



(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 I889249 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：113110540

(22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 03 月 21 日

(51)Int. Cl.：

B32B27/18 (2006.01)**B32B27/30 (2006.01)****B32B7/025 (2019.01)****G02B1/14 (2015.01)****G02B1/16 (2015.01)****H10N30/045 (2023.01)****H10N30/077 (2023.01)****H10N30/097 (2023.01)****H10N30/857 (2023.01)**

(30)優先權：2023/03/24

日本

2023-048031

(71)申請人：日商吳羽股份有限公司 (日本) KUREHA CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：今治誠 IMAJI, MAKOTO (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 202138191A

審查人員：陳思廷

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：0 共 31 頁

(54)名稱

積層壓電體及其製造方法

(57)摘要

一種積層壓電體，其含有：壓電膜，其含有氟類樹脂作為主成分；抗靜電層，其配置於前述壓電膜之至少其中一面，且厚度為 10 nm 以上 250 nm 以下；以及硬塗層，其配置於前述抗靜電層上，且表面之最大高度 Rz 為 40 nm 以上 150 nm 以下。前述積層壓電體之於前述硬塗層上測定之表面電阻率為 $1.0 \times 10^6 \Omega/\text{sq.}$ 以上 $1.0 \times 10^{12} \Omega/\text{sq.}$ 以下，前述積層壓電體之全光線透射率為 85% 以上，壓電常數 d_{33} 為 7pC/N 以上 40pC/N 以下。



I889249

【發明摘要】

【中文發明名稱】

積層壓電體及其製造方法

【中文】

一種積層壓電體，其含有：壓電膜，其含有氟類樹脂作為主成分；抗靜電層，其配置於前述壓電膜之至少其中一面，且厚度為10 nm以上250 nm以下；以及硬塗層，其配置於前述抗靜電層上，且表面之最大高度Rz為40 nm以上150 nm以下。前述積層壓電體之於前述硬塗層上測定之表面電阻率為 $1.0 \times 10^6 \Omega/\text{sq.}$ 以上 $1.0 \times 10^{12} \Omega/\text{sq.}$ 以下，前述積層壓電體之全光線透射率為85%以上，壓電常數 d_{33} 為7pC/N以上40pC/N以下。

【指定代表圖】

無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

積層壓電體及其製造方法

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種積層壓電體及其製造方法。

【先前技術】

【0002】 觸控面板安裝於電子設備之顯示器，用於電子設備之操作。觸控面板有各種方式，考慮到構造簡單，製作便宜且相對容易大型化，多採用有靜電電容方式。靜電電容方式之觸控面板由於訊號之處理複雜，因此容易產生誤動作。

【0003】 通常，觸控面板係藉由手指或筆等觸碰觸控面板之表面而檢測觸控面板表面之二維位置（位置座標）。於觸控面板之輸入時，為了不誤認輸入，理想的是選擇與執行相分離。具體而言，理想的是藉由選擇觸控面之二維位置並對觸控面施加壓力來執行選擇。因此，研究有將感壓感測器應用於觸控面板，藉由進一步檢測按壓之大小來提高可靠性（例如專利文獻1）。

【0004】 作為應用於觸控面板之感壓感測器，提出有應用對於按壓會產生電壓之壓電膜。作為壓電膜，已知有含有聚乳酸、氟類樹脂等高分子材料之壓電膜。

【0005】 該等壓電膜雖然透明性優異，但容易因摩擦、振動而帶電，容易產生靜電。若產生靜電，則壓電膜容易附著異物，有品質下降之擔憂。另外，若於操作壓電膜之過程中對膜表面造成損傷，則用於觸控面板時視認性容易下降。因此，需求具有抗靜電性與耐擦傷

性之壓電膜。

【0006】相對於此，專利文獻2中揭示有如下積層壓電體，其包含含有聚乳酸之壓電膜以及配置於其上之含有導電材(A)及聚合物(B)之表面層。該文獻中表面層為具備抗靜電性之硬塗層，因此認為積層壓電體具有良好之抗靜電性與耐擦傷性。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0007】

專利文獻1：日本專利特開第2010-26938號公報

專利文獻2：國際公開第2016/098597號

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0008】然而，根據本發明者等人之研究發現，專利文獻2之積層壓電體之硬塗層之表面滑動性差，例如捲取成捲筒狀時，積層壓電體彼此密接而容易產生黏附（黏連）之問題。而且，專利文獻2中使用之含有聚乳酸之壓電膜之壓電常數 d_{14} 低，為6.4pC/N，因此亦有難以獲得充分之壓電效應之問題。

【0009】相對於此，本發明者等人發現於壓電常數 d_{33} 高而具有充分壓電效應之含有氟類樹脂之壓電膜上形成抗靜電層時，所獲得之積層壓電體中有產生塗層不均，視認性下降之新問題。

【0010】因此，期望於不降低視認性之狀態下顯示高壓電性，且具有抗黏連性與抗靜電性之積層壓電體。

【0011】本發明係鑒於上述情況而完成，其目的在於提供一種

於不降低視認性之狀態下具有高壓電性、抗黏連性及抗靜電性之積層壓電體及其製造方法。

[解決問題之技術手段]

【0012】

[1] 一種積層壓電體，其具有：壓電膜，其含有氟類樹脂作為主成分；抗靜電層，其配置於前述壓電膜之至少其中一面，且厚度為10 nm以上250 nm以下；以及硬塗層，其配置於前述抗靜電層上，且表面之最大高度Rz為40 nm以上150 nm以下；前述積層壓電體之於前述硬塗層上測定之表面電阻率為 $1.0 \times 10^6 \Omega/\text{sq.}$ 以上 $1.0 \times 10^{12} \Omega/\text{sq.}$ 以下，前述積層壓電體之全光線透射率為85%以上，壓電常數 d_{33} 為7pC/N以上40pC/N以下。

[2] 如[1]所記載之積層壓電體，其中前述氟類樹脂係包含源自偏二氟乙烯之結構單元作為主成分之聚合物。

[3] 如[1]或[2]所記載之積層壓電體，其中前述氟類樹脂為偏二氟乙烯均聚物。

[4] 如[1]至[3]中任一項所記載之積層壓電體，其中前述抗靜電層含有奈米碳管。

[5] 如[1]至[4]中任一項所記載之積層壓電體，其中前述硬塗層之厚度為300 nm以上3000 nm以下。

[6] 如[1]至[5]中任一項所記載之積層壓電體，其中前述硬塗層含有平均粒徑為10 nm以上200 nm以下之二氧化矽粒子。

[7] 一種積層壓電體之製造方法，其係如[1]至[5]中任一項所記載之積層壓電體之製造方法，且包括以下程序：準備含有氟類樹脂

作為主成分且壓電常數 d_{33} 為7pC/N以上40pC/N以下之壓電膜的程序；於前述壓電膜之至少其中一面塗佈抗靜電材料，而形成抗靜電層之程序；以及於前述抗靜電層上塗佈固化性組成物之後使其固化，而形成硬塗層之程序。

[8] 如[7]所記載之積層壓電體之製造方法，其中於準備前述壓電膜之程序中，藉由擠出成型而形成含有氟類樹脂作為主成分之膜。

[9] 如[7]或[8]所記載之積層壓電體之製造方法，其中於準備前述壓電膜之程序中，將含有氟類樹脂作為主成分之膜延伸之後進行極化處理。

[10] 如[7]至[9]中任一項所記載之積層壓電體之製造方法，其中於形成前述抗靜電層之程序中，將塗佈有前述抗靜電材料之前述壓電膜於100°C以上150°C以下進行熱處理而使其乾燥。

[發明效果]

【0013】 根據本發明，可提供於不降低視認性之狀態下具有高壓電性、抗黏連性及抗靜電性之積層壓電體及其製造方法。

【實施方式】

【0014】 如上所述，新認知到具有含有氟類樹脂作為主成分之壓電膜之積層壓電體會產生具有含有聚乳酸之壓電膜之積層壓電體不會產生之課題即塗層不均。

【0015】 根據本發明者等人之研究，上述塗層不均起因於抗靜電層之塗佈不均。認為該塗佈不均係因捕捉到壓電膜之表面之微細凹凸而產生。認為壓電膜之表面之凹凸係於對含有氟類樹脂作為主成分

之膜進行延伸處理、極化處理以使其表現出高壓電效應（壓電常數 d_{33} ）的過程中形成。具體而言，認為其原因在於，藉由極化處理使氟類樹脂之結晶自 α 型轉變成 β 型而引起晶體結構紊亂以及伴隨該晶體結構變化之分子鏈鬆弛，導致含有氟類樹脂之壓電膜之表面產生褶皺。另一方面，認為含有聚乳酸之壓電膜由於結晶性低，不進行極化處理，因此壓電膜之表面較少產生（不產生）褶皺。

【0016】相對於此，本發明之一實施方式中，將配置於含有氟類樹脂之壓電膜上之抗靜電層之厚度設為規定以下。若較厚地塗佈抗靜電層，則會於壓電膜之凹部分較厚地塗佈抗靜電層，因此積層壓電體中之抗靜電層之塗層不均變大。相對於此，藉由較薄地塗佈抗靜電層，抗靜電層之厚度不均減少，起因於壓電膜之表面凹凸之偏差本身亦變小，因此不易成為塗佈不均。因此，可減少積層壓電體中之塗層不均，抑制視認性下降。

【0017】此外，藉由將抗靜電層與表面粗糙度(Rz)經過調整之硬塗層以表面電阻率成為規定以下之方式積層，可高水準地同時實現抗黏連性與抗靜電性。

【0018】以下，對本發明之一實施方式之積層壓電體及其製造方法進行具體說明。

1.積層壓電體

【0019】本實施方式之積層壓電體包含壓電膜、抗靜電層及硬塗層。

1-1.壓電膜

【0020】壓電膜係含有氟類樹脂作為主成分之膜，且壓電常數

d_{33} 調整為7pC/N以上40pC/N以下。若壓電膜之壓電常數 d_{33} 為7pC/N以上，則藉由壓電效應產生之電荷量充分，因此容易獲得高感壓性。若壓電膜之壓電常數 d_{33} 為40pC/N以下，則可進一步減小例如極化處理所引起之膜表面之凹凸，因此可降低外觀不良。就相同觀點而言，壓電膜之壓電常數 d_{33} 更佳為10pC/N以上35pC/N以下，進一步較佳為10pC/N以上27pC/N以下，尤佳為10pC/N以上24pC/N以下。

【0021】 壓電常數 d_{33} 係表示受到一定壓力時之極化行為之指標之一。壓電常數 d_{33} 越大，受到一定壓力時產生之極化程度越大，電荷密度越大。因此，壓電膜之帶電程度亦變大。

【0022】 壓電膜之壓電常數 d_{33} 可依據利用直接準靜態法（ d_{33} 測量法，Berlincourt法）之壓電陶瓷之壓電常數 d_{33} 之試驗方法ISO 19622：2018測定壓電常數 d_{33} 。具體而言，使用壓電常數測定裝置（例如PIEZOTEST公司製，PiezoMeter System PM300），以1.0N夾住壓電膜之樣品，讀取施加0.15N、110 Hz之力時之產生電荷。

【0023】 壓電膜之壓電常數 d_{33} 主要可藉由壓電膜所含之樹脂之種類、製造條件（極化處理、延伸處理之條件）進行調整。例如，氟類樹脂中，越是含有大量源自偏二氟乙烯之結構單元之樹脂，壓電膜之壓電常數 d_{33} 越容易變大。另外，藉由增強極化處理、延伸處理，壓電膜之壓電常數 d_{33} 容易變大。

【0024】 如上所述，壓電膜含有氟類樹脂作為主成分。含有氟類樹脂作為主成分係指構成壓電膜之樹脂之總質量中以氟類樹脂作為結構單元之樹脂（包含氟類樹脂本身）之含有率為50質量%以上。氟類樹脂之含有率較佳為60質量%以上，進一步較佳為80質量%以上。

上述含有率之上限值並無特別限制，可為100質量%，亦可為90質量%以下。

【0025】 氟類樹脂中，就容易獲得高壓電效應之觀點而言，氟類樹脂較佳為包含源自偏二氟乙烯之結構單元作為主成分之聚合物。

【0026】 上述聚合物中之作為主成分包含之源自偏二氟乙烯之結構單元的含量相對於上述聚合物之結構單元之總量，較佳為50質量%以上，更佳為70質量%以上，進一步較佳為80%以上，尤佳為90%以上。上述含量越多，越容易獲得更高之壓電效應。上述含量之上限值並無特別限制，可為100質量%，亦可為90質量%以下。

【0027】 上述聚合物亦可於無損本發明之效果之範圍內進一步包含源自可與偏二氟乙烯共聚之單體之結構單元。作為可與偏二氟乙烯共聚之單體之例，可舉例：三氟乙烯、四氟乙烯、六氟丙烯、三氟氯乙烯及氟乙烯等含氟單體。另外，可含有兩種以上之此種單體。

【0028】 其中，就容易增大壓電膜之壓電常數 d_{33} ，提高應用壓電膜之感壓感測器之靈敏度之觀點而言，較佳為偏二氟乙烯均聚物。

【0029】 壓電膜之厚度例如較佳為25 μm 以上120 μm 以下。若壓電膜之厚度為25 μm 以上，則藉由壓電效應產生之電荷量更多，容易獲得更高之壓電性。壓電膜之厚度更佳為30 μm 以上，進一步較佳為35 μm 以上。若壓電膜之厚度為120 μm 以下，則壓電膜之透明性更不易受損，更佳為100 μm 以下，進一步較佳為80 μm 以下。就相同觀點而言，壓電膜之厚度更佳為35 μm 以上80 μm 以下。

1-2.抗靜電層

【0030】 抗靜電層具有防止積層壓電體帶電之功能。抗靜電層

配置於壓電膜之至少其中一面。

【0031】 抗靜電層之表面電阻率以於硬塗層上測定之表面電阻率成為後述範圍之方式調整。因此，抗靜電層之表面電阻率較佳為低於在硬塗層上測定之表面電阻率，具體而言，較佳為 $1.0 \times 10^4 \Omega/\text{sq}$.以上 $1.0 \times 10^9 \Omega/\text{sq}$.以下，更佳為 $1.0 \times 10^5 \Omega/\text{sq}$.以上 $1.0 \times 10^8 \Omega/\text{sq}$.以下。若抗靜電層之表面電阻率為 $1.0 \times 10^9 \Omega/\text{sq}$.以下，則容易降低在硬塗層上測定之表面電阻率，容易充分賦予抗靜電性。表面電阻率例如可使用公知之電阻率計，依據JIS（Japanese Industrial Standards，日本工業標準）K 6911而測定。

【0032】 表面電阻率可藉由抗靜電層之厚度、抗靜電層所含之導電材之種類及含量進行調整。例如，若增厚抗靜電層，則表面電阻率變小。另外，若增多導電材之含量，則表面電阻率變小。

【0033】 抗靜電層含有導電材。本實施方式中，抗靜電層可包含含有導電材、聚合性化合物及任意固化劑之固化性組成物的固化物。

【0034】 導電材只要為使抗靜電層之表面電阻率成為上述範圍之材料即可，可為離子傳導型導電材，亦可為電子傳導型導電材。

【0035】 離子傳導型導電材之例中，包含(a)具有四級銨鹽、吡啶鎊鹽、一級至三級胺基等陽離子性基之陽離子性抗靜電劑；(b)具有磺酸鹽基、硫酸酯鹽基、磷酸酯鹽基、膦酸鹽基等陰離子性基之陰離子性抗靜電劑；(c)胺基酸類、胺基硫酸酯類等兩性抗靜電劑；及(d)胺醇類、甘油類、聚乙二醇類等非離子性抗靜電劑。

【0036】 電子傳導型導電材之例中，包含導電性高分子、其以

外之導電材。導電性高分子之例中，包含聚乙炔或其衍生物、聚噻吩或其衍生物、聚吡咯或其衍生物、聚苯胺或其衍生物等。其中，就透明性高，顯示出高導電性之觀點而言，較佳為聚噻吩或其衍生物。導電性高分子以外之導電材之例中，包含奈米碳管、石墨烯等。

【0037】該等中，就容易降低積層壓電體之表面電阻率，亦難以產生滲出之觀點而言，較佳為含有電子傳導型導電材。電子傳導型導電材中，就進一步降低抗靜電層之表面電阻率，藉此進一步降低於硬塗層上測定之表面電阻率的觀點而言，更佳為奈米碳管。

【0038】聚合性化合物可為熱聚合性化合物，亦可為光聚合性化合物，其例中，可舉例丙烯酸化合物、環氧化合物、氧雜環丁烷化合物、聚胺基甲酸酯化合物、聚醯亞胺樹脂、三聚氰胺樹脂、矽酮化合物、乙酸乙烯酯等。例如，亦可使用與用於形成後述硬塗層之聚合性化合物相同者。

【0039】抗靜電層之厚度只要為可賦予抗靜電性之範圍即可，例如為10 nm以上250 nm以下。若抗靜電層之厚度為10 nm以上，則可進一步降低抗靜電層之表面電阻率，因此亦容易進一步降低於硬塗層上測定之表面電阻率，容易獲得高抗靜電性。若抗靜電層之厚度為250 nm以下，則更不易產生起因於壓電膜之表面凹凸之塗佈不均，可更不易產生塗層不均。就相同觀點而言，抗靜電層之厚度更佳為15 nm以上220 nm以下，進一步較佳為20 nm以上190 nm以下，尤佳為20 nm以上160 nm以下。

1-3.硬塗層

【0040】硬塗層具有提高積層壓電體之表面之耐損傷性，且提

高滑動性而抑制黏連之功能。

【0041】 硬塗層可為單層，亦可為多層。至少1層硬塗層較佳為配置於抗靜電層上。另外，至少1層硬塗層較佳為配置於積層壓電體之最表面。

【0042】 就抑制黏連之觀點而言，硬塗層較佳為具有適度之表面粗糙度。具體而言，硬塗層之表面之最大高度Rz調整為40 nm以上150 nm以下。若硬塗層之表面之Rz為40 nm以上，則具有充分之滑動性，因此可抑制積層壓電體彼此之黏連。若硬塗層之表面之Rz為150 nm以下，則可抑制因霧度增大所引起之透明性下降。硬塗層之表面之Rz更佳為40 nm以上100 nm以下，進一步較佳為40 nm以上80 nm以下，尤佳為40 nm以上60 nm以下。

【0043】 硬塗層之表面之Rz可使用表面粗糙度測定器（例如「SURFCOM1500」，東京精密股份有限公司製），藉由依照JIS B 0601-2013之方法進行測定。於硬塗層中之任意10處，沿積層壓電體之寬度方向（TD方向）測定Rz，以其平均值算出。

【0044】 硬塗層之表面之Rz可藉由硬塗層所含有之粒子之平均粒徑等進行調整。例如，若增大硬塗層所含有之粒子之平均粒徑，則Rz容易變大。

【0045】 硬塗層可為含有粒子之樹脂層。就提高耐損傷性之觀點而言，含有粒子之樹脂層較佳為使含有聚合性化合物與粒子之固化性組成物固化而獲得者。

（聚合性化合物）

【0046】 聚合性化合物可為單體、低聚物或聚合物之任一種。

聚合性化合物可為熱固性化合物，亦可為電離放射線性化合物，較佳為電離放射線性化合物。電離放射線通常可為紫外線(UV)或電子束(EB)。

【0047】電離放射線性化合物為具有電離放射線固化性官能基之化合物。作為電離放射線固化性官能基，可舉例(甲基)丙烯酸醯基、乙烯基、烯丙基等乙烯性不飽和鍵基團、以及環氧基、氧雜環丁烷基等開環聚合性基。其中，較佳為具有乙烯性不飽和鍵基團之化合物，更佳為具有2個以上之乙烯性不飽和鍵基團之化合物，進一步較佳為多官能性(甲基)丙烯酸酯類化合物。

【0048】多官能性(甲基)丙烯酸酯類化合物中，2官能(甲基)丙烯酸酯類單體之例中，包含乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、雙酚A四乙氧基二丙烯酸酯、雙酚A四丙氧基二丙烯酸酯、1,6-己二醇二丙烯酸酯等。3官能以上之(甲基)丙烯酸酯類單體之例中，包含三羥甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、新戊四醇三(甲基)丙烯酸酯、新戊四醇四(甲基)丙烯酸酯、二新戊四醇六(甲基)丙烯酸酯、二新戊四醇四(甲基)丙烯酸酯、異三聚氰酸改質三(甲基)丙烯酸酯等。另外，上述(甲基)丙烯酸酯類單體可為分子骨架之一部分經過改質者，亦可使用經過環氧乙烷、環氧丙烷、己內酯、異三聚氰酸、烷基、環狀烷基、芳香族、雙酚等改質者。

【0049】另外，多官能性(甲基)丙烯酸酯類低聚物之例中，包含(甲基)丙烯酸胺基甲酸酯、環氧(甲基)丙烯酸酯、聚酯(甲基)丙烯酸酯、聚醚(甲基)丙烯酸酯等丙烯酸酯類聚合物。(甲基)丙烯酸胺基甲酸酯例如藉由多元醇及有機二異氰酸酯與羥基(甲基)丙烯酸酯之反

應而獲得。

(聚合起始劑)

【0050】電離放射線固化性化合物為紫外線固化性化合物時，固化性組成物較佳為含有光聚合起始劑。作為光聚合起始劑，可舉例選自苯乙酮、二苯甲酮、 α -羥烷基苯酮、米其勒酮、安息香、苯偶醌二甲基縮酮、苯甲醌苯甲酸酯、 α -醌基肟酯、9-氧硫吡啶類等之1種以上。

(粒子)

【0051】粒子可為無機粒子，亦可為有機粒子。

【0052】無機粒子之例中，包含二氧化矽粒子、二氧化鈦粒子、氧化鋯粒子、氧化鋁粒子、鑽石粉末、藍寶石粒子、碳化硼粒子、碳化矽粒子、五氧化銻粒子等。有機粒子之例中，包含丙烯酸樹脂、丙烯酸-苯乙烯共聚物、矽酮樹脂等樹脂粒子。其中，就不易有損硬塗層之透明性之方面而言，較佳為無機粒子，更佳為二氧化矽粒子。無機粒子之表面亦可經矽烷偶合劑等表面改質劑處理。

【0053】粒子之平均一次粒徑優選為10 nm以上200 nm以下，更優選為30 nm以上100 nm以下。藉由將粒子之平均一次粒徑設為上述範圍，可將硬塗層之表面之Rz調整為上述範圍。

【0054】硬塗層中之粒子之平均一次粒徑可使用掃描式電子顯微鏡(SEM)，以加速電壓2.0kV、50000倍率觀察硬塗層之表面10點，以它們之平均值測定。另外，任意10個粒子各自之直徑可測定各粒子之面積，算出相當於前述面積之圓之直徑，將各粒子之直徑之算術平均值作為平均一次粒徑而求出。

【0055】 硬塗層中之粒子之含量相對於固化性組成物，較佳為3質量%以上80質量%以下，更佳為6質量%以上70質量%以下。若粒子之含量為3質量%以上，則硬塗層之表面之Rz更容易變大，更容易提高抗黏連性。若粒子之含量為80質量%以下，則可進一步抑制霧度增大所引起之透明性下降。

【0056】 硬塗層之厚度較佳為300 nm以上3000 nm以下。若硬塗層之厚度為300 nm以上，則更容易提高積層壓電體之耐損傷性。若硬塗層之厚度為3000 nm以下，則可使積層壓電體之表面電阻率更低，因此容易獲得更高之抗靜電性。就相同觀點而言，硬塗層之表面之厚度更佳為500 nm以上1500 nm以下，進一步較佳為700 nm以上1200 nm以下。

【0057】 另外，就容易將積層壓電體之表面電阻率調整為上述範圍之觀點而言，硬塗層之厚度(T2)與抗靜電層之厚度(T1)之比率(T2/T1)雖亦取決於抗靜電層之表面電阻率，但例如可設為3至26。上述比率越小，硬塗層越薄，抗靜電層越厚，因此可使於硬塗層上測定之表面電阻率更低。

【0058】 另外，構成積層壓電體之各層之厚度可使用分光干涉式膜厚計（例如Hamamatsu Photonics K.K.公司製「Optical NanoGauge C13027-11」）進行測定。各層之折射率可利用JIS K7142中記載之方法進行測定，例如將基材之折射率設定為1.42，將塗膜之折射率設定為1.50。而且，以5 mm間隔測定3點以上之積層壓電體之包含面中央之範圍內的各層厚度，可將其算術平均值作為各層之厚度而求出。

1-4.層構成

【0059】積層壓電體所含之抗靜電層及硬塗層分別可為1層，亦可為2層以上。另外，積層壓電體可進一步具有上述以外之其他層。其中，就容易獲得高抗靜電性之觀點而言，抗靜電層與硬塗層較佳為彼此相接。

【0060】例如，積層壓電體可取得如下層構成。

壓電膜/抗靜電層/硬塗層

硬塗層/壓電膜/抗靜電層/硬塗層

1-5.物性

(表面電阻率)

【0061】本實施方式之積層壓電體包含抗靜電層，因此表面電阻率降低。具體而言，積層壓電體之於硬塗層上測定之表面電阻率為 $1.0 \times 10^6 \Omega/\text{sq.}$ 以上 $1.0 \times 10^{12} \Omega/\text{sq.}$ 以下。若積層壓電體之上述表面電阻率為 $1.0 \times 10^{12} \Omega/\text{sq.}$ 以下，則容易獲得充分之抗靜電性。若積層壓電體之上述表面電阻率為 $1.0 \times 10^6 \Omega/\text{sq.}$ 以上，則更容易抑制計劃外之靜電放電。就相同觀點而言，積層壓電體之上述表面電阻率更佳為 $1.0 \times 10^8 \Omega/\text{sq.}$ 以上 $5.0 \times 10^{11} \Omega/\text{sq.}$ 以下。積層壓電體之表面電阻率可利用與抗靜電層之表面電阻率同樣之方法進行測定。

【0062】積層壓電體之表面電阻率主要可藉由抗靜電層之表面電阻率與硬塗層之厚度進行調整。若降低抗靜電層之表面電阻率，減薄硬塗層之厚度，則積層壓電體之表面電阻率容易變低。

(全光線透過率)

【0063】積層壓電體就應用於搭載在圖像顯示裝置之觸控面板之觀點而言，較佳為具有高透明性。具體而言，積層壓電體之全光線

透射率較佳為85%以上，更佳為90%以上。

【0064】積層壓電體之全光線透射率可使用霧度計（例如日本電色工業股份有限公司製，NDH7000SP II），基於JIS K 7361-1所記載之方法進行測定。

【0065】積層壓電體之全光線透射率可藉由抗靜電層之厚度、硬塗層所含之粒子之平均粒徑進行調整。例如，若減小抗靜電層之厚度，則更難產生塗層不均，全光線透射率更容易變高。另外，若減小硬塗層中之粒子之平均粒徑，則全光線透射率更容易變高。

（積層壓電體之壓電常數）

【0066】積層壓電體之壓電常數 d_{33} 調整為7pC/N以上40pC/N以下。若積層壓電體之壓電常數 d_{33} 為7pC/N以上，則藉由壓電效應產生之電荷量充分，因此容易獲得高感壓性。若積層壓電體之壓電常數 d_{33} 為40pC/N以下，則可進一步減小例如極化處理所引起之膜表面之凹凸，因此可降低外觀不良。就相同觀點而言，積層壓電體之壓電常數 d_{33} 更佳為10pC/N以上40pC/N以下，進一步較佳為10pC/N以上27pC/N以下，尤佳為13pC/N以上24pC/N以下。

【0067】積層壓電體之壓電常數 d_{33} 主要可藉由壓電膜之壓電常數 d_{33} 進行調整。若壓電膜之壓電常數 d_{33} 高，則積層壓電體之壓電常數 d_{33} 亦容易變高。

1-6.作用

【0068】上述實施方式之積層壓電體包含壓電常數 d_{33} 為規定以上之壓電膜，因此具有高壓電性。

另外，積層壓電體具有抗靜電層與具有規定以上之 R_z 之硬塗層

之積層構造，且積層壓電體之硬塗層上之表面電阻率調整為規定以下。藉此，可同時實現抗靜電性與抗黏連性。

此外，抗靜電層之厚度調整為規定以下。藉此，降低因含有氟類樹脂之壓電膜之表面凹凸所引起的抗靜電層之塗佈不均，因此亦抑制塗層不均。藉此，可抑制視認性下降。

2.積層壓電體之製造方法

【0069】 本實施方式之積層壓電體可經過以下程序而製造：(1)準備含有氟類樹脂之壓電膜之程序；(2)於準備之壓電膜之至少其中一面塗佈抗靜電材料之後使其乾燥，而形成抗靜電層的程序；以及(3)於抗靜電層上塗佈固化性樹脂組成物之後使其固化，而形成硬塗層的程序。另外，壓電膜、抗靜電層及硬塗層分別為上述壓電膜、抗靜電層及硬塗層。

(1)準備壓電膜之程序

【0070】 含有氟類樹脂之壓電膜可為市售品，亦可進行製造。

【0071】 於製造含有氟類樹脂之壓電膜時，該壓電膜可經過對含有氟類樹脂之膜進行極化處理之程序而獲得。含有氟類樹脂之膜可為延伸膜，亦可為未延伸膜。本實施方式中，就表現出高壓電效果之觀點而言，較佳為將含有氟類樹脂之膜延伸後進行極化處理。

【0072】 含有氟類樹脂之膜可利用熔融擠出法（擠出成型法）、溶液澆鑄法等任意方法進行製造。其中，就容易獲得規定以上之厚度之壓電膜之觀點等而言，含有氟類樹脂之膜較佳為利用熔融擠出法製造。熔融擠出法中，可將氟類樹脂及任意之添加劑於擠出機之料缸內加熱熔融後，自模嘴擠出而獲得膜。

【0073】 所獲得之膜具有混合存在 α 型結晶（主鏈為螺旋型結構）與 β 型結晶（主鏈為平面鋸齒狀結構）等之結構。 β 型結晶具有大極化結構。藉由將膜延伸，可使 α 型結晶成為 β 型結晶，就延伸程序而言，為了使氟類樹脂成為 β 型結晶，較佳為視需要進行延伸。延伸方向可為TD方向（Transverse Direction，橫向），亦可為MD方向（Machine Direction，縱向），更佳為MD方向。

【0074】 延伸方法並無特別限定，可利用拉幅機法、轉鼓法等公知之延伸方法進行。

【0075】 延伸倍率例如為3.0倍以上6.0倍以下。若延伸倍率為3.0倍以上，則容易將膜之厚度、極化性調整為更適度之範圍。若延伸倍率為3.0倍以上，則 β 型結晶之重排反應充分地進行，不僅容易表現出更高之壓電性，亦可進一步提高透明性。若延伸倍率為6.0倍以下，則可進一步抑制延伸所引起之斷裂。

【0076】 對所獲得之延伸膜進行極化處理。極化處理例如可藉由在接地電極與針狀電極之間施加直流電壓而進行。電壓只要根據延伸膜之厚度進行調整即可，例如可設為1kV以上50kV以下。

【0077】 如上所述，本實施方式中，可藉由對延伸膜進行極化處理而獲得壓電膜。

(2)形成抗靜電層之程序

【0078】 於所獲得之壓電膜上塗佈例如含有上述導電材之固化性組成物之後使其乾燥及固化，而形成抗靜電層。

【0079】 上述抗靜電材料亦可進一步含有水、溶劑。溶劑之例中，包含甲醇、乙醇、異丙醇等醇類溶劑。

【0080】塗佈方法並無特別限制，可為旋塗法、凹版塗佈法、模塗法、棒塗法、浸塗法等之任一種。

【0081】乾燥方法係將塗佈之抗靜電材料加熱之方法。加熱溫度較佳為可去除溶劑之溫度以上且構成壓電膜之氟類樹脂之熱變形溫度以下的溫度，例如可設為100°C以上150°C以下。熱變形溫度例如可依據JIS K 7191-2：2015進行測定。

(3)形成硬塗層之程序

【0082】於所獲得之抗靜電層上塗佈含有上述固化性組成物之塗佈液之後使其乾燥及固化，而形成硬塗層。

【0083】上述塗佈液亦可進一步視需要含有稀釋溶劑。作為稀釋溶劑，較佳為極性與粒子相近者。稀釋溶劑之例中，包含醇類溶劑、酮類溶劑、酯類溶劑、碳酸酯類溶劑、芳香族類溶劑等有機溶劑。

【0084】上述塗佈液之塗佈可利用與上述塗佈方法同樣之方法進行。上述塗佈液之乾燥亦可利用與上述乾燥方法同樣之方法進行。另外，加熱溫度只要於可揮發去除溶劑之範圍內為構成壓電膜之氟類樹脂之熱變形溫度以下的溫度即可，例如可設為60°C以上100°C以下。

【0085】固化可利用熱進行固化，亦可利用電離放射線進行固化。利用電離放射線之固化可照射紫外線或電子束來進行。另外，亦可並用利用熱之固化與利用電離放射線之固化。

3.用途

【0086】本實施方式之積層壓電體可用於各種用途。尤其是本

實施方式之積層壓電體具有高透明性及視認性，且顯示高壓電性，因此可較佳地用作搭載於各種電子設備之觸控面板之感壓感測器。

實施例

【0087】 以下，參照實施例及比較例進一步說明本發明。本發明之技術範圍並不限定於此。

1.物性之評估

(1)層厚度

【0088】 各層之厚度係使用分光干涉式膜厚計（Hamamatsu Photonics K.K.公司製「Optical NanoGauge C13027-11」）進行測定。以5 mm間隔測定30點之積層壓電體之包含面中央之範圍內的各層厚度，算出其算術平均值。另外，各層之折射率根據各層之材料進行設定，含有PVDF之壓電膜設定為1.42，抗靜電層設定為1.50，硬塗層設定為1.50。

(2)粒徑

【0089】 使用掃描式電子顯微鏡（「SU3800」，日立高新技術股份有限公司製造），於加速電壓2.0kV、倍率50,000倍之條件下對積層壓電體之硬塗層之表面進行觀察。然後，測定10點，將其平均值作為奈米無機粒子之粒徑。

(3)壓電常數

（壓電常數 d_{33} ）

【0090】 依據利用直接準靜態法（ d_{33} 測量法，Berlincourt法）之壓電陶瓷之壓電常數 d_{33} 之試驗方法ISO 19622：2018測定壓電常數 d_{33} 。具體而言，關於積層壓電體之壓電常數 d_{33} ，使用壓電常數測定

裝置（「PiezoMeter System PM300」，PIEZOTEST公司製造），以1N夾持樣品，讀取施加0.15N、110 Hz之力時之產生電荷。壓電常數 d_{33} 之實測值於測定溫度25°C時會根據所測定之膜之正反而成為正值或負值，於本說明書中記載絕對值。

(d_{14})

【0091】於積層壓電體之兩面蒸鍍Al，在相對於壓電膜之延伸方向（MD方向）呈45°之方向上取120 mm，在與該45°方向正交之方向上取10 mm進行切割，而切成120 mm×10 mm之矩形膜。將其作為測定用樣品。

然後，將該樣品不鬆弛地設置於夾頭間距設為70 mm之拉伸試驗機。接著，對於樣品，以速度5 mm/min且以施加力在4N與9N之間往復之方式週期性地施加力。此時，為了測定對應於施加力而產生於樣品之電荷量，而將靜電電容 $Q_m(F)$ 之電容器並聯連接於樣品，經由緩衝放大器測定該電容器 $C_m(95nF)$ 之端子間電壓 V_m 。產生電荷量 $Q(C)$ 係作為電容器電容 C_m 與端子間電壓 V_m 之乘積而計算。壓電常數 d_{14} 按下式計算。

$$d_{14}=(2\times t)/L\times C_m\cdot\Delta V_m/\Delta F$$

t：樣品厚度(m)

L：夾頭間距(m)

C_m ：並聯電容器電容(F)

$\Delta V_m/\Delta F$ ：電容器端子間之電壓變化量相對於力之變化量之比

2.積層壓電體之製作與評估

[實施例1]

(1)壓電膜之製作

【0092】 將聚偏二氟乙烯膜（KUREHA股份有限公司製，含有100質量%偏二氟乙烯均聚物之膜）於MD方向上以延伸倍率4.2倍延伸之後，在接地電極與針狀電極之間施加直流電壓並自0kV增加至11.0kV，藉此進行極化處理，而獲得厚度為42 μm 之壓電膜。利用上述方法測定壓電膜之壓電常數 d_{33} ，為15pC/N。

(2)抗靜電層之形成

【0093】 於所獲得之壓電膜之A面，利用多功能塗佈機(Multicoater)（Hirano Tecseed公司製）塗佈如下溶液並以130°C熱處理0.67分鐘，而於壓電膜上形成厚度50 nm之抗靜電層，該溶液係將含有PEDOT：PSS作為導電性聚合物之塗料P-400MP-A（Nagase Chemtex股份有限公司製）與含有交聯劑及導電性提高劑之塗料P-400MP-B（Nagase Chemtex股份有限公司製）以4：1之比率混合而成。

(3)硬塗層之形成

【0094】 然後，於上述抗靜電層上，利用多功能塗佈機塗佈硬塗劑（荒川化學工業股份有限公司製BS-CH271，非晶質二氧化矽之平均粒徑為60 nm）之後，於80°C熱處理2分鐘，進一步照射累計光量200mJ/cm²之UV使其光固化，而形成厚度700 nm之硬塗層。藉此，獲得具有壓電膜/抗靜電層/硬塗層之積層構造之積層壓電體。

[實施例2]

【0095】 除了將硬塗層之厚度變更為2000 nm以外，以與實施例1同樣之方式獲得積層壓電體。

[實施例3]

【0096】除了將抗靜電層之厚度變更為140 nm以外，以與實施例1同樣之方式獲得積層壓電體。

[實施例4]

【0097】除了將形成抗靜電層時之熱處理條件變更為120°C、60min以外，以與實施例1同樣之方式獲得積層壓電體。

[實施例5]

【0098】除了於壓電膜之A面，利用多功能塗佈機（Hirano Tecseed公司製）塗佈含有單層奈米碳管之塗料C-169PF-A（Nagase Chemtex股份有限公司製）與含有交聯劑之塗料C-169PF-B（Nagase Chemtex股份有限公司製）以3：2之比率混合而成的溶液(C-169PF)，並於130°C熱處理1分鐘，而形成抗靜電層以外，以與實施例1同樣之方式獲得積層壓電體。

[實施例6]

【0099】於實施例1中製作之積層壓電體之壓電膜之B面，利用與實施例1同樣之方法進一步形成厚度700 nm之硬塗層，而獲得積層壓電體。藉此，獲得具有硬塗層/壓電膜/抗靜電層/硬塗層之積層構造之積層壓電體。

[實施例7]

【0100】除了將硬塗劑變更為Toyochem股份有限公司製TYAB-M101（非晶質二氧化矽之平均粒徑為80 nm）以外，以與實施例1同樣之方式獲得積層壓電體。

[比較例1]

【0101】 不形成抗靜電層及硬塗層之任一者，而直接使用實施例1之壓電膜。

[比較例2]

【0102】 除了將含有非晶質二氧化矽之硬塗劑變更為不含非晶質二氧化矽之硬塗劑（BS-575，荒川化學股份有限公司製）以外，以與實施例1同樣之方式獲得積層壓電體。

[比較例3]

【0103】 除了將抗靜電層之厚度變更為5 nm以外，以與實施例1同樣之方式獲得積層壓電體。

[比較例4]

【0104】 除了將抗靜電層之厚度變更為260 nm以外，以與實施例1同樣之方式獲得積層壓電體。

[比較例5]

【0105】 除了將抗靜電層形成時之熱處理條件變更為160°C、60分鐘以外，以與實施例1同樣之方式形成抗靜電層。但，積層壓電體之外觀不良，未進行至硬塗層之形成。

[比較例6]

【0106】 除了將抗靜電層形成時之熱處理條件變更為80°C、0.67分鐘以外，以與實施例1同樣之方式嘗試抗靜電層之形成，但抗靜電層之固化不充分，未進行至硬塗層之形成。

[比較例7]

【0107】 於實施例1之壓電膜，利用多功能塗佈機塗佈抗靜電硬塗劑（MT-3/荒川化學股份有限公司製），並於80°C熱處理2分鐘之

後，使用UV照射裝置CSOT-40（GS Yuasa股份有限公司製），以 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ 之累計光量照射UV，而獲得積層壓電體。藉此，獲得具有壓電膜/抗靜電硬塗層之積層構造之積層壓電體。

[比較例8]

(1)含有聚乳酸之壓電膜之製作

【0108】對於NatureWorks LLC公司製聚乳酸（品名：Ingeo™ biopolymer）100質量份，添加穩定劑[Rhein Chemie公司製Stabaxol P400（10質量份）、Rhein Chemie公司製Stabaxol I（70質量份）、及Nisshinbo Chemical公司製CARBODILITE LA-1（20質量份）之混合物]1.0質量份，進行乾摻而製備原料。

然後，將該原料放入擠出成型機漏斗，一邊加熱至 210°C 一邊自T模擠出，並接觸於 50°C 之澆鑄輥，而製成厚度 $150\ \mu\text{m}$ 之預結晶化膜。將預結晶化膜以輥對輥方式於 70°C 沿MD方向單軸延伸至3.5倍，而獲得單軸延伸膜。所獲得之單軸延伸膜之厚度為 $49.2\ \mu\text{m}$ 。

接著，將所獲得之單軸延伸膜以輥對輥方式接觸於 145°C 之輥上15秒進行退火處理之後，進行急冷，而製作含有聚乳酸之壓電膜。利用上述方法測定壓電膜之壓電常數 d_{14} ，為 $6\text{pC}/\text{N}$ 。

(2)抗靜電硬塗層之形成

【0109】於所獲得之壓電膜之單面，利用多功能塗佈機塗佈抗靜電硬塗塗料（Shin-Etsu Polymer製Seplegyda（註冊商標）HC-A），並於 60°C 乾燥5分鐘之後，利用金屬鹵化物燈照射累計光量 $1000\text{mJ}/\text{cm}^2$ 之紫外線，而形成抗靜電硬塗層。藉此，獲得具有壓電膜/抗靜電硬塗層之積層構造之積層壓電體。

[評估]

【0110】 利用以下之方法評估所獲得之積層壓電體之表面電阻率、帶電量、抗黏連性、表面最大高度Rz及全光線透射率。

(1)表面電阻率

【0111】 將積層壓電體或壓電膜切成100 mm×100 mm之尺寸，而獲得試樣。依據JIS 6911，使用表面電阻率計F-109（HOZAN公司製）測定試樣之硬塗層上之表面電阻率。測定條件係讀取以功率100W經過10秒後之值。

(2)帶電量

【0112】 對於捲取狀態之膜（膜捲筒），使用靜電電位測定器（KEYENCE公司製SK-H050）測定膜之表面電位(kV)。測定於距捲筒外側之膜表面為10 cm之位置進行。

(3)抗黏連性

【0113】 自積層壓電體或壓電膜切出2片縱10 cm×寬10 cm之大小之試驗片，將2片試驗片之其中一者之硬塗面與另一者之硬塗面重疊，目視確認膜相互摩擦時之黏附情況，利用下述基準進行評估。

○：無黏附

×：有黏附

(4)最大高度Rz

【0114】 使用表面粗糙度測定器（「SURFCOM1500」，東京精密股份有限公司製），利用依據JIS B 0601-2013之方法測定積層壓電體之硬塗層之表面之最大高度Rz。於硬塗層中之任意10處，沿積層壓電膜之寬度方向（TD方向）測定最大高度Rz，求出其平均值。

(5)全光線透射率

【0115】關於積層壓電體之全光線透射率，使用霧度計（「NDH7000SP II」，日本電色工業股份有限公司製造）基於JIS K 7361-1中記載之方法進行測定。

(6)顏色不均

【0116】積層壓電體之顏色不均係利用以下之基準評估是否藉由目視可沿MD方向視認到。

○：無法視認到顏色不均

×：可視認到顏色不均

(7)積層壓電體之壓電常數

【0117】利用與上述同樣之方法測定積層壓電體之壓電常數 d_{33} 或 d_{14} 。

【0118】將實施例1至7以及比較例1至8之積層壓電體之製造條件與層構成示於表1。其中，將實施例1至7、比較例2至4及7之積層壓電體之評估結果示於表2。

【0119】

[表1]

	壓電膜材料	抗靜電層			硬塗層				
		熱處理		膜厚 /nm	熱處理		UV 照射量 /mJ/cm ²	無機粒子粒徑 /nm	膜厚 /nm
		溫度 /°C	時間 /min		溫度/°C	時間/min			
實施例1	PVDF	130	0.67	50	80	2	200	60	700
實施例2	PVDF	130	0.67	50	80	2	200	60	2000
實施例3	PVDF	130	0.67	140	80	2	200	60	700
實施例4	PVDF	120	60	50	80	2	200	60	700
實施例5	PVDF	130	0.67	50	80	2	200	60	700

實施例6	PVDF	130	0.67	50	80	2	200	60	700
實施例7	PVDF	130	0.67	50	80	2	200	80	700
比較例1	PVDF	-	-	-	-	-	-	-	-
比較例2	PVDF	130	0.67	50	80	2	200	-	700
比較例3	PVDF	130	0.67	5	80	2	200	60	700
比較例4	PVDF	130	0.67	260	80	2	200	60	700
比較例5	PVDF	160	60	50	-	-	-	-	-
比較例6	PVDF	80	0.67	50	-	-	-	-	-
比較例7	PVDF	-	-	-	80	2	200	-	700
比較例8	PLA	-	-	-	60	5	1000	-	4000

【0120】

[表2]

	表面電阻值 /Ω/sq.	帶電量 /kV	抗黏連性	表面最大高度Rz/nm	全光線透射率/%	顏色不均	壓電常數d ₃₃ /pC/N
實施例1	1.1×10 ¹⁰	0.2kV	○	53	92.7	○	14
實施例2	3.1×10 ¹⁰	0.2kV	○	54	92.7	○	14
實施例3	1.2×10 ⁸	0.2kV	○	53	91.4	○	14
實施例4	1.0×10 ¹⁰	0.2kV	○	57	92.7	○	14
實施例5	4.2×10 ⁸	0.1kV	○	57	90.8	○	14
實施例6	1.1×10 ¹⁰	0.2kV	○	53	91.9	○	13
實施例7	1.1×10 ¹⁰	0.1kV	○	52	91.9	○	14
比較例1	1.0×10 ¹⁴ 以上	-20kV	×	185	93.6	-	15
比較例2	1.1×10 ¹⁰	0.2kV	×	35	91.9	○	14
比較例3	1.0×10 ¹⁴ 以上	-20kV	○	57	92.7	○	14
比較例4	8.6×10 ⁷	0.0kV	○	57	89.8	×	14
比較例5	-	-	-	-	88.9	-	-
比較例6	-	-	-	-	-	-	-
比較例7	2.1×10 ¹⁰	0.5kV	×	35	92.7	×	14
比較例8	3.1×10 ¹⁰	0.0kV	×	33	91.1	○	6 ^{※)}

※) PLA之壓電常數為d₁₄，因此使用PLA壓電膜之積層壓電體亦顯示壓電常數d₁₄之值。

【0121】如表2所示，可知具有Rz小於40 nm之硬塗層之比較例2及比較例7之積層壓電體之抗黏連性差。另外，可知不具有抗靜電層之比較例1之壓電膜、抗靜電層之厚度小於10 nm之比較例3之積層壓電體的表面電阻率高，抗靜電性差。另外，可知抗靜電層之厚度大於250 nm之比較例4之積層壓電體雖顯示充分之抗靜電性，但產生顏色不均。另外，可知使用含有聚乳酸之壓電膜之比較例8之積層壓電體的壓電常數變低。

【0122】相對於此，可知實施例1至7之積層壓電體均不會產生顏色不均，顯示高壓電常數，且抗黏連性與抗靜電性高。

【0123】尤其是暗示藉由進一步減小硬塗層之厚度，表面電阻率變得更小，抗靜電性更高（實施例1與2之對比）。

【0124】另外，可知藉由進一步減小抗靜電層之厚度，可進一步提高全光線透射率（實施例1與3之對比）。

【0125】本申請主張基於2023年3月24日申請之日本專利特願2023-48031之優先權。將該申請說明書中記載之內容全部引用於本案說明書中。

[產業上之可利用性]

【0126】根據本發明之積層壓電體，於不降低視認性之狀態下具有高壓電性、抗黏連性及抗靜電性。因此，該積層壓電體可較佳地用作觸控面板之感壓感測器。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種積層壓電體，其具有：

壓電膜，其含有氟類樹脂作為主成分；

抗靜電層，其直接配置於前述壓電膜之至少其中一面，且厚度為10 nm以上250 nm以下；以及

硬塗層，其配置於前述抗靜電層上，且表面之最大高度Rz為40 nm以上150 nm以下；

前述積層壓電體之於前述硬塗層上測定之表面電阻率為 $1.0 \times 10^6 \Omega/\text{sq.}$ 以上 $1.0 \times 10^{12} \Omega/\text{sq.}$ 以下，

前述積層壓電體之全光線透射率為85%以上，壓電常數 d_{33} 為7pC/N以上40pC/N以下。

【請求項2】

如請求項1之積層壓電體，其中前述氟類樹脂係包含源自偏二氟乙烯之結構單元作為主成分之聚合物。

【請求項3】

如請求項1之積層壓電體，其中前述氟類樹脂為偏二氟乙烯均聚物。

【請求項4】

如請求項1之積層壓電體，其中前述抗靜電層含有奈米碳管。

【請求項5】

如請求項1之積層壓電體，其中前述硬塗層之厚度為300 nm以上3000 nm以下。

【請求項6】

如請求項1之積層壓電體，其中前述硬塗層含有平均粒徑為10 nm以上200 nm以下之二氧化矽粒子。

【請求項7】

一種積層壓電體之製造方法，其係如請求項1之積層壓電體之製造方法，且包括以下程序：

準備含有氟類樹脂作為主成分且壓電常數 d_{33} 為7pC/N以上40pC/N以下之壓電膜的程序；

於前述壓電膜之至少其中一面塗佈抗靜電材料，而形成抗靜電層的程序；以及

於前述抗靜電層上塗佈固化性組成物之後使其固化，而形成硬塗層的程序。

【請求項8】

如請求項7之積層壓電體之製造方法，其中於準備前述壓電膜之程序中，

藉由擠出成型而形成含有氟類樹脂作為主成分之膜。

【請求項9】

如請求項7之積層壓電體之製造方法，其中於準備前述壓電膜之程序中，

將含有氟類樹脂作為主成分之膜延伸之後進行極化處理。

【請求項10】

如請求項7之積層壓電體之製造方法，其中於形成前述抗靜電層之程序中，

將塗佈有前述抗靜電材料之前述壓電膜於100°C以上150°C以下進行熱處理而使其乾燥。