



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년03월07일
(11) 등록번호 10-2506803
(24) 등록일자 2023년03월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/21 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)
G01N 21/956 (2006.01) G01R 31/308 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01N 21/21 (2013.01)
G01N 21/95607 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0146089
- (22) 출원일자 2018년11월23일
심사청구일자 2021년04월29일
- (65) 공개번호 10-2020-0060912
- (43) 공개일자 2020년06월02일
- (56) 선행기술조사문헌
US20070020784 A1
US20100177313 A1
US20150241361 A1
KR1020180028787 A
- (73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
- (72) 발명자
임미현
서울특별시 영등포구 당산로42길 16, 501동 2001호
김성열
경기도 용인시 기흥구 구성로 470
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
박영우

전체 청구항 수 : 총 19 항

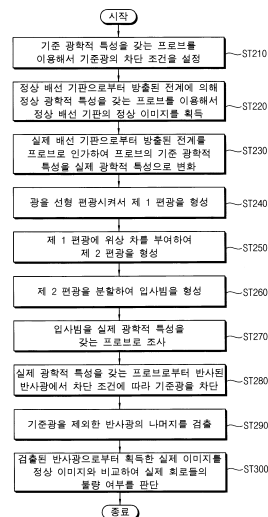
심사관 : 정치영

(54) 발명의 명칭 배선 기관 테스트 방법 및 이를 수행하기 위한 장치

(57) 요약

배선 기관 테스트 방법에 따르면, 기준 광학적 특성을 갖는 프로브로부터 반사된 기준광의 차단 조건을 설정할 수 있다. 복수개의 회로들을 갖는 실제 배선 기관으로부터 방출된 전계를 상기 프로브로 인가하여, 상기 프로브의 상기 기준 광학적 특성을 실제 광학적 특성으로 변화시킬 수 있다. 상기 실제 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로 광을 조사할 수 있다. 상기 실제 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로부터 반사된 반사광에서 상기 차단 조건에 따라 상기 기준광을 차단할 수 있다. 상기 기준광을 제외한 상기 반사광의 나머지를 검출할 수 있다. 따라서, 검출된 반사광의 나머지로써 배선 기관의 회로들의 불량 여부를 정확하게 파악할 수 있다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

G01R 31/308 (2013.01)

G01N 2021/8848 (2013.01)

G01N 2201/0683 (2013.01)

(72) 발명자

조성근

경기도 수원시 영통구 광고호수공원로 45, 1005동
204호

주원돈

인천광역시 남동구 논고개로 17, 1102동 2202호

김재홍

서울특별시 강남구 도곡로93길 12, 202동 307호

김택진

경기도 수원시 장안구 서부로2106번길 26-19, 302
호

이경민

경기도 과천시 별양로 12, 342동 1004호

이상민

경기도 용인시 기흥구 보정로 87

명세서

청구범위

청구항 1

기준 광학적 특성을 갖는 프로브로부터 반사된 기준광의 차단 조건을 설정하고;

복수개의 회로들을 갖는 실제 배선 기관으로부터 방출된 전계를 상기 프로브로 인가하여, 상기 프로브의 상기 기준 광학적 특성을 실제 광학적 특성으로 변화시키고;

상기 실제 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로 광을 조사하고;

상기 실제 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로부터 반사된 반사광에서 상기 차단 조건에 따라 상기 기준광을 차단하고; 그리고

상기 기준광을 제외한 상기 반사광의 나머지를 검출하는 것을 포함하는 배선 기관 테스트 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 기준광의 차단 조건을 설정하는 것은

광을 선형 편광시켜서 제 1 편광을 형성하고;

상기 제 1 편광에 위상 차를 부여하여 제 2 편광을 형성하고;

상기 제 2 편광을 상기 기준 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로 조사하고; 그리고

상기 프로브로부터 반사된 상기 기준광을 검출하는 것을 포함하는 배선 기관 테스트 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 제 2 편광을 형성하는 것은 상기 제 1 편광을 원형 또는 타원 편광시키는 것을 포함하는 배선 기관 테스트 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 광을 상기 실제 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로 조사하는 것은

상기 광을 선형 편광시켜서 제 1 편광을 형성하고;

상기 제 1 편광에 위상 차를 부여하여 제 2 편광을 형성하고; 그리고

상기 제 2 편광을 상기 실제 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로 조사하는 것을 포함하는 배선 기관 테스트 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 제 2 편광을 형성하는 것은 상기 제 1 편광을 원형 또는 타원 편광시키는 것을 포함하는 배선 기관 테스트 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

복수개의 정상 회로들을 갖는 정상 배선 기관으로부터 방출된 전계를 상기 프로브로 인가하여, 상기 프로브의 상기 기준 광학적 특성을 정상 광학적 특성으로 변화시키고;

상기 정상 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로 광을 조사하고;

상기 정상 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로부터 반사된 반사광으로부터 정상 이미지를 획득하고;

상기 실제 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로부터 반사된 상기 반사광의 나머지로 부터 실제 이미지를 획득하고;

그리고

상기 실제 이미지를 상기 정상 이미지와 비교하여 상기 실제 배선 기관들의 회로들의 불량 여부를 판단하는 것을 더 포함하는 배선 기관 테스트 방법.

청구항 7

복수개의 회로들을 갖는 배선 기관으로부터 전계 방출을 유도하는 전계 발생기;
 상기 배선 기관에 인접하게 배치되고, 상기 전계에 의해 변화되는 광학적 특성을 갖는 프로브;
 상기 프로브로 입사되는 광을 발생시키는 광원;
 상기 광을 선형 편광시켜서 제 1 편광을 형성하는 선형 편광기;
 상기 제 1 편광에 위상 차를 부여하여 상기 프로브로 입사되는 제 2 편광을 형성하는 보상자;
 상기 프로브로부터 반사된 반사광 중에서 특정 방향의 편광만을 통과시키는 분석기;
 상기 분석기를 통과한 상기 편광을 검출하는 광 검출기; 및
 상기 광 검출기에서 검출된 상기 편광을 분석하여 상기 회로들의 불량 여부를 판단하고, 상기 전계가 인가되지 않은 상기 프로브로부터 반사되어 상기 분석기에 의해 차단되는 기준광의 차단 조건을 설정하는 제어부를 포함하는 배선 기관 테스트 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 프로브는
 상기 배선 기관을 향하는 상기 프로브의 면에 배치되어, 상기 제 2 편광을 반사시키는 반사막을 포함하는 배선 기관 테스트 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 프로브는 상기 프로브를 지지하는 지지 기관을 더 포함하는 배선 기관 테스트 장치.

청구항 11

제 7 항에 있어서, 상기 보상자는 상기 제 1 편광을 원형 또는 타원형으로 편광시키는 위상 지연자(phase retarder)를 포함하는 배선 기관 테스트 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 위상 지연자는 1/4 파장판(quarter-wave plate)를 포함하는 배선 기관 테스트 장치.

청구항 13

제 7 항에 있어서, 상기 분석기는 상기 특정 방향의 편광만을 통과시키는 선형 편광기를 포함하는 배선 기관 테스트 장치.

청구항 14

제 7 항에 있어서, 상기 광 검출기는 상기 검출된 편광으로부터 이미지를 출력하는 카메라를 포함하는 배선 기관 테스트 장치.

청구항 15

제 7 항에 있어서, 상기 광원, 상기 선형 편광기 및 상기 보상자는 상기 제 2 편광이 상기 프로브의 표면에 수직하게 입사되도록 상기 프로브의 표면과 평행하게 배치된 배선 기관 테스트 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 보상자와 상기 프로브 사이에 배치되어, 상기 제 2 편광을 2개로 분할하여 상기 프로브로 입사되는 입사광을 형성하는 광 분배기를 더 포함하는 배선 기관 테스트 장치.

청구항 17

제 7 항에 있어서, 상기 광원, 상기 선형 편광기 및 상기 보상자는 상기 제 2 편광이 상기 프로브의 표면에 경사지게 입사되도록 상기 프로브의 표면에 대해서 경사지게 배치된 배선 기관 테스트 장치.

청구항 18

제 7 항에 있어서, 상기 제어부는 상기 선형 편광기, 상기 보상자 및 상기 분석기의 방위각(azimuth)들을 변화시켜서 상기 기준광의 차단 조건을 설정하는 배선 기관 테스트 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 상기 제어부는 상기 분석기를 통과한 상기 편광의 복소 진폭(complex amplitude)를 구하는 배선 기관 테스트 장치.

청구항 20

제 7 항에 있어서, 상기 제어부는 복수개의 정상 회로들을 갖는 정상 배선 기관으로부터 방출된 전계에 의해서 정상 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로 조사된 광으로부터 획득한 정상 이미지를 상기 광 검출기를 통과한 상기 편광으로부터 획득한 실제 이미지와 비교하여 상기 회로들의 불량 여부를 판단하는 배선 기관 테스트 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배선 기관 테스트 방법 및 이를 수행하기 위한 장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 배선 기관 내에 형성된 회로들의 불량 여부를 비접촉식으로 테스트하는 방법, 및 이러한 방법을 수행하기 위한 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 2개 이상의 반도체 칩들을 연결하는 배선 기관의 회로들의 불량 여부를 테스트하기 위해서 프로브가 사용될 수 있다. 프로브는 회로들에 직접 접촉되는 접촉식 프로브와 회로들에 직접 접촉되지 않는 비접촉식 프로브로 구분될 수 있다.

[0003] 관련 기술들에 따르면, 비접촉식 프로브는 타원 편광법(ellipsometry)을 이용할 수 있다. 그러나, 타원 편광법으로는 불투명한 기관 내에 형성된 다층 회로들의 불량 여부를 확인할 수 없을 것이다. 이러한 경우, 별도의 비접촉식 프로브를 이용해서 다층 회로들을 테스트할 수는 있을 것이다. 그러나, 별도의 비접촉식 프로브를 이용해서 획득한 배선 기관의 이미지는 낮은 화질을 갖게 되어, 회로들의 불량 여부를 정확하게 파악하는데 한계가 있을 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 배선 기관의 회로들의 불량을 정확하게 탐지할 수 있는 배선 기관 테스트 방법을 제공한다.

[0005] 또한, 본 발명은 상기된 방법을 수행하기 위한 장치도 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 견지에 따른 배선 기관 테스트 방법에 따르면, 기준 광학적 특성을 갖는 프로브로부터 반사된 기준광의 차단 조건을 설정할 수 있다. 복수개의 회로들을 갖는 실제 배선 기관으로부터 방출된 전계를 상기 프로브

로 인가하여, 상기 프로브의 상기 기준 광학적 특성을 실제 광학적 특성으로 변화시킬 수 있다. 상기 실제 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로 광을 조사할 수 있다. 상기 실제 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로부터 반사된 반사광에서 상기 차단 조건에 따라 상기 기준광을 차단할 수 있다. 상기 기준광을 제외한 상기 반사광의 나머지를 검출할 수 있다.

[0007] 본 발명의 다른 견지에 따른 배선 기판 테스트 방법에 따르면, 광을 선형 편광시켜서 제 1 편광을 형성할 수 있다. 상기 제 1 편광에 위상 차를 부여하여 제 2 편광을 형성할 수 있다. 상기 제 2 편광을 기준 광학적 특성을 갖는 프로브로 조사할 수 있다. 상기 기준 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로부터 반사된 기준광을 검출할 수 있다. 상기 기준광의 차단 조건을 설정할 수 있다. 복수개의 회로들을 갖는 실제 배선 기판으로부터 방출된 전계를 상기 프로브로 인가하여, 상기 프로브의 상기 기준 광학적 특성을 실제 광학적 특성으로 변화시킬 수 있다. 상기 광을 선형 편광시켜서 상기 제 1 편광을 형성할 수 있다. 상기 제 1 편광에 위상 차를 부여하여 상기 제 2 편광을 형성할 수 있다. 상기 제 2 편광을 상기 실제 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로 조사할 수 있다. 상기 실제 광학적 특성을 갖는 상기 프로브로부터 반사된 반사광에서 상기 차단 조건에 따라 상기 기준광을 차단할 수 있다. 상기 기준광을 제외한 상기 반사광의 나머지를 검출할 수 있다.

[0008] 본 발명의 또 다른 견지에 따른 배선 기판 테스트 장치는 전계 발생기, 프로브, 광원, 선형 편광기, 보상자, 분석기, 광 검출기 및 제어부를 포함할 수 있다. 상기 전계 발생기는 복수개의 회로들을 갖는 배선 기판으로부터 전계 방출을 유도할 수 있다. 상기 프로브는 상기 배선 기판에 인접하게 배치될 수 있다. 상기 프로브는 상기 전계에 의해 변화되는 광학적 특성을 가질 수 있다. 상기 광원은 상기 프로브로 입사되는 광을 발생시킬 수 있다. 상기 선형 편광기는 상기 광을 선형 편광시켜서 제 1 편광을 형성할 수 있다. 상기 보상자는 상기 제 1 편광에 위상 차를 부여하여 상기 프로브로 입사되는 제 2 편광을 형성할 수 있다. 상기 분석기는 상기 프로브로부터 반사된 반사광 중에서 특정 방향의 편광만을 통과시킬 수 있다. 상기 광 검출기는 상기 분석기를 통과한 상기 편광을 검출할 수 있다. 상기 제어부는 상기 광 검출기에서 검출된 상기 편광을 분석하여 상기 회로들의 불량 여부를 판단할 수 있다. 상기 제어부는 상기 전계가 인가되지 않은 상기 프로브로부터 반사되어 상기 분석기에 의해 차단되는 기준광의 차단 조건을 설정할 수 있다.

발명의 효과

[0009] 상기된 본 발명에 따르면, 기준 광학적 특성을 갖는 프로브를 이용해서 기준광의 차단 조건을 설정하고, 이러한 차단 조건에 따라 실제 광학적 특성을 갖는 프로브로부터 반사된 반사광에서 기준광을 차단할 수 있다. 따라서, 기준광이 차단된 반사광의 나머지는 불량 회로에 기인한 것이므로, 검출된 반사광의 나머지로 부터 배선 기판의 회로들의 불량 여부를 정확하게 파악할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배선 기판 테스트 장치를 나타낸 블럭도이다.
 도 2는 도 1에 도시된 장치의 광 처리 과정을 나타낸 도면이다.
 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 배선 기판 테스트 장치를 나타낸 블럭도이다.
 도 4 내지 도 6은 도 1의 장치를 이용해서 배선 기판을 테스트하는 방법을 순차적으로 나타낸 블럭도들이다.
 도 7은 도 4 내지 도 6에 도시된 방법을 순차적으로 설명한 흐름도이다.
 도 8 내지 도 10은 본 발명의 방법과 종래 기술에 따른 방법에 따른 프로브의 굴절률 분포들을 나타낸 이미지들이다.
 도 11 및 도 12는 분석기의 오차에 따라 종래 방법에 의해 획득한 프로브의 굴절률 분포들을 나타낸 이미지들이다.
 도 13 및 도 14는 분석기의 오차에 따라 본 발명의 방법에 의해 획득한 프로브의 굴절률 분포들을 나타낸 이미지들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다.

[0012] 배선 기판 테스트 장치

- [0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배선 기판 테스트 장치를 나타낸 블록도이고, 도 2는 도 1에 도시된 장치의 광 처리 과정을 나타낸 도면이다.
- [0014] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 배선 기판 테스트 장치는 프로브(110), 전계 발생기(120), 광원(130), 선형 편광기(140), 보상자(150), 광 분배기(160), 분석기(170), 광 검출기(180) 및 제어부(190)를 포함할 수 있다.
- [0015] 배선 기판(S)은 기판, 복수개의 회로들 및 절연층을 포함할 수 있다. 회로들은 기판에 형성된 내부 배선, 패드, 연결 단자 등을 포함할 수 있다. 기판은 실리콘, 유기물, 플라스틱, 유리 등을 포함할 수 있다. 내부 배선은 단층 또는 다층 구조를 가질 수 있다. 내부 배선은 수직 및/또는 수평하게 연결된 구조를 가질 수도 있다. 연결 단자는 배선 기판(S)의 하부면에 배치될 수 있다. 연결 단자는 내부 배선과 전기적으로 연결될 수 있다. 패드는 기판의 상부면에 배치될 수 있다. 패드는 내부 배선과 전기적으로 연결될 수 있다. 절연층은 얇은 두께를 갖는 배선 기판(S)을 핸들링하기 위한 캐리어 기판 또는 지지 기판을 포함할 수 있다.
- [0016] 프로브(110)는 배선 기판(S)의 상부에 인접하게 배치될 수 있다. 프로브(110)는 배선 기판(S)과 직접적으로 접촉하지 않을 수 있다. 따라서, 프로브(110)는 배선 기판(S)의 상부면으로부터 이격될 수 있다.
- [0017] 프로브(110)는 전계에 의해 광학적 특성이 변하는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광학적 특성은 굴절률을 포함할 수 있다. 프로브(110)는 광을 투과시킬 수 있는 지지 기판을 포함할 수 있다. 지지 기판은 프로브(110)에 광학 접착제(optical glue)를 매개로 부착될 수 있다. 또한, 프로브(110)는 반사막(112)을 포함할 수 있다. 반사막(112)은 프로브(110)의 하부면에 배치될 수 있다. 따라서, 프로브(110)의 상부로부터 프로브(110)로 입사된 광은 반사막(112)에 의해서 위를 향해 반사될 수 있다.
- [0018] 전계 발생기(120)는 배선 기판(S)의 하부에 배치될 수 있다. 전계 발생기(120)는 배선 기판(S)에 전계를 인가할 수 있다. 따라서, 배선 기판(S)으로부터 전계가 방출될 수 있다. 배선 기판(S)으로부터 방출된 전계는 프로브(110)의 광학적 특성을 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 전계 발생기(120)로부터 배선 기판(S)에 인가된 전계는 불량 내부 배선에 의해서 왜곡될 수 있다. 왜곡된 전계는 패드 및/또는 연결 단자로 전달될 수 있다. 즉, 왜곡된 전계는 불량 내부 배선의 정보를 포함할 수 있다. 따라서, 전계에 의해 변한 프로브(110)의 광학적 특성도 불량 내부 배선의 정보를 포함할 수가 있게 된다.
- [0019] 광원(130)은 프로브(110)의 상부에 배치될 수 있다. 광원(130)은 프로브(110)의 상부면을 향해서 수직하게 광(L)을 조사할 수 있다. 광원(130)은 광대역(broadband) 광원 또는 다파장(multi-wavelength) 광원을 포함할 수 있다. 또한, 광원(130)은 파장 가변형(tunable) 광원 또는 단파장 광원을 포함할 수 있다.
- [0020] 선형 편광기(140)는 광원(130)과 프로브(110) 사이에 배치될 수 있다. 선형 편광기(140)는 광원(130)으로부터 발한 광(L)을 선형 편광시켜서 제 1 편광(P1)을 형성할 수 있다. 예를 들어, 선형 편광기(140)는 광(L)에서 P 편광, 즉 수평 성분 또는 S 편광, 즉 수직 성분만을 통과시켜서 제 1 편광(P1)을 형성할 수 있다.
- [0021] 보상자(150)는 선형 편광기(140)와 프로브(110) 사이에 배치될 수 있다. 보상자(150)는 제 1 편광(P1)을 원형 또는 타원형으로 편광시켜서 제 2 편광(P2)을 형성할 수 있다. 예를 들어, 보상자(150)는 제 1 편광(P1)에 위상 차를 부여하여, 직선형인 제 1 편광을 원형 또는 타원형 편광으로 변화시킬 수 있다. 따라서, 보상자(150)는 위상 지연자(phase retarder)일 수 있다. 구체적으로, 보상자(150)는 1/4 파장판(quarter-wave plate)를 포함할 수 있다.
- [0022] 광 분배기(160)는 보상자(150)와 프로브(110) 사이에 배치될 수 있다. 광 분배기(160)로 입사된 제 2 편광(P2)은 투과광과 반사광으로 분할될 수 있다. 광 분배기(160)에 의해 분할된 투과광 또는 반사광(이하, 입사광(I))이 프로브(110)로 입사될 수 있다. 광 분배기(160)는 비편광 광 분배기(non-polarizing beam splitter) 또는 편광 광 분배기(polarizing beam splitter)를 포함할 수 있다. 광 분배기(160)에 의해 분할된 광들은 동일한 세기를 갖거나 또는 정수배 차이의 세기들을 가질 수 있다.
- [0023] 입사광(I)은 프로브(110)로부터 반사될 수 있다. 특히, 입사광(I)은 반사층(112)으로부터 반사되어 전계 발생기(120)로는 입사되지 않을 수 있다. 전술한 바와 같이, 프로브(110)로부터 반사된 반사광(R)들은 회로들의 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 배선 기판(S)의 정상 회로와 대응하는 프로브(110) 부분으로부터 반사된 반사광(R)(이하, 기준광)의 편광 방향은 배선 기판(S)의 비정상 회로와 대응하는 프로브(110) 부분으로부터 반사된 반사광(R)의 편광 방향과 다를 것이다.
- [0024] 프로브(110)로부터 반사된 반사광(R)은 광 분배기(160)에 의해 분할될 수 있다. 광 분배기(160)에 의해 반사 또는 투과된 반사광(R1)은 입사광(I)과는 다른 경로를 따라 분석기(170)로 입사될 수 있다.

- [0025] 분석기(170)는 광 분배기(160)의 우측에 배치될 수 있다. 광 분배기(160)에 의해 반사된 반사광(R1)이 분석기(170)로 입사될 수 있다. 분석기(170)는 프로브(110)로부터 반사된 반사광(R) 중에서 특정 방향의 편광만을 통과시키는 선형 편광기를 포함할 수 있다. 본 실시예에서, 분석기(170)는 프로브(110)로부터의 반사광(R) 중에서 기준광을 차단하고 나머지 반사광(R2)만을 통과시킬 수 있다. 나머지 반사광(R2)은 비정상 회로에 기인한 것으로서, 기준광의 편광 방향과 다른 편광 방향을 가질 것이다. 따라서, 분석기(170)를 통과한 반사광(R2)은 비정상 회로에 대한 정보만을 포함하고 있을 것이다.
- [0026] 광 검출기(180)는 분석기(170)를 통과한 반사광(R2)을 검출할 수 있다. 광 검출기(180)는 검출된 반사광(R2)을 이차원 이미지로 출력할 수 있다. 광 검출기(180)는 EMCCD(Electron Multiplying CCD) 카메라, sCMOS(Scientific CMOS) 카메라 등을 포함할 수 있다.
- [0027] 제어부(190)는 테스트 장치의 전반적인 동작들을 제어할 수 있다. 특히, 제어부(190)는 광 검출기(180)가 검출된 반사광(R2)을 분석하여, 회로들의 불량 여부를 판단할 수 있다. 예를 들어서, 제어부(190)는 회로에 대한 이미지를 정상 회로에 대한 이미지와 비교하여, 회로의 불량 여부를 판단할 수 있다. 또한, 제어부(190)는 기준광의 차단 조건을 분석기(170)에 설정할 수 있다.
- [0028] 도 2를 참조하여, 제어부(190)가 기준광의 차단 조건을 설정하는 방법을 구체적으로 설명한다.
- [0029] 먼저, 전계가 인가되지 않은 프로브(110)는 기준 광학적 특성을 가질 수 있다. 광원(130)으로부터 발한 광(L)이 선형 편광기(140) 및 보상자(150)를 통해서 기준 광학적 특성을 갖는 프로브(110)로 입사될 수 있다. 분석기(170)가 프로브(110)로부터 반사된 광, 즉 기준광을 검출할 수 있다.
- [0030] 선형 편광기(140), 보상자(150) 및 분석기(170)가 광축을 중심으로 회전된 각도, 즉 방위각을 P, C, A 라고 하면, 분석기(170)를 통과한 기준광의 복소 진폭(complex amplitude)인 E(P,C,A)은 하기 식 (1)로 나타낼 수 있다.
- [0031] 식 (1)
- [0032]
$$E(P,C,A) = r_p \cdot \cos A [\cos(P-C) \cdot \cos C + i \cdot \sin C \cdot \sin(C-P)] + r_s \cdot \sin A [\cos(P-C) \cdot \sin C - i \cdot \cos C \cdot \sin(C-P)]$$
- [0033] 식 (1)에서, r_p 는 P 편광에 대한 프로브(110)의 반사 계수, r_s 는 S 편광에 대한 프로브(110)의 반사 계수일 수 있다.
- [0034] r_p 와 r_s 는 타원편광 파라미터 ψ 와 Δ 에 대하여 하기 식 (2)로 나타낼 수 있다.
- [0035] 식 (2)
- [0036]
$$\tan \psi \cdot e^{i\Delta} = r_p / r_s$$
- [0037] I(P,C,A)를 광 검출기(180)가 검출한 광의 세기라고 하면, P, C, A에 적어도 3번의 다른 값들을 적용하여 적어도 3개의 I(P,C,A)를 획득할 수 있다.
- [0038] I(P,C,A)와 E(P,C,A)는 다음 식 (3)으로 나타낼 수 있다.
- [0039] 식 (3)
- [0040]
$$I(P,C,A) = |E(P,C,A)|^2$$
- [0041] 예를 들어서, 적어도 3개의 I(P,C,A)가 $I_1(0, \pi/4, 0)$, $I_2(0, \pi/4, \pi/4)$ 및 $I_3(\pi/4, \pi/4, \pi/2)$ 인 경우, $\tan \psi$ 와 $\sin \Delta$ 는 하기 식 (4)와 식 (5)로 표현될 수 있다.
- [0042] 식 (4)
- [0043]
$$\tan \psi = (I_1 / I_3)^{1/2}$$
- [0044] 식 (5)
- [0045]
$$\sin \Delta = (I_1 + I_3 - 2I_2) / (4I_1 \cdot I_3)^{1/2}$$

- [0046] 식 (4)와 식 (5)를 통해 ψ 및 Δ 를 구할 수 있다. 물론, 앞서 P, C, A의 조합들 이외에도 다른 조합들로 3번 또는 그 이상의 측정을 통해 ψ 및 Δ 를 구할 수 있다. 한편, ψ 및 Δ 를 구하기 위하여 최소 3번의 P, C, A의 조합들이 필요하지만, 더욱 정확한 ψ 및 Δ 를 구하기 위해, 4번 이상의 P, C, A 조합들에 의한 측정이 수행될 수도 있다.
- [0047] ψ 및 Δ 를 구한 후, 기준광 차단 조건, 즉 기준광이 분석기(170)를 통과하지 못하도록 차단하는 조건은 다음과 같이 구할 수 있다. 일단 C의 각도를 $\pi/4$ 로 설정하면, 식 (1)은 하기 식 (6)으로 표현될 수 있다.
- [0048] 식 (6)
- [0049]
$$E(P,C,A) = r_s/\sqrt{2} \cdot \cos A \cdot e^{-i(\pi/4-P)} [r_p/r_s \cdot e^{i(\pi/2-2P)} + \tan A]$$
- [0050] 기준광 차단 조건, 즉, $E(P, \pi/4, A) = 0$ 이 되는 조건과 식(2)에 의해, $A = \psi$, 및 $P = \Delta/2 - \pi/4$ 이 구해질 수 있다. ψ 및 Δ 은 이미 구해진 값이므로 A와 P 값이 계산될 수 있다. 결국, 기준광 차단 조건으로, $C = \pi/4$, $A = \psi$, 및 $P = \Delta/2 - \pi/4$ 가 구해질 수 있다. 물론, C의 각도로 $\pi/4$ 이외의 값이 설정될 수도 있다.
- [0051] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 다른 배선 기관 테스트 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0052] 도 3을 참조하면, 본 실시예에 따른 배선 기관 테스트 장치는 프로브(110), 전계 발생기(120), 광원(130), 선형 편광기(140), 보상자(150), 분석기(170), 광 검출기(180) 및 제어부(190)를 포함할 수 있다.
- [0053] 본 실시예의 프로브(110), 전계 발생기(120), 광원(130), 선형 편광기(140), 보상자(150), 분석기(170), 광 검출기(180) 및 제어부(190)의 기능들은 도 1을 참조로 설명한 기능들과 실질적으로 동일하다. 따라서, 프로브(110), 전계 발생기(120), 광원(130), 선형 편광기(140), 보상자(150), 분석기(170), 광 검출기(180) 및 제어부(190)의 기능들에 대한 반복 설명은 생략할 수 있다.
- [0054] 광원(130), 선형 편광기(140) 및 보상자(150)는 프로브(110)의 상부면에 대해서 경사지게 배치될 수 있다. 또한, 분석기(170) 및 광 검출기(180)도 프로브(110)의 상부면에 대해서 경사지게 배치될 수 있다. 따라서, 보상자(150)에 의해 형성된 제 2 편광(P2)은 프로브(110)의 표면에 경사지게 입사될 수 있다. 또한, 프로브(110)로부터 경사지게 반사된 반사광(R1)은 분석기(170)에 입사될 수 있다.
- [0055] 배선 기관 테스트 방법
- [0056] 도 4 내지 도 6은 도 1의 장치를 이용해서 배선 기관을 테스트하는 방법을 순차적으로 나타낸 블록도들이고, 도 7은 도 4 내지 도 6에 도시된 방법을 순차적으로 설명한 흐름도이다.
- [0057] 도 4 및 도 7을 참조하면, 단계 ST210에서, 기준 광학적 특성을 갖는 프로브(110)를 이용해서 기준광의 차단 조건을 설정할 수 있다.
- [0058] 구체적으로, 프로브(110)에는 전계가 인가되지 않을 수 있다. 즉, 프로브(110)의 하부에는 배선 기관과 전계 발생기(120)가 배치되지 않을 수 있다. 따라서, 전계가 인가되지 않은 프로브(110)는 고유의 광학적 특성, 즉 기준 광학적 특성을 가질 수 있다. 이러한 상태에서, 광원(130)에서 발한 광(L)은 선형 편광기(140)로 입사될 수 있다. 선형 편광기(140)는 광(L)을 선형 편광시켜서 제 1 편광(P1)을 형성할 수 있다. 제 1 편광(P1)은 보상자(150)로 입사될 수 있다. 보상자(150)는 제 1 편광(P1)에 위상 차를 부여하여 원형 또는 타원인 제 2 편광(P2)을 형성할 수 있다. 제 2 편광(P2)은 광 분배기(160)로 입사될 수 있다. 광 분배기(160)로 입사된 제 2 편광(P2)은 투과광과 반사광으로 분할되어, 입사광(I)이 형성될 수 있다.
- [0059] 입사광(I)은 기준 광학적 특성을 갖는 프로브(110)로 입사될 수 있다. 기준광(C)이 기준 광학적 특성을 갖는 프로브(110)로부터 반사될 수 있다. 프로브(110)로부터 반사된 기준광(C)은 광 분배기(160)에 의해 분할될 수 있다. 광 분배기(160)에 의해 반사된 기준광(C1)은 분석기(170)로 입사될 수 있다. 분석기(170)를 통과한 기준광(C2)은 광 검출기(180)로 입사될 수 있다. 광 검출기(180)는 기준광(C2)을 검출할 수 있다. 제어부(190)는 검출된 기준광(C2)이 분석기(170)를 통과하지 않도록 하는 조건들을 전술된 식들을 참조로 설명한 방법을 이용해서 설정할 수 있다.
- [0060] 도 5 및 도 7을 참조하면, 단계 ST220에서, 정상 광학적 특성을 갖는 프로브(110)를 이용해서 정상 배선 기관(NS)의 정상 이미지를 획득할 수 있다.
- [0061] 구체적으로, 정상 회로들을 갖는 정상 배선 기관(NS)을 프로브(110)와 전계 발생기(120) 사이에 배치시킬 수 있다. 전계 발생기(120)가 정상 배선 기관(NS)으로 전계를 인가할 수 있다. 따라서, 정상 배선 기관(NS)으로부터

전계가 방출될 수 있다. 프로브(110)의 기준 광학적 특성은 전계에 의해서 정상 광학적 특성으로 변화될 수 있다. 프로브(110)의 정상 광학적 특성은 정상 배선 기관(NS)의 정상 회로들에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[0062] 이러한 상태에서, 광원(130)에서 발한 광(L)은 선형 편광기(140)로 입사될 수 있다. 상기 광(L)은 기준 광학적 특성을 갖는 프로브(110)로 조사된 광의 특성과 실질적으로 동일한 특성을 가질 수 있다. 선형 편광기(140)는 광(L)을 선형 편광시켜서 제 1 편광(P1)을 형성할 수 있다. 제 1 편광(P1)은 보상자(150)로 입사될 수 있다. 보상자(150)는 제 1 편광(P1)에 위상 차를 부여하여 원형 또는 타원인 제 2 편광(P2)을 형성할 수 있다. 제 2 편광(P2)은 광 분배기(160)로 입사될 수 있다. 제 2 편광(P2)은 광 분배기(160)로 입사될 수 있다. 광 분배기(160)로 입사된 제 2 편광(P2)은 투과광과 반사광으로 분할되어, 입사광(I)이 형성될 수 있다.

[0063] 입사광(I)은 정상 광학적 특성을 갖는 프로브(110)로 입사될 수 있다. 반사광(N)이 정상 광학적 특성을 갖는 프로브(110)로부터 반사될 수 있다. 프로브(110)로부터 반사된 반사광(N)은 광 분배기(160)에 의해 분할될 수 있다. 광 분배기(160)에 의해 반사된 반사광(N1)은 분석기(170)로 입사될 수 있다. 분석기(170)를 통과한 반사광(N2)은 광 검출기(180)로 입사될 수 있다. 광 검출기(180)는 반사광(N2)을 검출할 수 있다. 광 검출기(180)는 검출된 반사광(N2)으로부터 정상 회로들에 대한 정상 이미지를 출력할 수 있다. 출력된 정상 이미지는 제어부(190)에 저장될 수 있다.

[0064] 도 6 및 도 7을 참조하면, 단계 ST230에서, 실제 회로들을 갖는 실제 배선 기관(AS)을 프로브(110)와 전계 발생기(120) 사이에 배치시킬 수 있다. 전계 발생기(120)가 실제 배선 기관(AS)으로 전계를 인가할 수 있다. 따라서, 실제 배선 기관(AS)으로부터 전계가 방출될 수 있다. 프로브(110)의 기준 광학적 특성은 전계에 의해서 실제 광학적 특성으로 변화될 수 있다. 프로브(110)의 실제 광학적 특성은 실제 배선 기관(AS)의 실제 회로들에 대한 정보를 포함할 수 있다. 즉, 프로브(110)의 실제 광학적 특성은 실제 배선 기관(AS)의 정상 회로 및 불량 회로에 대한 정보들을 포함할 수 있다. 특히, 정상 회로에 대한 정보를 포함하는 프로브(110)의 실제 광학적 특성을 나타내는 부위로부터 반사된 반사광이 기준광에 해당될 수 있다.

[0065] 이러한 상태에서, 광원(130)에서 발한 광(L)은 선형 편광기(140)로 입사될 수 있다. 상기 광(L)은 기준 광학적 특성을 갖는 프로브(110)로 조사된 광의 특성과 실질적으로 동일한 특성을 가질 수 있다. 단계 ST240에서, 선형 편광기(140)는 광(L)을 선형 편광시켜서 제 1 편광(P1)을 형성할 수 있다. 제 1 편광(P1)은 보상자(150)로 입사될 수 있다. 단계 ST250에서, 보상자(150)는 제 1 편광(P1)에 위상 차를 부여하여 원형 또는 타원인 제 2 편광(P2)을 형성할 수 있다. 제 2 편광(P2)은 광 분배기(160)로 입사될 수 있다. 단계 ST260에서, 광 분배기(160)로 입사된 제 2 편광(P2)은 투과광과 반사광으로 분할되어, 입사광(I)이 형성될 수 있다.

[0066] 단계 ST270에서, 입사광(I)은 실제 광학적 특성을 갖는 프로브(110)로 입사될 수 있다. 반사광(R)이 실제 광학적 특성을 갖는 프로브(110)로부터 반사될 수 있다.

[0067] 단계 ST280에서, 프로브(110)로부터 반사된 반사광(R)은 광 분배기(160)에 의해 분할될 수 있다. 광 분배기(160)에 의해 반사된 반사광(R1)은 분석기(170)로 입사될 수 있다. 반사광(R1)은 기준광을 포함할 수 있다. 전술한 바와 같이, 제어부(190)가 기준광의 차단 조건을 분석기(170)에 설정하였으므로, 반사광(R1) 내에 포함된 기준광은 분석기(170)를 통과하지 못할 수 있다. 반면에, 기준광을 제외한 반사광(R1)의 나머지(R2)만이 분석기(170)를 통과할 수 있다. 여기서, 기준광을 제외한 반사광(R1)의 나머지(R2)는 불량 회로에 대한 정보를 포함하는 프로브(110)의 실제 광학적 특성을 나타내는 부위로부터 반사된 것일 수 있다.

[0068] 단계 ST290에서, 나머지 반사광(R2)은 광 검출기(180)로 입사될 수 있다. 광 검출기(180)는 검출된 반사광(R2)으로부터 불량 회로들에 대한 실제 이미지를 출력할 수 있다. 출력된 실제 이미지는 제어부(190)에 저장될 수 있다.

[0069] 단계 ST300에서, 제어부(190)는 실제 이미지를 정상 이미지와 비교하여, 실제 배선 기관(AS)의 실제 회로들에 대한 불량 여부를 판단할 수 있다.

[0070] 도 8 내지 도 10은 본 발명의 방법과 종래 기술에 따른 방법에 따른 프로브의 굴절률 분포들을 나타낸 이미지들이다. 도 8은 전계 세기에 의한 프로브의 굴절률 분포를 나타낸 이미지이고, 도 9는 기준광 차단 조건이 설정되지 않은 경우에서 전계 세기에 의한 프로브의 굴절률 분포를 나타낸 이미지이며, 도 10은 기준광 차단 조건이 설정된 경우에서 전계 세기에 의한 프로브의 굴절률 분포를 나타낸 이미지이다.

[0071] 도 8 및 도 9에 나타난 바와 같이, 기준광 차단 조건이 적용되지 않은 상태에서 획득한 도 9의 이미지는 도 8의 이미지와 비교해서 상당히 왜곡되어 있음을 확인할 수 있다. 반면에, 기준광 차단 조건이 적용된 상태에서 획득한 도 10의 이미지는 도 8의 이미지와 비교해서 거의 동일함을 확인할 수 있다. 따라서, 기준광 차단 조건을 적

용하는 것에 의해서 실제 배선 기관의 실제 회로들의 불량 여부를 정확하게 파악할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0072] 도 11 및 도 12는 분석기의 오차에 따라 종래 방법에 의해 획득한 프로브의 굴절률 분포들을 나타낸 이미지들이다. 도 11은 기준광 차단 조건이 적용되지 않은 경우, 분석기의 회전각에 대해서 +1도 오차가 난 경우 프로브의 굴절률 분포를 나타낸 이미지이고, 도 12는 기준광 차단 조건이 적용되지 않은 경우, 분석기의 회전각에 대해서 -1도 오차가 난 경우 프로브의 굴절률 분포를 나타낸 이미지이다.

[0073] 도 11 및 도 12에 나타난 바와 같이, 분석기의 회전각이 ±1도 오차가 난 경우, 기준광 차단 조건이 적용되지 않은 이미지들의 컨트라스트는 도 9의 컨트라스트 1에서 0.05로 대략 95% 정도 감소함을 알 수 있다.

[0074] 도 13 및 도 14는 분석기의 오차에 따라 본 발명의 방법에 의해 획득한 프로브의 굴절률 분포들을 나타낸 이미지들이다. 도 13은 기준광 차단 조건이 적용된 경우, 분석기의 회전각에 대해서 +1도 오차가 난 경우 프로브의 굴절률 분포를 나타낸 이미지이고, 도 12는 기준광 차단 조건이 적용된 경우, 분석기의 회전각에 대해서 -1도 오차가 난 경우 프로브의 굴절률 분포를 나타낸 이미지이다.

[0075] 도 13 및 도 14에 나타난 바와 같이, 분석기의 회전각이 ±1도 오차가 난 경우, 기준광 차단 조건이 적용된 이미지들의 컨트라스트는 도 10의 컨트라스트 1에서 0.89 또는 0.97로 대략 11% 이하 감소함을 알 수 있다. 따라서, 기준광 차단 조건이 테스트 조건 설정 오차에 대한 민감도를 완화시킬 수 있음을 확인할 수 있다.

[0076] 상기된 본 실시예들에 따르면, 기준 광학적 특성을 갖는 프로브를 이용해서 기준광의 차단 조건을 설정하고, 이러한 차단 조건에 따라 실제 광학적 특성을 갖는 프로브로부터 반사된 반사광에서 기준광을 차단할 수 있다. 따라서, 기준광이 차단된 반사광의 나머지는 불량 회로에 기인한 것이므로, 검출된 반사광의 나머지로 부터 배선 기관의 회로들의 불량 여부를 정확하게 파악할 수 있다.

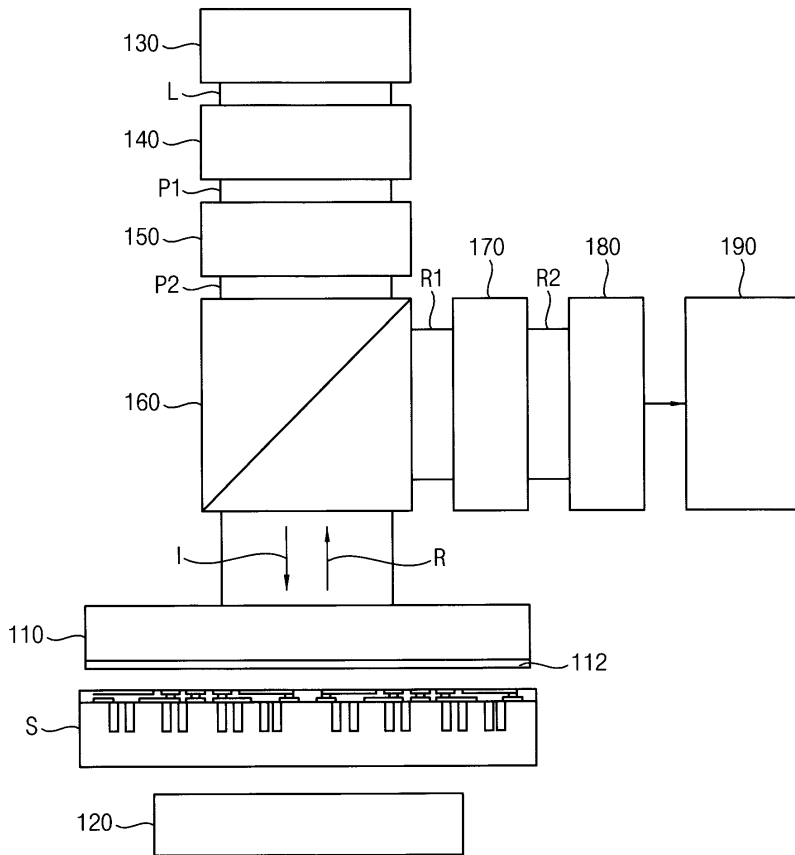
[0077] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만 해당 기술 분야의 숙련된 당업자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

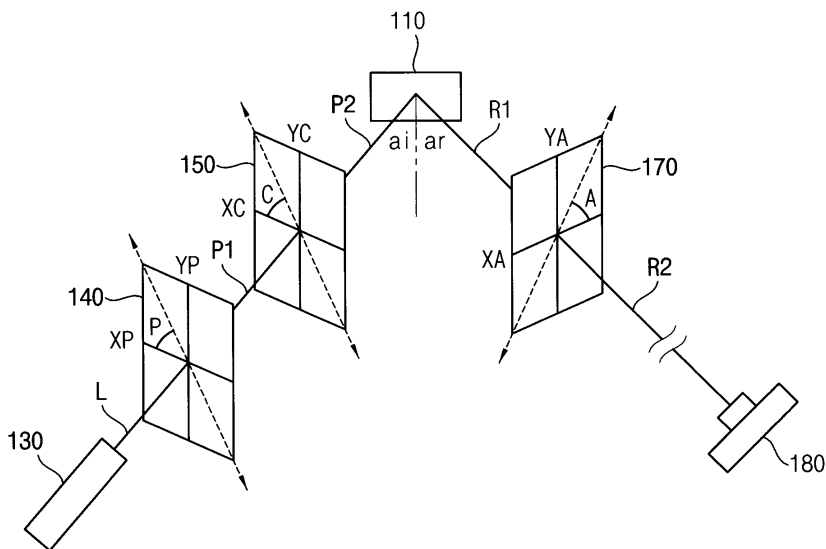
- | | | |
|--------|-----------|--------------|
| [0078] | 110 ; 프로브 | 120 ; 전계 발생기 |
| | 130 ; 광원 | 140 ; 선형 편광기 |
| | 150 ; 보상자 | 160 ; 광 분배기 |
| | 170 ; 분석기 | 180 ; 광 검출기 |
| | 190 ; 제어부 | |

도면

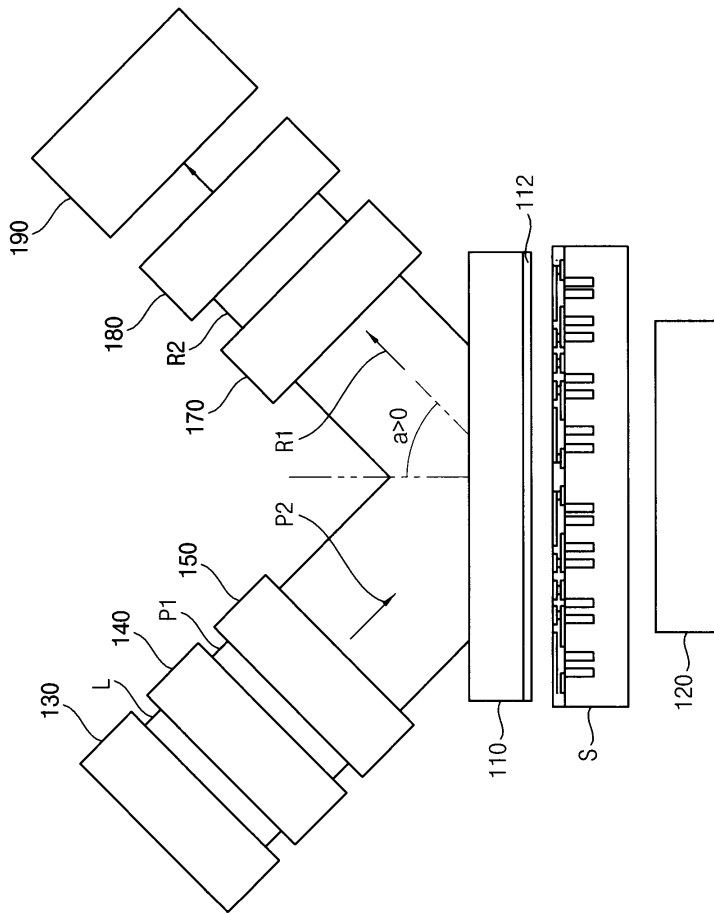
도면1



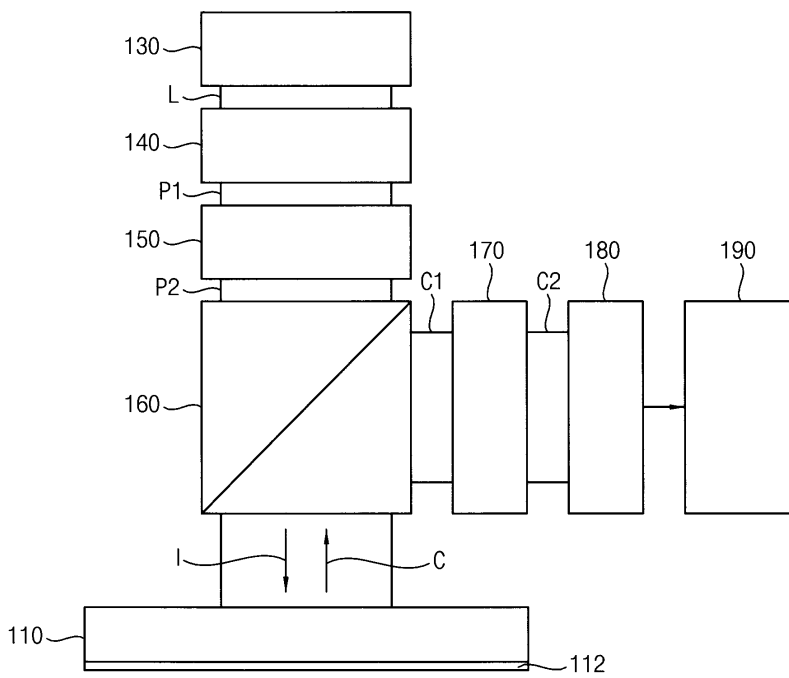
도면2



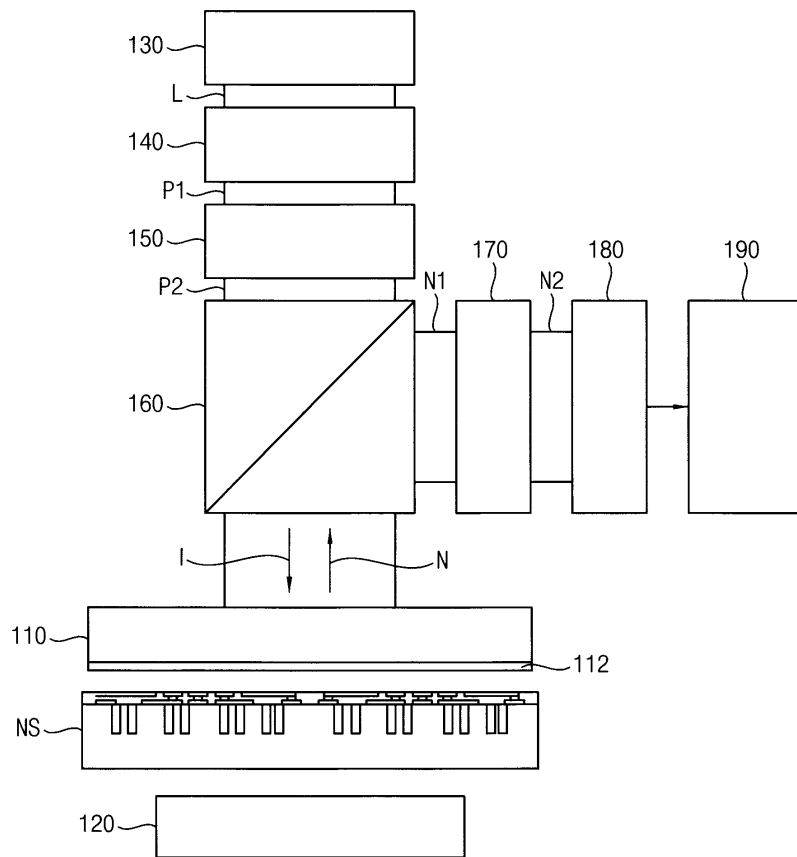
도면3



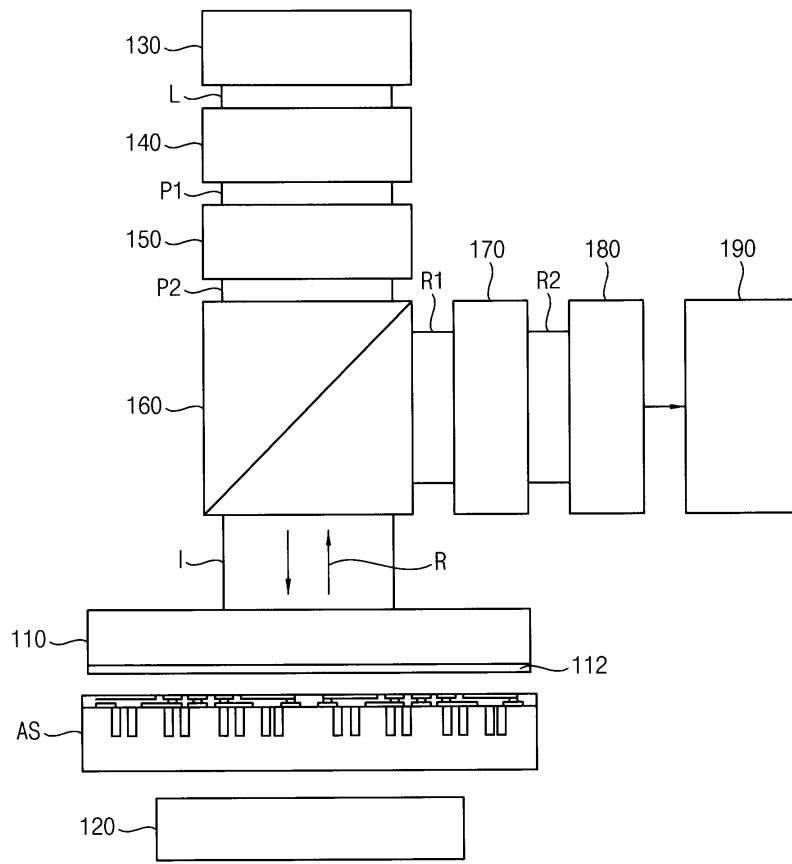
도면4



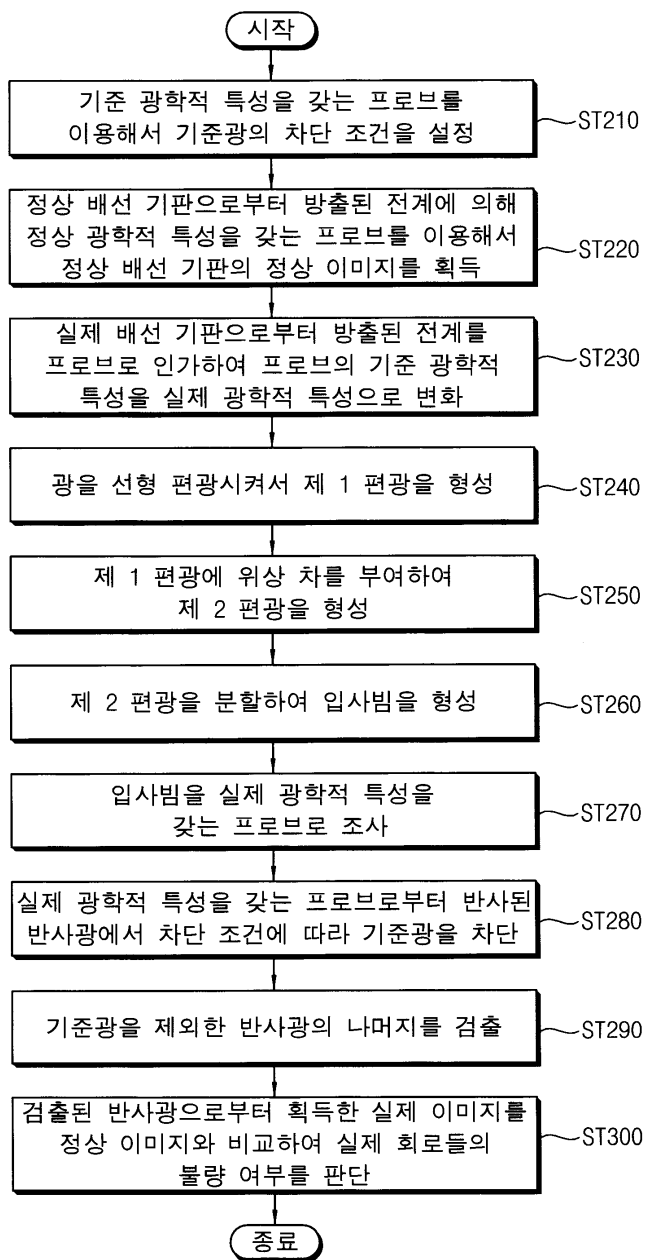
도면5



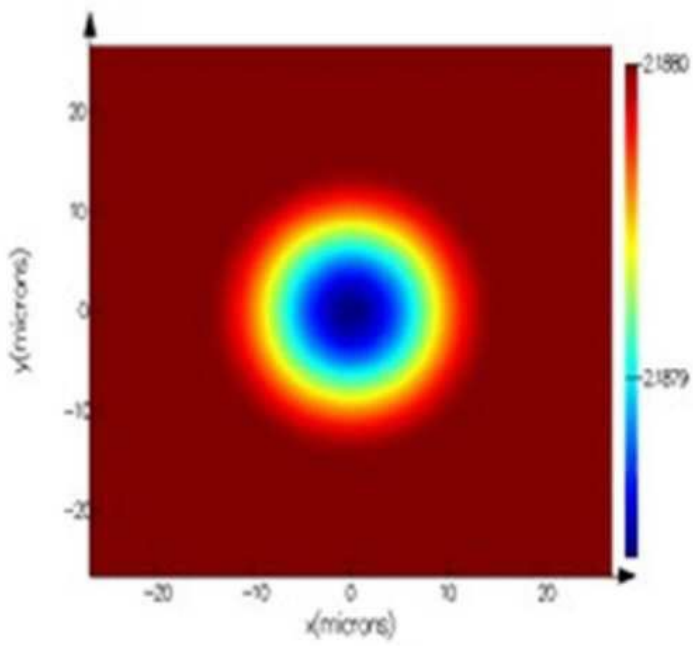
도면6



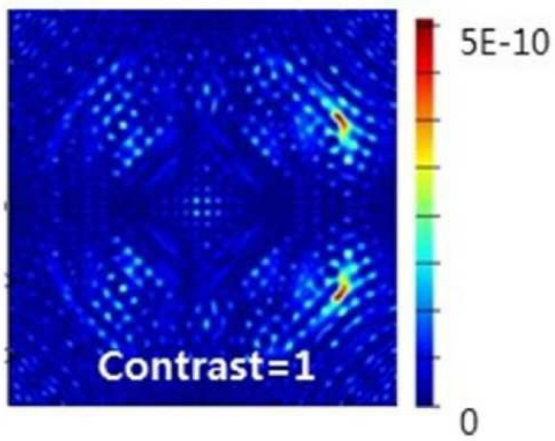
도면7



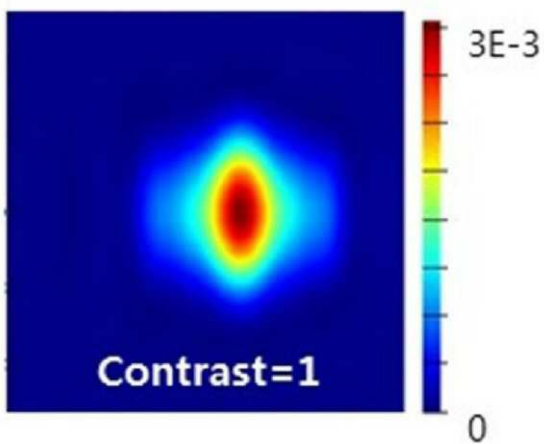
도면8



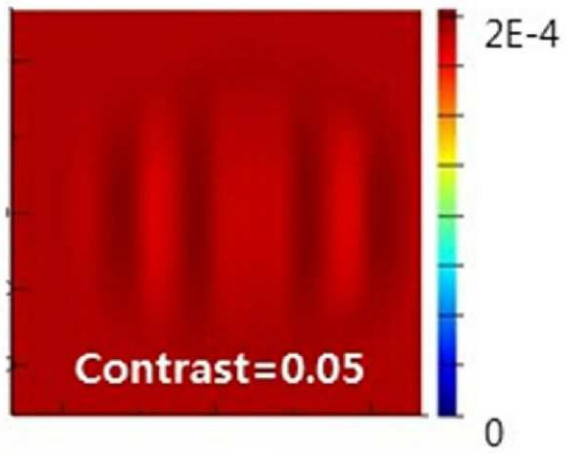
도면9



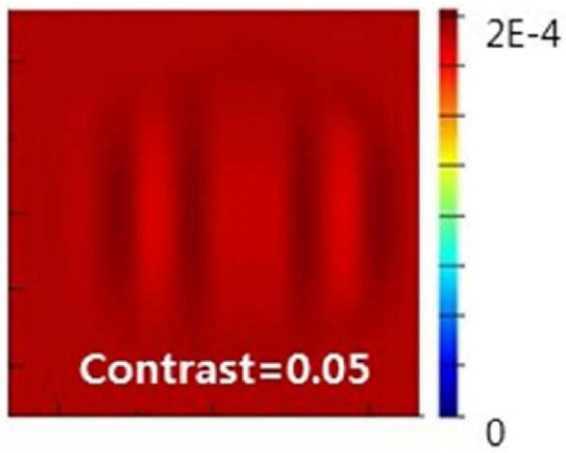
도면10



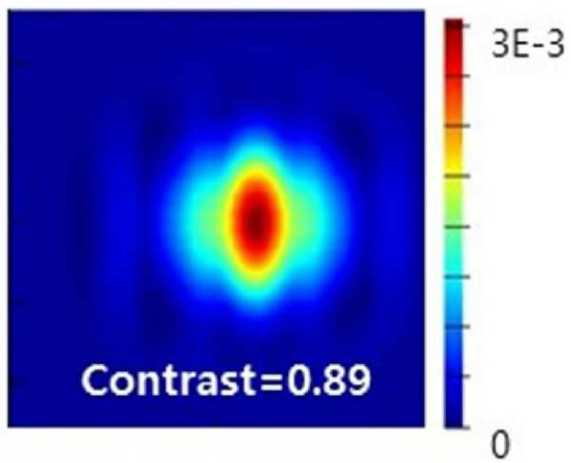
도면11



도면12



도면13



도면14

