



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년05월27일  
 (11) 등록번호 10-1398901  
 (24) 등록일자 2014년05월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H05B 3/10 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0076165  
 (22) 출원일자 2012년07월12일  
 심사청구일자 2012년07월12일  
 (65) 공개번호 10-2014-0010502  
 (43) 공개일자 2014년01월27일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020040034968 A  
 KR1020060129234 A  
 KR1020110044341 A  
 KR1020060095390 A

(73) 특허권자  
 서울과학기술대학교 산학협력단  
 서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)  
 (72) 발명자  
 김용성  
 서울 강남구 남부순환로395길 10, 804호 (대치동, 성경8차아파트)  
 김규한  
 경기 평택시 지산2로 50, 112동 402호 (지산동, 건영아파트)  
 (74) 대리인  
 윤재승

전체 청구항 수 : 총 9 항

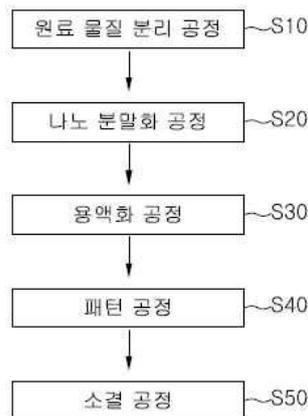
심사관 : 장경태

(54) 발명의 명칭 **슬러지를 이용한 히터 제조 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 슬러지를 이용한 히터 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명에 의하면, 탄화규소를 포함하는 슬러지로부터 탄화규소를 포함하는 원료 물질을 분리하는 단계; 상기 원료 물질을 나노 분말로 나노 분말화하는 단계; 상기 나노 분말을 나노 분말 용액으로 용액화하는 단계; 상기 나노 분말 용액을 방열 기관 상에 디지털 프린팅법으로 패턴하는 단계; 및 상기 패턴을 소결 처리하여 상기 방열 기관 상에 발열 패턴을 형성하는 단계;를 포함하는 슬러지를 이용한 히터 제조 방법이 제공된다.

**대표도** - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

단결정 실리콘 잉곳을 절삭하여 단결정 실리콘 웨이퍼를 제조하는 공정 중에 발생되어 탄화규소가 포함된 연마 입자를 포함하는 슬러지로부터 상기 탄화규소가 포함된 연마입자로 이루어진 원료 물질을 분리하는 단계;

상기 원료 물질을 나노 분말로 나노 분말화하는 단계;

상기 나노 분말을 나노 분말 용액으로 용액화하는 단계;

상기 나노 분말 용액을 방열 기관 상에 디지털 프린팅법으로 패터닝하는 단계; 및

상기 패터닝을 소결 처리하여 상기 방열 기관 상에 발열 패터닝을 형성하는 단계;를 포함하는 슬러지를 이용한 히터 제조 방법.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 발열 패터닝을 형성하는 단계 이후, 상기 발열 패터닝이 형성된 상기 방열 기관 상에 다른 방열 기관을 부착하여 히터를 형성하는 단계를 더 포함하는 슬러지를 이용한 히터 제조 방법.

### 청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 다른 방열 기관을 부착하기 전에, 상기 발열 패터닝이 형성된 상기 방열 기관 상에 절연층을 형성하는 단계를 더 포함하는 슬러지를 이용한 히터 제조 방법.

### 청구항 4

청구항 2에 있어서, 상기 발열 패터닝이 형성된 상기 방열 기관 상에 다른 방열 기관을 부착하여 히터를 형성하는 단계 이후, 상기 발열 패터닝이 형성된 또 다른 방열 기관을 형성하고, 상기 다른 방열 기관 상에 부착하여 단계를 적어도 2회 반복하는 슬러지를 이용한 히터 제조 방법.

### 청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 나노 분말화하는 단계는 상기 원료 물질을 볼 밀링법으로 볼 밀링하여 나노 분말화하는 단계인 슬러지를 이용한 히터 제조 방법.

### 청구항 6

청구항 5에 있어서, 상기 볼 밀링법은 지르코니아 볼(zirconia ball)을 이용하는 슬러지를 이용한 히터 제조 방법.

### 청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 용액화하는 단계는 상기 나노 분말에 용매 및 분산제를 혼합하는 단계인 슬러지를 이용한 히터 제조 방법.

### 청구항 8

청구항 7에 있어서, 상기 용매는 에탄올 또는 에틸렌 글리콜(ethylene glycol)을 포함하며, 상기 분산제는 PVP(polyvinylpyrrolidone) 또는 HPC(hydroxypropyl cellulose)를 포함하는 슬러지를 이용한 히터 제조 방법.

### 청구항 9

청구항 1에 있어서, 상기 발열 패터닝은 그 평면 형상이 사각 또는 타원 형상인 슬러지를 이용한 히터 제조 방법.

## 명세서

**기술분야**

[0001] 본 발명은 슬러지를 이용한 히터 제조 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 근래 들어, IT 또는 반도체 산업 등이 발전함에 따라 단결정 실리콘 웨이퍼의 수요가 매년 급증하는 추세이다. 상기 단결정 실리콘 웨이퍼는 단결정 실리콘 잉곳(ingot)을 실톱(wiresaw)으로 절삭하여 제조된다. 상기 단결정 실리콘 잉곳을 절삭할 때, 절삭유와 연마제를 공급하여 절삭한다.

[0003] 이러한 절삭 과정에서 단결정 실리콘 잉곳의 약 20 내지 30% 정도의 양이 슬러지로 손실된다. 상기 단결정 실리콘 웨이퍼 제조의 모든 부산물들, 예컨대, 실리콘 파티클, SiC 등의 연마제 또는 절삭유는 세정 과정에서 상기 단결정 실리콘 잉곳으로부터 제거된다.

[0004] 즉, 이러한 공정으로 절삭유에 실리콘 파티클, SiC 등의 연마제가 분산된 슬러지가 발생한다. 현재, 상기 슬러지는 특수산업폐기물로 분류되어 처리되고 있는 실정이다. 상기 슬러지는 실리콘 파티클과 절삭유를 함유하고 있어 소각처리할 수 없을 뿐만 아니라 매립을 할 수 없는데, 상기 슬러지를 소각 또는 매립하는 경우, 환경 오염 물질을 배출하거나, 상기 절삭유에 의한 토양 오염이 우려되기 때문이다.

[0005] 따라서, 상기 슬러지는 시멘트로 고형화하여 매립처리하는 특수한 방법으로 처리하고 있는 실정이다. 이러한 특수한 처리방법은 반도체 제조비용에 반영되고, 이로 인해 반도체 자체의 가격 상승에 영향을 미치고 있다.

[0006] 이러한 이유에서 환경적인 측면 및 자원의 유효이용 측면을 고려하여, 실리콘 파티클, SiC와 절삭유를 포함하는 슬러지를 재이용하는 연구가 요구되고 있다.

[0007] 한편, 탄화규소는 1000℃ 이상의 고온하에서도 강도, 내열성, 열충격저항성 및 내마모성등에 우수한 특성을 가지고 있어 히터의 재료로 이용될 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명의 목적은 단결정 실리콘 잉곳을 절삭하는 과정 등에서 발생된 슬러지를 이용하여 히터를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면에 따르면, 탄화규소를 포함하는 슬러지로부터 탄화규소를 포함하는 원료 물질을 분리하는 단계; 상기 원료 물질을 나노 분말로 나노 분말화하는 단계; 상기 나노 분말을 나노 분말 용액으로 용액화하는 단계; 상기 나노 분말 용액을 방열 기관 상에 디지털 프린팅법으로 패터닝하는 단계; 및 상기 패터닝을 소결 처리하여 상기 방열 기관 상에 발열 패터닝을 형성하는 단계;를 포함하는 슬러지를 이용한 히터 제조 방법이 제공된다.

[0010] 상기 슬러지를 이용한 히터 제조 방법은 상기 발열 패터닝을 형성하는 단계 이후, 상기 발열 패터닝이 형성된 상기 방열 기관 상에 다른 방열 기관을 부착하여 히터를 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 슬러지를 이용한 히터 제조 방법은 상기 다른 방열 기관을 부착하기 전에, 상기 발열 패터닝이 형성된 상기 방열 기관 상에 절연층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 슬러지를 이용한 히터 제조 방법은 상기 발열 패터닝이 형성된 상기 방열 기관 상에 다른 방열 기관을 부착하여 히터를 형성하는 단계 이후, 상기 발열 패터닝이 형성된 또 다른 방열 기관을 형성하고, 상기 다른 방열 기관 상에 부착하여 단계를 적어도 2회 반복할 수 있다.

[0013] 상기 나노 분말화하는 단계는 상기 원료 물질을 볼 밀링법으로 볼 밀링하여 나노 분말화하는 단계일 수 있다. 상기 볼 밀링법은 지르코니아 볼(zirconia ball)을 이용하는 것일 수 있다. 상기 용액화하는 단계는 상기 나노 분말에 용매 및 분산제를 혼합하는 단계일 수 있다.

[0014] 상기 용매는 에탄올 또는 에틸렌 글리콜(ethylene glycol)을 포함하며, 상기 분산제는 PVP(polyvinylpyrrolidone) 또는 HPC(hydroxypropyl cellulose)를 포함할 수 있다. 상기 발열 패터닝은 그 평면

형상이 사각 또는 타원 형상일 수 있다.

**발명의 효과**

[0015] 본 발명에 의하면, 단결정 실리콘 잉곳을 절삭하는 과정 등에서 발생된 슬러지를 이용하여 히터를 제조하는 방법을 제공하는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 히터를 제조하는 방법을 보여주는 흐름도이다.  
 도 2a 및 도 2b는 도 1에 의해 제조된 발열 패턴의 실시 예들을 보여주는 개념도이다.  
 도 3a 내지 도 3b는 도 1에 의해 제조된 히터의 실시 예들을 보여주는 개념도이다.  
 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 히터를 제조하는 방법에 의해 제조된 히터의 평면도이다.  
 도 5a 및 도 5b는 도 4의 히터의 발열 실험 결과를 정리한 표 및 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시 예들을 상세히 설명하기로 한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 히터를 제조하는 방법을 보여주는 흐름도이다.

[0019] 도 2a 및 도 2b는 도 1에 의해 제조된 발열 패턴의 실시 예들을 보여주는 개념도이고, 도 3a 내지 도 3b는 도 1에 의해 제조된 히터의 실시 예들을 보여주는 개념도이다.

[0020] 도 1 내지 도 3b를 참조하여 설명하면, 우선 슬러지를 준비한다.

[0021] 상기 슬러지는 반도체 제조 공정, 특히 단결정 실리콘 잉곳을 절삭하여 단결정 실리콘 웨이퍼를 제조하는 공정 중에 발생하는 것일 수 있다. 상기 슬러지는 상기 단결정 실리콘 잉곳의 일부인 실리콘 파티클, 즉, 실리콘을 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 슬러지는 연마제, 즉, 탄화규소(SiC)를 포함하는 연마 입자를 포함 수 있으며, 상기 슬러지는 절삭 유를 포함할 수 있다. 이어서, 상기 슬러지로부터 탄화규소(SiC)를 포함하는 연마 입자로 이루어진 원료 물질을 분리하는 원료 물질 분리 공정(S10)을 실시할 수 있다.

[0023] 상기 원료 물질의 분리는 여러 가지 방법으로 분리할 수 있다. 예컨대, 상기 슬러지를 침전하여 침전물을 형성하고, 상기 침전물을 걸러낸 후 상기 침전물을 화학적 처리하여 원료 물질을 분리할 수 있다.

[0024] 이때, 상기 원료 물질을 분리한 후, 상기 원료 물질 내의 실리콘을 탄화실리콘으로 변화시키기 위한 탄화실리콘 처리 공정을 더 포함할 수도 있다. 즉, 상기 원료 물질을 분리한 후, 상기 원료 물질에 탄소를 추가하고 열처리하여 상기 실리콘을 탄화실리콘을 변화시키는 공정을 더 진행할 수도 있다.

[0025] 또한, 상기 원료 물질을 분리한 후, 상기 원료 물질 내에 탄화실리콘을 제외한 다른 물질을 제거하는 원료 물질의 고순도화 처리를 실시할 수도 있다.

[0026] 이어서, 상기 원료 물질, 특히 상기 탄화실리콘을 나노 분말로 형성하는 나노 분말화 공정(S20)을 실시할 수 있다. 상기 원료 물질 내의 상기 탄화실리콘은 파티클 형태로 구비될 수 있는데, 상기 탄화실리콘 파티클을 나노 사이즈로 분말화하는 상기 나노 분말화 공정(S20)을 실시할 수 있다.

[0027] 상기 나노 분말화 공정(S20)은 상기 원료 물질을 볼 밀링법으로 볼 밀링함으로써 이루어질 수 있다. 상기 볼 밀링법은 상기 원료 물질을 볼을 이용하여 분쇄함으로써 분말화는 공정일 있다.

[0028] 예컨대, 상기 나노 분말화 공정(S20)은 상기 원료 물질을 볼 밀링 장치의 챔버 내부로 장입하되, 지르코니아 볼(zirconia ball)도 함께 장입한 후, 상기 지르코니아 볼을 이용하여 상기 원료 물질을 수 시간 동안 볼 밀링하여 이루어질 수 있다.

[0029] 이어서, 상기 나노 분말화 공정(S20)에서 제조된 나노 분말을 나노 분말 용액에 분산시켜 나노 분말 용액으로 용액화하는 용액화 공정(S30)을 실시할 수 있다. 상기 용액화 공정(S30)은 상기 나노 분말을 용매에 혼합하여 분산시키는 공정일 수 있다. 상기 용매는 에탄올 또는 에틸렌 글리콜(ethylene glycol)을 포함할 수 있다.

- [0030] 상기 용매는 분산제를 포함할 수 있으며, 상기 분산제는 상기 용매 내에서 상기 나노 분말이 응집되는 것을 방지하여 상기 나노 분말이 상기 용매 내에서 분산되도록 하는 역할을 한다.
- [0031] 상기 분산제는 PVP(polyvinylpyrrolidone) 또는 HPC(hydroxypropyl cellulose)를 포함할 수 있다. 상기 나노 분말 용액을 방열 기관 또는 지지 기관 상에 디지털 프린팅법으로 디지털 프린팅하여 패턴을 형성하는 패턴 공정(S40)을 실시할 수 있다. 즉, 상기 용액화 공정(S30)은 상기 나노 분말을 잉크화하는 공정일 수 있으며, 상기 패턴 공정(S40)은 상기 잉크화된 나노 분말을 디지털 프린팅법 등으로 디지털 프린팅하여 패턴을 형성하는 공정일 수 있다.
- [0032] 한편, 상기 용액화 공정(S30)은 상기 나노 분말을 페이스트화하는 공정을 수 있으며, 상기 패턴 공정(S40)은 상기 페이스트화된 나노 분말을 패턴화하여 패턴을 형성하는 공정일 수 있다.
- [0033] 이어서, 상기 방열 기관 또는 지지 기관 상에 상기 패턴된 나노 분말 용액, 즉, 상기 패턴을 소결 처리하여 상기 방열 기관 또는 지지 기관 상에 발열 패턴을 형성하는 소결 공정(S50)을 실시할 수 있다.
- [0034] 상기 소결 공정(S50)은 상기 패턴을 고온에서 열처리하거나, 또는 고온에서 열처리하는 동시에 가압하여 상기 패턴 내에 존재하는 상기 나노 분말을 치밀화하여 발열 패턴을 형성하는 공정일 수 있다.
- [0035] 상기 소결 공정(S50)을 실시한 후, 도 2a 또는 도 2b에 도시된 바와 같이 상기 방열 기관(110) 또는 지지 기관(미도시) 상에 발열 패턴(120)을 형성할 수 있다.
- [0036] 이때, 도 2a 또는 도 2b에서 도시하고 있지 않지만, 상기 발열 패턴(120)을 상기 지지 기관(미도시) 상에 형성하는 경우, 상기 소결 공정(S50)을 실시한 후, 상기 발열 패턴(120)을 상기 방열 기관(110)으로 이동시키는 별도의 공정을 진행할 수 있다.
- [0037] 상기 방열 기관(110)은 열전도성이 우수한 금속 또는 방열 플라스틱일 수 있으며, 상기 방열 기관(110)이 도전성 물질로 이루어지는 경우, 상기 방열 기관(110)의 표면에 상기 발열 패턴(120)과의 절연을 위한 절연층을 형성한 후, 상기 발열 패턴(120)을 형성할 수도 있다.
- [0038] 상기 발열 패턴(120)은 다양한 형태로 구비될 수 있다. 예컨대, 상기 발열 패턴(120)은, 도 2a에 도시된 바와 같이, 그 평면 형상이 사각 형상으로 형성될 수 있고, 상기 발열 패턴(120)은, 도 2b에 도시된 바와 같이, 그 평면 형상이 타원 형상으로 형성될 수 있다.
- [0039] 그리고, 상기 발열 패턴(120)이 형성된 상기 방열 기관(110) 상에 다른 방열 기관(110)을 부착하여 히터(100)를 완성할 수 있다. 따라서, 상기 히터(100)는, 도 3a에 도시된 바와 같이, 적어도 두 개의 방열 기관(110)을 구비하고, 상기 방열 기관(110) 사이에 상기 발열 패턴(120)을 형성함으로써 형성될 수 있다.
- [0040] 또한, 상기 히터(100)는, 도 3b에 도시된 바와 같이, 적어도 두 개의 방열 기관(110)을 구비하고, 상기 방열 기관(110) 사이에 적어도 두 층을 적층된 적어도 구개의 상기 발열 패턴(120)을 구비하고, 상기 발열 패턴(120)의 층들 사이는 상기 발열 패턴(120)들을 절연하는 절연층(130)을 개재하여 형성할 수 있다.
- [0041] 즉, 상기 히터(100)는 상기 소결 공정(S50)을 실시하여 상기 발열 패턴(120)이 형성된 방열 기관(110)을 적어도 두 개 이상 구비하고, 상기 발열 패턴(120)이 형성된 방열 기관(110)들 중 하나의 기관 상에 상기 절연층(130)을 형성한 후, 상기 발열 패턴(120)이 형성된 방열 기관(110)들을 서로 결합하여 형성할 수 있다.
- [0042] 또한, 상기 히터(100)는, 도 3c에 도시된 바와 같이, 적어도 세 개의 방열 기관(110)을 구비하고, 상기 방열 기관(110)들 사이 사이에 상기 발열 패턴(120)을 구비한 형태로 형성할 수 있다.
- [0043] 즉, 상기 히터(100)는 상기 소결 공정(S50)을 실시하여 상기 방열 기관(110) 상에 발열 패턴(120)을 형성한 후, 상기 발열 패턴(120)이 형성된 상기 방열 기관(110) 상에 다른 발열 패턴(110)을 부착하고, 상기 소결 공정(S50)을 다시 실시하여 또 다른 방열 기관(110) 상에 상기 발열 패턴(120)을 형성하고, 상기 발열 패턴(120)이 형성된 또 다른 방열 기관(110)을 상기 다른 방열 기관 상에 부착하여 과정을 적어도 2회 반복하여 형성할 수 있다.
- [0044] <히터 발열 실험>
- [0045] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 히터를 제조하는 방법에 의해 제조된 히터의 평면도이다. 도 5a 및 도 5b는 도 4의 히터의 발열 실험 결과를 정리한 표 및 그래프이다.
- [0046] 본 발명의 일 실시 예에 따른 히터를 제조하는 방법을 이용하여 도 4에 도시된 히터(200)를 제조하였다.

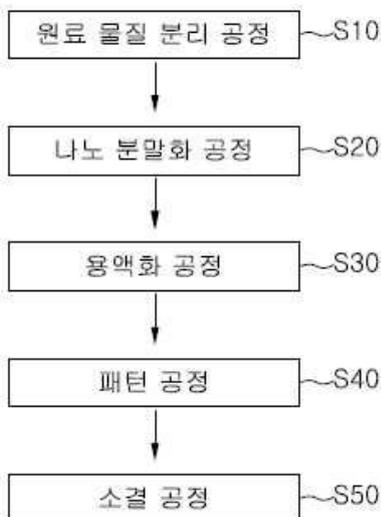
- [0047] 상기 히터(200)는 방열 기관(210) 상에 도 1을 참조하여 설명한 상기 원료 물질 분리 공정(S10), 나노 분말화 공정(S20), 용액화 공정(S30), 패턴 공정(S40) 및 소결 공정(S50)을 순차적으로 실시하여 발열 패턴(220)을 형성함으로써 형성될 수 있다.
- [0048] 이때, 상기 발열 패턴(220)은 그 총 길이(L)가  $7.58 \times 10 \text{cm}$ 이고, 그 단면적(A)이  $9.45 \times 10^{-5} \text{cm}^2$ 인 라인 형태로 형성하였다. 상기 발열 패턴(220)은 저항(R)이  $190 \Omega$ 으로 측정되어, 저항률( $\rho$ )은  $5.65 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 일 수 있다.
- [0049] 상기 히터(200)는 상기 발열 패턴(220)의 양측 끝단에 전극단(230)들을 형성하여 구비될 수 있다.
- [0050] 도 5a 및 도 5b에 도시된 표 및 그래프는 상기 히터(200)의 전극단(230)들에 일정 크기의 파워(W)를 인가하여 상기 히터(200)의 표면 온도를 측정한 결과들을 정리한 표 및 그래프이다.
- [0051] 이때, 상기 히터(200)의 표면 온도는 상기 히터(200)의 표면 중 가장 높은 온도로 발열되는 중앙 영역을 측정하였다.
- [0052] 상기 전극단(230)들을 통해 3.76W의 파워가 상기 발열 패턴(220)에 공급되는 경우, 상기 히터(200)의 표면 온도는  $129^\circ\text{C}$ 로 측정되었고, 4.91W의 파워가 공급되는 경우는  $152^\circ\text{C}$ 로 측정되었고, 6.15W의 파워는  $177^\circ\text{C}$ 로 측정되었고, 7.53W의 파워는  $195^\circ\text{C}$ 로 측정되었고, 8.93W의 파워는  $216^\circ\text{C}$ 로 측정되었고, 10.31W의 파워는  $248^\circ\text{C}$ 로 측정되었고, 11.85W의 파워는  $268^\circ\text{C}$ 로 측정되었고, 13.46W의 파워는  $291^\circ\text{C}$ 로 측정되었고, 15.10W의 파워는  $316^\circ\text{C}$ 로 측정되었다.
- [0053] 즉, 상기 전극단(230)들을 통해 공급된 파워가 증가함에 따라 상기 히터(200)의 표면 온도 역시 선형적으로 증가됨을 알 수 있다.
- [0054] 이상 본 발명을 상기 실시 예들을 들어 설명하였으나, 본 발명은 이에 제한되는 것이 아니다. 당업자라면, 본 발명의 취지 및 범위를 벗어나지 않고 수정, 변경을 할 수 있으며 이러한 수정과 변경 또한 본 발명에 속하는 것임을 알 수 있을 것이다.

**부호의 설명**

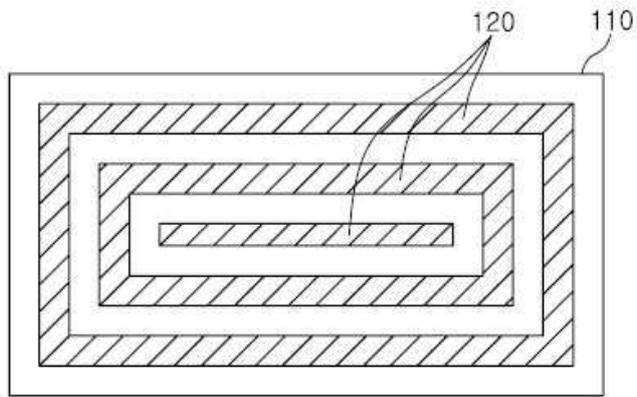
- [0055] 110 : 방열 기관                      120 : 발열 패턴
- 130 : 절연층

**도면**

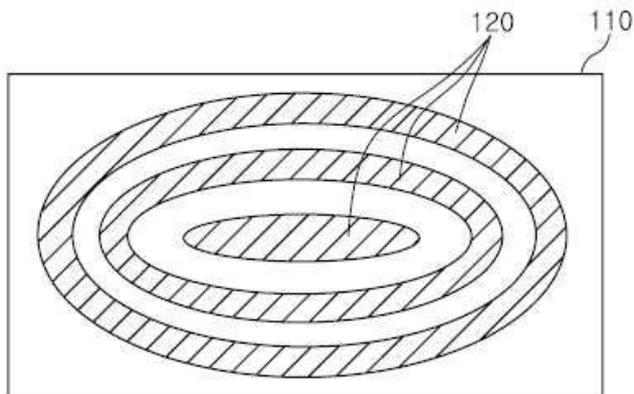
**도면1**



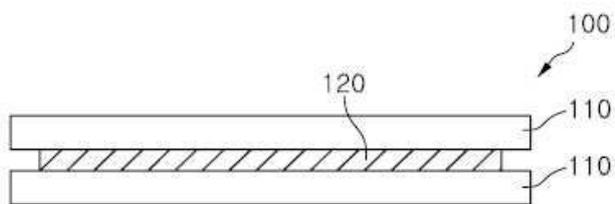
도면2a



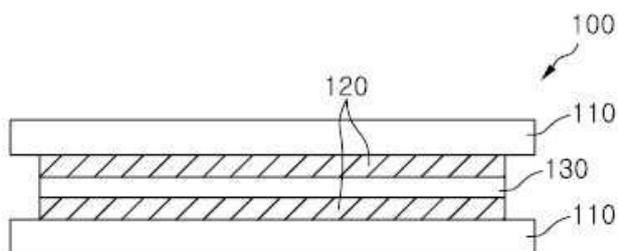
도면2b



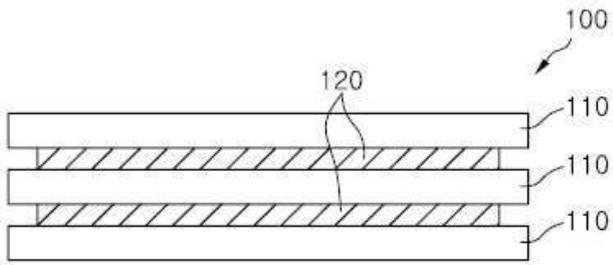
도면3a



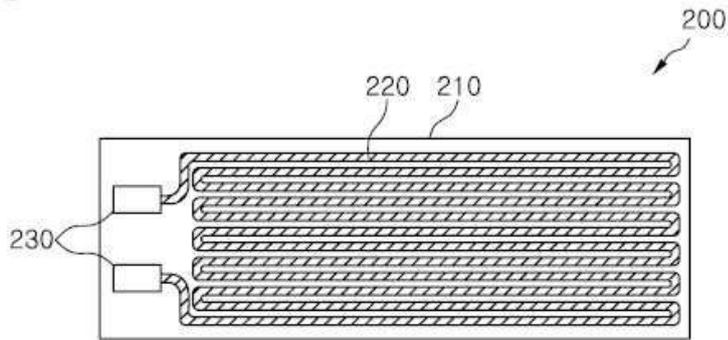
도면3b



도면3c



도면4



도면5a

파워(W)	온도(°C)	전압(V)	전류(A)
3.76	129	30	0.125
4.91	152	35	0.140
6.15	177	40	0.153
7.53	195	45	0.167
8.93	216	50	0.178
10.31	248	55	0.187
11.85	268	60	0.197
13.46	291	65	0.207
15.10	316	70	0.215

