



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2023-0171960  
(43) 공개일자 2023년12월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/18 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01L 21/185 (2013.01)  
H01L 21/02002 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7038723
- (22) 출원일자(국제) 2022년04월12일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2023년11월09일
- (86) 국제출원번호 PCT/FR2022/050691
- (87) 국제공개번호 WO 2022/219283  
국제공개일자 2022년10월20일
- (30) 우선권주장  
FR2103986 2021년04월16일 프랑스(FR)

- (71) 출원인  
폼미사리아 아 레네르지 아토미끄 에프 옥스 에너지스 엘터네이티브즈  
프랑스 파리 에프-75015 바띠멍 르 뽀낭 데 뒤 르블랑 25  
소이텍  
프랑스, 에프-38190 베흔느, 슈망 데 프랑크, 빠떼끄놀로지끄 데 풍뎨느
- (72) 발명자  
루마니 마릴린  
프랑스 38054 그르노블 세텍스 9 에비뉴 데 마르티 17 씨이에이 그르노블 내  
나보네 크리스텔  
프랑스 38054 그르노블 세텍스 09 에비뉴 데 마르티 17 씨이에이 그르노블 내  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
유미특허법인

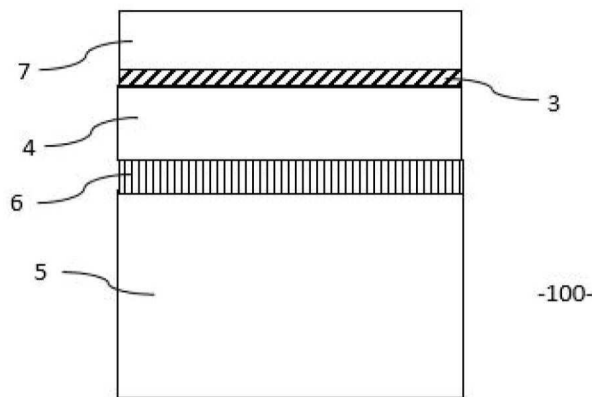
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **다층 구조물의 제조 방법**

**(57) 요약**

다층 구조물(100)을 제조하기 위한 방법으로서: a) 제1기판(1)을 제공하는 단계, b) 제1기판(1) 상에 무기 입자로 충전된 프리세라믹 폴리머를 포함하는 전구체 배합물의 두꺼운 층(4)을 퇴적하는 단계, c) 제2기판(5)을 제공하는 단계, d) 두꺼운 층(4)과 제2기판(5)을 접착제로 결합하는 단계, e) 활성층(7)을 얻기 위해 제1기판(1) 또는 제2기판(5)을 박층화하는 단계, 및 f) 두꺼운 층(4)의 프리세라믹 폴리머를 세라믹화하여 세라믹 매트릭스 복합 재료를 얻도록 열분해 열처리를 적용하는 단계를 포함하고, 무기 입자의 충전 함량 및 성질은 두꺼운 층(4)이 제1기판(1)의 열팽창 계수 및 제2기판(5)의 열팽창 계수에 비해 최대 15%만큼 다른 열팽창 계수를 갖도록 선택된다.

**대표도 - 도7**



(52) CPC특허분류

*H01L 21/02205* (2013.01)

(72) 발명자

**퀘나드 세바스티앵**

프랑스 38054 그르노블 세텍스 9 애비뉴 데 마르티  
17 씨이에이 그르노블 내

**란드루 디디에**

프랑스 38190 베르넝 슈망 데 프랑크 팍 테크놀로  
지크 데 폰텐 소이텍 내

**베이티조 크리스텔**

프랑스 38190 베르넝 슈망 데 프랑크 팍 테크놀로  
지크 데 폰텐 소이텍 내

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

마이크로일렉트로닉스 분야에서의 적용을 의도한 다층 구조물(100)을 제조하기 위한 방법으로서,

- a) 제1기판(1)을 제공하는 단계,
- b) 상기 제1기판(1) 상에 무기 입자가 충전된 프리세라믹 폴리머를 포함하는 전구체 배합물(precursor formulation)의 두꺼운 층(4)을 퇴적하는 단계,
- c) 제2기판(5)을 제공하는 단계,
- d) 상기 두꺼운 층(4)과 상기 제2기판(5)을 결합하는 단계,
- e) 활성층(7)을 얻기 위해 기 제1기판(1) 또는 상기 제2기판(5)을 박층화하는 단계, 및
- f) 상기 두꺼운 층(4)의 프리세라믹 폴리머를 세라믹화하여 세라믹 매트릭스 복합 재료를 얻기 위해 열분해 열처리를 적용하는 단계를 포함하고,

상기 두꺼운 층(4)이 실온과 열분해 온도 사이에서 상기 제1기판(1) 및 상기 제2기판(5)의 열팽창 계수에 비해 최대 15%만큼 상이한 열팽창 계수를 갖도록 상기 무기 입자의 충전을 및 성질이 선택되는, 다층 구조물의 제조 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 두꺼운 층(4)과 상기 제2기판(5) 사이를 결합하는 단계(d)는 상기 제2기판(5) 및/또는 상기 두꺼운 층(4) 상에 사전에 형성된 접착 프라이머 층(6)을 통해 실행되는, 다층 구조물의 제조 방법.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 결합하는 단계(d)는 스택(10)을 형성하기 위해 상기 두꺼운 층(4)과 상기 제2기판(5)을 접촉시키는 단계, 및 상기 스택(10)을 열간 압착하는 단계(i)를 포함하는, 다층 구조물의 제조 방법.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전구체 배합물은 상기 프리세라믹 폴리머의 체적을 기준으로 50체적% 내지 80체적% 범위의 무기 입자 충전을 포함하는, 다층 구조물의 제조 방법.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 무기 입자는  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  및 이들 무기 입자의 혼합물로부터 선택되는, 다층 구조물의 제조 방법.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전구체 배합물의 프리세라믹 폴리머는 폴리실록산, 폴리카보실란, 폴리카보실록산 폴리실라잔, 폴리실세퀴옥산, 폴리실릴카보디이미드, 폴리실세퀴카보디이미드, 폴리실세퀴아잔, 폴리보로실란, 폴리보로실록산, 폴리보로실라잔, 및 이들 폴리머의 조합을 포함하는 그룹으로부터 선택되는, 다층 구조물의 제조 방법.

**청구항 7**

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 두꺼운 층(4)을 퇴적하는 단계(b)는, 상기 전구체 배합물이 액체일 때, 코팅 또는 스크린 인쇄에 의해 실행되는, 다층 구조물의 제조 방법.

**청구항 8**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

단계(b) 전에 약화 평면(2)을 생성하도록 상기 제1기판(1)에 이온종을 주입하는 단계(a1)를 포함하고, 상기 박층화 단계(e)는 상기 약화 평면(2)을 따른 파단을 포함하는, 다층 구조물의 제조 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 주입하는 단계(a1) 후에 주입된 면 위에 보강층(3)을 퇴적하는 단계(a2)를 포함하는, 다층 구조물의 제조 방법.

**청구항 10**

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 박층화 단계(e)는 10 마이크로미터 내지 140 마이크로미터 범위의 활성층(7)의 두께를 얻도록 평활화(rectification)에 의해 실행되는, 다층 구조물의 제조 방법.

**청구항 11**

마이크로일렉트로닉스에 적용하도록 의도된 다층 구조물(100)로서,

상기 다층 구조물(100)은 제1기판(1) 및 제2기판(5) 중 하나로 이루어지는 지지 기판과 활성층(7) 사이에 배치되는 두꺼운 층(4)을 포함하고, 상기 활성층(7)은 상기 제1기판(1) 및 상기 제2기판(5) 중 다른 하나의 박층화로로부터 유래하고, 상기 두꺼운 층(4)은 세라믹 매트릭스 및 무기 입자를 포함하는 복합 재료를 포함하고, 상기 무기 입자의 성질 및 충전율은 상기 두꺼운 층(4)이 상기 지지 기판의 재료의 CTE 및 상기 활성층(7)의 CTE에 비해 최대 15%만큼 다른 CTE를 갖도록 선택되는, 다층 구조물.

**청구항 12**

제11항에 따른 다층 구조물(100)을 열분해하여 형성되도록 의도된 중간 구조물로서,

상기 중간 구조물은 제1기판(1) 및 제2기판(5) 중 하나로 이루어지는 지지 기판과 활성층(7) 사이에 배치되는 두꺼운 층(4)을 포함하고, 상기 활성층(7)은 상기 제1기판(1) 및 상기 제2기판(5) 중 다른 하나의 박층화로로부터 유래하고, 상기 두꺼운 층(4)은 무기 입자가 충전된 프리세라믹 폴리머를 포함하고, 상기 무기 입자의 성질 및 충전율은 상기 두꺼운 층(4)이 상기 지지 기판의 재료의 CTE 및 실온과 상기 프리세라믹 폴리머의 열분해 온도 사이에서 상기 활성층(7)의 CTE에 비해 최대 15%만큼 다른 CTE를 갖도록 선택되는, 중간 구조물.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001]

본 발명은 마이크로일렉트로닉스의 일렉트로닉스(예를 들면, MEMS용), 옵토일렉트로닉스(예를 들면, LED용), 파워 일렉트로닉스, RF, 패키징 및 트랜스퍼 핸들 용도의 진보된 기판을 제조하는 분야에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 고온에 견디는 다층 구조물, 특히, 예를 들면, RF 컴포넌트의 통합을 위한 모듈 특성을 갖는 두꺼운 층에 의해 지지 기판으로부터 분리된 반도체 층을 제안하는 SeOI 유형(Semiconductor On Insulator)의 구조물을 제조하는 방법에 관한 것이다. 다른 양태에 따르면, 또한 본 발명은 상기 제조 방법에 의해 얻어지는 다층 구조물에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 현재의 추세는 컴포넌트의 고집적화 및 디바이스의 소형화 경향이 점점 더 증가하고 있고, 이에 따라 특히 방열 능력이 매우 양호하고, 온도 변화에 대한 저항성이 우수한 것 등의 성능이 향상된 기관에 대한 요구가 증가하고 있다. 점점 더 복잡해지는 구조물의 제조에는 1,000℃에 이르는 온도에서의 어닐링이 필요하고, 특히 RF 용도에서는 동작 온도가 800℃에 이를 수 있다는 것은 말할 것도 없다. 이러한 다층 구조물을 제조하는 데 필요한 다양한 재료는 구조물 내에서의 상이한 팽창의 원인이 된다. 이로 인해 결함의 발생, 층 내의 균열, 층의 박리를 유발할 수 있는 응력이 발생한다. 이러한 제약으로 인해 층들 사이의 결함을 얻기 위해 400℃의 최고 온도에 견디는 전통적인 폴리머를 사용하는 것은 가능하지 않다.

**발명의 내용**

[0003] 본 발명의 목적 중 하나는 전술한 장애 중 적어도 하나를 극복하는 다층 구조물을 제조하기 위한 방법을 제공하는 것이다. 이 목적을 위해, 본 발명은 마이크로일렉트로닉스의 분야에서 적용하도록 의도된 다층 구조물을 제조하기 위한 방법을 제공하며, 이 방법은:

- [0004] a) 제1기판을 제공하는 단계,
- [0005] b) 제1기판 상에 무기 입자가 충전된 프리세라믹 폴리머를 포함하는 전구체 배합물(precursor formulation)의 두꺼운 층을 퇴적하는 단계,
- [0006] c) 제2기판을 제공하는 단계,
- [0007] d) 두꺼운 층과 제2기판을 결합하는 단계,
- [0008] e) 특히 전자 디바이스를 수용하도록 의도된 활성층을 얻기 위해 제1기판 또는 제2기판을 박층화하는 단계, 및
- [0009] f) 두꺼운 층의 프리세라믹 폴리머를 세라믹화하여 세라믹 매트릭스 복합 재료를 얻기 위해 열분해 열처리를 적용하는 단계를 포함하고,

[0010] 무기 입자의 충전을 및 성질은 두꺼운 층이 제1기판의 열팽창 계수 및 실온과 열분해 온도 사이에서 제2기판의 열팽창 계수에 비해 최대 15%만큼 상이한, 유리하게는 제1기판의 열팽창 계수 및 제2기판의 열팽창 계수에 비해 최대 10%만큼 상이한, 예를 들면, 제1기판의 열팽창 계수 및 제2기판의 열팽창 계수에 비해 최대 5%만큼 상이한 열팽창 계수를 갖도록 선택된다.

[0011] 따라서, 본 발명에 따른 제조 방법에 의해 두꺼운 층의 특성 및 특히 열팽창 계수(열팽창 계수를 나타내는 약어 CTE로도 알려져 있음)가 제1기판 및 제2기판의 CTE와 양립할 수 있도록 조절될 수 있는 다층 구조물을 얻을 수 있다. 유리하게는, 이 구조물은 상당한 열변화를 수반하는 프로세스 또는 용도에서 사용될 수 있다.

[0012] 프리세라믹 폴리머 및 무기 입자의 선택의 폭이 크므로 폴리머의 특성과 퇴적되는 기판과의 호환성을 통해 표적 다층 구조물에 적합한 폴리머를 선택할 수 있는 가능성이 보장된다. 이 경우, 프리세라믹 폴리머 및 무기 입자는 가교 및 열분해 후 생성된 복합 재료가 제1지지체 및/또는 제2지지체의 열팽창 계수에 근접하는 열팽창 계수를 갖도록 선택된다. 따라서, 다층 구조물을 구성하는 재료들은 온도 변화 동안에 유사한 방식으로 팽창 및 수축하고, 이로 인해 균열, 결함 또는 층간 박리의 출현에 의해 층을 손상시킬 수 있는 응력을 피할 수 있다. 사용되는 무기 입자에 따라 두꺼운 층은 높은 방열 용량을 가지면서도 전기적으로 절연될 수 있다. 이는 특히 작동 온도가 800℃에 이를 수 있는 트랜지스터형 컴포넌트를 포함하는 용도에서 사용될 때 구조물의 온도를 조절하는 데 특히 유리하다. 따라서, 본 발명에 따른 두꺼운 층은 뛰어난 모듈성(modularity)을 가능하게 한다.

[0013] 또한, 프리세라믹 폴리머는 온도 저항성이 탁월하다는 이점이 있다. 실제로, 프리세라믹 폴리머는 고온에서의 열처리 후 소위 PDC(Polymer Derived Ceramics의 약어) 세라믹 물체를 제조하는 데 일반적으로 사용되는 유기/무기 폴리머이다.

[0014] 이는 구조물이, 특히, 예를 들면, 기관의 박층화를 위해 이온종의 주입에 의해 생성되는 결함을 해소할 위해 고온에서 열처리를 받을 수 있게 한다. 따라서, 이 방법은 특히 프리세라믹 폴리머의 열분해 단계에도 불구하고 그 제조 프로세스의 전체에 걸쳐 다층 구조물의 조립의 안정성을 보장하며, (활성층의 전자 컴포넌트에 관련된) 높은 작동 온도에도 견딘다.

[0015] 이와 같이 하여 얻어지는 복합 재료는 원하는 용도를 위해 충분한 기계적 강도를 갖는다. 실제로, 프리세라믹 폴리머는 무기 입자용 바인더이다. 열분해, 특히 1,000℃ 전후에서의 세라믹화 후에 무기 입자가 코팅된 세라믹 매트릭스의 형성으로 이어진다. 얻어진 PDC 세라믹 매트릭스는 본질적으로 비정질이고, 심지어 완전

비정질이고, 매트릭스 중에 균일하게 분산된 무기 입자에 서로 응집하지 않은 상태로 바이더를 형성한다. 열분해는 또한 두꺼운 층을 압축시킬 수 있다. 열분해보다 높은 온도에서 이루어지는 세라믹의 사전 소결 또는 소결이 목표 용도에 불필요하고, 이는 제조 비용을 유리하게 제한한다. 따라서, 이 제조 방법에 의해 고온에서 안정적이고 목표 용도에 맞게 특성을 쉽게 조절할 수 있는 다층 구조물을 간단하고 신뢰할 수 있는 방식으로 달성할 수 있다.

- [0016] '활성층'이라는 표현은 전기적 이벤트가 발생하는 반도체 재료로 제조된 층으로 이해해야 한다.
- [0017] '세라믹화하다' 또는 '세라믹화', 및 기타 파생어는 본 문서에서 열분해에 의해 프리세라믹 폴리머를 비소결 세라믹으로 변화하는 것으로 이해해야 한다.
- [0018] 유리하게는, 단계 (a)에서 퇴적된 두꺼운 층의 전구체 배합물은 프리세라믹 폴리머의 체적을 기준으로 50체적% 내지 80체적% 범위의 무기 입자 충전율을 포함한다. 이 충전율은 특히 열팽창 계수의 관점에서 두꺼운 층에 원하는 특성을 부여할 수 있다. 또한 세라믹화 과정에서 프리세라믹 폴리머의 치수 손실을 제한할 수 있다. 실제로, 프리세라믹 폴리머를 사용하면 폴리머를 세라믹으로 전환시킬 수 있는 열분해 과정에서 상당한 치수 변화가 유발된다. 이는 잔류 기계적 응력을 생성하여 결합과 균열을 초래하고 경우에 따라 프리세라믹 폴리머가 성형될 때 층의 붕괴를 일으킬 수 있다. 따라서, 필러가 존재하면 체적 손실을 제한할 수 있다.
- [0019] 더욱이, 충전율은 층 내에 충분한 양의 프리세라믹 폴리머가 존재하도록 충분히 낮게 유지한다. 이 재료는 세라믹화 전후에 무기 입자 바인더의 역할을 유지한다.
- [0020] 하나의 구성에 따르면, 무기 입자는  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  및 이들 무기 입자의 혼합물 중에서 선택된다. 이들 입자는 단독으로 또는 혼합물로서 프리세라믹 폴리머 및 세라믹 매트릭스에 다층 구조물에서 사용될 수 있는 반도체 재료의 CTE와 유사한 CTE를 부여하기 위해 사용된다.
- [0021] 사용되는 입자의 크기는 수 나노미터 내지 수백 마이크로미터까지 다양하며, 주로 원하는 층의 두께에 관련하여 선택된다. 접착 프라이머 층의 경우, 1 마이크로미터보다 작은 크기가 바람직하지만 수백 마이크로미터의 두꺼운 층의 경우에는 전술한 범위 전체를 사용할 수 있다.
- [0022] 구체적으로, 이 방법은 결합 단계(d) 전에, 표면을 평활화하여 원하는 층 두께에 도달하기 위해, 두꺼운 층을 평활화하는 단계를 포함한다. 전형적으로, 두꺼운 층의 두께는 10 내지 500 마이크로미터이다.
- [0023] 하나의 가능성에 따르면, 두꺼운 층은 세라믹화 과정에서 그 최초 두께의 20% 내지 50%를 손실한다. 세라믹화된 두꺼운 층의 두께는 세라믹화 전의 10 내지 500 마이크로미터의 두께를 갖는 두꺼운 층으로부터 출발하여 단계 (f) 후에 약 5 내지 400 마이크로미터 사이로 구성된다.
- [0024] 하나의 구성에 따르면, 전구체 배합물의 프리세라믹 폴리머는 폴리실록산, 폴리카보실란, 폴리실라잔, 폴리boro실란, 폴리실세퀴옥산, 폴리실틸카보디이미드, 폴리실세퀴카보디이미드, 폴리실세퀴아잔, 폴리boro실록산, 폴리boro실라잔 및 이들 폴리머의 조합 중에서 선택된다. 프리세라믹 폴리머의 성질의 선택은 원하는 다층 구조물을 위해 목표로 되는 특성에 의존하지만 이것이 퇴적되는 기관과의 적합성에도 의존한다.
- [0025] 폴리실록산, 폴리카보실란, 및 폴리실라잔으로부터 유래되는 프리세라믹 폴리머는 Hf, Zr, Ti, Al 등의 금속을 포함할 수 있다.
- [0026] 목표 세라믹 매트릭스는  $\text{SiO}_x\text{Cy}$ (여기서 x는 2 미만이고, y는 0가 아님),  $\text{SiCN}$ ,  $\text{Si(M)OC}$ ,  $\text{Si(M)C}$ ,  $\text{Si(M)CN}$ , 및  $\text{SiBCN}$  중에 있다.
- [0027] 하나의 가능성에 따르면, 두꺼운 층을 퇴적하는 단계(b)는, 전구체 배합물이 액체일 때, 코팅 또는 스크린 인쇄에 의해 실행된다. 원하는 점도를 갖는 액체 전구체 배합물을 얻기 위해 전구체 배합물에 용매를 첨가할 수 있다. 용매는 자일렌, MEK(Methyl Ethyl Ketone 또는, 예를 들면, Sigma Aldrich, Supelco 사로부터 입수가 가능한 2-부타논 용매) 또는 Diestone DLS(Socomore company에 의해 공급되는 용매 조성물) 중에서 선택된다.
- [0028] 다른 가능성에 따르면, 전구체 배합물이 고체일 때, 두꺼운 층을 퇴적하는 단계(b)는 열간 압착에 의해 실행된다.
- [0029] 유리하게는, 제1기관 및 제2기관이 실리콘으로 만들어지는 경우, 사용되는 프리세라믹 폴리머는 SILRES® MK 분말이고, 무기 입자는  $\text{SiC}$ 로 만들어지고, 전체가 실리콘의 CTE에 매우 근접하는 CTE를 갖는 세라믹이 된다.
- [0030] 본 발명의 방법의 특정 실시형태에 따르면, 제1기관 및 제2기관은 실리콘으로 만들어지고, 전구체 배합물은 2%

내지 4중량% 범위의 비율의 프리세라믹 폴리머 SILRES® MK 분말을 65 내지 72중량% 범위의 비율의 무기 SiC 입자 및 24% 내지 33중량% 범위의 비율의 용매(Diestone DLS 용매 등)와 혼합하여 제조한다.

- [0031] SiC 대신에 75-85% 비율의  $Si_3N_4$ 와 15-25% 비율의  $Al_2O_3$ 를 혼합한 무기 입자의 혼합물을 사용할 수도 있다.
- [0032] 45-70% 비율의  $Si_3N_4$ 과 30-55% 비율의 AlN의 혼합물도 CTE가 실리콘에 비해 10% 미만만큼 다른 두꺼운 층을 얻을 수 있다.
- [0033] 유리하계는, 상기 두꺼운 층과 상기 제2기판 사이를 결합하는 단계(d)는 제2기판 및/또는 두꺼운 층 상에 사전에 형성된 접착 프라이머 층을 통해 실행된다. 이 층은 두꺼운 층과 제2기판의 재료 사이의 결합 에너지를 향상시킬 수 있다. 이는 평활화 등의 기계적 단계를 받는 경우에 다층 구조물의 기계적 강도에 기여한다. 접착 프라이머 층의 성질의 선택은 열분해 온도에 대한 저항성을 부여하고 두꺼운 층과의 우수한 접착력을 얻도록 수행된다. 따라서, 이것은 액체 또는 고체 형태로 존재하는 프리세라믹 폴리머 중에서 선택되며, 이것에는 점도를 조절하고 그 도포를 용이하게 하기 위해 용매를 첨가할 수 있다.
- [0034] 하나의 가능성에 따르면, 접착 프라이머 층은 1 내지 10 마이크로미터 범위의 두께를 갖는다. 이 두께는 결합의 역할을 수행하기에 충분히 두껍고, 또한 균열이 발생하기 쉽다. 제2기판 및/또는 두꺼운 층 위에 미리 형성된 전구체 배합물은 Wacker사로부터 입수가능한 SILRES® H62C 폴리실록산 등의 접착 프리세라믹 폴리머 재료를 포함한다.
- [0035] 유리하계도, 접착 프리세라믹 폴리머가 제2기판 상에 퇴적될 때, 후자는 두꺼운 층과 접촉하기 전에 사전 가교 결합되어 양호한 결합을 가능하게 한다. 이 단계는 고려되는 폴리머의 가교 온도보다 낮은 온도에서 실행된다. 이 단계는 프리세라믹 폴리머를 안정화시키는 단계로 구성되고, 이것에 의해 폴리머의 열경화 상태의 직진 상태에 도달할 수 있다. 이 단계에서, 폴리머는 변형가능하지만 가용화되지는 않는다. 실제로, 사전 가교결합된 접착 프리세라믹 폴리머는 두꺼운 층과의 결합을 가능하게 하는 비가교결합(non-crosslinked) 기능을 약간 갖는다.
- [0036] 접착 프라이머 층이 두꺼운 층 상에 퇴적될 때, 두꺼운 층의 프리세라믹 폴리머는, 예를 들면, 프리세라믹 폴리머의 가교결합 온도보다 낮은 온도에서, 전형적으로는 50 내지 400°C에서 열처리를 실시함으로써 사전에 가교결합된다.
- [0037] (접착 프라이머 층의) 접착 프리세라믹 폴리머가, 예를 들면, SILRES® MK 분말의 고체 분말 형태인 변형체에 따르면, 이것을 두꺼운 층 상에 디스펜싱(dispensing)할 수 있다. 분말이 용융될 때 결합이 일어난다.
- [0038] 대안적으로, 접착 프라이머 층은 접착 프리세라믹 배합물의 총 체적의 최대 50%까지의 충전율로 이루어진다. 이로 인해 접착 폴리머의 가교결합시의 체적 수축을 제한할 수 있고, 또한 Cu, Ag, Al에 의한 전기 전도성 또는 SiC, AlN, BN에 의한 열 전도성 부여 등의 충전의 성질 및 충전율에 따라 접착 프라이머층을 기능화할 수 있다.
- [0039] 유리하계는, 결합 단계(d)는 스택을 형성하도록 두꺼운 층과 제2기판을 접촉시키는 단계, 및 상기 스택을 열간 압착하는 단계(i)를 포함한다.
- [0040] 이 단계로 인해 두꺼운 층과 제2기판 사이의 결합 에너지 및 다층 구조물로 이어지는 스택의 기계적 강도를 증가시킴으로써 결합을 안정화시킬 수 있다. 본 명세서에서, 접촉은 두꺼운 층과 제2기판의 직접적인 접촉에 의해, 또는 본 명세서에서 전술한 바와 같은 접착 프라이머 층을 통해 얻어지는 간접적인 접촉에 의해 실행될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0041] 하나의 가능성에 따르면, 열간 압착 단계(i)는 두꺼운 층의 프리세라믹 폴리머의 가교결합을 얻기 위해 100°C 내지 400°C 범위의 온도와 500 kPa 미만의 압력에서의 가교결합 열처리를 적용하는 것을 포함한다. 압력을 사용하면 결합 전의 복잡한 표면 처리 단계의 필요성을 제거할 수 있으나, 압력이 커지면 기판의 파손을 피하기 위해 표면을 평탄화하고 먼지를 제거해 주어야 한다. 더욱이, 접착 프리세라믹 폴리머는 필요에 따라 이 단계에서 가교결합된다.
- [0042] SILRES® MK 분말 프리세라믹 폴리머를 사용하는 특정의 경우, 가교결합 열처리는 0.1 내지 20°C/분, 바람직하게는 0.5°C/분 내지 5°C/분, 예를 들면, 1°C/분의 가열 램프(heating ramp)에 의해 적용된다.
- [0043] 하나의 가능성에 따르면, 이 방법의 단계(e)에 따른 박층화는 Smart Cut™ 기술에 의해 얻어진다. 이 방법은, 단계(b) 전에 약화 평면을 생성하도록 제1기판에 이온종을 주입하는 단계(a1)를 포함하고, 박층화 단계(e)는 약화 평면을 따른 파단 단계를 포함한다.

- [0044] 파단 단계는 열처리를 가한 후에 기계적 응력을 가하거나 가하지 않음으로써 언어질 수 있다. 그 후, 전형적으로 열분해 열처리는 파단 처리의 연속으로서 아르곤과 같은 중성 분위기 중에서 실행되며, 이로 인해 결합 계면이 강화된다. 가열 램프는 구조물의 변형을 피하기 위해 층의 두께, 열팽창 계수 및 고려되는 재료에 따라 신중하게 적용된다.
- [0045] 열간 압착 단계(i)는 적절한 경우에 단계(e)에 따른 파단 열 수치(fracture thermal budget)에 기여할 수 있다.
- [0046] 하나의 가능성에 따르면, 이 방법은 주입 단계(a1) 후에 주입된 면 위에 보강층을 퇴적하는 단계(a2)를 포함한다. 유리하게는, 보강층은 두꺼운 층을 퇴적하는 단계(b) 전에 퇴적된다.
- [0047] 바람직하게는, 보강층은 500 nm 내지 4 마이크로미터 범위의 두께에 걸쳐 300°C에서의 PECVD 등의 저온 퇴적 기술에 의해 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>에 형성된다. 보강층의 재료는 열분해 온도에서 안정적이며, 기판의 CTE에 근접하는 CTE를 갖는다. 또한, 사용되는 퇴적 조건은 방법의 이 단계에서 파단이 발생하지 않도록 주입된 영역을 보존한다.
- [0048] 대안적으로, 이 방법은 두꺼운 층을 퇴적하는 단계(b) 전에 두꺼운 층과 보강층 사이의 접촉을 개선하도록 보강층 상에 프리세라믹 폴리머로 만들어진 상보적 접착 프라이머 층을 퇴적하는 것을 포함한다. 이 상보적 접착 프라이머 층은 또한 상보적 보강 효과를 부여한다. 이에 따라 보강층의 두께를 줄일 수 있다.
- [0049] 파단에 의해 실행되는 단계(e)의 대안에 따르면, 이 방법은 10 마이크로미터 내지 140 마이크로미터, 유리하게는 20 내지 120 마이크로미터, 예를 들면, 90 마이크로미터 내지 110 마이크로미터 범위의 활성층 두께를 얻기 위해 평활화에 의해 실행되는 박층화를 제공한다.
- [0050] 유리하게는, 프로세스의 단계(f)는 질소의 존재 중에서 또는 아르곤 분위기 하에서 진공 열분해 열처리를 적용하는 것을 포함한다. 열분해는 제어된 분위기 하에서 수행된다. 예를 들면, 공기 중에서 산소의 존재 하에서의 열분해는 종종 분말 형태의 산화물의 원하지 않는 생성을 발생시킨다. 열분해 열처리의 온도는 세라믹 매트릭스의 소결 온도보다 낮다. 이것은 사용되는 프리세라믹 폴리머의 성질에 따라 달라진다.
- [0051] 제2양태에 따르면, 본 발명은 마이크로일렉트로닉스에서의 용도로 의도된 다층 구조물을 제공하며, 이 다층 구조물은 제1기판과 제2기판 중 하나로 이루어지는 지지 기판과 활성층 사이에 배치되는 두꺼운 층을 포함하고, 상기 활성층은 제1기판과 제2기판 중 다른 하나의 박층화로부터 유래하고, 두꺼운 층은 폴리머 및 무기 입자로부터 유래하는 세라믹 매트릭스를 포함하거나 이 세라믹 매트릭스로 이루어지는 복합 재료를 포함하거나 이 복합 재료로 이루어지고, 복합 재료의 무기 입자의 성질 및 충전율은, 두꺼운 층이 지지 기판의 재료의 CTE 및 활성층의 CTE에 비해 최대 15%만큼 상이한, 특히 지지 기판의 재료의 CTE 및 활성층의 CTE에 비해 최대 10%만큼 상이한, 예를 들면, 지지 기판의 재료의 CTE 및 활성층의 CTE에 비해 최대 5%만큼 상이한 CTE를 갖도록 선택된다.
- [0052] 이와 같이 구성된 다층 구조물은 실온과 사용 온도, 예를 들면, 800-1,000°C 사이에서 매우 우수한 기계적 강도를 갖는다.
- [0053] 본 명세서에서, 세라믹 매트릭스의 세라믹은 무기 입자가 충전된 프리세라믹 폴리머의 열분해로부터 유래하는 폴리머로부터 유래하는 세라믹이다. 상기 세라믹 매트릭스는 소결이 전혀 없다. 이것은 대부분 다결정인 소결된 세라믹과 달리 대부분 비정질이고, 경우에 따라 완전히 비정질이다.
- [0054] 유리하게는, 제1기판 및 제2기판은 동일한 재료로 제조된다.
- [0055] 하나의 구성에 따르면, 제1기판 및/또는 제2기판은 단결정 실리콘으로 제조된다.
- [0056] 하나의 가능성에 따르면, 활성층의 재료는 컴포넌트의 성능을 최적화하기 위해 단결정 재료들 중에서 선택된다.
- [0057] 다른 가능성에 따르면, 다층 구조물은 활성층 및 실리콘으로 제조된 지지 기판을 포함하고, 두꺼운 층은 SiO<sub>x</sub>C<sub>y</sub>의 세라믹 매트릭스(x는 2 미만이고 y는 0이 아님)이고, 무기 입자는 SiC로 구성된다.
- [0058] 다른 특징에 따르면, 본 발명의 다층 구조물을 제조하기 위한 방법 및 다층 구조물 자체는 다음의 임의의 특징 중 하나 이상을 단독으로 또는 조합으로 포함한다.
- [0059] - 두꺼운 층은 10 내지 500 마이크로미터 범위의 두께를 갖는다. 그것을 초과하면, 세라믹화 중에(다시 말하면, 열분해 중에) 균열이 발생할 위험이 높아진다.
- [0060] - 세라믹화된 두꺼운 층, 즉 세라믹 매트릭스 복합 재료 및 무기 입자를 포함하는 두꺼운 층은 약 5 내지 400

마이크로미터의 두께를 갖는다.

- [0061] - 두꺼운 층은 접착 프라이머 층을 통해 지지 기판 또는 활성층에 결합된다.
- [0062] - 접착 프라이머 층은 SILRES® H62C 또는 SILRES® MK 분말 등의 폴리실록산 프리세라믹 폴리머로 형성된다.
- [0063] - 접착 프라이머 층은 70% 내지 80중량% 범위의 비율의 SILRES® H62C의 폴리실록산 프리세라믹 폴리머를 포함하는 조성물로 형성되며, 20% 내지 30중량% 범위의 비율의 Diestone DLS 용매로 희석된다.
- [0064] - 접착 프라이머 층은 1 내지 10 마이크로미터의 범위의 두께를 갖는다.
- [0065] - 활성층은 1.4 마이크로미터 내지 100 마이크로미터의 가변 두께를 갖는다.
- [0066] - 파단 박층화(fracture thinning)에 의해 얻어지는 활성층은 유리하게는 1.4 내지 1.6 마이크로미터 범위의 두께를 갖는다.
- [0067] - 활성층은, 이것이 평활화에 의한 제1기판 및 제2기판의 박층화로부터 유래할 때, 10 내지 100 마이크로미터 범위의 두께를 갖는다.
- [0068] - 제1기판 및 제2기판의 재료는 반도체 재료, 특히 Si, Ge, GaN, 및/또는 SiC로부터 선택된다.
- [0069] - 제1기판 및 제2기판의 재료는 성질이 상이한 2 개의 재료로 구성된다.
- [0070] - 제1기판 및 제2기판의 재료는 성질이 동일한 2 개의 재료로 구성된다.
- [0071] - 제1기판 및 제2기판의 재료는 단결정이다.
- [0072] 이와 같이 하여 형성된 상기 다층 구조물은 평활화, 박층화, 화학기계적 폴리싱, 에칭, 유전체 또는 금속의 퇴적, 적어도 하나의 전자 컴포넌트를 수용하도록 의도된 활성층을 포함하는 적어도 하나의 층의 퇴적, 패터닝, 부동태화, 열처리, 또는 이들 처리들 중 하나 이상의 조합과 같은 전자 컴포넌트를 제조하도록 의도된 처리를 받을 수 있다.
- [0073] 본 발명의 기타 양태, 목적 및 이점은 비제한적 실시례로서 제공되고 또한 첨부 도면을 참조하여 이루어지는 본 발명의 2 가지 실시형태의 설명을 읽음으로써 더 잘 드러날 것이다. 도면은 그 가독성을 향상시키기 위해 표시된 모든 요소의 축척을 반드시 준수하지는 않는다. 도면에서 점선은 연속적인 형태의 재료 층에서 약화 평면을 뚜렷하고 명확하게 예시하기 위해 사용된다. 이하의 설명에서는 간결성을 위해, 다양한 실시형태의 동일하거나 유사하거나 또는 동등한 요소는 동일한 참조 번호를 사용한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0074] 도 1은 본 발명의 제1실시형태에 따른 제1기판에서 주입 단계(a1)를 예시하는 개략도이고,
- 도 2는 본 발명의 제1실시형태에 따른 보강층을 퇴적하는 단계(a2)를 예시하는 개략도이고,
- 도 3은 본 발명의 제1실시형태에 따른 두꺼운 층을 퇴적하는 단계(b)를 예시하는 개략도이고,
- 도 4는 본 발명의 제1실시형태에 따른 접착 프라이머 층으로 피복된 제2기판을 제공하는 단계(c)를 예시하는 개략도이고,
- 도 5는 본 발명의 제1실시형태에 따른 제2기판과 접촉하는 두꺼운 층을 열간 압착하는 단계(i)를 예시하는 개략도이고,
- 도 6은 본 발명의 제1실시형태에 따른 약화 평면을 따라 박층화하는 단계(e)를 예시하는 개략도이고,
- 도 7은 본 발명의 제1실시형태에 따라 얻어지는 다층 구조물을 예시하는 개략도이고,
- 도 8은 본 발명의 제2실시형태에 따른 두꺼운 층을 퇴적하는 단계(b)를 예시하는 개략도이고,
- 도 9는 도 8의 실시형태에 따른 열간 압착 단계(i)를 예시하는 개략도이고,
- 도 10은 도 8의 실시형태에 따른 박층화 단계(e)를 예시하는 개략도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0075] 본 발명의 방법의 제1실시형태가 도 1 내지 도 7에 예시되어 있으며, 여기서 다층 구조물(100)은 Smart Cut™

기술에 의해 얻어진다. 이를 위해, 그리고 도 1에 예시된 바와 같이, 실리콘으로 만들어진 제1기판(1)이 제공되고(단계 a), 다음에 기판(1)에 상당한 깊이의 약화 평면(2)을 얻기 위해 160 keV의 에너지를 갖는 수소 이온이 주입된다(단계 a1). 그 후, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>로 만들어진 보강층(3)을 제1기판(1)의 주입된 면 상에 퇴적하는 단계(a2)가 실행된다(도 2). 퇴적은 약 4 마이크로미터의 두께로 300°C에서 PECVD 등의 저온 기술에 의해 실행된다. 이렇게 구성된 보강층(3)의 CTE는 약  $3.3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 이며, 이는 실리콘의 CTE와 양립할 수 있다.

[0076] 도 3에 따르면, 두꺼운 층(4)은 건조 전구체 배합물의 총 체적의 100%에 대하여 30체적%의 폴리실록산 프리세라믹 폴리머 및 70체적%의 무기 SiC 입자( $4-4.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 의 CTE - 출전 Matweb.com 웹사이트)를 포함하는 전구체 배합물을 코팅함으로써 얻어진다. 예시되지 않은 다른 변형례에 따르면, 무기 입자의 체적 충전율은 입자의 성질 및 고려되는 기판의 재료에 따라 50 내지 70체적% 범위에 있다.

[0077] 더 구체적으로, 전구체 배합물은 약 2.4중량% 비율의 Wacker에 의해 분말 형태로 공급되는 SILRES® MK 분말 폴리실록산 프리세라믹 폴리머를 약 27.9중량% 비율의 Diestone DLS 용매 및 69.7중량% 비율의 무기 SiC 입자와 혼합하여 제조된다. 이 전구체 배합물 조성물은 실리콘의 CTE에 비해 10% 미만만큼 상이한 CTE를 가지며, J. Haisman(applied Optics 1999)에 따르면, 200°C 내지 1,000°C에서 3 내지  $4 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 이다. 다른 변형례에 따르면, 무기 SiC 입자는 75-85체적% 비율의 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>(CTE of  $3.3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ )와 15-25체적% 비율의 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(CTE of  $8.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ )의 혼합물에 의해 대체된다. 또 다른 변형례에 따르면, 무기 SiC 입자는 45-70체적% 비율의 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>와 30-55체적% 비율의 AlN(matweb 웹사이트에 따르면 25 내지 1,000°C에서  $5.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 의 CTE)의 혼합물에 의해 대체된다.

[0078] 그 후, 두꺼운 층(4)의 용매는 실온에서 증발하고, 두꺼운 층(4)은 원하는 두께로 박층화되도록 또한 표면을 평탄화하도록 평활화된다. 두꺼운 층(4)의 전형적인 두께는 원하는 용도에 따라 용매의 증발 후에 10 내지 500 마이크로미터의 범위이다.

[0079] 예시되지 않은 일 변형례에 따르면, 용매는 30 내지 100°C로 설정된 오븐 내에서 증발된다.

[0080] 예시되지 않은 다른 변형례에 따르면, SILRES® MK 분말 및 SiC에 기초한 전구체 배합물이 용매를 전혀 함유하고 있지 않은 경우에 두꺼운 층(4)의 퇴적은 열간 압착에 의해 실행된다.

[0081] 도 4에 예시된 바와 같이, 방법의 단계(c)에 따라 제2실리콘 기판(5)이 제공된다. 접착 프라이머 층(6)은 두꺼운 층(4)과의 결합을 촉진하도록 10 마이크로미터의 두께에 이르도록 표면에 퇴적된다. 이 접착 프라이머 층은 고열처리에 견디도록 그리고 자체가 프리세라믹 폴리머로 만들어진 두꺼운 층(4)과의 접착 및 결합을 촉진하도록 접착 프리세라믹 폴리머 중에서 선택된다. 이것은 본 명세서에서 Wacker로부터 액체 형태로 입수가 가능한 SILRES® H62C인 폴리실록산(전구체 배합물 전체의 75중량%)으로 구성되고, 이것은 Diestone DLS 용매(전구체 배합물 전체의 25중량%)로 희석된다. 도시되지 않은 다른 가능성에 따르면, 접착 프라이머 층(6)의 전구체 배합물은 목표 특성에 따라 및/또는 열분해 동안에 체적 수축을 제한하도록 금속, 세라믹 또는 폴리머 입자로 부화된다.

[0082] 이 접착 프라이머 층(6)에는 175°C의 온도에서 1 시간의 열처리를 실시함으로써 사전 가교결합 단계가 적용된다. 이 단계에 의해 가교결합 온도보다 낮은 온도에서 프리세라믹 결합 폴리머를 사전 경화시킬 수 있으므로, 두꺼운 층(4) 내로 확산하지 않으면서 이 두꺼운 층(4)과 결합을 가능하게 하는 접착 특성을 부여할 수 있다. 예시되지 않은 다른 구성에 따르면, 접착 프라이머 층(6)은 제2지지 기판(5)과 결합하도록 사전에 사전 가교결합된 두꺼운 층(4) 위에 퇴적된다.

[0083] 예시되지 않은 또 다른 변형례에 따르면, 접착 프라이머 층(6)은 두꺼운 층(4)의 퇴적 전에 보강층(3) 위에 퇴적되며, 이로 인해 보강층(3)과 두꺼운 층(4) 사이의 접착이 양호해질 뿐만 아니라 두꺼운 층(4)의 세공을 채움으로써 보강층(3)의 보강 효과가 완성될 수 있다.

[0084] 예시되지 않은 다른 가능성에 따르면, 이 방법은 접착 프라이머 층(6)을 형성하는 단계를 포함하지 않으며, 선택된 재료의 성질 및 조건으로 인해 이 층이 없는 경우에도 원하는 후속 작업을 위한 충분한 결합 에너지를 얻을 수 있다.

[0085] 도 5에 예시된 방법의 단계(d)에 따르면, 두꺼운 층(4)은 접착 프라이머 층(6)을 통해 제2기판(5)과 접촉하여 스택(10)을 형성한다. 그런 다음에 4 시간에 걸쳐 스택(10)에 열간 압착 단계(i)가 적용된다. 가해지는 압력은

470 kPa이고, 열처리는 SILRES® MK 분말 및 SILRES® H62C의 가교결합 및 초기 압축을 가능하게 하는 200℃의 온도에서 실행된다. 가교결합 온도온도는 일반적으로 0.1 내지 20℃/분 범위의 가열 램프로 적용된다. 이 특정 실시례에서 가열 램프는 1℃/분이다.

[0086] 도 6에 예시된 바와 같이, 약화 평면(2)을 따른 분리를 얻도록 파단 열 수지를 적용함으로써 그 후 박층화 단계(e)가 실행된다. 이 특정 실시례에서는 이것이 300℃ 및 500℃에서 1 시간 동안의 단계로 5℃/분의 가열 램프의 형태로 적용된다. 따라서, 1.5 마이크로미터 두께를 갖는 실리콘의 활성층(7)이 얻어진다.

[0087] 마지막으로, 도 7에 예시된 바와 같이, 이 프로세스는 1℃/분의 가열 램프로 최대 1,000℃에 이르는 SILRES® MK 분말의 세라믹화 온도에 도달할 때까지 아르곤 하에서의 열분해 열처리 단계(f)를 포함하고, 이는 600℃ 및 800℃에서 각각 1 시간인 2 개의 단계로 구성되고, 그 동안에 온도는 자유롭게 떨어진다. 1,000℃에서의 열처리에 의해 실리콘의 주입 결합을 수정할 수도 있다. 두꺼운 층(4)도 압축되고, 이것의 초기 두께는 대략 절반이다. 이렇게 하여, 다층 구조물(100)이 얻어지고, 이것은 표면으로부터 기저부를 향해 실리콘으로 만들어진 활성층(7), Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>의 보강층(3), 소결되지 않은 SiC 입자가 충전된 비정질 세라믹 매트릭스 복합 재료의 두꺼운 층(4), 접착 프라이머 층(6) 및 제2실리콘 기판(5)을 포함한다.

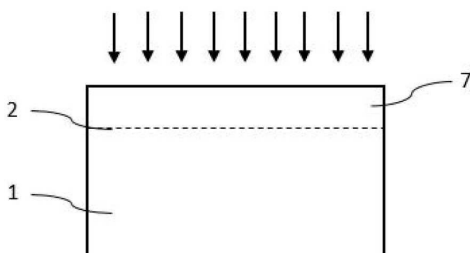
[0088] 이하에서 본 발명의 제2실시형태를 도 8 내지 도 10을 참조하여 설명한다. 이 실시형태는 특히 박층화 단계(e)가 제1기판(1) 또는 제2기판(5)을 평활화하는 작업을 통해 얻어진다는 점에서 이전 실시형태와 다르다. 도 8에 예시된 바와 같이, 단결정 실리콘의 제1기판(1) 상에 전구체 배합물의 두꺼운 층(4)이 스크린 인쇄에 의해 퇴적된다. 전구체 배합물은 SILRES MK 분말(50체적%)과 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(각각 80/20의 비율)의 무기 입자(50체적%)의 혼합물로 이루어지고, 그 중에 스크린 인쇄에 의한 퇴적을 위해 원하는 점도에 도달하도록 용매 Diestone DLS가 첨가된다. 용매를 실온에서 건조시킨 후, 사전 가교결합된 프리세라믹 폴리머로 만들어진 접착 프라이머 층(6)으로 피복된 다결정 실리콘의 제2기판(5)이 두꺼운 층(4)과의 접촉 및 결합을 위해 제공된다. 얻어진 스택(10)(도 9)을 안정화시키기 위해 프리세라믹 폴리머의 가교결합 온도에서 열간 압착 단계(i)가 실행된다. 다음에, 약 20 마이크로미터의 두께를 갖는 단결정 실리콘으로 만들어진 활성층(7)을 얻도록 제1기판(1) 상에 평활화 단계(e)가 실행된다. 박층화가 평활화에 의해 실행되는 이 경우, 보강층(3)의 존재는 필요하지 않음에 주의한다. 600℃ 및 800℃의 2 개의 단계로 이루어진 1℃/분의 가열 램프로 1,000℃에서 열분해 처리가 수행된다(단계(f)). 2 개의 단계의 각각은 1 시간 동안 지속되며, 그 동안에 온도는 자유롭게 떨어지도록 허용된다. 따라서, 그 기저부로부터 그 표면을 향해 다음을 포함하는 다층 구조물(100)이 얻어진다:

- [0089] - 접착 프라이머 층(6)으로 피복된 제2기판(5)으로 이루어지는 지지 기판,
- [0090] - Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 무기 충전재를 포함하고 또한 100 마이크로미터의 두께를 갖는 소결되지 않은 SiOC 비정질 세라믹 매트릭스 복합 재료의 두꺼운 층(4), 및
- [0091] - 20 마이크로미터의 두께를 갖는 단결정으로 만들어진 활성층(7). 유리하게는, 두꺼운 층(4)은 지지 기판(도 10)의 재료의 CTE에 비해 15%만큼 다른 CTE를 갖는다.

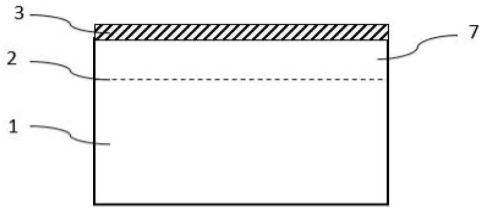
[0092] 따라서, 본 발명은 구현하기가 단순한 다층 구조물을 제조하기 위한 방법을 제안한다. 층의 성질 및 두께의 선택에 의해 이 구조물은 고온에 강하고, 상당한 방열이 가능하다. 기타 특성은 다양한 층의 CTE에 관하여 원하는 특성을 유지하면서 사용되는 프리세라믹 폴리머, 무기 충전재의 비율 및 성질을 적절히 선택함으로써 얻을 수 있다.

**도면**

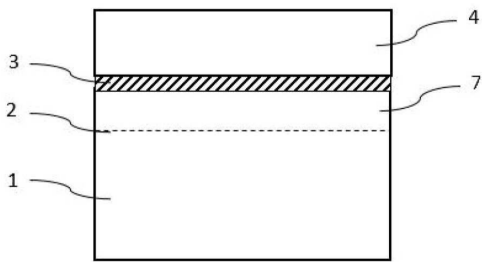
**도면1**



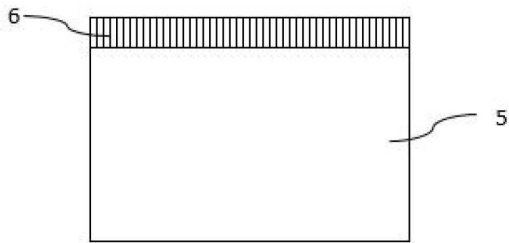
도면2



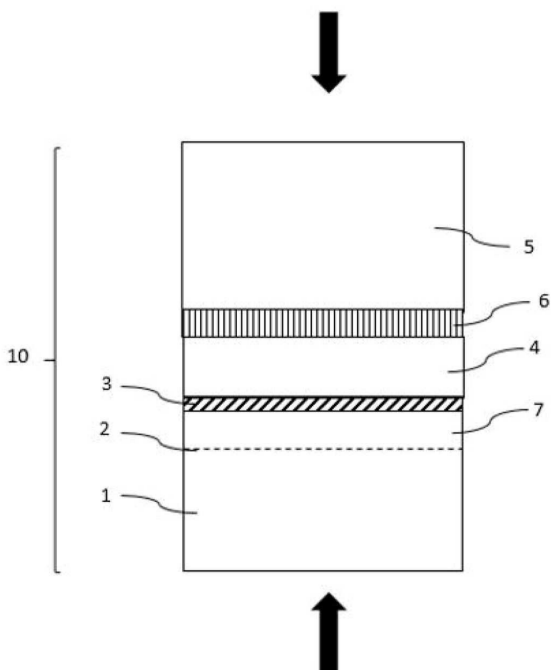
도면3



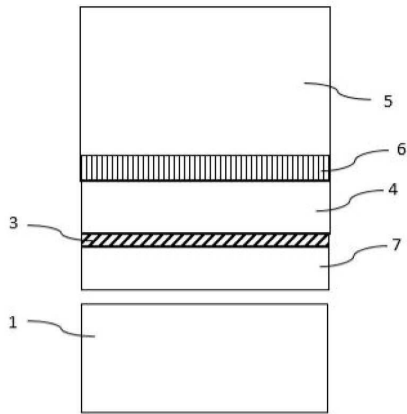
도면4



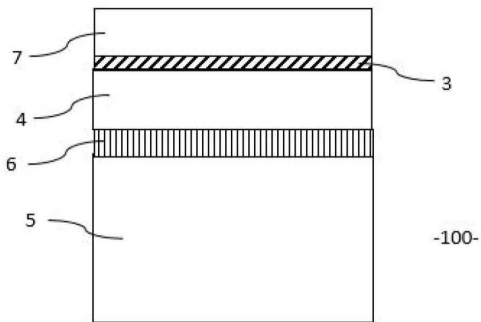
도면5



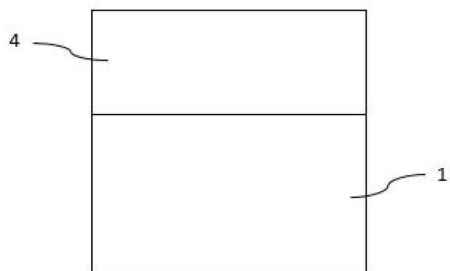
도면6



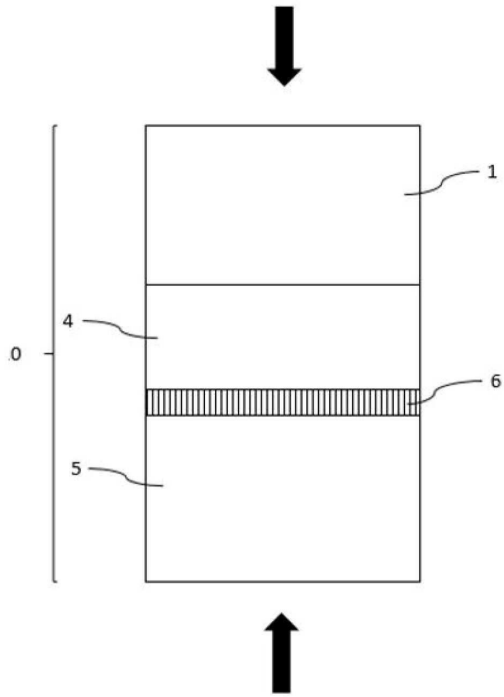
도면7



도면8



도면9



도면10

