



(21)申請案號：111139706

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 10 月 19 日

(51)Int. Cl. : **B05D1/00 (2006.01)** **B05D3/14 (2006.01)**  
**B05D5/00 (2006.01)** **B05D5/08 (2006.01)**  
**B05D7/24 (2006.01)** **H05K3/28 (2006.01)**

(30)優先權：2021/10/20 中國大陸 202111223170.2

(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)

(74)代理人：廖俊龍

(56)參考文獻：

CN 111672719A

CN 113025096A

CN 113369107A

審查人員：陳庭弘

申請專利範圍項數：27 項 圖式數：1 共 35 頁

## (54)名稱

一種複合塗層、製備方法及器件

## (57)摘要

本發明具體實施方式提供一種複合塗層、製備方法及器件，所述複合塗層以具有芳香環的不飽和酯類單體、酯類偶聯劑單體以及具有芳香基或環氧基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為裡層，以含氟丙烯酸酯類單體和具有芳香基或環氧基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為外層，所述複合塗層具有優異的防腐性能的同時具有優異的耐磨性能。

指定代表圖：

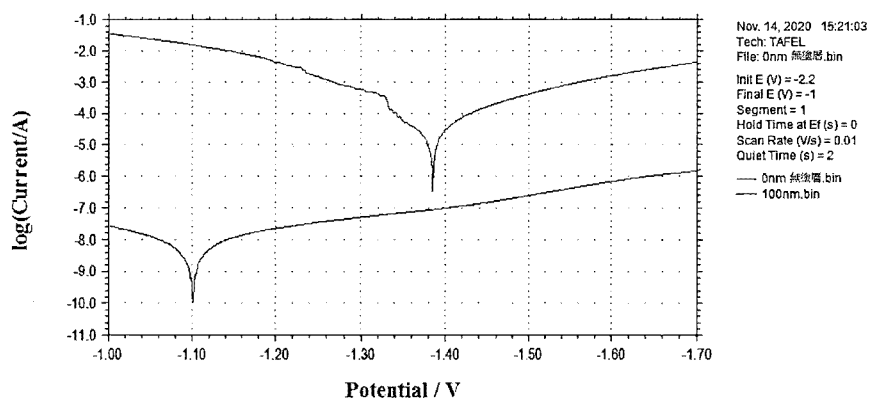


圖1

## 發明摘要

※ 申請案號：**111139706**

※ 申請日：**111年10月19日**

**【發明名稱】** (中文/英文)

一種複合塗層、製備方法及器件

*B05D 1/00* (2006.01)

*B05D 3/14* (2006.01)

※IPC 分類：*B05D 5/00* (2006.01)

*B05D 5/08* (2006.01)

*B05D 7/24* (2006.01)

*H05K 3/28* (2006.01)

公告本

### **【中文】**

本發明具體實施方式提供一種複合塗層、製備方法及器件，所述複合塗層以具有芳香環的不飽和酯類單體、酯類偶聯劑單體以及具有芳香基或環氧基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為裡層，以含氟丙烯酸酯類單體和具有芳香基或環氧基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為外層，所述複合塗層具有優異的防腐性能的同時具有優異的耐磨性能。

### **【英文】**

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：圖 1。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

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)

一種複合塗層、製備方法及器件

## 【技術領域】

【0001】本發明屬於等離子化學領域，具體涉及一種等離子體聚合複合塗層、製備方法及器件。

## 【先前技術】

【0002】電子和電氣設備以及金屬器件等對於由液體尤其是水的污染所造成的損害是非常敏感的，比如，電子或電氣器件在正常使用過程中或意外曝露接觸液體時，可能導致電子元件之間的短路，以及對電路板、電子晶片等造成無法彌補的損害。保護塗層可以對不同基材表面進行保護，降低其對液體的易損性。利用氣相沉積法在基材表面製備聚合物防護塗層是主流方法，該方法經濟適用、易於操作等特點，尤其是等離子體化學氣相沉積，利用等離子體活化反應有機單體氣體例如氟代化合物在基材表面進行沉積，這種方法適用於各種基材，且沉積的聚合物防護塗層均勻，塗層製備溫度低，塗層厚度薄、應力小，對基材表面幾乎沒有損傷和基材性能幾乎沒有影響，但是塗層存在耐磨性較差，耐腐蝕性能不穩定，運輸過程性能下降等問題。

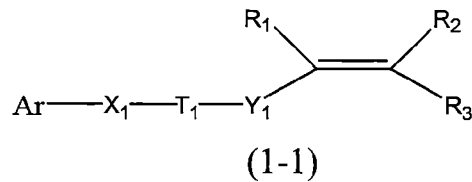
## 【發明內容】

【0003】針對以上現有技術中的問題，本發明的具體實施方式提供一種具有優異的防腐性能及耐磨性的複合塗層、製備方法及器件，具體方案如下：

一種複合塗層，所述複合塗層包括沉積於基材上的塗層I，

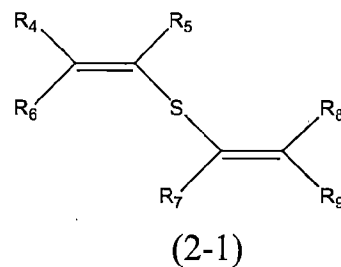
所述塗層I由包含單體 $\alpha$ 、單體 $\beta$ 和單體 $\gamma$ 的等離子體形成的等離子體聚合塗層；

所述單體 $\alpha$ 具有式(1-1)所示的結構，



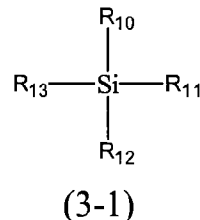
其中，Ar 為帶芳環的結構，T<sub>1</sub> 為 -O-C(O)- 或 -C(O)-O-，X<sub>1</sub> 為連接部分，Y<sub>1</sub> 為連接部分，R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub> 和 R<sub>3</sub> 分別獨立的選自為氫原子、鹵素原子、C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 的烷基或 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 的鹵原子取代烷基；

所述單體 β 具有式 (2-1) 所示的結構，



其中，S 中含有一個以上的 -O-C(O)- 或 -C(O)-O-，R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub>、R<sub>7</sub>、R<sub>8</sub> 和 R<sub>9</sub> 分別獨立的選自為氫原子、鹵素原子、C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 的烷基或 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 的鹵原子取代烷基；

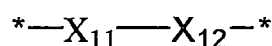
所述單體 γ 具有式 (3-1) 所示的結構，



其中，R<sub>10</sub>、R<sub>11</sub>、R<sub>12</sub> 和 R<sub>13</sub> 分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> 的取代或未取代的烴基、C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> 的取代或未取代的烴氧基或 C<sub>4</sub>-C<sub>20</sub> 的取代或未取代的芳香基，其中，R<sub>10</sub>、R<sub>11</sub>、R<sub>12</sub> 和 R<sub>13</sub> 中的至少一個包含環氧基或為 C<sub>4</sub>-C<sub>20</sub> 的芳香基。

【0004】可選的，所述 R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub>、R<sub>7</sub>、R<sub>8</sub> 和 R<sub>9</sub> 分別獨立的選自於氫原子或甲基。

【0005】可選的，所述 X<sub>1</sub> 為下式 (1-2) 所示的結構，



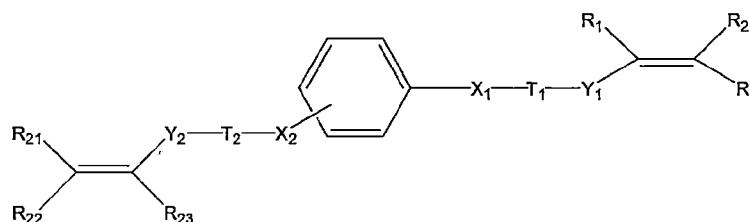
(1-2)

其中， $X_{11}$  為連接鍵、-O-或-C(O)-， $X_{12}$  為連接鍵、 $C_1$ - $C_{10}$  的亞烷基或  $C_1$ - $C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基；

所述  $Y_1$  為連接鍵、 $C_1$ - $C_{10}$  的亞烷基或  $C_1$ - $C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基。

【0006】可選的，所述 Ar 為苯環結構或帶有取代基的苯環結構。

【0007】可選的，所述單體  $\alpha$  具有式 (1-3) 所示的結構，

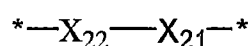


(1-3)

其中， $T_2$  為-O-C(O)-或-C(O)-O-， $X_2$  為連接部分， $Y_2$  為連接部分；

$R_{21}$ 、 $R_{22}$  和  $R_{23}$  分別獨立的選自為氫原子、鹵素原子、 $C_1$ - $C_{10}$  的烷基或  $C_1$ - $C_{10}$  的鹵原子取代烷基。

【0008】可選的，所述  $X_2$  為下式 (1-4) 所示的結構，



(1-4)

其中， $X_{21}$  為連接鍵、-O-或-C(O)-， $X_{22}$  為連接鍵、 $C_1$ - $C_{10}$  的亞烷基或  $C_1$ - $C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基；

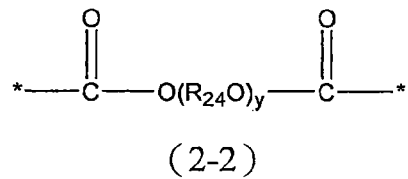
所述  $Y_2$  為連接鍵、 $C_1$ - $C_{10}$  的亞烷基或  $C_1$ - $C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基。

【0009】可選的，所述  $R_{21}$ 、 $R_{22}$  和  $R_{23}$  分別獨立的選自為氫原子或甲基。

【0010】可選的，所述單體  $\alpha$  選自於丙烯酸-2-苯氧基乙酯、丙烯酸苯酯、對苯二甲酸二烯丙酯或甲基丙烯酸苯酯中的至少一個。

【0011】可選的，所述 S 中含有-O-C(O)-或-C(O)-O-共兩個，x 在 4 以上。

【0012】可選的，所述 S 具有式 (2-2) 所示的結構，

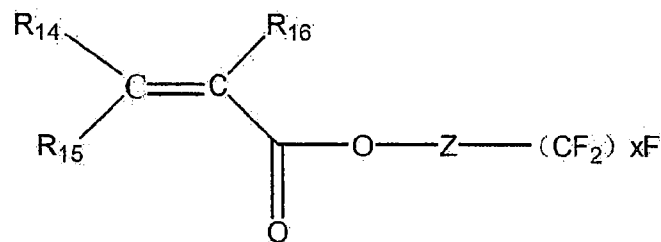


【0013】其中， $\text{R}_{24}$  為  $\text{C}_2\text{-C}_{10}$  的亞烷基或  $\text{C}_2\text{-C}_{10}$  的鹵原子取代亞烷基， $y$  為 0 到 10 的整數。

【0014】可選的，所述單體  $\beta$  選自於二甲基丙烯酸 1,4-丁二醇酯、二甲基丙烯酸 1,6-己二醇酯、二甲基丙烯酸乙二醇酯、二甲基丙烯酸二乙二醇酯、二甲基丙烯酸三乙二醇酯、二甲基丙烯酸四乙二醇酯、二甲基丙烯酸 1,3-丁二醇酯、二甲基丙烯酸新戊二醇酯、甲基丙烯酸酐、二丙-2-烯基-2-亞甲基丁二酸酯、2-亞苄基丙二酸二丙-2-烯基酯或二烯丙基丙二酸二乙酯中的至少一個。

【0015】可選的，所述複合塗層還包括塗層 II，所述塗層 II 由所述塗層 I 接觸包含單體  $\delta$  和單體  $\epsilon$  的等離子體，從而在塗層 I 上形成的等離子體聚合塗層；

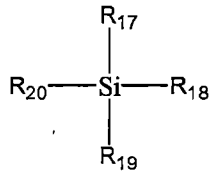
所述單體  $\delta$  具有式 (4-1) 所示的結構，



(4-1)

其中， $Z$  為連接部分， $\text{R}_{14}$ 、 $\text{R}_{15}$  和  $\text{R}_{16}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$  的烴基或  $\text{C}_1\text{-C}_{10}$  的鹵原子取代烴基， $x$  為 1-20 的整數；

所述單體  $\epsilon$  具有式 (5-1) 所示的結構，



(5-1)

其中， $\text{R}_{17}$ 、 $\text{R}_{18}$ 、 $\text{R}_{19}$ 和 $\text{R}_{20}$ 分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ 的取代或未取代的烴基、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ 的取代或未取代的烴氧基或 $\text{C}_4$ - $\text{C}_{20}$ 的取代或未取代的芳香基，其中， $\text{R}_{17}$ 、 $\text{R}_{18}$ 、 $\text{R}_{19}$ 和 $\text{R}_{20}$ 中的至少一個包含環氧基或為 $\text{C}_4$ - $\text{C}_{20}$ 的芳香基。

【0016】可選的，所述 $\text{R}_{14}$ 、 $\text{R}_{15}$ 和 $\text{R}_{16}$ 分別獨立的選自於氫原子或甲基。

【0017】可選的，所述 $Z$ 為連接鍵、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ 的亞烷基或具有取代基的 $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ 的亞烷基。

【0018】可選的，所述單體 $\delta$ 選自於3-(全氟-5-甲基己基)-2-烴基丙基甲基丙烯酸酯、2-(全氟癸基)乙基甲基丙烯酸酯、2-(全氟己基)乙基甲基丙烯酸酯、2-(全氟十二烷基)乙基丙烯酸酯、2-全氟辛基丙烯酸乙酯、1H,1H,2H,2H-全氟辛醇丙烯酸酯、2-(全氟丁基)乙基丙烯酸酯、(2H-全氟丙基)-2-丙烯酸酯或(全氟環己基)甲基丙烯酸酯中的一種或幾種。

【0019】可選的，所述 $\text{R}_{10}$ 、 $\text{R}_{11}$ 、 $\text{R}_{12}$ 、 $\text{R}_{13}$ 、 $\text{R}_{17}$ 、 $\text{R}_{18}$ 、 $\text{R}_{19}$ 和 $\text{R}_{20}$ 分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ 的烴基、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ 的帶有環氧結構取代基的烴基、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ 的烴氧基、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ 的帶有環氧結構取代基的烴氧基或 $\text{C}_6$ - $\text{C}_{20}$ 的芳基。

【0020】可選的，所述 $\text{R}_{10}$ 、 $\text{R}_{11}$ 、 $\text{R}_{12}$ 、 $\text{R}_{13}$ 、 $\text{R}_{17}$ 、 $\text{R}_{18}$ 、 $\text{R}_{19}$ 和 $\text{R}_{20}$ 分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ 的烷烴基、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ 的烷烴氧基、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ 的烯烴基、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ 的烯烴氧基或 $\text{C}_6$ - $\text{C}_{20}$ 的芳基；其中 $\text{R}_{10}$ 、 $\text{R}_{11}$ 、 $\text{R}_{12}$ 和 $\text{R}_{13}$ 中的至少一個為 $\text{C}_6$ - $\text{C}_{20}$ 的芳基， $\text{R}_{17}$ 、 $\text{R}_{18}$ 、 $\text{R}_{19}$ 和 $\text{R}_{20}$ 中的至少一個為 $\text{C}_6$ - $\text{C}_{20}$ 的芳基。

【0021】可選的，所述芳基為苯基。

【0022】可選的，所述單體 $\gamma$ 和單體 $\varepsilon$ 分別獨立的選自於苯基三氯矽烷、

氯二苯基矽烷、二苯二氯矽烷、三苯基乙炔基矽烷、二苯基二乙炔基矽烷、苯基三乙炔基矽烷、甲基苯基二乙炔基矽烷、二甲基苯基乙炔基矽烷、甲氧基三苯基矽烷、二苯基二甲氧基矽烷或苯基三甲氧基矽烷中的一種或幾種。

**【0023】** 可選的，所述  $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $C_1$ - $C_4$  的烷烴基、 $C_1$ - $C_4$  的烷烴氧基、 $C_1$ - $C_4$  的烯烴基、 $C_1$ - $C_4$  的烯烴氧基、 $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴氧烴基或  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴基；其中  $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$  和  $R_{13}$  中的至少一個為  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴氧烴基或  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴基， $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  中的至少一個為  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴氧烴基或  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴基。

**【0024】** 可選的，所述環氧為脂環族環氧。

**【0025】** 可選的，所述單體  $\gamma$  和單體  $\varepsilon$  分別獨立的選自於 3-(2,3-環氧丙氧)丙基甲基二甲氧基矽烷、3-(2,3-環氧丙氧)丙基甲基二乙氧基矽烷、3-(2,3-環氧丙氧)丙基三甲氧基矽烷、3-(2,3-環氧丙氧)丙基三乙氧基矽烷、 $\beta$ -(3,4-環氧環己基)-乙基三甲氧基矽烷或 2-(3,4-環氧環己烷基)乙基三乙氧基矽烷中的一種或幾種。

**【0026】** 可選的，所述基材為金屬、塑膠、織物、玻璃、電氣元件、光學儀器或電氣部件。

**【0027】** 一種以上任意所述複合塗層的製備方法，包括：

提供基材，將基材置於等離子體反應腔室內，抽真空至 20-250 毫托，並通入惰性氣體 He、Ar、 $O_2$  或幾種的混合氣體；

將單體  $\alpha$ 、單體  $\beta$  和單體  $\gamma$  的蒸汽導入到反應腔室內，開啟等離子體放電，形成等離子體聚合塗層 I。

**【0028】** 可選的，所述方法還包括：將單體  $\delta$  和單體  $\varepsilon$  的蒸汽導入到反應腔室內，開啟等離子體放電，在塗層 I 上形成等離子體聚合塗層 II。

**【0029】** 可選的，所述等離子體為脈衝等離子體。

【0030】可選的，所述脈衝等離子體通過施加脈衝電壓放電產生，其中，脈衝功率為 10W-300W，脈衝頻率為 15Hz-60kHz，脈衝占空比為 1%~85%，等離子放電時間為 100s-36000s。

【0031】一種器件，所述器件的至少部分表面具有以上任意所述的複合塗層。

【0032】本發明具體實施方式的複合塗層，將具有芳香環的不飽和酯類化合物和具有芳香基或環氧基的有機矽烷兩種單體同時引入形成等離子體塗層，不飽和酯類化合物上帶有芳香環，由於芳香環的穩定性好，能夠使塗層具有較好的硬度以及耐腐蝕耐熱耐溫性能，同時疏水性提高，水溶解性降低，而且該單體含有酯基或羧基，可以形成氫鍵作用力，同時有機矽烷材料兩端分別對有機物和無機物有較好的化學鍵結合力，故對基材有較好的附著結合效果。

【0033】本發明具體實施方式的複合塗層，將氟化物和有機矽烷兩種單體同時引入形成等離子體塗層，有機矽烷在基材表面或者與防腐蝕層形成穩定的結合，氟基團的加入，可提高疏水疏油性能，同時氟化物與矽烷間有較好的化學鍵結合，提高了塗層的耐磨性。

【0034】本發明具體實施方式的複合塗層，以具有芳香環的不飽和酯類單體、酯類偶聯劑單體以及具有芳香基或環氧基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為裡層，以含氟丙烯酸酯類單體和具有芳香基或環氧基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為外層，其形成的複合塗層具有優異的防腐性能的同時具有優異的耐磨性能。

#### 【圖式簡單說明】

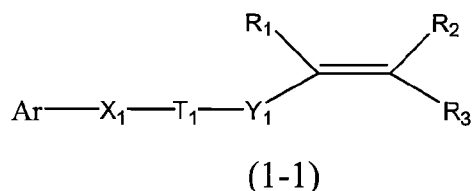
【0035】圖 1 是實施例 2 對塗層後的 Mg 片和未塗層的 Mg 片進行電化學測試，得到的塔菲爾曲線圖。

#### 【實施方式】

【0036】本發明的具體實施方式提供一種複合塗層，所述複合塗層包括沉積於基材上的塗層 I，

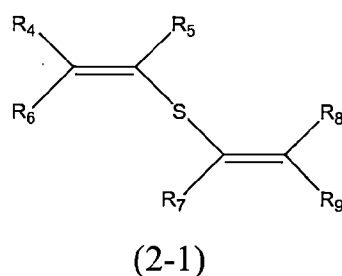
所述塗層I由包含單體  $\alpha$ 、單體  $\beta$  和單體  $\gamma$  的等離子體形成的等離子體聚合塗層；

所述單體  $\alpha$  具有式 (1-1) 所示的結構，



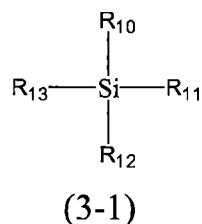
其中，Ar 為帶芳環的結構， $\text{T}_1$  為  $-\text{O}-\text{C}(\text{O})-$  或  $-\text{C}(\text{O})-\text{O}-$ ， $\text{X}_1$  為連接部分， $\text{Y}_1$  為連接部分， $\text{R}_1$ 、 $\text{R}_2$  和  $\text{R}_3$  分別獨立的選自為氫原子、鹵素原子、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{10}$  的烷基或  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{10}$  的鹵原子取代烷基；

所述單體  $\beta$  具有式 (2-1) 所示的結構，



其中，S 中含有一個以上的  $-\text{O}-\text{C}(\text{O})-$  或  $-\text{C}(\text{O})-\text{O}-$ ， $\text{R}_4$ 、 $\text{R}_5$ 、 $\text{R}_6$ 、 $\text{R}_7$ 、 $\text{R}_8$  和  $\text{R}_9$  分別獨立的選自為氫原子、鹵素原子、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{10}$  的烷基或  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{10}$  的鹵原子取代烷基；。

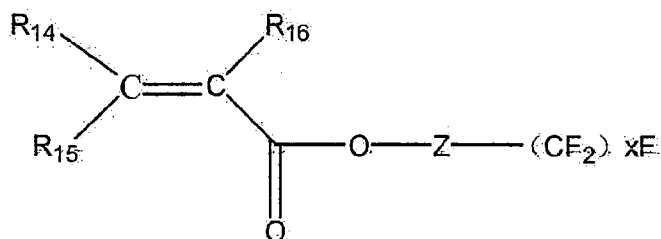
【0037】 所述單體  $\gamma$  具有式 (3-1) 所示的結構，



其中， $\text{R}_{10}$ 、 $\text{R}_{11}$ 、 $\text{R}_{12}$  和  $\text{R}_{13}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$  的取代或未取代的烴基、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$  的取代或未取代的烴氧基或  $\text{C}_4$ - $\text{C}_{20}$  的取代或未取代的芳香基，其中， $\text{R}_{10}$ 、 $\text{R}_{11}$ 、 $\text{R}_{12}$  和  $\text{R}_{13}$  中的至少一個包含環氧基或為  $\text{C}_4$ - $\text{C}_{20}$  的芳香基。

【0038】本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述複合塗層還包括塗層II，所述塗層II由所述塗層I接觸包含單體 $\delta$ 和單體 $\epsilon$ 的等離子體，從而在塗層I上形成的等離子體聚合塗層；

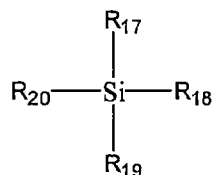
所述單體 $\delta$ 具有式(4-1)所示的結構，



(4-1)

其中，Z為連接部分， $\text{R}_{14}$ 、 $\text{R}_{15}$ 和 $\text{R}_{16}$ 分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{10}$ 的烴基或 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{10}$ 的鹵原子取代烴基，x為1-20的整數；

所述單體 $\epsilon$ 具有式(5-1)所示的結構，



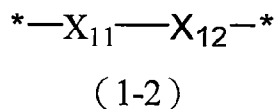
(5-1)

其中， $\text{R}_{17}$ 、 $\text{R}_{18}$ 、 $\text{R}_{19}$ 和 $\text{R}_{20}$ 分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ 的取代或未取代的烴基、 $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ 的取代或未取代的烴氧基或 $\text{C}_4$ - $\text{C}_{20}$ 的取代或未取代的芳香基，其中， $\text{R}_{17}$ 、 $\text{R}_{18}$ 、 $\text{R}_{19}$ 和 $\text{R}_{20}$ 中的至少一個包含環氧基或為 $\text{C}_4$ - $\text{C}_{20}$ 的芳香基。

【0039】本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述Ar為芳環上帶有取代基的苯環或雜芳環，在另一些具體實施方式中，所述Ar為芳環上不帶有取代基的苯環或雜芳環。

【0040】本發明具體實施方式的複合塗層，所述 $\text{X}_1$ 和 $\text{Y}_1$ 為連接部分，

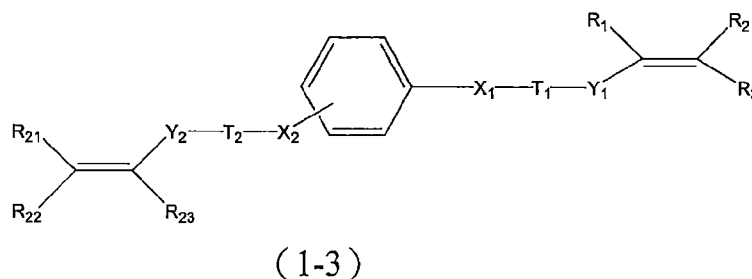
$X_1$  用於連接帶芳環的結構  $Ar$  和酯鍵  $T_1$ ， $Y_1$  用於連接酯鍵  $T_1$  和飽和的碳碳雙鍵，在一些具體實施方式中，所述  $X_1$  為下式 (1-2) 所示的結構，



其中， $X_{11}$  為連接鍵、-O-或-C(O)-， $X_{12}$  為連接鍵、 $C_1-C_{10}$  的亞烷基或  $C_1-C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基；所述  $Y_1$  為連接鍵、 $C_1-C_{10}$  的亞烷基或  $C_1-C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基。所述亞烷基包括直鏈的亞烷基，例如亞甲基、亞乙基、亞丙基或亞丁基等，或含有支鏈的亞烷基，例如亞異丙基或亞異丁基等。

【0041】本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ 、 $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{14}$ 、 $R_{15}$  和  $R_{16}$  分別獨立的選自於氫原子或甲基。

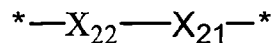
【0042】本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述單體  $\alpha$  具有式 (1-3) 所示的結構，



其中， $T_2$  為-O-C(O)-或-C(O)-O-， $X_2$  為連接部分，用於連接苯環和酯鍵  $T_2$ ， $Y_2$  為連接部分，用於連接酯鍵  $T_2$  和碳碳雙鍵；

$R_{21}$ 、 $R_{22}$  和  $R_{23}$  分別獨立的選自為氫原子、鹵素原子、 $C_1-C_{10}$  的烷基或  $C_1-C_{10}$  的鹵原子取代烷基。所述烷基包括直鏈的烷基，例如甲基、乙基、丙基或丁基等，或含有支鏈的烷基，例如異丙基或異丁基等。

【0043】本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，式 (1-3) 所示的結構中，苯環上的兩個取代基為對位取代，在另外一些實施例中也可以是鄰位取代或間位取代。



(1-4)

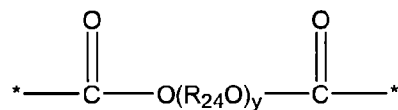
其中， $X_{21}$  為連接鍵、-O-或-C(O)-， $X_{22}$  為連接鍵、 $C_1-C_{10}$  的亞烷基或  $C_1-C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基；所述  $Y_2$  為連接鍵、 $C_1-C_{10}$  的亞烷基或  $C_1-C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基。所述亞烷基包括直鏈的亞烷基，例如亞甲基、亞乙基、亞丙基或亞丁基等，或含有支鏈的亞烷基，例如亞異丙基或亞異丁基等。

【0045】本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述  $R_{21}$ 、 $R_{22}$  和  $R_{23}$  分別獨立的選自為氫原子或甲基。

【0046】本發明具體實施方式的複合塗層，作為具體的非限制性舉例，所述單體  $\alpha$  選自於丙烯酸-2-苯氧基乙酯（CAS 號:48145-04-6）、丙烯酸苯酯（CAS 號:937-41-7）、對苯二甲酸二烯丙酯（CAS 號: 1026-92-2）或甲基丙烯酸苯酯（CAS 號: 2177-70-0）中的至少一個。

【0047】本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述  $S$  中含有-O-C(O)-或-C(O)-O-共兩個，即  $S$  中含有兩個-O-C(O)-、兩個-C(O)-O-或-O-C(O)-或-C(O)-O-各一個；所述  $x$  在 4 以上，比如可以是 4、5、6、7、8、9、10、11 或 12 等等。

【0048】本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述  $S$  具有式 (2-2) 所示的結構，



(2-2)

其中， $R_{24}$  為  $C_2-C_{10}$  的亞烷基或  $C_2-C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基，所述亞烷基包括直鏈的亞烷基，例如亞甲基、亞乙基、亞丙基或亞丁基等，或含有支鏈的亞烷基，例如亞異丙基或亞異丁基等， $y$  為 0 到 10 的整數。具體的為 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 或 10。

【0049】本發明具體實施方式的複合塗層，作為具體的非限制性舉例，

所述單體  $\beta$  選自於二甲基丙烯酸 1,4-丁二醇酯 (CAS 號: 2082-81-7)、二甲基丙烯酸 1,6-己二醇酯 (CAS 號: 6606-59-3)、二甲基丙烯酸乙二醇酯 (CAS 號: 97-90-5)、二甲基丙烯酸二乙二醇酯 (CAS 號: 2358-84-1)、二甲基丙烯酸三乙二醇酯 (CAS 號: 109-16-0)、二甲基丙烯酸四乙二醇酯 (CAS 號: 109-17-1)、二甲基丙烯酸 1,3-丁二醇酯 (CAS 號: 1189-08-8)、二甲基丙烯酸新戊二醇酯 (CAS 號: 1985-51-9)、甲基丙烯酸酐 (CAS 號: 760-93-0)、二丙-2-烯基-2-亞甲基丁二酸酯、2-亞苈基丙二酸二丙-2-烯基酯 (CAS 號: 52505-39-2) 或二烯丙基丙二酸二乙酯 (CAS 號: 3195-24-2) 中的至少一個。

**【0050】** 本發明具體實施方式的複合塗層，所述 Z 為連接部分，用於連接酯鍵全氟碳烷基，在一些具體實施方式中，所述 Z 為連接鍵、 $C_1$ - $C_4$  的亞烷基或具有取代基的  $C_1$ - $C_4$  的亞烷基。所述亞烷基包括直鏈的亞烷基，例如亞甲基、亞乙基、亞丙基或亞丁基等，或含有支鏈的亞烷基，例如亞異丙基或亞異丁基等，所述取代基例如包括鹵素原子、羥基、羧基或酯基等等。

**【0051】** 本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述 x 為 4 以上，進一步為 6 以上，所述 x 具體例如 6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 或 20，有利於提高塗層的疏水性。

**【0052】** 本發明具體實施方式的複合塗層，作為具體的非限制性舉例，所述單體  $\delta$  選自於 3-(全氟-5-甲基己基)-2-羥基丙基甲基丙烯酸酯 (CAS 號: 16083-81-1)、2-(全氟癸基)乙基甲基丙烯酸酯 (CAS 號: 2144-54-9)、2-(全氟己基)乙基甲基丙烯酸酯 (CAS 號: 2144-53-8)、2-(全氟十二烷基)乙基丙烯酸酯 (CAS 號: 27905-45-9)、2-全氟辛基丙烯酸乙酯 (CAS 號: 27905-45-9)、1H,1H,2H,2H-全氟辛醇丙烯酸酯 (CAS 號: 17527-29-6)、2-(全氟丁基)乙基丙烯酸酯 (CAS 號: 52591-27-2)、(2H-全氟丙基)-2-丙烯酸酯 (CAS 號: 59158-81-5) 或(全氟環己基)甲基丙烯酸酯 (CAS 號: 40677-94-9) 中的一種或幾種。

**【0053】** 本發明具體實施方式的複合塗層， $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$  和  $R_{13}$  分別獨立

的選自於氫原子、鹵素原子、 $C_1-C_{20}$ 的取代或未取代的烴基、 $C_1-C_{20}$ 的取代或未取代的烴氧基或  $C_4-C_{20}$ 的取代或未取代的芳香基，其中， $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$  和  $R_{13}$  中的至少一個包含環氧基或為  $C_4-C_{20}$ 的芳香基； $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $C_1-C_{20}$ 的取代或未取代的烴基、 $C_1-C_{20}$ 的取代或未取代的烴氧基或  $C_4-C_{20}$ 的取代或未取代的芳香基，其中， $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  中的至少一個包含環氧基或為  $C_4-C_{20}$ 的芳香基；所述烴基可以是烷烴基、烯烴基或炔烴基，也可以是脂環烴基或芳烴基，所述烴氧基可以是烷烴氧基、烯烴氧基或炔烴氧基，也可以是脂環烴氧基或芳烴氧基；所述取代的取代基例如可以是鹵素原子、環氧基、硝基、氰基、磺酸基、氨基、羧基、羥基、巰基、烴基、烴氧基或醯基等等，所述取代基可以是一個或兩個以上；所述芳香基可以是芳基或雜芳基。

**【0054】** 本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述  $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $C_1-C_{20}$ 的烴基、 $C_1-C_{20}$ 的帶有環氧結構取代基的烴基、 $C_1-C_{20}$ 的烴氧基、 $C_1-C_{20}$ 的帶有環氧結構取代基的烴氧基或  $C_6-C_{20}$ 的芳基。

**【0055】** 本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述  $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $C_1-C_4$ 的烷烴基、 $C_1-C_4$ 的烷烴氧基、 $C_1-C_4$ 的烯烴基、 $C_1-C_4$ 的烯烴氧基或  $C_6-C_{20}$ 的芳基；其中  $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$  和  $R_{13}$  中的至少一個為  $C_6-C_{20}$ 的芳基， $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  中的至少一個為  $C_6-C_{20}$ 的芳基。作為舉例，所述烷烴基例如可以是甲基、乙基、丙基、丁基或異丙基等，所述烷烴氧基例如可以是甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基或異丙氧基等，所述烯烴基可以是乙烯基、丙烯基或丁烯基等，所述烯烴氧基例如可以是 2-(烯丙氧基)，所述芳基例如可以是苯基、對甲苯基或聯苯基等。在一些具體實施方式中更具體的，所述單體  $\gamma$  和單體  $\epsilon$  分別獨立的選自於苯基三氯矽烷 (CAS: 98-13-5)、氯二苯基矽烷 (CAS: 1631-83-0)、二苯二氯矽烷 (CAS: 80-10-4)、三苯基乙炔基矽烷 (CAS: 18666-68-7)、二苯基二乙炔基矽烷 (CAS: 17937-68-7)、苯基三乙

烯基矽烷 (CAS : 18042-57-4)、甲基苯基二乙烯基矽烷、二甲基苯基乙烯基矽烷 (CAS : 1125-26-4)、甲氧基三苯基矽烷 (CAS : 1829-41-0)、二苯基二甲氧基矽烷 (CAS : 6843-66-9) 或三甲氧基苯基矽烷 (CAS : 2996-92-1) 中的一種或幾種。

【0056】本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述  $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $C_1$ - $C_4$  的烷烴基、 $C_1$ - $C_4$  的烷烴氧基、 $C_1$ - $C_4$  的烯烴基、 $C_1$ - $C_4$  的烯烴氧基、 $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴氧基或  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴基；其中  $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$  和  $R_{13}$  中的至少一個為  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴氧基或  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴基， $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  中的至少一個為  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴氧基或  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴基。作為舉例，所述烷烴基例如可以是甲基、乙基、丙基、丁基或異丙基等，所述烷烴氧基例如可以是甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基或異丙氧基等，所述烯烴基可以是乙烯基、丙烯基或丁烯基等，所述烯烴氧基例如可以是 2-(烯丙氧基)，所述環氧烴氧基例如可以是(2,3-環氧丙氧)乙基、(2,3-環氧丙氧)丙基、(3,4-環氧丁氧)乙基或(3,4-環氧丁氧)丙基等，所述環氧烴基例如可以是 2,3-環氧丙基、3,4-環氧乙基、3,4-環氧丁基或 3,4-環氧環己基等。在一些具體實施方式中，所述環氧為脂環族環氧，如 3,4-環氧環己基。在一些具體實施方式中更具體的，所述單體  $\gamma$  和單體  $\epsilon$  分別獨立的選自於 3-(2,3-環氧丙氧)丙基甲基二甲氧基矽烷 (CAS : 65799-47-5)、3-(2,3-環氧丙氧)丙基甲基二乙氧基矽烷 (CAS : 2897-60-1)、3-(2,3-環氧丙氧)丙基三甲氧基矽烷 (CAS : 2530-83-8)、3-(2,3-環氧丙氧)丙基三乙氧基矽烷 (CAS : 2602-34-8)、 $\beta$ -(3,4-環氧環己基)-乙基三甲氧基矽烷 (CAS : 3388-04-3) 或 2-(3,4-環氧環己基)乙基三乙氧基矽烷 (CAS : 10217-34-2) 中的一種或幾種。

【0057】本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述基材為金屬、塑膠、織物、玻璃、電氣元件、光學儀器或電氣部件。具體地，所述金屬具體例如可以是鐵、鎂、鋁、銅或其合金，所述電氣元件例如可以是印刷電路板(Printed Circuit Board, PCB)、電子產品或電子組裝半成品等，所

述電子產品例如電腦、智慧手機、平板電腦、鍵盤、電子閱讀器、可穿戴設備、顯示器、耳機等，所述電氣部件可以是、資料線（如 Type-C 資料線、USB 資料線等）、透音網、電阻器、電容器、電晶體、二極體、放大器、繼電器、變壓器、電池、熔斷器、積體電路、開關、發光二極體（Light Emitting Diode, LED）、LED 顯示器、壓電元件、光電子部件或天線或振盪器等。

【0058】本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述基材為玻璃屏，特別是手機屏，目前智慧手機已經得到了普及，針對手機防水防指紋的問題，很多手機廠商會選擇鍍有防指紋膜的玻璃作為手機螢幕，傳統的防指紋鍍膜工藝主要採用物理氣相沉積工藝和濕法噴塗工藝，但這兩種工藝相對來說價格比較昂貴且實驗條件比較苛刻；本發明具體實施方式的等離子體聚合塗層，採用等離子體化學氣相沉積法，塗層製備更為容易，塗層均勻、厚度薄、應力小，對基材表面幾乎沒有損傷和基材性能幾乎沒有影響，大大提高了手機使用過程中的防水防油性能，同時具有優異的耐磨性能和防腐性能，特別適用作為手機等玻璃屏的防護塗層。

【0059】本發明具體實施方式的複合塗層，根據具體的單體情況，可以對單體  $\alpha$ 、單體  $\beta$  以及單體  $\gamma$  的比例進行調節，在一些具體實施方式中，所述單體  $\alpha$  和單體  $\beta$  的摩爾比在 3 : 10~10 : 3 之間，具體例如可以是 3 : 10、4 : 10、5 : 10、6 : 10、7 : 10、8 : 10、9 : 10、10 : 10、10 : 9、10 : 8、10 : 7、10 : 6、10 : 5、10 : 4 或 10 : 3 等等，單體  $\alpha$  與單體  $\beta$  的和與單體  $\gamma$  的摩爾比在 1 : 10~10 : 1 之間，具體例如可以是 1 : 10、2 : 10、3 : 10、4 : 10、5 : 10、6 : 10、7 : 10、8 : 10、9 : 10、10 : 10、10 : 9、10 : 8、10 : 7、10 : 6、10 : 5、10 : 4、10 : 3、10 : 2、10 : 1 等等。

【0060】本發明具體實施方式的複合塗層，根據具體的單體情況，可以對單體  $\delta$  和單體  $\epsilon$  的比例進行調節，在一些具體實施方式中，所述單體  $\delta$  和單體  $\epsilon$  的摩爾比在 3 : 10~10 : 3 之間，具體例如可以是 3 : 10、4 : 10、5 : 10、6 : 10、7 : 10、8 : 10、9 : 10、10 : 10、10 : 9、10 : 8、10 : 7、10 : 6、10 : 5、10 : 4 或 10 : 3 等等。

【0061】本發明具體實施方式的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述塗層I由單體  $\alpha$ 、單體  $\beta$  和單體  $\gamma$  的等離子體形成的等離子體聚合塗層，所述塗層II由所述塗層I接觸單體  $\delta$  和單體  $\varepsilon$  的等離子體，從而在塗層I上形成的等離子體聚合塗層。在另外一些具體實施方式中，也可以根據實際需要，所述塗層I由單體  $\alpha$ 、單體  $\beta$ 、單體  $\gamma$  和其它單體的等離子體形成，所述塗層II由所述塗層I接觸單體  $\delta$ 、單體  $\varepsilon$  和其它單體的等離子體，從而在塗層I上形成的等離子體聚合塗層。

【0062】本發明的具體實施方式還提供一種以上所述複合塗層的製備方法，包括：

提供基材，將基材置於等離子體反應腔室內，抽真空至 20-250 毫托，並通入惰性氣體 He、Ar、O<sub>2</sub> 或幾種的混合氣體；

將單體  $\alpha$ 、單體  $\beta$  和單體  $\gamma$  的蒸汽導入到反應腔室內，開啟等離子體放電，形成等離子體聚合塗層I。

【0063】進一步，所述方法還包括：將單體  $\delta$  和單體  $\varepsilon$  的蒸汽導入到反應腔室內，開啟等離子體放電，在塗層I上形成等離子體聚合塗層II。

【0064】本發明的具體實施方式的複合塗層製備方法，所述單體  $\alpha$ 、單體  $\beta$ 、單體  $\gamma$ 、單體  $\delta$ 、單體  $\varepsilon$ 、塗層I、塗層II以及基材等的說明如前所述。

【0065】本發明具體實施方式的複合塗層製備方法，對於某些基材，例如手機屏或線路板，為進一步增強等離子體塗層與基材的結合力，在一些具體實施方式中，在塗層前對所述基材採用連續等離子體進行預處理，具體預處理方式例如，在惰性氣體氣氛下，採用等離子體放電功率為 20~500W，放電方式為連續式，持續放電時間 1~60min，或者採用熱、氧或高能輻射等方式等等。

【0066】本發明具體實施方式的複合塗層製備方法，在一些具體實施方式中，所述等離子體為脈衝等離子體，所述單體流量為 50-3000ul/min，具體例如可以是 100ul/min、200ul/min、300ul/min、400ul/min、500ul/min、1000ul/min、

1500ul/min、2000ul/min、2500ul/min 或 3000ul/min 等等；腔體內的溫度控制在 20°C-80°C，具體例如可以是 20°C、30°C、40°C、50°C、60°C、70°C 或 80°C 等等；單體氣化溫度為 50°C-180°C，具體例如可以是 50°C、60°C、70°C、80°C、90°C、100°C、110°C、120°C、130°C、140°C、150°C、160°C、170°C 或 180°C 等等，且是在真空條件下發生氣化，所述脈衝等離子體通過施加脈衝電壓放電產生，其中，脈衝功率為 10W-300W，具體例如可以是 10W、20W、30W、40W、50W、60W、70W、80W、90W、100W、120W、140W、160W、180W、190W、200W、210W、220W、230W、240W、250W、260W、270W、280W、290W 或 300W 等等；脈衝頻率為 15Hz-60kHz，具體例如可以是 15Hz、20Hz、25Hz、30Hz、35Hz、40Hz、45Hz、50Hz、55Hz、60Hz、70Hz、80Hz、90Hz、100Hz、200Hz、300Hz、400Hz、500Hz、600Hz、700Hz、800Hz、900Hz、1kHz、2kHz、3kHz、4kHz、5kHz、10kHz、15kHz、20kHz、30kHz、40kHz、50kHz、60kHz 等等；脈衝占空比為 1%~85%，具體例如可以是 1%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80% 或 85% 等等；等離子放電時間為 100s-36000s，具體例如可以是 100s、500s、1000s、2000s、3000s、4000s、5000s、6000s、7000s、8000s、9000s、10000s、15000s、20000s、25000s、30000s、36000s 等等。

**【0067】** 本發明具體實施方式的複合塗層製備方法，在一些具體實施方式中，所述等離子放電方式可以現有的各種放電方式，具體例如，無電極放電（如射頻電感耦合放電、微波放電）、單電極放電（如電暈放電、單極放電所形成的等離子體射流）、雙電極放電（如介質阻擋放電、裸露電極射頻輝光放電）以及多電極放電（如採用浮動電極作為第三個電極的放電）。

**【0068】** 本發明的具體實施方式還提供一種器件，所述器件的至少部分表面具有任一以上所述的複合塗層，在一些具體實施方式中，所述器件的部分表面或全部表面僅塗覆有上述的保護塗層。

**【0069】** 以下通過具體實施例對本發明做進一步說明。

**【0070】 實施例****【0071】 測試方法說明**

**【0072】 耐鹽霧測試：**根據 GB/T 2423.18-2000 電工電子產品環境試驗方法進行檢測。

**【0073】 塗層厚度測試：**使用美國 Filmetrics F20-UV-薄膜厚度測量儀進行檢測。

**【0074】 線路板耐摩擦測試：**將線路板在耐磨試驗機上進行摩擦，摩擦材料為無塵布，載荷 200g，摩擦次數 50 次，轉速 40r/min，行程 30mm;將摩擦後的線路板浸泡在水中，為其提供 5V 電壓，用電腦檢測電流，記錄失效時間(電流 > 0.6mA)。

**【0075】 手機屏片耐摩擦測試：**將手機屏在耐磨試驗機上進行摩擦，摩擦材料為無塵布，載荷 100g，轉速 50r/min，每摩擦 100 次記錄一次水滴角和正十六烷油滴角。

**【0076】 電化學測試：**上海辰華 CHI660E C20704 電化學分析儀，測試 3.6%NaCl 中性溶液中的極化曲線，測試條件，腐蝕電位為負 600mv~正 600mv，掃描速率 0.00033mv/s,掃描時間 600s。

**【0077】 實施例 1**

**【0078】** 將線路板、Mg 片、Fe 片、手機屏片放置於等離子體腔室內，將腔室抽真空至 60 毫托，通入氬氣，流量 80sccm，開啟等離子體放電，該預處理階段放電功率為 120W，持續放電 800s；

往等離子體腔室內通入二丙烯酸-1,6-己二醇酯和甲基丙烯酸苯酯(品質比 2:1)混合單體蒸汽，和苯基三甲氧基矽烷蒸汽，單體氣化溫度為 180°C，流量分別均為 300ul/min,開啟等離子體放電，時間 3000s，電源功率 40W，頻率 45Hz，占空比 35%，形成塗層I；

然後往等離子體腔室內通入  $\beta$ -(3、4 環氧環己基)-乙基三甲氧基矽烷蒸氣

和 2-全氟辛基丙烯酸乙酯蒸氣，單體氣化溫度為 180°C， $\beta$ -(3、4 環氧環己基)-乙基三甲氧基矽烷流量為 75 $\mu$ L/min，2-全氟辛基丙烯酸乙酯蒸氣流量為 75 $\mu$ L/min；開啟等離子體放電，反應時間 5400s，電源功率 180W，頻率 45Hz，占空比 1.5%，形成塗層II；

放電結束後通入壓縮空氣，使腔體恢復常壓，打開腔體，取出線路板、Mg 片、Fe 片、手機屏片，測試 Mg 片、Fe 片塗層厚度以及進行耐鹽霧測試結果列入表 1 中，測試線路板塗層厚度以及耐摩擦測試結果列入表 2 中，手機屏片耐磨擦測試結果列入表 3 中。

### 【0079】 實施例 2

【0080】 將線路板、Mg 片和 Fe 片放置於等離子體腔室內，將腔室抽真空至 80 毫托，通入氦氣，流量 140sccm，開啟等離子體放電，該預處理階段放電功率為 180W，持續放電 300s；

往等離子體腔室內通入二丙烯酸-1,6-己二醇酯和丙烯酸苯酯(品質比 3:2)混合單體蒸汽，和二苯基二甲氧基矽烷蒸汽，單體氣化溫度為 180°C，流量分別均為 400 $\mu$ L/min,開啟等離子體放電，時間 3800s，電源功率 37W，頻率 65Hz，占空比 45%，形成塗層I；

然後往等離子體腔室內通入苯基三甲氧基矽烷蒸氣和 1H,1H,2H,2H-全氟辛醇丙烯酸酯蒸氣，單體氣化溫度為 145°C，苯基三甲氧基矽烷蒸氣流量為 80 $\mu$ L/min，1H,1H,2H,2H-全氟辛醇丙烯酸酯蒸氣流量為 80 $\mu$ L/min；開啟等離子體放電，反應時間 6000s，電源功率 180W，頻率 65Hz，占空比 1%，形成塗層II；

放電結束後通入壓縮空氣，使腔體恢復常壓，打開腔體，取出線路板、Mg 片和 Fe 片，測試 Mg 片和 Fe 片塗層厚度以及進行耐鹽霧測試結果列入表 1 中，測試線路板塗層厚度以及耐摩擦測試結果列入表 2 中，對塗層後的 Mg 片和未塗層的 Mg 片進行電化學測試，得到塔菲爾曲線如圖式 1，對該曲線擬合得到其電化學參數結果列入表 4 中。

**【0081】 實施例 3**

**【0082】** 將線路板、Mg 片和 Fe 片放置於等離子體腔室內，將腔室抽真空至 60 毫托，通入氮氣，流量 80sccm，開啟等離子體放電，該預處理階段放電功率為 120W，持續放電 800s；

往等離子體腔室內通入二丙烯酸-1,6-己二醇酯和甲基丙烯酸苯酯(品質比 2:1)混合單體蒸汽，和 3-(2,3-環氧丙氧)丙基三甲氧基矽烷蒸汽，單體氣化溫度為 180°C，流量分別均為 300ul/min,開啟等離子體放電，時間 3000s，電源功率 40W，頻率 45Hz，占空比 35%，形成塗層I；

然後往等離子體腔室內通入 3-(2,3-環氧丙氧)丙基甲基二甲氧基矽烷蒸氣和 2-全氟辛基丙烯酸乙酯蒸氣，單體氣化溫度為 180°C，3-(2,3-環氧丙氧)丙基甲基二甲氧基矽烷蒸氣流量為 75 $\mu$ L/min，2-全氟辛基丙烯酸乙酯蒸氣流量為 75 $\mu$ L/min；開啟等離子體放電，反應時間 5400s，電源功率 180W，頻率 45Hz，占空比 1.5%，形成塗層II；

放電結束後通入壓縮空氣，使腔體恢復常壓，打開腔體，取出線路板、Mg 片和 Fe 片，測試 Mg 片和 Fe 片塗層厚度以及進行耐鹽霧測試結果列入表 1 中，測試線路板塗層厚度以及耐摩擦測試結果列入表 2 中。

**【0083】 對比例 1**

**【0084】** 將線路板、Mg 片和 Fe 片放置於等離子體腔室內，將腔室抽真空至 80 毫托，通入氮氣，流量 140sccm，開啟等離子體放電，該預處理階段放電功率為 180W，持續放電 300s；

往等離子體腔室內通入二丙烯酸-1,6-己二醇酯和丙烯酸苯酯(品質比 3:2)混合單體蒸汽，和  $\gamma$ -氨丙基三乙氧基矽烷蒸汽，單體氣化溫度為 180°C，流量分別均為 400ul/min,開啟等離子體放電，時間 3800s，電源功率 37W，頻率 65Hz，占空比 45%，形成塗層I；

然後往等離子體腔室內通入苯基三甲氧基矽烷蒸氣和 1H,1H,2H,2H-全氟

辛醇丙烯酸酯蒸氣，單體氣化溫度為 145°C，苯基三甲氧基矽烷蒸氣流量為 80 $\mu$ L/min，1H,1H,2H,2H-全氟辛醇丙烯酸酯蒸氣流量為 80 $\mu$ L/min；開啟等離子體放電，反應時間 6000s，電源功率 180W，頻率 65Hz，占空比 1%，形成塗層II；

放電結束後通入壓縮空氣，使腔體恢復常壓，打開腔體，取出線路板、Mg 片和 Fe 片，測試 Mg 片和 Fe 片塗層厚度以及進行耐鹽霧測試結果列入表 1 中，測試線路板塗層厚度以及耐摩擦測試結果列入表 2 中。

#### 【0085】 對比例 2

【0086】 將線路板、Mg 片和 Fe 片放置於等離子體腔室內，將腔室抽真空至 60 毫托，通入氦氣，流量 80sccm，開啟等離子體放電，該預處理階段放電功率為 120W，持續放電 800s；

往等離子體腔室內通入二丙烯酸-1,6-己二醇酯和甲基丙烯酸苯酯(品質比 2:1)混合單體蒸汽，單體氣化溫度為 180°C，流量為 600ul/min,開啟等離子體放電，時間 3000s，電源功率 40W，頻率 45Hz，占空比 35%，形成塗層I；

然後往等離子體腔室內通入  $\beta$ -(3、4 環氧環己基)-乙基三甲氧基矽烷蒸氣和 2-全氟辛基丙烯酸乙酯蒸氣，單體氣化溫度為 180°C， $\beta$ -(3、4 環氧環己基)-乙基三甲氧基矽烷流量為 75 $\mu$ L/min，2-全氟辛基丙烯酸乙酯蒸氣流量為 75 $\mu$ L/min；開啟等離子體放電，反應時間 5400s，電源功率 180W，頻率 45Hz，占空比 1.5%，形成塗層II；

放電結束後通入壓縮空氣，使腔體恢復常壓，打開腔體，取出線路板、Mg 片和 Fe 片，測試 Mg 片和 Fe 片塗層厚度以及進行耐鹽霧測試結果列入表 1 中，測試線路板塗層厚度以及耐摩擦測試結果列入表 2 中。

#### 【0087】 對比例 3

【0088】 將線路板、Mg 片和 Fe 片放置於等離子體腔室內，將腔室抽真

空至 60 毫托，通入氦氣，流量 80sccm，開啟等離子體放電，該預處理階段放電功率為 120W，持續放電 800s；

往等離子體腔室內通入二丙烯酸-1,6-己二醇酯和甲基丙烯酸酯(品質比 2:1)混合單體蒸汽，單體氣化溫度為 180°C，流量為 600ul/min,開啟等離子體放電，時間 3000s，電源功率 40W，頻率 45Hz，占空比 35%，形成塗層I；

然後往等離子體腔室內通入  $\beta$ -(3、4 環氧環己基)-乙基三甲氧基矽烷蒸氣和 2-全氟辛基丙烯酸乙酯蒸氣，單體氣化溫度為 180°C， $\beta$ -(3、4 環氧環己基)-乙基三甲氧基矽烷流量為 75 $\mu$ L/min，2-全氟辛基丙烯酸乙酯蒸氣流量為 75 $\mu$ L/min；開啟等離子體放電，反應時間 5400s，電源功率 180W，頻率 45Hz，占空比 1.5%，形成塗層II；

放電結束後通入壓縮空氣，使腔體恢復常壓，打開腔體，取出線路板、Mg 片和 Fe 片，測試 Mg 片和 Fe 片塗層厚度以及進行耐鹽霧測試結果列入表 1 中，測試線路板塗層厚度以及耐摩擦測試結果列入表 2 中。

#### 【0089】 對比例 4

【0090】 將線路板、Mg 片、Fe 片放置於等離子體腔室內，將腔室抽真空至 60 毫托，通入氦氣，流量 80sccm，開啟等離子體放電，該預處理階段放電功率為 120W，持續放電 800s；

往等離子體腔室內通入  $\beta$ -(3、4 環氧環己基)-乙基三甲氧基矽烷蒸氣和 2-全氟辛基丙烯酸乙酯蒸氣，單體氣化溫度為 180°C， $\beta$ -(3、4 環氧環己基)-乙基三甲氧基矽烷流量為 75 $\mu$ L/min,2-全氟辛基丙烯酸乙酯蒸氣流量為 75 $\mu$ L/min；開啟等離子體放電，反應時間 16000s，電源功率 180W，頻率 45Hz，占空比 1.5%，形成塗層；

放電結束後通入壓縮空氣，使腔體恢復常壓，打開腔體，取出線路板、Mg 片、Fe 片，測試 Mg 片、Fe 片塗層厚度以及進行耐鹽霧測試結果列入表 1 中，測試線路板塗層厚度以及耐摩擦測試結果列入表 2 中。

表 1 實施例 1-3、對比例 1-4 耐鹽霧測試結果

	鹽霧測試 (5% NaCl 溶液)					
	基材	厚度 (nm)	時間	基材	厚度 (nm)	時間
實施例 1	Fe	102	106h	Mg	108	64h
實施例 2	Fe	105	84h	Mg	100	68h
實施例 3	Fe	103	73h	Mg	106	56h
對比例 1	Fe	102	52h	Mg	103	43h
對比例 2	Fe	103	43h	Mg	105	35h
對比例 3	Fe	106	47h	Mg	103	32h
對比例 4	Fe	101	31h	Mg	102	15h

表 2 實施例 1-3、對比例 1-4 線路板耐摩擦測試結果

	基材	厚度 (nm)	失效時間
實施例 1	線路板	458	5h45min
實施例 2	線路板	460	4h32min
實施例 3	線路板	462	3h23min
對比例 1	線路板	463	2h46min
對比例 2	線路板	460	1h18min
對比例 3	線路板	456	1h35min
對比例 4	線路板	432	36min

表 3 實施例 1 手機屏片耐摩擦測試結果

手機屏片	耐磨性 (wca/oca)			
	0 次	100 次	1000 次	3000 次
	120°/80°	118°/79°	112°/75°	108°/72°

表 4 實施例 2 的電化學參數結果

測試基材	厚度(nm)	電流密度 (A/cm <sup>2</sup> )	腐蝕電位(V)
Mg	100	9.569e <sup>-9</sup>	-1.101
	0	5.322e <sup>-5</sup>	-1.385

【0091】 根據表 1 和表 2 的結果可知，相比於對比例 1 中，複合塗層以

具有芳香環的不飽和酯類單體、酯類偶聯劑單體以及一般的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為裡層，以含氟丙烯酸酯類單體和具有芳香基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為外層，對比例 2 中，複合塗層的裡層不含有機矽烷單體，其以具有芳香環的不飽和酯類單體、酯類偶聯劑單體的等離子體形成的塗層作為裡層，以含氟丙烯酸酯類單體和具有環氧基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為外層，對比例 3 中，複合塗層以不具有芳香環的不飽和酯類單體、酯類偶聯劑單體以及具有芳香基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為裡層，以含氟丙烯酸酯類單體和具有環氧基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為外層，對比例 4 中，由含氟丙烯酸酯類單體和具有環氧基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層，實施例 1-3 中複合塗層以具有芳香環的不飽和酯類單體、酯類偶聯劑單體以及具有芳香基或環氧基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為裡層，以含氟丙烯酸酯類單體和具有芳香基或環氧基的有機矽烷單體的等離子體形成的塗層作為外層，具有更優的耐鹽霧測試結果和耐摩擦測試結果，表明實施例 1-3 的複合塗層具有最為優異的防腐性能和耐磨性能。

【0092】 根據表 3 的結果可知，實施例 1 的複合塗層作為手機屏防護塗層，即使摩擦 3000 次，依然具有十分優異的防水防油性能。

【0093】 根據表 4 的電化學參數結果可知，未塗層 Mg 片在 3.6%NaCl 中性溶液中的耐蝕性很差，發生了電化學腐蝕，陽極反應為鎂的失電子溶解過程，陰極反應是水的得電子析氫過程。實驗發現，未塗層 Mg 片自腐蝕電位為 -1.385 V，具有複合塗層的 Mg 片的自腐蝕電位 -1.101 V，腐蝕電位降低了 26%，耐腐蝕性增強，同時鍍有鍍層的 Mg 片的電流密度  $9.569\text{e}^{-9}\text{A}/\text{cm}^2$ ，相對於未塗層 Mg 片電流密度降低了 4 個數量級。說明鍍有塗層的 Mg 片防護性能較好。

【0094】 雖然本發明披露如上，但本發明並非限定於此。任何本領域技術人員，在不脫離本發明的精神和範圍內，均可作各種更動與修改，因此本發明的保護範圍應當以請求項所限定的範圍為準。

**【符號說明】**

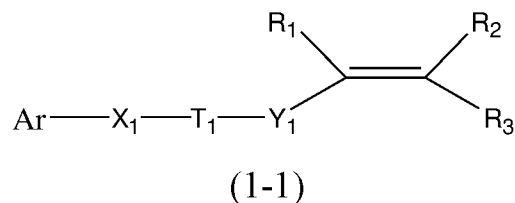
無

# 申請專利範圍

【請求項1】一種複合塗層，其特徵在於，所述複合塗層包括沉積於基材上的塗層I，

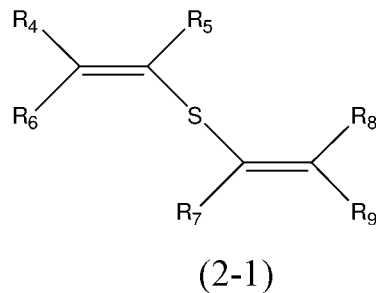
所述塗層I由包含單體  $\alpha$ 、單體  $\beta$  和單體  $\gamma$  的等離子體形成的等離子體聚合塗層；

所述單體  $\alpha$  具有式 (1-1) 所示的結構，



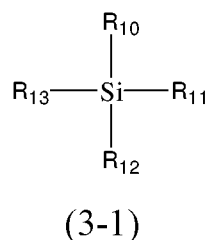
其中，Ar 為帶芳環的結構，T<sub>1</sub> 為 -O-C(O)- 或 -C(O)-O-，X<sub>1</sub> 為連接部分，Y<sub>1</sub> 為連接部分，R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub> 和 R<sub>3</sub> 分別獨立的選自為氫原子、鹵素原子、C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 的烷基或 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 的鹵原子取代烷基；

所述單體  $\beta$  具有式 (2-1) 所示的結構，



其中，S 中含有一個以上的 -O-C(O)- 或 -C(O)-O-，R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub>、R<sub>7</sub>、R<sub>8</sub> 和 R<sub>9</sub> 分別獨立的選自為氫原子、鹵素原子、C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 的烷基或 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 的鹵原子取代烷基；

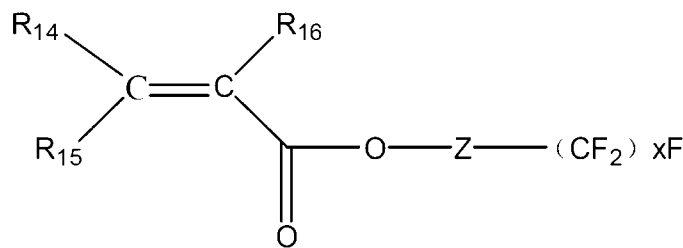
所述單體  $\gamma$  具有式 (3-1) 所示的結構，



其中， $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$  和  $R_{13}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $C_1$ - $C_{20}$  的取代或未取代的烴基、 $C_1$ - $C_{20}$  的取代或未取代的烴氧基或  $C_4$ - $C_{20}$  的取代或未取代的芳香基，其中， $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$  和  $R_{13}$  中的至少一個包含環氧基或為  $C_4$ - $C_{20}$  的芳香基；

其中，所述複合塗層還包括塗層II，所述塗層II由所述塗層I接觸包含單體  $\delta$  和單體  $\varepsilon$  的等離子體，從而在塗層I上形成的等離子體聚合塗層；

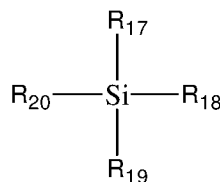
所述單體  $\delta$  具有式 (4-1) 所示的結構，



(4-1)

其中，Z 為連接部分， $R_{14}$ 、 $R_{15}$  和  $R_{16}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $C_1$ - $C_{10}$  的烴基或  $C_1$ - $C_{10}$  的鹵原子取代烴基，x 為 1-20 的整數；

所述單體  $\varepsilon$  具有式 (5-1) 所示的結構，



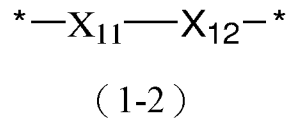
(5-1)

其中， $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $C_1$ - $C_{20}$  的取代或未取代的烴基、 $C_1$ - $C_{20}$  的取代或未取代的烴氧基或  $C_4$ - $C_{20}$  的取代或未取代的芳香基，其中， $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  中的至少一個包含環氧基或為  $C_4$ - $C_{20}$  的芳香基。

**【請求項2】** 如請求項 1 所述的複合塗層，其中，所述  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ 、 $R_7$ 、 $R_8$  和  $R_9$  分別獨立的選自於氫原子或甲基。

**【請求項3】** 如請求項 1 所述的複合塗層，其中，所述  $X_1$  為下式 (1-2)

所示的結構，

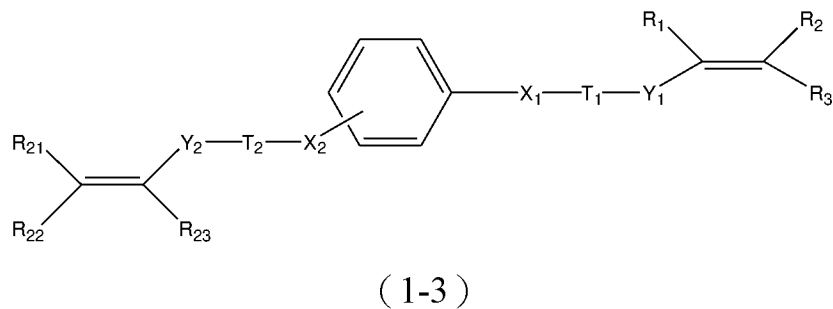


其中， $X_{11}$  為連接鍵、-O-或-C(O)-， $X_{12}$  為連接鍵、 $C_1-C_{10}$  的亞烷基或  $C_1-C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基；

所述  $Y_1$  為連接鍵、 $C_1-C_{10}$  的亞烷基或  $C_1-C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基。

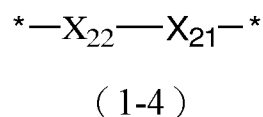
【請求項4】如請求項 1 所述的複合塗層，其中，所述 Ar 為苯環結構或帶有取代基的苯環結構。

【請求項5】如請求項 4 所述的複合塗層，其中，所述單體  $\alpha$  具有式 (1-3) 所示的結構，



其中， $T_2$  為-O-C(O)-或-C(O)-O-， $X_2$  為連接部分， $Y_2$  為連接部分； $R_{21}$ 、 $R_{22}$  和  $R_{23}$  分別獨立的選自為氫原子、鹵素原子、 $C_1-C_{10}$  的烷基或  $C_1-C_{10}$  的鹵原子取代烷基。

【請求項6】如請求項 5 所述的複合塗層，其中，所述  $X_2$  為下式 (1-4) 所示的結構，



其中， $X_{21}$  為連接鍵、-O-或-C(O)-， $X_{22}$  為連接鍵、 $C_1-C_{10}$  的亞烷基或  $C_1-C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基；

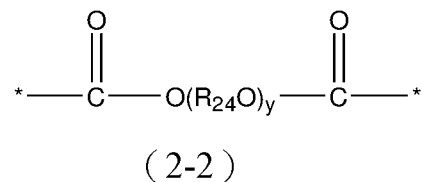
所述  $Y_2$  為連接鍵、 $C_1-C_{10}$  的亞烷基或  $C_1-C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基。

【請求項7】如請求項 5 所述的複合塗層，其中，所述  $R_{21}$ 、 $R_{22}$  和  $R_{23}$  分別獨立的選自為氫原子或甲基。

【請求項8】如請求項 1 所述的複合塗層，其中，所述單體  $\alpha$  選自於丙烯酸-2-苯氧基乙酯、丙烯酸苯酯、對苯二甲酸二烯丙酯或甲基丙烯酸苯酯中的至少一個。

【請求項9】如請求項 1 所述的複合塗層，其中，所述 S 中含有-O-C(O)-或-C(O)-O-共兩個，x 在 4 以上。

【請求項10】如請求項 1 所述的複合塗層，其中，所述 S 具有式 (2-2) 所示的結構，



其中， $R_{24}$  為  $C_2$ - $C_{10}$  的亞烷基或  $C_2$ - $C_{10}$  的鹵原子取代亞烷基，y 為 0 到 10 的整數。

【請求項11】如請求項 1 所述的複合塗層，其中，所述單體  $\beta$  選自於二甲基丙烯酸 1,4-丁二醇酯、二甲基丙烯酸 1,6-己二醇酯、二甲基丙烯酸乙二醇酯、二甲基丙烯酸二乙二醇酯、二甲基丙烯酸三乙二醇酯、二甲基丙烯酸四乙二醇酯、二甲基丙烯酸 1,3-丁二醇酯、二甲基丙烯酸新戊二醇酯、甲基丙烯酸酐、二丙-2-烯基-2-亞甲基丁二酸酯、2-亞苈基丙二酸二丙-2-烯基酯或二烯丙基丙二酸二乙酯中的至少一個。

【請求項12】如請求項 1 所述的複合塗層，其中，所述  $R_{14}$ 、 $R_{15}$  和  $R_{16}$  分別獨立的選自於氫原子或甲基。

【請求項13】如請求項 1 所述的複合塗層，其中，所述 Z 為連接鍵、 $C_1$ - $C_4$  的亞烷基或具有取代基的  $C_1$ - $C_4$  的亞烷基。

【請求項14】如請求項 1 所述的複合塗層，其中，所述單體  $\delta$  選自於 3-(全氟-5-甲基己基)-2-羥基丙基甲基丙烯酸酯、2-(全氟癸基)乙基甲基丙烯酸酯、

2-(全氟己基)乙基甲基丙烯酸酯、2-(全氟十二烷基)乙基丙烯酸酯、2-全氟辛基丙烯酸乙酯、1H,1H,2H,2H-全氟辛醇丙烯酸酯、2-(全氟丁基)乙基丙烯酸酯、(2H-全氟丙基)-2-丙烯酸酯或(全氟環己基)甲基丙烯酸酯中的一種或幾種。

【請求項15】 如請求項 1 所述的複合塗層，其中，所述  $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $C_1$ - $C_{20}$  的烴基、 $C_1$ - $C_{20}$  的帶有環氧結構取代基的烴基、 $C_1$ - $C_{20}$  的烴氧基、 $C_1$ - $C_{20}$  的帶有環氧結構取代基的烴氧基或  $C_6$ - $C_{20}$  的芳基。

【請求項16】 如請求項 15 所述的複合塗層，其中，所述  $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $C_1$ - $C_4$  的烷烴基、 $C_1$ - $C_4$  的烷烴氧基、 $C_1$ - $C_4$  的烯烴基、 $C_1$ - $C_4$  的烯烴氧基或  $C_6$ - $C_{20}$  的芳基；其中  $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$  和  $R_{13}$  中的至少一個為  $C_6$ - $C_{20}$  的芳基， $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  中的至少一個為  $C_6$ - $C_{20}$  的芳基。

【請求項17】 如請求項 16 所述的複合塗層，其中，所述芳基為苯基。

【請求項18】 如請求項 17 所述的複合塗層，其中，所述單體  $\gamma$  和單體  $\epsilon$  分別獨立的選自於苯基三氯矽烷、氯二苯基矽烷、二苯二氯矽烷、三苯基乙烯基矽烷、二苯基二乙烯基矽烷、苯基三乙烯基矽烷、甲基苯基二乙烯基矽烷、二甲基苯基乙烯基矽烷、甲氧基三苯基矽烷、二苯基二甲氧基矽烷或苯基三甲氧基矽烷中的一種或幾種。

【請求項19】 如請求項 15 所述的複合塗層，其中，所述  $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  分別獨立的選自於氫原子、鹵素原子、 $C_1$ - $C_4$  的烷烴基、 $C_1$ - $C_4$  的烷烴氧基、 $C_1$ - $C_4$  的烯烴基、 $C_1$ - $C_4$  的烯烴氧基、 $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴氧基或  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴基；其中  $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$  和  $R_{13}$  中的至少一個為  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴氧基或  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴基， $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  中的至少一個為  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴氧基或  $C_2$ - $C_{10}$  的環氧烴基。

【請求項20】 如請求項 19 所述的複合塗層，其中，所述環氧為脂環族環氧。

【請求項21】 如請求項 19 所述的複合塗層，其中，所述單體  $\gamma$  和單體  $\varepsilon$  分別獨立的選自於 3-(2,3-環氧丙氧)丙基甲基二甲氧基矽烷、3-(2,3-環氧丙氧)丙基甲基二乙氧基矽烷、3-(2,3-環氧丙氧)丙基三甲氧基矽烷、3-(2,3-環氧丙氧)丙基三乙氧基矽烷、 $\beta$ -(3、4 環氧環己基)-乙基三甲氧基矽烷或 2-(3,4-環氧環己基)乙基三乙氧基矽烷中的一種或幾種。

【請求項22】 如請求項 1 所述的複合塗層，其中，所述基材為金屬、塑膠、織物、玻璃、電氣元件、光學儀器或電氣部件。

【請求項23】 一種請求項 1 至 22 中任意一項所述複合塗層的製備方法，其特徵在於，包括：

提供基材，將基材置於等離子體反應腔室內，抽真空至 20-250 毫托，並通入惰性氣體 He、Ar、O<sub>2</sub> 或幾種的混合氣體；

將單體  $\alpha$ 、單體  $\beta$  和單體  $\gamma$  的蒸汽導入到反應腔室內，開啟等離子體放電，形成等離子體聚合塗層I。

【請求項24】 如請求項 23 所述複合塗層的製備方法，其中，所述方法還包括：將單體  $\delta$  和單體  $\varepsilon$  的蒸汽導入到反應腔室內，開啟等離子體放電，在塗層I上形成等離子體聚合塗層II。

【請求項25】 如請求項 23 或 24 所述複合塗層的製備方法，其中，所述等離子體為脈衝等離子體。

【請求項26】 如請求項 25 所述複合塗層的製備方法，其中，所述脈衝等離子體通過施加脈衝電壓放電產生，其中，脈衝功率為 10W-300W，脈衝頻率為 15Hz-60kHz，脈衝占空比為 1%~85%，等離子放電時間為 100s-36000s。

【請求項27】 一種器件，其特徵在於，所述器件的至少部分表面具有請求項 1 至 22 中任意一項所述的複合塗層。

# 圖式

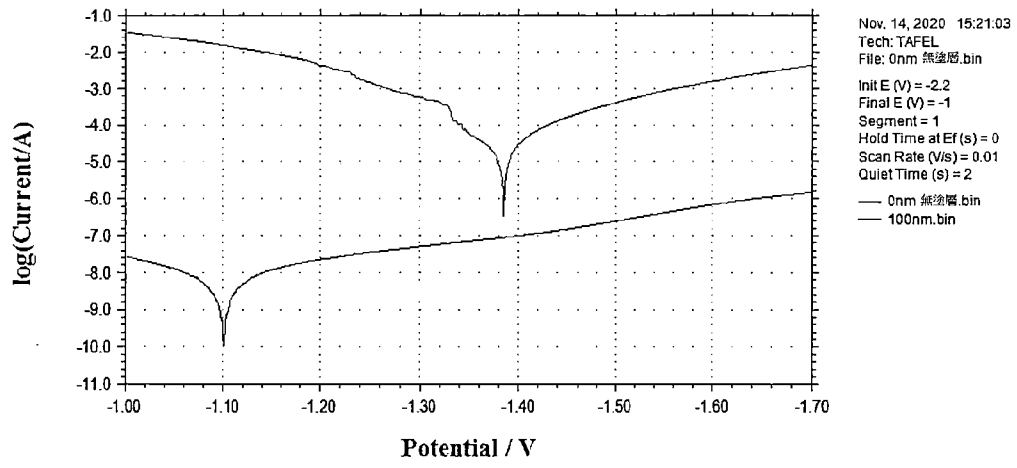


圖1