

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015년 4월 30일 (30.04.2015)



(10) 국제공개번호
WO 2015/060563 A1

- (51) 국제특허분류:
G01K 11/32 (2006.01) *G01J 5/10* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/009388
- (22) 국제출원일: 2014년 10월 6일 (06.10.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2013-0126027 2013년 10월 22일 (22.10.2013) KR
- (71) 출원인: 한국생산기술연구원 (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) [KR/KR]; 331-822 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89, Chungcheongnam-do (KR).
- (72) 발명자: 이창엽 (LEE, Chang-yeop); 157-930 서울시 강서구 공항대로 55길 등촌동 3차 코오롱오투빌 19, 303-1001, Seoul (KR). 김세원 (KIM, Se-won); 448-140 경기도 용인시 수지구 수지로 113번길 15 LG 빌리지 2차 201-103호, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 이상문 (LEE, Sang-moon) 등; 135-925 서울시 강남구 논현로 417, 501호, 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 역내 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).

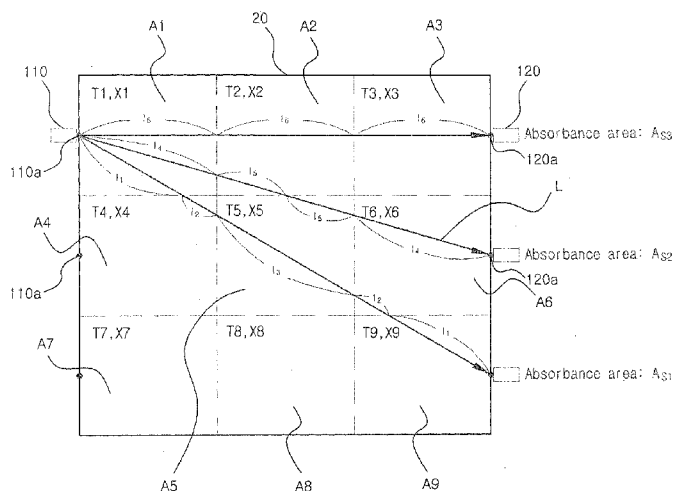
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: TWO-DIMENSIONAL AND THREE-DIMENSIONAL MEASUREMENT METHOD FOR GAS TEMPERATURE DISTRIBUTION

(54) 발명의 명칭: 2차원 및 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법

[Fig. 2]



(57) Abstract: The present invention relates to a two-dimensional and three-dimensional measurement method for gas temperature distribution and is characterized by, using a diode laser, only one-dimensionally measuring and two-dimensionally or three-dimensionally mapping gas temperature and concentration distributions within a space for which a two-dimensional or three-dimensional measurement is impossible. Thereby, it is possible to easily two-dimensionally or three-dimensionally measure, without space constraint, gas temperature and concentration distributions even within a structure, such as a heating furnace of a steel mill, for which a two-dimensional or three-dimensional measurement is difficult.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2015/060563 A1



본 발명은 2차원 및 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법에 관한 것으로, 다이오드 레이저를 이용하여 1차원적으로만 측정하여 2차원 또는 3차원 측정이 불가능한 공간 내의 가스의 온도 및 농도 분포를 2차원 또는 3차원적으로 매핑하는 것을 특징으로 한다. 이에 의하여, 측정 공간의 제약이 없이 2차원 또는 3차원 측정이 어려운 제철소의 가열로와 같은 구조물 내에서도 가스의 온도 및 농도 분포를 2차원 또는 3차원적으로 용이하게 측정할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 2차원 및 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 2차원 및 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 2차원 또는 3차원적 측정이 어려운 제철소의 가열로와 같은 구조물 내에서의 가스의 온도 분포를 측정하도록 방법을 개선한 2차원 및 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 제철소의 가열로와 같은 구조물 내에서의 가스 온도 측정은 가열로 내에 설치된 온도측정장치에 의해 이루어지게 된다.
- [3] 이러한 온도 측정 방법의 일 예가 대한민국 특허공개번호 제10-2005-0095159호(2005년09월29일자 공개, 이하 '특허문헌 1'이라 함) 등에 개시되어 있다.
- [4] 그러나, 이러한 종래기술에 따른 온도 측정 방법으로는 온도측정장치가 설치되는 위치가 가열로의 벽체에 한정되어 설치된 위치에서만 온도를 측정하기 때문에 가열로 내부 전체에서의 가스의 온도 분포와 농도 분포는 측정이 불가능해질 수 있다는 문제점이 있다.
- [5] 이러한 문제점을 해결하고자 최근 들어서는 다이오드 레이저를 이용한 온도 측정 방법이 도입되고 있는 실정이다.
- [6] 그러나, 종래의 다이오드 레이저를 이용한 온도 측정 방법은 대부분이 선적분 계측 방식으로서 다이오드 레이저가 지나간 길이의 평균 온도만을 측정하게 되는 한계를 지니고 있다.
- [7] 이러한 한계를 극복하고자 최근에는 단면상 온도예측(profile fitting) 방법과 온도 분할(temperature binning) 방법이 도입되고 있다.
- [8] 그러나, 단면상 온도예측 방법은 일정 공간 내에서의 가스의 온도 분포를 미리 예측하여 측정 변수를 줄여주기 위한 것으로서, 예를 들면 파이프 내부를 통해 고온의 기체가 흐를 경우 파이프 중심에서의 온도가 가장 높고 파이프 가장자리에서는 열전달에 의해 온도가 상대적으로 낮아지는 포물선 형태의 온도 분포를 갖는다는 가정하에 이루어지게 된다. 이는 측정 변수를 줄이며 측정 시스템을 간소화할 수 있지만, 그만큼 측정치와 실제 가스의 온도 분포 간에 차이가 크기 때문에 측정의 오차가 커지게 되어 정확한 측정을 기대할 수 없다는 문제점이 있다.
- [9] 한편, 온도 분할 방법은 측정 온도 구간을 미리 예측하고 그 온도 구간을 임의로 나누어 측정 변수를 줄이며 측정 시스템을 간소화하기 위한 것으로서, 이는 다이오드 레이저가 지나가는 선에서의 선 온도 분포를 예측할 수 있게 하지만, 2차원적 온도 분포를 알기 위해서는 2차원 각각의 방향으로 온도를 측정해야

하기 때문에 제철소의 가열로와 같은 구조물 내에서는 2차원적 온도 분포의 측정이 불가능해질 수 있다는 문제점이 있다.

- [10] 또한, 종래의 온도 분할 방법에 의한 온도 측정 방법은 온도 구간별로 온도가 측정되더라도 측정된 온도의 위치를 특정할 수 없기 때문에 온도의 분포 상태를 파악하기가 어려워질 수 있다는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명의 목적은, 측정의 오차가 최소화되어 정확한 측정이 수행될 수 있는 2차원 및 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법을 제공하는 것이다.
- [12] 또한, 측정 공간의 제약이 없이 2차원 또는 3차원적 측정이 어려운 제철소의 가열로와 같은 구조물 내에서도 가스의 온도 분포를 측정할 수 있는 2차원 및 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법을 제공하는 것이다.
- [13] 아울러, 측정대상공간 내에서 측정대상가스의 온도 분포 및 농도 분포의 위치가 정확히 파악될 수 있는 2차원 및 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [14] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 2차원적 가스 온도 분포 측정 방법은: (a) 측정대상공간을 제어부가 2차원적으로 분할하되, 2차원적으로 분할된 공간이 n^2 개의 상호 등면적을 갖도록 분할하는 단계; (b) 상기 분할된 측정대상공간들 중 발광 측 최외곽에 위치된 분할 공간들(A_1, A_4, A_7)의 발광점에서 수광 측 최외곽에 위치된 분할 공간들(A_3, A_6, A_9)의 수광점을 향해 1:n으로 대응되게 레이저광을 발광시켜 수광부에서 흡수신호를 검출하는 단계; (c) 상기 수광부에서 검출된 흡수신호에 기초하여 제어부가 직접 흡수 분광 기법으로 n^2 개의 흡광도의 넓이를 연산하는 단계; (d) 상기 연산된 흡광도의 넓이에 기초하여 제어부가 분할된 측정대상공간의 구간별로 레이저광의 n^2 개의 제1 선 강도 변화($a_i = S_1(T_i)X_i$)를,

- [15]
- $$A_{si} = P \int_0^L X_{abs}(x) S_i[T(x)] dx$$

- [16] (A_{si} : 광 투과 경로별 흡광도의 넓이, P: 측정대상공간 내에서의 압력, X_{abs} : 물분율)

- [17] 의 함수식으로부터 연산하는 단계; 및, (e) 상기 제1 선 강도 변화($a_i = S_1(T_i)X_i$)와, (a) 단계부터 (d) 단계까지 수행하여 연산 처리된 다른 파장 대역의 제2 선 강도 변화($b_i = S_2(T_i)X_i$)를 가지고 제어부가 상기 분할된 측정대상공간의 구간별 온도를,

- [18]
- $$S_1(T_i) / S_2(T_i) = a_i / b_i$$

- [19] 의 함수식으로부터 산출하여 상기 측정대상공간의 2차원적 온도 분포를 매핑(mapping)하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [20] 여기서, 본 발명에 따른 2차원적 가스 온도 분포 측정 방법은 (f) 상기 매핑된 2차원적 온도 분포에 기초하여 제어부가 상기 분할된 측정대상공간의 구간별 측정대상가스의 몰분율(mole fraction)을 산출하여 2차원적 농도 분포를 매핑하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [21] 한편, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법은: (a') 측정대상공간을 제어부가 3차원적으로 분할하되, 3차원적으로 분할된 공간이 n^3 개의 상호 등체적을 갖도록 분할하는 단계; (b') 상기 분할된 측정대상공간들 중 발광 측 최외곽에 위치한 분할 공간들($A_1, A_2, A_3, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{19}, A_{20}, A_{21}$)의 발광점에서 수광 측 최외곽에 위치한 분할 공간들($A_7, A_8, A_9, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{25}, A_{26}, A_{27}$) 중 동일 높이에 있는 n 개의 수광점을 향해 1:n으로 대응되게 레이저광을 발광시켜 수광부에서 흡수신호를 검출하는 단계; (c') 상기 수광부에서 검출된 흡수신호에 기초하여 제어부가 직접 흡수 분광 기법으로 n^3 개의 흡광도의 넓이를 연산하는 단계; (d') 상기 연산된 흡광도의 넓이에 기초하여 제어부가 분할된 측정대상공간의 구간별로 레이저광의 n^3 개의 제1 선 강도 변화($a_i=S_1(T_i)X_i$)를,

$$[22] \quad A_{si} = P \int_0^L X_{abs}(x) S_i[T(x)] dx$$

- [23] (A_{si} : 광 투과 경로별 흡광도의 넓이, P: 측정대상공간 내에서의 압력, X_{abs} : 몰분율)
- [24] 의 함수식으로부터 연산하는 단계; 및, (e') 상기 제1 선 강도 변화($a_i=S_1(T_i)X_i$)와, (a') 단계부터 (d') 단계까지 수행하여 연산 처리된 다른 파장 대역의 제2 선 강도 변화($b_i=S_2(T_i)X_i$)를 가지고 제어부가 상기 분할된 측정대상공간의 구간별 온도를,

$$[25] \quad S_1(T_i)/S_2(T_i) = a_i / b_i$$

- [26] 의 함수식으로부터 산출하여 상기 측정대상공간의 3차원적 온도 분포를 매핑하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [27] 여기서, 본 발명에 따른 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법은 (f') 상기 매핑된 3차원적 온도 분포에 기초하여 제어부가 상기 분할된 측정대상공간의 구간별 측정대상가스의 몰분율을 산출하여 3차원적 농도 분포를 매핑하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [28] 본 발명에 따르면, 온도 분포를 미리 예측하는 것이 아니라 실제 측정대상공간을 다이오드 레이저로 1차원적으로 측정하여 측정대상가스의

2차원 또는 3차원적인 온도 분포 및 농도 분포를 파악하도록 함으로써 측정의 오차가 최소화되어 정확한 측정이 수행되도록 할 수 있다.

- [29] 또한, 다이오드 레이저를 이용하여 1차원적으로만 측정하여 2차원 또는 3차원 측정이 불가능한 공간 내의 가스의 온도분포를 2차원 또는 3차원적으로 매핑 할 수 있게 됨으로써 측정 공간의 제약이 없이 2차원 또는 3차원적 측정이 어려운 제철소의 가열로와 같은 구조물 내에서도 가스의 온도 및 농도 분포를 용이하게 측정할 수 있다.

- [30] 아울러, 측정대상공간 내에서 측정대상가스의 온도 분포 및 농도 분포의 위치가 2차원 또는 3차원적으로 정확히 파악되도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [31] 도 1은 본 발명에 따른 2차원 및 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법을 수행하기 위한 측정 시스템의 제어 블록도,
 [32] 도 2는 도 1의 측정대상공간을 2차원적으로 분할하는 일 예를 도시한 도면,
 [33] 도 3은 본 발명에 따라 수광부에서 검출되는 레이저광의 파장에 따른 기준신호에 대한 흡수신호의 일 예를 나타낸 그래프,
 [34] 도 4는 본 발명에 따른 2차원적 가스 온도 분포 측정 방법의 제어 흐름도,
 [35] 도 5는 본 발명에 따른 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법에서 측정대상공간을 3차원적으로 분할하는 일 예를 도시한 도면,
 [36] 도 6은 도 5의 측정대상공간에서 레이저광이 발광 및 수광되는 일 예를 도시한 도면,
 [37] 도 7은 본 발명에 따른 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법의 제어 흐름도이다.

[38]

- [39] (도면 부호의 설명)

- [40] 110 : 발광부 120 : 수광부

- [41] 130 : 광 검출부 160 : 제어부

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [42] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대해 상세히 설명한다.
 [43] 본 발명에 따른 2차원 및 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법을 수행하기 위한 측정 시스템(100)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 발광부(110)와, 수광부(120)와, 제어부(160)를 포함한다.
 [44] 발광부(110)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 광신호를 직진의 형태로 측정대상가스에 발광하는 것으로서, 레이저광을 발광하는 다이오드 레이저(111)와, 레이저광이 역방향으로 흐르는 것을 막아주는 제1 아이솔레이터(112)와, 레이저광을 원하는 비율로 분기하는 커플러(113)와, 레이저광의 강도 및 파장 변화를 조절하는 다이오드레이저 컨트롤러(114)를 갖춘다.
 [45] 측정대상가스는 일 예로 산소(O_2)가 될 수 있다.

- [46] 다이오드 레이저(111)는 다이오드레이저 마운트(116)에 연결되어 있으며, 다이오드레이저 컨트롤러(114)의 신호에 따라 레이저광을 발광한다.
- [47] 발광부(110)에는 콜리메이터(collimator)가 구비된다. 이때 콜리메이터는 광학 케이블을 따라 전달된 빛이 직진할 수 있도록 하는 렌즈로서, 발광부(110)는 광케이블을 통과하지 않고 다이오드 레이저(111)에서 레이저가 직접 발광할 경우, 콜리메이터의 구성이 필요치 않을 수도 있다.
- [48] 다이오드레이저 컨트롤러(114)는 제어부(160)에 의해 작동제어되어, 다이오드 레이저(111)의 변화를 조절한다. 이때, 다이오드레이저 컨트롤러(114)는 온도와 전류의 크기를 변화시킴으로써 다이오드 레이저(111)의 강도 및 파장, 주파수, 온도를 변화시킬 수 있다. 한편, 다이오드레이저 컨트롤러(114)는 필요에 따라서는 제어부(160)에 의해 작동제어되지 않고 독립적으로 작동제어될 수도 있다.
- [49] 이에 따라, 다이오드레이저 컨트롤러(114)를 이용하여 다이오드 레이저(111)의 입력 온도와 전류를 조절하여 원하는 파장의 레이저광을 출력시킬 수 있다.
- [50] 한편, 다이오드레이저 컨트롤러(114)와 제어부(160)의 사이에는 파형발생부(115)가 구비된다.
- [51] 파형발생부(115)는 제어부(160)에 의해 작동제어되어, 레이저 신호의 모양이 다양하게 송출되도록 한다. 이러한 파형 모양으로는 톱니파, 삼각파, 사각파, 사인파, 코사인파 또는 임의의 혼합파 등이 될 수 있다. 파형발생부(115)는 필요에 따라서는 제어부(160)에 의해 작동제어되지 않고 독립적으로 작동제어될 수도 있다.
- [52] 한편, 제1 아이솔레이터(112) 및 커플러(113)는 필수적인 것은 아니며, 상황에 따라 생략될 수도 있다.
- [53] 본 발명의 일실시예로서, 발광부(110)는 제어부(160)에 의해 작동제어되는 발광 이송구동부(117)에 연결되어 발광 이송구동부(117)에 의해 측정대상가스가 존재하는 측정대상공간의 일측에서 상하 또는 좌우로 왕복 이송 가능하게 구비된 것이 바람직하다.
- [54] 한편, 또 다른 예로서, 발광 이송구동부(117)의 구성없이 레이저광을 발광부(110)에서 필요한 숫자만큼 여러 가닥으로 분리하여 측정대상공간을 지나도록 할 수 있다. 또는 발진 경로는 구별하여 구비하되, 신호강도 유지를 위해 레이저광의 분리없이 시간의 간격을 두고 필요한 발진 경로를 순환하여 지나도록 구성할 수도 있다.
- [55] 수광부(120)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 발광부(110)에서 발광된 레이저광을 수광하여 광신호를 수신하도록 구비된 것으로서, 레이저광이 역방향으로 흐르는 것을 막아주는 제2 아이솔레이터(121)와, 광신호를 수신하고 전기적인 신호로 변환하여 출력하는 광 검출부(130)를 갖춘다.
- [56] 이에 따라, 다이오드 레이저(111)에서 출력된 레이저광이 발광부(110)에서 발광되어 측정대상공간을 통과하여 수광부(120)를 통해 수광된 후, 광

검출부(130)를 통해 레이저광의 강도 변화가 측정될 수 있다. 이렇게 측정된 레이저광의 강도 변화는 후술할 제어부(160)를 통해 연산 처리되어 측정대상공간 내에서 분할된 할당 구간별로 온도 측정이 가능해지도록 할 수 있다.

- [57] 즉, 본 발명에 따르면 하나의 다이오드 레이저(111)를 이용하여 측정대상가스의 온도와 농도를 동시에 계측할 수 있다.
- [58] 수광부(120)는 콜리메이터를 구비하며, 콜리메이터는 측정대상가스를 지나온 광 신호를 광학 케이블을 통해 광 검출부(130)에 전달한다. 이때 콜리메이터는 광학 케이블을 사용하지 않는 시스템에서는 필요하지 않을 수도 있다.
- [59] 본 발명의 일실시예로서, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 수광부(120)는 제어부(160)에 의해 작동제어되는 수광 이송구동부(123)에 연결되어 수광 이송구동부(123)에 의해 측정대상가스가 존재하는 측정대상공간의 타측에서 상하 또는 좌우로 왕복 이송 가능하게 구비된 것이 바람직하다.
- [60] 한편, 또 다른 예로서, 발광부(110)의 레이저광 발진 조건에 맞추어 수광 이송구동부(123)의 구성없이 레이저광을 수광부(120)에서 필요한 숫자만큼 분리하여 수신하도록 할 수 있다. 또는 수신 경로를 구별하여 구비하여 신호강도 유지를 위해 레이저광의 분리없이 시간의 간격을 두고 필요한 발진 경로를 순환하여 지나온 광신호를 수신하도록 구성할 수도 있다.
- [61] 제어부(160)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 락인증폭부(140)와, 오실로스코프(150)와, 데이터분석모듈을 갖춘 데이터분석기를 포함한다.
- [62] 락인증폭부(140)는 수광부(120)로부터 수신한 흡수신호와 파형발생부(115)로부터 수신한 정현파의 신호를 통해 흡수신호 모양과 가까운 1차 조화신호 또는 흡수 중심 파장에서 최고 높이를 갖는 2차 조화신호를 추출할 수 있다. 또한 락인증폭부(140)는 일부 노이즈 신호를 제거한다.
- [63] 오실로스코프(150)는 신호를 쉽게 인지할 수 있도록 화면에 출력할 수 있게 한다. 또한, 오실로스코프(150)는, 파형발생부(115)의 신호, 수광부(120)의 광 검출부(130)의 신호, 락인증폭부(140)의 신호 등을 육안으로 인지할 수 있게 한다. 오실로스코프(150)는 분석자의 편리성 증대를 위한 것으로 필수적인 장치는 아니다.
- [64] 제어부(160)의 데이터분석모듈은 직접 흡수 분광 기법에 의해 측정된 신호를 분석하고 농도 값을 저장한다. 이때, 데이터분석모듈은 직접 흡수 분광 기법에 따라 온도를 분석하는 온도분석모듈과, 직접 흡수 분광 기법에 따라 농도를 분석하는 농도분석모듈을 갖춘다. 이러한 분석모듈은 동일한 하드웨어 내에서 소프트웨어적으로 분리할 수 있다.
- [65] 제어부(160)는 다이오드레이저 컨트롤러(114) 및 파형발생부(115)를 작동제어한다. 이때, 제어부(160)는 파형발생부(115)의 파형발생을 제어하거나, 다이오드레이저 컨트롤러(114)의 온도/전류값을 제어하여, 발광부(110)가 레이저광을 발광하도록 한다.

- [66] 한편, 본 발명의 일실시예로서, 제어부(160)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 측정대상공간을 가상적으로 분할할 때에 분할되는 구간의 개수를 입력받는 입력부(161)와, 측정대상공간에서 측정대상가스의 2차원 또는 3차원적 온도 분포 매핑(mapping)과 농도 분포 매핑을 디스플레이하는 매핑 출력부(163)를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [67] 이러한 구성에 의해, 본 발명에 따른 2차원적 가스 온도 분포 측정 방법을 도 1 내지 도 4를 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- [68] 우선, 2차원적으로 분할되는 측정대상공간(20)의 구간 개수가 입력부(161)를 통해 입력되면, 측정대상가스가 존재하는 측정대상공간(20)을 제어부(160)가 가상적으로 분할한다(S10).
- [69] 이때, 본 발명의 일실시예로서, 도 2에 도시된 바와 같이, 제어부(160)에 의해 2차원적으로 분할되는 측정대상공간(20)은 n^2 개의 상호 등면적을 갖는 구간으로 나누어지도록 분할되는 것이 바람직하다. 여기서, n 은 자연수이다. 즉, 측정대상공간(20)은 제어부(160)에 의해 4개, 9개, 16개...등과 같이 2차원적으로 분할된다.
- [70] 이에 따라, 도 2에 도시된 바와 같이, 후술할 흡광도의 넓이를 구하는 수학식 2에서의 미지수(T_i , X_i)의 개수와 흡광도의 넓이 연산 개수가 같아지게 되어 미지수의 개수와 방정식의 개수가 같아지게 됨으로써 제어부(160)가 측정대상공간(20) 내에서의 온도 분포와 농도 분포를 2차원적으로 용이하게 구할 수 있다.
- [71] 본 발명의 일실시예로서, 도 2에 도시된 바와 같이, 측정대상공간(20)은 제어부(160)에 의해 $3^2=9$ 개로 2차원적으로 분할되어 9개의 상호 등면적을 갖는 구간으로 나누어진 것으로 한다.
- [72] 다음에, 단계 10에서 2차원적으로 분할된 측정대상공간들 중 발광 측 최외곽에 위치된 n 개(예컨대, $n=3$)의 분할 공간들(A_1 , A_4 , A_7)중 어느 하나(예컨대, A_1)의 발광점(110a)에서 수광 측 최외곽에 위치된 각각의 분할 공간(A_3 , A_6 , A_9)의 수광점(120a)을 향해 1:n으로 대응되는 방식으로 발광 측에 해당하는 각각의 분할된 n 개의 공간 구간별로 나머지 영역(A_4 , A_7)에서도 각각 발광부(110)에서 레이저광(L)을 발광시켜 수광부(120)에서 수광하여 직선 형태의 1차원적 흡수신호(레이저광의 세기)를 검출한다(S20).
- [73] 이때, 본 발명의 일실시예로서, 발광점(110a)은 발광부(110)가 이동 또는 배치되어 레이저광(L)이 발진되는 위치로서 2차원적으로 분할된 측정대상공간들 중 발광 측 최외곽에 위치된 각 분할 공간들의 최외곽 경계선의 중심부에 해당되고, 수광점(120a)은 수광부(120)가 이동 또는 배치되어 레이저광(L)이 흡수되는 위치로서 2차원적으로 분할된 측정대상공간들 중 수광 측 최외곽에 위치된 각 분할 공간들의 최외곽 경계선의 중심부에 해당되도록 하는 것이 바람직하다. 즉, 레이저광(L)은 발광 측 최외곽의 각 분할 공간들의 중심에서 수광 측 최외곽의 각 분할 공간들의 중심을 향해 발광되고 수광되도록

하는 것이 바람직하다.

[74] 단계 20에서 발광부(110)에서 발광된 레이저광(L)을 수광부(120)에서 수광하여 1차원적 흡수신호를 검출하면, 수광부(120)에서 검출된 1차원적 흡수신호에 기초하여 제어부(160)는 광 검출부(130)를 통해 직접 흡수 분광 기법으로 n^2 개의 흡광도의 넓이를 연산한다(S30).

[75] 흡광도의 넓이(A_s)는 레이저광(L)이 발광되어 수광부(120)에서 수광되는 동안 측정대상공간에서 실제 발생된 광 흡수 손실량으로서, 도 3에 도시된 바와 같이, 광 파장에 따른 기준신호(S_b)에 대한 흡수신호(S_a)의 차이 값의 면적으로 연산된다. 따라서, 흡광도의 넓이(A_s)는 제어부(160)가 광 검출부(130)를 통해 다음의 수학적식을 적용하여 산출하게 된다.

[76] (수학적식 1)

$$[77] \quad A_s = \int_a^b \ln(S_a / S_b) d\nu$$

[78] (A_s : 흡광도의 넓이, S_a : 흡수신호, S_b : 기준신호, ν : 파장)

[79] 한편, 단계 30에서 광 검출부(130)를 통해 흡광도의 넓이가 연산되면, 제어부(160)는 연산된 흡광도의 넓이에 기초하여 2차원적으로 분할된 측정대상공간(20)의 구간별로 레이저광(L)의 n^2 개의 선 강도 변화를 연산한다(S40).

[80] 본 발명의 일실시예로서, 제어부(160)가 연산하는 레이저광의 선 강도 변화($S_i[T(x)]$)는, 다음의 함수식으로부터 연산되는 것이 바람직하다.

[81] (수학적식 2)

$$[82] \quad A_{si} = P \int_0^L X_{abs}(x) S_i[T(x)] dx$$

[83] (A_{si} : 광 투과 경로별 흡광도의 넓이, P : 측정대상공간 내에서의 압력, X_{abs} : 물분율)

[84] 이때, 측정대상공간 내에서의 압력(P)는 압력계를 통해 측정될 수 있고, 물분율(X_{abs})와, 선 강도 변화($S_i[T(x)]$)는 미지수로서 함수 식을 통해 구해질 수 있다. 특히, 선 강도 변화($S_i[T(x)]$)는 온도만의 함수이므로 이 값을 알게 된다면 온도(T)를 구할 수 있다.

[85] 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 측정대상공간(20)을 2차원적으로 9개의 구간으로 나눈 경우 레이저광이 지나가는 길이(l_i)는 기하학적 방법으로 제어부(160)에 의해 구해질 수 있다. 측정대상공간(20)의 2차원적 가로변 전체의 길이가 12 m라고 한다면, l_i 는 12 m를 3으로 나눈 4 m가 된다.

[86] 도 2에 도시된 바와 같이, 수광부(120)를 향해 1:n 대응되게 각각의 방향으로

레이저광(L)이 발광되어 수광부(120)에서 수광되면, 제어부(160)는 광 검출부(130)를 통해 분할된 공간 개수에 각각 대응되는 다음의 9개의 선형 1차 다원 방정식을 상기 수학식 2로부터 생성시킬 수 있다.

[87]

$$[88] \quad A_{S1} = PS_1(T_1)X_{11} + PS_1(T_4)X_{41} + PS_1(T_5)X_{51} + PS_1(T_6)X_{61} + PS_1(T_9)X_{91}$$

$$[89] \quad A_{S2} = PS_1(T_1)X_{14} + PS_1(T_2)X_{25} + PS_1(T_5)X_{51} + PS_1(T_6)X_{64}$$

$$[90] \quad A_{S3} = PS_1(T_1)X_{16} + PS_1(T_2)X_{26} + PS_1(T_3)X_{36}$$

$$[91] \quad A_{S4} = PS_1(T_4)X_{44} + PS_1(T_5)X_{55} + PS_1(T_8)X_{81} + PS_1(T_9)X_{94}$$

$$[92] \quad A_{S5} = PS_1(T_4)X_{46} + PS_1(T_5)X_{56} + PS_1(T_6)X_{66}$$

$$[93] \quad A_{S6} = PS_1(T_4)X_{44} + PS_1(T_5)X_{55} + PS_1(T_2)X_{25} + PS_1(T_3)X_{31}$$

$$[94] \quad A_{S7} = PS_1(T_7)X_{76} + PS_1(T_8)X_{86} + PS_1(T_9)X_{96}$$

$$[95] \quad A_{S8} = PS_1(T_7)X_{74} + PS_1(T_8)X_{85} + PS_1(T_5)X_{51} + PS_1(T_6)X_{64}$$

$$[96] \quad A_{S9} = PS_1(T_7)X_{71} + PS_1(T_4)X_{42} + PS_1(T_5)X_{53} + PS_1(T_6)X_{62} + PS_1(T_3)X_{31}$$

[97]

[98] 제어부(160)는 상기 방정식을 연산하여 n^2 개의 제1 선 강도 변화($a_i = S_1(T_i)X_i$)를 구할 수 있으며, 그 해는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$[99] \quad S_1(T_1)X_1 = a_1, S_1(T_2)X_2 = a_2, \dots, S_1(T_9)X_9 = a_9$$

[100] 이때, 온도(T_i)를 구하기 위해서는 또 다른 파장의 흡수신호가 필요하다.

[101] 이를 위하여, 단계 20에서 발광되고 수광되는 레이저광은 파장 가변형 레이저광이 되도록 하여 파장 대역이 서로 상이한 두 개의 레이저광이 동시에 발광 및 수광되도록 하거나 서로 상이한 파장 대역을 갖는 두 가지의 레이저광이 각각 한 번씩 따로 발광 및 수광되게 할 수도 있다.

[102] 좀더 구체적으로, 제어부(160)는 또 다른 파장의 레이저광의 발광 및 수광을 통해 단계 20부터 단계 40까지 재수행하여 또 다른 파장의 1차원적 흡수신호로부터 상기 수학식 2를 통해 선 강도 변화를 연산 처리하여 또 다른 파장 대역의 제2 선 강도 변화($b_i = S_2(T_i)X_i$)를 구하게 되는데, 그 해는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$[103] \quad S_2(T_1)X_1 = b_1, S_2(T_2)X_2 = b_2, \dots, S_2(T_9)X_9 = b_9$$

[104] 즉, 제어부(160)는 제1 선 강도 변화($a_i = S_1(T_i)X_i$)와 제2 선 강도 변화($b_i = S_2(T_i)X_i$)를 가지고 2차원적으로 분할된 측정대상공간(20)의 구간별 온도를 다음의 함수식으로부터 산출하여 측정대상공간(20)의 2차원적 온도 분포를 매핑(mapping)한다(S50).

[105] (수학식 3)

[106]

$$S_1(T_i)/S_2(T_i) = a_i/b_i$$

[107] 이에 따라, 제어부(160)가 단계 50에서 수학식 3을 통하여 2차원적으로 분할된 측정대상공간(20)의 구간별로 각각의 온도와 온도의 위치를 실시간으로

산출해낼 수 있게 되므로 온도 분포를 미리 예측하는 것이 아니라 실제 측정대상공간을 다이오드 레이저로 1차원적으로 측정하여 측정대상가스의 2차원적인 온도 분포를 파악하도록 함으로써 측정의 오차가 최소화되어 정확한 측정이 수행되도록 할 수 있다.

- [108] 그리고, 단계 50에서 매핑된 2차원적 온도 분포에 기초하여 제어부(160)는 2차원적으로 분할된 측정대상공간(20)의 구간별로 측정대상가스의 몰분율(mole fraction)을 산출하여 2차원적 농도 분포를 매핑한다(S60).
- [109] 즉, 제어부(160)는 단계 50에서 온도가 구해지면 각각의 선 강도 변화($S_i(T_i)X_i$)의 해에 구해진 온도를 대입하여 몰분율(X_i)을 구함으로써 2차원적으로 분할된 측정대상공간(20)의 구간별로 각각의 농도와 농도의 위치를 실시간으로 산출해낼 수 있다.
- [110] 예컨대, 단계 50에서 온도가 구해지면 $S_1(T_i)$ 의 값과 $S_2(T_i)$ 의 값이 정해지므로 제어부(160)는 다음의 식에 의해 몰분율(X_i)의 값을 구할 수 있다.
- [111] $X_i = a_i/S_1(T_i)$ or $X_i = b_i/S_2(T_i)$
- [112] 이에 따라, 다이오드 레이저를 이용하여 1차원적으로만 측정하여 2차원 측정이 불가능한 공간 내의 가스의 온도 및 농도 분포를 2차원적으로 매핑할 수 있게 됨으로써 측정 공간의 제약이 없이 2차원 측정이 어려운 제철소의 가열로와 같은 구조물 내에서도 가스의 온도 및 농도 분포를 용이하게 측정할 수 있고, 측정대상공간(20) 내에서 측정대상가스의 온도 분포 및 농도 분포의 위치가 2차원적으로 정확히 파악되도록 할 수 있다.
- [113] 한편, 본 발명에 따른 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법은 2차원적 가스 온도 분포 측정 방법을 확장하여, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 1차원 계측을 통해 3차원에서의 온도 및 농도 분포를 매핑하기 위한 것으로서, 본 발명에 따른 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법을 도 5 내지 도 7을 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- [114] 우선, 3차원적으로 분할되는 측정대상공간(20)의 구간 개수가 입력부(161)를 통해 입력되면, 측정대상가스가 존재하는 측정대상공간(20)을 제어부(160)가 가상적으로 분할한다(S100).
- [115] 이때, 본 발명의 일실시예로서, 도 5에 도시된 바와 같이, 제어부(160)에 의해 3차원적으로 분할되는 측정대상공간(20)은 n^3 개의 상호 등체적을 갖는 구간으로 나누어지도록 분할되는 것이 바람직하다. 여기서, n 은 자연수이다. 즉, 측정대상공간(20)은 제어부(160)에 의해 8개, 27개, 64개...등과 같이 3차원적으로 분할된다.
- [116] 이에 따라, 흡광도의 넓이를 구하는 수학식 2에서의 미지수(T_i, X_i)의 개수와 흡광도의 넓이 연산 개수가 같아지게 되어 미지수의 개수와 방정식의 개수가 같아지게 됨으로써 제어부(160)가 측정대상공간(20) 내에서의 온도 분포와 농도 분포를 3차원적으로 용이하게 구할 수 있다.
- [117] 본 발명의 일실시예로서, 도 5에 도시된 바와 같이, 측정대상공간(20)은

제어부(160)에 의해 $3^3=27$ 개로 3차원적으로 분할되어 27개의 상호 등체적을 갖는 구간으로 나누어진 것으로 한다.

- [118] 다음에, 도 6에 도시된 바와 같이, 단계 10에서 3차원적으로 분할된 측정대상공간들 중 발광 측 최외곽에 위치된 n^2 개(예컨대, $n=3$)의 분할 공간들($A_1, A_2, A_3, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{19}, A_{20}, A_{21}$)중 어느 하나(예컨대, A_2)의 발광점(110a)에서 수광 측 최외곽에 위치된 각각의 분할 공간($A_7, A_8, A_9, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{25}, A_{26}, A_{27}$) 중 동일 높이에 있는 n 개의 수광점(120a)을 향해 1:n으로 대응되는 방식으로 발광 측에 해당하는 각각의 분할된 n^2 개의 공간 구간별로 나머지 영역($A_1, A_3, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{19}, A_{20}, A_{21}$)에서도 각각 발광부(110)에서 레이저광(L)을 발광시켜 수광부(120)에서 수광하여 직선 형태의 1차원적 흡수신호를 검출한다(S200).
- [119] 이때, 본 발명의 일실시예로서, 발광점(110a)은 발광부(110)가 이동 또는 배치되어 레이저광(L)이 발진되는 위치로서 3차원적으로 분할된 측정대상공간들 중 발광 측 최외곽에 위치된 각 분할 공간들의 최외곽 경계면의 중심부에 해당되고, 수광점(120a)은 수광부(120)가 이동 또는 배치되어 레이저광(L)이 흡수되는 위치로서 3차원적으로 분할된 측정대상공간들 중 수광 측 최외곽에 위치된 각 분할 공간들의 최외곽 경계면의 중심부에 해당되도록 하는 것이 바람직하다. 즉, 레이저광(L)은 발광 측 최외곽의 각 분할 공간들의 중심에서 수광 측 최외곽의 각 분할 공간들의 중심을 향해 발광되고 수광되도록 하는 것이 바람직하다.
- [120] 단계 200에서 발광부(110)에서 발광된 레이저광(L)을 수광부(120)에서 수광하여 1차원적 흡수신호를 검출하면, 수광부(120)에서 검출된 1차원적 흡수신호에 기초하여 제어부(160)는 광 검출부(130)를 통해 직접 흡수 분광 기법으로 n^3 개의 흡광도의 넓이를 연산한다(S300).
- [121] 단계 300에서 광 검출부(130)를 통해 흡광도의 넓이가 연산되면, 제어부(160)는 연산된 흡광도의 넓이에 기초하여 3차원적으로 분할된 측정대상공간(20)의 구간별로 레이저광(L)의 n^3 개의 선 강도 변화를 연산한다(S400).
- [122] 본 발명에 따른 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법에서 제어부(160)가 연산하는 레이저광의 선 강도 변화($S_i[T(x)]$)는 2차원적 가스 온도 분포 측정 방법에서와 동일하게 상기 수학식 2로부터 연산되는 것이 바람직하다.
- [123] 즉, n^3 개로 3차원적으로 분할된 측정대상공간(20)의 분할된 공간에 각각 대응되게 제어부(160)는 n^3 개의 방정식을 생성하고, 도 6에 도시된 바와 같이, 각각의 분할된 공간을 통과하는 레이저광이 지나가는 길이(l_i)를 기하학적으로 산출함으로써, 2차원적 가스 온도 분포 측정 방법에서와 같은 방법으로 측정대상공간(20)의 온도 및 농도 분포를 3차원적으로 매핑할 수 있다.
- [124] 좀더 구체적으로, 수광부(120)를 향해 1:n 대응되게 각각의 방향으로 레이저광(L)이 발광되어 수광부(120)에서 수광되면, 제어부(160)는 광 검출부(130)를 통해 분할된 공간 개수에 각각 대응되는 27개의 선형 1차 다원 방정식을 상기 수학식 2로부터 생성시킬 수 있다.

- [125] 이에 따라, 제어부(160)는 n^3 개의 제1 선 강도 변화($a_i=S_1(T_i)X_i$)를 구할 수 있으며, 그 해는 다음과 같이 표현될 수 있다.
- [126] $S_1(T_1)X_1 = a_1, S_1(T_2)X_2 = a_2, \dots, S_1(T_{27})X_{27} = a_{27}$
- [127] 이때, 온도(T_i)를 구하기 위해서는 또 다른 파장의 흡수신호가 필요하다.
- [128] 이를 위하여, 단계 200에서 발광되고 수광되는 레이저광은 파장 가변형 레이저광이 되도록 하여 파장 대역이 서로 상이한 두 개의 레이저광이 동시에 발광 및 수광되도록 하거나 서로 상이한 파장 대역을 갖는 두 가지의 레이저광이 각각 한 번씩 따로 발광 및 수광되게 할 수도 있다.
- [129] 좀더 구체적으로, 제어부(160)는 또 다른 파장의 레이저광의 발광 및 수광을 통해 단계 200부터 단계 400까지 재수행하여 또 다른 파장의 1차원적 흡수신호로부터 상기 수학식 2를 통해 선 강도 변화를 연산 처리하여 또 다른 파장 대역의 제2 선 강도 변화($b_i=S_2(T_i)X_i$)를 구하게 되는데, 그 해는 다음과 같이 표현될 수 있다.
- [130] $S_2(T_1)X_1 = b_1, S_2(T_2)X_2 = b_2, \dots, S_2(T_{27})X_{27} = b_{27}$
- [131] 즉, 제어부(160)는 제1 선 강도 변화($a_i=S_1(T_i)X_i$)와 제2 선 강도 변화($b_i=S_2(T_i)X_i$)를 가지고 3차원적으로 분할된 측정대상공간(20)의 구간별 온도를 상기 수학식 3으로부터 산출하여 측정대상공간(20)의 3차원적 온도 분포를 매핑한다(S500).
- [132] 이에 따라, 제어부(160)가 단계 500에서 수학식 3을 통하여 3차원적으로 분할된 측정대상공간(20)의 구간별로도 각각의 온도와 온도의 위치를 실시간으로 산출해낼 수 있게 되므로 온도 분포를 미리 예측하는 것이 아니라 실제 측정대상공간을 다이오드 레이저로 1차원적으로 측정하여 측정대상가스의 3차원적인 온도 분포를 파악하도록 함으로써 측정의 오차가 최소화되어 정확한 측정이 수행되도록 할 수 있다.
- [133] 그리고, 단계 500에서 매핑된 3차원적 온도 분포에 기초하여 제어부(160)는 3차원적으로 분할된 측정대상공간(20)의 구간별로 측정대상가스의 몰분율을 산출하여 3차원적 농도 분포를 매핑한다(S600).
- [134] 즉, 제어부(160)는 단계 500에서 온도가 구해지면 각각의 선 강도 변화($S_i(T_i)X_i$)의 해에 구해진 온도를 대입하여 몰분율(X_i)을 구함으로써 3차원적으로 분할된 측정대상공간(20)의 구간별로도 각각의 농도와 농도의 위치를 실시간으로 산출해낼 수 있다.
- [135] 이에 따라, 다이오드 레이저를 이용하여 1차원적으로만 측정하여 3차원 측정이 불가능한 공간 내의 가스의 온도 및 농도 분포를 3차원적으로 매핑할 수 있게 됨으로써 측정 공간의 제약이 없이 3차원 측정이 어려운 제철소의 가열로와 같은 구조물 내에서도 가스의 온도 및 농도 분포를 용이하게 측정할 수 있고, 측정대상공간(20) 내에서 측정대상가스의 온도 분포 및 농도 분포의 위치가 3차원적으로 정확히 파악되도록 할 수 있다.
- [136]
- [137] 이에, 본 발명에 따르면, 2차원 또는 3차원 측정이 불가능한 공간 내의 가스의

온도 및 농도 분포를 다이오드 레이저를 이용하여 1차원적으로만 측정하여 2차원 또는 3차원적으로 매핑할 수 있게 됨으로써 측정 공간의 제약이 없이 2차원 또는 3차원 측정이 어려운 제철소의 가열로와 같은 구조물 내에서도 가스의 온도 및 농도 분포를 용이하게 측정할 수 있고, 측정대상공간 내에서 측정대상가스의 온도 분포 및 농도 분포의 위치가 2차원 또는 3차원적으로 정확히 파악되도록 할 수 있다.

[138]

[139] 상기에 의해 설명되고 첨부된 도면에서 그 기술적인 면이 기술되었으나, 본 발명의 기술적인 사상은 그 설명을 위한 것이고, 그 제한을 두는 것은 아니며 본 발명의 기술분야에서 통상의 기술적인 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적인 사상을 이하 후술 될 특허청구범위에 기재된 기술영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

청구범위

[청구항 1]

- (a) 측정대상공간을 제어부가 2차원적으로 분할하되, 2차원적으로 분할된 공간이 n^2 개의 상호 등면적을 갖도록 분할하는 단계;
 (b) 상기 분할된 측정대상공간들 중 발광 측 최외곽에 위치한 분할 공간들(A_1, A_4, A_7)의 발광점에서 수광 측 최외곽에 위치한 분할 공간들(A_3, A_6, A_9)의 수광점을 향해 1:n으로 대응되게 레이저광을 발광시켜 수광부에서 흡수신호를 검출하는 단계;
 (c) 상기 수광부에서 검출된 흡수신호에 기초하여 제어부가 직접 흡수 분광 기법으로 n^2 개의 흡광도의 넓이를 연산하는 단계;
 (d) 상기 연산된 흡광도의 넓이에 기초하여 제어부가 분할된 측정대상공간의 구간별로 레이저광의 n^2 개의 제1 선 강도 변화($a_i = S_1(T_i)X_i$)를,

$$A_{si} = P \int_0^L X_{abs}(x) S_i[T(x)] dx$$

(A_{si} : 광 투과 경로별 흡광도의 넓이, P : 측정대상공간 내에서의 압력, X_{abs} : 물분율)

의 함수식으로부터 연산하는 단계; 및

- (e) 상기 제1 선 강도 변화($a_i = S_1(T_i)X_i$)와, (a) 단계부터 (d) 단계까지 수행하여 연산 처리된 다른 파장 대역의 제2 선 강도 변화($b_i = S_2(T_i)X_i$)를 가지고 제어부가 상기 분할된 측정대상공간의 구간별 온도를,

$$S_1(T_i)/S_2(T_i) = a_i / b_i$$

의 함수식으로부터 산출하여 상기 측정대상공간의 2차원적 온도 분포를 매핑(mapping)하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 2차원적 가스 온도 분포 측정 방법.

[청구항 2]

제1항에 있어서,

- (f) 상기 매핑된 2차원적 온도 분포에 기초하여 제어부가 상기 분할된 측정대상공간의 구간별 측정대상가스의 물분율(mole fraction)을 산출하여 2차원적 농도 분포를 매핑하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 2차원적 가스 온도 분포 측정 방법.

[청구항 3]

- (a') 측정대상공간을 제어부가 3차원적으로 분할하되, 3차원적으로 분할된 공간이 n^3 개의 상호 등체적을 갖도록 분할하는 단계;
 (b') 상기 분할된 측정대상공간들 중 발광 측 최외곽에 위치한 분할

공간들($A_1, A_2, A_3, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{19}, A_{20}, A_{21}$)의 발광점에서 수광 측
 최외곽에 위치된 분할 공간들($A_7, A_8, A_9, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{25}, A_{26}, A_{27}$)
 중 동일 높이에 있는 n 개의 수광점을 향해 1:n으로 대응되게
 레이저광을 발광시켜 수광부에서 흡수신호를 검출하는 단계;
 (c') 상기 수광부에서 검출된 흡수신호에 기초하여 제어부가 직접
 흡수 분광 기법으로 n^3 개의 흡광도의 넓이를 연산하는 단계;
 (d') 상기 연산된 흡광도의 넓이에 기초하여 제어부가 분할된
 측정대상공간의 구간별로 레이저광의 n^3 개의 제1 선 강도 변화(a_i
 $=S_1(T_i)X_i$)를,

$$A_{si} = P \int_0^L X_{abs}(x) S_i[T(x)] dx$$

(A_{si} : 광 투과 경로별 흡광도의 넓이, P : 측정대상공간 내에서의
 압력, X_{abs} : 물분율)

의 함수식으로부터 연산하는 단계; 및

(e') 상기 제1 선 강도 변화($a_i=S_1(T_i)X_i$)와, (a') 단계부터 (d')
 단계까지 수행하여 연산 처리된 다른 파장 대역의 제2 선 강도
 변화($b_i=S_2(T_i)X_i$)를 가지고 제어부가 상기 분할된 측정대상공간의
 구간별 온도를,

$$S_1(T_i)/S_2(T_i) = a_i / b_i$$

의 함수식으로부터 산출하여 상기 측정대상공간의 3차원적 온도
 분포를 매핑하는 단계;

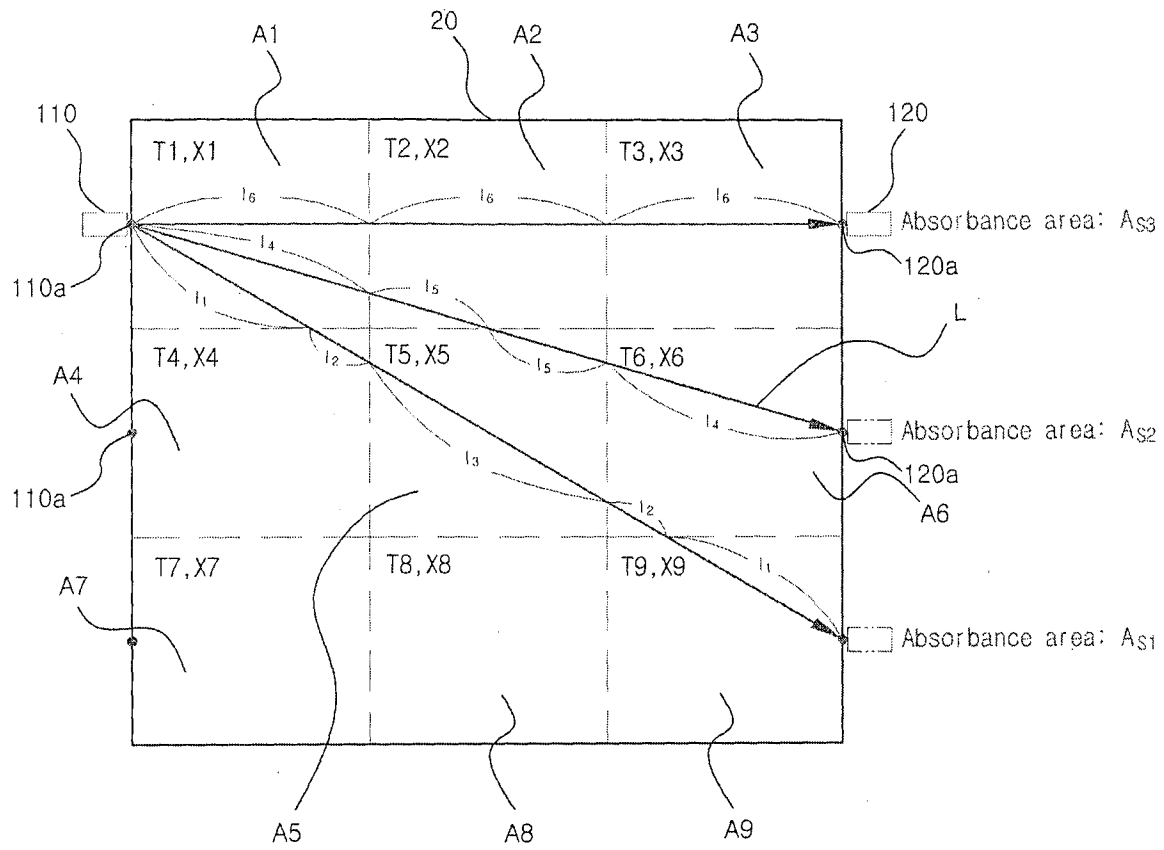
를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원적 가스 온도 분포 측정
 방법.

[청구항 4]

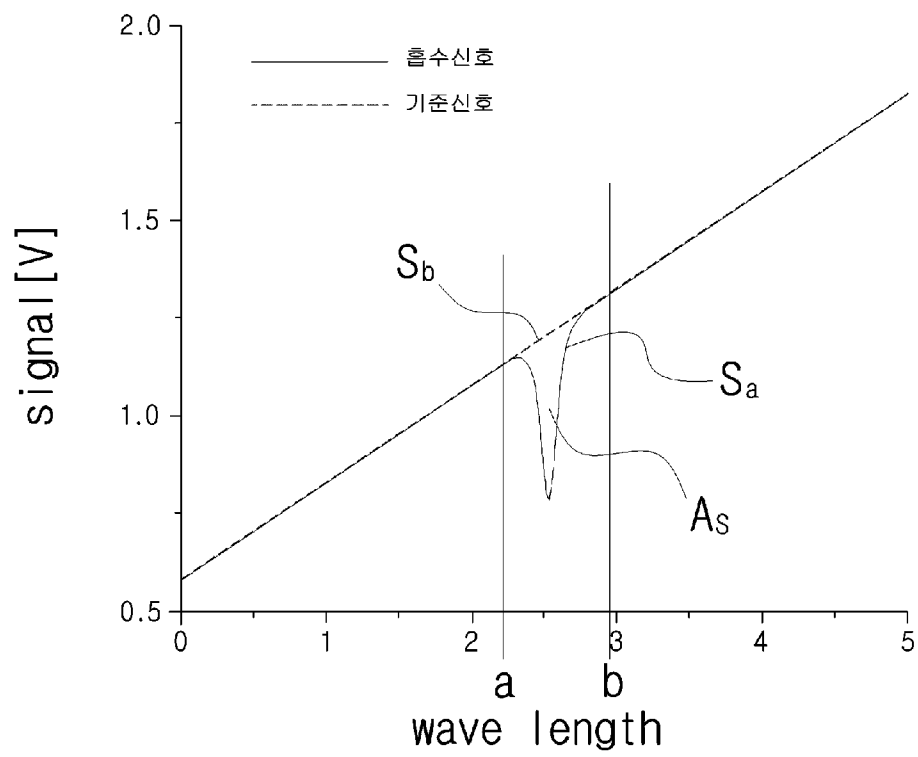
제3항에 있어서,

(f') 상기 매핑된 3차원적 온도 분포에 기초하여 제어부가 상기
 분할된 측정대상공간의 구간별 측정대상가스의 물분율을
 산출하여 3차원적 농도 분포를 매핑하는 단계를 더 포함하는 것을
 특징으로 하는 3차원적 가스 온도 분포 측정 방법.

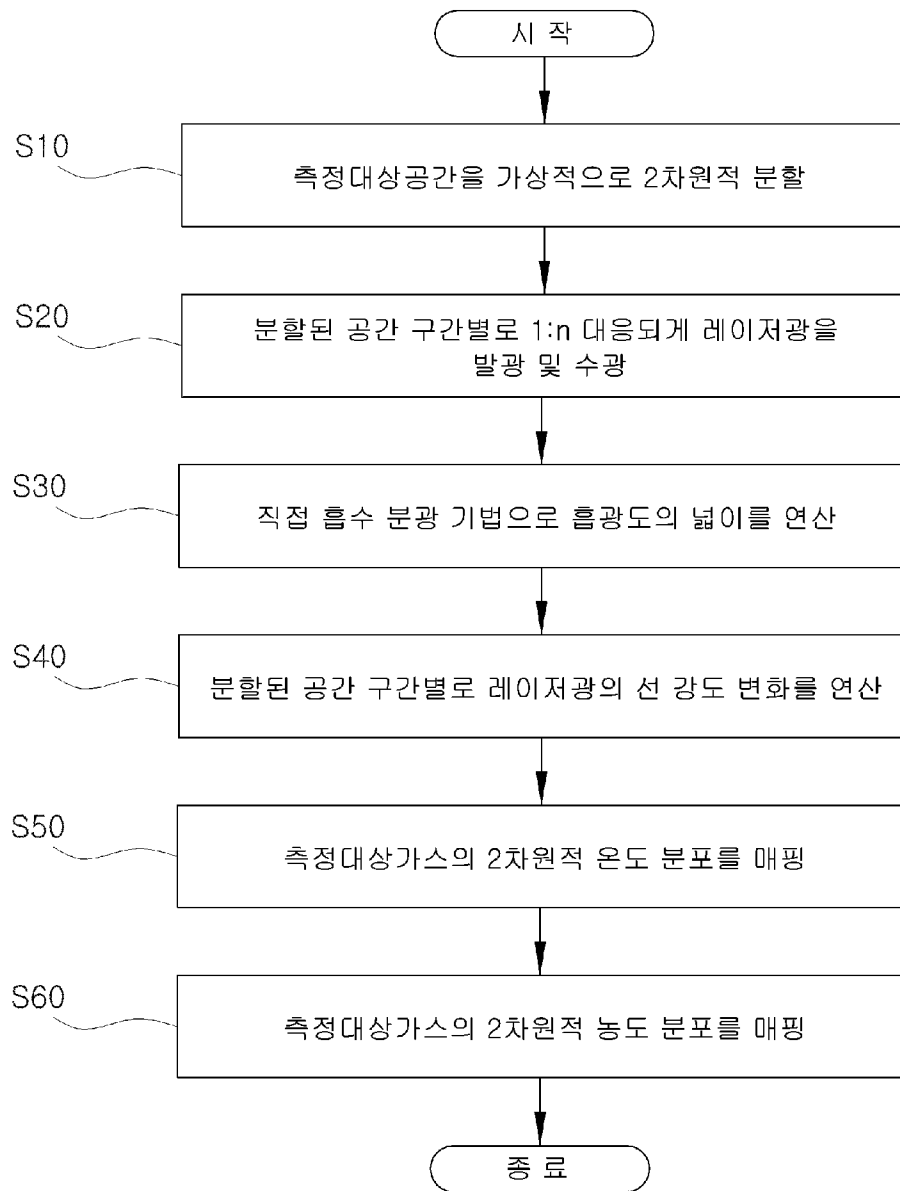
【Fig. 2】



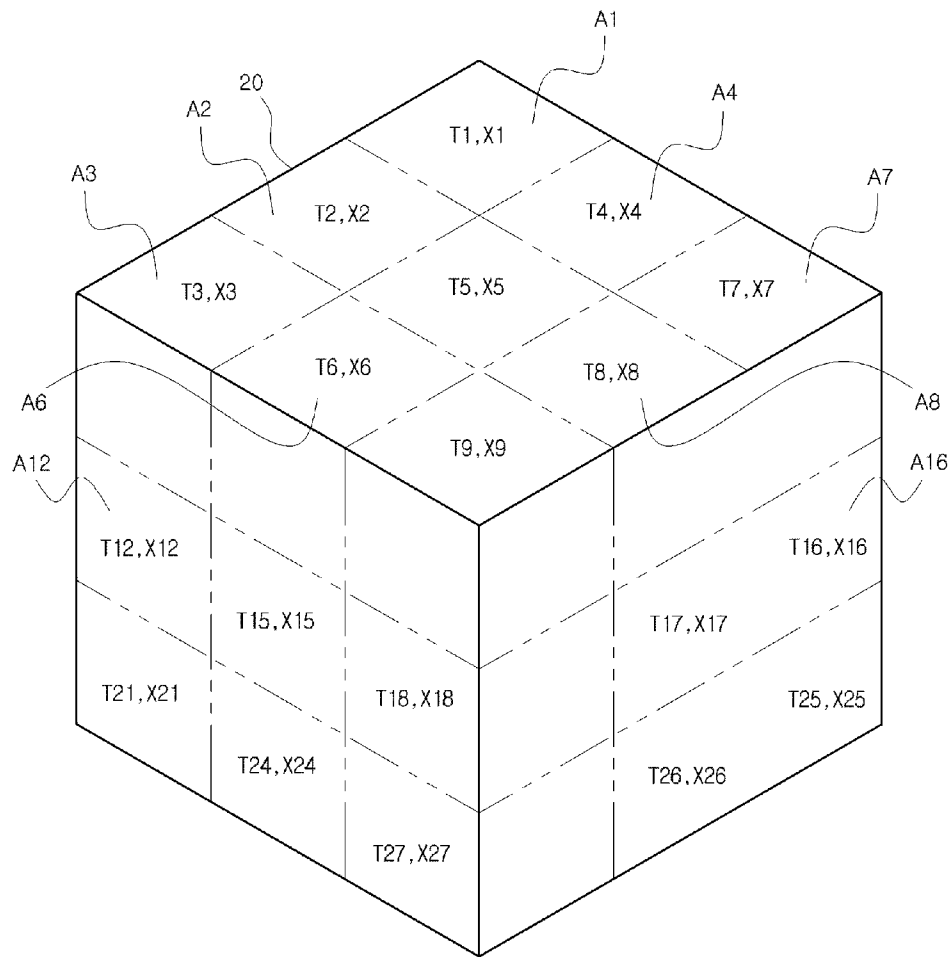
[Fig. 3]



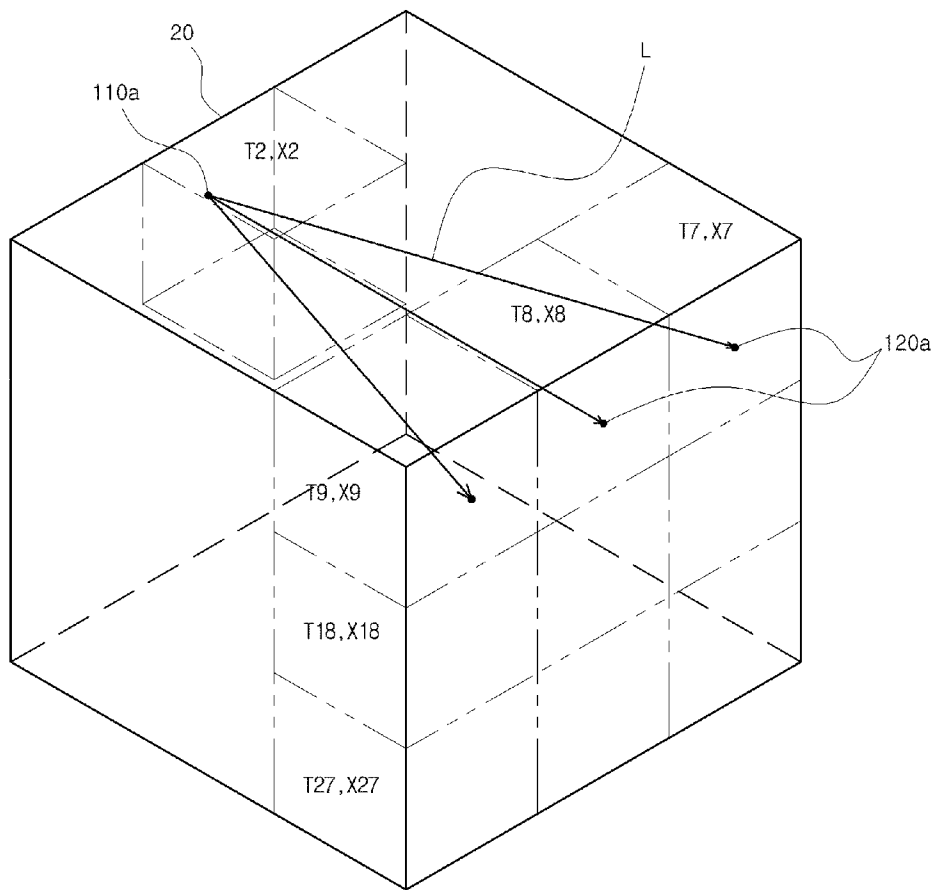
[Fig. 4]



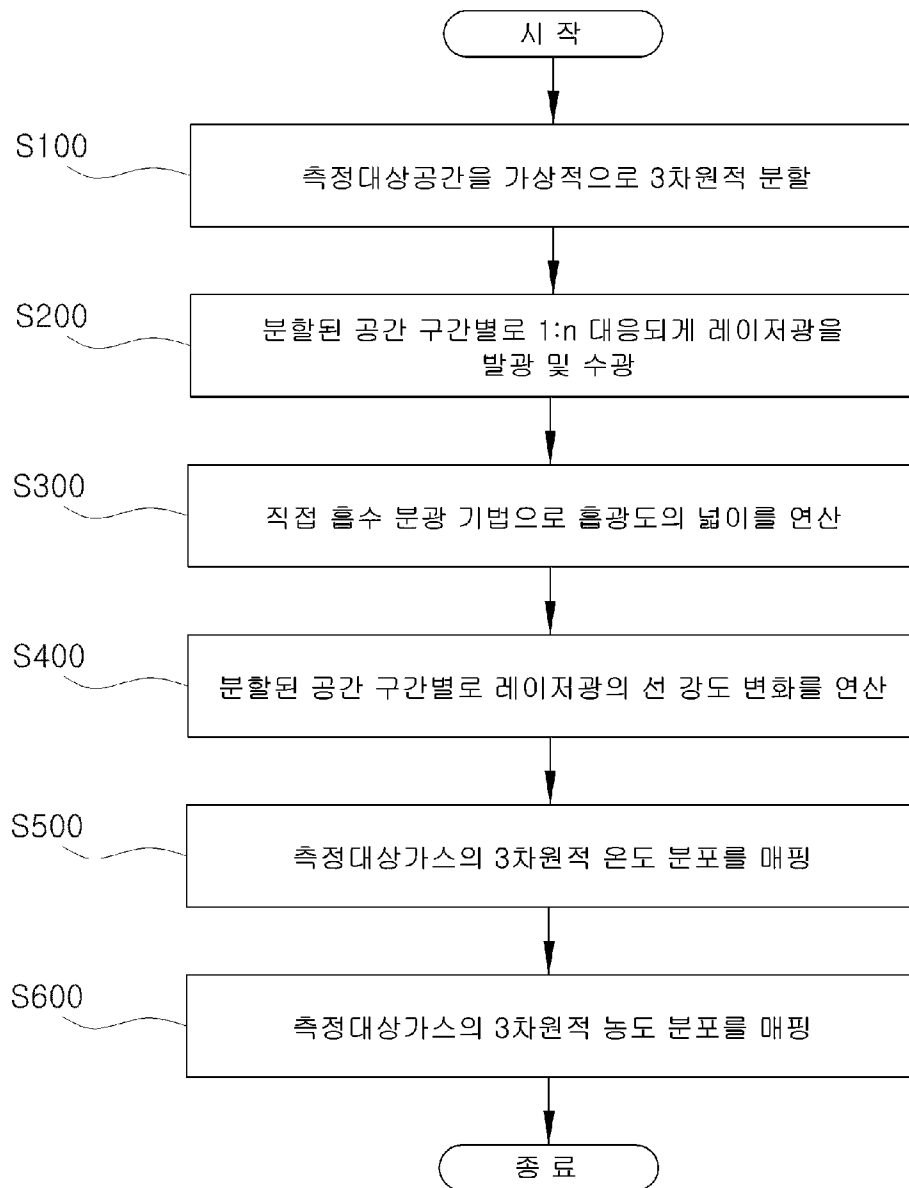
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/009388**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01K 11/32(2006.01)i, G01J 5/10(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)

G01K 11/32; H04N 5/33; F02D 45/00; G01J 5/08; G01J 3/12; G01N 21/31; G01K 11/00; G01N 21/35; G01J 5/10

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: gas, temperature, distribution

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2011-0078290 A (RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 07 July 2011 See abstract; paragraphs [0012]-[0058]; figures 1-3.	1-4
A	KR 10-2013-0048873 A (KOREA ELECTRICAL SAFETY CORPORATION) 13 May 2013 See abstract; paragraphs [0020]-[0038]; figures 1-2.	1-4
A	KR 10-1159215 B1 (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) 25 June 2012 See abstract; paragraphs [0023]-[0040]; figures 1-7.	1-4
A	JP 2006-337326 A (TOYOTA MOTOR CORP et al.) 14 December 2006 See abstract; paragraphs [0018]-[0062]; figures 1-12.	1-4



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

15 JANUARY 2015 (15.01.2015)

Date of mailing of the international search report

15 JANUARY 2015 (15.01.2015)

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/KR2014/009388

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2011-0078290 A	07/07/2011	NONE	
KR 10-2013-0048873 A	13/05/2013	KR 10-1322801 B1	04/11/2013
KR 10-1159215 B1	25/06/2012	NONE	
JP 2006-337326 A	14/12/2006	JP 4713227 B2	29/06/2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G01K 11/32(2006.01)i, G01J 5/10(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01K 11/32; H04N 5/33; F02D 45/00; G01J 5/08; G01J 3/12; G01N 21/31; G01K 11/00; G01N 21/35; G01J 5/10 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:가스, 온도, 분포		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2011-0078290 A (재단법인 포항산업과학연구원) 2011.07.07 요약; 단락 [0012]-[0058]; 도면 1-3 참조.	1-4
A	KR 10-2013-0048873 A (한국 전기안전공사) 2013.05.13 요약; 단락 [0020]-[0038]; 도면 1-2 참조.	1-4
A	KR 10-1159215 B1 (한국생산기술연구원) 2012.06.25 요약; 단락 [0023]-[0040]; 도면 1-7 참조.	1-4
A	JP 2006-337326 A (TOYOTA MOTOR CORP 외 1명) 2006.12.14 요약; 단락 [0018]-[0062]; 도면 1-12 참조.	1-4
☐ 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 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2015년 01월 15일 (15.01.2015)		국제조사보고서 발송일 2015년 01월 15일 (15.01.2015)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 ++82 42 472 3473		심사관 이달경 전화번호 ++82-42-481-5480 

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2011-0078290 A	2011/07/07	없음	
KR 10-2013-0048873 A	2013/05/13	KR 10-1322801 B1	2013/11/04
KR 10-1159215 B1	2012/06/25	없음	
JP 2006-337326 A	2006/12/14	JP 4713227 B2	2011/06/29