



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0082820
(43) 공개일자 2010년07월20일

(51) Int. Cl.		(71) 출원인	
	<i>G02B 6/12</i> (2006.01) <i>G02B 27/28</i> (2006.01)	연세대학교 산학협력단	
(21) 출원번호	10-2010-0060559(분할)	서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교	(72) 발명자
(22) 출원일자	2010년06월25일		한재원
심사청구일자	없음		서울특별시 은평구 진관동 은평뉴타운상림마을
(62) 원출원	특허 10-2008-0063985	610-302	(74) 대리인
원출원일자	2008년07월02일		김성남
심사청구일자	2008년07월02일		

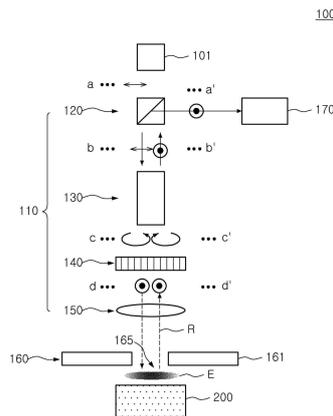
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 플라즈모닉 소자가 적용된 후방 진행광 측정 장치

(57) 요약

플라즈모닉 소자가 적용된 후방 진행광 측정 장치를 개시한다. 개시된 본 발명의 광학 장치는, 나노미터 구경의 개구를 갖는 금속 박막을 포함하며, 대상체와 근접 배치되어, 상기 개구 전면에 근접장을 발생시키는 플라즈모닉 소자, 상기 플라즈모닉소자의 개구에 입사되는 광의 편광 상태를 조절하여, 상기 근접장의 세기가 반영된 광을 상기 플라즈모닉소자의 나노 개구를 통해 후방 진행하도록 구성되는 편광 변조부, 및 상기 편광 변조부로 후방 진행된 광으로부터, 상기 대상체의 특성을 검출하는 계측부를 포함한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

나노미터 구경의 개구를 갖는 금속 박막을 포함하며, 대상체와 근접 배치되어, 상기 개구 전면에 근접장을 발생시키는 플라즈모닉 소자;

상기 플라즈모닉 소자의 개구를 통해 입사되는 광의 편광 상태를 조절하고, 상기 대상체로부터 반사된 광을 상기 플라즈모닉 소자의 나노 개구의 후방으로 진행하도록 구성되는 편광 변조부; 및

상기 편광 변조부와 연결되며, 상기 편광 변조부로 후방 진행된 광으로 부터, 상기 대상체의 특성을 검출하는 계측부를 포함하며,

상기 대상체와 상기 플라즈모닉 소자 사이에 발생된 근접장은 상기 대상체의 특성에 따라 그 세기가 가변되는 후방 진행광 측정 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 광학 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 플라즈모닉 소자가 적용된 후방 진행광 진행 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 현재, 광학 장치는 광원의 회절 한계 이하로 광을 집속시킴이 요구되고 있다. 이에, 수 내지 수십 나노미터(nm) 구경의 개구(이하, 나노 개구)를 이용하여 미세 패턴 형성, 광정보 저장 및 대상물 계측하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 나노 개구를 통과한 광은 해상도 및 초점심도 측면에서 일반적인 광원보다 우수한 장점이 있으며, 현재 좁은 공간에 광을 집속하는 기술 및 투과도를 개선하는 기술에 대한 연구가 계속되고 있다.

[0003] 특히, 금속에 나노미터 구경의 개구를 설치하여, 표면에 플라즈몬(plasmon) 현상을 유발하는 플라즈모닉 소자는 고투과 및 고분해능을 실현하는 것으로 알려져 있다.

[0004] 이러한 플라즈모닉 소자는 도 1에 도시된 바와 같이, 나노 개구(15)를 갖는 금속 박막(10)으로 구성된다. 나노 개구의 크기가 빛의 파장 이하로 작아지게 되면 광의 투과도가 급격히 줄어들고 개구 전면에 근접장이 형성된다. 아울러, 이러한 근접장과 금속 박막 사이에서 형성되는 표면 플라즈몬파가 결합되어 나노 크기 이하로 강하게 집속되는 광이 생성된다. 이러한 집속된 근접장 광은 개구 전면 약 100nm 이내에 존재하게 된다. 이러한 상태로 대상 기관(20)을 개구 전면에서 100nm 이하의 거리로 근접시키게 되면, 대상 기관의 물질적 특징, 예컨대, 나노 구조, 유전율, 대상 기관의 종류, 대상기관과 개구간의 거리에 따른 광집속 특성 및 광투과 특성에 따라, 개구 후방으로 반사되는 광의 특성이 변화된다.

[0005] 이러한 원리는 플라즈모닉 소자를 이용하여 대상 기관(20)의 물리적 특성을 높은 공간 분해능으로 검사하는 계측 장비에 적용될 수 있다.

[0006] 그런데, 플라즈모닉 소자는 상술한 바와 같이 나노 개구(15)를 가지고 있으므로, 대상 기관(20)과 플라즈모닉 소자에 의해서 발생된 근접장(30)의 상호 작용으로 발생하는 반사되는 광(산란광 혹은 형광)이 다시 상기 나노 개구를 통해 계측 장비 내의 수광부(도시되지 않음)로 전달하는 것이 용이치 않다. 그러므로 종래의 플라즈모닉 소자가 적용된 계측 장치는 나노 개구를 통해 수광부로 광 전달이 어려우므로, 대상 기관(20)으로부터 산란되는 광을 직접 검출하기 위한 별도의 광 수집 장치를 대상 기관(20) 주변에 설치하여, 이 픽업 소자로부터 대상 기관(20)의 물리적 특성을 검출하였다. 이로 인해, 종래의 계측 장치는 별도의 산란광을 픽업하기 위한 장치가 요구되므로, 계측 장치의 소형화를 달성하기 어렵다.

[0007] 더욱이, 상기와 같은 광학 장치(계측 장비)는 대상 기관(20)이 산란을 일으키는 경우에만 측정이 가능하므로, 흡수 특성이 강한 대상 물질에 대한 특성 측정이 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서, 본 발명의 목적은 플라즈모닉 소자를 이용하는 광학 장치를 소형화할 수 있으며, 플라즈모닉 소자의 후방 진행광을 새로운 원리를 이용하여 대상물의 물리적 특성을 정확히 측정할 수 있는 플라즈모닉 소자가 적용된 후방 진행광 측정 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 후방 진행광 측정 장치는, 나노미터 구경의 개구를 갖는 금속 박막을 포함하며, 대상체와 근접 배치되어, 상기 개구 전면에 근접장을 발생시키는 플라즈모닉 소자, 상기 플라즈모닉 소자의 개구로 입사시키고, 상기 입사되는 광의 편광 상태를 조절하고 상기 플라즈모닉 소자의 나노 개구의 후방 진행하도록 구성되는 편광 변조부, 및 상기 편광 변조부로부터 후방 진행된 광으로부터, 상기 대상체의 특성을 검출하는 계측부를 포함한다.

[0010] 본 발명의 다른 실시예에 따른 후방 진행광 측정 장치는 플라즈모닉 소자에 입사되는 광의 편광 상태를 조절하고 나노 개구에서 반사되는 광을 후방진행시키는 편광 변조부, 및 상기 편광 변조부로부터 후방 진행되는 광으로부터 정보 저장 매체의 특성을 검출하는 계측부를 포함하며, 상기 정보 저장 매체내에 나노 미터 구경의 개구를 갖는 박막으로 구성된 상기 플라즈모닉 소자가 내장되어 있다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 의하면, 광원과 플라즈모닉 소자 사이에 편광 변조부를 설치하여, 플라즈모닉 소자에 입사되는 광의 편광 상태를 조절하고, 플라즈모닉 소자에서 반사 혹은 산란되어 후방으로 진행하는 광의 측정 효율을 개선할 수 있다. 이에 따라, 플라즈모닉 소자의 전방에 위치한 측정 대상물의 물리적 특성 변화를 측정할 수 있으며, 나노 스케일의 분해능을 제공할 수 있다.

[0012] 아울러, 나노 스케일의 분해능을 가진 새로운 원리의 계측 장비를 구성할 수 있으며, 새로운 고밀도 정보 저장 매체를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 일반적인 플라즈모닉 소자를 보여주는 단면도,
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈모닉 소자가 적용된 후방 진행광 측정 장치를 보여주는 개략도,
 도 3 및 도 4는 도 2에 적용되는 플라즈모닉 소자의 일예들을 보여주는 단면도,
 도 5 및 도 6은 도 2에 적용될 수 있는 대상 기관의 일예들을 보여주는 단면도,
 도 7 및 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈모닉 소자가 적용된 후방 진행광 측정 장치를 보여주는 개략도,
 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈모닉 소자가 내장된 기록 장치를 보여주는 개략도, 및
 도 10은 도 9의 기록 장치의 후방 진행광을 측정하기 위한 장치를 개략적으로 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 첨부한 도면에 의거하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 설명하도록 한다.

[0015] 본 발명은 입사광의 편광 상태와 동일한 경우 나노 개구를 통해 광이 후방 진행하는 점 및 대상체의 물질적 특성에 따라 플라즈모닉 소자의 나노 개구 전면에서 발생하는 전기장, 즉 근접장의 세기가 가변되는 점에 착안하여, 나노 개구에서 후방진행하는 광으로부터 대상체의 물질적 특성을 측정할 것이다.

[0016] 이에 대해 이하에서 보다 자세히 설명하기로 한다.

[0017] 먼저, 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 광학 장치, 즉, 계측 장치(100)는 광원(101), 편광 변조부(110), 플라즈모닉 소자(160) 및 계측부(170)로 구성될 수 있다.

[0018] 편광 변조부(110)는 입사광의 편광 상태를 적어도 한번 이상 조절하도록 구성될 수 있다. 편광 조절부(110)는 순차적으로 배치된 편광 광분할기(120), 페러데이 회전기(Faraday rotator:130), 위상 지연기(140) 및 집광 렌

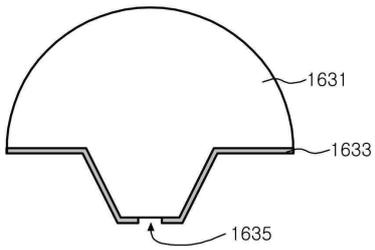
즈(150)로 구성될 수 있다. 광 분할기(120)는 입사광을 선편광 예컨대 수평 편광(P편광)시킨다. 패러데이 회전기(130) 및 위상 지연기(140)는 입사광의 위상을 각각 4분 파장만큼 지연시킨다. 집광 렌즈(150)는 위상 지연기(140)를 통과한 광을 플라즈모닉 소자(160)에 집중시키는 역할을 한다.

- [0019] 플라즈모닉 소자(160)는 입사광의 파장보다 작은 나노 개구(165)를 갖는 금속 박막(161)을 포함한다. 금속 박막(161)으로는 알루미늄 막이 이용될 수 있다.
- [0020] 이러한 플라즈모닉 소자(160)는 도 3에 도시된 바와 같이 나노 프로브(nano probe) 구조물(1610)로 구성될 수 있다. 나노 프로브 구조물(1610)은 캔틸레버(1611) 및 상기 캔틸레버(cantilever, 1611) 하부에 부착된 나노 프로브(1615)로 구성될 수 있다. 나노 프로브(1615)는 광학적으로 투명한 물질로 형성될 수 있고, 상기 나노 프로브(1615)의 점점 부위를 노출시키는 나노 개구(1619)를 구비한 금속 박막(1617)이 나노 프로브(1615) 표면 전체에 피복될 수 있다(도면의 우측 확대 부분 참조). 또한, 상기 나노 프로브(1615)는 금속 또는 반도체로 구성되면서, 그 점점 부위에서 빛을 전파시키는 나노 개구(1619a)가 형성되어 구성될 수도 있다(도면의 좌측 확대 부분 참조). 이에 의해 나노 프로브(1615)의 점점 부근에서 플라즈모닉 현상에 의한 근접장이 발생될 수 있다.
- [0021] 또한, 플라즈모닉 소자(160)는 도 4에 도시된 바와 같이, 단일 렌즈 구조체(1630)로 구성될 수 있다. 단일 렌즈 구조체(1630)는 반구 형태를 가지며 그것의 비구면에 원뿔대 형태의 돌출부가 구비된 렌즈(1631) 및 상기 돌출부 표면에 설치되며 돌출부 상부 중앙을 노출시키는 개구를 갖는 금속 박막(1633)으로 구성될 수 있다.
- [0022] 이러한 플라즈모닉 소자(160)의 전방에 측정 대상 기관(200, 즉, 측정 대상 물질)이 나노 개구에 의해 형성되는 근접장이 발생된 영역내에 배치된다.
- [0023] 상기 계측부(170)는 상기 편광 변조부(110)로부터 출사되는 광을 수신하여, 측정 대상 기관(200)의 물리적 특성을 계측한다. 이러한 계측부(170)는 일반적인 광학 장치에 내장되어 있는 수광부일 수 있다. 아울러, 본 실시예에서 "반사"라 함은 일반적인 물질 표면에서의 반사의 의미뿐만 아니라, 산란 회절등과 같이 모든 형태의 후방 진행하는 경우를 모두 포함하는 의미로 해석될 것이다. 이러한 계측부(170)는 나노 프로브 측면에서 산란되는 광을 수집하는 장치를 설치하여 이들의 광 성분을 분석함이 없이, 나노 프로브 후방으로 진행되는 광의 세기로부터 측정 대상 기관(200)의 물리적 특성을 계측한다.
- [0024] 이에 대해 보다 자세히 설명하면, 플라즈모닉 소자(160), 즉, 나노 개구(165)의 전면에 측정 대상 기관(200)이 위치되는 경우, 측정 대상 기관(200)의 유전율, 측정 대상 기관(200)과 플라즈모닉 소자(160)간의 거리 및 측정 대상 기관(200)의 표면 구조의 변화 등에 따라 나노 개구(165) 전방에 형성되는 전기장(근접장, E)의 분포가 변화된다. 이렇게 변화된 전기장(근접장, E)의 분포는 나노 개구 후방으로 반사되는 광의 세기에 영향을 주게 된다. 이러한 근접장의 분포는 나노 개구로 입사되는 광의 편광 상태에 따라 바뀔 수 있다. 나노 개구(165)의 후방(즉, 광원 방향)으로 진행되는 광은 나노 개구 전면에 위치한 측정 대상 기관(200)의 상태에 따라 가변된 전기장의 분포로부터 획득되는 것이다. 이에 따라, 상기 후방 진행되는 광의 반사율 즉, 광의 세기(intensity)의 측정에 의해 측정 대상 기관(200)의 상태 및 특성을 계측 및 분석할 수 있게 된다. 본 실시예에서는 상기 전기장(E)의 분포를 대변하는 광이 용이하게 나노 개구를 통과할 수 있도록, 상기 편광 변조부(110)로부터 입사광을 편광시켰다.
- [0025] 이때, 측정 대상 기관(200)의 표면에 근접장이 발생될 수 있도록, 측정 대상 기관(200)을 플라즈모닉 소자(160)에 근접 배치시키는 것이 중요하다. 본 실시예에서는 측정 대상 기관(200)과 플라즈모닉 소자가 100nm 이하로 근접되도록 대상 기관(200)을 배치시킨다.
- [0026] 이와 같은 광학 장치(100)는 다음과 같은 방식으로 구동된다.
- [0027] 먼저, 광원(101)으로부터 제공되는 광(a)은 편광 광분할기(120)에 입사되어, 수평 편광된 광(b)이 필터링된다. 편광 광분할기(120)를 통과한 수평 편광된 광(b)은 패러데이 회전기(130)를 통과하면서, 4분 파장만큼 지연되어, 왼쪽 원편광(c)이 된다. 여기서, 왼쪽 원편광이라 함은 반시계 방향으로 진행되는 원편광 상태를 일컫는다. 상기 왼쪽 원편광(c)은 위상 지연기(140)를 통과하면서, 다시 4분 파장만큼 지연되어, 수직 선편광(d)이 된다. 여기서, 수직 선편광이라 함은 상기 수평 선편광과 직교하는 편광 상태를 가진 광으로서, S편광 상태일 수 있다. 상기 수직 선편광(d)는 집속 렌즈(150)에 의해 집중된다음, 플라즈모닉 소자(160)의 나노 개구(165)로 입사된다.
- [0028] 그러면, 플라즈모닉 소자(160)의 나노 개구(165) 전방에 상기 측정 대상 기관(200)이 상태 및 특성이 반영된 근접장(E)이 발생된다. 이때, 상기 근접장(E)은 광의 편광 특성에 의존하는 것으로 알려져 있다. 이에, 나노 개구(165)의 구조와 선편광된 광이 일치하면 플라즈몬이 더욱 잘 형성되어 근접장의 세기가 증대된다. 본 실시예

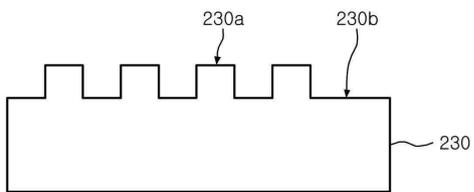
에서, 수직 선편광된 광이 수직 방향으로 연장된 나노 개구(165)를 통과하므로, 근접장의 세기가 더욱 개선된다.

- [0029] 나노 개구에서 반사 혹은 산란되어 후방 진행되는 광(R)은 측정 대상 기관(200)의 물성(굴절율, 유전율, 흡수율, 및 표면 특성 등등)이 반영되어 있다. 다음, 상기 후방 진행되는 수직 선편광(d')은 집속 렌즈(150)를 통과하고, 4분 과장 지연 기능을 갖는 위상 지연기(140)를 후방으로 통과하면서, 오른쪽 원편광(c')이 된다. 오른쪽 원편광(c')은 다시 패러데이 회전기(130)를 후방으로 통과하면서 4분 과장만큼 지연되어, 나노 개구에서 반사될 때의 수직 선편광(b') 상태가 된다. 수직 선편광(b')은 상기 편광 광분할기(120)를 거쳐 계측부(170)에 전달된다. 계측부(170)는 반사된 수직 선편광(b')의 강도 및 형상 등을 분석하여, 측정 대상 기관(200)의 물성을 계측한다.
- [0030] 이때, 측정 대상 기관(200)으로는 도 5에 도시된 바와 같이, 표면에 요부(230a) 및 철부(230b)를 갖는 기관(230)이 이용될 수도 있다. 상기 요부(230a)와 철부(230b)는 굴절율이 상이할 수 있고, 이것에 의해 나노 개구에 의해 형성되는 근접장의 특성이 변하게 된다. 이에 따라, 나노 개구에서 후방으로 진행하는 광은 측정 대상 기관(200)의 상태에 따라 그 세기가 변화되고, 이러한 후방 진행광은 상기 계측부(170)에 의해 수집되어, 계측이 이루어짐으로써, 측정 대상 기관(230)표면의 물리적 상태 즉, 형상을 검출할 수 있다.
- [0031] 또한, 상기 대상 기관(200)으로 도 6에 도시된 바와 같이, 정보층(255)이 매립된 정보 기록 매체(250)가 이용될 수 있다. 이와 같은 정보 기록 매체(250)는 정보층(255)이 매립된 부분과 그렇지 않은 부분 각각에서 반사되는 광의 광학적 특성이 상이하다. 이에 따라 계측부(170)는 각 부분의 반사되는 광으로부터 정보층(255)이 매립되어 있는 위치를 검출해낼 수 있다.
- [0032] 본 발명의 다른 실시예에 따른 계측 장비(100A)의 편광 변조부(110A)는 도 7에 도시된 바와 같이, 광 분할기(120), 위상 지연기(140) 및 집속 렌즈(150)로 구성될 수 있다.
- [0033] 이와 같이 편광 변조부(110A)를 구성하는 경우, 광원(101)으로 부터 제공된 광(a2)은 광 분할기(120)를 지나면서 수평 선편광(b2)이 된다. 상기 수평 선편광(b2)은 위상 지연기(140)를 통과하면서 2분 과장만큼 지연되어, 왼쪽 원편광(c2)이 된다. 왼쪽 원편광(c2)은 집속 렌즈(150) 및 플라즈모닉 소자(160)의 나노 개구(165)를 통과하면서 근접장(E)을 발생시킨다.
- [0034] 나노 개구에서 반사(산란)된 후방 진행 광(R)은 입사광(c2)과 동일한 편광 상태를 갖고, 집속 렌즈(150)를 통과한다. 상기 오른쪽 원편광(c2')은 위상 지연기(140)를 통과하면서 4분 과장만큼 지연되어 수직 선편광(b2') 상태가 된다. 수직 선편광(b2')된 광은 광 분할기(120)를 거쳐 계측부(170)에 도달되어, 처리 대상 기관(200)의 물리적 특성을 계측하는데 이용된다.
- [0035] 또한, 계측 장비(100B)의 편광 변조부(110B)는 도 8에 도시된 바와 같이, 광 분할기(120), 패러데이 회전기(130) 및 집속 렌즈(150)로 구성될 수 있다.
- [0036] 이와 같이 편광 변조부(110B)를 구성하는 경우, 광원(101)으로 부터 제공된 광(a3)은 광 분할기(120)를 지나면서 수평 선편광(b3)이 된다. 상기 수평 선편광(b3)은 패러데이 회전기(130)를 통과하면서 4분 과장만큼 지연되어, 왼쪽 원편광(c3) 상태가 된다. 상기 왼쪽 원편광(c3)은 집속 렌즈(150)를 거쳐서 나노 개구로 조사되고, 나노 개구(165)의 전방에 근접장(E)이 발생된다.
- [0037] 그 후, 나노 개구에서 반사된 광은 입사광(c3)과 동일 편광 상태를 가지고 집속 렌즈(150)를 통과한다. 집속 렌즈(150)를 통과한 상기 후방 진행하는 오른쪽 원편광(c3')은 패러데이 회전기(140)를 통과하면서 4분 과장만큼 지연되어 수평 선편광(b3') 상태가 된다. 이 장치에서는 나노 개구에 의해서 발생된 편광의 변화를 측정하기 위하여 후방 진행광의 수직 선편광(b3')을 광 분할기(120)를 이용하여 분리함으로써, 계측부(170)에서 상기 후방 진행하는 측정하게 된다.
- [0038] 한편, 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈모닉 소자를 이용한 고밀도 정보 기록 매체의 단면도이다.
- [0039] 고밀도 정보 기록 장치(300)는 보호층(310), 일정 간격마다 나노 개구(325)가 구비된 금속 박막(320), 기록층(330) 및 지지 기관(340)으로 구성될 수 있다.

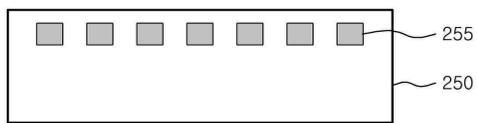
도면4



도면5

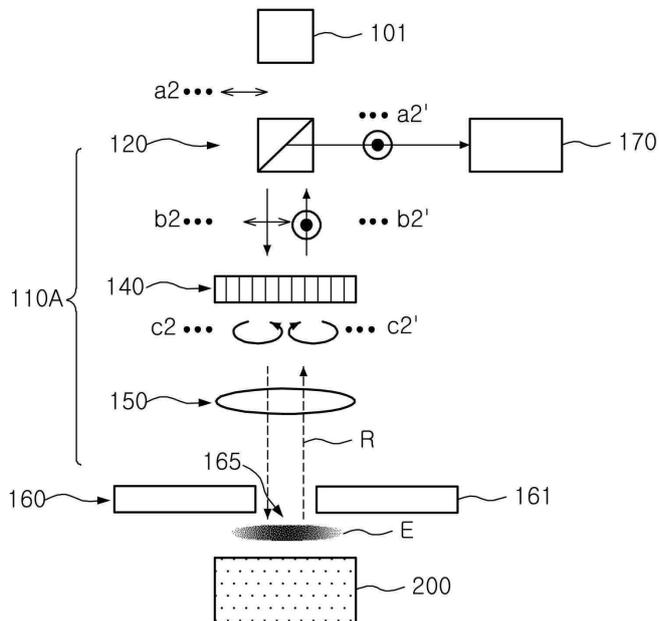


도면6



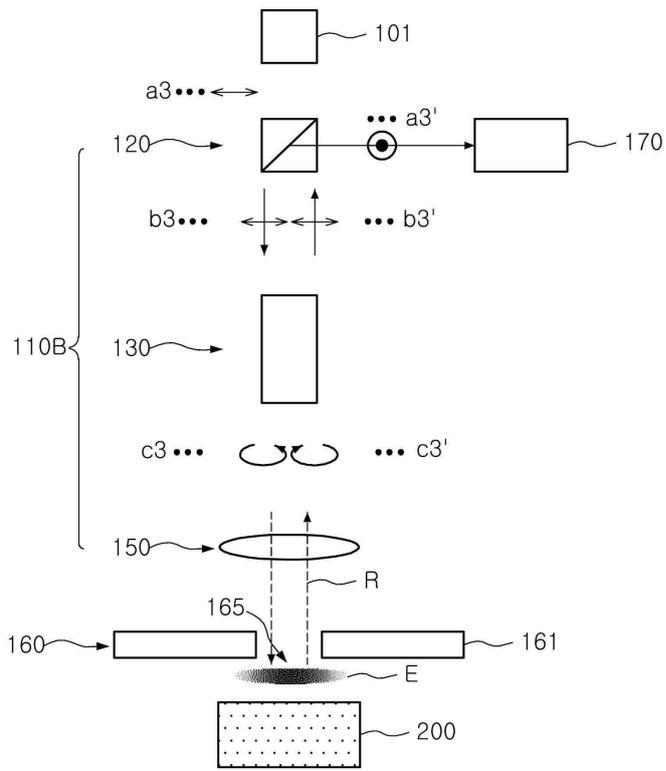
도면7

100A

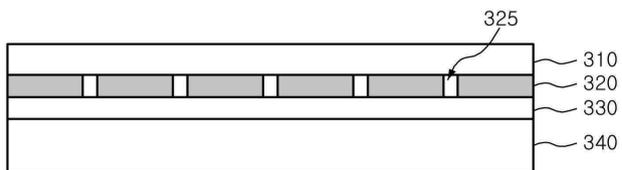


도면8

100B



도면9



도면10

