



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년05월31일

(11) 등록번호 10-2403498

(24) 등록일자 2022년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 5/50 (2006.01) G01R 31/302 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01S 5/50 (2019.01)
G01R 31/302 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-7034513

(22) 출원일자(국제) 2016년05월10일

심사청구일자 2020년12월28일

(85) 번역문제출일자 2017년11월29일

(65) 공개번호 10-2018-0013937

(43) 공개일자 2018년02월07일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2016/063864

(87) 국제공개번호 WO 2016/194556

국제공개일자 2016년12월08일

(30) 우선권주장

JP-P-2015-110187 2015년05월29일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

US20050012988 A1*

US20060045542 A1*

US20130286468 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

하마마츠 포토닉스 가부시기가이샤

일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초
1126-1

(72) 발명자

나카무라 도모노리

일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초
1126-1 하마마츠 포토닉스 가부시기가이샤 내

니시자와 미츠노리

일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초
1126-1 하마마츠 포토닉스 가부시기가이샤 내

(74) 대리인

특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 12 항

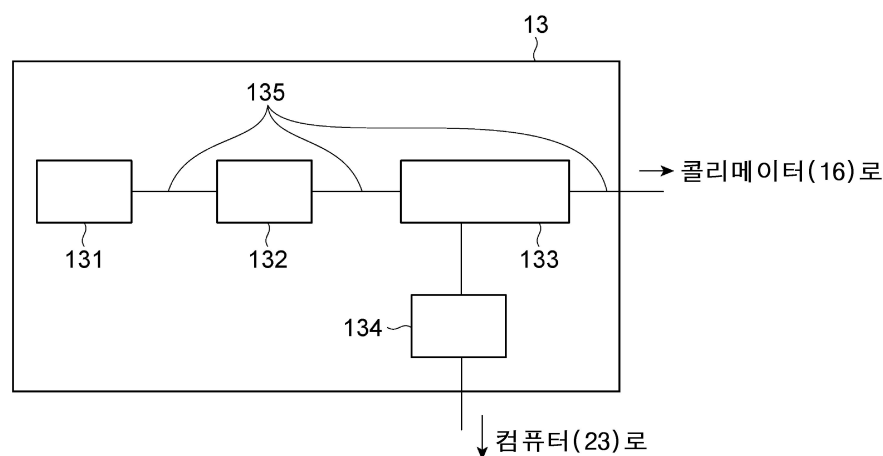
심사관 : 홍성의

(54) 발명의 명칭 광원 장치 및 검사 장치

(57) 요약

광원 장치는 인코히런트한 광을 발생시키는 광원과, 파장마다의 계인을 나타내는 계인 특성을 가지고, 광원에 의해서 출력된 인코히런트한 광이 입력광으로서 입력되고, 당해 입력광을 증폭한 증폭광을 출력하는 광 증폭기를 구비하고, 입력광의 파장마다의 강도를 나타내는 강도 분포의 중심 파장은, 광 증폭기의 파장마다의 계인을 나타내는 계인 특성의 중심 파장보다도 장파장이다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

광 프로빙을 이용하여 반도체 디바이스를 검사하는 검사 장치에 있어서,
광원 장치와,
상기 광원 장치로부터 출력된 증폭광을 받아, 상기 증폭광을 상기 반도체 디바이스상의 선택 영역에 조사하는 광학계와,
상기 반도체 디바이스로부터 반사된 상기 증폭광을 받아, 검출 신호를 출력하는 광 검출부를 구비하고,
상기 광원 장치는,
인코히런트한 광을 발생시키는 광원과,
파장마다의 계인을 나타내는 계인 특성을 가지고, 상기 인코히런트한 광이 입력광으로서 입력되고, 상기 입력광의 강도를 증폭한 상기 증폭광을 출력하는 광 증폭기를 구비하고,
상기 입력광의 파장마다의 강도를 나타내는 강도 분포의 중심 파장은, 상기 계인 특성의 중심 파장보다도 장파장인 검사 장치.

청구항 2

광 자기 프로빙을 이용하여 반도체 디바이스를 검사하는 검사 장치에 있어서,
상기 반도체 디바이스에 대향해서 배치되는 자기 광학 결정과,
광원 장치와,
상기 광원 장치로부터 출력된 증폭광을 받아, 상기 증폭광을 상기 자기 광학 결정상의 선택 영역에 조사하는 광학계와,
상기 자기 광학 결정으로부터 반사된 상기 증폭광을 받아, 검출 신호를 출력하는 광 검출부를 구비하고,
상기 광원 장치는,
인코히런트한 광을 발생시키는 광원과,
파장마다의 계인을 나타내는 계인 특성을 가지고, 상기 인코히런트한 광이 입력광으로서 입력되고, 상기 입력광의 강도를 증폭한 상기 증폭광을 출력하는 광 증폭기를 구비하고,
상기 입력광의 파장마다의 강도를 나타내는 강도 분포의 중심 파장은, 상기 계인 특성의 중심 파장보다도 장파장인 검사 장치.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,
상기 증폭광은 상기 광 증폭기에 의한 광 증폭이 포화된 상태의 강도를 가지는 포화 파장대역을 포함하는 검사 장치.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,
상기 강도 분포가 N 값($0 < N < 1$)인 장파장측의 파장은, 상기 계인 특성의 상기 N 값의 장파장측의 파장보다도 장파장인 검사 장치.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 강도 분포가 N 값($0 < N < 1$)인 장파장측의 파장은, 상기 계인 특성의 상기 N 값의 장파장측의 파장보다도 장파장인 검사 장치.

청구항 6

청구항 3에 있어서,

상기 증폭광에 있어서의, 포화 파장대역은 포화 파장대역이 아닌 파장 대역보다도 광대역인 검사 장치.

청구항 7

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 광원으로부터 출력된 상기 인코히런트한 광을 받아, 상기 광원으로부터 출력된 상기 인코히런트한 광의 파장에 대한 강도 분포의 피크치를 저감시키는 필터를 추가로 구비하는 검사 장치.

청구항 8

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 증폭광의 강도를 조정하는 광 조정 수단을 추가로 구비하는 검사 장치.

청구항 9

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 광 증폭기는 반도체 광 증폭기인 검사 장치.

청구항 10

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

복수의 상기 광 증폭기를 가지는 검사 장치.

청구항 11

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 광 증폭기의 온도를 조정하는 온도 조정부를 추가로 구비하는 검사 장치.

청구항 12

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 반도체 디바이스에 테스트 신호를 인가하는 신호 인가부와,

상기 검출 신호를 받아, 상기 검출 신호를 해석하는 해석부를 추가로 구비하는 검사 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 일 양태는, 광원 장치 및 검사 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 반도체의 고장 해석 등에 관한 EOP(Electro-Optical Probing) 장치, EOFM(Electro-Optical Frequency Mapping) 장치, 및 MOFM(Magneto-Optical Frequency Mapping) 장치의 광원으로서, SLD(Super Luminescent Diode) 등의 인코히런트(incoherent)한 광을 출력하는 광원(이하, 인코히런트한 광원이라고 하는 경우도 있음.)이 이용되고 있다(예를 들면 특허 문헌 1 참조). 이러한 인코히런트한 광은, 레이저광과 비교해서 간섭 무

늑(interference fringe)가 발생하기 어렵다고 하는 메리트가 있다. 한편으로, 일반적으로 인코히런트한 광원은 SN비라는 점에 있어서는 레이저 광원과 비교해서 열등한 것으로 여겨진다.

- [0003] 예를 들면 비특허 문헌 1에는, 인코히런트한 광원인 SLD와, 광 증폭기인 반도체 광 증폭기(SOA: semiconductor optical amplifier)를 조합한 광원 장치가 개시되어 있다. 반도체 광 증폭기는 입력광의 파워가 커지면 활성층 안에 축적된 캐리어가 입력광을 증폭하기 위해서 소비되어, 게인이 감소한다. 게인이 감소한 상태(게인 포화)에 있어서는, 반도체 광 증폭기의 광 증폭 특성이 비선형으로 된다. 이러한 증폭 특성이 비선형으로 된 영역에 있어서 입력광을 증폭함으로써, 입력광의 강도 잡음을 억제할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1: 일본 특개 2012-247397호 공보

비특허문헌

- [0005] (비특허문헌 0001) 비특허 문헌 1: Noise Suppression of Spectrum-Sliced Light Using Semiconductor Optical Amplifiers(Electronics and Communications in Japan, Part 2, Vol. 86, No. 2, 2003 pp.28-35 (Translated from Denshi Joho Tsushin Gakkai Ronbunshi, Vol. J85-C, No. 6, June 2002, pp.417-423), Takeshi Yamatoya, Fumio Koyama)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 비특허 문헌 1에 개시된 광원 장치와 같이, SLD와 반도체 광 증폭기를 조합함으로써, 광을 발생시키는 SLD에 유래된 노이즈(예를 들면, 강도의 시간적인 흔들림)를 저감시킬 수 있다. 그렇지만, 당해 광원 장치에서는, 광을 증폭하는 반도체 광 증폭기에 관한 노이즈가 발생하기 때문에, 광원 장치 전체적으로는, 충분히 노이즈의 저감이 도모되고 있지 않다.

- [0007] 본 발명의 일 양태는 상기 실정을 감안하여 이루어진 것으로, 인코히런트한 광원을 이용한 광원 장치 및 검사 장치에 있어서, 노이즈를 저감시키는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 양태에 따른 광원 장치는, 인코히런트한 광을 발생시키는 광원과, 파장마다의 게인을 나타내는 게인 특성을 가지고, 인코히런트한 광이 입력광으로서 입력되고, 입력광의 강도를 증폭한 증폭광을 출력하는 광 증폭기를 구비한다. 당해 광원 장치에 있어서, 입력광의 파장마다의 강도를 나타내는 강도 분포의 중심 파장은, 게인 특성의 중심 파장보다도 장(長)파장이다.

- [0009] 광 증폭기 내에 있어서의, 광의 증폭에 기여하지 않는 여기 전하는, 자연 방출광(放出光)으로서 에너지를 방출한다. 이러한 자연 방출광에 의해서 노이즈가 발생하고 있는 것이 추정된다. 이 때문에, 당해 자연 방출광이 되는 전하를 줄임으로써, 자연 방출광에 의해서 생기는 노이즈를 저감시킬 수 있다고 생각할 수 있다. 이 광원 장치에서는, 광 증폭기의 입력광의 강도 분포의 중심 파장이, 광 증폭기의 게인 특성의 중심 파장보다도 장파장이다. 광 증폭기에서는, 입력광의 증폭에 기여하지 않는, 에너지가 낮은 전하가 자연 방출광이 됨으로써 노이즈가 발생한다고 생각할 수 있다. 즉, 입력광의 증폭에 기여하지 않는 장파장측의 에너지가 낮은 전하가 많을수록, 입력광의 노이즈가 증가한다고 추정된다. 이 점, 이 광원 장치에서는, 광 증폭기의 입력광의 강도 분포의 중심 파장이 게인 특성의 중심 파장보다도 장파장이다. 통상, 광 증폭기의 입력광의 중심 파장은 게인 특성의 중심 파장에 맞춰서 설정되지만, 이와 같이, 입력광의 중심 파장이 장파장측으로 어긋나 설정됨으로써, 중심 파장이 맞춰서 설정되어 있는 경우와 비교하여, 광 증폭기에 있어서의 장파장측의 에너지가 낮은 전하가 증폭에 이용되기 쉬워진다. 이것으로, 입력광의 증폭에 기여하지 않는 장파장측의 전하를 줄일 수 있어, 광 증폭기로부터 출력되는 증폭광의 노이즈를 저감시킬 수 있다.

- [0010] 또, 증폭광은 광 증폭기에 의한 증폭이 포화된 상태의 강도를 가지는 포화 파장대역을 포함하고 있어도 된다. 이 광원 장치에서는, 입력광에 어느 강도 이상의 광이 포함되어 있으면, 광 증폭기의 게인이 감소하여 증폭 특성이 비선형이 되어, 입력광에 포함되는 노이즈(예를 들면, 강도의 시간적인 흔들림)가 억제된다. 이 경우, 광 증폭기로부터 출력되는 증폭광은, 광 증폭기에 의한 증폭이 포화된 상태의 강도를 가지는 포화 파장대역을 포함하게 된다. 따라서, 이것에 의해, 증폭광에 있어서의 노이즈를 상대적으로 작게 할 수 있다.
- [0011] 또, 입력광의 강도 분포가 N 값($0 < N < 1$)인 장파장측의 파장은, 게인 특성이 N 값인 장파장측의 파장보다도 장파장이어도 된다. 이것에 의해, 입력광의 파장이, 게인 특성의 장파장측으로 보다 어긋나 설정되게 되므로, 증폭광의 노이즈를 보다 저감시킬 수 있다.
- [0012] 또, 증폭광에 있어서의, 포화 파장대역은, 포화 파장대역이 아닌 파장 대역보다도 광대역이어도 된다. 이 상태의 증폭광은, 포화 상태로 되어 있는 파장 대역이 넓어, 광 증폭기에 있어서의 증폭에 기여하지 않는 전하가 적은 증폭광이다. 따라서, 증폭광의 노이즈를 보다 저감시킬 수 있다.
- [0013] 또, 광원으로부터 출력된 인코히런트한 광을 받아, 광원으로부터 출력된 인코히런트한 광의 파장에 대한 강도 분포의 피크치를 저감시키는 필터를 추가로 구비하여도 된다. 이것에 의해, 강도 분포의 피크가 억제되어, 파장 폭이 넓어진 인코히런트광을 광 증폭기의 입력광으로 할 수 있어, 게인 특성의 장파장측의 에너지가 낮은 전하가 증폭에 기여하기 쉬워진다.
- [0014] 또, 광 증폭기로부터 출력된 증폭광의 강도를 조정하는 광 조정 수단을 추가로 구비하여도 된다. 이것에 의해, 증폭 후에 있어서, 광 조정 수단에 의해 증폭광의 강도를 조정하여, 원하는 강도의 광을 얻을 수 있다.
- [0015] 또, 광 증폭기는 반도체 광 증폭기이어도 된다. 반도체 광 증폭기를 이용함으로써, 증폭광의 노이즈를 보다 저감시킬 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 양태에 따른 검사 장치는, 광 프로빙을 이용하여 반도체 디바이스를 검사하는 검사 장치로서, 상술한 광원 장치와, 광원 장치로부터 출력된 증폭광을 받아, 증폭광을 반도체 디바이스상의 선택 영역에 조사하는 광학계와, 반도체 디바이스로부터 반사된 상기 증폭광을 수광하여, 검출 신호를 출력하는 광 검출부를 구비한다. 이것에 의해, 상술한 광원 장치를 광 프로빙에 의해 반도체 디바이스를 검사하는 검사 장치에 응용할 수 있어, 광의 노이즈가 저감됨으로써 검사의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 양태에 따른 검사 장치는, 광 자기 프로빙을 이용하여 반도체 디바이스를 검사하는 검사 장치로서, 반도체 디바이스에 대해서 배치되는 자기 광학 결정과, 상술한 광원 장치와, 광원 장치로부터 출력된 증폭광을 받아, 증폭광을 자기 광학 결정의 선택 영역에 조사하는 광학계와, 자기 광학 결정으로부터 반사된 광을 검출하는 광 검출부를 구비한다. 이것에 의해, 상술한 광원 장치를 광 자기 프로빙에 의해 반도체 디바이스를 검사하는 검사 장치에 응용할 수 있어, 광의 노이즈가 저감됨으로써 검사의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0018] 또, 반도체 디바이스에 테스트 신호를 인가하는 신호 인가부와, 검출 신호를 받아, 검출 신호를 해석하는 해석부를 추가로 구비하여도 된다. 이것에 의해, 구동한 상태에 있어서의 반도체 디바이스의 검사를 행할 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 일 양태에 의하면, 인코히런트한 광원을 이용한 광원 장치 및 검사 장치에 있어서, 노이즈를 저감시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 검사 장치의 구성도이다.
- 도 2는 도 1의 검사 장치에 포함되는 광원 장치의 구성도이다.
- 도 3은 반도체 광 증폭기에 있어서의 노이즈 발생 메커니즘을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 게인 특성 및 파장마다의 입력광의 강도를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 게인 특성에 따른 입력광의 파장 선택을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 게인 특성 및 파장마다의 입력광의 강도를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 게인 특성 및 파장마다의 입력광의 강도를 나타내는 도면이다.

도 8은 계인 특성 및 파장마다의 입력광의 강도를 나타내는 도면이다.

도 9는 반도체 광 증폭기의 입출력 특성을 나타내는 도면이다.

도 10은 S/N 개선 효과를 나타내는 도면이다.

도 11은 비교예에 따른 해석 화상을 나타내는 도면이다.

도 12는 본 실시 형태에 따른 해석 화상을 나타내는 도면이다.

도 13은 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 검사 장치의 구성도이다.

도 14는 변형예에 따른 광원 장치의 구성도이다.

도 15는 도 14에 나타난 광원 장치에 있어서의, 계인 특성 및 입력광의 파장을 나타내는 도면이다.

도 16은 변형예에 따른 광원 장치의 구성도이다.

도 17은 도 16에 나타난 광원 장치로부터 출력되는 광을 설명하기 위한 도면이다.

도 18은 도 16에 나타난 광원 장치에 있어서의, 계인 특성 및 파장마다의 입력광의 강도를 나타내는 도면이다.

도 19는 변형예에 따른 광원 장치의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해서, 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 또한, 각 도면에 있어서 동일 또는 상당 부분에는 동일 부호를 부여하고, 중복하는 설명을 생략한다.

[0022] [제1 실시 형태]

[0023] 도 1에 나타내지는 것처럼, 제1 실시 형태에 따른 검사 장치(1)(반도체 검사 장치)는, 계측 대상물로서 피검사 디바이스(DUT: Device Under Test)인 반도체 디바이스(D)에 있어서 이상(異常) 발생 지점을 특정하는 등, 반도체 디바이스(D)를 검사하기 위한 장치이다. 보다 상세하게는, 검사 장치(1)는 EOP 또는 EOFM이라고 칭해지는 광 프로빙 기술에 의해 고장 위치를 특정한다. 반도체 디바이스(D)로서는, 트랜지스터 등의 PN 접합(junction)을 가지는 집적 회로(예를 들면, 소규모 집적 회로(SSI: Small Scale Integration), 중규모 집적 회로(MSI: Medium Scale Integration), 대규모 집적 회로(LSI: Large Scale Integration), 초대규모 집적 회로(VLSI: Very Large Scale Integration), 울트라 대규모 집적 회로(ULSI: Ultra Large Scale Integration), 기가·스케일 집적 회로(GSI: Giga Scale Integration), 대전류용/고압용 MOS 트랜지스터, 바이폴러 트랜지스터 및 전력용 반도체 소자(파워 디바이스) 등이 있다. 또, 계측 대상물은 반도체 디바이스(D) 뿐만이 아니라, 예를 들면 유리 면상에 형성된 아모퍼스(amorphous) 트랜지스터, 폴리실리콘 트랜지스터, 유기 트랜지스터 등과 같은 박막(薄膜) 트랜지스터(TFT: Thin Film Transistor)나, 반도체 디바이스를 포함하는 패키지, 추가로는 복합 기판 이어도 된다.

[0024] 반도체 디바이스(D)에는 디바이스 제어 케이블을 통해서 테스터(11)(신호 인가부)가 전기적으로 접속되어 있다. 테스터(11)는 전원(도시하지 않음)에 의해서 동작되어, 반도체 디바이스(D)에 소정의 테스트 신호(구동 신호)를 반복하여 인가한다. 테스트 신호는, 예를 들면 변조 전류 신호이다. 또한, 테스터(11)는 반드시 변조 전류 신호를 인가하는 것이 아니어도 되고, 검출 주파수에 따른 펄스광을 발생시키는 CW(continuous wave) 전류 신호를 인가하는 것이어도 된다. 또한, 테스트 신호로서 변조 전압 신호 등을 인가해도 된다. 테스터(11)는 타이밍 신호 케이블에 의해 주파수 해석부(12)에 전기적으로 접속되어 있다.

[0025] 검사 장치(1)는 광원 장치(13)를 구비하고 있다. 광원 장치(13)는 전원(도시하지 않음)에 의해서 동작되어, 반도체 디바이스(D)에 조사되는 인코히런트한 광을 출력한다. 당해 인코히런트한 광의 파장은, 530nm 이상이며, 예를 들면 1064nm 이상이다. 광원 장치(13)로부터 출력된 광은, 편향 보존 싱글 모드 광 커플러(도시하지 않음) 및 프로브광용 편광 보존 싱글 모드 광 파이버를 통해서, 광 분할 광학계(27)로 안내된다. 광원 장치(13)와 광 분할 광학계(27)는 광학적으로 결합되어 있다. 광원 장치(13)의 상세에 대하여는 후술한다.

[0026] 광 분할 광학계(27)는 콜리메이터(16, 19)와, 편향 빔 스플리터(이하, PBS: Polarization Beam Splitter라고 기재)(17)와, $\lambda/4$ 파장판(18)을 포함하여 구성되어 있다. 이것들은 광학적으로 결합되어 있다. 광원 장치(13)로부터의 광이 광 스캐너(14)(후술)를 통해서 반도체 디바이스(D)에 조사될 때에는, 먼저, 광원 장치(13)로부터의 광이 콜리메이터(16)를 통해서 PBS(17)에 입력된다. PBS(17)는 편향 성분이 0도인 광을 투과시키고 90도인

광을 반사하도록 설정되어 있다. 또, PBS(17)는 콜리메이터(16)로부터의 광의 편광에 맞춰서 설정되어 있다. 그 때문에, PBS(17)는 콜리메이터(16)로부터의 광을 투과시킨다. PBS(17)를 투과한 편향 성분이 0도인 광은, $\lambda/4$ 파장판(18)을 투과하여 광 스캐너(14)에 입력된다. 당해 광은 대물 렌즈(15)(후술)를 통해서 반도체 디바이스(D)에 조사된다. 광 분할 광학계(27)는 광 스캐너(14) 및 대물 렌즈(15)와도 광학적으로 결합되어 있다.

[0027] 반도체 디바이스(D)로부터의 반사광(귀환광)은, 대물 렌즈(15) 및 광 스캐너(14)를 통해서 $\lambda/4$ 파장판(18)에 입력된다. 당해 반사광(귀환광)은 $\lambda/4$ 파장판(18)을 투과함으로써 원편광(圓偏光)이 되어 편향 성분이 90도 기울어져 있다. 당해 편향 성분이 90도인 반사광은 PBS(17)에 의해서 반사되어 콜리메이터(19)를 통해서 광 센서(20)에 입력된다.

[0028] 광 스캐너(14)는 예를 들면 갈바노 미러(Galvano Mirror)나 MEMS(micro electro mechanical system) 미러 등의 광 주사 소자에 의해서 구성된다. 또, 대물 렌즈(15)는 광 스캐너(14)에 의해서 안내된 광을 반도체 디바이스(D)에 집광한다. 광 스캐너(14) 및 대물 렌즈(15)는, 광원 장치(13)로부터 출력된 광(증폭광)을 반도체 디바이스(D)상의 선택 영역에 조사(주사)하는 조사 광학계(광학계)이다. 당해 선택 영역은 유저에 의해 선택된 스팟 혹은 에어리어이다. 유저에 의해 선택 영역으로서 에어리어가 선택되었을 경우, 컴퓨터(23)의 지시를 받은 제어 장치(22)에 의해서 제어된 광 스캐너(14)에 의해, 당해 에어리어가 2차원적으로 주사된다. 또, 유저에 의해 선택 영역으로서 스팟이 선택되었을 경우, 컴퓨터(23)의 지시를 받은 제어 장치(22)에 의해서 당해 스팟에 광이 조사되도록 제어된다. 대물 렌즈(15)는 터릿(turret, 도시하지 않음) 등에 의해, 저배율 대물 렌즈(예를 들면 5배)와 고배율 대물 렌즈(예를 들면 50배)를 전환 가능하게 구성되어 있다.

[0029] 광 센서(20)는, 예를 들면, 포토 다이오드, 어벌란치(avalanche) 포토 다이오드, 광전자 증배관, 또는 에어리어 이미지 센서 등이다. 광 센서(20)는 반도체 디바이스(D)로부터의 반사광을 수광하여, 검출 신호를 출력한다. 즉, 광 센서(20)는 테스트 신호가 인가된 반도체 디바이스(D)가 광 스캐너(14)로부터 조사된 광에 따라 반사된 광을 검출하는 광 검출부(광 검출기)이다. 광 센서(20)로부터 출력된 검출 신호는, 앰프(21)에 의해서 증폭되어 증폭 신호로서 주파수 해석부(12)에 입력된다. 주파수 해석부(12)는 검출 신호를 받아, 검출 신호를 해석하는 해석부(해석기)이다. 자세히 설명하면, 주파수 해석부(12)는 증폭 신호에 있어서의 계측 주파수 성분을 추출하고, 당해 추출한 신호를 해석 신호로서 출력한다. 계측 주파수는, 예를 들면 반도체 디바이스(D)에 인가되는 변조 전류 신호의 변조 주파수에 기초하여 설정된다. 주파수 해석부(12)로서는, 록-인 앰프(lock-in amplifier)나 스펙트럼 애널라이저, 디지털라이저(digitizer), 크로스·도메인·애널라이저(등록상표) 등이 이용된다.

[0030] 주파수 해석부(12)에 의해 출력된 해석 신호는, 컴퓨터(23)에 입력된다. 컴퓨터(23)는 예를 들면 PC 등이다. 컴퓨터(23)에는, 유저로부터 계측 조건 등이 입력되는 키보드나 마우스 등의 입력 장치(24)와, 유저에게 계측 결과 등을 나타내기 위한 모니터 등의 표시 장치(25)가 접속되어 있다. 컴퓨터(23)는 프로세서를 포함한다. 컴퓨터(23)는 프로세서에 의해, 광원 장치(13), 제어 장치(22), 테스트(11), 광 센서(20), 및 주파수 해석부(12) 등을 제어하는 기능과, 주파수 해석부(12)로부터의 해석 신호에 기초하는 파형(해석 화상)을 작성하는 기능을 실행한다. 유저는 당해 해석 화상으로부터 고장 위치를 찾을 수 있다.

[0031] 다음에, 도 2~도 8을 참조하여, 광원 장치(13)의 상세에 대하여 설명한다. 도 2에 나타내지는 것처럼, 광원 장치(13)는 광원(131)과, 광 증폭기(132)와, 가변 어테뉴에이터(attenuator, 133)(광 변조 수단)와, 제어 장치(134)를 구비하고 있다. 광원(131)과, 광 증폭기(132) 및 가변 어테뉴에이터(133)는, 광 파이버 케이블(135)에 의해서 광학적으로 결합되어 있고, 가변 어테뉴에이터(133)와 제어 장치(134)는 케이블을 통해서 전기적으로 접속되어 있다.

[0032] 광원(131)은 인코히런트한 광을 발생시켜 출력한다. 광원(131)으로서, 인코히런트한 광을 발생시키는 광원이면 되고, 예를 들면, SLD(Super Luminescent Diode)나 ASE(Amplified Spontaneous Emission) 광원, LED(Light Emitting Diode) 등을 이용할 수 있다. 광 증폭기(132)는 파장마다의 게인(증폭율, 이득)을 나타내는 게인 특성을 가진다. 광 증폭기(132)는 광원(131)에 의해서 출력된 인코히런트한 광이 입력광으로서 입력되고, 당해 입력광의 강도를 증폭하여, 증폭광을 출력하는 광 증폭기이다. 또한, 광 증폭기(132)는, 예를 들면 반도체 광 증폭기, 광 파이버 앰프, 또는 부스터(booster) 광 증폭기이다. 가변 어테뉴에이터(133)는 광 증폭기(132)로부터 출력된 광의 강도를 조정하는 광 조정 수단이다. 당해 가변 어테뉴에이터(133)에 의한 광의 강도 조정은, 컴퓨터(23)의 지시를 받은 제어 장치(134)에 의해서 제어된다. 가변 어테뉴에이터(133)는 강도 조정 후의 광을, 광 분할 광학계(27)의 콜리메이터(16)로 출력한다.

[0033] 광 증폭기(132)에 입력되는 입력광에는, 광 증폭기(132)가 게인 포화가 되는 강도의 광이 포함되어 있다. 광 증폭기(132)의 게인은, 소자(광 증폭기)의 특성에 따라서, 파장마다 특정한 값이 정해져 있다. 한편으로, 광 증폭

기(132)로부터 출력 가능한 광의 강도의 상한도 정해져 있다. 그 때문에, 광 증폭기(132)는 입력되는 입력광의 강도가 어느 값보다도 커지면 광 증폭이 억제되어, 정해진 계인에 따라 광을 증폭할 수 없게 된다. 이 경우, 광 증폭기(132)의 입력광의 강도가 커져도 증폭광의 강도는 일정하게 되어, 광 증폭기(132)의 광 증폭 특성이 비선형으로 된다. 이와 같이 광 증폭기(132)의 광 증폭 특성이 비선형이 되어 있는 상태가, 상술한 광 증폭기(132)가 계인 포화가 되어 있는 상태이다. 광 증폭기(132)가 어느 파장에 있어서 계인 포화가 되어 있다는 것은, 즉, 당해 어느 파장에 있어서 광의 증폭에 기여하는 것이 가능한 전하가 전부 다 사용되어, 광 증폭이 억제되어 있는 상태를 말한다.

[0034] 광의 증폭에 기여하는 전하에 대해 보다 상세하게 설명을 한다. 도 3은 광 증폭기(132)의 일례인 반도체 광 증폭기에 있어서의 3개의 에너지 대역의 전자, 즉, 여기광(입력광)보다도 높은 에너지 대역의 전자, 입력광과 같은 에너지 대역의 전자, 및 입력광보다도 낮은 에너지 대역의 전자를 나타내고 있다. 도 3의 세로 방향은 에너지의 높이이고, 또 가로 방향은 반도체 광 증폭기의 내부의 공간 방향을 나타내며, 왼쪽에서 오른쪽을 향해 광이 반도체 증폭기를 통과한다. 광이 입력되면, 입력광과 같은 에너지 대역의 전자가 유도 방출되어, 입력광을 증폭한다. 입력광과 같은 에너지 대역의 전자가 유도 방출에 이용되면, 입력광보다도 높은 에너지 대역의 전자의 에너지가 저하되어, 당해 전자가 입력광과 같은 에너지 대역의 전자가 된다. 이 때문에, 당해 에너지가 저하된 전자도 유도 방출되어, 입력광의 증폭에 이용된다. 한편으로, 입력광보다도 낮은 에너지 대역의 전자, 즉 입력광보다도 장파장측의 전자는, 유도 방출되지 못하여 입력광의 증폭에 이용되지 않는다. 이러한 전자는 스스로 발광하여 자연 방출광이 된다고 추정된다. 당해 자연 방출광은, 광의 증폭과는 관계가 없는 광으로, 광 증폭기(132)에 있어서의 노이즈가 될 수 있다. 또한, 전자의 유전 방출이 아니라, 정공(正孔)(홀)의 유전 방출을 이용하는 반도체 광 증폭기도 있다. 또, 반도체 광 증폭기 이외의 광 증폭기에도 마찬가지로의 현상으로 노이즈가 발생할 수 있다.

[0035] 상기를 감안하여, 광원(131)은 광 증폭기(132)의 파장마다의 계인을 나타내는 계인 특성의 중심 파장보다도, 광 증폭기(132)에 입력되는 입력광의 파장마다의 강도 분포의 중심 파장이 길어지도록, 인코히런트한 광을 발생시킨다. 즉, 입력광보다도 장파장측의 전하가 자연 방출광이 되는 것이 광 증폭기(132)에 있어서의 노이즈 발생의 한 요인이라는 전제에 입각하여, 광 증폭기(132)에 입력되는 입력광의 강도 분포의 중심 파장을 계인 특성의 장파장측으로 시프트하여 설정하고 있다. 여기서, 중심 파장이란 강도 분포나 계인 특성의 반값 전폭(全幅)의 중심치에 있어서의 파장을 말한다.

[0036] 보다 상세하게는, 광원(131)은 입력광의 강도 분포가 N 값($0 < N < 1$)인 장파장측의 파장이, 계인 특성이 N 값인 장파장측의 파장보다도 길어지도록, 인코히런트한 광을 발생시킨다. 상기 N 은, 예를 들면 $1/2$ 로 된다. 이 경우, 도 4에 나타내지는 것처럼, 입력광의 진폭(강도)이 $1/2$ 값(반값)이 되는 파장 중 장파장측의 파장은, 계인 특성에 있어서의 계인이 반값이 되는 파장 중 장파장측의 파장보다도 장파장이다. 또한, 광원(131)은 도 6에 나타내지는 것처럼, 입력광의 강도가 $1/10$ 값인 장파장측의 파장이, 계인 특성에 있어서의 계인이 $1/10$ 값인 장파장측의 파장보다도 길어지도록, 인코히런트한 광을 발생시켜도 된다.

[0037] 구체적으로, 계인 특성에 따른 입력광의 파장 선택에 대해서, 도 5를 참조하여 설명한다. 도 5의 (a)는 계인 특성 및 입력광의 강도가 $1/2$ 값이 되는 파장폭(반값폭)을 나타내고 있다. 또, 도 5의 (b)는 광 증폭기(132)의 입력광의 파장마다의 강도(진폭)를 정규화한 도면으로, 진폭의 최대치가 1.0으로서 나타내어진 도면이다. 도 5의 (a)에서는, 계인 특성이 실선으로 나타내져 있고, 계인 특성의 반값폭이 점선으로 나타내져 있고, 계인 특성과 중심 파장이 같은 입력광의 반값폭이 파선으로 나타내져 있고, 반값의 장파장측의 파장이 계인 특성에 있어서의 반값의 장파장측의 파장보다도 장파장인 입력광의 파장마다의 강도 분포가 일점 쇄선으로 나타내져 있고, 당해 일점 쇄선으로 나타내어진 입력광의 반값폭이 2점 쇄선으로 나타내져 있다.

[0038] 도 5의 (a)에 도시되는 것처럼, 계인 특성과 중심 파장이 같은 입력광이 광 증폭기(132)에 입력되었을 경우에는, 반값폭에서 보면, 계인 특성은 입력광보다 장파장측의 부분을 가지고 있다. 이 경우, 광 증폭기(132)에 있어서 입력광보다도 장파장측의 에너지가 낮은 전하가 자연 방출광이 되어, 광 증폭기(132)로부터 출력되는 광의 노이즈 요인이 된다고 추정된다. 한편으로, 반값의 장파장측의 파장이 계인 특성에 있어서의 반값의 장파장측의 파장보다도 장파장인 입력광이 광 증폭기(132)에 입력되었을 경우에는, 반값폭에서 보면, 계인 특성은 입력광보다 장파장측의 부분을 가지고 있지 않다. 이와 같이 광 증폭기(132)의 장파장측의 전하를 모두 사용하도록 여기광(입력광)의 파장을 선택함으로써, 자연 방출광의 발생이 억제된다. 그 결과, 광 증폭기(132)로부터 출력되는 증폭광의 노이즈를 억제할 수 있다. 예를 들면, 도 5의 (a)에서는, 계인 특성의 반값폭은, $1245\text{nm} \sim 1325\text{nm}$ 사이의 약 80nm 로 되어 있다. 이 경우, 도 5의 (a)(b)에 나타내는 것처럼, 예를 들면 입력광의 반값폭을 $1260\text{nm} \sim 1375\text{nm}$ 의 약 115nm 로 하면, 입력광의 진폭이 반값인 장파장측의 파장을, 계인 특성의 계인이 반

값인 장파장측의 파장보다도 길게 할 수 있다.

- [0039] 또한, 도 5에 나타내지는 예에서는, 광원(131)은 입력광의 파장폭을 게인 특성의 파장폭보다도 넓게 하고 있지만 이것으로 한정되지 않는다. 예를 들면, 도 7에 나타내지는 것처럼, 광원(131)은 입력광의 강도 분포의 중심 파장이 게인 특성의 중심 파장보다도 길고, 또한 입력광의 파장폭(예를 들면, 반값 전폭)이 게인 특성의 파장폭보다도 좁아지도록, 인코히런트한 광을 발생시켜도 된다.
- [0040] 또, 증폭광에 있어서의, 포화 파장대역은 포화 파장대역이 아닌 파장 대역보다도 광대역이어도 된다. 이 경우, 광 증폭기에 의한 광 증폭이 포화되어 있지 않은 상태의 강도를 가지는 비포화 파장대역에 비해, 광 증폭기에 의한 광 증폭이 포화된 상태의 강도를 가지는 포화 파장대역이 광대역이기 때문에, 상대적으로 증폭광의 노이즈가 저감된 상태가 된다. 바꾸어 말하면, 광 증폭기(132)에 있어서의 포화되어 있는 광의 양(도 8의 가로선)이, 포화되어 있지 않은 광의 양(도 8의 사선)보다도 많은 상태가 된다. 당해 광의 양의 비는, 포화 파장대역의 광량과 비포화 파장대역의 광량의 비가 20dB 이상이면 된다.
- [0041] 다음에 본 실시 형태에 따른 광원 장치(13) 및 검사 장치(1)의 작용 효과에 대해 설명한다.
- [0042] 이 광원 장치(13)에서는, 입력광에, 광 증폭기(132)가 게인 포화가 되는 강도의 광이 포함되어 있다. 도 9는 광 증폭기(132)의 입력력 특성을 나타내는 도면이다. 도 9에 나타내지는 것처럼, 광 증폭기(132)가 게인 포화가 되는 상태에 있어서는, 광 증폭기(132)의 증폭 특성이 비선형으로 된다. 이 때문에, 게인 포화가 되지 않는 상태에 있어서는, 입력 변화에 대응한 노이즈를 포함하는 출력의 변화량이 크다. 이것에 대해, 게인 포화가 되는 상태에 있어서는, 입력 변화에 대응한 노이즈를 포함하는 출력의 변화량이 작아진다. 이것에 의해서, 입력광에 포함되는 노이즈를 저감시킬 수 있다.
- [0043] 추가로, 광원 장치(13)에서는, 광 증폭기(132)의 입력광의 파장마다의 강도 분포의 중심 파장이, 광 증폭기(132)의 파장마다의 게인을 나타내는 게인 특성의 중심 파장보다도 장파장이다. 광 증폭기(132)에서는, 입력광의 증폭에 기여하지 않는 에너지가 낮은 전하가 자연 방출광이 됨으로써 노이즈가 발생한다. 즉, 입력광의 증폭에 기여하지 않는 장파장측의 에너지가 낮은 전하가 많을수록, 광 증폭기(132)로부터의 증폭광의 노이즈가 증가해 버린다. 이 점, 이 광원 장치(13)에서는 광 증폭기(132)의 입력광의 강도 분포의 중심 파장이 게인 특성의 중심 파장보다도 장파장이다. 즉, 이 광원 장치(13)에서는, 광 증폭기(132)의 입력광의 강도 분포의 중심 파장이 게인 특성의 중심 파장보다도 길다(크다). 통상, 광 증폭기(132)의 입력광의 강도 분포의 중심 파장은 게인 특성의 중심 파장에 맞춰서 설정된다. 그러나, 이와 같이, 입력광의 강도 분포의 중심 파장이 장파장측으로 시프트되어 설정됨으로써, 중심 파장이 맞춰서 설정되어 있는 경우와 비교하여, 광 증폭기(132)에 있어서의 장파장측의 에너지가 낮은 전하가 증폭에 이용되기 쉬워진다. 이것으로, 입력광의 증폭에 기여하지 않는 장파장측의 전하를 줄일 수 있어, 광 증폭기(132)로부터의 출력광의 노이즈를 저감시킬 수 있다.
- [0044] 도 10은 본 실시 형태에 따른 광원 장치(13)에 의한 S/N 개선 효과를 나타내는 도면으로, 주파수에 대한 비교예에 따른 RIN(Relative Intensity Noise: 상대 강도 잡음)을 나타낸다. RIN은 단위 주파수당의 광 강도의 흔들림을 평균 광 강도로 나눈, 광 강도의 시간적인 흔들림을 나타내는 파라미터이다. 도 10에 있어서의 N1은 SLD만으로 이루어지는 광원 장치의 RIN을, N2는 SLD 및 반도체 광 증폭기를 포함한 광원 장치로서 입력광의 강도 분포의 중심 파장의 조절을 행하고 있지 않은 광원 장치의 RIN을, 각각 나타내고 있다. 즉, 입력광의 강도 분포의 중심 파장과 게인 특성의 중심 파장이 거의 같은 광원 장치의 RIN을, 각각 나타내고 있다. 또, N4는 SLD 및 반도체 광 증폭기를 포함한 광원 장치의 RIN의 예측 한계를 나타내고 있다. 그리고 N3은 SLD 및 반도체 광 증폭기를 포함한 광원 장치로서 입력광의 강도 분포의 중심 파장을 게인 특성의 중심 파장보다 길게 한 광원 장치의 RIN을 나타내고 있다. N3은 N1과 비교해서 5dB 정도 RIN을 저감하고 있어, RIN의 예측 한계인 N4에 근접하는 정도까지 RIN을 낮출 수 있다.
- [0045] 또, 입력광의 강도 분포가 N값($0 < N < 1$)인 장파장측의 파장은, 게인 특성이 N값인 장파장측의 파장보다도 장파장이다. 이것에 의해, 입력광의 파장 대역이 게인 특성의 장파장측으로, 보다 시프트되어 설정되게 되므로, 증폭광의 노이즈를 보다 저감시킬 수 있다. N값은, 예를 들면 1/2값(반값) 혹은 1/10값으로 된다. 또한, 일반적으로, 광의 강도 분포 또는 게인 특성의 1/2값에 있어서의 파장 대역의 폭을 반값 전폭이라고 한다.
- [0046] 또, 증폭광에 있어서의, 광 증폭기(132)에 의한 증폭이 포화된 상태의 강도를 가지는 포화 파장대역은, 포화 파장대역이 아닌 파장 대역보다도 광대역이다(도 8 참조). 이것에 의해, 광 증폭기(132)에 있어서의 증폭에 기여하지 않는 전하를 줄여, 증폭광의 노이즈를 보다 저감시킬 수 있다.
- [0047] 또, 광원 장치(13)는 광 증폭기(132)로부터 출력된 증폭광의 강도를 조정하는 가변 어테뉴에이터(133)(광 조정

수단)를 구비하고 있다. 이것에 의해, 광 증폭기(132)에서 증폭된 증폭광을, 가변 어테뉴에이터(133)에 의해 광의 강도를 자유롭게 조정하여 원하는 강도의 광을 얻을 수 있다.

[0048] 또, 광 증폭기(132)는 반도체 광 증폭기이다. 반도체 광 증폭기를 이용함으로써, 확실히, 입력광의 강도 분포의 중심 파장을 광 증폭기의 게인 특성의 중심 파장보다도 길게 할 수 있다.

[0049] 본 실시 형태의 검사 장치(1)는 상술한 광원 장치(13)와, 광원 장치(13)로부터 출력된 광을 반도체 디바이스(D)상의 선택 영역에 조사하는 광 스캐너(14)와, 반도체 디바이스(D)에 테스트 신호를 인가하는 테스터(11)와, 테스트 신호가 인가된 반도체 디바이스(D)가 광 스캐너(14)로부터 조사된 광에 따라 반사한 광을 검출하는 광 센서(20)를 구비하고 있다. 이것에 의해, 상술한 광원 장치(13)를 광 프로빙에 의해 반도체 디바이스(D)를 검사하는 반도체 검사 장치에 응용할 수 있어, 프로브광의 노이즈가 저감됨으로써 반도체 검사의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0050] 도 11은 비교예에 따른 검사 장치의 해석 화상을 나타내는 도면이다. 비교예에 따른 검사 장치는 SLD만을 포함한 광원 장치를 가지고 있다. 도 12는 광원 장치(13)를 포함한 검사 장치(1)의 해석 화상을 나타내는 도면이다. 도 11 및 도 12로부터 분명한 것처럼, 광원 장치(13)를 포함하고, 광원 장치(13)로부터 출력되는 증폭광의 노이즈를 크게 저감시키고 있는 검사 장치(1)에서는, 해석 화상이 선명해져, 고장 해석 등의 정밀도가 크게 향상된다.

[0051] [제2 실시 형태]

[0052] 다음에, 도 13을 참조하여, 제2 실시 형태에 따른 검사 장치에 대해 설명한다. 또한, 제2 실시 형태에 따른 설명에서는, 상술한 제1 실시 형태와 상이한 점에 대해 주로 설명한다.

[0053] 제2 실시 형태에 따른 검사 장치(1A)는 광 자기 프로빙 기술에 의해 고장 위치를 특정한다. 도 13에 나타내지는 것처럼, 검사 장치(1A)는 자기 광학 결정(50)을 구비하고, 또 광 분할 광학계(27A), 광 센서(20a, 20b) 및 차동 검출기(52)를 구비하고 있는 점에서, 제1 실시 형태에 따른 검사 장치(1)와 상이하다.

[0054] 자기 광학 결정(50)은 자기 광학 효과에 의해, 반도체 디바이스(D)에서 발생한 자계에 따라서, 입력된 광의 편광 상태를 변화시킨다. 이것에 의해, 예를 들면 반도체 디바이스(D)에 있어서 고장이 발행해 있을 때, 당해 고장에 기인한 통상과는 상이한 자계의 변화를, 광의 편광 상태로서 출력할 수 있다. 당해 광의 편광 상태는, 광 센서(20a, 20b)(후술)에 의해서 광의 강도로서 취득된다. 자기 광학 결정(50)은 반도체 디바이스(D)에 대향해서 배치되어 있고, 예를 들면 맞닿아서 배치된다. 광원 장치(13)로부터 출력된 광은, 광 분할 광학계(27A), 광 스캐너(14), 및 대물 렌즈(15)를 통해서 자기 광학 결정(50)의 임의의 지점에 조사된다. 또, 자기 광학 결정(50)이 반사한 광은, 광 분할 광학계(27A) 등을 통해서 광 센서(20a, 20b)에 의해서 검출된다. 광 센서(20a, 20b)는 각각 자기 광학 결정(50)으로부터의 광을 검출하고, 당해 검출한 광의 강도를 차동 검출기(52)에 출력한다. 차동 검출기(52)는 입력된 광의 차동을 검출함으로써 반사광의 강도를 검출하여, 검출 신호로서 앰프(21)에 출력한다.

[0055] 광 분할 광학계(27A)는 콜리메이터(16, 19a, 19b)와, PBS(17a, 17b)와, 편향 회전 소자(51a, 51b)를 포함하여 구성되어 있다. 광원 장치(13)로부터의 광이 광 스캐너(14)를 통해서 자기 광학 결정(50)에 조사될 때에는, 먼저, 광원 장치(13)로부터의 광이 콜리메이터(16)를 통해서 PBS(17b)에 입력된다. PBS(17b)는 편향 성분이 0도인 광을 투과하고 90도인 광을 반사하도록 설정되어 있다. 또, PBS(17b)는 콜리메이터(16)로부터의 광의 편광에 맞춰서 설정되어 있다. 그 때문에, PBS(17b)는 콜리메이터(16)로부터의 광을 투과시킨다. PBS(17b)를 투과한 편광 성분이 0도인 광은, 입력광의 편광면을 45도 기울이는(회전시키는) 편향 회전 소자(51b)에 입력되어, 그 편광 성분이 45도가 된다.

[0056] 편향 회전 소자(51b)를 투과한 광은, PBS(17a)에 입력된다. PBS(17a)는 편향 성분이 45도인 광을 투과시키고 135도인 광을 반사하도록 설정되어 있다. 따라서, 편향 회전 소자(51b)를 투과한 광은 PBS(17a)를 투과한다. PBS(17a)를 투과한 편향 성분이 45도인 광은, 입력광의 편광면을 22.5도 기울이는(회전시키는) 편향 회전 소자(51a)를 투과하여, 그 편광 성분이 67.5도가 되어, 광 스캐너(14)에 입력된다. 당해 광은 대물 렌즈(15)를 통해서 자기 광학 결정(50)에 조사된다.

[0057] 자기 광학 결정(50)으로부터의 반사광(귀환광)은, 대물 렌즈(15) 및 광 스캐너(14)를 통해서 편향 회전 소자(51a)에 입력된다. 당해 반사광(귀환광)은 편향 회전 소자(51a)를 한번 더 투과함으로써 편향 성분이 22.5도 기울어, 90도가 된다. 당해 편향 성분이 90도인 반사광은 PBS(17a)에 의해서 편향 성분이 45도인 광 및 135도인 광으로 분할된다. 편향 성분이 135도인 광은, PBS(17a)에서 반사되어 콜리메이터(19a)를 통해서 광 센서(20a)에

입력된다. 당해 광으로부터는, 「귀환광(반사광) 량의 절반+커어 효과(Kerr effect)에 따른 광량」의 신호를 검출할 수 있다. 한편, 편향 성분이 45도인 광은 PBS(17a)를 투과하여, 편향 회전 소자(51)에 의해서 편광면이 45도 기울어져 편광 성분이 90도인 광이 되어 PBS(17b)에 입력된다. 당해 편향 성분이 90도인 광은, PBS(17b)에서 반사되어 콜리메이터(19b)를 통해서 광 센서(20b)에 입력된다. 당해 광에서는, 「귀환광(반사광) 량의 절반+커어 효과에 따른 광량」의 신호를 검출할 수 있다. 그리고 광 센서(20a, 20b)가 검출한 광의 차동이 차동 검출기(52)에 의해서 검출되어, 반사광의 강도를 나타내는 검출 신호가 앰프(21)에 출력된다. 이것에 의해, 커어 효과(편광의 회전량)에 따른 광 신호를 검출할 수 있다. 이것으로, 반도체 디바이스(D)에서 발생하고 있는 자계(자장 강도)의 변화를 추정할 수 있고, 예를 들면, 고장에 기인한, 통상과는 상이한 자계의 변화를 검출할 수 있다.

[0058] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대해 설명했지만 본 발명은 상기 실시 형태로 한정되지 않는다. 예를 들면, 광원 및 광 증폭기가 각각 1개인 예를 설명했지만 이것으로 한정되지 않고, 광원(예를 들면 SLD)이 2개 마련된 구성이어도 된다. 즉, 도 14에 나타내지는 것처럼, 광원(131a) 및 광원(131b)이 각각 광 커플러(138)에 광학적으로 결합되고, 당해 광 커플러(138)가 광 증폭기(132)에 광학적으로 결합된 구성이어도 된다. 이 경우, 도 15에 나타내지는 것처럼, 예를 들면 광원(131b)으로부터 출력되어 광 커플러(138)에 입력되는 입력광의 강도 분포의 중심 파장은 광 증폭기(132)의 게인 특성의 중심 파장과 같게 되는 것에 대해, 광원(131a)으로부터 출력되어 광 커플러(138)에 입력되는 입력광의 강도 분포의 중심 파장은, 광 증폭기(132)의 게인 특성의 중심 파장보다도 길게 된다. 그리고 광원(131a)으로부터 출력된 광과, 광원(131b)으로부터 출력된 광을 합한 광이 입력광으로서 광 증폭기(132)에 입력된다.

[0059] 또, SLD 등의 광원 및 광 증폭기에 더하여, 광원 장치가 BEF(Band Eliminator Filter)를 구비하고 있어도 된다. BEF는 SLD 등의 광원과 광학적으로 접속되어 있고, 광 출력의 피크 파장의 강도를 억제하여 반값폭(반값전폭)을 넓힘으로써, 상대적으로 파장폭을 넓히는 필터이다. 즉, BEF는 선택한 파장 대역의 광을 감쇠시키는 효과를 갖는다. 도 16의 (a)에 나타내지는 것처럼, BEF(180)에는, 예를 들면, 광 증폭기(132)에 의해서 증폭된 증폭광이 입력된다. 혹은, 도 16의 (b)에 나타내지는 것처럼, BEF(180)에는 광원(131)으로부터 출력된 광이 입력되고, BEF(180)는 광 증폭기(132)를 향해서 감쇠 후의 광을 출력한다. 혹은, 도 16의 (c)에 나타내지는 것처럼, BEF(180)는 BEF(180a, 180b)를 포함하여 구성되어 있고, BEF(180a)에 광원(131)으로부터 출력된 광이 입력되고, BEF(180b)에 광 증폭기에 의해서 증폭된 증폭광이 입력된다.

[0060] 도 17은 도 16의 (b)에 나타낸 광원 장치로부터 출력되는 광을 설명하기 위한 도면이다. 도 17의 (a)는 광원(131)으로부터 출력되는 광의, 규격화 파장마다의 강도를 나타내고 있다. 도 17의 (b)는 광원(131)으로부터 출력된 광이 입력되는 BEF(180)의 특성을 나타내고 있으며, 입력된 광의 각 규격화 파장에 대한 강도의 저감량을 나타내고 있다. 도 17의 (b)에 나타내지는 것처럼, BEF(180)는 광원(131)으로부터 출력된 광의 파장에 대한 강도 분포의 피크치를 저감시키도록 설정되어 있다. 도 17의 (c)는 BEF(180)에 의해서 강도 분포의 피크치가 저감된 광(강도 분포의 피크가 억제된 광)으로서 광 증폭기(132)에 입력되는 입력광을 나타내고 있다. BEF(180)에 의한 피크치의 저감이 행해짐으로써, 도 17의 (a)에 나타내어진 광원(131)으로부터 출력된 광에서는 강도 분포의 반값 전폭이 0.04였지만, 도 17의 (c)에 나타내어진 광 증폭기(132)에 입력되는 광에서는 강도 분포의 반값 전폭이 0.08이 되어 있다. 도 18에 나타내지는 것처럼, 입력광의 파장폭이 넓어짐으로써, 광 증폭기(132)의 게인 특성의 장파장측의 에너지가 낮은 전자가 증폭에 기여하기 쉬워진다.

[0061] 또, 상기 실시 형태에서는, 입력광의 파장마다의 강도를 나타내는 강도 분포의 중심 파장을 광 증폭기(132)의 파장마다의 게인을 나타내는 게인 특성의 중심 파장보다도 장파장으로 하기 위해서, 광원(131)이 발생시키는 광의 파장을 조정하거나, 광원(131)으로부터 출력된 광을 BEF(180)를 이용하여 조정하거나 했지만, 이것으로 한정하지 않고, 광 증폭기(132)에 인가하는 전류 또는 전압 등의 제어 신호를 조정함으로써, 광 증폭기(132)의 게인 특성을 조정하여, 입력광의 파장마다의 강도를 나타내는 강도 분포의 중심 파장을 광 증폭기(132)의 파장마다의 게인을 나타내는 게인 특성의 중심 파장보다도 장파장으로 해도 된다. 또, 광 증폭기(132)는 그 온도에 의해서도 게인 특성을 조정할 수 있기 때문에, 광 증폭기(132)의 온도를 조정함으로써, 입력광의 파장마다의 강도를 나타내는 강도 분포의 중심 파장을 광 증폭기(132)의 파장마다의 게인을 나타내는 게인 특성의 중심 파장보다도 장파장으로 해도 된다.

[0062] 또, 광 증폭기(132)는 저온 상태에서 입력된 입력광을 증폭하면, 증폭광에 있어서의 노이즈의 발생을 억제할 수 있다. 따라서, 입력광의 파장마다의 강도를 나타내는 강도 분포의 중심 파장을 광 증폭기(132)의 파장마다의 게인을 나타내는 게인 특성의 중심 파장보다도 장파장으로 한 다음, 광 증폭기(132)를 저온 상태로 하면, 보다 노이즈를 억제할 수 있다. 또한, 저온 상태란 광 증폭기(132)를 0℃(32° F) 이하로 하는 것을 말한다. 또, 광 증

폭기(132)는 그 종류나 개체에 따라서는 상술한 바와 같이 저온 상태로 할 뿐만 아니라, 어느 일정한 온도 상태가 되도록 조정하더라도, 마찬가지로 증폭광에 있어서의 노이즈의 발생을 억제할 수 있다. 광 증폭기의 구동 전류에 의한 발열분을 억제하는 것만으로도 노이즈를 억제하는 효과가 있다. 일정한 온도란 예를 들면 상온(20℃~25℃(68° F~77° F))이지만, 그 밖에도 사용하는 광 증폭기의 종류나 개체마다의 특성에 적합한 온도를 일정한 온도 상태로 하여 적당히 채용해도 된다.

[0063] 광원 장치는 온도 조정부(도시하지 않음)를 가짐으로써, 광 증폭기의 온도를 조정한다. 예를 들면 온도 조정부로서 온도 센서(서미스트 등)나 온도 조정 소자(펠티어 소자 등)를 가지는 광 증폭기를 이용함으로써 온도를 조정할 수 있다. 이러한 광 증폭기를 이용하면, 서미스트로부터 컴퓨터(23)로 광 증폭기의 온도가 출력되고, 그 온도가 원하는 온도가 되도록 펠티어 소자에 전류나 전압을 인가함으로써, 광 증폭기의 온도를 조정할 수 있다. 또한, 온도 조정 소자는 펠티어 소자 이외의 것에도 되고, 수냉(水冷) 순환기나 히터 등을 이용하여 구성되어 있어도 된다. 또, 온도 조정부는 일부가 광 증폭기와 별체(別體)로 되어 구성되어 있어도 된다.

[0064] 또, 본 발명에 있어서의 광원 장치는 복수의 광 증폭기를 가지고 구성되어 있어도 되고, 복수의 광 조정 수단(가변 어테뉴에이터)을 가지고 구성되어 있어도 된다. 예를 들면 도 19의 (a)에 나타내지는 광원 장치의 구성과 같이, 광원(131)으로부터 출력된 광을 2개의 광 증폭기(132a) 및 광 증폭기(132b)에서 증폭하도록 배치함으로써, 광원 장치로부터 최종적으로 출력되는 광의 고주파측의 노이즈를 보다 저감시킬 수 있다. 또, 도 19의 (a)에 나타내지는 것처럼, 광 증폭기(132a) 및 광 증폭기(132b)의 사이에 가변 어테뉴에이터(133a)를 배치함으로써, 광 증폭기(132a)로부터 출력된 광을, 광 증폭기(132b)에 있어서 노이즈를 저감시키기 위한 최적의 광 강도로 조정하여, 광 증폭기(132b)에 입력할 수 있다. 그리고 광 증폭기(132b)로부터 출력된 광은, 가변 어테뉴에이터(133b)에 입력된다. 도 19의 (a)는 광 증폭기와 가변 어테뉴에이터를 각각 2씩 이용한 광원 장치를 나타내고 있지만, 도 19의 (b)와 같이 각각 3개씩 이용하여 광원 장치를 구성해도 된다. 즉, 광 증폭기(132a, 132b, 132c)를 구비하는 구성으로 하고, 광 증폭기(132a) 및 광 증폭기(132b)의 사이에 가변 어테뉴에이터(133a)를 배치하고, 광 증폭기(132b) 및 광 증폭기(132c)의 사이에 가변 어테뉴에이터(133b)를 배치하여, 광 증폭기(132c)로부터 출력된 광이 가변 어테뉴에이터(133c)에 입력되는 구성으로 해도 된다.

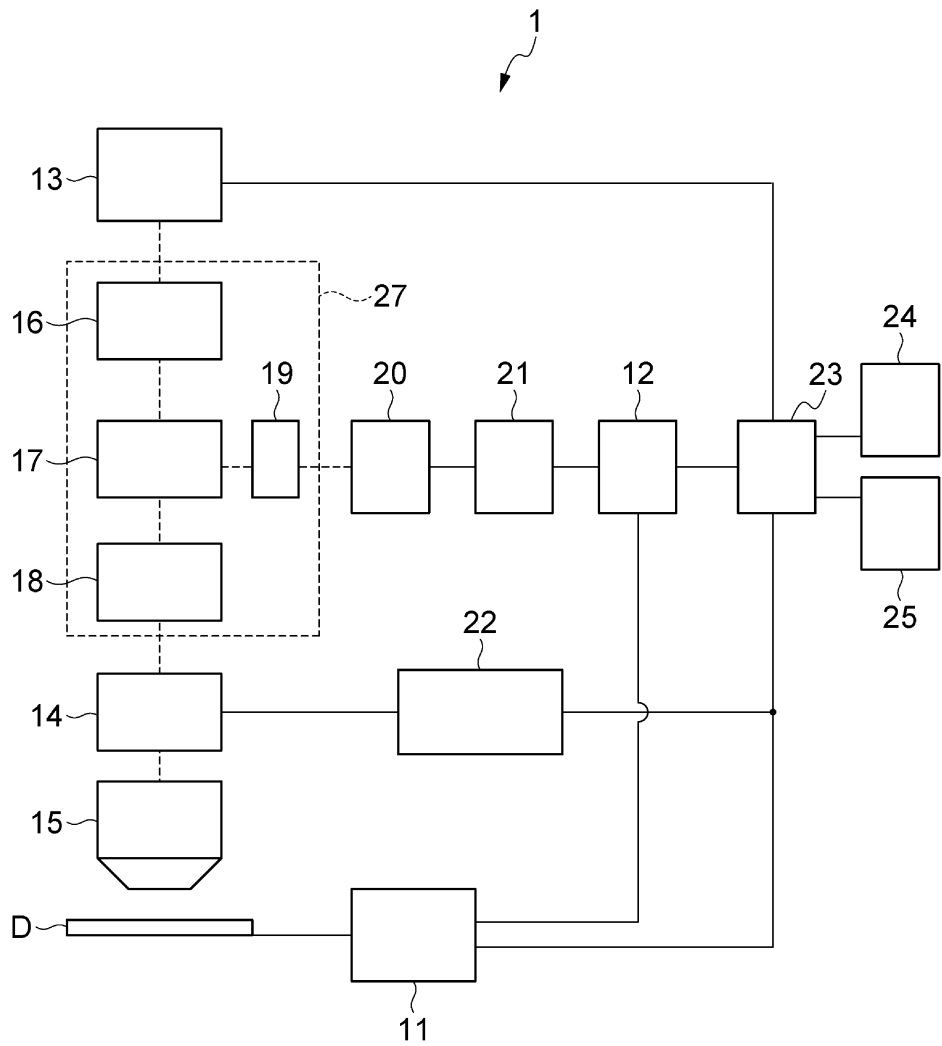
[0065] 또한, 본 발명의 일 양태에 따른 광원 장치(13)는, 반도체 디바이스를 검사하는 검사 장치로 한정하지 않고, 생체 시료나 공업 제품을 관찰하는 현미경 장치 등 다른 용도로 응용해도 된다.

부호의 설명

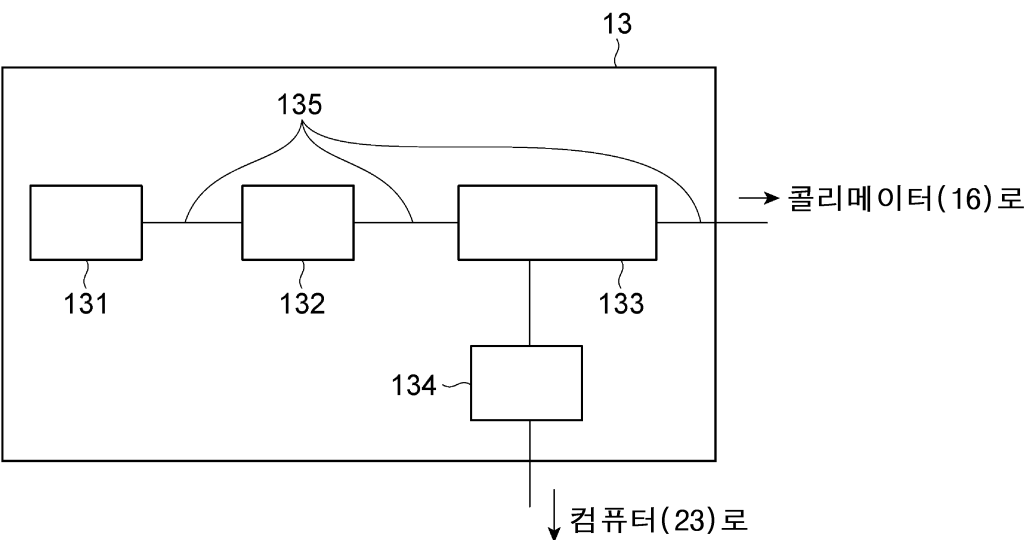
[0066]	1, 1A...검사 장치	11...테스터(신호 인가부)
	13...광원 장치	14...광스캐너(조사 광학계)
	20, 20a, 20b... 광센서(광 검출부)	50...자기 광학 결정
	131, 131a, 131b...광원	132, 132a, 132b, 132c...증폭기
	133, 133a, 133b, 133c...가변 어테뉴에이터(광 조정 수단)	
	180...BEF(필터)	D...반도체 디바이스

도면

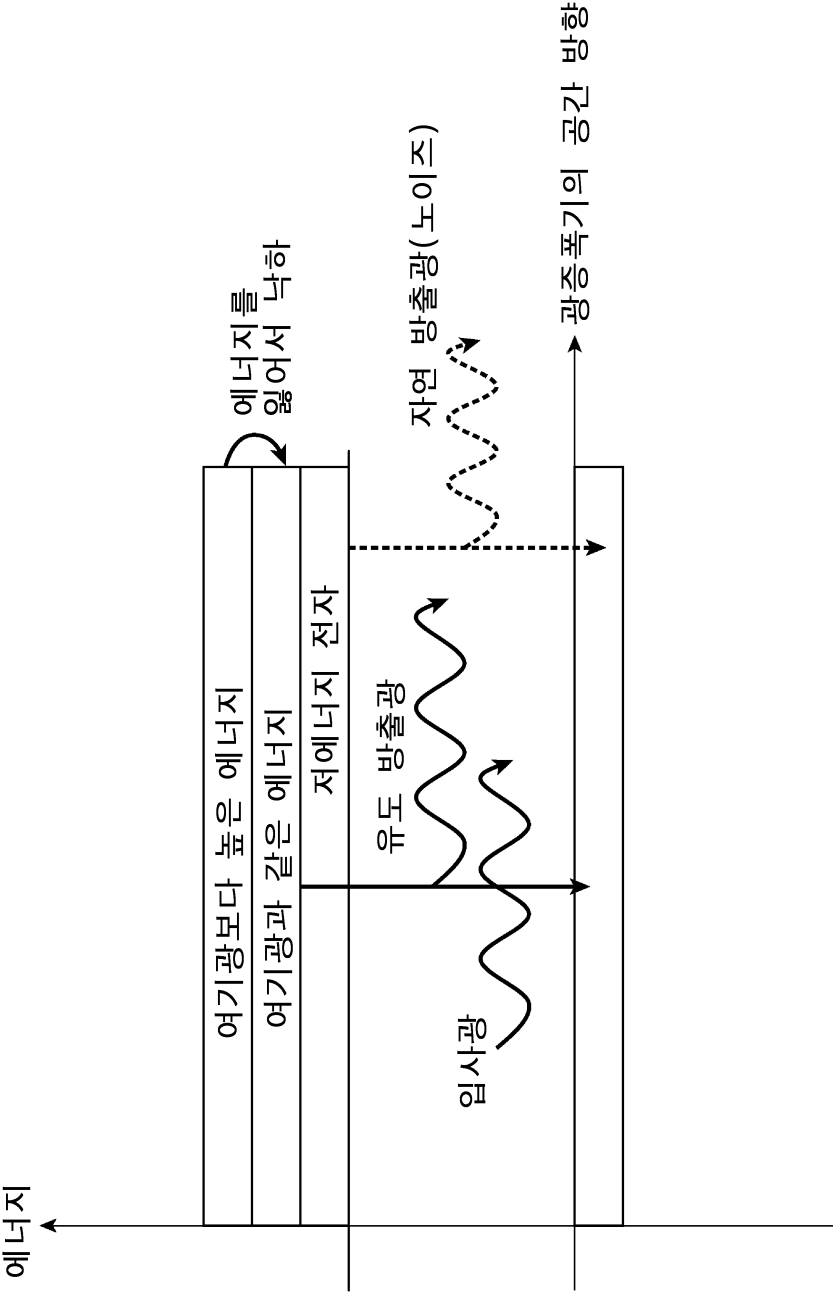
도면1



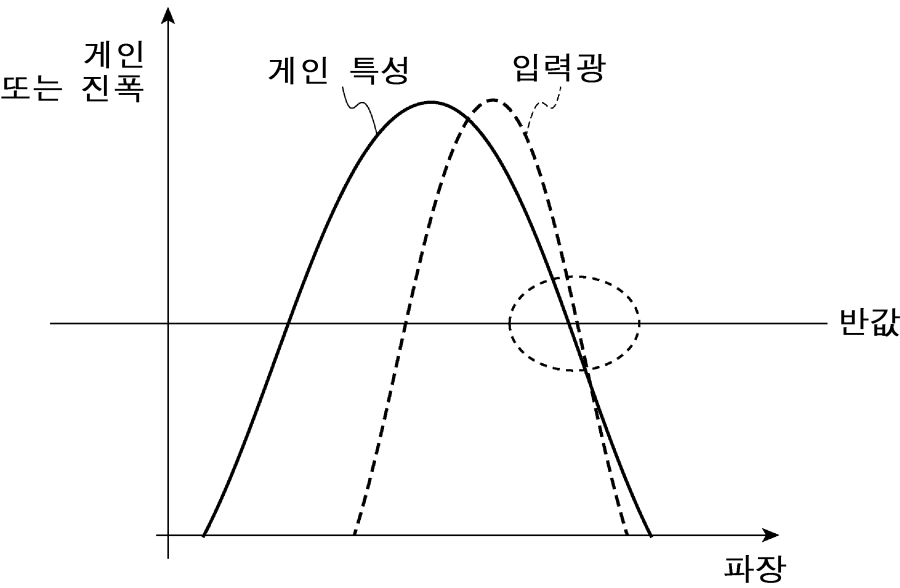
도면2



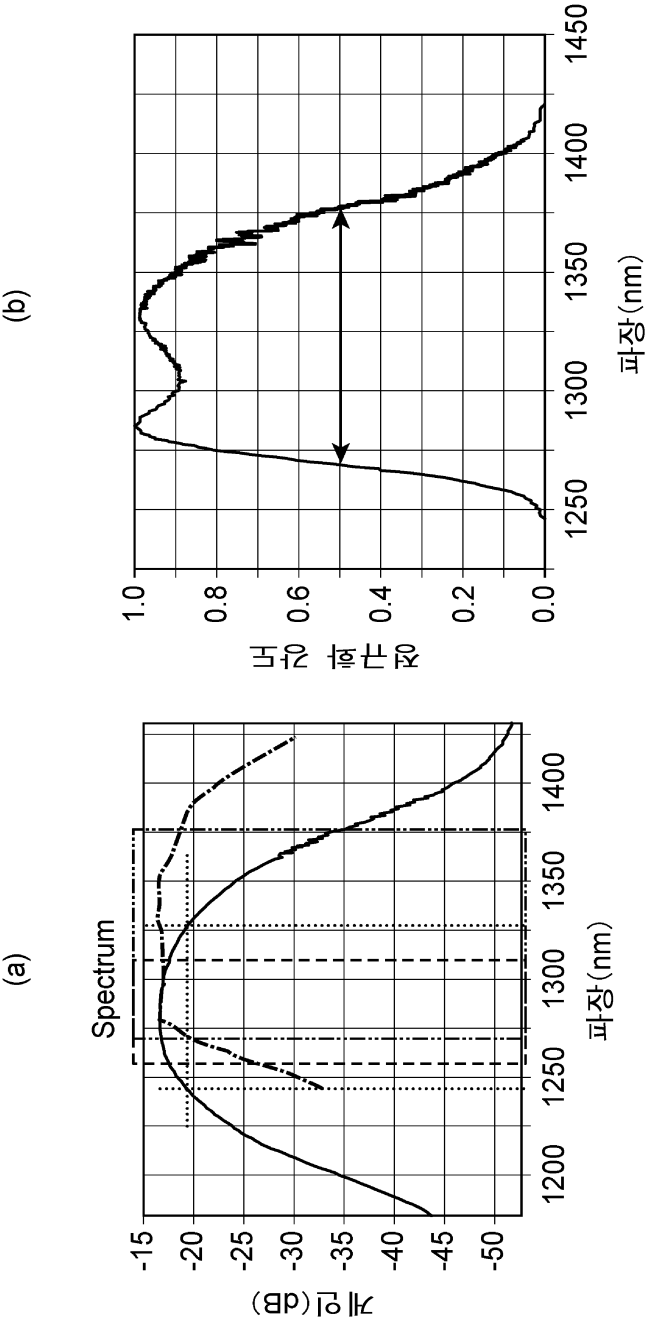
도면3



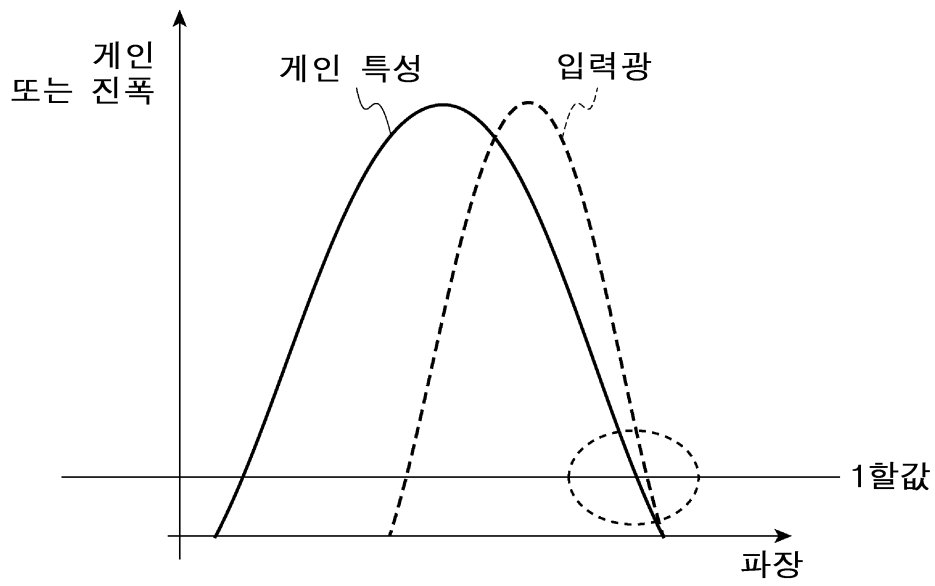
도면4



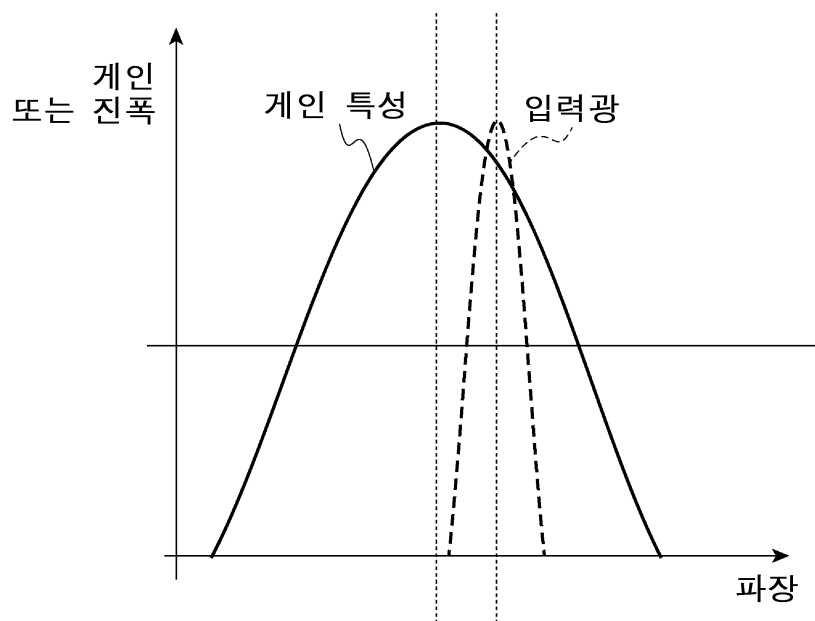
도면5



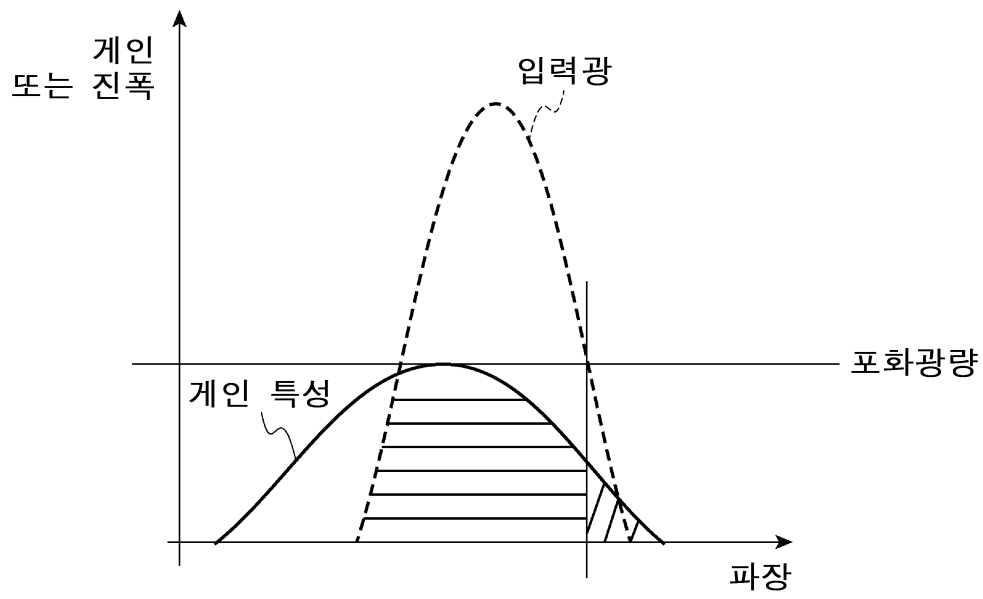
도면6



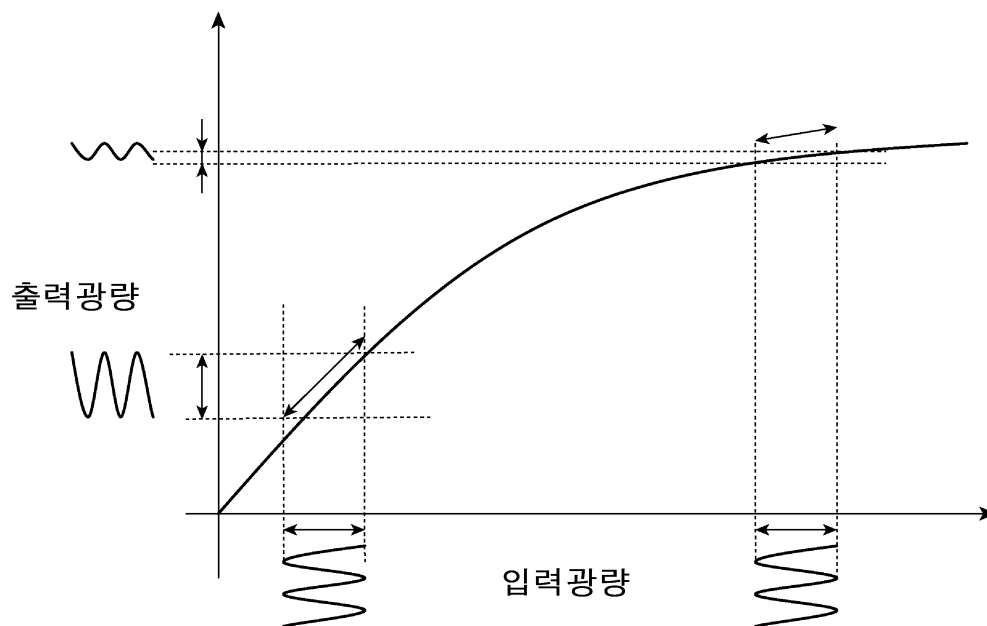
도면7



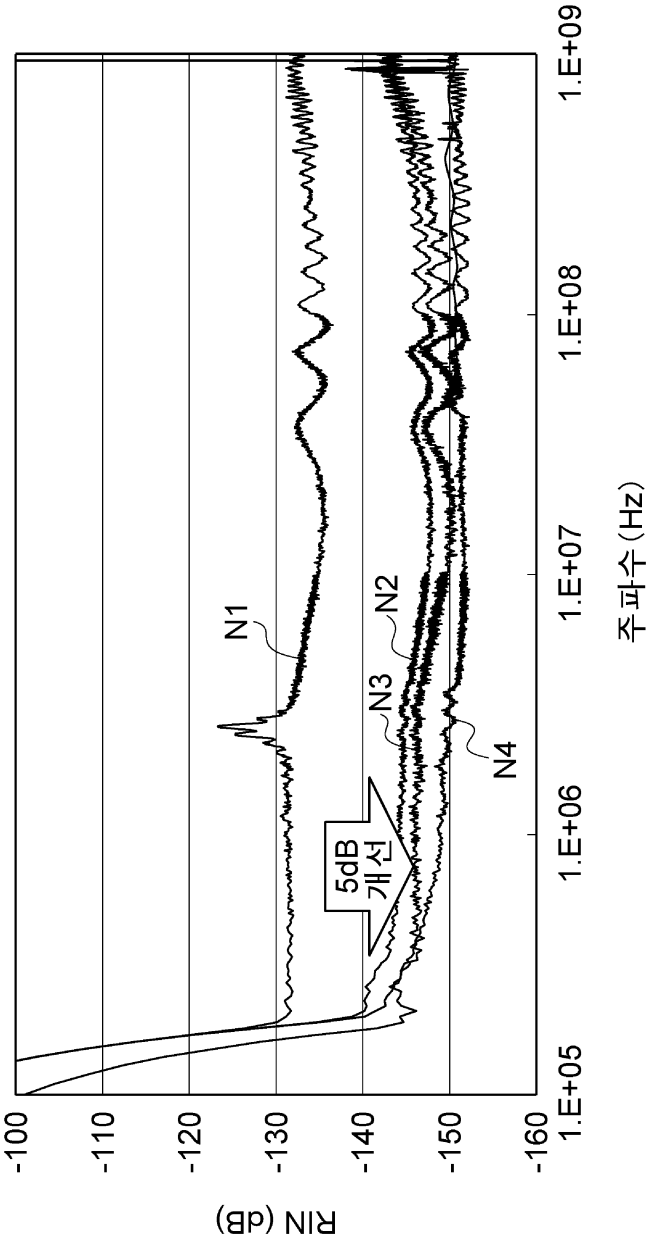
도면8



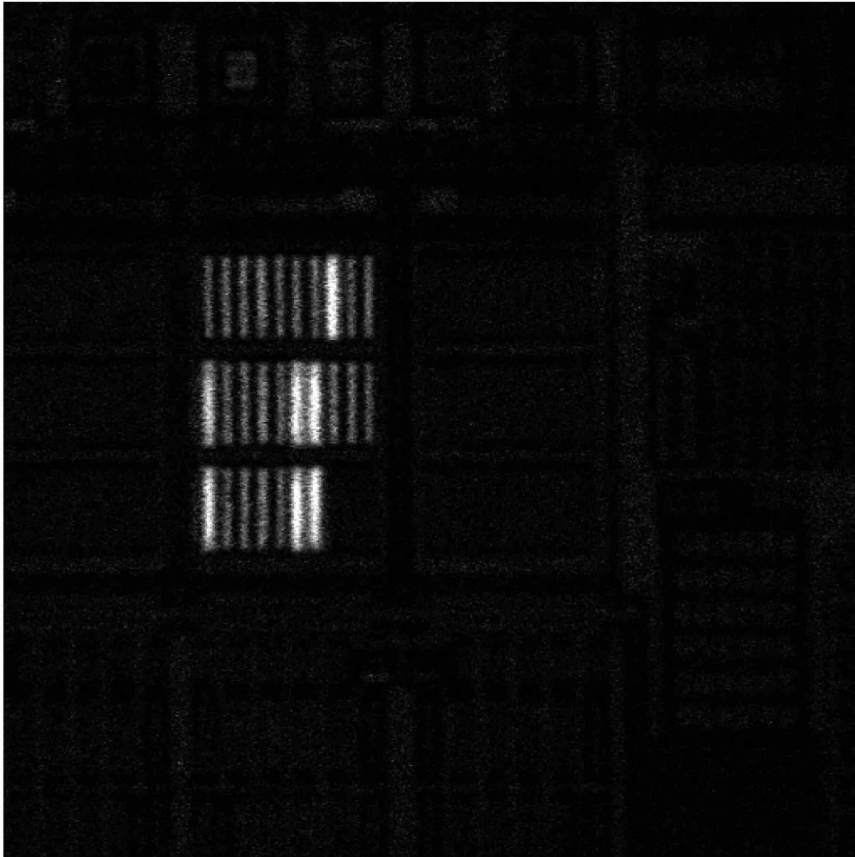
도면9



도면10



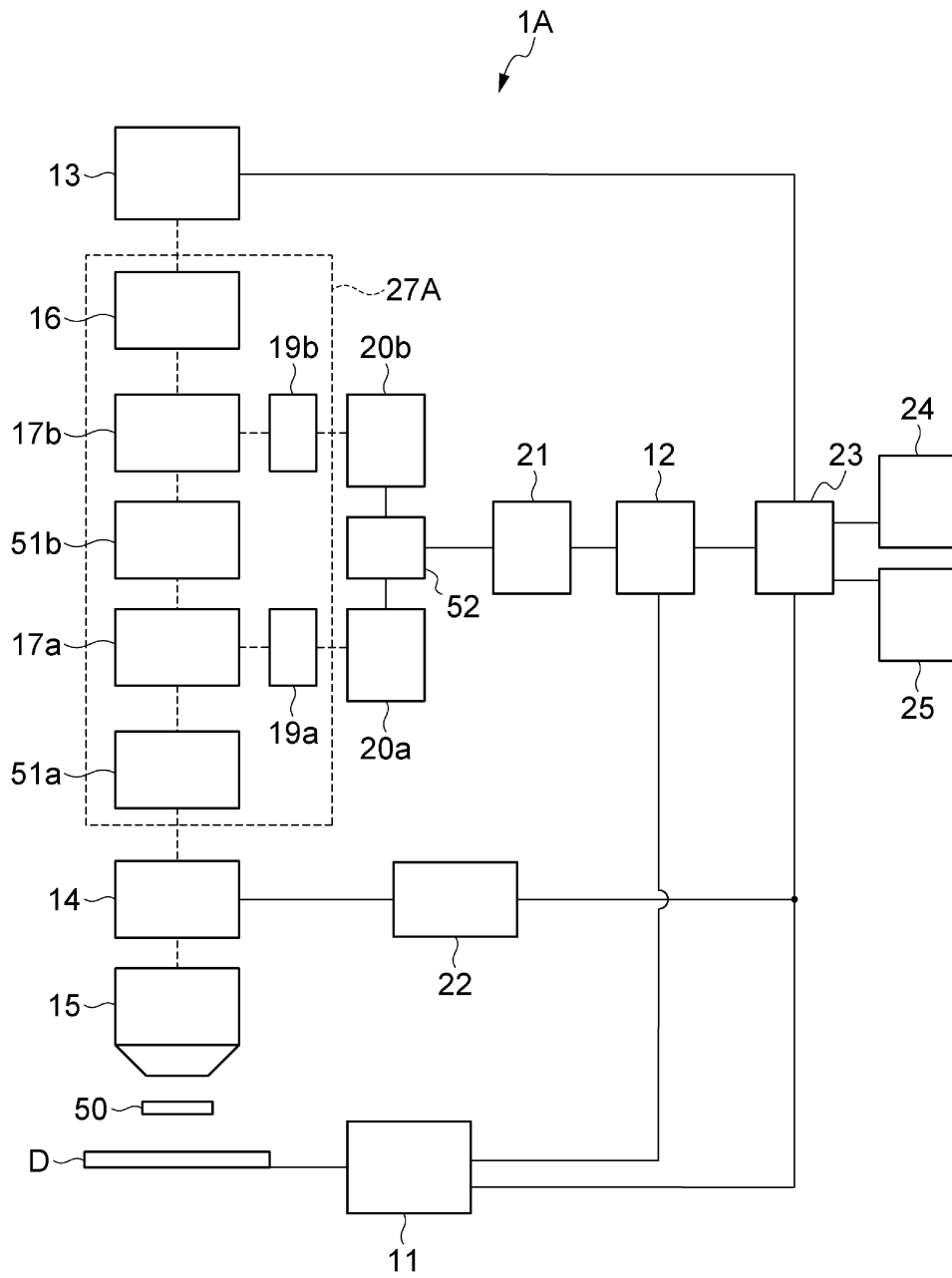
도면11



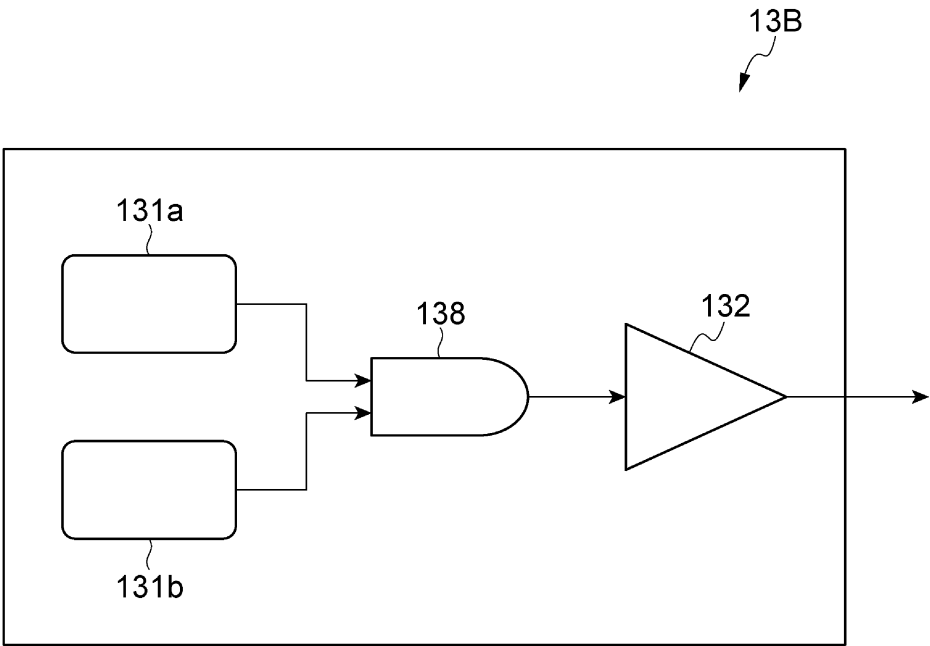
도면12



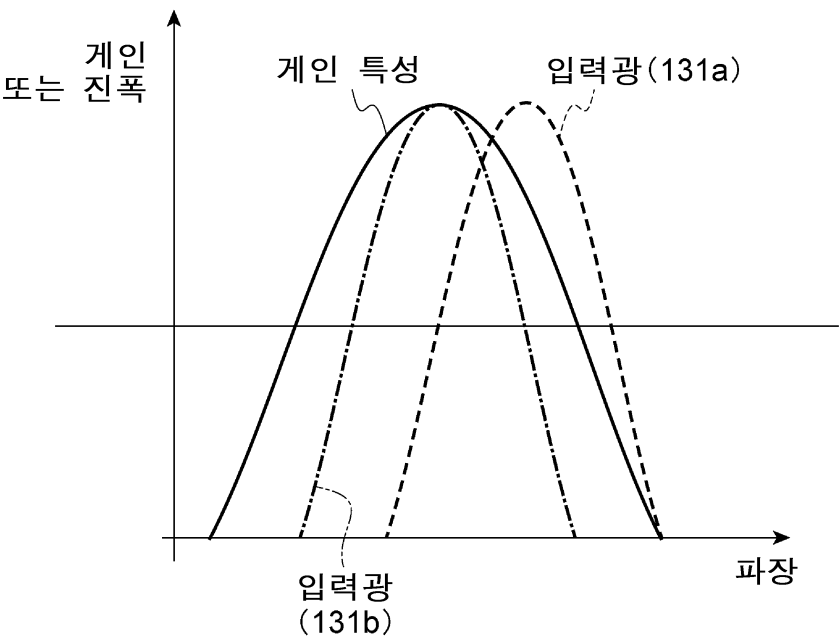
도면13



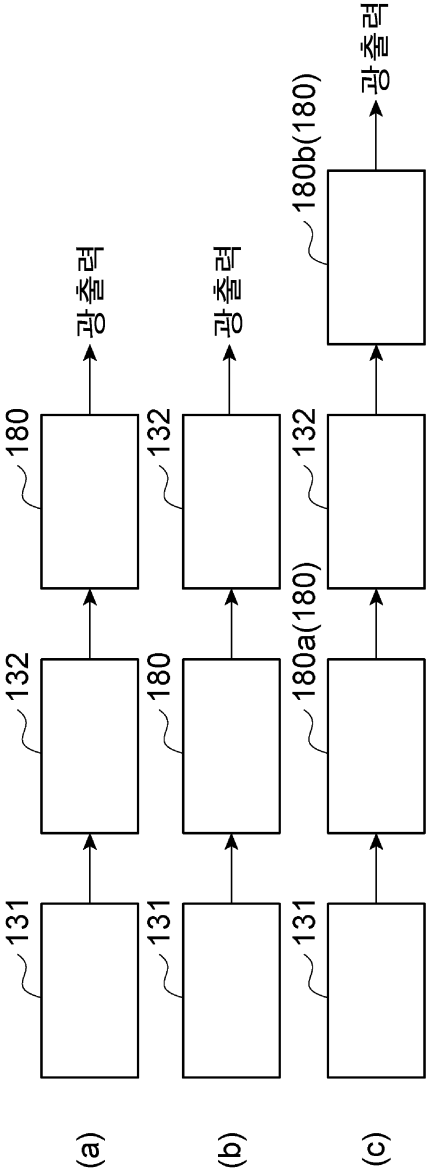
도면14



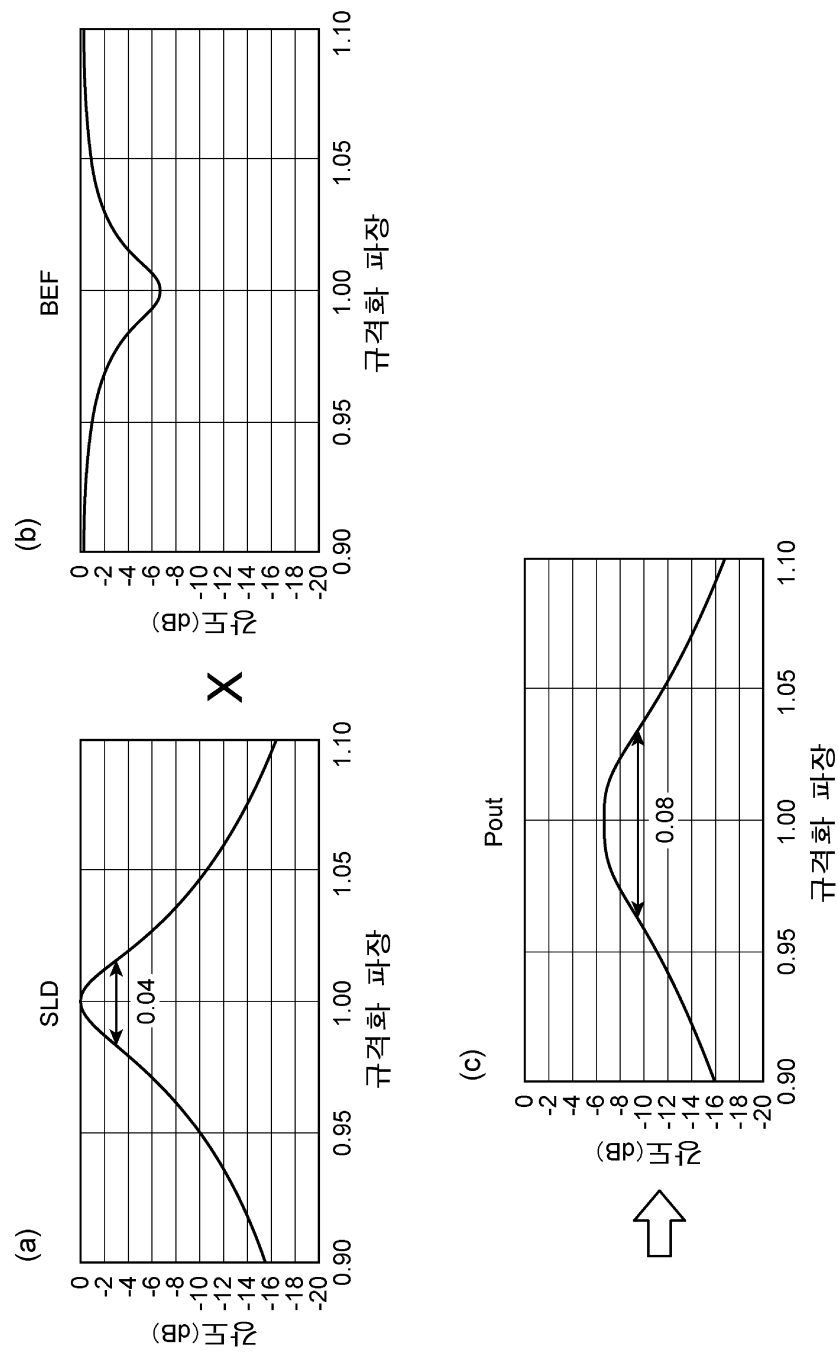
도면15



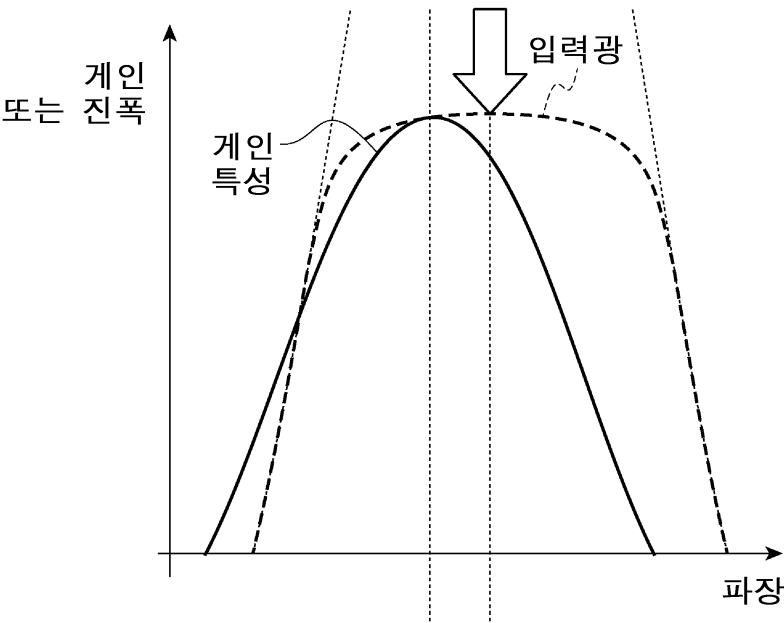
도면16



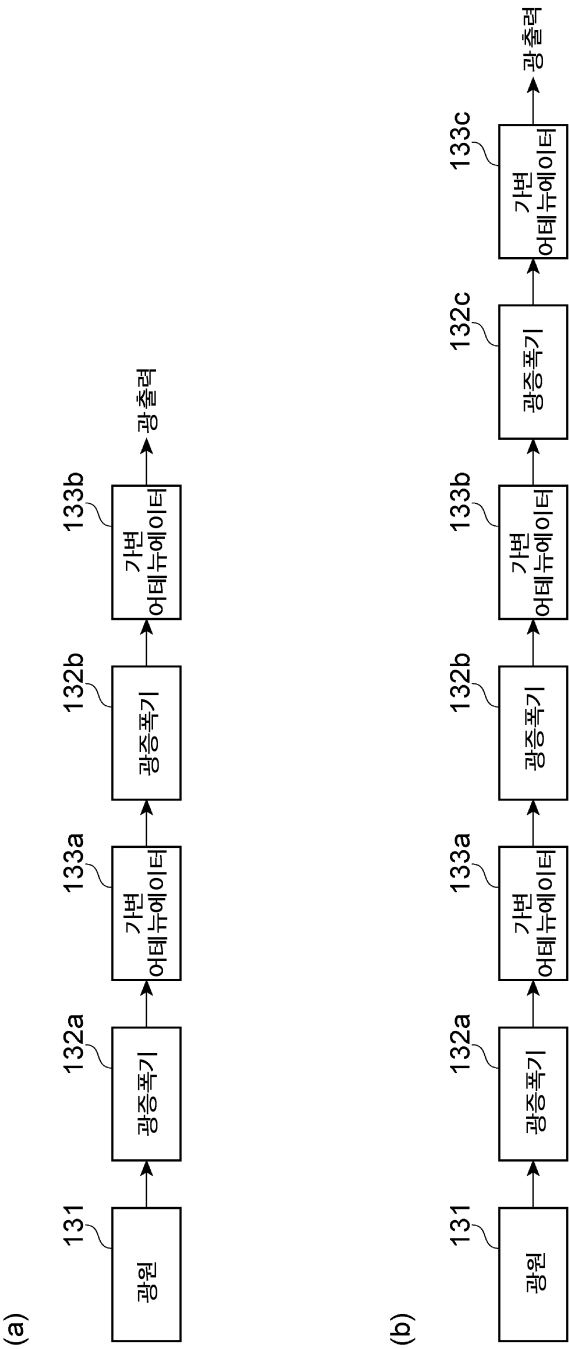
도면17



도면18



도면19



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8

【변경전】

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 증폭광의 강도를 조정하는 광 조정 수단을 추가로 구비하는 광원 장치.

【변경후】

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 증폭광의 강도를 조정하는 광 조정 수단을 추가로 구비하는 검사 장치.