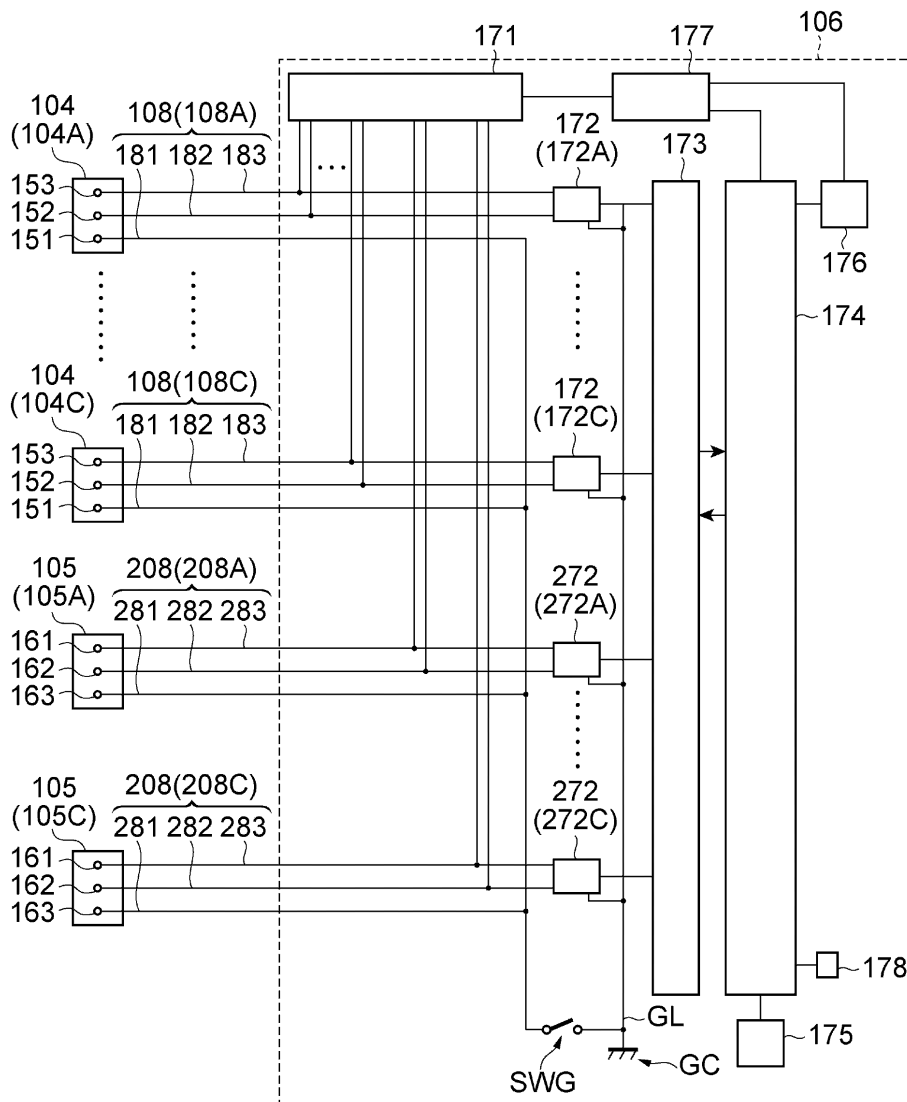
도면8



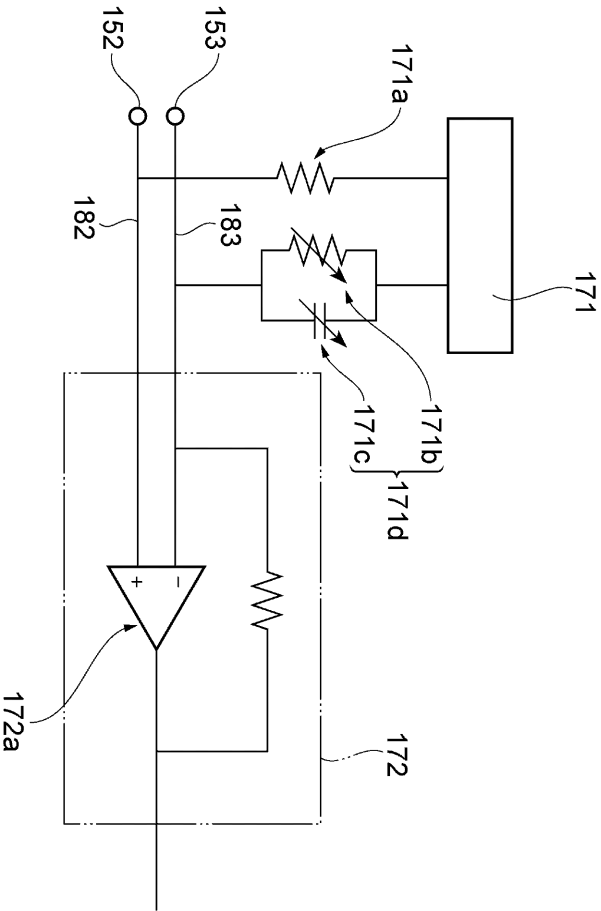
도면9



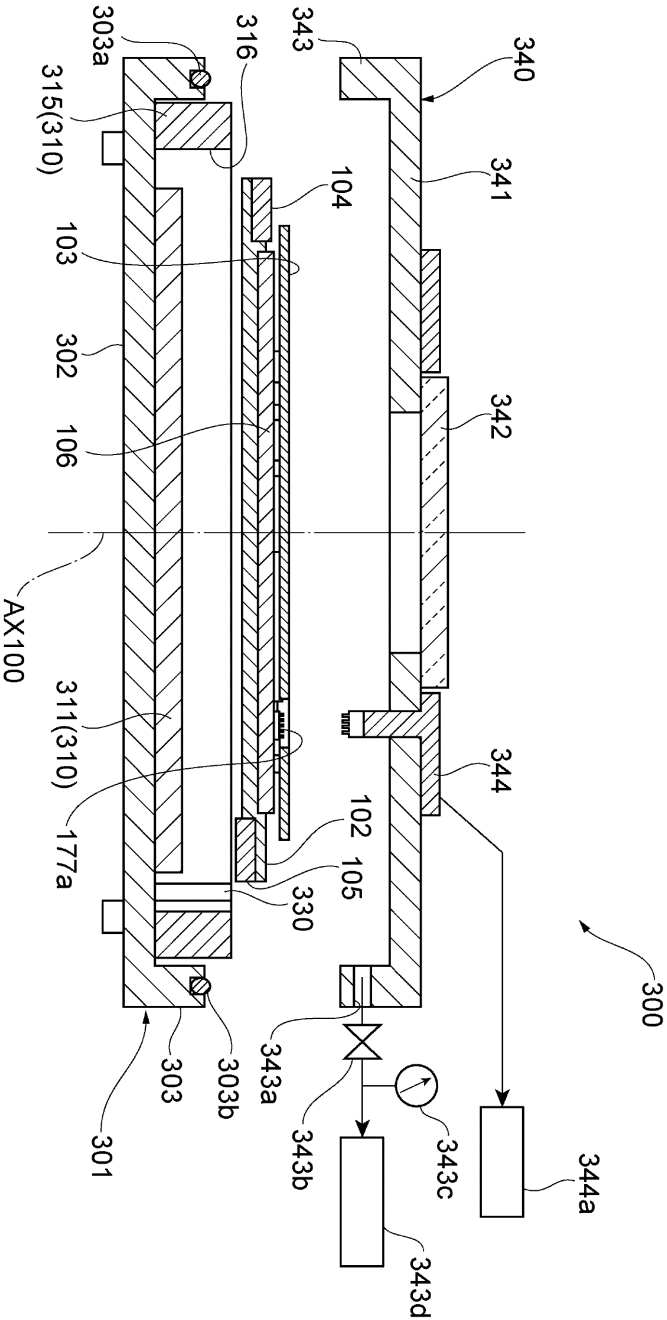
도면10



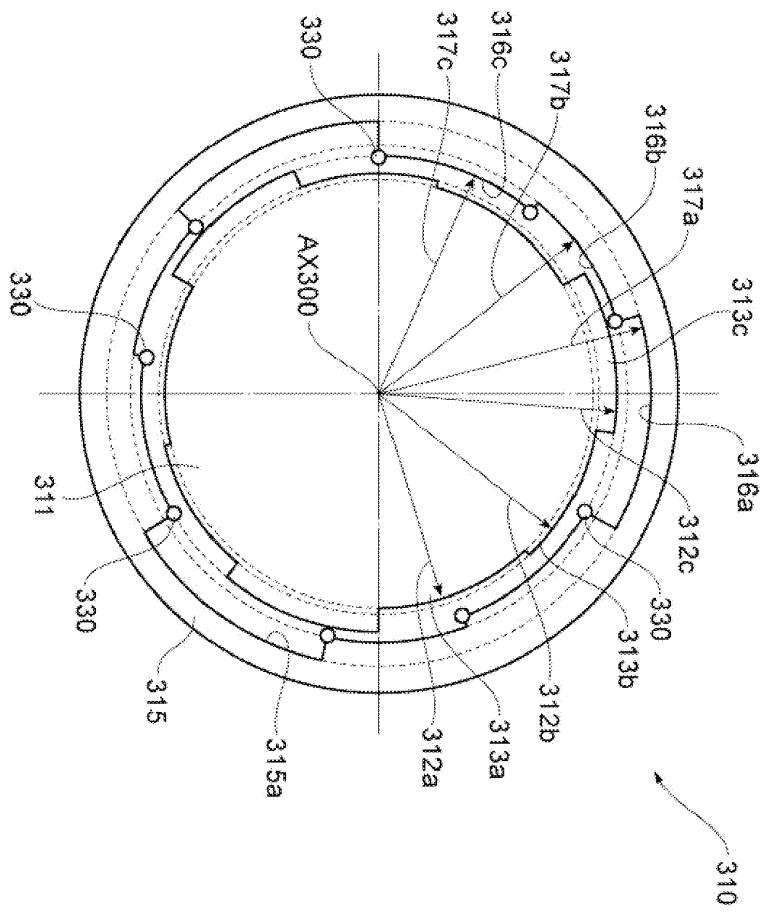
도면11



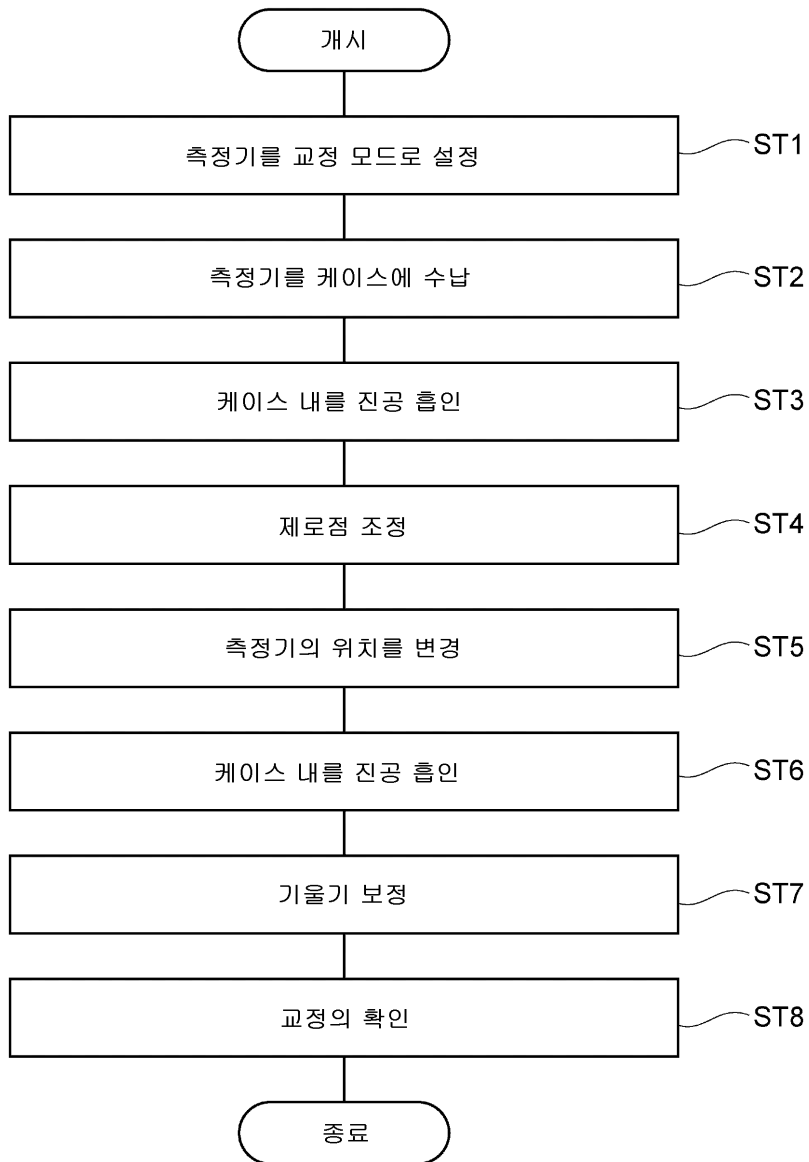
도면12



도면13

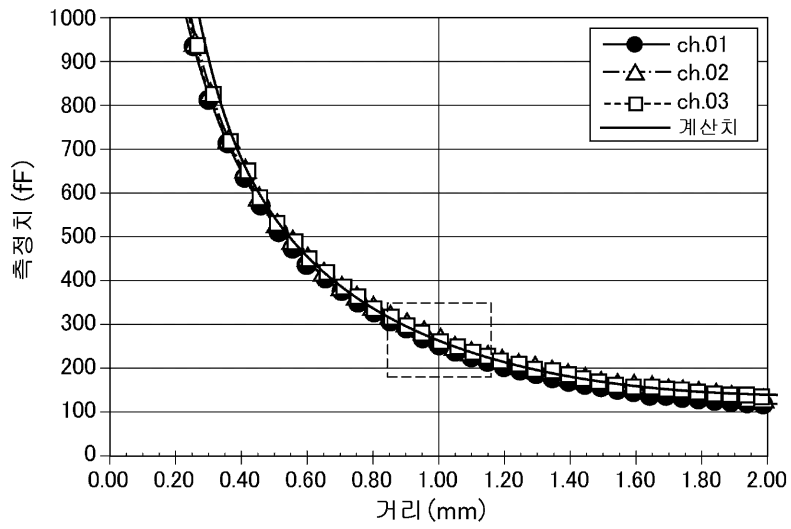


도면14

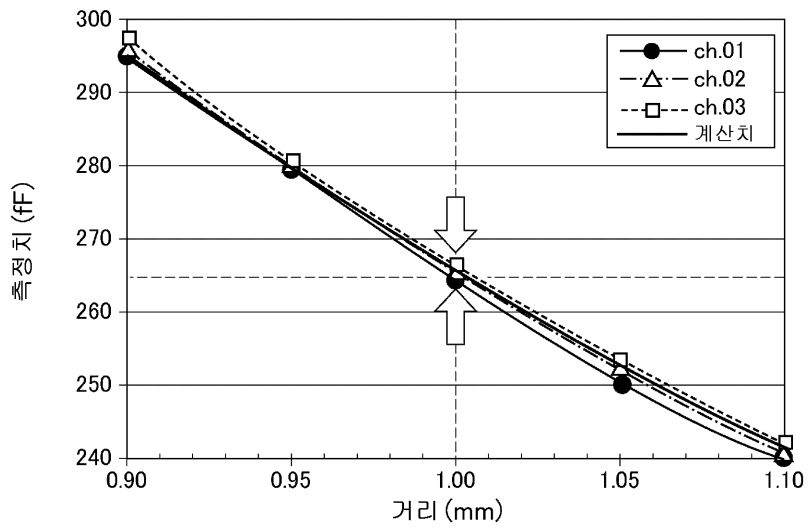


도면15

(a)

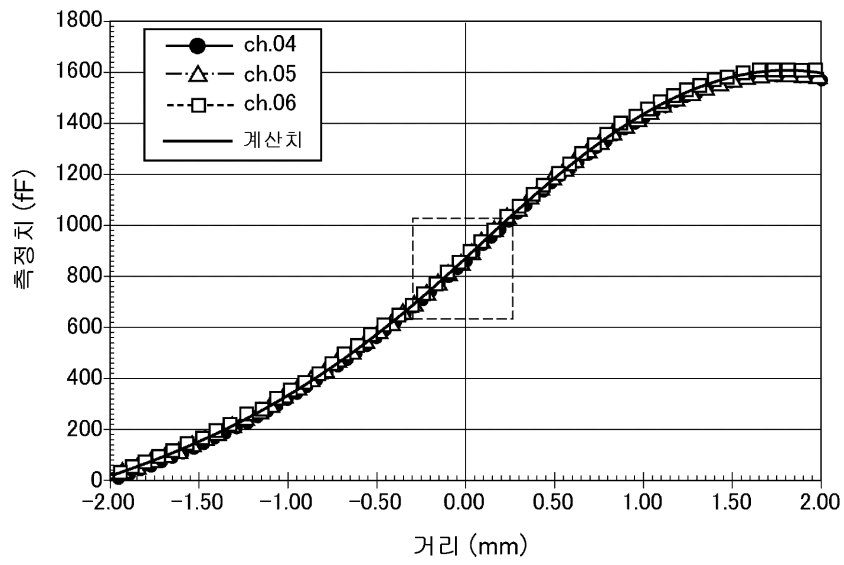


(b)



도면16

(a)



(b)

