

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2020년 9월 17일 (17.09.2020)



(10) 국제공개번호

WO 2020/184773 A1

- (51) 국제특허분류:
H01L 23/373 (2006.01) H01L 33/64 (2010.01)
H01L 23/367 (2006.01) C22C 9/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2019/003857
- (22) 국제출원일: 2019년 4월 2일 (02.04.2019)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2019-0027446 2019년 3월 11일 (11.03.2019) KR
- (71) 출원인: 주식회사 더굿시스템 (THE GOODSYSTEM CORP.) [KR/KR]; 15602 경기도 안산시 단원구 목대로 125, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 조명환 (CHO, Meoung-whan); 16990 경기도 용인시 기흥구 동백죽전대로 527번길 80, 103동 2303호, Gyeonggi-do (KR). 김일호 (KIM, Il-ho); 16989 경기도 용인시 기흥구 동백죽전대로 527번길 81, 105동 802호, Gyeonggi-do (KR). 이석우 (LEE, Seog-woo); 18385 경기도 화성시 동탄지성로 334 202동 604호, Gyeonggi-do (KR). 김영석 (KIM, Young-suk); 16422 경기도 수원시 팔달구 정자천로32번길 20, 163동 1305호, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인아이엠 (IAM PATENT FIRM); 06135 서울시 강남구 봉은사로224,403호, Seoul (KR).

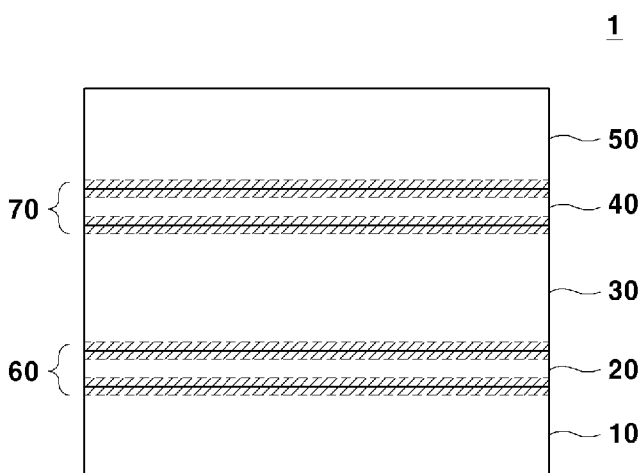
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, 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).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: HEAT-DISSIPATING PLATE

(54) 발명의 명칭: 방열판재



(57) Abstract: The present invention pertains to a heat-dissipating plate which can be bonded with elements formed of ceramic material during the packaging of high-power electronic devices or optical devices that generate large amounts of heat, and can retain satisfactory bonding during use. This heat-dissipating plate is characterized by comprising: a first layer composed of copper (Cu) or a copper (Cu) alloy; a second layer formed on the first layer and composed of molybdenum (Mo), or an alloy containing copper (Cu) and at least one component selected from among molybdenum (Mo), tungsten (W), chromium (Cr), titanium (Ti), and beryllium (Be); a third layer formed on the second layer and composed of copper (Cu) or a copper (Cu) alloy; a fourth layer formed on the third layer and composed of molybdenum (Mo), or an alloy containing copper (Cu) and at least one component selected from among molybdenum (Mo), tungsten (W), chromium (Cr), titanium (Ti), and beryllium (Be); and a fifth layer formed on the fourth layer and composed of copper (Cu) or a copper (Cu) alloy, wherein a cobalt (Co)-diffusion layer having a predetermined thickness is formed at interfaces between the first, third, and fifth layers and the second and fourth layers disposed therebetween.

WO 2020/184773 A1

(57) 요약서: 본 발명은 고출력 전자소자나 광소자와 같이 열이 다량으로 발생하며, 패키징 과정에 세라믹 소재로 이루어진 소자와의 접합 및 사용과정에 양호한 접합이 유지될 수 있도록 하는 방열판재에 관한 것이다. 본 발명에 따른 방열판재는, 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제1 층과, 상기 제1 층 상에 형성되며, 몰리브덴(Mo), 또는 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 타이타늄(Ti) 및 베릴륨(Be) 중에서 선택된 1종 이상의 성분과 구리(Cu)를 포함하는 합금으로 이루어지는 제2 층과, 상기 제2 층 상에 형성되며, 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제3 층과, 상기 제3 층 상에 형성되며, 몰리브덴(Mo), 또는 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 타이타늄(Ti) 및 베릴륨(Be) 중에서 선택된 1종 이상의 성분과 구리(Cu)를 포함하는 합금으로 이루어지는 제4 층과, 상기 제4 층 상에 형성되며, 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제5 층을 포함하고, 상기 제1 층, 제3 층 및 제5 층과 이들 사이에 배치되는 제2 층 및 제4 층간의 계면에는 소정 두께의 코발트(Co) 확산층이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.

명세서

발명의 명칭: 방열판재

기술분야

- [1] 본 발명은 방열판재에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고출력 소자의 패키징용에 적합하게 사용될 수 있는 방열판재로, 알루미늄(Al_2O_3)와 같은 세라믹 소재를 포함하는 소자와 접합시키더라도 양호한 접합이 가능하도록 세라믹 소재와 유사한 수준의 열팽창계수를 가지고, 동시에 고출력 소자에서 발생하는 다량의 열을 신속하게 외부로 배출할 수 있는 높은 열전도도를 나타내며, 적층 구조를 형성하는 각 층간의 결합력이 매우 우수한 방열판재에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 정보통신 및 국방분야의 핵심기술로서 GaN계 화합물 반도체를 이용한 고출력 증폭소자가 주목을 받고 있다.
- [3] 이러한 고출력 전자소자나 광소자에서는 일반 소자에 비해 많은 열이 발생하고 이와 같이 발생한 다량의 열을 효율적으로 배출할 수 있는 패키징 기술이 필요하다.
- [4] 현재, GaN계 화합물 반도체를 활용한 고출력 반도체 소자에는, 텅스텐(W)/구리(Cu)의 2층 복합소재, 구리(Cu)와 몰리브덴(Mo)의 2상(phase) 복합소재, 구리(Cu)/구리-몰리브덴(Cu-Mo)합금/구리(Cu)의 3층 복합소재, 구리(Cu)/몰리브덴(Mo)/구리(Cu)/몰리브덴(Mo)/구리(Cu)의 다층 복합소재와 같이 비교적 양호한 열전도도와 낮은 열팽창계수를 갖는 금속기 복합판재가 사용되고 있다.
- [5] 그런데 이들 복합판재의 두께방향으로의 열전도도는 최대 200 ~ 300W/mK 정도이고, 실제로 그 이상의 높은 열전도도를 구현하지 못하므로, 수백 와트급 파워 트랜지스터와 같은 소자에 적용하기 위한 새로운 방열 소재 혹은 방열 기판이 시장에서 시급히 요구되고 있다. 또한, 구리(Cu)/몰리브덴(Mo)/구리(Cu)/몰리브덴(Mo)/구리(Cu)의 다층 복합소재의 경우, 각 층간의 결합력이 낮은 문제점도 있다.
- [6] 한편, 반도체 소자를 제조하는 공정에는 알루미늄(Al_2O_3)와 같은 세라믹 소재와의 브레이징 접합 공정이 필수적이다.
- [7] 이와 같은 브레이징 접합 공정은 약 800°C 이상의 고온에서 이루어지기 때문에, 금속 복합재 기판과 세라믹 소재 간의 열팽창계수의 차이에 의해, 브레이징 접합 과정에서 휨이나 파손이 발생하며, 이와 같은 휨이나 파손은 소자의 신뢰성에 치명적인 영향을 주게 된다.
- [8] 이러한 요구에 대응하기 위하여, 본 발명자들은 하기 특허문헌 2에 개시된 바와 같이, 구리(Cu)로 이루어진 커버층(제1층, 제5층)과, 구리(Cu)와 몰리브덴(Mo)의

합금으로 이루어진 중간층(제2층, 제4층)과, 방열판재의 상,하면에 평행한 방향을 따라 구리(Cu)층과 몰리브덴(Mo)층이 교호로 반복되는 구조를 가지는 코어층으로 이루어지는 방열판재를 제시하였는데, 이 구조의 방열판재는 세라믹 소재의 열팽창계수와 동일 내지 유사하면서도 400W/mK 이상의 우수한 열전도도를 나타내나, 복잡한 구조로 인해 제조 공정 수와 공정 비용이 증가하는 문제점이 있다.

- [9] 이에 따라, 보다 간단한 공정으로 제조할 수 있는 구조를 가지면서, 층간 결합력이 우수하고, 두께방향으로 우수한 열전도성을 나타내며, 동시에 상기 두께방향에 수직인 면방향으로 세라믹 소재와 유사한 수준의 열팽창계수를 구현할 수 있는 방열판재의 개발이 요구되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 발명의 과제는 적층 구조를 갖는 방열판재로 두께방향으로 300W/mK 이상의 우수한 열전도성과 함께 두께방향에 수직인 면방향으로 $7 \times 10^{-6}/K \sim 12 \times 10^{-6}/K$ 수준의 열팽창계수를 구현할 수 있으면서 적층 구조를 구성하는 각 층간에 우수한 결합력을 나타내는 방열판재를 제공하는데 있다.

과제 해결 수단

- [11] 상기 과제를 해결하기 위해 본 발명은, 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제1층과, 상기 제1층 상에 형성되며, 몰리브덴(Mo), 또는 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 타이타늄(Ti) 및 베릴륨(Be) 중에서 선택된 1종 이상의 성분과 구리(Cu)를 포함하는 합금으로 이루어지는 제2층과, 상기 제2층 상에 형성되며, 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제3층과, 상기 제3층 상에 형성되며, 몰리브덴(Mo), 또는 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 타이타늄(Ti) 및 베릴륨(Be) 중에서 선택된 1종 이상의 성분과 구리(Cu)를 포함하는 합금으로 이루어지는 제4층과, 상기 제4층 상에 형성되며, 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제5층을 포함하고, 상기 제1층, 제3층 및 제5층과 이들 사이에 배치되는 제2층 및 제4층 사이의 계면에는 코발트(Co) 확산층이 형성되어 있는, 방열판재를 제공한다.

발명의 효과

- [12] 본 발명의 일 실시형태에 따른 방열판재는, 구리(Cu)층과, 몰리브덴(Mo)층 또는 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 타이타늄(Ti) 및 베릴륨(Be) 중에서 선택된 1종 이상의 성분과 구리(Cu)의 합금층으로 이루어진 적층 구조에 있어서, 각층의 계면에 형성된 코발트(Co) 확산층으로 인해, 적층 구조를 이루는 각 층간의 결합력이 현저하게 향상되어, 결합력 부족에 의한 층간 박리를 방지할 수 있다.
- [13] 또한, 본 발명의 일 실시형태에 따른 방열판재는, 종래의 5층 적층구조로 구현하기 어려웠던 두께방향으로 300W/mK 이상(보다 바람직하게는 350W/mK

이상)의 우수한 열전도도와 함께 $7 \sim 12 \times 10^{-6}/K$ 범위의 면방향의 열팽창계수를 구현할 수 있어, 일반 소자에 비해 많은 열이 발생하는 고출력 전자소자나 광소자의 패키징에 적합하게 사용될 수 있다.

- [14] 또한, 본 발명의 일 실시형태에 따른 방열판재는 수직으로 세워지는 격자구조와 같은 복잡한 구조를 가지지 않고 단순한 적층구조를 가지므로, 공정이 단순하고 제조가 용이하다.

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 방열판재의 두께방향과 면방향을 설명하기 위한 도면이다.
 [16] 도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 방열판재의 적층 구조를 나타낸 도면이다.
 [17] 도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따라 제조한 방열판재의 계면에 대한 EDS(Energy Dispersive X-ray Spectrometer) 분석 결과를 나타낸 것이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [18] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 그러나 다음에 예시하는 본 발명의 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예들은 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이다.
- [19] 본 발명에 따른 방열판재는, 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제1층과, 상기 제1층 상에 형성되며, 몰리브덴(Mo), 또는 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 타이타늄(Ti) 및 베릴륨(Be) 중에서 선택된 1종 이상의 성분과 구리(Cu)를 포함하는 합금으로 이루어지는 제2층과, 상기 제2층 상에 형성되며, 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제3층과, 상기 제3층 상에 형성되며, 몰리브덴(Mo), 또는 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 타이타늄(Ti) 및 베릴륨(Be) 중에서 선택된 1종 이상의 성분과 구리(Cu)를 포함하는 합금으로 이루어지는 제4층과, 상기 제4층 상에 형성되며, 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제5층을 포함하고, 상기 제1층, 제3층 및 제5층과 이들 사이에 배치되는 제2층 및 제4층 사이의 계면에는 코발트(Co) 확산층이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [20] 본 발명에 있어서, '두께방향'이란 도 1에 도시된 바와 같이 방열판재의 면에 수직인 방향을 의미하고, '면방향'이란 판재의 면에 평행한 방향을 의미한다.
- [21] 또한, '코발트(Co) 확산층'이란, 계면으로부터 코발트(Co) 원소의 확산에 의하여, 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제1층, 제3층 및 제5층과, 몰리브덴(Mo), 또는 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 타이타늄(Ti) 및 베릴륨(Be) 중에서 선택된 1종 이상의 성분과 구리(Cu)를 포함하는 합금으로 이루어지는 제2층 및 제4층의 기지에 고용되거나, 기지를 구성하는 물질과의 화합물 형태로 존재하여, 상기 각 층을 구성하는 물질에 포함된 코발트(Co)

함량에 비해 분석 가능한 수준에서 실질적으로 더 높은 코발트(Co)농도를 나타내는 영역을 의미한다.

- [22] 본 발명에 따른 방열판재는 구리(Cu)층/몰리브덴(Mo)층 또는 합금층/구리(Cu)층/몰리브덴(Mo)층 또는 합금층/구리(Cu)층의 5층 구조를 포함하여 이루어지는데, 이와 같이 적어도 5층 구조를 형성함으로써, 열팽창계수가 작은 몰리브덴(Mo)층 또는 합금층을 통해 방열판재의 면방향의 열팽창계수를 $7 \sim 12 \times 10^{-6}/K$ 수준으로 유지할 수 있다. 또한, 제1층, 제3층 및 제5층과 이들 사이에 배치되는 제2층 및 제4층간의 계면에는 소정 두께의 코발트(Co) 확산층이 형성되어 있어, 각 층간 접합력을 현저하게 향상시킬 수 있다.
- [23] 한편, 본 발명에서는 5층 적층 구조에 대해 설명하고 있으나, 5층 구조에 추가로 다른 층을 적층한 것을 포함하는 것으로 해석되어야 한다.
- [24] 상기 제1층, 제3층 및 제5층은 구리(Cu) 99중량% 이상의 구리(Cu)는 물론, 다양한 합금 원소를 포함하는 구리(Cu) 합금으로 이루어질 수 있고, 구리(Cu) 합금의 경우 방열특성을 고려할 때, 구리(Cu)를 80중량% 이상, 바람직하게는 90중량% 이상, 보다 바람직하게는 95중량% 이상 포함할 수 있다.
- [25] 상기 제2층과 제4층은 구리(Cu) 5 ~ 40중량%와, 나머지 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 타이타늄(Ti) 및 베릴륨(Be) 중에서 선택된 1종 이상과, 불가피한 불순물을 포함하는 합금으로 이루어질 수 있다. 여기서, 불가피한 불순물이란 합금의 제조과정에서 의도하지 않게 포함된 불순물을 의미한다. 이와 같이, 구리(Cu)를 포함하는 합금을 사용할 경우, 구리(Cu)층과의 접합력을 향상시키면서 낮은 열팽창계수를 얻을 수 있을 뿐 아니라, 두께방향으로의 열전도도를 향상시킬 수 있어 보다 바람직하다.
- [26] 특히, 상기 제2층과 제4층이 몰리브덴(Mo) 60 ~ 95중량%, 구리(Cu) 5 ~ 40중량%를 포함하는 몰리브덴(Mo)-구리(Cu) 합금으로 이루어질 경우, 코발트(Co)가 몰리브덴(Mo) 및 구리(Cu)와의 고용도가 상당히 있으므로, 코발트(Co) 확산층을 형성하는데 유리하여 층간 결합력을 높이는데 보다 바람직하다. 구리(Cu) 함량이 5중량% 미만이면 두께방향으로의 열전도도가 감소할 수 있고, 40중량% 초과이면 면방향의 열팽창계수를 낮게 유지하기 어려울 수 있기 때문에 상기 범위로 유지하는 것이 바람직하다.
- [27] 상기 방열판재 전체에 포함되는 코발트(Co)의 함량은 0.5중량% 미만일 경우, 확산층이 충분히 형성되지 않아 결합력을 충분히 향상시키기 어렵고, 코발트(Co)의 함량이 5중량%를 초과할 경우, 방열판재의 열팽창계수나 열전도도를 원하는 수준으로 맞추기 어렵기 때문에, 0.5 ~ 5중량%의 범위를 유지하는 것이 바람직하다.
- [28] 상기 코발트(Co) 확산층의 두께는 일정 이상의 결합력 향상 효과를 얻기 위해서는 $0.1 \mu m$ 이상이어야 하고 $100 \mu m$ 를 초과하도록 형성하기 위해서는 다량의 코발트(Co) 또는 공정 시간이 필요함에 비해 추가적인 접합력 향상 효과는 많지

않으므로 100 μ m 이하가 바람직하다. 보다 바람직한 코발트(Co) 확산층의 두께는 1 ~ 50 μ m이다.

- [29] 상기 코발트(Co) 확산층의 내부에는 코발트(Co)가 단상으로 존재하는 코발트(Co)층이 존재할 수 있는데, 코발트(Co) 단상은 제조과정에서 코발트(Co) 성분이 완전히 확산되지 않은 상태로 잔존하는 층이다.
- [30] 상기 코발트(Co) 확산층은 계면의 양측에 모두 형성되는 것이 결합력 향상에 바람직하다.
- [31] 상기 제1층, 제3층 및 제5층의 두께는 10 ~ 1000 μ m 범위를 유지할 경우, 방열판재의 면방향의 열팽창계수를 $12 \times 10^{-6}/K$ 범위로 유지하고, 두께방향의 열전도도를 300W/mK 이상으로 구현할 수 있기 때문에 상기 범위로 유지하는 것이 바람직하다.
- [32] 상기 제2층과 제4층의 두께는 10 μ m 미만일 경우 면방향의 열팽창계수를 $7 \sim 12 \times 10^{-6}/K$ 범위로 유지하기가 어렵고, 60 μ m 초과일 경우 두께방향의 열전도도를 300W/mK 이상으로 구현하기 어려우므로, 10 ~ 60 μ m 범위로 유지하는 것이 바람직하다.
- [33] 상기 방열판재 전체에 있어서, 몰리브덴(Mo)의 함량은 3중량% 미만일 경우, 면방향의 열팽창계수를 $12 \times 10^{-6}/K$ 범위 아래로 구현하기 어렵고, 몰리브덴(Mo)의 함량이 15중량% 초과일 경우, 두께방향의 열전도도를 300W/mK 이상으로 구현하기 어렵기 때문에, 3 ~ 15중량% 범위로 유지하는 것이 바람직하고, 5 ~ 10중량% 범위로 유지하는 것이 면방향의 열팽창계수 및 열전도도의 측면에서 보다 바람직하다.
- [34] 상기 방열판재에 있어서, 방열판재의 면방향으로의 열팽창계수는 $7 \times 10^{-6}/K \sim 12 \times 10^{-6}/K$ 인 것이 바람직한데, 이 범위를 벗어날 경우, 세라믹 소자와의 접합 또는 사용 시에 열팽창계수의 차이로 인한 불량 발생하기 쉽기 때문이다.
- [35] 상기 방열판재에 있어서, 두께방향으로의 열전도도는 300W/mK 이상이고, 보다 바람직하게는 350W/mK 이상일 수 있다.
- [36] 상기 방열판재에 있어서, 전체 두께가 0.05mm 미만이거나 10mm를 초과할 경우, 본 발명 구조를 갖는 방열판재를 통해 면방향으로의 열팽창계수는 $7 \times 10^{-6}/K \sim 12 \times 10^{-6}/K$ 와 두께방향으로의 열전도도 300W/mK 이상을 구현하기 어렵기 때문에, 전체 두께는 상기 범위로 유지하는 것이 바람직하다.
- [37] 상기 방열판재에 있어서, 상기 제2층 및 제4층의 두께의 합이 전체 방열판재 두께의 5% 미만일 경우, 면방향으로의 열팽창계수는 $7 \times 10^{-6}/K \sim 12 \times 10^{-6}/K$ 를 구현하기 용이하지 않고, 15% 초과일 경우, 두께방향으로의 열전도도를 구현하기 용이하지 않으므로, 5 ~ 15%의 범위를 유지하는 것이 바람직하다.
- [38]
- [39] [실시예]
- [40] 도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 방열판재의 적층 구조를 나타낸 도면이다.

- [41] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 방열판재(1)는, 구리(Cu)로 이루어진 제1층(10)과, 상기 제1층(10)의 상면에 형성되며 몰리브덴(Mo)-구리(Cu) 합금으로 이루어진 제2층(20)과, 상기 제2층(20)의 상면에 형성되며 구리(Cu)로 이루어진 제3층(30)과, 상기 제3층(30)의 상면에 형성되며 몰리브덴(Mo)-구리(Cu) 합금으로 이루어진 제4층(40)과, 상기 제4층(40)의 상면에 형성되며 구리(Cu)로 이루어진 제5층(50)을 포함하여 이루어진다.
- [42] 또한, 상기 제1층(10)과 제3층(30)의 사이에 배치되는 제2층(20)과의 계면에는 제1 코발트 확산층(60)(도면에 사선으로 표시된 영역)이 형성되어 있고, 상기 제3층(30)과 제5층(50)의 사이에 배치되는 제4층(40)과의 계면에는 제2 코발트 확산층(70)(도면에 사선으로 표시된 영역)이 각각 형성되어 있다.
- [43] 이 중에서, 상기 제1층(10)과 제5층(50)은 구리(Cu)를 99중량% 이상 함유하는 구리(Cu)로 이루어지고 그 두께는 각각 약 200 μ m이며, 상기 제3층(30)은 구리(Cu)를 99중량% 이상 함유하는 구리(Cu)로 이루어지고 그 두께는 약 600 μ m이며, 상기 제2층(20) 및 제4층(40)은 각각 몰리브덴(Mo)-구리(Cu) 합금(Mo: 70중량%, Cu: 30중량%)으로 이루어지며 그 두께는 약 50 μ m이다. 상기 제1 코발트 확산층(60)과 제2 코발트 확산층(70)의 두께는 약 1 ~ 100 μ m이며, 확산층의 두께는 공정 온도, 냉각 속도와 같은 공정 조건에 따라 달라진다.
- [44] 이상과 같은 구조를 갖는 방열판재(1)는 다음과 공정을 통해 제조하였다.
- [45] 먼저, 두께 약 200 μ m, 길이 100mm, 폭 100mm의 구리(Cu) 판재를 제1층(10) 및 제5층(50)의 소재로 준비하였고, 두께 약 600 μ m, 길이 100mm, 폭 100mm의 구리(Cu) 판재를 제3층(30)의 소재로 준비하였고, 두께 약 50 μ m, 길이 100mm, 폭 100mm의 몰리브덴(Mo)-구리(Cu) 합금 판재(Mo: 70중량%, Cu: 30중량%)를 제2층(20) 및 제4층(40)의 소재로 준비하였다.
- [46] 다음으로, 상기 제1층(10), 제3층(30), 제5층(50)의 표면에 스퍼터링 방법을 사용하여 코발트(Co)층을 약 500nm의 두께로 증착하여 형성한다.
- [47] 상기 코발트(Co)층이 형성된 부분이 상기 제2층(20) 및 제4층(40)과 접하도록 하여 도 2와 같은 구조를 가지도록 적층한 후, 가압소결 방식으로 접합하였다. 이때 소결 온도는 900°C로 하였고, 소결 후에는 소결로 내에서 냉각시키는 방식으로 냉각하였다.
- [48] 이와 같이 제조된 방열판재의 계면 상태를 EDS를 사용하여 성분 맵핑을 수행하였으며, 그 결과는 도 3과 같았다.
- [49] 도 3에서 확인되는 바와 같이, 구리(Cu)로 이루어진 구리(Cu)층과 몰리브덴(Mo)-구리(Cu) 합금층 간의 계면에는 가압소결 전에 형성한 코발트(Co)층이 단상으로 존재하지 않고 확산된 상태로 있음을 알 수 있다. 이와 같이 형성된 코발트(Co) 확산층은 구리(Cu)층과 몰리브덴(Mo)-구리(Cu) 합금층 간의 결합력을 향상시킬 수 있다.
- [50] 본 발명의 실시예에 따라 방열판재의 층간 접합력을 평가하기 위하여,

만능재료시험기(AG-300kNX)를 사용하여, 계면이 파단될 때까지 일정한 변형속도(1mm/min)로 시험한 결과, 당해 시험기의 최대 하중까지 테스트할 때까지 계면 분리가 일어나지 않았다. 이를 통해, 본 발명의 실시예에 따라 제조된 방열판재의 층간 결합력이 매우 우수함이 확인되었다.

[51] 또한, 본 발명의 실시예에 따라 제조된 방열판재에는 구리(Cu)층과 몰리브덴(Mo)-구리(Cu) 합금층 간의 열팽창계수의 차이로 인해, 구리(Cu)층에 강한 인장응력이 걸리는 팽창 상태가 되고, 이와 같이 인장응력이 걸린 상태에서 방열판재를 접합하는 공정(예를 들어, 브레이징 공정)에서 방열판재의 온도가 상승하면 응력이 해소되면서 이미 어느 정도 팽창된 상태의 구리(Cu)가 추가적으로 팽창하는 비율을 줄여 전체적으로 방열판재의 열팽창계수를 낮아지게 된다. 또한, 본 발명에 따라 제조된 방열판재에서 열전도도에 불리한 몰리브덴(Mo)-구리(Cu) 합금층의 두께는 각각 약 50 μ m로 얇게 되어 있어 두께방향으로의 열전도도를 높일 수 있게 된다.

[52] 한편, 본 발명의 실시예에서는 각각의 판재를 준비한 후 가압소결 방식을 사용하여 접합하였으나, 도금, 증착법과 같은 다양한 방법으로 본 발명에 따른 적층 구조를 구현할 수 있음은 물론이다.

[53] 아래 표 1은 본 발명의 실시예에 따라 제조한 방열판재의 면방향의 열팽창계수와, 두께방향의 열전도도(방열판재에서 임의의 10군데를 선정하여 측정된 결과를 평균한 값)를 측정된 결과와 순구리 판재의 열전도도와 열팽창계수를 측정된 결과를 비교한 것이다.

[54] [표1]

구분	두께방향열전도도(W/m K)	면방향800°C 열팽창계수($\times 10^{-6}$ /K)
실시예	355	10.9
비교예(순구리 판재)	380	17

[55] 상기 표 1에서 확인되는 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 방열판재의 열팽창계수는 면방향에 있어서, 10.9 $\times 10^{-6}$ /K의 열팽창계수를 나타내는데, 이러한 값은 반도체 소자나 광소자와 같은 전자소자를 구성하는 세라믹 물질의 열팽창계수와 유사하여, 이들 소자의 실장 시에 발생하는 휨이나 박리의 문제를 줄일 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예에 따른 방열판재의 두께 방향의 열전도도는 350W/mK를 초과하는 수준인데, 이는 구리로만 이루어진 판재(비교예)에 근접할 정도로 우수하여, 발열량이 많은 고출력 소자의 방열판재용으로도 적용될 수 있는 수준이다.

[56]

[57] [부호의 설명]

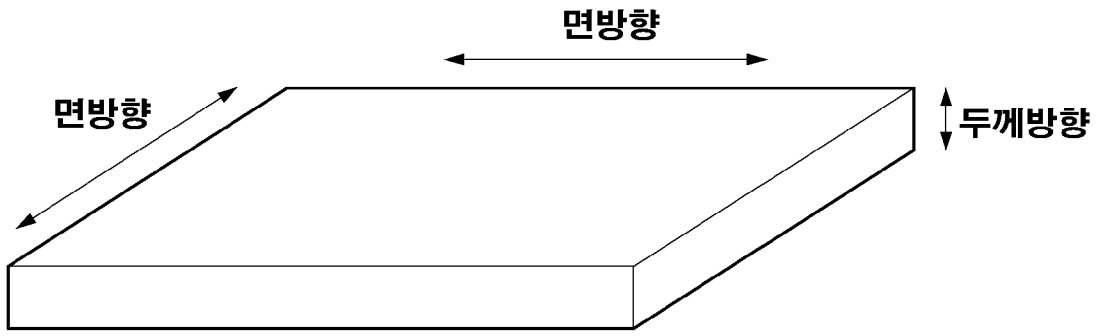
- [58] 1: 방열판재
- [59] 10: 제1층(Cu층)
- [60] 20: 제2층(Mo-Cu층)
- [61] 30: 제3층(Cu층)
- [62] 40: 제4층(Mo-Cu층)
- [63] 50: 제5층(Cu층)
- [64] 60: 제1 코발트 확산층
- [65] 70: 제2 코발트 확산층
- [66]

청구범위

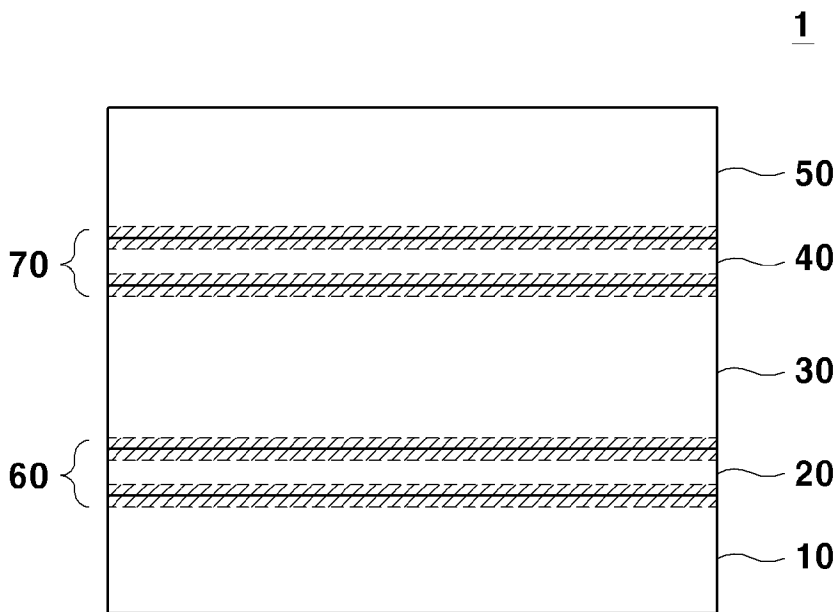
- [청구항 1] 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제1층과,
 상기 제1층 상에 형성되며, 몰리브덴(Mo), 또는 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 타이타늄(Ti) 및 베릴륨(Be) 중에서 선택된 1종 이상의 성분과 구리(Cu)를 포함하는 합금으로 이루어지는 제2층과,
 상기 제2층 상에 형성되며, 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제3층과,
 상기 제3층 상에 형성되며, 몰리브덴(Mo), 또는 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 타이타늄(Ti) 및 베릴륨(Be) 중에서 선택된 1종 이상의 성분과 구리(Cu)를 포함하는 합금으로 이루어지는 제4층과,
 상기 제4층 상에 형성되며, 구리(Cu) 또는 구리(Cu) 합금으로 이루어지는 제5층을 포함하고,
 상기 제1층, 제3층 및 제5층과 이들 사이에 배치되는 제2층 및 제4층간의 계면에는 소정 두께의 코발트(Co) 확산층이 형성되어 있는, 방열판재.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 제1층, 제3층 및 제5층의 구리(Cu) 함량은 99중량% 이상인, 방열판재.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 합금은, 구리(Cu) 5 ~ 40중량%와, 나머지 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 타이타늄(Ti) 및 베릴륨(Be) 중에서 선택된 1종과, 불가피한 불순물을 포함하는, 방열판재.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 방열판재 전체에 포함되는 코발트(Co)의 함량은 1 ~ 5중량%인, 방열판재.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 제2층과 제4층은 구리(Cu) 5 ~ 40중량%와, 나머지 몰리브덴(Mo)과 불가피한 불순물을 포함하는 합금으로 이루어진, 방열판재.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 방열판재 전체에 있어서, 몰리브덴(Mo)의 함량은 3 ~ 15중량%인, 방열판재.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
 상기 코발트(Co) 확산층의 두께는 100nm ~ 100 μ m인, 방열판재.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
 상기 코발트(Co) 확산층은 상기 계면의 양측에 모두 형성된, 방열판재.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
 상기 제2층 및 제4층의 두께는 10 ~ 60 μ m인, 방열판재.
- [청구항 10] 제1항에 있어서,

- 상기 방열판재의 전체 두께는 0.05 ~ 10mm인, 방열판재.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 제2층 및 제4층의 두께의 합은 전체 방열판재 두께의 5 ~ 15%를 차지하는, 방열판재.
- [청구항 12] 제1항에 있어서,
상기 방열판재의 면방향으로의 열팽창계수가 $7 \sim 12 \times 10^{-6}/K$ 인, 방열판재.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 방열판재의 두께방향으로의 열전도도는 300W/mK 이상인,
방열판재.
- [청구항 14] 제12항에 있어서,
상기 방열판재의 두께방향으로의 열전도도는 350W/mK 이상인,
방열판재.

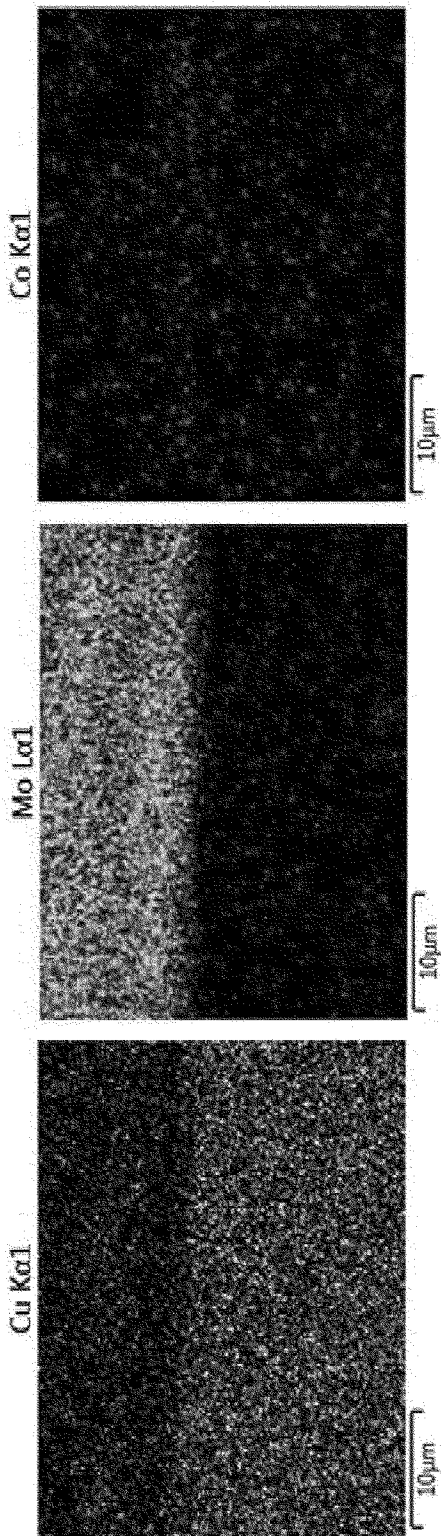
[도1]



[도2]



[도3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/003857

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 23/373(2006.01)i, H01L 23/367(2006.01)i, H01L 33/64(2010.01)i, C22C 9/00(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)

H01L 23/373; B23K 20/00; B32B 15/01; C22C 27/04; C25D 7/00; H01L 21/60; H01L 23/34; H01L 23/367; H01L 23/48; H01L 33/64; C22C 9/00

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) & Keywords: heat sink material, clad material, Cu-Mo alloy, coefficient of thermal expansion, thermal conductivity

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2018-0097021 A (THE GOODSYSTEM CORP.) 30 August 2018 See paragraphs [0027]-[0041]; claims 1, 3-4; and figures 1-2.	1-14
Y	JP 2011-011366 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD. et al.) 20 January 2011 See paragraph [0077]; claims 1, 4, 7; and figure 5.	1-14
Y	KR 10-2015-0133312 A (METALLIFE, INC.) 30 November 2015 See paragraph [0045]; and figure 2.	10-11
A	JP 2019-029631 A (JFE SEIMITSU K.K.) 21 February 2019 See claims 1-27; and figures 1-8.	1-14
A	JP 2013-077666 A (HITACHI LTD.) 25 April 2013 See paragraphs [0013]-[0084]; and figures 1-9.	1-14

 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

09 DECEMBER 2019 (09.12.2019)

Date of mailing of the international search report

09 DECEMBER 2019 (09.12.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, 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/KR2019/003857

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2018-0097021 A	30/08/2018	KR 10-1949694 B1	19/02/2019
JP 2011-011366 A	20/01/2011	CN 102470639 A	23/05/2012
		EP 2450182 A1	09/05/2012
		EP 2450182 A4	20/07/2016
		KR 10-2012-0112353 A	11/10/2012
		TW 201111164 A	01/04/2011
		TW 1462825 B	01/12/2014
		US 2012-0100392 A1	26/04/2012
		US 9199433 B2	01/12/2015
		WO 2011-001795 A1	06/01/2011
		KR 10-2015-0133312 A	30/11/2015
JP 2019-029631 A	21/02/2019	CN 109690760 A	26/04/2019
		EP 3509100 A1	10/07/2019
		JP 6233677 B1	02/11/2017
		KR 10-2019-0042676 A	24/04/2019
		TW 201826467 A	16/07/2018
		TW 1633637 B	21/08/2018
		WO 2018-043179 A1	08/03/2018
JP 2013-077666 A	25/04/2013	EP 2763164 A1	06/08/2014
		EP 2763164 A4	15/07/2015
		JP 5719740 B2	20/05/2015
		US 2014-0191399 A1	10/07/2014
		US 8975747 B2	10/03/2015
		WO 2013-046966 A1	04/04/2013

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H01L 23/373(2006.01)i, H01L 23/367(2006.01)i, H01L 33/64(2010.01)i, C22C 9/00(2006.01)i

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H01L 23/373; B23K 20/00; B32B 15/01; C22C 27/04; C25D 7/00; H01L 21/60; H01L 23/34; H01L 23/367; H01L 23/48; H01L 33/64; C22C 9/00

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) & 키워드: 방열판재(heat sink material), 클래드 소재(clad material), Cu-Mo 합금(Cu-Mo alloy), 열팽창계수(coefficient of thermal expansion), 열전도율(thermal conductivity)

C. 관련 문헌

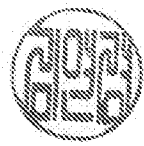
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2018-0097021 A (주식회사 더갯시스템) 2018.08.30 단락 [0027]-[0041]; 청구항 1, 3-4; 및 도면 1-2 참조.	1-14
Y	JP 2011-011366 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD. 등) 2011.01.20 단락 [0077]; 청구항 1, 4, 7; 및 도면 5 참조.	1-14
Y	KR 10-2015-0133312 A ((주)메탈라이프) 2015.11.30 단락 [0045]; 및 도면 2 참조.	10-11
A	JP 2019-029631 A (JFE SEIMITSU K.K.) 2019.02.21 청구항 1-27; 및 도면 1-8 참조.	1-14
A	JP 2013-077666 A (HITACHI LTD.) 2013.04.25 단락 [0013]-[0084]; 및 도면 1-9 참조.	1-14

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
 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “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
 “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 2019년 12월 09일 (09.12.2019)	국제조사보고서 발송일 2019년 12월 09일 (09.12.2019)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 김연경 전화번호 +82-42-481-3325
---	------------------------------------



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2018-0097021 A	2018/08/30	KR 10-1949694 B1	2019/02/19
JP 2011-011366 A	2011/01/20	CN 102470639 A	2012/05/23
		EP 2450182 A1	2012/05/09
		EP 2450182 A4	2016/07/20
		KR 10-2012-0112353 A	2012/10/11
		TW 201111164 A	2011/04/01
		TW I462825 B	2014/12/01
		US 2012-0100392 A1	2012/04/26
		US 9199433 B2	2015/12/01
		WO 2011-001795 A1	2011/01/06
KR 10-2015-0133312 A	2015/11/30	KR 10-1612346 B1	2016/04/15
JP 2019-029631 A	2019/02/21	CN 109690760 A	2019/04/26
		EP 3509100 A1	2019/07/10
		JP 6233677 B1	2017/11/02
		KR 10-2019-0042676 A	2019/04/24
		TW 201826467 A	2018/07/16
		TW I633637 B	2018/08/21
		WO 2018-043179 A1	2018/03/08
JP 2013-077666 A	2013/04/25	EP 2763164 A1	2014/08/06
		EP 2763164 A4	2015/07/15
		JP 5719740 B2	2015/05/20
		US 2014-0191399 A1	2014/07/10
		US 8975747 B2	2015/03/10
		WO 2013-046966 A1	2013/04/04