



(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 I778653 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 09 月 21 日

(21) 申請案號：110120902

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 07 日

(51) Int. Cl. : C23C16/40 (2006.01)

C23C16/50 (2006.01)

C08J7/046 (2020.01)

C08L69/00 (2006.01)

(30) 優先權：2020/07/06 中國大陸

202010641136.6

(71) 申請人：大陸商江蘇菲沃泰納米科技股份有限公司 (中國大陸) JIANGSU FAVORED
NANOTECHNOLOGY CO., LTD. (CN)

中國大陸

(72) 發明人：宗堅 ZONG, JIAN (CN)；李福星 LI, FUXING (CN)；李思越 (CN)

(74) 代理人：廖俊龍

(56) 參考文獻：

CN 101153380A

CN 101370859A

CN 101772588A

CN 109166898A

US 2015/0240363A1

審查人員：洪敏峰

申請專利範圍項數：29 項 圖式數：0 共 25 頁

(54) 名稱

透明耐磨膜層、塑料表面改性方法以及產品

(57) 摘要

一種透明耐磨膜層、塑料基材改性方法以及產品，其中所述塑料基材改性方法包括如下步驟：以離子轟擊位於一 PECVD 鍍膜設備的一腔室的至少一塑料基材以清洗和活化所述塑料基材和在活化後的所述塑料基材表面以矽氧烷單體為反應原料以電漿增強化學氣相方法沉積形成一透明耐磨膜層。



I778653

發明摘要

【發明名稱】(中文/英文)

透明耐磨膜層、塑料表面改性方法以及產品

【中文】

一種透明耐磨膜層、塑料基材改性方法以及產品，其中所述塑料基材改性方法包括如下步驟：以離子轟擊位於一PECVD鍍膜設備的一腔室的至少一塑料基材以清洗和活化所述塑料基材和在活化後的所述塑料基材表面以矽氧烷單體為反應原料以電漿增強化學氣相方法沉積形成一透明耐磨膜層。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：無圖示。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

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)

透明耐磨膜層、塑料表面改性方法以及產品

【技術領域】

【0001】 本發明涉及到塑料材料表面改性領域，尤其涉及到透明耐磨膜層、塑料表面改性方法以及產品。

【先前技術】

【0002】 塑料是日常生活中一種非常常見的材料，透明塑料是其中的一種，相對於普通塑料，透明塑料可以作為光學材料使用。目前，透明塑料的種類有上百種，其中得到廣泛應用的是主要有聚甲基丙烯酸甲酯

(PMMA)、聚碳酸酯(PC)、聚苯乙烯(PS)等，這些透明塑料具有密度低、易加工成型、抗衝擊性好、可折疊等優異品質，因此在顯示屏材料領域，原先玻璃基材正在被透明塑料取代，尤其是在便攜式、可穿戴電子顯示屏領域。

【0003】 然而，透明塑料有著自身的缺點，比如說耐溶劑性能差，耐候性差，硬度低，特別容易摩擦產生劃痕，從而制約了透明塑料在顯示屏領域的應用，尤其是在觸摸式顯示屏上的應用。

【0004】 改善塑料硬度的方式主要有兩種，一種是對於塑料本身進行改性，比如說在塑料中增加硬質添加劑，以使得塑料整體變硬，另一種是在塑料表面形成膜層，通過膜層來增強塑料表面的硬度。兩種方法的應用領域並不相同，前者需要在塑料製造中進行，因而無法對於成品塑料進行改性，而後者的優勢在於能夠對於成品塑料製品進行改性。

【0005】 通常採用對於透明塑料表面進行改性的方式來增強塑料的硬度。溶液法是一種常用的方法，先在塑料表面預塗覆一層有機單體，然後通過熱固化或者UV固化形成硬質膜層。這種工藝過程繁瑣，工業化生產過程較為繁瑣，工業化生產中產品質量難以把控，並且容易造成原料浪費和環境污染。

【0006】 在專利CN110760256A公開了一種將各種丙烯酸酯、含氟單體、納米金剛石顆粒以及有機溶劑通過超聲攪拌混合形成溶液，再通過噴塗技術在PC料表面塗覆一層塗層，並且放置於烘箱烘乾，最後進行1000mJ/cm²UV固化處理。整個工藝過程複雜，對於工業化生產需要配備多種工序，生產成本較大，質量管控難，同時使用溶液噴塗法，不可避免存在環境污染和人員健康問題。

【發明內容】

【0007】 本發明的一個優勢在於提供一透明耐磨膜層、塑料表面改性方法以及產品，其中藉由所述塑料改性方法能夠對於塑料進行增硬，以使得塑料材料耐磨，同時藉由所述塑料改性方法，形成的所述透明耐磨膜層並不會對於塑料材料本身的透光性能造成過多的影響。

【0008】 本發明的另一個優勢在於提供一透明耐磨膜層、塑料表面改性方法以及產品，其中藉由所述塑料改性方法，所述透明耐磨膜層的製備過程不需要使用到大量的有機溶劑，整個製備過程高清潔無污染。

【0009】 本發明的另一個優勢在於提供一透明耐磨膜層、塑料表面改性方法以及產品，其中藉由所述塑料改性方法，所述透明耐磨膜層的製備過程中的單體進料量可控，以有利於鍍膜質量的穩定。

【0010】 本發明的另一優勢在於提供一透明耐磨膜層、塑料表面改性方法以及產品，其中藉由所述塑料改性方法，膜層沉積在納米程度上可控，以有利於在精度要求較高的領域，比如說精密電子設備領域製備所述透明耐磨膜層。

【0011】 本發明的另一優勢在於提供一透明耐磨膜層、塑料表面改性方法以及產品，其中在所述塑料改性方法中，利用離子對於塑料基材進行清洗活化，以有利於提高塑料基材的表面能，從而提高了所述透明耐磨膜層和塑料基材表面的結合強度，進而增強了所述透明耐磨膜層的穩定性和耐磨壽命。

【0012】 本發明的另一優勢在於提供一透明耐磨膜層、塑料表面改性方法以及產品，其中在所述塑料改性方法中，塑料基材能夠處於一個較低的溫度中，降低了一些精密部件不耐高溫而損壞的可能性，也擴大了所述塑料改性方法的應用範圍。

【0013】 根據本發明的一方面，本發明提供了一塑料表面改性方法，其包括如下步驟：

【0014】 在一PECVD鍍膜設備的一腔室中，通入矽氧烷單體為反應原料，在至少一塑料基材表面以電漿增強化學氣相沉積法形成一透明耐磨膜層。

【0015】 根據本發明的一個實施例，在所述形成所述透明耐磨膜層步驟之前，所述改性方法進一步包括如下步驟：

【0016】 以離子轟擊所述塑料基材以活化所述塑料基材。

【0017】 根據本發明的一個實施例，在所述形成所述透明耐磨膜層步

驟中，通入所述矽氧烷單體的同時通入輔助氣體，所述輔助氣體選自組合惰性氣體和氧氣中的一種或者多種。

【0018】 根據本發明的一個實施例，在所述離子轟擊步驟中，通入活化氣體，並且開啟電漿放電，其中所述活化氣體包括選自組合氧氣和氬氣中的一種。

【0019】 根據本發明的一個實施例，在所述離子轟擊步驟中，在通入所述活化氣體之前，通入惰性氣體並且開啟電漿放電，其中所述惰性氣體包括選自組合He、Ar和Kr中的一種或者幾種。

【0020】 根據本發明的一個實施例，在所述形成所述透明耐磨膜層步驟中，通入矽氧烷、惰性氣體和氧氣作為反應原料。

【0021】 根據本發明的一個實施例，在所述形成所述透明耐磨膜層步驟中，通入矽氧烷和氧氣作為反應原料。

【0022】 根據本發明的一個實施例，在上述方法中，所述PECVD裝置以ICP源作為等離子源。

【0023】 根據本發明的一個實施例，在上述方法中，在所述PECVD裝置的所述腔室內被施加有一偏壓電壓。

【0024】 根據本發明的一個實施例，在上述方法中，所述塑料基材被放置於一轉架，以在運動過程中被鍍膜。

【0025】 根據本發明的一個實施例，在所述離子轟擊步驟之前，用清洗劑對於所述塑料基材進行清洗。

【0026】 根據本發明的一個實施例，所述離子轟擊步驟包括如下步驟：

【0027】 抽真空以控制所述腔室的真空度不大於 1×10^{-1} Pa;

【0028】 通入惰性氣體並且在所述腔室內施加10-1000V偏壓，控制ICP源功率為50-1000W，控制真空度為0.1-50Pa以進行離子轟擊活化；以及

【0029】 通入活化氣體並且在所述腔室內施加10-1000V偏壓，控制ICP源功率為100-1000W，控制真空度為0.1-50Pa以進行離子轟擊活化。

【0030】 根據本發明的一個實施例，所述形成所述透明耐磨膜層步驟被實施為：

【0031】 通入矽氧烷單體蒸汽並且在所述腔室內施加100-1000V偏壓，控制ICP源功率為100-1000W，控制真空度為0.5-80Pa以進行沉積鍍膜。

【0032】 根據本發明的一個實施例，所述矽氧烷單體蒸汽通過一真空液相蒸發裝置進入到所述腔室，液相的矽氧烷單體通過一隔膜閥被定量控制地進入到所述真空液相蒸發裝置的蒸發室，然後被蒸發成為蒸汽並進入所述腔室。

【0033】 根據本發明的一個實施例，所述矽氧烷選自組合八甲基環四矽氧烷、六甲基環三矽氧烷、四甲基環四矽氧烷、三甲基環三矽氧烷、四甲基四乙氧基環四矽氧烷、十二甲基環六矽氧烷、十甲基環五矽氧烷、二甲基矽氧烷、四乙氧基矽烷、四甲氧基矽烷、六甲基二矽氧烷、四甲基二矽氧烷、六乙基二矽氧烷中的一種或者幾種。

【0034】 根據本發明的一個實施例，所述塑料基材選自組合塑料製成的基材和表面是塑料的基材中的一種或者多種。

【0035】 根據本發明的另一方面，本發明提供了一具有透明耐磨膜層的產品，其至少一個表面被設置有一透明耐磨膜層，並且產品表面是塑料

材料，所述透明耐磨膜層以矽氧烷單體為反應原料通過電漿增強化學氣相沉積方法在所述產品表面形成。

【0036】 根據本發明的一個實施例，所述產品選自組合塑料製品、印刷電路板、電子產品、電子組裝半成品、電氣部件中的一種或者幾種。

【圖式簡單說明】

【0037】 無

【實施方式】

【0038】 以下描述用於揭露本發明以使本領域技術人員能夠實現本發明。以下描述中的優選實施例只作為舉例，本領域技術人員可以想到其他顯而易見的變型。在以下描述中界定的本發明的基本原理可以應用於其他實施方案、變形方案、改進方案、等同方案以及沒有背離本發明的精神和範圍的其他技術方案。

【0039】 本領域技術人員應理解的是，在本發明的揭露中，術語“一”應理解為“至少一”或“一個或多個”，即在一個實施例中，一個元件的數量可以為一個，而在另外的實施例中，該元件的數量可以為多個，術語“一”不能理解為對數量的限制。

【0040】 本發明提供了透明耐磨膜層、塑料表面改性方法以及產品，其中所述透明耐磨膜層可以含有Si，O或者是Si，O和H。

【0041】 所述透明耐磨膜層具有良好的防刮性能和透光性能。當所述透明耐磨膜層被附著一基材的表面，尤其是一塑料基材的表面，所述透明耐磨膜層讓所述基材具有良好的耐磨性能和透光性能。當所述基材是所述塑料基材時，特別是透明塑料基材時，所述透明耐磨膜層不會對於所述塑

料基材本身的透光性造成過大的影響，也就是說，透明數量基材被在形成有所述透明耐磨膜層後，還可以保持有原先的透光性能或者是和原先相近的透光性能。

【0042】 由於所述透明耐磨膜層的這些特性，使得所述透明耐磨膜層的應用範圍能夠被擴大。

【0043】 本發明提供了具有所述透明耐磨膜層的產品，可以理解的是，所述產品包括所述塑料基材，所述塑料基材可以是指完全由塑料製成的製品，也可以是表面是由塑料製成而內部是非塑料材料的製品。

【0044】 在本發明的一些實施例中，所述產品選自組合塑料製品、印刷電路板、電子產品、電子組裝半成品、電氣部件中的一種或者幾種。當所述產品是具有塑料表面的電子設備，舉例但是並不限於手機、平板電腦、鍵盤、電子閱讀器、可穿戴設備、顯示器、耳機、PSP等設備。當所述產品是電氣部件時，所述電氣部件可以是電阻器、電容器、晶體管、二極管、放大器、繼電器、變壓器、電池、熔斷器、集成電路、開關、LED、LED顯示器、壓電元件、光電子部件或天線或振盪器等。當然，本領域技術人員可以理解的是，上述說明為舉例說明，並不意味著對於本發明的限制。

【0045】 具有所述透明耐磨膜層的產品，經過無塵布擦拭試驗，發現經過上千次的摩擦都沒有劃痕。具有所述透明耐磨膜層的產品，在一定厚度範圍內，可以透過所述透明耐磨膜層觀察到所述塑料基材本身的顏色。

【0046】 本發明提供了塑料表面改性方法，通過一電漿增強化學氣相沉積(PECVD)工藝在所述塑料基材表面形成所述透明耐磨膜層。就是說，在製備過程中，所述塑料基材被暴露在一電漿增強化學氣相沉積鍍膜裝置

的一腔室中，電漿形成於所述腔室中，反應原料通過化學沉積反應形成所述透明耐磨膜層於所述塑料基材的表面。

【0047】 電漿增強化學氣相沉積 (PECVD) 工藝相較于現有的其他沉積工藝具有許多優點：(1)是幹式工藝，生成薄膜均勻無針孔；(2)等離子聚合膜的耐溶劑性、耐化學腐蝕性、耐熱性、耐磨損性能等化學、物理性能穩定；(3)電漿聚合膜與基材黏性良好；(4)在凹凸極為不規則的基材表面也可以製成均一薄膜；(5)塗層製備溫度低，可在常溫條件下進行，以有效避免對於溫度敏感器件的損傷；(6)電漿工藝不僅可以製備厚度為微米級的塗層並且可以製備超薄的納米級塗層。

【0048】 本發明提供了一種塑料表面改性方法，包括如下步驟：

【0049】 (1) 塑料基材清洗

【0050】 放置所述塑料基材於清洗劑中清洗，以去除表面油污。

【0051】 (2) 塑料基材表面活化

【0052】 惰性氣體氛圍下：將清洗後乾燥的所述塑料基材放置到一 PECVD 鍍膜設備的一腔室中，抽真空，然後通入惰性氣體，在一定的真空度下和一定的電壓下在所述腔室內放電，以進行離子轟擊活化；

【0053】 活化氣體氛圍下：通入活化氣體，在一定的真空度下和一定的電壓下在所述腔室內放電，以進行離子轟擊活化。

【0054】 (3) 形成所述透明耐磨塗層

【0055】 通入矽氧烷單體、惰性氣體以及活化氣體，控制在一定的真空度和電壓下在所述塑料基材表面形成所述透明耐磨塗層。

【0056】 根據本發明的一個實施例，在所述塑料基材清洗步驟中，清

洗劑可以是有機溶劑，比如說乙醇或者是異丙醇。清洗劑也可以是去離子水。在超聲的協助下可以去除所述塑料基材表面的油污。

【0057】 可以理解的是，如果所述塑料基材存在著被超聲破壞的風險，那麼可以先使用有機溶劑進行清洗，然後在所述塑料基材活化步驟中可藉由電漿進行清洗活化。

【0058】 根據本發明的一個實施例，在所述塑料基材清洗步驟中，所述塑料基材分別被放置在去離子水和工業高純乙醇或者異丙醇中進行超聲清洗10~20分鐘，去除所述塑料基材表面的雜質。

【0059】 根據本發明的一個實施例，所述塑料表面改性方法可以在較低溫度下進行，比如說20-30°C。

【0060】 根據本發明的一個實施例，在所述塑料基材活化步驟中，所述惰性氣體選自He、Ar和Kr中的一種或者幾種。

【0061】 根據本發明的一個實施例，在所述塑料基材活化步驟中，通入所述惰性氣體後，所述PECVD鍍膜設備中的所述腔室的真空度控制在0.1~50Pa，進一步地，比如控制在0.5-5Pa。通入所述活化氣體後，所述PECVD鍍膜設備中的所述腔室的真空度控制在0.1~50Pa，進一步地，比如控制在0.1-1Pa。

【0062】 所述塑料基材能夠被固定放置在所述腔室的一個預設位置，所述塑料基材也可以被可活動地放置於所述腔室的一個預設位置。

【0063】 根據本發明的一個實施例，所述PECVD鍍膜設備提供一個載物架，所述載物架被放置在所述腔室，其中所述載物架可以是一轉架。所述塑料基材被放置在所述轉架。當所述轉架繞軸相對於所述腔室運動

時，所述塑料基材可相對於所述腔室運動。通過這樣的方式，所述塑料基材可以和所述腔室內的電漿充分接觸，以有利於鍍膜的均勻性。

【0064】 本發明採用的電漿增強化學氣相沉積（PECVD）工藝中，通過輝光放電產生電漿，放電方法可以但是並不限定于微波放電、射頻放電、紫外放電、電火花放電等。

【0065】 根據本發明的一個實施例，所述PECVD鍍膜設備提供一個或者是更多個能源，所述能源能夠將一種或者是多種氣體轉換為電漿。電漿可以包括離子化和中性的進料氣體/前體、離子、電子、原子、自由基和/或其它電漿產生的中性物質。

【0066】 所述能源可以包括一ICP（電感耦合）離子激發源或者是一偏壓電源。所述載物架可以是導電材料製成的，所述偏壓電源可以被可導通地連接於所述載物架，以在所述載物架位置放電。所述ICP離子激發源被安裝於所述腔室的外部。可以理解的是，此處所述能源的安裝位置為舉例說明。所述能源也可以被安裝於所述腔室的內壁或者是其他位置。

【0067】 根據本發明的一個實施例，在所述塑料基材活化步驟中，通入所述惰性氣體後，所述偏壓電源的電壓可以被控制在10V~1000V，所述ICP的功率可以被控制在50W~1000W。在所述塑料基材清洗活化步驟中，通入所述活化氣體後，所述偏壓電源的電壓可以被控制在10V~1000V，所述ICP的功率可以被控制在100W~1000W。

【0068】 根據本發明的一個實施例，射頻電源可以作為所述ICP的電源供應，通過線圈的電感耦合作用，產生交變磁場，從而實現氣體電離。快速變化的磁場有利於電離的充分和均勻。所述偏壓電源可以是一脈衝偏

壓電源，通過輝光放電效應電離氣體，同時對於正離子具有定向牽引加速作用。在形成所述透明耐磨膜層的過程中，具有轟擊作用，從而可以形成緻密的高硬度的所述透明耐磨膜層。

【0069】 所述ICP和所述偏壓電源可以被同時使用，在獲得高離化的電漿的基礎上，增加了電漿達到所述塑料基材表面的能量，以有利於獲得緻密的所述透明耐磨膜層。

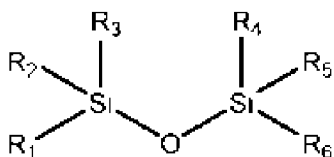
【0070】 所述ICP和所述偏壓電源的同時使用，能夠提高沉積效率，在所述塑料基材表面能夠有效地沉積形成所述透明耐磨膜層，並且所需要的製備時間被縮短，這對於所述透明耐磨膜層的工業化生產而言是十分有利的，其生產效率能夠被提高。

【0071】 根據本發明的一個實施例，在所述塑料基材清洗活化步驟中，所述惰性氣體和所述活化氣體的流量可以分別控制為10sccm~1000sccm。

【0072】 根據本發明的一個實施例，所述活化氣體可以是氧氣、氫氣或者是氧氣和氫氣的混合物。在所述塑料基材清洗活化步驟中，在所述能源的作用下，產生離子轟擊可以有效地去除所述塑料基材表面附著的污染物，比如說油污。值得注意的是，當所述活化氣體是氧氣時，氧離子可以在所述塑料基材表面形成懸掛鍵，從而有利於增強後續形成的所述透明耐磨膜層和所述塑料基材之間的結合強度。

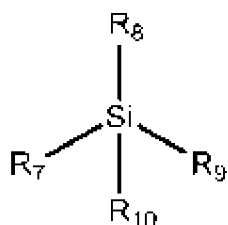
【0073】 根據本發明的一個實施例，所述矽氧烷單體可以是鏈狀矽氧烷化合物，也可以是環狀矽氧烷化合物。

【0074】 根據本發明的一個實施例，所述矽氧烷單體具有如下的結構：



【0075】 其中， R_1 到 R_6 中的每個獨立地表示 C_1 - C_6 烷基、 C_2 - C_6 烯基或者是氫，其中 R_1 到 R_6 中的至少一個不表示氫。可選地， R_1 到 R_6 中的每個獨立地表示 C_1 - C_3 烷基、 C_2 - C_4 烯基或者氫，例如，甲基、乙基、乙烯基、烯丙基或氫，條件是 R_1 到 R_6 中的至少一個不表示氫。可選地， R_1 到 R_6 中的至少兩個或三個（例如，四個、五個或六個）不表示氫。可選示例包括六甲基二矽氧烷(HMDSO)、六乙基二矽氧烷、四甲基二矽氧烷(TMDSO)、1,3-二乙烯四甲基二矽氧烷(DVTMDSO)和六乙基二矽氧烷(HVDSO)。

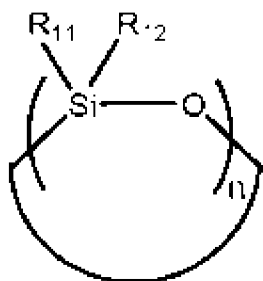
【0076】 根據本發明的一個實施例，所述矽氧烷單體具有如下的結構式：



【0077】 其中， R_7 到 R_{10} 中的每個獨立地表示 C_1 - C_6 烷基、 C_1 - C_6 烷氧基、 C_2 - C_6 烯基、氫，條件是 R_7 到 R_{10} 中的至少一個不表示氫並且 R_7 到 R_{10} 中至少一個帶有氧以形成矽氧鍵。可選地， R_7 到 R_{10} 中的每個獨立地表示 C_1 - C_3 烷基、 C_1 - C_3 烷氧基、 C_2 - C_4 烯基、氫，條件是 R_7 到 R_{10} 中的至少一個不表示氫。可選地， R_7 到 R_{10} 中的至少兩個不表示氫，例如，三個或四個。可選示例包括烯丙基三甲氧基矽烷(ATMOS)、原矽酸四乙酯(TEOS)、3-(二乙氨基)丙基-三甲氧基矽烷、三甲基矽氧烷和三異丙基矽氧烷、四甲氧基矽烷、二甲基矽氧

烷。

【0078】 根據本發明的一個實施例，所述矽氧烷單體具有如下的結構式：



【0079】 其中， n 表示3或者4，且 R_{11} 和 R_{12} 中的每個獨立地表示 C_1 - C_6 烷基、 C_2 - C_6 烯基或者氫，條件是 R_{11} 和 R_{12} 中的至少一個不表示氫。可選地， R_{11} 和 R_{12} 中的每個獨立地表示 C_1 - C_3 烷基、 C_2 - C_4 烯基或者氫，例如，甲基、乙基、乙烯基、烯丙基或氫，條件是 R_{11} 和 R_{12} 中的至少一個不表示氫。可選示例包括三烯基三甲基環三矽氧烷(V_3D_3)、四烯基四甲基環四矽氧烷(V_4D_4)、四甲基環四矽氧烷(TMCS)和八甲基環四矽氧烷(OMCTS)、六甲基環三矽氧烷、三甲基環三矽氧烷、十二甲基環六矽氧烷、十甲基環五矽氧烷。

【0080】 根據本發明的一個實施例，所述矽氧烷單體選自八甲基環四矽氧烷、六甲基環三矽氧烷、四甲基環四矽氧烷、三甲基環三矽氧烷、四甲基四烯基環四矽氧烷、十二甲基環六矽氧烷、十甲基環五矽氧烷、二甲基矽氧烷、四乙氧基矽烷、四甲氧基矽烷、六甲基二矽氧烷、四甲基二矽氧烷、六乙基二矽氧烷中的一種或者幾種。

【0081】 根據本發明的一個實施例，所述矽氧烷單體可以通過一真空液相蒸發裝置來進料，所述真空液相蒸發裝置能夠定量控制所述矽氧烷單體，並且能夠在較低溫度下將所述矽氧烷單體蒸發形成蒸汽，以進入到所

述PECVD鍍膜設備的所述腔室。所述真空液相蒸發裝置可以被設置有一隔膜閥以定量控制所述矽氧烷單體。由於所述矽氧烷單體的進料量可以被精確控制，在製備過程中有利於增強所述透明耐磨膜層的沉積穩定性，同時也有利於提高所述矽氧烷單體的利用率。

【0082】 值得一提的是，所述PECVD鍍膜設備被設置有一尾氣濾芯裝置，反應完畢生成的尾氣可以通過所述尾氣濾芯裝置以被過濾，以減少對於外界環境的污染。

【0083】 值得一提的是，所述塑料基材在所述塑料基材清洗步驟（1）和所述塑料基材表面清洗活化（2）步驟之間需要轉移，在整個製備過程中其他步驟之間並不涉及到轉移，減少了工業化變量，有利於所述透明耐磨膜層的批量化生產。

【0084】 實施例1

【0085】 將PC片分別放置在去離子水和工業高純乙醇或異丙醇中進行超聲清洗10分鐘，去除表面油污。

【0086】 將上述得到PC片烘乾後裝載在所述PECVD鍍膜設備的所述腔室內，並抽真空至 1×10^{-2} Pa以下，通入惰性氣體（Ar或He），流量為100sccm，保持真空度在0.5Pa，在轉架上加載500V偏壓，ICP功率設為300W，進行離子轟擊活化10分鐘，再通入 O_2 ，流量為100sccm，保持真空度在0.5Pa，在轉架上加載200V偏壓，ICP功率設為500W，進行離子轟擊活化10分鐘增加表面活性。

【0087】 通入六甲基二矽氧烷單體蒸汽，單體流量為 $300 \mu L/min$ ，同時，通入He和 O_2 ，流量分別為100 sccm和300 sccm，並調節蝶閥保持真空壓

力在16 Pa，在轉架上加載300V偏壓，ICP功率設為800W，鍍膜時間1800s。

【0088】 根據實施例1所制得的膜層膜厚為280nm，PC料透過率增加了0.5%（鍍前94%，鍍後94.5%），用無塵布摩擦10000次沒有劃痕（500g，30r/min，3cm衝程，摩擦設備採用深圳市祥敏儀器設備有限公司的XM-860型摩擦試驗機）。

【0089】 實施例2

【0090】 將PC片分別放置在去離子水和工業高純乙醇或異丙醇中進行超聲清洗10分鐘，去除表面油污。

【0091】 將上述得到PC料烘乾後裝載在所述PECVD鍍膜設備的所述腔室內，並抽真空至 1×10^{-2} Pa以下，通入Ar，流量為100sccm，保持真空度在0.5Pa，在轉架上加載500V偏壓，ICP功率設為300W，進行離子轟擊活化10分鐘，再通入H₂，流量為100sccm，保持真空度在0.5Pa，在轉架上加載200V偏壓，ICP功率設為500W，進行離子轟擊活化10分鐘增加表面活性。

【0092】 通入四乙氧基矽烷（TEOS）單體蒸汽，單體流量為500 μ L/min，同時，通入O₂，流量為300 sccm，並調節蝶閥保持真空壓力在15 Pa，在轉架上加載600V偏壓，ICP功率設為500W，鍍膜1800s。

【0093】 根據實施例2所制得的膜層膜厚為235nm，用無塵布摩擦10000次沒有劃痕。

【0094】 實施例3

【0095】 將PC片分別放置在去離子水和工業高純乙醇或異丙醇中進行超聲清洗10分鐘，去除表面油污。

【0096】 將上述得到PC料烘乾後裝載在所述PECVD鍍膜設備的所述

腔室內，並抽真空至 1×10^{-2} Pa以下，通入惰性氣體（Ar或He），流量為100sccm，保持真空度在0.5Pa，在轉架上加載500V偏壓，ICP功率設為300W，進行離子轟擊活化10分鐘，再通入O₂，流量為100sccm，保持真空度在0.5Pa，在轉架上加載200V偏壓，ICP功率設為500W，進行離子轟擊活化10分鐘增加表面活性。

【0097】 通入四甲氧基矽烷（TMOS）單體蒸汽，單體流量為550 μ L/min，同時，通入Ar和 O₂，流量分別為100 sccm和300 sccm，並調節蝶閥保持真空壓力在16 Pa，在轉架上加載400V偏壓，ICP功率設為500W，鍍膜1800s。

【0098】 根據實施例3所制得的膜厚為320nm，用無塵布摩擦10000次沒有劃痕。

【099】 實施例4

【0100】 1) 將PC片分別放置在去離子水和工業高純乙醇或異丙醇中進行超聲清洗10分鐘，去除表面油污。

【0101】 2) 將上述得到PC料烘乾後裝載在所述PECVD鍍膜設備的所述腔室內，並抽真空至 1×10^{-2} Pa以下，通入Ar，流量為100sccm，保持真空度在0.5Pa，在轉架上加載500V偏壓，ICP功率設為300W，進行離子轟擊活化10分鐘，再通入活化氣體（O₂或H₂），流量為100sccm，保持真空度在0.5Pa，在轉架上加載200V偏壓，ICP功率設為500W，進行離子轟擊活化10分鐘增加表面活性。

【0102】 3) 通入四甲基四矽氧烷單體蒸汽，單體流量為600 μ L/min，同時，通入Ar和 O₂，流量分別為100 sccm和300 sccm，並調節蝶閥

保持真空壓力在12 Pa，在轉架上加載500V偏壓，ICP功率設為600W，鍍膜1800s。

【0103】 根據實施例4所制得的膜厚為350nm，用無塵布摩擦10000次沒有劃痕。

【0104】 本領域的技術人員應理解，上述描述中所示的本發明的實施例只作為舉例而並不限制本發明。本發明的目的已經完整並有效地實現。本發明的功能及結構原理已在實施例中展示和說明，在沒有背離所述原理下，本發明的實施方式可以有任何變形或修改。

【符號說明】

【0105】

無

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

【序列表】 (請換頁單獨記載)

申請專利範圍

【請求項1】 一種塑料表面改性方法，其特徵在於，包括如下步驟：
在一PECVD鍍膜設備的一腔室中，通入矽氧烷單體為反應原料，在至少一塑料基材表面以電漿增強化學氣相沉積法形成一透明耐磨膜層；

其中在上述方法中，所述PECVD裝置以ICP源作為等離子源，在所述PECVD裝置的所述腔室內被施加有一偏壓電壓。

【請求項2】 根據申請專利範圍第1項所述的改性方法，其中在所述形成所述透明耐磨膜層步驟之前，所述改性方法進一步包括如下步驟：

以離子轟擊所述塑料基材以活化所述塑料基材。

【請求項3】 根據申請專利範圍第1項所述的改性方法，其中在所述形成所述透明耐磨膜層步驟中，通入所述矽氧烷單體的同時通入輔助氣體，所述輔助氣體選自組合惰性氣體和氧氣中的一種或者多種。

【請求項4】 根據申請專利範圍第2項所述的改性方法，其中在所述離子轟擊步驟中，通入活化氣體，並且開啟電漿放電，其中所述活化氣體包括選自組合氧氣和氫氣中的一種。

【請求項5】 根據申請專利範圍第4項所述的改性方法，其中在所述離子轟擊步驟中，在通入所述活化氣體之前，通入惰性氣體並且開啟電漿放電，其中所述惰性氣體包括選自組合He、Ar和Kr中的一種或者幾種。

【請求項6】 根據申請專利範圍第1項所述的改性方法，其中在所述形成所述透明耐磨膜層步驟中，通入矽氧烷、惰性氣體和氧氣作為反應原料。

【請求項7】 根據申請專利範圍第1項所述的改性方法，其中在所述形成所述透明耐磨膜層步驟中，通入矽氧烷和氧氣作為反應原料。

【請求項8】 根據申請專利範圍第1項所述的改性方法，其中在上述方法中，所述塑料基材被放置於一轉架，以在運動過程中被鍍膜。

【請求項9】 根據申請專利範圍第2項所述的改性方法，其中在所述離子轟擊步驟之前，用清洗劑對於所述塑料基材進行清洗。

【請求項10】 根據申請專利範圍第2項所述的改性方法，其中所述離子轟擊步驟包括如下步驟：

抽真空以控制所述腔室的真空度不大於 1×10^{-1} Pa;

通入惰性氣體並且在所述腔室內施加10-1000V偏壓，控制ICP源功率為50-1000W，控制真空度為0.1-50Pa以進行離子轟擊活化；以及

通入活化氣體並且在所述腔室內施加10-1000V偏壓，控制ICP源功率為100-1000W，控制真空度為0.1-50Pa以進行離子轟擊活化。

【請求項11】 根據申請專利範圍第1至10任一項所述的改性方法，其中所述形成所述透明耐磨膜層步驟被實施為：

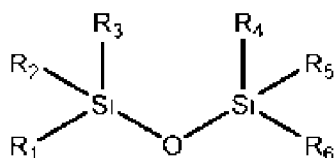
通過矽氧烷單體蒸汽並且在所述腔室內施加100-1000V偏壓，控制ICP源功率為100-1000W，控制真空度為0.5-80Pa以進行沉積鍍膜。

【請求項12】 根據申請專利範圍第11項所述的改性方法，其中所述矽氧烷單體蒸汽通過一真空液相蒸發裝置進入到所述腔室，液相的矽氧烷單體通過一隔膜閥被定量控制地進入到所述真空液相蒸發裝置的蒸發室，然後被蒸發成為蒸汽並進入所述腔室。

【請求項13】 根據申請專利範圍第1至10任一項所述的改性方法，其中所述矽氧烷選自組合八甲基環四矽氧烷、六甲基環三矽氧烷、四甲基環四矽氧烷、三甲基環三矽氧烷、四甲基四乙炔基環四矽氧烷、十二甲基環六矽氧烷、十甲基環五矽氧烷、二甲基矽氧烷、四乙氧基矽烷、四甲氧基矽烷、六甲基二矽氧烷、四甲基二矽氧烷、六乙基二矽氧烷中的一種或者幾種。

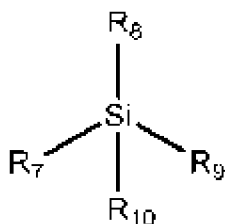
【請求項14】 根據申請專利範圍第1至10任一項所述的改性方法，其中所述塑料基材選自組合塑料製成的基材和表面是塑料的基材中的一種或者多種。

【請求項15】 根據申請專利範圍第1至10任一項所述的改性方法，其中所述矽氧烷化合物具有如下結構：



其中，R₁到R₆中的每個獨立地選自組合C₁-C₆烷基、C₂-C₆烯基和氫中的一種，其中R₁到R₆中的至少一個不表示氫。

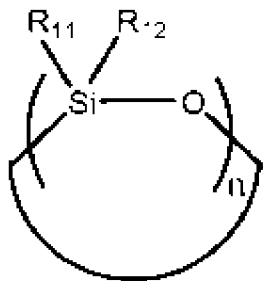
【請求項16】 根據申請專利範圍第1至10任一項所述的改性方法，其中所述矽氧烷化合物具有如下結構：



其中，R₇到R₁₀中的每個獨立地選自組合C₁-C₆烷基、C₁-C₆烷氧基、C₂-C₆烯基、氫中的一種，其中R₇到R₁₀中的至少一個不表示氫並且R₇到R₁₀中至少

一個帶有氧以形成矽氧鍵。

【請求項17】 根據申請專利範圍第1至10任一項所述的改性方法，其中所述矽氧烷化合物具有如下結構：



其中， n 表示3或者4，且 R_{11} 和 R_{12} 中的每個獨立地選自組合 C_1 - C_6 烷基、 C_2 - C_6 烯基、氫中的一種，條件是 R_{11} 和 R_{12} 中的至少一個不表示氫。

【請求項18】 一種具有透明耐磨膜層的產品，其特徵在於，至少一個表面被設置有一透明耐磨膜層，並且產品表面是塑料材料，所述透明耐磨膜層以矽氧烷單體為反應原料通過電漿增強化學氣相沉積方法在所述產品表面形成；

其中在所述透明耐磨膜層的形成過程中，以ICP源作為等離子源，所述產品所在環境被施加有一偏壓電壓。

【請求項19】 根據申請專利範圍第18項所述的產品，其中所述透明耐磨膜層的形成過程中，在通入所述矽氧烷單體的同時通入輔助氣體，所述輔助氣體選自組合惰性氣體和氧氣中的一種或者多種。

【請求項20】 根據申請專利範圍第18項所述的產品，其中在進行電漿增強化學氣相沉積之前，先通入活化氣體，並且開啟電漿放電，其中所述活化氣體包括選自組合氧氣和氫氣中的一種，以活化所述產品表面。

【請求項21】 根據申請專利範圍第20項所述的產品，其中在通入所述活化氣體之前，通入惰性氣體並且開啟電漿放電，其中所述惰性氣體包括選自組合He、Ar和Kr中的一種或者幾種。

【請求項22】 根據申請專利範圍第18項所述的產品，其中在所述透明耐磨膜層的形成過程中，通入矽氧烷單體、惰性氣體和氧氣。

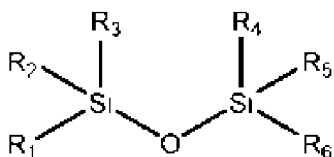
【請求項23】 根據申請專利範圍第18項所述的產品，其中在所述透明耐磨膜層的形成過程中，通入矽氧烷單體和氧氣。

【請求項24】 根據申請專利範圍第18項所述的產品，其中在所述透明耐磨膜層的形成過程中，所述產品被放置於一轉架，以在運動過程中被鍍膜。

【請求項25】 根據申請專利範圍第18項所述的產品，其中所述矽氧烷單體選自組合八甲基環四矽氧烷、六甲基環三矽氧烷、四甲基環四矽氧烷、三甲基環三矽氧烷、四甲基四乙炔基環四矽氧烷、十二甲基環六矽氧烷、十甲基環五矽氧烷、二甲基矽氧烷、四乙氧基矽烷、四甲氧基矽烷、六甲基二矽氧烷、四甲基二矽氧烷、六乙基二矽氧烷中的一種或者幾種。

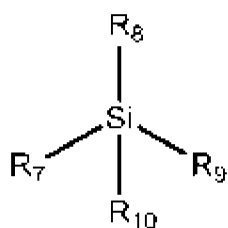
【請求項26】 根據申請專利範圍第18項所述的產品，其中所述產品選自組合塑料製品、印刷電路板、電子產品、電子組裝半成品、電氣部件中的一種或者幾種。

【請求項27】 根據申請專利範圍第18項所述的產品，其中所述矽氧烷化合物具有如下結構：



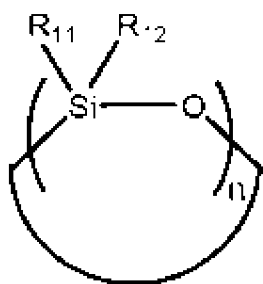
其中， R_1 到 R_6 中的每個獨立地選自組合 C_1 - C_6 烷基、 C_2 - C_6 烯基和氫中的一種，其中 R_1 到 R_6 中的至少一個不表示氫。

【請求項28】 根據申請專利範圍第18項所述的產品，其中所述矽氧烷化合物具有如下結構：



其中， R_7 到 R_{10} 中的每個獨立地選自組合 C_1 - C_6 烷基、 C_1 - C_6 烷氧基、 C_2 - C_6 烯基、氫中的一種，其中 R_7 到 R_{10} 中的至少一個不表示氫並且 R_7 到 R_{10} 中至少一個帶有氧以形成矽氧鍵。

【請求項29】 根據申請專利範圍第18項所述的產品，其中所述矽氧烷化合物具有如下結構：



其中， n 表示3或者4，且 R_{11} 和 R_{12} 中的每個獨立地選自組合 C_1 - C_6 烷基、 C_2 - C_6 烯基、氫中的一種，條件是 R_{11} 和 R_{12} 中的至少一個不表示氫。