



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0134026  
(43) 공개일자 2016년11월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F21V 29/70 (2014.01) F21K 99/00 (2016.01)  
F21V 19/00 (2006.01) H05B 33/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
F21V 29/70 (2015.01)  
F21K 9/20 (2016.08)

(21) 출원번호 10-2015-0067395  
(22) 출원일자 2015년05월14일  
심사청구일자 2015년05월14일

(71) 출원인  
최훈  
경상남도 창원시 마산합포구 월영동10길 14 (해운동)

금융전기 주식회사  
경상남도 창원시 의창구 동읍 동읍로 471-3

(72) 발명자  
최훈  
경상남도 창원시 마산합포구 월영동10길 14 (해운동)

장희철  
경남 창원시 성산구 대암로 64, 5동 1001호 (남양동, 상남동성아파트)

박선미  
경남 창원시 성산구 대암로 64, 5동 1001호 (남양동, 상남동성아파트)

(74) 대리인  
최원석

전체 청구항 수 : 총 3 항

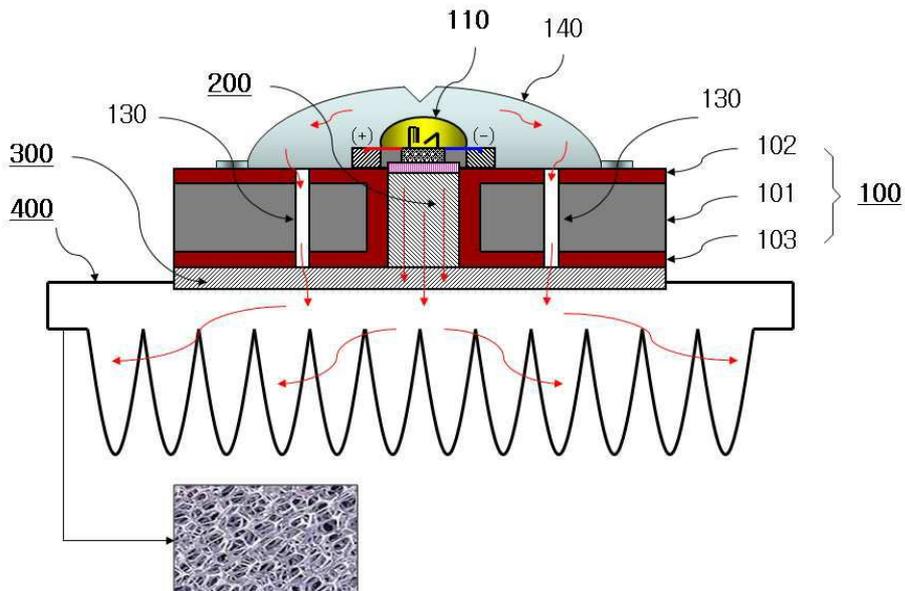
(54) 발명의 명칭 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치

(57) 요약

본 발명은 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 관한 것으로, 상기 방열장치는 하나 이상의 LED 칩이 병렬회로로 구성되어 SMT로 실장 시키며, 상기 LED 칩의 방열구에서 발열되는 고열을 대형 방열기구로 전도시키기 위한 제1 히트싱크를 실장 시키기 위한 스루 홀을 갖는 이중층 인쇄회로기판과; 상기 이중층 인쇄회로기판의 스

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



루 홀에 나노 다이아몬드 파우더와 메탈(Metal)을 메탄올로 혼합시킨 입자가 작은 열전도체를 갖는 제1 히트싱크와; 상기 제1 히트싱크의 상부는 상기 LED 칩 방열구와 접촉되고, 상기 제1 히트싱크의 하부는 제2 히트싱크와 접촉되어 상기 제1 히트싱크부터 전도된 고열을 상기 제2 히트싱크로 전도·확산시키는 그래핀 기판과; 상기 그래핀 기판으로부터 전도·확산된 열을 자연대류 방식에 의해 냉각시키는 라디에이터 구조를 갖는 알루미늄 재질의 대형 방열기구인 제2 히트싱크를 구성함으로써, 고효율 LED 칩에서 발열된 고열을 신속하게 대형 방열기구로 전도·확산시켜 방열효과를 극대화하고 수명을 연장할 수 있는 효과가 있다.효율을 높일 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

**F21K 9/90** (2013.01)

**F21V 19/003** (2013.01)

**F21V 29/85** (2015.01)

**H05B 33/0806** (2013.01)

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

LED 조명기구의 방열장치에 있어서,

상기 방열장치는 하나 이상의 LED 칩(110)이 병렬회로로 구성되어 SMT(Surface Mount Technology)로 실장 시키며, 상기 LED 칩의 방열구에서 발열되는 고열을 대형 방열기구로 전도시키기 위한 제1 히트싱크를 실장 시키기 위한 스루 홀(Through-hole, 120)을 갖는 이중층 인쇄회로기판(FR-4 PCB, 100)과;

상기 이중층 인쇄회로기판의 스루 홀에 나노 다이아몬드 파우더(Nano Diamond Powder)와 메탈(Metal)을 메탄올(Methanol)로 혼합시킨 입자가 작은 열전도체(Thermal Conductor)를 갖는 제1 히트싱크(First Heat Sink, 200)와;

상기 제1 히트싱크의 상부는 상기 LED 칩 방열구와 접촉되고, 상기 제1 히트싱크의 하부는 제2 히트싱크와 접촉되어 상기 제1 히트싱크부터 전도된 고열을 상기 제2 히트싱크로 전도·확산시키는 그래핀 기판(Graphene Substrate, 300)과;

상기 그래핀 기판으로부터 전도·확산된 열을 자연대류 방식에 의해 냉각시키는 라디에이터(Radiator) 구조를 갖는 알루미늄 재질의 대형 방열기구인 제2 히트싱크(Second Heat Sink, 400)를 포함하는 것을 특징으로 하는 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 제1 히트싱크(200)는, 나노 다이아몬드 파우더(Nano Diamond Powder) 4%중량과 메탈(Metal) 1%중량을 메탄올(Methanol)로 혼합시킨 후, 100[°C]에서 5시간 동안 열처리시킨 열전도체인 것을 특징으로 하는 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 열저항 측정부위는, 상기 열전도체를 갖는 제1 히트싱크(200)와 그래핀 기판(300)이 접촉되는 접합부(Junction Unit)이며, 열저항 값은 주변온도 25[°C]에서 7.60[K/W]인 것을 특징으로 하는 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 LED 조명기구의 방열장치에 관한 것으로서, 특히 FR-4 PCB의 스루 홀(Through Hole)에 열전도성이 높은 혼합 조성물을 갖는 열전도체를 적층 소결시킨 히트싱크(Heat Sink)를 통해 LED 칩 방열구에서 발열된 고열을 자연대류 방식으로 냉각시키는 대형 방열기구로 전도·확산시키도록 한 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 조명기술 분야의 패러다임(Paradigm)은, 친환경과 저소비 및 전기적 효율이 뛰어난 LED(Light-Emitting

Diode) 조명이 각광을 받고 있다.

- [0003] 현재 고휘도 조명용 LED 칩은 대부분의 1~3[W]급으로 전압( $V_F$ ) 3.3V 전류( $I_F$ ) 700[mA]을 생산하고 있어, 작은 LED 소자에 큰 전류를 흘려 발광하는 과정에서 발생하는 LED 칩의 후면 고열에 대한 방열처리 문제가 최대의 이슈로 떠오르고 있다.
- [0004] LED 칩에서 발생하는 열은, 소자에 흐르는 전류와 자체 순전압의 곱으로 결정되며, 25[°C]일 때 100[%]의 광출력은 80[°C]일 때 60[%]로 효율이 급격히 감소하는 경향이 있다. LED 패키지에 인가되는 전력은 다른 반도체 소자와 달리 광으로 소비되는 것은 10~30[%] 수준 밖에 되지 않기 때문에 열관리를 위한 히트싱크의 설계·제작 기술이 절대적으로 요구되고 있다.
- [0005] LED 패키지의 기본 구조는, 크게 LED 칩, 패키지(Package), PCB(Printed Circuit Board), 계면물질(TIM, Thermal Interface Material), 히트싱크로 구성된다. 칩이 내부에 포함된 LED 패키지는 LED 시스템을 구성하기 위한 기본 단위 소자로 사용되어 PCB상에 SMT(Surface Mount Technology)로 실장된다. LED 칩이 실장된 PCB는 열전달 테이프(Thermal Transfer Tape)나 열전달 그리스(Thermal Transfer Grease), 방열시트(Heat-resistant Sheet)와 같은 열전달 물질(혹은 열전달 접착제)을 통해 라디에이터(Radiator) 구조인 대형 알루미늄 히트싱크에 부착된다(도 1 참조).
- [0006] 이 방열방식은, LED 칩에서 고열이 발생할 경우 PCB와 대형 알루미늄 히트싱크를 부착시키는 열전달 접착제가 점차 경화되어 PCB의 동 박막(Copper Thin Film)을 분리시킨다. 분리된 동 박막은 접합부분(Junction unit)의 열저항(Thermal Resistance)을 크게 증가시키므로, 결국 LED 패키지 전체의 방열을 방해하여 LED의 수명을 단축시키는 원인이 되고 있다.
- [0007] LED 패키지의 열 배출에 가장 주목 받는 기술은, 칩 온 보드(COB, Chip On Board) 패키지 기술로서 칩 온 보드는 방열 소재 기판 위에 칩을 바로 실장하는 것이다. 열전도율이 높은 알루미늄이나 플라스틱 기판 위에 바로 칩을 올리면 중간 절연층이 없어서 온도를 떨어뜨릴 수 있게 된다. LED 칩과 리드프레임(Lead Frame)을 보호하기 위해 씌우는 봉지재 역시 실리콘 배합 비를 조절해 방열 기능을 높이는 데 주력하고 있다. 조명 완제품의 히트싱크는 가공성 때문에 지금까지 알루미늄 함량이 약 80[%]인 알루미늄 합금을 쓰는 것이 일반적이지만 함량을 대폭 높인 소재 개발과 더불어 알루미늄보다 방열 성능이 좋은 마그네슘(Magnesium)을 사용하고 있다. 방열판 구조도 최대한 열배출이 쉬운 모양으로 고안되고 있는데 방열판에 통기공(Via-hole)을 뚫어 알루미늄과 공기 접촉면을 넓히고 방열판을 부채살 모양으로 돌려 붙여 크기는 줄이면서 방열 효과를 높이는 방법 등이 쓰인다. 전자기기 내부 부품의 주요한 기판으로 쓰이는 인쇄회로기판이나 연성동박적층판(FCCL, Flexible Copper Clad Laminated)도 방열 기능을 개선하는 것이 경쟁력이다. 열전도율(Thermal conductivity)이 2[W/m·K]인 연성동박적층판이 주로 쓰이고 있지만 최근에는 온도를 5[°C] 이상 낮출 수 있는 5[W/m·K], 10[W/m·K]급 연성동박적층판도 개발됐다. 이외에도 방열 기능이 높은 계면물질의 소재를 찾기 위한 움직임이 분주하다. 꿈의 신소재로 불리며 전자의 이동도가 뛰어나고 열전도율이 매우 높은 단일층의 탄소 원자막으로 흑연에서 떼어낼 수 있는 그래핀(Graphene)이 차세대 방열 소재로도 각광 받고 있다. 그리고 단일벽탄소나노튜브(SWCNT, Single Wall Carbon Nano Tube)와 다중벽탄소나노튜브(MWCNT, Multi-Wall Carbon Nano Tube)는 그래핀과 더불어 전하이동도와 열전도율이 좋은 소재로 거론되고 있어, 반도체 트랜지스터에 응용하면 응답 속도를 10배 이상 높이고 열 발생도 줄일 수 있다.
- [0008] 한편, 2012년 6월경 일본 후지경제는 전자·전기 부품과 반도체 등의 고출력화와 경박 단소화 등에 따라 요구되는 방열 부재·소재 세계 시장을 조사한 바 있다. 2011년 당시 방열 부재 시장은 전년대비 7.5[%] 증가한 3,051억 엔이었으며, 특히 방열 기판의 성장이 시장 확대를 견인하고 오는 2017년에는 2011년 대비 38.3[%] 증가한 4,219억 엔이 예측된다고 발표하였다. 알루미늄 베이스 회로 기판, 알루미늄 베이스 회로 기판, 질화 알루미늄 베이스 회로 기판, 질화규소 베이스 회로 기판 등과 같은 방열 기판은 반도체 생산 증가의 영향을 받아 시장이 확대되고 있다고 발표하였다. 이 중에서도 알루미늄 베이스 회로 기판과 질화알루미늄 베이스 회로 기판은 단가가 비싸고 수요가 급속히 증가 추세에 있으므로, 시장 확대 효과가 클 것으로 예측된다고 하였다. 그리고 방열장치분야의 향후 시장 동향은 그래핀(Graphene)을 이용한 방열시트(방열부재), 질화알루미늄 베이스 회로기판(방열부재), 방열 엔지니어링 플라스틱(방열소재), 열저항 조절을 위한 유기복합 소재화 기술, 방열코팅제 등이 있다고 발표하였다.
- [0009] 따라서 본 발명의 실시 예에서는 기존의 열전달 테이프나 열전달 그리스, 방열시트와 달리 새로운 혼합 조성물에 의한 열전도체를 갖는 히트싱크를 제안한다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0010] 따라서 본 발명의 목적은 종래 기술의 문제점을 개선하기 위한 것으로, 보다 상세하게는, FR-4 PCB의 스루 홀에 나노 다이아몬드 파우더(Nano Diamond Powder)와 메탈(Metal)을 메탄올(Methanol)로 혼합시킨 열전도체(Thermal Conductor)를 갖는 제1 히트싱크(First Heat Sink)와 RF 플라즈마 전계 프로세서에 의해 그래핀 나노-월이 성장된 그래핀 기판(Graphene Substrate) 및 라디에이터(Radiator) 구조를 갖는 알루미늄 재질의 대형 방열기구인 제2 히트싱크(Second Heat Sink)를 구성함으로써, LED 칩에서 발열된 고열을 신속하게 대형 방열기구로 전도·확산시켜 방열효과를 극대화하고 수명을 연장하도록 한 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치를 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0011] 진술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 의하면, LED 조명기구의 방열장치에 있어서, 상기 방열장치는 하나 이상의 LED 칩(110)이 병렬회로로 구성되어 SMT(Surface Mount Technology)로 실장 시키며, 상기 LED 칩의 방열구에서 발열되는 고열을 대형 방열기구로 전도시키기 위한 제1 히트싱크를 실장 시키기 위한 스루 홀(Through-hole, 120)을 갖는 이중층 인쇄회로기판(FR-4 PCB, 100)과; 상기 이중층 인쇄회로기판의 스루 홀에 나노 다이아몬드 파우더(Nano Diamond Powder)와 메탈(Metal)을 메탄올(Methanol)로 혼합시킨 입자가 작은 열전도체(Thermal Conductor)를 갖는 제1 히트싱크(First Heat Sink, 200)와; 상기 제1 히트싱크의 상부는 상기 LED 칩 방열구와 접촉되고, 상기 제1 히트싱크의 하부는 제2 히트싱크와 접촉되어 상기 제1 히트싱크부터 전도된 고열을 상기 제2 히트싱크로 전도·확산시키는 그래핀 기판(Graphene Substrate, 300)과; 상기 그래핀 기판으로부터 전도·확산된 열을 자연대류 방식에 의해 냉각시키는 라디에이터(Radiator) 구조를 갖는 알루미늄 재질의 대형 방열기구인 제2 히트싱크(Second Heat Sink, 400)를 포함하는 것을 특징으로 하는 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치를 제공한다.

[0012] 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 상기 제1 히트싱크(200)는, 나노 다이아몬드 파우더(Nano Diamond Powder) 4%중량과 메탈(Metal) 1%중량을 메탄올(Methanol)로 혼합시킨 후, 100[°C]에서 5시간 동안 열처리시킨 열전도체인 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 열저항 측정부위는, 상기 열전도체를 갖는 제1 히트싱크(200)와 그래핀 기판(300)이 접촉되는 접합부(Junction Unit)이며, 열저항 값은 주변온도 25[°C]에서 7.60[K/W]인 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0014] 본 발명의 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치는 다음과 같은 효과가 있다.
- [0015] (1) 열전도성이 높은 혼합 조성물을 소결시킨 히트싱크를 통해 LED 칩 방열구에서 발열된 고열을 신속하게 대형 방열기구로 전도·확산시켜 자연대류에 의한 방열효과를 극대화할 수 있다.
- [0016] (2) FR-4 PCB 스루 홀의 에폭시 층에 동 박막을 형성함으로써, 열전도성이 매우 높은 다이아몬드 파우더, 메탈, 고분자 등의 혼합 조성물과의 밀착성과 기밀성 유지로 접촉부분의 열저항값을 최소화시켜 열전도성을 높일 수 있다.
- [0017] (3) FR-4 PCB상에 다수개의 비아 홀을 천공함으로써, 가로등이나 보안등과 같은 대형 LED조명기구 설계 및 설치 시 빛의 직진성과 확산성을 높이기 위해 LED 칩에 2차 광학렌즈를 사용할 경우, 2차 광학렌즈 내부 공간의 열을 용이하게 방열시킬 수 있다.
- [0018] (4) 그래핀 나노-월이 성장된 기판을 채택함으로써, 실제 히트싱크 중간에 공기층이 없도록 게재시킬 경우, 고효율 LED 칩으로부터 발생하는 고열을 상대적 냉각부하를 갖는 LED 패키지의 가장자리 혹은 외부 방열판으로 신속히 방열시킬 수 있기 때문에 LED 패키지의 발광 효율 극대화하고 수명을 연장할 수 있다.

[0019] (5) 대형 방열기구를 알루미늄 혹은 메탈 폼을 채택함으로써, 가로등과 같은 대형 LED조명등의 방열기구에 적용할 경우, 방열효과를 높이고 LED조명등 기구의 중량을 획기적으로 줄여 고중량을 지지하는 지지용 파이프와 같은 가로등 설치비용을 크게 저감할 수 있는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0020] 도 1은 종래 기술에 대한 LED 방열기술을 나타낸 도면  
 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 FR-4 PCB의 구조를 나타낸 도면  
 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 LED 패키지의 히트싱크 제조 공정을 나타낸 도면  
 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 LED 패키지의 구성 전체를 나타낸 도면  
 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 (a)다수개의 LED 칩이 실장된 FR-4 PCB 전도판의 열 흐름 경로와 (b)열화상 카메라로 촬영한 열온도 분포를 나타낸 도면  
 도 6은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 그래핀 기판에 성장된 그래핀 나노-월(Graphene Nano-Wall)의 (a)성장 전, (b)성장 후의 모습을 나타낸 도면  
 도 7은 상기 도 6에 대한 그래핀 나노-월의 표면 형상을 라만 스펙트럼으로 분석한 결과를 나타낸 그래프  
 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 주위 온도 26~27[℃]에서 그래핀 기판을 사용한 열전도도를 실험한 결과를 나타낸 그래프  
 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 측정기의 감도(K-팩터)를 나타낸 그래프  
 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 LED 패키지의 집합부 온도 측정결과를 나타낸 그래프  
 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 주변 온·습도에 따른 LED 패키지 열저항을 나타낸 그래프

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0021] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 하며 비록 종래기술과 동일한 부호가 표시되더라도 종래기술은 그 자체로 해석하여야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0022] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 기술적 구성은 크게, 이중층 인쇄회로기판(FR-4 PCB,100), 제1 히트싱크(Heat Sink,200), 그래핀 기판(Graphene Substrate,300) 및 제2 히트싱크(400)로 이루어진다.

[0023] 먼저, 도 2는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 FR-4 PCB의 구조를 나타낸다.

[0024] 상기 이중층 인쇄회로기판(FR-4 PCB,100)은 LED 칩과 LED 칩을 구동하기 위한 전기회로망(미도시)이 실장되는 인쇄회로기판으로서, 하나 이상의 LED 칩(110)이 병렬회로로 구성되어 SMT(Surface Mount Technology)로 실장 가능하며, 상기 LED 칩의 방열구에서 발열되는 고열을 대형 방열기구로 전도시키기 위한 열전도체(Thermal Conductor)를 갖는 제1 히트싱크(200)를 적층시키기 위한 스루 홀(Through-hole,120)이 천공된 이중층 인쇄회로기판이다.

- [0025] 여기서, 상기 FR-4 PCB(100)와 같은 이중층 PCB(Printed Circuit Board)는, 전체 접합에서 주위까지의 열저항 값의 영향력을 10[%] 미만으로 줄일 수 있다. PCB의 중간에는 3.3[oz] 두께의 에폭시 층(Epoxy Layer, 101)과 2[oz] 두께의 구리 패넬인 상부 동 박막(Upper copper thin film, 102)과 하부 동 박막(Lower copper thin film, 103)이 상기 에폭시 층에 삽입되어 있다. LED조명용으로 사용되는 FR-4 PCB(100)의 경우는 상부 동 박막(102)에 주로 LED 칩(110)이 실장되고 전기회로망이 인쇄되며, 하부 동 박막(103)에는 라디에이터 구조를 갖는 대형 방열기구인 제2 히트싱크(400)와 접촉되어 LED 칩(110) 방열구에서 발열된 고열을 자연대류 방식으로 냉각하게 된다. 현재, 인쇄회로기판(PCB)은 JEDEC(The Joint Electron Device Engineering Council) 표준에서 각 어플리케이션별로 표준을 지정하고 있으며, PCB 상에 놓여진 LED 패키지의 열저항을 감소시키려면 첫째 PCB의 면적을 키우든지, 둘째 PCB 상에 구리의 면적을 키우든지, 셋째 구리를 PCB안에 적층시키든지, 혹은 2차 광학렌즈를 사용하는 PCB 상에서는 비아 홀을 뚫어 열방출 경로를 확보한다든지 하는 다양한 방법을 사용할 수 있다. 가장 기본적인 PCB 규격은 저효율 열전도성 테스트 보드(단일층)와 고효율 열전도성 테스트 보드(전력 패넬과 접지 패넬을 갖는 이중층인 FR-4 PCB)이다.
- [0026] 따라서 본 발명의 실시 예에서는 PCB 상에 놓여진 LED 패키지의 열저항을 감소시키기 위하여 고효율 열전도성 테스트 보드(FR-4 PCB)를 사용하고, FR-4 PCB상에 스루 홀(120)을 천공하되, 천공된 상기 FR-4 PCB(100)의 에폭시 층(101)에는 0.07mm 두께의 동 박막을 삽입시켜 열전도체를 갖는 제1 히트싱크(200)를 적층시켰다는데 그 특징이 있다.
- [0027] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 이중층 인쇄회로기판(FR-4 PCB, 100)은, 상기 LED 칩(110)에 2차 광학렌즈(140)가 장착될 경우 상기 2차 광학렌즈 내부의 열을 외부로 방열시키기 위한 통기공인 다수개의 비아 홀(Via-hole, 130)이 천공되는 것을 포함한다.
- [0028] 여기서, 상기 비아 홀(130)은 가로등이나 보안등과 같은 대형 LED조명기구설계 시 빛의 직진성과 확산성을 높이기 위해 LED 칩에 2차 광학렌즈(140)를 사용할 경우, 2차 광학렌즈 내부 공간의 열을 방열시키기 위한 것이다.
- [0029] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 스루 홀(Through-hole, 120)은, 상기 스루 홀에 적층시킨 열전도체를 갖는 혼합 물질을 열처리할 경우, 기밀성 유지와 열저항을 줄이기 위해 상기 스루 홀(120)의 에폭시 층(101)에 0.07mm 두께의 동 박막(Copper Thin Film, 104)을 삽입시키는 것을 포함한다.
- [0030] 여기서, 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 스루 홀(Through hole, 120)은, LED 칩(110)에서 발열되는 고열을 대형 방열기구로 전도시키기 위한 열전도체(Thermal Conductor)가 적층되는 일종의 관통구로서, 상기 FR-4 PCB(100)에 1.14mm로 천공된다. 그리고 천공된 FR-4 PCB(100)의 에폭시 층(101)에는 0.07mm 두께의 동 박막(104)을 삽입 혹은 형성함으로써, 적층되는 열전도체의 혼합 조성물이 동 박막과의 밀착성과 기밀성을 유지하도록 한다.
- [0031] 다시 말해서, 상기 스루 홀(120)에 열전도성이 매우 높은 다이아몬드 파우더, 메탈, 고분자 등의 혼합 조성물을 적층하여 100[°C]에서 5시간 동안 소결시킬 경우, 상기 에폭시 층(101)에 적층된 동 박막과 혼합 조성물이 밀착성과 기밀성을 갖고 용이하게 적층될 수 있도록 함으로써, 소결 후, 제1 히트싱크(200)로서의 접촉 저항을 최소화시켜 열전도성을 높이기 위함이다.
- [0032] 여기서, 도 3은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 LED 패키지의 히트싱크 제조 공정을 나타낸다.
- [0033] 먼저, FR-4 PCB(100) 상에 지름 1.14[mm]의 스루 홀(Through-hole, 120) 1개를 천공한 후, 상기 스루 홀을 중심으로 타원형으로 다수개의 비아 홀(Via-Hole, 130)을 천공한다.
- [0034] 여기서, 상기 스루 홀(120)은 열전도체를 갖는 혼합 조성물을 적층하기 위한 홀이며, 상기 비아 홀(130)은 LED 칩(110)에 2차 광학렌즈가 장착될 경우 2차 광학렌즈 내부의 고열을 방출하기 위한 것이다.
- [0035] 다음은, 상기 스루 홀(120)이 천공된 FR-4 PCB(100)의 에폭시 층(101)에 0.07mm 두께로 동 박막을 삽입시킨다.
- [0036] 또한, 상기 에폭시 층에 동 박막이 삽입된 스루 홀에 열전도성이 매우 높은 나노 다이아몬드 파우더(Nano-diamond powder), 메탈(Metal)을 메탄올(Methanol)로 혼합시킨 조성물을 적층하여 100[°C]에서 5시간 동안 소결(열처리)시켜 하나의 열전도체를 갖는 제1 히트싱크(Heat Sink, 200)를 형성시킨다.
- [0037] 여기서, 상기 제1 히트싱크는, 상기 에폭시 층에 동 박막이 삽입된 스루 홀에 열전도성을 갖는 나노 다이아몬드 파우더(Nano-diamond powder)와 메탈(Metal)을 은 페이스트(Ag Paste)로 혼합시킨 조성물을 적층하여 100[°C]

에서 5시간 동안 소결(열처리)시켜 하나의 열전도체를 갖도록 형성시킬 수도 있다.

- [0038] 또한, 상기 제1 히트싱크는, 상기 에폭시 층에 동 박막이 삽입된 스루 홀에 열전도성을 갖는 나노 다이아몬드 파우더(Nano-diamond powder)와 메탈(Metal)을 전도성 고분자(Conductive Polymers)로 혼합시킨 조성물을 적층하여 100[°C]에서 5시간 동안 소결(열처리)시켜 하나의 열전도체를 갖도록 형성시킬 수도 있다.
- [0039] 또한, 상기 제1 히트싱크(200)의 상부에 크림 솔더링(Cream Soldering)한 후, 고효율 LED 칩(110)을 SMT(Surface Mount Technology)로 실장시킨다.
- [0040] 그리고 상기 FR-4 PCB의 하부 동 박막(103)과 수평면에 놓인 상기 제1 히트싱크의 하부 면과 대형 방열기구인 제2 히트싱크(400)의 상부 면 사이에 위치하되, RF 플라즈마 전계 프로세서에 의해 구리 기관의 시료 양면에 그래핀 나노-월이 성장된 그래핀 기관(300)을 체결수단으로 밀착하여 고정시킨다.
- [0041] 여기서 상기 RF 플라즈마 전계 프로세서에 의한 그래핀 나노-월 성장에 대해서는 후술되며, 기관의 시료 양면에 그래핀 나노-월을 성장시킴으로써, LED 칩과 크림 솔더링된 제1 히트싱크에서 전도된 고열을 대형 방열기구인 제2 히트싱크(400)의 가장자리까지 전도·확산시킴으로써, LED 패키지의 방열특성을 크게 개선시킬 수 있게 된다.
- [0042] 또한, 본 발명의 히트싱크 제조 공정에 따른 상기 기관의 시료는 열전도성을 갖는 알루미늄, 전도성 고분자, 구리 중에서 어느 하나가 선택되는 것을 포함한다.
- [0043] 도 4는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 LED 패키지의 구성 전체를 나타낸다.
- [0044] 도 4를 참조하여, 상기 제1 히트싱크(First Heat Sink, 200)는, LED 칩의 방열구에서 방열되는 고열을 대형 방열기구로 전도시키기 위한 열전도체(Thermal Conductor)로서, 상기 FR-4 PCB(100)의 스루 홀(120)에 나노 다이아몬드 파우더(Nano Diamond Powder)와 메탈(Metal)을 메탄올(Methanol)로 혼합시켜 열처리한 입자가 작은 열전도체를 갖는다.
- [0045] 여기서, 상기 나노 다이아몬드 파우더는, 본 발명의 실시 예에 따른 열전도체를 갖는 제1 히트싱크(Heat Sink, 200)의 혼합 조성물로서, 99%의 나노 다이아몬드 순도를 갖기 때문에 고분산성은 물론 다른 혼합 조성물과의 반응성 및 결합력이 뛰어나다. 또한 나노 다이아몬드 용액 기준으로 평균 입자 크기가 20nm로 최소 5nm까지 구현 가능하므로, 나노 다이아몬드 파우더·용액은 물론이고 유도체(유사화합물)도 만들 수 있어 바이오 및 제약 등 다양한 산업과 접목시키는데 용이한 특성을 갖는다. 특히 나노 다이아몬드는 열전도성이 매우 높고 경도(표면의 굳기)가 10으로 지구상에 있는 광물 중 가장 단단하다. 탄소나노튜브(CNT)와 그래핀(Graphene)보다는 전기전도성은 떨어지지만, 외부에서 에너지를 가할 때 자체적으로 빛을 내고 인체에 무해한 특성을 갖기 때문에 LED조명등을 비롯한 고성능 엔진 등의 차세대 방열소재로 주목받는다.
- [0046] 따라서 본 발명의 실시 예에서는 LED 칩(110)의 방열구에서 방열되는 고열을 LED 패키지 외부의 대형 방열기구인 제2 히트싱크(400)로 전도시키기 위해 나노 다이아몬드 파우더와 다른 열전도체 물질인 메탈(Metal)과 혼합된 조성물으로써, 조성물 혼합 시 혼합물질 간의 다공이나 기포와 같은 단열성을 없애고 열전도성을 보다 향상시키는 촉매제 역할을 하여 LED 패키지의 열저항을 낮추어 방열특성을 높일 수가 있다.
- [0047] 또한, 상기 메탈(Metal)은, 본 발명의 실시 예에 따른 열전도체를 갖는 제1 히트싱크(Heat Sink)의 혼합 조성물로서, 전기전도도와 열전도도가 높고 전성(展性)과 연성(延性)이 크며 높은 반사력을 지닌 결정성 고체 물질이며, 대부분의 경우 비교적 단순한 결정구조를 가지기 때문에 원자들의 배열이 조밀하고 대칭성이 높다. 특히, 금속원자의 최외각전자의 수는 그 최대수의 절반 이하이므로 금속끼리는 쉽게 화합물을 형성하지 않는다. 그러나 보통 최대 원자가전자 수의 반 이상을 가지는 비금속들(예를 들어 산소와 황)과는 보다 쉽게 결합한다. 금속의 화학 반응성은 크게 다르며 반응성이 가장 높은 금속으로는 리튬(Li)·칼륨·라듐(Ra)이 있고 반응성이 낮은 것으로는 금·은·팔라듐(Pd)·백금이 있다. 주기율표의 비전이 금속은 자유전자 때문에 전기전도도와 열전도도가 높다. 자유전자 이론에 따르면 이러한 금속에 있는 각 원자는 원자가 전자를 잃고, 이렇게 생긴 자유전자는 금속원자 사이로 무리를 지어 이동하면서 금속을 전도성 물질로 만들게 된다.
- [0048] 따라서 본 발명의 실시 예에서는 LED 칩(110)의 방열구에서 방열되는 고열을 LED 패키지 외부의 대형 방열기구인 제2 히트싱크(400)로 전도시키기 위해 나노 다이아몬드 파우더와 혼합 조성물로 사용하게 된다. 이러한 금속은 다른 혼합 조성물과 결합 시 다공이나 기포와 같은 단열성을 없애고 열전도성을 보다 향상시키는 촉매제 역할을 하여 LED 패키지의 열저항을 낮추어 방열특성을 높일 수가 있다.

- [0049] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 제1 히트싱크(200)는, 나노 다이아몬드 파우더(Nano Diamond Powder) 4% 중량과 메탈(Metal) 1%중량을 메탄올(Methanol)로 혼합시킨 후, 100[°C]에서 5시간 동안 열처리시킨 열전도체인 것을 포함한다.
- [0050] 여기서, 상기 100[°C]에서 5시간 동안 열처리를 실시하는 것은, 나노 다이아몬드 파우더와 메탈을 메탄올로 혼합시킨 조성물을 적층하여 소결시킴으로써 열저항은 매우 낮은 히트싱크의 기능을 갖는 전혀 새로운 열전도체를 제조하기 위함이다.
- [0051] 한편, 도 5의 (a)와 (b)는 다수개의 LED 칩이 실장된 FR-4 PCB 전도판의 열 흐름 경로와 열화상 카메라로 촬영한 열온도 분포를 나타낸다.
- [0052] 도 5의 (a)와 (b)에서 살펴보면, FR-4 PCB상에 실장된 LED 칩에서 발열되는 열은 중앙에 집중되고 가장자리로 갈수록 낮은 열 흐름을 보이고 있다. 그럼에도 불구하고 냉각판(Cold Plate)은 대형 방열기구인 제2 히트싱크(400)의 최외각에 설치되어 있다. 이는 LED 패키지가 갖는 구조적인 설계 문제로 팬이나 냉각수를 공급하는 냉각부하를 제2 히트싱크의 중앙에 설치할 수 없기 때문이다.
- [0053] 따라서, 본 발명의 실시 예에서는 다수개의 LED 칩이 실장된 FR-4 PCB의 중앙에 집중되는 열온도 분포를 상대적 인 냉각부하를 갖는 가장자리로 전도·확산시키기 위해 열전도 및 열확산성이 다이아몬드보다 더 우수한 그래핀 물질을 성장시킨 기판을 통해 해결하는데 그 특징이 있다.
- [0054] 도 3, 도 4, 도 6 내지 도 8을 참조하여, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 기판(Graphene Substrate, 300)은, 상기 제1 히트싱크(200)의 상부는 상기 LED 칩(110) 방열구와 접촉되고, 상기 제1 히트싱크의 하부는 대형 방열기구인 제2 히트싱크(400)와 접촉되어 상기 제1 히트싱크로부터 전도된 고열을 상기 제2 히트싱크(400)로 전도·확산시키는 역할을 한다.
- [0055] 여기서, 상기 그래핀(Graphene)은 탄소원자가 벌집모양의 6각형 격자점에 딱 들어찬 2차원 구조로 되어 있으며, 지금까지의 3차원 물질들과는 매우 다른 전기전도 특성, 열전도, 광전도 특성들을 가지고 있다. 그래핀은 탄소 원자가 sp<sup>2</sup>(파이구조) 혼성결합으로 이루어진 약 0.35[nm] 두께의 탄소 동소체로서, 인장강도는 강철보다 200배 이상 강하고, 전자의 이동도는 실리콘보다 1,000배 이상 빠르며(~20,000 [cm<sup>2</sup>/Vs]), 열전도도는 구리보다 10배 이상 높은 특성을 가지고 있다.
- [0056] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 그래핀 기판(300)은, 일정한 규격을 갖는 알루미늄(Al) 또는 동(Cu) 평판을 갖는 기판 시료 중에서 어느 하나가 선택되며, 상기 기판 시료는 반복적인 연마가공 및 세정 후, 기판 시료의 상하부 면에 RF 플라즈마 전계 프로세서에 의해 그래핀 나노-월(Graphene Nano-Wall)이 성장되는 것을 포함한다.
- [0057] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 그래핀 기판(300)은, 상기 제1 히트싱크(200)가 적층된 FR-4 PCB(100)의 하부 동 박막(103)과 상기 제2 히트싱크(400)의 상부면 사이에 체결수단에 의해 밀착 고정되는 것을 포함한다.
- [0058] 도 6은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 그래핀 기판(300)에 성장된 그래핀 나노-월(Graphene Nano-Wall)의 성장 전(a)과 성장 후(b)의 모습을 나타낸다.
- [0059] 그래핀 나노-월(Graphene Nano-Wall) 성장을 위해서는, 먼저 일정한 규격을 갖는 알루미늄(Al) 또는 동(Cu) 평판을 반복적으로 연마 가공하고 충분히 세정한 기판 시료를 제작하였다. 상기 제작된 기판의 양면에 RF 플라즈마 전계 프로세서에 의해 그래핀 나노-월(Graphene Nano-Wall)을 성장시키되, 주파수 13.56[MHz]인 RF 전원을 이용하여 L과 C의 병렬공진 조건에서 코일과 콘덴서에 흐르는 탱크전류에 의하여 석영관(외경: 50[mm]) 내부에 플라즈마를 발생시켜 프로세스를 진행하였다.
- [0060] 또한, 상기 석영관 내부는 로터리 펌프에 의하여 일정한 압력  $1 \times 10^{-2}$  [torr]으로 배기시킨 후, 소정의 가스를 주입시켜 주 밸브를 잠근 후 니들밸브(by-pass valve)를 이용하여 항상 일정한 압력이 유지되도록 조절하였다. 이때 수소가스의 유량은 항상 20[sccm]으로 고정하였고, 메탄은 80~100[sccm]까지 조절하면서 분광 분석을 실시하였다. 석영관 내의 압력은 'Pirani-gauge' 를 사용하여 측정하고 온도는 광온계를 이용하였으며, 박막의 물성을 분석하기 위하여 주사전자현미경(SEM, Scanning Electron Microscopy, CX-100SM)으로 입자들의 표면형상을 관찰하였다.
- [0061] 도 7은 앞서 도 6에서 설명한 기판 시료에 성장시킨 그래핀 나노-월(Graphene Nano-Wall)의 표면 형상을 라만

스펙트럼으로 분석한 결과를 나타낸다.

- [0062] 그래프 상에서 그래핀에 해당되는 2D 피크(Pecker)가 매우 높게 존재함을 확인할 수 있다. 그래핀은 2D 피크의 유무에 의해 판단할 수 있으며, D 피크는 가능한 작으면서 G 피크와 명확히 분리되는 경우는 그래핀의 결정성이 높다고 볼 수 있다. 이는 D 피크와 G 피크가 명확히 분리되고, 2D 피크가 거의 G 피크의 강도와 유사한 것으로부터 결정성이 높은 그래핀임을 알 수 있다.
- [0063] 도 8은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 주위 온도 26~27 [°C]에서 그래핀 기판을 사용한 열전도도를 실험한 결과를 나타낸다.
- [0064] 그래핀 나노-월이 성장된 그래핀 기판(300)을 LED 패키지의 제1 히트싱크(200)와 제2 히트싱크(400) 사이에 체결수단으로 밀착 고정시켜 주위 온도 26~27[°C]에서 열전도도를 실험한 결과를 나타낸다.
- [0065] 그래프 상에서, 일정시간이 경과된 150[sec] 부근에서 가장자리의 온도가 가장 높고, 그 다음 중간부분, 그리고 LED 바로 직하부분 순으로 낮아짐을 확인할 수 있다. 최고 온도로는 가장자리가 125.5[°C]이며, 중간부분은 121.5[°C], 직하 부분이 107.5[°C]로서, 가장자리가 직하부분보다 약 18[°C]의 온도차를 보인다. 이것은 그래핀 나노-월에 의하여 고효율 LED 칩으로부터 발생된 고열이 측면부로 확산 전달됨에 의하여 기판의 가장자리에 서의 온도가 가장 높게 상승됨을 의미한다.
- [0066] 따라서, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 나노-월이 성장된 그래핀 기판(300)을 사용할 경우, 실제 히트싱크 중간에 공기층이 없도록 게재시키면 고효율 LED 칩으로부터 발생하는 고열을 상대적인 냉각부하를 갖는 LED 패키지의 가장자리 혹은 외부 대형 방열기구로 신속히 방열시킴으로써, LED 패키지의 발광 효율의 극대화는 물론 LED 패키지의 수명을 연장할 수 있는 독특한 특징이 있다.
- [0067] 한편, 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 그래핀 기판(300) 대신에 LED 패키지 자체에 그래핀 나노-월(Graphene Nano-Wall) 성장이 가능하다. 즉, FR-4 PCB(100)의 스루 홀(120)에 나노 다이아몬드, 메탈, 고분자 등의 혼합 조성물이 적층하여 소결된 열전도체를 갖는 제1 히트싱크(200)의 하부 면과 상기 FR-4 PCB(100)의 하부 동 박막(103)간에 수평상태를 유지시켜 충분히 연마 가공한 후, RF 플라즈마 전계 프로세서에 의해 그래핀 나노-월 성장이 가능하다.
- [0068] 다시 도 4를 참조하여, 상기 제2 히트싱크(Second Heat Sink, 400)는, LED 칩(110)에서 방열된 고열을 자연대류 방식에 의해 냉각시키기 위한 수단으로서, 상기 그래핀 기판(300)으로부터 전도·확산된 열을 자연대류 방식에 의해 냉각시키는 금속재료 내부에 기공들이 서로 연결된 개포형(Open Cell Type, OCT)의 메탈 폼(Metal Foam)으로 성형 제작한 대형 방열기구이다.
- [0069] 여기서, 상기 메탈 폼(Metal Foam)은, 금속재료 내부에 수많은 기포를 가진 다공질 금속으로, 크게 개포형(Open Cell Type, OCT)과 폐포형(Closed Cell Type, CCT)으로 구분된다. 폐포형 발포금속의 경우 금속내부의 기포가 연결되지 않고 독립적으로 존재하며, 개포형 발포금속의 경우 금속재료 내부의 기공들이 서로 연결된 형태로 기체나 유체의 통과가 용이하여 폐포형 발포금속에 비하여 그 용도가 비교할 수 없을 정도로 다양하다. 즉, 개포형 발포금속은 형태상으로는 인체의 뼈와 유사한 구조를 가지는 면체구조(Dodecahedron Structure)로 구조학적 완전 등방성(Isotropic)으로 이방성(Anisotropic)인 벌집과 같은 육각구조에 비할 수 없는 안정한 구조를 가지고 있다. 이러한 구조적인 안정성 이외에도 기계적으로는 구현할 수 없는 표면적(Surface Area)을 가지고 있다. 적용분야로는 고효율, 소형 경량화가 필요한 항공기, 자동차 분야, 발전소, 전력소자의 열교환기 분야, 반도체의 방열판, 대형 플랜트용 소음기, 화학공장의 촉매, 고강도, 초경량화가 요구되는 항공기, 우주산업의 구조재, 충격 흡수기, 연료전지(Fuel cell) 및 필터 등의 가공분야이다.
- [0070] 따라서 본 발명의 실시 예에서는 가로등과 같은 대형 LED조명등의 방열기구로 사용할 경우, 방열효과를 높이고 LED조명등 기구의 중량을 획기적으로 줄여 고중량을 지지하는 지지용 파이프와 같은 가로등 설치비용을 크게 저감할 수 있는 특징이 있다.
- [0071] 이하, 도 9 내지 도 11을 참조하여, 본 발명의 실시 예에 따른 열전도체를 갖는 제1 히트싱크(200)에 대한 열온도(Thermal Temperature) 및 열저항(Thermal Resistance)을 상세하게 설명한다.
- [0072] < 실시 예 >
- [0073] 본 발명의 실시 예에 따른 상기 열전도체를 갖는 제1 히트싱크(200)는, 나노 다이아몬드 파우더(Nano Diamond Powder) 4% 중량과 메탈(Metal) 1% 중량을 메탄올(Methanol)로 혼합시킨 비교적 입자가 작은 것으로 한다.

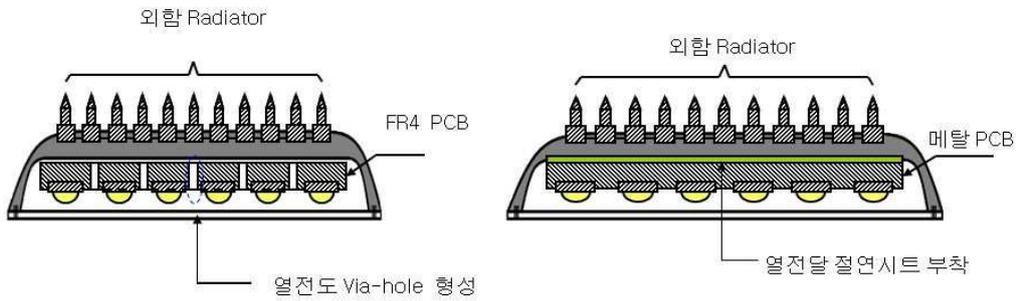
- [0074] 여기서, LED 패키지의 열저항 특성을 측정하기 위해서는, 가로 25[mm]×세로 25[mm]×두께 1.6[mm] 규격의 FR-4 PCB(100) 상에 LED 칩 2개가 병렬로 실장(Luxeon Rebel 1-chip mounted, thermal tape=0.9[W/m·K])되었다.
- [0075] 또한, 도 4를 참조하여, 열저항 측정부분은, 고효율 LED 칩이 실장된 시료 후면부(FR-4 PCB Lower Copper)의 나노 다이아몬드 파우더 4%중량과 메탈 1%중량을 메탄올(Methanol)로 혼합시킨 비교적 입자가 작은 열전도체를 갖는 제1 히트싱크(200)와 대형 알루미늄 방열기구가 접촉되는 그래핀 기판(300)을 갖는 제2 히트싱크(400) 접합부이다. 이때 LED 패키지의 열저항을 측정하기 위한 시험장비는 T3ster(MicReD)가 사용되었다.
- [0076] 도 9를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 시험 파라미터 적용은 구동전류 : 0.35[A], 센서전류 : 0.001[A], 인가전력 : 0.991[W], Sensitivity(K-Factor) : -1.902[mV/K], Measurement Delay & Time Limit : 180[s], Transient correction : 39~100[us], TIM Type : PAD (Taica α-GEL COH 4000) 및 주변온도 : 25[°C]이다.
- [0077] 도 10을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 열저항 측정 장비의 감도(K-Factor)는 -1.902[mV/K]이고, 주변온도 25[°C]와 습도 (50±10)[%]R.H(Relative Humidity)에서 LED 패키지의 온도상승은 7.50[°C]로 나타났으며, 접합부의 온도는 주변온도와 LED 패키지 온도상승을 더하여 32.50[°C]로 응답되었다.
- [0078] 도 11을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 메탄올을 이용한 LED 조명기구의 방열장치에 대한 방열 특성을 좌우하는 LED 패키지의 열저항은 주변온도 25[°C]에서 7.60[K/W]로 확인되었다.
- [0079] 이는, 나노 다이아몬드 파우더 4%중량과 메탈 1%중량이 메탄올(Methanol)로 혼합시킨 비교적 입자가 작은 제1 히트싱크(200)는 기존의 비아 홀(Via-hole) 방식의 열저항 46[K/W]와는 1/6배로 감소되고, 열전달 절연시트 방식의 열저항 36[K/W]에 비해서는 1/4.7배로 감소되어 열전도도가 크게 향상됨으로써 방열 특성을 크게 개선시킬 수 있는 특징이 있다.
- [0080] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 개시된 실시 예는 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

- [0081] 100 : 이중층 인쇄회로기판(FR-4 PCB)
- 101 : 에폭시 층    102 : 상부 동 박막
- 103 : 하부 동박막    104 : 동 박막(지름 0.07mm)
- 110 : LED 칩    120 : 스루 홀
- 130 : 비아 홀    140 : 2차 광학렌즈
- 200 : 제1 히트싱크
- 300 : 그래핀 기판
- 400 : 제2 히트싱크

도면

도면1

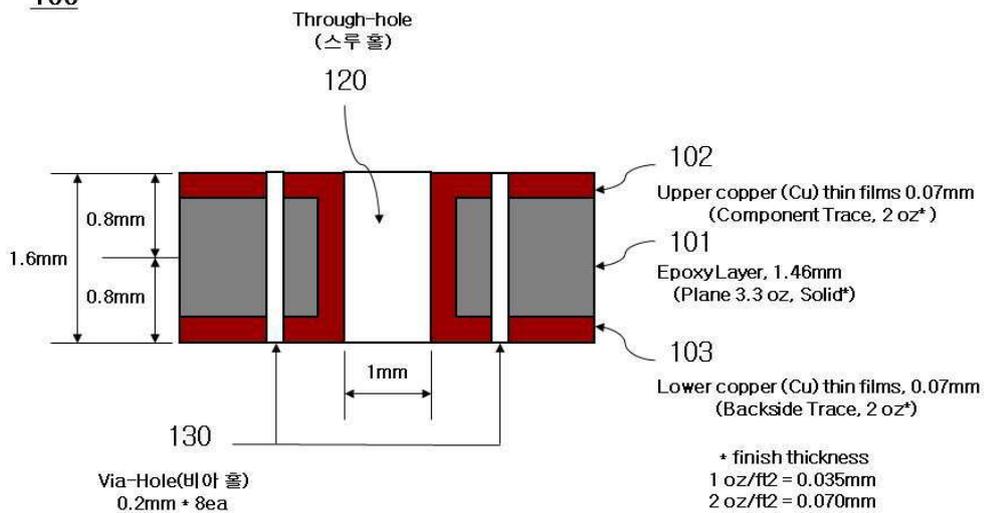


(a) 비아 홀(Via-hole) 방식

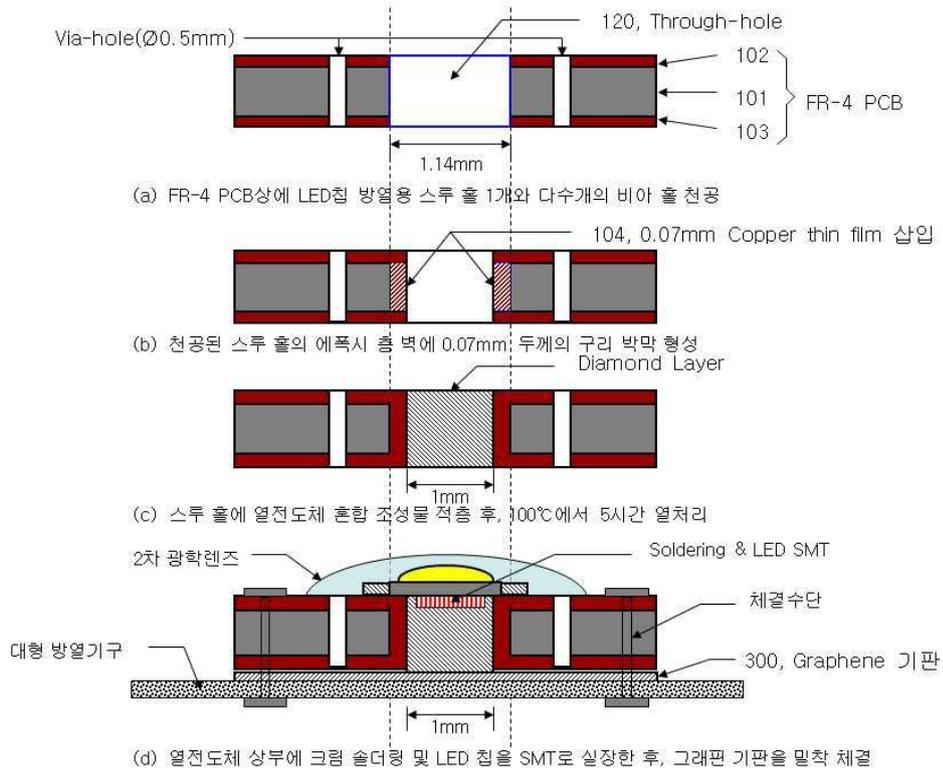
(b) 열전달 절연시트 방식

도면2

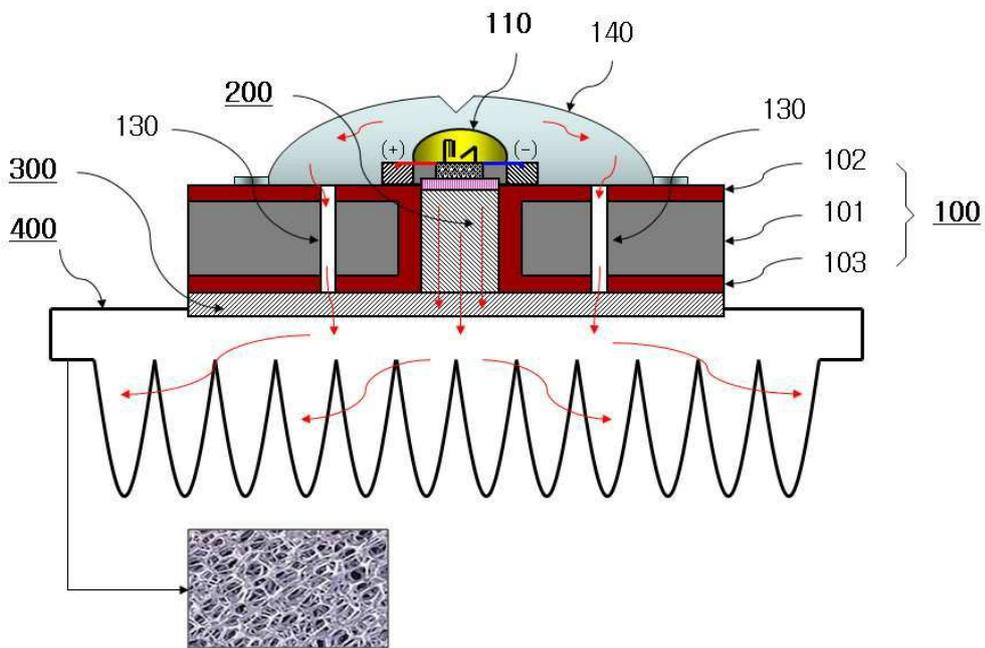
100



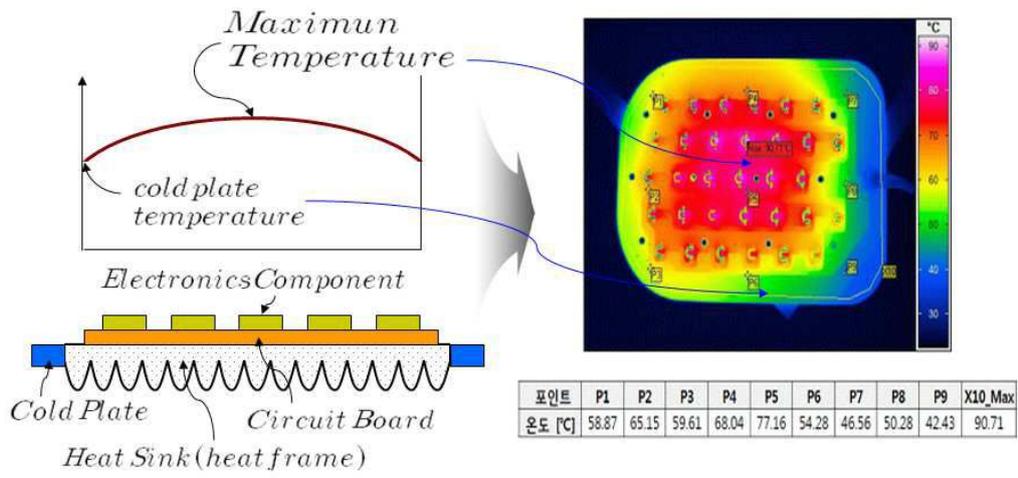
도면3



도면4



도면5



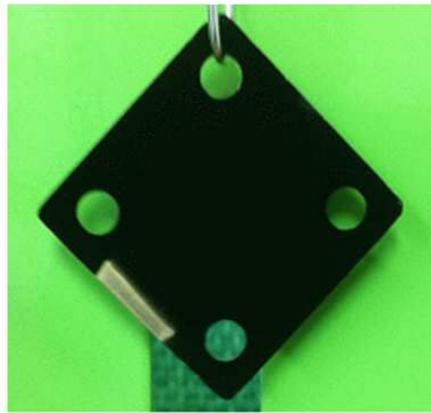
(a) FR-4 PCB 전도판의 열 흐름 경로

(b) 열온도 분포

도면6

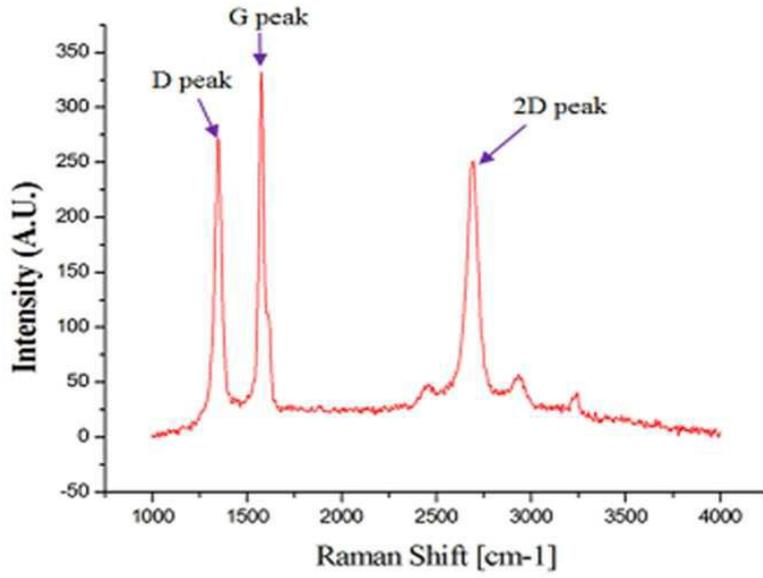


(a)

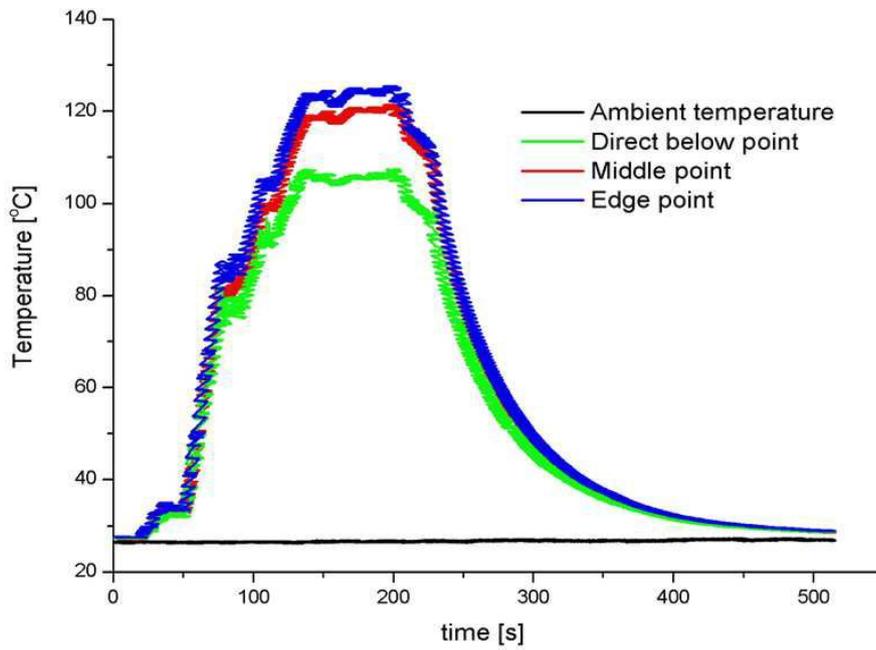


(b)

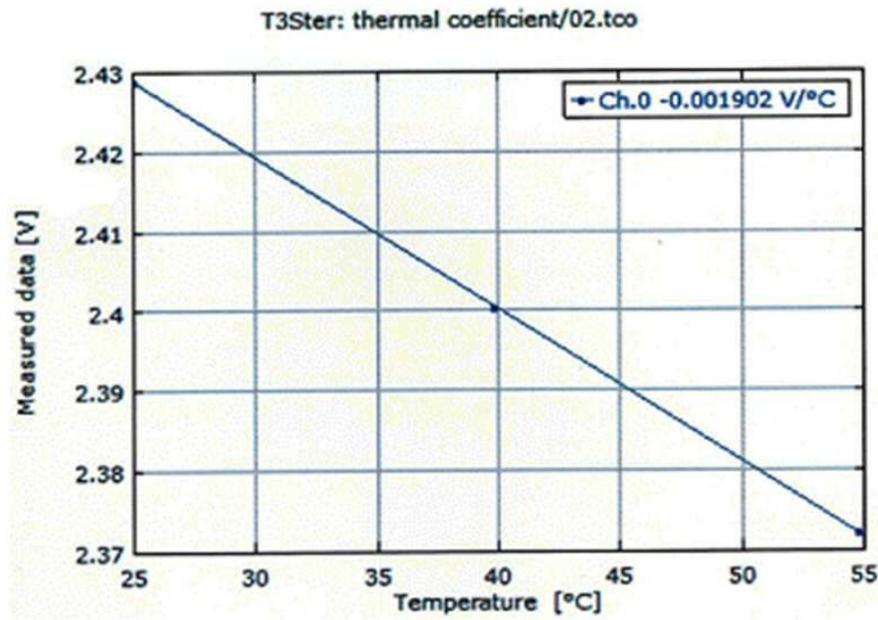
도면7



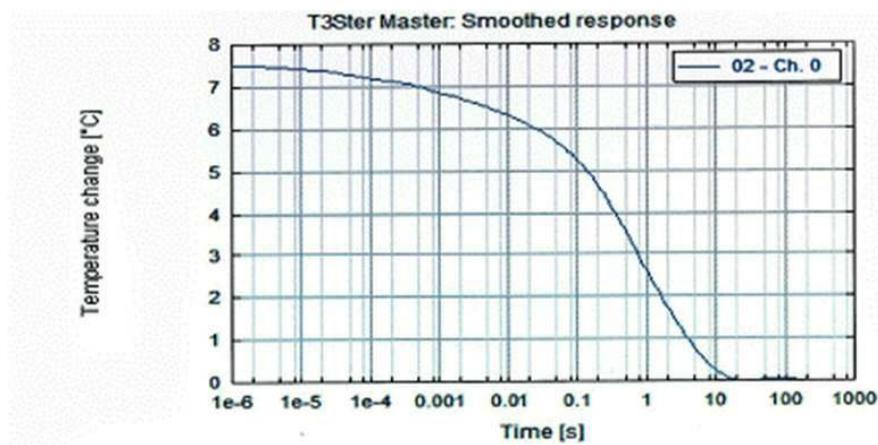
도면8



도면9



도면10



Ambient Temperature (A)	Temperature Rise ( $\Delta T$ )	Junction Temperature (A)+( $\Delta T$ )
25 °C	7.50 °C	32.50 °C

도면11

