

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

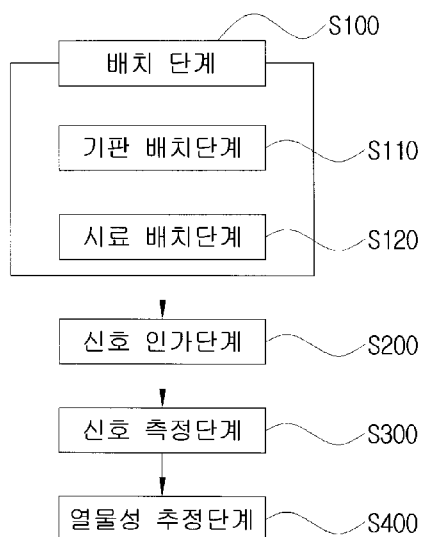
WO 2017/222115 A1

2017 년 12 월 28 일 (28.12.2017) WIPO | PCT

- (51) 국제특허분류: G01N 25/18 (2006.01) G01J 5/60 (2006.01)
G01N 25/32 (2006.01) G01J 5/48 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/012445
- (22) 국제출원일: 2016 년 11 월 1 일 (01.11.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2016-0076962 2016 년 6 월 21 일 (21.06.2016) KR
- (71) 출원인: 한국기초과학지원연구원 (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) [KR/KR]; 34133 대전시 유성구 과학로 169-148, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 김선진 (KIM, Seonjin); 34137 대전시 유성구 대학로141번길 54, 202호, Daejeon (KR). 이계승 (LEE, Kye-Sung); 34120 대전시 유성구 가정로 65, 110-607, Daejeon (KR). 허환 (HUR, Hwan); 35211 대전시 서구 월평북로 11, 209-204, Daejeon (KR). 김건희 (KIM, Geon-Hee); 30130 세종시 나리1로 15, 303-702, Sejong (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 플러스 (PLUS INTERNATIONAL IP LAW FIRM); 35209 대전시 서구 한밭대로 809 10층, Daejeon (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, DJ, 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, KW, 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).

(54) Title: METHOD FOR MEASURING THERMAL PROPERTY BY USING LOCK-IN THERMOGRAPHY

(54) 발명의 명칭: 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법



S100 ... Arrangement step
S110 ... Substrate arrangement step
S120 ... Sample arrangement step
S200 ... Signal application step
S300 ... Signal measurement step
S400 ... Thermal property estimation step

(57) Abstract: The present invention relates to a method for measuring a thermal property by using lock-in thermography and, more specifically, to a method for measuring a thermal property by using lock-in thermography, capable of measuring a mean thermal property even though a plurality of unit bodies having different thermal properties are stacked to form a single module, the method comprising: an arrangement step of placing a sample module on a heat source substrate including a plurality of heat sources; a signal application step of applying a predetermined waveform of energy to the heat source substrate; a signal measurement step of measuring a signal appearing on the upper surface of the sample module according to thermal energy transferred through the sample module coming in contact with heat sources of the heat source substrate, and a signal appearing on heat sources of the heat source substrate on which the sample module is not arranged; and a thermal property estimation step of estimating a mean thermal property of the sample module by using the signals measured in the signal measurement step.

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명은 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법, 더욱 상세하게는 서로 다른 열물성을 가지는 단위체가 복수 개 적층되어 하나의 모듈을 형성하더라도 평균 열물성을 측정할 수 있는 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법에 관한 것으로서, 복수 개의 열원이 구비된 열원 기관에 시료 모듈이 위치되는 배치 단계; 상기 열원 기관에 일정 파형의 에너지를 인가하는 신호 인가 단계; 상기 열원 기관의 열원과 맞닿은 상기 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 상기 시료 모듈의 상면에서 나타나는 신호와, 상기 시료 모듈이 배치되지 않는 상기 열원 기관의 열원에서 나타나는 신호를 측정하는 신호 측정 단계; 및 상기 신호 측정단계에서 측정된 신호를 이용하여 상기 시료 모듈의 평균 열물성을 추정하는 열물성 추정 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

명세서

발명의 명칭: 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법 기술분야

- [1] 본 발명은, 반도체, 반도체에 사용되는 웨이퍼와 같은 서로 다른 열물성을 가지는 복수개의 개체가 적층되어 하나의 모듈을 형성할 경우, 형성된 모듈의 평균 열물성을 추정할 수 있는, 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] TSV(Trough Silicon Via) 기반 3차원 적층 기술을 이용하여 플래쉬 메모리, DDR 메모리, Wide IO 메모리 적층을 통한 대용량, 초고속 메모리를 개발하는데 있어 수율 문제, 테스트, 그리고 검사 기법의 부재로 상용화에 어려움을 겪고 있다.
- [4] 유럽은 2010년부터 총 36,5M 유로 이상의 연구비를 투입한 Efficient Silicon Multi-chip System-in-Package Integration - Reliability, Failure Analysis and Test (ESiP) 과제를 9개국의 41개의 기관이 참여하여 시작하고 있으며, 주된 연구분야는 TSV 기반 3차원 SiP의 파괴 모드 분석이며 이를 위해 Lock-in Thermography 기술이 비파괴검사 중 주목을 받고 있으며 FIB, SAM, SEM, Photoemission microscopy 기술도 함께 연구되고 있다.
- [5] 또한, 3D-FI (Fault Isolation) 기술로, 위상잠금 열화상 기법(LIT, Lock-in thermography)을 이용해 국부적 발열에 의한 적외선 열방사를 검출해 3차원 결합 위치를 추적하는 장비가 개발되고 있으나, LIT의 핵심 기술로, 열원 깊이(Z축) 추정방법에는 시편자체의 열물성 데이터(열전도도, 밀도, 비열 등)를 필요로 하는데 반하여, 실제 시편들은 상당히 다양한 물질들로 복합되어 있기 때문에 전체적인 열물성 데이터를 구하기가 쉽지 않은 문제가 있다.
- [6] 상기와 같은 단점을 해결하고자 도 1에 도시된 바와 같은 레이저를 이용한 열물성 측정장치가 개발되었으나, 레이저를 이용한 열물성 측정장치의 경우 서로 다른 열물성을 가지는 복수개의 칩이 적층되어 형성되는 반도체모듈의 경우 평균 열물성 측정 능력이 떨어질 뿐만 아니라, 샘플 양면이 평탄해야 레이저빔의 입사 및 반사가 정밀하게 이루어지기 때문에 대상 물체를 가공해야 하는 단점을 가진다.
- [7] 따라서, 샘플의 국부 영역에 대한 수직 1차원적 열물성(열확산길이 및 열확산도)를 측정하기 위한 방법의 필요성이 대두되고 있다.
- [8]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서 본 발명의

목적은, 서로 다른 열물성을 가지는 복수개의 개체가 결합된 모듈의 평균 열물성을 구할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

[10]

과제 해결 수단

[11]

상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명인 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법은, 복수 개의 열원이 구비된 열원 기관(1)에 시료 모듈(2)이 위치되는 배치단계(S100); 상기 열원 기관(1)에 일정 파형의 에너지를 인가하는 신호 인가단계(S200); 상기 열원 기관(1)의 열원과 맞닿은 상기 시료 모듈(2)을 통해 열에너지가 전달되어 상기 시료 모듈(2)의 상면에서 나타나는 신호와, 상기 시료 모듈(2)이 배치되지 않는 상기 열원 기관(1)의 열원에서 나타나는 신호를 측정하는 신호 측정단계(S300); 및 상기 신호 측정단계(S300)에서 측정된 신호를 이용하여 상기 시료 모듈(2)의 평균 열물성을 추정하는 열물성 추정단계(S400);를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[12]

또한, 상기 신호 측정단계(S300)에서 측정되는 신호는 적외선, 진폭, 위상 신호 중 선택되는 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.

[13]

또한, 상기 열물성 추정단계(S400)는, 측정된 위상 신호를 하기 식 1에 대입하여 상기 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 추정하는 것을 특징으로 한다.

[14]

[식 1]

[15]

$$\mu_{avg} = \frac{T_1}{\varphi_1 - \varphi_{o\_ref}}$$

[16]

(이때, T_1 은 시료 모듈의 두께, φ_{o_ref} 는 시료 모듈이 배치되지 않는 열원 기관의 열원에서 측정되는 위상 신호, φ_1 은 열원 기관의 열원과 맞닿은 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 시료 모듈의 상면에서 측정되는 위상 신호, μ_{avg} 는 시료의 평균 열확산길이)

[17]

또한, 상기 열물성 추정단계(S400)는, 측정된 위상 신호를 하기 식 2에 대입하여 상기 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 추정하는 것을 특징으로 한다.

[18]

[식 2]

[19]

$$\mu_{avg} = \frac{T_1}{\varphi_1 - \varphi_{o\_ref} - \varphi_r}$$

[20]

(이때, T_1 은 시료 모듈의 두께, φ_{o_ref} 는 시료 모듈이 배치되지 않는 열원 기관의 열원에서 측정되는 위상 신호, φ_1 은 열원 기관의 열원과 맞닿은 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 시료 모듈의 상면에서 측정되는 위상 신호, φ_r 는 열원 기관과 시료 모듈의 접촉 위상 저항, μ_{avg} 는 시료의 평균 열확산길이)

[21]

또한, 상기 배치단계(S100)는 서로 다른 두께(T_1 , T_2)의 제1 시료 모듈과 제2 시료 모듈이 각각 상기 열원 기관(1)에 위치되고, 상기 신호 측정단계(S300)는, 제1 시료 모듈의 위상 신호 측정단계(S310)와 제2 시료 모듈의 위상 신호

측정단계(S320)를 포함하며, 상기 열물성 추정단계(S400)는, 제1 및 제2 시료 모듈에서 측정된 위상 신호를 하기 식 3에 대입하여 상기 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 추정하는 것을 특징으로 한다.

[22] [식 3]

$$[23] \quad \mu_{avg} = \frac{T_2 - T_1}{\varphi_{20} - \varphi_{10}}, \quad T_2 > T_1$$

[24] (이때, T_1 은 제1 시료 모듈의 두께, T_2 는 제2 시료 모듈의 두께, φ_{10} 은 열원 기관의 열원과 맞닿은 제1 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 제1 시료 모듈의 상면에서 측정되는 위상 신호 φ_1 에서 제1 시료 모듈이 배치되지 않는 열원 기관의 열원에서 측정되는 위상 신호 φ_{o_ref} 를 빼준 위상차, φ_{20} 는 열원 기관의 열원과 맞닿은 제2 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 제2 시료 모듈의 상면에서 측정되는 위상 신호 φ_2 에서 제2 시료 모듈이 배치되지 않는 열원 기관의 열원에서 측정되는 위상 신호 φ_{o_ref} 를 빼준 위상차, μ_{avg} 는 시료의 평균 열확산길이)

[25] 또한, 상기 열원 기관(1)의 복수 개의 열원은 전원이 인가되면 열을 방출하는 폴리레지스터로 이루어지고, 상기 복수 개의 열원은 직렬로 연결된 것을 특징으로 한다.

[26] 또한, 상기 배치단계(S100)는 상기 열원 기관(1)을 XY평면에 위치시키는 기관 배치단계(S110)와, 상기 열원 기관(1)의 복수 개의 열원 중, 일부는 상기 시료 모듈(2)과 접촉되고, 나머지는 접촉되지 않도록, 상기 열원 기관(1)의 일면에 상기 시료 모듈(2)을 위치시키는 시료 배치단계(S120)를 포함하고, 상기 신호 인가단계(S200)는 상기 시료 모듈(2)과 접촉되는 상기 열원 기관(1)에 형성된 열원 지점(a, b, c)과, 상기 시료 모듈(2)과 접촉되지 않는 상기 열원 기관(1)에 형성된 열원 지점(d, e)에 일정 파형의 에너지를 인가하며, 상기 신호 측정단계(S300)는 상기 시료 모듈(2)과 접촉되지 않는 상기 열원 기관(1)에 형성된 열원 지점(d, e)에서 나타나는 신호와, 상기 시료 모듈(2)과 접촉되는 상기 열원 기관(1)에 형성된 열원 지점(a, b, c)의 Z축 방향에 위치한 상기 시료 모듈(2)의 상면에서 나타나는 신호를 측정하는 것을 특징으로 한다.

[27] 또한, 상기 시료 모듈(2)과 접촉되는 상기 열원 기관(1)에 형성된 제1 열원 지점(a, b, c)은 동일선상에 위치되되 서로 열적 간섭이 일어나지 않도록 일정거리 이격되고, 상기 시료 모듈(2)과 접촉되지 않는 상기 열원 기관(1)에 형성된 제2 열원 지점(d, e)은 상기 제1 열원 지점(a, b, c) 중 중심에 위치되는 중앙 열원 지점(b)을 중심으로 X축 방향 또는 Y축 방향으로 일정거리 이격되는 것을 특징으로 한다.

[28] 또한, 상기 배치단계(S100)는, 열확산도가 $0.1\text{mm}^2/\text{s} \sim 1\text{mm}^2/\text{s}$ 이고, 두께가 $0.1\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$ 인 박막을 상기 열원 기관(1)과 상기 시료 모듈(2) 사이에 또는 상기 시료 모듈 위에 위치시키는 박막 설치단계(S130)를 더 포함하는 것을

특징으로 한다.

[29]

발명의 효과

[30] 상기와 같은 구성에 의한 본 발명인 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법은, 열원 기관에서 방출되는 열에너지가 적층된 시료에 전달되어 시료의 표면에서 나타나는 신호와, 열에너지가 방출되는 열원 기관에서 나타나는 신호를 이용하여, 서로 다른 열물성을 가지는 시료 단위체가 적층된 시료 모듈의 평균 열물성을 측정할 수 있는 장점을 가진다.

[31] 또한, 열원 기관이 지정된 복수개의 지점에서 열 방출이 가능하므로, 서로 다른 위치에서 시료의 평균 물성 데이터를 개별 측정하여 비교 판독할 수 있는 장점을 가진다.

[32] 아울러, 특정 수식을 이용하여 열원 기관과 접촉하는 시료의 일면이 평평하지 않더라도, 측정되는 평균 열물성 오차를 최소화 시킬 수 있는 장점을 가진다.

[33]

도면의 간단한 설명

[34] 도 1은 종래의 레이저를 이용한 열물성 측정장치는 나타낸 개념도.

[35] 도 2는 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법을 나타낸 순서도.

[36] 도 3은 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법을 나타낸 개념도.

[37] 도 4는 시료 모듈에서 위상이 측정되는 위치를 나타낸 개념도.

[38] 도 5는 열원 기관에 시료 모듈이 위치된 것을 나타낸 개념도.

[39] 도 6은 열화상 카메라의 위상 신호 측정을 나타낸 측면도.

[40]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[41] 본 발명에 사용되는 열물성 측정 장비는 열적 신호를 인가하는 외부 변조 인가장치, 시료모듈에서 방사되는 열적신호를 측정하는 열영상 카메라, 열영상 카메라에서 측정된 열적신호를 출력하는 디스플레이부 그리고 국소 부분에서 열원을 발생시켜주는 열원 기관을 포함한다. 열물성 측정 장비를 통한 기본적인 측정 원리는 열원 기관에 주기적인 전압을 인가하여 측정하고자 하는 시료모듈 하부의 국소 부분에 주기적인 열원을 발생시키고, 위상잠금 열화상 기법을 이용하여 시료모듈의 위치와 위상잠금 주파수를 달리하면서 시료모듈 상부까지 전달되는 열적 위상 신호를 측정하여 그 측정된 위상 데이터를 바탕으로 시료모듈의 두께방향에 대한 열확산길이 및 열확산도를 추정하는 것이다.

[42] 이하, 상기와 같은 본 발명인 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법에 대하여 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[43] 도 2를 참조하여 설명하면, 열물성 측정방법은 열원 기관(1)에 시료 모듈(2)이 위치되는 배치단계(S100)와, 상기 열원 기관(1)에 일정 파형의 에너지를 인가하는 신호 인가단계(S200)와, 상기 열원 기관(1)의 열원과 맞닿은 상기 시료

모듈(2)을 통해 열에너지가 전달되어 상기 시료 모듈(2)의 상면에서 나타나는 신호와, 상기 시료 모듈(2)이 배치되지 않는 상기 열원 기관(1)의 열원에서 나타나는 신호를 측정하는 신호 측정단계(S300) 및 상기 신호 측정단계(S300)에서 측정된 신호를 이용하여 시료 모듈(2)의 평균 열물성을 추정하는 열물성 추정단계(S400)를 포함하여 이루어진다.

[44] 도 3을 참조하여 상세히 설명하면, 상기 배치단계(S100)에서 시료 모듈(2)이 열원 기관(1)에 위치되고, 상기 신호 인가단계(S200)에서 상기 열원 기관(1)의 열원들에 일정한 파형의 에너지 신호를 인가하여 열에너지를 방출시키면 상측에 위치되는 시료 모듈(2)에 열에너지가 전달되며, 상기 신호 측정단계(S300)에서 열에너지가 방출되는 상기 열원 기관(1)의 열원과 맞닿은 상기 시료 모듈(2)을 통해 열에너지가 전달되어 상기 열원에 대응하는 상기 시료 모듈(2)의 상면에 나타나는 신호와, 상기 시료 모듈(2)이 배치되지 않는 상기 열원 기관(1)의 열원에서 나타나는 신호를 개별적으로 측정하며, 열물성 추정단계(S400)에서 측정된 신호를 이용하여 시료 모듈(2)의 평균 열물성을 측정하는 것이다.

[45] 이때, 상기 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법은 상기 신호 측정단계(300)에서 열원들에 대응하여 상기 열원 기관(1)과 상기 시료 모듈(2) 상면의 일지점에서 나타나는 적외선, 진폭, 위상 신호 중 선택되는 어느 하나 이상을 측정하면 충분하다. 그래서 도 6에 도시된 바와 같이 열원 기관(1)에 신호를 인가하는 외부 변조 인가장치(3)와, 서로 다른 열물성을 가지는 복수개의 시료 단위체(2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5)가 결합되어 이루어진 시료 모듈(2) 및 열원 기관(1)에서 나타나는 신호를 측정하는 적외선 카메라(5)만 있으면 충분하다. 시편의 크기에 따라 렌즈(4)의 배율을 다르게하여 신호를 측정한다. 도 4에 도시된 바와 같이 시료 모듈(2)에서 열적 신호를 파악하여 시료 모듈(2)의 결합 깊이를 추정하는 열영상 측정 장치를 사용할 수도 있다.

[46] 상기 열원 기관(1) 및 상기 시료 모듈(2)의 적외선 신호를 적외선 카메라를 이용하여 측정한다. 측정된 적외선 신호로부터 온도의 진폭과 위상 신호를 얻을 수 있다. 즉, 열원 기관(1)의 열원에 일정 주기로 에너지를 가하면 열원과 맞닿아 있는 시료 모듈(2)을 통해 열에너지가 전달되고, 열원에 에너지를 가한 후 시료 모듈(2)의 상면에 열에너지가 전달되기까지의 딜레이를 이용하여 위상신호를 얻을 수 있다.

[47] 상기 열원 기관(1)에 일정 파형의 에너지를 인가하는 방법은 다양한 방법이 가능하다. 본원 발명에서는 함수발생기(6)를 이용하여 외부 변조 인가장치(3)에 신호를 입력하여 선택되는 열원 기관(1)의 열원에서 열에너지를 발생시키고, 열원 기관(1) 및 시료 모듈(2)에서 측정되는 신호를 적외선 카메라(5)를 이용하여 측정하고, 적외선 카메라(5)를 이용하여 측정된 특정 이미지는 제어부(7)로 입력된 후 측정된 이미지에 나타난 열원의 위치와 개수에 따라 이하에서 설명하는 식 1, 식 2, 식 3에 대입되어 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 측정할

수 있는 것이다.

- [48] 상세히 설명하면, 본 발명에서 상기 열물성 추정단계(S400)는 하기 식 1, 식 2, 식 3 중 어느 하나를 선택하여 측정되는 신호를 적용함으로써, 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 추정할 수 있다.

- [49] [식 1]

$$[50] \quad \mu_{avg} = \frac{T_1}{\varphi_1 - \varphi_{o\_ref}}$$

- [51] (이때, T_1 은 시료 모듈의 두께, φ_{o_ref} 는 시료 모듈이 배치되지 않는 열원 기관의 열원에서 측정되는 위상 신호, φ_1 은 열원 기관의 열원과 맞닿은 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 시료 모듈의 상면에서 측정되는 위상 신호, μ_{avg} 는 시료의 평균 열확산길이)

- [52] [식 2]

$$[53] \quad \mu_{avg} = \frac{T_1}{\varphi_1 - \varphi_{o\_ref} - \varphi_r}$$

- [54] (이때, T_1 은 시료 모듈의 두께, φ_{o_ref} 는 시료 모듈이 배치되지 않는 열원 기관의 열원에서 측정되는 위상 신호, φ_1 은 열원 기관의 열원과 맞닿은 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 시료 모듈의 상면에서 측정되는 위상 신호, φ_r 는 열원 기관과 시료 모듈의 접촉 위상 저항, μ_{avg} 는 시료의 평균 열확산길이)

- [55] [식 3]

$$[56] \quad \mu_{avg} = \frac{T_2 - T_1}{\varphi_{20} - \varphi_{10}}, \quad T_2 > T_1$$

- [57] (이때, T_1 은 제1 시료 모듈의 두께, T_2 는 제2 시료 모듈의 두께, φ_{10} 은 열원 기관의 열원과 맞닿은 제1 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 제1 시료 모듈의 상면에서 측정되는 위상 신호 φ_1 에서 제1 시료 모듈이 배치되지 않는 열원 기관의 열원에서 측정되는 위상 신호 φ_{o_ref} 를 빼준 위상차, φ_{20} 는 열원 기관의 열원과 맞닿은 제2 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 제2 시료 모듈의 상면에서 측정되는 위상 신호 φ_2 에서 제2 시료 모듈이 배치되지 않는 열원 기관의 열원에서 측정되는 위상 신호 φ_{o_ref} 를 빼준 위상차, μ_{avg} 는 시료의 평균 열확산길이)

- [58] 도 4a에 도시된 바와 같이 XY 평면에 위치된 열원 기관(1)의 열원들에서 열에너지를 발생시킬 경우 열원에서 기준이 되는 위상신호(φ_0)가 측정되고, 열원에서 전달된 열에너지가 열원 기관(1)의 Z축방향에 위치된 시료 모듈(2)에 전달되어 시료 모듈(2)의 Z축 상면에서 시료 모듈(2)을 통해 전달된 위상신호(φ_1)가 측정된다.

- [59] 이때, 열확산 길이는 주기적인 열원에 의한 시료 모듈이 지닌 특수 치수에 관한 것으로, 먼 거리의 열적 변화가 얼마나 오래 걸려 현 위치에서 감지할 수 있는

온도 변화를 일으킬 수 있는 거리인 z 를 말하므로, 상기 식 1에 서로 다른 지점에서 측정된 위상신호를 각각 대입하여 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 구하는 것이다.

[60] 하지만 열원 기관(1)의 열원에서 발생하는 기준이 되는 위상신호(φ_0)는 열원 기관(1) 위에 시료 모듈(2)이 위치될 경우 측정하기 어려우므로, 시료 모듈(2)이 위치하지 않는 열원 기관(1)의 일 지점에 형성된 열원에서 위상신호를 측정하여 기준이 되는 위상신호(φ_0)를 기준 위상신호(φ_{0_ref})로 대체하여 사용할 수 있다.

[61] 또한, 열원 기관(1)과 시료 모듈(2)은 일체형이 아니므로 서로 간의 접촉면은 서로 완전 접촉되지 않아 정확한 시료 모듈(2)의 열물성을 구하는데 오차가 발생할 수 있다. 접촉 저항 개념을 이용하여 열원 기관(1)과 시료 모듈(2)의 접촉 위상 저항(φ_r)이 포함된 상기 식 2를 사용함으로써, 더욱 정밀한 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 구할 수 있다.

[62] 이때, 식 2를 이용하여 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 구할 경우 열확산 길이를 구하는 시료 모듈(2)의 양면 중 일면이 평평하지 않아 열원 기관(1)과 완전 접촉되지 않더라도 정밀한 열확산 길이 측정이 가능하므로, 시료 모듈(2)을 평평하게 만들기 위하여 파손하지 않아도 되는 장점이 있다.

[63] 그리고, 상기 접촉 위상 저항(φ_r)을 모를 경우, 서로 두께가 다른 시료 모듈(2)을 이용하여 접촉 위상 저항(φ_r)을 고려하지 않고 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 측정하는 것 또한 가능하다.

[64] 상세히 설명하면, 도 4a, 4b에 도시된 바와 같이, 상기 배치단계(S100)에서 서로 다른 두께(T_1 , T_2)의 제1 시료 모듈과 제2 시료 모듈을 각각 상기 열원 기관(1)에 위치시키고, 상기 신호 측정단계(S300)에서 제1 시료 모듈의 위상을 측정하는 위상 측정단계(S310)와 제2 시료 모듈의 위상 측정단계(S320)가 이루어지며, 상기 열물성 추정단계(S400)에서, 각각의 시료 모듈에서 측정된 위상 신호를 상기 식 3에 대입하여 상기 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 추정하는 것이다.

[65] 또한, 본 발명인 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법은 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 열원 기관(1)의 일면에 복수 개의 열원(a, b, c, d, e)이 형성된다. 열원들은 전원이 인가되면 열을 방출하도록 폴리레지스터로 이루어진다. 복수 개의 열원은 폴리레지스터에 전원이 인가될 수 있도록 알루미늄 등의 재질로 이루어진 도선에 의해 직렬로 연결되어 있다. 복수 개의 열원은 외부에서 인가되는 신호에 대응하여 동시에 열을 방출하고, 맞닿아 있는 시료 모듈에 전달한다.

[66] 상세히 설명하면, 신호 측정단계(S300)에서 위상신호 측정 시 하나의 지점에서만 위상신호를 측정하게 되면, 열원의 Z축 방향에 위치되는 상기 시료 모듈(2)의 내부에 결함이 형성되어 있는 경우, 또는 시료 모듈(2)을 구성하는 시료 모듈의 두께가 일정하지 않을 경우에 측정된 평균 열확산 길이의 신뢰성이 떨어지게 되므로 이를 보완하기 위해 복수 지점에서 위상신호를 측정하는 것이

바람직하다.

- [67] 따라서, 상기 배치단계(S100)에서 상기 열원 기관(1)을 XY평면에 위치시키는 기관 배치단계(S110)와 상기 열원 기관(1)의 일면에 시료 모듈(2)의 타면을 위치시키는 시료 배치단계(S120)로 구분하고, 상기 신호 인가단계(S200)에서 상기 시료 모듈(2)과 접촉되는 상기 열원 기관(1)의 접촉일면과, 상기 접촉일면의 외부에 형성된 상기 열원 기관(1)의 비접촉일면에 개별적으로 형성된 열원 지점에 일정 파형의 에너지를 인가하고, 상기 신호 측정단계(S300)에서 비접촉일면에 형성된 열원 지점(d, e)에서의 신호와, 접촉일면에 형성된 열원 지점(a, b, c)의 Z축 방향에 위치된 시료 모듈(2)의 상면에서 나타나는 신호를 측정하여, 다양한 위치에서 측정되는 위상값을 서로 비교할 수 있도록 한 것이다.
- [68] 이때, 접촉일면에 형성된 제1 열원 지점(a, b, c)은 동일선상에 위치되되 서로 열적인 간섭이 일어나지 않도록 일정거리 이격 형성되고, 비접촉일면에 형성된 제2 열원 지점(d, e)은 제1 열원 지점(a, b, c) 중 중심에 위치되는 중앙 열원 지점(b)을 중심으로 X축 방향과 Y축 방향으로 일정거리 이격되어 형성될 수 있다.
- [69] 그리고 본 발명인 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법은, 상기 배치단계(S100)에서 시료 모듈(2)이 70~90mm²/s의 열확산도를 가지는 물질(graphite, Cu, Si) 일 경우 열이 이동하는 시간을 나타내는 위상 값을 계산하는 LIT 장비가 아무리 높음 Frame rate로 측정한다고 할지라도 100Hz로, 10ms 당 1장 촬영이 가능할 뿐이고, 노출시간 또한 2ms를 필요로 하는 구체적인 한계를 가지기 때문에, 불투명한 물질이 없다면 측정이 어렵다.
- [70] 따라서, 열확산도가 높아 열물성 측정이 어려운 시료 모듈(2)의 경우 상기와 같이 열확산도가 0.1mm²/s ~ 1mm²/s이고, 두께가 0.1mm ~ 0.5mm인 박막을 열원 기관(1)과 시료 모듈(2) 사이 또는 시료면 위에 위치시키는 박막 설치단계(S130)가 더 이루어질 수 있다.
- [71] 상세히 설명하면, 상기 시료 모듈(2)의 열확산도가 높을 경우 열확산에 걸리는 시간이 짧아 측정이 어려우므로, 열확산도가 낮은 박막을 이용하여 열확산 속도를 감소시켜 정확한 열물성을 측정하는 것이다.
- [72] 또한, 상기 박막 설치단계(S130)를 통해, 상기 적외선 카메라(5)가 중적외선 카메라일 경우 3~5 μ m, 원적외선 카메라의 경우 7~12 μ m의 파장대를 이용하므로 3~11 μ m 파장대를 투과시키는 Si의 경우도 열물성 측정이 가능할 뿐만 아니라, 10mm²/s 이상 열확산도를 가지는 시료 모듈(2) 또한 열물성 측정이 가능하다.
- [73] 아울러, 본 발명인 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법은 측정된 열확산 길이를 이용하여 열확산도(thermal diffusivity) α (mm²/s)를 구하는 것이 가능하다.
- [74] 상세히 설명하면, 열확산도는 하기 [식 4]에 의해 구해진다.
- [75] [식 4]

[76]
$$\alpha = \frac{k}{C_p \times p} = \pi \times f_{lock-in} \times \mu_{avg}^2$$

[77] 따라서, 상기 식 1 내지 식 3을 통해 구해진 시료 모듈(2)의 평균 열확산길이(μ_{avg})를 이용하여 시료 모듈의 열확산도(α)를 산출할 수 있다.

[78] 본 발명의 상기한 실시 예에 한정하여 기술적 사상을 해석해서는 안된다. 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당업자의 수준에서 다양한 변형 실시가 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 당업자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 된다.

[79]

청구범위

- [청구항 1] 복수 개의 열원이 구비된 열원 기관(1)에 시료 모듈(2)이 위치되는 배치단계(S100);
 상기 열원 기관(1)에 일정 파형의 에너지를 인가하는 신호 인가단계(S200);
 상기 열원 기관(1)의 열원과 맞닿은 상기 시료 모듈(2)을 통해 열에너지가 전달되어 상기 시료 모듈(2)의 상면에서 나타나는 신호와, 상기 시료 모듈(2)이 배치되지 않는 상기 열원 기관(1)의 열원에서 나타나는 신호를 측정하는 신호 측정단계(S300); 및
 상기 신호 측정단계(S300)에서 측정된 신호를 이용하여 상기 시료 모듈(2)의 평균 열물성을 추정하는 열물성 추정단계(S400);를 포함하는 것을 특징으로 하는 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
 상기 신호 측정단계(S300)에서 측정되는 신호는 적외선, 진폭, 위상 신호 중 선택되는 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
 상기 열물성 추정단계(S400)는, 측정된 위상 신호를 하기 식 1에 대입하여 상기 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 추정하는 것을 특징으로 하는, 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법.

[식 1]

$$\mu_{avg} = \frac{T_1}{\varphi_1 - \varphi_{o\_ref}}$$

(이때, T_1 은 시료 모듈의 두께, φ_{o_ref} 는 시료 모듈이 배치되지 않는 열원 기관의 열원에서 측정되는 위상 신호, φ_1 은 열원 기관의 열원과 맞닿은 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 시료 모듈의 상면에서 측정되는 위상 신호, μ_{avg} 는 시료의 평균 열확산길이)

- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
 상기 열물성 추정단계(S400)는, 측정된 위상 신호를 하기 식 2에 대입하여 상기 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 추정하는 것을 특징으로 하는, 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법.

[식 2]

$$\mu_{avg} = \frac{T_1}{\varphi_1 - \varphi_{o\_ref} - \varphi_r}$$

(이때, T_1 은 시료 모듈의 두께, φ_{o_ref} 는 시료 모듈이 배치되지 않는 열원 기관의 열원에서 측정되는 위상 신호, φ_1 은 열원 기관의 열원과

맞닿은 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 시료 모듈의 상면에서 측정되는 위상 신호, φ_r 는 열원 기관과 시료 모듈의 접촉 위상 저항, μ_{avg} 는 시료의 평균 열확산길이)

[청구항 5]

제 1항에 있어서,
상기 배치단계(S100)는 서로 다른 두께(T_1 , T_2)의 제1 시료 모듈과 제2 시료 모듈이 각각 상기 열원 기관(1)에 위치되고,
상기 신호 측정단계(S300)는, 제1 시료 모듈의 위상 신호 측정단계(S310)와 제2 시료 모듈의 위상 신호 측정단계(S320)를 포함하며,
상기 열물성 추정단계(S400)는, 제1 및 제2 시료 모듈에서 측정된 위상 신호를 하기 식 3에 대입하여 상기 시료 모듈(2)의 평균 열확산 길이를 추정하는 것을 특징으로 하는, 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법.

[식 3]

$$\mu_{avg} = \frac{T_2 - T_1}{\varphi_{20} - \varphi_{10}}, \quad T_2 > T_1$$

(이때, T_1 은 제1 시료 모듈의 두께, T_2 는 제2 시료 모듈의 두께, φ_{10} 은 열원 기관의 열원과 맞닿은 제1 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 제1 시료 모듈의 상면에서 측정되는 위상 신호 φ_1 에서 제1 시료 모듈이 배치되지 않는 열원 기관의 열원에서 측정되는 위상 신호 φ_{o_ref} 를 빼준 위상차, φ_{20} 는 열원 기관의 열원과 맞닿은 제2 시료 모듈을 통해 열에너지가 전달되어 제2 시료 모듈의 상면에서 측정되는 위상 신호 φ_2 에서 제2 시료 모듈이 배치되지 않는 열원 기관의 열원에서 측정되는 위상 신호 φ_{o_ref} 를 빼준 위상차, μ_{avg} 는 시료의 평균 열확산길이)

[청구항 6]

제 1항 내지 제 5항 중 어느 하나의 항에 있어서,
상기 열원 기관(1)의 복수 개의 열원은 전원이 인가되면 열을 방출하는 폴리레지스터로 이루어지고,
상기 복수 개의 열원은 직렬로 연결된 것을 특징으로 하는, 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법.

[청구항 7]

제 1항에 있어서,
상기 배치단계(S100)는,
상기 열원 기관(1)을 XY평면에 위치시키는 기관 배치단계(S110)와,
상기 열원 기관(1)의 복수 개의 열원 중, 일부는 상기 시료 모듈(2)과 접촉되고, 나머지는 접촉되지 않도록, 상기 열원 기관(1)의 일면에 상기 시료 모듈(2)을 위치시키는 시료 배치단계(S120)를 포함하고,
상기 신호 인가단계(S200)는 상기 시료 모듈(2)과 접촉되는 상기 열원 기관(1)에 형성된 열원 지점(a, b, c)과, 상기 시료 모듈(2)과 접촉되지 않는

상기 열원 기관(1)에 형성된 열원 지점(d, e)에 일정 파형의 에너지를 인가하며,

상기 신호 측정단계(S300)는 상기 시료 모듈(2)과 접촉되지 않는 상기 열원 기관(1)에 형성된 열원 지점(d, e)에서 나타나는 신호와, 상기 시료 모듈(2)과 접촉되는 상기 열원 기관(1)에 형성된 열원 지점(a, b, c)의 Z축 방향에 위치한 상기 시료 모듈(2)의 상면에서 나타나는 신호를 측정하는 것을 특징으로 하는, 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법.

[청구항 8]

제 7항에 있어서,

상기 시료 모듈(2)과 접촉되는 상기 열원 기관(1)에 형성된 제1 열원 지점(a, b, c)은 동일선상에 위치되되 서로 열적 간섭이 일어나지 않도록 일정거리 이격되고,

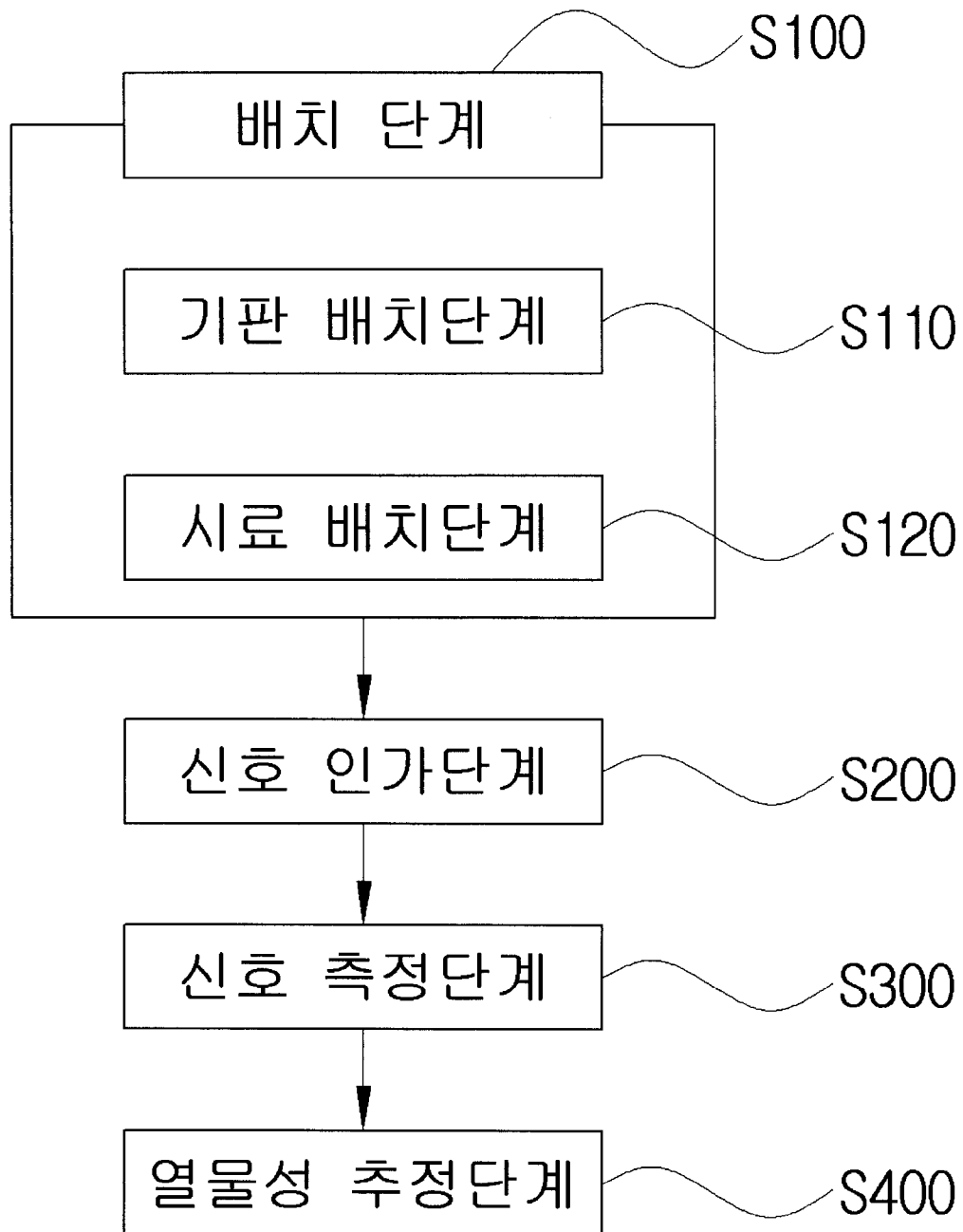
상기 시료 모듈(2)과 접촉되지 않는 상기 열원 기관(1)에 형성된 제2 열원 지점(d, e)은 상기 제1 열원 지점(a, b, c) 중 중심에 위치되는 중앙 열원 지점(b)을 중심으로 X축 방향 또는 Y축 방향으로 일정거리 이격되는 것을 특징으로 하는, 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법.

[청구항 9]

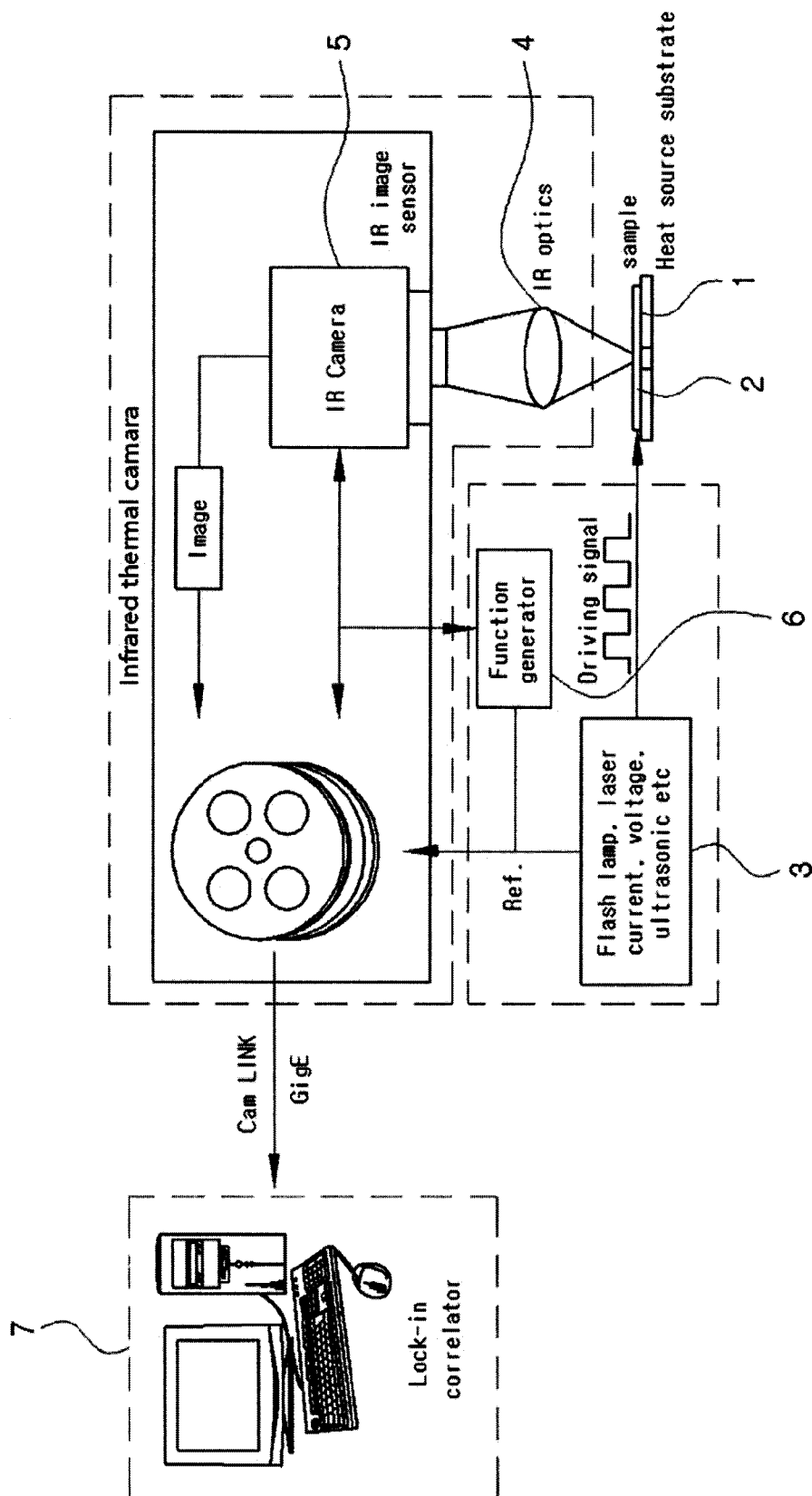
제 1 항에 있어서,

상기 배치단계(S100)는, 열확산도가 $0.1\text{mm}^2/\text{s} \sim 1\text{mm}^2/\text{s}$ 이고, 두께가 $0.1\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$ 인 박막을 상기 열원 기관(1)과 상기 시료 모듈(2) 사이에 또는 상기 시료 모듈 위에 위치시키는 박막 설치단계(S130)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 위상잠금 열화상 기법을 이용한 열물성 측정방법.

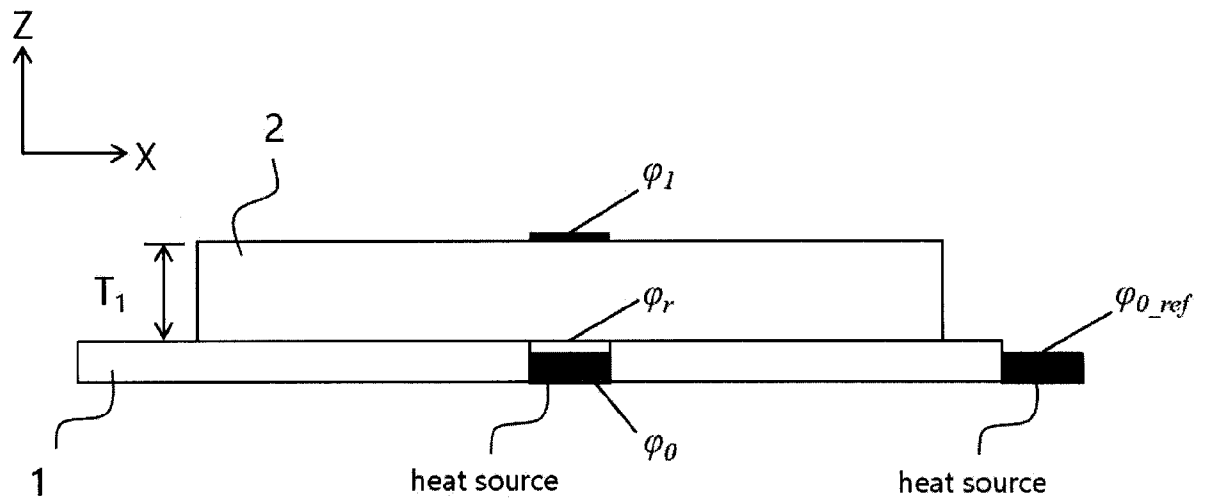
[도2]



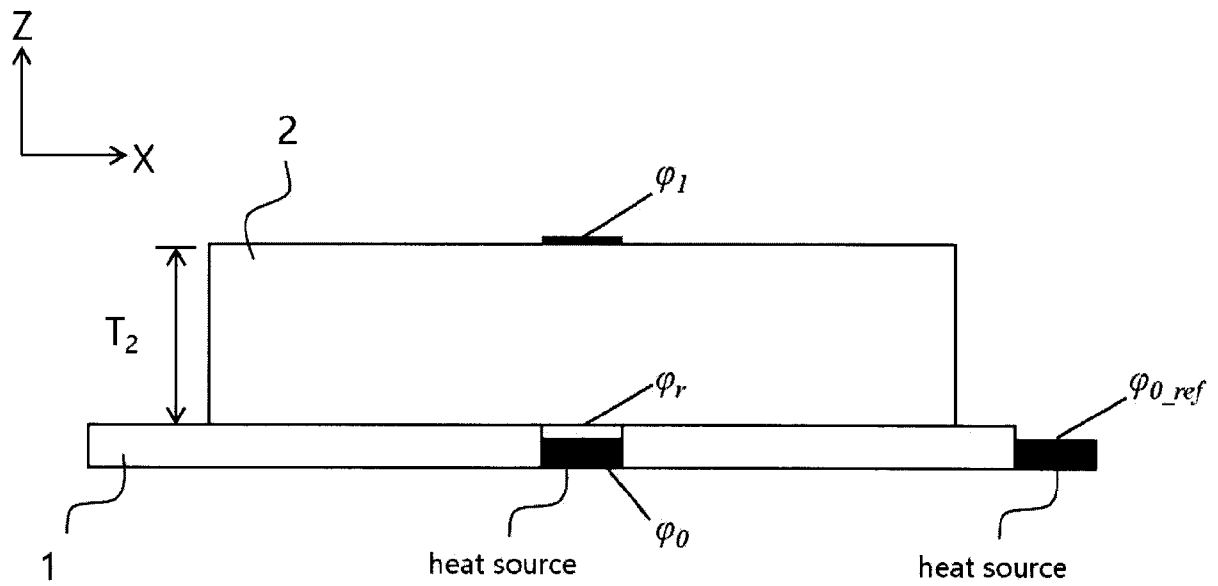
[도3]



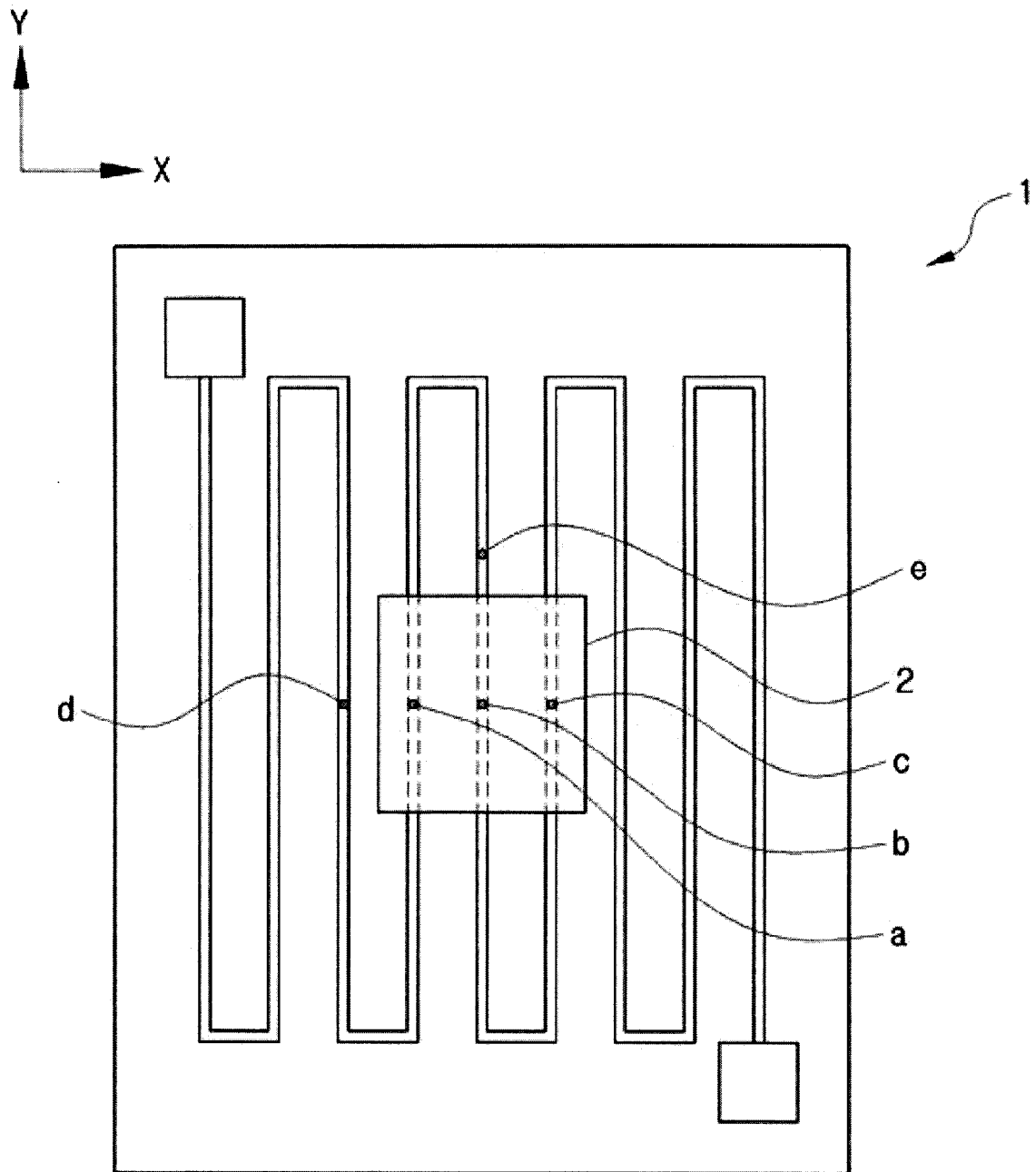
[도4a]



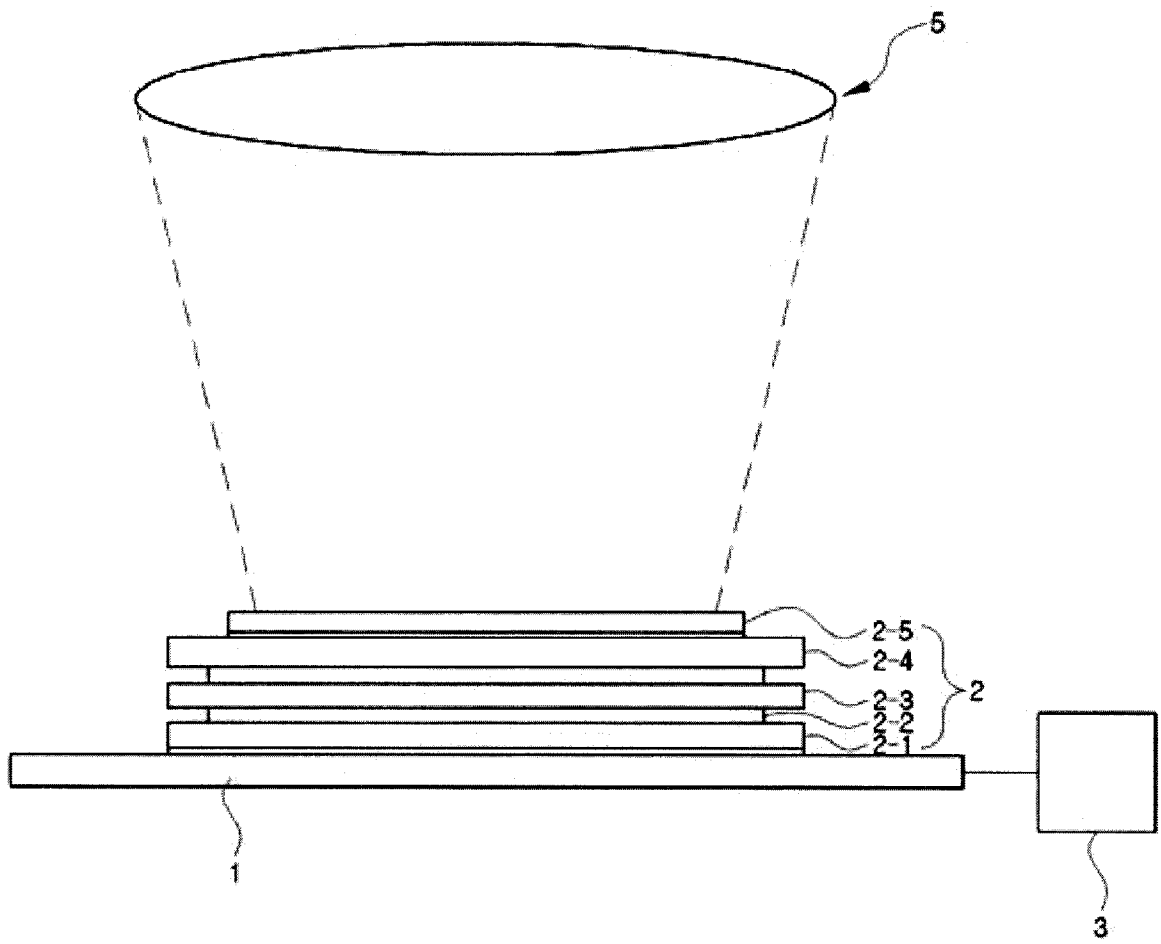
[도4b]



[도5]



[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/012445

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 25/18(2006.01)i, G01N 25/32(2006.01)i, G01J 5/60(2006.01)i, G01J 5/48(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 25/18; G01N 25/72; G01N 25/20; G01B 11/06; H01L 21/02; H01L 21/66; G01J 5/48; G01N 25/32; G01J 5/60

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: heat source substrate, sample module, waveform, thermophysical property, lock-in thermography

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2015-0153293 A1 (WATLOW ELECTRIC MANUFACTURING COMPANY) 04 June 2015 See paragraphs [0001], [0006]-[0008], [0016]-[0035] and figures 1-4.	1-9
Y	US 2005-0002436 A1 (TAKETOSHI et al.) 06 January 2005 See paragraphs [0001], [0020]-[0030], [0038]-[0069] and figure 1.	1-9
A	KR 10-2002-0073978 A (HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) 28 September 2002 See claims 1-3 and figure 1.	1-9
A	KR 10-1551609 B1 (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) 08 September 2015 See paragraphs [0001], [0033]-[0052] and figures 1-2.	1-9
A	KR 10-1528200 B1 (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) 12 June 2015 See paragraphs [0001], [0029]-[0062] and figures 2-3.	1-9



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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 MARCH 2017 (21.03.2017)

Date of mailing of the international search report

21 MARCH 2017 (21.03.2017)

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/KR2016/012445

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2015-0153293 A1	04/06/2015	CN 105793699 A EP 3077802 A1 KR 10-2016-0093701 A WO 2015-084909 A1	20/07/2016 12/10/2016 08/08/2016 11/06/2015
US 2005-0002436 A1	06/01/2005	JP 2004-333262 A JP 4203596 B2	25/11/2004 07/01/2009
KR 10-2002-0073978 A	28/09/2002	NONE	
KR 10-1551609 B1	08/09/2015	NONE	
KR 10-1528200 B1	12/06/2015	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G01N 25/18(2006.01)i, G01N 25/32(2006.01)i, G01J 5/60(2006.01)i, G01J 5/48(2006.01)i																				
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01N 25/18; G01N 25/72; G01N 25/20; G01B 11/06; H01L 21/02; H01L 21/66; G01J 5/48; G01N 25/32; G01J 5/60 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: 열원기관, 시료모듈, 파형, 열물성, 위상잠금 열화상 기법																				
C. 관련 문헌 <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>US 2015-0153293 A1 (WATLOW ELECTRIC MANUFACTURING COMPANY) 2015.06.04 단락 [0001], [0006]-[0008], [0016]-[0035] 및 도면 1-4 참조.</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2005-0002436 A1 (TAKETOSHI et al.) 2005.01.06 단락 [0001], [0020]-[0030], [0038]-[0069] 및 도면 1 참조.</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2002-0073978 A (현대중공업 주식회사) 2002.09.28 청구항 1-3 및 도면 1 참조.</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-1551609 B1 (한국기초과학지원연구원) 2015.09.08 단락 [0001], [0033]-[0052] 및 도면 1-2 참조.</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-1528200 B1 (한국기초과학지원연구원) 2015.06.12 단락 [0001], [0029]-[0062] 및 도면 2-3 참조.</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	Y	US 2015-0153293 A1 (WATLOW ELECTRIC MANUFACTURING COMPANY) 2015.06.04 단락 [0001], [0006]-[0008], [0016]-[0035] 및 도면 1-4 참조.	1-9	Y	US 2005-0002436 A1 (TAKETOSHI et al.) 2005.01.06 단락 [0001], [0020]-[0030], [0038]-[0069] 및 도면 1 참조.	1-9	A	KR 10-2002-0073978 A (현대중공업 주식회사) 2002.09.28 청구항 1-3 및 도면 1 참조.	1-9	A	KR 10-1551609 B1 (한국기초과학지원연구원) 2015.09.08 단락 [0001], [0033]-[0052] 및 도면 1-2 참조.	1-9	A	KR 10-1528200 B1 (한국기초과학지원연구원) 2015.06.12 단락 [0001], [0029]-[0062] 및 도면 2-3 참조.	1-9
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																		
Y	US 2015-0153293 A1 (WATLOW ELECTRIC MANUFACTURING COMPANY) 2015.06.04 단락 [0001], [0006]-[0008], [0016]-[0035] 및 도면 1-4 참조.	1-9																		
Y	US 2005-0002436 A1 (TAKETOSHI et al.) 2005.01.06 단락 [0001], [0020]-[0030], [0038]-[0069] 및 도면 1 참조.	1-9																		
A	KR 10-2002-0073978 A (현대중공업 주식회사) 2002.09.28 청구항 1-3 및 도면 1 참조.	1-9																		
A	KR 10-1551609 B1 (한국기초과학지원연구원) 2015.09.08 단락 [0001], [0033]-[0052] 및 도면 1-2 참조.	1-9																		
A	KR 10-1528200 B1 (한국기초과학지원연구원) 2015.06.12 단락 [0001], [0029]-[0062] 및 도면 2-3 참조.	1-9																		
☐ 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 신구성 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 2017년 03월 21일 (21.03.2017)		국제조사보고서 발송일 2017년 03월 21일 (21.03.2017)																		
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 																		

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2016/012445

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2015-0153293 A1	2015/06/04	CN 105793699 A EP 3077802 A1 KR 10-2016-0093701 A WO 2015-084909 A1	2016/07/20 2016/10/12 2016/08/08 2015/06/11
US 2005-0002436 A1	2005/01/06	JP 2004-333262 A JP 4203596 B2	2004/11/25 2009/01/07
KR 10-2002-0073978 A	2002/09/28	없음	
KR 10-1551609 B1	2015/09/08	없음	
KR 10-1528200 B1	2015/06/12	없음	