



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

(45) 공고일자 2019년07월30일  
 (11) 등록번호 10-2005291  
 (24) 등록일자 2019년07월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C04B 35/495* (2006.01) *H01G 4/12* (2006.01)  
*H01G 4/30* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*C04B 35/495* (2013.01)  
*H01G 4/1254* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7027118
- (22) 출원일자(국제) 2016년02월17일  
 심사청구일자 2017년09월25일
- (85) 번역문제출일자 2017년09월25일
- (65) 공개번호 10-2017-0121254
- (43) 공개일자 2017년11월01일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/018190
- (87) 국제공개번호 WO 2016/137790  
 국제공개일자 2016년09월01일
- (30) 우선권주장  
 62/121,582 2015년02월27일 미국(US)  
 (뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020060086324 A  
 KR100808472 B1  
 JP2006124201 A\*  
 KR1020030052461 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
**페로 코포레이션**  
 미국, 오하이오 44124, 메이필드 하이츠, 스위트  
 250, 파크랜드 블러바드 6060
- (72) 발명자  
**시메스, 윌터, 제이. 주니어.**  
 미국, 14837 뉴욕, 던디, 세네카 스트리트 44
- (74) 대리인  
**이원희**

전체 청구항 수 : 총 27 항

심사관 : 김준규

(54) 발명의 명칭 **로우-K 및 미드-K LTCC 유전체 조성물 및 소자**

**(57) 요약**

LTCC 소자는, 소성시, 바륨-텅스텐-실리콘 호스트를 포함하는 유전체 물질을 형성하는, 전구체 물질의 혼합물을 포함하는 유전체 조성물로부터 제조된다.

(52) CPC특허분류

**H01G 4/30** (2013.01)  
*C04B 2235/3215* (2013.01)  
*C04B 2235/3281* (2013.01)  
*C04B 2235/3418* (2013.01)  
*C04B 2235/3436* (2013.01)  
*C04B 2235/442* (2013.01)  
*C04B 2235/445* (2013.01)

(30) 우선권주장

62/132,632 2015년03월13일 미국(US)  
62/222,254 2015년09월23일 미국(US)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

소성시, 바륨-텅스텐-실리콘 산화물 호스트 물질을 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질을 형성하는 전구체 물질 혼합물을 포함하되,

상기 호스트 물질이 하기를 포함하는 조성물:

- (i) 30-50 wt% BaO,
- (ii) 45-65 wt% WO<sub>3</sub>,
- (iii) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>,
- (iv) 무연, 및
- (v) 무카드뮴.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 유전체 물질이 유전상수 1 내지 50 을 나타내는 조성물.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질:

- (a) 하기를 포함하는 호스트 물질 80-90.9 wt% 와,
  - (i) 30-50 wt% BaO,
  - (ii) 45-65 wt% WO<sub>3</sub>,
  - (iii) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>,
  - (iv) 무연, 및
  - (v) 무카드뮴,
- (b) 8-13 wt% BaSiO<sub>3</sub>,
- (c) 0.5-3 wt% BaCO<sub>3</sub>,
- (d) 0.5-3 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
- (e) 0.1-1 wt% LiF 및
- (f) 0 내지 0.5 wt% CuO,

또는 이들의 산화물 균등물.

#### 청구항 5

소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질:

- (a) 하기를 포함하는 호스트 물질 90-99.8 wt% 와,

- (i) 30-50 wt% BaO,
  - (ii) 45-65 wt% WO<sub>3</sub>,
  - (iii) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>,
  - (iv) 무연, 및
  - (v) 무카드뮴,
- (b) 0.2-3 wt% BaCO<sub>3</sub>,
  - (c) 0-3 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
  - (d) 0-1 wt% LiF,
  - (e) 0-0.5 wt% CuO,
  - (f) 0-1.5 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,
  - (g) 0-1 wt% SiO<sub>2</sub>,

또는 이들의 산화물 균등물.

#### 청구항 6

소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질:

- (a) 하기를 포함하는 호스트 물질 37-99.7 wt% 와,
  - (i) 30-50 wt% BaO,
  - (ii) 45-65 wt% WO<sub>3</sub>,
  - (iii) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>,
  - (iv) 무연, 및
  - (v) 무카드뮴,

- (b) 0.1-2 wt% BaCO<sub>2</sub>,
- (c) 0.1-5 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
- (d) 0-1 wt% CuO,
- (e) 0.1-2 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,
- (f) 0-5 wt% SiO<sub>2</sub>,
- (g) 0-1 wt% ZrO<sub>2</sub>,
- (h) 0-10 wt% ZnO,
- (i) 0-15 wt% SrTiO<sub>3</sub>, 및
- (j) 0-50 wt% CaTiO<sub>3</sub>,

또는 이들의 산화물 균등물.

#### 청구항 7

소성시, 무연 무카드뮴 유전체 물질을 형성하는 전구체 혼합물을 포함하는 무연 무카드뮴 조성물로서, 무연 무카드뮴 유전체 물질이 하기를 포함하는 조성물:

- (a) 10-55 wt% BaO,
- (b) 15-60 wt% WO<sub>3</sub>,
- (c) 0.5-15 wt% SiO<sub>2</sub>,
- (d) 0-27 wt% CaO,
- (e) 0-35 wt% TiO<sub>2</sub>,
- (f) 0-15 wt% SrO,
- (g) 0.05-5 wt% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- (h) 0.05-5 wt% Li<sub>2</sub>O,
- (i) 0-5 wt% LiF,
- (j) 0-5 wt% CuO, 및
- (k) 0-10 wt% ZnO.

**청구항 8**

제1항, 제2항, 및 제4항 내지 제7항 중 어느 한 항의 무연 무카드뮴 유전체 물질에 있어서, 소성 이후, 소성된 조성물이 1 MHz 에서 측정했을 때 Q 값이 최소 20000 을 나타내는 무연 무카드뮴 유전체 물질.

**청구항 9**

제1항, 제2항, 및 제4항 내지 제7항 중 어느 한 항의 무연 무카드뮴 유전체 물질에 있어서, 소성 이후, 소성된 조성물이 1 MHz 에서 측정했을 때 0.00005 미만의 유전체 손실 탄젠트 Df 값을 나타내는 무연 무카드뮴 유전체 물질.

**청구항 10**

제1항, 제2항, 및 제4항 내지 제7항 중 어느 한 항의 무연 무카드뮴 유전체 물질에 있어서, 소성 이후, 소성된 조성물이 6-45 의 유전상수 K 값을 나타내는 무연 무카드뮴 유전체 물질.

**청구항 11**

소성 이전, 제1항, 제2항, 및 제4항 내지 제7항 중 어느 한 항의 무연 무카드뮴 유전체 물질과 하기를 포함하는 전도성 페이스트를 포함하는 전기 또는 전자 부품:

- a. 60-88.5 wt% Ag + Pd + Pt + Au,
- b. 전이 금속의 실리사이드(sillicides), 카바이드(carbides), 질화물(nitrides), 및 붕소화물(borides) 로 이루어진 균으로부터 선택된 1-10 wt% 의 첨가제,
- c. 0.5-10 wt% 의 최소 하나의 유리 프리트,
- d. 10-38.5 wt% 의 유기 부분.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 상기 전기 또는 전자 부품이 1000 초과의 Q 값을 갖는 공진기, 전자파 간섭 필터, 밴드 패스 필터, 무선 패키징 시스템, 및 이들의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택되는 것인 전기 또는 전자 부품.

**청구항 13**

하기를 포함하는 전자 부품을 형성하는 방법:

- (a1) 제1항, 제2항, 및 제4항 내지 제7항 중 어느 한 항의 유전체 물질을 기판에 도포하거나
- (a2) 제1항, 제2항, 및 제4항 내지 제7항 중 어느 한 항의 유전체 물질을 포함하는 테이프를 기판에 도포하거나
- (a3) 제1항, 제2항, 및 제4항 내지 제7항 중 어느 한 항의 유전체 물질의 입자 다수를 압축하여 일체의 합성물 기판을 형성하고;
- (b) 유전체 물질을 소결하기 위해 기판을 소성함.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 소성이 800 °C 내지 900 °C 의 온도에서 시행되는 것인 방법.

**청구항 15**

10 보다 큰 유전상수를 갖는 제1항, 제2항, 및 제4항 내지 제7항 중 어느 한 항의 유전체 물질의 적어도 하나의 층과, 10 미만의 유전상수를 갖는 테이프 또는 페이스트의 적어도 하나의 교번하는 별도의 층을 결합하여 동시 소성하는 방법으로서, 상기 교번층이 상이한 유전상수를 갖는 다층 기판을 형성하는 동시 소성 방법.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 상기 소성이 800 °C 내지 900 °C 의 온도에서 시행되는 방법.

**청구항 17**

소성시, 바륨-텅스텐-실리콘 산화물 호스트 물질을 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질을 형성하는 전구체 물질 혼합물을 포함하되,

상기 호스트 물질이 하기를 포함하는 조성물:

- (a) 30-45 wt% BaO,
- (b) 50-60 wt% WO<sub>3</sub>,
- (c) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>,
- (d) 무연, 및
- (e) 무카드뮴.

**청구항 18**

제17항에 있어서, 상기 유전체 물질이 1 내지 20 의 유전상수를 나타내는 조성물.

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질:

- (a) 제17항의 호스트 물질 80-90.9 wt% 와,
- (b) 8-13 wt% BaSiO<sub>3</sub>,
- (c) 0.5-3 wt% BaCO<sub>3</sub>,
- (d) 0.5-3 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
- (e) 0.1-1 wt% LiF 및

(f) 0 내지 0.5 wt% CuO,  
또는 이들의 산화물 균등물.

**청구항 21**

소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질:

- (a) 제17항의 호스트 물질 90-98.5 wt% 와,
- (b) 0.5-2 wt% BaCO<sub>3</sub>,
- (c) 1-3 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
- (d) 0-1 wt% LiF 및
- (e) 0 내지 0.5 wt% CuO,
- (f) 0-1 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,
- (g) 0-1 wt% SiO<sub>2</sub>,

또는 이들의 산화물 균등물.

**청구항 22**

소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질:

- (a) 하기를 포함하는 호스트 물질 87-98.8 wt% 와,
  - (i) 30-50 wt% BaO,
  - (ii) 45-65 wt% WO<sub>3</sub>,
  - (iii) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>,
  - (iv) 무연, 및
  - (v) 무카드뮴,

- (b) 0.8-1.5 wt% BaCO<sub>3</sub>,
- (c) 0.3-1 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
- (d) 0-1 wt% LiF,
- (e) 0 내지 0.5 wt% CuO,
- (f) 0.1-0.8 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,
- (g) 0-5 wt% SiO<sub>2</sub>,
- (h) 0-1 wt% ZrO<sub>2</sub>,
- (i) 0-10 wt% CaTiO<sub>3</sub>,

또는 이들의 산화물 균등물.

**청구항 23**

하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 조성물:

- (a) 20-70 wt% BaO,

- (b) 20-70 wt%  $WO_3$ ,
- (c) 0.1-10 wt%  $SiO_2$ ,
- (d) 0-10 wt%  $CaO$ ,
- (e) 0-10 wt%  $TiO_2$ ,
- (f) 0.10-5 wt%  $B_2O_3$ ,
- (g) 0.1-5 wt%  $Li_2O_3$ , 및
- (h) 0.1-5 wt%  $LiF$ .

**청구항 24**

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항의 무연 무카드뮴 유전체 물질에 있어서, 소성 이후, 소성된 조성물이 1 MHz 에서 측정했을 때 Q 값이 최소 20000 을 나타내는 무연 무카드뮴 유전체 물질.

**청구항 25**

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항의 무연 무카드뮴 유전체 물질에 있어서, 소성 이후, 소성된 조성물이 1 MHz 에서 측정했을 때 0.00005 미만의 유전체 손실 탄젠트 Df 값을 나타내는 무연 무카드뮴 유전체 물질.

**청구항 26**

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항의 무연 무카드뮴 유전체 물질에 있어서, 소성 이후, 소성된 조성물이 6-12 의 유전상수 K 값을 나타내는 무연 무카드뮴 유전체 물질.

**청구항 27**

소성 이전, 제20항 내지 제23항 중 어느 한 항의 무연 무카드뮴 유전체 물질 또는 페이스트와 하기를 포함하는 전도성 페이스트를 포함하는 전기 또는 전자 부품:

- (a) 60-88.5 wt%  $Ag + Pd + Pt + Au$
- (b) 전이 금속의 실리사이드(sillicides), 카바이드(carbides), 질화물(nitrides), 및 붕소화물(bromides) 로 이루어진 군으로부터 선택된 1-10 wt% 의 첨가제,
- (c) 0.5-10 wt% 의 최소 하나의 유리 프리트,
- (d) 10-38.5 wt% 의 유기 부분.

**청구항 28**

제27항에 있어서,  
 상기 전기 또는 전자 부품이 1000 초과 Q 값을 갖는 공진기, 밴드 패스 필터, 무선 패키징 시스템, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 전기 또는 전자 부품.

**청구항 29**

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항의 유전체 물질의 적어도 하나의 층과, 12 초과 유전상수를 갖는 테이프 또는 페이스트의 적어도 하나의 교번하는 별도의 층을 결합하여 동시 소성하는 방법으로서, 상기 교번층이 상이한 유전상수를 갖는 다층 기판을 형성하는 동시 소성 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**



[0001] 본 발명은 유전체 조성물에 관한 것이며, 보다 특히, 유전 상수  $K = 6-12$  또는 다르게는 최대 약 50 의 값, 아주 높은 Q 값을 나타내고, 귀금속 금속화와 함께 저온 동시 소성 세라믹(low temperature co-fired ceramic, LTCC) 분야에 사용될 수 있는, 바륨-실리콘-텅스테이트 기반 유전체 조성물에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 무선 분야의 LTCC 시스템에 사용되는 첨단 소재는 1 MHz 의 측정 주파수에서 유전 상수  $K = 4-8$  및 Q 값이 500-1000 정도의 값을 갖는 유전체를 사용한다. 이는 일반적으로 세라믹 파우더를 세라믹의 저 온도 응집(875 °C 또는 그 미만)이 가능한, 고농도의 BaO-CaO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 저 연화 온도 유리와 혼합함으로써 달성된다. 큰 부피의 유리는 상기 세라믹의 Q 값을 낮추는 바람직하지 않은 효과를 가질 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

**과제의 해결 수단**

[0003] 본 발명은 유전체 조성물에 관한 것이며, 보다 특히, 유전 상수  $K = 6-12$  또는 다르게는 최대 50 의 값, 예를 들어 약 1 내지 약 50, 또는 약 6 내지 약 45, 아주 높은 Q 값을 나타내고, 귀금속 금속화와 함께 저온 동시 소성 세라믹(low temperature co-fired ceramic, LTCC) 분야에 사용될 수 있는, 바륨-실리콘-텅스테이트 기반 유전체 조성물에 관한 것이다. Q 값 =  $1/Df$  이며, 상기 Df 는 유전체 손실 탄젠트이다. 고주파 적용을 위해 1,000 보다 큰 매우 높은 Q 값을 갖는 유전체 물질에 대한 수요가 증가하고 있다.

[0004] 본 발명은 또한, 소성시켰을 때, 높은 Q 값, 예를 들어 1000, 2000, 5000, 10000, 15000, 20000, 30000, 40000, 50000 또는 이들의 수치 사이, 또는 그 초과인 Q 값(1 MHz 의 측정 주파수에서)을 유지하면서, COG specification 산업 기준을 충족하는 밀집된 세라믹 바다가 되는 유전체 물질 조성물에 관한 것이다.

[0005] 대략, 본 발명의 세라믹 물질은 BaCO<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub> 및 SiO<sub>2</sub> 를 적당량으로 혼합하고, 수용성 매개에서 상기 물질들을 상기 약 0.2 내지 1.5 마이크론의 입자 크기 D<sub>50</sub> 로 분쇄됨으로써 제조된 호스트를 포함한다. 이러한 슬러리는 약 800 내지 1000 °C 에서 약 1 내지 5 시간동안 건조 및 하소되어 BaO, WO<sub>3</sub> 및 SiO<sub>2</sub> 를 포함한 호스트 물질을 형성한다. 그 결과로 생긴 호스트 물질은 기계적으로 분쇄되고 플럭스제(fluxing agents)와 혼합된 후, 다시 수용성 매개에서 약 0.5 내지 1.0 μm 의 입자 크기 D<sub>50</sub> 로 분쇄된다. 분쇄된 세라믹 파우더는 건조되고 분쇄되어 미분된 파우더를 생성한다. 그 결과로 생긴 파우더는 원통형 펠릿 내에 프레스되어지고 약 775 내지 약 900 °C, 바람직하게는 약 800 내지 약 890 °C, 보다 바람직하게는 약 800 내지 약 875 °C, 더욱 바람직하게는 약 825 내지 약 875 °C, 다르게는 약 845 내지 약 885 °C, 그리고 더욱 더 바람직하게는 약 840 내지 약 860 °C 또는 850 °C 내지 860 °C 의 온도에서 소성될 수 있다. 가장 바람직한 단일 값은 850 °C 또는 880 °C 이다. 소성은 약 1 내지 약 200 분, 바람직하게는 약 5 내지 약 100 분, 보다 바람직하게는 약 10 내지 약 50 분, 더더욱 바람직하게는 약 20 내지 약 40 분 및 가장 바람직하게는 약 30 분의 시간동안 시행된다.

[0006] 본 발명의 구체예는 소성시, 무연 무카드뮴 바륨-텅스텐-실리콘 산화물 호스트 재료를 형성하고, 그 자체로 또는 다른 산화물과 조합하여 유전체 물질을 형성할 수 있는 전구체 물질의 혼합물을 포함하는 조성물이다.

[0007] 바람직한 구체예에서는, 호스트 물질은 납을 포함하지 않는다. 또 다른 바람직한 구체예에서는, 호스트 물질은 카드뮴을 포함하지 않는다. 보다 바람직한 구체예에서는, 호스트 물질은 납 및 카드뮴을 포함하지 않는다.

[0008] 바람직한 구체예에서는, 호스트 물질은 (i) 30-45 wt%, 바람직하게는 37-44 wt% BaO, (ii) 50-60 wt%, 바람직하게는 51-58 wt% WO<sub>3</sub>, 및 (iii) 1-10 wt%, 바람직하게는 3-7 wt% SiO<sub>2</sub> 를 포함한다.

[0009] 바람직한 구체예에서는, 호스트 물질은 (i) 30-50 wt%, 바람직하게는 30-45 wt%, 보다 바람직하게는 37-44 wt% BaO, (ii) 40-70 wt%, 바람직하게는 45-65 wt%, 보다 바람직하게는 51-58 wt% WO<sub>3</sub>, 및 (iii) 0.1-15 wt%, 바람직하게는 1-10 wt%, 보다 바람직하게는 3-7 wt% SiO<sub>2</sub> 를 포함한다.

[0010] 바람직한 구체예에서는, 호스트 물질은 (i) 30-50 wt%, 바람직하게는 30-45 wt%, 보다 바람직하게는 37-44 wt%

BaO, (ii) 40-70 wt%, 바람직하게는 45-65 wt%, 보다 바람직하게는 51-58 wt% WO<sub>3</sub>, 및 (iii) 0.1-15 wt%, 바람직하게는 1-10 wt%, 및 보다 바람직하게는 3-7 wt% SiO<sub>2</sub> 를 포함한다.

[0011] 또 다른 구체예에서는, 유전체 조성물은 본원에 기재된 임의의 호스트 물질을 5-15 wt% BaSiO<sub>3</sub>, 0.1-4 wt% BaCO<sub>3</sub>, 0.1-4 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 및 0.1-2 wt% LiF, 또는 이들의 균등물과 함께 포함한다. 최대 1 wt% CuO 도 임의로 포함될 수 있다.

[0012] 바람직한 구체예에서는, 유전체 조성물은 본원에 기재된 임의의 호스트 물질을 8-13 wt% BaSiO<sub>3</sub>, 0.5-3 wt% BaCO<sub>3</sub>, 0.5-3 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 및 0.1-1 wt% LiF, 또는 이들의 균등물과 함께 포함한다. 최대 0.5 wt% CuO 도 임의로 포함될 수 있다. 더욱 바람직한 구체예에서는, 유전체 조성물은 본원에 기재된 임의의 호스트 물질을 9-11 wt% BaSiO<sub>3</sub>, 1-2 wt% BaCO<sub>3</sub>, 1-2 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 및 0.2-0.9 wt% LiF, 또는 이들의 균등물과 함께 포함한다. 또한, 최대 0.5 wt%, 예를 들어 0.1 내지 0.5 wt% CuO 도 임의로 포함될 수 있다.

[0013] 또 다른 구체예에서는, 본 발명의 유전체 조성물은 본원에 기재된 임의의 호스트 물질 90-99.8 wt% 와, 0.2-3 wt% BaCO<sub>3</sub>, 0-3 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 0-1 wt% LiF, 0-0.5 wt% CuO, 0-1.5 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 및 0-1 wt% SiO<sub>2</sub>, 또는 이들의 산화물 균등물을 함께 포함한다. 이 단락의 모든 구체예에서는, 호스트 물질이 유전체 조성물의 70-99.8 wt%, 바람직하게는 75-99.8 wt%, 보다 바람직하게는 80-99.8 wt%, 및 더더욱 바람직하게는 90-99.8 wt% 만큼 존재한다. 더더욱 바람직한 구체예에서는, 유전체 조성물은 본원에 기재된 임의의 호스트 물질을 10-11 wt% BaSiO<sub>3</sub>, 1.2-1.8 wt% BaCO<sub>3</sub>, 1.1-1.7 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 및 0.3-0.8 wt% LiF, 또는 이들의 균등물과 함께 포함한다. 당해 기술에서 알려진 바와 같이, 균등물이란, 예를 들어, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 에 대한 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 또는 BaCO<sub>3</sub> 에 대한 BaO 와 같은, 금속의 최종적으로 소성된 산화물 형태를 의미한다.

[0014] 또 다른 구체예에는, 유전체 조성물은 본원에 기재된 임의의 조성물을 0.1-3 wt% BaCO<sub>3</sub> 및 0.5-4 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 또는 이들의 동등물과 함께 포함한다. 최대 2 wt% LiF, 1 wt% CuO, 최대 2 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 및/또는 최대 2 wt% SiO<sub>2</sub> 가 임의로 포함될 수 있다. 바람직한 구체예에서는, 유전체 조성물은 본원에 기재된 임의의 호스트 물질을 0.5-2 wt% BaCO<sub>3</sub> 및 0.7-2 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 또는 이들의 균등물과 함께 포함한다. 최대 1 wt% LiF, 0.5 wt% CuO, 최대 1 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 및/또는 최대 1 wt% SiO<sub>2</sub> 가 임의로 포함될 수 있다. 이 단락의 모든 구체예에는, 호스트 물질이 유전체 조성물의 80-99.99 wt%, 바람직하게는 85-99.9 wt% 및 보다 바람직하게는 90-99 wt% 만큼 존재한다. 더더욱 바람직한 구체예에는, 유전체 조성물은 본원에 기재된 임의의 호스트 물질을 1.2-1.8 wt% BaCO<sub>3</sub>, 1.1-1.7 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 및 0.3-0.8 wt% LiF, 또는 이들의 균등물과 함께 포함한다.

[0015] 또 다른 구체예에서는, 유전체 조성물은 본원에 기재된 임의의 호스트 물질을 0.5-2 wt% BaCO<sub>3</sub> 및 0.1-2 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 및 0.1-1 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 또는 이들의 균등물과 함께 포함한다. 최대 2 wt% LiF, 최대 1 wt% CuO, 최대 7 wt% SiO<sub>2</sub>, 최대 2 wt% ZrO<sub>2</sub> 및 최대 15 또는 최대 50 wt% CaTiO<sub>3</sub> 가 임의로 포함될 수 있다. 바람직한 구체예에서는, 유전체 조성물은 본원에 기재된 임의의 호스트 물질을 0.8-1.5 wt% BaCO<sub>3</sub> 및 0.3-1 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 및 0.1-0.8 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 또는 이들의 균등물과 함께 포함한다. 최대 1 wt% LiF, 0.5 wt% CuO, 5 wt% SiO<sub>2</sub>, 1 wt% ZrO<sub>2</sub> 및/또는 10 wt% CaTiO<sub>3</sub> 가 임의로 포함될 수 있다. 이러한 구체예에서는, 호스트 물질이 유전체 조성물의 80-99.99 wt%, 바람직하게는 85-99.9 wt% 및 보다 바람직하게는 84-99 wt% 만큼 존재한다.

[0016] 또 다른 구체예에서는, 유전체 조성물은 본원에 기재된 임의의 호스트 물질을 0.2-2 wt% BaCO<sub>3</sub> 및 0.5-5 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 및 0.1-2 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 및 0.01-0.5 wt% SiO<sub>2</sub>, 및 1-10 wt% ZnO, 및 0.1-3 wt% CuO, 및 30-35 wt% CaTiO<sub>3</sub>, 또는 이들의 균등물과 함께 포함한다. 바람직한 구체예에서는, 유전체 조성물은 본원에 기재된 임의의 호스트 물질을 0.5-1 wt% BaCO<sub>3</sub> 및 2-4 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 및 0.5-1.4 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 및 0.03-0.07 wt% SiO<sub>2</sub>, 및 5-8 wt% ZnO, 및 0.3-0.7 wt% CuO, 및 35-45 wt% CaTiO<sub>3</sub>, 또는 이들의 균등물과 함께 포함한다. 이러한 구체예에는, 호스트 물질이 유전체 조성물의 30-60 wt%, 바람직하게는 40-55 wt%, 및 보다 바람직하게는 45-50 wt% 만큼 존재한다.

- [0017] 또 다른 구체예에서는, 유전체 조성물은 (a) 20-70 wt% BaO, (b) 20-70 wt% WO<sub>3</sub>, (c) 0.1-10 wt% SiO<sub>2</sub>, (d) 0-10 wt% CaO, (e) 0-10 wt% TiO<sub>2</sub>, (f) 0.1-5 wt% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (g) 0.1-5 wt% Li<sub>2</sub>O, 및 (h) 0-5 wt% LiF 를 포함한다.
- [0018] 또 다른 구체예에서는, 유전체 조성물은 (a) 20-70 wt% BaO, (b) 20-70 wt% WO<sub>3</sub>, (c) 0.1-10 wt% SiO<sub>2</sub>, (d) 1-15 wt% SrO, (e) 0.1-10 wt% TiO<sub>2</sub>, (f) 0.1-5 wt% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (g) 0.1-5 wt% Li<sub>2</sub>O, 및 (h) 0.1-1 wt% CuO 를 포함한다.
- [0019] 본 발명의 구체예는, 소성 이전, (i) 30-45 wt% BaO, (ii) 50-60 wt% WO<sub>3</sub>, (iii) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>, (iv) 무연, 및 (v) 무카드뮴을 포함하는 (a) 80-90.9 wt% 의 호스트 물질을, (b) 8-13 wt% BaSiO<sub>3</sub>, (c) 0.5-3 wt% BaCO<sub>3</sub>, (d) 0.5-3 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, (e) 0.1-1 wt% LiF 및 (f) 0 내지 0.5 wt% CuO, 또는 이들의 산화물 균등물과 함께 포함하는, 무연 무카드뮴 유전체 조성물이다.
- [0020] 본 발명의 구체예는, 소성 이전, (i) 30-45 wt% BaO, (ii) 50-60 wt% WO<sub>3</sub>, (iii) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>, (iv) 무연, 및 (v) 무카드뮴을 포함하는 (a) 90-98.4 wt% 의 호스트 물질을, (b) 0.5-2 wt% BaCO<sub>3</sub>, (c) 1-3 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, (d) 0.1-1 wt% LiF 및 (e) 0 내지 0.5 wt% CuO, 0-1 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 및 0-1 wt% SiO<sub>2</sub>, 또는 이들의 산화물 균등물과 함께 포함하는, 무연 무카드뮴 유전체 조성물이다.
- [0021] 본 발명의 구체예는, 소성 이전, (i) 30-45 wt% BaO, (ii) 50-60 wt% WO<sub>3</sub>, (iii) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>, (iv) 무연, 및 (v) 무카드뮴을 포함하는 (a) 87-98.7 wt% 의 호스트 물질을, (b) 0.8-1.5 wt% BaCO<sub>3</sub>, (c) 0.3-1 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, (d) 0-1 wt% LiF 및 (e) 0 내지 0.5 wt% CuO, (f) 0.1-0.8 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, (g) 0.1-0.7 wt% SiO<sub>2</sub>, (h) 0-1 wt% ZrO<sub>2</sub>, (i) 0-10 wt% CaTiO<sub>3</sub> 또는 이들의 산화물 균등물과 함께 포함하는, 무연 무카드뮴 유전체 조성물이다.
- [0022] 본 발명의 구체예는, 소성 이전, (i) 30-50 wt% BaO, (ii) 45-65 wt% WO<sub>3</sub>, (iii) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>, (iv) 무연, 및 (v) 무카드뮴을 포함하는 (a) 37-99.7 wt% 의 호스트 물질을, (b) 0.1-2 wt% BaCO<sub>3</sub>, (c) 0.1-5 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, (d) 0-1 wt% CuO, (e) 0.1-2 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, (f) 0-5 wt% SiO<sub>2</sub>, (g) 0-1 wt% ZrO<sub>2</sub>, (h) 0-10 wt% CaTiO<sub>3</sub> 또는 이들의 산화물 균등물과 함께 포함하는, 무연 무카드뮴 유전체 조성물이다.
- [0023] 본 발명의 구체예는, 소성 이전, (i) 30-45 wt% BaO, (ii) 50-60 wt% WO<sub>3</sub>, (iii) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>, (iv) 무연, 및 (v) 무카드뮴을 포함하는 (a) 87-98.8 wt% 의 호스트 물질을, (b) 0.8-1.5 wt% BaCO<sub>3</sub>, (c) 0.3-1 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, (d) 0-1 wt% LiF, 및 (e) 0 내지 0.5 wt% CuO, (f) 0.1-0.8 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, (g) 0-5 wt% SiO<sub>2</sub>, (h) 0-1 wt% ZrO<sub>2</sub>, (i) 0-10 wt% CaTiO<sub>3</sub> 또는 이들의 산화물 균등물과 함께 포함하는, 무연 무카드뮴 유전체 조성물이다.
- [0024] 본 발명의 구체예는, 소성 이전, (i) 30-45 wt% BaO, (ii) 50-60 wt% WO<sub>3</sub>, (iii) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>, (iv) 무연, 및 (v) 무카드뮴을 포함하는 (a) 85-94.99 wt% 의 호스트 물질을, (b) 0.7-1.7 wt% BaCO<sub>3</sub>, (c) 0.1-1 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, (d) 0.1-1 wt% LiF, (e) 0 내지 0.7 wt% CuO, (f) 0.1-0.8 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, (g) 0.01-0.6 wt% SiO<sub>2</sub>, (h) 4-13 wt% ZnO, (i) 0-15 wt% SrTiO<sub>3</sub>, (j) 0-50 wt% CaTiO<sub>3</sub>, 또는 이들의 산화물 균등물과 함께 포함하는, 무연 무카드뮴 유전체 조성물이다.
- [0025] 본 발명의 구체예는 (a) 10-55 wt% BaO, (b) 15-60 wt% WO<sub>3</sub>, (c) 0.5-15 wt% SiO<sub>2</sub>, (d) 0-27 wt% CaO, (e) 0-35 wt% TiO<sub>2</sub>, (f) 0-15 wt% SrO, (g) 0.05-5 wt% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (h) 0.05-5 wt% Li<sub>2</sub>O, (i) 0-5 wt% LiF, (j) 0-5 wt% CuO, 및 (k) 0-10 wt% ZnO 를 포함하는, 무연 무카드뮴 유전체 조성물이다.
- [0026] 본 발명의 구체예는 (a) 20-70 wt% BaO, (b) 20-70 wt% WO<sub>3</sub>, (c) 0.1-10 wt% SiO<sub>2</sub>, (d) 0-10 wt% CaO, (e) 0-10 wt% TiO<sub>2</sub>, (f) 0.1-5 wt% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (g) 0.1-5 wt% Li<sub>2</sub>O, 및 (h) 0.05-5 wt% Li<sub>2</sub>O, (i) 0-5 wt% LiF, (j) 0-5 wt% CuO, 및 (k) 0-10 wt% ZnO 를 포함하는, 무연 무카드뮴 유전체 조성물이다.
- [0027] 0 중량 퍼센트에 의해 경계가 정해진 각각의 조성 범위에 대해서는, 상기 범위는 또한 0.01 wt% 또는 0.1 wt% 의 하한 경계 범위를 표시하는 것으로 여겨진다. 60-90 wt% Ag + Pd + Pt + Au 와 같은 교시는 임의의 또는 모

든 명명된 성분이 상기 조성물에서 상기 범위 내로 존재할 수 있음을 의미한다.

- [0028] 또 다른 구체예에서는, 본 발명은, 소성 이전, 본원에 기재된 임의의 호스트 물질을 포함하는, 무연 무카드뮴 유전체 조성물에 관한 것이다.
- [0029] 또 다른 구체예에서는, 본 발명은, 소성 이전, 본원에 기재된 임의의 유전체 페이스트를, (a) 60-88.5 wt% Ag + Pd + Pt +Au, (b) 전이 금속의 실리사이드(sillicides), 카바이드(carbides), 질화물(nitrides), 및 붕소화물(borides) 로 이루어진 군으로부터 선택된 1-10 wt% 의 첨가제, (c) 0.5-10 wt% 의 적어도 하나의 유리 프리트(glass frit), 및 (d) 10-38.5 wt% 의 유기 부분을 포함하는 도체 페이스트와 함께 포함하는 전기 또는 전자 성분에 관한 것이다. 상기 전기 또는 전자 성분은 높은 Q 공진기, 밴드 패스 필터(band pass filters), 무선 패키징 시스템, 및 이들의 조합일 수 있다.
- [0030] 또 다른 구체예에서는, 본 발명은 본원에 기재된 유전체 페이스트를 기판에 도포하고; 유전체 물질을 소결하기 위한 충분한 온도에서 기판을 소성하는 것을 포함하는 전자 성분을 형성하는 방법에 관한 것이다.
- [0031] 또 다른 구체예에서는, 본 발명은 본원에 기재된 임의의 유전체 물질 입자를 기판에 도포하고 유전체 물질을 소결하기 위한 충분한 온도에서 기판을 소성하는 것을 포함하는 전자 성분을 형성하는 방법에 관한 것이다.
- [0032] 또 다른 구체예에서는, 본 발명의 방법은 하기를 포함하는 전자 성분을 형성하는 것을 포함한다:
- [0033] (a1) 본원에 기재된 임의의 유전체 조성물을 기판에 도포하거나
- [0034] (a2) 본원에 기재된 임의의 유전체 조성물을 포함하는 테이프를 기판에 도포하거나
- [0035] (a3) 본원에 기재된 임의의 유전체 조성물의 입자 다수를 압축하여 일체의 합성물 기판을 형성하고;
- [0036] (b) 유전체 물질을 소결하기 위한 충분한 온도에서 기판을 소성한다.
- [0037] 본 발명에 따른 방법은 10 보다 큰 유전상수를 갖는, 본원에 기재된 임의의 유전체 물질의 적어도 하나의 층과, 10 보다 작은 유전상수를 갖는, 테이프 또는 페이스트의 적어도 하나의 교번하는 별도의 층을 결합하여 동시 소성하여, 교번층이 상이한 유전상수를 갖는 다층 기판을 형성하는 방법이다.
- [0038] 본원에 기재된 각각의 수치 값 (퍼센트, 온도, 등) 의 앞에는 "약" 이 있는 것으로 여겨진다. 본원에 기재된 임의의 구체예에서는 유전체 물질은, 예를 들어 결정 및 비결정성 이 mol% 또는 wt% 로 표시되는 임의의 비율 (결정:비결정), 예를 들어 1:99 내지 99:1 인, 다른 상들을 포함할 수도 있다. 다른 비율들은 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30, 80:20 및 90:10 을 포함할 수 있으며, 이들 사이에 있는 모든 수치도 포함한다. 하나의 구체예에서는 유전체 페이스트는 10-30 wt% 결정 유전체 및 70-90 wt% 비결정 유전체를 포함한다.
- [0039] 본 발명의 기술한 특징 및 다른 특징들은 본원에 더욱 자세하게 기재되어 있고, 특히 청구항에 언급되어 있다. 하기의 설명은 본 발명의 특정 예시적인 구체예를 상세히 설명하고 있으며, 이것들은 그러나, 본 발명의 원칙이 사용될 수 있는 다양한 몇 가지 방법으로 나타낼 수 있다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0040] LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramic) 는, 비교적 낮은 소성 온도 (1000℃ 미만) 에서, 은, 금, 백금 또는 팔라듐, 또는 이들의 조합과 같은 저저항 금속 도체로 공동 연소되는, 다층의, 유리 세라믹 기판 기술이다. 때때로, 이것의 조성물이 유리 및 알루미늄 또는 다른 세라믹 필러로 이루어질 수 있기 때문에 "유리 세라믹" 이라고도 일컫는다. 몇몇 LTCC 제형은 재결정 유리이다. 본원에 기재된 유리는 그 자리에서 형성되거나 조성물에 첨가될 수 있는 프리트의 형태로 제공된다. 어떠한 상황에서는, 산소 부분압  $10^{-12}$  내지  $10^{-8}$  atm 과 같이, 이상적으로 비산화분위기하에서, 니켈과 같은 베이스 메탈 (base metal) 및 그 합금이 사용될 수 있다. "베이스 메탈" 은 금, 은, 팔라듐, 및 플라티늄 이외의 금속이다. 합금 금속은 Mn, Cr, Co, 및/또는 Al 를 포함할 수 있다.
- [0041] 유전체 물질의 슬러리로부터의 테이프 캐스트는 절단되고, vias 로 알려진 구멍들이 형성되어 층간의 전기적 연결을 가능하게 한다. 상기 vias 는 전도성 페이스트로 채워진다. 회로 패턴은 필요할 경우 동시 소성에 따라 프린트 된다. 프린트된 기판의 다층은 쌓여진다. 열과 압력은 적층체에 가해져 층들이 서로 결합하게 된다. 낮은 온도 (< 1000℃) 소결이 이뤄진다. 소결된 적층체는 최종 치수(dimension) 으로 절단되고, 필요에 따라 이후 소성 처리가 완료된다.

[0042] 자동차 분야에서 유용한 다층구조는 약 5 세라믹 층, 예를 들어 3-7 또는 4-6 세라믹 층을 가질 수 있다. RF 분야에서는, 구조는 10-25 세라믹 층을 가질 수 있다. 배선 기관으로서는, 5-8 세라믹 층이 사용될 수 있다.

[0043] **유전체 페이스트(Dielectric Pastes)**

[0044] 유전체 층을 형성하는 페이스트는, 본원에 기재된, 유기 비히클(organic vehicle)을 원료 유전체 물질과 혼합함으로써 얻을 수 있다. 또한, 전술한 바와 같이, 소성시 이러한 산화물 및 복합 산화물로 전환되는 전구체 화합물(탄산염, 질산염, 황산염, 인산염)이 유용하다. 유전체 물질은 이러한 산화물, 또는 이러한 산화물의 전구체를 함유하는 화합물을 선택하고, 적절한 비율로 혼합함으로써 얻어진다. 원료 유전체 물질의 이러한 화합물의 비율은 소성 이후에 결정되고, 바람직한 유전체 층 조성물을 얻을 수 있다. (본원에 기재된) 원료 유전체 물질은 일반적으로 약 0.1 내지 약 3 마이크로, 보다 바람직하게는 약 1 마이크로 또는 그 미만의 평균 입자 크기를 갖는 파우더 형태로 사용된다.

[0045] **유기 비히클(Organic Vehicle)**

[0046] 본원에 기재된 페이스트는 유기물 부분을 포함한다. 유기물 부분은 유기 비히클이거나 유기 비히클을 포함하며, 이는 유기 용매 또는 물에서 바인더이다. 본원에서 바인더의 선택은 중요하지 않다; 에틸 셀룰로오스, 폴리비닐부탄올, 에틸 셀룰로오스, 및 하이드록시프로필 셀룰로오스, 및 이들의 조합과 같은 전형적인 바인더가 용매와 적절하다. 유기 용매 또한 중요하지 않으며, 특정 적용 방법(예를 들어, 프린팅 또는 시팅(sheeting))에 따라 선택될 수 있으며, 부틸 카르비톨, 아세톤, 톨루엔, 에탄올, 디에틸렌 글리콜 부틸 에테르; 2,2,4-트리메틸 펜타디올 모노이소부티레이트(Texanol<sup>®</sup>); 알파-테르피네올; 베타-테르피네올; 감마 테르피네올; 트리데실 알코올; 디에틸렌 글리콜 에틸 에테르(Carbitol<sup>®</sup>), 디에틸렌 글리콜 부틸 에테르(Butyl Carbitol<sup>®</sup>) 및 프로필렌 글리콜; 및 이들의 혼합물과 같은 전형적인 유기 용매로부터 선택될 수 있다. Texanol<sup>®</sup> 상표로 판매되는 제품은 Eastman Chemical Company, Kingsport, TN 으로부터 용이입수 가능하다; Dowanol<sup>®</sup> 및 Carbitol<sup>®</sup> 상표로 판매되는 것들은 Dow Chemical Co., Midland, MI 로부터 용이 입수가능하다.

[0047] 본 발명의 유전체 페이스트의 유기물 부분에는 어떤 특정한 제한도 주어지지 않는다. 하나의 구체예에서는 본 발명의 유전체 페이스트는 약 10 wt% 내지 약 40 wt% 의 유기 비히클을 포함하며; 다르게는, 약 10 wt% 내지 약 30 wt% 를 포함한다. 종종 페이스트는, 약 1 내지 5 wt% 의 바인더 및 약 10 내지 50 wt% 의 유기 용매를 함유하며, 나머지는 유전체 성분(고형분)이다. 하나의 구체예에서는, 본 발명의 유전체 페이스트는 어딘가에 기재된 약 60 내지 약 90 wt% 의 고형분 및 본 명세서 및 전 단락에서 기재된 약 10 wt% 내지 약 40 wt% 의 유기물 부분을 포함한다. 원한다면, 본 발명의 페이스트는 분산제, 가소제, 유전체 화합물 및 절연성 화합물과 같은 다른 첨가제를 약 10 wt% 이하로 함유할 수 있다.

[0048] **필러(Filler)**

[0049] 상이한 유전체 조성물의 테이블층들 사이에 팽창 불일치를 최소화하기 위하여, 코디어라이트(cordierite), 알루미늄, 지르콘, 용융 실리카, 알루미늄노실리케이트 및 이들의 조합이 하나 이상의 유전체 페이스트에, 1-30 wt%, 바람직하게는 2-20 wt% 및 보다 바람직하게는 2-15 wt% 의 양으로 첨가될 수 있다.

[0050] **소성(Firing)**

[0051] (2 층 이상의) 유전체 적층체는 내부 전극 층-형성 페이스트에서의 도체 종류에 따라 결정되는 대기 하에서 소성된다. 내부 전극층이 니켈 및 니켈 합금과 같은 베이스 메탈 도체로 형성되는 경우, 소성 기압은 약  $10^{-12}$  내지 약  $10^{-8}$  atm 의 산소 분압을 가질 수 있다.  $10^{-12}$  atm 미만과 같은 낮은 압력 하에서는 도체가 비이상적으로 소결되고 유전체층으로부터 분리될 수 있기 때문에, 그러한 낮은 부분압에서 소결하는 것은 피해야한다. 산소 분압이 약  $10^{-8}$  atm 을 초과하는 경우에는, 내부 전극층이 산화될 수 있다. 산소 분압이 약  $10^{-11}$  내지 약  $10^{-9}$  atm 이 가장 바람직하다. 본원 발명에 기재된 유전체 조성물을 주위 공기 중에서 소성시키는 것 또한 가능하다. 그러나, 환원 대기( $H_2$ ,  $N_2$  또는  $H_2/N_2$ ) 는  $Bi_2O_3$  를 유전체 페이스트로부터 금속 비스무트로 바람직하지 않게 환원시킬 수 있다.

[0052] 본원 발명에 기재된 LTCC 조성물 및 장치용 어플리케이션은 밴드 패스 필터, (하이패스 또는 로우패스), 셀룰러 어플리케이션을 포함한 원격 통신용 무선 송신기 및 수신기, 전력 증폭기 모듈 (PAM), RF 프론트 엔드 모듈 (FEM), WiMAX2 모듈, LTE-어드밴스드 모듈, 전송 제어 장치 (TCU), 전자식 파워 스티어링 (EPS), 엔진 관리 시



시스템 (EMS), 다양한 센서 모듈, 레이더 모듈, 압력 센서, 카메라 모듈, 소형 아웃라인 튜너 모듈, 얇은 프로파일 모듈 장치 및 구성 요소, 및 IC 테스터 보드를 포함한다. 밴드 패스 필터는 커패시터와 인덕터의 두가지 주요 부분을 함유한다. 로우 K 물질은 인덕터를 디자인하기에 좋으나, 충분한 커패시턴스를 발생하기에 더 많은 활성 영역을 요구하기 때문에, 커패시터를 디자인하기에는 적합하지 않다. 하이 K 물질은 반대의 결과를 낳는다. 본 발명자는 로우 K (4-8) / 미드 K (10-100) LTCC 물질이 동시 소성되고 단일 성분으로 투입될 수 있음을 발견하였고, 로우 K 물질은 인덕터 부분을 디자인하는데 사용될 수 있고, 하이 K 물질은 최적화된 성능을 갖기 위해 커패시터 부분을 디자인하는데 사용될 수 있음을 발견하였다.

[0053] 실시예

[0054] 하기의 실시예는 본 발명의 바람직한 양태를 예시하기 위해 제공된 것이며 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니다.

[0055] 하기 표에 나타낸 바와 같이, 적당량의 BaCO<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub> 및 SiO<sub>2</sub> 는 혼합된 다음,수성 매질에서 약 0.2 내지 1.5 μm 의 입자 크기 D<sub>50</sub> 으로 분쇄된다. 이 슬러리는 약 800 내지 1000 °C 에서 약 1 내지 5 시간동안 건조 및 소결되어 BaO, WO<sub>3</sub> 및 SiO<sub>2</sub> 를 포함한 호스트 물질을 형성한다. 그 결과로 생성된 호스트 물질은 기계적으로 분쇄되고 플럭스제(fluxing agent) 와 혼합되며, 다시 수성 매질에서 약 0.5 내지 1.0 μm 의 입자 크기 D<sub>50</sub> 으로 분쇄된다. 분쇄된 세라믹 파우더는 건조되고 분쇄되어 미분된 파우더를 형성한다. 그 결과 생성된 파우더는 원통형 펠릿 내에 프레스되어지고, 제형 24 가 880 °C 에서 약 30분동안 소성되는 것을 제외하고는, 약 850 °C 의 온도에서 약 30 분 동안 소성된다.

[0056] 제형은 중량 퍼센트로 주어진다.

**표 1**

표 1. 호스트 조성

호스트	A	B	C
BaO	38.373	42.133	43.583
WO <sub>3</sub>	57.994	51.333	53.099
SiO <sub>2</sub>	3.633	6.534	3.318

**표 2**

표 2. 유전체 제형 1 및 2

제형	1	2
호스트 A	85.464	85.293
BaSiO <sub>3</sub>	10.990	10.968
BaCO <sub>3</sub>	1.570	1.567
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1.476	1.473
LiF	0.500	0.499
CuO	0.000	0.200

**표 3**

표 3. 유전체 제형 3-9

제형	3	4	5	6	7	8	9
호스트 B	96.454	96.261	96.580	96.704	96.829	96.266	98.131
BaCO <sub>3</sub>	1.570	1.567	1.570	1.570	1.570	1.559	0.778
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1.476	1.473	1.476	1.476	1.476	1.466	0.731
LiF	0.500	0.499	0.374	0.250	0.125	0.000	0.000

CuO	0.000	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.710	0.360
SiO <sub>2</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

**표 4**

표 4. 유전체 제형 10-17

제형	10	11	12	13	14	15	16	17
호스트 B	97.208	98.165	95.800	97.686	98.306	97.898	97.792	98.587
BaCO <sub>3</sub>	1.720	0.516	1.552	1.118	0.783	1.743	1.431	0.700
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0.718	0.484	1.458	0.601	0.421	0.000	0.300	0.250
LiF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CuO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.354	0.360	0.718	0.357	0.250	0.359	0.358	0.358
SiO <sub>2</sub>	0.000	0.475	0.472	0.238	0.240	0.000	0.119	0.105

**표 5**

표 5. 유전체 제형 18-22

제형	18	19	20	21	22
호스트 C	97.919	93.256	97.123	92.499	88.934
BaCO <sub>3</sub>	1.121	1.067	1.111	1.058	1.111
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0.602	0.574	0.599	0.570	0.599
LiF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CuO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.358	0.341	0.356	0.339	0.356
SiO <sub>2</sub>	0.000	4.762	0.000	0.000	0.000
ZrO <sub>2</sub>	0.000	0.000	0.811	0.772	0.000
CaTiO <sub>3</sub>	0.000	0.000	0.000	4.762	9.000

**표 6**

표 6. 유전체 제형 23-24

제형	23	24
호스트 B	87.7	47.473
BaCO <sub>3</sub>	1.28	0.694
Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.32	0.886
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0.22	3.11
SiO <sub>2</sub>	0.09	0.05
SrTiO <sub>3</sub>	9.98	-
ZnO	-	6.33
CuO	0.43	0.5
CaTiO <sub>3</sub>	-	40.957

[0060]

[0061]

[0062]

[0063] 하기 표 7 및 8 은 표 1-5 에 기재된 제형의 특성 및 성능 데이터를 나타낸다.

**표 7**

표 7. 제형 1-24 에 대한 밀도, K & Q 데이터:

제형	1	2	3	4	5	6	7
소성 밀도 g/cc	5.500	5.467	5.517	5.424	5.400	5.591	5.361
K @ 1 MHz	8.0	7.9	7.9	8.1	7.4	7.9	7.5
Q @ 1 MHz	6818	>50,000	>50,000	>50,000	>50,000	>50,000	271

제형	8	9	10	11	12	13	14
소성 밀도 g/cc	5.492	5.628	5.625	5.422	5.483	5.643	5.554
K @ 1 MHz	8.0	8.1	8.0	7.7	7.8	8.0	8.0
Q @ 1 MHz	5085	>50,000	6522	821	28571	>50,000	>50,000

제형	15	16	17	18	19	20	21
소성 밀도 g/cc	4.500	5.523	5.477	5.964	5.395	5.938	5.739
K @ 1 MHz	6.4	7.9	7.7	9.1	7.7	8.9	10.4
Q @ 1 MHz	89	>50,000	>50,000	1132	>50,000	>50,000	>50,000

제형	22	23	24
소성 밀도 g/cc	5.617	5.334	4.701
K @ 1 MHz	12.1	11	45
Q @ 1 MHz	>50,000	>50,000	>20,000

[0064]

**표 8**

표 8. 제형 17 및 20-23 의 TCC 데이터

제형	17	20	21	22	23
TCC PPM @ -55℃	P133	P150	P069	N021	N026
TCC PPM @ 85℃	P139	P141	P078	P023	P013
TCC PPM @ 125℃	P145	P146	P087	P029	P020

[0065]

[0066] 표 9 는 850 ℃ 에서 30 분동안 소결시킨 후 wt.% 기준으로 선택된 유전체 제형을 포함한다.(제형 24 는 약 880 ℃ 에서 약 30분동안 소성된다.)

**표 9**

표 9.

제형	13	22	23	24
BaO	42.335	39.913	38.2	20.969
WO <sub>3</sub>	50.511	47.566	45.3	24.877
SiO <sub>2</sub>	6.669	2.972	5.86	3.218
SrO	-	-	5.67	-
CaO	-	3.739	-	17.243
TiO <sub>2</sub>	-	5.326	4.37	24.568
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.34	0.339	0.13	1.788
Li <sub>2</sub> O	0.145	0.145	0.13	0.365
CuO	-	-	0.43	0.510

[0067]



ZnO	-	-	-	6.462
-----	---	---	---	-------

- [0068] 추가적인 장점들 및 변형들은 당업자에게 용이하게 일어날 것이다. 따라서, 보다 넓은 관점에서, 본 발명은 여기에 나타내고 기재된 예시적인 실시예 및 특정 세부사항에 한정되지 않는다. 따라서, 첨부된 청구항 및 그 균등물에 의해 정의된 바와 같은 일반적인 발명 개념의 범위 또는 사상으로부터 벗어나지 않고 다양한 변형이 이루어질 수 있다.
- [0069] 본 발명의 추가적인 구체에는 하기의 항목에 나타낸다.
- [0070] 항목 1: 소성시, 바륨-텅스텐-실리콘 산화물 호스트 물질을 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질을 형성하는 전구체 물질 혼합물을 포함하는 조성물.
- [0071] 항목 2: 항목 1 에 따른 조성물에 있어서, 상기 유전체 물질이 유전상수 1 내지 50 을 나타내는 조성물.
- [0072] 항목 3: 항목 1 에 따른 조성물에 있어서, 상기 유전체 물질이 유전상수 6 내지 45 를 나타내는 조성물.
- [0073] 항목 4: 하기를 포함하는 호스트 물질:
  - [0074] (i) 30-50 wt% BaO,
  - [0075] (ii) 45-65 wt% WO<sub>3</sub>,
  - [0076] (iii) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>,
  - [0077] (iv) 무연, 및
  - [0078] (v) 무카드뮴.
- [0079] 항목 5: 소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질:
  - [0080] (a) 항목 4 의 호스트 물질 80-90.9 wt% 와,
  - [0081] (b) 8-13 wt% BaSiO<sub>3</sub>,
  - [0082] (c) 0.5-3 wt% BaCO<sub>3</sub>,
  - [0083] (d) 0.5-3 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
  - [0084] (e) 0.1-1 wt% LiF 및
  - [0085] (f) 0 내지 0.5 wt% CuO,
- [0086] 또는 이들의 산화물 균등물.
- [0087] 항목 6: 소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질:
  - [0088] (a) 항목 4 의 호스트 물질 90-99.8 wt% 와,
  - [0089] (b) 0.2-3 wt% BaCO<sub>3</sub>,
  - [0090] (c) 0-3 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
  - [0091] (d) 0-1 wt% LiF,
  - [0092] (e) 0-0.5 wt% CuO,
  - [0093] (f) 0-1.5 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,
  - [0094] (g) 0-1 wt% SiO<sub>2</sub>,
- [0095] 또는 이들의 산화물 균등물.
- [0096] 항목 7: 소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 조성물:

- [0097] (a) 항목 4 의 호스트 물질 37-99.7 wt% 와,  
 [0098] (b) 0.1-2 wt% BaCO<sub>3</sub>,  
 [0099] (c) 0.1-5 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,  
 [0100] (d) 0 내지 1 wt% CuO,  
 [0101] (e) 0.1-2 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,  
 [0102] (f) 0-5 wt% SiO<sub>2</sub>,  
 [0103] (g) 0-1 wt% ZrO<sub>2</sub>,  
 [0104] (h) 0-10 wt% ZnO,  
 [0105] (i) 0-15 wt% SrTiO<sub>3</sub>, 및  
 [0106] (j) 0-50 wt% CaTiO<sub>3</sub>,  
 [0107] 또는 이들의 산화물 균등물.  
 [0108] 항목 8: 소성 시, 무연 무카드뮴 유전체 물질을 형성하는 전구체 혼합물을 포함하는 무연 무카드뮴 조성물로서, 무연 무카드뮴 유전체 조성물이 하기를 포함하는 조성물:  
 [0109] (a) 10-55 wt% BaO,  
 [0110] (b) 15-60 wt% WO<sub>3</sub>,  
 [0111] (c) 0.5-15 wt% SiO<sub>2</sub>,  
 [0112] (d) 0-27 wt% CaO,  
 [0113] (e) 0-35 wt% TiO<sub>2</sub>,  
 [0114] (f) 0-15 wt% SrO,  
 [0115] (g) 0.05-5 wt% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  
 [0116] (h) 0.05-5 wt% Li<sub>2</sub>O,  
 [0117] (i) 0-5 wt% LiF,  
 [0118] (j) 0-5 wt% CuO, 및  
 [0119] (k) 0-10 wt% ZnO.  
 [0120] 항목 9: 항목 1-8 중 어느 하나의 무연 무카드뮴 유전체 물질에 있어서, 소성 이후, 소성된 조성물이, 1 MHz 에서 측정했을 때 Q 값이 최소 20000 을 나타내는 무연 무카드뮴 유전체 물질.  
 [0121] 항목 10: 항목 1-8 중 어느 하나의 무연 무카드뮴 유전체 물질에 있어서, 소성 이후, 소성된 조성물이, 1 MHz 에서 측정했을 때, 0.00005 미만의 유전체 손실 탄젠트 Df 값을 나타내는 무연 무카드뮴 유전체 물질.  
 [0122] 항목 11: 항목 1-8 중 어느 하나의 무연 무카드뮴 유전체 물질에 있어서, 소성 이후, 소성된 조성물이, 6-45 의 유전상수 K 값을 나타내는 무연 무카드뮴 유전체 물질.  
 [0123] 항목 12: 소성 이전, 항목 1-8 중 어느 하나의 무연 무카드뮴 유전체 물질과 하기를 포함하는 전도성 페이스트 를 포함하는 전기 또는 전자 성분:  
 [0124] a. 60-88.5 wt% Ag + Pd + Pt + Au  
 [0125] b. 전이 금속의 실리사이드(sillicides), 카바이드(carbides), 질화물(nitrides), 및 붕소화물(borides) 로 이루어진 군으로부터 선택된 1-10 wt% 의 첨가제,

- [0126] c. 0.5-10 wt% 의 최소 하나의 유리 프릿,
- [0127] d. 10-38.5 wt% 유기 부분.
- [0128] 항목 13: 항목 12 의 전기 또는 전자 성분에 있어서, 상기 전기 또는 전자 성분이 높은 Q 공진기, 전자파 간섭 필터, 밴드 패스 필터, 무선 패키징 시스템, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 전기 또는 전자 성분.
- [0129] 항목 14: 하기를 포함하는 전자 성분을 형성하는 방법:
- [0130] (a1) 항목 1-8 중 어느 하나의 유전체 조성물을 기판에 도포하거나
- [0131] (a2) 항목 1-8 중 어느 하나의 유전체 조성물을 포함하는 테이프를 기판에 도포하거나
- [0132] (a3) 항목 1-8 중 어느 하나의 유전체 조성물의 입자 다수를 압축하여 일체의 합성물 기판을 형성하고;
- [0133] (b) 유전체 물질을 소결하기 위한 충분한 온도에서 기판을 소성함.
- [0134] 항목 15: 항목 14 의 방법에 있어서, 상기 소성이 약 800 °C 내지 약 900 °C 의 온도에서 시행되는 것인 방법.
- [0135] 항목 16: 항목 14 의 방법에 있어서, 상기 소성이 약 845 °C 내지 약 885 °C 의 온도에서 시행되는 것인 방법.
- [0136] 항목 17: 항목 14-16 중 어느 하나의 방법에 있어서, 상기 소성이 공기 중에서 시행되는 것인 방법.
- [0137] 항목 18: 10 보다 큰 유전상수를 갖는 항목 1-8 중 어느 하나의 유전체 물질의 적어도 하나의 층과, 10 미만의 유전상수를 갖는 테이프 또는 페이스트의 적어도 하나의 교번하는 별도의 층을 결합하여 동시 소성하는 방법으로서, 교번층이 상이한 유전상수를 갖는 다층 기판을 형성하는 방법.
- [0138] 항목 19: 항목 18 의 방법에 있어서, 상기 소성이 약 800 °C 내지 약 900 °C 의 온도에서 시행되는 것인 방법.
- [0139] 항목 20: 항목 19 의 방법에 있어서, 상기 소성이 약 845 °C 내지 약 885 °C 의 온도에서 시행되는 것인 방법.
- [0140] 항목 21: 항목 18-20 중 어느 하나의 방법에 있어서, 상기 소성이 공기 중에서 시행되는 방법.
- [0141] 항목 22: 소성시, 바륨-텅스텐-실리콘 산화물 호스트 물질을 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질을 형성하는 전구체 물질 혼합물을 포함하는 조성물.
- [0142] 항목 23: 항목 22 의 조성물에 있어서, 상기 유전체 물질이 1 내지 20 의 유전상수를 나타내는 조성물.
- [0143] 항목 24: 항목 22 의 조성물에 있어서, 상기 유전체 물질이 6 내지 12 의 유전상수를 나타내는 조성물.
- [0144] 항목 25: 하기를 포함하는 호스트 물질:
- [0145] (a) 30-45 wt% BaO,
- [0146] (b) 50-60 wt% WO<sub>3</sub>,
- [0147] (c) 1-10 wt% SiO<sub>2</sub>,
- [0148] (d) 무연, 및
- [0149] (d) 무카드뮴.
- [0150] 항목 26: 소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 조성물:
- [0151] (a) 항목 4 의 호스트 물질 80-90.9 wt% 와,
- [0152] (b) 8-13 wt% BaSiO<sub>3</sub>,
- [0153] (c) 0.5-3 wt% BaCO<sub>3</sub>,
- [0154] (d) 0.5-3 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
- [0155] (e) 0.1-1 wt% LiF 및
- [0156] (f) 0 내지 0.5 wt% CuO,

- [0157] 또는 이들의 산화물 균등물.
- [0158] 항목 27: 소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 물질:
- [0159] (a) 항목 4 의 호스트 물질 90-98.5 wt% 와,
- [0160] (b) 0.5-2 wt% BaCO<sub>3</sub>,
- [0161] (c) 1-3 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
- [0162] (d) 0-1 wt% LiF 및
- [0163] (e) 0 내지 0.5 wt% CuO,
- [0164] (f) 0-1 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,
- [0165] (g) 0-1 wt% SiO<sub>2</sub>,
- [0166] 또는 이들의 산화물 균등물.
- [0167] 항목 28: 소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 조성물:
- [0168] (a) 항목 4 의 호스트 물질 87-98.8 wt% 와,
- [0169] (b) 0.8-1.5 wt% BaCO<sub>3</sub>,
- [0170] (c) 0.3-1 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
- [0171] (d) 0-1 wt% LiF,
- [0172] (e) 0 내지 0.5 wt% CuO,
- [0173] (f) 0.1-0.8 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,
- [0174] (g) 0-5 wt% SiO<sub>2</sub>,
- [0175] (h) 0-1 wt% ZrO<sub>2</sub>,
- [0176] (i) 0-10 wt% CaTiO<sub>3</sub>,
- [0177] 또는 이들의 산화물 균등물.
- [0178] 항목 29: 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 조성물:
- [0179] (a) 20-70 wt% BaO,
- [0180] (b) 20-70 wt% WO<sub>3</sub>,
- [0181] (c) 0.1-10 wt% SiO<sub>2</sub>,
- [0182] (d) 0-10 wt% CaO,
- [0183] (e) 0-10 wt% TiO<sub>2</sub>,
- [0184] (f) 0.10-5 wt% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- [0185] (g) 0.1-5 wt% Li<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 및
- [0186] (h) 0.1-5 wt% LiF.
- [0187] 항목 30: 항목 22-29 중 어느 하나의 무연 무카드뮴 유전체 물질에 있어서, 소성 이후, 소성된 조성물이, 1 MHz 에서 측정했을 때 Q 값이 최소 20000 을 나타내는 무연 무카드뮴 유전체 물질.
- [0188] 항목 31: 항목 22-29 중 어느 하나의 무연 무카드뮴 유전체 물질에 있어서, 소성 이후, 소성된 조성물이, 1 MHz

에서 측정했을 때 0.00005 미만의 유전체 손실 탄젠트 Df 값을 나타내는 무연 무카드뮴 유전체 물질.

- [0189] 항목 32: 항목 22-29 중 어느 하나의 무연 무카드뮴 유전체 물질에 있어서, 소성 이후, 소성된 조성물이, 6-12의 유전상수 K 값을 나타내는 무연 무카드뮴 유전체 물질.
- [0190] 항목 33: 소성 이전, 항목 22-29 중 어느 하나의 무연 무카드뮴 유전체 물질 또는 페이스트와 하기를 포함하는 전도성 페이스트를 포함하는 전기 또는 전자 성분:
  - [0191] (a) 60-88.5 wt% Ag + Pd + Pt + Au
  - [0192] (b) 전이 금속의 실리사이드(sillicides), 카바이드(carbides), 질화물(nitrides), 및 붕소화물(borides) 로 이루어진 군으로부터 선택된 1-10 wt% 의 첨가제,
  - [0193] (c) 0.5-10 wt% 의 최소 하나의 유리 프리트,
  - [0194] (d) 10-38.5 wt% 유기 부분.
- [0195] 항목 34: 항목 33 의 전기 또는 전자 성분에 있어서, 상기 전기 또는 전자 성분이 높은 Q 공진기, 밴드 패스 필터, 무선 패키징 시스템, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 전기 또는 전자 성분.
- [0196] 항목 35: 하기를 포함하는 전자 성분을 형성하는 방법:
  - [0197] (a1) 항목 22-29 중 어느 하나의 유전체 조성물을 기판에 도포하거나
  - [0198] (a2) 항목 22-29 중 어느 하나의 유전체 조성물을 포함하는 테이프를 기판에 도포하거나
  - [0199] (a3) 항목 22-29 중 어느 하나의 유전체 조성물의 입자 다수를 압축하여 일체의 합성물 기판을 형성하고;
  - [0200] (b) 유전체 물질을 소결하기 위한 충분한 온도에서 기판을 소성함.
- [0201] 항목 36: 항목 35 의 방법에 있어서, 상기 소성이 약 800 °C 내지 약 900 °C 의 온도에서 시행되는 것인 방법.
- [0202] 항목 37: 항목 35 의 방법에 있어서, 상기 소성이 약 825 °C 내지 약 875 °C 의 온도에서 시행되는 것인 방법.
- [0203] 항목 38: 항목 35-37 중 어느 하나의 방법에 있어서, 상기 소성이 공기 중에서 시행되는 방법.
- [0204] 항목 39: 항목 22-29 중 어느 하나의 유전체 물질의 적어도 하나의 층과, 12 초과 유전상수를 갖는 테이프 또는 페이스트의 적어도 하나의 교번하는 별도의 층을 결합하여 동시 소성하는 방법으로서, 교번층이 상이한 유전상수를 갖는 다층 기판을 형성하는 방법.
- [0205] 항목 40: 항목 39 의 방법에 있어서, 상기 소성이 약 800 °C 내지 약 900 °C 의 온도에서 시행되는 것인 방법.
- [0206] 항목 41: 항목 39 의 방법에 있어서, 상기 소성이 약 825 °C 내지 약 875 °C 의 온도에서 시행되는 것인 방법.
- [0207] 항목 42: 항목 39-41 중 어느 하나의 방법에 있어서, 상기 소성이 공기 중에서 시행되는 방법.
- [0208] 항목 43: 소성 이전, 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 조성물:
  - [0209] (a) 항목 4 의 호스트 물질 85-94.99 wt% 와,
  - [0210] (b) 0.7-1.7 wt% BaCO<sub>3</sub>,
  - [0211] (c) 0.1-1 wt% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
  - [0212] (d) 0.1-1 wt% LiF,
  - [0213] (e) 0 내지 0.7 wt% CuO,
  - [0214] (f) 0.1-0.8 wt% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,
  - [0215] (g) 0.01-6 wt% SiO<sub>2</sub>,
  - [0216] (h) 4-13 wt% SrTiO<sub>3</sub>,
  - [0217] 또는 이들의 산화물 균등물.

- [0218] 항목 44: 하기를 포함하는 무연 무카드뮴 유전체 조성물:
- [0219] (a) 20-70 wt% BaO,
- [0220] (b) 20-70 wt% WO<sub>3</sub>,
- [0221] (c) 0.1-10 wt% SiO<sub>2</sub>,
- [0222] (d) 1-15 wt% SrO,
- [0223] (e) 0.1-10 wt% TiO<sub>2</sub>,
- [0224] (f) 0.1-5 wt% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- [0225] (g) 0.1-5 wt% Li<sub>2</sub>O, 및
- [0226] (h) 0.1-1 wt% CuO.