(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년11월23일
(11) 등록번호 10-2469917
(24) 등록일자 2022년11월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 15/14 (2006.01) *B01L 3/00* (2006.01)
G01N 15/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 15/1436 (2013.01)
B01L 3/502 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0066499
(22) 출원일자 2021년05월24일
심사청구일자 2021년05월24일
(56) 선행기술조사문헌
JP2017532535 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
이정철
대전광역시 유성구
고주희
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)
김태영
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 인치현

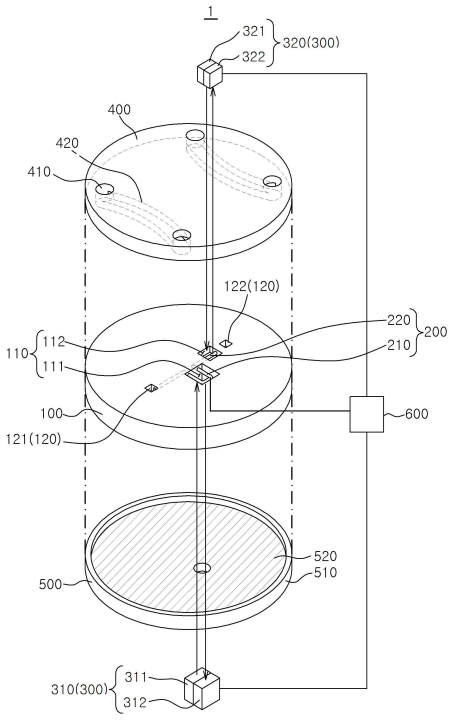
(54) 발명의 명칭 **입자 측정장치 및 입자 측정방법**

(57) 요 약

본 발명은 입자 측정장치 및 입자 측정방법에 관한 것이다. 구체적으로 본 발명의 일 실시예에 따르면, 웨이퍼; 상기 웨이퍼에 대하여 공진 운동 가능하도록 구성되는 공진채널, 및 광학채널을 포함하며, 상기 웨이퍼의 상면으로부터 소정 깊이에 배치되고, 소정의 입자를 포함하는 유체가 유동하기 위한 통로를 제공하는 캐비티채널; 상기

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



공진채널 및 상기 광학채널에 레이저빔 다발을 조사하고, 상기 공진채널 및 상기 광학채널에서 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 센싱모듈; 및 상기 센싱모듈에 수광된 상기 레이저빔 다발에 기초하여 상기 공진채널의 공진주파수, 및 상기 광학채널이 내에 유동하는 상기 입자의 광학성질을 도출함으로써 상기 입자를 검출하는 컨트롤러를 포함하고, 상기 웨이퍼에는, 상기 웨이퍼의 외부에서 상기 공진채널 및 상기 광학채널에 상기 레이저빔 다발이 조사되도록 하는 조사공간, 및 적어도 일부가 상방으로 개구된 형상을 갖고, 상기 캐비티채널과 연통하는 연통홀이 형성되는, 입자 측정장치가 제공될 수 있다.

(52) CPC특허분류
G01N 15/0205 (2013.01)
G01N 15/1425 (2013.01)
G01N 15/1456 (2013.01)
B01L 2200/0647 (2013.01)
B01L 2300/0663 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
KR1020080096266 A
KR100214920 B1
JP2013019720 A
US20170299494 A1

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711125494
과제번호	N11200217
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국과학기술원
연구사업명	한국과학기술원연구운영비지원(R&D)(주요사업비)
연구과제명	투명 나노공진 센서를 이용한 질량 및 광학 스펙트럼 동시 측정 기반 바이러스 고속 검출 플랫폼 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국과학기술원
연구기간	2020.08.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

웨이퍼;

상기 웨이퍼에 대하여 공진 운동 가능하도록 구성되는 공진채널, 및 광학채널을 포함하며, 상기 웨이퍼의 상면으로부터 소정 깊이에 배치되고, 소정의 입자를 포함하는 유체가 유동하기 위한 통로를 제공하는 캐비티채널;

상기 공진채널 및 상기 광학채널에 레이저빔 다발을 조사하고, 상기 공진채널 및 상기 광학채널에서 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 센싱모듈; 및

상기 센싱모듈에 수광된 상기 레이저빔 다발에 기초하여 상기 공진채널의 공진주파수, 및 상기 광학채널이 내에 유동하는 상기 입자의 광학성질을 도출함으로써 상기 입자를 검출하는 컨트롤러를 포함하고,

상기 웨이퍼에는, 상기 웨이퍼의 외부에서 상기 공진채널 및 상기 광학채널에 상기 레이저빔 다발이 조사되도록 하는 조사공간, 및 적어도 일부가 상방으로 개구된 형상을 갖고, 상기 캐비티채널과 연통하는 연통홀이 형성되는,

입자 측정장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 조사공간은,

상기 공진채널에 상기 레이저빔 다발이 조사되도록 상기 공진채널을 수용하고, 상기 웨이퍼의 상면 및 하면을 관통하는 관통홀 형상을 갖는 공진조사공간; 및

상기 광학채널에 상기 레이저빔 다발이 조사되도록 상기 광학채널을 수용하고, 상방으로 개구된 형상을 갖는 광학조사공간을 포함하는,

입자 측정장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 센싱모듈은,

상기 공진채널에 상기 레이저빔 다발을 조사하고, 상기 공진채널에서 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 제1 센서; 및

상기 광학채널에 상기 레이저빔 다발을 조사하고, 상기 광학채널에서 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 제2 센서를 포함하고,

상기 컨트롤러는,

상기 제1 센서에 수광된 상기 레이저빔 다발에 기초하여 상기 공진채널이 갖는 공진주파수를 도출하고, 상기 제2 센서에 수광된 상기 레이저빔 다발에 기초하여 상기 광학채널이 갖는 광학성질을 도출함으로써 상기 입자를 검출하고,

상기 제1 센서는 상기 웨이퍼보다 하측에 배치되고, 상기 제2 센서는 상기 웨이퍼보다 상측에 배치되는,

입자 측정장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 웨이퍼의 하면에 연결되고, 상기 웨이퍼의 하면을 커버하는 하부커버부를 더 포함하고,

상기 하부커버부는 하부바디; 및

상기 하부바디의 상면에 증착되고, 상기 공진조사공간이 진공이 되도록 상기 공진조사공간에 잔류하는 기체를 흡수하는 게터를 포함하는,

입자 측정장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 공진채널의 표면에는 금(gold)이 증착되는,

입자 측정장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 웨이퍼의 상면에 연결되고, 상기 웨이퍼의 상면을 커버하는 상부커버부를 더 포함하고,

상기 상부커버에는 상기 캐비티채널에 유입되지 않은 상기 입자가 배출되는 통로를 제공하는 배출관이 형성되는,

입자 측정장치.

청구항 7

공진채널 및 광학채널을 포함하며, 내부에 소정의 유체 및 상기 유체와 다른 소정의 입자가 유동하는 캐비티채널을 웨이퍼 내부 소정 깊이에 배치하는 배치단계;

상기 웨이퍼에 형성되는 적어도 일부가 상방으로 개구된 형상을 갖고, 상기 캐비티채널과 연통하는 연통홀에 상기 유체 및 상기 입자가 주입되는 주입단계;

상기 공진채널 및 상기 광학채널에 레이저빔 다발을 조사하는 조사단계;

상기 공진채널 및 상기 광학채널에서 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 수광단계;

내부에 상기 유체 및 상기 입자가 유동하는 상기 공진채널이 갖는 공진주파수를 도출하는 공진주파수 도출단계; 및

상기 광학채널 내에 유동하는 상기 입자가 갖는 광학성질을 도출하는 광학성질 도출단계를 포함하는,

입자 측정방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 조사단계는,

상기 공진채널에 상기 레이저빔 다발을 조사하는 공진조사단계; 및

상기 광학채널에 상기 레이저빔 다발을 조사하는 광학조사단계를 포함하는,

입자 측정방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 수광단계는,

상기 공진채널에 조사된 상기 레이저빔 다발 중 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 공진수광단계; 및

상기 광학채널에 조사된 상기 레이저빔 다발 중 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 광학수광단계를 포함하는,

입자 측정방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 주입단계는,

상기 유체 및 상기 입자가 상기 캐비티채널에 유입되는 유입단계; 및

상기 캐비티채널에 유입되지 않은 상기 입자가 배출되는 배출단계를 포함하는,

입자 측정방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 입자 측정장치 및 입자 측정방법에 대한 발명이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 호흡기감염, 중증감염 바이러스 등과 같은 감염병을 유발하는 신종 바이러스의 발생이 끊임없이 증가하고 있다. 이러한 바이러스로 인한 감염병을 예방하기 위해, 신종 감염병을 조기 진단할 수 있는 진단장치에 대한 필요성이 점차 증가하고 있다.

[0003] 신종 감염증을 진단하기 위해서는 기존의 바이러스와 신종 바이러스를 구분할 수 있는 진단장치가 요구된다. 이러한 이종의 바이러스를 서로 구분하기 위해, 진단장치는 바이러스의 질량을 측정할 수 있으며, 바이러스의 광학적 특성을 측정할 수 있어야 한다.

[0004] 바이러스의 질량을 측정하는 진단장치는 공진(resonance)현상을 활용하여 바이러스의 질량을 측정한다. 구체적으로, 속이 비어있는 공진장치 내에 액체를 주입하고, 바이러스 등과 같은 입자가 공진장치 내에 주입된 액체와 함께 이동할 때 공진장치의 진동 주파수를 측정하여 입자의 질량을 측정하게 된다.

[0005] 종래의 진단장치는 바이러스의 질량만 측정할 수 있도록 제작되어왔다. 바이러스의 질량만 측정 가능한 경우, 질량이 동일하지만 종류가 서로 상이한 바이러스 간의 구분을 할 수 없는 문제점이 있다.

[0006] 따라서, 바이러스의 질량 및 바이러스의 질량 외의 다른 특성도 측정하여, 이종의 바이러스 간의 정확한 구분이 가능한 진단장치에 대한 필요성이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 실시예는 상기와 같은 배경에 착안하여 발명된 것으로서, 바이러스 입자의 질량과 광학적 특성을 하나의 장치에서 측정할 수 있는 입자 측정장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 측면에 따르면, 웨이퍼; 상기 웨이퍼에 대하여 공진 운동 가능하도록 구성되는 공진채널, 및 광학채널을 포함하며, 상기 웨이퍼의 상면으로부터 소정 깊이에 배치되고, 소정의 입자를 포함하는 유체가 유동하기 위한 통로를 제공하는 캐비티채널; 상기 공진채널 및 상기 광학채널에 레이저빔 다발을 조사하고, 상기 공진채널 및 상기 광학채널에서 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 센싱모듈; 및 상기 센싱모듈에 수광된 상기 레이저빔 다발에 기초하여 상기 공진채널의 공진주파수, 및 상기 광학채널이 내에 유동하는 상기 입자의 광학성질을 도출함으로써 상기 입자를 검출하는 컨트롤러를 포함하고, 상기 웨이퍼에는, 상기 웨이퍼의 외부에서 상기 공진채널 및 상기 광학채널에 상기 레이저빔 다발이 조사되도록 하는 조사공간, 및 적어도 일부가 상방으로 개구된 형상을 갖고, 상기 캐비티채널과 연통하는 연통홀이 형성되는, 입자 측정장치가 제공될 수 있다.

[0009] 또한, 상기 조사공간은, 상기 공진채널에 상기 레이저빔 다발이 조사되도록 상기 공진채널을 수용하고, 상기 웨이퍼의 상면 및 하면을 관통하는 관통홀 형상을 갖는 공진조사공간; 및 상기 광학채널에 상기 레이저빔 다발이 조사되도록 상기 광학채널을 수용하고, 상방으로 개구된 형상을 갖는 광학조사공간을 포함하는, 입자 측정장치가 제공될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 센싱모듈은, 상기 공진채널에 상기 레이저빔 다발을 조사하고, 상기 공진채널에서 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 제1 센서; 및 상기 광학채널에 상기 레이저빔 다발을 조사하고, 상기 광학채널에서 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 제2 센서를 포함하고, 상기 컨트롤러는, 상기 제1 센서에 수광된 상기 레이저빔 다발에 기초하여 상기 공진채널이 갖는 공진주파수를 도출하고, 상기 제2 센서에 수광된 상기 레이저빔 다발에 기초하여 상기 광학채널이 갖는 광학성질을 도출함으로써 상기 입자를 검출하고, 상기 제1 센서는 상기 웨이퍼보다 하측에 배치되고, 상기 제2 센서는 상기 웨이퍼보다 상측에 배치되는, 입자 측정장치가 제공될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 웨이퍼의 하면에 연결되고, 상기 웨이퍼의 하면을 커버하는 하부커버부를 더 포함하고, 상기 하부커버부는 하부바디; 및 상기 하부바디의 상면에 증착되고, 상기 공진조사공간이 진공이 되도록 상기 공진조사공간에 잔류하는 기체를 흡수하는 게터를 포함하는, 입자 측정장치가 제공될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 공진채널의 표면에는 금(gold)이 증착되는, 입자 측정장치가 제공될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 웨이퍼의 상면에 연결되고, 상기 웨이퍼의 상면을 커버하는 상부커버부를 더 포함하고, 상기 상부커버에는 상기 캐비티채널에 유입되지 않은 상기 입자가 배출되는 통로를 제공하는 배출관이 형성되는, 입자 측정장치가 제공될 수 있다.

[0014] 또한, 공진채널 및 광학채널을 포함하며, 내부에 소정의 유체 및 상기 유체와 다른 소정의 입자가 유동하는 캐비티채널을 웨이퍼 내부 소정 깊이에 배치하는 배치단계; 상기 웨이퍼에 형성되는 적어도 일부가 상방으로 개구된 형상을 갖고, 상기 캐비티채널과 연통하는 연통홀에 상기 유체 및 상기 입자가 주입되는 주입단계; 상기 공진채널 및 상기 광학채널에 레이저빔 다발을 조사하는 조사단계; 상기 공진채널 및 상기 광학채널에서 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 수광단계; 내부에 상기 유체 및 상기 입자가 유동하는 상기 공진채널이 갖는 공진주파수를 도출하는 공진주파수 도출단계; 및 상기 광학채널 내에 유동하는 상기 입자가 갖는 광학성질을 도출하는 광학성질 도출단계를 포함하는, 입자 측정방법이 제공될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 조사단계는, 상기 공진채널에 상기 레이저빔 다발을 조사하는 공진조사단계; 및 상기 광학채널에 상기 레이저빔 다발을 조사하는 광학조사단계를 포함하는, 입자 측정방법이 제공될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 수광단계는, 상기 공진채널에 조사된 상기 레이저빔 다발 중 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 공진수광단계; 및 상기 광학채널에 조사된 상기 레이저빔 다발 중 반사된 상기 레이저빔 다발을 수광하는 광학수광단계를 포함하는, 입자 측정방법이 제공될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 주입단계는, 상기 유체 및 상기 입자가 상기 캐비티채널에 유입되는 유입단계; 및 상기 캐비티채널에 유입되지 않은 상기 입자가 배출되는 배출단계를 포함하는, 입자 측정방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 입자 측정장치는, 바이러스 입자의 질량과 광학적 특성을 하나의 장치에서 측정하여, 바이러스 입자의 질량과 광학적 특성을 측정하는데 소요되는 시간과 비용이 절감되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 입자 측정장치의 분해 사시도이다.

도 2는 캐비티채널에서 유동하는 입자를 나타내는 평면도이다.

도 3은 공진채널에서 공진주파수가 측정되는 과정을 나타낸 개념도이다.

도 4는 광학채널 내의 입자의 광학성질이 측정되는 과정을 나타낸 개념도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 입자 측정방법을 개략적으로 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하에서는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 구체적인 실시예에 대하여 도면을 참조하여 상세히 설명하도록 한다.

[0021] 아울러 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

[0022] 또한, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결', '조사', '유동', '공급', '수용'된다고 언급된 때에는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결, 조사, 유동, 공급, 수용될 수도 있지만 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0023] 본 명세서에서 사용된 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로 본 발명을 한정하려는 의도로 사용된 것은 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다.

[0024] 또한, 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 이와 같은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 이 용어들은 하나의 구성요소들을 다른 구성요소로부터 구분하는 목적으로만 사용된다.

[0025] 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.

[0026] 또한, 본 명세서에서 상부, 하부, 상면 등의 표현은 도면에 도시를 기준으로 설명한 것이며 해당 대상의 방향이 변경되면 다르게 표현될 수 있음을 미리 밝혀둔다.

[0027] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 입자 측정장치(1)의 구체적인 구성에 대하여 설명한다.

[0028] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 입자 측정장치(1)는, 입자(P)의 질량, 크기, 광학적 특성 등을 측정할 수 있다. 이러한 입자 측정장치(1)를 통해 상이한 입자(P) 간의 구분이 가능하다. 입자 측정장치(1)는 공진주파수 측정기(10), 광학성질 측정기(20), 웨이퍼(100), 캐비티채널(200), 센싱모듈(300), 상부커버부(400), 하부커버부(500) 및 컨트롤러(600)를 포함할 수 있다.

[0029] 이하에서는 공진주파수 측정기(10) 및 광학성질 측정기(20)를 설명하기에 앞서 웨이퍼(100), 캐비티채널(200), 센싱모듈(300), 상부커버부(400), 하부커버부(500) 및 컨트롤러(600)를 먼저 설명하도록 한다.

[0030] 웨이퍼(100)는 실리콘을 포함할 수 있다. 또한, 웨이퍼(100)는 상면 및 하면이 평탄한 형상일 수 있다. 이러한 웨이퍼(100)의 내부에는 캐비티채널(200)의 적어도 일부를 둘러싸는 형상을 갖는 공간이 형성될 수 있다. 이러한 웨이퍼(100)에는 조사공간(110) 및 연통홀(120)이 형성될 수 있다.

[0031] 조사공간(110)은 후술할 공진채널(210) 및 광학채널(220)에 레이저빔 다발이 조사되도록 할 수 있다. 이러한 조사공간(110)은 공진조사공간(111) 및 광학조사공간(112)을 포함할 수 있다.

[0032] 공진조사공간(111)은 공진채널(210)이 수용되는 공간을 제공할 수 있다. 이러한 공진조사공간(111)에는 레이저빔 다발이 조사될 수 있다. 이러한 공진조사공간(111)은 후술할 제1 센서(310)로부터 조사된 레이저빔 다발이 공진채널(210)에 도달되도록 할 수 있다. 공진조사공간(111)은 공진채널(210)을 수용한 채로, 웨이퍼(100)의 상면 및 하면을 관통하는 관통홀 형상을 가질 수 있다.

[0033] 공진조사공간(111)은 진공(vacuum)일 수 있다. 예를 들어, 공진채널(210)은 진공에서 공진 운동을 할 수 있다. 공진조사공간(111)이 진공임에 따라, 공진채널(210)에서 발생하는 진동 감쇠가 최소화되는 효과가 있다.

[0034] 광학조사공간(112)은 광학채널(220)이 수용되는 공간을 제공할 수 있다. 이러한 광학조사공간(112)에는 레이저빔 다발이 조사될 수 있다. 이러한 광학조사공간(112)은 후술할 제2 센서(320)로부터 조사된 레이저빔 다발이 광학채널(220)에 도달되도록 할 수 있다. 광학조사공간(112)은 광학채널(220)을 수용한 채로, 상방으로 개구된 형상을 가질 수 있다. 광학조사공간(112)은 웨이퍼(100)의 상면에 형성된 그루브일 수 있다.

[0035] 연통홀(120)은 유체 및 입자(P)가 캐비티채널(200)에서 유동하도록 할 수 있다. 이러한 연통홀(120)은 캐비티채널(200)과 연통할 수 있다. 예를 들어, 연통홀(120)의 하부는 캐비티채널(200)과 연통할 수 있다. 또한, 연통홀(120)은 캐비티채널(200)의 양단에 인접하도록 형성될 수 있다, 또한, 연통홀(120)은 적어도 일부가 상방으로 개구된 형상을 가질 수 있다. 이러한 연통홀(120)은 유입홀(121) 및 유출홀(122)을 포함할 수 있다.

[0036] 유입홀(121)은 캐비티채널(200)에 유체 및 입자(P)를 유입시킬 수 있다. 이러한 유입홀(121)은 캐비티채널(20

0)의 일단에 인접하도록 형성될 수 있다. 예를 들어, 유입홀(121)이 캐비티채널(200)의 일단에 인접하게 형성되면, 유출홀(122)은 캐비티채널(200)의 일단의 반대방향인 타단에 인접하도록 형성될 수 있다. 또한, 유입홀(121)은 유출홀(122)보다 공진채널(210)에 더 근접하도록 형성될 수 있다. 예를 들어, 유입홀(121)이 유출홀(122)보다 공진채널(210)에 더 근접하도록 형성되면, 유체 및 입자(P)는 공진채널(210)에서 광학채널(220)으로 유동할 수 있다.

[0037] 유출홀(122)은 캐비티채널(200)로부터 유출되는 유체 및 입자(P)를 수용할 수 있다. 이러한 유출홀(122)은 캐비티채널(200)의 타단에 인접하도록 형성될 수 있다.

[0038] 캐비티채널(200)의 내부에서는 소정의 유체 및 유체와 다른 소정의 입자(P)가 유동할 수 있다. 예를 들어, 캐비티채널(200)은 내부에서 유체와 입자(P)가 유동할 수 있도록 중공 형상을 가질 수 있다. 다시 말해, 캐비티채널(200)의 내부에는 중공 형상의 통로가 형성될 수 있다. 유체는 일 예로, PBS 일 수 있다. 또한, 입자(P)는 질량 교정용 표준 나노입자 또는 바이러스 입자일 수 있다.

[0039] 이러한 캐비티채널(200)은 웨이퍼(100) 내부 소정 깊이에 배치될 수 있다. 여기서 깊이는 웨이퍼(100)의 상면으로부터 상하방향을 따라 하방으로 들어간 길이로 정의된다. 다시 말해, 캐비티채널(200)은 상하방향에 있어서, 웨이퍼(100)의 상면과 하면 사이에 배치될 수 있다.

[0040] 또한, 캐비티채널(200)은 지면과 평행한 제1 방향 및 지면과 평행하면서 제1 방향과 어긋나는 방향인 제2 방향을 따라 연장될 수 있다. 이러한 제1 방향 및 제2 방향은 서로 수직인 방향일 수 있다. 또한, 캐비티채널(200)이 제1 방향을 따라 연장되는 길이는 제2 방향을 따라 연장되는 길이보다 작을 수 있다. 예를 들어, 캐비티채널(200)이 제1 방향을 따라 연장되는 길이와 제2 방향을 따라 연장되는 길이의 비율은 1:7일 수 있다.

[0041] 또한, 캐비티채널(200)은 일 예로, 이산화규소(silicon dioxide, SiO_2)를 포함할 수 있다. 이러한 캐비티채널(200)은 공진채널(210) 및 광학채널(220)을 포함할 수 있다.

[0042] 공진채널(210)은 웨이퍼(100)에 대하여 공진 운동 가능하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 공진채널(210)은 내부에 유체 및 입자(P)가 유동하는 동안, 웨이퍼(100)에 대하여 공진 운동 가능하도록 구성될 수 있다. 이러한 공진채널(210)에서는 컨트롤러(600)에 의해 공진주파수가 측정될 수 있다. 이러한 공진채널(210)은 일단이 고정단을 갖고, 타단이 자유단을 갖는 캔틸레버(cantilever) 형상을 가질 수 있다. 더 자세한 예로, 공진채널(210)의 타단은 'ㄷ' 형상을 가질 수 있다. 다만 본 발명의 사상은 이에 한정되는 것은 아니며, 공진채널(210)은 그 형상이 변형되는 것도 가능하다. 이러한 공진채널(210)은 제1 방향을 따라 연장될 수 있다. 또한, 공진채널(210)의 표면에는 금(gold)이 증착되어 코팅될 수 있다.

[0043] 광학채널(220)에서는 컨트롤러(600)에 의해 광학채널(220) 내에 유동하는 유체 및 입자(P)가 갖는 광학성질이 측정될 수 있다. 이러한 광학채널(220)은 양단이 고정단을 갖는 브릿지 형상을 가질 수 있다. 또한, 광학채널(220)은 광학채널(220)에 발생하는 진동을 최소화시키기 위한 댐퍼(미도시)를 포함할 수 있다. 이러한 광학채널(220)은 제2 방향을 따라 연장될 수 있다. 또한, 광학채널(220)은 공진채널(210)과 연통할 수 있다. 예를 들어, 광학채널(220)과 공진채널(210)은 서로 연통하여, 동일한 유체 및 입자(P)가 광학채널(220)과 공진채널(210)에서 동시에 유동할 수 있다.

[0044] 이러한 광학채널(220)은 입자(P)의 광학성질 측정을 위해 소정의 투과율을 가질 수 있다. 예를 들어, 투과율은 84% 이상 90% 이하일 수 있다.

[0045] 센싱모듈(300)은 입자(P)의 질량, 크기, 광학적 성질 등이 컨트롤러(600)에서 검출되도록 할 수 있다. 이러한 센싱모듈(300)은 공진채널(210) 및 광학채널(220)에 레이저빔 다발을 조사하고, 조사된 레이저빔 다발을 수광할 수 있다. 이러한 센싱모듈(300)은 제1 센서(310) 및 제2 센서(320)를 포함할 수 있다.

[0046] 제1 센서(310)는 공진채널(210)에 레이저빔 다발을 조사할 수 있다. 이러한 제1 센서(310)는 공진채널(210)에 레이저빔 다발을 직접 또는 간접적으로 조사할 수 있다. 이러한 제1 센서(310)는 하부커버부(500)보다 하측에 배치될 수 있다. 제1 센서(310)는 제1 발광부(311) 및 제1 수광부(312)를 포함할 수 있다.

[0047] 제1 발광부(311)는 공진채널(210)에 레이저빔 다발을 조사할 수 있다. 이러한 제1 발광부(311)에서 조사하는 레이저빔 다발의 파장은 일 예로, 635㎚일 수 있다.

[0048] 제1 수광부(312)는 공진채널(210)에서 반사된 레이저빔 다발을 수광할 수 있다. 이러한 제1 수광부(312)는 제1 발광부(311)와 인접하도록 배치될 수 있다.

[0049] 제2 센서(320)는 광학채널(220)에 레이저빔 다발을 조사할 수 있다. 이러한 제2 센서(320)는 광학채널(220)에 레이저빔 다발을 직접 또는 간접적으로 조사할 수 있다. 이러한 제2 센서(320)는 상부커버부(400)보다 상측에 배치될 수 있다. 제2 센서(320)는 제2 발광부(321) 및 제2 수광부(322)를 포함할 수 있다.

[0050] 제2 발광부(321)는 광학채널(220)에 레이저빔 다발을 조사할 수 있다. 이러한 제2 발광부(321)에서 조사하는 레이저빔 다발의 파장은 일 예로, 532nm일 수 있다.

[0051] 제2 수광부(322)는 광학채널(220)에서 반사된 레이저빔 다발을 수광할 수 있다. 이러한 제2 수광부(322)는 제2 발광부(321)와 인접하도록 배치될 수 있다.

[0052] 상부커버부(400)는 웨이퍼(100)의 상면을 커버할 수 있다. 이러한 상부커버부(400)는 그 하면이 웨이퍼(100)의 상면에 대향하도록 안착될 수 있다. 또한, 상부커버부(400)는 제2 발광부(321)로부터 조사된 레이저빔 다발을 투과시킬 수 있다. 이러한 상부커버부(400)의 소재는 일 예로, 붕규산유리(borosilicate glass)일 수 있다. 상부커버부(400)에는 주입구(410) 및 배출관(420)이 형성될 수 있다.

[0053] 주입구(410)에는 유체 및 입자(P)가 주입될 수 있다. 이러한 주입구(410)는 상부커버부(400)에 복수 개로 형성될 수 있다. 예를 들어, 주입구(410)는 상부커버부(400)의 상면 및 하면을 관통하도록 형성되는 홀일 수 있다. 또한, 주입구(410)는 배출관(420)과 연통할 수 있다. 예를 들어, 주입구(410)는 배출관(420)의 양단에 인접하도록 형성될 수 있다. 이러한 주입구(410)에 주입된 유체 및 입자(P)는 유입홀(121)을 향해 유동할 수 있다.

[0054] 배출관(420)은 캐비티채널(200)에 유입되지 않은 입자(P)가 배출되는 통로를 제공할 수 있다. 예를 들어, 배출관(420)은 캐비티채널(200)의 통로의 직경보다 큰 직경을 갖는 입자(P)를 바이패스 시킬 수 있다. 이러한 배출관(420)을 통해 캐비티채널(200)의 통로가 막히는 것을 방지하는 효과가 있다. 또한, 배출관(420)은 상부커버부(400)의 하면으로부터 상방을 향해 인입된 인입홈 형상을 가질 수 있다.

[0055] 하부커버부(500)는 웨이퍼(100)의 하면을 커버할 수 있다. 이러한 하부커버부(500)는 하부바디(510) 및 게터(getter, 520)를 포함할 수 있다.

[0056] 하부바디(510)는 그 상면이 웨이퍼(100)의 하면에 대향하도록 웨이퍼(100)를 지지할 수 있다. . 또한, 하부바디(510)는 제1 발광부(311)로부터 조사된 레이저빔 다발을 투과시킬 수 있다. 이러한 하부바디(510)의 소재는 일 예로, 붕규산유리(borosilicate glass)일 수 있다.

[0057] 게터(520)는 공진조사공간(111) 내의 잔류 기체를 흡수할 수 있다. 예를 들어, 게터(520)는 공진조사공간(111) 내의 잔류 기체를 흡수하여 공진조사공간(111)이 진공이 되도록 할 수 있다. 이러한 게터(520)는 하부바디(510)의 상면의 적어도 일부에 증착될 수 있다. 예를 들어, 공진채널(210)이 하방으로 투영되었을 때 하부바디(510) 상에 생기는 영역에는 게터(520)가 증착되지 않을 수 있다. 다시 말해, 제1 발광부(311)에서 공진채널(210)에 레이저빔 다발이 조사될 수 있도록, 게터(520)는 하부바디(510)의 상면 중 공진채널(210)이 하방으로 투영되었을 때 하부바디(510) 상에 생기는 영역에 증착되지 않을 수 있다. 다만 이러한 예시에 한정되는 것은 아니며, 게터(520)는 하부바디(510)의 상면 중 공진채널(210)이 하방으로 투영되었을 때 하부바디(510) 상에 생기는 영역을 포함하는 더 큰 영역에 증착되지 않을 수 있다.

[0058] 도 2를 다시 참조하면, 컨트롤러(600)는 제1 수광부(312)에 수광된 레이저빔 다발을 통해 공진채널(210)이 갖는 공진주파수를 측정할 수 있다. 여기서 공진주파수는 공진채널(210)내에 유동하는 입자(P)가 달라지면, 공진채널(210)이 갖는 질량이 변하고, 공진채널(210)의 질량이 변하면 공진채널(210)이 갖는 공진주파수도 변한다.

[0059] 컨트롤러(600)는 공진채널(210)이 기계적으로 공진하도록 공진채널(210)을 제어할 수 있다. 다시 말해, 컨트롤러(600)는 공진채널(210)이 공진 운동을 지속하도록 공진채널(210)을 제어할 수 있다.

[0060] 컨트롤러(600)는 공진채널(210)이 갖는 상이한 공진주파수 간의 위상차를 공진채널(210)의 질량의 차이로 환산할 수 있는 정보가 미리 입력될 수 있다.

[0061] 이러한 컨트롤러(600)는 유체 및 입자(P)가 공진채널(210) 내에 유동할 때 공진채널(210)이 갖는 공진주파수와, 공진채널(210) 내에 유체만 유동할 때 공진채널(210)이 갖는 공진주파수의 위상차를 비교하여 입자(P)의 질량을 계산할 수 있다. 더 자세한 설명은, 공진주파수 측정기(10)에 대한 상세한 설명에서 설명하도록 한다.

[0062] 컨트롤러(600)는 제2 수광부(322)에 수광된 레이저빔 다발을 통해 광학채널(220) 내에 유동하는 입자(P)가 갖는 광학성질(optical property)을 측정할 수 있다. 광학성질은 물질의 투명도, 색, 탁도, 크기 등 겉보기와 관련된 물리적 성질을 의미한다. 예를 들어, 컨트롤러(600)는 후술할 제1 광변조기(21) 및 제2 광변조기(22)에서 발생

하는 기준레이저빔 다발과, 제2 수광부(322)에 수광된 레이저빔 다발 간에 생기는 광 간섭 현상을 통해 광학채널(220) 내에 유동하는 입자(P)가 갖는 광학성질을 측정할 수 있다. 더 자세한 설명은, 광학성질 측정기(20)에 대한 상세한 설명에서 설명하도록 한다.

[0063] 이러한 컨트롤러(600)는 마이크로프로세서를 포함하는 연산 장치에 의해 구현될 수 있으며, 그 구현 방식은 당업자에게 자명한 사항이므로 더 이상의 자세한 설명을 생략한다

[0064] 도 3을 참조하면, 공진주파수 측정기(10)는 공진앵글미러(11), 대물렌즈(12), 쿼터웨이브플레이트(13), 공진스플리터(14), 원통렌즈(15) 및 액츄에이터(16)를 포함할 수 있다.

[0065] 공진앵글미러(11)는 제1 발광부(311)로부터 조사된 레이저빔 다발을 반사시켜, 레이저빔 다발의 진행 경로를 변경할 수 있다. 공진앵글미러(11)에서 반사된 레이저빔 다발은 공진스플리터(14)를 통과할 수 있다.

[0066] 대물렌즈(12)는 공진채널(210)과 인접하게 공진채널(210)에서 반사된 레이저빔 다발을 쿼터웨이브플레이트(13)로 진행시킬 수 있다.

[0067] 쿼터웨이브플레이트(13)는 공진채널(210)에서 반사된 레이저빔 다발 중 정상광선과 이상광선 간의 광행로차가 1/4파장만큼 발생하도록 할 수 있다.

[0068] 공진스플리터(14)는 레이저빔 다발의 진행 방향을 2방향으로 분할할 수 있다. 예를 들어, 공진스플리터(14)는 공진앵글미러(11)에서 반사된 레이저빔 다발을 공진채널(210)을 향하도록 투과시키고, 공진채널(210)에서 반사된 레이저빔 다발이 원통렌즈(15)를 향하도록 방향을 전환시킬 수 있다.

[0069] 원통렌즈(15)는 공진스플리터(14)에서 방향이 전환된 레이저빔 다발을 투과시킬 수 있다. 원통렌즈(15)를 투과한 레이저빔 다발은 제1 수광부(312)에 수광될 수 있다.

[0070] 액츄에이터(16)는 공진채널(210)이 공진 운동하도록 공진채널(210)에 가진력을 제공할 수 있다. 이러한 액츄에이터(16)는 컨트롤러(600)에 의해 제어될 수 있다. 예를 들어, 공진채널(210)의 질량이 변하면, 컨트롤러(600)는 액츄에이터(16)가 변화된 공진채널(210)의 공진주파수에 대응되는 가진력을 가하도록 액츄에이터(16)를 제어할 수 있다.

[0071] 도 4를 참조하면, 광학성질 측정기(20)는 제1 광변조기(21), 제2 광변조기(22), 광학앵글미러부(23), 조리개(24), 빔익스팬더(25), 전하결합소자(26), 압전소자(27), 오일이머젼렌즈(28) 및 광학스플리터부(29)를 포함할 수 있다. 또한, 광학스플리터부(29)는 제1 광학스플리터(29-1), 제2 광학스플리터(29-2) 및 제3 광학스플리터(29-3)를 포함할 수 있다.

[0072] 제1 광변조기(21)는 제1 광학스플리터(29-1)를 투과한 레이저빔 다발을 제1 기준신호로 전환하여 하여 컨트롤러(600)에 전달할 수 있다.

[0073] 제2 광변조기(22)는 제1 광변조기(21)를 투과한 레이저빔 다발을 제2 기준신호로 전환하여 컨트롤러(600)에 전달할 수 있다. 이러한 제2 광변조기(22)에서 조사되는 레이저빔 다발은 후술할 제1 광학앵글미러(23-1)에서 반사될 수 있다.

[0074] 광학앵글미러부(23)는 제2 광변조기(22)로부터 조사된 레이저빔 다발을 반사시켜, 레이저빔 다발의 진행 경로를 변경할 수 있다. 이러한 광학앵글미러부(23)는 제1 광학앵글미러(23-1) 및 제2 광학앵글미러(23-2)를 포함할 수 있다.

[0075] 제1 광학앵글미러(23-1)에서 반사된 레이저빔 다발의 적어도 일부는 조리개(24)를 투과할 수 있다.

[0076] 제2 광학앵글미러(23-2)는 조리개(24)를 투과한 레이저빔 다발을 후술할 제2 광학스플리터(29-2)를 향해 반사시킬 수 있다.

[0077] 조리개(24)는 제2 광변조기(22)로부터 조사된 레이저빔 다발의 적어도 일부만 투과시킬 수 있다. 조리개(24)를 투과한 레이저빔 다발은 다시 광학앵글미러부(23)에서 반사되어 제2 광분배기(29-2)를 향해 진행할 수 있다.

[0078] 빔익스팬더(25)는 제1 광학스플리터(29-1)에서 반사된 레이저빔 다발을 확산시킬 수 있다. 이러한 빔익스팬더(25)를 투과한 레이저빔 다발은 조리개(24)를 투과하여 확산된 레이저빔 다발 중 적어도 일부가 제2 광학스플리터(29-2)를 향해 진행할 수 있다.

[0079] 전하결합소자(26, charge coupled device)는 광 에너지에 의해 발생되는 전하를 특정 위치에서 다른 위치로 이동시킴으로써 신호를 저장하고 처리할 수 있는 소자이다. 이러한 전하결합소자(26)에는 광학채널(220)에서 반사

된 레이저빔 다발이 수광될 수 있다.

[0080] 압전소자(27)는 전압을 받으면 부피가 변화할 수 있다. 이러한 압전소자(27)는 오일이머젼렌즈(28)와 연결되어, 전압을 받으면 오일이머젼렌즈(28)를 광학채널(220)과 가까워지도록 이동시킬 수 있다.

[0081] 오일이머젼렌즈(28)는 오일이 함유된 대물렌즈일 수 있다. 이러한 오일이머젼렌즈(28)는 광학채널(220)과 인접한 위치에서 광학채널(220)에서 반사된 레이저빔 다발을 투과시킬 수 있다.

[0082] 제3 광학스플리터(29-3)는 광학채널(220)에서 반사된 레이저빔 다발 중 어느 일부를 투과시켜 제2 광학스플리터(29-2)로 전행시킬 수 있다. 또한, 제2 광학스플리터(29-2)는 제3 광학스플리터(29-3)를 투과한 레이저빔 다발 중 어느 일부를 제2 수광부(322)를 향해 진행시킬 수 있다. 여기서 제2 수광부(322)에 수광된 레이저빔 다발은 컨트롤러(600)에서 측정신호로 전환될 수 있다. 컨트롤러(600)는 제1 기준신호 및 제2 기준신호와 측정신호 간의 간섭현상을 통해 입자(P)의 광학성질을 측정할 수 있다.

[0083] 이하에서는 도 5를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 입자 측정방법(S10)에 대하여 설명한다.

[0084] 입자 측정방법(S10)은 입자의 질량, 크기, 광학성질 등을 측정할 수 있다. 이러한 입자 측정방법(S10)은 배치단계(S100), 주입단계(S200), 조사단계(S300), 수광단계(S400), 공진주파수 도출단계(S500) 및 광학성질 도출단계(S600)를 포함할 수 있다.

[0085] 배치단계(S100)에서는 캐비티채널(200)이 웨이퍼(100) 내부 소정 깊이에 배치될 수 있다.

[0086] 주입단계(S200)는 유입홀(121)에 유체 및 입자(P)가 주입될 수 있다. 이러한 주입단계(S200)는 배치단계(S100) 이후에 수행될 수 있다. 이러한 주입단계(S200)는 유체 및 입자(P)가 캐비티채널(200)에 유입되는 유입단계(S210) 및 캐비티채널(200)에 유입되지 않은 입자(P)를 배출시키는 배출단계(S220)를 포함할 수 있다.

[0087] 조사단계(S300)에서는 공진채널(210) 및 광학채널(220)에 레이저빔 다발이 조사될 수 있다. 또한, 조사단계(S300)에서는 공진채널(210) 및 광학채널(220)에 각각 독립적으로 레이저빔 다발이 조사될 수 있다.

[0088] 이러한 조사단계(S300)는 공진채널(210)에 레이저빔 다발을 조사하는 공진조사단계(S310), 및 광학채널(220)에 레이저빔 다발을 조사하는 광학조사단계(S320)를 포함할 수 있다.

[0089] 수광단계(S400)에서는 공진채널(210) 및 광학채널(220)에서 반사된 레이저빔 다발이 수광될 수 있다. 또한, 수광단계(S400)에서는 공진채널(210) 및 광학채널(220)에서 각각 반사된 레이저빔 다발이 수광될 수 있다.

[0090] 이러한 수광단계(S400)는 공진채널(210)에 조사된 레이저빔 다발 중 반사된 레이저빔 다발을 수광하는 공진수광단계(S410), 및 광학채널(220)에 조사된 레이저빔 다발 중 반사된 레이저빔 다발을 수광하는 광학수광단계(S420)를 포함할 수 있다.

[0091] 공진주파수 도출단계(S500)에서는 내부에 유체 및 입자(P)가 유동하는 공진채널(210)이 갖는 공진주파수가 측정될 수 있다.

[0092] 광학성질 도출단계(S600)에서는 광학채널 내에 유동하는 입자(P)가 갖는 광학성질이 측정될 수 있다.

[0093] 이상 본 발명의 실시예를 구체적인 실시 형태로서 설명하였으나, 이는 예시에 불과한 것으로서, 본 발명은 이에 한정되지 않는 것이며, 본 명세서에 개시된 기술적 사상에 따르는 최광의 범위를 갖는 것으로 해석되어야 한다. 당업자는 개시된 실시형태들을 조합/치환하여 적시되지 않은 형상의 패턴을 실시할 수 있으나, 이 역시 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 것이다. 이외에도 당업자는 본 명세서에 기초하여 개시된 실시형태를 용이하게 변경 또는 변형할 수 있으며, 이러한 변경 또는 변형도 본 발명의 권리범위에 속함은 명백하다.

부호의 설명

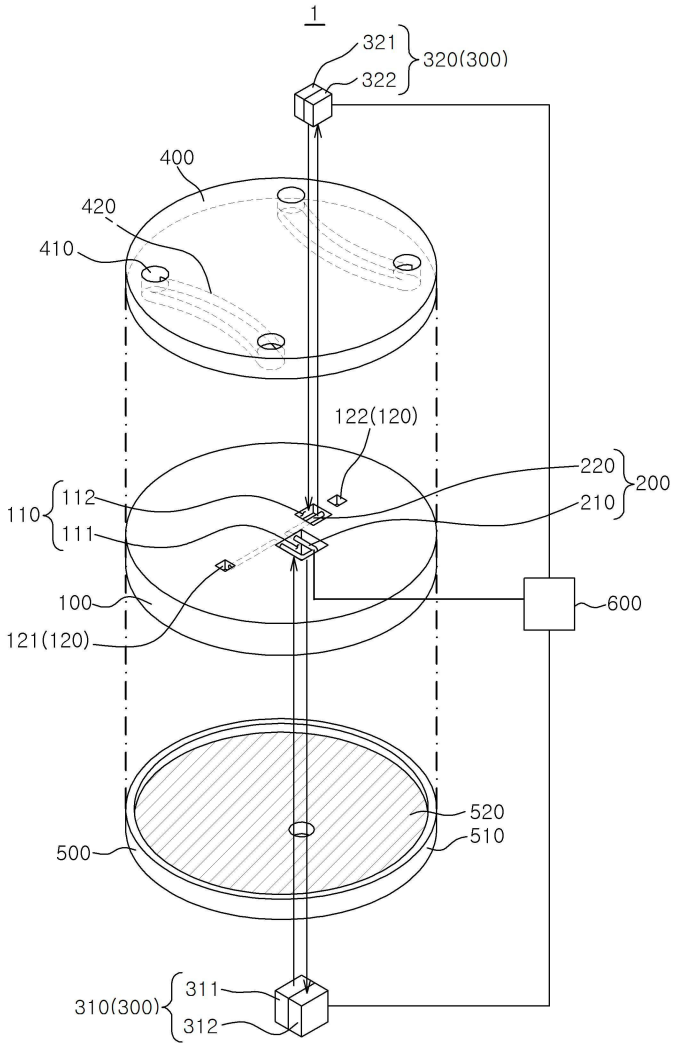
[0094]

1: 입자 측정장치	10: 공진주파수 측정기
11: 공진앵글미러	12: 대물렌즈
13: 쿼터웨이브플레이트	14: 공진스플리터
15: 원통렌즈	16: 액츄에이터
20: 광학성질 측정기	21: 제1 광변조기

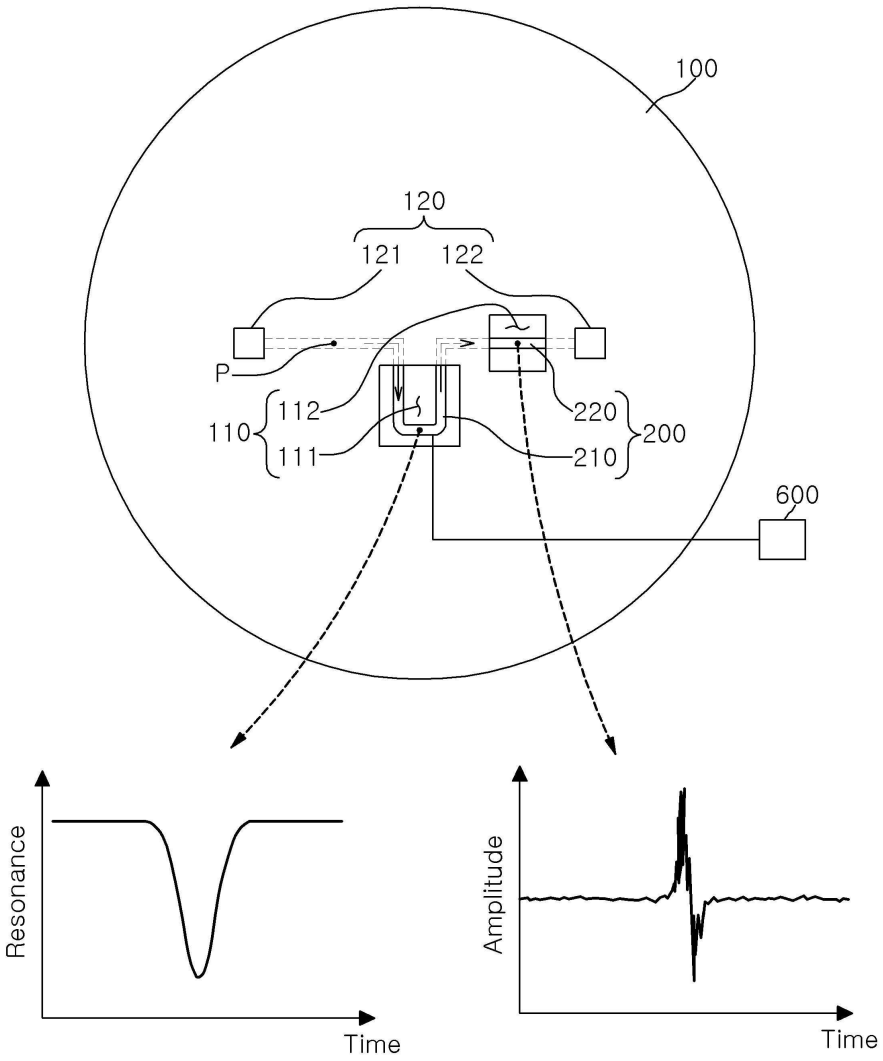
22: 제2 광변조기
23: 광학앵글미러부
23-1: 제1 광학앵글미러
23-2: 제2 광학앵글미러
24: 조리개
25: 빔익스팬더
26: 전하결합소자
27: 압전소자
28: 오일이머젼렌즈
29: 광학스플리터부
29-1: 제1 광학스플리터
29-2: 제2 광학스플리터
29-3: 제3 광학스플리터
100: 웨이퍼
110: 조사공간
111: 공진조사공간
112: 광학조사공간
120: 연통홀
121: 유입홀
122: 유출홀
200: 캐비티채널
210: 공진채널
220: 광학채널
300: 센싱모듈
310: 제1 센서
311: 제1 발광부
312: 제1 수광부
320: 제2 센서
321: 제2 발광부
322: 제2 수광부
400: 상부커버부
410: 주입구
420: 배출관
500: 하부커버부
510: 하부바디
520: 게터
600: 컨트롤러

도면

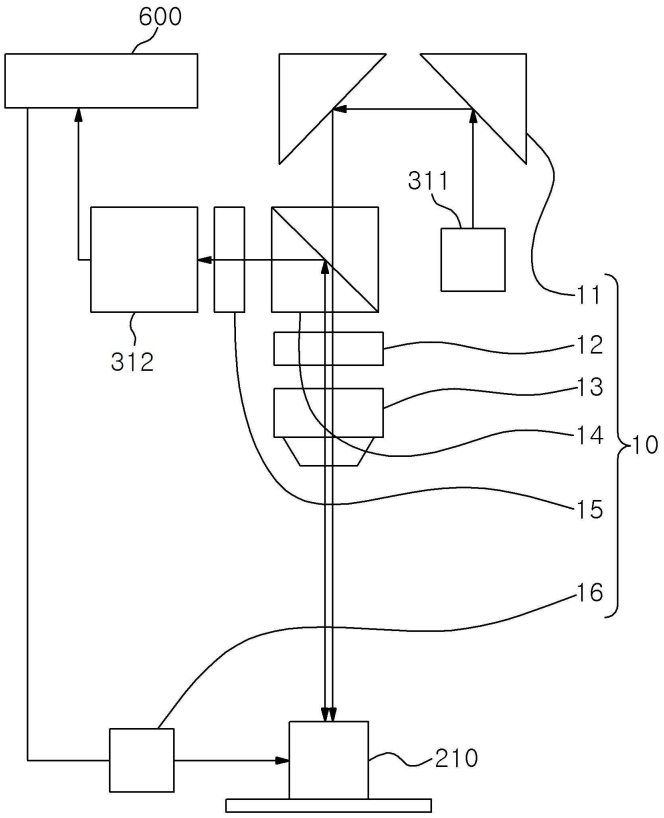
도면1


1
321
322
320(300)
400
420
410
122(120)
220
210
200
110
112
111
100
121(120)
600
520
510
500
310(300)
311
312

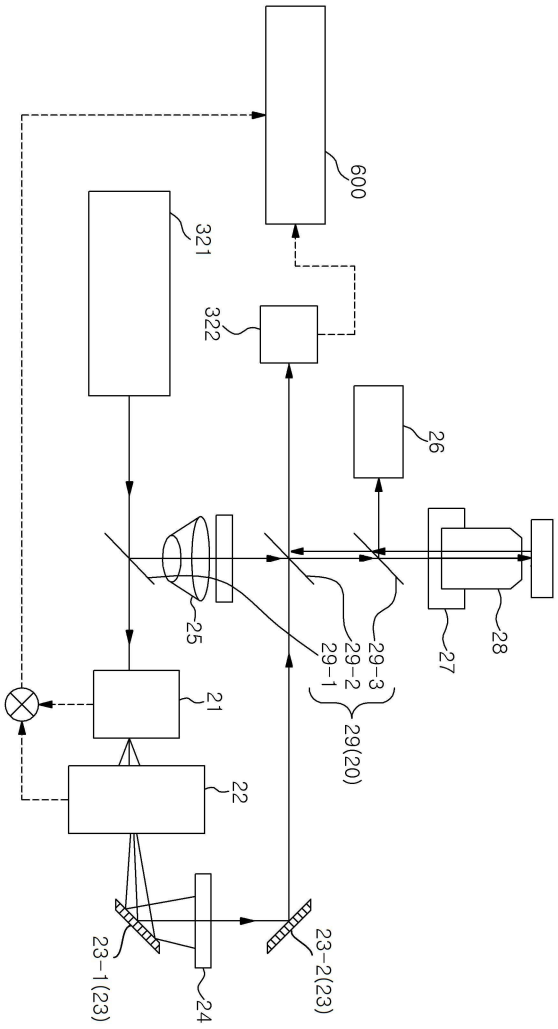
도면2


100
120
121
122
P
110
112
111
220
210
200
600
Resonance
Time
Amplitude
Time

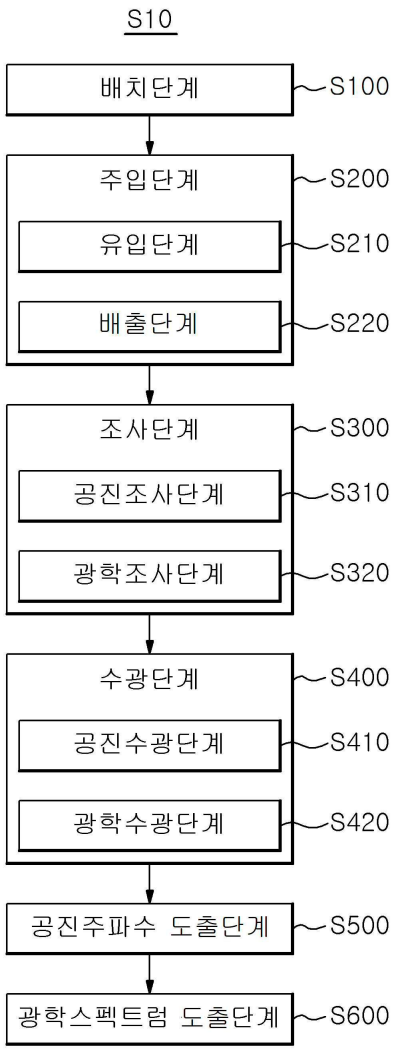
도면3



도면4



도면5


S10
배치단계
S100
주입단계
S200
유입단계
S210
배출단계
S220
조사단계
S300
공진조사단계
S310
광학조사단계
S320
수광단계
S400
공진수광단계
S410
광학수광단계
S420
공진주파수 도출단계
S500
광학스펙트럼 도출단계
S600