



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년08월31일
(11) 등록번호 10-1178952
(24) 등록일자 2012년08월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 35/465 (2006.01) C04B 35/49 (2006.01)
H01G 4/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0022402
(22) 출원일자 2011년03월14일
심사청구일자 2011년03월14일
(65) 공개번호 10-2011-0103878
(43) 공개일자 2011년09월21일
(30) 우선권주장
JP-P-2010-057662 2010년03월15일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
US6380118 B1
US6396681 B2
JP05217425 A
JP06151236 A

(73) 특허권자
티디케이가부시기가이샤
일본 도쿄도 추오구 니혼바시 1쥬메 13반 1고
(72) 발명자
오츠 다이스케
일본 도쿄도 추오구 니혼바시 1쥬메 13반 1고 티
디케이-이피씨 가부시기가이샤 내
나카무라 다카오
일본 도쿄도 추오구 니혼바시 1쥬메 13반 1고 티
디케이-이피씨 가부시기가이샤 내
구도 료
일본 도쿄도 추오구 니혼바시 1쥬메 13반 1고 티
디케이-이피씨 가부시기가이샤 내
(74) 대리인
한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 이준석

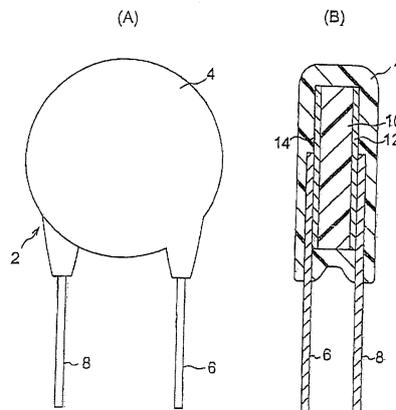
(54) 발명의 명칭 **유전체 자기 조성물 및 전자 부품**

(57) 요약

비유전율 및 교류 파괴 전압이 높고, 유전 손실이 낮으며, 온도 특성 및 소결성이 양호한 유전체 자기 조성물을 제공하는 것이다.

$(Ba_{1-u-v-w}, Ca_u, Mg_v, Sr_w)_a(Ti_{1-x}, Zr_x)_3O_3$ 의 조성식으로 표시되는 주성분과, 산화니켈과, 산화세륨과, 산화망간을 가지는 유전체 자기 조성물로서, 상기 조성식 중의 u 가 0.20~0.27이고, 상기 조성식 중의 v 가 0.018~0.049이며, 상기 조성식 중의 w 가 0.004~0.018이고, 상기 조성식 중의 x 가 0.118~0.149이며, 상기 조성식 중의 a 가 0.95~1.02이고, 상기 산화니켈을 상기 주성분 100중량부에 대해 0.03~0.4중량부 함유하고, 상기 산화세륨을 상기 주성분 100중량부에 대해 0.03~0.4중량부 함유하며, 상기 산화망간을 상기 주성분 100중량부에 대해 0.03~0.4중량부 함유하는 유전체 자기 조성물.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

(Ba_{1-u-v-w}, Ca_u, Mg_v, Sr_w)_a(Ti_{1-x}, Zr_x)O₃의 조성식으로 표시되는 주성분과, 산화니켈과, 산화세륨과, 산화망간을 가지는 유전체 자기 조성물로서,
 상기 조성식 중의 u가 0.20~0.27이고,
 상기 조성식 중의 v가 0.018~0.049이며,
 상기 조성식 중의 w가 0.004~0.018이고,
 상기 조성식 중의 x가 0.118~0.149이며,
 상기 조성식 중의 a가 0.95~1.02이고,
 상기 산화니켈을 상기 주성분 100중량부에 대해 0.03~0.4중량부 함유하고,
 상기 산화세륨을 상기 주성분 100중량부에 대해 0.03~0.4중량부 함유하며,
 상기 산화망간을 상기 주성분 100중량부에 대해 0.03~0.4중량부 함유하는 유전체 자기 조성물.

청구항 2

청구항 1에 기재된 유전체 자기 조성물로 구성되어 있는 유전체층을 가지는 전자 부품.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 유전체 자기 조성물 및 전자 부품에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근, 급속히 진행되는 전기 기기의 고성능화에 수반하여, 전기 회로의 소형화, 복잡화도 또한 급속히 진행되고 있다. 그 때문에, 전자 부품에도 보다 한층 더소형화, 고성능화가 요구되고 있다. 즉, 양호한 온도 특성을 유지하면서, 소형화해도 정전 용량을 유지하기 위해 비유전율이 높고, 또한 고전압 하에서 사용하기 위해 교류 파괴 전압이 높은 유전체 자기 조성물 및 전자 부품이 요구되고 있다.

[0003] 종래, 자기 콘덴서, 적층 콘덴서, 고주파용 콘덴서, 고전압용 콘덴서 등으로서 널리 이용되고 있는 고유전율 유전체 자기 조성물로서, 특허 문헌 1에 나타낸 것이 알려져 있다. 이 특허 문헌 1에는, 조성식이 (Ba_{1-x}Ca_x)(Ti_{1-y}Zr_y)O₃(단, 0.10 < x ≤ 0.25, 0 < y ≤ 0.25)으로 표시되는 티탄산바륨을 주성분으로 하는 유전체 자기 조성물이 개시되어 있다.

[0004] 또, 특허 문헌 2에는, 조성식이 (Ba_{1-x}Ca_x)(Ti_{1-y}Zr_y)O₃(단, 0 < x ≤ 0.25, 0 < y ≤ 0.25)으로 표시되는, 티탄산바륨을 주성분으로 하고, 또한 Y₂O₃, MgO, Al₂O₃를 함유하는 유전체 자기 조성물이 개시되어 있다.

[0005] 그러나, 이러한 종래의 고유전율 유전체 자기 조성물에서는, 비유전율을 3000 이상으로 한 경우에, 유전 손실을 저감하는 것이 곤란함과 함께, 6kV/mm 이상의 높은 교류 파괴 전압을 확보하는 것이 곤란했다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1: 일본국 공개특허 2003-104774호 공보

(특허문헌 0002) 특허 문헌 2: 일본국 공개특허 2003-109430호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 이러한 실상을 감안하여 이루어지며, 그 목적은, 비유전을 및 교류 파괴 전압이 높고, 유전 손실이 낮으며, 온도 특성 및 소결성이 양호한 유전체 자기 조성물을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또, 본 발명은, 이러한 유전체 자기 조성물에 의해 구성되는 유전체층을 가지는 전자 부품을 제공하는 것도 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명자 등은, 상기 목적을 달성하기 위해서, 예의 검토를 행한 결과, 유전체 자기 조성물의 조성을 특성의 성분으로 하고, 이들의 비율을 소정 범위로 함으로써, 상기 목적을 달성할 수 있는 것을 발견하여, 본 발명을 완성시키기에 이르렀다.

[0009] 즉, 상기 과제를 해결하는 본 발명에 관련된 유전체 자기 조성물은, $(Ba_{1-u-v-w}, Ca_u, Mg_v, Sr_w)_a(Ti_{1-x}, Zr_x)_3O_3$ 의 조성식으로 표시되는 주성분과, 산화니켈과, 산화세륨과, 산화망간을 가지는 유전체 자기 조성물로서,

[0010] 상기 조성식 중의 u가 0.20~0.27이고,

[0011] 상기 조성식 중의 v가 0.018~0.049이며,

[0012] 상기 조성식 중의 w가 0.004~0.018이고,

[0013] 상기 조성식 중의 x가 0.118~0.149이며,

[0014] 상기 조성식 중의 a가 0.95~1.02이고,

[0015] 상기 산화니켈을 상기 주성분 100중량부에 대해 0.03~0.4중량부 함유하고,

[0016] 상기 산화세륨을 상기 주성분 100중량부에 대해 0.03~0.4중량부 함유하며,

[0017] 상기 산화망간을 상기 주성분 100중량부에 대해 0.03~0.4중량부 함유하는 유전체 자기 조성물이다.

[0018] 본 발명에 의하면, 비유전을 및 교류 파괴 전압이 높고, 유전 손실이 낮으며, 온도 특성 및 소결성이 양호한 유전체 자기 조성물을 제공할 수 있다. 또, 본 발명에 의하면, 실온에 있어서의 열폭주를 막을 수 있는 유전체 자기 조성물을 제공할 수 있다. 구체적으로는, 유전체 자기 조성물의 큐리 온도를 20℃ 이하로 함으로써 실온에 있어서의 열폭주를 막을 수 있다.

[0019] 여기서, 열폭주란 발열이 또 다른 발열을 초래한다는 양의 피드백에 의해, 온도의 제어를 할 수 없게 되는 현상이다.

[0020] 본 발명의 실시 형태에 관련된 전자 부품은, 상기 유전체 자기 조성물로 구성되어 있는 유전체층을 가진다.

[0021] 본 발명의 실시 형태에 관련된 전자 부품으로서, 특별히 한정되지 않지만, 단판형 세라믹 콘덴서, 관통형 콘덴서, 적층 세라믹 콘덴서, 압전 소자, 칩 인덕터, 칩 배리스터, 칩 서미스터, 칩 저항, 그 외의 표면 실장(SMD) 칩형 전자 부품이 예시된다.

발명의 효과

[0022] 본 발명은, 비유전을 및 교류 파괴 전압이 높고, 유전 손실이 낮으며, 온도 특성 및 소결성이 양호한 유전체 자기 조성물을 제공할 수 있다. 또, 본 발명은, 이러한 유전체 자기 조성물에 의해 구성되는 유전체층을 가지는 전자 부품을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은, 도 1(A)은 본 발명의 일 실시 형태에 관련된 세라믹 콘덴서의 정면도, 도 1(B)은 본 발명의 일 실시 형태에 관련된 세라믹 콘덴서의 측면 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 관련된 관통형 콘덴서의 사시도이다.

도 3은 본 발명의 실시 형태에 관련된 유전체 자기 조성물의 온도에 대한 비유전율의 관계를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 본 발명의 실시 형태를, 도면에 나타난 실시 형태에 기초하여 설명한다.
- [0025] 세라믹 콘덴서(2)
- [0026] 도 1(A)에 나타내는 바와 같이, 본 발명의 실시 형태에 관련된 세라믹 콘덴서(2)는, 유전체층(10)과, 그 대향 표면에 형성된 한 쌍의 단자 전극(12, 14)과, 이 단자 전극(12, 14)에, 각각 접속된 리드 단자(6, 8)를 가지는 구성으로 되어 있으며, 이들은 보호 수지(4)에 덮여 있다. 세라믹 콘덴서(2)의 형상은, 목적이나 용도에 따라 적절히 결정하면 되지만, 유전체층(10)이 원판 형상으로 되어 있는 원판형의 콘덴서인 것이 바람직하다. 또, 그 사이즈는, 목적이나 용도에 따라 적절히 결정하면 되지만, 통상, 직경이 5~20mm정도, 바람직하게는 5~15mm정도이다.
- [0027] 유전체층(10)의 두께는, 특별히 한정되지 않고, 용도 등에 따라 적절히 결정하면 되지만, 바람직하게는 0.3~2mm이다. 유전체층(10)의 두께를, 이러한 범위로 함으로써, 중고압 용도에 적합하게 이용할 수 있다.
- [0028] 단자 전극(12, 14)은 도전재로 구성된다. 단자 전극(12, 14)에 이용되는 도전재로서는, 예를 들어, Cu, Cu합금, Ag, Ag합금, In-Ga합금 등을 들 수 있다.
- [0029] 유전체층(10)
- [0030] 상기 세라믹 콘덴서(2)의 유전체층(10)은, 본 발명의 실시 형태에 관련된 유전체 자기 조성물에 의해 구성된다.
- [0031] 본 발명의 실시 형태에 관련된 유전체 자기 조성물은, $(\text{Ba}_{1-u-v-w}, \text{Ca}_u, \text{Mg}_v, \text{Sr}_w)_a(\text{Ti}_{1-x}, \text{Zr}_x)_0_3$ 의 조성식으로 표시되는 주성분과, 산화니켈과, 산화세륨과, 산화망간을 가지는 유전체 자기 조성물이다.
- [0032] 상기 조성식 중의 u는, Ca의 비율을 표시하고, 그 범위는 0.20~0.27, 바람직하게는 0.22~0.24이다. Ca가 이 범위로 함유됨으로써, 비유전율이 향상되고, 유전 손실이 저하되며, 온도 특성이 양호해지는 경향이 된다.
- [0033] 상기 조성식 중의 v는, Mg의 비율을 표시하고, 그 범위는 0.018~0.049, 바람직하게는 0.028~0.03이다. Mg가 이 범위로 함유됨으로써, 비유전율, 교류 파괴 전압 및 소결성이 향상되고, 온도 특성이 양호해지는 경향이 된다.
- [0034] 상기 조성식 중의 w는, Sr의 비율을 표시하고, 그 범위는 0.004~0.018, 바람직하게는 0.015~0.017이다. Sr가 이 범위로 함유됨으로써, 온도 특성이 양호해지고, 유전 손실이 저하되는 경향이 된다.
- [0035] 상기 조성식 중의 x는, Zr의 비율을 표시하고, 그 범위는 0.118~0.149, 바람직하게는 0.13~0.14이다. Zr가 이 범위로 함유됨으로써, 유전 손실이 저하되고, 교류 파괴 전압이 향상되며, 온도 특성이 양호해지는 경향이 된다.
- [0036] 상기 조성식 중의 a는, 0.95~1.02이며, 보다 바람직하게는 1.01~1.015이다. a를 이 범위로 함으로써, 비유전율 및 소결성이 향상되고, 유전 손실 및 쿨링 온도가 저하되는 경향이 된다.
- [0037] 본 발명의 실시 형태에 관련된 유전체 자기 조성물은, 산화니켈을 상기 주성분 100중량부에 대해 0.03~0.4중량부 함유하고, 바람직하게는 0.05~0.3중량부, 보다 바람직하게는, 0.1~0.2중량부 함유한다. 산화니켈이 이 범위로 함유됨으로써, 비유전율, 교류 파괴 전압 및 소결성이 향상되는 경향이 된다.
- [0038] 본 발명의 실시 형태에 관련된 유전체 자기 조성물은, 산화세륨을 상기 주성분 100중량부에 대해 0.03~0.4중량부 함유하고, 바람직하게는 0.05~0.3중량부, 보다 바람직하게는, 0.1~0.2중량부 함유한다. 산화세륨이 이 범위로 함유됨으로써, 온도 특성이 양호해지고, 교류 파괴 전압 및 비유전율이 향상되고, 유전 손실이 저하되는 경향이 된다.
- [0039] 본 발명의 실시 형태에 관련된 유전체 자기 조성물은, 산화망간을 상기 주성분 100중량부에 대해 0.03~0.4중량부 함유하고, 바람직하게는 0.05~0.3중량부, 보다 바람직하게는, 0.1~0.2중량부 함유한다. 산화망간이 이 범위로 함유됨으로써, 비유전율, 교류 파괴 전압 및 소결성이 향상되고, 유전 손실이 저하되는 경향이 된다.
- [0040] 이하에서는 산화니켈, 산화세륨 또는 산화망간을 「부성분」으로 한다.

- [0041] 세라믹 콘덴서(2)의 제조 방법
- [0042] 다음에, 세라믹 콘덴서(2)의 제조 방법에 대해서 설명한다.
- [0043] 우선, 소성 후에 도 1에 나타난 유전체층(10)을 형성하게 되는 유전체 자기 조성물 분말을 제조한다.
- [0044] 주성분의 원료 및 각 부성분의 원료를 준비한다. 주성분의 원료로서는, Ba, Ca, Mg, Sr, Ti, Zr의 각 산화물 및/또는 소성에 의해 산화물이 되는 원료나, 이들의 복합 산화물 등을 들 수 있고, 예를 들어, 탄산바륨($BaCO_3$), 탄산칼슘($CaCO_3$), 탄산마그네슘($MgCO_3$), 탄산스트론튬($SrCO_3$), 산화티탄(TiO_2), 산화지르코늄(ZrO_2), 산화니켈(NiO), 산화세륨(CeO_2), 산화망간(MnO) 등을 이용할 수 있다. 이 외에, 예를 들어 수산화물 등, 소성 후에 산화물이나 티탄 화합물이 되는 다양한 화합물을 이용하는 것도 가능하다. 그 경우, 금속 원소의 원소수가 맞도록, 함유량을 적절히 변경하면 된다.
- [0045] 또, 주성분의 원료는, 고상법에 의해 제조해도 되고, 수열합성법이나 옥살산염법 등의 액상법에 의해 제조해도 되지만, 제조 코스트의 면에서, 고상법에 의해 제조하는 것이 바람직하다.
- [0046] 각 부성분의 원료로서는, 특별히 한정되지 않고, 상기한 각 부성분의 산화물이나 복합 산화물, 또는 소성에 의해 이들 산화물이나 복합 산화물이 되는 각종 화합물, 예를 들어 탄산염, 질산염, 수산화물, 유기 금속 화합물 등으로부터 적절히 선택하여 이용할 수 있다.
- [0047] 본 발명의 실시 형태에 관련된 유전체 자기 조성물의 제조 방법으로서, 우선 주성분의 원료 또는, 주성분의 원료와 부성분의 원료를 배합하고, 산화지르코늄 볼 등에 의한 볼 밀 등을 이용하여 습식 혼합한다. 부성분을 이 시점에서 배합하는 경우에는, 상기한 유전체 자기 조성물의 조성이 되도록 각 부성분을 배합해도 되고, 일부만 배합하고 가소(假燒) 후에 나머지의 부성분을 첨가해도 된다.
- [0048] 얻어진 혼합물을, 조립(造粒)하고, 성형하여 얻어진 성형물을, 공기 분위기 중에서 가소함으로써, 가소 분말을 얻을 수 있다. 가소 조건으로서, 예를 들어, 가소 온도를, 바람직하게는 1000~1300℃, 보다 바람직하게는 1150~1250℃, 가소 시간을, 바람직하게는 0.5~4시간으로 하면 된다. 또, 주성분의 원료와, 부성분의 원료를 따로 따로 가소한 후, 혼합하여 유전체 자기 조성물 분말로 해도 된다.
- [0049] 그 다음에, 얻어진 가소 분말을 거칠게 분쇄한다. 여기서, 가소 전에 첨가한 부성분의 원료와 합하여 상기한 유전체 자기 조성물의 조성이 되도록 부성분을 첨가한다.
- [0050] 가소 분말 또는 가소 분말과 부성분의 원료를, 볼 밀 등에 의해 습식 분쇄하고, 또한 혼합하고 건조시켜 유전체 자기 조성물 분말로 한다. 상기와 같이, 유전체 자기 조성물 분말을 고상법에 의해 제조함으로써, 원하는 특성을 실현하면서, 제조 코스트의 저감을 도모할 수 있다.
- [0051] 그 다음에, 얻어진 유전체 자기 조성물 분말에 바인더를 적당량 첨가하고, 조립하여 얻어진 조립물을, 소정의 크기를 가지는 원판 형상으로 압축 성형함으로써, 그린 성형체로 한다. 그리고, 얻어진 그린 성형체를 소성함으로써, 유전체 자기 조성물의 소결체를 얻는다. 또한, 소성의 조건으로서, 특별히 한정되지 않지만, 유지 온도가 바람직하게는 1200~1400℃, 보다 바람직하게는 1280~1360℃이며, 소성 분위기를 공기 중으로 하는 것이 바람직하다.
- [0052] 얻어진 유전체 자기 조성물의 소결체의 주표면에, 단자 전극을 인쇄하여, 필요에 따라 소부(燒付)함으로써, 단자 전극(12, 14)을 형성한다. 그 후, 단자 전극(12, 14)에, 납땀 등에 의해, 리드 단자(6, 8)를 접합하고, 마지막으로, 소자 본체를 보호 수지(4)로 덮음으로써, 도 1(A), 도 1(B)에 나타내는 바와 같은 단판형 세라믹 콘덴서를 얻는다.
- [0053] 이와 같이 하여 제조된 본 발명의 세라믹 콘덴서는, 리드 단자(6, 8)를 통하여 프린트 기관 상 등에 실장되고, 각종 전자기기 등에 사용된다.
- [0054] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대해서 설명해 왔지만, 본 발명은 이러한 실시 형태에 하등 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위 내에 있어서 여러가지 상이한 양태로 실시할 수 있는 것은 물론이다.
- [0055] 상기 서술한 실시 형태에서는, 본 발명에 관련된 전자 부품으로서 유전체층이 단층인 단판형 세라믹 콘덴서를 예시했지만, 본 발명에 관련된 전자 부품으로서, 단판형 세라믹 콘덴서에 한정되지 않고, 상기한 유전체 자기 조성물을 포함하는 유전체 페이스트 및 전극 페이스트를 이용한 통상의 인쇄법이나 시트법에 의해 제작되

는 적층형 세라믹 콘덴서여도 된다.

[0056] 예를 들어, 도 2에 나타난 관통형 콘덴서(22)의 유전체층(210)을 상기한 유전체 자기 조성물을 이용하여 제작해도 된다. 관통형 콘덴서(22)는, 유전체층(210)과, 유전체층(210)의 한쪽의 표면에 서로 절연되어 독립된 개별 전극(212a, 212b)과, 개별 전극의 대향 표면에 형성된 공통 전극(214)을 가지고, 유전체층(210), 개별 전극(212a, 212b) 및 공통 전극(214)에는 2개의 관통 구멍(216a, 216b)이 형성된 구성으로 되어 있다.

[0057] 유전체층(210)은, 상기의 세라믹 콘덴서(2)의 유전체층(10)과 동일한 방법으로 제조할 수 있다. 또, 유전체층(210)의 관통 구멍(216a, 216b)은 유전체 자기 조성물 분말의 조립물을 압축 성형할 때에 형성할 수 있다.

[0058] <실시예>

[0059] 이하, 본 발명을, 더 상세한 실시예에 기초하여 설명하지만, 본 발명은, 이들 실시예에 한정되지 않는다.

[0060] 시료 1

[0061] 주성분의 원료로서, BaCO₃, CaCO₃, MgCO₃, SrCO₃, TiO₂ 및 ZrO₂를, 각각 준비했다. 또, 부성분의 원료로서, NiO, CeO₂, MnCO₃를 각각 준비했다. 그리고, 준비한 이들의 원료를, 표 1의 시료 1에 나타낸 조성이 되도록, 각각 칭량하여, 이 원료 배합물을 볼 밀로 습식 혼합 교반을 3시간 행하고, 탈수 건조 후, 1170~1210℃로 가소하여, 화학 반응을 행하게 했다.

[0062] 그 다음에, 이것을 거칠게 분쇄한 후, 다시 포트 밀로 미세 분쇄하여, 탈수 건조한 후, 이것에 유기 결합제로서 폴리비닐알코올(PVA)을 첨가하고, 조립 정립(整粒)을 행하여 과립 분말로 했다. 이 과립 분말을 300MPa의 압력으로 성형하여 직경 16.5mm, 두께 1.15mm의 원판 형상의 성형물로 했다.

[0063] 얻어진 성형체를, 공기 중에서, 1350℃ 전후로 본 소성하고, 자기 소체를 얻었다. 이와 같이 하여 얻어진 자기 소체의 양면에 은(Ag) 페이스트로 소부 전극을 형성하고, 이것에 리드 선을 납땀하여 자기 콘덴서를 얻었다. 이와 같이 하여 얻어진 시료의 비유전율, 유전 손실, 교류 파괴 전압, 쿨리 온도, 온도 특성, 소결성을 측정된 결과를 표 3에 나타낸다.

[0064] (비유전율(ϵ))

[0065] 비유전율(ϵ)은, 콘덴서 시료에 대해, 기준 온도 20℃에 있어서, 디지털 LCR 미터(애질런트 테크놀로지스사제 4274A)로, 주파수 1kHz, 입력 신호 레벨(측정 전압) 1.0Vrms의 조건 하에서 측정된 정전 용량으로부터 산출했다(단위 없음). 비유전율은 높은 편이 바람직하고, 본 실시예에서는, 3000 이상을 양호한 것으로 했다.

[0066] (유전 손실($\tan \delta$))

[0067] 유전 손실($\tan \delta$)은, 콘덴서 시료에 대해, 기준 온도 20℃에 있어서, 디지털 LCR 미터(애질런트 테크놀로지스사제 4274A)로, 주파수 1kHz, 입력 신호 레벨(측정 전압) 1.0Vrms의 조건 하에서 측정했다. 유전 손실은 낮은 편이 바람직하고, 본 실시예에서는 0.5% 이하를 양호한 것으로 했다.

[0068] (교류 파괴 전압(AC-Eb))

[0069] 교류 파괴 전압(AC-Eb)은, 콘덴서의 시료에 대해, 콘덴서의 양단에 교류 전계를 100V/s로 서서히 인가하여, 100mA의 누출 전류가 흐른 시점에서의 전계값을 교류 파괴 전계로서 측정했다. 교류 파괴 전계는 높은 편이 바람직하고, 본 실시예에서는, 6.0kV/mm 이상을 양호한 것으로 했다.

[0070] (쿨리 온도(Cp))

[0071] 콘덴서 시료의 분위기 온도를 -40~100℃로 변화시켰을 때의 온도에 대한 비유전율의 관계를 그래프화하여, 변곡점을 쿨리 온도(Cp)로 했다. 또한, 비유전율은 상기 방법에 의해 측정했다. 쿨리 온도가 실온보다도 높으면, 콘덴서를 실온에서 이용한 경우, 열폭주할 우려가 있다. 따라서, 본 실시예에서는 20℃ 이하를 바람직한 범위로 했다. 또, 시료 1과 시료 41s에 대해서는, -40~100℃의 범위에 있어서의 비유전율의 변화를 표시한 그래프를 도 3에 나타낸다.

[0072] (온도 특성(TC))

[0073] 콘덴서 시료에 대해, -25℃와 85℃에 있어서, 디지털 LCR 미터(YHP사제 4284A)로, 주파수 1kHz, 입력 신호 레벨(측정 전압) 1Vrms의 조건에서 정전 용량을 측정하고, 기준 온도 20℃에 있어서의 정전 용량에 대한 -25℃ 및 85℃에서의 정전 용량의 변화율(단위는 %)을 산출했다. 본 실시예에서는 $\Delta C/C_{20}$ 는, +20%~-55%를 바람직

한 범위로 하고, -25℃와 85℃의 양쪽에서 이 범위를 만족하는 경우는 「○」, 적어도 한쪽이 제외되는 경우에는 「×」로 했다.

[0074] (소결성)

[0075] 얻어진 소결체에 대해서, 소성 후의 소결체의 치수 및 중량으로부터, 소결체 밀도를 산출하고, 그 소결체 밀도가 5.2g/cm³ 이상인 것을 ○, 5.2g/cm³ 미만인 것을 ×로 했다. 여기서, 기준을 5.2g/cm³ 미만으로 한 것은, 5.2g/cm³ 미만이면 소지의 강도가 현저하게 저하되어 버리기 때문이다.

[0076] 시료 2~61

[0077] 시료 2~61(표 1, 2)에 나타낸 조성이 되도록 칭량한 이외에는, 시료 1과 동일하게 하여 각 콘텐서 시료를 얻은 후, 비유전율, 유전 손실, 교류 파괴 전압, 쿨리 온도, 온도 특성 및 소결성을 평가했다. 결과를 표 3 또는 4에 나타낸다.

표 1

표 1

	주성분							부성분 (총량부)※		
	α	1-u-v-w	u	v	w	1-x	x	NiO	CeO2	MnO
		Ba	Ca	Mg	Sr	Ti	Zr			
1	1.011	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.20	0.18	0.10
* 2	<u>1.025</u>	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
3	1.020	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.20	0.18	0.10
4	1.020	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
5	1.015	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
6	1.015	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.20	0.18	0.10
7	1.011	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.20	0.18	0.10
8	1.005	0.73	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
9	1.000	0.73	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
10	0.994	0.73	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
11	0.950	0.73	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
* 12	<u>0.945</u>	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
* 13	1.012	0.66	<u>0.30</u>	0.028	0.014	0.872	0.128	0.20	0.18	0.10
14	1.009	0.69	0.27	0.030	0.015	0.879	0.121	0.20	0.18	0.10
15	1.012	0.69	0.27	0.030	0.015	0.872	0.128	0.20	0.18	0.10
16	1.009	0.71	0.25	0.030	0.015	0.876	0.124	0.20	0.18	0.10
17	1.009	0.73	0.23	0.030	0.016	0.872	0.128	0.20	0.18	0.10
18	1.012	0.74	0.22	0.028	0.016	0.854	0.146	0.10	0.10	0.10
19	1.012	0.75	0.21	0.028	0.016	0.852	0.148	0.10	0.10	0.10
20	1.012	0.75	0.21	0.028	0.016	0.872	0.128	0.20	0.18	0.10
* 21	1.012	0.76	<u>0.19</u>	0.028	0.016	0.872	0.128	0.20	0.18	0.10
* 22	1.009	0.70	0.22	<u>0.060</u>	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
23	1.012	0.71	0.23	0.048	0.015	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
24	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
25	1.012	0.73	0.24	0.018	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
* 26	1.009	0.74	0.24	<u>0.010</u>	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
* 27	1.012	0.72	0.23	0.028	<u>0.021</u>	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
28	1.014	0.72	0.23	0.028	0.017	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
29	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
30	1.011	0.72	0.23	0.028	0.014	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
31	1.009	0.73	0.23	0.028	0.013	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
32	1.001	0.73	0.23	0.028	0.005	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
* 33	0.998	0.73	0.24	0.028	<u>0.000</u>	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10

※주성분 100 중량부에 대한 함유량

[0078]

표 2

표 2

	α	주성분						부성분 (총량부)※		
		1-u-v-w	u	v	w	1-x	x	NiO	CeO2	MnO
		Ba	Ca	Mg	Sr	Ti	Zr			
* 34	1.012	0.74	0.22	0.028	0.016	0.850	0.150	0.10	0.10	0.10
35	1.012	0.74	0.22	0.028	0.016	0.852	0.148	0.10	0.10	0.10
36	1.012	0.75	0.21	0.028	0.016	0.852	0.148	0.10	0.10	0.10
37	1.012	0.74	0.22	0.028	0.016	0.854	0.146	0.10	0.10	0.10
38	1.012	0.73	0.22	0.028	0.016	0.859	0.141	0.10	0.10	0.10
39	1.009	0.69	0.27	0.030	0.015	0.879	0.121	0.20	0.18	0.10
40	1.012	0.74	0.22	0.028	0.016	0.881	0.119	0.10	0.10	0.10
* 41	1.012	0.74	0.22	0.028	0.016	0.886	0.114	0.10	0.10	0.10
* 41s	1.012	0.74	0.22	0.028	0.016	0.905	0.095	0.10	0.10	0.10
* 42	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.50	0.18	0.10
43	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.40	0.18	0.10
44	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.20	0.18	0.10
45	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.18	0.10
46	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.05	0.18	0.10
47	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.03	0.18	0.10
* 48	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.01	0.18	0.10
* 49	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.20	0.50	0.10
50	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.20	0.40	0.10
51	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.20	0.18	0.10
52	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.18	0.10
53	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.20	0.05	0.10
54	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.20	0.03	0.10
* 55	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.20	0.01	0.10
* 56	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.50
57	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.18	0.40
58	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.10
59	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.03
* 60	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.10	0.10	0.01
* 61	1.012	0.72	0.23	0.028	0.016	0.866	0.134	0.00	0.00	0.00

※주성분 100 총량부에 대한 함유량

[0079]

표 3

	비유전율 (ϵ_s)	유전 손실 ($\tan \delta$)	교류 파괴 전압 (AC-Eb) [kV/mm]	쿨리 온도 (C_p) [°C]	온도 특성 (E 특성)			소결성	
					-25.0 [%]	85.0 [%]		g/cm ³	
1	4161	0.3%	9.7	-11.0	9.0	-51.0	○	5.4	○
* 2	3654	0.3%	9.2	-19.0	16.0	-32.0	○	5.1	×
3	3877	0.3%	9.8	-13.0	17.0	-53.0	○	5.4	○
4	3872	0.3%	8.3	-11.0	14.0	-34.0	○	5.4	○
5	4165	0.3%	8.2	-9.0	-8.0	-43.0	○	5.4	○
6	4120	0.3%	9.7	-11.0	7.0	-53.0	○	5.4	○
7	4117	0.3%	9.4	-5.0	1.0	-52.0	○	5.4	○
8	4099	0.3%	8.6	-6.0	-9.0	-47.0	○	5.4	○
9	3854	0.3%	7.6	1.0	-12.0	-52.0	○	5.4	○
10	3650	0.4%	9.3	1.0	-12.0	-52.0	○	5.4	○
11	3046	0.5%	8.6	9.0	-10.0	-44.0	○	5.4	○
* 12	<u>2839</u>	<u>0.6%</u>	8.3	<u>13.0</u>	-13.0	-40.0	○	5.4	○
* 13	<u>2930</u>	<u>0.6%</u>	8.6	-12.0	10.0	-53.0	○	5.4	○
14	3579	0.3%	8.3	-11.0	10.0	-54.0	○	5.3	○
15	3480	0.3%	8.1	-11.0	8.0	-53.0	○	5.4	○
16	3390	0.3%	7.7	-10.0	7.0	-50.0	○	5.4	○
17	4101	0.3%	7.6	-7.0	4.0	-54.0	○	5.4	○
18	3808	0.3%	8.0	-13.0	17.0	-54.0	○	5.5	○
19	3932	0.3%	7.7	-14.0	18.0	-54.0	○	5.5	○
20	3856	0.3%	8.1	-13.0	18.0	-53.0	○	5.5	○
* 21	3867	0.3%	7.4	-10.0	22.0	-54.0	×	5.5	○
* 22	<u>2801</u>	0.3%	8.3	-10.0	6.0	-52.0	○	5.0	×
23	3559	0.3%	8.7	-10.0	8.0	-52.0	○	5.3	○
24	4012	0.3%	8.0	-11.0	9.0	-54.0	○	5.4	○
25	3896	0.3%	7.3	-13.0	10.0	-55.0	○	5.4	○
* 26	3886	0.3%	<u>5.3</u>	-11.0	8.0	-57.0	×	5.4	○
* 27	4120	0.3%	9.1	-14.0	11.0	-56.0	×	5.3	○
28	4025	0.3%	8.5	-12.0	13.0	-55.0	○	5.4	○
29	4012	0.3%	8.0	-11.0	9.0	-54.0	○	5.4	○
30	4007	0.4%	7.8	-7.0	6.0	-54.0	○	5.4	○
31	3989	0.4%	8.1	-6.0	5.0	-53.0	○	5.4	○
32	3863	0.5%	7.9	-3.0	2.0	-52.0	○	5.4	○
* 33	3657	<u>0.6%</u>	8.3	0.0	0.0	-49.0	○	5.4	○

[0080]

표 4

표 4

	비유전율 (ϵ_s)	유전 손실 ($\tan \delta$)	교류 파괴 전압 (AC-Eb) [kV/mm]	퀴리 온도 (C_p) [°C]	온도 특성 (E특성)			소결성	
					-25.0 [%]	85.0 [%]		g/cm ³	
* 34	3835	0.3%	5.4	-16.0	22.0	-55.0	×	5.3	○
35	3911	0.3%	6.9	-15.0	18.0	-54.0	○	5.3	○
36	3932	0.3%	7.7	-14.0	18.0	-54.0	○	5.5	○
37	3808	0.3%	8.0	-13.0	17.0	-54.0	○	5.5	○
38	4145	0.4%	7.0	-11.0	13.0	-54.0	○	5.5	○
39	3579	0.3%	8.3	-11.0	10.0	-54.0	○	5.3	○
40	3479	0.5%	6.7	-8.0	8.0	-54.0	○	5.3	○
* 41	3298	0.6%	4.9	-4.0	13.0	-57.0	×	5.3	○
* 41s	4643	0.8%	4.2	35.0	-28.0	-32.0	○	5.3	○
* 42	2870	0.3%	5.8	-18.0	16.0	-50.0	○	5.1	×
43	3425	0.3%	7.1	-17.0	18.0	-51.0	○	5.2	○
44	3431	0.2%	7.7	-17.0	17.0	-53.0	○	5.3	○
45	3417	0.3%	8.4	-12.0	11.0	-50.0	○	5.3	○
46	3538	0.3%	7.6	-12.0	11.0	-51.0	○	5.3	○
47	3198	0.3%	6.6	-10.0	10.0	-49.0	○	5.3	○
* 48	2874	0.3%	5.3	-11.0	13.0	-53.0	○	5.3	○
* 49	2912	0.6%	7.9	-16.0	22.0	-48.0	×	5.3	○
50	3192	0.5%	8.2	-18.0	18.0	-51.0	○	5.3	○
51	3431	0.2%	7.7	-17.0	17.0	-53.0	○	5.3	○
52	3417	0.3%	8.4	-12.0	11.0	-50.0	○	5.3	○
53	3493	0.3%	6.8	-13.0	15.0	-54.0	○	5.3	○
54	3399	0.3%	6.2	-11.0	16.0	-53.0	○	5.3	○
* 55	3326	0.3%	5.2	-12.0	21.0	-50.0	×	5.3	○
* 56	2907	0.6%	4.9	-12.0	13.0	-53.0	○	5.3	○
57	3329	0.5%	7.1	-11.0	11.0	-52.0	○	5.3	○
58	4012	0.3%	8.0	-11.0	9.0	-54.0	○	5.4	○
59	3401	0.3%	8.4	-10.0	8.0	-50.0	○	5.2	○
* 60	2844	0.3%	8.3	-11.0	10.0	-52.0	○	4.9	×
* 61	2312	0.9%	5.4	-13.0	16.0	-47.0	○	5.0	×

[0081]

[0082]

시료 1~12로부터, 조성식 중의 a가 0.95~1.02인 경우는(시료 1, 3~11), a가 1.020을 넘는 경우(시료 2)에 비해, 소결성이 양호하다는 것을 확인할 수 있었다. 또, 조성식 중의 a가 0.95~1.02인 경우는(시료 1, 3~11), a가 0.95 미만인 경우(시료 12)에 비해, 비유전율이 높아지고, 유전 손실 및 퀴리 온도가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

[0083]

시료 1, 13~21로부터, 조성식 중의 u가 0.20~0.27인 경우(시료 1, 14~20)에는, u가 0.27을 넘는 경우(시료 13)에 비해, 비유전율이 높아지고, 유전 손실이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 또, 조성식 중의 u가 0.20 ≤ u ≤ 0.27인 경우(시료 1, 14~20)에는, u가 0.20 미만인 경우(시료 21)에 비해, 온도 특성이 양호해지는 것을 확인할 수 있었다.

[0084]

시료 1, 22~26으로부터, 조성식 중의 v가 0.018~0.049인 경우는(시료 1, 23~25), v가 0.048을 넘는 경우(시료 22)에 비해, 비유전율이 높아지고, 소결성이 양호하다는 것을 확인할 수 있었다. 또, 조성식 중의 v가 0.018~0.049인 경우는(시료 1, 23~25), v가 0.018 미만인 경우(시료 26)에 비해, 교류 파괴 전압이 높아지고, 온도 특성이 양호해지는 것을 확인할 수 있었다.

[0085]

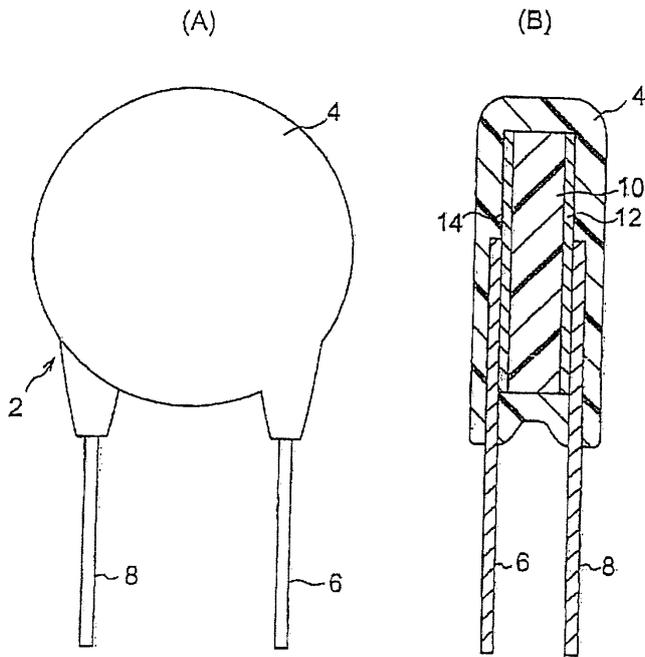
시료 1, 27~33으로부터, 조성식 중의 w가 0.004~0.018인 경우는(시료 1, 28~32), w가 0.018을 넘는 경우(시료 27)에 비해, 온도 특성이 양호해지는 것을 확인할 수 있었다. 또, 조성식 중의 w가 0.004~0.018인 경우는(시료 1, 28~32), w가 0.004 미만인 경우(시료 33)에 비해, 유전 손실이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

[0086]

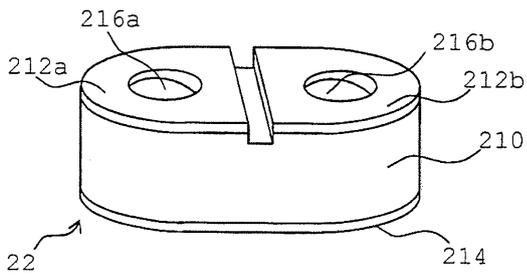
시료 1, 34~41로부터, 조성식 중의 x가 0.118~0.149인 경우는(시료 35~40), x가 0.149를 넘는 경우(시료 34)에 비해, 교류 파괴 전압이 높아지고, 온도 특성이 양호해지는 것을 확인할 수 있었다. 또, 조성식 중의 x가 0.118~0.149인 경우는(시료 35~40), x가 0.118 미만인 경우(시료 41)에 비해, 교류 파괴 전압이 높아지고, 온도 특성이 양호해지며, 유전 손실이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

도면

도면1



도면2



도면3

