



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0143069
(43) 공개일자 2017년12월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 11/06 (2006.01) G02B 6/26 (2006.01)
H01S 3/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01B 11/06 (2013.01)
G02B 6/262 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0075906

(22) 출원일자 2016년06월17일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

류성윤

경기도 수원시 영통구 산남로73번길 60 201호 (매탄동)

손영훈

인천광역시 남동구 청능대로718번길 7 104동 1101호 (논현동,소래풍림아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 고려

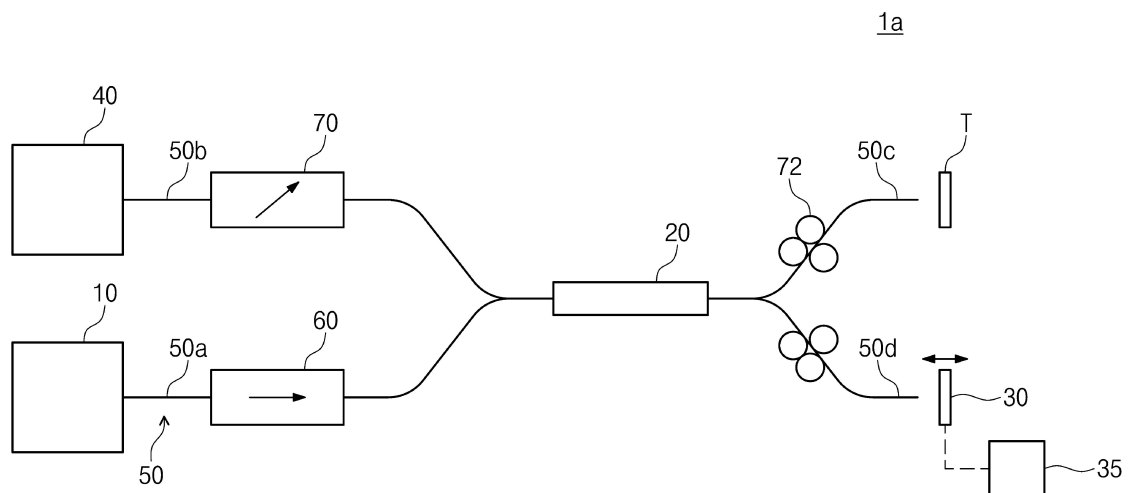
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 두께 측정 장치 및 두께 측정 방법

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 두께 측정 장치는, 펄스 레이저를 방출하는 광원, 상기 방출된 펄스 레이저의 일부를 타겟으로 입사시키고, 다른 일부를 기준 거울로 입사시키는 광 커플러, 상기 기준 거울에서 반사된 반사 신호 및 상기 타겟에서 발생된 샘플 신호가 입사되고, 상기 반사 신호와 상기 샘플 신호간의 간섭 신호로부터 상기 타겟의 두께를 측정하는 검출기 및 상기 광원, 상기 광 커플러, 그리고 상기 검출기를 연결하는 광 파이버를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01S 3/10046 (2013.01)

(72) 발명자

양유신

서울특별시 서초구 고무래로 35 (반포동, 반포리체
아파트) 106동 601호

전충삼

경기도 수원시 팔달구 권광로364번길 7-2 1동 103
호 (우만동, 현대아파트)

지윤정

경기도 성남시 분당구 정자로 112 502동 603호 (정
자동, 정든마을신화5단지아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

펄토초 레이저 광을 방출하는 광원;

상기 펄토초 레이저 광의 일부를 타겟으로 입사시키고, 다른 일부를 기준 거울로 입사시키는 광 커플러;

상기 기준 거울에서 반사된 반사 신호 및 상기 타겟에서 발생된 샘플 신호가 입사되고, 상기 반사 신호와 상기 샘플 신호간의 간섭 신호로부터 상기 타겟의 두께를 측정하는 검출기; 및

상기 광원, 상기 광 커플러, 그리고 상기 검출기를 연결하는 광 파이버를 포함하는 두께 측정 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 광 커플러의 일단은 상기 광원 및 상기 검출기와 연결되고, 상기 광 커플러의 타단은 상기 타겟 및 상기 기준 거울과 인접하는 두께 측정 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 광 파이버는:

상기 광 커플러의 일단과 상기 광원을 연결하는 제 1 라인;

상기 광 커플러의 일단과 상기 검출기를 연결하는 제 2 라인;

상기 광 커플러의 타단으로부터 상기 타겟으로 연장되는 제 3 라인; 및

상기 광 커플러의 타단으로부터 상기 기준 거울로 연장되는 제 4 라인을 포함하는 두께 측정 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 광 커플러는 제 1 광 커플러이고,

상기 두께 측정 장치는, 상기 제 1 광 커플러와 상기 검출기 사이의 상기 광 파이버 상에 배치된 제 2 광 커플러를 더 포함하는 두께 측정 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 광 파이버는:

상기 제 1 광 커플러의 일단과 상기 광원을 연결하는 제 1 라인;

상기 제 2 광 커플러의 일단과 상기 검출기를 연결하는 제 2 라인;

상기 제 1 광 커플러의 타단으로부터 상기 타겟으로 연장되는 제 3 라인;

상기 제 1 광 커플러의 타단으로부터 상기 기준 거울로 연장되는 제 4 라인;
 상기 제 2 광 커플러의 타단으로부터 상기 타겟으로 연장되는 제 5 라인; 및
 상기 제 1 광 커플러의 일단과 상기 제 2 광 커플러의 타단을 연결하는 제 6 라인을 포함하는 두께 측정 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
 상기 제 3 라인 및 상기 제 5 라인의 단부들은, 상기 타겟을 중심으로 서로 대향되게 배치되는 두께 측정 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
 상기 펄스 레이저의 입사 방향을 따라 상기 기준 거울을 이동시키는 기준 거울 이동부를 더 포함하는 두께 측정 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
 상기 샘플 신호는 상기 타겟으로부터 반사된 반사 신호인 두께 측정 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
 상기 샘플 신호는 상기 타겟을 투과한 투과 신호인 두께 측정 장치.

청구항 10

펄스 레이저 광을 방출하는 것;
 상기 펄스 레이저 광의 일부를 기준 거울로 입사하는 것;
 상기 펄스 레이저 광의 다른 일부를 적층 구조체로 입사하는 것;
 상기 기준 거울에서 반사된 기준 신호를 획득하는 것;
 상기 적층 구조체로부터 샘플 신호들을 획득하는 것;
 상기 기준 신호와 상기 샘플 신호들 간의 간섭 신호들을 획득하는 것; 및
 상기 간섭 신호들로부터 상기 적층 구조체의 두께를 측정하는 것을 포함하되,
 상기 간섭 신호들로부터 상기 적층 구조체의 두께를 측정하는 것은, 상기 간섭 신호들의 피크점들로부터 상기 적층 구조체의 각각의 층들의 두께들로 변환하는 것을 포함하는 두께 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 두께 측정 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 펄스 레이저를 이용하여 적층 구조체의 개별 두께들을 측정할 수 있는 두께 측정 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 반도체 공정이 미세화 및 복잡화됨에 따라, 반도체 소자들의 각 층들의 두께가 전체 패키지 사이즈에 영향을 미치고, 각 칩들간의 두께에 따라 칩의 성능에 영향을 미친다. 이에 따라, 칩간 간격(Gap height)을 정밀하게 측정하는 것이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0003] 본 발명은 신뢰도가 향상된 두께 측정 장치 및 이를 이용한 두께 측정 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0004] 상기 해결하고자 하는 과제를 달성하기 위하여 본 발명의 실시예에 따른 두께 측정 장치는, 펄스 레이저를 방출하는 광원, 상기 방출된 펄스 레이저의 일부를 타겟으로 입사시키고, 다른 일부를 기준 거울로 입사시키는 광 커플러, 상기 기준 거울에서 반사된 반사 신호 및 상기 타겟에서 발생된 샘플 신호가 입사되고, 상기 반사 신호와 상기 샘플 신호간의 간섭 신호로부터 상기 타겟의 두께를 측정하는 검출기 및 상기 광원, 상기 광 커플러, 그리고 상기 검출기를 연결하는 광 파이버를 포함한다.

- [0005] 상기 해결하고자 하는 과제를 달성하기 위하여 본 발명의 실시예에 따른 두께 측정 방법은, 펄스 레이저를 방출하는 것, 상기 펄스 레이저의 일부를 기준 거울로 입사하는 것, 상기 펄스 레이저의 다른 일부를 적층 구조체로 입사하는 것, 상기 기준 거울에서 반사된 기준 신호를 획득하는 것, 상기 적층 구조체로부터 샘플 신호를 획득하는 것, 상기 기준 신호와 상기 샘플 신호들 간의 간섭 신호들을 획득하는 것 및 상기 간섭 신호들로부터 상기 적층 구조체의 두께를 측정하는 것을 포함하되, 상기 간섭 신호들로부터 상기 적층 구조체의 두께를 측정하는 것은, 상기 간섭 신호들의 보강 간섭 위치들로부터 상기 적층 구조체의 각각의 층들의 두께들을 측정하는 것을 포함한다.

- [0006] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0007] 본 발명의 두께 측정 장치 및 방법은 펄스 레이저를 이용하여, 다중 주파수 신호에 대한 위상 결맞음성이 향상되고, 측정 정확도를 향상시킬 수 있다. 또한, 광 파이버를 통해 광학 소자들을 연결하도록 구성함으로써, 광의 손실을 줄이고 공간적 제약으로부터 벗어날 수 있다. 또한, 저에너지의 파장 대역을 사용하므로 반도체 소자의 특성 변화를 방지할 수 있고, 고속 측정이 가능하다.

- [0008] 본 발명의 효과는 상술한 효과들로 제한되지 않는다. 언급되지 않은 효과들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1a는 본 발명의 실시예에 따른 두께 측정 장치를 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 두께 측정 장치를 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 2는 타겟의 일 실시예를 보여주는 도면이다.

도 3은 도 1a의 두께 측정 장치를 이용하여, 도 2의 타겟의 두께를 측정하는 과정을 보여주는 플로우차트이다.

도 4a 내지 도 4f는 도 3의 두께 측정 방법을 보여주는 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 두께 측정 장치(1a)를 개략적으로 보여주는 도면이다. 두께 측정 장치(1a)는 타겟(T)의 두께를 측정한다. 타겟(T)은 적층 구조체(stacked structure)인 경우, 두께 측정 장치(1a)는 타겟(T)의 각 층들의 개별 두께들을 측정할 수 있다. 도 1a를 참조하면, 두께 측정 장치(1a)는 광원(10), 광 커플러(20), 기준 거울(30), 기준 거울 이동부(35), 검출기(40), 광 파이버(50), 아이솔레이터(isolator, 60), 그리고 편광 소자들(70,72)를 포함할 수 있다. 도 1a의 두께 측정 장치(1a)는 반사형 두께 측정 장치일 수 있다.

- [0011] 광원(10)은 펄스 레이저(pulse laser) 광을 방출한다. 일 예로, 광원(10)은 펨토초 레이저(femto second laser) 광을 방출할 수 있다. 광원(10)은 근적외선 대역의 파장을 갖는 광을 방출할 수 있다. 펨토초 레이저 광은, 수 십 내지 수 백 펨토초 내의 시간 동안 에너지가 집중되어 조사되는 펄스 타입으로서, 다중 주파수 신호에 대해 우수한 위상 결맞음성 및 우수한 간섭성을 갖는다. 또한, 본 명세서에서 광 및 신호는 동일한 의미로 혼용될 수 있으나, 설명의 편의를 위해, 반사/투과 전후에 따라, 반사/투과 전은 광으로 지칭하고 반사/투과 후에는 신호로 지칭한다.
- [0012] 광원(10), 광 커플러(20), 기준 거울(30), 기준 거울 이동부(35), 검출기(40), 아이솔레이터(60), 그리고 편광 소자들(70,72)는 광 파이버(50)에 의해 연결될 수 있다. 다시 말해, 두께 측정 장치(1a)에서, 광 파이버(50)는 광 경로를 제공할 수 있다.
- [0013] 광 파이버(50)는 제 1 라인(50a), 제 2 라인(50b), 제 3 라인(50c), 그리고 제 4 라인(50d)을 포함할 수 있다. 제 1 라인(50a)은 광 커플러(20)의 일단과 광원(10)을 연결하고, 제 2 라인(50b)은 광 커플러(20)의 일단과 검출기(40)를 연결할 수 있다. 제 3 라인(50c)은 광 커플러(20)의 타단으로부터 타겟(T)을 향해 연장되고, 제 4 라인(50d)은 광 커플러(20)의 타단으로부터 기준 거울(30)을 향해 연장될 수 있다. 제 3 라인(50c)의 단부는 타겟(T)과 인접하게 배치되고, 제 4 라인(50d)의 단부는 기준 거울(30)과 인접하게 배치될 수 있다.
- [0014] 광 커플러(20)는 단일 광섬유에서의 광 신호를 복수의 광섬유로 나눌 수 있고, 복수의 광섬유에서의 광 신호들을 단일 광섬유로 모을 수 있다. 광 커플러(20)는 2X2 커플러로서, 상술한 바와 같이, 광 커플러(20)의 일단은 광원(10) 및 검출기(40)와 연결되고, 광 커플러(20)의 타단은 타겟(T) 및 기준 거울(30)과 인접하도록 배치될 수 있다. 광 커플러(20)의 일단은 입력단이고, 타단은 출력단일 수 있다. 광 커플러(20)는 광원(10)에서 방출된 펨토초 레이저 광의 일부를 타겟(T)으로 입사시키고, 다른 일부를 기준 거울(30)로 입사시킨다.
- [0015] 보다 구체적으로, 제 1 라인(50a)을 통해 광 커플러(20)로 공급된 펨토초 레이저 광은, 제 3 라인(50c)을 통해 일부가 타겟(T)으로 입사되고, 제 4 라인(50d)을 통해 다른 일부가 기준 거울(30)로 입사될 수 있다. 도 1a에서는, 광원(10), 타겟(T), 기준 거울(30)이 광 파이버(50)로 연결되고, 광 커플러(20)가 광 파이버(50)를 분할 및 연결하는 것으로 예를 들어 설명하였으나, 이와 달리, 광 커플러(20)는 빔 스플리터(beam splitter), 하프 미러(half mirror) 등으로 제공될 수 있다. 즉, 광 커플러(20)는 입사된 광의 일부를 반사시키고 다른 일부를 투과시키는 다양한 종류의 광학 소자일 수 있다.
- [0016] 도 2는 타겟(T)의 일 실시예를 보여주는 도면이다. 타겟(T)은 적층 구조체(stacked structure)로서, 반도체 소자일 수 있다. 도 2에 도시된 반도체 소자(T)의 각 구성 요소들은 실제 비율과 상이할 수 있다. 반도체 소자(T)는 기판(10), 버퍼층(11), 기판(10)과 버퍼층(11) 사이의 제 1 접착제(13), 버퍼층(11) 상에 적층된 복수 개의 칩들(12a, 12b, 12c, 12d), 그리고 복수 개의 칩들(12a, 12b, 12c, 12d) 사이의 제 2 접착제들(14a, 14b, 14c, 14d)을 포함할 수 있다. 도 2에서는, 기판(10) 상에 4개의 칩들(12a, 12b, 12c, 12d)이 적층된 것을 예로 들어 도시하였으나, 칩들의 개수는 이에 제한되지 않는다. 또한, 도 2에서는 반도체 소자(T)가 기판(10) 상에 칩들(12a, 12b, 12c, 12d)과 버퍼층(11), 그리고 접착제들(13, 14a, 14b, 14c, 14d)을 포함하는 것을 예로 들었으나, 이와 달리, 반도체 소자는 칩들 사이에 적층된 솔더 범프들 또는 칩들을 둘러싸는 몰드막 등을 더 포함할 수 있다. 도 1a의 두께 측정 장치(1a)를 이용하여, 각 층들간의 두께를 측정할 수 있다. 예를 들어, 각 칩의 두께(D) 및 각 제 2 접착제의 두께(d)를 측정할 수 있다. 도 1a의 두께 측정 장치(1a)에 의해 두께가 측정되는 타겟(T)은 투과성에 비해 반사성이 우수한 물질로 이루어질 수 있다. 도시되지 않았으나, 타겟(T)을 지지하는 지지부 또는 타겟(T)을 수용하는 진공 챔버 등이 제공될 수 있다.
- [0017] 다시 도 1a를 참조하면, 제 3 라인(50c)을 통해 타겟(T)으로 입사된 펨토초 레이저 광은 타겟(T)에서 반사되고, 이 때 발생한 타겟 신호가 제 3 라인(50c)으로 재입사된다. 타겟 신호는 반사 신호일 수 있다. 반사 신호는 제 3 라인(50c) 및 제 2 라인(50b)을 통해 검출기(40)로 전달된다. 도시되지 않았지만, 제 3 라인(50c)과 타겟(T) 사이에는 광학 소자, 예를 들어, 렌즈, 가 제공되어 펨토초 레이저의 입사 및 반사 방향을 제어할 수 있다.
- [0018] 제 4 라인(50d)을 통해 기준 거울(30)로 입사된 펨토초 레이저 광은 기준 거울(30)에서 반사되고, 이 때 발생한 반사 신호는 제 4 라인(50d)으로 재입사된다. 반사 신호는 제 4 라인(50d) 및 제 2 라인(50b)을 통해 검출기(40)로 전달된다. 이 때, 기준 거울 이동부(35)는 기준 거울(30)를 펨토초 레이저의 입사 방향을 따라 이동시킨다. 기준 거울 이동부(35)는 기준 거울(30)를 소정의 범위 내에서 왕복 운동시킬 수 있다. 기준 거울 이동부(35)가 기준 거울(30)의 위치를 변화시킴으로써, 기준 거울(30)에서 반사되는 기준 신호들이 서로 상이한 광 경로들을 가질 수 있다. 도시되지 않았지만, 제 4 라인(50d)과 기준 거울(30) 사이에는 광학 소자, 예를 들어, 렌

즈, 가 제공되어 펄스 레이저의 입사 및 반사 방향을 제어할 수 있다.

- [0019] 검출기(40)는 기준 신호 및 반사 신호들을 전달받아, 이들간의 간섭 신호들을 획득할 수 있다. 검출기(40)는 제어부 및 영상표시부를 포함하여, 신호들을 분석하고 분석한 신호들을 디스플레이할 수 있다. 일 예로, 검출기(40)는 포토 다이오드(photo diode)를 포함할 수 있다. 검출기(40)는 간섭 신호들을 획득하여, 간섭 신호들로부터 타겟(T) 및 타겟(T)의 각 층의 두께들을 측정할 수 있다.
- [0020] 아이솔레이터(60)는 광원(10)과 광 커플러(20) 사이의 제 1 라인(50a) 상에 배치될 수 있다. 아이솔레이터(60)는 제 1 라인(50a) 상의 펄스 레이저의 흐름을 일 방향으로 전달할 수 있다. 편광 소자들(70,72)은 광 파이버(50)의 광 경로 상에 제공될 수 있다. 편광 소자들(70,72)은 펄스 레이저 중 특정 방향의 진동을 갖는 일부분만을 추출할 수 있다. 예를 들어, 편광 소자들(70,72)은 편광 필터 또는 편광 거울을 포함할 수 있다. 도 1a에서는 편광 소자들(70,72)이 제 2, 제 3, 제 4 라인들(50b,50c,50d) 상에 배치된 것을 예로 들어 도시하였으나, 이에 제한되지 않고, 라인들(50a-50b)의 어느 일부 또는 전부 상에 배치될 수 있다.
- [0022] 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 두께 측정 장치(1b)를 개략적으로 보여주는 도면이다. 두께 측정 장치(1b)에 대해, 도 1a를 참조하여 설명한 두께 측정 장치(1a)와 실질적으로 동일한 구성에 대하여는 동일한 참조번호가 제공되고, 설명의 간소화를 위하여 중복되는 설명은 생략한다. 도 1b의 두께 측정 장치(1b)는 투과형 두께 측정 장치일 수 있다. 도 1b의 두께 측정 장치(1b)에 의해 두께가 측정되는 타겟(T)은 반사성에 비해 투과성이 우수한 물질로 이루어질 수 있다.
- [0023] 도 1b를 참조하면, 두께 측정 장치(1b)는 광원(10), 제 1 및 제 2 광 커플러들(22a,22b), 기준 거울(30), 기준 거울 이동부(35), 검출기(40), 광 파이버(52), 아이솔레이터(60), 그리고 편광 소자들(70,72)을 포함할 수 있다. 광원(10)은 광학적 투과도가 높은 근적외선(NIR)을 방출할 수 있다. 제 1 광 커플러(22a)는 광원(10)과 타겟(T) 사이에 배치될 수 있고, 제 2 광 커플러(22b)는 제 1 광 커플러(22a)와 검출기(40) 사이에 배치될 수 있다. 제 1 광 커플러(20)는 광원(10)에서 방출된 펄스 레이저의 일부를 타겟(T)으로 입사시키고, 다른 일부를 기준 거울(30)로 입사시킨다. 제 2 광 커플러(22b)는 기준 신호 및 타겟 신호들을 검출기(40)로 전송할 수 있다. 제 1 광 커플러(22a)는 2X2 커플러이고, 제 2 광 커플러(22b)는 1X2 커플러일 수 있다.
- [0024] 광 파이버(52)는 제 1 라인(52a), 제 2 라인(52b), 제 3 라인(52c), 제 4 라인(52d), 제 5 라인(52e), 그리고 제 6 라인(52f)을 포함할 수 있다. 제 1 라인(52a)은 제 1 광 커플러(22a)의 일단과 광원(10)을 연결하고, 제 2 라인(52b)은 제 2 광 커플러(22b)의 일단과 검출기(40)를 연결할 수 있다. 제 3 라인(52c)은 제 1 광 커플러(22a)의 타단으로부터 타겟(T)을 향해 연장되고, 제 4 라인(52d)은 제 1 광 커플러(22a)의 타단으로부터 기준 거울(30)을 향해 연장될 수 있다. 제 5 라인(52e)은 제 2 광 커플러(22b)의 타단으로부터 타겟(T)을 향해 연장되고, 제 6 라인(52f)은 제 1 광 커플러(22a)의 일단과 제 2 광 커플러(22b)의 타단을 연결할 수 있다. 제 1 광 커플러(22a)의 일단은 입력단이고, 타단은 출력단일 수 있다. 제 2 광 커플러(22b)의 일단은 입력단이고, 타단은 출력단일 수 있다. 제 3 라인(52c) 및 제 5 라인(52e)의 단부들은 타겟(T)과 인접하게 배치되고, 제 4 라인(52d)의 단부는 기준 거울(30)과 인접하게 배치될 수 있다. 제 3 라인(52c) 및 제 5 라인(52e)의 단부들은 타겟(T)을 중심으로 서로 대향되게 배치될 수 있다. 다시 말해서, 제 3 라인(52c) 및 제 5 라인(52e)의 단부들은 타겟(T)을 중심으로, 동일 거리만큼 반대 방향으로 이격될 수 있다. 도시되지 않았지만, 제 3 라인(52c) 및 제 5 라인(52e)의 단부들 사이에는 렌즈 등의 광학 소자 및/또는 얼라이너(aligner) 등이 제공될 수 있다.
- [0025] 광원(10)에서 방출된 펄스 레이저 광은 제 1 라인(52a)을 통해 제 1 광 커플러(22a)로 전달되고, 제 3 라인(52c)을 통해 일부가 타겟(T)으로 입사되고, 제 4 라인(52d)을 통해 다른 일부는 기준 거울(30)로 입사될 수 있다. 타겟(T)으로 입사된 펄스 레이저 광은 타겟(T)에서 반사되고, 이 때 발생한 타겟 신호는 제 5 라인(52e)으로 입사된다. 타겟 신호는 투과 신호일 수 있다. 투과 신호는 제 5 라인(52e) 및 제 2 라인(52b)을 통해 검출기(40)로 전달된다. 기준 거울(30)에서 반사된 기준 신호는 제 4 라인(52d)으로 재입사되고, 제 6라인(52f) 및 제 2 라인(52b)을 통해 검출기(40)로 전달될 수 있다.
- [0027] 도 1a 및 도 1b의 두께 측정 장치들(1a,1b)은 펄스 레이저를 이용하여 타겟(T)의 두께를 측정할 수 있다. 펄스 레이저를 이용함으로써, 다중 주파수 신호에 대한 위상 결맞음성(phase coherency)이 향상되어, 측정 정확도를 향상시킬 수 있다. 또한, 광 파이버를 통해 광학 소자들을 연결하도록 구성함으로써, 광의 손실을 줄이고 공간적 제약으로부터 벗어날 수 있다. 타겟(T)의 물질의 특성에 따라, 다시 말해서, 타겟(T)의 투과성과 반사성

을 비교하여 도 1a 및 도 1b의 두께 측정 장치들(1a,1b) 중 어느 하나를 선택할 수 있다.

[0029] 도 3은 도 1a의 두께 측정 장치(1a)를 이용하여, 도 2의 타겟(T)의 두께를 측정하는 과정을 보여주는 플로우차트이다. 도 4a 내지 도 4f는 도 3의 두께 측정 방법을 보여주는 도면들이다. 이하, 도 3 내지 도 4f를 참조하여, 두께 측정 방법을 설명한다. 도 4a 내지 도 4c는 설명의 간이화를 위해, 두께 측정 장치(1a) 및 타겟(T)의 일부 구성요소들을 생략하고 일부 구성요소들을 과장하였다. 또한, 도면의 간이화를 위해 광 경로의 일부를 생략하고 일부를 과장하였다. 또한, 본 명세서에서 광 및 신호는 동일한 의미로 혼용될 수 있으나, 설명의 편의를 위해, 반사 전후에 따라, 반사 전은 광으로 지칭하고 반사 후에는 신호로 지칭한다.

[0030] 도 3 및 도 4a를 참조하면, 광원(10)이 펄스 레이저 광(I)을 방출한다. 광 커플러(20)를 통해, 펄스 레이저 광의 일부(I_1)는 타겟(T)으로 입사되고, 다른 일부(I_r)는 기준 거울(30)로 입사된다(S110). 이하, 설명의 편의를 위해, 펄스 레이저 광의 일부(I_1)는 제 1 광(I_1)으로 지칭하고, 다른 일부(I_r)는 기준 광(I_r)으로 지칭한다.

[0031] 도 3 및 도 4b를 참조하면, 검출기(40)는 기준 거울(30)에서 반사된 기준 신호(I_r')와 타겟(T)의 제 1 면(12d a)에서 발생한 제 1 타겟 신호(I_1')를 검출할 수 있다(S120, S130). 제 1 면(12da)은 타겟(T)의 최상면, 즉, 도 2에 도시된 최상부 칩(12d)의 상면일 수 있다. 제 1 면(12da)에서의 굴절률 차이로 인해, 제 1 광(I_1)의 일부는 반사되고 다른 일부는 제 1 면(12da)의 아래 구조물로 투과될 수 있다. 반사된 제 1 광의 일부는 제 1 타겟 신호(I_1')에 해당한다. 제 1 면(12da)의 아래 구조물로 투과된 제 1 광의 다른 일부를 이하 제 2 광(I_2)이라 지칭한다. 검출기(40)는, 기준 신호(I_r')와 제 1 타겟 신호(I_1') 간의 제 1 간섭 신호를 획득할 수 있다(S140).

[0032] 도 3 및 도 4c를 참조하면, 검출기(40)는 제 1 면(12da) 아래의 제 2 면(12db)에서 발생한 제 2 타겟 신호(I_2')를 검출할 수 있다(S150). 제 2 면(12db)은 제 1 면(12da)의 바로 아래의 면으로, 최상부 칩(12d)의 하면일 수 있다. 제 2 면(12da)에서의 굴절률 차이로 인해, 제 2 광(I_2)의 일부는 반사되고 다른 일부는 제 2 면(12da)의 아래 구조물로 투과될 수 있다. 반사된 제 2 광의 일부는 제 2 타겟 신호(I_2')에 해당한다. 제 2 면(12da)의 아래 구조물로 투과 다른 일부의 광을 이하 제 3 광(I_3)이라 지칭한다. 검출기(40)는, 기준 신호(I_r')와 제 2 타겟 신호(I_2') 간의 제 2 간섭 신호를 획득할 수 있다(S160). 마찬가지로, 검출기(40)는 제 2 면(12da) 아래의 면들 각각에서의 타겟 신호들을 추가적으로 획득하고, 이들 각각으로부터 기준 신호와의 간섭 신호들을 획득할 수 있다. 본 타겟(T)에서 지칭되는 면들은, 굴절률이 달라지는 계면들을 포함한다.

[0033] 도 4d는 간섭 플린지(interference fringe)로서, 검출기(40)가 획득한 간섭 신호들을 보여주는 도면이다. 도 4e는 도 4d의 간섭 플린지를 보정한 도면이고, 도 4f는 도 4e와 도 2의 타겟(T)을 대응시킨 도면이다. 검출기(40)는 간섭 신호들의 포락선(envelop)을 통해, 타겟(T)의 각 층들의 두께에 대응되는 광로 길이들(Optical path length)을 파악할 수 있다. 일 예로, 검출기(40)는 개별 간섭 신호들의 피크점들을 파악하여, 개별 층들의 두께를 파악할 수 있다(S170). 피크점들은 개별 간섭 신호들과 기준 신호간의 광로 길이가 서로 동일하여, 보강 간섭이 일어나는 위치들일 수 있다. 검출기(40)는 타겟(T)을 구성하는 물질들의 굴절률들을 통해, 각 층들의 두께로 변환할 수 있다. 일 예로, 굴절률이 n , 두 면 사이의 두께가 d 일 때, 타겟 신호가 반사 신호에 해당하므로, 인접하는 피크점들간의 광로 길이는 $2nd$ 에 해당할 수 있다. 따라서, 인접하는 피크점들의 광로 길이를 이용하여, 대응되는 두께를 변환할 수 있다. 이 때, 각 면들에서의 다중 반사로 인한 고차 조화 주파수들이 노이즈로 작용할 수 있다. 즉, 고차 조화 주파수에 의한 피크점이 계면에서의 피크점으로 오인될 수 있다. 도 4d 및 도 4e를 참조하면, 검출기(40)는 간섭 신호들의 고차 조화 주파수를 제거하여, 노이즈를 제거할 수 있다(S180). 검출기(40)는 펄스 레이저 광의 과장에 따라, 고차 조화 주파수들을 제거하도록 설정할 수 있다. 일 예로, 2차 조화 주파수 이상을 제거할 수 있다. 도 4d의 피크점들의 원들은 노이즈 제거 이전의 피크점들이고, 도 4e의 피크점들의 원들은 노이즈 제거 이후의 피크점들을 나타낸다.

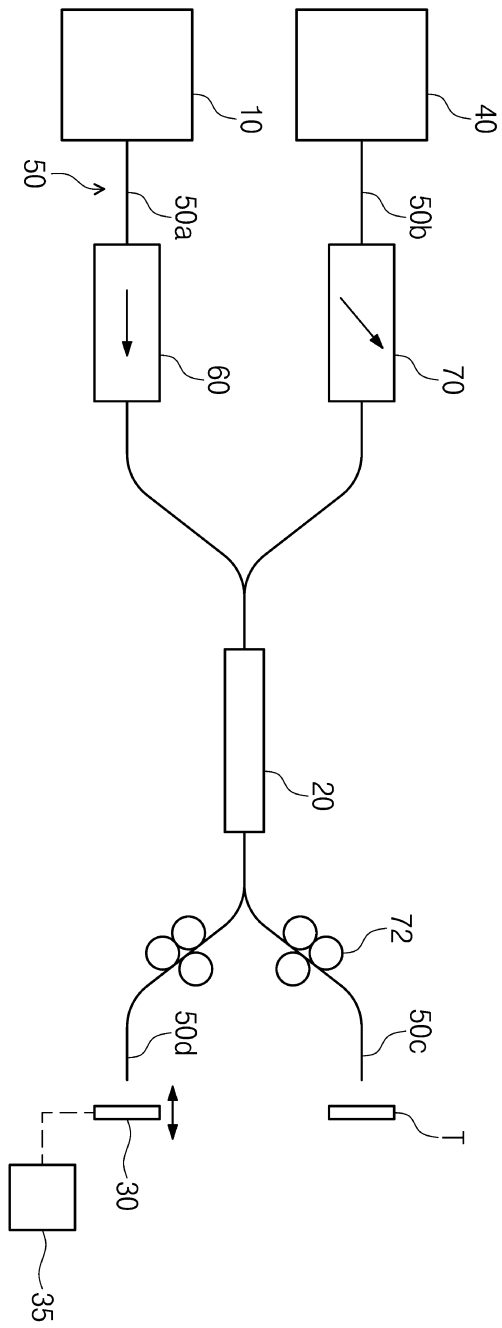
[0034] 도 2 및 도 4f를 참조하면, 간섭 신호들로부터 타겟(T)의 각 층들의 두께를 파악할 수 있다. 상술한 바와 같이, 간섭 신호들로부터 각 물질들의 굴절률들을 이용하여 각 층들의 두께를 변환할 수 있다. 즉, 두께 측정 장치(1a)는 각 칩의 두께(D) 및 칩들간의 간격(d)을 파악할 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예에 따른 두께 측정 방법은, 저에너지의 과장 대역을 사용하므로 반도체 소자(T)의 특성 변화를 방지할 수 있고, 고속 측정이 가능하다.

[0036] 상술한 두께 측정 방법은, 도 1a의 반사형 두께 측정 장치(1a)를 이용한 것으로 예를 들어 설명하였으나, 이와 달리, 도 1b의 투과형 두께 측정 장치(1b)를 이용하여, 반사 신호가 아닌 투과 신호를 이용하여 각 층들의 두께를 측정할 수 있다. 기준 신호 및 투과 신호들로부터 간접 신호들을 획득하여, 상술한 바와 같이 타겟(T)의 각 층들의 두께들을 측정할 수 있다. 다만, 굴절률이 n , 두 면 사이의 두께가 d 일 때, 타겟 신호가 투과 신호에 해당하는 경우, 인접하는 피크점들간의 광로 길이는 nd 에 해당할 수 있다. 또한, 본 명세서에서는 타겟(T)의 일 예로서 반도체 소자를 들어 설명하였으나, 이에 제한되지 않고, 굴절률이 서로 다른 다중층들을 포함하는 적층 구조체에 확대 적용될 수 있다.

[0038] 이상의 실시 예들은 본 발명의 이해를 돕기 위하여 제시된 것으로, 본 발명의 범위를 제한하지 않으며, 이로부터 다양한 변형 가능한 실시 예들도 본 발명의 범위에 속하는 것임을 이해하여야 한다. 본 발명의 기술적 보호 범위는 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이며, 본 발명의 기술적 보호범위는 특허청구범위의 문언적 기재 그 자체로 한정되는 것이 아니라 실질적으로는 기술적 가치가 균등한 범주의 발명에 대하여까지 미치는 것임을 이해하여야 한다.

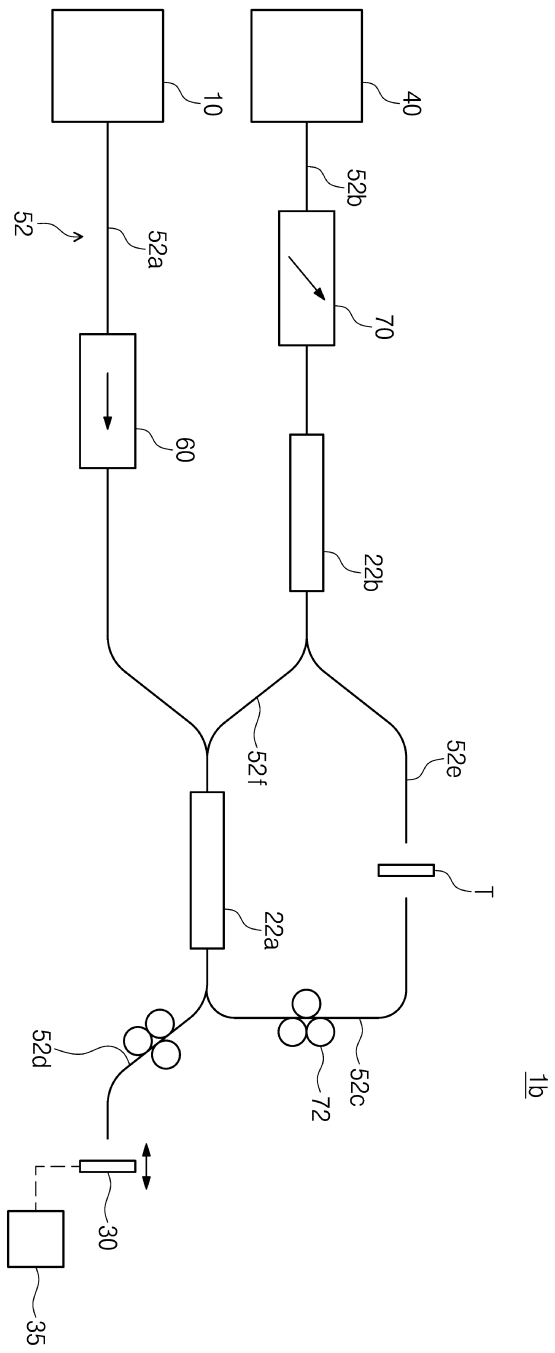
도면

도면1a



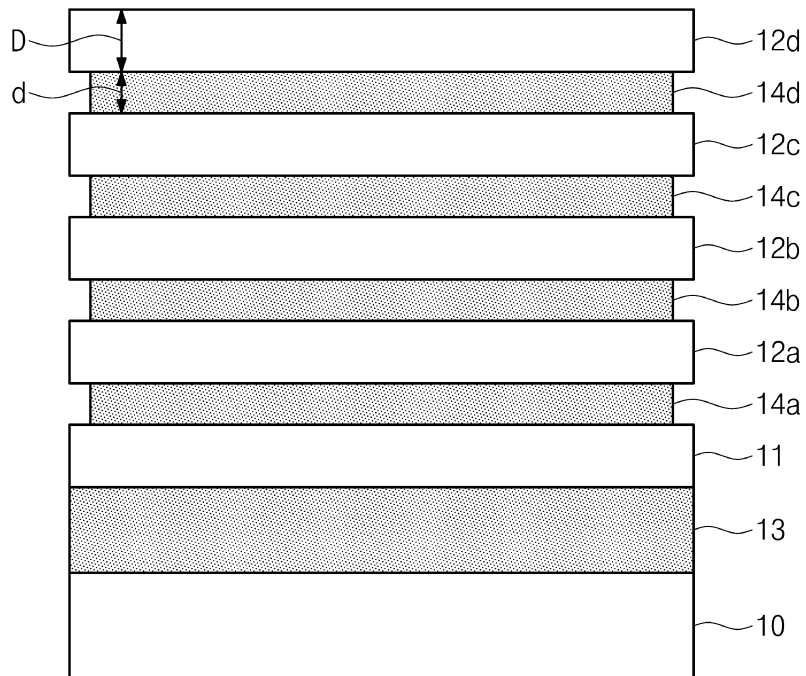
1a

도면1b

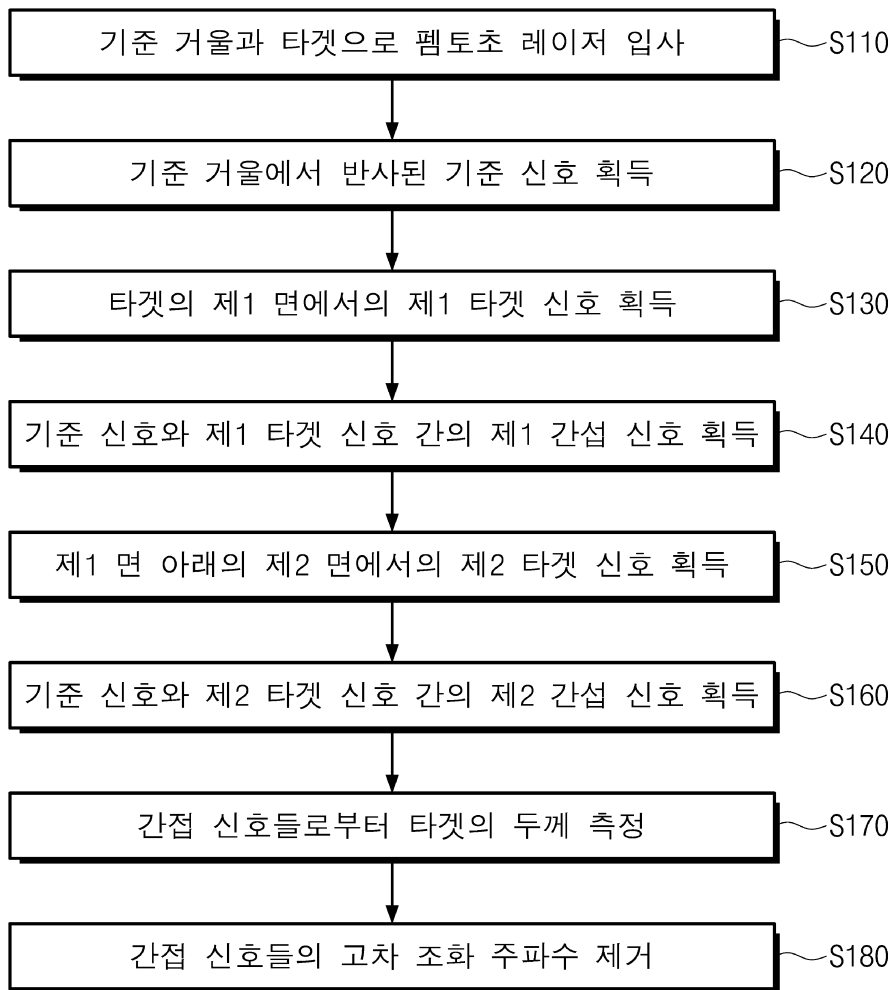


도면2

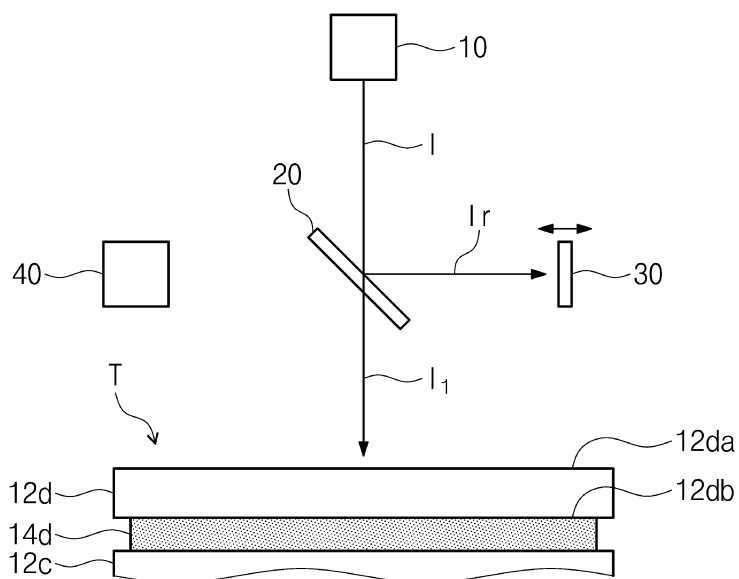
I



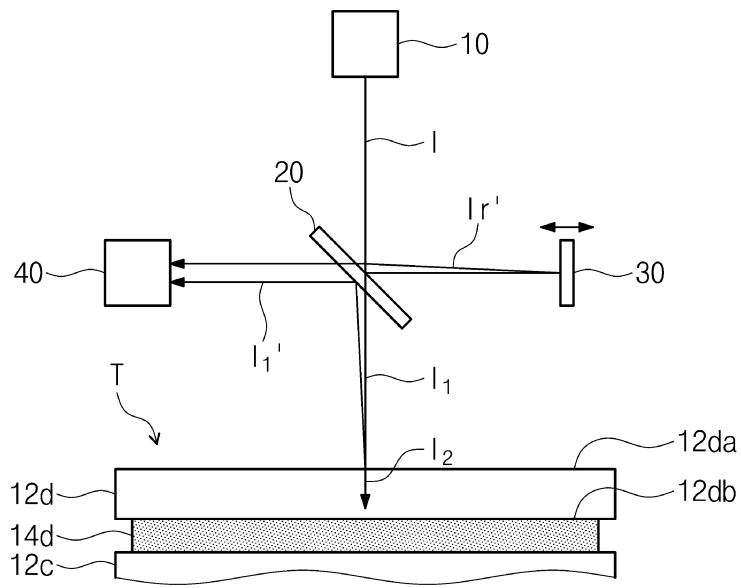
도면3



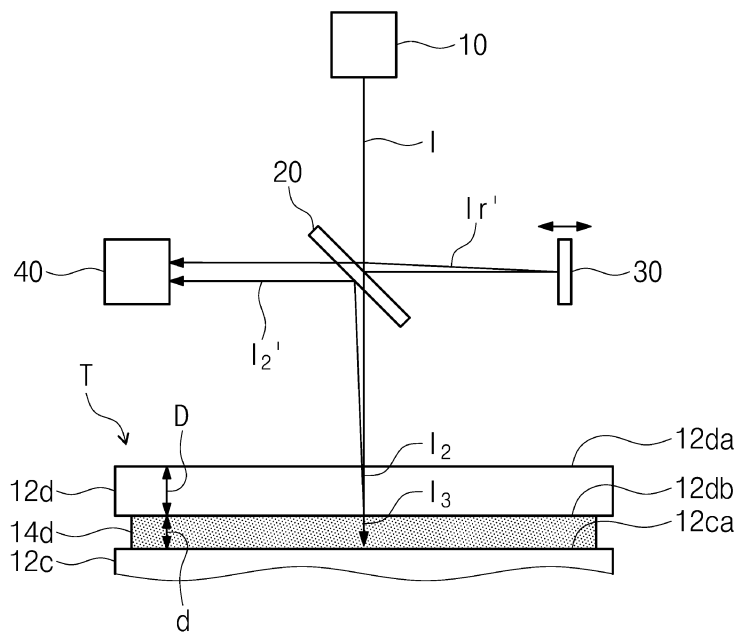
도면4a



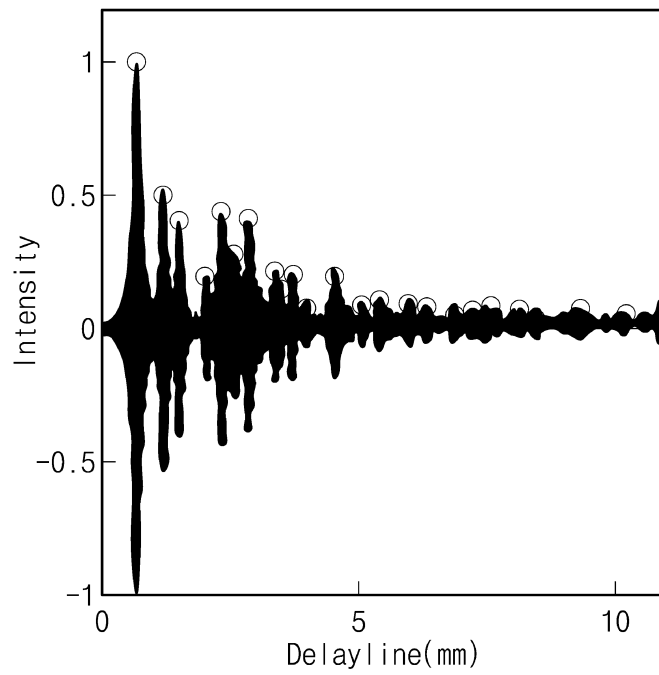
도면4b



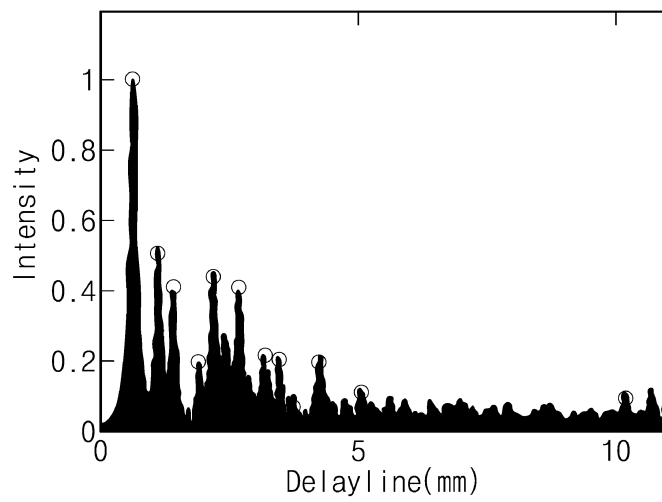
도면4c



도면4d



도면4e



도면4f

