



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I406310B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：097133152 (22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 08 月 29 日

(51)Int. Cl. : *H01G4/12 (2006.01)* *H01G4/30 (2006.01)*
C04B35/46 (2006.01) *H01B3/12 (2006.01)*

(30)優先權：2007/10/29 日本 2007-279858
 2008/02/01 日本 2008-022305

(71)申請人：京瓷股份有限公司 (日本) KYOCERA CORPORATION (JP)
 日本

(72)發明人：東勇介 AZUMA YUSUKE (JP)；山崎洋一 YAMAZAKI YOUICHI (JP)；名古屋雅
 昭 NAGOYA MASA AKI (JP)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

(56)參考文獻：

TW	200716507A	CN	1783375A
JP	2007-197233A	JP	2007-258661A

審查人員：游純青

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：3 共 0 頁

(54)名稱

介電陶瓷及積層陶瓷電容器

(57)摘要

本發明提供一種介電陶瓷及積層陶瓷電容器，上述介電陶瓷係高介電常數且介電損失小，介電常數之溫度變化滿足 EIA 標準之 X7R 特性，且即便於所施加之電壓較低之情況，亦獲得高絕緣電阻，上述積層陶瓷電容器係具備此種介電陶瓷作為介電層，且於高溫負載試驗中之壽命特性優異。

上述介電陶瓷係以鈦酸鋇作為主成分，且含有既定量之釩、鎂、錳以及稀土類元素，表示正方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度大於表示立方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度，晶粒為由鈣濃度為 0.2 原子%以下之晶粒與鈣濃度為 0.4 原子%以上之晶粒所構成。

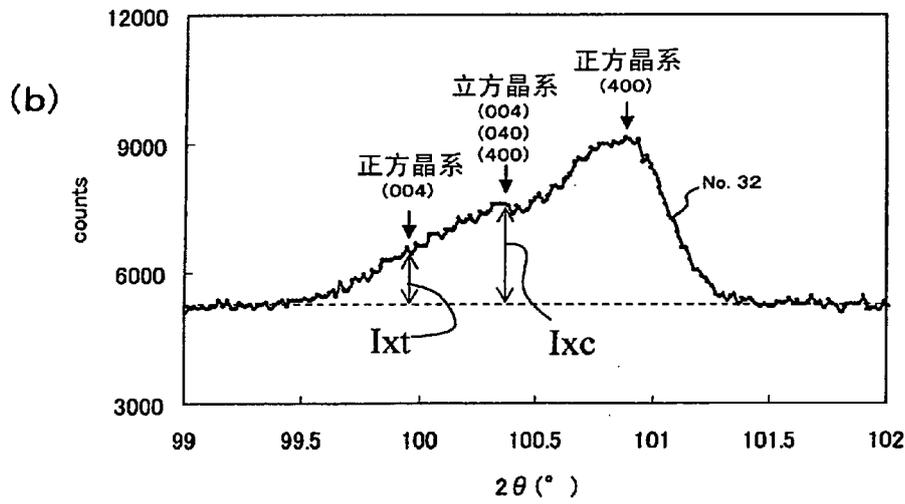
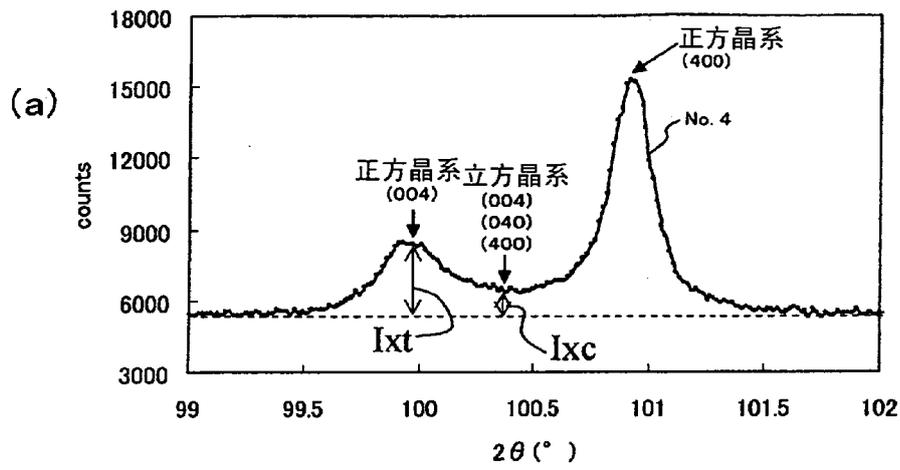


圖2

發明專利說明書

102年5月20日修(更)正替換頁

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97133152

※申請日：97/08/29

※IPC 分類：

H01G 4/12	(2006.01)
H01G 4/70	(2006.01)
C04B 37/46	(2006-07)
H01B 3/12	(2006.01)

公告本

一、發明名稱：(中文/英文)

介電陶瓷及積層陶瓷電容器

二、中文發明摘要：

本發明提供一種介電陶瓷及積層陶瓷電容器，上述介電陶瓷係高介電常數且介電損失小，介電常數之溫度變化滿足 EIA 標準之 X7R 特性，且即便於所施加之電壓較低之情況，亦獲得高絕緣電阻，上述積層陶瓷電容器係具備此種介電陶瓷作為介電層，且於高溫負載試驗中之壽命特性優異。

上述介電陶瓷係以鈦酸鋇作為主成分，且含有既定量之鈮、鎂、錳以及稀土類元素，表示正方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度大於表示立方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度，晶粒為由鈣濃度為 0.2 原子%以下之晶粒與鈣濃度為 0.4 原子%以上之晶粒所構成。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種由以鈦酸鋇作為主成分之晶粒所構成之介電陶瓷、及將該介電陶瓷用作介電層之積層陶瓷電容器。

【先前技術】

近年來，對於伴隨電子電路之高密度化而產生的電子零件小型化之要求增高，且積層陶瓷電容器之小型化、大容量化正急速發展。隨此，於積層陶瓷電容器中之每一層介電層之薄層化正進展中，從而需要一種即便薄層化仍可維持作為電容器之可靠性的介電陶瓷。特別是對於在高額定電壓下所使用之中耐壓用電容器之小型化、大容量化，係對介電陶瓷要求非常高之可靠性。

習知，可使用賤金屬作為構成內部電極層之材料，且靜電容量之溫度變化滿足 EIA(electronic industries association，美國電子工業協會)標準之 X7R 特性(-55~125℃， $\Delta C = \pm 15\%$ 以內)，作為上述技術，本案申請人提出了專利文獻 1 中所揭示之介電陶瓷。

上述技術係藉由將鈣濃度不同之 2 種鈦酸鋇作為主體之晶粒而形成介電陶瓷，且其中含有鎂、稀土類元素以及錳等，藉此提高介電常數，且欲改善絕緣電阻(IR，insulation resistance)之於高溫負載試驗中之壽命特性。然而，於小型化、大容量化急速發展中，仍尋求進一步提高可靠性。

又，關於構成積層陶瓷電容器之介電層用介電陶瓷，與上述專利文獻 1 同樣地，作為滿足 EIA 標準之 X7R 特性，且欲謀求絕緣電阻之於高溫負載試驗中之壽命特性提高的介電陶瓷，已知尚有專利文獻 2、3 中所揭示者。

於專利文獻 2 中所揭示之介電陶瓷，係作為成：構成該介電陶瓷之晶粒的主成分之鈦酸鋇中含有鎂、稀土類元素以及釩等，且於 X 射線繞射圖中，(200)面之繞射線與(002)面之繞射線一部分重疊，而成為寬幅繞射線之結晶結構(所謂的核殼結構)；藉此謀求改善絕緣破壞電壓或絕緣電阻於高溫負載試驗中之壽命特性。

又，於專利文獻 3 中所揭示之介電陶瓷，係調整固溶於鈦酸鋇中之釩之價數使其為接近 4 價之範圍，藉此抑制存在於晶粒中之電子之移動，並抑制釩朝向鈦酸鋇過量擴散或者釩化合物之析出，於晶粒中形成具有釩的殼相之核殼結構，上述殼相存在適度的濃度梯度，藉此謀求於高溫負載試驗中之壽命特性之提高。

[專利文獻 1]日本專利特開 2006-156450 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開平 8-124785 號公報

[專利文獻 3]日本專利特開 2006-347799 號公報

【發明內容】

(發明所欲解決之問題)

然而，上述專利文獻 1~3 中所揭示之介電陶瓷，雖為高介

電常數且介電常數之溫度變化滿足 EIA 標準之 X7R 特性(-55~125°C，介電常數之變化率為±15%以內)，但存在介電損失較大之問題，且雖於所施加之電壓低之情況可獲得高絕緣電阻，但當增加所施加之電壓時則存在絕緣電阻之降低變多之問題。

又，於具備該等介電陶瓷作為介電層之積層陶瓷電容器中，因介電陶瓷之絕緣電阻降低，故於將介電層薄層化之情況下難以滿足高溫負載試驗中之壽命特性。

因此，本發明之課題在於提供一種介電陶瓷，其係高介電常數且介電損失小，介電常數之溫度變化滿足 EIA 標準之 X7R 特性，即便於所施加之電壓低之情況亦獲得高絕緣電阻，且當增加電壓時絕緣電阻之降低少。進而，本發明之其他課題在於提供一種積層陶瓷電容器，其具備如上所述之介電陶瓷作為介電層，於高溫負載試驗中之壽命特性優異。

(解決問題之手段)

本發明之介電陶瓷係將鈦酸鋇作為主成分，相對於 100 莫耳構成該鈦酸鋇之鋇，含有以 V_2O_5 換算為 0.05~0.3 莫耳之釩、以 MgO 換算為 0~0.1 莫耳之鎂、以 MnO 換算為 0~0.5 莫耳之錳、以 RE_2O_3 換算為 0.5~1.5 莫耳之選自釷、鐳、鈦以及鉕中之 1 種稀土類元素(RE)，且進一步含有鈣。又，本發明之介電陶瓷，具有第 1 結晶群與第 2 結晶群作為晶粒，上述第 1 結晶群含有以上述鈦酸鋇作為主體、上述鈣濃度為 0.2 原子%以下之晶粒，上述第 2 結晶群含有以上述鈦酸鋇作為主體、上述鈣

濃度為 0.4 原子%以上之晶粒。

進而本發明之介電陶瓷於 X 射線繞射圖中，表示正方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度大於表示立方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度，且當將於上述介電陶瓷之研磨面上所觀察之構成上述第 1 結晶群之晶粒之面積設為 a、將構成上述第 2 結晶群之晶粒之面積設為 b 時， $b/(a+b)$ 為 0.4~0.7，且構成上述第 1 結晶群之晶粒及構成上述第 2 結晶群之晶粒之平均粒徑為 0.21~0.28 μm 。

又，本發明之積層陶瓷電容器係由積層體與外部電極所構成，上述積層體係將由上述介電陶瓷組成之介電層與內部電極層交替積層而成，上述外部電極係設置於該積層體之兩端面上且連接於上述內部電極層。

再者，將稀土類元素設為 RE，係根據稀土類元素之英文記法(Rare earth)。又，於本發明中，釷係包含於稀土類元素中者。

(發明效果)

根據本發明之介電陶瓷，係高介電常數且介電損失小，介電常數之溫度變化滿足 EIA 標準之 X7R 特性者。又，即便於所施加之電壓較低之情況亦獲得高絕緣電阻，且當增加電壓時可減小絕緣電阻之降低(絕緣電阻之電壓依賴性小)。

本發明之積層陶瓷電容器藉由使用上述介電陶瓷作為介電層，可成為高介電常數且低介電損失，介電常數之溫度變化滿

足 EIA 標準之 X7R 特性者，即便使介電層薄層化仍可確保高絕緣性，故於高溫負載試驗中之壽命特性優異。

【實施方式】

本發明之介電陶瓷係將鈦酸鋇作為主成分，相對於 100 莫耳構成該鈦酸鋇之鋇，含有以 V_2O_5 換算為 0.05~0.3 莫耳之釩、以 MgO 換算為 0~0.1 莫耳之鎂、以 MnO 換算為 0~0.5 莫耳之錳、以 RE_2O_3 換算為 0.5~1.5 莫耳之選自釷、鐳、鈦以及鉕中之 1 種稀土類元素(RE)，進一步含有鈣，且作為晶粒，具有第 1 結晶群與第 2 結晶群，上述第 1 結晶群係由將鈦酸鋇作為主體、鈣濃度為 0.2 原子%以下之晶粒所組成，上述第 2 結晶群係由將鈦酸鋇作為主體、鈣濃度為 0.4 原子%以上之晶粒所組成，上述介電陶瓷之特徵在於：於該介電陶瓷之 X 射線繞射圖中，表示正方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度大於表示立方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度，且當將於介電陶瓷之研磨面上所觀察之構成第 1 結晶群之晶粒之面積設為 a、將構成第 2 結晶群之晶粒之面積設為 b 時， $b/(a+b)$ 為 0.4~0.7，且構成第 1 結晶群之晶粒及構成第 2 結晶群之晶粒之平均粒徑為 0.21~0.28 μm 。

藉此，可獲得下述介電陶瓷：介電常數為 3600 以上，介電損失為 13%以下，介電常數之溫度變化滿足 EIA 標準之 X7R 特性，同時當使對每單位厚度(1 μm)所施加之直流電壓的值自 3.15 V/ μm 至 12.5 V/ μm 變化時，絕緣電阻為 $5 \times 10^8 \Omega$ 以上，

且為 $3.15 \text{ V}/\mu\text{m}$ 時之絕緣電阻與為 $12.5 \text{ V}/\mu\text{m}$ 時之絕緣電阻之差小至 $0.2 \times 10^8 \Omega$ 以下。

圖 1 係表示本發明之介電陶瓷的微結構之剖面模式圖。本發明之介電陶瓷由晶粒 1a、晶粒 1b 以及晶界相 2 所構成，上述晶粒 1a 係 Ca 濃度為 0.2 原子%以下、將鈦酸鋇作為主體且構成第 1 結晶群，上述晶粒 1b 係 Ca 濃度為 0.4 原子%以上、將鈦酸鋇作為主體且構成第 2 結晶群。

於本發明之介電陶瓷中，由第 1 結晶群之晶粒 1a 及第 2 結晶群之晶粒 1b 所組成之晶粒 1 之平均粒徑為 $0.21 \sim 0.28 \mu\text{m}$ 。

即，於由第 1 結晶群之晶粒 1a 及第 2 結晶群之晶粒 1b 所組成之晶粒 1 之平均粒徑小於 $0.21 \mu\text{m}$ 之情況，有介電常數低於 3600 之虞，於由第 1 結晶群之晶粒 1a 及第 2 結晶群之晶粒 1b 所組成之晶粒 1 之平均粒徑大於 $0.28 \mu\text{m}$ 之情況，雖介電常數變高，但有介電損失大於 13% 之虞。

此處，由構成第 1 結晶群之晶粒 1a 及構成第 2 結晶群之晶粒 1b 所組成之晶粒 1 的平均粒徑，係藉由以下方法求得：對於將介電陶瓷之剖面進行研磨(離子研磨)而成之研磨面，將以穿透式電子顯微鏡所映出之影像輸入至電腦，於其畫面上繪製對角線，對存在於上述對角線上之晶粒之輪廓進行影像處理，求得各粒子之面積，並算出替換為具有相同面積的圓時之直徑，從而由算出之約 50 個晶粒之平均值而求得。

又，關於晶粒中之 Ca 濃度，係對於將介電陶瓷剖面進行研

磨而成之研磨面上所存在之約 30 個晶粒，使用附設有元素分析儀之穿透式電子顯微鏡進行元素分析。此時，電子束之光點尺寸設為 5nm，所分析之部位係設為於晶粒之自晶界附近至中央部的中心位置之範圍內，於朝向其中心繪製之直線上大致等間距分布之點，分析值係設為於晶界附近與中心之間分析 4~5 點左右的值之平均值，將自晶粒之各測定點所檢測出之 Ba、Ti、Ca、V、Mg、稀土類元素以及 Mn 之全量設為 100%，求得此時之 Ca 濃度。其中，所選擇之晶粒為下述晶粒：藉由影像處理根據其輪廓求得各粒子之面積，算出替換為具有相同面積的圓時之直徑，求得之晶粒之直徑為平均粒徑之 $\pm 60\%$ 之範圍。

再者，所謂晶粒之中央部係指自該晶粒之內切圓之中心以將該內切圓半徑之 $1/3$ 長度作為半徑之圓所包圍之範圍，又，所謂晶粒之晶界附近係該晶粒之自晶界至內側 5nm 之範圍。其次，晶粒之內切圓係將以穿透式電子顯微鏡所映出之影像輸入至電腦，在其畫面上對於晶粒繪製內切圓，從而決定晶粒之中央部。

又，本發明之介電陶瓷係如上所述，具有構成第 1 結晶群之晶粒 1a 與構成第 2 結晶群之晶粒 1b 作為晶粒 1，其比例係當將構成第 1 結晶群之晶粒 1a 之面積設為 a、將構成第 2 結晶群之晶粒 1b 之面積設為 b 時， $b/(a+b)$ 為 0.4~0.7。

即，於構成第 1 結晶群之晶粒 1a 之面積與構成第 2 結晶群之晶粒 1b 之面積的比例 $b/(a+b)$ 小於 0.4 之情況，有介電常

數小於 3600 之虞，於 $b/(a+b)$ 大於 0.7 之情況，雖介電常數為 3600 以上，但有介電損失大於 13% 之虞。

構成介電陶瓷之、構成第 1 結晶群之晶粒 1a 及構成第 2 結晶群之晶粒 1b 之面積比例，係使用於求得上述平均粒徑時所使用之面積資料而算出。

本發明之介電陶瓷係以鈦酸鋇作為主成分，相對於 100 莫耳構成上述鈦酸鋇之鋇，含有以 V_2O_5 換算為 0.05~0.3 莫耳之釩、以 MgO 換算為 0~0.1 莫耳之鎂、以 MnO 換算為 0~0.5 莫耳之錳、以 RE_2O_3 換算為 0.5~1.5 莫耳之選自釷、鐳、鈦以及鉕中之 1 種稀土類元素(RE)。

即，相對於 100 莫耳構成鈦酸鋇之鋇，於釩之含量以 V_2O_5 換算為少於 0.05 莫耳之情況，當使對每單位厚度 ($1\ \mu m$) 所施加之直流電壓的值自 $3.15\ V/\mu m$ 至 $12.5\ V/\mu m$ 變化時，絕緣電阻之降低變多，於將如上所述之介電陶瓷作為介電層之積層陶瓷電容器中有高溫負載壽命縮短之虞。

又，相對於 100 莫耳構成鈦酸鋇之鋇，若釩之含量以 V_2O_5 換算為多於 0.3 莫耳，則對每單位厚度 ($1\ \mu m$) 所施加之直流電壓的值為 $3.15\ V/\mu m$ 及 $12.5\ V/\mu m$ 時，絕緣電阻有皆低於 $10^8\ \Omega$ 之虞。

又，選自釷、鐳、鈦以及鉕中之 1 種稀土類元素以 RE_2O_3 換算為少於 0.5 莫耳之情況，當對每單位厚度 ($1\ \mu m$) 所施加之直流電壓的值為 $12.5\ V/\mu m$ 時，絕緣電阻為 $1.5 \times 10^8\ \Omega$ 以下，與

直流電壓的值為 $3.15 \text{ V}/\mu\text{m}$ 時之絕緣電阻之值相比，有絕緣電阻之降低變多之虞。

又，於選自釷、鐳、鈦以及鉬中之稀土類元素之含量以 RE_2O_3 換算為多於 1.5 莫耳、或者錳之含量以 MnO 換算為多於 0.5 莫耳之情況，兩者皆有介電常數低於 3600 之虞。

進而，於鎂之含量以 MgO 換算為多於 0.1 莫耳之情況，有介電常數之溫度變化不滿足 EIA 標準之 X7R 特性之虞，且有對每單位厚度 ($1 \mu\text{m}$) 所施加之直流電壓之值為 $3.15 \text{ V}/\mu\text{m}$ 以及 $12.5 \text{ V}/\mu\text{m}$ 時，絕緣電阻之降低變多，從而於高溫負載試驗中之壽命特性降低之虞。

相對於此，本發明之介電陶瓷係如上所述，可得到下述介電陶瓷：其介電常數可為 3600 以上且介電損失可為 13% 以下，且介電常數之溫度變化滿足 EIA 標準之 X7R 特性，進而，對每單位厚度 ($1 \mu\text{m}$) 所施加之直流電壓之值為 $3.15 \text{ V}/\mu\text{m}$ 以及 $12.5 \text{ V}/\mu\text{m}$ 時，絕緣電阻皆為 $10^8 \Omega$ 以上，且絕緣電阻幾乎不降低。

於本發明之介電陶瓷中，係以鈦酸鋇作為主成分，相對於 100 莫耳構成上述鈦酸鋇之鋇，含有以 V_2O_5 換算為 0.05~0.3 莫耳之釩、以 MnO 換算為 0.5 莫耳以下之錳、以 RE_2O_3 換算為 0.5~1.5 莫耳之選自釷、鐳、鈦以及鉬中之稀土類元素 (RE) 之情況，較理想的是鎂以 MgO 換算為 0 莫耳。

藉由將介電陶瓷設為如上所述之組成，可成為高介電常數且

介電損失小，介電常數之溫度變化滿足 EIA 標準之 X7R 特性者，並可獲得於所施加之電壓低之情況亦獲得更高之絕緣電阻，且絕緣電阻之電壓依賴性更小之介電陶瓷。更詳細而言，可獲得當對介電層之每單位厚度($1\ \mu\text{m}$)所施加之直流電壓為 $3.15\ \text{V}/\mu\text{m}$ 與 $12.5\ \text{V}/\mu\text{m}$ 之間時，絕緣電阻呈增加傾向(正之變化)之高絕緣性且介電損失小之介電陶瓷。

又，於本發明之介電陶瓷中，係以鈦酸鋇作為主成分，相對於 100 莫耳構成上述鈦酸鋇之鋇，含有以 V_2O_5 換算為 0.05~0.3 莫耳之釩、以 RE_2O_3 換算為 0.5~1.5 莫耳之選自釷、鐳、鈾以及鉕中之稀土類元素之情況，較理想的是鎂以 MgO 換算為 0 莫耳，且錳以 MnO 換算為 0 莫耳。

藉由設為上述組成，可獲得絕緣電阻之電壓依賴性小之介電陶瓷，並可進一步減少介電損失。此處，所謂鎂以 MgO 換算為 0 莫耳或者錳以 MnO 換算為 0 莫耳，係指實際上不含鎂或錳，例如於介電陶瓷之感應耦合電漿(ICP, Inductivity Coupled Plasma)分析中，意指各成分為檢測極限以下($0.5\ \mu\text{g/g}$ 以下)之情況。

再者，於包含稀土類元素中之釷、鐳、鈾以及鉕之情況下，當固溶於鈦酸鋇時難以生成異相，從而可獲得高絕緣性。從提高介電陶瓷之介電常數之理由而言，更佳為釷。

於本發明中，於上述之本發明之介電陶瓷中，較理想的是相對於 100 莫耳構成鈦酸鋇之鋇，於以 Tb_4O_7 換算為 0.3 莫耳以

下之範圍內進一步含有鈹。藉此，可提高介電陶瓷之絕緣電阻，當將上述介電陶瓷用作積層陶瓷電容器之介電層時可進一步提高於高溫負載試驗中之壽命特性。若鈹之含量以 Tb_4O_7 換算為多於 0.3 莫耳，則有引起介電陶瓷之介電常數降低之虞。又，為了獲得因含有鈹而產生之充分效果，較佳係含有 0.05 莫耳以上。

又，於本發明中，於上述之本發明之介電陶瓷中，較理想的是相對於 100 莫耳構成鈦酸鋇之鋇，於以 Yb_2O_3 換算為 0.3~0.7 莫耳之範圍內進一步含有鎳。藉此，可將於 X7R 特性所要求之 $125^\circ C$ 之絕緣電阻提高為 $2 \times 10^7 \Omega$ 以上，同時即便煅燒溫度發生變化(例如變化約 $20^\circ C$)仍可抑制介電常數之變化，即便使用了爐內溫度不均之大型煅燒爐，仍可減低介電常數之不均從而可提高良率。若多於 0.7 莫耳則有引起於高溫負載試驗中之壽命特性降低之虞。

進而，本發明之介電陶瓷係於 X 射線繞射圖中，較佳為表示正方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度大於表示立方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度。

此處，若對本發明之介電陶瓷之結晶結構進一步加以詳細地說明，則如下述：本發明之介電陶瓷係即便釩固溶於晶粒中，仍幾乎被接近表示正方晶系之單相之結晶相所佔據。

圖 2(a)係表示於下述實施例之表 1~3 中屬於本發明之介電陶瓷之試料 No. 4 之 X 射線繞射圖者，圖 2(b)係於同表 1~3

中屬於比較例之介電陶瓷之試料 No. 32 之 X 射線繞射圖。

此處，於專利文獻 2 及專利文獻 3 中所分別記載之習知之介電陶瓷，係其結晶結構為核殼結構，並為相當於圖 2(b) 之 X 射線繞射圖者。

即，於藉由以鈦酸鋇作為主成分、具有核殼結構之晶粒所構成之介電陶瓷中，於鈦酸鋇之表示正方晶系之(004)面以及(400)面之間所顯現之、鈦酸鋇之表示立方晶系之(004)面((040)面與(400)面重疊)之繞射強度，係大於鈦酸鋇之表示正方晶系之(004)面之繞射強度。

又，藉由呈核殼結構之晶粒所構成之介電陶瓷，以 X 射線繞射圖來看，相對於正方晶系之結晶相，立方晶系之結晶相之比例較多，因此結晶之異向性變小。因此，X 射線繞射圖係(400)面之繞射線向低角度側偏移，同時(004)面之繞射線向高角度側偏移，兩繞射線至少一部分相互重疊而成為寬幅之繞射線。

如上所述之介電陶瓷，通常係向以鈦酸鋇作為主成分之粉末中，添加混合鎂或稀土類元素等之氧化物粉末而成形之後，藉由進行還原煅燒而形成。於上述情況下，具有核殼結構之晶粒係於核部中之鎂或稀土類元素等成分之固容量少，故於晶粒之內部，為包含較多氧空位等缺陷之狀態。因此於施加直流電壓之情況，一般認為於晶粒內部氧空位等易成為搬運電荷之載體而使介電陶瓷之絕緣性降低。

相對於此，本發明之介電陶瓷係如圖 2(a) 所例示，於介電

陶瓷之 X 射線繞射圖中，較佳為鈦酸鋇之表示正方晶系之(004)面之繞射強度大於鈦酸鋇之表示立方晶系之(004)面之繞射強度。

即，本發明之介電陶瓷如圖 2(a)所示，鈦酸鋇之表示正方晶系之(004)面($2\theta = 100^\circ$ 附近)與(400)面($2\theta = 101^\circ$ 附近)之 X 射線繞射峰明確地顯現，於鈦酸鋇之表示正方晶系之該等(004)面及(400)面之間所顯現之鈦酸鋇之表示立方晶系之(004)面((040)面與(400)面重疊)之繞射強度，小於鈦酸鋇之表示正方晶系之(004)面之繞射強度。

於本發明之介電陶瓷中，當將鈦酸鋇之表示正方晶系之(004)面之繞射強度設為 I_{xt} 、將鈦酸鋇之表示立方晶系之(004)面之繞射強度設為 I_{xc} 時，較佳係 I_{xt}/I_{xc} 比為 1.4 以上。若 I_{xt}/I_{xc} 比為 1.4 以上，則正方晶系之結晶相之比例變多，從而可提高介電常數，且可進一步減小絕緣電阻之變化率，而可提高於高溫負載試驗中之壽命特性。

如上所述之本發明之介電陶瓷，係即便含有釩，仍為正方晶系之大致均勻的結晶相，故一般認為此類晶粒係釩或其他添加成分遍及全體而固溶。因此於晶粒內部抑制了氧空位等缺陷之產生而搬運電荷之載體少，故一般認為可抑制當施加直流電壓時之介電陶瓷之絕緣性降低。

即，於本發明之介電陶瓷中之氧空位，係於鈦位上取代固溶之釩原子與氧空位電荷耦合，藉由生成缺陷對而進行電性中

和。因此減低了藉由施加電場產生之對傳導之促進，故一般認為即便存在氧空位，因其遷移率降低，故可防止於高溫負載試驗中之絕緣電阻降低。

再者，於本發明之介電陶瓷中，只要為可維持所需之介電特性之範圍，則除了上述成分以外亦可含有其他成分，例如作為用以提高燒結性之助劑可於介電陶瓷中以 0.5~2 質量%之比例含有玻璃成分或其他添加成分。

其次，針對製造本發明之介電陶瓷之方法加以說明，以下所記載之製造方法為一例，但並不僅限於此方法。首先，作為原料粉末而準備純度為 99%以上之鈦酸鋇粉末(以下，稱作 BT 粉末)以及於鈦酸鋇中固溶有鈣之粉末(以下，稱作 BCT 粉末)，作為添加成分，準備 V_2O_5 粉末與 MgO 粉末，進一步準備 Y_2O_3 粉末、 Dy_2O_3 粉末、 Ho_2O_3 粉末以及 Er_2O_3 粉末中之至少 1 種稀土類元素的氧化物粉末以及 $MnCO_3$ 粉末。再者，於介電陶瓷中含有鈹作為稀土類元素之情況下，較佳係使用 Tb_4O_7 粉末作為稀土類元素之氧化物。又，於介電陶瓷中含有鐿作為第 3 稀土類元素之情況下，較佳係使用 Yb_2O_3 粉末作為稀土類元素之氧化物。

BCT 粉末係將以 Ca 取代 A 位之一部分之鈦酸鋇作為主成分之固溶體，以 $(Ba_{1-x}Ca_x)TiO_3$ 予以表示。A 位中之 Ca 取代量較佳為 $X=0.01\sim 0.2$ 。若 Ca 取代量為此範圍內，則藉由與第 1 晶粒 1a 之共存結構，可形成晶粒生長得到抑制之結晶組織。因此，於用作電容器之情況，於使用溫度範圍內可獲得優異之

溫度特性。再者，於第 2 晶粒 1b 中所含之 Ca 係以分散於第 2 晶粒 1b 之狀態而固溶。

又，BT 粉末及 BCT 粉末之平均粒徑較佳為 $0.13\sim 0.17\ \mu\text{m}$ ，特佳 $0.15\sim 0.17\ \mu\text{m}$ 。若 BT 粉末及 BCT 粉末之平均粒徑為 $0.13\ \mu\text{m}$ 以上，則第 1 晶粒 1a 以及第 2 晶粒 1b 為高結晶性，且可抑制燒結時之晶粒生長，因此可實現介電常數之提高及介電損失之降低之優點。

另一方面，若 BT 粉末以及 BCT 粉末之平均粒徑為 $0.17\ \mu\text{m}$ 以下，則容易使鎂、稀土類元素以及錳等之添加劑固溶至第 1 晶粒 1a 以及第 2 晶粒 1b 的內部。又，如下所述，亦存在以下優點：可將煅燒前後中之、從 BT 粉末及 BCT 粉末分別向構成第 1 結晶群之晶粒 1a 以及構成第 2 結晶群之晶粒 1b 之晶粒生長的比率提高至既定範圍。

關於屬於添加劑之 Y_2O_3 粉末、 Dy_2O_3 粉末、 Ho_2O_3 粉末以及 Er_2O_3 粉末中之至少 1 種稀土類元素的氧化物粉末、 Tb_4O_7 粉末、 Yb_2O_3 粉末、 V_2O_5 粉末、 MgO 粉末以及 MnCO_3 粉末，亦較佳係使用平均粒徑為與 BT 粉末及 BCT 粉末等之介電粉末相同者或者其以下者。

其次，相對於 100 莫耳構成 BT 粉末及 BCT 粉末之銀而調配該等原料粉末：以 $0.05\sim 0.3$ 莫耳之比例調配 V_2O_5 粉末、以 $0\sim 0.1$ 莫耳之比例調配 MgO 粉末、以 $0\sim 0.5$ 莫耳之比例調配 MnCO_3 粉末、以 RE_2O_3 換算為 $0.5\sim 1.5$ 莫耳之比例調配選自 Y_2O_3

粉末、 Dy_2O_3 粉末、 Ho_2O_3 粉末以及 Er_2O_3 粉末中之稀土類元素 (RE)，進而視需要，以 0~0.3 莫耳之比例添加 Tb_4O_7 粉末，以 0.3~0.7 莫耳之比例添加 Yb_2O_3 粉末而製作成形體。然後，將上述成形體進行除脂後，於還原環境中進行煅燒。

再者，當製造本發明之介電陶瓷時，只要為可維持所需之介電特性之範圍，則可添加玻璃粉末作為燒結助劑，當將屬於主要原料粉末之 BT 粉末及 BCT 粉末之總量設為 100 質量份時，其添加量較佳為 0.5~2 質量份。

對於煅燒溫度而言，於使用玻璃粉末等燒結助劑之情況，從控制添加劑向 BT 粉末及 BCT 粉末中之固溶及晶粒之晶粒生長之理由而言，較合適係 1050~1135°C。另一方面，於不使用玻璃粉末等燒結助劑而藉由熱壓法等之加壓煅燒之情況，可於未滿 1050°C 之溫度下進行燒結。

為了獲得本發明之介電陶瓷，較佳係使用微粒之 BT 粉末及 BCT 粉末，且於其中添加既定量之上述添加劑，以上述煅燒溫度，以使含有各種添加劑之 BT 粉末及 BCT 粉末之平均粒徑於煅燒後增大至 1.4~2.1 倍左右的方式進行煅燒。以使煅燒後之晶粒之平均粒徑為 BT 粉末及 BCT 粉末之平均粒徑的 1.4~2.1 倍的方式進行煅燒，藉此，第 1 晶粒 1a 及第 2 晶粒 1b 係釩或其他添加成分遍及全體而固溶，其結果，一般認為係抑制了於晶粒內部氧空位等之缺陷之產生，從而形成搬運電荷之載體較少之狀態。

又，於本發明中，於煅燒後，再次於氮環境中進行熱處理。上述熱處理係將於在還原環境中進行煅燒時所還原之介電陶瓷進行再氧化，而用於恢復因在煅燒時還原而降低之絕緣電阻。從抑制構成第 1 結晶群之晶粒 1a 以及構成第 2 結晶群之晶粒 1b 之進一步的晶粒生長且提高再氧化量之理由而言，上述熱處理溫度較佳為 900~1100°C。

圖 3 係表示本發明之積層陶瓷電容器之一例之剖面模式圖。於電容器本體 10 之兩端部設置有外部電極 4。電容器本體 10 係由交替積層有介電層 5 與內部電極層 7 之積層體 10A 所構成。介電層 5 較好係藉由上述之本發明的介電陶瓷而形成。

再者，於圖 3 中雖簡化表示介電層 5 與內部電極層 7 之積層狀態，但於本發明之積層陶瓷電容器中，形成有介電層 5 與內部電極層 7 為甚至達到數百層之積層體 10A。

根據如上所述之本發明之積層陶瓷電容器，藉由使用上述介電陶瓷作為介電層 5，可成為高介電常數且低介電損失，且介電常數之溫度變化滿足 EIA 標準之 X7R 特性者，且可獲得即便使介電層 5 薄層化仍可確保高絕緣性，於高溫負載試驗中之壽命特性優異之積層陶瓷電容器。根據本發明之介電陶瓷，可實現高介電常數且低介電損失，因此例如有如下優點：當用作旁路電容器時可減少能量損失，藉此提高作為可輸入輸出高容量電荷之電容器的功能。

此處，於使積層陶瓷電容器小型高容量化方面，介電層 5 之厚度較佳為 $3\mu\text{m}$ 以下，特佳為 $2.5\mu\text{m}$ 以下。為了防止靜電容量之不均以及維持容量溫度特性之穩定化，介電層 5 之厚度較理想的是 $1\mu\text{m}$ 以上。

對於內部電極層 7 而言，於即便高積層化仍可抑制製造成本之方面，較理想係鎳(Ni)或銅(Cu)等之賤金屬，特別是於實現與本發明中之介電層 5 的同時煅燒之方面，更佳為鎳(Ni)。

外部電極 4 係將例如 Cu 或者 Cu 與 Ni 之合金糊狀物進行燒接而形成。

其次，說明積層陶瓷電容器之製造方法之一例。於上述基本原料粉末中加入專用之有機媒劑而調製陶瓷糊狀物，而後，將陶瓷糊狀物藉由使用刮刀成形法或模具塗佈法等之薄片成形法而形成陶瓷生片。於上述情況下，陶瓷生片之厚度於維持用以介電層 5 的高容量化之薄層化、高絕緣性之方面，較佳為 $1\sim 4\mu\text{m}$ 。

於所得之陶瓷生片之主面上印刷矩形之內部電極圖案。作為內部電極圖案之導體糊狀物較合適的是 Ni、Cu 或者該等之合金粉末。

重疊所需片數之形成有內部電極圖案之陶瓷生片，於其上下重疊複數片未形成內部電極圖案之陶瓷生片使上下層為相同片數，而形成薄片積層體。於上述情況，於薄片積層體中之內部電極圖案係於長度方向上每半個圖案地進行錯開。

然後，將薄片積層體切割成格子狀，以內部電極圖案之端部露出之方式形成電容器本體成形體。藉由如上所述之積層實施方法，可形成為使內部電極圖案交替露出至切割後之電容器本體成形體之端面。

將所得之電容器本體成形體進行除脂後，於上述與介電陶瓷相同之煅燒條件以及弱還原環境下進行熱處理，藉此製作電容器本體。

最後，於電容器本體之兩端部塗佈外部電極糊狀物且進行燒接從而形成外部電極 4。又，於上述外部電極 4 之表面上為了提高安裝性可形成電鍍膜。

以下，列舉實施例來詳細說明本發明之介電陶瓷及積層陶瓷電容器，然而本發明並不限於以下之實施例。

[實施例]

[實施例 1]

<積層陶瓷電容器之製作>

首先，作為原料粉末，準備 BT 粉末、BCT 粉末(組成為 $(\text{Ba}_{1-x}\text{Ca}_x)\text{TiO}_3$ ， $X=0.05$)、MgO 粉末、 Y_2O_3 粉末、 Dy_2O_3 粉末、 Ho_2O_3 粉末、 Er_2O_3 粉末、 Tb_4O_7 粉末(第 2 稀土類元素)、 MnCO_3 粉末以及 V_2O_5 粉末，且以表 1 所示之比例混合該等各種粉末。該等原料粉末係使用純度為 99.9%者。

所使用之 BT 粉末及 BCT 粉末之平均粒徑示於表 1。MgO 粉末、 Y_2O_3 粉末、 Dy_2O_3 粉末、 Ho_2O_3 粉末、 Er_2O_3 粉末、 Tb_4O_7 粉末、

MnCO₃ 粉末以及 V₂O₅ 粉末使用平均粒徑為 0.1 μm 者。將 BT 粉末之 Ba/Ti 比設為 1。燒結助劑使用 SiO₂=55、BaO=20、CaO=15、Li₂O=10(莫耳%)組成之玻璃粉末。玻璃粉末之添加量係相對於 100 質量份 BT 粉末而設為 1 質量份。

其次，使用直徑 5mm 之球狀氧化鋯，添加作為溶劑之甲苯與乙醇之混合溶劑而將該等原料粉末進行濕式混合。於經濕式混合之粉末中添加聚乙烯丁醛樹脂以及甲苯與乙醇的混合溶劑，使用相同直徑的 5mm 之球狀氧化鋯進行濕式混合而調製陶瓷糊狀物，藉由刮刀成形法而製作厚度為 2.5 μm 之陶瓷生片。

於上述陶瓷生片之上面形成複數個以 Ni 作為主成分之矩形的內部電極圖案。用於內部電極圖案之導體糊狀物係使用平均粒徑 0.3 μm 之 Ni 粉末，並相對於 100 質量份 Ni 粉末，添加用於生片之 BT 粉末 30 質量份作為共材。

然後，積層 360 片印刷有內部電極圖案之陶瓷生片，於其上下面分別積層 20 片未印刷內部電極圖案之陶瓷生片，使用壓製機於溫度 60°C、壓力 10⁷ Pa、時間 10 分鐘之條件下進行總括積層，且切割成既定尺寸而形成積層成形體。

以 10°C/h 之升溫速度於大氣中加熱所得之積層成形體至 300°C，且以該溫度進行脫黏處理。然後，以相同升溫速度加熱至 500°C 後，將從 500°C 開始之升溫速度設為 300°C/h，於氫-氮中以 1115~1160°C 煅燒 2 小時。而後，以 300°C/h 之降溫速度冷卻至 1000°C 後，於氮環境中以 1000°C 實施 4 小時之

加熱處理(再氧化處理)，以 $300^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 之降溫速度進行冷卻而製作電容器本體。上述電容器本體之大小為 $0.95 \times 0.48 \times 0.48 \text{ mm}^3$ ，介電層之厚度為 $2 \mu\text{m}$ ，內部電極層之一層的面積為 0.3 mm^2 。

其次，對已煅燒之電容器本體進行滾筒研磨後，於電容器本體之兩端部塗佈含有 Cu 粉末與玻璃之外部電極糊狀物，以 850°C 進行燒接而形成外部電極。其後，使用電解滾筒機，於上述外部電極之表面上依次進行鍍 Ni 以及鍍 Sn，而製作積層陶瓷電容器。

<評價>

對於所得之積層陶瓷電容器進行以下評價。評價係皆設為 10 個試料，而求得其平均值。

(1) 介電常數

於溫度 25°C 、頻率 1.0 kHz 、測定電壓 1 V_{rms} 之測定條件下測定靜電容量，由所得之靜電容量根據介電層之厚度、內部電極層之總面積以及真空之介電常數進行換算而求得。

(2) 介電損失

以相同條件測定靜電容量。

(3) 介電常數之溫度特性

以溫度為 $-55 \sim 125^{\circ}\text{C}$ 之範圍測定靜電容量而求得。

(4) 絕緣電阻

於直流電壓為 $3.15 \text{ V}/\mu\text{m}$ 以及 $12.5 \text{ V}/\mu\text{m}$ 之條件下進行評

價。絕緣電阻係讀取施加直流電壓 1 分鐘後之值。

(5) 高溫負載試驗

於溫度 170°C 下，於施加電壓為 30 V (15 V/ μ m) 之條件下進行。於高溫負載試驗中之試料數係設為各試料 20 個。

(6) 由構成第 1 結晶群之晶粒以及構成第 2 結晶群之晶粒所組成之晶粒之平均粒徑

對介電陶瓷之剖面進行研磨(離子研磨)直至使用穿透式電子顯微鏡可進行觀察之狀態，針對該研磨面，將以穿透式電子顯微鏡所映出之影像輸入至電腦，於其畫面上繪製對角線，對存在於其對角線上之晶粒之輪廓進行影像處理，而求得各粒子之面積，算出替換為具有相同面積的圓時之直徑，以算出之約 50 個晶粒的平均值而求得。又，將自介電粉末之晶粒生長之比例設為 $\{(\text{晶粒之平均粒徑})/(\text{介電粉末之平均粒徑})\} \times 100(\%)$ 而進行評價。

(7) $b/(a+b)$ 之測定

關於晶粒中之 Ca 濃度，對於在積層陶瓷電容器之積層方向之剖面進行研磨後之介電層的研磨面上所存在之約 30 個晶粒，使用附設有元素分析儀之穿透式電子顯微鏡而進行元素分析。此時將電子束之光點尺寸設為 5nm，所分析之部位設為於晶粒之自晶界附近朝向中央部所繪製之直線上大致等間距分布之點。所分析之部位係於晶粒之自晶界附近至中央部的中心位置為止之範圍內，設為朝向其中心所繪製之直線上大致等間

距分布之點，分析值設為於晶界附近與中心之間分析 4~5 點左右的值之平均值，將自晶粒之各測定點所檢測出之 Ba、Ti、Ca、V、Mg、稀土類元素以及 Mn 之總量設為 100%，而求得此時之 Ca 濃度。

於如上所述之分析中，將鈣濃度顯示為 0.2 原子%以下之晶粒設為「構成第 1 結晶群之晶粒」，將鈣濃度顯示為 0.4 原子%以上之晶粒設為「構成第 2 結晶群之晶粒」。又，於上述情況，所選擇之晶粒設為以下晶粒：根據其輪廓利用影像處理而求得各粒子之面積，算出替換為具有相同面積的圓時之直徑，而如此求出直徑之晶粒的直徑為平均粒徑之 $\pm 60\%$ 之範圍內之晶粒。

於上述測定中，晶粒之中央部係設為自該晶粒之內切圓中心至半徑之 $1/3$ 長度之範圍，另一方面，晶粒之晶界附近係設為自該晶粒之晶界朝向內側 5nm 之區域。再者，晶粒之內切圓係對於以穿透式電子顯微鏡所映出之影像於電腦之畫面上繪製內切圓，根據其畫面上之影像決定晶粒之中央部。

於介電陶瓷中構成第 1 結晶群之晶粒以及構成第 2 結晶群之晶粒之面積比例 $b/(a+b)$ (其中， a 表示構成第 1 結晶群之晶粒 $1a$ 之面積， b 表示構成第 2 結晶群之晶粒 $1b$ 之面積)，係對於上述約 50 個晶粒由求晶粒 $1a$ 、 $1b$ 之平均粒徑的面積之資料而算出。

(8) 試料之組成分析

作為所得之燒結體之試料的組成分析，係藉由 ICP 分析或者

原子吸光分析而進行。於上述情況，將所得之介電陶瓷與硼酸及碳酸鈉混合而使其熔融，再將其溶解於鹽酸中，首先，藉由原子吸光分析進行介電陶瓷中所含之元素之定性分析，然後，對於所指定之各元素將使標準液經稀釋所得者作為標準試料，以 ICP 發光分光分析將其定量化。又，將各元素之價數設為週期表所示之價數而求得氧量。

分別將調配組成與煅燒溫度示於表 1、燒結體中之各元素以氧化物換算之組成示於表 2、特性之結果示於表 3。此處，於介電陶瓷之 ICP 分析中，將各成分為檢測極限以下($0.5 \mu\text{g/g}$ 以下)之情況設為 0 莫耳。

[表 1]

試料 No.	BT 粉末		BCT 粉末		MgO	MnCO ₃	V ₂ O ₅	稀土類元素		第 2 稀土類元素 (Tb ₂ O ₇)	煅燒溫度 °C
	—	平均粒徑	—	平均粒徑				種類	莫耳		
	莫耳	μm	莫耳	μm							
* 1-1	75	0.1	25	0.1	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
* 1-2	55	0.15	45	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
* 1-3	60	0.15	40	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-4	65	0.15	35	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-5	70	0.15	30	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-6	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-7	80	0.15	20	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
* 1-8	85	0.15	15	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-9	75	0.13	25	0.13	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-10	75	0.17	25	0.17	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-11	75	0.15	25	0.15	0.02	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-12	75	0.15	25	0.15	0.05	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-13	75	0.15	25	0.15	0.1	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
* 1-14	75	0.15	25	0.15	0.15	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-15	75	0.15	25	0.15	0	0.2	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-16	75	0.15	25	0.15	0	0.5	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
* 1-17	75	0.15	25	0.15	0	0.7	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
* 1-18	75	0.15	25	0.15	0	0	0	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-19	75	0.15	25	0.15	0	0	0.05	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-20	75	0.15	25	0.15	0	0	0.15	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-21	75	0.15	25	0.15	0	0	0.2	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-22	75	0.15	25	0.15	0	0	0.3	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
* 1-23	75	0.15	25	0.15	0	0	0.4	Y ₂ O ₃	1	0.2	1115
* 1-24	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	0	0.2	1115
1-25	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	0.5	0.2	1115
1-26	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1.5	0.2	1115
* 1-27	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	2	0.2	1115
1-28	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0	1115
1-29	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.1	1115
1-30	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.3	1115
1-31	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.4	1115
* 1-32	75	0.2	25	0.2	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0	1115
1-33	70	0.15	30	0.15	0	0	0.1	Dy ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-34	70	0.15	30	0.15	0	0	0.1	Ho ₂ O ₃	1	0.2	1115
1-35	70	0.15	30	0.15	0	0	0.1	Er ₂ O ₃	1	0.2	1115
* 1-36	75	0.2	25	0.2	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0	1160

*記號表示本發明之範圍外之試料。

[表 2]

試料 No.	b/(a+b)**	MgO	MnO	V ₂ O ₅	稀土類元素		第 2 稀土類元素 (Tb ₄ O ₇)
	—	莫耳	莫耳	莫耳	種類	莫耳	莫耳
*1-1	0.6	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
*1-2	0.8	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
*1-3	0.75	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-4	0.7	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-5	0.6	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-6	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-7	0.4	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
*1-8	0.35	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-9	0.55	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-10	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-11	0.5	0.02	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-12	0.5	0.05	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-13	0.5	0.1	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
*1-14	0.5	0.15	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-15	0.5	0	0.2	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-16	0.5	0	0.5	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
*1-17	0.5	0	0.7	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2
*1-18	0.5	0	0	0	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-19	0.5	0	0	0.05	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-20	0.5	0	0	0.15	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-21	0.5	0	0	0.2	Y ₂ O ₃	1	0.2
1-22	0.5	0	0	0.3	Y ₂ O ₃	1	0.2
*1-23	0.5	0	0	0.4	Y ₂ O ₃	1	0.2
*1-24	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	0	0.2
1-25	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	0.5	0.2
1-26	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1.5	0.2
*1-27	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	2	0.2
1-28	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0
1-29	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.1
1-30	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.3
1-31	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.4
*1-32	0.45	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0
1-33	0.6	0	0	0.1	Dy ₂ O ₃	1	0.2
1-34	0.6	0	0	0.1	Ho ₂ O ₃	1	0.2
1-35	0.6	0	0	0.1	Er ₂ O ₃	1	0.2
*1-36	0.9	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0

*記號表示本發明之範圍外之試料。

**係當將構成第 1 結晶群之晶粒之面積設為 a、

將構成第 2 結晶群之晶粒之面積設為 b 時之面積比

[表 3]

試料 No.	晶粒之 平均粒徑 μm	晶粒 成長率 %	X 射線繞射圖 之強度比較**	介電常數 (25°C)	介電損失 (25°C) %	絕緣電阻#			介電常數 之溫度特性 X7R***	於高溫負載試驗 中之壽命特性 (170°C · 30 V) 小時
						(3.15V/ μm) $\Omega(25^\circ\text{C})$	(12.5V/ μm) $\Omega(25^\circ\text{C})$	(12.5V/ μm) $\Omega(125^\circ\text{C})$		
*1-1	0.3	300	1.6	3790	13.9	5.2E+08	5.4E+08	6.1E+05	○	72
*1-2	0.3	200	1.5	3770	13.4	5.2E+08	5.4E+08	5.8E+05	○	72
*1-3	0.29	193	1.5	3750	13.1	5.2E+08	5.4E+08	5.3E+05	○	72
1-4	0.28	187	1.4	3730	12.6	5.2E+08	5.4E+08	6.4E+05	○	72
1-5	0.26	173	1.4	3720	12.5	5.2E+08	5.4E+08	6.4E+05	○	72
1-6	0.24	160	1.4	3700	12.5	5.2E+08	5.4E+08	6.3E+05	○	72
1-7	0.21	140	1.4	3670	12.3	5.2E+08	5.4E+08	5.7E+05	○	72
*1-8	0.20	133	1.2	3590	12.1	5.2E+08	5.4E+08	5.4E+05	○	72
1-9	0.27	208	1.5	3780	12.6	5.2E+08	5.4E+08	4.9E+05	○	73
1-10	0.25	147	1.4	3680	12.5	5.2E+08	5.4E+08	5.3E+05	○	66
1-11	0.24	160	1.4	3700	12.8	5.2E+08	5.1E+08	5.4E+05	○	72
1-12	0.24	160	1.4	3700	12.9	5.2E+08	5.1E+08	5.6E+05	○	72
1-13	0.23	153	1.4	3680	13.0	5.3E+08	5.1E+08	5.5E+05	○	72
*1-14	0.24	160	1.4	3690	13.0	5.2E+08	1.0E+08	5.7E+05	x	55
1-15	0.24	160	1.4	3700	12.7	5.2E+08	5.4E+08	5.7E+05	○	72
1-16	0.23	153	1.3	3670	12.7	5.3E+08	5.5E+08	5.4E+05	○	72
*1-17	0.23	153	1.3	2900	13.3	5.4E+08	5.6E+08	5.6E+05	○	72
*1-18	0.22	147	1.3	3710	12.6	5.4E+08	9.7E+07	1.2E+07	○	8
1-19	0.24	160	1.4	3700	12.6	5.3E+08	5.4E+08	3.2E+06	○	72
1-20	0.24	160	1.4	3700	12.6	5.2E+08	5.3E+08	2.6E+05	○	73
1-21	0.24	160	1.3	3690	12.6	5.2E+08	5.3E+08	8.6E+04	○	75
1-22	0.25	167	1.4	3680	12.6	5.1E+08	5.2E+08	5.3E+04	○	76
*1-23	0.26	173	1.4	3670	13.2	5.0E+07	5.1E+07	1.6E+04	○	77
*1-24	0.27	180	1.4	3690	13.2	4.0E+08	1.5E+08	5.6E+05	○	36
1-25	0.24	160	1.4	3700	12.6	5.2E+08	5.4E+08	5.4E+05	○	72
1-26	0.23	153	1.3	3680	12.6	5.2E+08	5.4E+08	5.5E+05	○	73
*1-27	0.22	147	1.3	2900	12.5	5.6E+08	5.7E+08	5.6E+05	○	74
1-28	0.24	160	1.4	3720	12.6	5.0E+08	5.1E+08	5.4E+05	○	60
1-29	0.24	160	1.4	3710	12.6	5.2E+08	5.4E+08	5.6E+05	○	71
1-30	0.24	160	1.4	3680	12.6	5.2E+08	5.4E+08	5.5E+05	○	73
1-31	0.27	180	1.4	3610	12.6	5.1E+08	5.3E+08	5.7E+05	○	74
*1-32	0.25	125	0.6	3400	14.0	5.1E+08	1.0E+08	5.4E+05	○	5
1-33	0.26	173	1.4	3710	12.5	5.2E+08	5.4E+08	5.5E+05	○	72
1-34	0.26	173	1.4	3710	12.5	5.2E+08	5.4E+08	5.6E+05	○	72
1-35	0.26	173	1.4	3710	12.5	5.2E+08	5.4E+08	5.6E+05	○	72
*1-36	0.35	175	1.6	4100	14.0	5.0E+08	5.0E+08	5.0E+05	x	40

*記號表示本發明之範圍外之試料。

**係當將表示正方晶系之(004)面之繞射強度設為 I_{xt} 、將表示立方晶系之(004)面之繞射強度設為 I_{xc} 時之 I_{xt}/I_{xc}

· I_{xt}/I_{xc} 比為大於 1 之值係於表示正方晶系之(004)面之繞射強度大於表示立方晶系之(004)面之繞射強度之情況。

· I_{xt}/I_{xc} 比為小於 1 之值係於表示正方晶系之(004)面之繞射強度小於表示立方晶系之(004)面之繞射強度之情況。

***係○為滿足 X7R 之情況，x 為不滿足 X7R 之情況

#係絕緣電阻以於尾數部與指數部之間加入 E 之指數記法進行表示。

由表 1~3 之結果顯然可知，本發明之試料 No. 1-4~7、9~13、15、16、19~22、25、26、28~31 以及 33~35 中，為介電常數為 3600 以上，介電損失為 13%以下，介電常數之溫度變化滿足 EIA 標準之 X7R 特性者，可獲得將對每單位厚度(1 μm)所施加之直流電壓之值設為 3.15 V/ μm 及 12.5 V/ μm 時之絕緣電阻之降低少，絕緣電阻之電壓依賴性更小之介電陶瓷。表 3 中，以於尾數部與指數部之間加入 E 之指數記法進行表示，例如所謂「5.2E+08」意思是 5.2×10^8 (下述表 6 亦相同)。又，於高溫負載試驗中之壽命特性於 170°C、15 V/ μm 之條件下為 60 小時以上。

又，將鈦酸鋇作為主成分，相對於 100 莫耳構成上述鈦酸鋇之鋇，含有以 V_2O_5 換算為 0.05~0.3 莫耳之釩、以 MnO 換算為 0~0.5 莫耳之錳、以 RE_2O_3 換算為 0.5~1.5 莫耳之選自釷、鐳、鈦以及鉕中之稀土類元素，且以 Yb_2O_3 換算為 0 莫耳之鐿、以 MgO 換算為 0 莫耳之鎂的試料 No. 1-4~7、9、10、15、16、19~22、25、26、28~31 以及 33~35 中，可獲得如下高絕緣性之介電陶瓷，即，可使介電損失為 12.7%以下，且於對介電層之每單位厚度(1 μm)所施加之直流電壓為 3.15 V/ μm 與 12.5 V/ μm 之間絕緣電阻呈增加傾向(正之變化)。

又，將鈦酸鋇作為主成分，相對於 100 莫耳構成上述鈦酸鋇之鋇，含有以 V_2O_5 換算為 0.05~0.3 莫耳之釩、以 RE_2O_3 換算為 0.5~1.5 莫耳之選自釷、鐳、鈦及鉕中之稀土類元素，且

以 Yb_2O_3 換算為 0 莫耳之鎳、以 MgO 換算為 0 莫耳之鎂以及以 MnO 換算為 0 莫耳之錳的試料 No. 1-4~7、9、10、15、16、19~22、25、26、28~31 以及 33~35 中，可進一步減少介電損失。

又，相對於 100 莫耳構成鈦酸鋇之鋇，僅以於本發明中所規定之量含有鈳、稀土類元素、鎂以及錳，且以 Yb_2O_3 換算為 0 莫耳之鎳、以 Tb_4O_7 換算為 0.05~0.3 莫耳之鈷之試料 No. 1-4~7、9~13、15、16、19~22、25、26、29~30 以及 33~35 中，相較於不含鈷之試料 No. 28，而可提高介電陶瓷之絕緣電阻，當將上述介電陶瓷用作積層陶瓷電容器之介電層時，於高溫負載試驗中之壽命特性進一步提高。

相對於此，本發明之範圍外之試料中，會出現如下情況：介電常數低於 3600，或介電損失大於 13%，或介電常數之溫度變化不滿足 EIA 標準之 X7R 特性，或者將對每單位厚度 ($1\ \mu\text{m}$) 所施加之直流電壓之值設為 $12.5\ \text{V}/\mu\text{m}$ 而進行測定時，絕緣電阻低於 $10^8\ \Omega$ ，或高溫負載試驗之壽命特性為 8 小時以下。

[實施例 2]

於如實施例 1 所示之作為本發明之試料之各組成中，進一步添加以 Yb_2O_3 換算為 0.35 莫耳之鎳，以與實施例 1 相同之方法製作試料而進行評價(試料 No. 2-1~24)。

又，相對於實施例 1 之試料 No. 1-6，添加以 Yb_2O_3 換算為 0~0.9 莫耳之鎳，將煅燒溫度設為 1135°C 且以與實施例 1 相同

之方法製作試料而進行評價(試料 No. 2-25~31)。

分別將調配組成與煅燒溫度示於表 4、燒結體中之各元素以
氧化物換算之組成示於表 5、特性之結果示於表 6。

[表 4]

試料 No.	BT 粉末		BCT 粉末		MgO	MnCO ₃	V ₂ O ₅	第 1 稀土 類元素		第 2 稀土類 元素(Tb ₄ O ₇)	第 3 稀土類 元素(Yb ₂ O ₃)	煅燒 溫度 ℃
	—	平均 粒徑	—	平均 粒徑				種類	莫耳			
	莫耳	μm	莫耳	μm								
2-1	65	0.15	35	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-2	70	0.15	30	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-3	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-4	80	0.15	20	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-5	75	0.13	25	0.13	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-6	75	0.17	25	0.17	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-7	75	0.15	25	0.15	0.02	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-8	75	0.15	25	0.15	0.05	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-9	75	0.15	25	0.15	0.1	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-10	75	0.15	25	0.15	0	0.2	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-11	75	0.15	25	0.15	0	0.5	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-12	75	0.15	25	0.15	0	0	0.05	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-13	75	0.15	25	0.15	0	0	0.15	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-14	75	0.15	25	0.15	0	0	0.2	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-15	75	0.15	25	0.15	0	0	0.3	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-16	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	0.5	0.2	0.35	1115
2-17	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1.5	0.2	0.35	1115
2-18	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0	0.35	1115
2-19	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.1	0.35	1115
2-20	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.3	0.35	1115
2-21	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.4	0.35	1115
2-22	70	0.15	30	0.15	0	0	0.1	Dy ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-23	70	0.15	30	0.15	0	0	0.1	Ho ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-24	70	0.15	30	0.15	0	0	0.1	Er ₂ O ₃	1	0.2	0.35	1115
2-25	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0	1135
2-26	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.2	1135
2-27	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.3	1135
2-28	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.5	1135
2-29	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.6	1135
2-30	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.7	1135
2-31	75	0.15	25	0.15	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.9	1135

[表 5]

試料 No.	b/(a+b) **	MgO	MnO	V ₂ O ₅	第 1 稀土 類元素		第 2 稀土類元素 (Tb ₂ O ₇)	第 3 稀土類元素 (Yb ₂ O ₃)
	—	莫耳	莫耳	莫耳	種類	莫耳	莫耳	莫耳
2-1	0.7	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-2	0.6	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-3	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-4	0.4	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-5	0.55	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-6	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-7	0.5	0.02	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-8	0.5	0.05	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-9	0.5	0.1	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-10	0.5	0	0.2	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-11	0.5	0	0.5	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-12	0.5	0	0	0.05	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-13	0.5	0	0	0.15	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-14	0.5	0	0	0.2	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-15	0.5	0	0	0.3	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-16	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	0.5	0.2	0.35
2-17	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1.5	0.2	0.35
2-18	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0	0.35
2-19	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.1	0.35
2-20	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.3	0.35
2-21	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.4	0.35
2-22	0.6	0	0	0.1	Dy ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-23	0.6	0	0	0.1	Ho ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-24	0.6	0	0	0.1	Er ₂ O ₃	1	0.2	0.35
2-25	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0
2-26	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.2
2-27	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.3
2-28	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.5
2-29	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.6
2-30	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.7
2-31	0.5	0	0	0.1	Y ₂ O ₃	1	0.2	0.9

**係當將構成第 1 結晶群之晶粒之面積設為 a、

將構成第 2 結晶群之晶粒之面積設為 b 時之面積比

[表 6]

試料 No.	晶粒之平均粒徑 M μ	晶粒成長率 %	X射線繞射圖之強度比較**	介電常數 (25°C)	介電損失 (25°C) %	絕緣電阻##			介電常數之溫度特性 X7R***	於高溫負載試驗中之壽命特性 (170°C · 30 V) 小時
						(3.15V/ μ m) Ω (25°C)	(12.5V/ μ m) Ω (25°C)	(12.5V/ μ m) Ω (125°C)		
2-1	0.28	187	1.4	3730	12.6	5.2E+08	5.4E+08	2.8E+07	○	71
2-2	0.26	173	1.4	3720	12.5	5.2E+08	5.4E+08	2.6E+07	○	71
2-3	0.24	160	1.4	3700	12.5	5.2E+08	5.4E+08	3.1E+07	○	71
2-4	0.21	140	1.4	3670	12.3	5.2E+08	5.4E+08	2.7E+07	○	71
2-5	0.27	208	1.5	3780	12.6	5.2E+08	5.4E+08	2.9E+07	○	73
2-6	0.25	147	1.4	3680	12.5	5.2E+08	5.4E+08	3.0E+07	○	65
2-7	0.24	160	1.4	3700	12.8	5.2E+08	5.1E+08	2.4E+07	○	71
2-8	0.24	160	1.4	3700	12.9	5.2E+08	5.1E+08	2.9E+07	○	71
2-9	0.23	153	1.4	3680	13.0	5.3E+08	5.1E+08	2.5E+07	○	72
2-10	0.24	160	1.4	3700	12.7	5.2E+08	5.4E+08	2.7E+07	○	71
2-11	0.23	153	1.3	3670	12.7	5.3E+08	5.5E+08	2.8E+07	○	71
2-12	0.24	160	1.4	3700	12.6	5.3E+08	5.4E+08	3.1E+07	○	71
2-13	0.24	160	1.4	3700	12.6	5.2E+08	5.3E+08	1.2E+07	○	72
2-14	0.24	160	1.3	3690	12.6	5.2E+08	5.3E+08	9.2E+06	○	74
2-15	0.25	167	1.4	3680	12.6	5.1E+08	5.2E+08	6.1E+06	○	75
2-16	0.24	160	1.4	3700	12.6	5.2E+08	5.4E+08	2.6E+07	○	71
2-17	0.23	153	1.3	3680	12.6	5.2E+08	5.4E+08	2.9E+07	○	72
2-18	0.24	160	1.4	3720	12.6	5.0E+08	5.1E+08	2.7E+07	○	59
2-19	0.24	160	1.4	3710	12.6	5.2E+08	5.4E+08	2.5E+07	○	70
2-20	0.24	160	1.4	3680	12.6	5.2E+08	5.4E+08	2.4E+07	○	72
2-21	0.27	180	1.4	3610	12.6	5.1E+08	5.3E+08	2.7E+07	○	73
2-22	0.26	173	1.4	3710	12.5	5.2E+08	5.4E+08	2.8E+07	○	71
2-23	0.26	173	1.4	3710	12.5	5.2E+08	5.4E+08	2.9E+07	○	71
2-24	0.26	173	1.4	3710	12.5	5.2E+08	5.4E+08	2.7E+07	○	71
2-25	0.27	180	1.7	4000	13.0	5.2E+08	5.4E+08	6.1E+05	○	71
2-26	0.25	167	1.7	3800	12.9	5.2E+08	5.4E+08	4.6E+06	○	68
2-27	0.25	167	1.6	3770	12.8	5.2E+08	5.4E+08	2.1E+07	○	67
2-28	0.24	160	1.6	3750	12.8	5.2E+08	5.4E+08	4.5E+07	○	63
2-29	0.23	153	1.6	3720	12.8	5.2E+08	5.4E+08	5.1E+07	○	60
2-30	0.23	153	1.6	3710	12.8	5.2E+08	5.4E+08	5.8E+07	○	45
2-31	0.22	147	1.6	3690	13.0	5.2E+08	5.4E+08	6.3E+07	○	32

**係當將表示正方晶系之(004)面之繞射強度設為 I_{xt} 、將表示立方晶系之(004)面之繞射強度設為 I_{xc} 時之 I_{xt}/I_{xc}

· I_{xt}/I_{xc} 比為大於 1 之值係於表示正方晶系之(004)面之繞射強度大於表示立方晶系之(004)面之繞射強度之情況。

· I_{xt}/I_{xc} 比為小於 1 之值係於表示正方晶系之(004)面之繞射強度小於表示立方晶系之(004)面之繞射強度之情況。

***係○為滿足 X7R 之情況，x 為不滿足 X7R 之情況

##係絕緣電阻以於尾數部與指數部之間加入 E 之指數記法而表示。

由表 4~6 之結果顯然可知，於如實施例 1 所示之作為本發明之試料之各組成中，進一步含有以 Yb_2O_3 換算為 0.35 莫耳之鏡之試料 No. 2-1~24 中，任一組成亦獲得與不含鏡之組成之試料同等之特性。

又，對於實施例 1 之試料 No. 1-6，進一步添加以 Yb_2O_3 換算為 0~0.9 莫耳之鏡，且以 1135°C 之溫度煅燒而製作之試料 No. 2-25~31 中，含有以 Yb_2O_3 換算為 0.3~0.7 莫耳之鏡之試料 No. 2-27~30 與試料 No. 1-6 之介電常數之差較小為 100 以下，且相較於鏡之含量為 0.2 莫耳以下之試料(試料 No. 2-25、26)，煅燒溫度相對於介電常數之變化小。又，相較於含有以 Yb_2O_3 換算為 0.9 莫耳之鏡之試料 No. 2-31，於高溫負載試驗中之壽命特性較高為 45 小時以上。再者，於含有以 Yb_2O_3 換算為 0.3~0.7 莫耳之鏡之試料中，於 125°C 下之絕緣電阻為 $2.1 \times 10^7 \Omega$ 以上。

【圖式簡單說明】

圖 1 係表示本發明之介電陶瓷的微結構之剖面模式圖。

圖 2(a)係表示於實施例中屬於本發明之介電陶瓷之試料 No. 4 之 X 射線繞射圖者，圖 2(b)係於實施例中屬於比較例之介電陶瓷之試料 No. 32 之 X 射線繞射圖。

圖 3 係表示本發明之積層陶瓷電容器之一例之剖面模式圖。

【主要元件符號說明】

1 晶粒

- 1a 第 1 結晶群之晶粒
- 1b 第 2 結晶群之晶粒
- 2 晶界相
- 4 外部電極
- 5 介電層
- 7 內部電極層
- 10 電容器本體
- 10A 積層體

七、申請專利範圍：

1. 一種介電陶瓷，係以鈦酸鋇作為主成分，

相對於 100 莫耳構成該鈦酸鋇之鋇，

含有以 V_2O_5 換算為 0.05~0.3 莫耳之釩、

以 MgO 換算為 0~0.1 莫耳之鎂、

以 MnO 換算為 0~0.5 莫耳之錳、

以 RE_2O_3 換算為 0.5~1.5 莫耳之選自釷、鐳、鈦以及鉕中之

1 種稀土類元素(RE)，

進一步含有鈣，

同時作為晶粒，具有：

第 1 結晶群，其由以上述鈦酸鋇作為主體、上述鈣濃度為 0.2 原子%以下之晶粒所組成；以及

第 2 結晶群，其由以上述鈦酸鋇作為主體、上述鈣濃度為 0.4 原子%以上之晶粒所組成；

其特徵在於：於該介電陶瓷之 X 射線繞射圖中，表示正方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度大於表示立方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度，

且當將自上述介電陶瓷之研磨面所觀察之構成上述第 1 結晶群之晶粒之面積設為 a、將構成上述第 2 結晶群之晶粒之面積設為 b 時， $b/(a+b)$ 為 0.4~0.7，

同時，構成上述第 1 結晶群之晶粒以及構成上述第 2 結晶群之晶粒之平均粒徑為 0.21~0.28 μm 。

2. 如申請專利範圍第 1 項之介電陶瓷，其中，上述鎂以 MgO 換算為 0 莫耳。
3. 如申請專利範圍第 2 項之介電陶瓷，其中，上述錳以 MnO 換算為 0 莫耳。
4. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之介電陶瓷，其中，相對於 100 莫耳構成上述鈦酸鋇之鋇，進一步含有以 Tb_4O_7 換算為 0.3 莫耳以下之鈹。
- 5. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之介電陶瓷，其中，相對於 100 莫耳構成上述鈦酸鋇之鋇，進一步含有以 Yb_2O_3 換算為 0.3~0.7 莫耳之鈹。
6. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之介電陶瓷，其中，當將表示上述正方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度設為 I_{xt} 、將表示上述立方晶系鈦酸鋇之(004)面之繞射強度設為 I_{xc} 時， I_{xt}/I_{xc} 比為 1.4 以上。
- 7. 一種積層陶瓷電容器，其特徵在於：其由積層體與外部電極而構成，上述積層體係將由申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之介電陶瓷所組成之介電層與內部電極層交替積層而成，上述外部電極係設置於該積層體之兩端面上且連接於上述內部電極層。

八、圖式：

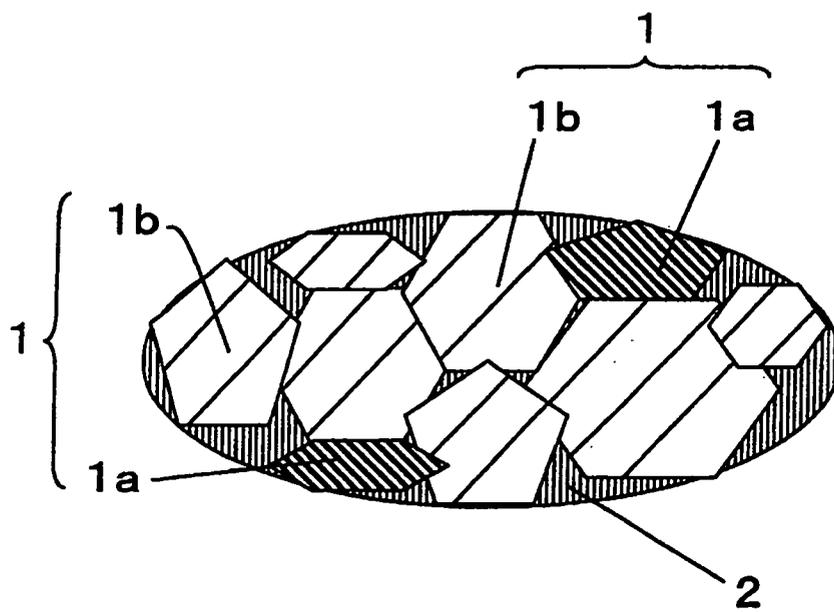


圖1

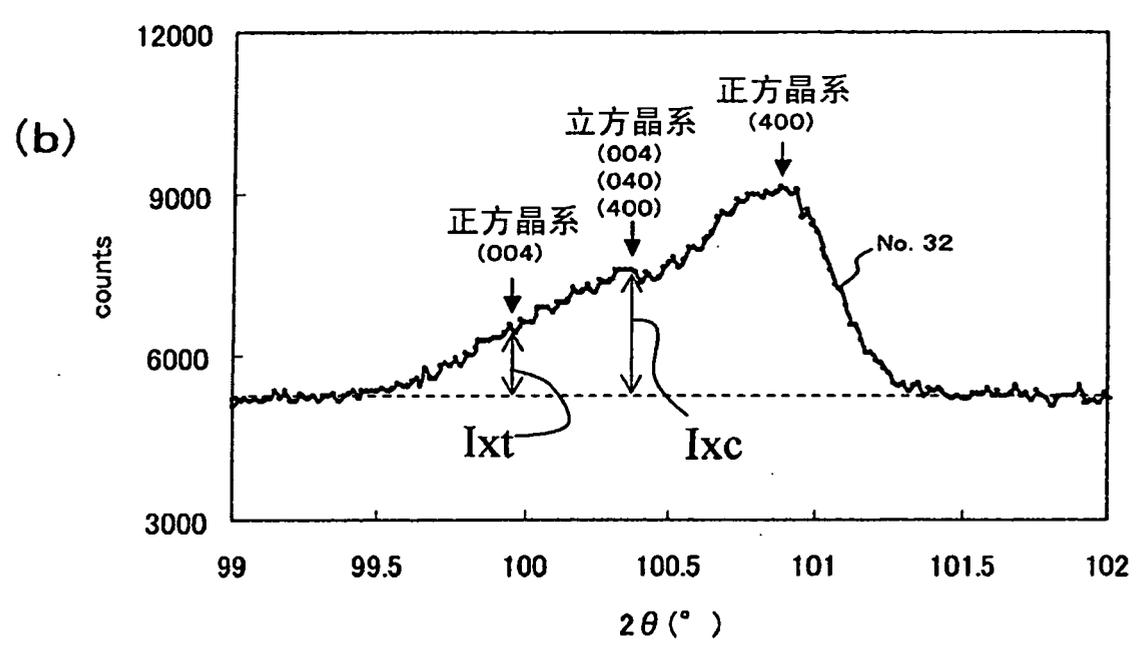
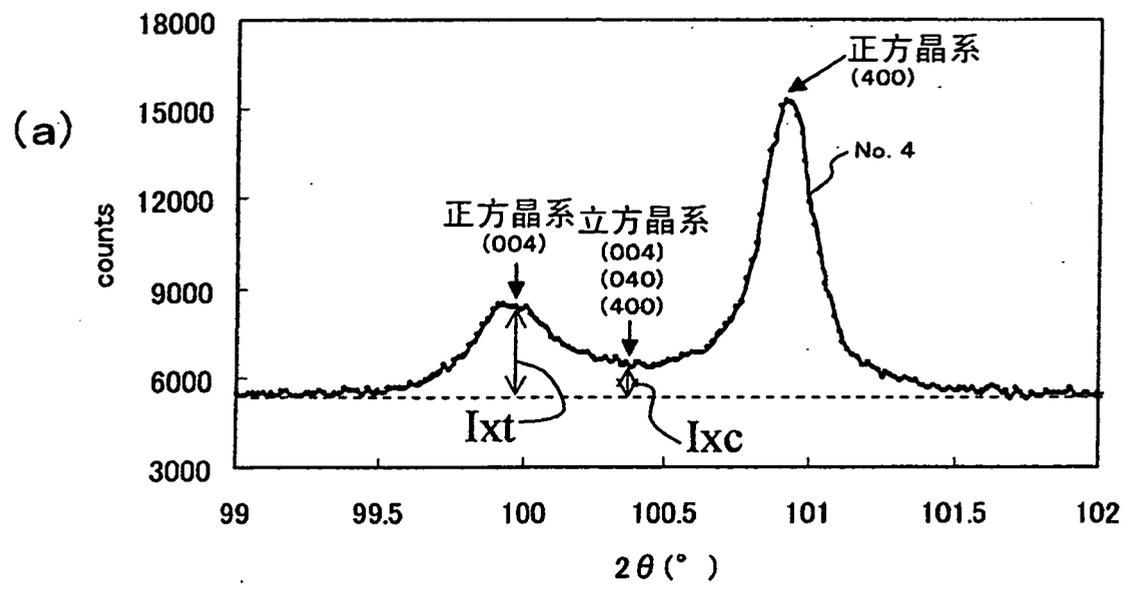


圖2

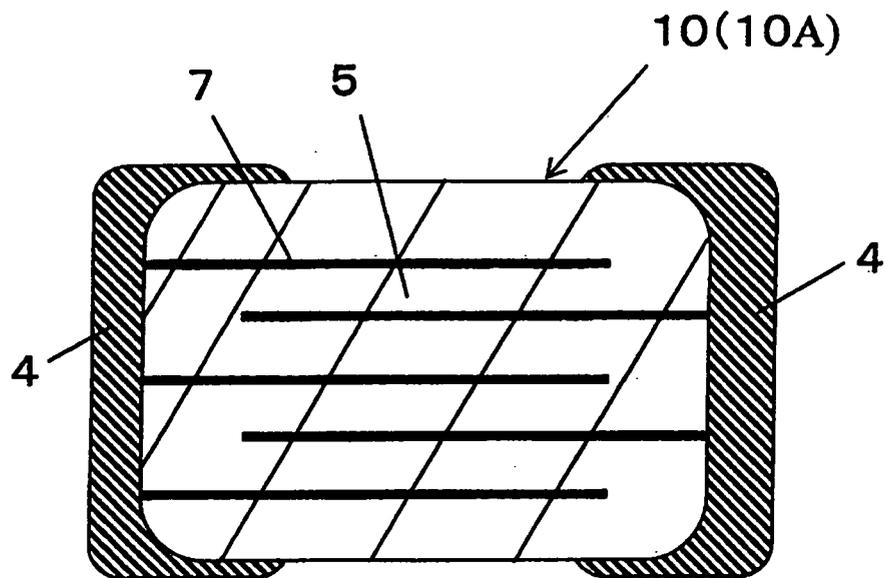


圖3