(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월25일
(11) 등록번호 10-1086804
(24) 등록일자 2011년11월18일

(51) Int. Cl.
H05K 1/09 (2006.01) *H05K 1/03* (2006.01)
C04B 35/111 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7023058
(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년02월19일
심사청구일자 2010년10월15일
(85) 번역문제출일자 2010년10월15일
(65) 공개번호 10-2010-0122957
(43) 공개일자 2010년11월23일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2009/052878
(87) 국제공개번호 WO 2009/122806
국제공개일자 2009년10월08일
(30) 우선권주장
JP-P-2008-091890 2008년03월31일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2005068008 A
JP2005126250 A
JP2007109473 A
전체 청구항 수 : 총 1 항

(73) 특허권자
미쓰비시덴키 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2쵸메 7반 3고
(72) 발명자
야마구치 카즈히로
일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2쵸메 7반 3고 미쓰비시덴키 가부시키가이샤 나이
(74) 대리인
김홍두, 이화익

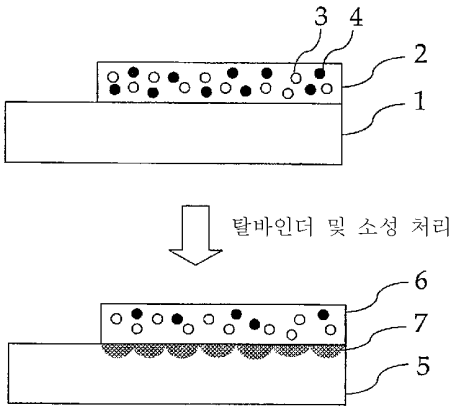
심사관 : 신재경

(54) 저온 소성 세라믹 회로 기판

(57) 요 약

본 발명은, 도체 페이스트와 그린 시이트를 800~900℃에서 동시 소성하여 되는 저온 소성 세라믹 회로 기판에 있어서, 상기 그린 시이트가, 35~39중량%의 SiO_2, 9~17중량%의 Al_2O_3, 21~40중량%의 B_2O_3, 10~20중량%의 R'O(단, R'은, Mg, Ca 및 Ba로 이루어진 군에서 선택된 적어도 1종이다), 및 0.2~2중량%의 Li_2O, 0.5~2중량%의 MO_2(단, M은, Ti 및 Zr으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1종이다)로 이루어진 글래스 분말과 알루미나 분말을 포함하고, 또한, 상기 글래스 분말과 상기 알루미나 분말의 중량 비율이 4:6~6:4이고, 상기 도체 페이스트가, Ag을 포함하는 금속 입자와, 바인더 성분과, 열분해성의 알칼리 금속 화합물을 포함하고, 또한, 상기 열분해성의 알칼리 금속 화합물의 함유량이, 상기 금속 입자의 금속 원자 100개에 대해, 0.13 이상 7.8 이하의 알칼리 금속 원자를 포함하는 상당량인 것을 특징으로 하는 저온 소성 세라믹 회로 기판이다. 본 발명에 따르면, 900℃ 이하에서의 소성이 가능하며, Ag계 도체 페이스트와 동시 소성했을 때에 기판 휘어짐이나 도체 주름이 작은 동시에, 흡습성이 낮고, 고주파대(마이크로파나 밀리미터파대)에서의 유전 특성이 우수하고, 글래스 성분의 스며나옴이 없는 평탄한 회로 표면을 갖는 저온 소성 세라믹 회로 기판을 제공할 수 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

도체 페이스트와 그린 시이트를 800~900℃에서 동시 소성하여 이루어진 저온 소성 세라믹 회로 기판에 있어서,

상기 그린 시이트가, 35~39중량%의 SiO_2, 9~17중량%의 Al_2O_3, 21~40중량%의 B_2O_3, 10~20중량%의 R'O(단, R'은, Mg, Ca 및 Ba로 이루어진 군에서 선택된 적어도 1종이다), 및 0.2~2중량%의 Li_2O, 0.5~2중량%의 MO_2(단, M은, Ti 및 Zr으로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 1종이다)로 이루어진 글래스 분말과 알루미나 분말을 포함하고, 또한, 상기 글래스 분말과 상기 알루미나 분말의 중량 비율이 4:6~6:4이고,

상기 도체 페이스트가, Ag을 포함하는 금속 입자와, 바인더 성분과, 열분해성의 알칼리 금속 화합물을 포함하고, 또한, 상기 열분해성의 알칼리 금속 화합물의 함유량이, 상기 금속 입자의 금속 원자 100개에 대해, 0.13 이상 7.8 이하의 알칼리 금속 원자를 포함하는 상당량인 것을 특징으로 하는 저온 소성 세라믹 회로 기판.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 저온 소성 세라믹 회로 기판에 관한 것이다. 상세하게는, 정보통신 및 자동차 등의 분야에 있어서, 각종 디바이스에 사용되는 저온 소성 세라믹 회로 기판에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 저온 소성 세라믹 회로 기판은, 고주파 특성 및 방열성이 우수하여, 저손실 도체를 사용할 수 있는 동시에, 기밀 밀봉 디바이스의 베이스로 적용할 수 있는 것 등의 이점이 있기 때문에, 전자소자 탑재의 베이스 또는 전자 디바이스 패키지의 구성부재로서 실용화되어 있다. 이 저온 소성 세라믹 회로 기판은, 글래스 분말과 알루미나 분말을 포함하는 그린 시이트용 분말로부터 제작된 그린 시이트에 도체 페이스트를 사용해서 회로 패턴을 형성한 후, 복수의 그린 시이트를 적층 일체화하여 저온 소성한 회로 배선 내장의 다층 기판이다. 이 그린 시이트에 사용되는 세라믹은, 1000℃ 이하에서의 소성이 가능하기 때문에, 소성 온도가 1500℃ 이상의 고온인 알루미나 등의 세라믹에 대한 비교 표현으로서 「저온 소성 세라믹」으로 불린다.

[0003] 알루미나 그린 시이트 등을 사용하는 고온 소성 세라믹 회로 기판에서는, W이나 Mo 등의 고융점·고저항 금속이 도체재료에 사용되기 때문에, 도체 저항이 높아, 기판으로서의 회로 손실이 크다고 하는 문제가 있다. 또한, 고온 소성 세라믹 회로 기판의 제조공정에서는 환원 분위기를 필요로 하기 때문에, 제조공정과 설비도 복잡해진다.

[0004] 이에 대하여 저온 소성 세라믹 회로 기판에서는, Au이나 Ag 등의 저저항 금속이 도체 재료에 사용되기 때문에, 기판으로서의 회로 손실이 작다. 여기에서, 저온 소성 세라믹 회로 기판을 제조할 때의 소성 온도는, Au나 Ag의 융점 미만인 것이 필요하기 때문에, 900℃ 미만에서 연화되어 치밀화하는 글래스를 주성분으로 하는 글래스 분말과 알루미나 분말을 포함하는 그린 시이트용 분말을 사용하여 그린 시이트를 제작하고 있다. 그러나, Au나 Ag은 대기 소성이 가능하기 때문에 사용하기 쉽고, 특히 Ag은 저저항 금속 중에서도 저렴하기 때문에 Ag을 주성분으로 하는 도체 페이스트가 많이 이용되고 있기는 하지만, Ag은 그린 시이트의 글래스 성분 내부로 확산하기 쉽다고 하는 성질이 있다.

[0005] 최근, 정보통신 분야에서는, 정보량의 증대화와 통신방식의 다양화에 의해, 사용하는 전파의 주파수대가 고주파화하여, 마이크로파나 밀리미터파대가 사용되기 시작하고 있다. 이 사용하는 전파의 주파수는, 높아질수록 회로 내부에서 열로 변하는 작용, 즉 전송손실이 많아지기 때문에, 통신 기기의 고성능화·저소비 전력화·고출력화를 목표로 하는 유저로부터 고주파대에서의 전송손실을 적게 하는 것이 요구되고 있다. 이 고주파대에 있어서의 전송손실에 큰 영향을 미치는 인자로서는, 세라믹 기판의 유전 특성 및 도체의 전기 저항을 들 수 있지만, 도체는 이미 Cu와 함께 전기 저항이 최소인 Ag가 주로 이용되고 있기 때문에 개선 여지가 별로 없고, 세라믹 기판의 유전 특성을 개선하는 것이 중요하다. 특히, 유전 특성은 높은 주파수로 될수록 그것의 기여율이

높아지기 때문에, 고주파대에서의 전송손실을 적게 한다는 관점에서, 유전 특성이 우수한(즉, 비유전률 ε_r 및 유전 탄젠트 tanδ가 낮은) 세라믹 기판이 아니면 안된다. 이 세라믹 기판의 유전 특성에 영향을 미치는 인자는, 글래스 성분의 유전 특성이지만, 세라믹 기판의 유전 특성은, 저온 소성과의 양립이 일반적으로 어렵다고 하는 문제가 있다.

[0006] 세라믹 기판을 제공하는 종래의 그린 시이트로서는, 예를 들면, 12~59.6중량%의 알루미나와, 18~69.6중량%의 보로실리케이트계 글래스와, 1~40중량%의 아노르다이트 결정과, 1~5중량%의 셀시안 결정으로 이루어진 그린 시이트용 분말을 사용한 것이 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조). 이 그린 시이트는, 소성 분위기에 상관없이 저온 소성이 가능하며, 또한, 비유전률 ε_r이 낮고, 기계적 강도가 우수한 세라믹 기판을 제공할 수 있다.

[0007] 또한, 비유전률 ε_r 및 유전 탄젠트 tanδ가 낮은 알루미노실리케이트계 글래스의 조성도 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 2 참조).

[0008] 특허문헌 1: 일본국 특개평 6-305770호 공보

[0009] 특허문헌 2: 일본국 특개평 11-292567호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 그렇지만, 특허문헌 1에서는, 고주파대(마이크로파나 밀리미터파대)에서의 전송손실의 문제에 대해서는 개시되어 있지 않고, 또한, 유전 특성과 저온 소성을 양립시키는 방법에 대해서도 개시되어 있지 않다. 실제로, 특허문헌 1의 그린 시이트용 분말을 사용하여 제작된 그린 시이트로부터 얻어지는 세라믹 기판은, 종래의 재료인 알루미나 기판에 비해 고주파대에서의 전송손실이 많아, 고주파대용으로서 충분하다고는 말할 수 없는 성능이다. 일반적으로, 보로실리케이트계나 알루미노실리케이트계 글래스에 비해 알루미나는 고주파대에서의 전송손실이 적으므로, 정성적으로는, 특허문헌 1의 그린 시이트용 분말에 있어서, 알루미나의 배합량을 증가시킴으로써, 고주파대에서의 전송손실을 어느 정도 적게 할 수 있다고 생각된다. 그러나, 이와 같은 그린 시이트용 분말은, 흡수성이나 강도 부족의 문제를 일으킬 수 있기 때문에, 저온 소성 세라믹 회로 기판에서 사용할 수 없어, 고주파대에서의 전송손실이 적은 글래스 성분의 개발이 여전히 요망되고 있다.

[0011] 한편, 특허문헌 2에서는, 비유전률 ε_r 및 유전 탄젠트 tanδ가 낮은 알루미노실리케이트계 글래스의 조성이 개시되어 있기는 하지만, 이 조성을 갖는 글래스 조성물은, 글래스 섬유 용도로서, 연화 온도가 높고, 연화후에도 고점도이기 때문에, 그린 시이트용 분말에 사용되는 글래스 성분으로서는 적합하지 않다.

[0012] 본 발명자 등은, 당초, 특허문헌 2의 글래스 조성물과 알루미나 분말을 다양한 배합비로 포함하는 그린 시이트용 분말을 조제하고, 이와 같은 그린 시이트용 분말을 사용하여 제작된 그린 시이트로부터 얻어지는 세라믹 기판에 있어서의 기공율과 마이크로파대에서의 유전 특성을 평가하였다. 또한, 비교 대상으로서, 특허문헌 1의 그린 시이트용 분말을 사용하여 제작된 그린 시이트로부터 세라믹 기판을 제작하여, 동일한 평가를 행하였다. 그 결과, 특허문헌 2의 글래스 조성물을 포함하는 그린 시이트용 분말을 사용하여 제작된 그린 시이트로부터 얻어진 세라믹 기판은, 특허문헌 1의 세라믹 기판에 비해, 양호한 유전 특성을 반영하여, 전송손실이 대부분 적었다.

[0013] 그러나, 글래스 성분의 배합율이 40~70vol%인 경우, 특허문헌 1을 포함한 일반적인 세라믹 기판의 기공율은 대략 2%인 것에 대해, 특허문헌 2의 글래스 조성물을 포함하는 그린 시이트용 분말을 사용하여 제작된 그린 시이트로부터 얻어진 세라믹 기판의 기공율은 약 20%로 컸다. 즉, 특허문헌 2의 글래스 조성물을 포함하는 그린 시이트용 분말을 사용하여 제작된 그린 시이트로부터 얻어진 세라믹 기판은, 흡습성이 높아져, 제품에 요구되는 내환경성이나 기밀성을 만족시키지 않는다. 이와 같이 세라믹 기판의 기공율이 커지는 요인으로서는, 특허문헌 2의 글래스 조성에서는, 연화된 후의 점성이 높아, 연화한 글래스 성분이 알루미나 분말 사이의 틈으로 유동하여 치밀화하는 과정이 저해되고 있는 것으로 생각된다. 따라서, 고주파 용도의 세라믹 기판을 제공하는 그린 시이트에 사용되는 그린 시이트용 분말의 글래스 성분은, 전송손실이 적고, 또한, 적절한 연화점 및 점성을 갖는 것이 아니면 안된다.

[0014] 한편, Ag계 도체 페이스트를 사용하여 회로 패턴을 형성한 복수의 그린 시이트를 소성할 때, Ag는 그린 시이트의 글래스 성분 내부로에 확산하기 쉽다고 하는 성질이 있기 때문에, Ag 도체(회로) 사이의 절연성의 저하, 미세한 회로 패턴의 소실, 및 유전 특성의 저하가 생긴다. 또한, Ag가 확산한 그린 시이트에서는, 글래스 성분의 연화점이 저하하기 때문에, 그 부분의 수축 거동이 변화하여, 수축 불균일에 의한 기판의 휘어짐이 생긴다. 더구나, 글래스 성분의 연화점의 저하에 의해, 소정의 온도보다 낮은 온도에서 글래스 성분의 점성이 낮아져, 소결 개시전에 도체 내부로 글래스 성분이 침입한다. 그 결과, 침입한 글래스 성분에 의해 도체의 체적이 증가하여, 소성시에 도체의 원하는 수축이 얻어지지 않아, 도체 주름이나 글래스 성분의 스며나옴이 생긴다.

[0015] 더구나, 전술한 것과 같은 Ag 확산에 관련되는 문제는, 저온 소성 세라믹 회로 기판을 전자 디바이스에 사용할 때에도 악영향을 미친다. 예를 들면, Ag 도체는 대기에 방치하면 산화·유화하여 부품 실장이나 와이어 본딩이 곤란해지기 때문에, Ag 도체에 도금이 실행되지만, 도체 표면으로 스며나오는 글래스 성분이 많은 경우, 그 글래스 부분에는 도금이 붙지 않아, 도금 결함으로 되어 도금 처리액이 잔류하여 얼룩을 생기게 하거나, 납땜 등의 가열공정에서 잔류액의 비등에 의해 땜납 비산이 생기거나, 와이어본딩의 접합 강도가 낮아지는 일이 있다. 더구나, 기판 휘어짐이나 도체 주름이 클 경우, 기판으로서의 기본적 기능을 하지 않는 동시에, 최대 고저차로 표시하는 표면 거칠기가 25㎛Ψ 미세 와이어로 대표되는 와이어본딩에 적합한 범위의 최대값인 약 8㎛보다도 도체 주름이 커지면 와이어본딩이 불가능해진다. 이때, 보다 안정한 접합 강도를 갖는 와이어본딩으로 하기 위해서는, 표면 거칠기가 6㎛ 이하인 것이 바람직하다.

[0016] 본 발명은, 상기와 같은 과제를 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 900℃ 이하에서의 소성이 가능하며, Ag계 도체 페이스트와 동시 소성했을 때에 기판 휘어짐과 도체 주름이 작은 동시에, 흡습성이 낮고, 고주파대(마이크로파나 밀리미터파대)에서의 유전 특성이 우수하고, 글래스 성분의 스며나옴이 없는 평탄한 회로 표면을 갖는 저온 소성 세라믹 회로 기판을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명자 등은, 저온 소성 세라믹 회로 기판에 있어서 절연체층이 되는 그린 시이트 및 회로가 되는 도체 페이스트의 성분 조성에 대해 예의 연구를 거듭한 결과, 특정한 성분 조성을 갖는 그린 시이트 및 특정한 성분 조성을 갖는 도체 페이스트의 각각이, 그린 시이트의 글래스 성분 내부로의 Ag 확산을 억제하는 효과가 있는 것을 발견하였다. 더구나, 이 그린 시이트와 도체 페이스트를 조합하여 사용함으로써, 그린 시이트의 글래스 성분 내부로의 Ag 확산을 억제하는 효과를 상승적(相乘的)으로 향상시켜, 상기 과제를 해결할 수 있다는 것을 발견하였다.

[0018] 즉, 본 발명은, 도체 페이스트와 그린 시이트를 800~900℃에서 동시 소성하여 이루어진 저온 소성 세라믹 회로 기판에 있어서, 상기 그린 시이트가, 35~39중량%의 SiO_2, 9~17중량%의 Al_2O_3, 21~40중량%의 B_2O_3, 10~20중량%의 R'O(단, R'은, Mg, Ca 및 Ba로 이루어진 군에서 선택된 적어도 1종이다), 및 0.2~2중량%의 Li_2O, 0.5~2중량%의 MO_2(단, M은, Ti 및 Zr으로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 1종이다)로 이루어진 글래스 분말과 알루미나 분말을 포함하고, 또한, 상기 글래스 분말과 상기 알루미나 분말의 중량 비율이 4:6~6:4이고, 상기 도체 페이스트가, Ag을 포함하는 금속 입자와, 바인더 성분과, 열분해성의 알칼리 금속 화합물을 포함하고, 또한, 상기 열분해성의 알칼리 금속 화합물의 함유량이, 상기 금속 입자의 금속 원자 100개에 대해, 0.13 이상 7.8 이하의 알칼리 금속 원자를 포함하는 상당량인 것을 특징으로 하는 저온 소성 세라믹 회로 기판이다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면, 900℃ 이하에서의 소성이 가능하며, Ag계 도체 페이스트와 동시 소성했을 때에 기판 휘어짐이나 도체 주름이 작은 동시에, 흡습성이 낮고, 고주파대(마이크로파나 밀리미터파대)에서의 유전 특성이 우수하고, 글래스 성분의 스며나옴이 없는 평탄한 회로 표면을 갖는 저온 소성 세라믹 회로 기판을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 실시예에 있어서의 저온 소성 세라믹 회로 기판의 제조공정을 설명하는 도면이다.

도 2는 종래의 저온 소성 세라믹 회로 기판의 제조공정을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 실시형태 1.

[0022] 본 발명의 저온 소성 세라믹 회로 기판은, 도체 페이스트와 그린 시이트를 800~900℃에서 동시 소성하여 이루어진다. 이하, 도체 페이스트, 그린 시이트, 및 이것들을 사용하여 제작되는 저온 소성 세라믹 회로 기판에 대해 상세히 설명한다.

[0023] (그린 시이트)

[0024] 본 실시형태에 있어서의 그린 시이트는, 글래스 분말과 알루미나 분말로 이루어진 그린 시이트용 분말을 포함한다.

[0025] 본 실시형태에서 사용되는 글래스 분말은, SiO_2와, Al_2O_3와, B_2O_3와, R'O(단, R'은, Mg, Ca 및 Ba로 이루어진 군에서 선택된 적어도 1종이다)와, Li_2O와, MO_2(단, M은, T 및 Zr으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1종이다)를 구성 성분으로서 포함하는 글래스의 분말이다.

[0026] 이 글래스의 구성 성분에 있어서, SiO_2는, 그 자신이 글래스화하는 글래스 물질이다. 그러나, 순수한 SiO_2의 연화점은, 1000℃을 훨씬 넘고 있어, SiO_2을 다량으로 포함하는 글래스에서는 연화점이 높아진다.

[0027] 따라서, SiO_2의 함유량은, 35~39중량%이고, 바람직하게는 37~39중량%이다. SiO_2의 함유량이 35중량% 미만이면, 원료의 용융물로부터 글래스가 안정적으로 얻어지지 않거나, 또는 화학적으로 안정된 글래스가 얻어지지 않는다. 한편, SiO_2의 함유량이 39중량%을 초과하면, 연화점이 높아져 저온 소성이 곤란해진다.

[0028] B_2O_3도 또한, 그 자신이 글래스화하는 글래스 물질이다. 이와 같은 B_2O_3는, SiO_2를 포함하는 글래스에 배합함으로써 연화점을 저하시킬 수 있다. 또한, B_2O_3는, 붕소-산소의 결합을 글래스 골격 중에서 형성한다. 이와 같은 결합은, 규소-산소의 결합에 비해 공유결합성이 강하고, 전기 이중 극자 모멘트가 작기 때문에, 전자파에 대해 불활성이 되어, 전송손실을 적게 할 수 있다.

[0029] 그러나, 글래스에 있어서 B_2O_3의 양이 많아지면, 붕산에 유사한 산소 배위가 생기기 때문에, 글래스가 화학적으로 불안정화한다. 그렇게 되면, 이와 같은 글래스를 사용한 그린 시이트와 Ag계 도체 페이스트를 동시 소성할 때에, 그린 시이트의 글래스 성분 내부로에 Ag가 현저하게 확산한다.

[0030] 따라서, B_2O_3의 함유량은, 21~40중량%이며, 바람직하게는 22~28중량%이다. B_2O_3의 함유량이 21중량% 미만이면, 원하는 유전 특성이 얻어지지 않는다. 한편, B_2O_3의 함유량이 30중량%을 초과하면, 그것의 함유량이 많아짐에 따라 글래스가 화학적으로 불안정화하고, 내수성, 내산성 및 내알칼리성이 저하한다. 그 때문에, 고주파 부품의 제조에 있어서 통상 행해지는 금 도금 등의 공정을 연구하지 않으면 않게 된다. 구체적으로는, 도금욕을 중성으로 하거나, 불소 수지 등으로 방습 효과를 부여하는 것 등의 연구가 필요하다. 단, B_2O_3의 함유량이 40중량%을 초과하면, 글래스의 화학적인 안정성이 현저하게 저하하기 때문에, 상기 연구를 행해도 원하는 특성을 갖는 고주파 부품이 얻어지지 않는다.

[0031] 알칼리 토류 금속 산화물인 R'O(단, R'은, Mg, Ca 및 Ba로 이루어진 군에서 선택된 적어도 1종이다), 및 알칼리 금속 산화물인 Li_2O는, 그 자신에서는 글래스화하지 않지만, 다양한 성질을 제공하는 글래스 수식 물질이다. 이와 같은 R, O 및 Li_2O는, 화학적으로 기본적인 알칼리 금속 및 알칼리 토류 금속이, 글래스 중에 존재하는 분자 레벨의 네트워크 중에서 이온에 가까운 상태로서 존재하고, 글래스를 수식하여 글래스 골격을 절단하므로, 점도를 저하시킬 수 있다. 또한, 알칼리 금속 산화물인 Li_2O는, Ag 확산의 억제 기능을 가지므로, 기판

휘어짐이나 도체 주름을 저감시킬 수 있다.

[0032] 그러나, 이와 같은 네트워크 중에 있어서, 알칼리 금속 및 알칼리 토류 금속의 결합 에너지의 포텐셜은, 글래스 골격과 비교하여 완만하기 때문에, 알칼리 토류 금속 산화물 및 알칼리 금속 산화물의 양이 많아지면, 유전 완화가 커지고, 전송 손실도 많아진다. 단, 리튬은, 알칼리 금속 중에서도 가장 가벼운 원소이며 결합 거리도 짧기 때문에, 전기 이중 극자 모멘트의 고유 진동수가 높고, 또한 모멘트의 값도 작다. 그 때문에, 알칼리 금속을 Li_2에 한정함으로써 전송손실의 증가도 억제할 수 있다.

[0033] R'O(단, R'은, Mg, Ca 및 Ba로 이루어진 군에서 선택된 적어도 1종이다)의 함유량은, 10~20중량%이며, 바람직하게는 16~18중량%이다. R'O의 함유량이 10중량% 미만이면, 글래스의 점도가 높아진다. 또한, R'O의 함유량이 20중량%을 초과하면, 원료의 용융물로부터 글래스가 안정적으로 얻어지지 않거나, 또는 원하는 유전 특성이 얻어지지 않는다.

[0034] Li_2O의 함유량은, 0.2~2중량%이며, 바람직하게는 0.5~1중량%이다. Li_2O의 함유량이 0.2중량% 미만이면, 글래스의 점도가 높아지는 동시에, Ag 확산을 충분히 억제할 수 없다. 또한, Li_2O의 함유량이 2중량%을 초과하면, 원하는 유전 특성이 얻어지지 않는다.

[0035] Al_2O_3도 또한, 그 자신에서는 글래스화하지 않지만, 다양한 성질을 제공하는 글래스 수식 물질이다. 이와 같은 Al_2O_3는, 화학적인 안정성을 향상시킬 수 있다.

[0036] Al_2O_3의 함유량은, 9~17중량%이며, 바람직하게는 12~16중량%이다. Al_2O_3의 함유량이 12중량% 미만이면, 그것의 함유량이 많아짐에 따라 글래스가 화학적으로 불안정화하여, 내수성, 내산성 및 내알칼리성이 저하한다. 그 때문에, 고주파 부품의 제조에 있어서 통상 행해지는 금 도금 등의 공정을 연구하지 않으면 안되게 된다. 구체적으로는, 도금욕을 중성으로 하거나, 불소 수지 등으로 방습 효과를 부여하는 것 등의 연구가 필요하다. 단, Al_2O_3의 함유량이 9중량% 미만이면, 글래스의 화학적인 안정성이 현저하게 저하하기 때문에, 상기 연구를 행하여도 원하는 특성을 갖는 고주파 부품이 얻어지지 않는다. 한편, Al_2O_3의 함유량이 17중량%을 초과하면, 원료의 용융물로부터 글래스가 안정적으로 얻어지지 않는다.

[0037] MO_2(단, M은, Ti 및 Zr로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1종이다)도 또한, 그것 자신에서는 글래스화하지 않지만, 다양한 성질을 제공하는 글래스 수식 물질이다. 이와 같은 MO_2는, 원하는 점도나 유동성을 글래스에 부여할 수 있다.

[0038] 글래스에 있어서의 MO_2(단, M은, Ti 및 Zr로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1종이다)의 함유량은, 0.5~2중량%이며, 바람직하게는 0.5~1중량%이다. MO_2의 함유량이 0.5중량% 미만이면, 원하는 점도나 유동성이 얻어지기 어렵다. 또한, MO_2의 함유량이 2중량%을 초과하면, 원하는 유전 특성이 얻어지지 않는다.

[0039] 더구나, 한층 더 양호한 점도나 유동성을 글래스에 부여한다는 관점에서, ZnO와 CuO를 구성 성분으로서 배합하는 것도 가능하다. 이 경우, 글래스에 있어서의 ZnO의 함유량은, 바람직하게는 0중량% 초과 10중량% 이하이며, 더욱 바람직하게는 4~6중량%이다. ZnO의 함유량이 10중량%을 초과하면, 다른 글래스 성분의 비율이 적어지는 것에 의해 원하는 유전 특성이 얻어지지 않는다. 또한, 글래스에 있어서의 CuO의 함유량은, 바람직하게는 0중량% 초과 0.5중량% 이하이다. CuO의 함유량이 0.5중량%을 초과하면, 원하는 유전 특성이 얻어지지 않는다.

[0040] 이때, 본 실시형태에 있어서의 글래스는, 최종적인 글래스 조성이 상기 범위가 되면 되는 것이며, 예를 들면, 상기 범위 밖의 글래스 조성을 갖는 글래스를 복수 조합하여, 상기 범위의 글래스 조성이 되도록 조제해도 된다.

[0041] 본 실시형태에 있어서의 글래스 분말은, 종래 공지의 방법을 따라, 상기 구성 성분을 혼합하여 용융한 후, 분쇄함으로써 조제할 수 있다. 이때, 용융 온도는, 글래스 조성에 맞춰서 적절히 설정하면 된다.

[0042] 알루미나 분말로서는, 특별히 제한되는 일은 없고, 시판하는 것을 사용하는 것이 가능하다.

[0043] 본 실시형태에 있어서의 글래스 분말 및 알루미나 분말의 평균 입경은 모두, 특별하게 한정되는 일은 없지만, 1㎛ 초과 3㎛ 미만인 것이 바람직하고, 1.5㎛~2.5㎛인 것이 보다 바람직하다. 이 범위의 평균 입경으로 하면, 소성후의 세라믹 기판의 수축량이 작아져 휘어짐을 적게 할 수 있는 동시에, 소성후의 세라믹 기판에

적절한 치밀도, 기밀성 및 내흡습성을 제공하여 양호한 전기 특성을 초래할 수 있다.

[0044] 글래스 분말과 알루미나 분말의 중량 비율은, 글래스 분말의 비율이 적은 4:6으로부터, 글래스 분말의 비율이 많은 6:4의 범위이며, 바람직하게는 1:1이다. 알루미나 분말의 중량 비율이 지나치게 많으면, 소성후의 세라믹 기판의 치밀도가 낮아져(98% 미만) 열린 기공이 남아, 습도에 의해 전기 특성이 저하(특히, 전송 손실이 증가)한다. 한편, 글래스 분말의 중량 비율이 지나치게 많으면, 소성후의 세라믹 기판의 수축량이 커져 Ag계 도체 페이스트의 수축량과 정합하지 않아, 세라믹 기판의 휘어짐이 실용에 제공할 수 없을 만큼 커지거나, 글래스 성분의 스며나옴이 현저해진다.

[0045] 글래스 분말 및 알루미나 분말은, 공지의 방법에 따라, 소정의 비율로 혼합함으로써 그린 시이트용 분말로 할 수 있다. 혼합 방법으로서는, 특별히 한정되는 일은 없고, 볼밀 등을 사용하여 혼합하면 된다. 이때, 볼은, 불순물의 혼입을 방지한다는 관점에서, 순도가 높은 경질의 알루미나 볼 또는 지르코니아 볼을 사용하는 것이 바람직하다.

[0046] 본 실시형태에 있어서의 그린 시이트는, 상기 그린 시이트용 분말을 포함하는 슬러리를 시이트 형상으로 성형하여 건조 킴으로써 제작할 수 있다. 여기에서, 그린 시이트용 분말을 포함하는 슬러리는, 바인더 성분, 가소제, 분산제 및 유기용제를 그린 시이트용 분말에 첨가함으로써 조제할 수 있다. 여기에서, 바인더 성분으로서는, 특별히 한정되는 일은 없고, 폴리비닐 부티랄이나 아크릴계 수지 등의 공지의 것을 사용할 수 있다. 가소제로서는, 특별히 한정되는 일은 없고, 프탈산 디옥틸, 프탈산 디 n-부틸 및 폴리에틸렌 글리콜 등의 공지의 것을 사용할 수 있다. 분산제로서는, 특별히 한정되는 일은 없고, 트리올레인 등의 공지의 것을 사용할 수 있다. 유기용제로서는, 특별히 한정되는 일은 없고, 톨루엔이나 에탄올 등의 공지의 것을 사용할 수 있다. 바인더 성분, 가소제, 분산제 및 유기용제의 양은, 슬러리 형상으로 되면 특별히 제한되는 일은 없으며, 그린 시이트용 분말의 종류 등에 맞춰서 적절히 조정하면 된다.

[0047] 그린 시이트용 분말을 포함하는 슬러리를 시이트 형상으로 형성하는 방법으로서는, 특별히 한정되는 일은 없고, 제작할 그린 시이트의 두께에 따라, 닥터 블레이드법, 압출법, 롤 코터법, 인쇄법 등을 사용하면 된다.

[0048] 이와 같이 하여 얻어지는 그린 시이트는, 900℃ 이하에서의 저온 소성이 가능한 동시에, 고주파대(마이크로파나 밀리미터파대)에서의 유전 특성이 우수하고, 흡습성이 낮고, 또한, Ag계 도체 페이스트와 동시 소성했을 때에 휘어짐이나 주름이 작은 세라믹 기판을 제공할 수 있다.

[0049] (도체 페이스트)

[0050] 본 실시형태에 있어서의 도체 페이스트는, Ag을 포함하는 금속 입자와, 바인더 성분과, 열분해성의 알칼리 금속 화합물을 포함한다.

[0051] Ag를 포함하는 금속 입자로서는, 예를 들면 Ag 입자나, Ag-Pd나 Ag-Pt 등과 같은 Ag를 주성분으로서 포함하는 입자를 들 수 있다.

[0052] 금속 입자의 평균 입경은, 특별히 한정되는 일은 없지만, 전자 디바이스의 고주파화·소형화의 요청에 의해 얇고 미세한 배선이 요구되고 있는 점을 고려하면, 작은 쪽이 바람직하다. 단, 금속 입자의 평균 입경이 작으면, 표면 거칠기가 작아져, 와이어본딩에 적절한 표면을 갖는 회로가 얻어지는 동시에, 소성 휘어짐이 작은 평탄한 저온 소성 세라믹 회로가 얻어지기 쉬운 반면, Ag가 확산하기 쉬워지기 때문에, Ag 확산을 충분하게 억제하는 것이 필요하게 된다. 이상의 점을 고려하면, 금속 입자의 평균 입경은, 0.5㎛~3㎛인 것이 바람직하다. 평균 입경이 3㎛을 초과하면, 미세한 회로 형성이 곤란하게 되는 일이 있다. 한편, 평균 입경이 0.5㎛ 미만이면, 금속 입자 사이의 응집이 현저하게 높아져, 도체 페이스트 중에서 각각의 금속 입자를 균일하게 분산시켜 두는 것이 곤란하게 되는 경우가 있다.

[0053] 열분해성의 알칼리 금속 화합물은, 소성시에 있어서의 그린 시이트의 글래스 성분 내부로의 Ag 확산을 억제하는 효과를 초래하는 성분이다. 이와 같은 열분해성의 알칼리 금속 화합물은, 그린 시이트와의 동시 소성시에 분해하고, 그 분해물이 그린 시이트의 글래스 성분 내부로 확산함으로써, 그린 시이트의 글래스 성분 내부로의 Ag 확산을 억제한다. 이것은, 알칼리 금속이, Ag과 같은 원자가수이며, Ag의 대체로서 알칼리 금속이 그린 시이트의 글래스 성분 내부로 확산하기 때문이라고 생각된다.

[0054] 이때, 열분해성의 알칼리 금속 화합물은, 그린 시이트와의 동시 소성시에 분해하고, 그 분해물의 일부

가 그린 시이트의 글래스 성분 내부로 이동하고 잔부가 도체(회로) 중에 잔류하지만, 도체(회로) 저항 등의 특성에는 거의 영향을 주지 않는다.

[0055] 열분해성의 알칼리 금속 화합물로서는, 그린 시이트와의 동시 소성시(구체적으로는, 1000℃ 이하의 온도)에 분해하는 것이면 특별히 한정되는 일은 없고, 탄소, 수소 및 산소로 이루어진 작용기가 알칼리 금속에 결합한 화합물을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 이와 같은 열분해성의 알칼리 금속 화합물로서는, 탄산 칼륨, 탄산 나트륨 및 탄산 리튬 등의 알칼리 금속 탄산염; 옥살산 칼륨, 옥살산 나트륨 및 옥살산 리튬 등의 알칼리 금속 옥살산염; 벤조산 칼륨 등의 알칼리 금속 벤조산염; 구연산 칼륨 등의 알칼리 금속 구연산염; 포름산 칼륨 등의 알칼리 금속 포름산염; 초산 나트륨 및 초산 리튬 등의 알칼리 금속 초산염; 탄산 수소 나트륨 등의 알칼리 금속 탄산 수소염; 및 수산화 리튬 등의 알칼리 금속 수산화물 등을 들 수 있다.

[0056] 상기 화합물 중에서도, 열분해성의 알칼리 금속 화합물은, 알칼리 금속 탄산염, 알칼리 금속 옥살산염 또는 이들의 혼합물인 것이 바람직하다. 이와 같은 화합물이면, 그린 시이트와의 동시 소성시에 알칼리 금속과 탄산 가스에 분해되기 때문에, 불필요한 화합물을 도체(회로)에 잔류시키지 않는 동시에, 알칼리 금속만을 그린 시이트의 글래스 성분 중에 확산시키는 것이 가능해 진다. 또한, 불필요한 화합물이 도체(회로)에 잔류하지 않으면, 소성시에 도체 페이스트에 함유되는 열분해성의 알칼리 금속 화합물 자체의 체적이 감소하기 때문에, 도체 페이스트의 수축률을 증가시키는 것도 가능해진다.

[0057] 또한, 상기 화합물 중에서도, 알칼리 금속은, 칼륨, 나트륨 또는 이들의 혼합물인 것이 바람직하다. 이와 같은 알칼리 금속이면, 보다 양호한 상기 효과가 얻어진다.

[0058] 도체 페이스트에 있어서의 열분해성의 알칼리 금속 화합물의 함유량은, 금속 입자의 금속 원자 100개에 대해 0.13~7.8의 알칼리 금속 원자를 포함하는 상당량이다. 또한, 이와 같은 원자비는, 프로세스 상의 안정성의 관점에서, 알칼리 금속 원자는 0.78~4.8인 것이 바람직하다. 이와 같은 알칼리 금속 원자의 원자비가 0.13 미만이면, 원하는 Ag 확산의 억제 효과가 얻어지지 않는다. 한편, 이와 같은 알칼리 금속 원자의 원자비가 7.8을 초과하면, 도체 페이스트에 있어서의 체적 비율이 커져, 도체 페이스트의 제작시에 균일한 혼련 상태가 얻어지지 않는다. 더구나, 그린 시이트와 동시 소성했을 때에, 도체(회로)에 불균일이 생겨, 도체 저항이 안정적으로 얻어지지 않는다.

[0059] 바인더 성분으로서는, 도체 페이스트에 사용하는 것이 가능한 것이면 특별히 한정되는 일은 없다. 이와 같은 바인더 성분으로서는, 예를 들면, 에틸 셀룰로오스나 메틸 셀룰로오스 등의 셀룰로오스계 수지나, 메틸 메타크릴레이트나 에틸 메타크릴레이트 등의 아크릴계 수지 등을 사용할 수 있다.

[0060] 또한, 도체 페이스트에 있어서의 바인더 성분의 함유량은, 특별히 한정되는 일은 없고, 금속 입자 및 열분해성의 알칼리 금속 화합물의 종류나 양 등에 맞춰서 적절히 조정하면 된다.

[0061] 본 실시형태에 있어서의 도체 페이스트는, 분산제, 용제, 가소제를 더 함유할 수 있다. 이들 성분은, 도체 페이스트에 사용하는 것이 가능한 것이면 특별히 한정되는 일은 없고, 종래 공지의 각종 성분을 사용할 수 있다. 또한, 본 실시형태의 도체 페이스트에 있어서의 상기 성분의 함유량도, 특별히 한정되는 일은 없고, 금속 입자 및 열분해성의 알칼리 금속 화합물의 종류나 양 등에 맞춰서 적절히 조정하면 된다.

[0062] 또한, 본 발명에 있어서의 도체 페이스트는, 상기 성분을 혼합함으로써 제조할 수 있다. 혼합의 방법은, 특별히 한정되는 일은 없으며 종래 공지의 방법을 사용하면 되고, 예를 들면, 자동 유발을 사용하여 페이스트 형상으로 될 때까지 혼련하면 된다.

[0063] 이와 같이 하여 얻어지는 도체 페이스트는, 소성시에 있어서의 그린 시이트의 글래스 성분 내부로의 Ag 확산을 억제하여, 양호한 회로 패턴을 형성할 수 있는 동시에 기판에 휘어짐이나 변형을 주지 않는다.

[0064] (저온 소성 세라믹 회로 기판)

[0065] 상기한 그린 시이트 및 도체 페이스트는, 어느 한쪽에서도 Ag 확산의 억제 효과가 있지만, 조합하여 사용함으로써, 이 효과를 상승적으로 향상시킬 수 있다.

[0066] 본 실시형태에 있어서의 저온 소성 세라믹 회로 기판은, 상기한 그린 시이트 및 도체 페이스트를 800~900℃에서 동시 소성하여 이루어진다. 동시 소성후, 그린 시이트는 절연체층이 되고, 도체 페이스트는 회로(도체)가 된다.

[0067] 본 실시형태에 있어서의 저온 소성 세라믹 회로 기판은, 도 1에 나타낸 것과 같이, 알루미나 분말 및 글래스 분말을 포함하는 그린 시이트(1) 위에, Ag(3) 및 열분해성의 알칼리 금속 화합물(4)을 포함하는 도체 페이스트(2)를 사용하여 회로 패턴을 형성한 후, 탈바인더 처리를 행하고, 이어서 800~900℃에서 동시 소성함으로써 제조할 수 있다. 여기에서, 도체 페이스트(2)가 형성된 그린 시이트(1)는, 적층 일체화시킨 후에, 탈바인더 처리 및 동시 소성하여 다층화해도 된다.

[0068] 회로 패턴의 형성방법으로서는, 특별히 한정되는 일은 없고, 스크린 인쇄 등의 공지의 방법을 사용할 수 있다.

[0069] 회로 패턴이 형성된 그린 시이트(1)를 적층 일체화하는 방법으로서는, 특별히 한정되는 일은 없고, 예를 들면, 열압착에 의한 프레스 처리를 실시하면 된다.

[0070] 탈바인더 처리의 방법은, 특별히 한정되는 일은 없고, 예를 들면, 300~600℃에서 가열 유지하면 된다. 이와 같은 온도에서 가열유지하면, 그린 시이트(1)에 포함되는 바인더 성분을 분해시켜 가스화 제거할 수 있는 동시에, 도체 페이스트(2)에 포함되는 열분해성의 알칼리 금속 화합물(4)을 분해시켜, 그 분해물을 그린 시이트(1)의 글래스 성분 내부로 확산시킬 수 있다. 이에 따라, Ag(3)가 그린 시이트의 글래스 성분 내부로 확산하는 것을 억제할 수 있다. 또한, 가열 유지의 시간은, 특별히 한정되는 일은 없고, 그린 시이트(1)의 종류, 크기, 적층수 등에 맞추어 적절히 설정하면 된다.

[0071] 이때, 열분해성의 알칼리 금속 화합물(4)이 상기한 온도에서 분해하지 않는 경우에는, 다른 온도범위에서 열분해성의 알칼리 금속 화합물(4)을 분해시켜, 그 분해물을 그린 시이트(1)의 글래스 성분 내부로 확산시켜도 된다.

[0072] 탈바인더 처리후, 800~900℃에서의 동시 소성을 행하여 그린 시이트(1)를 치밀화시킨다. 소성 시간은, 특별히 한정되는 일은 없고, 그린 시이트(1)의 종류, 크기, 적층수 등에 맞추어 적절히 설정하면 된다.

[0073] 이와 같이 하여 제조되는 저온 소성 세라믹 회로 기판은, 회로(6)가 형성된 세라믹 기판(5)의 표면 근방에 있어서, 열분해성의 알칼리 금속 화합물(4)의 분해물이 확산하는(즉, 확산부(7)가 형성되는) 것에 의해, Ag(3)의 확산을 억제할 수 있으므로, 양호한 회로 패턴을 갖고, 또한, 휘어짐이나 변형이 없는 저온 소성 세라믹 회로 기판이 된다.

[0074] 이에 대해 종래의 도체 페이스트를 사용하여 저온 소성 세라믹 회로 기판을 제조하는 경우에는, 도 2에 나타낸 것과 같이, 탈바인더 공정이나 소성시에, 도체 페이스트(11)로부터 그린 시이트(10)의 글래스 성분 내부로 Ag(12)의 확산(이동)이 생긴다. 그 결과, Ag(12)가 확산한 그린 시이트(10)에서는 글래스 성분의 연화점이 저하하기 때문에, 그 부분의 수축 거동이 변화하여, 수축 불균일에 의한 기판의 휘어짐이나 도체 주름이 생긴다. 또한, 글래스 성분의 연화점의 저하에 의해, 소정의 온도보다 낮은 온도에서 글래스 성분의 점성이 낮아져, 소결 개시 전에 도체 내부로 글래스 성분이 침입하여, 도체 주름이 발생하는 동시에, 도체 표면으로 글래스 성분이 스며나온다.

[0075] 실시예

[0076] 이하, 실시예를 나타내어 본 발명을 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 하기의 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0077] (실시예 1~3 및 비교예 1~2)

[0078] 표 1의 글래스 조성에 따라, 각 글래스 성분을 혼합하여 1400~1600℃에서 용융한 후, 스탬프 밀 또는 볼밀을 사용하여 분쇄함으로써, 평균 입경 2㎛의 글래스 분말을 조제하였다.

[0079] [표 1]

	글래스 조성(중량%)									
	SiO_2	B_2O_3	Al_2O_3	BaO	CaO	MgO	R_2O	MO_2	ZnO	CuO
실시예 1	38.5	22.0	17.0	10.0	4.0	2.0	0.5(Li_2O)	0.5(ZrO_2)	5.5	0.0
실시예 2	35.0	30.0	12.0	2.5	10.0	4.0	0.2(Li_2O)	0.5(ZrO_2)	5.5	0.3
실시예 3	39.0	21.0	17.0	10.0	6.0	1.0	0.5(Li_2O)	0.5(ZrO_2)	5.0	0.0
비교예 1	38.0	28.0	10.0	11.5	3.0	2.0	0.0	1.5(ZrO_2)	6.0	0.0
비교예 2	56.0	20.0	15.0	0.0	6.0	1.0	0.0	2.0(ZrO_2)	0.0	0.0

[0080]

[0081] 다음에, 상기 글래스 분말 50g과, 평균 입경 2㎛의 알루미나 분말(순도 99% 이상) 50g을 볼밀을 사용하여 혼합하여, 그린 시이트용 분말을 조제한 후, 이와 같은 분말에, PVD, 프탈산 디 n-부틸, 트리올레핀 및 에탄올을 적당량 더 첨가하여 슬러리를 조제하였다.

[0082] 다음에, 이와 같은 슬러리를 사용하여, 닥터 블레이드법에 의해 약 100㎛의 두께를 갖는 그린 시이트를 제작하였다.

[0083] 상기 그린 시이트를 30장 중첩하고, 온수중에서 정수압 프레스를 행하여 일체화한 후, 850℃에서 1시간 소성함으로써 저온 소성 세라믹 기판 시료를 제작하였다. 이 기판 시료를, 냉각제로서 물를 사용하여 절삭 가공하여, 직경 약 1.3㎜, 길이 약 40㎜로 가공하였다. 이어서, 이 기판 시료를, 공진 주파수가 약 10GHz인 TM_{010} 공진기를 사용하는 섭동법에 의해, 마이크로파대에서의 유전 특성에 대해 평가하였다. 또한, 그린 시이트용 분말의 비중과, 기판 시료의 비중의 차이로부터, 기판 시료 중의 기공율을 계산하였다. 이 결과를 표 2에 나타낸다.

[0084] 또한, 참고로서, 시판의 Ag 도체 페이스트를 사용하여 상기 그린 시이트에 회로 패턴을 인쇄한 회로 기판 시료를 제작하여, Ag 도체 페이스트와의 수축 정합성을 평가하였다. 회로 기판 시료는, 그린 시이트에 회로 패턴을 인쇄한 후, 이 그린 시이트를 6장 중첩하고 온수중에서 정수압 프레스를 행하여 일체화시킨 후, 회로 기판 시료를 1인치(2.54㎝) 모서리로 가공하고, 850℃에서 1시간 소성함으로써, 회로 기판 시료를 제작하였다. 이 회로 기판 시료에 있어서, 휘어짐이 없는 실용적인 회로 기판이 얻어지는지 아닌지에 대해 평가하였다. 이와 같은 평가에 있어서의 실용성의 판단 기준으로서는, 휘어짐의 정도가, 1인치당 5㎛ 이하의 것을 실용성 있음으로, 1인치당 50㎛을 초과하는 것을 실용성 없음으로 판단하였다. 이 결과를 표 2에 나타낸다.

[0085] [표 2]

	비유전율 (ε_r)	유전 탄젠트 ($\tan\delta$)	$\varepsilon_r \times \tan\delta$	기공율 (%)	소성 기판으로서의 실용성
실시예 1	7.4	0.0027	0.0200	2	유
실시예 2	6.8	0.0019	0.0129	2	유
실시예 3	6.7	0.0022	0.0147	2	유
비교예 1	6.8	0.0021	0.0143	1	무
비교예 2	4.9	0.0031	0.0152	21	무

[0086]

[0087] 표 2에 나타낸 것과 같이, 실시예 1~3의 기판 시료는 모두, 비유전율과 유전탄젠트의 곱이 작아, 유전 특성이 우수하고, 또한, 기공율도 낮았다. 또한, 시판의 Ag 도체 페이스트와의 관계이지만, 회로 기판으로서의 실용성도 있었다.

[0088] 한편, 비교예 1의 기판 시료도 또한, 유전 특성이 우수하고, 또한, 기공율이 낮았다. 그러나, 시판의 Ag 도체 페이스트와의 관계이지만, 회로 기판으로서의 실용성이 없었다. 또한, 비교예 2의 기판 시료는, 유전 특성이 양호했지만, 기공율이 높고, 흡습성이 높았다. 또한, 시판의 Ag 도체 페이스트와의 관계이지만, 회로 기판으로서의 실용성도 없었다.

[0089] (실시예 4~5)

[0090] 그린 시이트는, 실시예 1에서 제작한 것을 사용하였다.

[0091] 도체 페이스트는, 98.5중량%의 Ag 입자(평균 입경: 약 1㎛) 및 1.5중량%의 Pd 입자(평균 입경: 약 1㎛)로 이루어진 금속 입자와, 열분해성의 알칼리 금속 화합물과, 에틸 셀룰로오스 1~3중량%의 테르피네올 용액, 분산제, 및 가소제로 이루어진 유기 성분을 자동유발에 넣고, 3~4시간 혼련함으로써 얻었다. 여기에서, Ag 입자와 유기 성분의 중량비는, 도체 페이스트의 점도의 변동에 맞춰서 77:23~82:18의 범위에서 조정하였다. 또한, 사용한 열분해성의 알칼리 금속 화합물의 종류와 배합량에 대해서는 표 3에 나타낸다.

[0092] 다음에, 상기 도체 페이스트를 사용하여 상기 그린 시이트 위에 회로 패턴을 인쇄한 후, 그린 시이트를 9매 적층하고, 80℃에서 15분간, 30MPa 압력 하에서의 열압착에 의해 적층시켰다. 다음에, 이 적층물을 약 500℃에서 2시간 소성한 후, 780~850℃에서 30분간 소성 함으로써 저온 소성 세라믹 회로 기판을 얻었다.

[0093] (실시예 6~7)

[0094] 실시예 6에서는, 실시예 2에서 제작한 그린 시이트를 사용한 것 이외는 실시예 4와 동일하게 하여 저온 소성 세라믹 회로 기판을 얻었다.

[0095] 실시예 7에서는, 실시예 2에서 제작한 그린 시이트를 사용한 것 이외는 실시예 5와 동일하게 하여 저온 소성 세라믹 회로 기판을 얻었다.

[0096] (실시예 8~9)

[0097] 실시예 8에서는, 실시예 3에서 제작한 그린 시이트를 사용한 것 이외는 실시예 4와 동일하게 하여 저온 소성 세라믹 회로 기판을 얻었다.

[0098] 실시예 9에서는, 실시예 3에서 제작한 그린 시이트를 사용한 것 이외는 실시예 5와 동일하게 하여 저온 소성 세라믹 회로 기판을 얻었다.

[0099] (비교예 3~5)

[0100] 비교예 1에서 제작한 그린 시이트와, 표 3에 기재된 열분해성의 알칼리 금속 화합물을 소정의 양으로 배합한 도체 페이스트 또는 열분해성의 알칼리 금속 화합물을 배합하고 있지 않은 도체 페이스트를 사용한 것 이외는, 실시예 4와 동일하게 하여 저온 소성 세라믹 회로 기판을 얻었다.

[0101] [표 3]

[0102]

	화합물의 종류	금속 입자 100중량부에 대한 화합물의 배합량(중량부)	금속 입자의 금속 원자 100원자에 대한 화합물의 금속 원자수
실시예 4	탄산 칼륨	1.0	1.6
실시예 5	탄산 칼륨	0.5	0.78
비교예 3	탄산 칼륨	1.0	1.6
비교예 4	탄산 칼륨	0.5	0.78
비교예 5	-	-	-

[0103] 상기한 실시예 4~9 및 비교예 3~5에서 얻어진 저온 소성 세라믹 회로 기판에 있어서, 이하의 평가를 행하였다.

[0104] (1) 저온 소성 세라믹 회로 기판의 휘어짐량(변형량)

[0105] 휘어짐량은, 기판의 중앙 부분의 높이와 기판의 중앙 부분 이외의 높이의 차이를 휘어짐량으로 하고, 이 차이를 측정하였다. 이 평가에 있어서, 휘어짐량은 작을수록 좋지만, 200㎛ 이하이면, 실용상 사용가능한 범위이다.

[0106] (2) 저온 소성 세라믹 회로 기판의 도체면 거칠기

[0107] 도체 표면 거칠기는, 도체면의 요철의 최대 고저차를 측정하였다. 이 평가에 있어서, 저온 소성 세라믹 회로 기판의 회로 패턴과, 해당 기판에 탑재되는 부품의 접속에는 25㎛Ψ의 미세 와이어가 많이 사용되고 있기 때문에, 25㎛Ψ 와이어의 접합이 가능한 도체면 거칠기의 상한인 8㎛ 이하이면 된다.

[0108] (3) 도체 표면에 있어서의 글래스 성분의 면적비

[0109] 도체 표면에 있어서의 글래스 성분의 면적비는, SEM(주사형 전자 현미경)의 COMPO상(반사 전자상)에 있어서 글래스부가 검고, Ag 도체부가 희게 비치는 것을 이용하여, 흑백 사진 데이터를 2값화 처리하여 흑색 부분의 면적을 계산하는 것에 의해 구하였다. 여기에서, 도체 표면에 있어서의 글래스 성분은, 도금 결함이 되어 와이어본딩성의 저하나 땜납 비산을 초래하기 때문에 존재하지 않는 것이 바람직하지만, 이 글래스 성분은 도체와의 접착제로서의 역할도 있기 때문에, 도체에의 글래스 성분의 침입은 어느 정도 필요하게 된다. 그 때문에, 도체에의 글래스 성분의 침입은, 기판 휘어짐이나 도체 주름이 발생하지 않는 정도이면 되고, 또한, 도금공정에서는 도체 표면의 글래스 성분 제거를 위해 표면처리를 실시할 수 있기 때문에, 해당 도금공정에서 문제가 되지 않도록 하는 글래스 성분의 면적비이면 된다. 이들 점을 고려하면, 도체 표면에 있어서의 글래스 성분의 비율이 30% 이하이면, 실용상 사용가능한 범위이다.

[0110] (4) 도체의 시이트 저항값

[0111] 도체의 시이트 저항값은, 접촉형 4단자 표면 저항계를 사용하여 측정하였다.

[0112] (5) 도체부에 있어서의 알칼리 금속 원자의 함유율

[0113] 도체부에 있어서의 알칼리 금속 원자의 함유율은, 파장 분산형 엑스선 분광 분석장치를 사용하여 측정하였다.

[0114] 상기 (1)~(5)의 평가 결과를 표 4에 나타낸다.

[0115] [표 4]

[0116]

	기판의 휘어짐량 (㎛)	도체면 거칠기 (㎛)	글래스 성분의 면적비(%)	도체의 시이트 저항값 (mΩ/□)	도체부에 있어서의 알칼리 금속 원자의 함유율(원자%)
실시예 4	22.0	5.3	13.0	3.0	1.3
실시예 5	25.0	5.5	17.0	3.7	0.7
실시예 6	26.0	5.5	25.0	2.8	0.4
실시예 7	35.0	5.9	11.0	2.8	1.7
실시예 8	32.0	5.5	15.0	2.6	1.5
실시예 9	35.0	5.6	26.0	3.3	0.6
비교예 3	31.0	8.0	35.0	3.0	1.3
비교예 4	26.0	7.0	19.0	3.7	0.7
비교예 5	355	30	58	4.5	-

[0117] 표 4에 나타낸 것과 같이, 비교예 1에서 제작한 그린 시이트와 소정의 도체 페이스트를 사용하여 제작한 비교예 3 및 4의 저온 소성 세라믹 회로 기판은, 비교예 1에서 제작한 그린 시이트와 열분해성의 알칼리 금속 화합물을 배합하고 있지 않은 도체 페이스트를 사용하여 제작한 비교예 5의 저온 소성 세라믹 회로 기판에 비해, 기판의 휘어짐량, 도체면 거칠기 및 도체 표면에 있어서의 글래스 성분의 면적비가 작았다. 이 결과로부터, 소정의 도체 페이스트를 사용함으로써, 기판의 휘어짐량, 도체면 거칠기 및 도체 표면에 있어서의 글래스 성분의 면적비를 저감시킨다고 하는 효과가 얻어지는 것을 알 수 있다. 또한, 비교예 3 및 4의 저온 소성 세라

믹 회로 기판에서는 시이트 저항값도 낮았다.

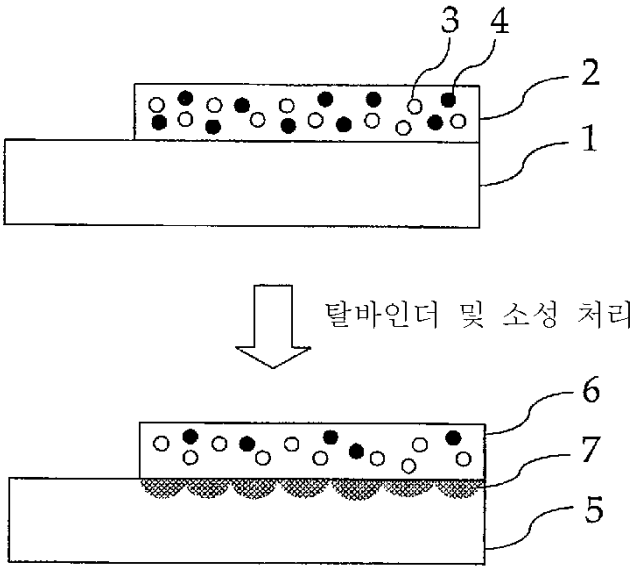
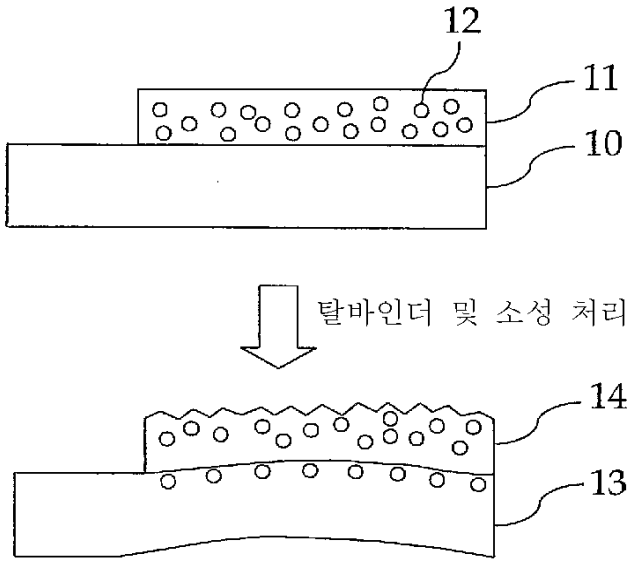
[0118] 그러나, 비교예 3의 저온 소성 세라믹 회로 기판에서는 글래스 성분의 면적비가 커서, 비교예 1에서 제작한 그린 시이트와의 조합에서는 소정의 도체 페이스트의 효과가 충분하게 얻어지지 않는다.

[0119] 이에 대해, 소정의 그린 시이트와 소정의 도체 페이스트를 다양하게 조합하여 제작한 실시예 4~9의 저온 소성 세라믹 회로 기판은, 기판의 휘어짐량, 도체면 거칠기 및 도체 표면에 있어서의 글래스 성분의 면적비가 충분히 작고, 또한, 시이트 저항값도 낮았다. 특히, 실시예 4~9의 저온 소성 세라믹 회로 기판에서는, 도체면 거칠기가 5㎛대이며, 상한값인 8㎛보다도 상당히 밑도는 결과가 되어, 보다 안정된 와이어본딩을 행할 수 있는 것을 알 수 있었다. 즉, 소정의 그린 시이트와 소정의 도체 페이스트를 조합하여 사용함으로써, Ag 확산 억제 효과를 더 한층 높여, 기판의 휘어짐량, 도체면 거칠기 및 도체 표면에 있어서의 글래스 성분의 면적비를 충분히 작게 할 수 있다.

[0120] 이상의 결과로부터 알 수 있는 것과 같이, 본 발명의 저온 소성 세라믹 회로 기판은, 900℃ 이하에서의 소성이 가능하며, Ag계 도체 페이스트와 동시 소성했을 때에 기판 휘어짐이나 도체 주름이 작은 동시에, 흡습성이 낮고, 고주파대(마이크로파나 밀리미터파대)에서의 유전 특성이 우수하고, 글래스 성분의 스며나옴이 없는 평탄한 회로 표면을 갖는다.

도면

도면1



도면2