

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국



(10) 국제공개번호

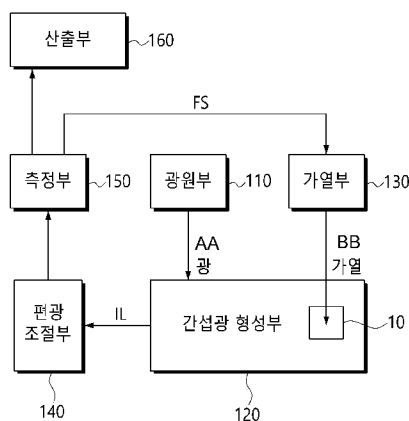
(43) 국제공개일  
2017년 12월 7일 (07.12.2017) WIPO PCT

WO 2017/209319 A1

- (51) 국제특허분류: **G01N 21/45** (2006.01) **G02B 26/00** (2006.01)  
**G01N 21/17** (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/005739
- (22) 국제출원일: 2016년 5월 31일 (31.05.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2016-0066596 2016년 5월 30일 (30.05.2016) KR
- (71) 출원인: 한국기술교육대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 31253 충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, Chungcheongnam-do (KR).
- (72) 발명자: 이정훈 (LEE, Jeong Hoon); 03300 서울시 은평구 진관3로 15-45, 1015동 304호(진관동, 은평뉴타운구과발아파트), Seoul (KR).
- (74) 대리인: 특허법인청택 (C.M. PATENT & LAW FIRM, LLP.); 06131 서울시 강남구 테헤란로25길 39, 2층 (역삼동, MK빌딩), 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, BN, 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

(54) Title: SYSTEM FOR MEASURING LIGHT ABSORPTION COEFFICIENT OF AEROSOL HAVING EXPANDED MEASUREMENT VOLUME

(54) 발명의 명칭: 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템



- 110 ... Light source unit  
120 ... Coherent light formation unit  
130 ... Heating unit  
140 ... Polarization control unit  
150 ... Measurement unit  
160 ... Calculation unit  
AA ... Light  
BB ... Heating

(57) Abstract: A system for measuring the light absorption coefficient of an aerosol sample having an expanded measurement volume comprises a light source unit, a coherent light formation unit, a heating unit, a polarization control unit, a measurement unit, and a calculation unit. The coherent light formation unit divides the light generated from the light source unit into a first light and a second light and guides the lights so as to have same pass through an object to be measured, while performing control such that a path difference is created between the first and second lights. The heating unit heats any one of the lights by using a laser device, a first path change unit, and a second path change unit. The measurement unit obtains measurement values corresponding to the quantities of light of polarization components. The calculation unit calculates the light absorption coefficient of the object to be measured, on the basis of the measurement values. Accordingly, the light absorption coefficient of the aerosol can be measured more easily and accurately.

(57) 요약서: 측정 체적이 확장된 에어로졸 시료의 광흡수계수 측정시스템은 광원부, 간섭광 형성부, 가열부, 편광조절부, 측정부 및 산출부를 포함한다. 간섭광 형성부는 광원부로부터 발생된 광을 제1 광 및 제2 광으로 분할하여 측정대상물을 통과하도록 가이드하되, 제1 광 및 제2 광들 사이에 경로차가 발생하도록 조절하고, 가열부는 어느 하나의 광을 레이저장치, 제1 경로변경유닛 및 제2 경로변경유닛을 이용하여 가열한다. 측정부는 편광성분의 광량에 대응하는 측정값들을 획득하며, 산출부는 측정값을 기초로 측정대상물의 광흡수계수를 산출한다. 이에 따라, 보다 용이하고 정확하게 에어로졸의 광흡수계수를 측정할 수 있다.

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

## 명세서

### 발명의 명칭: 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 광흡수계수 측정시스템 및 측정방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템 및 측정방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 일반적으로, 에어로졸(aerosol)은 대기 중에 부유하는 고체 또는 액체 상의 작은 입자를 의미하며, 빛을 산란시키고 흡수하기도 하여 기온에 영향을 주고, 대기에서 구름이나 강수 형성에 응결핵으로 기능하기도 하며, 여러 화학반응을 통하여 대기오염에 관여하는 등 기상과 기후에 여러 가지 영향을 주는 요인으로 작용한다.
- [3] 이러한 대기 중에 존재하는 에어로졸의 광흡수계수는 지구온난화를 판단하는 자료로서 활용되는 등 다양하게 활용될 수 있어 에어로졸을 시료로 한 광흡수계수의 정확한 측정이 요구된다.
- [4] 종래에는, 광흡수에 대한 특성을 측정하는 기술로 한국공개특허 제10-2006-0050572호의 시료의 광흡수특성을 측정하기 위한 방법 및 장치가 개시된 바 있다. 그러나, 종래 기술은 에어로졸에 대한 광흡수계수의 측정에 적용하는 것이 어렵다는 문제점이 있다.
- [5] 따라서, 에어로졸의 광흡수계수를 용이하고 정확하게 획득할 수 있는 광흡수계수 측정시스템의 개발이 요청된다.

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술적 과제

- [6] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 에어로졸의 광흡수계수를 용이하고 정확하게 획득할 수 있는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템을 제공하는 것이다.
- [7] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는, 에어로졸의 광흡수계수를 용이하고 정확하게 획득할 수 있는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정방법을 제공하는 것이다.

##### 과제 해결 수단

- [8] 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따른 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템은 광원부, 간섭광 형성부, 가열부, 측정부 및 산출부를 포함한다. 상기 광원부는 광을 발생시킨다. 상기 간섭광 형성부는 상기 광원부로부터 발생된 광을 프로브 빔에 해당하는 제1 광 및 레퍼런스빔에 해당하는 제2 광으로 분할하여 측정대상물인 에어로졸을 수용하는 수용부를 통과하도록 가이드하되, 상기 제1

광은 제1 경로를 갖고 상기 제2 광은 상기 제1 경로와 다른 제2 경로를 가져서 상기 제1 광 및 상기 제2 광 사이에 소정의 경로차가 발생하도록 간섭광을 형성한다. 상기 가열부는 상기 수용부를 통과하는 상기 제1 광 및 상기 제2 광 중 어느 하나를 가열한다. 상기 측정부는 상기 간섭광 형성부에 의해 형성된 상기 간섭광의 광량에 대응하는 측정값들을 획득한다. 상기 산출부는 상기 측정부에서 측정된 측정값들을 이용하여 상기 측정대상물의 광흡수계수를 산출하고, 상기 가열부는 상기 레이저광을 형성하는 레이저장치, 상기 레이저광이 상기 레이저광에 의해 가열되는 상기 제2 광의 가열 범위에 다른 상기 에어로졸의 측정 체적을 증가시키도록, 상기 수용부 내부를 통과하는 상기 레이저광의 경로와 상기 제2 광의 경로가  $1^\circ$  이하의 각도로 크로스(cross)하도록 광경로를 변경하는 광경로변경부를 포함한다.

- [9] 일 실시예로, 상기 간섭광 형성부는, 광경로변경부는, 상기 레이저광이 상기 제1 광을 가열하도록, 상기 제1광을 상기 수용부 내부로 투과시키며, 상기 레이저광을 상기 수용부 내부로 반사시키는 제1 경로변경유닛, 및 상기 제1 경로변경유닛에 의해 상기 수용부 내부로 투과되어 상기 수용부를 통과한 상기 제1 광을 상기 측정부를 향하여 투과시키며, 상기 제1 경로변경유닛에 의해 상기 수용부 내부로 반사되어 상기 수용부를 통과한 상기 레이저 광을 상기 측정부와 다른 방향으로 반사시키는 제2 경로변경유닛을 포함할 수 있고, 상기 제1 경로변경유닛 및 상기 제2 경로변경유닛은, 상기 제1 경로변경유닛 및 상기 제2 경로변경유닛의 사이를 지나가는 상기 레이저광 및 상기 제1 광이  $1^\circ$  이하의 각도로 크로스하는 경로를 갖도록 배치할 수 있다.
- [10] 한편, 상기 레이저광은 제1 파장범위 내의 파장을 갖고, 상기 제2 광은 제2 파장범위 내의 파장을 가지며, 상기 제1 경로변경유닛 및 상기 제2 경로변경유닛은 상기 제1 파장범위의 광은 반사시키고, 상기 제2 파장범위의 광은 투과시킬 수 있다.
- [11] 한편, 제1 파장범위는 495nm~570nm 범위를 갖고, 상기 제2 파장범위는 620nm~750nm 범위를 가지며, 상기 제1 경로변경유닛 및 상기 제2 경로변경유닛은 다이크로익 미러(dichroic mirror)일 수 있다.
- [12] 일 실시예로, 상기 간섭광 형성부는, 상기 광원부로부터 발생된 광을 제공받아서 적어도 일부는 반사시켜 상기 제1 광을 형성하고 적어도 일부는 투과시켜 상기 제2 광을 형성하며, 투과된 상기 제2 광을 반사시키는 빔스플리터(beam splitter) 및 상기 빔스플리터로부터 반사된 상기 제1 광 및 상기 빔스플리터에 의해 투과 및 반사된 상기 제2 광을 제공받아 상기 빔스플리터를 향하여 반사하는 리트로리플렉터(retroreflector)를 포함할 수 있다.
- [13] 예를 들면, 상기 빔스플리터는, 빔스플리터 바디, 상기 빔스플리터 바디의 제1 면에 형성되며, 상기 광원부로부터 발생된 광을 제공받아서 상기 제1 광을 반사시키고, 상기 제2 광을 투과시키는 제1 층 및 상기 빔스플리터 바디의 제1 면의 반대면인 제2 면에 형성되며, 상기 제1 층을 투과한 상기 제2 광을 상기

리트로리플렉터를 향하여 반사시키는 제2 층을 포함할 수 있다.

[14] 일 실시예로, 상기 간섭광 형성부에 의해 형성된 간섭광을 제공받아서 상기 간섭광의 편광상태를 조절하는 편광조절부를 더 포함할 수 있다.

[15] 또한, 상기 측정부는 상기 간섭광을 제공받아서 상기 제1 편광성분의 제3 광 및 상기 제2 편광성분의 제4 광으로 분리하는 빔분리유닛 및 상기 빔분리유닛으로부터 분리된 상기 제3 광을 수신하는 수광소자를 포함할 수 있다.

[16] 또한, 상기 상기 수광소자 전면부에 핀홀(pinhole)을 배치할 수 있다.

[17] 한편, 상기 산출부는, 상기 가열부의 가열 이전에, 제1 편광성분의 제1 광량에 대응하는 측정값을 획득하되, 상기 편광조절부에 인가하는 전압을 0부터 상기 측정값이 수렴할 때까지 증가시키고, 상기 전압이 0일 때의 측정값 및 상기 측정값이 수렴할 때의 측정값의 중간값을 기준값으로 설정하고, 상기 가열부의 가열 이후에 상기 제1 편광성분의 제1 광량에 대응하는 가열후측정값을 획득하여, 상기 가열후측정값과 상기 기준값 사이의 차이를 기초로 상기 측정대상물의 광흡수계수를 산출할 수 있다.

[18] 예를 들면, 상기 산출처리부는, 기지의 기준 광흡수계수를 갖는 기준 측정대상물의 기 측정된 상기 차이값 및 상기 기준 광흡수계수를 이용하여 상기 광흡수계수를 캘리브레이션할 수 있다.

[19] 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따른 광흡수계수 측정방법은, 광을 프로브빔에 해당하는 제1 광 및 레퍼런스 빔에 해당하는 제2 광으로 분할하여 측정대상물인 에어로졸을 포함하는 수용부 내부를 통과하도록 가이드하되, 상기 제1 광은 제1 경로를 갖고 상기 제2 광은 상기 제1 경로와 다른 제2 경로를 가져서 상기 제1 광 및 상기 제2 광 사이에 소정의 경로차가 발생하는 간섭광을 형성하도록 간섭광 형성부가 광경로를 조절하는 단계, 상기 간섭광 형성부에 의해 형성된 간섭광을 측정부가 제공받아서 제1 편광성분의 제1 광량에 대응하는 측정값을 획득하는 단계, 획득한 상기 측정값을 기초로 기준값을 산출하는 단계 및 광경로가 조절되어 상기 수용부 내부를 통과하는 상기 제1 광을 가열부가 가열하는 단계를 포함한다.

[20] 일 실시예로, 상기 간섭광 형성부에 의해 형성된 간섭광의 편광상태를 조절하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[21] 일 실시예로, 상기 기준값을 산출하는 단계는, 상기 편광조절부에 인가하는 전압을 0부터 상기 측정값이 수렴할 때까지 증가시키고, 상기 전압이 0일 때의 측정값 및 상기 측정값이 수렴할 때의 측정값의 중간값을 기준값으로 설정하는 단계를 포함할 수 있다.

[22] 또한, 상기 제1 광을 가열부가 가열하는 단계는, 레이저장치가 레이저광을 발생시키는 단계, 상기 레이저광에 의해 가열되는 상기 제1 광의 가열 범위에 다른 상기 에어로졸의 측정 체적을 증가시키도록, 상기 수용부 내부를 통과하는 상기 레이저광의 경로와 상기 제1 광의 경로가  $1^\circ$  이하의 각도로

- 크로스(cross)하도록 광경로변경부가 광경로를 변경하는 단계를 포함할 수 있다.
- [23] 한편, 상기 광경로변경부가 광경로를 변경하는 단계는, 상기 레이저광이 상기 제1 광을 가열하도록, 제1 경로변경유닛이 상기 제1 광을 상기 수용부 내부로 투과시키며, 상기 레이저광을 상기 수용부 내부로 반사시키는 단계 및 상기 수용부 내부로 투과되어 상기 수용부를 통과한 상기 제1 광을 제2 경로변경유닛이 상기 측정부를 향하여 투과시키며, 상기 제1 경로변경유닛에 의해 상기 수용부 내부로 반사되어 상기 수용부를 통과한 상기 레이저 광을 상기 측정부와 다른 방향으로 반사시키는 단계를 포함하고, 상기 제1 경로변경유닛 및 상기 제2 경로변경유닛은, 상기 제1 경로변경유닛 및 상기 제2 경로변경유닛의 사이를 지나가는 상기 레이저광 및 상기 제1 광이  $1^\circ$  이하의 각도로 크로스(cross)하는 경로를 갖도록 배치할 수 있다.
- [24] 일 실시예로, 상기 가열부의 가열 이후에, 상기 측정부가 상기 제1 편광성분의 제1 광량에 대응하는 가열후 측정값을 획득하는 단계 및 상기 가열후 측정값과 상기 기준값 사이의 차이를 기초로 상기 측정대상물의 광흡수계수를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [25] 한편, 상기 측정대상물의 광흡수계수를 산출하는 단계 이전에, 기지의 기준 광흡수계수를 갖는 기준 측정대상물의 상기 차이값을 획득하는 단계를 더 포함하고, 상기 측정대상물의 광흡수계수를 산출하는 단계는, 상기 기준 측정대상물의 기준 광흡수계수를 이용하여 상기 측정대상물의 광흡수계수를 캘리브레이션하는 단계를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [26] 본 발명에 따르면, 광을 분할한 후 경로차가 발생하도록 광경로를 조절하여 간섭광을 생성하고 간섭광을 다시 분할한 광의 광량에 대응하는 측정값들로부터 그 차이를 이용하여 광흡수계수를 산출하되, 시료를 가열함에 있어서, 시료를 가열하는 레이저광의 경로를 시료를 포함하는 수용부 내부를 지나가는 프로브빔의 경로와  $1^\circ$  이하로 크로스 시킴으로써 측정 체적을 확장시켜, 에어로졸과 같은 시료의 광흡수계수를 보다 용이하게 측정할 수 있다.
- [27] 또한, 핀홀 및 레이저필터를 이용하여, 광원부로부터 발생된 광을 제외한 광을 차단하고, 유효한 범위의 광을 수신함으로써, 노이즈를 제거한 측정값을 용이하게 획득할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [28] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 광흡수계수 측정시스템을 나타낸 블록도이다.
- [29] 도 2는 도 1의 광흡수계수 측정시스템의 간섭광 형성부의 일 예를 설명하기 위한 개념도이다.
- [30] 도 3은 도 1의 광흡수계수 측정시스템의 편광조절부, 측정부 및 산출부의 일 예를 구체적으로 나타낸 블록도이다.

- [31] 도 4는 도 1의 가열부를 이용하여 프로브빔을 가열한 후 측정된 신호와 종래기술의 가열부를 이용하여 프로브빔을 가열한 후 측정된 신호를 비교한 그래프이다.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [32] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [33] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.
- [34] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [35] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다.
- [36] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [37]
- [38] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명한다.
- [39] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 광흡수계수 측정시스템을 나타낸 블록도이다.
- [40] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 광흡수계수 측정시스템(100)은 광원부(110), 간섭광 형성부(120), 광원부(130), 편광조절부(140), 측정부(150) 및 산출부(160)를 포함한다.
- [41] 상기 광원부(110)는 광을 발생시킨다.

- [42] 상기 광원부(110)는 레이저 광원을 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 광원부(110)는 대략 632nm의 He-Ne 레이저광을 조사하는 광원을 포함할 수 있다.
- [43] 상기 광원부(110)에서 조사되는 광은 소정 각도로 편광될 수 있다. 예를 들면, 상기 편광되는 소정 각도는 대략 45도일 수 있다. 이에 따라, 후술되는 간섭광 형성부(120)의 빔스플리터(122, 도 2 참조)에서 분기되는 광들은 적절한 광량으로 각 경로를 형성할 수 있다.
- [44] 상기 간섭광 형성부(120)는 상기 광원부(110)로부터 발생된 광을 제1 광 및 제2 광으로 분할하여 상기 측정대상물을 통과하도록 가이드한다. 상기 제1 광은 제1 경로를 갖고 상기 제2 광은 상기 제1 경로와 다른 제2 경로를 가져서 상기 제1 광 및 상기 제2 광 사이에 소정의 경로차가 발생하도록 광경로를 조절한다.
- [45] 도 2는 도 1의 광흡수계수 측정시스템의 간섭광 형성부의 일 예를 설명하기 위한 개념도이다.
- [46] 도 2를 참조하면, 일 실시예로, 상기 간섭광 형성부(120)는 빔스플리터(beam splitter)(122) 및 리트로리플렉터(retroreflector)(124)를 포함할 수 있다.
- [47] 상기 빔스플리터(122)는 상기 광원부(110)로부터 발생된 광을 제공받아서 적어도 일부는 반사시켜 상기 제1 광(L1)을 형성하고 적어도 일부는 투과시켜 상기 제2 광(L2)을 형성할 수 있다. 또한, 상기 빔스플리터(122)는 투과된 상기 제2 광(L2)을 상기 리트로리플렉터를 향하도록 반사시킬 수 있다.
- [48] 예를 들면, 상기 제1 광(L1) 및 상기 제2 광(L1) 중 어느 하나는 후술되는 가열부(130)에 의해 가열되지 않는 레퍼런스빔(reference beam)에 해당할 수 있으며, 나머지 하나는 상기 가열부(130)에 의해 가열되는 프로브빔(probe beam)에 해당할 수 있다.
- [49] 구체적으로, 상기 빔스플리터(122)는 빔스플리터 바디(body)(122a), 제1 층(122b) 및 제2 층(122c)을 포함할 수 있다.
- [50] 상기 제1 층(122b)은 상기 빔스플리터 바디(122a)의 제1 면의 적어도 일부에 형성되며, 상기 광원부(110)로부터 발생된 광을 제공받아서 상기 제1 광(L1)을 반사시키고, 상기 제2 광(L2)을 투과시킨다. 상기 제1 층(122b)은, 예를 들면, 빔 분할을 위한 편광빔스플리터 코팅층일 수 있으며, 상기 제1 층(122b)의 배면은 도 2에 도시된 광경로를 형성하기 위해 반사면일 수 있다.
- [51] 상기 제1 층(122b)은 레이저를 편광시키기 위한 물질, 예를 들면, 유전체(dielectric)와 부분적인 광투과성을 가지는 인코넬(inconel), 크롬(chrome) 등이 포함된 물질의 코팅에 의해 형성될 수 있고, 코팅의 특성에 따라 분할비를 10:90, 30:70, 50:50 등으로 할 수 있고, 상기 광원부(110)로부터 발생된 레이저광을 편광시킴으로써, 예를 들면, s편광(s-polarized light)인 제1 광(L1)과, p편광(p-polarized light)인 제2 광(L2)으로 분할되도록 편광시킬 수 있고, 이와는 다르게, p편광인 제1 광(L1)과, s편광인 제2 광(L2)으로 분할되도록 편광시킬 수도 있다.

- [52] 상기 제2 층(122c)은 상기 빔스플리터 바디(122a)의 제1 면의 반대면인 제2 면의 적어도 일부에 형성되며, 상기 제1 층(122b)을 투과한 상기 제2 광(L2)을 후술되는 리트로리플렉터(124)를 향하여 반사시킨다. 상기 제2 층(122c)은, 예를 들면, 반사를 위한 반사 물질이 코팅된 반사 코팅층일 수 있다.
- [53] 예를 들면, 상기 제2 층(122c)은, 도 2에 도시된 바와 같은 광경로의 형성이 가능하도록, 상기 제1 층(122b)과 어긋나는 위치에 형성될 수 있다.
- [54] 상기 리트로리플렉터(124)는 상기 빔스플리터(122)로부터 반사된 상기 제1 광(L1) 및 상기 빔스플리터(122)에 의해 투과 및 반사된 상기 제2 광(L2)을 제공받아 상기 빔스플리터(122)를 향하여 반사한다.
- [55] 상술한 바와 같이, 상기 간섭광 형성부(120)의 배치 구성에 따라서, 상기 광원부(110)로부터 발생된 레이저광은 상기 제1 광(L1) 및 상기 제2 광(L2)으로 분할되어서 상기 리트로리플렉터(124)에 의해 반사된 후, 각각 상대적으로 외측 및 내측으로 경로를 형성한다. 이어서, 상기 제1 광(L1)은 상기 제2 층(122c) 및 상기 제1 층(122b)에 의해 차례로 반사되고, 상기 제2 광(L1)은 상기 제1 층(122b)을 투과하여서, 상기 제1 광(L1) 및 상기 제2 광(L2)은 서로 만나서 간섭하게 되고, 상기 간섭에 의한 간섭광(IL)은 상기 빔스플리터(122)의 외부로 출사된다.
- [56] 상기 가열부(130)는 상기 측정대상물(10)을 통과하는 상기 제1 광(L1) 및 상기 제2 광(L2) 중 어느 하나를 가열한다.
- [57] 상기 측정대상물(10)은 광흡수계수의 측정을 원하는 시료로서, 예를 들면, 상기 측정대상물(10)은 대기 중에 부유하는 고체 또는 액체상의 입자상 물질을 충전하는 에어로졸일 수 있다. 이러한 에어로졸은, 예를 들면, 대기 중에서 필터 등의 포집장치를 통해서 포집될 수 있다.
- [58] 상기 측정대상물(10)은 수용부(170)에 수용될 수 있으며, 상기 수용부(170)는 입구와 출구가 형성되어 상기 측정대상물을 출입시킬 수 있다.
- [59] 예를 들면, 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 제1 광(L1)은 상기 가열부(130)에 의해 가열되는 프로브빔에 해당할 수 있으며, 상기 제2 광(L2)은 상기 가열부(130)에 의해 가열되지 않는 레퍼런스빔에 해당할 수 있다.
- [60] 상기 가열부(130)는 가열을 위한 레이저장치(132)를 포함할 수 있고, 예를 들면, 대략 1W의 출력을 갖는 DPSS(diode pumped solid state) 레이저일 수 있다. 또한, 상기 레이저장치(132)는 측정을 원하는 광의 파장에 해당하는 레이저광을 조사할 수 있으며, 예를 들면, 가시광 영역의 흡수를 측정하기 위하여 해당 파장의 레이저를 채용할 수 있고, 상기 레이저광은 녹색파장의 레이저를 채용할 수 있다. 또는, 이와는 다르게 적외선 영역의 흡수를 측정하기 위하여 적외선 레이저를 채용할 수도 있다.
- [61] 상기 가열부(130)는 상기 레이저장치(132)에서 발생하는 레이저광을 이용하여 상기 수용부(170)에 수용된 측정대상물(10)을 통과하는 프로브빔을 가열할 수 있다. 따라서, 예를 들면, 상기 가열부(130)는 상기 레이저장치(132)에서

형성되는 레이저광을 이용하여 프로브빔을 효과적으로 가열하기 위한 광경로변경부를 포함할 수 있다. 상기 광경로변경부는 제1 경로변경유닛(134a) 및 제2 경로변경유닛(134b)을 포함할 수 있다.

- [62] 상기 제1 경로변경유닛(134a)는 상기 레이저광이 상기 프로브빔을 가열하도록, 상기 프로브빔을 상기 수용부 내부로 투과시키며, 상기 레이저 광을 상기 수용부 내부로 반사시킬 수 있으며, 상기 제2 경로변경유닛(134b)은 상기 제1 경로변경유닛(134a)에 의해 상기 수용부 내부로 투과되어 상기 수용부를 통과한 상기 제2 광을 상기 측정부를 향하여 투과시키며, 상기 제2 경로변경유닛(134a)에 의해 상기 수용부 내부로 반사되어 상기 수용부를 통과한 상기 레이저 광을 상기 측정부와 다른 방향으로 반사시킬 수 있다.

- [63] 예를 들어, 상기 제1 경로변경유닛(134a) 및 제2 경로변경유닛(134b)은 굴절률이 다른 물질의 많은 박층으로 이루어지는 다이크로익 미러(dichroic mirror)일 수 있다. 채용되는 상기 다이크로익 미러는 가시광선 중 녹색에 해당하는 495~570nm 범위의 광은 반사시키고, 적색에 해당하는 620~750nm 범위의 광은 투과시키는 다이크로익 미러일 수 있으며, 이에 따라, 상기 제1 경로변경유닛(134a) 및 제2 경로변경유닛(134b)은 녹색 광 범위를 가지는 상기 레이저광은 반사시키고, 상기 광원부(110)로부터 발생된 632nm의 적색계열 파장을 갖는 상기 제1 광(L1) 및 제2 광은 투과시킬 수 있다.

- [64] 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 제1 경로변경유닛(134a)은 프로브빔인 상기 제1 광(L1)을 투과시켜 상기 수용부(170)의 내부로 향하는 광경로의 변화를 방지하며, 상기 레이저장치(132)에서 상기 제1 경로변경유닛(134a)으로 향하는 레이저광은 상기 제1 광(L1)이 향하는 상기 수용부(170)의 내부로 반사시키고, 상기 제2 경로변경유닛(134b)은 상기 제1 경로변경유닛(134a)과 이격되어 대응하도록 배치되어, 상기 수용부(170) 내부를 통과하는 제1 광(L1)은 상기 간섭광 형성부(120)로 향하여 상기 제2 광(L2)과 간섭광을 형성하도록 투과시키며, 상기 제1 경로변경유닛(134a)에 의하여 상기 제1 광(L1)과 상기 수용부(170) 내부에서 크로스(cross) 되도록 경로가 형성되는 상기 레이저광은 반사시켜, 상기 레이저광이 상기 수용부(170) 내부를 통과하는 상기 제1 광(L1) 주위의 상기 측정대상물(10)을 가열한 후, 상기 측정부로 향하는 것을 방지할 수 있다.

- [65] 또한, 상기 제1 경로변경유닛(134a) 및 상기 제2 경로변경유닛(134b)을 도 2에 도시된 바와 같이 설치하여, 상기 제1 경로변경유닛(134a) 및 상기 제2 경로변경유닛(134b)의 사이를 지나가는 상기 레이저광 및 프로브빔인 상기 제1 광(L1)이 상기 수용부(170)의 내부에서 1° 이하의 각도로 크로스(cross)하는 경로를 갖도록 하는 것이 가능하며, 이에 따라, 상기 레이저장치(132)에서 발생한 레이저 광은, 상기 제1 광(L1)이 상기 수용부(170) 내부를 지나가는 광경로와 거의 일치하는 경로를 가지게 되고, 따라서, 포인트(point)가 아닌 상기 제1 광(L1)의 광경로를 따라 라인(line)으로 가열되는 에어로졸의 측정 체적이

증가되어 효과적으로 에어로졸의 광흡수 계수를 산출할 수 있다. 예를 들면, 상기 가열부(130)의 가열에 의해서, 상기 프로브빔 주위의 에어로졸은 상기 레이저광을 흡수하여 굴절률의 변화가 일어나고, 이에 따라 상기 프로브빔의 광경로가 변한다. 상기 광경로의 변화는 후술되는 측정부(150)에 의해 변화된 간섭패턴 및 이에 따른 광량의 변화로 측정된다. 따라서, 상기 광량의 변화에 대응하는 측정값의 변화를 이용하여 후술되는 산출부(160)에서 에어로졸의 광흡수계수를 산출할 수 있다.

- [66] 또한, 상기 가열부(130)는 상기 프로브빔을 지속적으로 가열할 경우 상기 측정대상물의 온도가 계속 상승하므로, 상기 레이저광의 강도를 주기적으로 변화(modulation)시킬 수 있다. 이에 따라, 상기 가열부(130)는 상기 레이저광의 강도를 주기적으로 변화시키기 위한 모듈레이터(modulator)(136)를 포함할 수 있으며, 예를 들어, 펄스 제너레이터(function generator)일 수 있다. 상기 펄스 제너레이터(136)는 기존의 기계적 초퍼(mechanical chopper)를 이용하여 레이저광의 강도를 주기적으로 변화시키는 것이 아닌, TTL(Transistor Transistor Logic)신호를 이용하여 상기 레이저광의 강도를 주기적으로 변화시킴으로써, 형성되는 음파(acoustic wave) 노이즈를 차단하는 장치 일 수 있다.
- [67] 다시 도 1을 참조하면, 상기 편광조절부(140)는 상기 간섭광 형성부(120)에 의해 광경로가 조절된 상기 제1 광(L1) 및 상기 제2 광(L2)의 간섭광(IL)을 제공받아서 상기 간섭광(IL)의 편광상태를 조절한다.
- [68] 상기 측정부(150)는 상기 편광조절부(140)에 의해 편광상태가 조절된 상기 간섭광(IL)을 제공받아서 제1 편광성분의 제1 광량에 대응하는 제1 측정값 및 상기 제1 편광성분과 다른 제2 편광성분의 제2 광량에 대응하는 제2 측정값을 획득한다.
- [69] 상기 산출부(160)는 상기 제1 편광성분 및 제2 편광성분 중 하나를 선택하여 선택된 편광성분의 광량에 대응하는 측정값을 기초로 상기 측정대상물의 광흡수계수를 산출한다.
- [70] 이하, 상기 편광조절부(140), 상기 측정부(150) 및 상기 산출부(160)의 상세 구성 및 동작을 도면을 참조로 보다 상세하게 설명한다.
- [71] 도 3은 도 1의 광흡수계수 측정시스템의 편광조절부, 측정부 및 산출부의 일 예를 구체적으로 나타낸 블록도이다.
- [72] 도 3을 참조하면, 상기 편광조절부(140)는, 상기 간섭광(IL)의 편광상태를 변화시키고, 이에 따라 후술되는 측정부(150)에서 측정되는 광량에 따른 측정값을 변화시킬 수 있다. 상기 편광상태는 상기 간섭광(IL)의 진행방향에 수직인 두 개의 기준성분으로 분해하여 표현할 수 있고, 예를 들면, 상기 간섭광(IL)을 P-편광성분 및 S-편광성분의 기준성분으로 분해하여 표현할 수 있다.
- [73] 상기 편광조절부(140)는, 도면에 도시되진 않았지만, 후술되는 산출부(160)에 의해 피드백 신호(FS)를 전달받아서 편광조절부(140)에 인가하는 전압을

변화시켜, 상기 간섭광(IL)의 편광상태, 즉 상기 간섭광(IL)의 편광성분들(예를 들면, P-편광성분 및 S-편광성분)을 변화시킴으로써 상기 측정부(150)에서 측정되는 광량에 따른 측정값을 변화시킬 수 있다.

[74] 상기 편광조절부(140)는, 예를 들면, 다양한 편광상태의 조절이 가능하도록 액정 베리어블 리타더(liquid crystal variable retarder)를 채용할 수 있다. 상기 액정 베리어블 리타더는 액정의 분자 배열을 변화시킴으로써 상기 간섭광(IL)의 편광상태를 변화시키고, 이에 따라 후술되는 측정부(150)에서 측정되는 광량에 따른 측정값을 변화시킬 수 있다.

[75] 일 실시예로, 상기 측정부(150)는 빔분리유닛(152), 제1 수광소자(154) 및 제2 수광소자(156)를 포함할 수 있다.

[76] 상기 빔분리유닛(152)은 상기 편광조절부(140)에 의해 편광상태가 조절된 상기 간섭광(IL)을 제공받아서 상기 제1 편광성분의 제3 광(L3) 및 상기 제2 편광성분의 제4 광(L4)으로 분리한다. 즉, 상기 빔분리유닛(152)은 상기 간섭광(IL)을, 예를 들어, P-편광성분에 해당하는 제3 광(L3)과 S-편광성분에 해당하는 제4 광(L4)으로 분할하는 빔스플리터일 수 있다. 상술한 바와 같이, 상기 편광조절부(140)는 상기 간섭광(IL)이 경로방향을 중심으로 소정 각도 회전시키도록 하여 상기 제3 광(L3) 및 상기 제4 광(L4)의 광량의 변화를 형성할 수 있다.

[77] 상기 제1 수광소자(154)는 상기 빔분리유닛(152)으로부터 분리된 상기 제3 광(L3)을 수신하고, 상기 제2 수광소자(156)는 상기 빔분리유닛(152)으로부터 분리된 상기 제4 광(L4)을 수신한다. 상기 제1 및 제2 수광소자들(154, 156)은 수신된 상기 제3 광(L3) 및 상기 제4 광(L4)을 전기적 신호로 변환함으로써, 상기 제1 편광성분 및 제2 편광성분의 광량에 대응하는 측정값을 획득할 수 있다.

[78] 상기 수광소자(154, 156)들은, 예를 들면, 포토다이오드(photo diode)를 포함할 수 있으며, 상기 측정값들은 전압값일 수 있다.

[79] 한편 일 실시예로, 상기 제1 및 제2 수광소자들(154, 156)의 전면부에 노이즈 발생을 방지하며, 유효한 범위의 광을 선택적으로 수신하기 위한 편홀(pinhole)(154a, 156a)들 및 레이저라인필터(laser line filter)(154b, 156b)들이 배치될 수 있다.

[80] 예를 들어, 상기 편홀(154a, 156a)은, 상기 수광소자로 수신되는 광의 유효한 범위의 광을 선택적으로 수신하며, 상기 광원부(110)로부터 발생된 광 이외의 광을 차단할 수 있는 홀을 가진 장치를 채용할 수 있다. 또한, 상기 레이저라인필터(154b, 156b)로는, 선택적으로 특정파장의 광, 즉, 대략 632nm의 He-Ne 광을 통과시킬 수 있는 필터를 사용할 수 있다.

[81] 상기 측정부는 신호 증폭기(158)를 더 포함할 수 있다.

[82] 상기 신호 증폭기(158)는 상기 수광소자들이 측정한 측정값을 증폭시켜 산출부(160)으로 송신한다. 또한, 상기 신호 증폭기(158)는 획득한 측정값을 기초로 상기 모듈레이터(136)에 피드백신호(FS)를 송신하여, 상기 레이저광의

강도의 주기를 조절하여, 상기 가열부(130)의 가열 유무에 따른 측정값을 획득할 수 있다. 예를 들어, 상기 신호 증폭기(158)는 로크인 앰프(Lock-In Amplifier)일 수 있다.

[83] 일 실시예로, 상기 산출부(160)는 산출처리부(162)를 포함할 수 있다.

[84] 상기 산출처리부(162)는, 상기 가열부(130, 도 1 참조)의 가열 이전에, 사용자 또는 알고리즘에 의하여 상기 제1 편광성분의 광량에 대응하는 측정값을 획득하되, 상기 편광조절부(140)에 인가하는 전압을 0부터 상기 측정값이 수렴할 때까지 증가시키고, 상기 전압이 0일 대의 측정값 및 상기 측정값이 수렴할 대의 측정값의 중간값을 기준값으로 설정하고, 상기 가열부(130)의 가열 이후에, 제1 편광성분의 제3 광량에 대응하는 가열후측정값을 획득하여, 상기 가열후측정값과 상기 기준값 사이의 차이를 기초로 상기 측정대상물의 광흡수계수를 산출할 수 있다.

[85] 예를 들어, 상기 산출처리부(162)는, 상기 가열부(130)의 가열 이전에, 상기 편광조절부(140)의 전압을 0부터 상기 수광소자를 통하여 측정되는 상기 측정값이 수렴할 때까지 증가시키는 동안 S-편광성분에 해당하는 제3 광(L3)의 측정값들을 획득하고, 상기 측정값들의 중간값을 기준값으로 설정하고, 상기 가열부(130)의 가열 이후의 S-편광성분에 해당하는 제3 광(L3)의 측정값인 가열후측정값을 획득하여 상기 중간값과의 차이를 통해 상기 측정대상물의 광흡수계수를 산출할 수 있다.

[86] 상기 측정대상물(10)의 광흡수가 클수록 상기 간섭광(IL)에 의한 간섭패턴의 변화는 더 커지며, 이와 같은 간섭패턴의 변화는 상기 제3 광(L3) 및 상기 제4 광(L4)의 광량이 차이를 야기하며, 이에 따라 상기 차이가 커지므로, 상기 차이가 클수록 상기 광흡수계수는 큰 것으로 해석할 수 있다. 따라서, 상기 차이 대비 상기 광흡수계수의 상관관계를 미리 설정하면, 상기 광흡수계수를 용이하게 획득할 수 있다.

[87] 또한, 상기 산출부는 피드백처리부(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 피드백처리부는, 상기 편광조절부(140)에 피드백신호를 송신하여, 상기 편광조절부(140)가 간섭광의 편광상태를 조절할 수 있도록 할 수 있다.

[88] 예를 들면, 상기 피드백처리부 및 상기 산출처리부(162)는 상기 광흡수계수 측정시스템(100)을 제어하는 컴퓨터에 포함될 수 있다. 이와는 다르게, 상기 피드백처리부 및 상기 산출처리부(162)의 적어도 하나는 컴퓨터와 별도의 장치로 제공될 수도 있다.

[89] 상기 산출처리부(162)는, 기지의 기준 광흡수계수를 갖는 측정대상물의 상기 차이 및 상기 기준 광흡수계수를 이용하여 상기 광흡수계수를 캘리브레이션할 수 있다.

[90] 구체적으로, 먼저 이미 알려진 광흡수계수(기준 광흡수계수)를 갖는 소정의 시료를 이용하여, 상기 광흡수계수 측정시스템(100)을 통해 측정을 수행한다. 그 결과로 얻어진 상기 차이를 기준광흡수계수로 설정한다.

- [91] 이어서, 측정을 원하는 시료를 이용하여 상기 광흡수계수 측정시스템(100)을 통해 측정을 수행한다. 그 결과로 얻어진 상기 차이는 상기 기준 광흡수계수를 갖는 시료의 차이를 기준으로 캘리브레이션할 수 있다.
- [92] 예를 들면, 기준 광흡수계수가 1로 알려져 있는 시료를 채용하여 얻은 차이가 1V이고, 측정을 원하는 시료를 채용하여 얻은 차이가 0.5V인 경우, 상기 측정을 원하는 시료는 광흡수계수를 0.5로 볼 수 있다.
- [93] 상기와 같은 광흡수계수 측정시스템 및 측정방법에 따르면, 광을 분할한 후 경로차가 발생하도록 광경로를 조절하여 간섭광을 생성하고 간섭광을 다시 분할한 광의 광량에 대응하는 측정값들로부터 그 차이를 이용하여 광흡수계수를 산출하되, 가열하는 시료의 체적을 증가시킴으로써 시료의 광흡수계수를 보다 용이하게 측정할 수 있다.
- [94] 또한, 핀홀 및 레이저필터를 이용하여, 광원부로부터 발생된 광을 제외한 광을 차단하고, 유효한 범위의 광을 수신함으로써, 노이즈를 제거한 측정값을 용이하게 획득하여 상기 시료의 광흡수계수를 보다 정확하게 측정할 수 있다.
- [95] 도 4는 도 1의 가열부를 이용하여 프로브빔을 가열한 후 측정한 신호와 종래기술의 가열부를 이용하여 프로브빔을 가열한 후 측정한 신호를 비교한 그래프이다.
- [96] 도 4의 그래프 A는 종래기술의 가열부를 이용하여 레이저광의 광경로가 프로브빔의 광경로와 일치하는 지점이 포인트일 경우의 신호의 세기를 2시간 동안 측정한 그래프이며, 그래프 B는 본 발명의 가열부를 이용하여 레이저광의 광경로가 프로브빔의 광경로와  $1^\circ$  이하로 크로스되는, 즉, 라인으로 가열하는 경우의 신호의 세기를 2시간 동안 측정한 그래프이다.
- [97] 도 4를 참조하면, 에어로졸의 측정 체적이 확장된 그래프 B의 신호가 그래프 A의 신호보다 대략 10배 정도 증가하였으며, 그래프 B의 신호가 그래프 A의 신호보다 안정적인 것을 알 수 있다.
- [98] 즉, 종래기술의 가열부로 기준 광흡수계수가 1로 알려져 있는 시료를 측정하여 10mV를 얻었다면, 본 발명의 일 실시예인 상기 가열부(130)로 기준 광흡수계수가 1로 알려져 있는 시료를 측정하여 약 100mV의 신호를 얻을 수 있다.
- [99] 이에 따라, 본 발명의 일 실시예인 측정 체적이 확장된 광흡수계수 측정시스템을 사용하여 광흡수계수를 측정하는데 있어서, 측정 가능한 신호의 스케일이 확장되는 효과가 생기며, 따라서, 기준 광흡수계수를 갖는 시료의 측정값과 캘리브레이션할 수 있는 범위 또한 확장되어, 종래의 광흡수계수 시스템에서 측정이 어려웠던 얇은 농도를 가진 대기의 에어로졸의 광흡수계수를 더욱 안정적으로 측정할 수 있다.
- [100]
- [101] 앞서 설명한 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술분야에

통상의 지식을 갖는 자라면 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있을 것이다. 따라서, 전술한 설명 및 아래의 도면은 본 발명의 기술사상을 한정하는 것이 아닌 본 발명을 예시하는 것으로 해석되어야 한다.

## 청구범위

- [청구항 1] 광을 발생시키는 광원부;  
 상기 광원부로부터 발생된 광을 프로브 빔에 해당하는 제1 광 및 레퍼런스빔에 해당하는 제2 광으로 분할하여 측정대상물인 에어로졸을 수용하는 수용부를 통과하도록 가이드하되, 상기 제1 광은 제1 경로를 갖고 상기 제2 광은 상기 제1 경로와 다른 제2 경로를 가져서 상기 제1 광 및 상기 제2 광 사이에 소정의 경로차가 발생하도록 간섭광을 형성하는 간섭광 형성부;  
 상기 수용부 내부를 통과하는 상기 제1 광을 레이저광을 이용하여 가열하는 가열부;  
 상기 간섭광 형성부에 의해 형성된 상기 간섭광의 광량에 대응하는 측정값들을 획득하는 측정부; 및  
 상기 측정부에서 측정된 측정값들을 이용하여 상기 측정대상물의 광흡수계수를 산출하는 산출부를 포함하고,  
 상기 가열부는,  
 상기 레이저광을 발생시키는 레이저장치; 및  
 상기 레이저광에 의해 가열되는 상기 제2 광의 가열 범위에 다른 상기 에어로졸의 측정 체적을 증가시키도록, 상기 수용부 내부를 통과하는 상기 레이저광의 경로와 상기 제2 광의 경로가  $1^\circ$  이하의 각도로 크로스(cross)하도록 광경로를 변경하는 광경로변경부를 포함하는 것을 특징으로 하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 광경로변경부는,  
 상기 레이저광이 상기 제1 광을 가열하도록, 상기 제1광을 상기 수용부 내부로 투과시키며, 상기 레이저광을 상기 수용부 내부로 반사시키는 제1 경로변경유닛; 및  
 상기 제1 경로변경유닛에 의해 상기 수용부 내부로 투과되어 상기 수용부를 통과한 상기 제1 광을 상기 측정부를 향하여 투과시키며, 상기 제1 경로변경유닛에 의해 상기 수용부 내부로 반사되어 상기 수용부를 통과한 상기 레이저 광을 상기 측정부와 다른 방향으로 반사시키는 제2 경로변경유닛을 포함하고,  
 상기 제1 경로변경유닛 및 상기 제2 경로변경유닛은, 상기 제1 경로변경유닛 및 상기 제2 경로변경유닛의 사이를 지나가는 상기 레이저광 및 상기 제1 광이  $1^\circ$  이하의 각도로 크로스하는 경로를 갖도록 배치된 것을 특징으로 하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,  
 상기 레이저광은 제1 파장범위 내의 파장을 갖고, 상기 제2 광은 제2

파장범위 내의 파장을 가지며,  
 상기 제1 경로변경유닛 및 상기 제2 경로변경유닛은 상기 제1 파장범위의  
 광은 반사시키고, 상기 제2 파장범위의 광은 투과시키는 것을 특징으로  
 하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템.

[청구항 4] 제3항에 있어서, 제1 파장범위는 495nm~570nm 범위를 갖고, 상기 제2  
 파장범위는 620nm~750nm 범위를 가지며,  
 상기 제1 경로변경유닛 및 상기 제2 경로변경유닛은 다이크로익  
 미러(dichroic mirror)인 것을 특징으로 하는 측정 체적이 확장된  
 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템.

[청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 간섭광 형성부는,  
 상기 광원부로부터 발생된 광을 제공받아서 적어도 일부는 반사시켜  
 상기 제1 광을 형성하고 적어도 일부는 투과시켜 상기 제2 광을 형성하며,  
 투과된 상기 제2 광을 반사시키는 빔스플리터(beam splitter); 및  
 상기 빔스플리터로부터 반사된 상기 제1 광 및 상기 빔스플리터에 의해  
 투과 및 반사된 상기 제2 광을 제공받아 상기 빔스플리터를 향하여  
 반사하는 리트로리플렉터(retroreflector)를 포함하는 것을 특징으로 하는  
 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템.

[청구항 6] 제5항에 있어서, 상기 빔스플리터는,  
 빔스플리터 바디;  
 상기 빔스플리터 바디의 제1 면에 형성되며, 상기 광원부로부터 발생된  
 광을 제공받아서 상기 제1 광을 반사시키고, 상기 제2 광을 투과시키는  
 제1 층; 및  
 상기 빔스플리터 바디의 제1 면의 반대면인 제2 면에 형성되며, 상기 제1  
 층을 투과한 상기 제2 광을 상기 리트로리플렉터를 향하여 반사시키는  
 제2 층을 포함하는 것을 특징으로 하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의  
 광흡수계수 측정시스템.

[청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 간섭광 형성부에 의해 형성된 간섭광을 제공받아서  
 상기 간섭광의 편광상태를 조절하는 편광조절부를 더 포함하는 것을  
 특징으로 하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템.

[청구항 8] 제7항에 있어서, 상기 측정부는,  
 상기 간섭광을 제공받아서 상기 제1 편광성분의 제3 광 및 상기 제2  
 편광성분의 제4 광으로 분리하는 빔분리유닛; 및  
 상기 빔분리유닛으로부터 분리된 상기 제3 광을 수신하는 수광소자를  
 포함하는 것을 특징으로 하는 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템.

[청구항 9] 제8항에 있어서, 상기 수광소자 전면부에 핀홀(pinhole)을 배치하는 것을  
 특징으로 하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정 시스템.

[청구항 10] 제8항에 있어서, 상기 산출부는,  
 상기 가열부의 가열 이전에, 제1 편광성분의 제1 광량에 대응하는

측정값을 획득하되,  
 상기 편광조절부에 인가하는 전압을 0부터 상기 측정값이 수렴할 때까지  
 증가시키고, 상기 전압이 0일 때의 측정값 및 상기 측정값이 수렴할 때의  
 측정값의 중간값을 기준값으로 설정하고,  
 상기 가열부의 가열 이후에 상기 제1 편광성분의 제1 광량에 대응하는  
 가열후측정값을 획득하여,  
 상기 가열후측정값과 상기 기준값 사이의 차이를 기초로 상기  
 측정대상물의 광흡수계수를 산출하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의  
 광흡수계수 측정시스템.

- [청구항 11] 제7항에 있어서, 상기 산출처리부는,  
 기지의 기준 광흡수계수를 갖는 측정대상물의 상기 차이 및 상기 기준  
 광흡수계수를 이용하여 상기 광흡수계수를 캘리브레이션하는 것을  
 특징으로 하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정시스템.
- [청구항 12] 광을 프로브빔에 해당하는 제1 광 및 레퍼런스 빔에 해당하는 제2 광으로  
 분할하여 측정대상물인 에어로졸을 포함하는 수용부 내부를 통과하도록  
 가이드하되, 상기 제1 광은 제1 경로를 갖고 상기 제2 광은 상기 제1  
 경로와 다른 제2 경로를 가져서 상기 제1 광 및 상기 제2 광 사이에 소정의  
 경로차가 발생하는 간섭광을 형성하도록 간섭광 형성부가 광경로를  
 조절하는 단계;  
 상기 간섭광 형성부에 의해 형성된 간섭광을 측정부가 제공받아서 제1  
 편광성분의 제1 광량에 대응하는 측정값을 획득하는 단계;  
 획득한 상기 측정값을 기초로 기준값을 산출하는 단계; 및  
 광경로가 조절되어 상기 수용부 내부를 통과하는 상기 제1 광을 가열부가  
 가열하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 측정 체적이 확장된  
 에어로졸의 광흡수계수 측정방법.
- [청구항 13] 제12항에 있어서, 상기 간섭광 형성부에 의해 간섭광을 형성하는 단계는,  
 형성된 간섭광의 편광상태를 편광조절부가 조절하는 단계를 더 포함하는  
 것을 특징으로 하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수  
 측정방법.
- [청구항 14] 제13항에 있어서, 상기 기준값을 산출하는 단계는,  
 상기 편광조절부에 인가하는 전압을 0부터 상기 측정값이 수렴할 때까지  
 증가시키고, 상기 전압이 0일 때의 측정값 및 상기 측정값이 수렴할 때의  
 측정값의 중간값을 기준값으로 설정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로  
 하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정방법.
- [청구항 15] 제12항에 있어서, 상기 제1 광을 가열부가 가열하는 단계는,  
 레이저장치가 레이저광을 발생시키는 단계;  
 상기 레이저광에 의해 가열되는 상기 제1 광의 가열 범위에 다른 상기  
 에어로졸의 측정 체적을 증가시키도록, 상기 수용부 내부를 통과하는

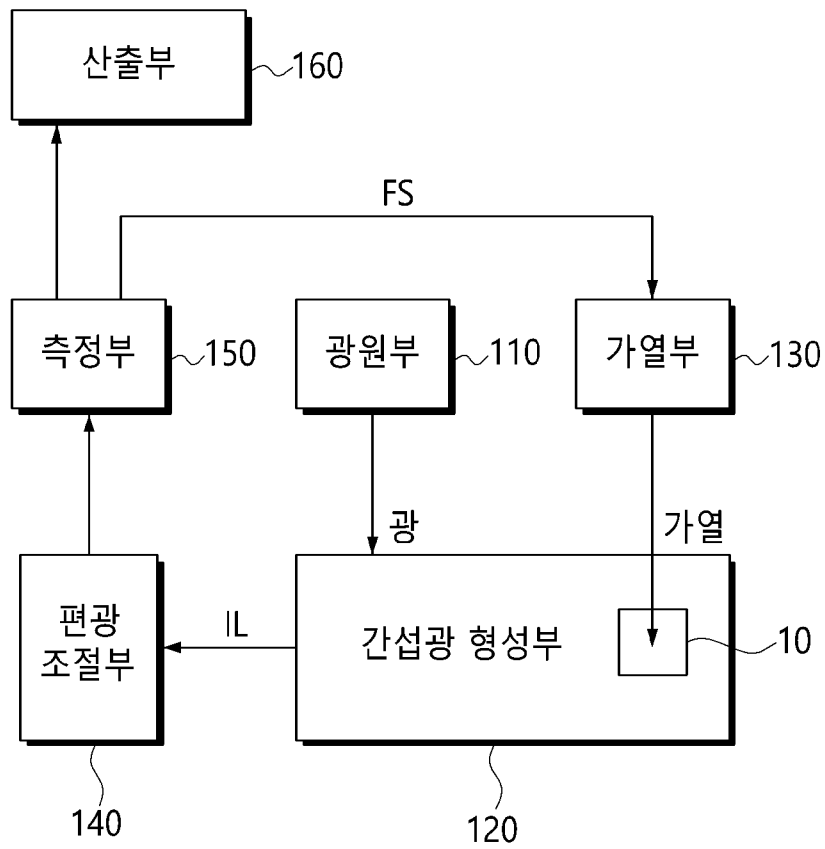
상기 레이저광의 경로와 상기 제1 광의 경로가  $1^\circ$  이하의 각도로 크로스(cross)하도록 광경로변경부가 광경로를 변경하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정방법.

- [청구항 16] 제15항에 있어서, 상기 광경로변경부가 광경로를 변경하는 단계는; 상기 레이저광이 상기 제1 광을 가열하도록, 제1 경로변경유닛이 상기 제1 광을 상기 수용부 내부로 투과시키며, 상기 레이저광을 상기 수용부 내부로 반사시키는 단계; 및 상기 수용부 내부로 투과되어 상기 수용부를 통과한 상기 제1 광을 제2 경로변경유닛이 상기 측정부를 향하여 투과시키며, 상기 제1 경로변경유닛에 의해 상기 수용부 내부로 반사되어 상기 수용부를 통과한 상기 레이저 광을 상기 측정부와 다른 방향으로 반사시키는 단계를 포함하고, 상기 제1 경로변경유닛 및 상기 제2 경로변경유닛은, 상기 제1 경로변경유닛 및 상기 제2 경로변경유닛의 사이를 지나가는 상기 레이저광 및 상기 제1 광이  $1^\circ$  이하의 각도로 크로스(cross)하는 경로를 갖도록 배치된 것을 특징으로 하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정방법.

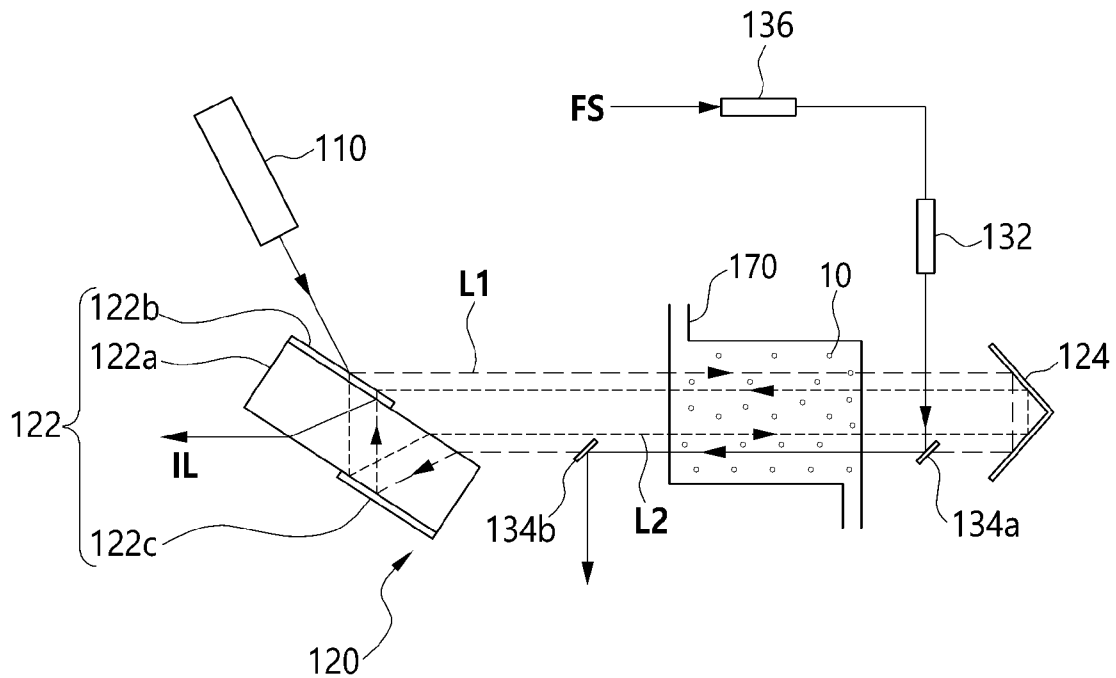
- [청구항 17] 제12항에 있어서, 상기 가열부의 가열 이후에, 상기 측정부가 상기 제1 편광성분의 제1 광량에 대응하는 가열후 측정값을 획득하는 단계; 및 상기 가열후 측정값과 상기 기준값 사이의 차이를 기초로 상기 측정대상물의 광흡수계수를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 측정 체적이 확장된 에어로졸의 광흡수계수 측정방법.

- [청구항 18] 제17항에 있어서, 상기 측정대상물의 광흡수계수를 산출하는 단계 이전에, 기지의 기준 광흡수계수를 갖는 기준 측정대상물의 상기 차이값을 획득하는 단계를 더 포함하고, 상기 측정대상물의 광흡수계수를 산출하는 단계는, 상기 기준 측정대상물의 기준 광흡수계수를 이용하여 상기 측정대상물의 광흡수계수를 캘리브레이션하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 에어로졸의 광흡수계수 측정방법.

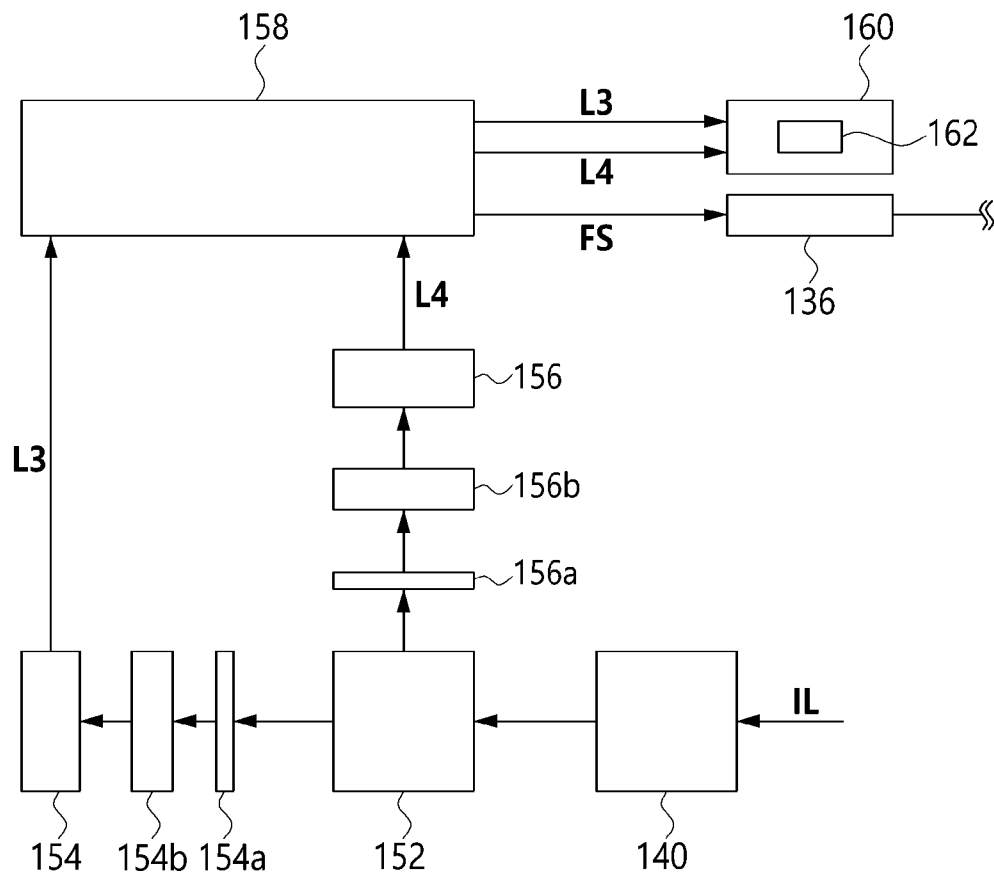
[도1]



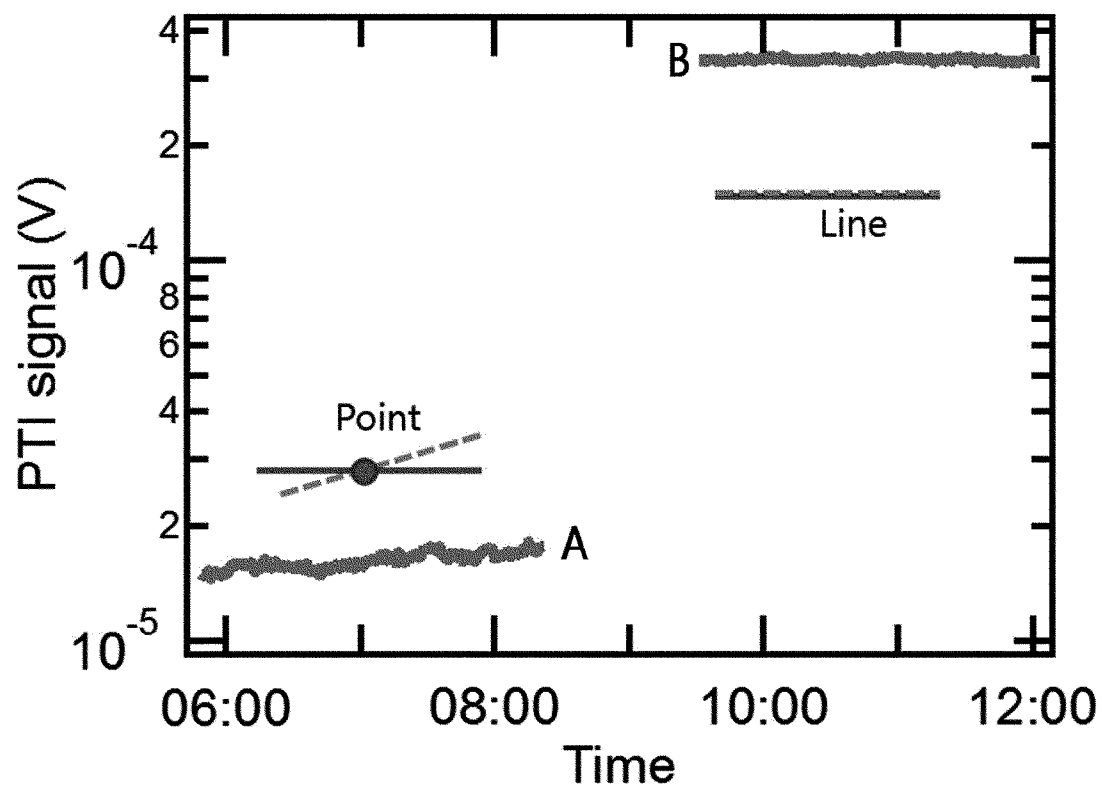
[도2]



[도3]



[도4]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2016/005739****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****G01N 21/45(2006.01)i, G01N 21/17(2006.01)i, G02B 26/00(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 21/45; G02B 21/00; G01N 21/27; G01N 21/64; G01N 25/02; H01L 23/60; G01N 21/31; G01N 15/14; G01N 21/35; G01N 21/17; G02B 26/00

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) &amp; Keywords: permeation, reflectance, calculation processing unit, aerosol, interference light, polarized light control, reference value, pin hole, laser filer, beam splitter, retroreflector, wavelength range, heating, light path and angle

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | KR 10-1602068 B1 (KOREA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) 09 March 2016<br>See paragraphs [0012]-[0067], claims 1-9 and figures 1-3. | 1-8,10-18             |
| Y         |                                                                                                                                                                                       | 9                     |
| Y         | KR 10-1502236 B1 (IUCF-HYU (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY)) 12 March 2015<br>See paragraphs [0059], [0071], [0073] and figure 1.                      | 9                     |
| A         | KR 10-2006-0050572 A (SYSTEM INSTRUMENTS CO., LTD.) 19 May 2006<br>See paragraphs [0028]-[0037] and figures 1-3.                                                                      | 1-18                  |
| A         | JP 2005-049328 A (NORTHROP GRUMMAN CORP.) 24 February 2005<br>See paragraphs [0007]-[0015] and figures 1-2.                                                                           | 1-18                  |
| A         | KR 10-2012-0003817 A (SICK AG.) 11 January 2012<br>See paragraphs [0029]-[0033] and figures 1-4.                                                                                      | 1-18                  |



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

“T” 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

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 FEBRUARY 2017 (14.02.2017)

Date of mailing of the international search report

**15 FEBRUARY 2017 (15.02.2017)**

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. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2016/005739**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member                                                                                   | Publication<br>date                                                              |
|-------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| KR 10-1602068 B1                          | 09/03/2016          | NONE                                                                                                      |                                                                                  |
| KR 10-1502236 B1                          | 12/03/2015          | NONE                                                                                                      |                                                                                  |
| KR 10-2006-0050572 A                      | 19/05/2006          | CN 1740776 A<br>EP 1630545 A1<br>JP 2006-064405 A<br>US 2006-0044560 A1                                   | 01/03/2006<br>01/03/2006<br>09/03/2006<br>02/03/2006                             |
| JP 2005-049328 A                          | 24/02/2005          | EP 1503204 A1<br>US 2005-0026276 A1                                                                       | 02/02/2005<br>03/02/2005                                                         |
| KR 10-2012-0003817 A                      | 11/01/2012          | CN 102313720 A<br>CN 102313720 B<br>EP 2405254 A1<br>EP 2405254 B1<br>US 2012-0002205 A1<br>US 8749788 B2 | 11/01/2012<br>19/08/2015<br>11/01/2012<br>04/06/2014<br>05/01/2012<br>10/06/2014 |

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**

G01N 21/45(2006.01)i, G01N 21/17(2006.01)i, G02B 26/00(2006.01)i

**B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01N 21/45; G02B 21/00; G01N 21/27; G01N 21/64; G01N 25/02; H01L 23/60; G01N 21/31; G01N 15/14; G01N 21/35; G01N 21/17; G02B 26/00

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) &amp; 키워드: 투과, 반사, 산출처리부, 에어로졸, 간섭광, 편광조절, 기준값, 편광, 레이저필터, 빔스플리터, 리프로그래블러, 파장범위, 가열, 광경로 및 각도

**C. 관련 문헌**

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                              | 관련 청구항     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| X     | KR 10-1602068 B1 (한국기술교육대학교 산학협력단) 2016.03.09<br>단락 [0012]-[0067], 청구항 1-9 및 도면 1-3 참조. | 1-8, 10-18 |
| Y     |                                                                                         | 9          |
| Y     | KR 10-1502236 B1 (한양대학교 산학협력단) 2015.03.12<br>단락 [0059], [0071], [0073] 및 도면 1 참조.       | 9          |
| A     | KR 10-2006-0050572 A (시스템 인스트루먼트 컴퍼니 리미티드) 2006.05.19<br>단락 [0028]-[0037] 및 도면 1-3 참조.  | 1-18       |
| A     | JP 2005-049328 A (NORTHROP GRUMMAN CORP.) 2005.02.24<br>단락 [0007]-[0015] 및 도면 1-2 참조.   | 1-18       |
| A     | KR 10-2012-0003817 A (식크 메이헵 게엠베하) 2012.01.11<br>단락 [0029]-[0033] 및 도면 1-4 참조.          | 1-18       |

☐ 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

“&amp;” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 02월 14일 (14.02.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 02월 15일 (15.02.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청  
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,  
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이현길

전화번호 +82-42-481-8525



| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌                                                                                                    | 공개일                                                                              |
|-----------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| KR 10-1602068 B1      | 2016/03/09 | 없음                                                                                                        |                                                                                  |
| KR 10-1502236 B1      | 2015/03/12 | 없음                                                                                                        |                                                                                  |
| KR 10-2006-0050572 A  | 2006/05/19 | CN 1740776 A<br>EP 1630545 A1<br>JP 2006-064405 A<br>US 2006-0044560 A1                                   | 2006/03/01<br>2006/03/01<br>2006/03/09<br>2006/03/02                             |
| JP 2005-049328 A      | 2005/02/24 | EP 1503204 A1<br>US 2005-0026276 A1                                                                       | 2005/02/02<br>2005/02/03                                                         |
| KR 10-2012-0003817 A  | 2012/01/11 | CN 102313720 A<br>CN 102313720 B<br>EP 2405254 A1<br>EP 2405254 B1<br>US 2012-0002205 A1<br>US 8749788 B2 | 2012/01/11<br>2015/08/19<br>2012/01/11<br>2014/06/04<br>2012/01/05<br>2014/06/10 |