

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項 第一款但書或 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國；2002,09,18；60/411,651

2.

3.

4.

5.

主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

相關申請案

本案請求臨時專利申請案第60/411,651號，申請日2002
5 年9月18日(審查中)之優先權。

發明領域

概略言之本發明係有關對水分及氧氣具有安定性之矽
氧烷組成物。特別本發明係針對使用一或多種抗氧化劑化
合物安定化之有機氫矽氧烷。

10 **【先前技術】**

發明背景

1,3,5,7-四甲基環四矽氧烷(TMCTS)屬於可用於生成特
用聚合物之有機氫矽氧烷範例(亦即由[-HsiR-O-]單元組
成，此處R為烷基，於本例R為甲基)。TMCTS屬於環狀有
15 機氫矽氧烷範例，其可進行開環聚合反應。也具有Si-H鍵
結，其可用於對所得聚合物增添額外功能。由於此等獨特
性質之故，半導體產業晚近選用TMCTS作為藉化學氣相沉
積於半導體晶圓上進行電漿加強式化學氣相沉積(PECVD)
低K介電薄膜用之新穎前驅物。

20 將TMCTS以及類似之環狀有機氫矽氧烷導入半導體
製程，造成重大製造挑戰，原因在於此等材料可能非預期
地聚合。此種行為付出的成本及時間代價極高，若聚合係
出現在液體或蒸氣化學品輸送管線內部，屆時唯一的彌補
之道只有拆卸且更換受影響的管線。半導體產業要求穩

定、可預測且可靠的產品，此種表現乃高容積半導體製造所無法接受。因此需要找出穩定TMCTS之手段，俾確保產品由化學供應商輸送至終端使用製程之轉運過程，即使於暴露於多種條件之後也不會聚合。

- 5 TMCT以及其它具有Si-H鍵結之烷基-氫線性矽氧烷或環狀矽氧烷可與氧氣或空氣中的其它成分反應。此種反應造成矽氧烷的顯著降解，且當涉及環狀材料時，即使於室溫短時間暴露於空氣，最終將導致完全聚合。

 化學品的降解，縮短儲存壽命，降低產品品質，甚至
10 若材料係於化學處理設備內部聚合，可能造成設備停機的較大問題。若加壓的化學管線及閥門被阻塞時安全性問題也堪虞。

 用於半導體產業，有機氫矽氧烷產物降解成為較高分子量物種，引發化學使用上的額外問題。最常見的將高沸
15 點(例如大於50°C)材料導入加工工具之方法係將化學品蒸氣或化學品霧直接注入經過加熱的「載氣」氣流內，載氣氣流係於周圍壓力下流入處理室。經過加熱之載氣氣流氣化產品，產品蒸氣運送至處理室，於處理室內矽氧烷轉變
20 設備內部有均質產物蒸氣。若存在有高分子量物種，例如於降解後之有機氫矽氧烷所見之高分子量物種，則於熱氣流中不容易氣化，反而單純收集於處理設備之內部表面上。如此導致嚴重問題，包括例如阻塞運送管線及閥門，以及於晶圓上形成顆粒。

先前技術嘗試穩定化含矽氧烷及含矽烷組成物。Stein 等人之美國專利第5,177,142號揭示聚矽氧釋放塗覆組成物，包含含未飽和基之聚二有機矽氧烷、含Si-H基之交聯劑以及加氫矽化催化劑。催化劑係藉由組成物內攪混至少
5 一種自由基抑制劑(如烷氧基酚)而被抑制。結果組成物鍵結至丙烯酸系黏著劑之傾向降低。

Bryson等人之美國專利第5,556,901號揭示一種以聚矽烷為主之組成物，其特別係用於製造碳化矽。組成物包含可藉氧化而形成聚矽氧烷型產物降解之聚矽烷鏈，以及至
10 少一種抗氧化劑系統。抗氧化劑系統可大為降低聚矽烷對空氣的敏感度。

先前技術缺乏一種類似本發明之組成物，該組成物包含對水分及氧氣具有改良安定性之有機氫矽氧烷且供用於半導體領域。本發明之安定組成物可顯著延長有機氫矽氧
15 烷產物之儲存壽命，於化學製程或半導體製造上處理此等產物提供較高彈性。結果所得矽氧烷之穩定化，避免產物於化學輸送管線或閥門完全聚合(亦即固化)的可能，降低管線維修及維修成本，且縮短停機時間。此外，減少較高分子量化合物的形成允許產物的均勻氣化，無虞較高分子量
20 化合物於蒸氣輸送管線內部逐漸沉積，結果可獲得較為一致且較高品質之沉積薄膜。

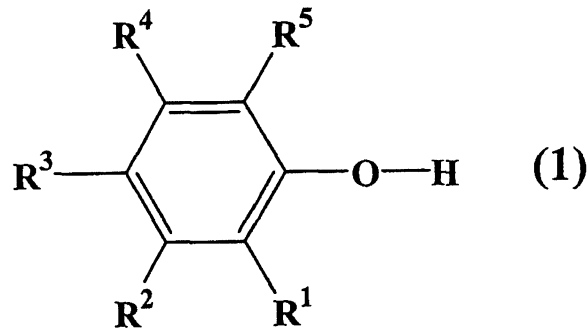
【發明內容】

發明概要

本發明提供一種有機矽氧烷組成物，包含：

a. 一或多種有機氫矽氧烷化合物，其各自至少有一個 [-HSiR-O-] 單元，其中 R=C₁-C₁₈ 線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈ 線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基以及

b. 一種式(1)所示抗氧化劑化合物



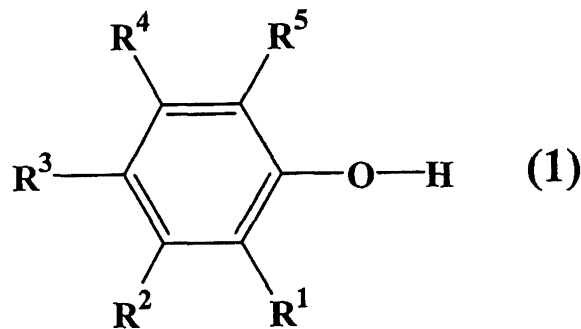
5

其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度由約 1 ppm 至約 5,000 ppm，以及其中 R¹ 至 R⁵ 各自分別為 H、OH、C₁-C₁₈ 線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈ 線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基。

10 本發明也提供一種有機矽氧烷組成物，包含：

a. 一或多種有機氫矽氧烷化合物，其各自至少有一個 [-HSiR-O-] 單元，其中 R=C₁-C₁₈ 線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈ 線性或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基以及

b. 一種式(1)所示抗氧化劑化合物

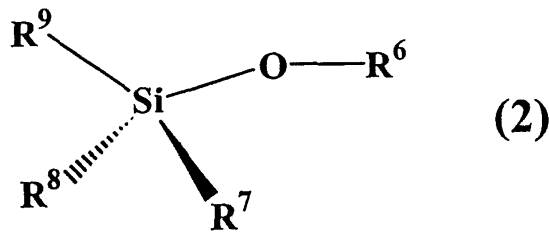


15

其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度由

約1 ppm至約5,000 ppm，以及其中R¹至R⁵各自分別為H、OH、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及

c.一種式(2)烷氧基矽烷，



5

其中烷氧基矽烷之存在量為約1 ppm至約5000 ppm；以及其中R⁶為C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、或經取代或未經取代之芳基；以及R⁷、R⁸及R⁹各自分別為H、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基。

10

除了前述組成物外，本發明也提供一種形成一氧化物層於一基材上之方法，包含下列步驟：

a.將一種有機氫矽氧烷組成物導入氣流內，藉此形成製程蒸氣；

15

b.讓該基材之一表面接觸該製程蒸氣；以及

c.分解該製程蒸氣，藉此形成氧化物層於基材上。

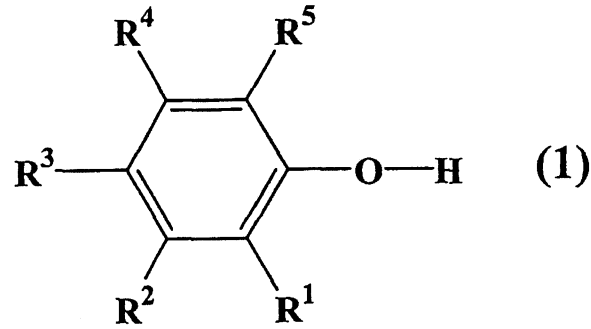
其中該有機氫矽氧烷組成物包含：

a.一或多種有機氫矽氧烷化合物，其各自至少有一個[-HSiR-O-]單元，其中R=C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈

20

線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基以及

b.一種式(1)所示抗氧化劑化合物



其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度由約1 ppm至約5,000 ppm，以及其中R¹至R⁵各自分別為H、OH、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷

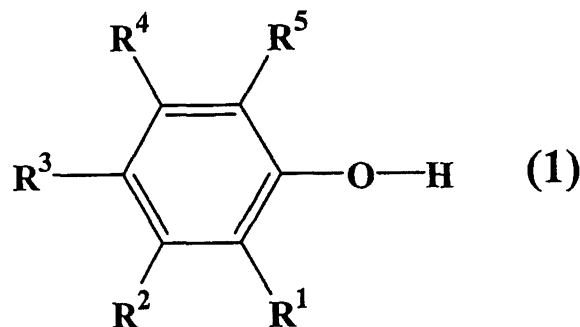
5 氧基、或經取代或未經取代之芳基。

根據本發明之另一種形成一氧化物層於一基材上之方法，包含下列步驟：

- a.將一種有機矽氧烷組成物導入氣流內，藉此形成製程蒸氣；
- 10 b.讓該基材之一表面接觸該製程蒸氣；以及
- c.分解該製程蒸氣，藉此形成氧化物層於基材上。

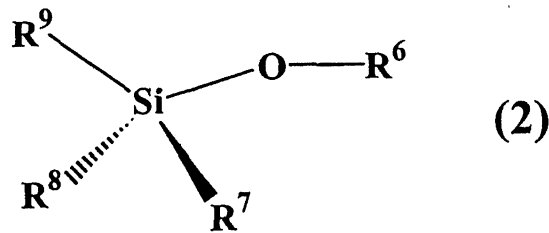
其中該有機矽氧烷組成物包含：

- a.一或多種有機矽氧烷化合物，其各自至少有一個 [-HSIR-O-]單元，其中R=C₁-C₁₈線性、分支或環狀烷基、
- 15 C₁-C₁₈線性或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基以及
- b.一種式(1)所示抗氧化劑化合物



其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度由約1 ppm至約5,000 ppm，以及其中R¹至R⁵各自分別為H、OH、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及

5 c. 一種式(2)烷氧基矽烷，



其中烷氧基矽烷存在量為約1 ppm至約5000 ppm；以及其中R⁶為C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、或經取代或未經取代之芳基；以及R⁷、R⁸及R⁹各自分別為H、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

本發明具有安定性，且顯著延長有機氫矽氧烷產物之儲存壽命，允許此等產物於化學製程或半導體製造上之處理有較大彈性。結果所得矽氧烷之穩定化，避免產物於化學輸送管線或閥門完全聚合(亦即固化)的可能，降低管線維修及維修成本，且縮短停機時間。此外，減少較高分子量化合物的形成允許產物的均勻氣化，無虞較高分子量化合物於蒸氣輸送管線內部逐漸沉積，結果可獲得較為一致且較高品質之沉積薄膜。此外本發明之一目的係提供一種經

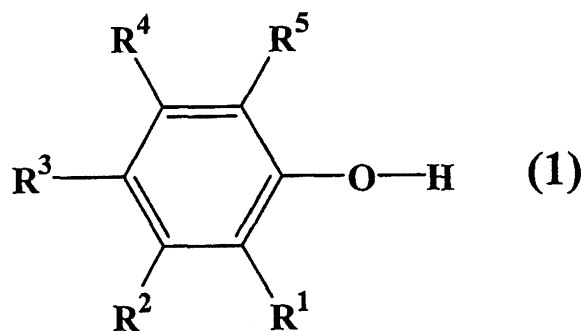
穩定化之有機氫矽氧烷組成物之使用方法。

本發明之一主要方面為發現使用本發明組成物沉積之薄膜具有之性質，係類似及/或優於使用原有組成物沉積之薄膜之性質。因此本發明組成物可全然替代原有組成物，
5 而無需做任何製程改變及/或出現非期望之效能變化。

本發明之一具體實施例中，該有機氫矽氧烷組成物包含：

A)一或多種有機氫矽氧烷化合物，其各自至少有一個
[-HSiR-O-]單元，其中R=C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈
10 線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及

B)一種式(1)所示抗氧化劑化合物，其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度由約1 ppm至約5,000 ppm，以及其中R¹至R⁵各自分別為H、OH、C₁-C₁₈線性分支
15 或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基。



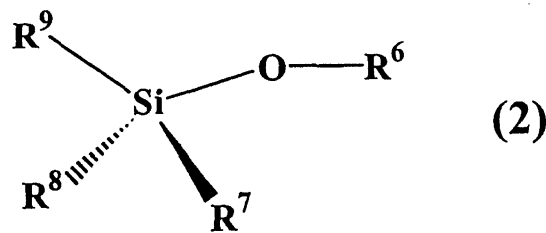
本發明之另一具體實施例中，該有機氫矽氧烷組成物包含：

20 a)一或多種有機氫矽氧烷化合物，其各自至少有一個

[-HSiR-O-]單元，其中R=C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基以及

b)一種式(1)所示抗氧化劑化合物其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度由約1 ppm至約5,000 ppm，以及其中R¹至R⁵各自分別為H、OH、C₁-C₁₈線性、分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及

c)一種式(2)所示具有式(R⁶O)SiR⁷R⁸R⁹烷氧基矽烷，其中烷氧基矽烷存在量為約1 ppm至約5000 ppm；以及R⁶為C₁-C₁₈線性、分支或環狀烷基或經取代或未經取代之芳基；以及R⁷、R⁸及R⁹各自分別為H、C₁-C₁₈線性分支、或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基。



15

本發明亦係關於一種使用有機氫矽氧烷組成物形成一層碳攙雜氧化矽於晶圓之方法。

本發明之一具體實施例中，該方法包含下列步驟：

a)提供一種有機氫矽氧烷組成物於一容器、一薄膜沉積工具、一連結該容器與該薄膜沉積工具之裝置、一氣體流以及一基材於該薄膜沉積工具內；

b)將有機氫矽氧烷組成物導入氣流內，藉此形成製程蒸氣；

c)轉運有機氫矽氧烷組成物蒸氣至該薄膜沉積工具內部之基材上；以及

5 d)使用一或多種裝置例如電漿、熱或化學反應來分解有機氫矽氧烷組成物，俾形成碳攙雜氧化矽層於基材上，

其中該有機氫矽氧烷組成物包含：

1)一或多種有機氫矽氧烷化合物，其各自至少有一個
[-HSiR-O-]單元，其中R=C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈
10 線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以
及

2)一種式(1)所示抗氧化劑化合物，其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度由約1 ppm至約5,000
ppm，以及其中R¹至R⁵各自分別為H、OH、C₁-C₁₈線性分支
15 或環狀烷基、C₁-C₁₈線性或環狀烷氧基、或經取代或未經取
代之芳基。

本發明之另一具體實施例中，使用一種有機氫矽氧烷組成物供形成一碳攙雜氧化矽層於晶圓上之方法，包含下列步驟：

20 a)提供一種有機氫矽氧烷組成物於一容器、一薄膜沉積工具、一連結該容器與該薄膜沉積工具之裝置、一氣體流以及一基材於該薄膜沉積工具內；

b)將有機氫矽氧烷組成物導入氣流內，藉此形成製程蒸氣；

c)轉運有機氫矽氧烷組成物蒸氣至該薄膜沉積工具內部之基材上；以及

d)使用一或多種裝置例如電漿、熱或化學反應來分解有機氫矽氧烷組成物，俾形成碳攙雜氧化矽層於基材上，

5 其中有機氫矽氧烷組成物包含：

1)一或多種有機氫矽氧烷化合物，其各自至少有一個[-HSiR-O-]單元，其中R=C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基以及

2)一種式(1)所示抗氧化劑化合物其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度由約1 ppm至約5,000 ppm，以及其中R¹至R⁵各自分別為H、OH、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及

3)一種式(2)所示具有式(R⁶O)SiR⁷R⁸R⁹烷氧基矽烷，其中烷氧基矽烷存在量為約1 ppm至約5000 ppm；以及R⁶為C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、或經取代或未經取代之芳基；以及R⁷、R⁸及R⁹各自分別為H、C₁-C₁₈線性分支、或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基或經取代、或未經取代之芳基。

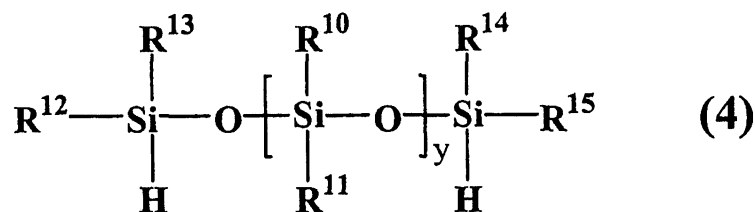
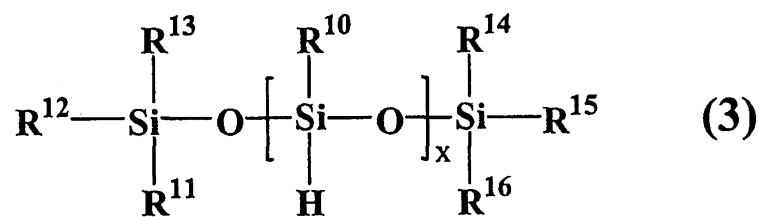
20 該有機氫矽氧烷可為線性或環狀。本發明之線性有機氫矽氧烷化合物之適當範例為式(3)或式(4)所示化合物。式(3)或(4)中，R¹⁰為C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及R¹¹至R¹⁶各自分別為H、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線

性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；x於1至約20之範圍以及y係於0至約20之範圍。此外，當R¹¹至R¹⁶中之至少一者等於H時，x等於0。式(3)及(4)例如包括(但非限制性)具有R¹⁰至R¹⁶等於甲基、乙基、丙基、丁基、苯基、

5 甲基苯基、環己基、異丙基以及R¹¹至R¹⁶另外可為氫，此處y係於約0至約10之範圍，x係於約1至約10之範圍，或若R¹¹至R¹⁶中之一者等於H，則另外x等於0。式(3)及(4)之較佳範例包括(但非限制性)具有R¹⁰至R¹⁶等於甲基、乙基、丙基、丁基、環己基以及R¹¹至R¹⁶另外可為氫，此處x係於約1至約

10 8之範圍以及y係於1至約8之範圍。式(3)及(4)之更佳範例包括(但非限制性)具有R¹⁰至R¹⁶等於甲基、乙基、環己基以及R¹¹至R¹⁶另外可為氫，此處x係於約1至約4之範圍，y係於約1至約5之範圍。例如用於半導體用途之式(3)及(4)，以甲基最佳用於R¹⁰，甲基或H最佳用於R¹¹至R¹⁶，以及x係於約3

15 至約4之範圍，而y係於約3至約4之範圍。



式(3)所示線性有機氫矽氧烷之適當範例包括1,1,1,3,3-

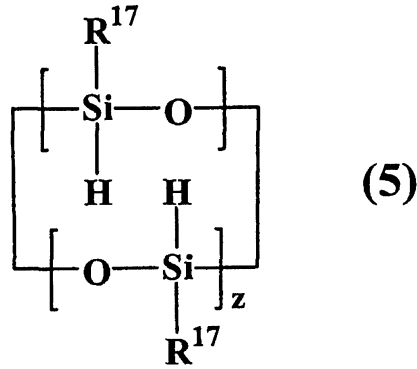
- 五甲基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五乙基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五
 苯基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五(4-甲基苯基)二矽氧烷、1,1,5,5-
 四甲基-3-乙基三矽氧烷、1,1,5,5-四乙基-3-甲基三矽氧烷、
 1,1,3,5,5-五甲基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五乙基三矽氧烷、
 5 1,1,3,5,5-五苯基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五(4-甲基苯基)三矽氧
 烷、1,1,1,5,5,5-六甲基-3-乙基三矽氧烷、1,1,1,5,5,5-六乙基
 -3-甲基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七甲基三矽氧烷、
 1,1,1,3,5,5,5-七乙基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七苯基三矽氧
 烷、1,1,1,3,5,5,5-七(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六
 10 甲基四矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六乙基三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-
 六苯基三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六(4-甲基苯基)三矽氧烷、
 1,1,1,3,5,7,7,7-八甲基四矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八乙基三矽
 氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八苯基三矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八(4-
 甲基苯基)三矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七甲基五矽氧烷、
 15 1,1,3,5,7,9,9-七甲基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七乙基五矽氧
 烷、1,1,3,5,7,9,9-七苯基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七(4-甲基
 苯基)五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九甲基五矽氧烷、
 1,1,1,3,5,7,9,9,9-九乙基五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九苯基
 五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九(4-甲基苯基)五矽氧烷、
 20 1,1,3,5,7,9,11,11-八甲基六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八乙基
 六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八苯基六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,
 11,11-八(4-甲基苯基)六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十甲
 基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十乙基六矽氧烷、
 1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十苯基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,

11-十(4-甲基苯基)六矽氧烷。

式(4)所示線性有機氫矽氧烷之適當範例包括1,1-二乙基-3,3-二甲基二矽氧烷、1,1,3,3-四甲基二矽氧烷、1,1,3,3-四乙基二矽氧烷、1,1,3,3-四苯基二矽氧烷、1,1,3,3-四(4-甲基苯基)六矽氧烷、1,1,5,5-四甲基-3,3-二乙基三矽氧烷、1,1,5,5-四乙基-3,3-二甲基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六甲基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六乙基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六苯基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八甲基四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八乙基四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八苯基四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八(4-甲基苯基)四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十甲基五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十乙基五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十苯基五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十(4-甲基苯基)五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二甲基六矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二乙基六矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二苯基六矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二(4-甲基苯基)六矽氧烷。

本發明環狀有機氫矽氧烷化合物適當之範例為式(5)所述。式(5)中， R^{17} 各自分別為 C_1 - C_{18} 線性分支或環狀烷基、 C_1 - C_{18} 線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基以及 z 係於約2至約21之範圍。式(5)化合物包括(但非限制性)具有 R^{17} 等於甲基、乙基、丙基、丁基、苯基、甲基苯基、環己基或異丙基，此處 z 係於約2至約21之範圍。式(5)之較佳範例包括 R^{17} 等於甲基、乙基、丙基、丁基或環己基，此

處z係於約2至約11之範圍。式(5)之更佳範例包括具有R¹⁷等於甲基、乙基或環己基，此處z係於約2至約7之範圍。式(5)之最佳範例包括R¹⁷等於甲基以及z係於約2至約5之範圍供用於半導體應用。



5

式(5)所示環狀矽氧烷例如包括1,3,5-三甲基環三矽氧烷、1,3,5-三乙基環三矽氧烷、1,3,5-三苯基環三矽氧烷、1,3,5-三(4-甲基苯基)環三矽氧烷、1,3,5,7-四甲基環四矽氧烷、1,3,5,7-四乙基環四矽氧烷、1,3,5,7-四苯基環四矽氧烷、1,3,5,7-四(4-甲基苯基)環四矽氧烷、1,5-二甲基-3,7-二乙基環四矽氧烷、1,3-二甲基-5,7-二乙基環四矽氧烷、1,3,5,7,9-五甲基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五乙基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五苯基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五(4-甲基苯基)環戊矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六甲基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六乙基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六苯基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六(4-甲基苯基)環六矽氧烷、1,5,9-三甲基-3,7,11-三乙基環己矽氧烷以及1,3,5-三甲基-7,9,11-三乙基環己矽氧烷。

如於式(5)環狀有機氫矽氧烷比較線性化合物例如式(3)或(4)化合物，環狀有機氫矽氧烷用於半導體產業為較佳，

20

原因在於其具有較大能力可形成聚合物物種。較佳環狀有機氫矽氧烷例如包括1,3,5-三甲基環三矽氧烷、1,3,5-三乙基環三矽氧烷、1,3,5,7-四甲基環四矽氧烷、1,3,5,7-四乙基環四矽氧烷、1,3,5,7,9-五甲基環戊矽氧烷以及1,3,5,7,9-五乙基環戊矽氧烷。以1,3,5-三甲基環三矽氧烷以及1,3,5,7-四甲基環四矽氧烷用於半導體產業為最佳。

沉積於基材上之薄層性質例如介電常數、薄膜硬度及折射率受到饋至薄膜沉積工具之化學組成改變所影響。例如依據使用之處理條件而定，介電常數可於約2.0至約4.0之範圍。用於較新半導體裝置，以具有介電常數低於約2.7之材料為佳。各層性質可經由改變有機氫矽氧烷之身分、經由使用不同的流動氣體、或經由使用一或多種不同的反應性氣體而予微調。另一項影響層性質之手段係使用有機氫矽氧烷之組合，或組合一種有機氫矽氧烷與另一種含矽分子例如矽烷類、聚矽烷類、矽氧烷類、聚矽氧烷類等。組合有機氫矽氧烷、或使用有機氫矽氧烷與其它矽化合物的組合之決策，以及有機氫矽氧烷之組合比例及組合方法完全係依據欲達成之期望效果決定。於此種組合，以二成分式系統為例，相對比例係於約1%至99%之範圍，以三成分式系統為例係於約1%至約99%之範圍，但三種成分之合等於約100%組成物(任一種添加劑皆除外)。

本發明之適當酚系抗氧化劑係以式(1)說明，此處 R^1 至 R^5 各自分別為H、OH、 C_1 - C_{18} 線性分支或環狀烷基、 C_1 - C_{18} 線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基。適

當 R^1 至 R^5 例如包括H、OH、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、異丙氧基、丁氧基或第三丁氧基。式(1)之 R^1 至 R^5 較佳例如包括H、OH、甲基、乙基、甲氧基、乙氧基以及第三丁基。

- 5 最佳例如為H及甲氧基，此處 R^1 、 R^2 、 R^4 及 R^5 為H及 R^3 為甲基。

式(1)之適當範例包括(但非限制性)酚、氫、醌、4-甲
 酚、3-甲酚、2-甲酚、4-乙酚、4-丙酚、4-異丙酚、4-丁酚、
 4-第二丁酚、4-異丁酚、4-第三丁酚、4-甲氧基酚、3-甲氧
 10 基酚、2-甲氧基酚、4-乙氧基酚、4-丙氧基酚、4-丁氧基酚、
 2,4-二-第三丁酚、2-(1-甲基丁基)酚、2-(苄氧基)酚、2-第
 三丁基-6-甲基酚、3,4,5-三甲氧基酚、3-乙氧基-4-甲基酚、
 4-苄氧基酚、4-苄基-2,6-二-第三丁基酚、2-(2-丁烯基)酚、
 2-(4-甲基苄基)酚、2,6-二-第三丁基-4-甲基酚(BHT)、1,2-
 15 二羥基苯、2,4,6-參苄氧基酚、2,4-二環己基-5-甲基酚以及
 6-第三丁基-1,2-二羥基苯。較佳式(1)抗氧化劑包括酚、4-
 甲酚、3-甲酚、2-甲酚、4-甲氧基酚、3-甲氧基酚及2-甲氧
 基酚。最佳式(1)抗氧化劑為4-甲氧基酚。

酚系添加劑之適當濃度可得自一定濃度範圍例如約1
 20 ppm至約5000 ppm。適當濃度範圍係經由定義適當濃度之
 低端與適當濃度之高端而界定。

酚系添加劑之適當濃度範圍之低端為約1 ppm至約200
 ppm。低端濃度範圍之適當濃度包括(但非限制性)1 ppm、5
 ppm、10 ppm、25 ppm、50 ppm、100 ppm、150 ppm及200

ppm。

適當濃度範圍之高端對穩定組成物而言並無特殊限制，但可能受到沉積薄膜純度以及酚系添加劑於有機氫矽氧烷之溶解度之若干考量所限。高端酚系添加劑濃度之適當濃度範圍為約1000 ppm至約5000 ppm。高端適當濃度例如包括(但非限制性)1000 ppm、1500 ppm、2000 ppm、2500 ppm、3000 ppm、3500 ppm、4000 ppm、4500 ppm及5000 ppm。

酚系添加劑之適當濃度係於約1 ppm至約1000 ppm之範圍。酚系添加劑之較佳濃度係於約10 ppm至約500 ppm之範圍。酚系添加劑之更佳濃度係於約25 ppm至約200 ppm之範圍。酚系添加劑之最佳濃度係於約50 ppm至約100 ppm之範圍。

式(1)酚系添加劑濃度可為單一酚系添加劑或酚系添加劑混合物。酚系添加劑混合物可呈任一種相對比例。

半導體產業有用之添加劑非僅限於揮發性添加劑(具有沸點小於300°C)之物種，最佳具有沸點接近欲穩定化之產品物種。TMCTS之沸點為135°C，故最希望使用沸點接近或低於135°C之添加劑。此外，半導體產業應用指示選用之前驅物性質。例如層間介電膜(ILD)膜之形成，限制前驅物之選擇只使用矽、氧、碳及氫，原因在於ILD薄膜與晶片周圍各層之相容性問題。自由基抑制劑的選擇也須遵循此項基礎，因此卵磷脂以及脂酸(lipoic acid)等常見自由基抑制劑中出現的氮、硫及磷等須避免用於半導體產業。記住對

半導體產業使用之抑制劑有關揮發性以及元素之限制，自由基抑制劑之較佳選擇為酚、氫醌、4-甲酚及4-甲氧基酚，此處此等產品之沸點分別係於182°C至243°C之範圍。

適當烷氧基矽烷添加劑化合物係以式(2)說明，此處R⁶為C₁-C₁₈線性環狀或分支烷基或經取代未經取代之芳基；R⁷、R⁸及R⁹分別為H、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基。適當R⁶基例如包括(但非限制性)甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第二丁基、第三丁基、苯基或甲苯基。適當R⁷、R⁸及R⁹例如包括(但非限制性)H、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第二丁基、第三丁基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、異丙氧基、丁氧基、異丁氧基、第二丁氧基、第三丁氧基、苯基或甲基苯基。式(2)之R⁶較佳例如包括(但非限制性)甲基、乙基及丙基。R⁶最佳例如為甲基。R⁷、R⁸及R⁹較佳包括(但非限制性)甲基、乙基、丙基、甲氧基、乙氧基及丙氧基。R⁶之最佳範例為甲基及乙基。R⁷、R⁸及R⁹之最佳範例為甲基、乙基、甲氧基及乙氧基。

式(2)適當範例包括(但非限制性)三甲基甲氧基矽烷、三乙基甲氧基矽烷、三丙基甲氧基矽烷、三苯基甲氧基矽烷、三(4-甲基苯基)甲氧基矽烷、二甲基二甲氧基矽烷、二乙基二甲氧基矽烷、二丙基二甲氧基矽烷、二苯基二甲氧基矽烷、二(4-甲基苯基)二甲氧基矽烷、甲基三甲氧基矽烷、乙基三甲氧基矽烷、丙基三甲氧基矽烷、苯基三甲氧基矽烷、4-甲基苯基三甲氧基矽烷、三甲基乙氧基矽烷、

- 三乙基乙氧基矽烷、三丙基乙氧基矽烷、三苯基乙氧基矽
烷、三(4-甲基苯基)乙氧基矽烷、二甲基二乙氧基矽烷、二
乙基二乙氧基矽烷、二丙基二乙氧基矽烷、二苯基二乙氧
基矽烷、二(4-甲基苯基)二乙氧基矽烷、甲基三乙氧基矽
5 烷、乙基三乙氧基矽烷、丙基三乙氧基矽烷、苯基三乙氧
基矽烷、4-甲基苯基三乙氧基矽烷、三甲基丙氧基矽烷、
三乙基丙氧基矽烷、三丙基丙氧基矽烷、三苯基丙氧基矽
烷、三(4-甲基苯基)丙氧基矽烷、二甲基二丙氧基矽烷、二
乙基二丙氧基矽烷、二丙基二丙氧基矽烷、二苯基二丙氧
10 基矽烷、二(4-甲基苯基)二丙氧基矽烷、甲基三丙氧基矽
烷、乙基三丙氧基矽烷、丙基三丙氧基矽烷、苯基三丙氧
基矽烷、4-甲基苯基三丙氧基矽烷、三甲基丁氧基矽烷、
三乙基丁氧基矽烷、三丙基丁氧基矽烷、三苯基丁氧基矽
烷、三(4-甲基苯基)丁氧基矽烷、二甲基二丁氧基矽烷、二
15 乙基二丁氧基矽烷、二丙基二丁氧基矽烷、二苯基二丁氧
基矽烷、二(4-甲基苯基)二丁氧基矽烷、甲基三丁氧基矽
烷、乙基三丁氧基矽烷、丙基三丁氧基矽烷、苯基三丁氧
基矽烷、4-甲基苯基三丁氧基矽烷、三甲基苯氧基矽烷、
三乙基苯氧基矽烷、三丙基苯氧基矽烷、三苯基苯氧基矽
20 烷、三(4-甲基苯基)苯氧基矽烷、二甲基二苯氧基矽烷、二
乙基二苯氧基矽烷、二丙基二苯氧基矽烷、二苯基二苯氧
基矽烷、二(4-甲基苯基)二苯氧基矽烷、甲基三苯氧基矽
烷、乙基三苯氧基矽烷、丙基三苯氧基矽烷、苯基三苯氧
基矽烷、4-甲基苯基三苯氧基矽烷、三甲基(4-甲基苯氧基)

矽烷、三乙基(4-甲基苯氧基)矽烷、三丙基(4-甲基苯氧基)矽烷、三苯基(4-甲基苯氧基)矽烷、三(4-甲基苯基)(4-甲基苯氧基)矽烷、二甲基二(4-甲基苯氧基)矽烷、二乙基二(4-甲基苯氧基)矽烷、二丙基二(4-甲基苯氧基)矽烷、二苯基二(4-甲基苯氧基)矽烷、二(4-甲基苯基)二(4-甲基苯氧基)矽烷、甲基三(4-甲基苯氧基)矽烷、乙基三(4-甲基苯氧基)矽烷、丙基三(4-甲基苯氧基)矽烷、苯基三(4-甲基苯氧基)矽烷以及4-甲基苯基三(4-甲基苯氧基)矽烷。式(2)化合物較佳例如包括三甲基甲氧基矽烷、三乙基甲氧基矽烷、三丙基甲氧基矽烷、二甲基二甲氧基矽烷、二乙基二甲氧基矽烷、二丙基二甲氧基矽烷、三甲基乙氧基矽烷、三乙基乙氧基矽烷、三丙基乙氧基矽烷、二甲基二乙氧基矽烷、二乙基二乙氧基矽烷、二丙基二乙氧基矽烷、三甲基丙氧基矽烷、三乙基丙氧基矽烷、三丙基丙氧基矽烷、二甲基二丙氧基矽烷、二乙基二丙氧基矽烷、二丙基二丙氧基矽烷、三甲基丁氧基矽烷、三乙基丁氧基矽烷、三丙基丁氧基矽烷、二甲基二丁氧基矽烷、二乙基二丁氧基矽烷以及二丙基二丁氧基矽烷。式(2)之最佳範例包括三甲基甲氧基矽烷、三乙基甲氧基矽烷、三丙基甲氧基矽烷、三甲基乙氧基矽烷、三乙基乙氧基矽烷、三丙基乙氧基矽烷、三甲基丙氧基矽烷、三乙基丙氧基矽烷、三丙基丙氧基矽烷、三甲基丁氧基矽烷、三乙基丁氧基矽烷以及三丙基丁氧基矽烷。

式(2)烷氧基矽烷添加劑化合物之適當濃度可得自一定

濃度範圍，例如約1 ppm至約5000 ppm。適當濃度範圍係由定義適當濃度之低端以及適當濃度之高端而予界定。

烷氧基矽烷添加劑化合物之適當濃度之低端為約1 ppm至約500 ppm。低端濃度之適當範圍包括(但非限制性)1
5 ppm、5 ppm、10 ppm、25 ppm、50 ppm、100 ppm、200 ppm、300 ppm、400 ppm及500 ppm。

烷氧基矽烷添加劑化合物之適當濃度之高端為約1000 ppm至約5000 ppm。高端濃度之適當範圍包括(但非限制性)1000 ppm、1500 ppm、2000 ppm、2500 ppm、3000 ppm、
10 3500 ppm、4000 ppm、4500 ppm及5000 ppm。

式(2)烷氧基矽烷添加劑濃度可為單一烷氧基矽烷添加劑或烷氧基矽烷添加劑混合物，烷氧基矽烷添加劑混合物可呈任一種相對比例。

當採用烷氧基矽烷添加劑以及酚系添加劑二者時，較
15 佳濃度係基於矽氧烷身分，酚系添加劑以及烷氧基矽烷添加劑而改變。通常較佳當組合使用二者時，烷氧基矽烷濃度超過酚系添加劑濃度。原因在於使用較高百分比固體酚系添加劑，特別於較高分子量有機氫矽氧烷使用較高百分比固體酚系添加劑時，可能遭遇溶解度問題。此外較佳於
20 穩定有機氫矽氧烷之前，將固體酚系添加劑溶解於烷氧基矽烷。如此允許添加單一均質且容易計量之液體，無虞帶有由一個容器至另一容器之洗滌固體的問題。

烷氧基矽烷添加劑之適當濃度例如係於約1 ppm至約5000 ppm之範圍，此外酚系添加劑之濃度係於約1 ppm至約

1000 ppm之範圍。

烷氧基矽烷添加劑之較佳濃度例如係於約10 ppm至約2500 ppm之範圍，此外酚系添加劑之較佳濃度係於約10 ppm至約500 ppm之範圍。

- 5 烷氧基矽烷添加劑之更佳濃度例如係於約100 ppm至約1000 ppm之範圍，此外酚系添加劑之更佳濃度係於約25 ppm至約200 ppm之範圍。

- 10 烷氧基矽烷添加劑之最佳濃度例如係於約250 ppm至約500 ppm之範圍，此外酚系添加劑之最佳濃度係於約50 ppm至約100 ppm之範圍。

參照第1圖，式(3)、(4)及(5)所述各類別化學前驅物典型係於不鏽鋼容器(1)包裝、運送及儲存，俾維持產品品質至最長時間。為了延長前驅物之儲存壽命，常見於氮、氬或氦等惰性氣體下封裝產品。然後產品容器連結至化學品輸送裝備，該裝備利用精密控制之裝置來轉運化學品，維持產品與製程的純度以及一致性，製程裝備於此處稱作為薄膜沉積工具。

前驅物由容器(1)，經由化學品輸送管線(2)轉運至單於薄膜沉積工具(11)內部之氣化器或霧化裝置(3)。前驅物可藉多種手段由容器(1)經由輸送管線(2)轉運至氣化器或霧化裝置(3)，該等手段包括(但非限制性)以惰性氣體加壓容器，使用機械泵送機構，重力饋送或其組合。

適當前驅物流速係於約0.01至約10毫升/分鐘之範圍。氣化器或霧化裝置(3)係作為將液態前驅物快速轉變成為蒸

氣或霧之手段，可利用多項技術例如加熱、高壓氣體或其它手段來達成此項任務；但前驅物由液態轉成氣態可於氣化器或霧化裝置(3)或於化學氣相處理管線(5)進行。前驅物呈蒸氣或霧形式注入常見被加熱至約30°C至約120°C範圍之化學氣相處理管線(5)，該加熱係為了防止前驅物蒸氣於管線(5)內部冷凝。管線(5)係連結至薄膜沉積工具(11)內部之處理室(4)，基材(6)罩於處理室(4)內部。處理室(4)及化學氣相處理管線(5)可於周圍壓力(亦即760托耳)操作，但也常見於低於大氣壓下，於約0.01托耳至約700托耳操作，俾促進前驅物之氣化，且輔助維持前驅物於氣相。

前驅物蒸氣藉流經氣化器或霧化裝置(3)之氣流，經由化學氣相處理管線(5)轉運至處理室(4)內部的基材(6)上。氣流係由來源槽(7)供應，氣流流經氣體輸送管線(8)，流至化學氣相處理管線(5)。流速約5 sccm至約10,000 sccm之氣流常被加熱，俾促進前驅物的氣化且輔助維持前驅物於氣相。使用之氣體可為惰性氣體如氮氣、氬氣或氫氣，單純選用作為轉運前驅物蒸氣至基材的手段；或使用之氣體可為反應性氣體例如氧氣、臭氧、氮氣、氧化亞氮、二氧化碳、一氧化碳、甲矽烷、矽烷類、四氟化矽、胛等。某些反應性氣體含有低k薄膜沉積時不常用的元素，例如氮氣含有氮，該種反應性氣體可用於需要修改沉積薄膜的情況。經由於沉積過程之末期滲入氮氣，讓薄膜頂部攙混氮，來完成低k薄膜的沉積過程並非不常見。

當前驅物蒸氣轉運至基材(6)時，除了轉運氣體之外，

前驅物蒸氣可混合一或多種反應物來促進其沉積於基材上，或以特殊方式攪混所得薄膜。如前文說明，反應物可為反應性氣體，或反應物可為其它化學前驅物例如胺類、胺基醇類、矽烷類、矽氧烷類、烷類、烯類、炔類、醇類、5 酯類、酮類、醛類、羧酸類、腭類、烷基矽酸酯類、磷類、烷基磷酸酯類、硼烷類、烷基硼酸酯類等或其任一種組合。舉例言之，下列前驅物可用於本發明：甲基胺、二甲基胺、2-(二甲基胺基)乙醇、二乙基矽烷、乙烯基甲基二甲氧基矽烷、辛烷、環丁烯、三甲基矽烷基乙炔、第三丁醇、苯甲10 酸甲酯、丙酮、苜醛或乙酸；以及攪雜劑化學品例如腭、矽酸三甲酯、矽酸三乙酯、磷、磷酸三甲酯、磷酸三乙酯、亞磷酸三甲酯、亞磷酸三乙酯、乙硼烷、硼酸三甲酯及硼酸三乙酯。反應物經小心選擇來促進前驅物沉積於基材，修改化學品身分以及沉積於基材上之該層性質。依據預定15 效果而定，反應物可藉多種手段以及於製程中之各個位置被導入薄膜沉積工具(11)。最方便地係以氣態形式將反應物導入薄膜沉積工具(11)，故於使用液體反應物時需要有額外氣化器或霧化裝置。額外氣化器或霧化裝置、或用來導入反應物之氣體輸送管線可位於接近氣體輸送管線(8)會合化20 學氣相處理管線(5)該點，位於氣化器或霧化裝置上游或下游，直接導入電漿(9)或電漿(9)附近，及/或於薄膜沉積工具(11)之薄膜處理室(4)側部、頂部或底部之某個位置。

前驅物蒸氣以及可能之反應物也經歷其它用來促進沉積之條件，例如加熱或電漿(9)。前驅物蒸氣於接觸基材之

前可先預熱至約100°C至約800°C，俾促進前驅物沉積於基材。也可使用電漿來增加能量至前驅物蒸氣且促進沉積。此外，電漿可加脈衝以及未加脈衝來變更沉積之薄膜性質。電漿功率及脈衝持續時間經小心選擇，俾促進前驅物之沉積於基材，以及俾修改沉積於基材上之該層之化學身分及性質。電漿可以一定頻率範圍施加，高頻及低頻電漿功率係於約0千瓦至數千瓦之範圍。基材也具有偏壓約0至約-400 VDC俾促進材料之轉運至基材。基材可被加熱至約25°C至約500°C，俾造成前驅物於基材之熱分解，或用來促進前驅物沉積於基材。

若只有有機氫矽氧烷及惰性氣體用於此項沉積過程，則所得薄膜將由Si、O、C及H組成。若氧氣用於氣流，則氧氣於薄膜之含量將增加。經由使用含碳或含氮反應物可加入碳及氮。此外，經由使用前述含有砷、硼及磷之化合物可添加砷、硼及磷至沉積過程。沉積於基材上之薄膜完全與接觸薄膜之反應物有關。未反應材料係經由通風管線(10)排放。

實施例

設計一系列試驗來比較於多種條件下純TMCTS之分解，與已經使用添加劑穩定化之TMCTS之分解。試驗中，約5克經穩定化或未經穩定化之TMCTS樣本置於玻璃安瓿。為了於樣本密封前由樣本中去除外來的氣體雜質，樣本於液態氮冷凍，安瓿頂上空間於動態真空下抽真空，然後樣本於靜態真空下解凍。重覆此項處理，然後於有或無

反應性氣體存在下樣本經過密封。對照樣本於真空下密封，然後反應性試驗樣本於約0.5 wt%反應性氣體下，於周圍壓力下密封。

5 使用之反應性氣體為氧氣及二氧化碳。由於氣體為空氣之反應性成分故選用該等氣體。也使用潮濕空氣，潮濕空氣係經由將一般室內空氣流經水蒸氣產生氣，俾讓空氣飽和以水蒸氣。此條件用來模擬TMCTS暴露於100%濕度空氣之最惡劣情況。

10 對各項可能的反應條件準備樣本，然後暴露於25°C至120°C範圍之溫度經歷五日時間。實驗完成後，藉氣相層析術(GC)測定各樣本之總分解情況。分解百分比係經由比較實驗前及實驗後所得樣本之氣相層析圖而導出，此處層析圖之任何其它物種濃度的增加表示分解。

實施例1-20

15 表1摘述之結果顯示對於純TMCTS，樣本加熱至高於60°C，暴露於二氧化碳或維持於真空下，觀察得小量分解。樣本暴露於氧氣或空氣時，於全部溫度觀察得更顯著分解。於使用5,000 ppm三甲基甲氧基矽烷(TMMOS)作為安定劑之類似實驗中，於60°C至120°C，於真空下或暴露於二氧
20 化碳未見分解。如此指示TMMOS安定劑比純TMCTS於類似條件下可防止分解。但TMMOS無法於氧氣存在下穩定化TMCTS。

最顯著，使用MHQ及TMMOS可將總分解百分比由0.16%降至0.05%。

實施例21-27

然後試驗某個範圍之添加劑濃度，俾測定有效穩定

5 TMCTS所需添加劑之最低用量。TMCTS樣本係以0至5000 ppm之MHQ濃度製備，樣本如前文討論係於氧氣氣氛下密封於玻璃安甌內。樣本於120°C加熱五日，然後各樣本藉GC測定總分解。分解百分比係由各次實驗前後所取樣本之氣相層析圖比對而導出，此處層析圖中有任何其它物種濃度的

10 的升高表示分解。表2結果證實低抵10 ppm之MHQ濃度可有效穩定TMCTS不會分解。高達5000 ppm之MHQ濃度可有效穩定TMCTS，但於1000 ppm或1000 ppm以上之MHQ濃度觀察得溶解度問題。雖然此等濃度可溶於TMCTS，但隨著濃度的增高逐漸難以初步溶解MHQ於TMCTS。

15 表2

實施例編號	溫度(°C)	反應性氣體	MHQ數量	%分解
21	120	氧氣	0 ppm	5.28
22	120	氧氣	10 ppm	0.66
23	120	氧氣	100 ppm	0.16
24	120	氧氣	500 ppm	0.05
25	120	氧氣	1000 ppm	0.06
26	120	氧氣	25000 ppm	0.12
27	120	氧氣	5000 ppm	0.20

實施例28-36

測試兩種以上的添加劑類別來決定其穩定TMCTS的效

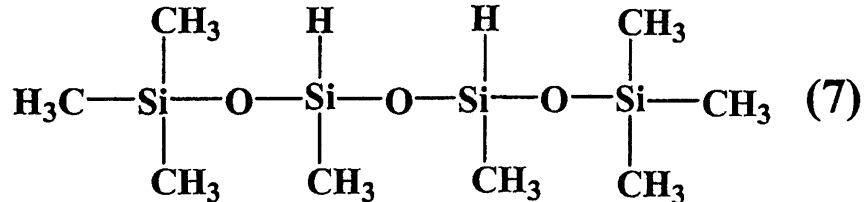
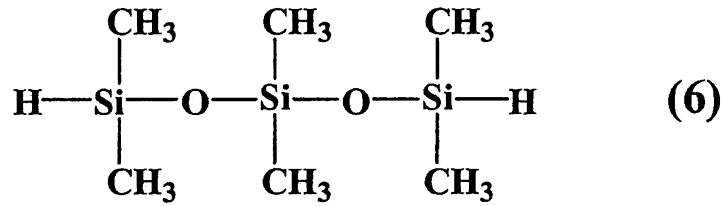
果，其效果可經由改變取代基以及酚環的取代基位置而有不同。對個別反應條件，使用100 ppm之兩種不同酚系添加劑亦即酚及甲酚來準備TMCTS樣本。樣本於120°C加熱五日。藉GC測量各樣本之總分解。經由比較實驗前後所取樣本之氣相層析圖，導出分解百分比，此處層析圖中任何其它物種濃度的增加表示分解。此等結果與表1之純TMCTS以及含100 ppm MHQ之TMCTS所得結果並排比較，證實酚及間甲酚於氧及潮濕空氣存在下可穩定化TMCTS效果如同MHQ。

表3

			純TMCTS	100 ppm MHQ	100 ppm 酚	100 ppm 甲酚
實施例編號	溫度(°C)	反應性氣體	%分解	%分解	%分解	%分解
28	25	真空	0	0	0	0
29	60	真空	0.04	0	0.12	0
30	90	真空	0.02	0	0.01	0.03
31	25	O ₂	0.04	0	0	0
32	60	O ₂	4.94	0	0	0
33	90	O ₂	4.87	0	0	0.03
34	25	潮濕空氣	1.00	無資料	0	0
35	60	潮濕空氣	1.19	無資料	0	0
36	90	潮濕空氣	1.29	無資料	0.03	0.05

10 實施例37-45

為了驗證穩定化線性矽氧烷之能力，選用兩型線性矽氧烷接受進一步試驗。式(6)所示1,1,3,3,5,5-六甲基三矽氧烷(HMTS)選用其末端氫位於末端矽原子。式(7)所示1,1,1,3,5,7,7,7-八甲基四矽氧烷(OMTS)係選用其內部氫於中央矽原子。



對各反應條件準備HMTS及OMTS樣本，可未使用添加劑，或如表4所示，使用100 ppm MHQ。樣本於120°C加熱五日。藉GC測量各樣本之總分解。分解百分比係經由比較實驗前後所取樣本之氣相層析圖而導出，此處層析圖中任何其它物種濃度的增加表示分解。此等結果比較表1對純TMCTS以及含100 ppm MHQ之TMCTS所得結果。資料證實當線性有機氫矽氧烷暴露於氧氣或潮濕空氣時發生分解，以及證實各型線性有機氫矽氧烷皆可使用100 ppm MHQ穩定化。

實施例 編號	溫度 (°C)	反應性 氣體	純 TMCTS	TMCTS + 100 ppm	純 HMTS	HMTS + 100 ppm	純 OMTS	OMTS + 100 ppm
			%分解	%分解	%分解	%分解	%分解	%分解
37	25	真空	0	0	0	0	0.56	0
38	60	真空	0.04	0	0.02	0.02	0.53	0
39	90	真空	0.02	0	0.02	0	0.38	0
40	25	O ₂	0.04	0	0	0	0	0
41	60	O ₂	4.94	0	0	0	0	0
42	90	O ₂	4.87	0	2.65	0.01	5.51	0
43	25	潮濕 空氣	1.00	無資料	0.14	0	0.29	0
44	60	潮濕 空氣	1.19	無資料	0.10	0	0	0
45	90	潮濕 空氣	1.29	無資料	0.11	0	0.58	0

實施例46

以100 ppm4-甲氧酚及150 ppm三甲基甲氧基矽烷穩定化之前驅物1,3,5,7-四甲基環四矽氧烷，借助於氮氣加壓，以5毫升/分鐘流速，由不鏽鋼容器，通過化學輸送管線，

5 移轉至燃料注入型氣化器。前驅物係於被加熱至80°C之化學蒸氣處理管線內部氣化，且使用1,000 sccm二氧化碳及125 sccm氧氣組成的反應性氣體混合物，轉運至基材，系統之基礎壓力維持於60托耳。轉運至基材期間，前驅物蒸氣及反應性氣體暴露於1,500瓦之高頻電漿功率以及250瓦

10 之低頻電漿功率。基材加熱至250°C，基材偏壓為-15 VDC。經過碳攙雜之二氧化碳膜使用此等條件沉積於基材上。

雖然已經顯示及說明根據本發明之若干具體實施例，但須瞭解熟諳技藝人士可對該等具體實施例等做出多項改變。因此發明人不欲受限於此處顯示及說明之細節，反而

15 意圖顯示全部落入隨附之申請專利範圍之變化及修改。

【圖式簡單說明】

第1圖為使用根據本發明之組成物，用於半導體產業之薄膜沉積工具之代表圖。

【圖式之主要元件代表符號表】

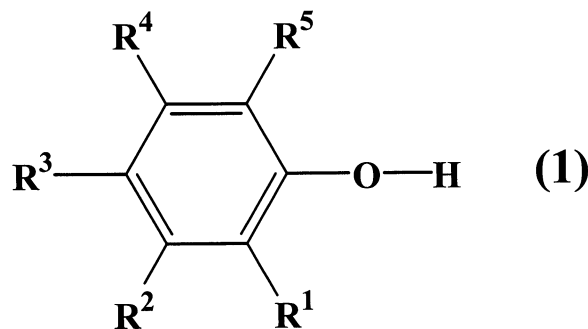
1...容器	7...來源槽
2...化學品輸送管線	8...氣體輸送管線
3...氣化器或霧化裝置	9...電漿
4...處理室	10...通風管線
5...化學氣相處理管線	11...薄膜沈積工具
6...基材	

伍、中文發明摘要：

一種有機氫矽氧烷組成物，包含：

a) 一或多種有機氫矽氧烷化合物，其各自至少有一個[-HSiR-O-]單元，其中R=C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基以及

b) 一種式(1)所示抗氧化劑化合物



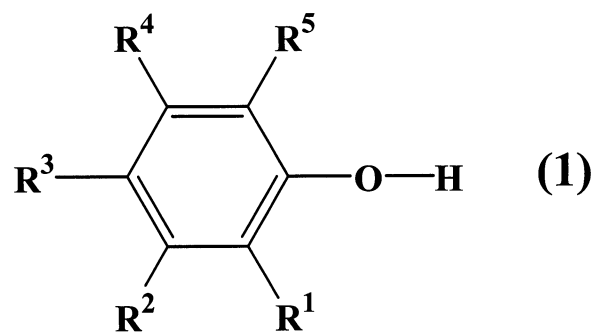
其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度由約1 ppm至約5,000 ppm，以及其中R¹至R⁵各自分別為H、OH、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷基、C₁-C₁₈線性分支或環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基。本發明組成物具有安定性，有機氫矽氧烷製品的儲存壽命顯著延長，允許此等產品於化學製程或半導體製造之處理上有較大彈性。結果所得矽氧烷之穩定性可防止產物於化學輸送管線或閘門完全聚合(亦即固化)的可能，如此減少設備的維修及成本且縮短停機時間。

陸、英文發明摘要：

An organohydrosiloxane composition comprising:

a) one or more organohydrosiloxane compounds, each having at least one [-HSiR-O-] unit, wherein R = C₁-C₁₈ linear, branched, or cyclic alkyl, C₁-C₁₈ linear, branched, or cyclic alkoxy, or substituted or unsubstituted aryl, and

b) an antioxidant compound shown in Formula (1)



wherein the antioxidant compound is a phenolic compound and is present in a concentration from about 1 ppm to about 5,000 ppm and wherein R¹ through R⁵ can each independently be H, OH, C₁-C₁₈ linear, branched, or cyclic alkyl, C₁-C₁₈ linear, branched, or cyclic alkoxy or substituted or unsubstituted aryl. The compositions of present invention exhibit stability and significantly extend the shelf life of organohydrosiloxane products and allow greater flexibility in handling these products in chemical processes or semiconductor manufacturing. The resulting stabilization of siloxanes prevents the possibility of complete polymerization (i.e., solidification) of product in chemical delivery lines or valves, which lowers equipment maintenance and costs and reduces time the machinery is out of production.

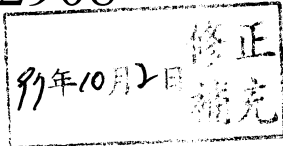
柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- 1...容器
- 2...化學品輸送管線
- 3...氣化器或霧化裝置
- 4...處理室
- 5...化學氣相處理管線
- 6...基材
- 7...來源槽
- 8...氣體輸送管線
- 9...電漿
- 10...通風管線
- 11...薄膜沈積工具

捌、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、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：92125785

※ 申請日期：92.9.18

※IPC 分類：C07C 39/00 (2006.01)
C08L 83/05 (2006.01)

壹、發明名稱：(中文/英文)

避免烷基-氫矽氧烷降解的添加劑

ADDITIVES TO PREVENT DEGRADATION OF ALKYL-HYDROGEN SILOXANES

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

富士軟片電子材料美國股份有限公司

FUJIFILM ELECTRONIC MATERIALS U. S. A., INC.

代表人：(中文/英文)

蓋比 菲力普 / GOUBY, PHILIPPE

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國羅德島州北國王鎮·巡迴道 80 號

80 Circuit Drive, North Kingstown, RI 02852, U. S. A.

國籍：(中文/英文)

美國 / U. S. A.

參、發明人：(共 4 人)

姓名：(中文/英文)

1.堤佛 丹尼爾 J./TEFF, DANIEL J.

2.史密斯 葛瑞哥理 B./SMITH, GREGORY B.

3.夏柯拉 約翰 L./CHAGOLLA, JOHN L.

4.安德烈卡 堤姆 S./ANDREYKA, TIM S.

住居所地址：(中文/英文)

1.美國亞利桑那州錢德勒·西長角道 2084 號/2084 W. Longhorn Dr., Chandler, AZ, USA

2.美國亞利桑那州吉伯特·東青海巷 1209 號/1209 E. Azure Sea Lane, Gilbert, AZ, USA

3.美國亞利桑那州麥莎·東葛拉迪街 1635 號/1635 E. Glade Avenue, Mesa, AZ, USA

4.美國亞利桑那州金峽谷·東帕勒摩街 9802 號/9802 E. Palermo Avenue, Gold Canyon, AZ, USA

國籍：(中文/英文)

1.-4.美國/U.S.A.

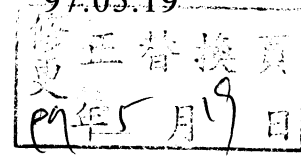


表1

實施例 編號	溫度 (°C)	反應性 氣體	純TMCTS	TMCTS+0.5 wt% TMMOS	TMCTS+100 ppm MHQ	TMCTS+ 100ppm MHQ+0.5 wt% TMMOS
			%分解	%分解	%分解	%分解
1	25	真空	0	0	0	0
2	60	真空	0.04	0	0	0
3	80	真空	0.01	0	0	0
4	90	真空	0.02	0	0	0
5	120	真空	0.03	0	0.06	0.01
6	25	CO ₂	0	0	0	0
7	60	CO ₂	0.02	0	0	0
8	80	CO ₂	0.02	0	0	0
9	90	CO ₂	0.02	0	0	0
10	120	CO ₂	0.01	0.01	0.01	0.02
11	25	O ₂	0.04	0.00	0	0
12	60	O ₂	4.94	5.64	0	0
13	80	O ₂	4.83	5.17	0	0
14	90	O ₂	4.87	6.21	0	0
15	120	O ₂	5.28	6.39	0.16	0.05
16	25	空氣	1.00	無資料	無資料	0
17	60	空氣	1.19	無資料	無資料	0
18	80	空氣	1.25	無資料	無資料	0
19	90	空氣	1.29	無資料	無資料	0
20	120	空氣	0.98	無資料	無資料	0.06

表1結果顯示使用4-甲氧基酚(MHQ)時，證實MHQ於全
5 部溫度皆為極有效之安定劑，TMCTS於高達90°C未觀察得
分解，唯有於120°C才有極少量分解。結果也驗證使用MHQ
組合TMMOS，於120°C可獲得略佳結果。此點於實施例15

I302908

公告本

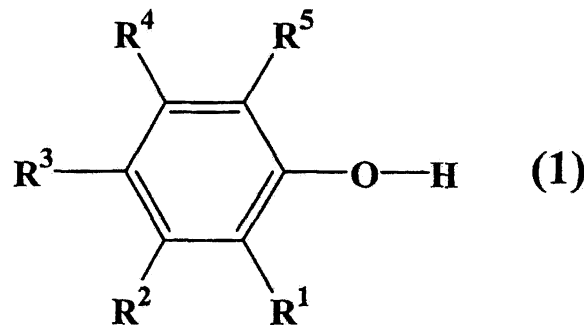
拾、申請專利範圍：

97年7月10日
修正本

1. 一種有機氫矽氧烷組成物包含：

a. 一或多種有機氫矽氧烷化合物，其各自至少有一個[-HSiR-O-]單元，其中R為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基以及

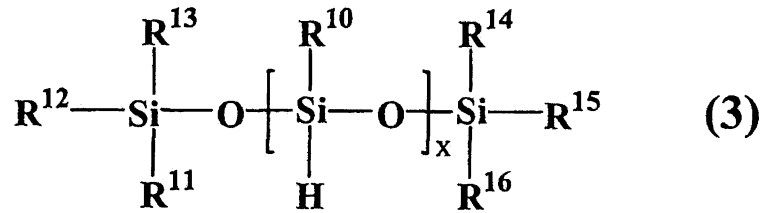
b. 一種式(1)所示抗氧化劑化合物



其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度由約1 ppm至約5,000 ppm，以及其中R¹至R⁵各自分別為H、OH、C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基。

2. 如申請專利範圍第1項之組成物，其中該一種或多種有機氫矽氧烷化合物為一或多種線性化合物、一或多種環狀化合物或其任一種組合。

3. 如申請專利範圍第2項之組成物，其中該一種或多種線性化合物具有根據式(3)之化學式，



其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；R¹¹至R¹⁶各自分別為H、

5

C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；x為約1至約20以及當R¹¹至R¹⁶中之至少一者為H時x等於0。

10

4. 如申請專利範圍第3項之組成物，其中R¹⁰為甲基、乙基、丙基、丁基或環己基；R¹¹至R¹⁶為甲基、乙基、丙基、丁基、環己基或H；以及x為約1至約10。

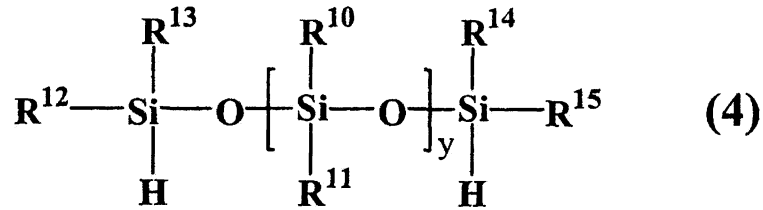
15

5. 如申請專利範圍第3項之組成物，其中該式(3)線性有機矽氧烷係選自下列化合物組成的組群：1,1,1,3,3-五甲基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五乙基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五苯基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五(4-甲基苯基)二矽氧烷、1,1,5,5-四甲基-3-乙基三矽氧烷、1,1,5,5-四乙基-3-甲基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五甲基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五乙基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五苯基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,1,5,5,5-六甲基-3-乙基三矽氧烷、

20

1,1,1,5,5,5-六乙基-3-甲基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七甲基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七乙基三矽氧烷、

- 1,1,1,3,5,5,5-七苯基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六甲基四矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六乙基三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六苯基三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八
- 5 甲基四矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八乙基三矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八苯基三矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七甲基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七乙基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七苯基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七(4-
- 10 甲基苯基)五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九甲基五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九乙基五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九苯基五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九(4-甲基苯基)五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八甲基六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八乙基六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八苯基六矽氧
- 15 烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八(4-甲基苯基)六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十甲基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十乙基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十苯基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十(4-甲基苯基)六矽氧烷，及其任一種組合。
- 20 6. 如申請專利範圍第2項之組成物，其中該一種或多種線性化合物具有根據式(4)之化學式，



其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；R¹¹至R¹⁶各自分別為H、

5 C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及y為約0至約20。

7. 如申請專利範圍第6項之組成物，其中R¹⁰為甲基、乙基、丙基、丁基或環己基；R¹¹至R¹⁶為甲基、乙基、丙基、丁基、環己基或H；以及y為約0至約8。

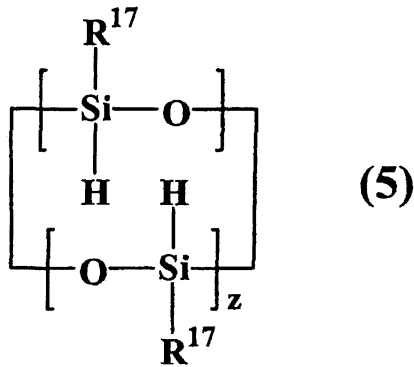
10

8. 如申請專利範圍第6項之組成物，其中該式(4)線性有機氫矽氧烷係選自由下列化合物組成的組群：1,1-二乙基-3,3-二甲基二矽氧烷、1,1,3,3-四甲基二矽氧烷、1,1,3,3-四乙基二矽氧烷、1,1,3,3-四苯基二矽氧烷、1,1,3,3-四(4-甲基苯基)六矽氧烷、1,1,5,5-四甲基-3,3-二乙基三矽氧烷、1,1,5,5-四乙基-3,3-二甲基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六甲基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六乙基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六苯基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八甲基四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八乙基四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八苯基四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八(4-甲基苯基)四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,

15

20

- 7,7,9,9-十甲基五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十乙基五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十苯基五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十(4-甲基苯基)五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二甲基六矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二乙基六矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二苯基六矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二(4-甲基苯基)六矽氧烷，及其任一組合。
9. 如申請專利範圍第2項之組成物，其中該一種或多種環狀化合物具有根據式(5)之式，



10

其中 R^{17} 分別為 C_1 - C_{18} 線性、分支烷基或 C_3 - C_{18} 環狀烷基、 C_1 - C_{18} 線性、分支烷氧基或 C_3 - C_{18} 環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及 z 為約2至約21。

15

10. 如申請專利範圍第9項之組成物，其中 R^{17} 為甲基、乙基、丙基、丁基、或環己基；以及 z 為約2至約11。

20

11. 如申請專利範圍第9項之組成物，其中該式(5)環狀有機矽氧烷係選自由下列化合物組成的組群：1,3,5-三甲基環三矽氧烷、1,3,5-三乙基環三矽氧烷、1,3,5-三苯基環三矽氧烷、1,3,5-三(4-甲基苯基)環三矽氧烷、1,3,5,7-四甲基環四矽氧烷、1,3,5,7-四乙基環四矽氧烷、1,3,5,7-

四苯基環四矽氧烷、1,3,5,7-四(4-甲基苯基)環四矽氧烷、1,5-二甲基-3,7-二乙基環四矽氧烷、1,3-二甲基-5,7-二乙基環四矽氧烷、1,3,5,7,9-五甲基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五乙基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五苯基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五(4-甲基苯基)環戊矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六甲基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六乙基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六苯基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六(4-甲基苯基)環六矽氧烷、1,5,9-三甲基-3,7,11-三乙基環己矽氧烷以及1,3,5-三甲基-7,9,11-三乙基環己矽氧烷，及其任一種組合。

12. 如申請專利範圍第項之組成物，其中 R^1 至 R^5 為H、OH、甲基、乙基、甲氧基、乙氧基或第三丁基。

13. 如申請專利範圍第1項之組成物，其中該式(1)抗氧化劑化合物係選自由下列化合物組成的組群：酚、氫、醌、4-甲酚、3-甲酚、2-甲酚、4-乙酚、4-丙酚、4-異丙酚、4-丁酚、4-第二丁酚、4-異丁酚、4-第三丁酚、4-甲氧基酚、3-甲氧基酚、2-甲氧基酚、4-乙氧基酚、4-丙氧基酚、4-丁氧基酚、2,4-二-第三丁酚、2-(1-甲基丁基)酚、2-(苄氧基)酚、2-第三丁基-6-甲基酚、3,4,5-三甲氧基酚、3-乙氧基-4-甲基酚、4-苄氧基酚、4-苄基-2,6-二-第三丁基酚、2-(2-丁烯基)酚、2-(4-甲基苄基)酚、2,6-二-第三丁基-4-甲基酚(BHT)、1,2-二羥基苯、2,4,6-參苄氧基酚、2,4-二環己基-5-甲基酚以及6-第三丁基-1,2-二羥基苯，及其任一種組合。

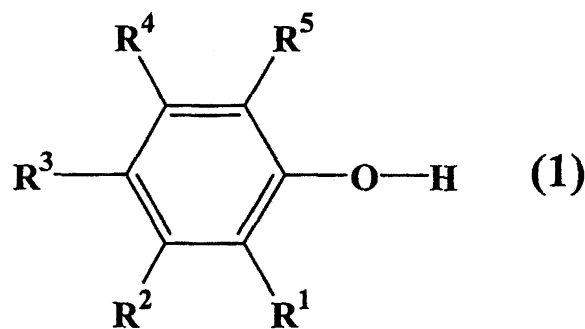
14. 如申請專利範圍第1項之組成物，其中該抗氧化劑化合物之存在量為約1 ppm至約1000 ppm。

15. 如申請專利範圍第1項之組成物，其中該抗氧化劑化合物之存在量為約25 ppm至約200 ppm。

5 16. 一種有機氫矽氧烷組成物，包含：

a. 一或多種有機氫矽氧烷化合物，其各自至少有一個[-HSiR-O-]單元，其中R為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基以及

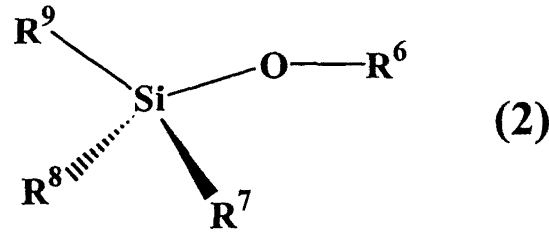
10 b. 一種式(1)所示抗氧化劑化合物



其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度由約1 ppm至約5,000 ppm，以及其中R¹至R⁵各自分別為H、OH、C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及

15

c. 一種式(2)烷氧基矽烷，



其中烷氧基矽烷之存在量為約 1 ppm 至約 5000 ppm；以及其中 R⁶ 為 C₁-C₁₈ 線性、分支烷基或 C₃-C₁₈ 環狀烷基、或經取代或未經取代之芳基；以及 R⁷、R⁸ 及 R⁹ 各自分別為 H、C₁-C₁₈ 線性、分支烷基或 C₃-C₁₈ 環狀烷基、C₁-C₁₈ 線性、分支烷氧基或 C₃-C₁₈ 環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基。

17. 如申請專利範圍第 16 項之組成物，其中 R¹ 至 R⁵ 為 H、OH、甲基、乙基、甲氧基、乙氧基或第三丁基。

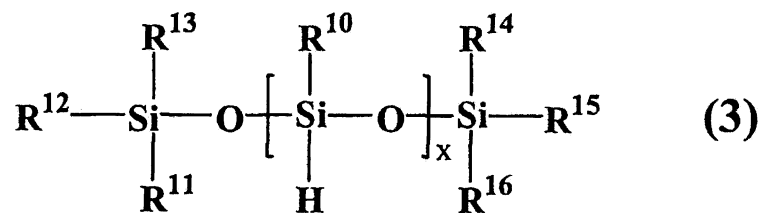
18. 如申請專利範圍第 16 項之組成物，其中該式(1)抗氧化劑化合物係選自由下列化合物組成的組群：酚、氫、醌、4-甲酚、3-甲酚、2-甲酚、4-乙酚、4-丙酚、4-異丙酚、4-丁酚、4-第二丁酚、4-異丁酚、4-第三丁酚、4-甲氧基酚、3-甲氧基酚、2-甲氧基酚、4-乙氧基酚、4-丙氧基酚、4-丁氧基酚、2,4-二-第三丁酚、2-(1-甲基丁基)酚、2-(苄氧基)酚、2-第三丁基-6-甲基酚、3,4,5-三甲氧基酚、3-乙氧基-4-甲基酚、4-苄氧基酚、4-苄基-2,6-二-第三丁基酚、2-(2-丁烯基)酚、2-(4-甲基苄基)酚、2,6-二-第三丁基-4-甲基酚(BHT)、1,2-二羥基苯、2,4,6-參苄氧基酚、2,4-二環己基-5-甲基酚以及 6-第三丁基-1,2-二羥基苯，及其任一種組合。

19. 如申請專利範圍第16項之組成物，其中該抗氧化劑化合物之存在量為約1 ppm至約1000 ppm。
20. 如申請專利範圍第16項之組成物，其中該抗氧化劑化合物之存在量為約25 ppm至約200 ppm。
- 5 21. 如申請專利範圍第16項之組成物，其中R¹⁶為甲基、乙基或丙基；以及R⁷、R⁸及R⁹為甲基、乙基、丙基、甲氧基、乙氧基或丙氧基。
22. 如申請專利範圍第16項之組成物，其中該式(2)烷氧基矽烷係選自由下列化合物組成的組群：三甲基甲氧基矽烷、三乙基甲氧基矽烷、三丙基甲氧基矽烷、三苯基甲
10 氧基矽烷、三(4-甲基苯基)甲氧基矽烷、二甲基二甲氧基矽烷、二乙基二甲氧基矽烷、二丙基二甲氧基矽烷、二苯基二甲氧基矽烷、二(4-甲基苯基)二甲氧基矽烷、
15 甲基三甲氧基矽烷、乙基三甲氧基矽烷、丙基三甲氧基矽烷、苯基三甲氧基矽烷、4-甲基苯基三甲氧基矽烷、
三甲基乙氧基矽烷、三乙基乙氧基矽烷、三丙基乙氧基矽烷、三苯基乙氧基矽烷、三(4-甲基苯基)乙氧基矽烷、
二甲基二乙氧基矽烷、二乙基二乙氧基矽烷、二丙基二
20 乙氧基矽烷、二苯基二乙氧基矽烷、二(4-甲基苯基)二乙氧基矽烷、
甲基三乙氧基矽烷、乙基三乙氧基矽烷、
丙基三乙氧基矽烷、苯基三乙氧基矽烷、4-甲基苯基三乙氧基矽烷、
三甲基丙氧基矽烷、三乙基丙氧基矽烷、
三丙基丙氧基矽烷、三苯基丙氧基矽烷、三(4-甲基苯基)
丙氧基矽烷、二甲基二丙氧基矽烷、二乙基二丙氧基矽

烷、二丙基二丙氧基矽烷、二苯基二丙氧基矽烷、二(4-
 甲基苯基)二丙氧基矽烷、甲基三丙氧基矽烷、乙基三
 丙氧基矽烷、丙基三丙氧基矽烷、苯基三丙氧基矽烷、
 4-甲基苯基三丙氧基矽烷、三甲基丁氧基矽烷、三乙基
 5 丁氧基矽烷、三丙基丁氧基矽烷、三苯基丁氧基矽烷、
 三(4-甲基苯基)丁氧基矽烷、二甲基二丁氧基矽烷、二
 乙基二丁氧基矽烷、二丙基二丁氧基矽烷、二苯基二丁
 氧基矽烷、二(4-甲基苯基)二丁氧基矽烷、甲基三丁氧
 基矽烷、乙基三丁氧基矽烷、丙基三丁氧基矽烷、苯基
 10 三丁氧基矽烷、4-甲基苯基三丁氧基矽烷、三甲基苯氧
 基矽烷、三乙基苯氧基矽烷、三丙基苯氧基矽烷、三苯
 基苯氧基矽烷、三(4-甲基苯基)苯氧基矽烷、二甲基二
 苯氧基矽烷、二乙基二苯氧基矽烷、二丙基二苯氧基矽
 烷、二苯基二苯氧基矽烷、二(4-甲基苯基)二苯氧基矽
 15 烷、甲基三苯氧基矽烷、乙基三苯氧基矽烷、丙基三苯
 氧基矽烷、苯基三苯氧基矽烷、4-甲基苯基三苯氧基矽
 烷、三甲基(4-甲基苯氧基)矽烷、三乙基(4-甲基苯氧基)
 矽烷、三丙基(4-甲基苯氧基)矽烷、三苯基(4-甲基苯氧
 基)矽烷、三(4-甲基苯基)(4-甲基苯氧基)矽烷、二甲基
 20 二(4-甲基苯氧基)矽烷、二乙基二(4-甲基苯氧基)矽烷、
 二丙基二(4-甲基苯氧基)矽烷、二苯基二(4-甲基苯氧基)
 矽烷、二(4-甲基苯基)二(4-甲基苯氧基)矽烷、甲基三(4-
 甲基苯氧基)矽烷、乙基三(4-甲基苯氧基)矽烷、丙基三
 (4-甲基苯氧基)矽烷、苯基三(4-甲基苯氧基)矽烷、4-甲

基苯基三(4-甲基苯氧基)矽烷，及其任一種組合。

23. 如申請專利範圍第16項之組成物，其中該烷氧基矽烷之
存在量為約10 ppm至約2500 ppm。
24. 如申請專利範圍第16項之組成物，其中該烷氧基矽烷之
5 存在量為約100 ppm至約1000 ppm。
25. 如申請專利範圍第16項之組成物，其中該一種或多種有
機氫矽氧烷化合物為一或多種線性化合物、一或多種環
狀化合物或其任一種組合。
26. 如申請專利範圍第25項之組成物，其中該一種或多種線
10 性化合物具有根據式(3)之化學式，



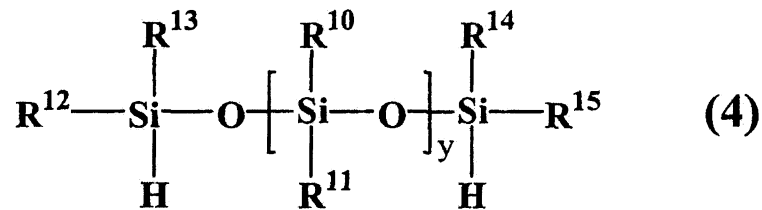
- 其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷
基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或
經取代或未經取代之芳基；R¹¹至R¹⁶各自分別為H、
15 C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、
分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之
芳基；x為約1至約20以及當R¹¹至R¹⁶中之至少一者為
H時x等於0。

27. 如申請專利範圍第26項之組成物，其中R¹⁰為甲基、乙
20 基、丙基、丁基或環己基；R¹¹至R¹⁶為甲基、乙基、丙
基、丁基、環己基或H；以及x為約1至約10。

28. 如申請專利範圍第26項之組成物，其中該式(3)線性有機
氮矽氧烷係選自下列化合物組成的組群：1,1,1,3,3-五甲
基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五乙基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五苯
基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五(4-甲基苯基)二矽氧烷、1,1,5,5-
5 四甲基-3-乙基三矽氧烷、1,1,5,5-四乙基-3-甲基三矽氧
烷、1,1,3,5,5-五甲基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五乙基三矽氧
烷、1,1,3,5,5-五苯基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五(4-甲基苯基)
三矽氧烷、1,1,1,5,5,5-六甲基-3-乙基三矽氧烷、
1,1,1,5,5,5-六乙基-3-甲基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七甲
10 基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七乙基三矽氧烷、
1,1,1,3,5,5,5-七苯基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七(4-甲基苯
基)三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六甲基四矽氧烷、1,1,3,5,7,7-
六乙基三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六苯基三矽氧烷、
1,1,3,5,7,7-六(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八
15 甲基四矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八乙基三矽氧烷、
1,1,1,3,5,7,7,7-八苯基三矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八(4-甲
基苯基)三矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七甲基五矽氧烷、
1,1,3,5,7,9,9-七甲基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七乙基五矽
氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七苯基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七(4-
20 甲基苯基)五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九甲基五矽氧
烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九乙基五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-
九苯基五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九(4-甲基苯基)五矽
氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八甲基六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,
11,11-八乙基六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八苯基六矽氧

5 烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八(4-甲基苯基)六矽氧烷、
1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十甲基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,
11,11,11-十乙基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十苯基
六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十(4-甲基苯基)六矽氧
烷，及其任一組合。

29. 如申請專利範圍第25項之組成物，其中該一種或多種線
性化合物具有根據式(4)之化學式，

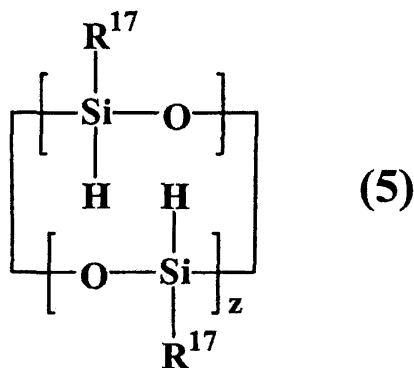


10 其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷
基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或
經取代或未經取代之芳基；R¹¹至R¹⁶各自分別為H、
C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、
分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之
芳基；以及y為約0至約20。

15 30. 如申請專利範圍第29項之組成物，其中R¹⁰為甲基、乙
基、丙基、丁基或環己基；R¹¹至R¹⁶為甲基、乙基、丙
基、丁基、環己基或H；以及y為約0至約8。

20 31. 如申請專利範圍第29項之組成物，其中該式(4)線性有機
氫矽氧烷係選自由下列化合物組成的組群：1,1-二乙基
-3,3-二甲基二矽氧烷、1,1,3,3-四甲基二矽氧烷、1,1,3,3-
四乙基二矽氧烷、1,1,3,3-四苯基二矽氧烷、1,1,3,3-四(4-

- 5 甲基苯基)六矽氧烷、1,1,5,5-四甲基-3,3-二乙基三矽氧烷、1,1,5,5-四乙基-3,3-二甲基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六
 10 甲基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六乙基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六
 15 苯基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六(4-甲基苯基)三矽氧烷、
 1,1,3,3,5,5,7,7-八甲基四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八乙基
 四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八苯基四矽氧烷、1,1,3,3,
 5,5,7,7-八(4-甲基苯基)四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十
 10 甲基五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十乙基五矽氧烷、
 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十苯基五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-
 15 十(4-甲基苯基)五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二
 甲基六矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二乙基六矽
 氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二苯基六矽氧烷、
 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二(4-甲基苯基)六矽氧烷，及
 其任一種組合。
- 15 32. 如申請專利範圍第25項之組成物，其中該一種或多種環
 狀化合物具有根據式(5)之式

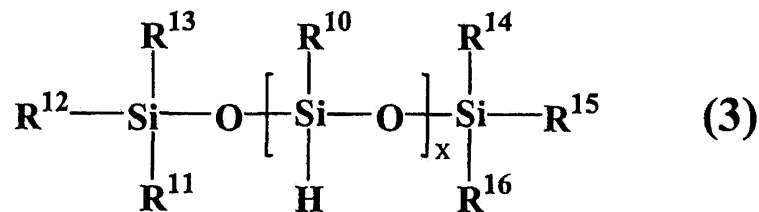


- 20 其中 R^{17} 分別為 C_1 - C_{18} 線性、分支烷基或 C_3 - C_{18} 環狀
 烷基、 C_1 - C_{18} 線性、分支烷氧基或 C_3 - C_{18} 環狀烷氧基、
 或經取代或未經取代之芳基；以及 z 為約2至約21。

33. 如申請專利範圍第32項之組成物，其中R¹⁷為甲基、乙基、丙基、丁基、或環己基；以及z為約2至約11。
34. 如申請專利範圍第32項之組成物，其中該式(5)環狀有機氫矽氧烷係選自由下列化合物組成的組群：1,3,5-三甲基環三矽氧烷、1,3,5-三乙基環三矽氧烷、1,3,5-三苯基環三矽氧烷、1,3,5-三(4-甲基苯基)環三矽氧烷、1,3,5,7-四甲基環四矽氧烷、1,3,5,7-四乙基環四矽氧烷、1,3,5,7-四苯基環四矽氧烷、1,3,5,7-四(4-甲基苯基)環四矽氧烷、1,5-二甲基-3,7-二乙基環四矽氧烷、1,3-二甲基-5,7-二乙基環四矽氧烷、1,3,5,7,9-五甲基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五乙基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五苯基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五(4-甲基苯基)環戊矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六甲基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六乙基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六苯基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六(4-甲基苯基)環六矽氧烷、1,5,9-三甲基-3,7,11-三乙基環己矽氧烷以及1,3,5-三甲基-7,9,11-三乙基環己矽氧烷，及其任一種組合。

35. 如申請專利範圍第16項之組成物，其中該組成物包含：

a. 一或多種式(3)有機氫矽氧烷化合物，



其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷

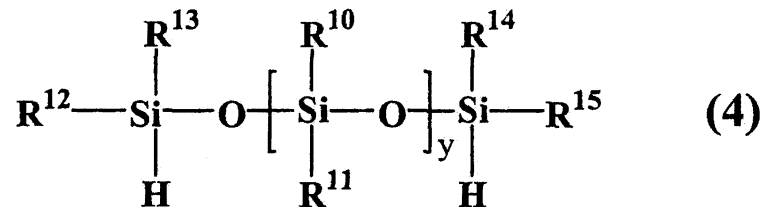
基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基，以及R¹¹至R¹⁶各自分別為H、C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及x為約1至約10；

b. 一種式(1)抗氧化劑化合物，其中R¹至R⁵為H、OH、甲基、乙基、甲氧基、乙氧基或第三丁基；以及

c. 一種式(2)烷氧基矽烷，其中R⁶為甲基、乙基、或丙基；以及R⁷、R⁸及R⁹為甲基、乙基、丙基、甲氧基、乙氧基或丙氧基。

36. 如申請專利範圍第16項之組成物，其中該組成物包含：

a. 一或多種式(4)有機氫矽氧烷化合物，



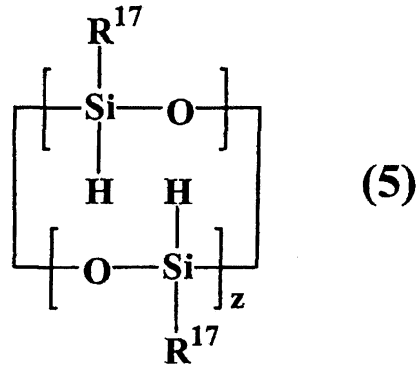
其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基，及R¹¹至R¹⁶各自分別為H、C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及y為約0至約20；

b. 一種式(1)抗氧化劑化合物，其中R¹至R⁵為H、OH、甲基、乙基、甲氧基、乙氧基或第三丁基；以及

c. 一種式(2)烷氧基矽烷，其中 R^6 為甲基、乙基、或丙基；以及 R^7 、 R^8 及 R^9 為甲基、乙基、丙基、甲氧基、乙氧基或丙氧基。

37. 如申請專利範圍第16項之組成物，其中該組成物包含：

5 a. 一或多種式(5)有機氫矽氧烷化合物，



其中 R^{17} 分別為 C_1 - C_{18} 線性、分支烷基或 C_3 - C_{18} 環狀烷基、 C_1 - C_{18} 線性、分支烷氧基或 C_3 - C_{18} 環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及 z 為約2至約11；

10 b. 一種式(1)抗氧化劑化合物，其中 R^1 至 R^5 為H、OH、甲基、乙基、甲氧基、乙氧基、或第三丁基；以及

15 c. 一種式(2)烷氧基矽烷，其中 R^6 為甲基、乙基、或丙基；以及 R^7 、 R^8 及 R^9 為甲基、乙基、丙基、甲氧基、乙氧基或丙氧基。

38. 一種形成一氧化物層於一基材上之方法，包含下列步驟：

a. 將一種有機氫矽氧烷組成物導入氣流內，藉此形成製程蒸氣；

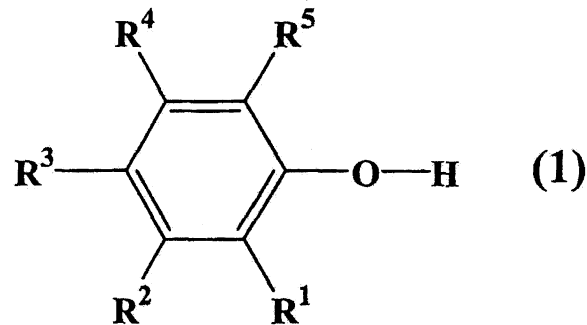
20 b. 讓該基材之一表面接觸該製程蒸氣；以及

c. 分解該製程蒸氣，藉此形成氧化物層於基材上。

其中該有機氫矽氧烷組成物包含：

一或多種有機氫矽氧烷化合物，其各自至少有一個
[-HSiR-O-]單元，其中R為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈
5 環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧
基、或經取代或未經取代之芳基以及

一種式(1)所示抗氧化劑化合物



其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度
10 由約1 ppm至約5,000 ppm，以及其中R¹至R⁵各自分別為
H、OH、C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈
線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未
經取代之芳基。

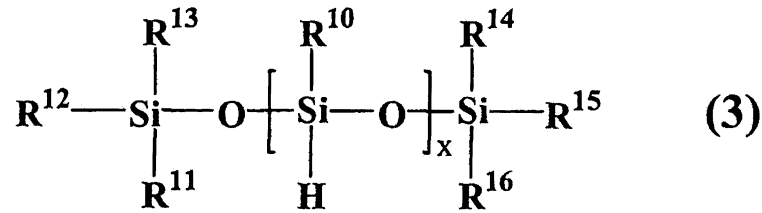
39. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該基材為半導體基
15 材。

40. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該氧化物層為摻雜
氧化矽層包含一種選自下列組成的組群之摻雜劑：氫、
碳、氮及其任一種組合。

41. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該氧化物層為摻雜
20 氧化矽層包含一種選自下列組成的組群之摻雜劑：矽、

硼、磷及其任一種組合。

42. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該氣流包含選自下列組成的組群之氣體：氮、氦、氬、氧、臭氧、氫、氧化亞氮、二氧化碳、一氧化碳、甲矽烷、矽烷、四氟化矽、胼及其任一種組合。
- 5
43. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該處理蒸氣進一步包含一種選自下列組成的組群之化學前驅物：胺類、胺基醇類、矽烷類、矽氧烷類、烷類、烯類、炔類、醇類、酯類、酮類、醛類、羧酸類及其任一種組合。
- 10
44. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該處理蒸氣進一步包含一種選自下列組成的組群之化學前驅物：膦類、烷基硼酸酯類、膦類、烷基磷酸酯類、烷基亞磷酸酯類、硼烷類、烷基硼酸酯類、及其任一種組合。
- 15
45. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該分解步驟包含一種選自下列組成的組群之分解手段：電漿、加熱、化學反應及其任一種組合。
46. 如申請專利範圍第45項之方法，其中該加熱手段包含約100°C至約800°C之溫度。
47. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該一種或多種有機氫矽氧烷化合物為一或多種線性化合物、一或多種環狀化合物或其任一種組合。
- 20
48. 如申請專利範圍第47項之方法，其中該一種或多種線性化合物具有根據式(3)之化學式，



其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；R¹¹至R¹⁶各自分別為H、

5 C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；x為約1至約20以及當R¹¹至R¹⁶中之至少一者為H時x等於0。

49. 如申請專利範圍第48項之方法，其中R¹⁰為甲基、乙基、

10 丙基、丁基或環己基；R¹¹至R¹⁶為甲基、乙基、丙基、丁基、環己基或H；以及x為約1至約10。

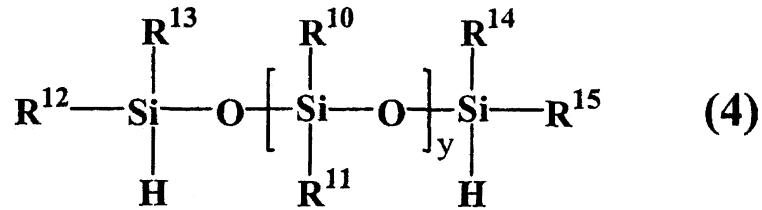
50. 如申請專利範圍第48項之方法，其中該式(3)線性有機矽

矽氧烷係選自下列化合物組成的組群：1,1,1,3,3-五甲基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五乙基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五苯基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五(4-甲基苯基)二矽氧烷、1,1,5,5-

15 四甲基-3-乙基三矽氧烷、1,1,5,5-四乙基-3-甲基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五甲基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五乙基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五苯基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,1,5,5,5-六甲基-3-乙基三矽氧烷、

20 1,1,1,5,5,5-六乙基-3-甲基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七甲基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七乙基三矽氧烷、

- 1,1,1,3,5,5,5-七苯基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六甲基四矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六乙基三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六苯基三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八甲基四矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八乙基三矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八苯基三矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七甲基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七乙基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七苯基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七(4-甲基苯基)五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九甲基五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九乙基五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九苯基五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九(4-甲基苯基)五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八甲基六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八乙基六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八苯基六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八(4-甲基苯基)六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十甲基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十乙基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十苯基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十(4-甲基苯基)六矽氧烷，及其任一種組合。
51. 如申請專利範圍第47項之方法，其中該一種或多種線性化合物具有根據式(4)之化學式，



其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；R¹¹至R¹⁶各自分別為H、

5 C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及y為約0至約20。

52. 如申請專利範圍第51項之方法，其中R¹⁰為甲基、乙基、丙基、丁基或環己基；R¹¹至R¹⁶為甲基、乙基、丙基、

10 丁基、環己基或H；以及y為約0至約8。

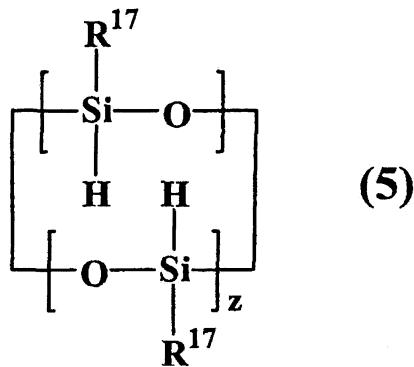
53. 如申請專利範圍第51項之方法，其中該式(4)線性有機矽氧烷係選自由下列化合物組成的組群：1,1-二乙基-3,3-二甲基二矽氧烷、1,1,3,3-四甲基二矽氧烷、1,1,3,3-四乙基二矽氧烷、1,1,3,3-四苯基二矽氧烷、1,1,3,3-四(4-

15 甲基苯基)六矽氧烷、1,1,5,5-四甲基-3,3-二乙基三矽氧烷、1,1,5,5-四乙基-3,3-二甲基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六甲基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六乙基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六苯基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八甲基四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八乙基四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八苯基四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八(4-甲基苯基)四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十甲基

20

五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十乙基五矽氧烷、
 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十苯基五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-
 十(4-甲基苯基)五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二
 5 甲基六矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二乙基六矽
 氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二苯基六矽氧烷、
 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二(4-甲基苯基)六矽氧烷，及
 其任一種組合。

54. 如申請專利範圍第47項之方法，其中該一種或多種環狀
 化合物具有根據式(5)之式



10

其中 R^{17} 分別為 C_1 - C_{18} 線性、分支烷基或 C_3 - C_{18} 環狀
 烷基、 C_1 - C_{18} 線性、分支烷氧基或 C_3 - C_{18} 環狀烷氧基、
 或經取代或未經取代之芳基；以及 z 為約2至約21。

15

55. 如申請專利範圍第54項之方法，其中 R^{17} 為甲基、乙基、
 丙基、丁基、或環己基；以及 z 為約2至約11。

20

56. 如申請專利範圍第54項之方法，其中該式(5)環狀有機氫
 矽氧烷係選自由下列化合物組成的組群：1,3,5-三甲基
 環三矽氧烷、1,3,5-三乙基環三矽氧烷、1,3,5-三苯基環
 三矽氧烷、1,3,5-三(4-甲基苯基)環三矽氧烷、1,3,5,7-
 四甲基環四矽氧烷、1,3,5,7-四乙基環四矽氧烷、1,3,5,7-

四苯基環四矽氧烷、1,3,5,7-四(4-甲基苯基)環四矽氧烷、1,5-二甲基-3,7-二乙基環四矽氧烷、1,3-二甲基-5,7-二乙基環四矽氧烷、1,3,5,7,9-五甲基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五乙基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五苯基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五(4-甲基苯基)環戊矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六甲基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六乙基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六苯基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六(4-甲基苯基)環六矽氧烷、1,5,9-三甲基-3,7,11-三乙基環己矽氧烷、1,3,5-三甲基-7,9,11-三乙基環己矽氧烷，及其任一
5
10 種組合。

57. 如申請專利範圍第38項之方法，其中 R^1 至 R^5 為H、OH、甲基、乙基、甲氧基、乙氧基或第三丁基。
58. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該式(1)抗氧化劑化合物係選自由下列化合物組成的組群：酚、氫、醌、4-
15 甲酚、3-甲酚、2-甲酚、4-乙酚、4-丙酚、4-異丙酚、4-丁酚、4-第二丁酚、4-異丁酚、4-第三丁酚、4-甲氧基酚、3-甲氧基酚、2-甲氧基酚、4-乙氧基酚、4-丙氧基酚、4-丁氧基酚、2,4-二-第三丁酚、2-(1-甲基丁基)酚、2-(苄氧基)酚、2-第三丁基-6-甲基酚、3,4,5-三甲氧基
20 酚、3-乙氧基-4-甲基酚、4-苄氧基酚、4-苄基-2,6-二-第三丁基酚、2-(2-丁烯基)酚、2-(4-甲基苄基)酚、2,6-二-第三丁基-4-甲基酚(BHT)、1,2-二羥基苯、2,4,6-參苄氧基酚、2,4-二環己基-5-甲基酚以及6-第三丁基-1,2-二羥基苯，及其任一種組合。

59. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該抗氧化劑化合物之存在量為約1 ppm至約1000 ppm。

60. 一種形成一氧化物層於基材之方法，包含下列步驟：

5 a. 將一種有機氫矽氧烷組成物導入氣流內，藉此形成製程蒸氣；

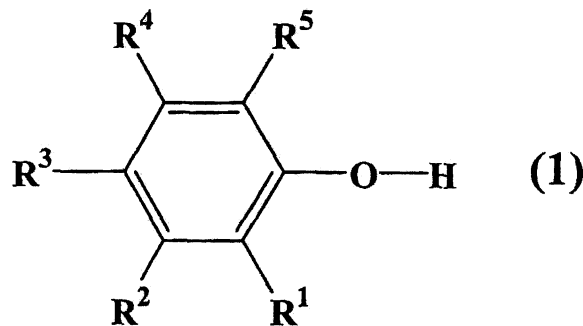
b. 讓該基材之一表面接觸該製程蒸氣；以及

c. 分解該製程蒸氣，藉此形成氧化物層於基材上。

其中該有機矽氧烷組成物包含：

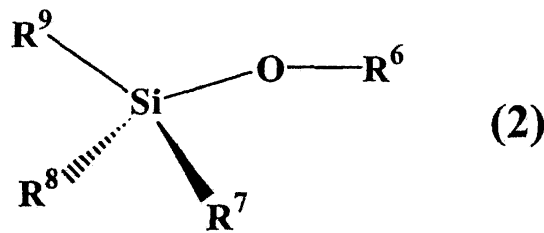
10 一或多種有機氫矽氧烷化合物，其各自至少有一個[-HSIR-O-]單元，其中R為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基以及

一種式(1)所示抗氧化劑化合物



15 其中該抗氧化劑化合物為酚系化合物，其存在濃度由約1 ppm至約5,000 ppm，以及其中R¹至R⁵各自分別為H、OH、C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及

20 一種式(2)烷氧基矽烷，



其中烷氧基矽烷存在量為約1 ppm至約5000 ppm；
 以及其中R⁶為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷
 基、或經取代或未經取代之芳基；以及R⁷、R⁸及R⁹各自
 5 分別為H、C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、
 C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取
 代或未經取代之芳基。

61. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該基材為半導體基
 材。
- 10 62. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該氧化物層為摻雜
 氧化矽層包含一種選自下列組成的組群之摻雜劑：氫、
 碳、氮及其任一種組合。
63. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該氧化物層為摻雜
 氧化矽層包含一種選自下列組成的組群之摻雜劑：砷、
 15 硼、磷及其任一種組合。
64. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該氣流包含選自下
 列組成的組群之氣體：氮、氬、氧、氫、臭氧、氨、氧
 化亞氮、二氧化碳、一氧化碳、甲矽烷、矽烷、四氟化
 矽、胼及其任一種組合。
- 20 65. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該處理蒸氣進一步
 包含一種選自下列組成的組群之化學前驅物：胺類、胺

基醇類、矽烷類、矽氧烷類、烷類、烯類、炔類、醇類、
酯類、酮類、醛類、羧酸類及其任一種組合。

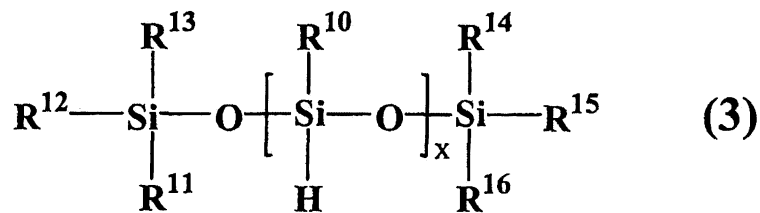
66. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該處理蒸氣進一步
包含一種選自下列組成的組群之化學前驅物：
5 基硼酸酯類、膦類、烷基磷酸酯類、烷基亞磷酸酯類、
硼烷類、烷基硼酯類、及其任一種組合。
67. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該分解步驟包含一
種選自下列組成的組群之分解手段：電漿、加熱、化學
反應及其任一種組合。
- 10 68. 如申請專利範圍第67項之方法，其中該加熱手段包含約
100°C 至約800°C 之溫度。
69. 如申請專利範圍第60項之方法，其中R¹至R⁵為H、OH、
甲基、乙基、甲氧基、乙氧基或第三丁基。
- 15 70. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該式(1)抗氧化劑化
合物係選自由下列化合物組成的組群：酚、氫、醌、4-
甲酚、3-甲酚、2-甲酚、4-乙酚、4-丙酚、4-異丙酚、4-
丁酚、4-第二丁酚、4-異丁酚、4-第三丁酚、4-甲氧基
酚、3-甲氧基酚、2-甲氧基酚、4-乙氧基酚、4-丙氧基
酚、4-丁氧基酚、2,4-二-第三丁酚、2-(1-甲基丁基)酚、
20 2-(苄氧基)酚、2-第三丁基-6-甲基酚、3,4,5-三甲氧基
酚、3-乙氧基-4-甲基酚、4-苄氧基酚、4-苄基-2,6-二-
第三丁基酚、2-(2-丁烯基)酚、2-(4-甲基苄基)酚、2,6-
二-第三丁基-4-甲基酚(BHT)、1,2-二羥基苯、2,4,6-參苄
氧基酚、2,4-二環己基-5-甲基酚以及6-第三丁基-1,2-二

羥基苯，及其任一種組合。

71. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該抗氧化劑化合物之存在量為約1 ppm至約1000 ppm。
72. 如申請專利範圍第60項之方法，其中R¹⁶為甲基、乙基或丙基；以及R⁷、R⁸及R⁹為甲基、乙基、丙基、甲氧基、乙氧基或丙氧基。
73. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該式(2)烷氧基矽烷係選自由下列化合物組成的組群：三甲基甲氧基矽烷、三乙基甲氧基矽烷、三丙基甲氧基矽烷、三苯基甲氧基矽烷、三(4-甲基苯基)甲氧基矽烷、二甲基二甲氧基矽烷、二乙基二甲氧基矽烷、二丙基二甲氧基矽烷、二苯基二甲氧基矽烷、二(4-甲基苯基)二甲氧基矽烷、甲基三甲氧基矽烷、乙基三甲氧基矽烷、丙基三甲氧基矽烷、苯基三甲氧基矽烷、4-甲基苯基三甲氧基矽烷、三甲基乙氧基矽烷、三乙基乙氧基矽烷、三丙基乙氧基矽烷、三苯基乙氧基矽烷、三(4-甲基苯基)乙氧基矽烷、二甲基二乙氧基矽烷、二乙基二乙氧基矽烷、二丙基二乙氧基矽烷、二苯基二乙氧基矽烷、二(4-甲基苯基)二乙氧基矽烷、甲基三乙氧基矽烷、乙基三乙氧基矽烷、丙基三乙氧基矽烷、苯基三乙氧基矽烷、4-甲基苯基三乙氧基矽烷、三甲基丙氧基矽烷、三乙基丙氧基矽烷、三丙基丙氧基矽烷、三苯基丙氧基矽烷、三(4-甲基苯基)丙氧基矽烷、二甲基二丙氧基矽烷、二乙基二丙氧基矽烷、二丙基二丙氧基矽烷、二苯基二丙氧基矽烷、二(4-

甲基苯基)二丙氧基矽烷、甲基三丙氧基矽烷、乙基三
 丙氧基矽烷、丙基三丙氧基矽烷、苯基三丙氧基矽烷、
 4-甲基苯基三丙氧基矽烷、三甲基丁氧基矽烷、三乙基
 丁氧基矽烷、三丙基丁氧基矽烷、三苯基丁氧基矽烷、
 5 三(4-甲基苯基)丁氧基矽烷、二甲基二丁氧基矽烷、二
 乙基二丁氧基矽烷、二丙基二丁氧基矽烷、二苯基二丁
 氧基矽烷、二(4-甲基苯基)二丁氧基矽烷、甲基三丁氧
 基矽烷、乙基三丁氧基矽烷、丙基三丁氧基矽烷、苯基
 三丁氧基矽烷、4-甲基苯基三丁氧基矽烷、三甲基苯氧
 10 基矽烷、三乙基苯氧基矽烷、三丙基苯氧基矽烷、三苯
 基苯氧基矽烷、三(4-甲基苯基)苯氧基矽烷、二甲基二
 苯氧基矽烷、二乙基二苯氧基矽烷、二丙基二苯氧基矽
 烷、二苯基二苯氧基矽烷、二(4-甲基苯基)二苯氧基矽
 烷、甲基三苯氧基矽烷、乙基三苯氧基矽烷、丙基三苯
 15 氧基矽烷、苯基三苯氧基矽烷、4-甲基苯基三苯氧基矽
 烷、三甲基(4-甲基苯氧基)矽烷、三乙基(4-甲基苯氧基)
 矽烷、三丙基(4-甲基苯氧基)矽烷、三苯基(4-甲基苯氧
 基)矽烷、三(4-甲基苯基)(4-甲基苯氧基)矽烷、二甲基
 二(4-甲基苯氧基)矽烷、二乙基二(4-甲基苯氧基)矽烷、
 20 二丙基二(4-甲基苯氧基)矽烷、二苯基二(4-甲基苯氧基)
 矽烷、二(4-甲基苯基)二(4-甲基苯氧基)矽烷、甲基三(4-
 甲基苯氧基)矽烷、乙基三(4-甲基苯氧基)矽烷、丙基三
 (4-甲基苯氧基)矽烷、苯基三(4-甲基苯氧基)矽烷、4-甲
 基苯基三(4-甲基苯氧基)矽烷，及其任一組合。

74. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該烷氧基矽烷之存在量為約10 ppm至約2500 ppm。
75. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該烷氧基矽烷之存在量為約100 ppm至約1000 ppm。
- 5 76. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該一種或多種有機氫矽氧烷化合物為一或多種線性化合物、一或多種環狀化合物或其任一種組合。
77. 如申請專利範圍第76項之方法，其中該一種或多種線性化合物具有根據式(3)之化學式，



10

其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；R¹¹至R¹⁶各自分別為H、C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；x為約1至約20以及當R¹¹至R¹⁶中之至少一者為H時x等於0。

15

20

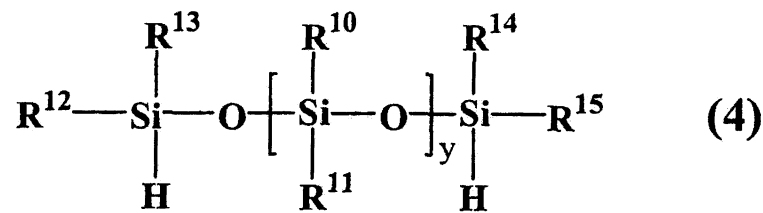
78. 如申請專利範圍第77項之方法，其中R¹⁰為甲基、乙基、丙基、丁基或環己基；R¹¹至R¹⁶為甲基、乙基、丙基、丁基、環己基或H；以及x為約1至約10。

79. 如申請專利範圍第77項之方法，其中該式(3)線性有機氫

矽氧烷係選自下列化合物組成的組群：1,1,1,3,3-五甲基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五乙基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五苯基二矽氧烷、1,1,1,3,3-五(4-甲基苯基)二矽氧烷、1,1,5,5-四甲基-3-乙基三矽氧烷、1,1,5,5-四乙基-3-甲基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五甲基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五乙基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五苯基三矽氧烷、1,1,3,5,5-五(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,1,5,5,5-六甲基-3-乙基三矽氧烷、1,1,1,5,5,5-六乙基-3-甲基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七甲基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七乙基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七苯基三矽氧烷、1,1,1,3,5,5,5-七(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六甲基四矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六乙基三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六苯基三矽氧烷、1,1,3,5,7,7-六(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八甲基四矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八乙基三矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八苯基三矽氧烷、1,1,1,3,5,7,7,7-八(4-甲基苯基)三矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七甲基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七乙基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七苯基五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,9-七(4-甲基苯基)五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九甲基五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九乙基五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九苯基五矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,9,9-九(4-甲基苯基)五矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八甲基六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八乙基六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八苯基六矽氧烷、1,1,3,5,7,9,11,11-八(4-甲基苯基)六矽氧烷、1,1,1,3,5,

7,9,11,11,11-十甲基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十乙基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十苯基六矽氧烷、1,1,1,3,5,7,9,11,11,11-十(4-甲基苯基)六矽氧烷，及其任一種組合。

- 5 80. 如申請專利範圍第76項之方法，其中該一種或多種線性化合物具有根據式(4)之化學式，



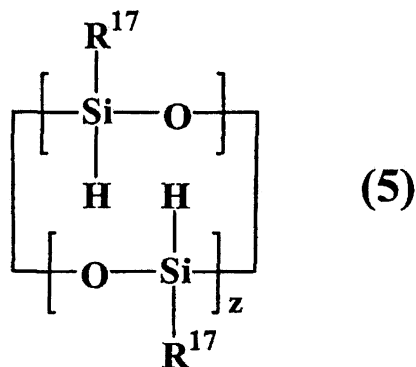
10 其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；R¹¹至R¹⁶各自分別為H、C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及y為約0至約20。

- 15 81. 如申請專利範圍第80項之方法，其中R¹⁰為甲基、乙基、丙基、丁基或環己基；R¹¹至R¹⁶為甲基、乙基、丙基、丁基、環己基或H；以及y為約0至約8。

- 20 82. 如申請專利範圍第80項之方法，其中該式(4)線性有機氫矽氧烷係選自由下列化合物組成的組群：1,1-二乙基-3,3-二甲基二矽氧烷、1,1,3,3-四甲基二矽氧烷、1,1,3,3-四乙基二矽氧烷、1,1,3,3-四苯基二矽氧烷、1,1,3,3-四(4-甲基苯基)六矽氧烷、1,1,5,5-四甲基-3,3-二乙基三矽氧

烷、1,1,5,5-四乙基-3,3-二甲基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六
 甲基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六乙基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-
 六苯基三矽氧烷、1,1,3,3,5,5-六(4-甲基苯基)三矽氧烷、
 1,1,3,3,5,5,7,7-八甲基四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八乙基
 5 四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7-八苯基四矽氧烷、1,1,3,3,
 5,5,7,7-八(4-甲基苯基)四矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十
 甲基五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十乙基五矽氧烷、
 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-十苯基五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-
 十(4-甲基苯基)五矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二
 10 甲基六矽氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二乙基六矽
 氧烷、1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二苯基六矽氧烷、
 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-十二(4-甲基苯基)六矽氧烷，及
 其任一種組合。

83. 如申請專利範圍第76項之方法，其中該一種或多種環狀
 15 化合物具有根據式(5)之式



其中 R^{17} 分別為 C_1 - C_{18} 線性、分支烷基或 C_3 - C_{18} 環狀
 烷基、 C_1 - C_{18} 線性、分支烷氧基或 C_3 - C_{18} 環狀烷氧基、
 或經取代或未經取代之芳基；以及 z 為約2至約21。

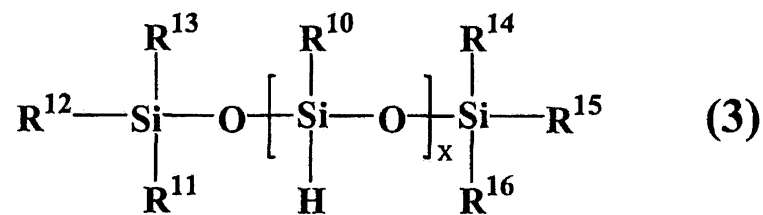
20 84. 如申請專利範圍第83項之方法，其中 R^{17} 為甲基、乙基、

丙基、丁基、或環己基；以及z為約2至約11。

85. 如申請專利範圍第83項之方法，其中該式(5)環狀有機氫矽氧烷係選自由下列化合物組成的組群：1,3,5-三甲基環三矽氧烷、1,3,5-三乙基環三矽氧烷、1,3,5-三苯基環三矽氧烷、1,3,5-三(4-甲基苯基)環三矽氧烷、1,3,5,7-四甲基環四矽氧烷、1,3,5,7-四乙基環四矽氧烷、1,3,5,7-四苯基環四矽氧烷、1,3,5,7-四(4-甲基苯基)環四矽氧烷、1,5-二甲基-3,7-二乙基環四矽氧烷、1,3-二甲基-5,7-二乙基環四矽氧烷、1,3,5,7,9-五甲基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五乙基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五苯基環戊矽氧烷、1,3,5,7,9-五(4-甲基苯基)環戊矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六甲基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六乙基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六苯基環六矽氧烷、1,3,5,7,9,11-六(4-甲基苯基)環六矽氧烷、1,5,9-三甲基-3,7,11-三乙基環己矽氧烷、1,3,5-三甲基-7,9,11-三乙基環己矽氧烷，及其任一種組合。

86. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該有機氫矽氧烷組成物包含：

a. 一或多種式(3)有機氫矽氧烷化合物，



20

其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷

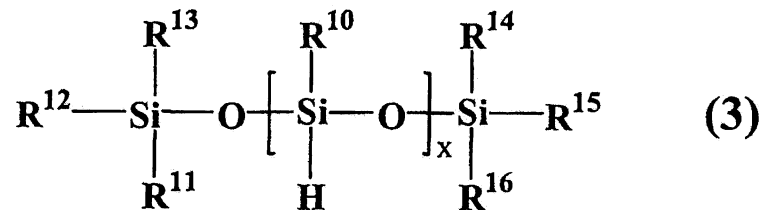
基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基，及R¹¹至R¹⁶各自分別為H、C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及x為約1至約10；

b.一種式(1)抗氧化劑化合物，其中R¹至R⁵為H、OH、甲基、乙基、甲氧基、乙氧基、或第三丁基；以及

c.一種式(2)烷氧基矽烷，其中R⁶為甲基、乙基、或丙基；以及R⁷、R⁸及R⁹為甲基、乙基、丙基、甲氧基、乙氧基或丙氧基。

87.如申請專利範圍第60項之方法，其中該有機氫矽氧烷組成物包含：

一或多種式(3)有機氫矽氧烷化合物，



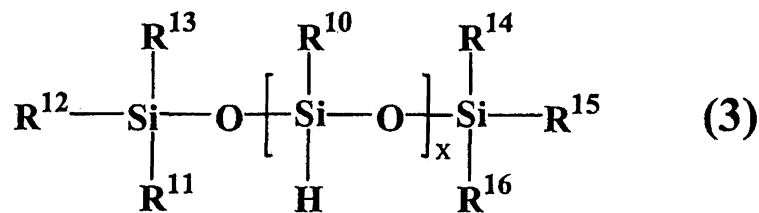
其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基，及R¹¹至R¹⁶各自分別為H、C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及y為約0至約20；

b. 一種式(1)抗氧化劑化合物，其中R¹至R⁵為H、OH、甲基、乙基、甲氧基、乙氧基、或第三丁基；以及

5 c. 一種式(2)烷氧基矽烷，其中R⁶為甲基、乙基、或丙基；以及R⁷、R⁸及R⁹為甲基、乙基、丙基、甲氧基、乙氧基或丙氧基。

88. 如申請專利範圍第60項之方法，其中該有機氫矽氧烷組成物包含：

一或多種式(3)有機氫矽氧烷化合物，



10

其中R¹⁰為C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基，及R¹¹至R¹⁶各自分別為H、C₁-C₁₈線性、分支烷基或C₃-C₁₈環狀烷基、C₁-C₁₈線性、

15 分支烷氧基或C₃-C₁₈環狀烷氧基、或經取代或未經取代之芳基；以及x為約1至約10；

一種式(1)抗氧化劑化合物，其中R¹至R⁵為H、OH、甲基、乙基、甲氧基、乙氧基、或第三丁基；以及

一種式(2)烷氧基矽烷，其中R⁶為甲基、乙基、或丙基；以及R⁷、R⁸及R⁹為甲基、乙基、丙基、甲氧基、乙

20 氧基或丙氧基。