(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0089618
(43) 공개일자 2022년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/26 (2014.01) *G01R 1/073* (2006.01)
G02B 27/42 (2006.01) *H01L 31/042* (2014.01)
(52) CPC특허분류
G01R 31/2635 (2013.01)
G01R 1/073 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2021-0149645
(22) 출원일자 2021년11월03일
심사청구일자 2021년11월03일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-210963 2020년12월21일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 니혼 마이크로닉스
일본 도쿄도 무사시노시 기치조지혼죠 2-6-8
(72) 발명자
오쿠타 미치타카
(우:180-8508)일본 도쿄도 무사시노시 기치조지혼죠 2-6-8 가부시키가이샤 니혼 마이크로닉스 내
타케야 토시나가
(우:180-8508)일본 도쿄도 무사시노시 기치조지혼죠 2-6-8 가부시키가이샤 니혼 마이크로닉스 내
나리타 히사오
(우:180-8508)일본 도쿄도 무사시노시 기치조지혼죠 2-6-8 가부시키가이샤 니혼 마이크로닉스 내
(74) 대리인
윤의섭, 김수진

전체 청구항 수 : 총 8 항

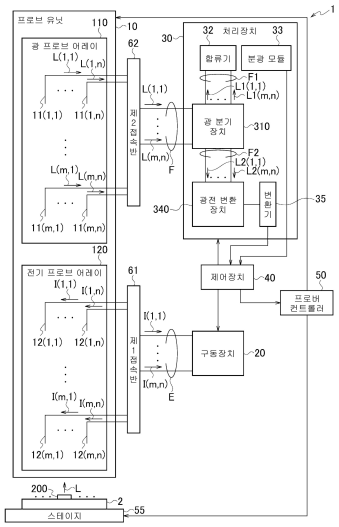
(54) 발명의 명칭 **측정 시스템**

(57) 요 약

반도체 기판에 형성된 광 반도체 소자의 측정 시간의 증대를 억제할 수 있는 측정 시스템을 제공한다.

측정 시스템은, 복수의 광 반도체 소자를 구동하는 구동 장치와, 광 반도체 소자에서의 출사광을 각각 수광하는 복수의 광 접속 장치를 갖는 프로브 유닛과, 복수의 광전 변환기를 갖는 처리 장치를 구비한다. 광 접속 장치와 광전 변환기는 1대 1로 접속하여 광 접속 장치가 수광한 출사광의 적어도 일부가 광전 변환 장치에 입력한다. 광전 변환기는, 입력한 출사광을 전기 신호로 변환한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G02B 27/42 (2013.01)
H01L 31/042 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

광 반도체 소자의 특성을 측정하는 측정 시스템으로서,

복수의 상기 광 반도체 소자를 구동하는 구동 장치와,

복수의 상기 광 반도체 소자에서의 출사광을 각각 수광(受光)하는 복수의 광 접속 장치를 갖는 프로브 유닛과,

복수의 광전 변환기를 갖는 처리 장치를, 구비하며,

상기 광 접속 장치와 상기 광전 변환기는 1대 1로 접속하여, 상기 광 접속 장치가 수광한 상기 출사광의 적어도 일부가 상기 광전 변환기에 입력하고,

상기 광전 변환기는 입력한 상기 출사광을 전기 신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로브 유닛이 복수의 전기 프로브를 가지며,

상기 구동 장치가, 상기 전기 프로브와 1대 1로 대응하는 복수의 드라이버(driver)를 가지며,

상기 드라이버가, 상기 전기 프로브를 통해서 상기 광 반도체 소자에 구동 전류를 공급하는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 처리 장치가,

복수의 상기 광 접속 장치가 각각 수광한 상기 출사광의 각각을 제1 분기광(分岐光)과 제2 분기광으로 분기하는 광 분기 장치와,

상기 제1 분기광을 분광(分光)하는 분광 모듈을 더 구비하고,

상기 분광 모듈이, 복수의 상기 광 접속 장치가 수광한 상기 출사광의 상기 제1 분기광을 하나씩 순서대로 분광하는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 광 분기 장치가, 복수의 상기 광 접속 장치와 1대 1로 대응하는 복수의 광 커플러를 가지며,

상기 광 커플러가, 상기 출사광을 상기 제1 분기광과 상기 제2 분기광으로 분기하는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제2 분기광이 상기 광전 변환기에 입력하는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 광 접속 장치가, 선단에 상기 출사광이 입사하는 광 프로브인 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 광 접속 장치가, 내부에 상기 출사광이 입사하는 적분구(積分球)인 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

복수의 상기 프로브 유닛을 구비하고,

복수의 상기 프로브 유닛 중 어느 하나와 상기 구동 장치 및 상기 광전 변환기와의 접속을 절환(switch)해서, 상기 프로브 유닛마다 상기 출사광을 처리하는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 광 반도체 소자의 특성 측정에 사용되는 측정 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 실리콘 포토닉 기술을 이용하여 웨이퍼 등의 반도체 기판에 광 반도체 소자가 형성된다. 광 반도체 소자는, 전기 신호와 광 신호를 입출력 신호로 한다. 반도체 기판에 형성되어 있는 광 반도체 소자의 특성을 측정하기 위해서 전기 신호를 전파(propagating)시키는 전기 프로브와 광 신호를 전파시키는 광 프로브를 갖는 측정 시스템이 사용된다. 예를 들면, 도전성 재료로 이루어지는 전기 프로브와, 광 파이버나 광 파이버와 결합된 렌즈 등으로 이루어지는 광학 프로브를 이용하여, 광 반도체 소자를 측정한다.

[0004] 예를 들면, 반도체 기판에 형성된 광 반도체 소자를, 전기 프로브에서 구동 전류를 공급하여 구동한다. 그리고, 구동된 광 반도체 소자로부터의 출사광을 광 프로브에 의해 수광(受光)한다. 이 측정 방법에서는, 광 반도체 소자로부터의 출사 광을 하나씩 측정 장치에 전파하는 측정 시스템이 사용되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 특허공개공보 특개소62-31136호

(특허문헌 0002) 일본 특허공개공보 특개소60-64443호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 그러나, 반도체 기판에 형성된 수천 개에서 수십만 개의 광 반도체 소자 모두를 하나씩 측정하는 것은, 총 측정 시간이 너무 길어지기 때문에 곤란하다. 또한, 반도체 기판에 형성된 모든 광 반도체 소자를 측정할 수 없는 경우, 양품과 불량품의 판정이 충분하지 않아서 후공정에서의 제품 수율이 저하된다.

[0008] 상기 문제점을 감안하여, 본 발명은, 반도체 기판에 형성된 광 반도체 소자의 측정 시간을 단축할 수 있는 측정 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 양태에 따른 측정 시스템은, 복수의 광 반도체 소자를 구동하는 구동 장치와, 광 반도체 소자로부터의 출사광을 각각 수광하는 복수의 광 접속 장치를 갖는 프로브 유닛과, 복수의 광전 변환기를 갖는 처리 장치를 구비한다. 광 접속 장치와 광전 변환기는 1대 1로 접속하여 광 접속 장치가 수광한 출사광의 적어도 일부가 광전 변환기에 입력한다. 광전 변환기는, 입력된 출사광을 전기 신호로 변환한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 의하면, 반도체 기판에 형성된 광 반도체 소자의 측정 시간을 단축할 수 있는 측정 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은, 제1의 실시형태에 따른 측정 시스템의 구성을 나타내는 모식도이고,

도 2는, 제1의 실시형태에 따른 측정 시스템의 구동 장치의 구성 예를 나타내는 모식도이고,

도 3은, 제1의 실시형태에 따른 측정 시스템의 광 분기 장치의 구성 예를 나타내는 모식도이고,

도 4는, 제1의 실시형태에 따른 측정 시스템의 광전 변환 장치의 구성 예를 나타내는 모식도이고,

도 5는, 제1의 실시형태에 따른 측정 시스템의 구성의 일부를 나타내는 모식도이고,

도 6은, 제1의 실시형태에 따른 측정 시스템을 이용한 측정 방법을 설명하기위한 흐름도이고,

도 7a는, 제1의 실시형태에 따른 측정 시스템에 의한 측정 시간의 예를 나타내는 그래프이고,

도 7b는, 제1의 실시형태에 따른 측정 시스템에 의한 측정 시간의 예를 나타내는 표이고,

도 8은, 제2의 실시형태에 따른 측정 시스템의 구성을 나타내는 모식도이고,

도 9는, 비교 예의 측정 시스템의 구성을 나타내는 모식도이고,

도 10은, 실시형태에 따른 측정 시스템과 비교 예의 측정 시스템의 측정 시간의 비교를 나타내는 그래프이고,

도 11은, 실시형태에 따른 측정 시스템의 유닛 수와 측정 시간의 관계를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이어서, 도면을 참조해서 본 발명의 실시형태를 설명한다. 이하의 도면의 기재에 있어서, 동일 또는 유사한 부분에는 동일 또는 유사한 부호를 붙인다. 다만, 도면은 모식적인 것임에 유의해야 한다. 또한, 다음에 나타내는 실시형태는, 본 발명의 기술적 사상을 구체화하기 위한 장치나 방법을 예시하는 것으로서, 본 발명의 실시형태는 구성 부품의 구조, 배치 등을 하기의 것에 특정하는 것이 아니다. 본 발명의 실시형태는, 특허 청구의 범위에 있어서 다양한 변경을 추가할 수 있다.

[0014] (제1의 실시형태)

[0015] 본 발명의 제1의 실시형태에 따른 측정 시스템(1)을 도 1에 나타낸다. 측정 시스템(1)은, 반도체 기판(2)의 주면에 형성된 광 반도체 소자(200)의 특성을 측정한다. 측정 시스템(1)은, 광 반도체 소자(200)에 대향해서 배치된 프로브 유닛 (10)과, 광 반도체 소자(200)를 구동하는 구동장치(20)와, 광 반도체 소자(200)에서의 출사광을 처리하는 처리장치(30)를 구비한다. 측정 시스템(1)은, 반도체 기판(2)을 스테이지(55)에 탑재한 상태에서 광

반도체 소자(200)의 특성을 측정한다.

[0016] 측정 시스템(1)은, 제어 장치(40) 및 프로버 컨트롤러(prober controller)(50)를 더 포함한다. 프로버 컨트롤러(50)는, 프로브 유닛(10)이나 스테이지(55)의 위치를 조정한다. 제어 장치(40)는, 측정 시스템(1)의 동작 전체를 제어한다. 예를 들면, 제어 장치(40)로부터의 제어 신호에 응답해서, 구동 장치(20), 처리 장치(30), 프로버 컨트롤러(50)가 동작한다. 또한, 제어장치(40)는, 처리장치(30)에 의해 얻어진 광 반도체 소자(200)로부터의 출사광의 데이터를 처리하고 광 반도체 소자(200)의 특성을 산출하는 기능도 갖는다. 제어 장치(40)로는, 예를 들어 개인용 컴퓨터(PC) 등을 사용해도 좋다.

[0017] 후술하는 바와 같이, 측정 시스템(1)에서는, 광 출력(IL) 특성, 순방향 전압 Vf, 역방향 전류 Ir 등의 광 전기 특성을, 복수의 광 반도체 소자(200)에 대해서 동시에 측정한다. 또한, 측정 시스템(1)에서는, 분광 특성에 대해 광 반도체 소자 (200)를 1개씩 측정한다. 이하에서 복수의 광 반도체 소자(200)에 대해 동시에 행하는 측정을 「패럴렐 측정(parallel measurement)」이라고도 칭한다. 또한, 광 반도체 소자(200)에 대하여 1개씩 차례로 행하는 측정을 「시리얼 측정(serial measurement)」이라고도 칭한다.

[0018] 도 1에 나타내는 바와 같이, 프로브 유닛(10)은, 광 프로브(11)(1,1)~광 프로브(11)(m,n)을 갖는 광 프로브 어레이(110)를 포함한다. 이하에서는, 광 프로브(11)(1,1)~광 프로브(11)(m,n)를 「광 프로브(11)」이라고도 칭한다. 광 프로브(11)의 선단은, 광 반도체 소자(200)의 광 신호 단자와 광학적으로 접속한다. 측정 시스템(1)에서는, 광 프로브(11)가 광 반도체 소자(200)에서의 출사광을 수광하는 광 접속 장치로서 사용된다.

[0019] 예를 들면, 광 프로브 어레이(110)는, 반도체 기판(2)의 주면의 면 법선 방향에서 보아서(이하,「평면시(planar view)라 함), m×n개의 광 프로브(11)의 선단을 m행 n열의 매트릭스 형태로 배치한 구성을 가진다. 이 경우, n심(core)의 다심 프로브를 m열 배치해서 광 프로브 어레이(110)를 구성해도 좋다.

[0020] 또한, 프로브 유닛(10)은, 전기 프로브 어레이(120)를 구비한다. 전기 프로브 어레이(120)는, 광 프로브(11)(1,1)~광 프로브(11)(m,n)에 각각 대응해서 배치 된 전기 프로브(12)(1,1)~전기 프로브(12)(m,n)를 갖는다. 이하에서, 전기 프로브 (12)(1,1)~전기 프로브(12)(m,n)를 「전기 프로브(12)」라고도 칭한다. 전기 프로브(12)의 선단은, 광 반도체 소자(200)의 전기 신호 단자와 전기적으로 접속한다.

[0021] 반도체 기판(2)에 형성된 광 반도체 소자(200)의 배치와, 광 프로브(11) 및 전기 프로브(12)의 배치는 대응한다. 예를 들면, m×n개의 광 프로브(11)의 선단을 m행 n열의 매트릭스 형태로 배치한 경우, m×n개의 전기 프로브(12)의 선단이 m행 n열의 매트릭스 형태로 배치되도록 전기 프로브 어레이(120)를 구성한다.

[0022] 그리고, 광 반도체 소자(200)의 배치 피치와, 광 프로브(11) 및 전기 프로브 (12)의 배치 피치를 일치시킨다. 그에 따라, 광 프로브 어레이(110)와 반도체 기판 (2)의 위치 맞춤에 의해 m×n개의 광 반도체 소자(200)와, m×n개의 광 프로브(11) 및 m×n개의 전기 프로브(12)가 동시에 위치 맞춤된다. 동일한 광 반도체 소자(200)에 접속하는 광 프로브(11)와 전기 프로브(12) 세트를, 아래에서 「프로브 세트」라고 칭한다.

[0023] 도 1에 나타내는 측정 시스템(1)에서는, 1개의 광 반도체 소자(200)에 대응하는 하나의 프로브 세트가, 1개의 광 프로브(11)와 1개의 전기 프로브(12)에 의해 구성되어 있다. 그러나, 하나의 프로브 세트를 구성하는 광 프로브(11)나 전기 프로브(12)의 갯수는 복수이어도 좋다. 예를 들면, 1개의 광 반도체 소자(200)에 대해서 광 반도체 소자(200)에 구동 전류를 공급하는 전기 프로브(12)와. 광 반도체 소자(200)의 접지 단자에 접속하는 GND용의 전기 프로브(12)를 사용해도 좋다. 이와 같이, 1개의 광 반도체 소자(200)에 대해서 배치하는 광 프로브(11)나 전기 프로브(12)의 개수는, 광 반도체 소자(200)의 사양 등에 따라서 임의로 설정해도 좋다.

[0024] 측정 시스템(1)에 의한 광 반도체 소자(200)의 측정에서는, 먼저 광 반도체 소자(200)와 프로브 유닛(10)의 위치 맞춤을 수행한다. 광 반도체 소자(200)와 프로브 유닛(10)의 위치 맞춤에 의해 광 반도체 소자(200)의 광 신호 단자가 광 프로브(11)와 광학적으로 접속한다. 동시에, 광 반도체 소자(200)의 전기 신호 단자가 전기 프로브(12)와 전기적으로 접속한다.

[0025] 광 반도체 소자(200)와 프로브 유닛(10)을 위치 맞춤한 상태에서, 구동 장치(20)는, 전기 프로브(12)(1,1)~전기 프로브(12)(m,n)에, 구동 전류 I(1,1)~구동 전류I(m,n)를 공급한다. 이하에 있어서, 구동 전류I(1,1)~구동 전류I(m, n)를 「구동 전류 I」라고도 칭한다. 구동 장치(20)에서, 구동 전류 I는 전기 배선 E를 전파한다. 전기 배선 E는, 구동 전류 I가 각각 전파하는 복수의 전기 배선의 세트이다. 프로브 유닛(10)과 구동 장치(20) 사이에 배치된 제1 접속반(first connection board)(61)을 통해서 구동장치(20)로부터 광 반도체 소자(200)에 구동 전류 I가 공급된다.

[0026] 예를 들면, 구동 장치(20)는, 도 2에 나타내는 바와 같이, m×n개의 전기 프로브(12)에 각각 접속하는 m×n개의 드라이버(21)(1,1)~드라이버(21)(m,n)를 갖는다. 드라이버(21)(1,1)~드라이버(21)(m,n)은, 전기 프로브(12)(1,1)~전기 프로브(12)(m,n)와 1대 1로 대응한다. 이하에서는, 드라이버(21)(1,1)~드라이버(21)(m,n)를 「드라이버(21)」이라고도 칭한다. 구동 장치(20)는, 전기 프로브(12)를 통해서 드라이버(21)에서 광 반도체 소자(200) 각각에 구동 전류 I를 공급한다.

[0027] 측정 시스템(1)에서는, 제어 장치(40)가, 구동 전류 I를 광 반도체 소자(200)에 공급하기 위한 제어 신호를 구동 장치(20)로 출력한다. 제어 신호를 수신한 구동 장치(20)의 드라이버(21)는, 각각의 드라이버(21)가 접속하는 광 반도체 소자(200)에 구동 전류 I를 공급한다. 예를 들면, 제어 장치(40)는 시리얼 제어 신호를 출력하고, 이 시리얼 제어 신호가 패럴렐 제어 신호로 변환되어서 드라이버(21)에 각각 송신된다.

[0028] 전기 프로브(12)에서 공급된 구동 전류 I에 의해, 광 반도체 소자(200)가 통전한다. 그리고, 통전한 광 반도체 소자(200)로부터의 출사광을, 구동 전류 I를 공급한 전기 프로브(12)과 함께 프로브 세트를 구성하는 광 프로브(11)가 수광한다.

[0029] 패럴렐 측정에서는, m×n개의 광 반도체 소자(200)에 대해서 동시에 통전한다. 이때, m×n개의 광 반도체 소자(200)로부터의 출사광을, m×n개의 광 프로브 (11)가 각각 수광한다. 광 프로브(11)(1,1)~광 프로브(11)(m,n)가 수광하는 출사 광을, 출사광 L(1,1)~출사광 L(m,n)로 한다. 출사광 L(1,1)~출사광 L(m,n)을 「출사광 L」이라고도 칭한다. 출사광 L은, 제2 접속반(second connection board)(62) 및 광 배선 F를 경유해서, 처리 장치(30)의 광 분기 장치(310)로 입력한다. 광 배선 F는, 출사광 L이 각각 전파하는 복수의 광 배선 세트이다.

[0030] 광 분기 장치(310)는, 광 프로브(11)(1,1)~광 프로브(11)(m,n)가 수광한 출사광 L(1,1)~출사광 L(m, n) 각각을, 제1 분기광 L1(1,1)~제1 분기광 L1(m,n)과, 제2 분기광 L2(1,1)~제2 분기광 L2(m,n)로 분기한다. 제1 분기광 L1(1,1)~제1 분기광 L1(m,n)을 「제1 분기광 L1」라고도 칭한다. 제2 분기광 L2(1,1)~제2 분기광 L2(m,n)을 「제2 분기광 L2」라고도 칭한다. 광 분기 장치(310)에서 광 배선 F1을 전파해서, 제1 분기광 L1은 합류기(32)에 입력한다. 광 배선 F1은, 제1 분기광 L1이 각각 전파하는 복수의 광 배선 세트이다. 또한, 광 분기 장치(310)에서 광 배선 F2를 전파하고, 제2 분기광 L2는 광전 변환 장치(340)에 입력한다. 광 배선 F2는, 제2 분기광 L2가 각각 전파하는 복수의 광 배선 세트이다.

[0031] 예를 들면, 광 분기 장치(310)는, 도 3에 나타내는 바와 같이, m×n개의 광 커플러(31)(1,1)~광 커플러(31)(m,n)를 갖는다. 광 커플러(31)(1,1)~광 커플러(31) (m,n)은, 광 프로브(11)(1,1)~광 프로브(11)(m,n)와 1대 1로 대응한다. 광 커플러 (31)(1,1)~광 커플러(31)(m,n)는, 광 프로브(11)(1,1)~광 프로브(11)(m,n)가 수광한 출사광 L 각각을 제1 분기광 L1와 제2 분기광 L2로 분할한다. 이하에서는, 광 커플러(31)(1,1)~광 커플러(31)(m,n)를 「광 커플러(31)」라고도 칭한다.

[0032] 제2 접속반(62)은, 예를 들면 m×n개의 커넥터를 갖는 다심의 어댑터를 갖는다. 제2 접속반(62)의 커넥터를 통해서 광 프로브(11)와 광 커플러(31)가 광학적으로 접속한다. 제2 접속반(62)은, 예를 들면, 다련(多連) 어레이 타입이나 다심(多芯) 커넥터 타입의 구성이 가능하다.

[0033] 이하에 설명하는 바와 같이, 제1 분기광 L1은 시리얼 측정에 사용된다. 또한 제2 분기광 L2는 패럴렐 측정에 사용된다. 예를 들면, 제1 분기광 L1은 출사광 L의 10%정도이며, 제2 분기광 L2는 출사광 L의 90%정도이다.

[0034] 제1 분기광 L1은, 광 반도체 소자(200)의 출사광 L에 대한 분광 특성의 측정 등에 사용한다. 구체적으로는 m×n개의 광 프로브(11)가 수광한 m×n개의 출사광 L의 제1 분기광 L1은, m×n개의 입력 단자와 1개의 출력 단자를 갖는 합류기(32)의, 입력 단자에 각각 입력한다. 시리얼 측정에서는, 후술하는 바와 같이, 합류기(32)에 차례로 입력한 제1 분기광 L1이, 합류기(32)의 출력 단자에서 분광 모듈(33)에 출력된다. 분광 모듈(33)은, 입력된 제1 분기광 L1을 분광한다.

[0035] 합류기(32)에는, 예를 들면, Y분기로 구성된 광 도파로 타입의 구성 등을 적합하게 사용할 수 있다. 이 구성의 합류기(32)는, 형상이 소형이며, 합류기로서 사용하는 경우에 손실이 적어 취급하기 쉽다. 혹은, 1입력 2분기 출력의 융착 연신형 광 커플러를 다단으로 융착 접속해서 합류기(32)를 구성해도 좋다.

[0036] 분광 모듈(33)에 의한 제1 분기광 L1의 분광에 의해 출사광 L의 분광 특성을 측정할 때에, 제어 장치(40)는, 구동하는 광 반도체 소자(200)를 하나씩 선택한다. 예를 들면, 제어 장치(40)는 광 반도체 소자(200)에 구동 전류 I를 공급하는 드라이버(21)를 차례로 선택한다. 선택된 드라이버(21)가 구동하는 광 반도체 소자(200)로부터의 출사광 L의 제1 분기광 L1이, 합류기(32)에서 출력한다. 합류기(32)에서 출력된 제1 분기광 L1은, 분광 모듈

(33)에 입력한다. 분광 모듈(33)은 제1 분기광 L1을 분광하고, 분광한 데이터를 제어 장치(40)로 송신한다. 이에 따라, 선택된 광 반도체 소자(200)의 분광 특성이 측정된다. 제어 장치(40)가 광 반도체 소자(200)를 하나씩 선택함에 따라, m×n개의 광 반도체 소자(200)의 분광 특성이 차례로 측정된다.

[0037] 상기와 같이, 분광 모듈(33)에 의해, 복수의 광 프로브(11)가 각각 수광한 출사광 L의 제1 분기광 L1이 하나씩 분광된다. 이처럼, 분광 모듈(33)에 의한 분광 특성의 측정은, 시리얼 측정이다. 분광 모듈(33)에 의해 얻어지는 분광 특성은, 제어 장치(40)에 접속하는 기억 장치에, 광 반도체 소자(200)에 대응지어서 보존된다.

[0038] 출사광 L에서 분기된 제2 분기광 L2은, 광 신호/전기 신호 변환(OE변환)되고, 광 반도체 소자(200)의 출사광 L에 대한 광 출력(IL) 특성, 순방향 전압 Vf, 역방향 전류 Ir 등의 광전기 특성의 측정에 사용된다. 구체적으로는, m×n개의 광 프로브(11)에서 출사된 m×n개의 출사광 L의 제2 분기광 L2는, 처리 장치(30)의 광전 변환 장치(340)에 입력한다. 광전 변환 장치(340)는, m×n개의 제2 분기광 L2 각각을 OE 변환한다.

[0039] 광전 변환 장치(340)는, 광 프로브(11)와 1대 1로 대응하는 복수의 광전 변환기(OE변환기)를 갖는다. OE 변환기 각각에, 광 프로브(11)가 수광한 출사광 L의 제2 분기광 L2가 1개씩 입력한다. 예를 들면, 광전 변환 장치(340)는, 도 4에 나타내는 바와 같이, m×n개의 광 프로브(11)와 1대 1로 광학적으로 접속하는 m×n개의 OE 변환기(34)(1,1)~OE 변환기(34)(m,n)를 갖는다. 이하에서는, OE 변환기(34)(1,1)~OE 변환기(34)(m,n)를 「OE 변환기(34)」라고도 칭한다. 광 프로브(11)와 OE 변환기(34)는, 광 커플러(31)를 통해서 광학적으로 접속한다. 광 프로브(11)가 각각 수광한 출사광 L 중 적어도 일부가 제2 분기광 L2로서 OE 변환기(34)에 입력한다. OE 변환기(34)는, 제2 분기광 L2를 전기 신호로 변환한다.

[0040] 광전 변환 장치(340)에 의해 제2 분기광 L2에서 전기 신호로 변환된 전기 신호는, 변환기(35)에 의해 아날로그/디지털(AD) 변환된다. 그리고 또한, 변환기(35)는, 디지털 변환된 m×n개의 전기 신호에 대해서 패럴렐/시리얼 변환한다. 시리얼 변환된 데이터는 제어 장치(40)로 송신되고, 광 반도체 소자(200)의 특성이 취득, 순차적으로 격납된다. 예를 들면, 제어 장치(40)가 구동 전류 I와 제2 분기광 L2의 데이터를 처리함으로써, 광 출력(IL) 특성, 순방향 전압 Vf, 역방향 전류 Ir 등의 광전기 특성이, 광 반도체 소자(200) 대해서 측정된다.

[0041] 상기와 같이, 광전변환장치(340)를 이용한 측정은, m×n개의 광 반도체 소자 (200)를 동시에 통전하고, m×n개의 광 반도체 소자(200)에서의 출사광 L을 처리하는 패럴렐 측정이다. 복수의 OE 변환기(34)가, 복수의 광 반도체 소자(200)에서의 출사광 L을 동시에 처리한다. 패럴렐 측정에 의해 얻어진 특성은,제어 장치(40)에 접속하는 기억장치에, 광 반도체 소자(200)에 대응지어서 보존된다.

[0042] 도 5는, 측정 시스템(1)을 이용한 1개분의 광 반도체 소자(200)에 대한 측정계의 일부를 나타낸다. 광 반도체 소자(200)와 프로브 유닛(10)의 위치 맞춤에 의해, 전기 프로브(12)는 광 반도체 소자(200)의 전기 신호 단자(미도시)와 접속한다. 이때, 광 프로브(11)의 선단과 광 반도체 소자(200)의 광 신호 단자(미도시)의 작동 거리 WD는, 광 프로브(11)와 광 반도체 소자(200)의 광 신호 단자가 광학적으로 접속하는 거리로 설정된다. 또한, 전기 프로브(12)에는 탄성이 있기 때문에 전기 프로브(12)가 광 반도체 소자(200)와 접속한 상태인 채로 작동 거리 WD에 대해 수십 μm정도의 조정은 가능하다. 프로브 유닛(10)의 프로브 고정부(13)에 광 프로브(11)와 전기 프로브(12)가 지지되어서 광 프로브(11)와 전기 프로브(12)의 위치가 고정된다. 광 프로브(11)와 전기 프로브(12)는 별개의 프로브 고정부(13)에 의해 고정 지지해도 좋다.

[0043] 광 반도체 소자(200)와 프로브 유닛(10)의 위치 맞춤에서는, 예를 들면, 프로버 컨트롤러(50)의 제어에 의해, 반도체 기판(2)의 주면과 평행한 XY 평면 및 반도체 기판(2)의 주면에 수직인 Z방향에 대해 프로브 유닛(10)이 이동한다. 혹은, 프로버 컨트롤러(50)의 제어에 의해 XY 평면 및 Z방향에 대해, 반도체 기판(2)을 탑재한 상태에서 스테이지(55)를 이동한다. 또한, 스테이지(55)는 Z방향을 중심축으로서 회전 가능하다. 광 반도체 소자(200)에 대해서 광 프로브(11) 및 전기 프로브(12)를, 예를 들면 수 μm 단위로 위치 맞춤이 가능하다.

[0044] 광 반도체 소자(200)에서의 출사광 L이 입사하는 광 프로브(11)의 선단은, 예를 들면, 멀티모드 파이버 또는 싱글모드 파이버로 구성된다. 광 프로브(11)의 선단은, 구형상으로 성형 가공되어 있어도 좋다. 광 프로브(11)의 선단을 구형상으로 함으로써 광 프로브(11)의 선단의 개구수 NA의 조정, 작동거리 WD, 광 프로브(11)의 선단에서의 출사광 L의 반사 귀환광(return light)의 절감 등에 대응할 수 있다. 그 결과, 광 프로브(11)의 선단에 있어서 출사광 L을 안정적으로 수광할 수 있다.

[0045] 도 5에 도시한 상태에 있어서, 드라이버(21)가, 예를 들면 직류 전류 또는 수μ초~수십μ초의 펄스 전류의 구동 전류 I를 출력한다. 구동 전류 I는, 제1 접속반(61) 및 전기 프로브(12)를 통해서 광 반도체 소자(200)에 공급된다. 구동 전류 I가 공급된 광 반도체 소자(200)는, 출사광 L을 출사한다. 광 프로브(11)는, 광 반도체 소자

(200)에서의 출사광 L을 수광한다. 광 프로브(11)를 전파한 출사광 L은, 제2 접속반(62)을 통해서 광 커플러(31)에 전파한다. 광 커플러(31)는, 출사광 L을 제1 분기광 L1과 제2 분기광 L2로 분기한다. 제1 분기광 L1은 합류기(32)를 통해서 분광 모듈(33)에 입력한다. 제2 분기광 L2는, OE 변환기(34)에 입력한다.

[0046] 이상에서 설명한 바와 같이, 측정 시스템(1)은, m×n개의 광 프로브(11)에 각각 접속하는 m×n개의 OE 변환기(34)와, m×n개의 전기 프로브(12)에 각각 접속하는 m×n개의 드라이버(21)를 구비한다. 이에 따라, 측정 시스템(1)에 의하면, m×n개의 광 반도체 소자(200)를 동시에 측정하는 패럴렐 측정과, 광 반도체 소자(200)를 1개씩 측정하는 시리얼 측정이 가능하다.

[0047] 도 6을 참조해서, 측정 시스템(1)에 의해 m×n개의 광 반도체 소자(200)를 측정하는 방법의 예를 이하에 설명한다. 도 6은, 단계 S10에 나타내는 패럴렐 측정을 행한 후에, 단계 S20에 나타내는 시리얼 측정을 행하는 경우를 예시하고 있다.

[0048] 우선, 단계 S10의 단계 S11에 있어서, 구동 장치(20)가 m×n개의 광 반도체 소자(200)를 동시에 구동한다. 단계 S12에 있어서, 광 프로브(11)가, 광 반도체 소자(200)로부터의 출사광 L을 수광한다. 그리고, 단계 S13에 있어서, 광 분기 장치(310)가 광 프로브(11)에 의해 수광한 m×n개의 출사광 L 각각을, 제1 분기광 L1와 제2 분기광 L2으로 분기한다.

[0049] 단계 S14에 있어서, 광전 변환 장치(340)가, m×n개의 제2 분기광 L2를 동시에 광전 변환한다. 광전 변환에 의해 제2 분기광 L2에서 변환된 전기 신호는, 변환기(35)를 통해서 제어 장치(40)에 송신된다.

[0050] 단계 S15에 있어서, 제어 장치(40)는, 광 반도체 소자(200)에 공급된 구동 전류 I 및 제2 분기광 L2에서 얻은 전기 신호를 이용하여, m×n개의 광 반도체 소자(200)의 광 전기 특성을 취득한다. 예를 들면, 구동 전류 I와 제2 분기광 L2의 데이터를 이용해서, 광 반도체 소자(200)의 광 출력(IL) 특성, 순방향 전압 Vf, 역방향 전류 Ir이 취득된다.

[0051] 이어서, 단계 S20의 단계 S21에 있어서, 제어 장치(40)가 1개의 광 반도체 소자(200)를 선택한다. 단계 S22에 있어서, 구동 장치(20)가, 선택된 광 반도체 소자(200)에 구동 전류 I를 공급해서 광 반도체 소자(200)를 구동한다. 단계 S23에 있어서, 광 프로브(11)가, 구동한 광 반도체 소자(200)에서의 출사광 L을 수광한다. 그리고, 단계 S24에 있어서, 광 분기 장치(310)가, 광 프로브(11)가 수광한 출사광 L을 제1 분기광 L1과 제2 분기광 L2로 분기한다.

[0052] 단계 S25에 있어서, 합류기(32)를 통해서 분광 모듈(33)에 입력한 제1 분기 광 L1을, 분광 모듈(33)이 분광한다. 분광 모듈(33)이 분광한 파장 특성 데이터는 제어 장치(40)에 송신된다. 단계 S26에 있어서, 제어 장치(40)는, 분광 모듈(33)이 분광한 파장 특성 데이터를 이용하여, 선택한 광 반도체 소자(200)의 분광 특성을 취득한다.

[0053] 단계 S27에 있어서, 제어 장치(40)는, m×n개의 광 반도체 소자(200)를 모두 선택했는지 여부를 판정한다. 선택하지 않은 광 반도체 소자(200)가 있는 경우는, 처리는 단계 S21로 돌아온다. 모든 광 반도체 소자(200)를 선택하면, 처리를 종료한다.

[0054] 광 반도체 소자(200)의 분광 특성의 측정은, m×n번 반복된다. 따라서, 분광 모듈(33)에 의한 측정 시간이 짧을수록 시리얼 측정에 요하는 시간을 단축할 수있다. 따라서, 분광 모듈(33)은 적절한 파장 분해 능력을 가지고, 수광 적산 시간이 밀리초 단위로 짧아 측정 데이터의 전송 레이트가 빠른 것이 측정 시간 단축에 바람직하다.

[0055] 상기에서는, 패럴렐 측정에 의해 m×n개의 광 반도체 소자(200)에 대해서 동시에 광 전기 특성을 측정한 후, 시리얼 측정에 의해 m×n개의 광 반도체 소자(200)의 분광 특성을 하나씩 측정하는 예를 설명하였다. 그러나, 측정 시스템(1)에 의한 측정에서는, 패럴렐 측정과 시리얼 측정의 순서는 임의로 설정 가능하다. 예를 들면, 시리얼 측정 후에 패럴렐 측정을 실시해도 좋다. 또한, 패럴렐 측정 도중에서 시리얼 측정을 행해도 좋다. 즉, 패럴렐 측정에 의해 측정되는 특성과 시리얼 측정에 의해 측정되는 특성의 측정 순서는, 임의로 설정 가능하다.

[0056] 반도체 기판(2)에 형성된 모든 광 반도체 소자(200)를 측정하기 위해서는, m×n개의 광 반도체 소자(200)의 측정이 종료할 때마다 반도체 기판(2) 또는 프로브 유닛(10)을 이동시켜, 미측정의 광 반도체 소자(200)를 측정한다. 그리고, 반도체 기판(2)에 형성된 모든 광 반도체 소자(200)의 측정이 종료할 때까지 도 6을 참조해서 설명한 광 반도체 소자(200)의 측정을 반복한다.

[0057] 측정 시스템(1)에 의하면, m×n개의 광 반도체 소자(200)의 측정을 반복함으로써 반도체 기판(2)에 형성된 모든 광 반도체 소자(200)의 측정을 효율적으로 실행할 수 있다. 이하에서, 측정 시스템(1)에 의해 동시에 측정 가능

한 광 반도체 소자(200)의 개수를, 측정 시스템(1)의 「채널 수」라고도 칭한다. 도 1에 나타내는측정 시스템(1)의 채널 수는, m×n이다.

[0058] 반도체 기판(2)에 형성된 광 반도체 소자 (200)의 총수가 Nw개인 경우, m×n 개의 광 반도체 소자(200)의 측정을 반복하는 횟수는, 최소로 대략 Nw/채널이다. 측정 시스템(1)에 의한 측정에서는 광 반도체 소자(200)의 1개씩에 대해 광 프로브 (11)와 전기 프로브(12)의 위치 맞춤을 하는 측정에 비해서 반도체 기판(2)에 형성된 모든 광 반도체 소자(200)를 측정하는 것에 요하는 시간을 대폭 단축할 수 있다.

[0059] 또한, m×n개의 광 반도체 소자(200)에 대응하는 m×n개의 분광 모듈(33)을 처리 장치(30)에 준비하는 구성도 생각할 수 있다. 그러나, 그 구성은, 비용이나 실장 공간의 증대가 커서 비효율적이다. 도 1에 나타내는 측정 시스템(1)에 의하면, 간단한 회로 구성과 효율적인 동작에 의해, 다채널 측정에 의한 측정 시간의 단축을 실현할 수 있다.

[0060] 이하에, 측정 시스템(1)에 의한 광 반도체 소자(200)의 측정 시간에 대해 설명한다. 여기서, 프로브 유닛(10)과 반도체 기판(2)의 위치 맞춤 시간을 tp, 패럴렐 측정 시간에 요하는 시간을 tm, m×n개의 광 반도체 소자(200)의 시리얼 측정에 요하는 시간을 tb로 한다. 이 경우, 측정 시스템(1)에 의해 m×n개의 광 반도체 소자(200)의 측정에 요하는 총 측정 시간 Tk1는, 아래의 식(1)로 나타내어진다:

[0061] $$Tk1 = tp + tm + tb \cdots (1)$$

[0062] 시리얼 측정에서의 1개의 광 반도체 소자(200)의 측정 시간을 ts로 하면, tb= ts×(m×n)이다.

[0063] 또한, 여러 측정 항목에 관해서 측정하는 패럴렐 측정에서는, 광 반도체 소자(200)를 방열시키기 위해, 광 반도체 소자(200)로의 구동 전류 I의 공급을 정지하는 시간(이하, 「슬립 시간(sleep time) tr」이라고 칭한다)을, 측정항목 사이에서 설치해도 좋다. 이 경우, 패럴렐 측정에 있어서 구동 전류 I를 광 반도체 소자 (200)에 공급하는 시간을 t1으로 해서, tm=t1 + tr이다.

[0064] 도 7a 및 도 7b에, 채널 수가 64인 측정 시스템(1)을 이용한 광 반도체 소자 (200)의 측정 시간의 예를 나타낸다. 도 7a에 나타내는 시간 t1은, 구동전류 I=4mA에서의 순방향 전압 Vf의 측정 시간이다. 시간 t2는, 구동 전류 I=4mA에서의 광출력(IL) 특성의 측정 시간이다. 시간 t3는, 구동 전류 I=9mA에서의 순방향 전압 Vf의 측정 시간이다. 시간 t4는, 구동전류 I=9mA에서의 광 출력(IL) 특성의 측정 시간이다. 시간 t5는, 역방향 전류 Ir의 측정 시간이다. 도 7a에 나타내는 바와 같이 순방향 전압 Vf와 광 출력(IL)의 특성의 측정 후에, 각각 슬립 시간을 마련하고 있다. 슬립 시간 tr의 설정은, 특히 광 반도체 소자(200)가 통전에 의한 국부적인 가열에 의해 열화하기 쉬운 경우, 효과적이다.

[0065] 구동 전류 I=4mA에서의 측정 데이터와 구동 전류 I=9mA에서의 측정 데이터를 이용하여, 광 반도체 소자(200)의 임계치 전류(threshold current)나 기울기 효율(slope efficiency)을 산출할 수 있다.

[0066] 예를 들면, 도 7b에 나타내는 바와 같이, 순방향 전압 Vf의 측정에 요하는 시간 t1 및 시간 t3는 10m초, 광 출력(IL) 특성의 측정에 요하는 시간 t2 및 시간 t2는 13m초이다. 또한, 시리얼 측정에서의 1개의 광 반도체 소자(200)의 측정 시간 ts는 2m초이며, tb=ts×64=128초이다. 슬립 시간은 각각 100m초이며, 총 슬립 시간 tr은 400m초이다. 따라서, 도 7a 및 도 7b에 나타내는 측정에서는, 64개의 광 반도체 소자(200)의 측정에 요하는 총 측정 시간은 574m초이다.

[0067] (제2의 실시형태)

[0068] 본 발명의 제2의 실시형태에 따른 측정 시스템(1a)은, 도 8에 나타내는 바와 복수의 프로브 유닛(10)을 갖는다. 측정 시스템(1a)에서는, 프로브 유닛(10A)~프로브 유닛(10D) 중 어느 것과 구동 장치(20) 및 광전 변환 장치(340)를 접속해서 프로브 유닛(10)마다 광 반도체 소자(200)의 출사광 L을 처리한다. 측정 시스템(1a)은, 구동 장치(20)가 접속하는 프로브 유닛(10)을 절환(switch)하는 제1 절환 회로(71)와, 광전 변환 장치(340)가 접속하는 프로브 유닛(10)을 절환하는 제2 절환 회로(72)를 구비한다.

[0069] 또한, 도 8에서는, 측정 시스템(1a)이 4개의 프로브 유닛(10)을 갖는 구성을 나타냈지만, 측정 시스템(1a)이 구비하는 프로브 유닛(10)의 개수는 임의이다. 이하에 있어서, 측정 시스템(1a)이 가지는 프로브 유닛(10)의 수를 U로 나타낸다.

[0070] 프로브 유닛(10)의 개수를 늘림으로써 측정에 사용하는 광학 프로브(11)와 전기 프로브(12)의 개수를 증가시킬 수 있다. 측정 시스템(1a)에 따르면, 프로브 유닛(10)과 반도체 기판(2)의 한번의 위치 맞춤에 의해, 광 프로브

(11) 및 전기 프로브(12)와 위치 맞춤된 광 반도체 소자(200)의 개수가 증가하고, 위치 맞춤의 횟수를 줄일 수 있다.

[0071] 도 8에 나타내는 측정 시스템(1a)의 OE 변환기(34)나 드라이버(21)의 수는, 도 1의 측정 시스템(1)과 같다. 따라서, 측정 비용이나 실장 공간의 증대를 억제할 수 있다. 도 8에 나타내는 측정 시스템(1a)에서는, 프로브 유닛(10A)~프로브 유닛(10D) 중 어느 것의 전기 프로브(12)를 구동 장치(20)와 선택적으로 접속한다. 그리고, 선택한 전기 프로브(12)와 프로브 세트를 구성하는 광 프로브(11)를, 광전 변환 장치(340)에 접속한다.

[0072] 프로브 유닛(10A)~프로브 유닛(10D)과 구동 장치(20) 사이에 배치된 제1 절환 회로(71)는, 예를 들면 m×n개의 아날로그 스위치를 갖는 구성이어도 좋다. 아날로그 스위치의 입력 단자는 구동 장치(20)의 드라이버(21)와 접속한다. 아날로그 스위치의 4개의 출력 단자는, 프로브 유닛(10A)~프로브 유닛(10D)의 전기 프로브 (12)에 접속한다. 그리고, m×n개의 아날로그 스위치는, m×n개의 드라이버(21)와 m×n개의 전기 프로브(12)를 1대 1로 접속한다. 아날로그 스위치의 절환에 의해, 프로브 유닛(10A)~프로브 유닛(10D) 중 어느 것의 전기 프로브(12)와 드라이버(21)가 접속한다.

[0073] 측정 시스템(1a)의 광 분기 장치(310)는 프로브 유닛(10A)~프로브 유닛(10D)에 포함된 모든 광 프로브(11)와 1대 1로 대응하는, m×n×U개의 광 커플러(31)를 가진다. 광 분기 장치(310)와 광전 변환 장치(340) 사이에 배치된 제2 절환 회로(72)는, 프로브 유닛(10)마다 광 프로브(11)와 OE 변환기(34)를 광 커플러(31)를 통해서 광학적으로 접속한다.

[0074] 제2 절환 회로(72)는, 예를 들면 m×n개의 광 스위치를 갖는 구성이어도 좋다. 제2 절환 회로(72)의 광 스위치의 절환에 의해 프로브 유닛(10A)~프로브 유닛(10D) 중 어느 하나의 광 프로브(11)가, 광 커플러(31)를 통해서 OE 변환기(34)와 접속한다. 광 스위치의 4개의 입력 단자는, 프로브 유닛(10A)~프로브 유닛(10D) 중 어느 것에 접속하는 4개의 광 커플러(31)에 접속하고, 광 스위치의 출력 단자는 OE 변환기(34) 중 하나에 접속한다. 그리고, 광 스위치에 의해 광 커플러(31)를 통한 프로브 유닛(10)과 광전 변환 장치(340)와의 접속이 바뀐다. 이와 같이, m×n개의 광 스위치는, 광 커플러(31)를 통해서 m×n개의 광 프로브(11)와 m×n개의 OE 변환기(34)를 1대 1로 접속한다.

[0075] 제1 절환 회로(71)나 제2 절환 회로(72)에서의 절환 동작은, 제어 장치(40)에 의해 제어된다. 그리고, 구동 장치(20)나 광전 변환 장치(340)와 접속하는 프로브 유닛(10)을 절환하면서 패럴렐 측정이 이루어진다. 시리얼 측정에서는, m×n×U개의 광 커플러(31)에서의 제1 분기광 L1이, m×n×U개의 입력 단자를 갖는 합류 기(32)에 입력하고, 합류기(32)의 출력 단자에서 제1 분기광 L1이 순서대로 출력된다. 그리고, 합류기(32)에서 출력되는 제1 분기광 L1을, 분광 모듈(33)이 분광한다.

[0076] 예를 들면, 프로브 유닛(10)의 수가 U개인 경우, 제2 절환 회로(72)에, U×1(U입력, 1출력)의 광 스위치를 m×n개 사용한다. 또한, 제1 절환 회로(71)에, U×1의 아날로그 스위치를 m×n개 사용하거나, 혹은 동등한 기능의 스위칭 소자를 사용해도 좋다. 따라서 m×n×U심의 광 프로브 어레이(110) 및 전기 프로브 어레이(120)를 실현할 수 있다. 광 스위치나 아날로그 스위치의 절환 횟수는, (U-1)회이다.

[0077] U개의 프로브 유닛(10)을 갖는 측정 시스템에 의한 측정 시간 Tk1는, 이하의 식(2)로 표현된다:

[0078] $$Tk1 = N\times\{tp+U\times((tm+(m\times n)\times ts)+(U-1)\times tsw)\}\cdots(2)$$

[0079] 식(2)에서, N은 반도체 기판(2)에 형성된 광 반도체 소자(200)의 개수가 Nw인 경우의 측정의 반복 횟수이다. 반복 횟수 N은, Nw/(U×(m×n))로 나타내어진다. 또한, 식(2)에서 tp는 1회의 위치 맞춤 시간, tm은 패럴렐 측정에 요하는 시간, ts는 시리얼 측정에 요하는 시간이다. tsw는, 광 스위치의 절환 시간이다.

[0080] 상기에서는, m×n×U개의 광 커플러(31)를 갖는 광 분기 장치(310)를 사용하는 예를 보여주었다. 그러나, m×n개의 광 커플러(31)를 갖는 U개의 광 분기 장치 (310)를 사용하고, 광 스위치에 의해 광 분기 장치(310)와 접속하는 프로브 유닛 (10)을 절환해도 좋다. 또한, 상기에서는 합류기(32)가 m×n×U개의 입력 단자를 갖는 예를 나타내었다. 그러나, m×n개의 입력 단자를 갖는 U개의 합류기(32)를 사용하여 광 분기 장치(310)와 접속하는 합류기(32)를 광 스위치에 의해 절환해도 좋다.

[0081] 측정 시스템(1a)에 의한 광 반도체 소자(200)의 측정에서는, 반도체 기판(2)에 형성된 모든 광 반도체 소자(200)를 측정할 때까지 m×n×U개의 광 반도체 소자 (200)의 측정이 종료할 때마다 반도체 기판(2) 또는 프로브 유닛(10)을 이동시킨다. 그리고, 새롭게 프로브 유닛(10)과 위치 맞춤한 광 반도체 소자(200)에 대해서 도 6을 참조해서 설명한 측정을 실행한다.

[0082] 이상에 설명한 바와 같이, 제2의 실시형태에 따른 측정 시스템(1a)에서는, 광 프로브 어레이(110) 및 전기 프로브 어레이(120)를 갖는 프로브 유닛(10)을 U개(U≥2) 사용한다. 따라서, 측정 시스템(1a)에 따르면, 광 프로브(11) 및 전기 프로브(12)의 갯수를 도 1의 측정 시스템(1)의 U배로 늘리고, 또 도 1의 측정 시스템(1)의 구동 장치(20)나 광전 변환 장치(340)를 사용할 수 있다. 따라서, 측정 시스템의 확장성이 용이하다. 그리고 또한, 측정 시스템(1a)에 의하면, 광 반도체 소자(200)와 프로브 유닛(10)의 위치 맞춤 횟수가 감소하고, 측정 시간을 단축할 수 있다. 다른 것은 제1의 실시형태와 실질적으로 동일하고, 중복된 설명을 생략한다. 이하에서는, 프로브 유닛(10)을 갖는 측정 시스템(1) 및 측정 시스템(1a)을 총칭해서, 「측정 시스템(1)」이라고도 칭한다.

[0083] 이하에, 측정 시스템(1)과, 도 9에 나타내는 비교 예의 측정 시스템(이하에 있어서, 단순히 「비교 예의 측정 시스템」이라고 한다)에 대하여 측정 시간을 비교한다.

[0084] 비교 예의 측정 시스템은, 반도체 기판(2)에 형성된 광 반도체 소자(200)를, 전기 프로브(12)를 통해서 공급되는 구동 전류에 의해 구동한다. 광 반도체 소자(200)에서의 출사광 L은, 적분구(積分球)(300)에 의해 수광한다. 그리고, 출사광 L의 특성을, OE 변환기(34) 등의 측정 기기로 측정한다.

[0085] 적분구(300)의 하부에 개구홀이 형성되고, 개구홀에서 광 반도체 소자(200)로부터의 출사광 L이 적분구(300)의 내부에 입사한다. 출사광 L은, 구상(球狀)의 적분구(300)의 내벽면에서 반복하여 반사해서 입사 강도가 평균화된다. 적분구(300)의 내벽면에 포토디텍터(photodetector) 등의 OE 변환기를 설치함으로써 내벽면의 소정의 면적분의 입사 강도를 측정할 수 있다. 그리고, 적분구(300)의 내벽면의 면적분의 입사 강도를 곱함으로써 출사광 L의 강도를 산출할 수 있다. 출사광 L이 OE 변환기에 직접 조사하지 않도록 개구홀과 OE 변환기(34) 사이에 차광판(301)을 설치해도 좋다. 출사광 L의 분광 특성에 관해서는 적분구(300)의 내벽면에 설치한 파이버 콜리메이터(fiber collimator)(302)에 입사한 출사광 L을, 분광 모듈(33)에 입력해서 측정한다.

[0086] 비교 예의 측정 시스템에서는, 위치를 고정한 적분구(300)의 내부에 출사광 L이 동시에 입사하는 광 반도체 소자(200)가 m×n개의 경우, 반도체 기판(2)에 형성된 모든 광 반도체 소자(200)의 측정에 요하는 측정 시간 Tk2는, 이하의 식(3)으로 나타내어진다:

[0087] $Tk2= N\times(tp+(m\times n)\times(tm+ts))\cdots(3)$

[0088] 식(3)에서, N은, m×n개의 광 반도체 소자(200)의 측정의 반복 횟수이다. 또한 1회의 측정에서의 위치 맞춤 시간이 tp, 광전기 특성의 측정에 요하는 시간이 tm, 분광 특성의 측정에 요하는 시간이 ts이다. m×n은, 적분구(300)의 위치를 고정한 경우에 출사광 L을 수광할 수 있는 광 반도체 소자(200)의 개수이며, 측정 시스템(1)의 채널 수에 상당한다. 또한, 비교 예의 측정 시스템에서는, OE 변환기(34)에 의한 광 전기 특성의 측정과 분광 모듈(33)에 의한 분광 특성의 측정이 동시에 실행 가능하다. 이 경우, tm≥ts이면, 식(3)에서 ts=0이다. 다만, 비교 예의 측정 시스템에서는, 광 반도체 소자(200)는 하나씩 측정된다.

[0089] 한편, 측정 시스템(1)에 의한 총 측정 시간 Tk1은, 식(2)에 나타낸 바와 같다. 프로브 유닛(10)의 유닛 수 U는 1이며, 측정의 반복 횟수 N이 측정 시스템(1)과 비교 예의 측정 시스템에서 같은 경우, $Tk2-Tk1=(m\times n-1)\times tm$이다. 즉, 측정 시간을 비교하면, 비교 예의 측정 시스템보다도 측정 시스템(1) 쪽이, $(m\times n-1)\times tm$ 만큼 측정 시간이 짧다.

[0090] 도 10에, 측정 시스템(1)과 비교 예의 측정 시스템의 측정 시간의 비교를 나타낸다. 도 10의 가로축은 채널 수 CH이며, 세로축은 반도체 기판(2)에 형성된 광 반도체 소자(200)의 총 측정 시간 Tk이다. 채널 수 CH는, $m\times n\times U$이다. 반도체 기판(2)에 형성된 광 반도체 소자(200)의 개수는 153,544개이다. 광전기 특성의 측정 요하는 시간이 tm=0.8초, 분광 특성의 측정에 요하는 시간이 ts=0.003초이다. 또한, 위치 맞춤 시간이 tp=1.5초, 광 스위치의 절환 시간이 tsw=0.006초이다.

[0091] 도 10에 있어서, 특성 S1이 측정 시스템(1)을 이용한 경우의 측정 시간이다. 특성 S1에 있어서, 프로브 유닛(10)의 유닛 수를 U로 나타내었다(이하에서 같다). 특성 S2가 비교 예의 측정 시스템을 이용한 경우의 측정 시간이다.

[0092] 도 10에 나타낸 바와 같이, 비교 예의 측정 시스템에서는, m×n≥48에 있어서 측정 시간은 거의 일정하다. 도 10에서 알 수 있는 바와 같이, 측정 시스템(1)을 사용함으로써, 광 반도체 소자(200)의 측정 시간을, 비교 예의 측정 시스템보다도 대폭 단축할 수 있다.

[0093] 도 11은, 도 10에 나타낸 측정 시스템(1)에 의한 측정 시간 Tk를 확대한 그래프이다. 프로브 유닛(10)의 유닛 수 U가 많은 경우에는, 광 스위치나 아날로그 스위치의 절환 시간이 측정 시간 Tk에 포함된다. 그래도 도 11에

나타내는 바와 같이 프로브 유닛(10)의 유닛 수 U가 많을수록 측정 시간 Tk가 짧다.

[0094] 예를 들면, U=1에서 m×n=12심의 프로브 유닛(10)의 경우, 측정시간 Tk=8시간이다. 한편, U=1에서 m×n=48심의 프로브 유닛(10)의 경우, 측정 시간 Tk=2시간정도이며, 12심의 프로브 유닛(10)의 경우의 1/4이다. 또한, 채널수를 작게 해서 측정 시간 Tk를 2시간 정도로 하고 싶은 경우에는, m×n=24심의 프로브 유닛(10)을 4개 사용하여도 좋다.

[0095] 이상에 설명한 바와 같이, 측정 시스템(1)에 의하면, 반도체 기판(2)에 형성된 광 반도체 소자(200)의 측정을 m×n×U개씩 반복하여 행함으로써 반도체 기판(2)에 형성된 광 반도체 소자(200)를 단시간에 측정할 수 있다. 광 반도체 소자(200)의 측정 시간을 대폭 단축할 수 있어서 광 반도체 소자(200)의 전수의 측정 값과 요구 사양과의 비교에 따른 양품, 불량품의 판정을 할 수 있다. 따라서, 광 반도체 소자(200)를 모듈 실장했을 때의 수율을 개선할 수 있다. 또한, 프로브 유닛(10)의 증설에 따른 광 프로브(11) 및 전기 프로브(12)의 다심화에 의해 측정 시간의 단축화를 실현할 수 있다. 이때, 복수의 프로브 유닛(10)에서 하나의 프로브 유닛(10)을 광 스위치나 아날로그 스위치에 의해 선택함으로써 측정 시스템(1)의 사이즈의 증대를 억제하고, 또한 측정 시스템(1)의 확장을 용이하게 할 수 있다 .

[0096] (그 밖의 실시형태)

[0097] 상기와 같이 본 발명은 실시형태에 따라 기재하는데, 이 개시의 일부를 이루는 논술 및 도면은 본 발명을 한정하는 것이라고 이해해서는 아니다. 이 개시로부터 당업자에게는 다양한 대체 실시형태, 실시 예 및 운용 기술이 명확해질 것이다.

[0098] 예를 들면, 상기에서는, n심의 다심 프로브를 m열 배치해서 광 프로브 어레이(110)를 구성하는 예를 설명하였는데, m심의 다심 프로브를 n열 배치해서 광 프로브 어레이(110)를 구성해도 좋다. 또한, 1개의 드라이버(21)가 복수의 전기 프로브(12)에 구동 전류를 공급해도 좋다. 따라서, 측정 시스템의 비용이나 실장 공간을 억제할 수 있다. 예를 들면, 1개의 드라이버(21)가 m×n개의 광 반도체 소자(200)에 구동 전류를 공급해서, 패럴렐 측정을 실행해도 좋다.

[0099] 또한, 광 접속 장치로서 m×n의 다심의 광 프로브 어레이(110)를 광 파이버 또는 도파로 형태의 구성으로 나타냈지만, 광 프로브 어레이(110)는 다른 구성으로 배치해도 좋다. 예를 들면, m×n개의 적분구를 웨이퍼의 상방에 배치하고, 적분구끼리를 어느 정도 떨어진 상태로 배치해서 광 접속 장치를 구성하는 것도 가능하다. 이 경우, m×n의 심 수는 적어지지만, 광 분기 장치에 관해 OE 변환기의 단부와 분광용 기기의 단부가 적분구의 내부에 포함되므로 처리장치(30)의 구성이 간소해진다. 또한, 적분구의 개구홀의 면적을 크게 할 수 있어서, 사이즈가 큰 광 반도체 소자(200)의 측정이 가능해진다. 광 반도체 소자(200)의 크기가 작은 경우는, 복수 개의 광 반도체 소자(200)에서의 출사광 L이 적분구의 내부에 입사 가능하게 된다. 따라서, 반도체 기판(2)도 프로브 유닛(10)도 이동하지 않는 1회의 설치상태로 여러 개의 광 반도체 소자(200)를 순차적으로 측정 가능하다.

[0101] 이와 같이, 본 발명은 여기에서는 기재하고 있지 않은 다양한 실시형태 등을 포함하는 것은 물론이다.

부호의 설명

[0103] 1,1a,1b; 측정 시스템

2; 반도체 기판

10; 프로브 유닛

11; 광 프로브

12; 전기 프로브

20; 구동 장치

21; 드라이버

30; 처리 장치

31; 광 커플러(optical coupler)

32; 합류기

33; 분광 모듈

34; OE 변환기

40; 제어 장치

50; 프로버 컨트롤러(prober controller)

55; 스테이지

61; 제1 접속반

62; 제2 접속반

71; 제1 절환 회로

72; 제2 절환 회로

110; 광 프로브 어레이

120; 전기 프로브 어레이

200; 광 반도체 소자

300; 적분구(積分球)

301; 차광판

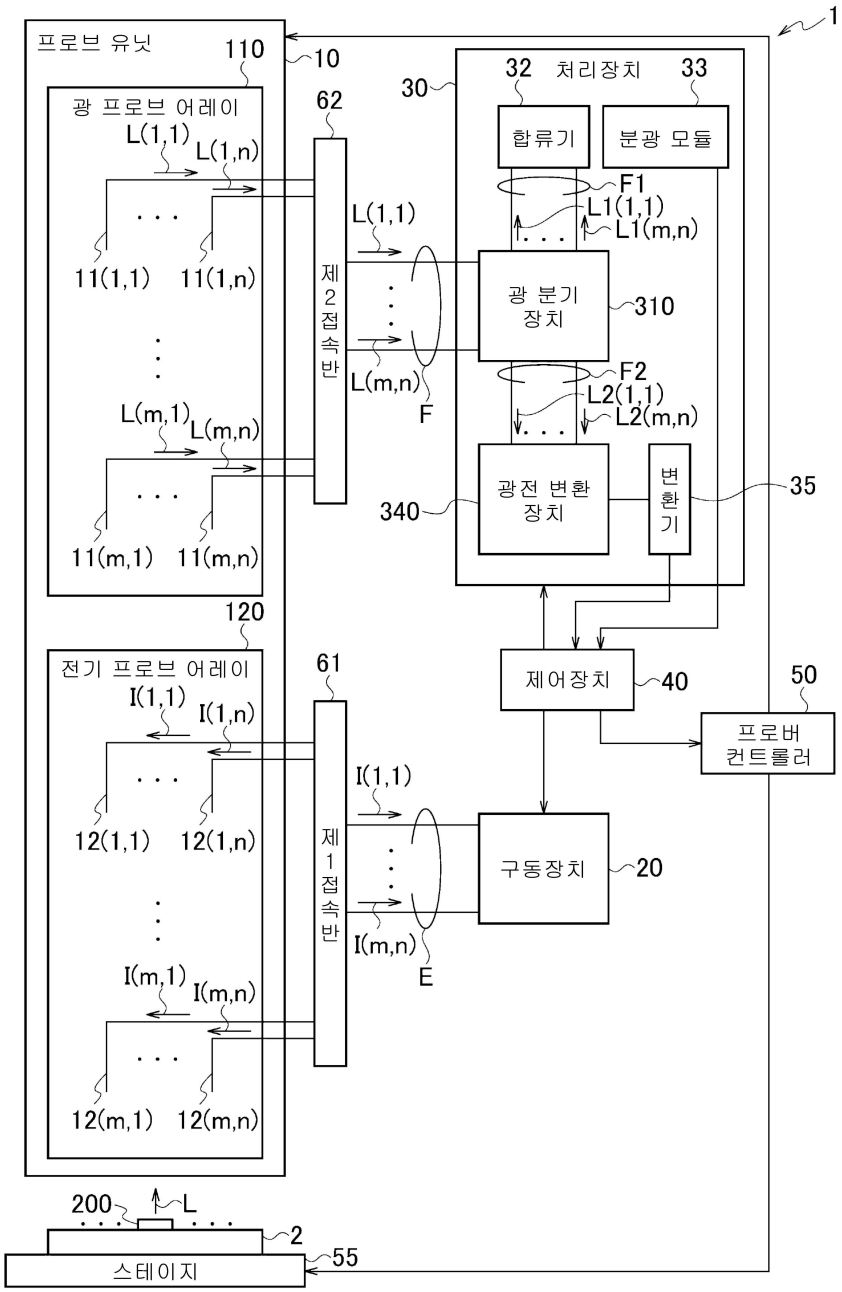
302; 파이버 콜리메이터(fiber collimator)

310; 광 분기 장치

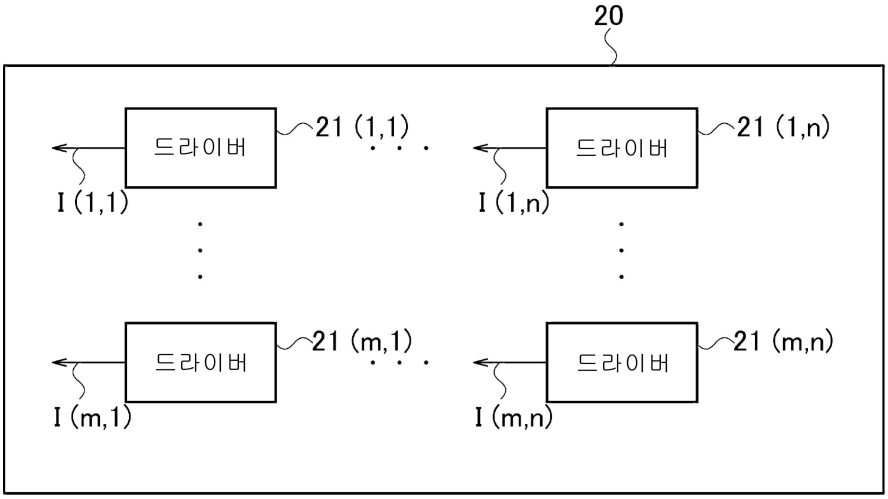
340; 광전 변환 장치

도면

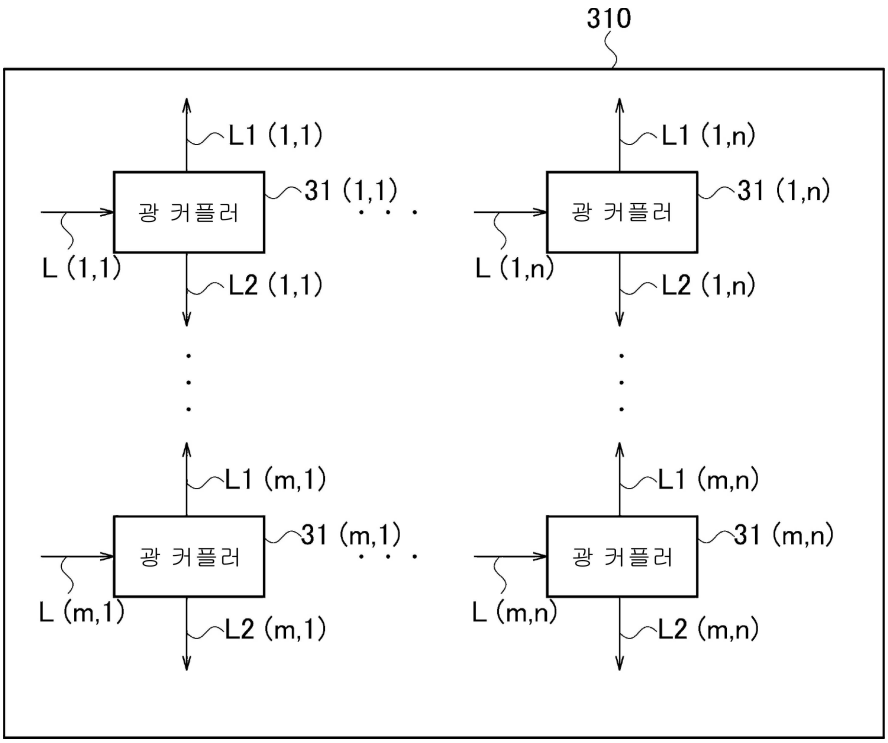
도면1


1
프로브 유닛
110
10
32
처리장치
33
30
62
합류기
분광 모듈
광 프로브 어레이
L(1,1)
L(1,n)
F1
L1(1,1)
L1(m,n)
11(1,1)
11(1,n)
L(1,1)
제2접속반
광 분기 장치
310
L(m,n)
F
F2
L2(1,1)
L2(m,n)
L(m,1)
L(m,n)
광전 변환 장치
변환기
35
340
11(m,1)
11(m,n)
120
61
제어장치
40
50
전기 프로브 어레이
I(1,1)
I(1,n)
프로버 컨트롤러
I(1,1)
제1접속반
구동장치
20
12(1,1)
12(1,n)
I(m,1)
I(m,n)
I(m,n)
E
12(m,1)
12(m,n)
200
L
2
55
스테이지

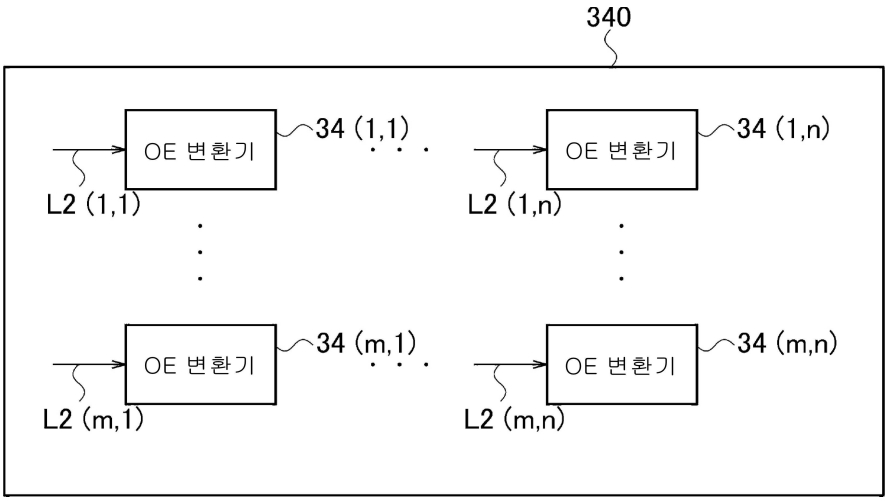
도면2


20
드라이버
21 (1,1)
I (1,1)
드라이버
21 (1,n)
I (1,n)
드라이버
21 (m,1)
I (m,1)
드라이버
21 (m,n)
I (m,n)

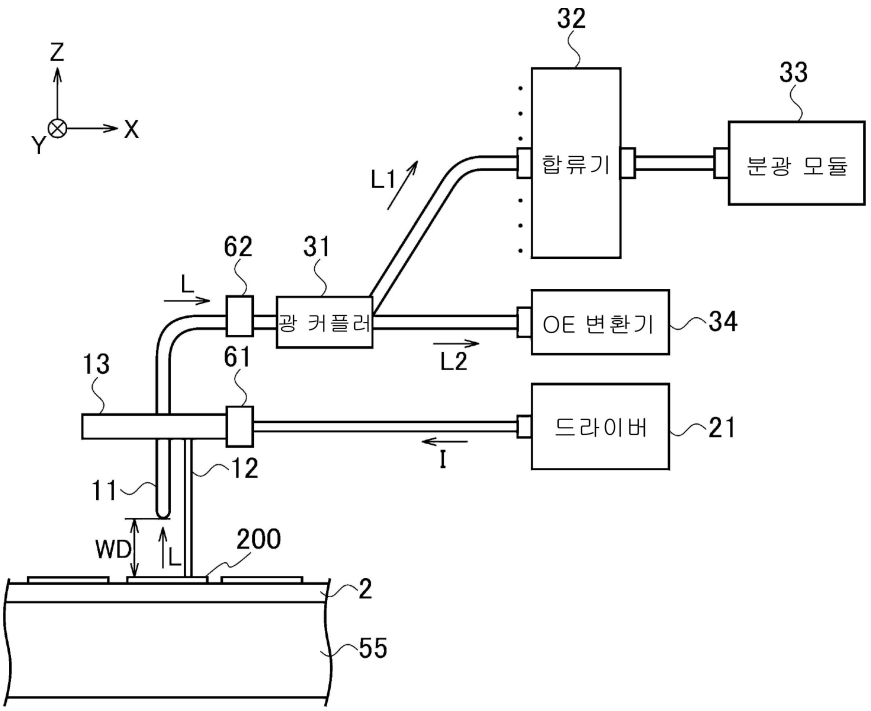
도면3


310
L1 (1,1)
광 커플러
31 (1,1)
L (1,1)
L2 (1,1)
L1 (1,n)
광 커플러
31 (1,n)
L (1,n)
L2 (1,n)
L1 (m,1)
광 커플러
31 (m,1)
L (m,1)
L2 (m,1)
L1 (m,n)
광 커플러
31 (m,n)
L (m,n)
L2 (m,n)

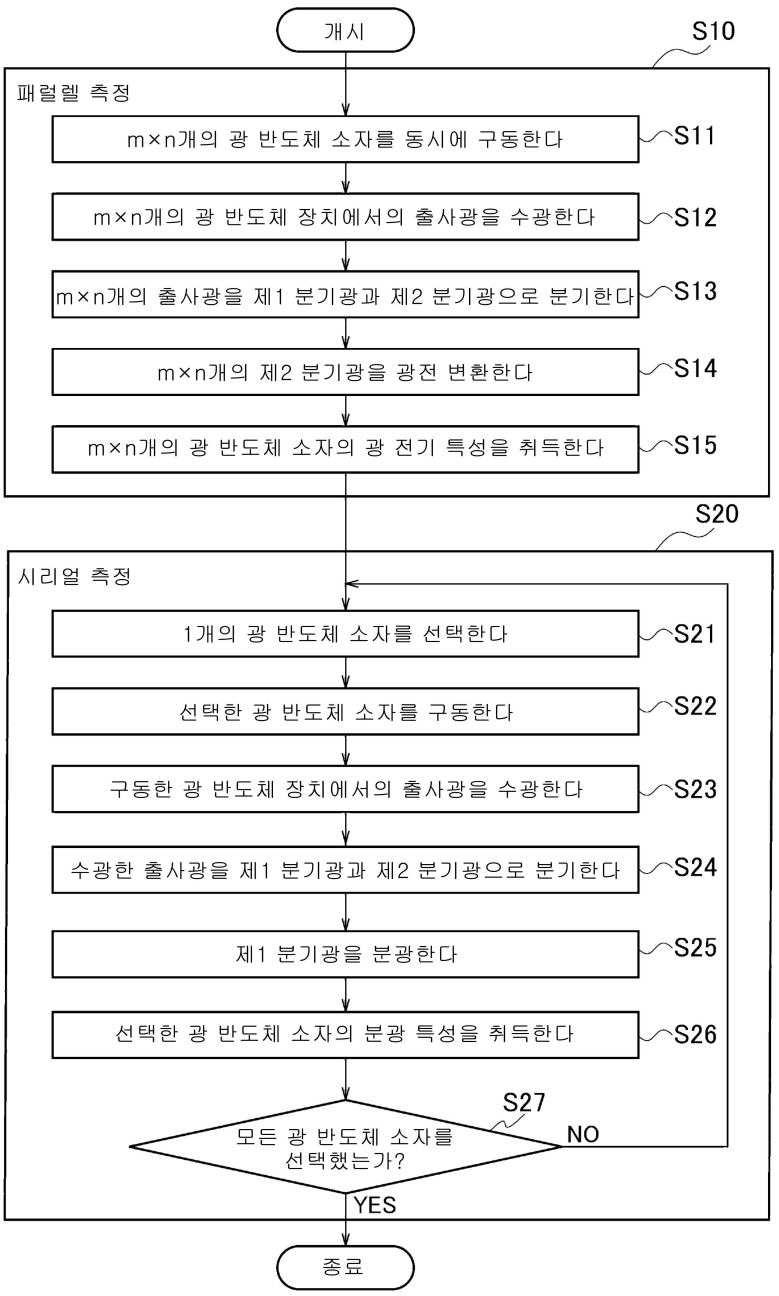
도면4


340
OE 변환기
34 (1,1)
L2 (1,1)
OE 변환기
34 (1,n)
L2 (1,n)
OE 변환기
34 (m,1)
L2 (m,1)
OE 변환기
34 (m,n)
L2 (m,n)

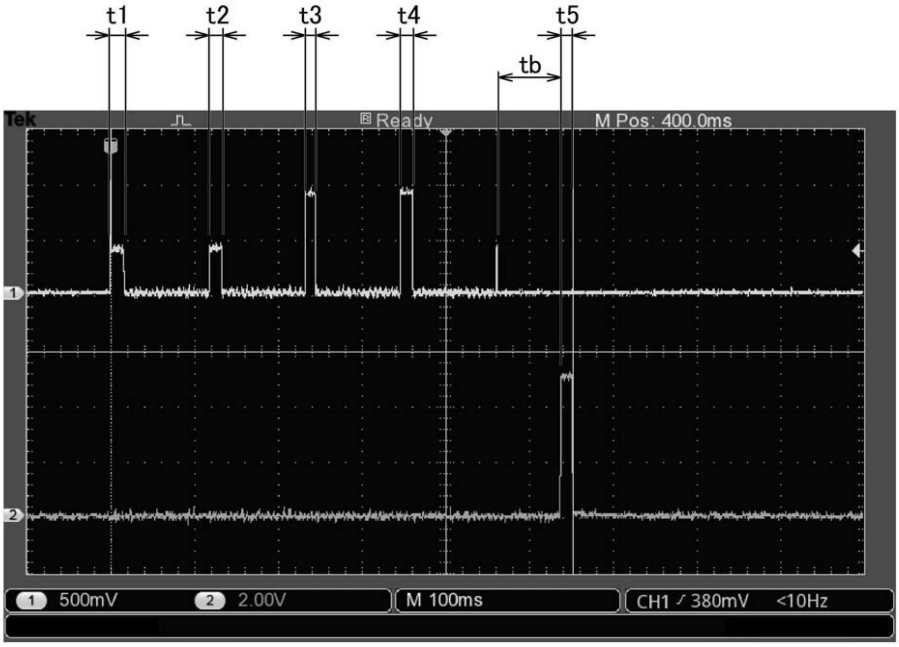
도면5


Z
X
Y
32
33
합류기
분광 모듈
L1
62
31
L
광 커플러
OE 변환기
34
L2
13
61
드라이버
21
I
11
12
WD
L
200
2
55

도면6


개시
S10
패럴렐 측정
m×n개의 광 반도체 소자를 동시에 구동한다
S11
m×n개의 광 반도체 장치에서의 출사광을 수광한다
S12
m×n개의 출사광을 제1 분기광과 제2 분기광으로 분기한다
S13
m×n개의 제2 분기광을 광전 변환한다
S14
m×n개의 광 반도체 소자의 광 전기 특성을 취득한다
S15
S20
시리얼 측정
1개의 광 반도체 소자를 선택한다
S21
선택한 광 반도체 소자를 구동한다
S22
구동한 광 반도체 장치에서의 출사광을 수광한다
S23
수광한 출사광을 제1 분기광과 제2 분기광으로 분기한다
S24
제1 분기광을 분광한다
S25
선택한 광 반도체 소자의 분광 특성을 취득한다
S26
S27
모든 광 반도체 소자를 선택했는가?
NO
YES
종료

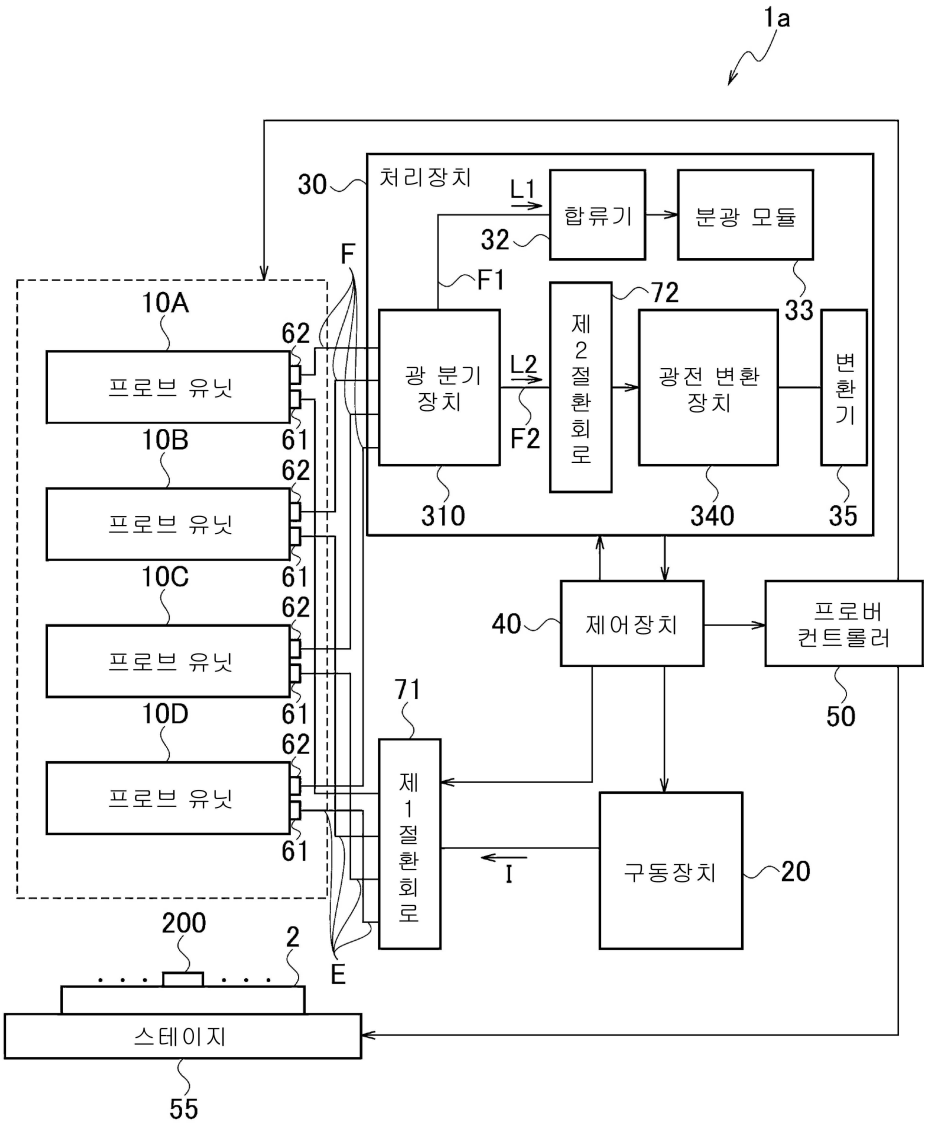
도면7a



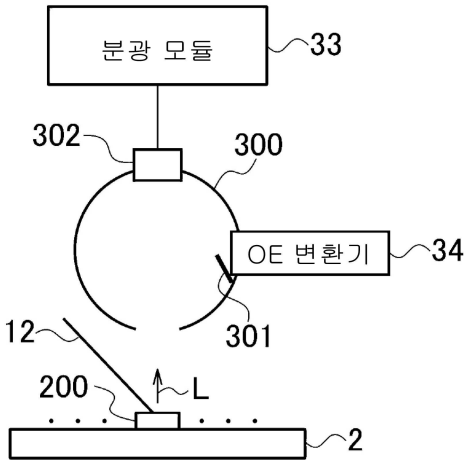
도면7b

항목	시간	합계
순방향 전압 Vf	10m초×2	20m초
광 출력(IL) 특성	13m초×2	26m초
분광 특성	2m초×64	128m초
역방향 전압 Ir	10m초×1	10m초
슬립 시간	100m초×4	400m초
총 측정 시간	-	574초

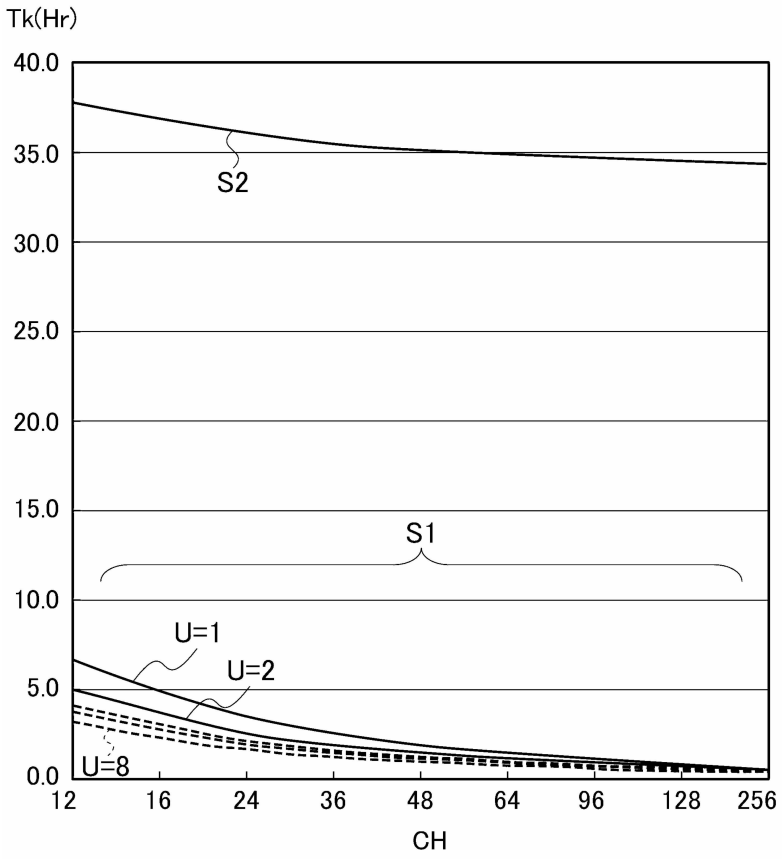
도면8


1a
30
처리장치
L1
합류기
분광 모듈
32
33
F
F1
72
10A
62
프로브 유닛
광 분기 장치
L2
제 2 절환 회로
광전 변환 장치
변환기
61
10B
62
프로브 유닛
F2
310
340
35
61
10C
62
프로브 유닛
40
제어장치
프로버 컨트롤러
61
10D
62
프로브 유닛
71
50
61
제 1 절환 회로
I
구동장치
20
200
2
E
스테이지
55

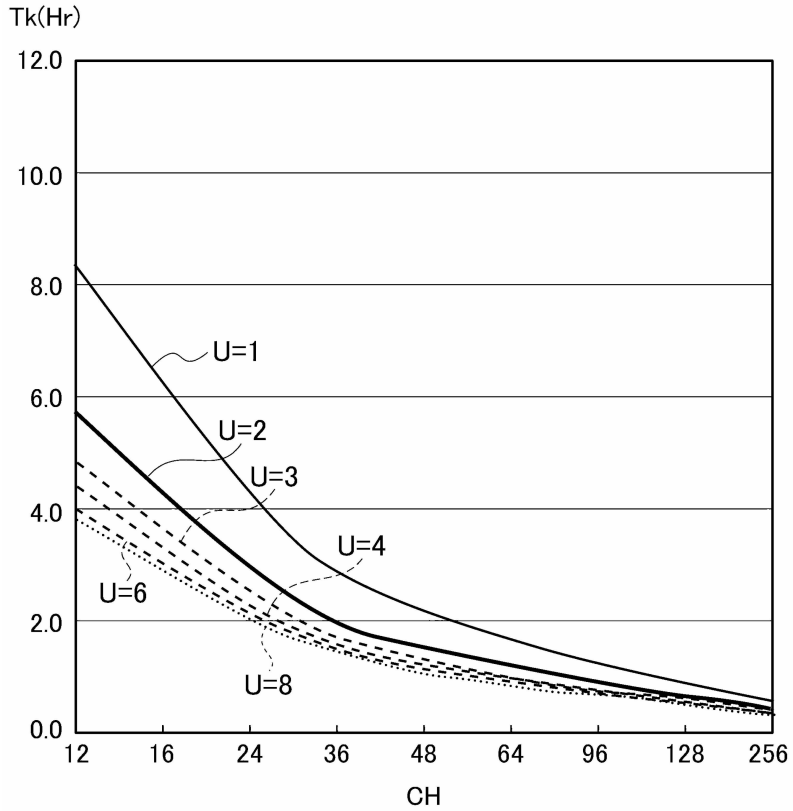
도면9


분광 모듈
33
302
300
OE 변환기
34
12
301
200
L
2

도면10


Tk(Hr)
40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
S2
S1
U=1
U=2
U=8
12
16
24
36
48
64
96
128
256
CH

도면11


Tk(Hr)
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
U=1
U=2
U=3
U=4
U=6
U=8
12
16
24
36
48
64
96
128
256
CH