

(21)申請案號：103105473

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 19 日

(51)Int. Cl. : H01L41/08 (2006.01)

H01L41/22 (2013.01)

(30)優先權：2013/03/29 日本

2013-073150

(71)申請人：三菱綜合材料股份有限公司(日本) MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION
(JP)

日本

(72)發明人：土井利浩 DOI, TOSHIHIRO (JP)；桜井英章 SAKURAI, HIDEAKI (JP)；曾山信幸 SOYAMA, NOBUYUKI (JP)；野口毅 NOGUCHI, TAKASHI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：4 共 34 頁

(54)名稱

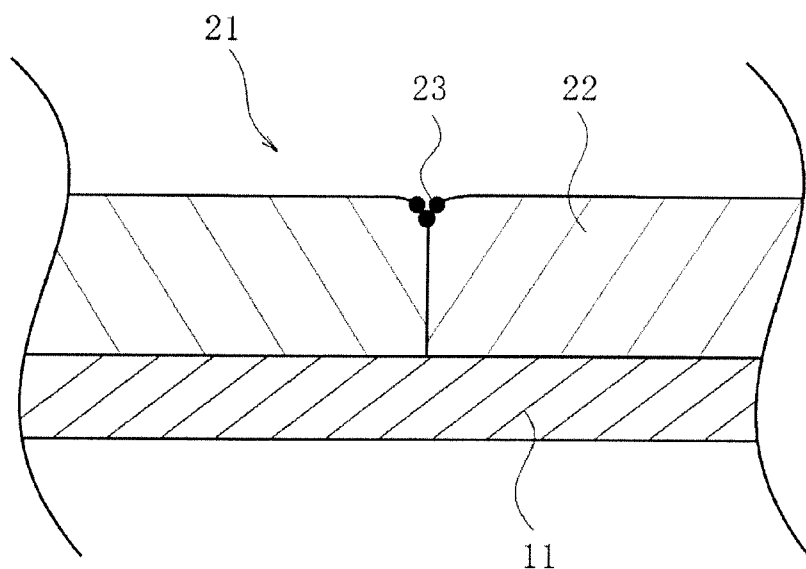
P Z T 系強介電體薄膜及其形成方法

PZT-BASED FERROELECTRIC THIN FILM AND METHOD OF FORMING THE SAME

(57)摘要

在具有下部電極的基板之該下部電極上，將 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物進行 1 次或 2 次以上塗布並煅燒之後，進行燒結使結晶化而形成的 PZT 系強介電體薄膜；其特徵為：由從薄膜表面測定時之平均粒徑在 500~3000nm 範圍的 PZT 系粒子來構成薄膜；薄膜表面中在晶界之一部分或全部，有和上述 PZT 系粒子為異質的平均粒徑在 20nm 以下的微粒子被析出。

圖 1



11：下部電極

21：PZT 系強誘電體
薄膜

22：PZT 系粒子

23：微粒子

(21)申請案號：103105473

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 19 日

(51)Int. Cl. : H01L41/08 (2006.01)

H01L41/22 (2013.01)

(30)優先權：2013/03/29 日本

2013-073150

(71)申請人：三菱綜合材料股份有限公司(日本) MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION
(JP)

日本

(72)發明人：土井利浩 DOI, TOSHIHIRO (JP)；桜井英章 SAKURAI, HIDEAKI (JP)；曾山信幸 SOYAMA, NOBUYUKI (JP)；野口毅 NOGUCHI, TAKASHI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：4 共 34 頁

(54)名稱

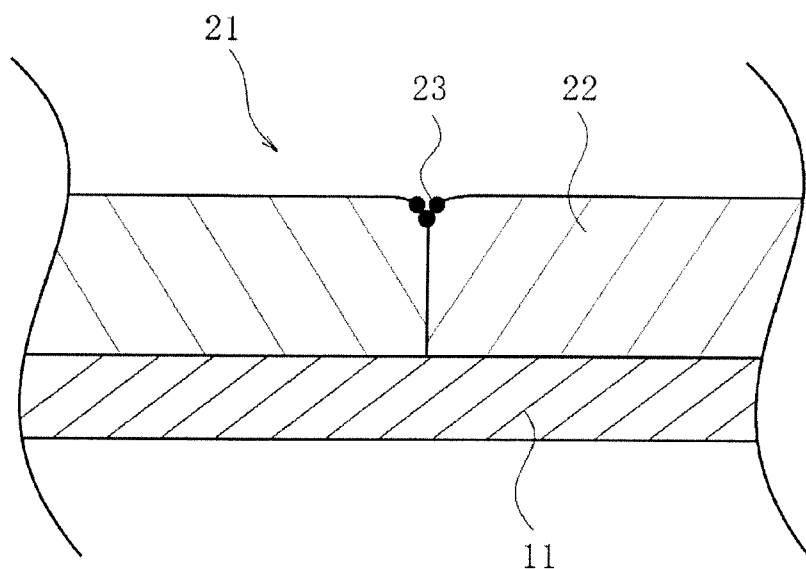
P Z T 系強介電體薄膜及其形成方法

PZT-BASED FERROELECTRIC THIN FILM AND METHOD OF FORMING THE SAME

(57)摘要

在具有下部電極的基板之該下部電極上，將 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物進行 1 次或 2 次以上塗布並煅燒之後，進行燒結使結晶化而形成的 PZT 系強介電體薄膜；其特徵為：由從薄膜表面測定時之平均粒徑在 500~3000nm 範圍的 PZT 系粒子來構成薄膜；薄膜表面中在晶界之一部分或全部，有和上述 PZT 系粒子為異質的平均粒徑在 20nm 以下的微粒子被析出。

圖 1



11：下部電極

21：PZT 系強誘電體
薄膜

22：PZT 系粒子

23：微粒子

發明摘要

※申請案號：103105473

※申請日：103 年 02 月 19 日

※IPC 分類：

H01L 41/08 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

H01L 41/22 (2013.01)

PZT 系強介電體薄膜及其形成方法

PZT-based ferroelectric thin film and method of forming the same

【中文】

在具有下部電極的基板之該下部電極上，將 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物進行 1 次或 2 次以上塗布並煅燒之後，進行燒結使結晶化而形成的 PZT 系強介電體薄膜；其特徵為：由從薄膜表面測定時之平均粒徑在 500～3000nm 範圍的 PZT 系粒子來構成薄膜；薄膜表面中在晶界之一部分或全部，有和上述 PZT 系粒子為異質的平均粒徑在 20nm 以下的微粒子被析出。

【英文】

A PZT-based ferroelectric thin film is formed by coating a PZT-based ferroelectric thin film-forming composition on a lower electrode of a substrate one or two or more times, pre-baking the composition, and baking the composition to be crystallized, and this thin film includes PZT-based particles having an average particle size in a range of 500 nm to 3000 nm when measured on a surface of the thin film, in which heterogeneous fine particles having an average particle size of 20 nm or less, which are different from the PZT-based particles, are precipitated on a part or all of the grain boundaries on the surface of the thin film.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

11：下部電極

21：PZT系強誘電體薄膜

22：PZT系粒子

23：微粒子

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

PZT 系強介電體薄膜及其形成方法

PZT-based ferroelectric thin film and method of forming the same

【技術領域】

[0001] 本發明關於薄膜電容器之介電體層等使用的 PZT 系強介電體薄膜及其形成方法。更詳言之為，關於具有良好電氣特性及壽命特性的 PZT 系強介電體薄膜，而且量產性亦佳的 PZT 系強介電體薄膜及其形成方法。

本申請案主張 2013 年 3 月 29 日申請的日本專利申請第 2013-73150 號之優先權，亦援用其內容。

【先前技術】

[0002] 以凝膠法形成強介電體薄膜時，凝膠法通常經歷煅燒或燒結之高溫製程，因此增多 1 次塗布量以獲得更厚之膜時，於燒結等之時膜中產生的拉伸應力會增大，導致形成後之膜產生裂痕等問題。

[0003] 形成後之膜產生裂痕時會減低強介電體薄膜之電氣特性等，因此，習知上凝膠法中 1 次塗布可形成的膜之厚度以 100nm 左右為限界，欲形成具厚度之強介電體薄膜時，係採用重複進行複數次組成物之塗布或燒結等方法。但是，該方法會降低生產效率，提高製造成本。因

此，針對材料面之改良，亦即不產生裂痕，且可增厚 1 次塗布所形成膜厚之原料溶液之研究或開發被進行著。

[0004] 又，以凝膠法形成強介電體薄膜時之課題之一有薄膜之長壽命化。例如 T. Noguchi, et.al. Key. Eng. Mater. In press (2013) “Influence of Film Texture on Reliability of Sol-gel Derived PZT Thin-film Capacitors”揭示，藉由將添加有特異的有機摻雜劑之凝膠液予以層合，來成長結晶粒而可以作成 PZT 強介電體薄膜，則所獲得的薄膜比起習知以小粒子形成的薄膜具有長壽命。特開 2012-9800 號公報（請求項 1、段落[0012]）揭示，著眼於強介電體薄膜之膜組織，控制薄膜之微細組織取得其構造，而可以提升壽命可靠性的強介電體薄膜。該特開 2012-9800 號公報揭示的強介電體薄膜，係於 PZT 系之複合金屬氧化物 A，以特定之莫耳比混合 Bi（鉍）或 Si（矽）等之金屬氧化物 B 來獲得混合複合金屬氧化物之形態，將 2~23 層之燒結層予以層合而構成，燒結層之厚度 t 為 45~500nm，燒結層中存在的結晶粒之一定方向最大徑之平均 x 為 200~5000nm，燒結層之任一均滿足 $1.5t < x < 23t$ 之關係而構成。於該特開 2012-9800 號公報揭示的強介電體薄膜，各燒結層中存在的結晶粒之粒徑，相較於以習知 CSD 法製作的薄膜中所存在的結晶粒之粒徑係更大，而且將複數燒結層層合而於膜內導入界面，結果，可以提升薄膜電容器等之壽命可靠性。

【發明內容】

〔發明所欲解決的課題〕

[0005] 但是，上述特開 2012-9800 號公報揭示的強介電體薄膜，因為在膜內導入可以提升壽命可靠性之界面，燒結層必須設為複數燒結層，製造步驟變為極繁雜。又，於上述“*Influence of Film Texture on Reliability of Sol-gel Derived PZT Thin-film Capacitors*”等，為獲得特定膜厚之強介電體薄膜，防止成膜後之裂痕產生，需要減少 1 次平均之塗布量，複數次之塗布步驟等成為必要，因此特別是在量產性等之面被要求更進一步改良。

[0006] 本發明目的在於提供，裂痕之產生較少，具有緻密的膜構造，電氣特性及壽命特性良好的 PZT 系強介電體薄膜，而且即使增多 1 次平均之塗布量時裂痕之產生亦較少，亦具有量產性優勢的 PZT 系強介電體薄膜及其形成方法。

〔解決課題之手段〕

[0007] 本發明第 1 觀點，係在具有下部電極的基板之該下部電極上，將 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物進行 1 次或 2 次以上塗布並煅燒之後，進行燒結使結晶化而形成的 PZT 系強介電體薄膜；其特徵為：由從薄膜表面測定時之平均粒徑在 500~3000nm 範圍的 PZT 系粒子來構成薄膜；在薄膜表面中之晶界之一部分或全部，有和上述 PZT 系粒子為異質的平均粒徑在 20nm 以下的微粒子被

析出。

[0008] 本發明第 2 觀點，係依據第 1 觀點的發明，進一步較好是每 1 次塗布之薄膜之厚度在 100~400nm 之範圍。

[0009] 本發明第 3 觀點，係依據第 1 或第 2 觀點的發明，進一步較好是薄膜之總厚度在 100~5000nm 之範圍。

[0010] 本發明第 4 觀點，係在具有下部電極的基板之該下部電極上，將含 PZT 前驅物的 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物進行 1 次或 2 次以上塗布並煅燒之後，進行燒結使結晶化，而於上述下部電極上形成 PZT 系強介電體薄膜的方法；其特徵為：相對於該組成物中包含的 Ti（鈦）及 Zr（鋯）之合計 100 莫耳，上述組成物含有 105~115 莫耳之 Pb（鉛）；相對於上述 PZT 前驅物 1 莫耳，上述組成物含有以單體換算為 0.15~0.50 莫耳之高分子化合物。

[0011] 本發明第 5 觀點，係依據第 4 觀點的發明，進一步較好是將組成物之每 1 次之塗布量，以使每 1 次塗布之薄膜之厚度成為 100~400nm 之範圍的方式予以設定。

[0012] 本發明第 6 觀點，係依據第 4 或第 5 觀點的發明，進一步較好是藉由進行 1 次或 2 次以上塗布組成物，來獲得總厚度在 100~5000nm 之範圍的 PZT 系強介電體薄膜。

[0013] 本發明第 7 之觀點的複合電子零件，係具有第 1~3 觀點之 PZT 系強介電體薄膜或藉由第 4~6 觀點之方法所形成的 PZT 系強介電體薄膜的薄膜電容器、電容器、IPD、DRAM 記憶體用電容器、層合電容器、電晶體之閘極絕緣體、非揮發性記憶體、焦電型紅外線檢測元件、壓電元件、光電元件、致動器、共振器、超音波馬達、電氣開關、光學開關或 LC 雜訊濾波器元件之複合電子零件。

〔發明之效果〕

[0014] 本發明第 1 觀點之 PZT 系強介電體薄膜，係在具有下部電極的基板之該下部電極上，將 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物進行 1 次或 2 次以上塗布並煅燒之後，進行燒結使結晶化而形成的 PZT 系強介電體薄膜；係由從薄膜表面測定時之平均粒徑在 500~3000nm 範圍的 PZT 系粒子來構成薄膜；薄膜表面中在晶界之一部分或全部，有和上述 PZT 系粒子為異質的平均粒徑在 20nm 以下的微粒子被析出。如此則，於本發明之 PZT 系強介電體薄膜，裂痕之產生極少，具有緻密的膜構造，因此電氣特性及壽命可靠性良好。又，藉由相對介電常數之提升，可以提升薄膜電容器之容量密度。

[0015] 本發明第 2 觀點之 PZT 系強介電體薄膜，每 1 次塗布之薄膜之厚度係在 100~400nm 之範圍。如此則，於薄膜表面中晶界之一部分或全部，可以析出和上述 PZT

系粒子為異質的平均粒徑在 20nm 以下的微粒子。又，如上述說明，1 次塗布可獲得數百 nm 以上之膜厚，因此亦具有量產性優勢。

[0016] 本發明第 3 觀點之 PZT 系強介電體薄膜中，薄膜之總厚度在 100~5000nm 之範圍。和藉由習知凝膠法獲得的 PZT 系強介電體薄膜比較，雖然該薄膜之塗布次數等之製造步驟數少，但是具有良好的電氣特性及壽命可靠性，而且為具有較厚之膜，因此具有極佳之量產性優勢。

[0017] 於本發明第 4 觀點之 PZT 系強介電體薄膜的形成方法，係在具有下部電極的基板之該下部電極上，將含 PZT 前驅物的 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物進行 1 次或 2 次以上塗布並煅燒之後，進行燒結使結晶化，而於上述下部電極上形成 PZT 系強介電體薄膜的方法；相對於該組成物中包含的 Ti 及 Zr 之合計 100 莫耳，上述組成物含有 105~115 莫耳之 Pb（鉛）；相對於上述 PZT 前驅物 1 莫耳，上述組成物含有以單體換算為 0.15~0.50 莫耳之高分子化合物。如此則可以形成裂痕之產生較少，具有緻密的膜構造，電氣特性良好的 PZT 系強介電體薄膜，而且能實現大幅之長壽命化的 PZT 系強介電體薄膜。

[0018] 本發明第 5 觀點之 PZT 系強介電體薄膜的形成方法中，組成物之 1 次平均之塗布量，係以每 1 次塗布之薄膜之厚度在 100~400nm 之範圍的方式予以設定。如此則，在薄膜表面中晶界之一部分或全部可以析出和上述

PZT 系粒子為異質的平均粒徑在 20nm 以下的微粒子。可以高的生產效率形成上述 PZT 系強介電體薄膜。

[0019] 本發明第 6 觀點之 PZT 系強介電體薄膜的形成方法中，藉由進行 1 次或 2 次以上塗布組成物，可以獲得總厚度在 100~5000nm 之範圍的 PZT 系強介電體薄膜。和藉由習知凝膠法的 PZT 系強介電體薄膜的形成方法比較，依據本發明形成方法可以較少塗布次數，形成具有良好的電氣特性及壽命可靠性，而且比較厚的膜，因此可以大幅提升生產效率。

[0020] 本發明第 7 之觀點之薄膜電容器等，因為具備裂痕之產生極少、而且具有緻密的膜構造之上述本發明之 PZT 系強介電體薄膜或以上述本發明方法所形成的 PZT 系強介電體薄膜，因此電氣特性或壽命可靠性良好，而且具良好量產性。

【圖式簡單說明】

[0021]

圖 1 為本發明實施形態之 PZT 系強介電體薄膜之剖面模式圖。

圖 2 為以 SEM (Scanning Electron Microscope，掃描型電子顯微鏡) 觀察實施例 1-1 獲得的 PZT 系強介電體薄膜之表面時之照片。

圖 3 為以 SEM 觀察比較例 1-2 獲得的 PZT 系強介電體薄膜之表面時之照片。

圖 4 為本發明實施形態之薄膜形成時之高溫製程中溫度輪廓線之一例之圖。

【實施方式】

較佳實施態樣

[0022] 接著，依據圖面說明實施本發明之形態。

[0023] 如圖 1 所示，本實施形態之 PZT 系強介電體薄膜，係於具有下部電極 11 的基板之該下部電極 11 上，將 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物進行 1 次或 2 次以上塗布並煅燒之後，進行燒結使結晶化而形成的 PZT 系強介電體薄膜 21 之改良。其特徵構成爲，從薄膜 21 表面測定時平均粒徑在 500~3000nm 之範圍的 PZT 系粒子 22 來構成薄膜 21，每 1 次塗布之薄膜之厚度係以成為 100~400nm 之範圍的方式來形成，因此，基於 PZT 結晶粒子之結晶成長之理由，或後述說明之較習知減少鉛量之理由，而在薄膜 21 表面中之晶界之一部分或全部，析出和上述 PZT 系粒子 22 為異質的平均粒徑在 20nm 以下的微粒子 23。

[0024] 本實施形態之 PZT 系強介電體薄膜 21，係以每 1 次塗布之薄膜之厚度在 100~400nm 之範圍的方式被形成。小於 100nm 時，PZT 結晶粒子無法成長，於薄膜 21 表面中之晶界之一部分或全部未析出和上述 PZT 系粒子 22 為異質的微粒子 23。另外，大於 400nm 時，需要大量之高分子化合物不具生產性優勢。另外，1 次塗布所形

成的薄膜之厚度超過上限值時膜成為多孔質，相對介電常數降低，壽命特性亦有降低傾向。另外，小於下限值時，結晶粒變細無法獲得壽命可靠性。另外，無法預期生產性之提升而較為不好。如上述說明，本實施形態之 PZT 系強介電體薄膜 21，因裂痕之產生較少，而且 1 次塗布所形成的薄膜之厚度在數百 nm，和習知凝膠法所形成的薄膜比較，在生產效率之面等極具優勢。其中，每 1 次塗布之薄膜之厚度在 150~300nm 之範圍特別好。又，本發明中，每 1 次塗布之薄膜之厚度，係指燒結後形成的 PZT 系強介電體薄膜之總厚度除以組成物之塗布次數而得的厚度。

[0025] 本實施形態之 PZT 系強介電體薄膜 21，係由從薄膜 21 表面測定時之平均粒徑在上述範圍的 PZT 系粒子 22 構成，因此可以獲得提升壽命特性之效果。PZT 系強介電體薄膜 21，係由具有銻鈦酸鉛（PZT）等之含鉛鈣鈦礦型結構的複合金屬氧化物構成，上述 PZT 系粒子 22，係指以晶界隔開的 1 個結晶粒。從構成薄膜 21 的 PZT 系粒子 22 之薄膜表面測定時之平均粒徑限定於上述範圍之理由在於，該平均粒徑小於下限值時，無法獲得充分的提升壽命特性之效果，另外，超過上限值時 1 個電容器中包含的粒子數會有誤差，造成元件之特性誤差變大之不佳情況。其中，較好是上述平均粒徑在 1000~2000nm 之範圍。粒徑控制可以藉由調整後述組成物中包含的高分子化合物之添加量來進行。又，本發明中，從 PZT 系粒

子之薄膜表面測定時之平均粒徑，係指由薄膜表面之 SEM 圖像觀察到的 50 個 PZT 系粒子之粒徑之平均值。此時之各粒子之粒徑，球形之粒子係指其直徑，其以外形狀之粒子，係指粒子中之最長邊，與和該最長邊呈直角，而且最大的邊之平均值，或者粒子中之最長徑，與和該最長徑呈正交的線分之中最長的線分之平均值。

[0026] 於本實施形態之 PZT 系強介電體薄膜 21，除 PZT 以外，包含在 PZT 添加有 La（鐳）元素的 PLZT，Pb、Zr、Ti 等金屬係以所要之金屬原子比含有。具體言之為，相對於 Ti 及 Zr 之合計 100 莫耳，Pb 為 105~115 莫耳。亦即，例如以一般式： $(\text{Pb}_x\text{La}_y)(\text{Zr}_z\text{Ti}_{1-z})\text{O}_3$ 表示時之 x 之值可取 $1.05 \leq x \leq 1.15$ 之範圍。於本實施形態之 PZT 系強介電體薄膜 21，藉由限定 Pb 之比例於上述範圍，則於成長的 PZT 系粒子 22 之晶界可以析出結晶粒、即異質的微粒子 23（黃綠石相）。

[0027] 亦即，本實施形態之 PZT 系強介電體薄膜 21，係如圖 1 所示，具有在薄膜 21 表面中之晶界之一部分或全部，析出有和上述 PZT 系粒子 22 為異質的平均粒徑在 20nm 以下的微粒子 23 之構造。推測該異質的微粒子 23 發揮提升壽命特性的作用，如此則，可以達成薄膜 21 具有的電氣特性之大幅長壽命化。本來，黃綠石相形成於薄膜中等時，會降低介電體薄膜之電氣特性乃習知者，但本實施形態中，藉由黃綠石相、亦即異質的微粒子 23 之析出於薄膜 21 之上述特定部位，而且控制其粒徑，

可以提升薄膜 21 之壽命特性。又，異質的微粒子 23，較好是於薄膜表面在全部結晶晶界中至少存在約 30 個以上。如此則，上述之效果可以充分獲得。

[0028] 設定 Pb 之比例成為上述範圍之理由在於，超過上限值時，上述異質的微粒子 23 無法析出於晶界，無法獲得壽命特性之提升效果。另外，小於下限值時，異質的微粒子 23 雖有析出，但是相對介電常數會下降，會降低電容器之功能等。其中，較好是相對於 Ti 及 Zr 之合計 100 莫耳含有 107~110 莫耳之 Pb。又，較好是 y 之值在 $0 \leq y \leq 0.1$ ，z 之值在 $0.1 < z < 0.9$ 之範圍。另外，本實施形態之 PZT 系強介電體薄膜 21，除 PZT 以外，亦含添加有 Mn（錳）元素的 PMnZT 或添加有 Nb（鈮）元素的 PNbZT 等。PZT 系強介電體薄膜中之彼等金屬原子比之調整，可以針對形成薄膜 21 時使用的後述之組成物中之 PZT 前驅物之混合比之調整來進行。

[0029] 另外，異質的微粒子 23 之粒徑限定於 20nm 以下之理由在於，粒徑大於 20nm 會有漏電流密度增大之不佳情況。其中，異質的微粒子 23 之粒徑較好是在 5~15nm 之範圍。異質的微粒子 23 之成分主要係 $\text{Pb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 之黃綠石相，粒徑控制可以藉由上述一般式中 x 之值之變量來進行。另外，對上述特定部位之析出，可以藉由調整膜中之有機摻雜劑量來進行。又，本發明中，異質的微粒子之粒徑，係指以薄膜表面之 SEM 圖像觀察到的 50 個異質的微粒子之粒徑的平均值。此時各粒子之粒徑，係指粒

子中之最長邊與和該最長邊呈直角、而且最小的邊之平均值，或者粒子中之最長徑與和該最長徑呈正交的線分之中最短之線分之平均值。

[0030] 另外，薄膜 21 之總厚度較好在 100~5000nm 之範圍。總厚度小於 100nm 時成為生產性不良之膜，另外，亦有可能發生漏電流密度變高等特性面不佳情況。另外，超過上限值時有容易產生裂痕之傾向。其中，總厚度在 300~3000nm 之範圍特別好。

[0031] 接著，說明本實施形態之 PZT 系強介電體薄膜的形成方法。首先，在具有下部電極的基板之該下部電極上將 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物進行 1 次或 2 次以上之塗布，形成具有所要厚度的塗膜（凝膠膜）。此時之組成物之 1 次平均之塗布量，如上述說明，較好是以每 1 次塗布之薄膜之厚度成為 100~400nm 之範圍的方式予以設定。塗布法並未特別限定，可為旋轉塗布、浸漬塗布、LSMCD（Liquid Source Misted Chemical Deposition）法或旋轉噴塗法等。用來形成強介電體薄膜的基板可依其用途等而異，例如形成薄膜電容器等之介電體層時，可以使用形成有下部電極的矽基板或藍寶石基板等耐熱性基板。形成於基板上的下部電極，可以使用具有 Pt 或 Ir、Ru 等之導電性，和強介電體薄膜不起反應的材料。另外，亦可以使用於基板上透過密接層或絕緣體膜等形成有下部電極的基板等。具體言之可為具有 Pt/Ti/SiO₂/Si、Pt/TiO₂/SiO₂/Si、Pt/IrO/Ir/SiO₂/Si、

Pt/TiN/SiO₂/Si、Pt/Ta/SiO₂/Si、Pt/Ir/SiO₂/Si 之層合構造（下部電極/密接層/絕緣體膜/基板）的基板等。另外，壓電元件或焦電型紅外線檢測元件等，亦可以使用矽基板、SiO₂/Si 基板、藍寶石基板等之耐熱性基板。

[0032] PZT 系強介電體薄膜形成用組成物，係供作為形成 PZT 系強介電體薄膜的原料溶液，係由有機金屬化合物溶液構成，該有機金屬化合物溶液，係將形成後的強介電體薄膜之中構成上述複合金屬氧化物等之原料（PZT 前驅物），以所要之比率溶解於適當之溶媒，調整成為適合塗布之濃度而成者。

[0033] PZT 前驅物，較好是於 Pb（鉛）、La（鐳）、Zr（鋯）或 Ti（鈦）等各金屬元素，使有機基透過其之氧或氮原子鍵結的化合物。例如可為由金屬醇鹽、金屬二元醇錯合物、金屬三元醇錯合物、金屬羧酸鹽、金屬 β -二酮鈦錯合物、金屬 β -二酮酯錯合物、金屬 β -亞胺酮錯合物及金屬胺基錯合物構成之群選出的 1 種或 2 種以上。特別較佳之化合物為金屬醇鹽、其部分水解物、有機酸鹽。

[0034] 具體言之，Pb 化合物、La 化合物可為乙酸鉛：Pb(OAc)₂、乙酸鐳：La(OAc)₃ 等之乙酸鹽，或二異丙醇鉛：Pb(OiPr)₂、三異丙醇鐳：La(OiPr)₃ 等之醇鹽。鈦化合物可為四乙醇鈦：Ti(OEt)₄、四異丙醇鈦：Ti(OiPr)₄、四 n-丁醇鈦：Ti(OnBu)₄、四異丁醇鈦：Ti(OiBu)₄、四 t-丁醇鈦：Ti(OtBu)₄、二甲氧基二異丙醇

鈦： $\text{Ti}(\text{OMe})_2(\text{OiPr})_2$ 等之醇鹽。Zr 化合物較好是和上述鈦化合物為同樣的醇鹽類。金屬醇鹽可以直接使用，或為促進分解而使用其之部分水解物亦可。另外，Mn 化合物可為 2-乙基己烷酸錳、環己烷甲酸錳或乙酸錳等。另外，Nb（鈮）化合物可為 2-乙基己烷酸鈮或五乙醇鈮等。

[0035] 於 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物，在調製組成物時，係藉由調整彼等之比率，以可以提供上述所要之金屬原子比的比例而含有 Ti、Zr、Pb。亦即，組成物中相對於 Ti 及 Zr 之合計 100 莫耳，係含有 105~115 莫耳之 Pb，較好是含有 107~110 莫耳之 Pb。組成物中之 Pb 之比例超出上述範圍時，形成後的薄膜中 Pb 之比例亦超出上述之範圍，有可能產生上述不佳情況。

[0036] 組成物 100 質量%之中佔有的上述 PZT 前驅物之比例以氧化物換算較好是設為 15~35 質量%。PZT 前驅物之比例設為上述範圍之理由在於，小於下限值時 1 次塗布難以獲得足夠之膜厚，另外，超過上限值時有裂痕容易產生之傾向。又，以氧化物換算之比例，係指假設組成物包含的金屬元素全部為氧化物時，組成物 100 質量%中佔有的金屬氧化物之比例。

[0037] 組成物之調製使用的溶媒，可依使用之原料適當決定，一般可以使用羧酸、醇（例如乙醇或 1-丁醇、多價乙醇之丙二醇、乙二醇等）、酯、酮類（例如丙酮、甲基乙基酮）、醚類（例如二甲基醚，二乙基醚）、環烴類（例如環己烷、環己醇）、芳香族系（例如苯、甲苯、

二甲苯)、其他四氫呋喃等,亦可使用彼等之 2 種以上的混合溶媒。

[0038] 具體言之,羧酸較好是使用 n-丁酸、 α -甲基丁酸、i-戊酸、2-乙基丁酸、2,2-二甲基丁酸、3,3-二甲基丁酸、2,3-二甲基丁酸、3-甲基正戊酸、4-甲基正戊酸、2-乙基正戊酸、3-乙基正戊酸、2,2-二甲基正戊酸、3,3-二甲基正戊酸、2,3-二甲基正戊酸、2-乙基己烷酸、3-乙基己烷酸。

[0039] 又,酯較好是使用乙酸乙酯、乙酸丙酯、乙酸 n-丁酯、乙酸仲丁酯、乙酸叔丁酯、乙酸異丁酯、乙酸 n-戊酯、乙酸仲戊酯、乙酸叔戊酯、乙酸異戊酯,醇較好是使用 1-丙醇、2-丙醇、1-丁醇、2-丁醇、異-丁基乙醇、1-戊醇、2-戊醇、2-甲基-2-戊醇、2-甲氧基乙醇。

[0040] 另外,上述組成物含有聚乙烯吡咯烷酮(PVP)或聚乙二醇等之高分子化合物。聚乙烯吡咯烷酮及聚乙二醇,係為調整組成物中之液黏度而含有。聚乙烯吡咯烷酮,可以藉由 k 值來決定調整相對黏度。其中 k 值係和分子量相關的黏性特性值,係利用以下 Fikentscher 之式針對使用毛細管黏度計所測定的相對黏度值(25℃)予以算出之值。

[0041]

$$k \text{ 值} = (1.5 \log \eta_{\text{rel}} - 1) / (0.15 + 0.003c) \\ + (300c \log \eta_{\text{rel}} + (c + 1.5c \log \eta_{\text{rel}})^2)^{1/2} / (0.15c + 0.003c^2)$$

上述式中，「 η_{rel} 」表示聚乙烯吡咯烷酮水溶液對水的相對黏度，「 c 」表示聚乙烯吡咯烷酮水溶液中的聚乙烯吡咯烷酮濃度（wt%）。

[0042] 組成物所包含的聚乙烯吡咯烷酮之 k 值較好為 15~90。具有厚度的強介電體薄膜時，將組成物塗布於基板等時，塗布之塗膜（凝膠膜）欲維持其厚度時需要足夠的黏度，但當 k 值小於下限值即難以獲得。另外，超過上限值時黏度變為太高，組成物難以均勻塗布。另外，使用聚乙二醇時，較好是使用聚合度 200~1000 者。聚合度小於下限值時難以獲得足夠的上述黏度，另外，聚合度超過上限值時黏度變為太高，組成物難以均勻塗布。另外，聚乙烯吡咯烷酮對於裂痕抑制效果較大，因此特別好。

[0043] 相對於上述 PZT 前驅物 1 莫耳，將聚乙烯吡咯烷酮或聚乙二醇等高分子化合物之比例以單體換算設為 0.15~0.50 莫耳範圍。小於下限值時有容易產生裂痕之傾向，超過上限值時有容易產生孔洞之傾向。又，高分子化合物之比例超出此範圍時，PZT 系粒子之平均粒徑會超出上述所要之範圍，有產生上述不佳情況之傾向。

又，其中所謂單體換算之莫耳值，係意味著以構成高分子的單體之分子量為基準的莫耳值，相對於 PZT 前驅物 1 莫耳的單體換算之莫耳值，係意味著以構成高分子的單體之分子量為基準時對於 PZT 前驅物 1 莫耳的莫耳值。

[0044] 另外，除上述成分以外，必要時作為穩定化劑可以將 β -二酮類（例如乙醯丙酮、7-氟丁醯叔戊酸甲烷、二叔戊酸甲烷、三氟乙醯丙酮、苯甲醯丙酮等）， β -酮酸類（例如乙醯乙酸、丙醯輔酶乙酸、苯甲醯乙酸等）， β -酮酯類（例如上述酮酸之甲基、丙基、丁基等之低級烷基酯類），含氧酸類（例如乳酸、乙醇酸、 α -含氧丁酸、水楊酸等），上述含氧酸之低級烷基酯類，酮醇類（例如二丙酮乙醇、乙偶姻等），二元醇，三元醇，高級羧酸，烷醇胺類（例如二乙醇胺、三乙醇胺、單乙醇胺），多價胺等，以（穩定化劑分子數）/（金屬原子數）添加 0.2~3 左右亦可。

[0045] 上述組成物含有 β -二酮類及多價醇類為較佳。其中， β -二酮類特別好為乙醯丙酮，多價醇類特別好為丙二醇。

[0046] 另外，上述組成物較好是含有甲醯胺系溶劑等極性溶媒作為有機摻雜劑。甲醯胺系溶劑可使用甲醯胺、N-甲基甲醯胺或 N,N-二甲基甲醯胺之任一。藉由和上述聚乙烯吡咯烷酮等之組合，可以形成裂痕更少、而且具有緻密之膜構造之膜。另外，組成物之塗布時可以形成均勻的塗膜，另外，燒結時溶媒之良好排出效果可以更進一步提高。上述甲醯胺系溶劑以外之有機摻雜劑，例如有單乙醇胺或二乙醇胺等之乙醇胺類，可和上述甲醯胺系溶劑並用。彼等於金屬醇鹽產生配位具有提高溶液之保存穩定性效果，因此較好。含有甲醯胺系溶劑的有機摻雜劑之

比例，較好是在組成物 100 質量%之中設為 3~15 質量%之比例。

[0047] 調製上述組成物時，首先，分別準備上述 Pb 化合物等之 PZT 前驅物，秤取彼等之量使成為能提供上述所要金屬原子比之比例。將秤量之上述 PZT 前驅物與丙二醇等之溶媒投入反應容器內並混合，較好是於氮氛圍中，在 150~160℃ 溫度下實施 0.5~3 小時之回流反應來調製合成液。回流後，較好是藉由蒸餾或蒸發等之方法實施脫溶媒。另外，添加乙醯丙酮等之穩定化劑時，係將彼等添加於脫溶媒後之合成液，於氮氛圍中，在 150~160℃ 之溫度下實施 0.5~3 小時之回流。

[0048] 之後，進一步添加溶媒，混合進行濃度調整後，添加含有甲醯胺系溶劑的有機摻雜劑，進一步添加乙醇等之其他溶媒，攪拌稀釋將組成物中佔有的各成分濃度調整為上述所要之濃度。於此，以聚乙烯吡咯烷酮等之高分子化合物成為所要比例的方式來添加，較好是於室溫進行 0.5~3 小時攪拌使均勻分散。如此而獲得本實施形態之 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物。

[0049] 又，組成物之調製後，藉由過濾處理等除去微粒子，於組成物 1mL 單位中將粒徑 0.5 μ m 以上（特別是 0.3 μ m 以上，更好是 0.2 μ m 以上）之微粒子之個數設為 50 個/mL 以下較好。組成物中之粒徑 0.5 μ m 以上之微粒子之個數超出 50 個/mL，則長期保存穩定性劣化。該組成物中之粒徑 0.5 μ m 以上之微粒子之個數越少越好，30 個/mL

以下為特別好。

[0050] 以成為上述微粒子個數的方式對調製後之組成物進行處理的方法並未特別限定，例如可為以下之方法。第 1 方法為，使用市售之 $0.2\mu\text{m}$ 孔徑之膜片過濾器，使用注射器壓送之過濾法。第 2 方法為組合市售之 $0.05\mu\text{m}$ 孔徑之膜片過濾器與加壓槽的加壓過濾法。第 3 方法為組合上述第 2 方法使用之過濾器與溶液循環槽的循環過濾法。

[0051] 於任一之方法中，基於組成物之壓送壓力，過濾器對微粒子捕捉率有不同。壓力越低捕捉率越高乃一般習知者，特別是於第 1 方法、第 2 方法，欲實現粒徑 $0.5\mu\text{m}$ 以上之微粒子之個數成為 50 個以下之條件時，組成物較好是以低壓、非常緩慢地通過過濾器。

[0052] 將如此獲得的組成物塗布於下部電極上，形成塗膜之後，對該塗膜實施煅燒，進一步實施燒結使結晶化。煅燒較好是使用熱板或 RTA 等，於大氣氛圍中，於 $150\sim 450^{\circ}\text{C}$ 進行 1~10 分鐘。室溫至煅燒溫度為止之昇溫速度較好是設為 $2.5\sim 50^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 。煅燒，係為除去溶媒之同時實施金屬化合物之熱分解或加水分解使轉化為複合氧化物而進行，較好是於空氣中、氧化氛圍中或含水蒸氣氛圍中進行。於空氣中之加熱，加水分解所必要之水分可由空氣中之濕氣獲得充分確保。該加熱可依據除去溶媒之低溫加熱，與有機金屬化合物之分解的高溫加熱之 2 段階來實施。

[0053] 又，塗布至煅燒為止之步驟，雖可以分別進行 1 次，但是以成為所要膜厚的方式，重複進行複數次至煅燒為止之步驟，最後統合進行燒結為較佳。

[0054] 燒結係以結晶化溫度以上之溫度對煅燒後之塗膜實施燒結使結晶化之步驟，依此可獲得強介電體薄膜。該結晶化步驟之燒結氛圍較佳為 O_2 、 N_2 、Ar、 N_2O 或 H_2 等或彼等之混合氣體等。燒結係於 $600\sim 700^{\circ}C$ 進行 1~5 分左右。燒結亦可以急速加熱處理（RTA 處理）進行。以 RTA 處理進行燒結時，其昇溫速度較好是設為 $2.5\sim 100^{\circ}C$ /秒。

[0055] 藉由以上之步驟獲得 PZT 系強介電體薄膜。於該形成方法，雖塗膜等之成膜時之步驟數較少，可以較簡便形成厚的膜，但是獲得的膜之裂痕極少。另外，具有緻密之膜構造，因此電氣特性非常良好，而且可以達成大幅的長壽命化。

[0056] 因此，本實施形態之方法獲得的 PZT 系強介電體薄膜極適合使用作為構成材料，用來製造薄膜電容器、電容器、IPD、DRAM 記憶體用電容器、層合電容器、電晶體之閘極絕緣體、非揮發性記憶體、焦電型紅外線檢測元件、壓電元件、光電元件、致動器、共振器、超音波馬達、電氣開關、光學開關或 LC 雜訊濾波器元件之複合電子零件。

〔實施例〕

[0057] 接著更詳細一併說明本發明實施例與比較例。

[0058]

<實施例 1-1>

首先，以金屬原子比成為 115/52/48 (Pb/Zr/Ti) 的方式，分別秤量乙酸鉛三水合物 (Pb 源)、鈦酸四異丙酯 (Ti 源)、鋯酸四丁酯 (Zr 源) 作為 PZT 前驅物，將彼等添加於反應容器內之丙二醇調製合成液。將該合成液置於氮氛圍中，於 150℃ 之溫度下實施 60 分鐘之回流處理後，藉由蒸餾實施脫溶媒。之後添加作為穩定化劑之乙醯丙酮。

[0059] 接著，於上述合成液添加丙二醇，進行稀釋使 PZT 前驅物之濃度以氧化物換算成為 35 質量%。進一步，添加乙醇與 N-甲基甲醯胺，進行稀釋使 PZT 前驅物之濃度以氧化物換算成為 25 質量%。接著，相對於 PZT 前驅物 1 莫耳添加 0.30 莫耳的聚乙炔吡咯烷酮 (k 值 = 30)，於室溫下攪拌 24 小時。於合成液添加 7 質量%濃度之 N-甲基甲醯胺，攪拌 2 小時之後，於室溫放置 24 小時使穩定化，而獲得 PZT 強介電體薄膜形成用之組成物。該組成物，係使用市售之 0.2 μ m 孔徑之膜片過濾器，以注射器壓送進行過濾使溶液 1mL 單位內粒徑 0.5 μ m 以上之微粒子個數成為 3 個。

[0060] 將獲得的組成物滴至設於旋轉塗布器上的 Pt/TiO₂/SiO₂/Si 基板之 Pt (下部電極) 上，以 2000rpm 之

旋轉速度進行 60 秒旋轉塗布，於上述下部電極上形成塗膜（凝膠膜）。

[0061] 接著，針對上述基板上所形成的塗膜，依圖 4 所示溫度輪廓線進行煅燒及燒結，形成 PZT 強介電體薄膜。具體言之為，首先，在進行煅燒及燒結之前，使用熱板，使形成有塗膜的上述基板於大氣氛圍中於 175℃ 之溫度下保持 1 分鐘，除去低沸點溶媒或吸附之水分子。

[0062] 接著，如圖 4 所示，使用 RTA 於氧氛圍中，依昇溫速度 30℃/秒由室溫昇溫至 450℃，保持 3 分鐘進行煅燒之後，依昇溫速度 30℃/秒昇溫至 700℃，保持 1 分鐘進行燒結。如此而於上述基板之下部電極上形成 PZT 強介電體薄膜。

[0063]

<實施例 1-2~1-4 及比較例 1-1、1-2>

如以下之表 1 所示，除了變更組成物中包含的各 PZT 前驅物之比例、組成物之塗布量或聚乙炔吡咯烷酮之添加量以外，均和實施例 1-1 同樣製造組成物，形成 PZT 強介電體薄膜。

[0064]

<實施例 2-1、2-2>

如以下之表 1 所示，除了變更組成物中包含的各 PZT 前驅物之比例、組成物之塗布量或塗布次數、以及聚乙炔吡咯烷酮之添加量以外，均和實施例 1-1 同樣製造組成物，形成 PZT 強介電體薄膜。又，於實施例 1-2，上述塗

膜之形成至煅燒為止之步驟被重複進行 4 次之後，進行 1 次燒結而形成所要之總厚度。

[0065]

<實施例 3-1、3-2 及比較例 2-1、2-2>

如以下之表 1 所示，除了變更組成物中包含的各 PZT 前驅物之比例及聚乙炔吡咯烷酮之添加量以外，均和實施例 1-1 同樣製造組成物，形成 PZT 強介電體薄膜。

[0066]

<比較試驗及評估>

針對實施例 1-1~實施例 3-2 及比較例 1-1~比較例 2-2 所形成的 PZT 強介電體薄膜，針對膜厚、膜組織（PZT 系粒子之平均粒徑、異質的微粒子之平均粒徑、裂痕之有無）、平均破壞壽命及電氣特性（相對介電常數）進行評估。彼等結果如以下之表 1 所示。

[0067] （1） 膜厚：藉由分光橢圓偏振技術（ellipsometry）（J.A.Woollam 公司製，型號：M-2000D1）來測定所形成強介電體薄膜之剖面之厚度（總厚度）。又，如表 1 所示，每 1 次塗布之厚度，係指將該總厚度之值除以塗布次數獲得之值。

[0068] （2） 膜組織：藉由上述膜厚測定使用的掃描型電子顯微鏡，藉由 SEM 圖像觀察膜表面及膜剖面之組織。此時觀察到的實施例 1-1、比較例 1-2 之膜表面之照片，其代表圖分別圖示於圖 2、圖 3。另外，對以 SEM 圖像觀察到的 50 個 PZT 系粒子之粒徑進行測定，以彼等

之平均值作為 PZT 系粒子之平均粒徑。此時，球形之粒子係以其直徑作為該粒子之粒徑，球狀以外之形狀之粒子，則以粒子中之最長邊，與和該最長邊呈直角、而且最大的邊之平均值，或者以粒子中之最長徑，與和該最長徑呈正交的線分之中最長的線分之平均值作為該粒子之粒徑。

另外，對以 SEM 圖像觀察到的 50 個異質的微粒子之粒徑進行測定，以其平均值作為異質的微粒子之平均粒徑。此時，係以粒子中之最長徑，與和該最長徑呈正交的線分之中最短之線分之平均值設為各異質微粒子之粒徑。另外，藉由 SEM 圖像觀察裂痕之有無。

[0069] (3) 高加速破壞試驗：為調查獲得的膜之電氣可靠性，於高溫、高電壓下施加定電壓而進行高加速破壞試驗。於所形成 PZT 強介電體薄膜之表面，藉由濺鍍法形成 $200\mu\text{m}\phi$ 之電極之後，使用 RTA 於氧氛圍中於 700°C 之溫度下進行 1 分鐘損傷復原退火而得薄膜電容器，以該薄膜電容器作為試驗用樣本。針對彼等試驗用樣本，設定測定溫度為 160°C 施加 0.52MV/cm 之電場強度，測定漏電流之時間變化直至全部樣本被絕緣破壞為止。依據各實施例、每一比較例，分別作成 22 個上述試驗用樣本，藉由韋伯 (Weibull) 統計處理而將 63.2% 之樣本被絕緣破壞的時間設為平均破壞時間。絕緣破壞時間定義為漏電流達 $100\mu\text{A}$ 之時間。

[0070] (4) 相對介電常數：使用強介電體評估裝

置（aix ACCT 公司製，TF-analyzer2000）進行測定。具體言之為，和上述高加速破壞試驗同樣，於所形成的 PZT 強介電體薄膜之表面，藉由濺鍍法形成 $200\mu\text{m}\phi$ 之電極之後，使用 RTA 於氧氛圍中於 700°C 之溫度下進行 1 分鐘損傷復原退火而得薄膜電容器，以該薄膜電容器作為試驗用樣本，測定彼等之相對介電常數。

[0071]

【表 1】

	金屬原子比 [莫耳]			高分子化 合物之 比例 [莫耳]	塗布 次數 [次]	膜厚[nm]		PZT系粒 子之平均 粒徑 [nm]	異質微 粒子之 平均粒 徑[nm]	裂痕 之有無	平均 破壞時間 [sec]	相對 介電 常數
	Pb	Zr	Ti			1次塗布 平均	總厚 度					
實施例 1-1	115	52	48	0.30	1	300	300	1000	10	無	6.1×10^{-4}	1520
實施例 1-2	107	52	48	0.32	1	300	300	1200	16	無	1.01×10^{-4}	1550
實施例 1-3	105	52	48	0.15	1	300	300	500	20	無	1.32×10^{-4}	1300
實施例 1-4	115	52	48	0.24	1	400	400	800	10	無	8.5×10^{-4}	1370
比較例 1-1	103	52	48	0.28	1	300	300	1000	22	無	4.2×10^{-3}	1230
比較例 1-2	117	52	48	0.36	1	300	300	1700	—	無	4.3×10^{-4}	1650
實施例 2-1	110	52	48	0.50	4	100	400	3000	15	無	9.2×10^{-3}	1750
實施例 2-2	110	52	48	0.24	1	400	400	800	15	無	7.4×10^{-3}	1410
實施例 3-1	110	52	48	0.25	1	300	300	500	15	無	9.3×10^{-3}	1320
實施例 3-2	110	52	48	0.50	1	300	300	3000	15	無	1.26×10^{-4}	1690
比較例 2-1	110	52	48	0.13	1	300	300	480	15	無	2.8×10^{-3}	1200
比較例 2-2	110	52	48	0.60	1	300	300	3200	15	無	5.9×10^{-3}	1700

[0072] 由表 1 可知，和實施例 1-1~實施例 1-4 比較，在析出於薄膜的異質微粒子之平均粒徑大於 20nm 之比較例 1-1，其平均破壞時間變短，特別是相對介電常數會大幅降低。另外，在薄膜未析出有異質微粒子的比較例 1-2，其平均破壞時間則大幅變短。

[0073] 另外，和實施例 3-1 比較，在 PZT 系粒子之平均粒徑小於 500nm 的比較例 2-1，其平均破壞時間大幅變短，相對介電常數亦降低。另外，PZT 系粒子之平均粒徑大於 3000nm 的比較例 2-2，雖可獲得高的相對介電常數，但和實施例 3-1 比較，平均破壞時間大幅變短。

[0074] 相對於此，實施例 1-1~實施例 3-2，則可以高的生產效率獲得無裂痕之產生，具有良好電氣特性及壽命可靠性的薄膜。

[0075] 以上，說明本發明較佳實施例，但本發明不限定於彼等實施例。在不脫離本發明趣旨之範圍內，可以進行構成之附加、省略、置換及其他變更。本發明不限定於上述說明，而僅由附加之申請專利範圍來限定。

〔產業上之可利用性〕

[0076] 本發明可利用於薄膜電容器、電容器、IPD、DRAM 記憶體用電容器、層合電容器、電晶體之閘極絕緣體、非揮發性記憶體、焦電型紅外線檢測元件、壓電元件、光電元件、致動器、共振器、超音波馬達、電氣開關、光學開關或 LC 雜訊濾波器元件之複合電子零件之製造。

【符號說明】

[0077]

11：下部電極

21：PZT 系強誘電體薄膜

22：PZT 系粒子

23：微粒子

申請專利範圍

1. 一種 PZT 系強介電體薄膜，係在具有下部電極的基板之上部電極上將 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物進行 1 次或 2 次以上塗布並煅燒之後，進行燒結使結晶化而形成的 PZT 系強介電體薄膜；其特徵為：

上述薄膜係由從上述薄膜表面測定時之平均粒徑在 500~3000nm 範圍的 PZT 系粒子構成；

在上述薄膜表面中之晶界之一部分或全部，有和上述 PZT 系粒子為異質的平均粒徑在 20nm 以下的微粒子被析出。

2. 如申請專利範圍第 1 項之 PZT 系強介電體薄膜，其中

每 1 次塗布之上部薄膜之厚度為 100~400nm 之範圍。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之 PZT 系強介電體薄膜，其中

上述薄膜之總厚度在 100~5000nm 之範圍。

4. 一種 PZT 系強介電體薄膜的形成方法，係在具有下部電極的基板之上部電極上，將含 PZT 前驅物的 PZT 系強介電體薄膜形成用組成物進行 1 次或 2 次以上塗布並煅燒之後，進行燒結使結晶化，而於上述下部電極上形成 PZT 系強介電體薄膜的方法；其特徵為：

相對於上述組成物中包含的 Ti 及 Zr 之合計 100 莫耳，上述組成物含有 105~115 莫耳之 Pb；

相對於上述 PZT 前驅物 1 莫耳，上述組成物含有以單體換算為 0.15~0.50 莫耳之高分子化合物。

5. 如申請專利範圍第 4 項之 PZT 系強介電體薄膜的形成方法，其中

上述組成物之每 1 次之塗布量，係以每 1 次塗布之上述薄膜之厚度成為 100~400nm 之範圍的方式予以設定。

6. 如申請專利範圍第 4 或 5 項之 PZT 系強介電體薄膜的形成方法，其中

藉由進行 1 次或 2 次以上塗布上述組成物，來獲得總厚度在 100~5000nm 之範圍的 PZT 系強介電體薄膜。

7. 一種複合電子零件，係具有申請專利範圍第 1~3 項中任一項之 PZT 系強介電體薄膜或藉由申請專利範圍第 4~6 項中任一項之方法所形成 PZT 系強介電體薄膜的薄膜電容器、電容器、IPD、DRAM 記憶體用電容器、層合電容器、電晶體之閘極絕緣體、非揮發性記憶體、焦電型紅外線檢測元件、壓電元件、光電元件、致動器、共振器、超音波馬達、電氣開關、光學開關或 LC 雜訊濾波器元件之複合電子零件。

圖式

圖 1

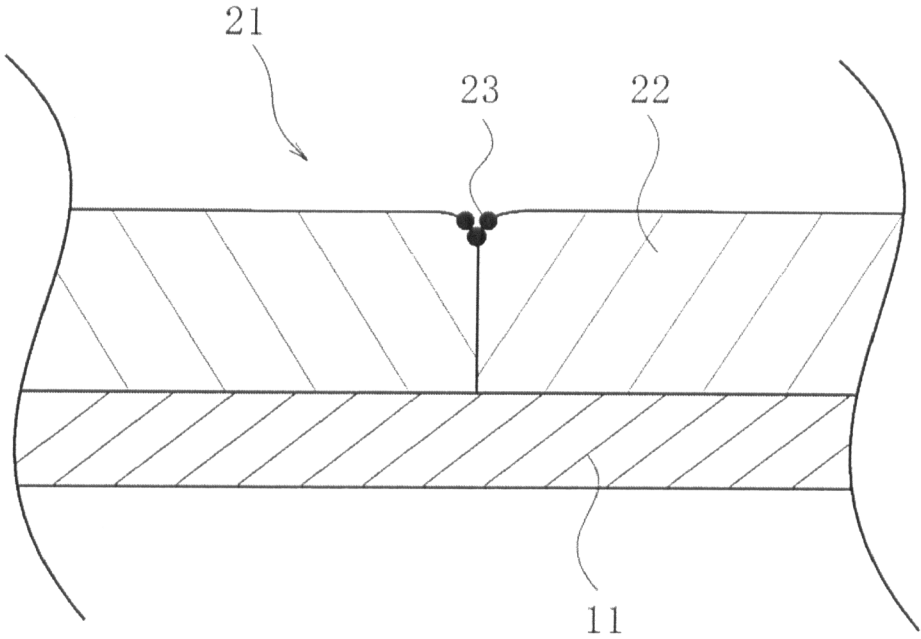


圖 2

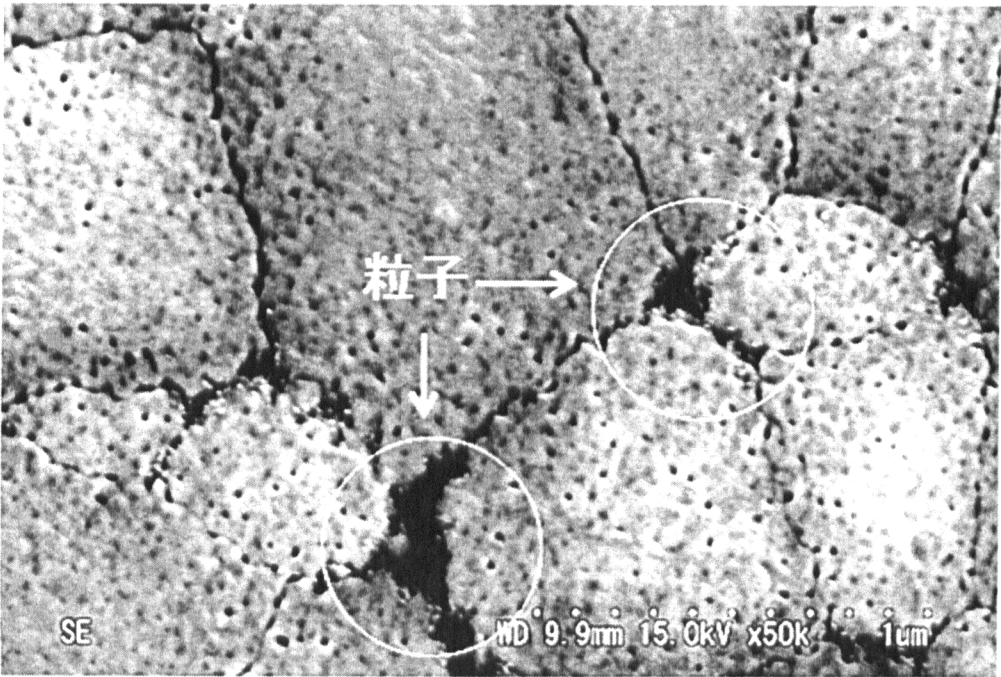


圖 3

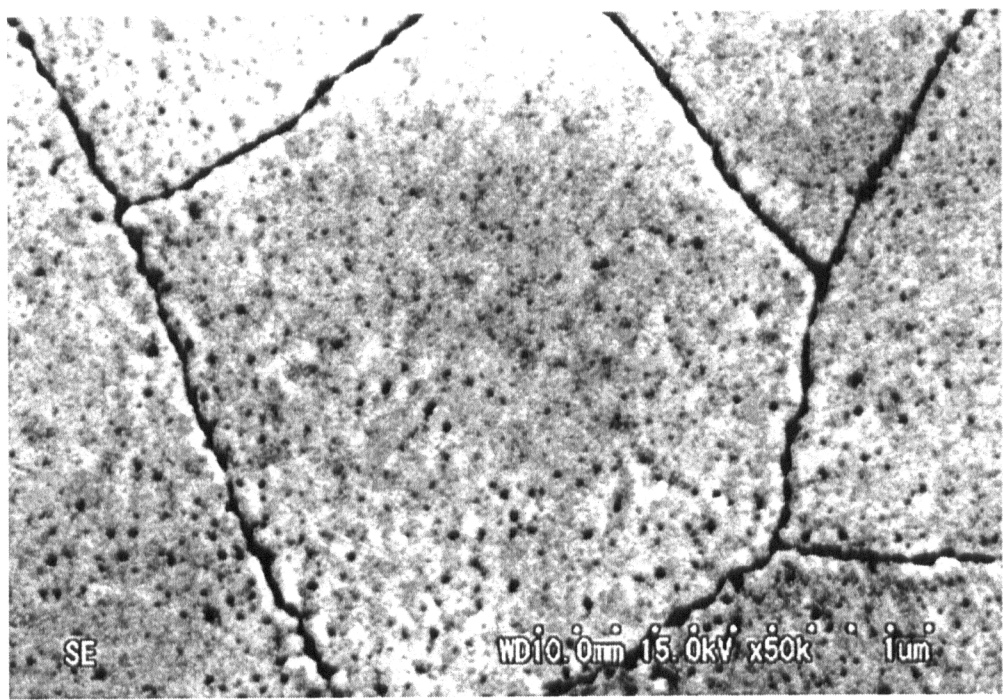


圖 4

