



- (51) 국제특허분류:
G01N 21/3581 (2014.01) G01N 21/41 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/013063
- (22) 국제출원일: 2014년 12월 30일 (30.12.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0025001 2014년 3월 3일 (03.03.2014) KR
- (71) 출원인: 광주과학기술원 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 500-712 광주 북구 첨단과기로 123, Gwangju (KR).
- (72) 발명자: 이종석 (LEE, Jong-Seok); 500-712 광주 북구 첨단과기로 123, 광주과학기술원 물리광학과, Gwangju (KR). 한정우 (HAN, Jeong-Woo); 500-712 광주 북구 첨단과기로 123, 광주과학기술원 물리광학과, Gwangju (KR). 고도경 (KO, Do-Kyeong); 500-712 광주 북구 첨단과기로 123, 광주과학기술원 물리광학과, Gwangju (KR). 유난이 (YU, Nan-Ei); 500-712 광주 북구 첨단과기로 123, 광주과학기술원 고등광기기술연구소, Gwangju (KR). 이규섭 (LEE, Kyu-Sup); 500-712 광주 북구 첨단과기로 123, 광주과학기술원 물리광학과, Gwangju (KR).

(74) 대리인: 특허법인 대아 (DAE-A INTELLECTUAL PROPERTY CONSULTING); 135-936 서울시 강남구 역삼로 123 한양빌딩 3층, 4층, 5층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

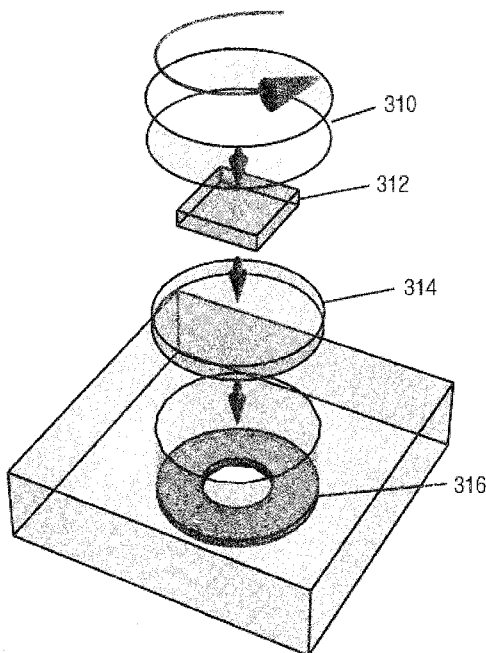
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: SAMPLE ASSEMBLY AND OPTICAL CONSTANT MEASUREMENT DEVICE USING SAME

(54) 발명의 명칭: 시료 집합체 및 이를 이용한 광학 상수 측정 장치



(57) Abstract: The present invention relates to a sample assembly and an optical constant measurement device using the same. The sample assembly of the present invention comprises: an electromagnetic wave generation part for oscillating a first electromagnetic wave by interacting with laser beams irradiated from a laser beam oscillator; and a sample layer comprising a sample laminated on the electromagnetic wave generation part, wherein the first electromagnetic wave is reflected from the sample layer and oscillated into a second electromagnetic wave. Also, the optical constant measurement device using the sample assembly of the present invention comprises: a laser beam oscillator for oscillating laser beams; a sample assembly for oscillating a first electromagnetic wave by interacting with the laser beams irradiated from the laser beam oscillator; and an optical constant calculation unit for receiving the first electromagnetic wave and a second electromagnetic wave and calculating optical constants for the sample using the first and second electromagnetic waves.

(57) 요약서: 본 발명은 시료 집합체 및 이를 이용한 광학 상수 측정 장치에 관한 것이다. 본 발명의 시료 집합체는 레이저 광선 발진기로부터 조사된 레이저 광선과 상호작용하여 제 1 전자기파를 발진시키는 전자기파 발생부 및 상기 전자기파 발생부에 시료가 적용되는 시료층을 포함하고, 상기 제 1 전자기파는 상기 시료층에서 반사되어 제 2 전자기파로 발진되는 것을 특징으로 한다. 또한, 본 발명의 시료 집합체를 이용한 광학 상수 측정 장치는 레이저 광선을 발진시키는 레이저 광선 발진기, 상기 레이저 광선 발진기로부터 조사된 상기 레이저 광선과 상호작용하여 제 1 전자기파를 발진시키는 시료 집합체 및 상기 제 1 전자기파 및 제 2 전자기파를 수신하고, 상기 제 1 전자기파 및 상기 제 2 전자기파를 이용하여 상기 시료에 대한 광학 상수를 산출하는 광학 상수 산출부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

명세서

발명의 명칭: 시료 집합체 및 이를 이용한 광학 상수 측정 장치 기술분야

- [1] 본 발명은 시료 집합체 및 이를 이용한 광학 상수 측정 장치에 관한 것이다.
[2]

배경기술

- [3] 물질에 대한 정보를 얻기 위하여 시료의 광학 상수를 측정하는 장치가 사용된다. 이러한 광학 상수를 측정하는 장치를 사용하면 비침습적으로 시료 또는 시료에 포함되는 물질에 대한 정보를 얻을 수 있다.
- [4] 종래의 광학 상수 측정 장치는 시료의 투명 또는 불투명 여부에 따라 서로 다른 구성을 갖는 투과형, 반사형 장치를 구별해서 사용하여야 한다. 이러한 광학 상수 측정 장치는 광학 상수를 측정하기 위하여 렌즈나 거울을 이용하여 전자기파를 집속한다.
- [5] 한편, 불투명한 시료의 광학 상수를 측정하기 위한 반사형 광학 상수 측정 장치는 특성상 투과형 광학 상수 측정 장치보다 복잡한 구성으로 이루어진다. 이러한 장치 구성의 복잡성은 특히 주파수 특성이 테라헤르츠인 영역에서 기술적인 문제점을 야기한다. 즉, 렌즈나 거울을 이용하여 빛을 집속할 경우 최소 집속 면적은 파장에 비례해서 커지는데(회절 한계), 이로 인하여 파장이 대략 mm에 이르는 테라헤르츠파의 경우 집속된 광선의 직경은 대략 수 mm에 이르게 된다.
- [6] 이와 같이, 불투명한 시료의 광학 상수를 측정하는 경우 시료의 샘플의 크기가 작으면 그에 따라 렌즈나 거울의 크기가 커질 수 밖에 없다. 따라서 종래의 광학 상수 측정 장치에 의하면 크기가 작은 샘플의 시료는 측정하기 어려운 문제점이 존재한다.

[7]

발명의 상세한 설명 기술적 과제

- [8] 본 발명의 시료 집합체는 레이저 광선과 상호 작용하여 전자기파를 발진시키는 전자기파 발생부에 발진된 전자기파를 투과 또는 반사시키는 시료층을 적층함으로써, 전자기파들을 다중 경로로 발진시키는 것을 목적으로 한다.
- [9] 또한, 이러한 시료 집합체를 이용한 본 발명의 광학 상수 측정 장치는 시료 집합체에서 다중 경로로 발진하는 전자기파들을 이용하여 시료에 대한 광학 상수를 측정하는 것을 목적으로 한다.
- [10] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및

장점들은 특히 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

[11]

과제 해결 수단

[12]

이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 시료 집합체는 레이저 광선 발진기로부터 조사된 레이저 광선과 상호작용하여 제1 전자기파를 발진시키는 전자기파 발생부 및 상기 전자기파 발생부에 시료가 적층되는 시료층을 포함하고, 상기 제1 전자기파는 상기 시료층에서 반사되어 제2 전자기파로 발진되는 것을 특징으로 한다.

[13]

또한, 본 발명의 시료 집합체를 이용한 광학 상수 측정 장치는 레이저 광선을 발진시키는 레이저 광선 발진기, 상기 레이저 광선 발진기로부터 조사된 상기 레이저 광선과 상호작용하여 제1 전자기파를 발진시키는 시료 집합체 및 상기 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 수신하고, 상기 제1 전자기파 및 상기 제2 전자기파를 이용하여 상기 시료에 대한 광학 상수를 산출하는 광학 상수 산출부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[14]

발명의 효과

[15]

전술한 바와 같은 본 발명에 의하면, 레이저 광선과 상호 작용하여 전자기파를 발진시키는 전자기파 발생부에 발진된 전자기파를 투과 또는 반사시키는 시료층을 적층함으로써, 다중 경로로 발진하는 전자기파들을 이용하여 시료에 대한 광학 상수를 측정할 수 있는 이점이 있다.

[16]

도면의 간단한 설명

[17]

도 1은 불투명 시료에 대한 광학 상수를 측정하기 위한 종래의 광학 상수 측정 방법을 설명하기 위한 도면.

[18]

도 2는 불투명 시료에 대한 광학 상수를 측정하기 위한 종래의 광학 상수 측정 장치의 구성도.

[19]

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 시료 집합체의 구성도.

[20]

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 시료 집합체의 투시도.

[21]

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 광학 상수 측정 장치의 구성도.

[22]

도 6 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 광학 상수 산출 과정을 설명하기 위한 그래프.

[23]

도 9 내지 도 11은 예시적인 시료들에 대한 광학 상수 측정 결과를 나타낸 그래프.

[24]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[25]

전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에

따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용된다.

[26] 도 1은 불투명 시료에 대한 광학 상수를 측정하기 위한 종래의 광학 상수 측정 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 1을 참조하면, 종래의 광학 상수 측정 방법은 불투명 시료에 대한 광학 상수를 측정하기 위하여 참조 시료(102) 및 반사 시료(104) 각각에 전자기파를 조사한다. 여기서, 참조 시료(102)는 금, 은과 같이 전자기파를 100% 가까이 반사하는 물질이다. 반사 시료에 전자기파를 조사하면, 전자기파는 시료를 통과하지 못하고 반사된다. 종래의 광학 상수 측정 방법은 참조 시료(102)에서 반사되는 광선 및 반사 시료(104)에서 반사되는 광선을 측정하고, 양 측정치를 비교하여 광학 상수를 산출한다.

[27] 보다 상세하게는, 참조 시료(102)에 입사하는 광선의 전계($\vec{E}_I$)는 참조 시료(102)에서 반사되는 전계($\vec{E}_R$)와 다음의 수학식 1과 같은 관계를 갖는다.

[28]

[29] [수학식 1]

[30]
$$\vec{E}_R = \tilde{r} \times \vec{E}_I$$

[31] 여기서, $\tilde{r}$ 은 반사 프레넬 계수로 n 과 k 의 함수로 나타낼 수 있으며, n 은 굴절 계수, k 는 흡광 계수를 의미한다. 즉, 반사 프레넬 계수는

[32]
$$\tilde{r} = \tilde{r}(n, k) = (\tilde{n}_{(1)} - \tilde{n}_{(2)}) / (\tilde{n}_{(1)} + \tilde{n}_{(2)})$$

$$\tilde{n} = n + ik, i = \sqrt{-1}, \tilde{n}_{(1)}, \tilde{n}_{(2)} = \text{물질계의 굴절, 흡광 계수}$$

[33] 과 같이 굴절 계수, 흡광 계수에 관한 함수이다. 수학식 1을 이용하여, 참조 시료(102)와 마찬가지로 반사 시료(104)에 대한 반사 프레넬 계수를 산출할 수 있고, 그에 따라 굴절 계수 및 흡광 계수를 산출할 수 있다.

[34] 즉, 도 1의 종래의 광학 상수 측정 방법은 공기 또는 참조 시료와 같은 기준 시료에 대하여 반사되는 전자기파를 측정하고, 이를 측정하고자 하는 반사 시료(104)를 통해 반사되는 전자기파와 비교하여 광학 상수를 획득한다.

[35] 그러나, 이와 같이 참조 시료에 대한 측정치를 기준으로 대상 시료에 대한 측정치를 비교하여 광학 상수를 측정하면 참조 시료와 대상 시료의 반사율이 비슷해지는 영역(예를 들어 반사율이 99%에 가깝거나, n 과 k 의 값이 대략 100 이상인 영역)에서는 광학 상수를 측정하기 어려운 문제점이 존재한다.

- [36] 도 2는 불투명 시료에 대한 광학 상수를 측정하기 위한 종래의 광학 상수 측정 장치의 구성도이다. 도 2를 참조하면, 종래의 광학 상수 측정 장치는 레이저 광선 발진기(202), 다수의 평면 거울을 포함하는 시간 지연 장치(204), 전자기와 발생부(206), 포물면 거울(208), 볼록 렌즈(210), 시료(212) 및 전자기와 검출부(214)를 포함한다.
- [37] 보다 상세하게는, 레이저 광선 발진기(202)에서 발진되는 레이저 광선은 다수의 평면 거울들을 포함하는 시간 지연 장치(204)를 통해 진행하는 경로가 변경되고 레이저 광선이 시료 또는 샘플에 도달하는데 걸리는 시간이 지연된다. 레이저 광선은 전자기와 발생부(206)에서 전자기로 발진하는데, 이러한 전자기의 주파수 특성은 테라헤르츠 영역일 수 있다. 전자기와 발생부(206)에서 서로 다른 방향으로 발진하는 전자기는 포물면 거울(208) 및 볼록 렌즈(210)를 통해 시료(212)에 집속된다. 반사 시료(212)에서 반사된 전자기의 전계는 전자기와 검출부(214)를 통해 검출될 수 있고 이러한 측정치를 이용하여 시료(212)에 대한 광학 상수를 획득할 수 있다.
- [38] 즉, 도 2의 종래의 광학 상수 측정 장치는 레이저 광선과 상호작용하여 전자기를 발진시키는 전자기와 발생부(206)와는 별도로 다른 위치에 시료(212)가 배치된다. 이러한 구조는 측정 장치의 복잡도를 증가시키고, 측정 때마다 달라지는 시료의 측정 위치 및 온도 변화에 따른 시료 부분의 수축/팽창으로 인하여 광학 상수 측정 시 오차가 발생하는 문제점이 존재한다.
- [39] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 시료 집합체의 구성도이다. 도 3a를 참조하면, 시료 집합체는 전자기와 발생부(302) 및 시료층(304)을 포함한다.
- [40] 전자기와 발생부(302)는 레이저 광선 발진기로부터 조사된 레이저 광선($\vec{E}_0$)과 상호작용하여 제1 전자기와($\vec{E}_1$)를 발진시키는 기능을 수행한다. 즉, 레이저 광선은 1차적으로 전자기와 발생부(302) 표면과 상호작용하여 제1 전자기와($\vec{E}_1$)로 발진할 수 있다. 또한, 제1 전자기와($\vec{E}_1$)는 전자기와 발생부(302) 외부로 방사됨과 동시에 한편으로는 내부로 투과되어 전파할 수 있다.
- [41] 시료층(304)은 전자기와 발생부(302)에 시료가 적층되어 형성된다. 시료층(304)을 형성하는 시료들은 전자기와 발생부(302) 내부로 투과된 제1 전자기와($\vec{E}_1$)를 반사시킬 수 있다. 시료층(304)을 형성하는 시료가 반사 시료인 경우, 전자기와 발생부(302)를 투과하는 제1 전자기와($\vec{E}_1$)는 전자기와 발생부(302) 및 시료층(304)의 경계면(306)에서 반사 시료로 구성되는 시료층(304)에 의해 반사된다. 반사된 제1 전자기와($\vec{E}_1$)는 전자기와

발생부(302)를 투과하여 외부로 방사되며, 제2 전자기파($\vec{E}_2$)는 전자기파

발생부(302) 내부로 투과된 제1 전자기파($\vec{E}_1$)가 시료층(304)에서 반사되어

전자기파 발생부(302) 외부로 방사될 때의 전자기파를 의미한다. 동일한 과정을 통해 제3 전자기파, 제4 전자기파가 발진될 수 있으나, 본 발명에서는 이러한 제2 전자기파, 제3 전자기파, 제4 전자기파와 같이 2차적인 전자기파를 모두 포함하여 제2 전자기파로 기술한다.

- [42] 보다 상세하게는, 레이저 광선은 전자기파 발생부(302)에 조사된 다음 전자기파 발생부(302)의 표면과 상호작용하여 제1 전자기파($\vec{E}_1$)로 발진될 수 있다. 제1 전자기파($\vec{E}_1$)는 전자기파 발생부(302) 외부로 방사되거나, 동시에

내부로 투과될 수 있다. 전자기파 발생부(302) 내부로 투과된 전자기파는 시료층에서 반사되어 전자기파 발생부(302) 외부로 방사되며, 이것이 제2 전자기파($\vec{E}_2$)이다.

- [43] 다시 말하면, 제1 전자기파($\vec{E}_1$)는 전자기파 발생부(302)의 표면과 상호작용하여 1차적으로 발진하는 전자기파이며, 제2 전자기파($\vec{E}_2$)는 전자기파 발생부(302) 내부로 투과되는 일부 제1 전자기파($\vec{E}_1$)가 시료층에서 반사됨으로써 전자기파 발생부(302) 외부로 방사되는 전자기파이다. 따라서, 제1 전자기파($\vec{E}_1$)에 비하여 제2 전자기파($\vec{E}_2$)의 광 경로가 보다 길게 되고, 이는 시간 축 상에서 제1 전자기파($\vec{E}_1$) 및 제2 전자기파($\vec{E}_2$)가 서로 분리될 수 있음을 의미한다.

- [44] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 시료 집합체의 투시도이다. 도 4를 참조하면, 시료 집합체(310)는 시료(312), 전자기파 발생부(314), 샘플 받침대(316)를 포함할 수 있다. 즉, 전자기파 발생부(314)에 시료(312)가 적층되고 샘플 받침대(316)를 통해 고정되어 시료 집합체(310)를 형성한다.

- [45] 도 2 및 도 4의 전자기파 발생부는 주파수 특성이 테라헤르츠(10^{12} Hz) 영역인 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 발진시킬 수 있다. 즉, 레이저 광선은 전자기파 발생부와 상호작용하여 테라헤르츠 영역의 주파수 특성을 갖는 전자기파로 발진할 수 있다. 상술한 바와 같이, 본 발명의 전자기파 발생부는 레이저 광선 발진기로부터 조사된 레이저 광선과 상호작용하여 1차적으로 발진하는 제1 전자기파 및 전자기파 발생부에 적층되는 시료층에서 반사되어 제2 전자기파로

발진될 수 있다. 이러한 제1 전자기파 및 제2 전자기파는 테라헤르츠 영역의 주파수 특성을 갖는 테라헤르츠파일 수 있다.

- [46] 본 발명의 시료 집합체에 의하면, 레이저 광선과 상호 작용하여 전자기파를 발진시키는 전자기파 발생부(302)에 제1 전자기파를 반사시키는 시료층(304)을 적층함으로써, 시간 축에서 분리 가능한 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 발진시킬 수 있다.
- [47] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 광학 상수 측정 장치의 구성도이다. 본 발명의 광학 상수 측정 장치는 도 3의 시료 집합체를 포함한다. 도 5를 참조하면, 광학 상수 측정 장치는 레이저 광선 발진기(402), 레이저 광선 분산기(404), 시간 지연 장치(406), 시료 집합체(408), 포물면 거울(414) 및 광학 상수 산출부(420)를 포함한다.
- [48] 본 발명의 실시예에 따른 광학 상수 측정 장치는 도 3에 도시된 시료 집합체를 이용할 수 있다. 상술한 바와 같이, 시료 집합체(408)는 레이저 광선 발진기로부터 조사된 레이저 광선과 상호작용하여 제1 전자기파를 발진시킨다. 보다 상세하게는, 시료 집합체(408)는 전자기파 발생부(410) 및 전자기파 발생부(410)에 시료가 적층되는 시료층(412)을 포함한다. 전자기파 발생부(410)는 레이저 광선과 상호작용하여 제1 전자기파를 발진시키고, 제1 전자기파는 시료층(412)에서 반사되어 제2 전자기파로 발진된다. 또한, 제1 전자기파 및 제2 전자기파는 주파수 특성이 테라헤르츠(10^{12} Hz)일 수 있다.
- [49] 레이저 광선 발진기(402)는 레이저 광선을 발진시키는 기능을 수행한다. 예를 들어, 펨토초 레이저가 사용될 수 있는데, 펨토초 레이저란 극히 짧은 시간 동안 레이저 광선을 조사(laser emission)할 수 있는 레이저를 의미한다. 펨토초 레이저는 일반적으로 수십 펨토초(fs)에서 수백 펨토초(fs)의 펄스폭을 가진다.
- [50] 레이저 광선 분산기(404)는 레이저 광선 발진기(402)로부터 발진되는 레이저 광선을 투과시키거나 반사시켜 레이저 광선의 경로를 변경하는 기능을 수행한다.
- [51] 시간 지연 장치(406)는 다수의 평면 거울을 포함할 수 있다. 평면 거울을 통해 레이저 광선의 경로를 변경하고 레이저 광선이 시료 집합체(408)에 도달하는데 걸리는 시간을 지연시킬 수 있다.
- [52] 본 발명의 광학 상수 측정 장치는 평면 거울, 포물면 거울(414) 및 볼록 렌즈를 포함할 수 있다. 평면 거울은 레이저 광선의 진행 경로를 변경하는 기능을 수행한다. 포물면 거울 및 볼록 렌즈는 시료 집합체(408)에서 발진하는 제1 전자기파, 제2 전자기파를 집속시키는데 사용된다.
- [53] 광학 상수 산출부(420)는 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 수신하고, 수신된 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 이용하여 시료에 대한 광학 상수를 산출하는 기능을 수행한다. 광학 상수란 물질의 광학적인 특성을 나타내는 값으로 굴절 계수 및 흡광 계수로 표현될 수 있다.
- [54] 상술한 바와 같이, 제1 전자기파 및 제2 전자기파는 광 경로를 서로 달리하기

때문에 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 수신하는 광학 상수 산출부(420)는 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 시간 축 상에서 분리할 수 있다. 광학 상수 산출부(420)는 시간적으로 분리된 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 이용하여 시료에 대한 광학 상수를 산출할 수 있다.

- [55] 바람직하게는, 본 발명의 광학 상수 산출부(420)는 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 시간 축에서 분리하고, 분리된 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 푸리에 변환하여 다음과 같은 수학식 2를 이용하여 광학 상수를 산출할 수 있다.

[56]

[57] [수학식 2]

[58]

$$\tilde{E}_2(\omega) = \left(\tilde{E}_1(\omega) \times \frac{n_l}{\tilde{n}_m} \right) \times \exp\left(\frac{i\omega\tilde{n}_m z}{c}\right) \times \tilde{r}_{mp} \times \exp\left(\frac{i\omega\tilde{n}_m z}{c}\right) \times \tilde{t}_{ml}$$

[59]

- [60] 여기서, $\tilde{E}_1(\omega)$ 는 제1 전자기파의 전계, $\tilde{E}_2(\omega)$ 는 제2 전자기파의 전계를 푸리에 변환한 스펙트럼이다. $\tilde{E}_1(\omega)$, $\tilde{E}_2(\omega)$ 의 함수는 ω 에 대한 함수로

정의될 수 있다. ω 는 $\omega = 2\pi \frac{c}{\lambda}$ 의 관계를 갖는다(c 는 광속, λ 은 파장의 길이).

z 는 전자기파 발생부(410)에 조사된 레이저가 전자기파 발생부(410)를 통과하여 시료층(412)에서 반사되기까지의 경로 길이 차를 의미한다. $\tilde{n}_l$ 은 공기의

굴절률로 1로 정의된다.

- [61] $\tilde{r}_{mp}$ 는 시료층(412)의 반사 프레넬 계수로 수학식 3으로 정의된다.

[62]

[63] [수학식 3]

[64]

$$\tilde{r}_{mp} = \frac{(\tilde{n}_m \cos \theta_I - \tilde{n}_p \cos \theta_T)}{(\tilde{n}_m \cos \theta_T + \tilde{n}_p \cos \theta_I)}$$

[65]

- [66] 수학식 3은 전자기파 발생부(410)를 통과하여 시료층(412)에서 반사되는 전자기파를 반영한 것이다.

[67]

- [68] $\tilde{t}_{ml}$ 은 전자기파 발생부(410)의 투과 프레넬 계수로 수학식 4로 정의된다.

[69]

[70] [수학식 4]

[71]

$$\tilde{t}_{ml} = \frac{(2\tilde{n}_m \cos \theta_l)}{(\tilde{n}_m \cos \theta_T + \tilde{n}_l \cos \theta_l)}$$

[72]

[73] 수학식 4는 시료층(412)에서 반사된 전자기파가 전자기파 발생부(410)와 상호작용하여 제2 전자기파로 발진될 때 전자기파 발생부(410) 및 공기의 경계면에서의 투과를 반영한 것이다.

[74] 수학식 3 및 수학식 4에서, $\tilde{n}_m$ 은 전자기파 발생부(410)의 굴절률로, 투과

실험을 통해 획득될 수 있다.

[75] 입사각 θ_l 은 예를 들어 45° 와 같이 레이저 발진기의 설치 위치에 따라 미리 정해질 수 있으며, 굴절각 θ_T 은 스넬의 법칙($\tilde{n}_m \sin \theta_T = \tilde{n}_l \sin \theta_l$)을

이용하여 얻을 수 있다.

[76] 수학식 2 내지 수학식 4를 이용하여, 반사 프레넬 계수($\tilde{r}_{mp}$)의 $\tilde{n}_p$ 가

획득될 수 있다. $\tilde{n}_p$ 는 시료층(412)을 형성하는 시료의 광학 상수이다.

[77] 또한, 전자기파 발생부(410)의 굴절률($\tilde{n}_m$)은 별도의 실험을 통하지 않고

다음의 수학식 5를 이용하여 획득될 수 있다.

[78]

[79] [수학식 5]

[80]

$$\tilde{E}_3(\omega) = \left(\tilde{E}_1(\omega) \times \frac{n_l}{\tilde{n}_m} \right) \times \left[\exp\left(\frac{i\omega \tilde{n}_m z}{c}\right) \times \tilde{r}_{mp} \times \exp\left(\frac{i\omega \tilde{n}_m z}{c}\right) \right]^2 \times \tilde{t}_{ml}$$

[81]

[82] 제1 전자기파는 시료층(412)에서 반사된 다음, 전자기파 발생부(410)의 표면에서 투과되거나 또 다시 반사될 수 있다. 이 때, 또 다시 반사되어 전자기파 발생부(410)의 표면에서 투과되는 전계가 $\tilde{E}_3(\omega)$ 이다.

[83] 그 결과, 수학식 2 및 수학식 5를 통해, 광학 상수 $\tilde{n}_m$ 및 $\tilde{n}_p$ 가 동시에

획득될 수 있다.

- [84] 광학 상수 $\tilde{n}_p$ 는 $n_p + ik_p$ 와 같이 복소 평면으로 나타낼 수 있다.

여기서, n_p 은 굴절 계수이고, k_p 은 흡광 계수이다.

- [85] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 광학 상수 산출 과정을 설명하기 위한 그래프이다. 도 6 내지 도 8에는 각각 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 시간 축에서 나타낸 화면(502), 제1 전자기파(504) 및 제2 전자기파(506)를 분리한 화면 및 시료에 대한 광학 상수 산출 결과를 나타낸 화면(508)이 나타난다.

- [86] 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 시간 축에서 나타낸 화면(502)을 참조하면, 제1 전자기파가 먼저 검출된 다음 제2 전자기파가 검출된다. 여기서 제1 전자기파는 전자기파 발생부에 조사된 레이저 광선이 표면에서 상호작용하여 발진하는 전자기파이고, 제2 전자기파는 전자기파 발생부를 투과한 제1 전자기파가 시료층에서 반사된 다음 전자기파 발생부를 투과함으로써 나오는 전자기파이다. 상술한 바와 같이, 전자기파 발생부에서 투과되지 않고 다시 시료층으로 반사되는 성분이 존재할 수 있다. 제2 전자기파는 시료층에서 반사되는 하나 이상의 성분들을 포함할 수 있다.

- [87] 상술한 바와 같이, 제1 전자기파(504) 및 제2 전자기파(506)는 시간 축에서 각각 분리될 수 있다. 광학 상수 추출부는 분리된 각각의 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 푸리에 변환한 다음, 시료에 대한 광학 상수를 산출한다.

- [88] 광학 상수의 산출 과정에서, 수학식 2 내지 수학식 5가 이용될 수 있다.

- [89] 광학 상수는 주파수에 대한 굴절 계수(n_p) 및 흡광 계수(k_p)로 표시될 수

있다. 시료에 대한 광학 상수 산출 결과를 나타낸 화면(508)에서, 해당 주파수의 시료에 대한 광학 상수를 알 수 있다.

- [90] 도 9 내지 도 11은 예시적인 시료들에 대한 광학 상수 측정 결과를 나타낸 그래프이다. n type InAs 시료(602), n type Si 시료(604)에 대하여, 본 발명의 광학 상수 측정 장치에 의할 때 종래의 광학 상수 측정 장비와 동일한 결과가 측정된다.

- [91] 특히, 기준 시료와 비슷한 반사율(99% 정도)을 갖는 60nm gold 시료(606)에 대한 광학 상수를 측정하는 경우, 기준 시료와의 측정 값 비교를 통해 광학 상수를 측정하는 종래의 광학 상수 측정 장비에 의하면 양 측정 값에 거의 차이가 없기 때문에 광학 상수를 얻기 어렵다.

- [92] 그러나, 본 발명의 광학 상수 측정 장치에 의하면 시료로부터 다중 반사된 전자기파들을 서로 비교하여 광학 상수를 측정하기 때문에, 기준 시료와 비슷한 반사율을 갖는 시료에 대해서도 광학 상수의 측정이 가능하다.

- [93] 전술한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형

및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

청구범위

- [청구항 1] 레이저 광선 발진기로부터 조사된 레이저 광선과 상호작용하여 제1 전자기파를 발진시키는 전자기파 발생부; 및
상기 전자기파 발생부에 시료가 적층되는 시료층을 포함하고,
상기 제1 전자기파는 상기 시료층에서 반사되어 제2 전자기파로 발진되는
시료 집합체.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 제1 전자기파 및 상기 제2 전자기파는
주파수 특성이 테라헤르츠(10^{12} Hz)인
시료 집합체.
- [청구항 3] 레이저 광선을 발진시키는 레이저 광선 발진기;
상기 레이저 광선 발진기로부터 조사된 상기 레이저 광선과
상호작용하여 제1 전자기파를 발진시키는 시료 집합체; 및
상기 제1 전자기파 및 제2 전자기파를 수신하고, 상기 제1
전자기파 및 상기 제2 전자기파를 이용하여 상기 시료에 대한 광학
상수를 산출하는 광학 상수 산출부
를 포함하는 시료 집합체를 이용한 광학 상수 측정 장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 시료 집합체는
상기 레이저 광선과 상호작용하여 상기 제1 전자기파를
발진시키는 전자기파 발생부; 및
상기 전자기파 발생부에 시료가 적층되는 시료층
을 포함하고,
상기 제1 전자기파는 상기 시료층에서 반사되어 제2 전자기파로
발진되는
시료 집합체를 이용한 광학 상수 측정 장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 제1 전자기파 및 상기 제2 전자기파는
주파수 특성이 테라헤르츠(10^{12} Hz)인
시료 집합체를 이용한 광학 상수 측정 장치.
- [청구항 6] 제3항에 있어서,
상기 광학 상수는
굴절 계수 및 흡광 계수를 포함하는
시료 집합체를 이용한 광학 상수 측정 장치.
- [청구항 7] 제3항에 있어서,
상기 레이저 광선의 진행 경로를 변경하기 위한 평면 거울;

[청구항 8]

상기 시료 집합체에서 발진하는 상기 제1 전자기파 및 상기 제2 전자기파를 집속시키기 위한 포물면 거울 및 볼록 렌즈를 더 포함하는 시료 집합체를 이용한 광학 상수 측정 장치.

제3항에 있어서,

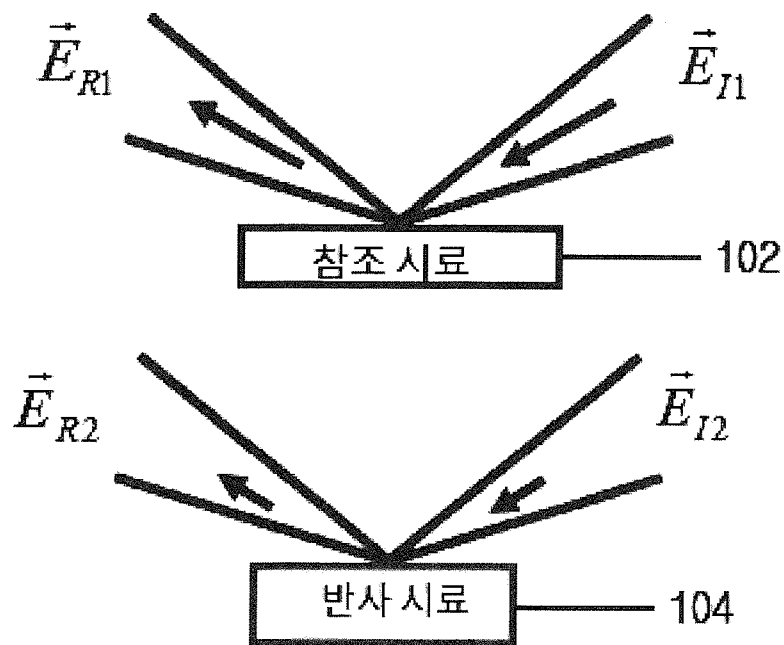
상기 광학 상수 추출부는

상기 제1 전자기파 및 상기 제2 전자기파를 시간 축에서 분리하고, 분리된 각각의 상기 제1 전자기파 및 상기 제2 전자기파를 푸리에 변환하여

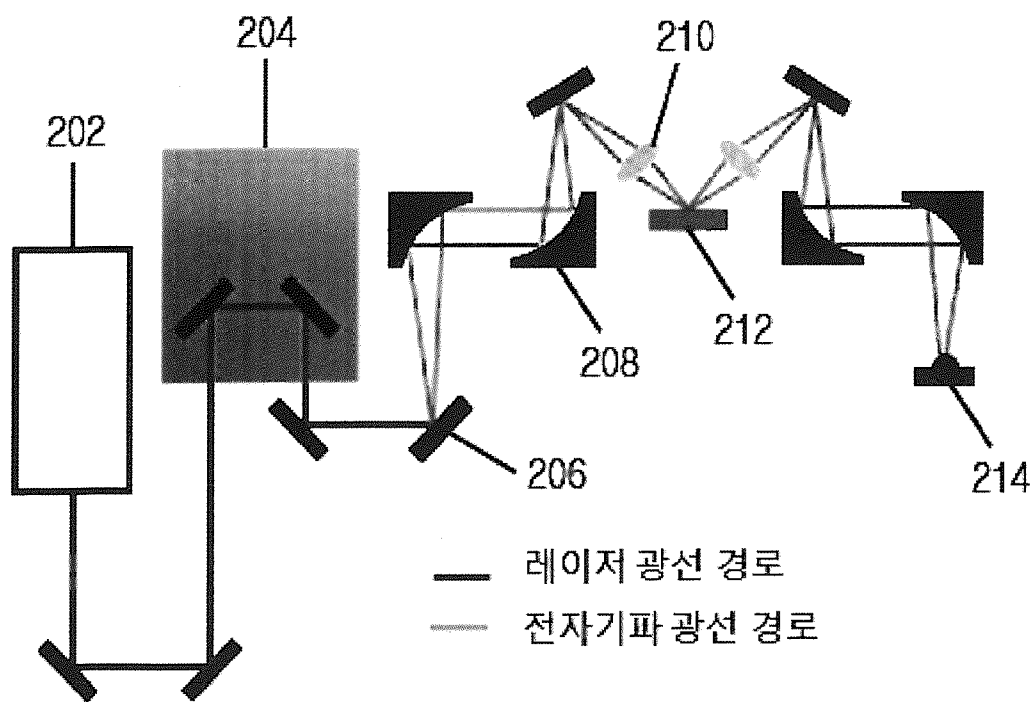
광학 상수를 산출하는

시료 집합체를 이용한 광학 상수 측정 장치.

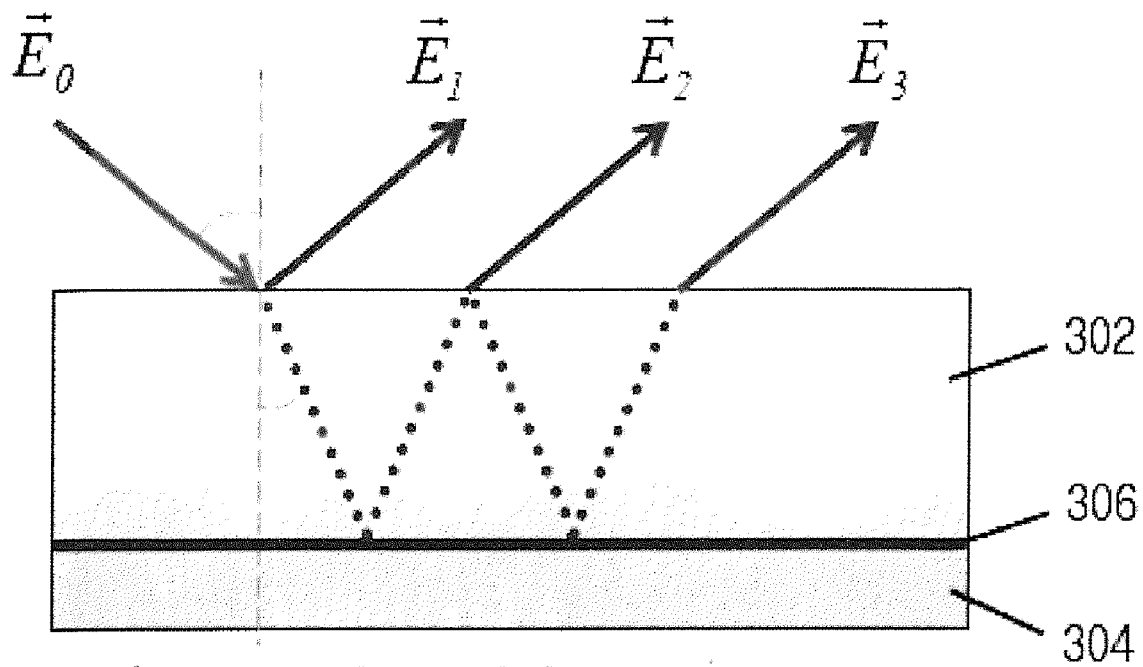
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

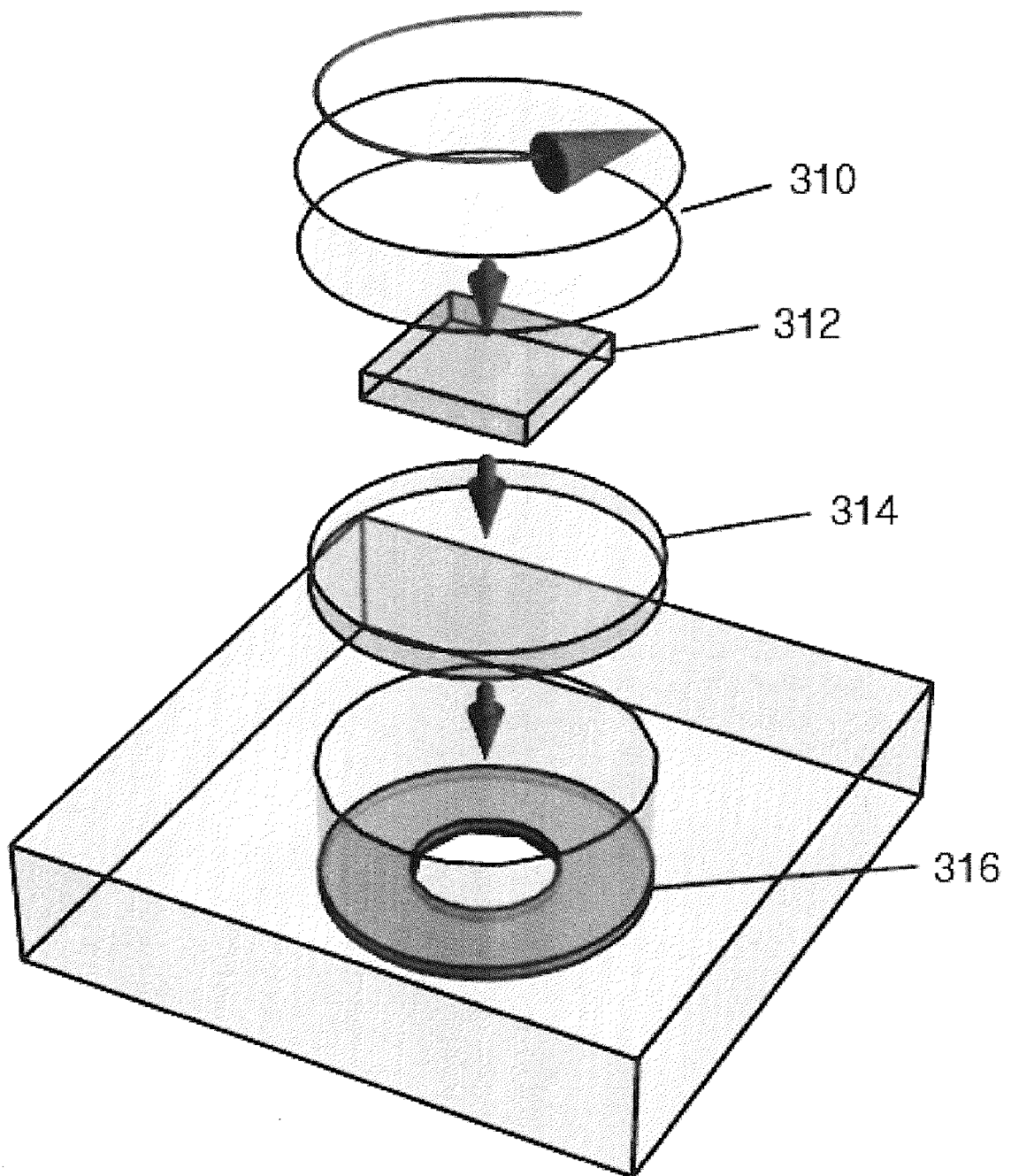


$\vec{E}_0$: 레이저광선의 전계

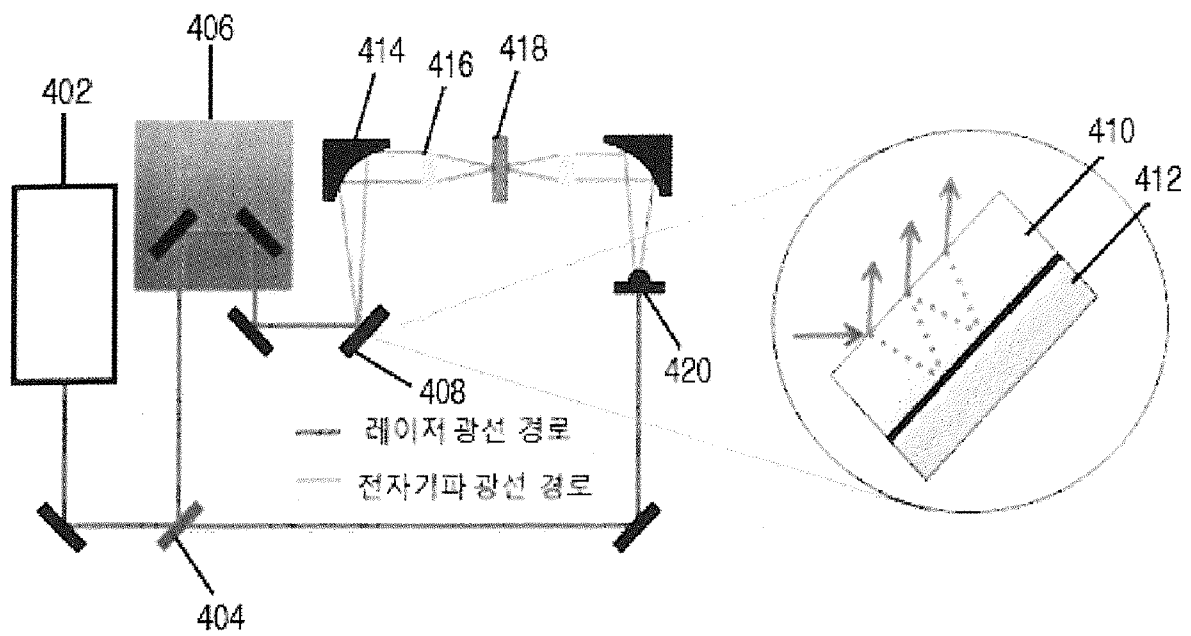
$\vec{E}_1$: 발생한 제1전자기파전계

$\vec{E}_2, \vec{E}_3$: 시료에 의해 반사된 제2전자기파전계

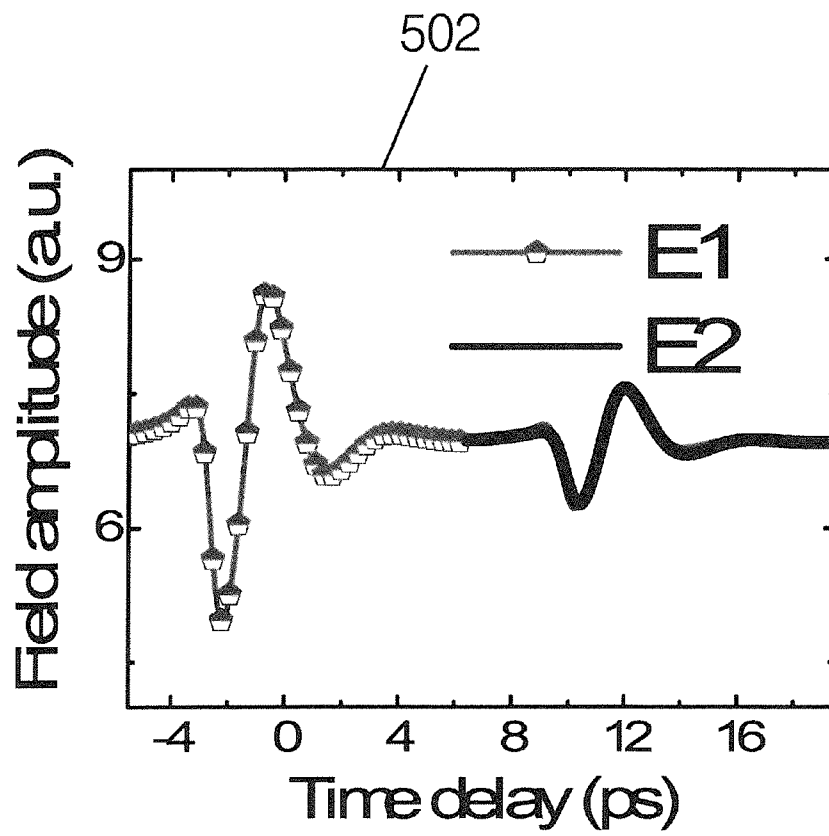
[Fig. 4]



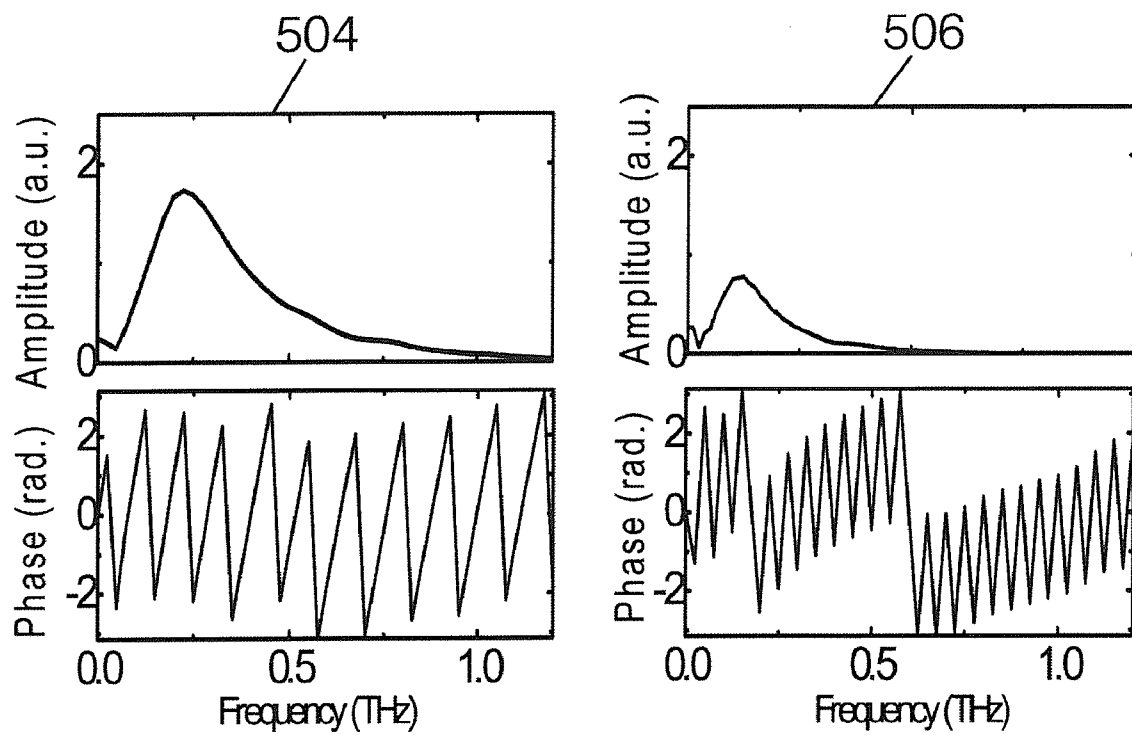
[Fig. 5]



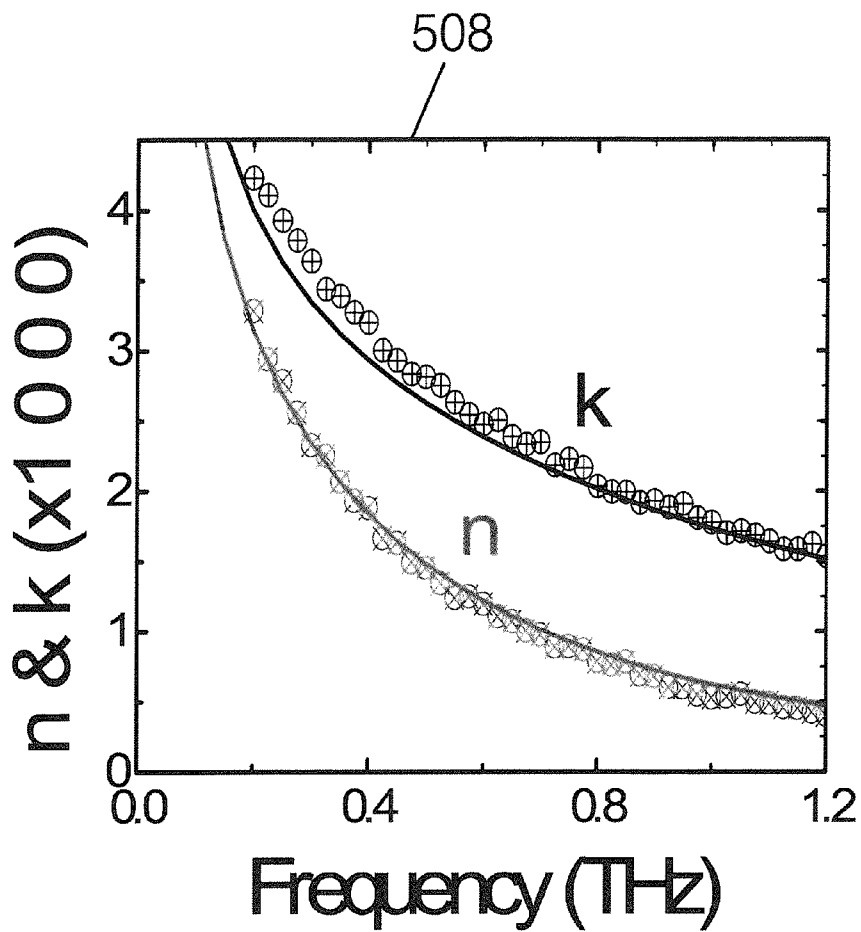
[Fig. 6]



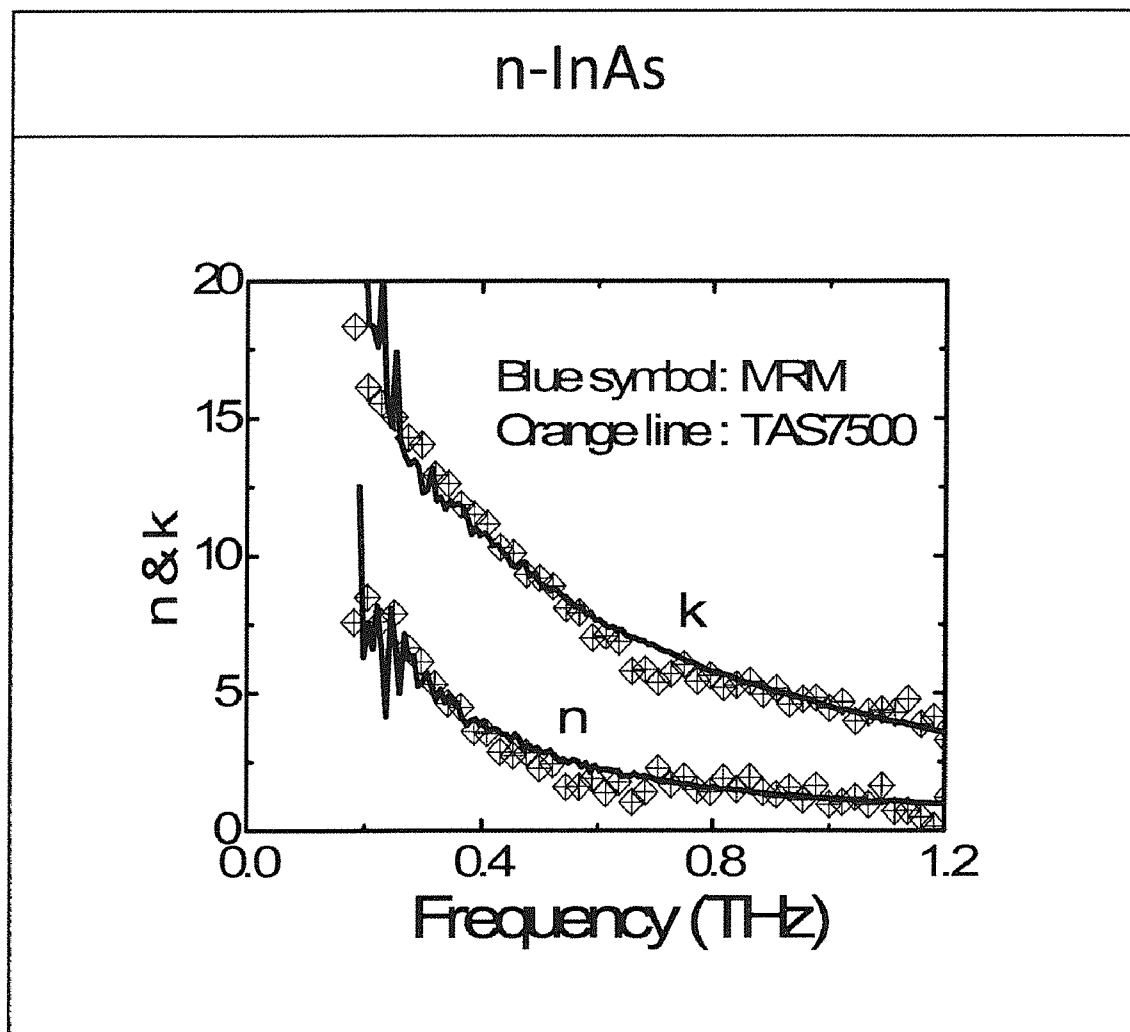
[Fig. 7]



[Fig. 8]

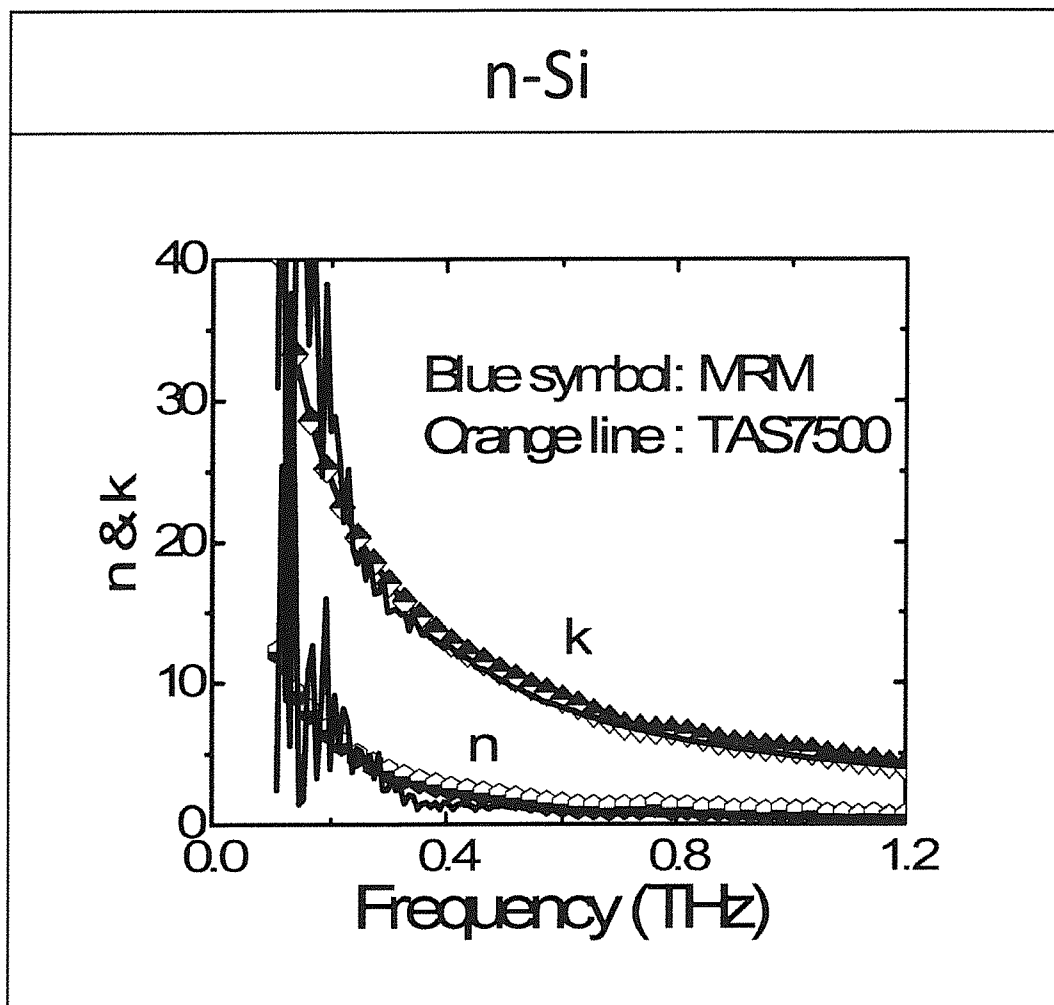


[Fig. 9]



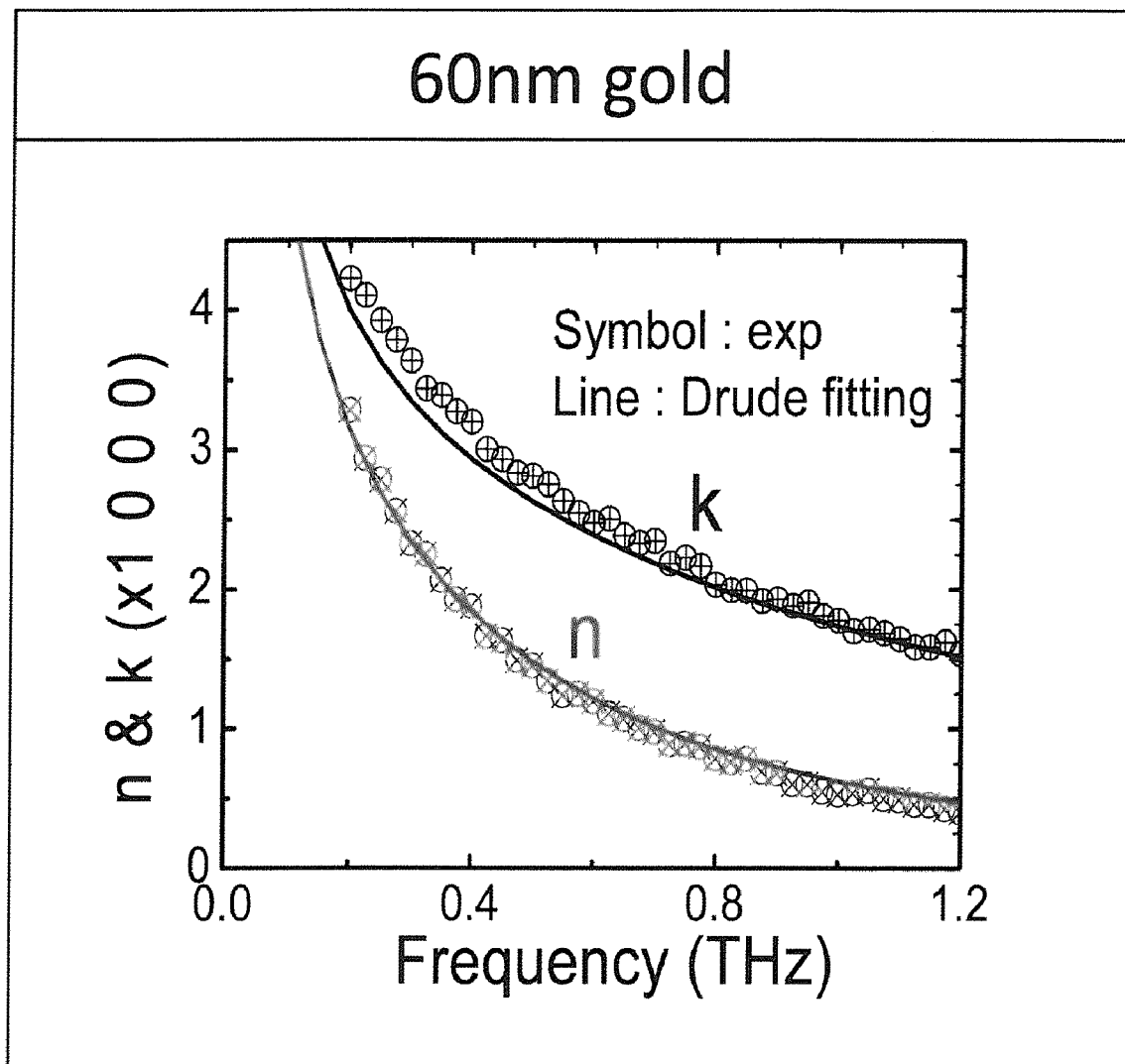
602

[Fig. 10]



604

[Fig. 11]



606

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/013063**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01N 21/3581(2014.01)i, G01N 21/41(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N 21/3581; G01N 21/27; G01N 23/20; G01N 21/55; G01N 13/14; G01J 3/02; G01N 21/47; G01N 21/45; G01N 21/41

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: electromagnetic wave generating part, specimen layer, first electromagnetic wave, second electromagnetic wave, laser beam oscillator, time delay device, specimen aggregation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-1296748 B1 (KOREA ELECTROTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 20 August 2013 See abstract, paragraphs [0020]-[0029] and figures 2-4.	1-2
Y		3-8
Y	JP 2009-036693 A (INSTITUTE OF PHYSICAL & CHEMICAL RESEARCH) 19 February 2009 See paragraphs [0026]-[0032] and figure 1.	3-8
A	US 2013-0155410 A1 (ENDERBY, John et al.) 20 June 2013 See paragraphs [0054]-[0056] and figure 4.	1-8
A	KR 10-2011-0031766 A (PUSAN NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) 29 March 2011 See paragraphs [0031]-[0043] and figures 1, 2.	1-8
A	KR 10-2009-0111809 A (BROWN UNIVERSITY) 27 October 2009 See paragraph [0038] and figure 1.	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 APRIL 2015 (08.04.2015)

Date of mailing of the international search report

08 APRIL 2015 (08.04.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/013063

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1296748 B1	20/08/2013	NONE	
JP 2009-036693 A	19/02/2009	JP 5067754 B2	07/11/2012
US 2013-0155410 A1	20/06/2013	EP 2591340 A1	15/05/2013
		EP 2591340 B1	31/12/2014
		GB 201011459 D0	25/08/2010
		GB 201105045 D0	11/05/2011
		GB 201111212 D0	17/08/2011
		GB 2482378 A	01/02/2012
		US 8970843 B2	03/03/2015
		WO 2012-004586 A1	12/01/2012
KR 10-2011-0031766 A	29/03/2011	NONE	
KR 10-2009-0111809 A	27/10/2009	US 2010-0157316 A1	24/06/2010
		US 8537363 B2	17/09/2013
		WO 2008-069916 A2	12/06/2008
		WO 2008-069916 A3	31/07/2008

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01N 21/3581(2014.01)i, G01N 21/41(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01N 21/3581; G01N 21/27; G01N 23/20; G01N 21/55; G01N 13/14; G01J 3/02; G01N 21/47; G01N 21/45; G01N 21/41

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 전자기파 발생부, 시료층, 제1전자기파, 제2전자기파, 레이저 광선 발진기, 시간지연장치, 시료집합체

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-1296748 B1 (한국전기연구원) 2013.08.20 요약, 단락 0020-0029 및 도면 2-4 참조.	1-2
Y		3-8
Y	JP 2009-036693 A (INSTITUTE OF PHYSICAL & CHEMICAL RESEARCH) 2009.02.19 단락 0026-0032 및 도면 1 참조.	3-8
A	US 2013-0155410 A1 (JOHN ENDERBY 외 1명) 2013.06.20 단락 0054-0056 및 도면 4 참조.	1-8
A	KR 10-2011-0031766 A (부산대학교 산학협력단) 2011.03.29 단락 0031-0043 및 도면 1, 2 참조.	1-8
A	KR 10-2009-0111809 A (브라운 유니버시티) 2009.10.27 단락 0038 및 도면 1 참조.	1-8

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 04월 08일 (08.04.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 04월 08일 (08.04.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 ++82 42 472 7140

심사관

이정철

전화번호 +82-42-481-8611



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1296748 B1	2013/08/20	없음	
JP 2009-036693 A	2009/02/19	JP 5067754 B2	2012/11/07
US 2013-0155410 A1	2013/06/20	EP 2591340 A1	2013/05/15
		EP 2591340 B1	2014/12/31
		GB 201011459 D0	2010/08/25
		GB 201105045 D0	2011/05/11
		GB 201111212 D0	2011/08/17
		GB 2482378 A	2012/02/01
		US 8970843 B2	2015/03/03
		WO 2012-004586 A1	2012/01/12
KR 10-2011-0031766 A	2011/03/29	없음	
KR 10-2009-0111809 A	2009/10/27	US 2010-0157316 A1	2010/06/24
		US 8537363 B2	2013/09/17
		WO 2008-069916 A2	2008/06/12
		WO 2008-069916 A3	2008/07/31