

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> H01G 4/12	(45) 공고일자 1999년06월 15일	(11) 등록번호 10-0192563
(21) 출원번호 10-1996-0000528	(24) 등록일자 1999년01월29일	(65) 공개번호 특1996-0030275
(22) 출원일자 1996년01월 12일	(43) 공개일자 1996년08월 17일	
(30) 우선권 주장 7-3302 1995년01월 12일 일본(JP) 7-3303 1995년01월 12일 일본(JP)		
(73) 특허권자	가부시끼가이샤 무라타 세이사쿠쇼 무라따 야스따까 일본국 교오또후 나가오까교시 덴진 2쵸메 26방 10고	
(72) 발명자	사노 하루노부 일본국 교오또후 나가오까교시 덴진 2쵸메 26방 10고 가부시끼가이샤 무라따 세이사쿠쇼 와다 히로유키 일본국 교오또후 나가오까교시 덴진 2쵸메 26방 10고 가부시끼가이샤 무라따 세이사쿠쇼	
(74) 대리인	윤동열, 이선희	

심사관 : 임영섭

(54) 모놀리식 세라믹 커패시터

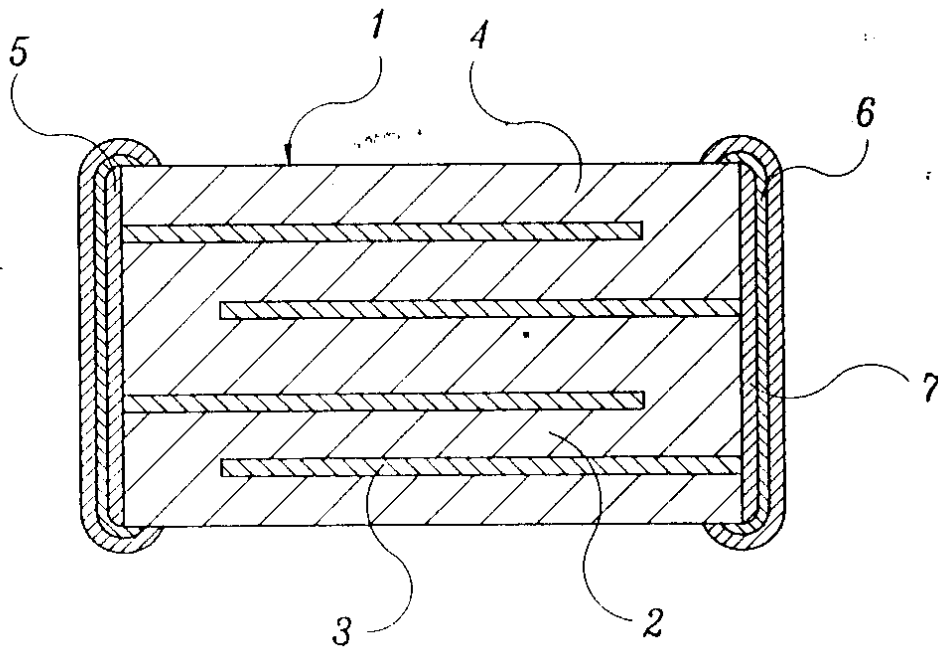
요약

본 발명은 복수의 겹쳐진 유전체 세라믹층; 및 전기한 유전체 세라믹층 사이에 배치된 복수의 내부전극을 포함하는 모놀리식 세라믹 커패시터로서,

각 유전체 세라믹층은, 불순물로서 알칼리금속 산화물을 0.03중량% 이하 함유하는 티탄산바륨, 산화이트륨, 산화니켈 및 선택적으로 산화코발트가,  $(1-\alpha-\beta)(\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{Y}_2\text{O}_3 + \beta(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}$ (단,  $0.0025 \leq \alpha \leq 0.03$ ,  $0.0025 \leq \beta \leq 0.06$ ,  $0 \leq \beta/\alpha \leq 6$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $1.000 \leq m \leq 1.035$ ) 표시되는 조성이 되도록 이루어진 주성분과, 상기한 주성분 100몰에 대하여, MgO로 환산하여 산화마그네슘 0.5~3.0몰과, 상기한 주성분 100몰에 대하여 MnO로 환산하여 산화망간 0.05~2.0몰과 이루어진 부성분을 함유하며, 상기 주성분과 부성분과의 합계를 100중량부로 하여,  $\text{Li}_2\text{O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$ (단, R은 바륨(Ba), 스트로튬(Sr), 칼슘(Ca) 및 마그네슘(Mg) 중에서 적어도 1종)계의 산화물 유리 0.2~3.0 중량부를 더 함유하는 것으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터를 제공한다.

또, 본 발명은 코발트가 아연으로 치환되고, x가 1 미만인 모놀리식 세라믹 커패시터도 제공한다.

## 대표도



## 명세서

## [발명의 명칭]

모놀리식(monolithic) 세라믹 커패시터

## [도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 모놀리식 세라믹 커패시터의 일례를 보여주는 단면도이다.

제2도는 본 발명의 커패시터에 적층되기 전의 유전체 세라믹의 일례를 보여주는 단면도이다.

제3도는 제2도에 나타난 복수의 유전체 세라믹을 적층한 상태를 보여주는 사시도이다.

## \* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- |                |                         |
|----------------|-------------------------|
| 1 : 적층 유전체 세라믹 | 2 : 유전체 세라믹             |
| 3 : 내부전극       | 4 : 내부전극을 갖지 않는 유전체 세라믹 |
| 5 : 외부전극       | 6,7 : 도금막               |

## [발명의 상세한 설명]

본 발명은 전자기계에 사용되는 세라믹 커패시터에 관한 것이며, 더욱 상세하게는 니켈 또는 니켈합금으로 이루어진 내부전극들을 갖는 모놀리식(monolithic)세라믹 커패시터에 관한 것이다.

일반적으로, 세라믹 커패시터의 제조방법은 다음과 같다.

먼저, 그의 표면에 내부전극으로 될 전극재료를 도포한 시트상의 유전체 재료가 준비된다. 유전체 재료로서는 예를 들면 티탄산바륨( $BaTiO_3$ )을 주성분으로 하는 재료가 이용된다. 다음 이러한 전극재료가 도포된 시트상의 유전체 재료를 적층하고, 열압착시켜 일체화시킨 후, 공기중에서  $1250 \sim 1350^\circ C$ 로 소성함으로써 내부전극을 구비한 유전체 세라믹이 얻어진다. 다음으로, 유전체 세라믹의 단자에 외부전극들을 부착하고 소성에 의해 내부전극들에 전기적으로 접속시킨다. 이 제조방법에 의하면 모놀리식 세라믹 커패시터가 얻어진다.

따라서, 이들 내부전극들의 재료로서는 다음의 조건을 충족시킬 필요가 있다.

(a) 내부전극들이 유전체 재료와 동시에 소성되므로, 이들은 유전체 세라믹이 소성되는 온도보다 더 높은 용점을 갖고 있어야만 하고, (b) 내부전극들의 재료는 산화성이 고온 분위기중에서도 산화되지 않아야 하며, 유전체 재료와 반응하지 않아야 한다.

상기한 조건을 충족시키는 전극들로서는 백금, 금, 팔라듐, 은-팔라듐 합금 등의 귀금속이 사용될 수 있다.

그러나, 이들 전극재료들은 우수한 특성을 갖고 있는 반면 비싸다. 따라서, 모놀리식 세라믹 커패시터의 총 제조비용에 대한 전극재료비의 비율은  $30 \sim 70\%$ 에 달하며, 이러한 모놀리식 세라믹 커패시터의 제조비

용을 상승시키는 최대의 요인이었다.

이러한 귀금속 이외에, 고용점을 갖는 재료로서는 니켈(Ni), 철(Fe), 코발트(Co), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo) 등의 비(卑)금속(base metal)이 공지되어 있다.

그러나, 이들 비금속들은 고온의 산화성 분위기중에서 쉽게 산화되며, 따라서 이러한 모놀리식 세라믹 커패시터에 전극으로서 사용할 수가 없다. 그러므로, 이들 비금속들을 모놀리식 세라믹 커패시터에서 내부 전극으로서 사용하기 위해서는 유전체 재료와 함께 중성 또는 환원성 분위기 중에서 소성할 필요가 있다. 그러나, 종래의 유전체 재료는 이러한 중성 또는 환원성 분위기 중에서 소성되는 경우, 현저하게 환원되어 반도체화되는 결점이 있다.

이러한 결점들을 극복하기 위하여, 예를 들면 일본특허 공고 57-42588호 공보에는, 티탄산바륨 고용체에 있어서 바륨 사이트/티타늄 사이트의 비율을 화학양론비보다 크게 한 유전체 재료를 기재하고 있으며, 일본특허 공개 61-101459호 공보에는, 티탄산바륨 고용체에 란타(La), 네오디뮴(Nd), 사마륨(Sm), 디스프로슘(Dy), 이트륨(Y)등의 희토류 금속이 산화물을 첨가한 유전체 재료가 제안되고 있다.

또, 유전율의 온도변화를 감소시킨 다른 유전체 재료들로서, 예를 들면 일본 특허 공개 62-256422호 공보에서는 BaTiO<sub>3</sub>-CaZrO<sub>3</sub>-MnO-MgO계 조성의 유전체 재료가 제안되고 있으며, 또 일본특허 공고 61-14611호 공보에서는 BaTiO<sub>3</sub>-(Mg, Zn, Sr, Ca)O-B<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>계 조성이 유전체 재료가 제안되고 있다.

이들 유전체 재료들을 사용함으로써, 환원성 분위기에서 소성하여도 반도체화되지 않는 유전체 세라믹을 얻을 수 있으며, 내부전극으로서 니켈등의 비금속을 사용한 모놀리식 세라믹 커패시터의 제조가 가능해지게 되었다.

최근의 전자공학의 발전과 함께, 전자부품의 소형화가 급속히 진행되고 있으며, 모놀리식 세라믹 커패시터도 소형화, 대용량화의 경향이 현저해지고 있다.

이러한 상황에서, 유전체 재료의 고유전율과 유전체층의 박층화가 요구되고 있다. 따라서, 고유전율이고, 유전율의 온도변화가 작으며, 신뢰성이 우수한 유전체 재료에 대한 요구가 커지고 있다.

그러나, 일본특허 공고 57-42588호 공보 및 일본특허 공개 61-101459호 공보에서 제안되고 있는 유전체 재료로 제조되는 유전체 세라믹은 고유전율을 갖지만, 구성하는 결정입자가 크다. 따라서, 이 유전체 세라믹을 사용하여 모놀리식 세라믹 커패시터에 10 $\mu$ m 이하의 두께를 갖는 박막의 유전체층을 형성하는 경우, 유전체층 각층에 존재하는 결정입자의 수는 감소하게 되고, 이 유전체층을 포함하는 모놀리식 세라믹 커패시터의 신뢰성이 저하되는 결점이 있다. 또, 이 유전체 재료의 유전율의 온도변화 크다.

한편, 일본특허 공개 62-256422호 공보에 제시된 유전체 재료는 비교적 큰 유전율을 갖고 있으며, 이들 재료로 제조되는 유전체 세라믹의 결정입자도 작으며, 유전율의 온도변화가 작다. 그러나, 이들 재료에서, 소성과정에서 생성되는 지르코늄산칼슘(CaZrO<sub>3</sub>)이나 티탄산칼슘(CaTiO<sub>3</sub>)은 망간(Mn)등과 함께 2차상(secondary phase)을 생성하기 때문에 고온에서의 신뢰성에 문제가 있다.

또, 일본특허 공고 61-14611호 공보에 제시된 유전체 재료는, 2000~2800의 범위의 유전율을 갖고 있다. 따라서, 모놀리식 세라믹 커패시터의 소형화, 대용량화를 도모할 수 없는 결점이 있다. 또, 이 재료들을 EIA 규격에 규정된 조건, 즉 온도 범위 -55 $^{\circ}$ C ~ +125 $^{\circ}$ C 에서의 정전용량의 변화율이  $\pm 15\%$  내외라는 조건을 만족시키지 못하고 있다.

자동표면실장에 응용하기 위하여, 소형대용량의 모놀리식 세라믹 커패시터는, 도전성 금속분말을 소성하여 형성되는 외부전극 위에 뿔납등의 도금막(plated film)을 갖는다. 이러한 도금막의 형성방법으로서는 전기분해 플레이팅(electrolytic plating)이 일반적이다.

통상적으로, 도전성 금속분말을 소성함으로써 형성되는 전극들은 미세한 공극을 갖는다. 따라서, 이러한 외부전극을 갖는 모놀리식 세라믹 커패시터를, 전극 위에 도금막을 형성시키기 위한 도금액중에 침적시키면, 도금액이 전극의 공극을 통해 내부로 침투하게 된다. 이런 경우, 도금액은 종종 내부전극과 유전체 세라믹층과의 계면에 까지 침투하게 되며, 이러한 이유로 상기한 유전체 재료들은 신뢰성이 저하된다는 문제가 있다.

따라서 본 발명의 주된 목적은 유전율이 3000이상이고, 절연저항이 정전용량과의 합(CR)으로 표시되어 3000M $\Omega$  ·  $\mu$ F 상이하며, 정전용량의 온도특성이 JIS 규격에 규정된 B 특성 및 EIA 규격에 규정된 XR특성을 만족시키며, 도금막의 존재유무에 관계없이 신뢰성이 높은, 저비용의 소형대용량의 모놀리식 세라믹 커패시터를 제공하는 것이다.

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 첫 번째 국면에 따른 모놀리식 세라믹 커패시터는, 복수의 유전체 세라믹층; 전기한 유전체 세라믹층을 관통하여 배치된 복수의 내부전극; 및 전기한 내부전극에 접속된 외부전극을 포함하는 모놀리식 세라믹 커패시터로서, 전기한 유전체 세라믹층 각각은, 불순물로서 알칼리 금속 산화물을 0.03 중량% 이하함유하는 티탄산바륨, 산화이트륨, 산화니켈 및 선택적으로 산화코발트가,  $(1-\alpha-\beta)(\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{Y}_2\text{O}_3 + \beta(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}$ (단,  $0.0025 \leq \alpha \leq 0.03$ ,  $0.0025 \leq \beta \leq 0.06$ ,  $0 \leq \beta/\alpha \leq 6$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $1.000 \leq m \leq 1.035$ )로 표시되는 조성인 되도록 이루어진 주성분과, 상기한 주성분 100몰에 대하여, MgO 로 환산하여 산화마그네슘 0.5~3.0몰과 MnO로 환산하여 산화망간 0.05~2.0몰로 이루어진 부성분을 함유하며, 또 상기 주성분과 부성분과의 합계를 100 중량부로 하여 L<sub>1</sub>O-R<sub>0</sub>-(Ti, Si)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(단, R은 바륨(Ba), 스트론튬(Sr), 칼슘(Ca) 및 마그네슘(Mg) 중에서 적어도 1종을 나타낸다)계의 산화물 유리(oxide glass)0.2~0.3중량부를 더 함유하는 재료로 구성되며; 전기한 내부전극 각각은 니켈(Ni), 철(Fe), 코발트(Co), 텅스텐(W) 및 몰리브덴(Mo)으로 이루어진 군에서 선택된 금속으로 구성되는 것을 특징으로 한다.

바람직하게는,  $0.005\alpha \leq 0.023$ ,  $0.005\beta \leq 0.03$ ,  $0.5x \leq 1$ ,  $1.01m \leq 1.02$ 이고, 부성분은 산화마그네슘 1.2~2몰, 산화망간 0.4~0.7몰을 함유하며, 또 산화물 유리 0.2~1 중량부를 함유한다.

본 발명의 첫 번째 국면의 한 구현에서,  $\text{Li}_2\text{O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$  (단, R은 Ba, Sr, Ca 및 Mg 중에서 적어도 1종)계의 산화물 유리는,  $\text{Li}_2\text{O}$  2~45몰%, MO 0~40몰%, RO 5~40몰% 및  $\text{SiO}_2$  성분이 15몰% 이상인( $\text{Ti,Si})\text{O}_2$  35~75몰%의 조성범위에 있는  $\text{Li}_2\text{O-MO-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$  (단, M은 아연(Zn), 망간(Mn) 중의 적어도 1종을 나타낸다)의 조성을 가지며, 상기 성분 100중량부에 대하여,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  및  $\text{ZrO}_2$  중에서 적어도 1종을 함께 20중량부 이하(단,  $\text{ZrO}_2$ 는 10중량부 이하) 함유하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 첫 번째 국면의 다른 구현예에서, 외부전극 각각은 도전성 금속 분말의 소결층 또는 도전성 금속 분말과 유리 프리트과의 소결층으로 구성되는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 첫 번째 국면의 다른 구현예에서, 외부전극 각각은 하부층(제1층)과 상부층(제2층)으로 구성되며, 전기한 제1층은 도전성 금속 분말의 소결층 또는 도전성 금속 분말과 유리 프리트과의 소결층이며, 전기한 제2층은 도금층인 것을 특징으로 한다.

본 발명의 두 번째 국면에 따른 모놀리식 세라믹 커패시터는, 복수의 유전체 세라믹층; 전기한 유전체 세라믹층 내부에 배치된 복수의 내부전극; 및 전기한 내부전극에 접속된 외부전극을 포함하는 모놀리식 세라믹 커패시터로서, 전기한 유전체 세라믹층 각각은, 불순물로서 알칼리금속 산화물을 0.03중량% 이하 함유하는 티탄산바륨, 산화이트륨, 산화아연 및 산화니켈이,  $(1-\alpha-\beta)(\text{BaO})_m\text{TiO}_2+\alpha\text{Y}_2\text{O}_3+\beta(\text{Zn}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}$  (단,  $0.0025\leq\alpha\leq 0.03$ ,  $0.0025\leq\beta\leq 0.08$ ,  $0\leq\beta/\alpha\leq 8$ ,  $0\leq x\leq 1$ ,  $1.000\leq m\leq 1.035$ )로 표시되는 조성이 되도록 이루어진 주성분과, 상기한 주성분 100몰에 대하여, MgO로 환산하여 산화마그네슘 0.2~2.5몰과, MnO로 환산하여 산화망간 0.05~2.0몰을 함유하며, 또 상기 주성분과 부성분과의 합계를 100중량부로 하여,  $\text{Li}_2\text{O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$  (단, R은 바륨(Ba), 스트론튬(Sr), 칼슘(Ca) 및 마그네슘(Mg) 중에서 적어도 1종을 나타낸다)계의 산화물 유리 0.2~0.3 중량부를 더 함유하는 재료로 구성되며; 전기한 내부전극 각각은 니켈(Ni), 철(Fe), 코발트(Co), 텅스텐(W) 및 몰리브덴(Mo)으로 이루어진 균에서 선택된 금속으로 구성되는 것을 특징으로 한다.

바람직하게는,  $0.004\alpha\leq 0.025$ ,  $0.005\beta\leq 0.08$ ,  $0.05\leq x\leq 1$ ,  $1.005\leq m\leq 1.02$  이고, 주성분은 산화마그네슘 0.6~2.0몰, 산화망간 0.4~0.7몰을 함유하며, 또 산화물 유리 0.8~1.5중량부를 함유한다.

본 발명의 두 번째 국면의 한 구현예에서,  $\text{Li}_2\text{O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$  (단, R은 Ba, Sr, Ca 및 Mg 중에서 적어도 1종)계의 산화물 유리는,  $\text{Li}_2\text{O}$  2~45몰%, MO 0~40몰%, RO 5~40몰% 및  $\text{SiO}_2$  성분이 15몰% 이상인( $\text{Ti,Si})\text{O}_2$  35~75몰%의 조성범위에 있는  $\text{Li}_2\text{O-MO-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$  (단, M은 아연(Zn), 망간(Mn) 중의 적어도 1종을 나타낸다)의 조성을 가지며, 상기 성분 100중량부에 대하여,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  및  $\text{ZrO}_2$  중에서 적어도 1종을 함께 20중량부 이하(단,  $\text{ZrO}_2$ 는 10중량부 이하) 함유하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 두 번째 국면의 다른 구현예에서, 외부전극 각각은 도전성 금속 분말의 소결층 또는 도전성 금속 분말과 유리 프리트과의 소결층으로 구성되는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 두 번째 국면의 또 다른 구현예에서, 외부전극 각각은 하부층(제1층)과 상부층(제2층)으로 구성되며, 전기한 제1층은 도전성 금속 분말의 소결층 또는 도전성 금속 분말과 유리 프리트과의 소결층이며, 전기한 제2층은 도금층인 것을 특징으로 한다.

본 발명이 첫 번째 국면에 따르면, 티탄산바륨, 산화이트륨, 산화코발트 및 산화니켈을 소정비로 함유하며, 산화마그네슘, 산화망간 및  $\text{Li}_2\text{O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$  (단, R은 Ba, Sr, Ca Mg)계의 산화물 유리를 함유하는 유전체 세라믹 조성물을 본 발명의 모놀리식 세라믹 커패시터를 구성하는 유전체 세라믹층의 재료로서 사용함으로써, 환원성 분위기 중에서도 소성이 가능하며, 그의 특성이 악화됨이 없이 소결시킬 수 있다. 또, 얻어지는 소결체의 결정 입자의 크기가  $1\mu\text{m}$  이하로 작기 때문에, 소결체로 이루어지는 유전체층 하나에 존재하는 결정 입자의 수를 증가시킬 수 있다. 모놀리식 세라믹 커패시터의 유전체층의 두께를 얇게 하여도 커패시터의 신뢰성은 저하되지 않는다.

본 발명의 첫 번째 국면에서, 유전체 세라믹층을 구성하는 유전체 세라믹 조성물의 주성분은, 티탄산바륨, 산화이트륨, 산화코발트 및 산화니켈을 함유한다.

상기 조성물에서 티탄산바륨이, 불순물로서, SrO, CaO 등의 알칼리토금속 산화물,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  등의 알칼리 금속 산화물 및  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  등의 다른 산화물을 함유하는 경우, 특히  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  등의 알칼리금속 산화물을 함유하는 경우, 이들 불순물의 함유량은 유전체 세라믹층을 포함하는 커패시터의 전기적 특성에 크게 영향을 미친다. 그러므로, 본 발명에 따르면 티탄산바륨중에 불순물로서 존재하는 알칼리금속 산화물의 함유량은 0.03 중량%를 초과하지 않게 조정되며, 또 얻어지는 유전율은 3000 보다 작게 된다.

유전체 세라믹층에  $\text{Li}_2\text{O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$ 계의 산화물 유리를 첨가시킴으로써, 소결성(sinterability)이 보다 개선되며, 소결층의 내도금성(plating resistance)이 개선된다. 또,  $\text{Li}_2\text{O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$ 계의 산화물 유리에  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ 를 첨가 함유 함으로써, 세라믹층은 훨씬 증가된 절연저항(insulating resistance)을 가질 수 있게 된다.

본 발명이 두 번째 국면에 티탄산바륨, 산화이트륨, 산화아연 및 산화니켈을 소정비로 함유하며, 산화마그네슘, 산화망간 및  $\text{Li}_2\text{O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$  (단, R은 Ba, Sr, Ca Mg)계의 산화물 유리를 함유하는 유전체 세라믹 조성물을 본 발명의 모놀리식 세라믹 커패시터를 구성하는 유전체 세라믹층의 재료로서 사용함으로써, 환원성 분위기 중에서도 소성이 가능하며, 그의 특성이 악화됨이 없이 소결시킬 수 있다. 또, 얻어지는 소결체의 결정 입자의 크기가  $1\mu\text{m}$  이하로 작기 때문에, 소결체로 이루어지는 유전체층 하나에 존재하는 결정 입자의 수를 증가시킬 수 있다. 모놀리식 세라믹 커패시터의 유전체층의 두께를 얇게 하여도 커패시터의 신뢰성은 저하되지 않는다.

이하, 실시예 및 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 바람직한 구현예들을 보다 구체적으로 설명한다.

제1도에서 보낸 바와같이, 본 발명의 모놀리식 세라믹 커패시터는 복수개의 유전체 세라믹 2와 내부전극 3을 적층하여 얻어지는 적층 유전체 세라믹 1을 포함하며, 세라믹 1의 양면에 형성된 외부전극 5, 니켈, 구리 등의 도금막 6, 땀납, 주석 등의 도금막 7을 포함하는, 직방체 형상의 칩(chip) 형태일 수 있다.

이하, 모놀리식 세라믹 커패시터의 제조공정을 설명한다.

먼저, 다음의 방법으로 적층 유전체 세라믹 1을 형성한다. 제2도에서 보는 바와같이, 티탄산바륨, 산화이트륨, 산화코발트, 산화니켈, 산화마그네슘, 산화망간, 및  $\text{Li}_2\text{O}-\text{R}_0-(\text{Ti}, \text{Si}) \text{O}_2$  (단, R은 Ba, Sr, Ca 및 Mg 중에서 적어도 1종을 나타낸다)계의 산화물 유리를 함유하는 재료 분말을 슬러리화하여 그린 시트(green sheet)를 준비하였다. 이것이 유전체 세라믹 2이다. 시트의 한쪽 표면에 니켈 또는 니켈합금으로 이루어진 내부전극 3을 형성한다. 내부전극 3을 형성하는 방법으로는, 스크린 인쇄법, 화학증기 증착법, 도금법 등이 있다.

다음으로, 각기 내부전극 3을 갖는 유전체 세라믹 2을 필요한 수로 적층하고, 제3도에 나타난 바와 같이, 내부전극 3을 갖지 않는 유전체 세라믹 4 사이에 삽입하여 압착하여 적층체(laminate)를 형성하였다. 이후에, 환원성 분위기 중에서 소정의 온도로 소성하여 적층 유전체 세라믹 1을 형성한다. 다음으로, 적층 유전체 세라믹 1의 양단면에, 내부전극 3과 접촉되도록 2개의 외부전극 5를 형성한다. 이들 외부전극 5의 재료로서는 내부전극 3과 동일한 재료를 사용할 수도 있다. 그외, 은, 팔라듐, 은-팔라듐 합금, 구리, 구리 합금 등을 사용할 수 있으며, 또 이들의 금속 분말에 유리 프리트를 첨가한 혼합물도 사용할 수 있다. 모놀리식 세라믹 커패시터의 사용 용도, 사용 장소 등을 고려하여 적절한 재료를 선별한다. 외부전극 5는 소성에 의해 얻은 적층 유전체 세라믹 1에 금속 분말로 이루어진 페이스트 재료를 도포하고, 이 페이스트를 소성함으로써 형성된다. 또는, 소성전의 적층 유전체 세라믹 1에 페이스트를 도포하고, 그런다음 소성할 수 도 있다. 후자의 경우, 적층 유전체 세라믹 1은 외부전극 5와 함께 한번에 소성에 의해 형성된다. 이후에, 외부전극 5위에 구리등을 도금하여 도금막 6을 형성한다. 마지막으로, 도금막 6 위에 땀납, 주석 등을 도금하여 도금막 7을 형성한다. 이러한 제조공정에 의해 칩-타입의 모놀리식 세라믹 커패시터가 얻어진다.

#### [실시예 1]

먼저, 출발원료로서 각종 순도의  $\text{TiCl}_4$ 와  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 을 준비하여 청량한 후, 옥살산으로 처리하여 옥살산티타닐바륨(barium titanyl oxalate;  $\text{BaTiO}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )의 침전물을 형성하였다. 그런다음 침전물을  $1000^\circ\text{C}$  이상의 온도에서 가열 분해하여 표 1에 나타난 4종의 티탄산바륨( $\text{BaTiO}_3$ )을 합성하였다. 또,  $0.19\text{Li}_2\text{O} - 0.06\text{MnO} - 0.14\text{BaO} - 0.06\text{CaO} - 0.07\text{TiO}_2 - 0.48\text{SiO}_2$  (단, 몰비)의 조성배합이 되도록 각 성분의 산화물, 탄산염 또는 수산화물을 청량하여, 혼합, 분쇄한 후, 증발건조시켜 분말 혼합물을 얻었다. 그 다음에, 분말 혼합물을 알루미늄이나 도가니 중에서  $1300^\circ\text{C}$ 에서 1시간 동안 유지시킨 후, 급냉시켜 평균 입경이  $1\mu\text{m}$  이하의 산화물 유리를 얻었다.

그런 다음, 티탄산바륨의 Ba/Ti 몰비를 조정된  $\text{BaCO}_3$ 와  $\text{TiO}_2$  및 순도 99% 이상의  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , CoO, NiO, MgO, MnO를 준비하였다.

이러한 원료 분말과 먼저 준비한  $\text{BaTiO}_3$  및 산화물 유리를 표 2에 나타난 조성비가 되도록 배합한 후, 폴리비닐부티랄계 바인더 및 에탄올등의 유기용제를 첨가하여, 볼밀에 의해 습식혼합하여 세라믹 슬러리를 준비하였다. 이후, 이 세라믹 슬러리를 닥터 블레이드법(doctor blade)에 의해 시트상으로 성형하여, 두께  $14\mu\text{m}$ 의 직사각형 세라믹 그린시트를 얻었다. 이후, 상기 세라믹 그린시트상에 Ni를 주체로 하는 도전성 페이스트를 인쇄하여, 내부전극을 구성하는 도전성 페이스트층을 형성하였다.

그런 다음, 각기 도전성 페이스트층이 형성된 복수개의 세라믹 그린시트를 도전성 페이스트층으로 완전 도포된 면과 도전성 페이스트층이 도포되지 않은 면을 교대로 적층하여 적층체를 얻었다. 얻은 적층체를,  $\text{N}_2$  분위기 중에서  $350^\circ\text{C}$ 의 온도로 가열하여 바인더를 연소시킨 후, 산소 분압  $10^{-9} \sim 10^{-11}$  MPa의  $\text{H}_2-\text{N}_2-\text{H}_2\text{O}$  가스로 된 환원성 분위기 중에서 표 3에 나타난 온도로 2시간 소성하여 적층 세라믹 소결체를 얻었다.

그런다음, 얻은 적층 세라믹 소결체의 표면을 주사형 전자현미경으로 배율 1500배로 관찰하여 입자크기를 측정하였다.

마지막으로 소결체의 양단면에 봉규산바륨계의 유리 프리트를 첨가한 은 페이스트로 도포하고,  $\text{N}_2$  분위기 중에서  $600^\circ\text{C}$ 의 온도로 소성하여 내부전극과 전기적으로 접촉된 외부전극을 형성하여 모놀리식 세라믹 커패시터를 얻었다.

이상에 의해 얻어진 모놀리식 세라믹 커패시터의 외형 치수는, 폭 1.6mm, 길이 3.2mm, 두께 1.2mm이고, 내부전극들 사이에 게제된 유전체 세라믹층의 두께는  $10\mu\text{m}$  이었다. 또 유효 유전체 세라믹층의 총수는 19이고, 1층당 대향전극(facing electrode) 면적은  $2.1\text{mm}^2$  이었다.

이후, 정전용량(C) 및 유전손실( $\tan \delta$ )를 자동 브릿지식 측정기를 사용하여 주파수 1kHz, 1Vrms, 온도  $25^\circ\text{C}$ 에서 측정하고, 정전용량으로부터 유전율( $\epsilon$ )을 산출하였다. 또 절연저항계를 사용하여 16V의 직류전압을 2분간 인가하여  $25^\circ\text{C}$  및  $125^\circ\text{C}$ 에서의 절연저항(R)을 측정하고, 정전용량(C)과 절연저항(R)과의 곱, 즉 CR곱을 구하였다.

또, 온도변화에 따른 정전용량의 변화율을 측정하였다. 이런 경우,  $20^\circ\text{C}$ 에서의 정전용량을 기준으로 한  $-25^\circ\text{C}$ 와  $85^\circ\text{C}$ 에서의 변화율( $\Delta C/C_{20^\circ\text{C}}$ )과  $25^\circ\text{C}$ 에서의 정전용량을 기준으로 한  $-55^\circ\text{C}$ 와  $125^\circ\text{C}$ 에서의 변화율( $\Delta C/C_{20^\circ\text{C}}$ ) 및  $-55^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 의 범위에서 절대치로서의 최대 변화율( $|\Delta C|_{\text{max}}$ )을 구하였다.

또, 고온 수하 수명 시험으로서, 각 커패시터의 36개의 시료에  $150^\circ\text{C}$ 에서 직류전압 150V를 인가하여, 그

의 절연저항의 경시변화를 측정하였다. 고온 부하수명 시험은, 각 시료의 절연저항(R)이  $10^6 \Omega$ 이 되는 시간을 수명시간으로 하여, 그의 평균을 구하였다.

이상의 결과를 표3, 표4에 나타내었다.

표2, 표3 및 표4로부터 명백히 알 수 있는 바와같이, 본 발명의 모놀리식 세라믹 커패시터는 유전율( $\epsilon$ )이 3000 이상으로 높고, 유전손실( $\tan \delta$ )은 2.5% 이하이며, 온도에 대한 정전용량의 변화율이  $-25^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 의 범위에서의 JIS 규격에 규정된 B특성(즉, 정전용량변화율이  $\pm 10\%$ 이내), 및  $-55^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 의 범위에서는 EIA규격에 규정된 X7R특성(즉, 정전용량변화율이  $\pm 15\%$  이내)를 만족한다.

또,  $25^\circ\text{C}$ ,  $125^\circ\text{C}$ 에서의 절연저항은, CR값으로 표시하여 각  $3000\text{M}\Omega \cdot \mu\text{F}$  이상,  $500\text{M}\Omega \cdot \mu\text{F}$  이상으로 높은 값을 보인다. 또 평균 수명시간이 250 시간 이상으로 길다.

게다가, 소성 온도도  $1300^\circ\text{C}$ 이하로 비교적 저온에서 소결 가능하며, 입자 크기도  $1\mu\text{m}$  이하로 작다.

본 발명의 첫 번째 국면에 따른 세라믹층의 조성을 한정하는 이유를 여기에서 얻어진 시료를 참조하여 이하 설명한다.

조성은  $(1-\alpha-\beta)(\text{BaO})\text{mTiO}_2 + \alpha\text{Y}_2\text{O}_3 + \beta(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}$ 로 정의된다. 시료번호 1-1에서와 같이,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 의 배합비( $\alpha$ )가 0.0025 미만인 경우에는, 유전율  $\epsilon$ 이 3000 미만으로 작고, 또 유전손실( $\tan \delta$ )이 2.5%를 초과하며, 정전용량의 온도변화율도 크다. 또 평균 수명시간이 극히 짧고, 결정 입경도  $10\mu\text{m}$  보다 커져 유전제층을 박층화시킬 수가 없다. 한편, 시료번호 1-17에서와 같이,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 의 배합비( $\alpha$ )가 0.03을 초과하는 경우에는 유전율  $\epsilon$ 이 3000 미만으로 작고,  $25^\circ\text{C}$  및  $125^\circ\text{C}$ 에서의 절연저항이 저하되고, 평균 수명시간이 극히 짧으며, 소결 온도가 높다.

시료번호 1-2에서와 같이,  $(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}$ 의 배합비( $\beta$ )가 0.0025 미만인 경우에는, 유전손실( $\tan \delta$ )이 2.5%를 초과하며,  $25^\circ\text{C}$  및  $125^\circ\text{C}$ 에서의 절연저항이 저하되고, 평균 수명시간도 짧고, 또 정전용량의 온도변화율이 너무 커서 JIS 규격의 B특성 및 EIA 규격의 X7R특성을 만족시키지 못한다. 한편 시료번호 1-18에서 같이,  $(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}$ 의 배합비( $\beta$ )가 0.06을 초과하는 경우에는,  $125^\circ\text{C}$ 에서의 절연저항이  $500\text{M}\Omega \cdot \mu\text{F}$  미만으로 저하되고, 평균 수명시간이 250시간 보다 짧아진다. 또, 시료번호 1-3에서와 같이,  $(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}$ 에서의 Ni의 배합비(x)가 0인 경우에도,  $125^\circ\text{C}$ 에서의 절연저항이  $500\text{M}\Omega \cdot \mu\text{F}$  미만으로 저하되며, 평균 수명시간이 250시간 보다 짧아진다.

시료번호 1-19에서와 같이,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 의 배합비( $\alpha$ )에 대한  $(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}$ 의 배합비( $\beta$ )의 비율  $\beta/\alpha$ 가 6보다 큰 경우에는, 정전용량의 온도변화율이 바람직하지 않게도 크다. 그러므로  $\beta/\alpha$ 는 6이하가 바람직하며,  $1/3 \leq \beta/\alpha \leq 30$ 이 더욱 바람직하다.

시료번호 1-4에서와 같이, 티탄산바륨의 몰비(m)가 1.000 미만인 경우에는 환원성 분위기에서 소성시킬 때 세라믹의 환원되어 반도체화되며 절연저항이 저하된다. 한편, 시료번호 1-20에서와 같이, 몰비(m)가 1.035를 초과하는 경우에는 소결성이 현저하게 악화된다.

시료번호 1-5에서와 같이, MgO의 함량이 0.5몰 미만인 경우,  $125^\circ\text{C}$ 에서의 절연저항이  $500\text{M}\Omega \cdot \mu\text{F}$  미만으로 저하되고, 평균 수명시간이 250시간 보다 더 짧다. 게다가, 정전용량의 온도변화율이 JIS규격의 B특성 및 EIA 규격의 X7R 특성을 만족시키지 못한다. 한편, 시료번호 1-21에서와 같이, MgO의 함량이 3.0몰을 초과하는 경우, 유전율이 3000 미만으로 저하되고, 절연저항이 저하된다.

시료번호 1-6에서와 같이, MnO의 함량이 0.5몰 미만인 경우,  $25^\circ\text{C}$  및  $125^\circ\text{C}$ 에서의 절연저항이 저하되고, 평균 수명시간이 짧다. 한편 시료번호 1-22에서와 같이, MnO의 함량이 2.0몰을 초과하는 경우,  $125^\circ\text{C}$ 에서의 절연저항이 저하되고, 평균 수명시간이 짧다.

시료번호 1-7에서와 같이, 산화물 유리의 함량이 0.2중량부 미만인 경우, 소결온도가 높아야만 하며, 절연저항이 저하되고, 평균 수명시간이 극히 짧다. 한편, 시료번호 1-23에서와 같이, 산화물 유리의 함량이 3.0중량부를 초과하는 경우, 유전율이 3000 미만으로 저하되고, 정전용량이 온도변화율이 바람직하지 않게 크다.

또, 시료번호 1-24에서와 같이, 티탄산바륨에 불순물로서 함유되는 알칼리금속의 함량이 0.03중량% 보다 많은 경우에는, 유전율이 바람직하지 않게 저하된다.

#### [실시예 2]

유전체 분말로서, 표 1의 A의 티탄산바륨을 사용하여,  $98.2(\text{BaO})_{1.010}\text{TiO}_2 + 0.6\text{Y}_2\text{O}_3 + 1.2\text{NiO}$ (단, 몰비)에 대하여, MgO가 1.2몰, MnO가 0.2몰로 배합된 원료를 준비하였다. 여기에, 표 5에 표시된 조성을 갖는 평균입경  $1\mu\text{m}$  이하의 산화물 유리를 첨가한 후, 실시예 1과 동일한 방법으로 내부전극과 전기적으로 접속된 은 및 유리 프린트로 이루어진 외부전극을 각기 갖는 모놀리식 세라믹 커패시터를 제작하였다.

또, 제작한 모놀리식 세라믹 커패시터의 외형 치수, 유전체 세라믹층의 두께 등은 실시예 1과 동일하였다.

그리고, 이들의 전기적 특성을 측정하였다. 구체적으로, 정전용량(C) 및 유전손실( $\tan \delta$ )를 자동 브릿지식 측정기를 사용하여 주파수 1kHz, 1Vrms, 온도  $25^\circ\text{C}$ 에서 측정하고, 정전용량으로부터 유전율( $\epsilon$ )을 산출하였다. 또, 절연저항계를 사용하여 16V의 직류전압을 2분간 인가하여  $25^\circ\text{C}$  및  $125^\circ\text{C}$ 에서의 절연저항(R)을 측정하고, 정전용량(C)와 절연저항(R)과의 곱, 즉 CR값을 구하였다.

또, 온도변화에 따른 정전용량의 변화율을 측정하였다. 자세하게는  $20^\circ\text{C}$ 에서의 정전용량을 기준으로 한  $-25^\circ\text{C}$ 와  $85^\circ\text{C}$ 에서의 변화율( $\Delta C/C_{20^\circ\text{C}}$ )과  $25^\circ\text{C}$ 에서의 정전용량을 기준으로 한  $-55^\circ\text{C}$ 와  $125^\circ\text{C}$ 에서의 변화율( $\Delta C/C_{25^\circ\text{C}}$ ) 및  $-55^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 의 범위에서 절대치로서의 최대 변화율( $|\Delta C|_{\text{max}}$ )을 구하였다.

이러한 측정을 실시한 후, 황산니켈, 염화니켈, 붕산(boric acid)으로 이루어진 니켈 도금액을 준비하여, 배럴 도금법(barrel plating)으로 각 커패시터의 외부 은전극 상에 니켈도금하였다. 마지막으로, AS액(알카놀-설포산액)으로 된 뿔납 도금액을 배럴 도금법으로 이 니켈도금막상에 도금처리하였다. 이렇게 하여 외부전극상에 도금층이 형성된 모놀리식 세라믹 커패시터를 얻었다.

얻은 모놀리식 세라믹 커패시터에 있어서, 정전용량(C)을 자동 브릿지식 측정기를 사용하여 주파수 1kHz, 1Vms, 온도 25°C에서 측정하였다. 또, 절연저항계를 사용하여 16V의 직류전압을 2분간 인가하여 25°C 및 125°C에서의 절연저항(R)을 측정하고, 정전용량(C)과 절연저항(R)과의 곱, 즉 CR곱을 구하였다.

이상의 결과를 표 6, 표 7에 나타내었다.

표 5, 표 6 및 표 7로부터 명백히 알 수 있는 바와같이, 본 발명의 조성의 산화물 유리를 함유하는 유전체 세라믹층으로 구성된 모놀리식 세라믹 커패시터는 유전율( $\epsilon$ )이 3000 이상으로 높고, 유전손실( $\tan \delta$ )은 2.5% 이하이며, 온도에 대한 정전용량의 변화율이 -25°C~85°C의 범위에서는 JIS 규격에 규정된 B 특성 및 -55°C~125°C의 범위에서는 EIA규격에 규정된 X7R 특성을 만족한다. 도금한 후에도, 본 발명의 시료의 전기적 특성은 악화되지 않는다.

이에 반하여, 본 발명의 조성범위의 산화물 유리를 함유하지 않는 유전체 세라믹층으로 구성되는 모놀리식 세라믹 커패시터는 다음과 같다.

시료번호 2-1에서와 같이, 유전체 세라믹층이  $\text{Li}_2\text{O}-\text{MO}-\text{RO}-(\text{Ti},\text{Si})\text{O}_2$  계의 산화물 유리를 함유하지 않는 경우, 소결온도가 높아야 하며, 절연저항이 저하된다. 게다가 절연저항은 도금에 의해 더 저하된다.

또, 시료번호 2-2에서와 같이,  $\text{Li}_2\text{O}$ 의 함량이 2몰% 미만인 경우, 소결온도가 1300°C 보다 높아야 하며, 유전손실( $\tan \delta$ )가 2.5%를 초과하고, 정전용량의 온도 변화율이 크다. 한편, 시료번호 2-16에서와 같이  $\text{Li}_2\text{O}$ 의 함량이 40몰%를 초과하는 경우에는, 유전체 세라믹층들이 오염되기 때문에 바람직하지 않다.

시료번호 2-15에서와 같이, MO의 함량이 40몰%를 초과하는 경우, 소결온도가 높아야 하며, 유전율이 3000 미만으로 저하된다.

시료번호 2-3에서와 같이, RO의 함량이 5몰% 미만인 경우, 소결온도가 1300°C 보다 높아야 한다. 한편, 시료번호 2-17에서와 같이, RO의 함량이 40몰%를 초과하는 경우에도, 소결온도가 높아야 하며, 게다가 유전율이 3000미만으로 저하된다. 또, 절연저항이 도금에 의해 다소 저하된다.

시료번호 2-4에서와 같이,  $(\text{Ti},\text{Si})\text{O}_2$ 의 함량이 35몰% 미만인 경우, 소결온도가 높아야 하며, 절연저항이 도금에 의해 현저하게 저하된다. 한편, 시료번호 2-18에서와 같이,  $(\text{Ti},\text{Si})\text{O}_2$ 의 함량이 70몰%를 초과하는 경우에도 소결온도가 바람직하지 않게 높아야 한다. 또, 시료번호 2-5에서와 같이,  $\text{SiO}_2$ 의 함량이 15몰% 미만인 경우, 소결온도가 높아야 하고, 절연저항이 도금에 의해 크게 저하된다. 한편, 시료번호 2-6에서와 같이,  $\text{TiO}_2$ 의 함량이 0인 경우에도 절연저항이 도금에 의해 크게 저하되기 때문에 바람직하지 않다.

$\text{Li}_2\text{O}-\text{MO}-\text{RO}-(\text{Ti},\text{Si})\text{O}_2$  계의 산화물 유리에  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 와  $\text{ZrO}_2$ 를 첨가함으로써, 각기 시료번호 2-12~2-14에서 보는바와 같이, 25°C 및 125°C에서 5000 $\Omega \cdot \mu\text{F}$  이상, 1000 $\Omega \cdot \mu\text{F}$  이상의 모놀리식 세라믹 커패시터가 얻어진다. 그러나, 시료번호 2-19에서와 같이,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 함량이 20중량%를 초과하는 경우, 또는 시료번호 2-20에서와 같이,  $\text{ZrO}_2$ 의 함량이 10중량부를 초과하는 경우, 소결성이 저하되고, 유전율이 3000 미만이며, 절연저항이 저하되므로 바람직하지 않다.

또, 도금에 의해 절연저항이 현저하게 저하된다.

### [실시예 3]

먼저, 출발원료로서 각종 순서의  $\text{TiCl}_4$ 와  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 를 준비하여 칭량한 후, 옥살산으로 처리하여 옥살산티탄리바륨( $\text{BaTiO}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )의 침전물을 형성하였다. 그런다음, 침전물을 1000°C 이상의 온도에서 가열 분해하여 표 1에 나타난 4종의 티탄산바륨( $\text{BaTiO}_3$ )을 합성하였다. 또 0.24 $\text{Li}_2\text{O}$  - 0.06 $\text{MnO}$  - 0.14 $\text{BaO}$  - 0.06 $\text{CaO}$  - 0.03 $\text{TiO}_2$  - 0.47 $\text{SiO}_2$ (단, 몰비)의 조성배합이 되도록 각 성분의 산화물, 탄산염 또는 수산화물을 칭량하여, 혼합, 분쇄한 후, 증발건조시켜 분말 혼합물을 얻었다. 그 다음에 분말 혼합물을 알루미늄 도가니 중에서 1300°C에서 1시간 동안 유지시킨 후, 급냉시켜 평균 입경이 1 $\mu\text{m}$ 이하의 산화물 유리를 얻었다.

그런 다음, 티탄산바륨의 Ba/Ti 몰비를 조성한  $\text{BaCo}_3$ 와  $\text{TiO}_2$ , 및 순도 99% 이상의  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , ZnO, NiO, MgO, MnO를 준비하였다.

이러한 원료 분말과 먼저 준비한  $\text{BaTiO}_3$  및 산화물 유리를 표 8에 나타난 조성비가 되도록 배합한 후, 폴리비닐부틸라테 바인더 및 에탄올등의 유기용제를 첨가하여, 볼밀에 의해 습식혼합하여 세라믹 슬러리를 준비하였다. 이후, 이 세라믹 슬러리를 닥터 블레이드법(doctor blade)에 의해 시트상으로 성형하여, 두께 14 $\mu\text{m}$ 의 직사각형 세라믹 그린시트를 얻었다. 이후, 상기 세라믹 그린시트상에 Ni를 주체로 하는 도전성 페이스트를 인쇄하여, 내부전극을 구성하는 도전성 페이스트층을 형성하였다.

그런 다음, 각기 도전성 페이스트층이 형성된 복수개의 세라믹 그린시트를 도전성 페이스트층으로 완전 도포된 면과 도전성 페이스트층이 도포되지 않은 면을 교대로 적층하여 적층체를 얻었다. 얻은 적층체를,  $\text{N}_2$  분위기 중에서 350°C의 온도로 가열하여 바인더를 연소시킨 후, 산소 분압  $10^{-9} \sim 10^{-11}$  MPa의  $\text{H}_2-\text{N}_2-\text{H}_2\text{O}$  20 가스로 된 환원성 분위기 중에서 표 9에 나타난 온도로 2시간 소성하여 적층 세라믹 소결체를 얻었다.

그런 다음, 얻은 적층 세라믹 소결체의 표면을 주사형 전자현미경으로 비율 1500배로 관찰하여 입자크기

를 측정하였다.

마지막으로 소결체의 양단면에 붕규산바륨계의 유리 프릿을 첨가한 은 페이스트로 도포하고, N<sub>2</sub> 분위기 중 에서 600℃의 온도로 소성하여 내부전극과 전기적으로 접속된 외부전극을 형성하여 모놀리식 세라믹 커패 시터를 얻었다.

이상에 의해 얻어진 모놀리식 세라믹 커패시터의 외형 치수는, 폭 1.6mm, 길이 3.2mm, 두께 1.2mm 이고, 내부전극들 사이에 게재된 유전체 세라믹층의 두께는 10 $\mu$ m이었다. 또 유효 유전체 세라믹층의 총수는 19 이고, 1층당 대향전극(facing electrode)의 면적은 2.1mm<sup>2</sup> 이었다.

이후, 정전용량(C) 및 유전손실(tan  $\delta$ )을 자동 브릿지식 측정기를 사용하여 주파수 1kHz, 1Vrms, 온도 25℃에서 측정하고, 정전용량으로부터 유전율( $\epsilon$ )을 산출하였다. 또, 절연저항계를 사용하여 16V의 직류전 압을 2분간 인가하여 25℃ 및 125℃에서의 절연저항(R)을 측정하고, 정전용량(C)과 절연저항(R)과의 곱, 즉 CR값을 구하였다.

또, 온도변화에 따른 정전용량의 변화율을 측정하였다. 이런 경우, 20℃에서의 정전용량을 기준으로 한 -25℃와 85℃에서의 변화율( $\Delta C/C_{20^\circ\text{C}}$ )과 25℃에서의 정전용량을 기준으로 한 -55℃와 125℃에서의 변화율( $\Delta C/C_{25^\circ\text{C}}$ )과 -55℃~125℃의 범위에서 절대치로서의 최대 변화율(| $\Delta C/C_{\text{max}}$ )|을 구하였다.

또, 고온 부하 수명 시험으로서, 각 커패시터의 36개의 시료에 150℃에서 직류전압 150V를 인가하여, 그 의 절연저항의 경시변화를 측정하였다. 고온 부하 수명시험은, 각 시료의 절연저항(R)이 10<sup>6</sup> $\Omega$ 이 되는 시 간을 수명시간으로 하여, 그의 평균을 구하였다.

이상의 결과를 표 9, 표 10에 나타내었다.

표 8, 표 9 및 표 10으로부터 명백히 알 수 있는 바와같이, 본 발명의 모놀리식 세라믹 커패시터는 유전 율( $\epsilon$ )이 3000 이상으로 높고, 유전손실(tan  $\delta$ )은 2.5% 이하이며, 온도에 대한 정전용량의 변화율이 -25℃~85℃의 범위에서는 JIS 규격에 규정된 B특성(즉, 정전용량변화율이  $\pm 10\%$  이내), 및 -55℃~125℃의 범위에서는 EIA 규격에 규정된 X7R특성(즉, 정전용량변화율이  $\pm 15\%$  이내)를 만족한다.

또, 25℃, 125℃에서의 절연저항은, CR값으로 표시하여 각기 3000M $\Omega \cdot \mu$ F 이상, 500M $\Omega \cdot \mu$ F 이상으로 높은 값을 보인다. 또, 평균 수명시간이 250시간 이상으로 길다.

게다가, 소성 온도도 1300℃이하로 비교적 저온에서 소결 가능하며, 입자 크기도 1 $\mu$ m이하로 작다.

본 발명의 두 번째 국면에 따른 세라믹층의 조성을 한정하는 이유를 여기에서 얻어진 시료를 참조하여 이 하 설명한다.

조성은(1- $\alpha$ - $\beta$ )(BaO)mTiO<sub>2</sub> +  $\alpha$ Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> +  $\beta$ (Zn<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>)O으로 정의된다. 시료번호 10-1에서와 같이, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 배 합비( $\alpha$ )가 0.025 미만인 경우에는, 유전율( $\epsilon$ )이 3000 미만으로 작고, 또 유전손실(tan  $\delta$ )이 2.5%를 초 과하며, 정전용량의 온도변화율도 크다. 또, 평균 수명시간이 극히 짧고, 결정 입경도 1.0 $\mu$ m보다 커져 유 전체층을 박층화시킬 수가 없다. 한편, 시료번호 10-17에서와 같이, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 배합비( $\alpha$ )가 0.03을 초과하는 경우에는, 유전율( $\epsilon$ )이 3000 미만으로 작고, 25℃ 및 125℃에서 절연저항이 저하되고, 평균 수명시간이 극히 짧으며, 게다가 소결온도가 높아야만 한다.

시료번호 10-2에서와 같이, (Zn<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>)O의 배합비( $\beta$ )가 0.0025 미만인 경우에는, 유전손실(tan  $\delta$ )이 2.5% 를 초과하며, 25℃ 및 125℃에서의 절연저항이 저하되고, 평균 수명시간도 짧다. 또, 정전용량의 온도변 화율이 너무 커서 JIS 규격의 B특성 및 EIA 규격의 X7R특성을 만족시키지 못한다. 한편, 시료번호 10- 18에서와 같이, (Zn<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>)O의 배합비( $\beta$ )가 0.08을 초과하는 경우에는 125℃에서의 절연저항이 500M $\Omega \cdot \mu$ F 미만으로 저하되고, 평균 수명시간이 250시간 보다 짧아진다. 또, 시료번호 10-3 에서와 같이, (Zn<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>)O에서의 Ni의 배합비(x)가 0인 경우, 소결온도가 1300℃ 보다 높아야 하며, 유전율이 3000 미만으로 바람직하지 않다. 한편, 시료번호 10-8에서와 같이, (Zn<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>)O에서의 Ni의 배합비(x)가 1인 경우, 또 (Zn<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>)O의 배합비( $\beta$ )가 0.06을 초과하는 경우, 정전용량의 온도변화율이 너무 크기 때문에 커패시 터는 EIA규격이 X7R특성을 만족시킬 수 없다.

시료번호 10-19에서와 같이, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 배합비( $\alpha$ )에 대한 (Zn<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>)O의 배합비( $\beta$ )가  $\beta/\alpha$ 가 8보다 큰 경 우에는, 정전용량의 온도변화율이 바람직하지 않게도 크다. 그러므로  $\beta/\alpha$ 는 8이하가 바람직하다.  $1/4 \leq \beta/\alpha \leq 4$ 가 더욱 바람직하다.

시료번호 10-4에서와 같이, 티탄산바륨의 몰비(m)가 1.000 미만인 경우에는, 환원성 분위기에서 소성시킬 때 세라믹이 환원되어 반도체화되며 절연저항이 저하된다. 한편, 시료번호 10-20에서와 같이, 몰비(m)가 1.035를 초과하는 경우에는 소결성이 현저하게 악화된다.

시료번호 10-5에서와 같이, MgO의 함량이 0.2몰 미만인 경우, 125℃에서의 절연저항이 500M $\Omega \cdot \mu$ F 미만 으로 저하되고, 평균 수명시간이 250시간 보다 더 짧다. 게다가, 정전용량의 온도변화율이 JIS 규격의 B 특성 및 EIA 규격의 X7R 특성을 만족하지 못한다. 한편, 시료번호 10-21에서와 같이, MgO의 함량이 2.5몰 을 초과하는 경우, 유전율이 3000 미만으로 저하되고, 절연저항이 저하된다.

시료번호 10-6에서와 같이, MnO의 함량이 0.05몰 미만인 경우, 25℃ 및 125℃에서의 절연저항이 저하되고, 평균 수명시간이 짧다. 한편, 시료번호 10-22에서와 같이, MnO의 함량이 2.0몰을 초과하는 경 우, 125℃에서의 절연저항이 저하되고, 평균수명시간이 짧다.

시료번호 10-7에서와 같이, 산화물 유리의 함량이 0.2중량부 미만인 경우, 소결온도가 높아야만 하며, 절 연저항이 저하되고, 평균 수명시간이 극히 짧다.



한편, 시료번호 10-23에서와 같이, 산화물 유리의 함량이 3.0중량부를 초과하는 경우, 유전율이 3000미만으로 저하되고, 정전용량의 온도변화율이 바람직하지 않게 크다.

또, 시료번호 10-24에서와 같이, 티탄산바륨에 불순물로서 함유되는 알칼리 금속의 함량이 0.03중량%보다 많은 경우에는, 유전율이 바람직하지 않게 저하된다.

#### [실시예 4]

유전체 분말로서, 표 1의 A의 티탄산바륨을 사용하여,  $97.9(\text{BaO})_{1.010}\text{TiO}_2 + 0.7\text{Y}_2\text{O}_3 + 0.7\text{NiO}$ (단, 몰비)에 대하여, MgO가 1.2몰, MnO가 0.35몰로 배합된 원료를 준비하였다. 여기에, 표 11에 표시된 조성을 갖는 평균입경  $1\mu\text{m}$ 이하의 산화물 유리를 첨가한 후, 실시예 1과 동일한 방법으로 내부전극과 전기적으로 접속된 은 및 유리 프린트로 이루어진 외부전극을 각기 갖는 모놀리식 세라믹 커패시터를 제작하였다.

또, 제작한 모놀리식 세라믹 커패시터의 외형 치수, 유전체 세라믹층의 두께 등은 실시예 3과 동일하였다.

그리고, 이들의 전기적 특성을 측정하였다. 구체적으로, 정전용량(C) 및 유전손실( $\tan\delta$ )를 자동 브릿지식 측정기를 사용하여 주파수 1kHz, 1Vrms, 온도 25°C에서 측정하고, 정전용량으로부터 유전율( $\epsilon$ )을 산출하였다. 또, 절연저항계를 사용하여 16V의 직류전압을 2분간 인가하여 25°C 및 125°C에서의 절연저항(R)을 측정하고, 정전용량(C)과 절연저항(R)과의 곱, 즉 CR곱을 구하였다.

또, 온도변화에 따른 정전용량의 변화율을 측정하였다. 자세하게는, 20°C에서의 정전용량을 기준으로 한 -25°C와 85°C에서의 변화율( $\Delta C/C_{20^\circ\text{C}}$ )과 25°C에서의 정전용량을 기준으로 한 -55°C와 125°C에서의 변화율( $\Delta C/C_{25^\circ\text{C}}$ ) 및 -55°C와 125°C의 범위에서 절대치로서의 최대 변화율( $|\Delta C|_{\text{max}}$ )을 구하였다.

이러한 측정을 실시한 후, 황산니켈, 염화니켈, 붕산(boric acid)으로 이루어진 니켈 도금액을 준비하여, 베럴 도금법(barrel plating)으로 각 커패시터의 외부 은 전극상에 니켈도금하였다. 마지막으로, AS액(알카놀-설포산액)으로 된 뿔납 도금액을 베럴 도금법으로 이 니켈도금막상에 도금처리하였다. 이렇게 하여 외부전극상에 도금층이 형성된 모놀리식 세라믹 커패시터를 얻었다.

얻은 모놀리식 세라믹 커패시터에 있어서, 정전용량(C)를 자동 브릿지식 측정기를 사용하여 주파수 1kHz, 1Vrms, 온도 25°C에서 측정하였다. 또, 절연저항계를 사용하여 16V의 직류전압을 2분간 인가하여 25°C 및 125°C에서의 절연저항(R)을 측정하고, 정전용량(C)과 절연저항(R)과의 곱, 즉 CR곱을 구하였다.

이상의 결과를 표 12, 표 13에 나타내었다.

표 11, 표 12 및 표 13으로부터 명백히 알 수 있는 바와같이, 본 발명의 조성의 산화물 유리를 함유하는 유전체 세라믹층으로 구성된 모놀리식 세라믹 커패시터는 유전율( $\epsilon$ )이 3000 이상으로 높고, 유전손실( $\tan\delta$ )은 2.5% 이하이며, 온도에 대한 정전용량의 변화율이 -25°C~85°C의 범위에서는 JIS 규격에 규정된 B특성 및 -55°C~125°C의 범위에서는 EIA 규격에 규정된 X7R 특성을 만족한다. 도금한 후에도, 본 발명의 시료의 전기적 특성은 악화되지 않는다.

이에 반하여, 본 발명의 조성범위의 산화물 유리를 함유하지 않는 유전체 세라믹층으로 구성되는 모놀리식 세라믹 커패시터는 다음과 같다.

시료번호 20-1에서와 같이, 유전체 세라믹층이  $\text{Li}_2\text{O-MO-RO-(Ti,Si)O}_2$ 계의 산화물 유리를 함유하지 않는 경우, 소결온도가 높아야 하며, 절연저항이 저하된다. 게다가 절연저항은 도금에 의해 더 저하된다.

또, 시료번호 20-2에서와 같이,  $\text{Li}_2\text{O}$ 의 함량이 2몰% 미만인 경우 소결온도가 1300°C 보다 높아야 하며, 유전손실( $\tan\delta$ )가 2.5%를 초과하고, 정전용량의 온도변화율이 크다. 한편, 시료번호 20-16에서와 같이  $\text{Li}_2\text{O}$ 의 함량이 45몰%를 초과하는 경우에는, 유전체 세라믹층들이 오염되기 때문에 바람직하지 않다.

시료번호 20-15에서와 같이, MO의 함량이 40몰%를 초과하는 경우, 소결온도가 높아야 하며, 유전율이 3000 미만으로 저하된다.

시료번호 20-3에서와 같이, RO의 함량이 5몰% 미만인 경우, 소결온도가 1300°C 보다 높아야 한다. 한편 시료번호 20-17에서와 같이, RO의 함량이 40몰%를 초과하는 경우에도, 소결온도가 높아야 하며, 게다가 유전율이 3000 미만으로 저하된다. 또, 절연저항이 도금에 의해 저하된다.

시료번호 20-4에서와 같이,  $(\text{Ti,Si})\text{O}_2$ 의 함량이 35몰% 미만인 경우, 소결온도가 높아야 하며, 절연저항이 도금에 의해 현저하게 저하된다. 한편, 시료번호 20-18에서와 같이,  $(\text{Ti,Si})\text{O}_2$ 의 함량이 70몰%를 초과하는 경우에도 소결온도가 바람직하지 않게 높아야 한다. 또, 시료번호 20-5에서와 같이,  $\text{SiO}_2$ 의 함량이 15몰% 미만인 경우, 소결온도가 높아야 하고, 절연저항이 도금에 의해 크게 저하된다. 한편, 시료번호 20-6에서와 같이,  $\text{TiO}_2$ 의 함량이 0인 경우에는 절연저항이 도금에 의해 크게 저하되기 때문에 바람직하지 않다.

$\text{Li}_2\text{O-MO-RO-(Ti,Si)O}_2$ 계의 산화물 유리에  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 와  $\text{ZrO}_2$ 를 첨가함으로써, 각기 시료번호 20-12~20-14에서 보는 바와같이, 25°C 및 125°C에서  $500\text{M}\Omega \cdot \mu\text{F}$  이상,  $1000\text{M}\Omega \cdot \mu\text{F}$  이상의 모놀리식 세라믹 커패시터가 얻어진다. 그러나, 시료번호 20-19에서와 같이,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 함량이 20중량%를 초과하는 경우, 또는 시료번호 2-20에서와 같이,  $\text{ZrO}_2$ 의 함량이 10중량%를 초과하는 경우, 소결성이 저하되고, 유전율이 3000 미만이며, 절연저항이 저하되므로 바람직하지 않다. 또, 도금에 의해 절연저항이 현저하게 저하된다.

상기한 설명으로부터 명백한 바와같이, 본 발명에서는 환원성 분위기 중에서 소성하여도 환원되지 않고 반도체화되지 않는 재료를 모놀리식 세라믹 커패시터의 유전체 세라믹층에 사용하기 때문, 커패시터용 전극의 재료로서, 비금속 니켈 또는 니켈 합금을 사용할 수 있다. 본 발명에서 사용되는 유전체 재료는 1300°C이하의 비교적 저온에서 소성될 수 있다. 그러므로, 본 발명의 모놀리식 세라믹 커패시터는 저렴한

비용으로 제조할 수 있다.

게다가, 이 유전체 재료를 사용한 본 발명의 모놀리식 세라믹 커패시터는 3000 이상의 유전율을 갖고 있다. 또, 본 발명의 모놀리식 세라믹 커패시터의 정전용량의 온도 특성이 JIS규격에 규정된 B특성 및 EIA 규격에 규정된 X7R 특성을 만족한다. 또, 본 발명이 모놀리식 세라믹 커패시터의 절연저항은, 저항값(R)과 정전용량(C)와의곱, 즉 CR값으로 표시하여 3000MΩ·μF 이상으로 높은 값을 나타내며, 고온에서의 수명특성이 우수하다. 게다가, 본 발명의 커패시터에서 소결후의 유전체 세라믹층에 존재하는 입자들은 1μm 이하의 입자 크기를 갖기 때문에, 본 발명의 커패시터를 구성하는 유전체 세라믹층을 박층화하여도, 종래의 모놀리식 세라믹 커패시터의 경우와는 달리, 유전체층중에 존재하는 결정 입자의 수가 적지 않다. 따라서, 본 발명에 의하면, 신뢰성이 높고, 소형이고 대용량의 모놀리식 세라믹 커패시터를 얻을 수 있다.

또, 본 발명의 커패시터를 구성하는 유전체 세라믹층이 Li<sub>2</sub>O-R<sub>0</sub>-(Ti,Si)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>계의 산화물 유리를 함유하기 때문에, 커패시터의 전기적 특성은 도금에 의해 약화되지 않는다. 이상에서 본 발명을 상세히 설명하고 예시하였지만, 이는 예시나 설명을 위한 것일 뿐으로서 본 발명의 범위를 한정하는 것으로 해석되어서는 아니되며, 본 발명의 요지나 범위를 벗어나지 않는 다양한 변화 및 변형이 본 발명의 범위에 포함될 수 있음은 당업자에게는 명백한 것이다.

[표 1]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

BaTiO <sub>3</sub> 의 종류	불순물의 함유량(중량%)					평균 입자크기(μm)
	알칼리금속 산화물	SrO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
A	0.003	0.012	0.001	0.010	0.005	0.60
B	0.030	0.007	0.002	0.021	0.009	0.51
C	0.012	0.179	0.018	0.155	0.071	0.72
*D	0.094	0.030	0.001	0.043	0.005	0.62

[표 2]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

시료 번호	주 성분						부 성분		산화물 유리 (중량부)
	$(1-\alpha-\beta)(\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{Y}_2\text{O}_3 + \beta(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}$						MgO	MnO	
	BaTiO <sub>3</sub> 의 종류	$\alpha$	$\beta$	$\alpha/\beta$	x	m	(몰)		
*1-1	A	0.000	0.010	-	0.50	1.010	1.00	0.10	0.50
*1-2	A	0.010	0.000	0	-	1.010	1.00	0.10	0.50
*1-3	A	0.010	0.030	3	0.00	1.010	1.00	0.10	0.50
*1-4	A	0.010	0.020	2	0.50	0.990	1.00	0.10	0.50
*1-5	A	0.010	0.030	3	0.50	1.010	0.00	0.10	0.50
*1-6	A	0.010	0.010	1	0.60	1.010	1.00	0.00	0.50
*1-7	A	0.010	0.020	2	0.60	1.010	1.50	0.20	0.00
1-8	A	0.005	0.005	1	1.00	1.010	1.20	0.10	0.80
1-9	A	0.0025	0.0025	1	0.50	1.010	0.50	0.20	0.20
1-10	A	0.006	0.009	3/2	0.50	1.010	1.50	0.30	1.00
1-11	B	0.008	0.048	6	0.80	1.010	1.50	0.07	0.80
1-12	A	0.007	0.014	2	0.50	1.000	1.50	0.35	0.80
1-13	C	0.010	0.030	3	0.50	1.015	1.20	0.20	1.00
1-14	A	0.030	0.060	2	0.50	1.035	3.00	0.05	3.00
1-15	A	0.020	0.005	1/4	0.80	1.020	2.00	2.00	1.00
1-16	A	0.012	0.004	1/3	1.00	1.010	1.50	0.40	1.00
*1-17	A	0.050	0.025	1/2	0.50	1.010	1.00	0.20	0.80
*1-18	A	0.020	0.080	4	0.50	1.010	1.00	0.20	0.80
*1-19	A	0.005	0.050	10	0.50	1.010	1.00	0.20	0.80
*1-20	A	0.005	0.010	2	0.50	1.050	1.00	0.20	0.80
*1-21	A	0.005	0.010	2	0.50	1.010	5.00	0.20	0.80
*1-22	A	0.005	0.010	2	0.50	1.010	1.00	5.00	0.80
*1-23	A	0.005	0.010	2	0.50	1.010	1.00	0.20	5.00
*1-24	D	0.006	0.009	3/2	0.80	1.015	1.50	0.20	1.00

[표 3]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

시료 번호	소성 온도 (°C)	유전율 $\epsilon$	유전손실 $\tan \delta$ (%)	용량-온도 변화율 $\Delta C/C_{25^\circ C}$ (%)		용량-온도 변화율 $\Delta C/C_{25^\circ C}$ (%)			CR값 (M $\Omega \cdot \mu F$ )		평균 수명시간 (시간)	입자크기 ( $\mu m$ )
				-25°C	85°C	-55°C	125°C	Max	25°C	125°C		
*1-1	1280	2740	3.2	-12.0	22.0	-27.00	9.5	30.0	10500	3740	4	1.50
*1-2	1280	3310	2.6	-2.1	-12.0	-3.4	-20.0	20.0	2730	220	54	0.72
*1-3	1280	3130	1.9	0.7	-6.8	1.2	-9.1	9.1	4260	470	153	0.75
*1-4	1280	소성된 시료가 반도체화되어 측정 불가능										1.00
*1-5	1280	3260	2.0	0.8	-11.0	0.9	-14.6	14.6	3500	450	102	0.79
*1-6	1280	3190	1.9	0.9	-6.4	1.3	-8.3	8.3	2060	230	44	0.75
*1-7	1360	3010	2.2	-0.5	-6.0	-0.7	-6.2	6.2	2840	250	22	0.69
1-8	1280	3550	2.0	0.9	-7.6	0.6	-10.9	10.9	5410	1830	295	0.71
1-9	1300	3530	2.1	0.7	-8.0	0.8	-13.0	13.0	4330	880	257	0.71
1-10	1260	3230	1.8	0.4	-5.5	0.3	-5.1	5.5	5870	1860	305	0.75
1-11	1280	3070	1.7	0.1	-7.5	-0.1	-11.7	11.7	5620	1650	271	0.67
1-12	1280	3260	2.0	0.32	-6.8	0.4	-9.1	9.1	4280	1090	266	0.73
1-12	1280	3140	1.8	-1.0	-5.8	-1.2	-6.6	6.6	4710	1460	283	0.83
1-14	1300	3030	1.8	-0.8	-5.3	-1.1	-3.0	5.5	3580	700	261	0.75
1-15	1300	3100	1.9	0.7	-6.8	1.2	-9.1	9.1	4090	870	258	0.73

[표 4]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

시료 번호	소성 온도 (°C)	유전율 $\epsilon$	유전손실 $\tan \delta$ (%)	용량-온도 변화율 $\Delta C/C_{25^\circ C}$ (%)		용량-온도 변화율 $\Delta C/C_{25^\circ C}$ (%)			CR급 (MΩ · μF)		평균 수명시간 (시간)	입자크기 (μm)
				-25°C	85°C	-55°C	125°C	Max	25°C	125°C		
				1-16	1280	3210	1.8	0.3	-5.3	0.2		
*1-17	1350	2510	2.1	-1.1	-8.5	-1.5	-13.9	13.9	2790	360	109	0.70
*1-18	1280	3460	1.9	1.5	-9.8	1.9	-16.4	16.4	4050	460	158	0.75
*1-19	1280	3530	2.2	1.7	-11.2	1.5	-18.2	18.2	4780	780	256	0.75
*1-20	1360	미소결로 측정 불가능										
*1-21	1360	2360	2.0	-1.2	-1.3	-2.4	6.1	6.1	2970	390	251	0.68
*1-22	1280	3090	1.8	0.9	-6.6	0.6	-8.9	8.9	4110	280	85	0.72
*1-23	1200	2100	1.2	1.3	-10.6	1.7	-17.3	17.3	5630	1620	297	0.70
*1-24	1280	2620	1.7	0.2	-4.8	0.4	-5.2	5.2	4770	1310	266	0.71

[표 5]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

시료 번호	산화물 유리의 첨가량 (중량%)	산화물 유리의 조성											
		주성분 (중량%)										부성분 (중량%)	
		ZnO	MnO	Li <sub>2</sub> O	MgO	CaO	SrO	BaO	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	
*2-1	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*2-2	1.00	2	4	1	2	7	7	7	63	7	0	0	
*2-3	1.00	0	6	20	0	0	0	4	60	10	0	0	
*2-4	1.00	4	2	20	0	10	10	24	25	5	0	0	
*2-5	1.00	0	6	19	0	0	2	18	10	45	0	0	
*2-6	1.00	4	2	19	0	0	2	18	55	0	0	0	
2-7	1.00	4	2	19	0	0	0	5	60	10	0	0	
2-8	1.00	0	0	19	2	6	6	12	48	7	0	0	
2-9	1.00	2	4	19	10	10	10	10	30	5	0	0	
2-10	1.00	40	0	2	0	3	3	3	44	5	0	0	
2-11	1.00	0	2	45	0	3	0	10	38	2	0	0	
2-12	1.00	4	2	24	1	6	6	7	47	3	20	0	
2-13	1.00	4	2	24	1	6	6	7	47	3	0	10	
2-14	1.00	4	2	24	1	6	6	7	47	3	5	2	
*2-15	1.00	0	45	2	0	0	1	3	44	5	0	0	
*2-16	1.00	4	2	50	1	0	0	8	32	3	0	0	
*2-17	1.00	2	4	14	5	5	15	20	30	5	0	0	
*2-18	1.00	0	2	15	0	2	0	6	65	10	0	0	
*2-19	1.00	4	2	24	1	6	6	7	47	3	30	0	
*2-20	1.00	4	2	24	1	6	6	7	47	3	0	20	

[표 6]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

시료 번호	소성 온도 (°C)	유전율 $\epsilon$	유전손실 $\tan \delta$ (%)	용량-온도 변화율 $\Delta C/C_{20^\circ C}$ (%)		용량-온도 변화율 $\Delta C/C_{25^\circ C}$ (%)			CR값 (M $\Omega$ · $\mu$ F)			
				-25°C	85°C	-55°C	125°C	Max	도금전		도금후	
									25°C	125°C	25°C	125°C
*2-1	1360	3050	2.3	-0.8	-5.4	-1.1	-4.3	5.4	2580	300	1500	90
*2-2	1340	3670	3.1	-13.4	6.7	-20.1	10.2	20.1	4350	940	4070	630
*2-3	1320	3270	2.0	0.1	-5.8	-0.1	-6.8	6.8	4110	930	4110	920
*2-4	1320	3230	1.8	0.1	-7.8	0.3	-11.9	11.9	4520	1100	2780	270
*2-5	1340	3190	1.9	0.4	-5.2	0.2	-6.3	6.3	4460	1050	1990	130
*2-6	1300	3270	2.0	0.3	-6.1	0.4	-7.3	7.3	4010	1100	2590	220
2-7	1280	3250	1.9	-0.1	-5.7	-0.5	-6.6	6.6	4250	1320	4270	1320
2-8	1280	3300	2.0	-0.2	-5.9	-0.3	-6.8	6.8	4090	1080	4090	1090
2-9	1280	3170	1.8	0.2	-6.5	0.2	-7.1	7.1	4870	880	4650	850
2-10	1280	3110	1.8	0.2	-5.3	0.3	-5.3	5.5	5010	970	4930	950
2-11	1260	3040	2.0	-0.3	-5.3	-0.6	-4.9	5.2	4750	1220	4410	1080
2-12	1280	3220	1.9	-0.3	-5.6	-0.4	-6.4	6.4	6530	2300	6520	2280
2-13	1280	3180	1.8	-0.3	-5.3	-0.3	-6.1	6.1	6220	2230	5240	2230
2-14	1280	3280	1.9	-0.2	-5.5	-0.3	-6.2	6.2	5840	2060	5850	2100
*2-15	1340	2820	2.0	-0.3	-4.5	-0.7	-5.0	5.0	4030	610	4010	550

[표 7]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

시료 번호	소성 온도 (°C)	유전율 $\epsilon$	유전손실 $\tan \delta$ (%)	용량-온도 변화율 $\Delta C/C_{20^\circ C}$ (%)		용량-온도 변화율 $\Delta C/C_{25^\circ C}$ (%)			CR값 (M $\Omega$ · $\mu$ F)			
				-25°C	85°C	-55°C	125°C	Max	도금전		도금후	
									25°C	125°C	25°C	125°C
*2-16	1280	다-리미네이션되어 측정 불가능										
*2-17	1360	2950	2.2	-0.5	-5.3	-0.6	-5.5	5.6	4150	720	3820	170
*2-18	1340	3300	2.1	1.1	-8.8	1.8	-12.0	12.0	3830	740	3520	680
*2-19	1360	2720	2.5	-1.2	-4.3	-2.4	5.2	5.2	2920	280	880	50
*2-20	1360	2560	2.3	-1.0	-4.0	-1.8	6.4	6.4	2780	150	740	30

[표 8]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

시료 번호	주 성분						부 성분		산화물 유리 (중량부)
	$(1-\alpha-\beta)(\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{ZrO}_2 + \beta(\text{Zn}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{O}$						MgO	MnO	
	BaTiO <sub>3</sub> 의 종류	$\alpha$	$\beta$	$\alpha/\beta$	x	m	(몰)		
*10-1	A	0.000	0.020	-	0.50	1.010	1.00	0.10	0.80
*10-2	A	0.010	0.000	0	-	1.010	1.00	0.10	0.50
*10-3	A	0.015	0.045	3	0.00	1.010	1.00	0.10	0.50
*10-4	A	0.010	0.020	2	0.50	0.990	1.00	0.10	0.50
*10-5	A	0.010	0.030	3	0.50	1.010	0.00	0.10	0.80
*10-6	A	0.010	0.010	1	0.50	1.010	1.00	0.00	0.50
*10-7	A	0.010	0.020	2	0.70	1.010	1.50	0.20	0.00
*10-8	A	0.020	0.070	7/2	1.00	1.015	1.50	0.10	1.00
*10-9	A	0.0025	0.0025	1	0.80	1.000	2.50	0.25	0.50
10-10	A	0.006	0.009	3/2	0.50	1.010	1.50	0.30	1.20
10-11	B	0.006	0.048	8	0.40	1.010	1.20	0.07	0.80
10-12	A	0.004	0.008	2	0.20	1.005	0.60	0.20	0.20
10-13	C	0.015	0.030	4	0.30	1.015	1.00	0.30	1.00
10-14	A	0.030	0.080	8/3	0.10	1.035	0.20	0.05	3.00
10-15	A	0.025	0.005	1/5	0.20	1.020	2.00	2.00	1.50
10-16	A	0.016	0.004	1/4	0.05	1.010	1.50	0.40	1.00
*10-17	A	0.050	0.030	3/5	0.50	1.010	1.00	0.20	0.80
*10-18	A	0.025	0.100	4	0.54	1.010	1.00	0.20	0.80
*10-19	A	0.007	0.070	10	0.50	1.010	1.00	0.20	0.80
*10-20	A	0.005	0.010	2	0.50	1.050	1.00	0.20	0.80
*10-21	A	0.005	0.010	2	0.50	1.010	5.00	0.20	0.80
*10-22	A	0.005	0.010	2	0.50	1.010	1.00	5.00	0.80
*10-23	A	0.005	0.010	2	0.50	1.010	1.00	0.20	5.00
*10-24	D	0.006	0.009	3/2	0.80	1.015	1.50	0.20	1.00

[표 9]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

시료 번호	소성 온도 (°C)	유전율 ε	유전손실 tan δ (%)	용량-온도 변화율 ΔC/C <sub>25°C</sub> (%)		용량-온도 변화율 ΔC/C <sub>25°C</sub> (%)			CA곱 (MΩ · μF)		평균 수명시간 (시간)	입자크기 (μm)
				-25°C	85°C	-55°C	125°C	Max	25°C	125°C		
*10-1	1280	2410	3.0	-5.2	10.8	-10.1	15.1	24.0	8820	4110	7	1.39
*10-2	1280	3280	2.7	-1.9	-11.8	-3.3	-19.3	19.5	2770	260	61	0.72
*10-3	1320	2780	2.0	0.4	-5.8	0.3	-6.7	6.7	5180	630	253	0.75
*10-4	1280	소성된 세라믹 반도체화되어 측정 불가능										1.00
*10-5	1280	3180	2.0	0.7	-10.6	0.8	-14.3	14.3	4040	480	133	0.78
*10-6	1280	3190	1.8	0.8	-6.2	1.1	-7.9	7.9	2530	310	63	0.74
*10-7	1360	3030	2.1	-1.0	-5.6	-1.3	-5.5	5.7	2790	280	24	0.69
*10-8	1280	3130	1.8	1.3	-9.2	1.8	-14.1	14.1	4960	1650	259	0.72
10-9	1300	3250	1.8	0.4	-6.5	0.6	-8.8	8.9	4510	990	262	0.71
10-10	1260	3170	1.7	0.2	-5.2	0.2	-4.9	5.2	5900	1780	303	0.74
10-11	1280	3090	1.6	0.2	-7.9	0.3	-12.3	12.5	5710	1720	282	0.67
10-12	1300	3320	2.1	-0.3	-5.8	-0.7	-5.3	5.3	4890	1150	263	0.70
10-12	1280	3070	1.6	-0.7	-6.1	-1.0	-6.8	6.9	5470	1950	320	0.81
10-14	1300	3000	1.7	-1.0	-5.0	-1.5	-4.3	5.2	3750	820	258	0.73
10-15	1300	3200	2.0	1.2	-7.3	1.5	-10.5	10.5	4900	1360	264	0.73

[표 10]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

시료 번호	소성 온도 (°C)	유전율 ε	유전손실 tan δ (%)	용량-온도 변화율 ΔC/C <sub>25°C</sub> (%)		용량-온도 변화율 ΔC/C <sub>25°C</sub> (%)			CR값 (MΩ · μF)		평균 수명시간 (시간)	입자크기 (μm)
				-25°C	85°C	-55°C	125°C	Max	25°C	125°C		
10-16	1280	3170	1.9	-0.1	-4.7	-0.5	-4.3	5.0	5780	1890	303	0.73
*10-17	1350	2280	2.0	-0.7	-8.1	-1.2	-12.8	12.8	2880	410	127	0.69
*10-18	1300	3090	1.9	1.0	-8.8	1.5	-15.3	15.5	4210	390	109	0.71
*10-19	1300	3320	2.1	1.3	-10.8	1.7	-17.5	17.5	5380	1020	267	0.73
*10-20	1380	미소결로 측정 불가능										
*10-21	1380	2240	1.9	-1.2	-1.8	-2.5	7.0	7.0	2890	420	253	0.68
*10-22	1300	3030	1.8	0.7	-6.3	0.8	-8.3	8.3	4370	300	87	0.72
*10-23	1220	2220	1.3	1.6	-10.8	2.0	-16.8	170	5480	1780	288	0.69
*10-24	1300	2540	1.8	0.2	-4.4	0.3	-5.0	5.0	4920	1530	271	0.71

[표 11]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

시료 번호	산화물 유리의 첨가량 (중량%)	산화물 유리의 조성											
		주성분 (중량%)										부성분 (중량%)	
		ZnO	MnO	Li <sub>2</sub> O	MgO	CaO	SrO	BaO	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	
*20-1	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
*20-2	1.00	4	2	1	2	7	7	7	63	7	0	0	
*20-3	1.00	6	0	20	0	0	0	4	60	10	0	0	
*20-4	1.00	2	4	20	0	10	10	24	25	5	0	0	
*20-5	1.00	0	6	19	0	0	2	18	10	45	0	0	
*20-6	1.00	2	4	19	0	0	2	18	55	0	0	0	
20-7	1.00	2	4	19	0	0	0	5	60	10	0	0	
20-8	1.00	0	0	19	2	6	6	12	48	7	0	0	
20-9	1.00	4	2	19	10	10	10	10	30	5	0	0	
20-10	1.00	40	0	2	0	3	3	3	44	5	0	0	
20-11	1.00	0	2	45	0	3	0	10	38	2	0	0	
20-12	1.00	4	2	24	1	6	6	7	47	3	20	0	
20-13	1.00	4	2	24	1	6	6	7	47	3	0	10	
20-14	1.00	4	2	24	1	6	6	7	47	3	5	2	
*20-15	1.00	0	45	2	0	0	1	3	44	5	0	0	
*20-16	1.00	4	2	50	1	0	0	8	32	3	0	0	
*20-17	1.00	2	4	14	5	5	15	20	30	5	0	0	
*20-18	1.00	0	2	15	0	2	0	6	65	10	0	0	
*20-19	1.00	4	2	24	1	6	6	7	47	3	30	0	
*20-20	1.00	4	2	24	1	6	6	7	47	3	0	20	



[표 12]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

시험 번호	소성 온도 (°C)	유전율 $\epsilon$	유전손실 $\tan \delta$ (%)	용량-온도 변화율 $\Delta C/C_{25°C}$ (%)		용량-온도 변화율 $\Delta C/C_{25°C}$ (%)			CR값 (M $\Omega \cdot \mu$ F)			
				-25°C	85°C	-55°C	125°C	Max	도금전		도금후	
									25°C	125°C	25°C	125°C
*20-1	1360	3010	2.4	-1.2	-4.7	-1.7	-4.5	5.0	2720	270	1270	50
*20-2	1340	3420	2.8	-12.1	7.3	-17.6	13.3	17.6	4510	980	4410	890
*20-3	1320	3110	2.1	-0.2	-5.6	-0.4	-5.8	6.0	4180	760	4190	760
*20-4	1320	3230	1.9	0.2	-7.3	0.4	-10.2	10.2	4280	930	2220	200
*20-5	1340	3130	1.9	0.1	-5.0	0.1	-6.0	6.0	4340	860	1630	90
*20-6	1300	3190	2.1	0.4	-6.4	0.6	-7.0	7.0	4130	1210	2400	160
20-7	1280	3180	1.8	-0.3	-5.5	-0.8	-5.9	5.9	4560	1440	4560	1430
20-8	1280	3220	2.1	-0.4	-5.7	-0.6	-6.1	6.1	4350	1110	4350	1090
20-9	1280	3110	1.9	0.3	-6.1	0.4	-6.8	7.0	5020	950	4350	930
20-10	1280	3050	1.9	0.1	-4.8	0.1	-5.2	5.2	5330	1030	52980	1040
20-11	1260	3010	2.0	-0.5	-4.9	-0.9	-5.0	5.0	4580	1140	4460	1050
20-12	1280	3170	1.9	-0.4	-5.4	-0.6	-6.2	6.2	6630	2350	6630	2350
20-13	1280	3120	1.9	-0.5	-5.1	-0.6	-5.8	6.0	6340	2280	6350	2260
20-14	1280	3210	1.9	-0.3	-5.2	-0.4	-6.0	6.0	5970	2100	5970	2120
*20-15	1340	2770	2.1	-0.5	-4.8	-1.1	-5.3	5.3	4350	670	4350	640

[표 13]

\* 본 발명의 범위를 벗어나는 것

시험 번호	소성 온도 (°C)	유전율 $\epsilon$	유전손실 $\tan \delta$ (%)	용량-온도 변화율 $\Delta C/C_{25°C}$ (%)		용량-온도 변화율 $\Delta C/C_{25°C}$ (%)			CR값 (M $\Omega \cdot \mu$ F)			
				-25°C	85°C	-55°C	125°C	Max	도금전		도금후	
									25°C	125°C	25°C	125°C
*20-16	1280	다리미네이션되어 측정 불가능										
*20-17	1360	2890	2.3	-0.4	-4.6	-0.5	-4.8	4.8	4070	670	2280	150
*20-18	1340	3260	2.1	0.9	-8.2	1.0	-11.4	11.4	3340	580	3340	550
*20-19	1360	2680	2.5	-1.1	-4.0	-2.2	4.9	5.0	2980	260	790	80
*20-20	1360	2490	2.4	-0.9	-4.2	-1.5	5.5	5.5	2810	170	650	50

**(57) 청구의 범위****청구항 1**

복수의 겹쳐진 유전체 세라믹층; 및 전기한 유전체 세라믹층 사이에 배치된 복수의 내부전극을 포함하는 모놀리식 세라믹 커패시터로서, 각 유전체 세라믹층은, 불순물로서 알칼리금속 산화물을 0.03중량% 이하 함유하는 티탄산바륨, 산화이트륨, 산화니켈 및 선택적으로 산화코발트가,  $(1-\alpha-\beta)(\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{Y}_2\text{O}_3 + \beta(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)_0$  단,  $0.0025 \leq \alpha \leq 0.03$ ,  $0.0025 \leq \beta \leq 0.06$ ,  $0 < \beta/\alpha \leq 6$ ,  $0 < x \leq 1$ ,  $1.000 \leq m \leq 1.035$ 로 표시되는 조성이 되도록 이루어진 주성분과, 상기한 주성분 100몰에 대하여, MgO로 환산하여 산화마그네슘 0.5~3.0몰과, 상기한 주성분 100몰에 대하여, MnO로 환산하여 산화망간 0.05~2.0몰로 이루어진 부성분과 함유하며, 상기 주성분과 부성분과의 합계를 100중량부로 하여,  $\text{Li}_2\text{O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$ (단, R은 바륨(Ba), 스트론튬(Sr), 칼슘(Ca) 및 마그네슘(Mg)중에서 적어도 1종을 나타낸다)계의 산화물 유리 0.2~3.0 중량부를 더 함유하는 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 전기한 내부전극 각각은 니켈(Ni), 철(Fe), 코발트(Co), 텅스텐(W) 및 몰리브덴(Mo)로 이루어진 군에서 선택된 금속을 포함하는 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

**청구항 3**

제1항에 있어서,  $\text{Li}_2\text{O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$ (단, R은 Ba, Sr, Ca 및 Mg중에서 1종을 나타낸다)계의 산화물 유리는,  $\text{Li}_2\text{O}$  2~45몰%, MO 0~40몰%, RO 5~40몰% 및  $\text{SiO}_2$  성분이 15몰% 이상인  $(\text{Ti,Si})\text{O}_2$  35~70몰%의 조성범위에 있는  $\text{Li}_2\text{O} - \text{M-O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$ (단, M은 아연(Zn), 망간(Mn) 중의 적어도 1종을 나타낸다)의 조성을 가지며, 상기 성분 100중량부에 대하여,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  및  $\text{ZrO}_2$  중에서 적어도 1종을 합계 20중량부 이하, 단,  $\text{ZrO}_2$ 는 10중량부 이하의 양으로 함유하는 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

**청구항 4**

제1항에 있어서, 상기한 내부전극들에 접속되는 외부전극들을 가짐을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 상기한 외부전극 각각은 도전성 금속의 소결층을 포함하는 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

**청구항 6**

제4항에 있어서, 상기한 외부전극 각각은 도전성 금속과 유리 프리트과의 소결층을 포함하는 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 상기한 외부전극 하부층과 상부층으로 구성되며, 전기한 하부층은 도전성 금속 분말을 포함하는 소결층이며, 전기한 상부층은 도금층인 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

**청구항 8**

제5항에 있어서, 상기한 외부전극 각각은 하부층과 상부층으로 구성되며, 전기한 하부층은 도전성 금속 분말을 포함하는 소결층이며, 전기한 상부층은 도금층인 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

**청구항 9**

제1항에 있어서,  $1/3 < \beta/\alpha < 3$ 인 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

**청구항 10**

제9항에 있어서,  $0.005 < \alpha < 0.023$ ,  $0.005 < \beta < 0.03$ ,  $0.5 < x < 1$ ,  $1.01 < m < 1.02$  이고; 상기한 부성분은 산화마그네슘 1.2~2몰과 산화망간 0.4~0.7몰을 함유하며; 산화물 유리 0.2~1 중량부를 함유하는 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

**청구항 11**

복수의 겹쳐진 유전체 세라믹층; 및 전기한 유전체 세라믹층 사이에 배치된 복수의 내부전극을 포함하는 모놀리식 세라믹 커패시터로서, 각 유전체 세라믹층은, 불순물로서 알칼리금속 산화물을 0.03중량% 이하 함유하는 티탄산바륨, 산화이트륨, 산화아연 및 산화니켈이,  $(1-\alpha-\beta)(\text{BaO})_m\text{TiO}_2 + \alpha\text{Y}_2\text{O}_3 + \beta(\text{Zn}_{1-x}\text{Ni}_x)_0$  단,  $0.0025 \leq \alpha \leq 0.03$ ,  $0.0025 \leq \beta \leq 0.08$ ,  $0 < \beta/\alpha \leq 8$ ,  $0 < x \leq 1$ ,  $1.000 \leq m \leq 1.035$ 로 표시되는 조성이 되도록 이루어진 주성분과, 상기한 주성분 100몰에 대하여, MgO로 환산하여 산화마그네슘 0.2~2.5몰과, 상기한 주성분 100몰에 대하여, MnO로 환산하여 산화망간 0.05~2.0몰로 이루어진 부성분과 함유하며, 상기 주성분과 부성분과의 합계를 100중량부로 하여,  $\text{Li}_2\text{O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$ (단, R은 바륨(Ba), 스트론튬(Sr), 칼슘(Ca) 및 마그네슘(Mg)중에서 적어도 1종을 나타낸다)계의 산화물 유리 0.2~3.0 중량부를 더 함유하는 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 전기한 내부전극 각각은 니켈(Ni), 철(Fe), 코발트(Co), 텅스텐(W) 및 몰리브덴(Mo)로 이루어진 군에서 선택된 금속을 포함하는 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

#### 청구항 13

제11항에 있어서,  $\text{Li}_2\text{O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$  (단, R은 Ba, Sr, Ca 및 Mg중에서 1종을 나타낸다)계의 산화물 유리는,  $\text{Li}_2\text{O}$  2~45몰%, MO 0~40몰%, RO 5~40몰% 및  $\text{SiO}_2$  성분이 15몰% 이상인  $(\text{Ti,Si})\text{O}_2$  35~70몰%의 조성범위에 있는  $\text{Li}_2\text{O} - \text{M-O-R-O}-(\text{Ti,Si})\text{O}_2$  (단, M은 아연(Zn), 망간(Mn) 중의 적어도 1종을 나타낸다)의 조성을 가지며, 상기 성분 100중량부에 대하여,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  및  $\text{ZrO}_2$  중에서 적어도 1종을 함께 20중량부 이하, 단,  $\text{ZrO}_2$ 는 10중량부 이하의 양으로 함유하는 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터

#### 청구항 14

제11항에 있어서, 상기한 내부전극들에 접속되는 외부전극들을 가짐을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기한 외부전극 각각은 도전성 금속의 소결층을 포함하는 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

#### 청구항 16

제14항에 있어서, 상기한 외부전극 각각은 도전성 금속 분말과 유리 프리트의 소결층을 포함하는 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

#### 청구항 17

제16항에 있어서, 상기한 외부전극 각각은 하부층과 상부층으로 구성되며, 전기한 하부층은 도전성 금속 분말과 유리 프리트를 포함하는 소결층이며, 전기한 상부층은 도금층인 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

#### 청구항 18

제15항에 있어서, 상기한 외부전극 각각은 하부층과 상부층으로 구성되며, 전기한 하부층은 도전성 금속 분말과 유리 프리트를 포함하는 소결층이며, 전기한 상부층은 도금층인 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

#### 청구항 19

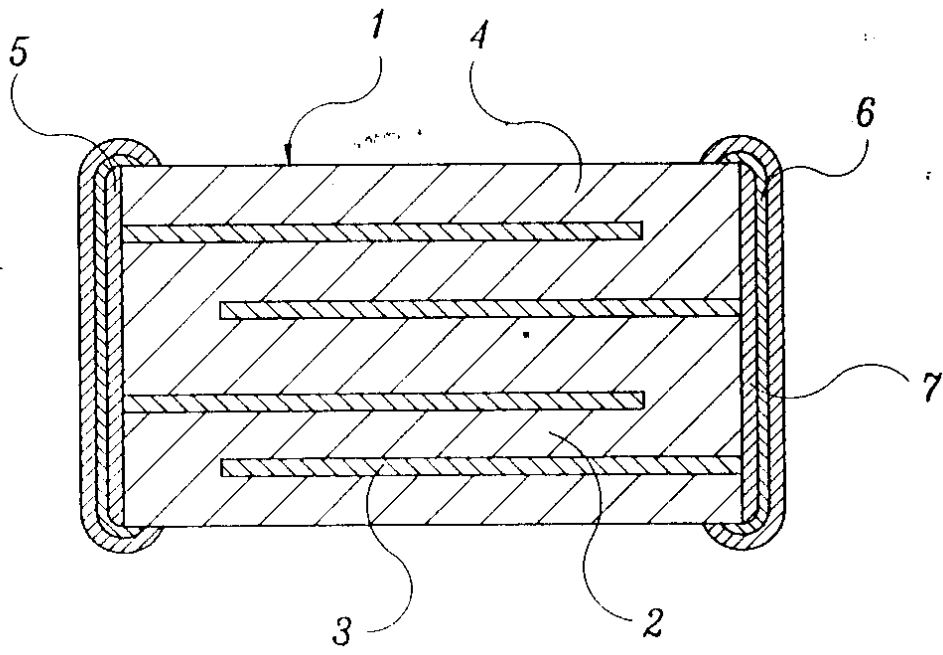
제11항에 있어서,  $0.25 \leq \beta/\alpha \leq 4$ 인 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

#### 청구항 20

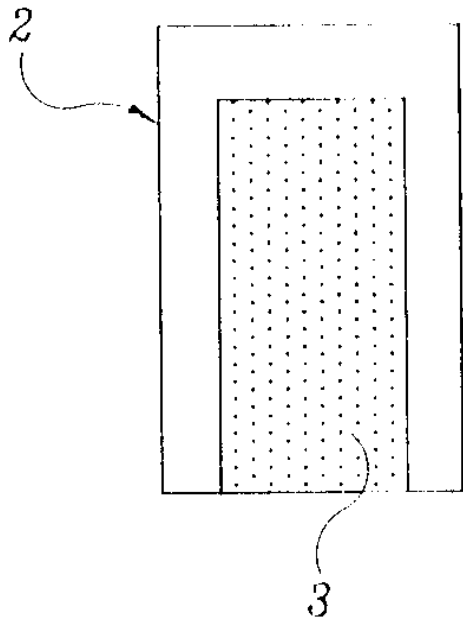
제19항에 있어서,  $0.004 \leq \alpha \leq 0.025$ ,  $0.005 \leq \beta \leq 0.08$ ,  $0.05 \leq x \leq 1$ ,  $1.005 \leq m \leq 1.02$  이고; 상기한 조성은 산화마그네슘 0.6~2몰과 산화망간 0.4~0.7몰을 함유하며; 산화물 유리 0.8~1.5 중량부를 함유하는 것을 특징으로 하는 모놀리식 세라믹 커패시터.

**도면**

도면1



도면2



도면3

