



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0130782
(43) 공개일자 2015년11월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01K 17/08 (2006.01) G01K 17/16 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0057809
(22) 출원일자 2014년05월14일
심사청구일자 2014년05월14일

(71) 출원인
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
윤병동
서울특별시 관악구 관악로8길 49 교수아파트 122
C동 305호
김태진
부산광역시 사상구 백양대로342번길 16 엘지아파
트 102동 1801호
김현재
서울특별시 관악구 신림로7나길 408호
(74) 대리인
이인행, 양기혁, 김남식, 한윤호

전체 청구항 수 : 총 9 항

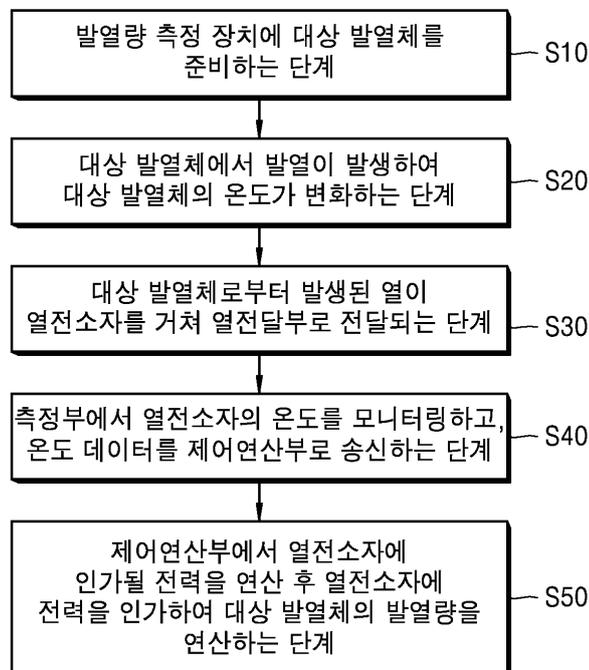
(54) 발명의 명칭 발열량 측정 장치 및 발열량 측정 방법

(57) 요약

본 발명은 대상 발열체 상에 열전도가 가능하게 설치된 적어도 하나의 열전소자를 구비하는 측정부; 상기 대상 발열체로부터 발생된 열이 상기 열전소자를 거쳐 전부 외부로 전달되도록 상기 열전소자가 접촉된 상기 대상 발열체의 일 측면을 제외한 영역을 감싸는 형태인 단열 케이스; 및 상기 열전소자에 소정의 전력을 인가하여 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



열전소자의 온도를 낮추어 상기 대상 발열체의 온도를 기설정된 온도조건으로 제어하고, 상기 대상 발열체의 온도 제어에 사용된 총 전력량을 연산하는 제어연산부;를 포함하는, 발열량 측정 장치를 제공한다.

또한, 상기 발열량 측정 장치에 상기 대상 발열체를 준비하는 단계; 상기 대상 발열체에서 발열이 발생하여 상기 대상 발열체의 온도가 변화하는 단계; 상기 대상 발열체로부터 발생된 열이 상기 열전소자를 거쳐 상기 열전달부로 전달되는 단계; 상기 측정부에서 상기 열전소자의 온도를 모니터링하여 상기 제어연산부로 온도 데이터를 송신하는 단계; 및 상기 제어연산부에서 상기 대상 발열체의 온도를 기설정된 온도 조건으로 제어하기 위해 상기 열전소자에 인가될 전력을 연산하며, 전력공급장치를 통해 상기 열전소자에 전력을 인가하고, 인가된 총 전력량을 측정하여 상기 대상 발열체의 발열량을 연산하는 단계;를 포함하는, 발열량 측정 방법을 제공한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2013068627
부처명	교육과학기술부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	이공분야기초연구사업(핵심개인연구)
연구과제명	리튬 이온 배터리 시스템의 과도운행조건 하 열거동 온라인 예측기술 개발
기여율	1/1
주관기관	서울대학교
연구기간	2013.12.01 ~ 2015.12.01

명세서

청구범위

청구항 1

대상 발열체 상에 열전도가 가능하게 설치된 적어도 하나의 열전소자를 구비하는 측정부;
 상기 대상 발열체로부터 발생된 열이 상기 열전소자를 거쳐 전부 외부로 전달되도록 상기 열전소자가 접촉된 상기 대상 발열체의 일 측면을 제외한 영역을 감싸는 형태인 단열 케이스; 및
 상기 열전소자에 소정의 전력을 인가하여 상기 열전소자의 온도를 낮추어 상기 대상 발열체의 온도를 기설정된 온도조건으로 제어하고, 상기 대상 발열체의 온도 제어에 사용된 총 전력량을 연산하는 제어연산부;
 를 포함하는, 발열량 측정 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 대상 발열체로부터 발생된 열이 상기 열전소자를 거쳐 전달되도록 상기 열전소자와 직접 접촉되도록 배치된 열전달부;를 더 포함하는, 발열량 측정 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 대상 발열체의 발열량은 상기 제어연산부에서 하기 수학적 식 1에 의하여 연산되는, 발열량 측정 장치.

[수학적 식 1]

$$\dot{Q}_{pump} = k_1 I_{TEMP} - k_2 I_{TEMP}^2 + k_3 (T_{cool} - T_{hot})$$

(여기에서, 상기 Q_{pump} 는 상기 대상 발열체의 발열량이고, 상기 k_1 , k_2 , k_3 는 모델계수이며, 상기 I 는 상기 열전소자에 의하여 소모되는 전류이고, 상기 T_{cool} 는 상기 열전소자와 상기 열전달부 사이의 접촉면 온도이고, 상기 T_{hot} 는 상기 열전소자와 상기 대상 발열체 사이의 접촉면 온도임)

청구항 4

제 2 항에 있어서,
 상기 열전소자는 상기 열전달부와 서로 이격되지 않고 서로 맞닿아 배치되는, 발열량 측정 장치.

청구항 5

제 2 항에 있어서,
 상기 열전달부는,
 상기 열전소자와 직접 접촉되도록 배치되며, 방열패드(thermal pad), 방열그리스(thermal grease) 및 히트싱크(heat sink) 중 적어도 어느 하나를 구비하는, 방열 구조체를 포함하는, 발열량 측정 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
 상기 열전달부는,
 상기 방열 구조체 상에 배치되며, 냉각핀(cooling pin) 또는 냉각팬(cooling fan) 중 적어도 어느 하나를 구비하는, 냉각장치를 더 포함하는, 발열량 측정 장치.

청구항 7

제 2 항에 있어서,
상기 열전달부는,

상기 열전소자와 직접 접촉되도록 배치되며, 냉각핀(cooling pin) 또는 냉각팬(cooling fan) 중 적어도 어느 하나를 구비하는, 냉각장치를 포함하는, 발열량 측정 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 대상 발열체는 상기 열전소자에 열전도가 가능하도록 접촉될 수 있는 구조체 중 하나를 포함하는, 발열량 측정 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 발열량 측정 장치를 이용한 발열량 측정은,

상기 발열량 측정 장치에 상기 대상 발열체를 준비하는 단계;

상기 대상 발열체에서 발열이 발생하여 상기 대상 발열체의 온도가 변화하는 단계;

상기 대상 발열체로부터 발생된 열이 상기 열전소자를 거쳐 상기 열전달부로 전달되는 단계;

상기 측정부에서 상기 열전소자의 온도를 모니터링하여 상기 제어연산부로 온도 데이터를 송신하는 단계; 및

상기 제어연산부에서 상기 대상 발열체의 온도를 기설정된 온도 조건으로 제어하기 위해 상기 열전소자에 인가될 전력을 연산하며, 전력공급장치를 통해 상기 열전소자에 전력을 인가하고, 인가된 총 전력량을 측정하여 상기 대상 발열체의 발열량을 연산하는 단계;

를 포함하는, 발열량 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 열을 발생하는 대상체의 발열량 측정 장치 및 발열량 측정 방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 전기 자동차용 리튬이온 배터리 또는 반도체 칩 등 중소형 크기를 갖는 발열체의 발열량 측정 장치 및 발열량 측정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전기 자동차용 리튬이온 배터리, LED 및 반도체 소자를 이용한 조명기기, 모바일 기기, 컴퓨터의 고성능화, 고집적화에 따라 기기 내에서 발생하는 열로 인해 부품 및 기기의 온도가 상승하고 이로 인해 기기의 기능 저하, 신뢰성 저하, 수명 단축 등의 문제를 발생시킨다.

[0003] 정해진 면적 또는 공간 내에서 열 방출을 극대화시키기 위한 여러 노력들의 일환으로 우수한 발열 소재 개발 및 기구 설계에 노력을 기울이고 있다. 따라서, 발열 소재 및 기기들의 발열 특성을 평가하는 것은 산업적으로 매우 중요함에도 불구하고, 현재 발열특성을 효율적으로 평가할 수 있는 측정 방법 및 장치가 부족한 상황이다.

[0004] 동일한 발열 소재 또는 발열 패키지라 하더라도 사용하는 측정 장치와 측정 조건에 따라 매우 상반된 특성을 나타낸다. 현재, 발열 특성을 평가하는 방법은 크게 소재의 열전도도(thermal conductivity)를 측정하는 방법과, LED(light emitting diode) 또는 반도체 패키지에서 각 집합 계면에서의 열 저항을 측정하는 방법(thermal resistance) 등이 있다. 실제로 산업현장 또는 연구실에서 발열소재 및 각종 패키지의 발열 능력을 평가함에 있어서, 측정 장치와 측정 조건에 따라 상이한 데이터를 나타내기 때문에 그 얻어진 결과에 대한 신뢰성을 평가하기가 어렵다.

[0005] 또한, 기존에 이용되고 있는 발열 측정 장치의 경우, 발열을 측정하기 위해 비교적 긴 시간이 필요하며, 높은 발열량을 측정하기에 적합한 장치가 대부분이다. 따라서, 중소형 또는 짧은 시간 단위로 변하는 발열량을 측정

하기에는 적합하지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제 2014-0025758호 (2014.03.05)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로 열전소자가 갖는 빠른 응답특성 및 열전소자의 신뢰성 등의 장점을 이용하여 중소형 크기를 갖는 발열체의 발열량을 측정하는 장치 및 발열량 측정 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 관점에 따르면, 대상 발열체 상에 열전도가 가능하게 설치된 적어도 하나의 열전소자를 구비하는 측정부; 상기 대상 발열체로부터 발생된 열이 상기 열전소자를 거쳐 전부 외부로 전달되도록 상기 열전소자가 접촉된 상기 대상 발열체의 일 측면을 제외한 영역을 감싸는 형태인 단열 케이스; 및 상기 열전소자에 소정의 전력을 인가하여 상기 열전소자의 온도를 낮추어 상기 대상 발열체의 온도를 기설정된 온도조건으로 제어하고, 상기 대상 발열체의 온도 제어에 사용된 총 전력량을 연산하는 제어연산부;를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 대상 발열체로부터 발생된 열이 상기 열전소자를 거쳐 전달되도록 상기 열전소자와 직접 접촉되도록 배치된 열전달부;를 더 포함할 수 있다.

[0010] 상기 대상 발열체의 발열량은 상기 제어연산부에서 하기 수학적 식 1에 의하여 연산되는, 발열량 측정 장치.

[0011] [수학적 식 1]

$$[0012] \dot{Q}_{pump} = k_1 I_{TEM} - k_2 I_{TEM}^2 + k_3 (T_{cool} - T_{hot})$$

[0013] (여기에서, 상기 Q_{pump} 는 상기 대상 발열체의 발열량이고, 상기 k_1, k_2, k_3 는 모델계수이며, 상기 I 는 상기 열전소자에 의하여 소모되는 전류이고, 상기 T_{cool} 는 상기 열전소자와 상기 열전달부 사이의 접촉면 온도이고, 상기 T_{hot} 는 상기 열전소자와 상기 대상 발열체 사이의 접촉면 온도임)

[0014] 상기 열전소자는 상기 열전달부와 서로 이격되지 않고 서로 맞닿아 배치될 수 있다.

[0015] 상기 열전달부는, 상기 열전소자와 직접 접촉되도록 배치되며, 방열패드(thermal pad), 방열그리스(thermal grease) 및 히트싱크(heat sink) 중 적어도 어느 하나를 구비하는, 방열 구조체를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 열전달부는, 상기 방열 구조체 상에 배치되며, 냉각핀(cooling pin) 또는 냉각팬(cooling fan) 중 적어도 어느 하나를 구비하는, 냉각장치를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기 열전달부는, 상기 열전소자와 직접 접촉되도록 배치되며, 냉각핀(cooling pin) 또는 냉각팬(cooling fan) 중 적어도 어느 하나를 구비하는, 냉각장치를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 대상 발열체는 상기 열전소자에 열전도가 가능하도록 접촉될 수 있는 구조체 중 하나를 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 또 다른 관점에 따르면, 발열량 측정 방법은 상기 발열량 측정 장치에 상기 대상 발열체를 준비하는 단계; 상기 대상 발열체에서 발열이 발생하여 상기 대상 발열체의 온도가 변화하는 단계; 상기 대상 발열체로부터 발생된 열이 상기 열전소자를 거쳐 상기 열전달부로 전달되는 단계; 상기 측정부에서 상기 열전소자의 온도를 모니터링하여 상기 제어연산부로 온도 데이터를 송신하는 단계; 및 상기 제어연산부에서 상기 대상 발열체의 온도를 기설정된 온도 조건으로 제어하기 위해 상기 열전소자에 인가될 전력을 연산하며, 전력공급장치를 통해 상기 열전소자에 전력을 인가하고, 인가된 총 전력량을 측정하여 상기 대상 발열체의 발열량을 연산하는 단계;

를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 발열량 측정 장치 및 발열량 측정 방법을 제공한다. 전기 자동차용 리튬이온 배터리 및 반도체 칩 등의 발열량을 열전소자의 특성공식을 이용하여 보다 정확하고 빠르게 측정할 수 있다.

[0021] 또한, 별도의 구성을 추가할 필요가 없어 구조가 간단하며, 제작 비용이 비교적 저렴한 경제적인 효과도 얻을 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 발열량 측정 장치를 이용하여 발열량 측정 방법을 개략적으로 도해하는 공정 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 발열량 측정 장치의 구성을 도해하는 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 발열량 측정 장치를 개략적으로 도시하는 단면도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 발열량 측정 장치를 개략적으로 도시하는 단면도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 발열량 측정 장치의 구성요소를 개략적으로 도시하는 사시도이다.

도 6은 도 5의 발열량 측정 장치의 구성요소를 결합한 발열량 측정 장치를 개략적으로 도시하는 사시도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 발열량 측정 장치를 보여주는 사진이다.

도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 일 실시예에 따른 발열량 측정 데이터 결과를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있는 것으로, 이하의 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 또한 설명의 편의를 위하여 도면에서는 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 발열량 측정 장치를 이용하여 발열량 측정 방법을 개략적으로 도해하는 공정 순서도이다.

[0025] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 발열량 측정 방법은 다음과 같다. 발열량 측정 장치의 내부에 대상 발열체를 준비하는 단계(S10), 대상 발열체에서 발열이 발생하여 대상 발열체의 온도가 변화하는 단계(S20), 대상 발열체로부터 발생된 열이 열전소자를 거쳐 열전달부로 전달되는 단계(S30), 측정부에서 열전소자의 온도를 모니터링하고, 열전소자의 온도 데이터를 제어연산부로 송신하는 단계(S40) 및 제어연산부에서 열전소자에 인가될 전력을 연산한 후 열전소자에 전력을 인가하여 대상 발열체의 발열량을 연산하는 단계(S50)를 포함할 수 있다.

[0026] 대상 발열체의 발열량 측정 방법에 대한 각 단계별 상세한 설명은 발열량 측정 장치의 구성을 나타내는 도 2 내지 도 6을 참조하여 후술한다.

[0027] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 발열량 측정 장치의 구성을 도해하는 구성도이다.

[0028] 도 2를 참조하면, 도 2의 실선은 전기적인 신호의 흐름을 도시한 것이고, 도 2의 점선은 열흐름을 도시한 것이다. 발열량 측정 장치(1)는 크게 측정부(10)와 제어연산부(20)로 구성될 수 있다. 먼저, 측정부(10)를 살펴보면, 예를 들어, 발열량을 측정해야 하는 대상 발열체(12), 대상 발열체(12)와 직접 접촉되는 열전소자(14), 열전소자(14)의 온도를 모니터링 할 수 있는 온도센서(18) 및 열전소자(14)의 과열을 방지하고, 열전도율을 향상시키는 열전도부(15)를 포함할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 온도센서(18)는 열전소자의 상부 또는 하부 중 어느 한쪽에 설치될 수 있으며, 설계에 따라 온도 감지가 가능한 위치에 설치되거나 상부와 하부 모두에 설치될 수도 있다.

[0030] 제어연산부(20)는 측정된 열전소자(14)의 온도 데이터를 기반으로 열전소자(14)에 공급될 전력공급을 제어하는

제어부(22), 열전소자(14)에서 소비되는 전력 소모량과 온도를 이용하여 대상 발열체(12)의 발열량을 연산하는 연산부(24), 온도센서(18)에서 측정된 열전소자(14)의 온도 데이터를 저장하거나 처리하는 DAQ 모듈(26) 및 열전소자(14)에 전력을 공급하는 전력공급장치(28)를 포함할 수 있다.

[0031] 도 2에 도시된 발열량 측정 장치(1)의 구성에 의한 발열량 측정 방법을 자세히 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 대상 발열체(12)를 발열량 측정 장치(1)의 측정부(10)에 위치시킨다. 대상 발열체(12)는 열전소자에 열전도가 가능하도록 접촉될 수 있는 구조체 중 하나를 포함할 수 있으며, 예를 들어, 전기 자동차용 리튬이온 배터리 또는 반도체 칩 중에 하나를 포함할 수 있다.

[0032] 밀폐된 측정부(10) 내에서 대상 발열체(12)가 발열하기 시작하면, 상기 대상 발열체(12)에 열전도가 가능하게 설치된 열전소자(14)에 열이 전도될 수 있다. 그 열에 의해 열전소자(14) 하부면의 온도가 높아질 수 있으며, 상대적으로 열전소자(14) 상부면은 온도가 낮을 수 있다. 상기 열전소자(14)가 과열되는 것을 방지하기 위해 열전도부(15)를 접촉하도록 배치할 수 있고, 열전소자(14)의 열전도율을 높혀 보다 빠르게 온도변화를 감지하고, 대상 발열체(12)의 발열량을 연산하는데 도움을 준다.

[0033] 이 때, 온도센서(18)로 열전소자(14)의 상부 또는 하부의 온도를 모니터링 할 수 있다. 온도센서(18)는 예를 들어, 저항 온도 센서(Resistance Temperature Detectors)를 사용할 수 있다. 저항 온도 감지기는 소자의 저항값으로 온도를 측정하는데 사용되는 센서이며, 대부분의 저항 온도 센서는 세라믹 또는 유리 코어로 감싼 구성이다. 저항 소자는 일반적으로 매우 불안정하므로, 저항 소자를 보호하기 위해 커버로 덮어 사용한다.

[0034] 또한, 저항 온도 센서는 다른 온도 센서에 비해 상대적으로 정확도가 높고, 안정성 및 반복성이 뛰어나며, 전기 노이즈에 영향을 받지 않아 정밀한 온도 측정을 요하는 곳에서 사용하기에 적합하다.

[0035] 상기 온도센서(18)로 측정된 열전소자(14)의 온도 데이터는 DAQ 모듈(26)에서 저장되어 처리된다. DAQ 모듈(26)에서 측정된 온도 데이터는 제어부(22)와 연산부(24)로 전달되어 다음 프로세스를 진행할 수 있도록 돕는 기능을 한다.

[0036] 먼저, 대상 발열체(12)의 온도를 기설정된 온도조건으로 제어하기 위해 제어부(22)에 전달된 온도 데이터를 기반으로 열전소자(14)에 인가할 전력량을 연산부(24)에서 연산하게 된다. 연산된 전력량만큼 제어부(22)에서 전력공급장치(28)를 통해 열전소자(14)에 전력을 인가할 수 있다.

[0037] 인가된 전력에 의해 열전소자(14)의 온도가 낮아질 수 있으며, 소모된 전력량에 따라 열의 이동이 발생할 수 있다. 따라서, 대상 발열체(12)의 항온상태가 유지될 수 있으며, 지속적으로 대상 발열체(12)에서 발생한 열은 열전소자(14)를 따라 외부로 전달될 수 있다.

[0038] 이와 동시에 연산부(24)에서는 열전소자(14)에서 소모된 전력량의 총량을 연산하여 대상 발열체(12)의 발열량을 연산할 수 있다. 이러한 일련의 과정을 수회 반복하여 대상 발열체(12)의 발열량을 정확하게 측정할 수 있다. 연산부(24)에서 연산되는 대상 발열체(12)의 발열량은 하기의 수학적 식 1에 의해 연산될 수 있다.

[0039] [수학적 식 1]

$$[0040] \dot{Q}_{pump} = k_1 I_{TEM} - k_2 I_{TEM}^2 + k_3 (T_{cool} - T_{hot})$$

[0041] (여기에서, Q_{pump} 는 대상 발열체(12)의 발열량이고, k_1 , k_2 , k_3 는 모델계수이며, I 는 열전소자(14)에 의하여 소모되는 전류이고, T_{cool} 는 열전소자(14)와 열전도부(15) 사이의 접촉면의 온도이고, T_{hot} 는 열전소자(14)와 대상 발열체(12) 접촉면의 온도임)

[0042] 상기 수학적 식 1은 열전소자(14)의 발열공식으로, 수학적 식 1에서 우변의 첫 번째 항 $k_1 I_{TEM}$ 의 경우, 열전소자(14)의 냉각 성능을 나타내는 값이고, 우변의 두 번째 항 $k_2 I_{TEM}^2$ 의 경우, 열전소자(14)의 자체발열을 나타내는 값이며, 마지막으로 우변의 세 번째 항 $k_3 (T_{cool} - T_{hot})$ 의 경우, 자연대류에 의한 값이다.

[0043] 여기에서, 교정(calibration)을 통해 모델계수 k_1 , k_2 , k_3 를 구하면, 열전소자(14)가 대상 발열체(12)의 온도를 일정하게 제어할 때, 소모되는 전류값을 이용하여 대상 발열체(12)의 발열량을 역으로 계산할 수 있다. 상기 모델계수를 얻는 방법은 도 8a 내지 도 8c를 참조하여 후술한다.

[0044] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 발열량 측정 장치를 개략적으로 도시하는 단면도이다.

- [0045] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 발열량 측정 장치는 단일 구조체(34) 내부에 대상 발열체(12)를 구비할 수 있다. 대상 발열체(12) 상에 열전소자(14)를 열전도가 가능하도록 배치할 수 있으며, 대상 발열체(12)와 열전소자(14) 사이에 온도센서(18)를 형성할 수 있다.
- [0046] 열전소자(14) 상에 열전도부(15)를 형성할 수 있으며, 열전소자(14)와 열전도부(15) 사이에 온도센서(18)를 형성할 수 있다. 열전도부(15)는 크게 냉각장치(36) 또는 방열 구조체로 구분할 수 있다. 방열 구조체는 예를 들어, 방열패드(thermal pad), 방열그리스(thermal grease) 및 히트싱크(heat sink) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또, 냉각장치(36)는 냉각핀(cooling pin) 또는 냉각팬(cooling fan) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 열전도부(15)는 냉각장치 또는 방열 구조체 중 하나를 포함할 수 있으나, 상기 냉각장치 또는 방열 구조체를 복수개 연결하여 열전도율을 더 향상시켜 열전소자(14)의 냉각을 더 빠르게 할 수도 있다.
- [0047] 예를 들어, 열전소자(14) 상에 방열패드(thermal pad), 방열그리스(thermal grease) 및 히트싱크(heat sink) 중 적어도 어느 하나를 구비하는, 방열 구조체가 직접 접촉되도록 배치되거나 열전소자(14) 상에 냉각핀(cooling pin) 또는 냉각팬(cooling fan) 중 적어도 어느 하나를 구비하는, 냉각장치가 직접 접촉되도록 배치될 수 있다. 또, 열전소자(14) 상에 방열 구조체가 직접 접촉되도록 배치되며, 냉각핀(cooling pin) 또는 냉각팬(cooling fan) 중 적어도 어느 하나를 구비하는, 냉각장치를 더 포함할 수도 있다. 상기 세 가지 경우 모두 열전소자(14)가 지나치게 과열되어 손상되는 것을 방지할 수 있으며, 방열 구조체와 냉각장치가 모두 구성된 경우 발열량 측정 장치의 열전도율이 더 향상되어 열전소자(14)의 온도 제어를 더 빠르게 수행할 수 있다.
- [0048] 또한, 열전도부(15)는 대상 발열체(12)와 열전도부(15) 사이의 영역을 적절한 온도로 제어하는 기능을 한다. 열전도부(15)에 의해 측정부(10) 내부가 과열되지 않아 열전소자(14)의 특성 공식으로부터 높은 정확도의 열발생량을 측정하는 것을 돕는다.
- [0049] 상기 열전도부(15)는 대상 발열체(12) 또는 열전소자(14)가 어느 일정 온도 이상으로 과열될 경우에만 작동할 수도 있으며, 이와 반대로 열전도부(15)가 상시 작동할 경우, 대상 발열체(12)의 발열량을 정확하게 연산하기 전에 대상 발열체(12)의 온도를 낮출 수 있다. 이 경우, 상대적인 값으로 보정하여 대상 발열체(12)의 발열량을 비교할 수 있다.
- [0050] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 발열량 측정 장치를 개략적으로 도시하는 단면도이다.
- [0051] 도 2 및 도 4를 참조하면, 대상 발열체(12)가 발열량 측정 장치(1)의 중앙에 위치할 수 있다. 이 때, 열전소자(14)가 대상 발열체(12)의 상부와 하부면에 직접 접촉할 수 있다. 대상 발열체(12)로부터 발생된 열이 모두 열전소자(14)를 거쳐 전달되도록 열전소자가 접촉된 영역 이외의 모든 영역은 단일 케이스(34)에 의하여 열이 차단될 수 있다. 또, 열전소자(14) 상에 열전도부가 직접 접촉되도록 배치되어 열전소자에서 전달되는 열전도율을 더 향상시킬 수 있다.
- [0052] 또한, 대상 발열체(12)와 열전소자(14) 사이에 온도센서(18)가 형성될 수 있으며, 열전소자(14)에 전력을 인가할 수 있도록 케이블이 형성될 수도 있다. 예를 들어, 대상 발열체(12)에서 발열이 발생될 때, 대상 발열체(12)에서 발생된 열은 Q의 화살표 방향으로 열전소자(14)를 통하여 외부로 전달될 수 있다. 대상 발열체(12)에 접촉된 온도센서(18)에서 온도 변화가 감지되면, DAQ 모듈(26)로 온도 데이터가 전달되고, DAQ 모듈(26)로부터 제어부(22)와 연산부(24)에 각각 온도 데이터를 전달된다.
- [0053] 연산부(24)에서 열전소자(14)에 인가할 전력량을 연산한 후 제어부(22)에서 전력공급장치(28)를 통해 열전소자(14)에 전력을 인가할 수 있다. 이렇게 인가된 전력에 의해 열전소자(14)의 온도가 낮아지게 되고, 대상 발열체(12)의 온도를 기설정된 온도조건으로 제어할 수 있도록 도와준다.
- [0054] 제어연산부(20)가 일련의 과정을 거쳐 대상 발열체(12)의 온도를 기설정된 온도조건으로 제어하는 동안 제어연산부(20)의 연산부(24)에서 전력공급장치(28)에서 인가된 전력량 또는 열전소자(14)에서 소모되는 총 전력량을 측정하여 대상 발열체(12)의 발열량을 연산할 수 있다.
- [0055] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 발열량 측정 장치의 구성요소를 개략적으로 도시하는 사시도이다. 도 6은 도 5의 발열량 측정 장치의 구성요소를 결합한 발열량 측정 장치를 개략적으로 도시하는 사시도이다.
- [0056] 도 5와 도 6을 참조하면, 발열량 측정 장치(1)의 구성요소를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 발열량 측정 장치를 지지할 수 있는 프레임(30)이 하단부에 형성될 수 있다. 그 위로 절연체(32)가 프레임 상에 조립될 수 있다. 이 절연체(32)는 발열량 측정 장치에서 전달되는 열을 차단하기 위한 용도로 단일 케이스의 2차 보호 기능을 할 수 있다.

- [0057] 절연체(32) 상에 단일 케이스(34)를 결합할 수 있다. 단일 케이스(34)는 예를 들어, 테프론을 사용할 수 있다. 단일 케이스(34)의 구조는 대상 발열체(12)의 적어도 일부를 둘러싸는 구조이다. 이는 대상 발열체(12)와 열전도가 가능하게 설치된 열전소자(14)로만 열이 전달되어 외부로 빠져나갈 수 있도록 열전소자(14)가 접촉한 영역을 제외한 나머지 영역은 모두 단일 케이스(34)에 의해 차단될 수 있다.
- [0058] 대상 발열체(12)는 상기 단일 케이스(34)의 내부에 위치할 수 있으며, 대상 발열체(12)의 상부에 적어도 하나 이상의 열전소자(14)가 서로 이격되지 않고 서로 맞닿아 배치될 수 있다. 또, 상기 열전소자(14)는 방열 구조체(16)와 서로 이격되지 않고 서로 맞닿아 배치될 수 있다. 냉각장치(36)는 냉각성능을 향상시키기 위하여 상기 방열 구조체(16) 상에 배치할 수 있다.
- [0059] 도 6에 의하면, 상술한 구성요소들이 모두 결합한 발열량 측정 장치(10)의 모식도로써 대상 발열체(12) 및 열전소자(14)를 포함하는 측정부(10)는 외부에서 보이지 않게 밀폐되어 있는 구조임을 확인할 수 있다.
- [0060] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 발열량 측정 장치를 보여주는 사진이다.
- [0061] 도 7을 참조하면, 도 6의 발열량 측정 장치(1)의 모식도에서 볼 수 있듯이, 하단부에 단일 케이스(34)가 배치되어 있고, 단일 케이스(34)의 모서리에 프레임(30)이 형성되고, 단일 케이스(34)의 상부에 냉각장치(36)가 형성되어 있는 발열량 측정 장치(1)를 볼 수 있다.
- [0062] [실험예]
- [0063] 발열량 측정 장치(1)의 내부에 배터리를 배치한다. PID 제어를 사용해 열전소자(14)의 온도를 제어하기 위해 사용한다. 상기 수학적 1을 참조하여 배터리에서 소모되는 전류와 온도의 차이를 측정하여 10개의 기준 발열량을 이용해 실험적으로 k_1 , k_2 , k_3 모델계수를 각각 구한다. 구해진 모델계수를 적용하여 실제 열전소자에서 소모된 전력량과 추정된 발열량을 비교한다.
- [0064] 이 때, 배터리에서 발생하는 모든 발열은 외부로 빠져나간다고 가정하면, 배터리의 온도를 열전소자(14)를 이용하여 일정하게 제어할 수 있다. 배터리의 온도를 일정하게 제어하기 위해 열전소자(14)의 냉각에 소모되는 전력량을 연산하여 배터리의 발열량을 측정할 수 있다.

표 1

[0065]

	기준 발열량(W)	열전소자에서 소모되는 전류(A)	온도차(℃)
1	0.5	0.1173	1.887
2	1	0.1805	2.233
3	1.5	0.2644	3.080
4	2	0.3507	3.996
5	2.5	0.4539	5.040
6	3	0.5528	6.240
7	3.5	0.6793	7.656
8	4	0.8029	9.440
9	4.5	0.9530	11.31
10	5	1.1870	14.72

- [0066] 표 1에 나타난 것처럼, 기준 발열량을 토대로 열전소자(14)에서 소모되는 전류를 측정하고, 그에 따른 온도편차를 계산하면, 실험적으로 k_1 , k_2 , k_3 모델계수를 구할 수 있다. 수학적 1에 대입하여 약 95% 신뢰구간에 포함되는 모델계수의 값은 $k_1=-1.291$, $k_2=9.673$, $k_3=-0.3156$ 임을 알 수 있다. 이 때, R-스퀘어(R-square) 값이 0.9996으로 신뢰도가 높음을 확인할 수 있다. 또, 평균 제곱근 편차(RMSE) 값이 0.0359로 오차 역시 낮은 수치임을 확인할 수 있다.
- [0067] 도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 일 실험예에 따른 발열량 측정 데이터 결과를 나타내는 도면이다.
- [0068] 도 8a 내지 도 8c는 상기 모델계수를 구한 후 수학적 1에 대입 후 배터리의 발열량을 측정된 결과와 실험을 토대로 추정된 발열량의 값을 비교한 그래프이다. 먼저, 도 8a는 시간 변화에 따른 발열량을 살펴본 것으로, 평균 제곱근 편차 값이 0.0714W로 실험값과 추정값이 거의 일치함을 확인할 수 있다.
- [0069] 도 8b는 시간 변화에 따른 전류의 증가를 살펴본 것으로, 도 8a의 데이터 값과 비교하면, 발열량이 증가함에 따

라 배터리의 온도를 일정하게 유지하기 위해 열전소자에서 소모된 전류값이 동일한 시간범위에서 동일하게 증가함을 확인할 수 있다.

[0070] 도 8c는 시간 변화에 따른 온도편차를 살펴본 것으로, 도 8a와 도 8b와 같이 동일한 시간범위내에서 동일하게 온도편차값이 증가함을 확인할 수 있다.

[0071] 상술한 바와 같이 본 발명에서는 열전소자를 이용한 발열량 측정 장치(1)를 제조할 수 있다. 열전소자가 냉각 및 가열을 모두 수행할 수 있어, 기존의 발열량 측정 장치와 비교시 그 구조가 크게 단순화할 수 있다.

[0072] 또한, 대상 발열체(12)의 발열량을 계산하기 위한 공식이 실제 제작된 장비가 변화되거나 변형에 관계없이 대상 발열체(12)의 온도를 일정하게 유지하는데 사용된 열전소자(14)의 특성공식 즉, 수학적 1로 대체되어 대상 발열체(12)의 발열량을 연산하는 과정이 크게 단순화할 수 있다.

[0073] 열전소자(14)는 기존의 냉각 및 가열장치에 비하여 수 ms 수준의 짧은 반응속도를 지니고 있다. 이러한 열전소자(14)의 특성을 이용하여 제작된 발열량 측정장치(1)는 기존의 장치에 비하여 더욱 짧은 시간 단위 및 높은 정밀도로 대상 발열체(12)의 발열량을 측정할 수 있다.

[0074] 기존에 발열량 측정이 요구되었던 산업분야가 내열기관, 공장설비 등의 대형 장치를 대상으로 했다. 그러나 최근에는 휴대용 전자기기(스마트폰 등), 반도체(CPU 및 메모리 등) 또는 에너지 저장장치(배터리 및 연료전지) 등이 얼마만큼의 열을 발생하고, 이를 어떻게 해소할 것이냐가 중요하다.

[0075] 상기 분야의 장치들은 기존에 비해 상대적으로 적은 발열량을 가지며 또한 빠르게 변하는 열적특성을 지니고 있다. 따라서, 본 발명에 의하여 개발되는 장비들은 상대적으로 중소형 또는 적은 발열량을 가지는 장비, 즉, 열전소자 또는 전도체에 직접접촉이 가능한 모든 발열체를 포함할 수 있으며, 상술한 대상 발열체들이 어떠한 열 특성을 지니는지를 조사하여 연구하는 것이 필요한 모든 분야에 적용이 가능하다.

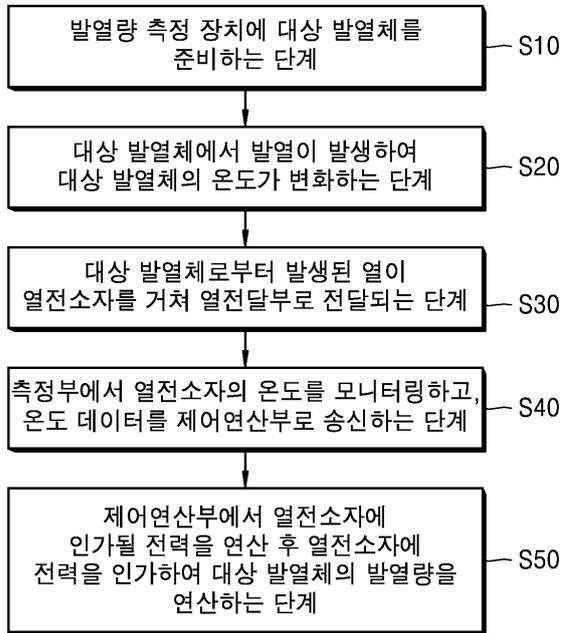
[0076] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

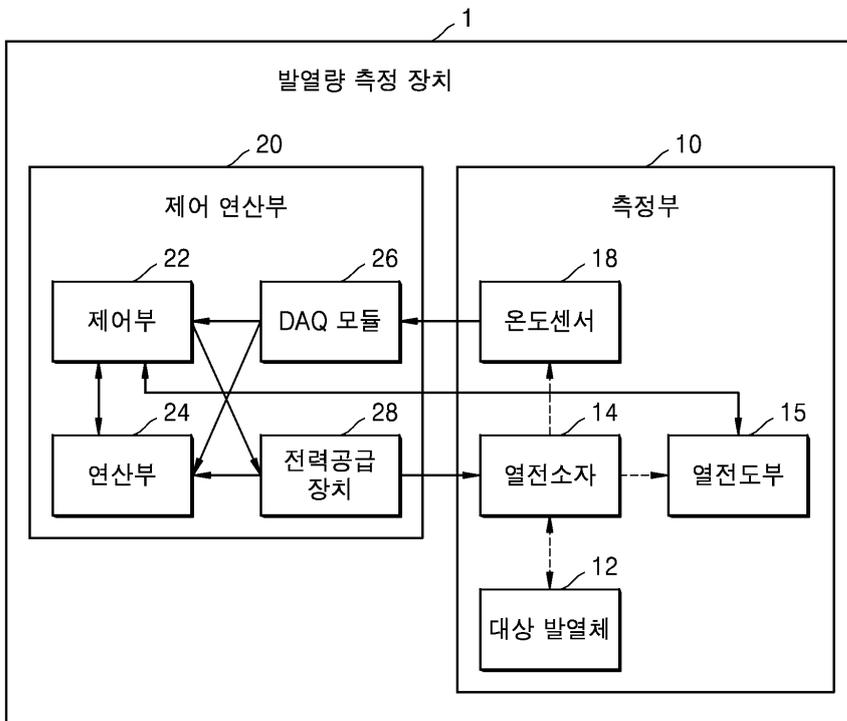
- [0077] 1 : 발열량 측정 장치 10 : 측정부
 12 : 대상 발열체 14 : 열전소자
 15 : 열전달부 16 : 방열 구조체
 18 : 온도센서 20 : 제어연산부
 22 : 제어부 24 : 연산부
 26 : DAQ 모듈 28 : 전력공급장치
 30 : 프레임 32 : 절연체
 34 : 단열 케이스 36 : 냉각장치

도면

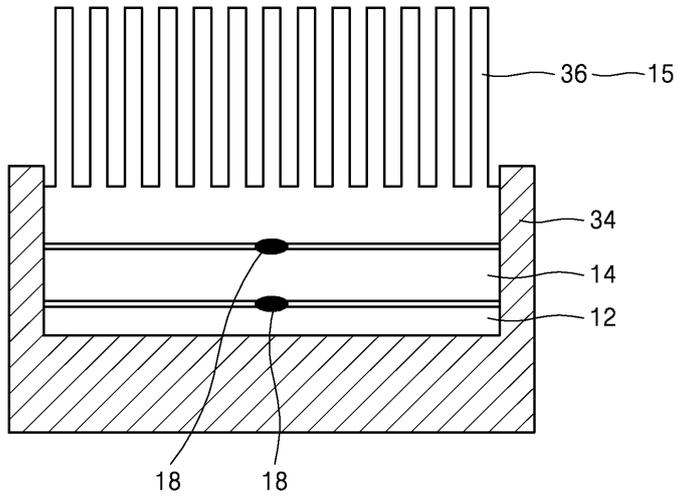
도면1



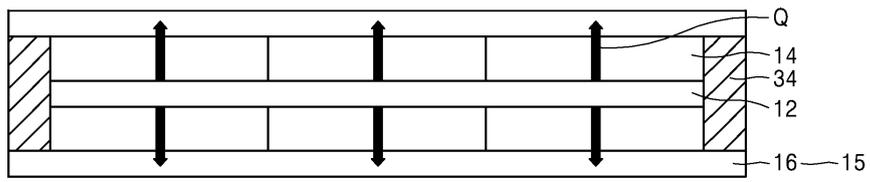
도면2



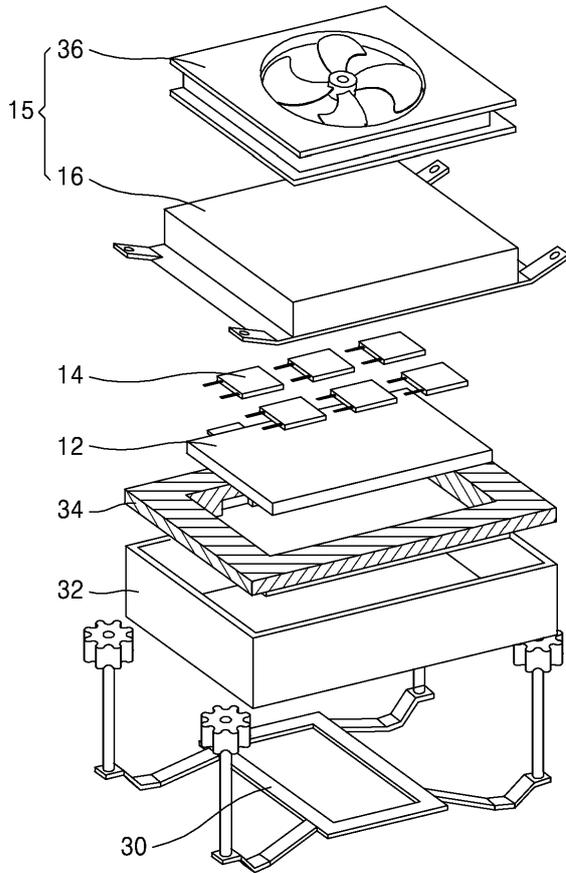
도면3



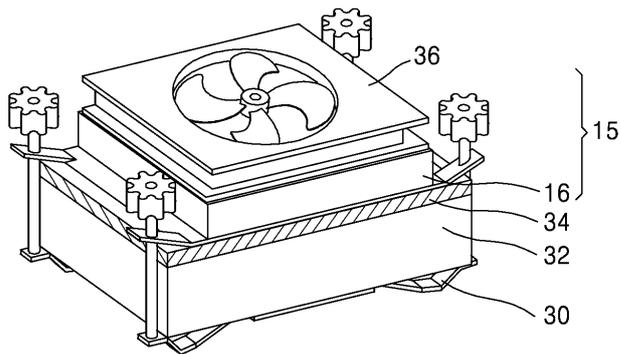
도면4



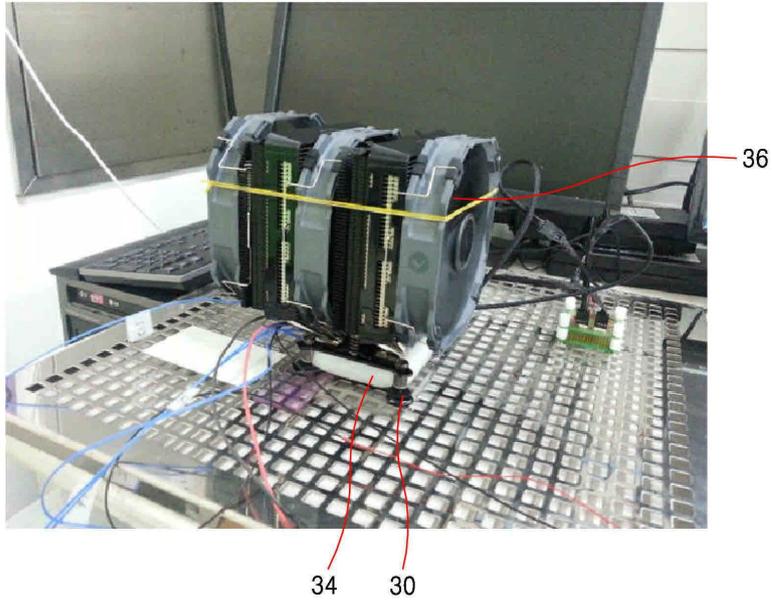
도면5



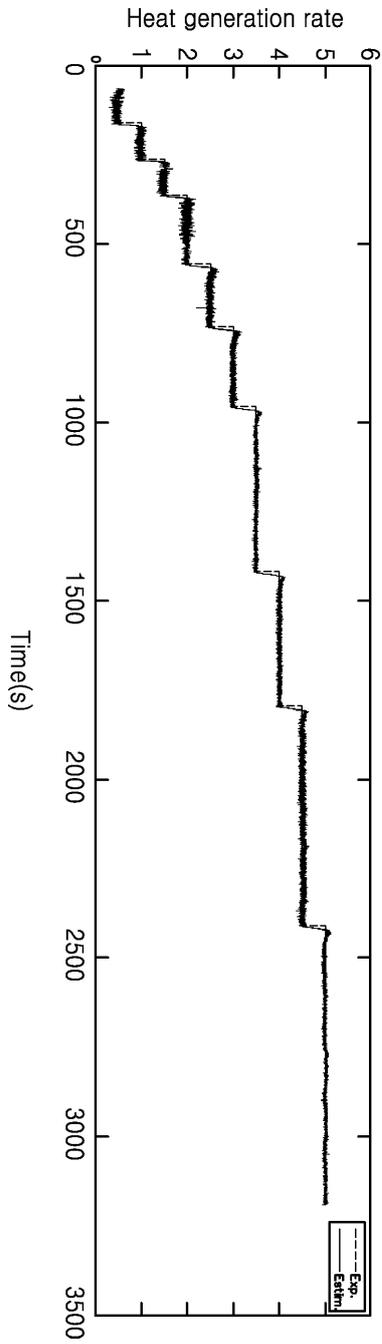
도면6



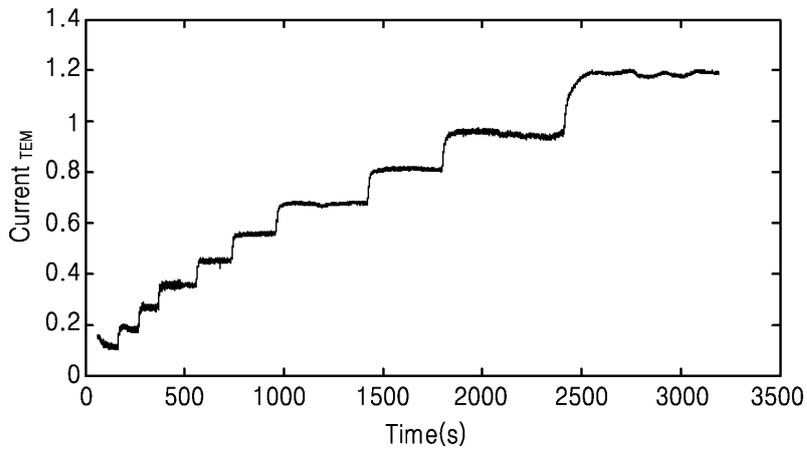
도면7



도면8a



도면8b



도면8c

