

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. C04B 35/48 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년06월26일 10-0592585 2006년06월15일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2004-0006178 2004년01월30일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2005-0078073 2005년08월04일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자	한국과학기술연구원 서울 성북구 하월곡2동 39-1
(72) 발명자	박재관 서울시노원구하계동354학여울청구아파트104-601 박재환 서울특별시마포구연남동246-15 최영진 서울시용산구이태원동99-7 박정현 서울시강서구화곡4동789-11금성빌라302호 고원준 경기도용인시성북동엘지빌리지1차아파트111-603
(74) 대리인	백남훈 이학수

심사관 : 김장강

(54) 온도특성 제어가 가능한 저온소성용 고유전율 세라믹 조성물

요약

본 발명은 온도특성 제어가 가능한 저온소성용 고유전율 세라믹 조성물에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 CaZrO₃상과 CaTiO₃상의 혼합 고유전율 유전체가 주성분으로 함유되어 있고 저온소성을 위해 Li₂O-B₂O₃-SiO₂-CaO-Al₂O₃-ZnO계 유리프리트가 소량 함유된 조성을 이루고 있으며, 사용된 유전체와 유리프리트의 조성 성분비 조절에 의해 유전율이 25 ~ 35 범위이고 900 °C 이하의 온도에서 소성이 가능하면서 공진 주파수의 온도계수(T_{cf})를 -20 ~ +100 ppm/°C의 범위에서 자유롭게 가변할 수 있는 특징을 가지고 있어, 저온동시소성세라믹(LTCC) 다층기판 및 모듈에서 공진 주파수의 온도 계수가 중요시되는 필터 및 안테나 등 공진기 구성에 효과적으로 적용될 수 있는 세라믹 조성물에 관한 것이다.

대표도

도 1

색인어

CaZrO₃, CaTiO₃, CaO-TiO₂-ZrO₂계 유전체, Li₂O-B₂O₃-SiO₂-CaO-Al₂O₃-ZnO계 유리프리트, 온도특성 제어, 저온소성, 세라믹스

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 CaZrO₃+ CaTiO₃ 혼합 유전체의 유전특성을 나타내는 그래프이다.

도 2는 CaZrO₃+ CaTiO₃ 혼합 유전체의 온도특성을 나타내는 그래프이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 온도특성 제어가 가능한 저온소성용 고유전율 세라믹 조성물에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 CaZrO₃상과 CaTiO₃상의 혼합 고유전율 유전체가 주성분으로 함유되어 있고 저온소성을 위해 Li₂O-B₂O₃-SiO₂-CaO-Al₂O₃-ZnO계 유리프리트가 소량 함유된 조성을 이루고 있으며, 사용된 유전체와 유리프리트의 조성 성분비 조절에 의해 유전율이 25 ~ 35 범위이고 900 °C 이하의 온도에서 소성이 가능하면서 공진 주파수의 온도계수(T_{cf})를 -20 ~ +100 ppm/°C의 범위에서 자유롭게 가변할 수 있는 특징을 가지고 있어, 저온동시소성세라믹(LTCC) 다층기판 및 모듈에서 공진 주파수의 온도계수가 중요시되는 필터 및 안테나 등 공진기 구성에 효과적으로 적용될 수 있는 세라믹 조성물에 관한 것이다.

정보통신 시스템 및 관련부품의 발전추세는 고주파화, 소형화, 고성능화로 요약할 수 있다. 특히 부품의 소형화를 위해서는 수동소자를 하나로 모듈화할 수 있는 기술이 필요하며 이와 관련된 많은 연구개발이 이루어지고 있다.

지금까지 마이크로파 대역에서 낮은 유전손실 값을 갖는 세라믹 소재를 이용하여 다층 패키징을 구현하는 많은 기술들이 발명되어 왔다. 그러나 대부분의 세라믹 소재를 소성하기 위해서는 1300 °C 이상의 고온에서의 소성공정이 필요하였다. 따라서 다층 적층구조를 갖는 세라믹 패키징의 내부에 전도체 라인을 형성하기 위해서는 백금(Pt), 텅스텐(W) 등의 귀금속이 사용되어 왔다. 이러한 귀금속들은 가격이 높을 뿐 아니라 전기전도도가 낮아 전기적 특성이 나쁜 문제점이 있었다.

최근에는 종래에 사용되어 왔던 백금(Pt), 텅스텐(W) 등의 전극을 대체하여 전기전도도가 우수한 은(Ag)이나 구리(Cu) 등과 같은 내부전극을 활용하는 다층 세라믹 패키징에 관한 연구가 활발히 전개되고 있다. 이로써 유전손실 값이 작은 세라믹 기판과 Ag/Cu 전극을 다층으로 적층하고 동시에 소성함으로써 전기적 특성이 우수한 고밀도 3차원 배선기판을 얻는 것이 가능하게 되었다. 이 경우, 신호전달 지연(Signal delay)을 최소화하기 위해서는 세라믹 기판의 유전율은 낮은 것이 바람직하며, 전기적 손실을 최소화하기 위해서는 유전손실 값이 작은 것이 바람직하다. 또한, Ag 전극과 동시에 소성이 가능하기 위해서는 세라믹 조성물의 소성온도는 900 °C 이하가 되어야 하고, 더욱 바람직하기로는 875 °C 이하가 되는 것이다. 저온소성이 가능한 세라믹 조성물과 관련된 발명이 다수 공개되어 있는 바[미국특허 제4,191,583호, 제5,258,335, 제4,323,652호, 제4,959,330호, 제5,821,181호, 제5,416,049호], 대부분 B₂O₃-SiO₂계 유리프리트와 Al₂O₃ 충전제의 조합으로 이루어지는 경우가 많다. 이 경우 세라믹 기판의 유전율은 대부분 4 ~ 10 사이의 범위에 있다.

이러한 종래의 발명들은 단순한 3차원 배선기판(wiring substrate) 개념으로만 활용되어지는 세라믹 다층 패키징을 위한 것들이다. 그러나 최근에는 다층 세라믹 패키징에서 단순한 배선기판이 아닌 다양한 형태의 수동부품을 패키징 내부에 구현함으로써 패키징에 다양한 기능을 부가하는 필요성이 대두되었다. 특히 공진기(resonator) 형태의 필터나 안테나 등을 다층 세라믹 패키징 내부에 구현할 수 있도록 하기 위해서는 높은 유전율을 갖는 조성물이 필요하다. 공진기(resonator) 형태의 필터나 안테나 등의 분산회로(distributed circuit element)를 적절한 크기로 제어하기 위해서는 유효파장

(effective wavelength)의 길이를 줄여야 한다. 현재 마이크로파 대역의 범위는 1 ~ 300 GHz 정도가 되며, 이러한 주파수 범위에서 소자로 구현하기에 가장 적절한 유효파장의 길이를 얻기 위해 필요한 유전율 범위는 20 ~ 100 정도가 된다. 아울러서 품질계수(Q×f)의 값은 1000 이상의 높은 값이 바람직하며, 공진 주파수의 온도계수(T_{cf} , temperature coefficient of resonant frequency)는 낮으면 낮을수록 좋고, 대략 ± 20 ppm/°C 이하가 바람직하다.

유전율이 20 ~ 100 범위이며 마이크로파 특성이 우수한 유전체 조성물로는 $ZrO_2-SnO_2-TiO_2$, $MgTiO_3-CaTiO_3$, $BaO-La_2O_3-TiO_2$, $BaO-TiO_2$ 계 등이 있다. 이와 같은 세라믹스들은 마이크로파 대역에서 높은 품질계수를 가지고 있지만(> 5000 GHz) 소성온도가 대부분 1300 °C 이상으로서 높다. 따라서 900 °C 미만에서 Ag/Cu 전극과 동시소성이 가능한 패키징용 조성물로 만들기 위해서는 소결첨가제를 첨가하여 소성온도를 낮추는 것이 필요하며, 이와 관련된 다양한 발명들이 공개되어 있다. 미국특허 제5,872,071호에 의하면, 유전율이 40 정도인 $ZrO_2-SnO_2-TiO_2$ 조성물에 $BaCuO_2-CuO$ 형태의 소결첨가제를 0.1 ~ 50 중량% 범위로 첨가하여 소결온도를 1000 °C 정도로 낮춘 사례가 있다. 이 경우 유전율은 35 ~ 40, 품질계수는 7,000 ~ 35,000 GHz 정도로 보고되었다. 이와 유사한 선행발명으로서는 미국특허 제5,616,528호, 제5,994,253호, 제6,472,074호, 제5,723,395호, 제4,628,404호, 제4,500,942호 등이 있다.

이러한 상기 선행발명들을 고찰해 보면, 대개 고유전율 유전체 세라믹스에 소결첨가제로서 유리프리티를 첨가하는 경우가 대부분인데, 이러한 조성의 조합에서는 첨가되는 유리프리의 공진 주파수의 온도계수(T_{cf})가 제로(zero)에서 크게 벗어난 값을 갖게 됨으로써 결국 최종적인 소결체의 T_{cf} 를 제로(zero)로 유지하기가 어려운 문제점들이 있는 경우가 많다. 또한, 소결과정에서 첨가된 유리프리트와 유전체 모재료가 반응하여 이차상을 형성하는 경우가 허다하며, 이런 경우에도 생성된 이차상의 T_{cf} 가 제로(zero)에서 크게 벗어나므로 역시 최종적인 소결체의 T_{cf} 를 제로(zero)로 유지하기가 어렵게 된다. 공진기(resonator) 형태의 필터나 안테나 등은 온도변화에도 불구하고 정확한 공진 주파수를 유지하는 것이 필수적이므로, T_{cf} 를 제로(zero)로 정확히 설계할 수 있는 조성물 기술이 대단히 중요하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에, 본 발명의 발명자들은 유전율 범위가 25 ~ 35 범위로서, 저온동시소성세라믹(LTCC) 다층기판 및 모듈에서 필터나 안테나 등 공진기 형태의 부품을 구현하기에 적합한 유전체 조성물을 개발하고자 연구 노력하였다. 그 결과 $CaO-TiO_2-ZrO_2$ 분말을 소결하여 얻어진 $CaZrO_3$ 상과 $CaTiO_3$ 상이 유전체로서 함께 함유되어 있는 고유전율의 유전체 조성에 $Li_2O-B_2O_3-SiO_2-CaO-Al_2O_3-ZnO$ 계 유리프리티를 일정 함량비로 혼합 및 소결한 것으로 온도특성 제어가 가능한 신규 조성의 LTCC용 세라믹 조성물을 제조함으로써 본 발명을 완성하게 되었다.

따라서, 본 발명은 유전율 범위가 25 ~ 35 범위이고, 품질계수가 1500 ~ 3500 GHz이며, 공진 주파수의 온도계수(T_{cf})를 -20 ~ +100 ppm/°C의 범위에서 자유롭게 가변할 수 있는 저온동시소성세라믹(LTCC)용 세라믹 조성물을 제공하는 데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 $CaZrO_3$ 상 유전체 50 ~ 85 중량%; $CaTiO_3$ 상 유전체 5 ~ 30 중량%; 및 $Li_2O-B_2O_3-SiO_2-CaO-Al_2O_3-ZnO$ 계 유리프리트 3 ~ 20 중량%가 함유된 조성을 이루고 있는 온도특성 제어가 가능한 LTCC용 세라믹 조성물을 그 특징으로 한다.

이와 같은 본 발명을 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다.

본 발명에 따른 LTCC용 세라믹 조성물은 상기한 함량비 범위 내에서의 조성 성분비 조절에 의해 유전율이 25 ~ 35 범위이고, 900 °C 이하의 온도에서 소성이 가능하며, 품질계수가 1500 ~ 3500 GHz이고, 공진 주파수의 온도계수(T_{cf})를 -20 ~ +100 ppm/°C의 범위에서 자유롭게 가변할 수 있는 특성이 있다.

본 발명에 따른 세라믹 조성물의 제조는, (1) 고유전율 유전체를 합성하는 단계, (2) 저온소결을 위한 유리프리트 조성물을 합성하는 단계, 그리고 (3) 고유전율 유전체와 유리프리티를 혼합 및 저온소결하여 세라믹 조성물을 합성하는 단계로 구성된다.

(1) 고유전율 유전체 합성 단계

본 발명은 세라믹 조성물의 주성분을 이루고 있는 고유전율 유전체로서 CaZrO₃상과 CaTiO₃상의 혼합 유전체를 선택 포함시킨 데 조성상의 특징이 있다. 이러한 혼합 유전체의 선택 사용은 유전율이 20 ~ 200 영역에 있으면서 전기적 특성이 우수한 것으로 알려져 있는 몇몇 페로브스카이트(perovskite) 구조의 유전체를 대상으로 그 특성을 조사함으로써 얻은 결과이다.

다음 표 1에는 몇몇 페로브스카이트(perovskite) 구조의 유전체 특성을 열거하였다.

[표 1]

복합 페로브스카이트 구조를 갖는 고유전율 유전체				
조성	유전율(k)	품질계수(Q)	온도계수 (T _{cf} , ppm/°C)	측정주파수 (GHz)
CaZrO ₃	28	5000	-20	7
SrZnO ₃	30	200	-60	7
MgTiO ₃	17	22000	-45	5
BaZrO ₃	40	20	150	7
CaTiO ₃	170	1800	800	2
SrTiO ₃	255	700	1670	2

본 발명에서는 상기 표 1에 예시된 페로브스카이트계 고유전율 유전체 중에서도, CaZrO₃와 CaTiO₃는 비슷한 결정구조를 가지면서 T_{cf} 값이 각각 -20 ppm/°C, +800 ppm/°C이므로 두 유전체 조성을 적절하게 혼합하여 T_{cf}를 제로(zero)로 조정하는 세라믹 조성물을 개발하고자 하는 것이다.

고유전율 유전체의 제조는 다음의 과정에 의한다. 일반적인 고상합성법(Solid state reaction)인 산화물 혼합법(mixed oxide method)을 사용하여 분말을 제작하였다. 원료물질로 CaO, TiO₂, ZrO₂ 상용 세라믹 원료분말을 CaZrO₃, CaTiO₃ 조성이 되도록 칭량하여 볼밀링한다. 볼밀링된 혼합 분말은 1000 ~ 1200 °C 범위에서 2 ~ 3 시간 공기 중에서 하소(calcining) 과정을 시행함으로써 CaTiO₃, CaZrO₃의 상을 합성하였다.

(2) 유리프리트 합성 단계

또한, 본 발명에서는 CaZrO₃ 및 CaTiO₃ 혼합 유전체의 소성온도가 1300 °C 이상이므로 900 °C 이하의 저온소성이 가능하도록 하는 유리프리트를 선택 첨가한데 또 다른 조성상의 특징이 있다. 유리프리트 조성으로는 반복적인 예비실험을 통하여 유리전이온도(T_g)가 낮고 유전손실이 작은 최적 조성의 유리프리트 조성물을 제조하였다. 즉, Li₂O 28 ~ 57 mol%, B₂O₃ 27 ~ 41 mol%, SiO₂ 9 ~ 40 mol%, CaO 0 ~ 6 mol%, Al₂O₃ 0 ~ 10 mol%, ZnO 0 ~ 3 mol%의 조성을 이루고 있는 Li₂O-B₂O₃-SiO₂-CaO-Al₂O₃-ZnO계를 유리프리트로 사용하였다.

다음 표 2에 나타난 몰비로 각 원료분말을 칭량하여 건식 혼합한 후, 백금도가니에 넣고 1300 °C의 온도에서 2시간 유지한 뒤에 용융액을 수냉조에서 급냉하였다. 이렇게 얻어진 유리를 마노 유발(Agate Mortar)에서 1차 조분쇄하고, 에탄올을 용매로 지르코니아분과 함께 폴리에틸렌 사발에서 24시간동안 2차로 미분쇄한 다음 다시 5시간 동안 마찰 분쇄하였다. 이와 같이 제조된 유리프리트의 물리적 특성 및 전기적 특성을 다음 표 2에 함께 나타내었다.

[표 2]

유리프리트의 조성, 물리적 특성 및 전기적 특성											
조성 코드	유리프리트 조성(mol%)						밀도 (g/cm ³)	k (@1MHz)	tan δ (% , @1MHz)	T _g (°C)	T _s (°C)
	Li ₂ O	B ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	ZnO					
A01	51.30	36.53	12.17	-	-	-	2.38	7.71	0.40	403	422
A02	35.14	31.66	33.20	-	-	-	2.34	6.44	0.36	488	513
A03	50.00	40.24	9.76	-	-	-	2.40	7.58	0.45	410	433
A04	56.92	37.59	5.49	-	-	-	2.23	8.15	0.57	379	398
B01	28.00	27.00	30.00	5.00	10.00	-	2.36	8.12	0.25	456	484
B02	25.00	30.00	33.00	5.00	7.00	-	2.42	8.61	0.24	470	520
B03	28.00	27.00	27.00	8.00	10.00	-	2.45	8.31	0.27	450	470
B04	52.45	31.06	11.99	2.00	2.50	-	2.31	8.76	0.42	373	389
B05	44.30	29.71	16.99	4.00	5.00	-	2.32	8.52	0.37	409	427
B06	36.15	28.35	22.00	6.00	7.50	-	2.38	8.42	0.36	444	464

상기 표 2에 의하면, 코드 A 및 코드 B 시리즈의 경우 전체적으로 밀도범위는 2.2 ~ 2.5 g/cm³ 범위로 나타나고 있으며, 유전율의 범위는 6.4 ~ 8.8 정도로 나타난다. 유리전이온도(T_g)는 370 ~ 490 °C 정도이고, 유전손실 값이 0.5% 이하로 모두 낮게 나타나므로 마이크로파 유전체의 저온소결에 적합한 유리프리트 조성물임을 알 수 있다.

(3) 세라믹스 합성 단계

상기 방법으로 제조된 여러 형태의 조성배합을 갖는 유리프리트를 CaTiO₃-CaZrO₃계 유전체 조성과 혼합 및 저온소결하여 세라믹 조성물을 제조한다. 구체적으로 본 발명의 세라믹 조성물은 CaZrO₃상 유전체 50 ~ 85 중량%; CaTiO₃상 유전체 5 ~ 30 중량%; 및 Li₂O-B₂O₃-SiO₂-CaO-Al₂O₃-ZnO계 유리프리트 3 ~ 20 중량%가 함유된 조성을 이룬다.

다음 표 3에 예시된 중량비로 유전체 분말과 유리프리트를 에탄올 용매를 사용하여 지르코니아 불과 함께 폴리에틸렌 용기에서 각각 24시간동안 습식 혼합하였다. 혼합된 분말에 성형성 부여하기 위해 결합제로서 2 중량%의 폴리비닐알콜 (PVA) 수용액을 첨가하여 체가름(Sieving, 100 mesh)을 통해 조립화하였으며, 이렇게 얻어진 최종 복합체는 1,000 kg/cm² 압력으로 직경 10 mm의 몰드에서 일축가압하여 원통형태로 성형하였다. 이와 같이 성형된 시편을 전기로에서 5 °C/min의 승온속도로 승온한 후 800 ~ 950 °C의 범위에서 2시간 동안 소결 후 로냉(furnace-cool) 하였다.

[표 3]

코드	유전체				유리프리트		소성온도 (°C)	상대밀도 (%)	유전율 (k)	품질계수 (GHz)	T _{cf} (ppm/°C)
	재료	중량%	재료	중량%	코드	중량%					
E01	CaZrO ₃	85	CaTiO ₃	5	B05	10	900	98.47	23.6	2500	-50
E02	CaZrO ₃	80	CaTiO ₃	10	B05	10	900	98.49	25.3	2800	-10
E03	CaZrO ₃	75	CaTiO ₃	15	B05	10	900	98.21	28.2	2800	+52
E04	CaZrO ₃	75	CaTiO ₃	10	B05	15	875	99.44	20.9	2500	-25
E05	CaZrO ₃	75	CaTiO ₃	10	B05	15	900	99.41	21.3	2100	-13
E06	CaZrO ₃	70	CaTiO ₃	15	B05	15	875	99.85	22.7	2500	0
E07	CaZrO ₃	70	CaTiO ₃	15	B05	15	900	99.32	23.3	2100	+4
E08	CaZrO ₃	65	CaTiO ₃	20	B05	15	875	99.81	26.4	2500	+82
E09	CaZrO ₃	65	CaTiO ₃	20	B05	15	900	98.98	25.7	1400	+35
E10	CaZrO ₃	60	CaTiO ₃	25	B05	15	875	99.41	27.7	2300	+114
E11	CaZrO ₃	60	CaTiO ₃	25	B05	15	900	99.85	28.5	2100	+88
E12	CaZrO ₃	55	CaTiO ₃	30	B05	15	875	99.12	30.7	1700	+144
E13	CaZrO ₃	55	CaTiO ₃	30	B05	15	900	99.82	31.5	1600	+124
E14	CaZrO ₃	70	CaTiO ₃	10	B05	20	875	99.65	17.2	3500	-49
E15	CaZrO ₃	70	CaTiO ₃	10	B05	20	900	98.80	17.0	2400	-40
E16	CaZrO ₃	60	CaTiO ₃	20	B05	20	875	96.53	20.2	2500	+14
E17	CaZrO ₃	60	CaTiO ₃	20	B05	20	900	99.74	20.7	2600	+15
E18	CaZrO ₃	50	CaTiO ₃	30	B05	20	875	99.25	26.4	2200	+146
E19	CaZrO ₃	50	CaTiO ₃	30	B05	20	900	99.39	26.7	2200	+120

상기 표 3에는 특정 조성의 유리프리트에 유전체로서 CaTiO₃상과 CaZrO₃상을 적절한 비율로 혼합하여 재료의 T_{cf}를 구현하기 위한 조성배합을 나타낸 것이다. 코드 E06 조성에서 나타났듯이 CaTiO₃상과 CaZrO₃상이 70 중량%와 15 중량%의 조성비로 이루고 있는 유전체에 유리프리트를 15 중량%로 첨가함으로써 875 °C의 소성온도에서 재료의 T_{cf}를 갖는 조성을 구현할 수 있다. 이때, 유전율은 22.7, 품질계수는 2500 GHz으로 나타났다.

따라서, 유전체로서 포함되는 CaTiO₃ 및 CaZrO₃과 소결첨가제로서 포함되는 Li₂O-B₂O₃-SiO₂-CaO-Al₂O₃-ZnO계 유리프리트의 성분비 조절을 통하여 온도특성 제어가 가능한 저온소성용 고유전율 세라믹 조성물의 제조가 가능한 것이다.

본 발명의 세라믹 조성물과 대별될 수 있는 조성의 예로서, CaTiO₃과 CaZrO₃의 각각의 유전체에 Li₂O-B₂O₃-SiO₂-CaO-Al₂O₃-ZnO계 유리프리트를 혼합한 후 상기한 세라믹스 합성단계에서 적용된 조건으로 소성하여 얻어진 시편에 대한 소결 특성 및 전기적 특성을 다음 표 4에 함께 나타내었다.

[표 4]

CaZrO ₃ , CaTiO ₃ 유전체와 유리프리트 혼합 조성물의 소결특성 및 전기적 특성									
코드	유전체		유리프리트		소성온도 (°C)	상대밀도 (%)	유전율 (k)	품질계수 (GHz)	T _{cf} (ppm/°C)
	재료	중량%	코드	중량%					
D01	CaZrO ₃	95	A01	5	875	96.37	25.6	5800	-24
D02	CaZrO ₃	95	A01	5	900	96.94	26.1	6800	-28
D03	CaZrO ₃	95	A01	5	925	97.51	26.7	5200	-29
D04	CaZrO ₃	95	A01	5	950	98.02	26.7	4800	-27
D05	CaZrO ₃	90	A01	10	875	94.75	23.1	5000	-55
D06	CaZrO ₃	90	A01	10	900	96.74	23.4	4100	-61
D07	CaZrO ₃	90	A01	10	925	97.13	23.3	4200	-65
D08	CaZrO ₃	90	A01	10	950	97.62	23.3	3600	-57
D09	CaZrO ₃	95	A03	5	875	94.75	25.2	5400	-28
D10	CaZrO ₃	95	A03	5	900	96.74	25.9	6000	-31
D11	CaZrO ₃	95	A03	5	925	97.13	26.2	5700	-27
D12	CaZrO ₃	95	A03	5	950	97.62	26.3	5700	-35
D13	CaZrO ₃	90	A03	10	875	98.53	21.9	4700	-58
D14	CaZrO ₃	90	A03	10	900	99.01	22.5	4400	-62
D15	CaZrO ₃	90	A03	10	925	98.37	22.6	4100	-61
D16	CaZrO ₃	90	A03	10	950	98.57	22.2	3500	-49
D17	CaZrO ₃	97	B01	3	950	98.53	27.2	8300	-16
D18	CaZrO ₃	97	B02	3	950	99.52	27.4	8900	-15
D19	CaZrO ₃	97	B03	3	950	98.12	27.4	10200	-13
D20	CaZrO ₃	90	B05	10	875	97.21	22.4	5100	-70
D21	CaTiO ₃	90	A01	10	875	96.54	75.9	2200	+510
D22	CaTiO ₃	90	A03	10	875	97.25	79.2	2150	+481
D23	CaTiO ₃	90	B04	10	875	98.15	81.2	1900	+290
D24	CaTiO ₃	90	B05	10	875	96.24	69.9	2600	+370

상기 표 4에는 CaTiO₃ 및 CaZrO₃의 유전체 조성 각각에 대하여 다양한 종류의 유리프리트를 첨가한 후 875 ~ 950 °C의 온도범위에서 소결한 시편의 밀도 및 전기적 특성을 나타내었다. 전체적으로 900 °C 미만에서 96% 이상의 상대밀도를 나타내는 우수한 저온소결 특성을 보여주고 있다. 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope) 관찰을 통해서 살펴본 결과도 기공이 없는 치밀한 구조가 얻어졌음을 확인하였다. 상기 표 1의 내용과도 일치하는 결과로서, CaZrO₃계를 모유전체로 한 경우는, 낮은 유전상수 및 음의 T_{cf} 값이 얻어지고 있다. 한편, CaTiO₃ 조성을 모유전체로 한 경우는 높은 유전상수 및 양의 T_{cf} 값이 얻어지고 있다. 95% 이상의 상대밀도를 얻기 위해 필요한 유리프리트의 함량은 CaZrO₃계 조성의 경우는 3 ~ 10 중량% 정도이며, CaTiO₃계 조성의 경우는 10 ~ 20 중량%로서 다소 많은 양이 필요로 하였다. 품질계수(Quality factor)의 경우 CaZrO₃계 조성의 경우는 3000 ~ 10000 GHz 정도로 양호하게 나타났으며, CaTiO₃계 조성의 경우는 2000 GHz 부근으로 다소 낮게 나타났다.

발명의 효과

표 3에 예시된 조성에서 CaTiO_3 및 CaZrO_3 의 혼합 고유전율 유전체에 유리프리트를 15 중량% 첨가함으로써 소성온도를 875 ~ 900 °C로 제어할 수 있었고, 유전체의 함량 조절에 의해 유전특성과 온도특성을 동시에 제어하는 것이 가능하다. 첨부도면 도 1과 도 2에는 본 발명의 효과를 가시적으로 나타낸 그래프이다. 세라믹 조성물의 조성 성분비 조절에 의해 T_{cf} 를 제로로 조정 가능한 조성물을 구현할 수 있었다. 또한, 유전율의 범위는 20 ~ 30 정도로 구현이 가능하였다.

따라서, 본 발명의 세라믹 조성물은 Ag를 내부전극으로 사용하는 저온소성 다층기판에서, 공진 주파수의 온도계수 안정성이 대단히 중요한 공진기(resonator) 형태의 필터나 안테나 등의 구현에 효과적으로 활용이 가능하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

CaZrO_3 상 유전체 50 ~ 85 중량%,

CaTiO_3 상 유전체 5 ~ 30 중량%, 및

Li_2O 28 ~ 57 mol%, B_2O_3 27 ~ 41 mol%, SiO_2 9 ~ 40 mol%, CaO 0 ~ 6 mol%, Al_2O_3 0 ~ 10 mol% 및 ZnO 0 ~ 3 mol%의 조성으로 이루어진 $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$ 계 유리프리트 3 ~ 20 중량%

가 함유된 조성을 이루고 있는 것임을 특징으로 하는 온도특성 제어가 가능한 LTCC용 세라믹 조성물.

청구항 2.

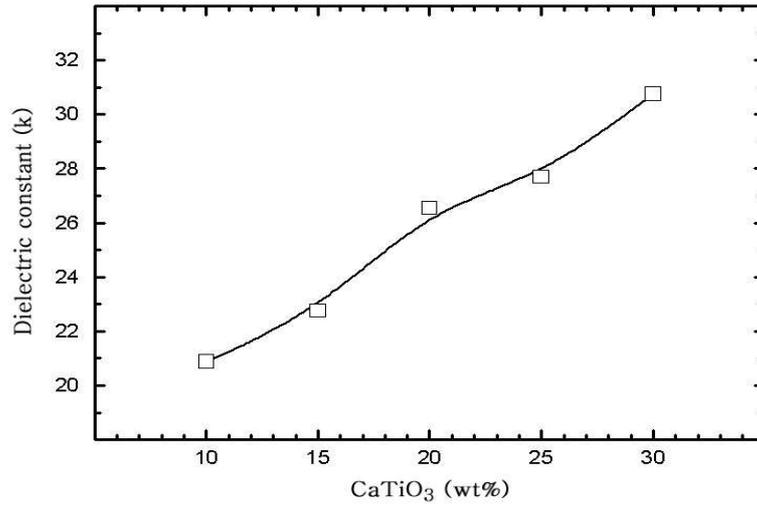
제 1 항에 있어서, 유전율이 25 ~ 35 이고, 품질계수가 1500 ~ 3500 GHz이며, 공진 주파수의 온도계수(T_{cf})를 -20 ~ +100 ppm/°C 범위에서 자유롭게 조절하는 것임을 특징으로 하는 온도특성 제어가 가능한 LTCC용 세라믹 조성물.

청구항 3.

삭제

도면

도면1



도면2

