



(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 I356095B1

(45)公告日：中華民國 101 (2012) 年 01 月 11 日

(21)申請案號：093109650

(22)申請日：中華民國 93 (2004) 年 04 月 07 日

(51)Int. Cl. : C11D10/00 (2006.01)

(30)優先權：2003/04/09 日本 2003-105728

(71)申請人：關東化學股份有限公司 (日本) KANTO KAGAKU KABUSHIKI KAISHA (JP)
日本

(72)發明人：阿部優美子 ABE, YUMIKO (JP)；石川典夫 ISHIKAWA, NORIO (JP)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

JP 1-243433A

JP 2000-214599A

審查人員：謝孟儒

申請專利範圍項數：2 項 圖式數：0 共 18 頁

(54)名稱

半導體基板洗淨液組成物

CLEANING LIQUID COMPOSITION FOR SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

(57)摘要

本發明開發一種洗淨液，其從裸矽晶圓表面、低介電常數膜之類的疏水性表面去除粒子之能力高。

藉由組合如草酸之類的有機酸水溶液與特定的有機溶液，可以改良洗淨液與疏水性表面之潤溼性。

A cleaning liquid composition used for cleaning a semiconductor substrate having a contact angle between the surface thereof and water dropped thereon of at least 70 degrees is provided, the cleaning liquid composition including an aliphatic polycarboxylic acid and an organic solvent having a hydroxyl group and/or an ether group, and the cleaning liquid composition having a contact angle of at most 40 degrees when dropped on the semiconductor substrate. Also provided is a method for cleaning a semiconductor substrate having a contact angle between the surface thereof and water dropped thereon of at least 70 degrees by means of the above cleaning liquid composition.

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種使用於半導體基板洗淨之洗淨液組成物，特別係有關於一種洗淨液組成物，適合用於去除吸附於裸矽晶圓表面、低介電常數(Low-K)膜之類的疏水性表面之粒子污染和金屬污染。

【先前技術】

隨著 IC 之高積體化，因為微量的不純物對元件之性能、收率有重大的影響，所以對污染控制有嚴格的要求。亦即，對基板之粒子污染和金屬污染要求有嚴格的控制，因而在半導體製造之各步驟中使用各種洗淨液來洗淨。

一般而言，半導體用基板洗淨液，為了去除粒子污染而使用鹼性洗淨液之氨水-過氧化氫水-水(SC-1)，為了去除金屬污染則是使用酸性洗淨液之硫酸-過氧化氫水、鹽酸-過氧化氫水-水(SC-2)、稀氫氟酸等，依目的而單獨使用或組合使用各種洗淨液。

另一方面，隨著元件之微細化及多層配線構造的發展，在各種步驟中對基層表面要求具有更嚴密的平坦化，在半導體製程步驟中作為新技術而導入了化學性機械研磨(以下稱為 CMP)技術，此技術是在供應研磨粒子及化學藥品混合物漿料之同時，藉由使磨光輪旋轉，來研磨、平坦化基板表面。又，同時，構成平坦化基板表面之物質也有

所變動。因此，CMP 後的基板表面上，會發生由研磨劑中所含有之氧化鋁或二氧化矽而來之粒子污染，以及由被研磨的表面之構成物質以及漿料中所含有之化學藥品等而來的種種金屬污染。為去除此等污染，一般之 CMP 後之洗淨，係採用藉由併用洗淨液的化學作用和刷子的物理作用之刷子洗淨，所用之洗淨液係考慮基板表面之構成物質以及污染物質之性質，而從各種洗淨液中選出最適當之洗淨液。

施行 CMP 之基板表面，如果是習知的 SiO_2 系之層間絕緣膜時，是進行 2 階段洗淨，其中對粒子污染之洗淨係使用前述之鹼性洗淨液、對金屬污染之洗淨係使用前述酸性洗淨液。

但是，當近年來所使用之 Cu 或是 W 等金屬材料是作為連接孔或是配線材料而露出的層間絕緣膜時，前述酸性洗淨液會腐蝕金屬材料，或是無法在不造成腐蝕之時間內充分地除去金屬污染。又，前述鹼性洗淨液亦會發生 Cu 腐蝕等問題。此等之解決方法，提出有採用含有有機酸和錯合劑之水溶液作為金屬污染之洗淨液(參照專利文獻 1 及 2)，又，有採用含有有機酸和錯合劑的洗淨液作為同時去除金屬污染及粒子污染的技術(參照專利文獻 3)。

又，近年來，和習知之 SiO_2 系比較，是使用具有較低介電常數的如芳香族芳基聚合物(商品名 SiLK、DOW CHEMICAL 製)之類的有機膜、和 MSQ(Methyl Silsesquioxane)、HSQ(Hydrogen Silsesquioxane)或是

SiOC(商品名 Black Diamond、應用材料公司製)等矽系之膜、具有更低介電常數之多孔質二氧化矽膜等，來作為層間絕緣膜。最近有研究報告指出，已知此等低介電常數膜材料之疏水性強，即便是在刷子洗淨中，若洗淨液對膜表面之潤溼性不佳，則刷子洗淨無法具有有效作用，粒子污染之去除不充分，故，前述洗淨液因為對於低介電常數膜的潤溼性不佳，所以無法充分地洗淨。因此，本發明者等提出一種含有脂肪族聚羧酸和表面活性劑之水溶液，對由低介電常數膜所構成之層間絕緣膜等之潤溼性優良、可以使用作為去除粒子污染及金屬污染之 CMP 後洗淨液組成物(參照專利文獻 4)。

但是依據其後之研究，可知由於組合表面活性劑和低介電常數膜，會具有下述缺點：表面活性劑會吸附於低介電常數膜的表面、或滲透至內部而對低介電常數膜造成折射率變化等損傷。

又，作為含有有機酸之類似組成物，有揭示一種使用含有有機酸、水、有機溶劑之組成物(參照專利文獻 5)，又，本發明提出申請後，亦有揭示一種使用含有有機酸、水、有機溶劑、防蝕劑之組成物(參照專利文獻 6)，該技術係光阻剝離劑，關於去除 CMP 後之粒子污染和金屬污染等，未有任何揭示。

又，本發明申請後，有揭示一種具有低介電常數膜的半導體基板之洗淨液組成物，該組成物含有有機酸、水、環氧乙烷型之表面活性劑作為必要成分、進而可以含有烷

基醇(參照專利文獻 7)，實施例則全部係含有有機酸、水、表面活性劑之化合物，和日本專利特許文獻 4 同樣，對低介電常數膜可能會造成損傷。

[專利文獻 1]

日本專利特開平 10-72594 號公報

[專利文獻 2]

日本專利特開平 11-131093 號公報

[專利文獻 3]

日本專利特開平 2001-7071 號公報

[專利文獻 4]

日本專利特開平 2002-41393 號說明書

[專利文獻 5]

日本專利特開平 2000-206709 號公報

[專利文獻 6]

US2003/0130147A1

[專利文獻 7]

WO03/065433A1

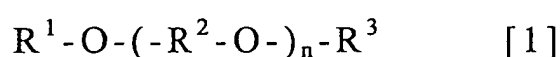
【發明內容】

因而，本發明所欲解決的課題在於提供一種洗淨液組成物及使用該組成物之洗淨方法，該洗淨液組成物在洗淨半導體基板時，即使是裸矽或是低介電常數膜之類的疏水性基板，亦不會對該基板有所損傷，而可以去除半導體基

板表面的粒子污染及金屬污染。

本發明者等為了解決上述課題而不斷地專心研究，結果得到以下知識，一般而言，CMP 後之洗淨係使用刷子洗淨，但是若對膜表面之液體潤溼性不良，則刷子無法有效作用，會使粒子之去除性不充分，又，為了使刷子發揮作用，洗淨液與膜之接觸角必須在規定角度以下。以此知識作基礎而進一步研究，結果發現，由草酸等脂肪族聚羧酸之水溶液所構成之洗淨液組成物，藉由進而組合一般式[1]表示之特定有機溶劑，則相較於不含有機溶劑者，可以大幅度降低對疏水性基板之接觸角而顯示良好的潤溼性，結果可大幅改善金屬不純物和粒子去除性，而終至完成本發明。

亦即本發明係一種洗淨液組成物，係用以洗淨在滴加水時表面接觸角為 70 度以上之半導體基板，前述組成物係由從一般式[1]



(R^1 為碳數 1~6 之烷基，

R^2 為乙烯基或是丙烯基，

n 為 0~4，

R^3 為氫或是碳數 1~6 之烷基)

表示之化合物所構成之群組中選出的 1 種以上的有機溶劑、脂肪族聚羧酸類、及水所構成，前述洗淨液組成物在滴加至前述半導體基板上時之接觸角為 40 度以下。

本發明進而係有關於前述洗淨液組成物，其中前述半

導體基板係具有低介電常數(Low-K)膜之半導體基板或是裸矽晶圓。

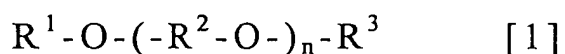
又，本發明係有關於前述洗淨液組成物，其中前述脂肪族聚羧酸類係從草酸、丙二酸、蘋果酸、酒石酸及檸檬酸所構成之群組中選出的 1 種以上。

又，本發明係有關於一種前述洗淨液組成物，其中含有前述脂肪族聚羧酸類 0.01~30 重量%。

又，本發明係有關於一種前述洗淨液組成物，其中含有前述有機溶劑 0.01~50.0 重量%。

又，本發明係有關於前述洗淨液組成物，其中進而含有陰離子型表面活性劑。

又，本發明係一種在滴加水時表面接觸角為 70 度以上之半導體基板的洗淨方法，前述洗淨方法係藉由一洗淨液組成物來洗淨，前述洗淨液組成物係由從一般式[1]



(R^1 為碳數 1~6 之烷基，

R^2 為乙烯基或是丙烯基，

n 為 0~4，

R^3 為氫或是碳數 1~6 之烷基)

表示之化合物所構成之群組中選出的 1 種以上的有機溶劑、脂肪族聚羧酸類、及水所構成之洗淨液組成物，前述洗淨液組成物在滴加至前述半導體基板時之接觸角為 40 度以下。

本發明係有關於前述洗淨方法，其中前述半導體係具

有低介電常數(Low-K)膜之半導體基板或是裸矽晶圓。

又，本發明係有關於前述洗淨方法，其中前述脂肪族聚羧酸類係從草酸、丙二酸、蘋果酸、酒石酸及檸檬酸所構成之群組中選出的 1 種以上。

又，本發明係有關於前述洗淨方法，其係以含有前述脂肪族聚羧酸類 0.01~30 重量%之洗淨液組成物來洗淨。

又，本發明係有關於一種前述洗淨方法，其係以含有前述有機溶劑 0.01~50 重量%之洗淨液組成物來洗淨。

又，本發明係有關於前述洗淨方法，其係以進而含有陰離子型表面活性劑之洗淨液組成物來洗淨。

本發明之洗淨液組成物，係對滴加水時表面接觸角為 70 度以上之疏水性半導體基板表面、對 CMP 後之裸矽和低介電常數膜之類的疏水性基板表面並不會造成任何的損傷，可以使用作為去除該表面上之粒子污染及金屬污染之洗淨液。又，本發明的洗淨液組成物對裸矽和低介電常數膜之類的疏水性基板表面當然有良好的潤溼性，其對習知的半導體基板表面的潤溼性更加良好、亦可以使用作為習知半導體基板之 CMP 後之洗淨劑一事更是自不待言。

又，本發明之洗淨液組成物若使用於刷子洗淨時，對去除粒子污染特別有效。

【實施方式】

以下說明本發明之實施形態。

本發明提供一種洗淨液組成物，對於典型的 CMP 後之粒子污染具有優良的洗淨能力。亦即本發明係有關於一種洗淨液，其特徵為，含有脂肪族聚羧酸和具有羥基及/或醚基之有機溶劑。

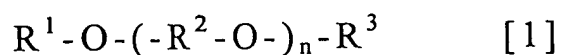
具體上，本發明之洗淨液組成物，係藉由在作為溶劑的水中，添加脂肪族聚羧酸和具有羥基及/或醚基之有機溶劑所調製而成之水溶液。

本發明所使用之脂肪族聚羧酸係草酸、丙二酸等二羧酸、以及蘋果酸、酒石酸、檸檬酸等之氧基聚羧酸。其中，草酸對金屬不純物之去除能力較高，使用作為本發明之聚羧酸乃屬較佳。

洗淨液中之脂肪族聚羧酸類之濃度為 0.001~30wt%，以 0.03~10wt% 為特佳。

脂肪族聚羧酸類之濃度太低時，無法充分發揮洗淨效果，若太高時，無法期待與濃度相稱之效果，而且有結晶析出之虞，宜考慮脂肪族聚羧酸類之溶解度而適當地作決定。

又，本發明所使用的具有羥基及/或醚基之有機溶劑，能發優良效果者，以一般式[1]表示，



(R^1 為碳數 1~6 之烷基，

R^2 為乙烯基或是丙烯基，

n 為 0~4，

R^3 為氫或是碳數 1~6 之烷基)。

具體上，有 1-丙醇、2-丙醇、1-丁醇等脂肪族低級醇、乙二醇單乙基醚、乙二醇單-正-丙基醚、乙二醇單-正-丁基醚、二甘醇單甲基醚、二甘醇單乙基醚、二甘醇單-正-丁基醚、二甘醇單異丁基醚、二甘醇單-正-己基醚、二甘醇二甲基醚、二甘醇二乙基醚、丙二醇單甲基醚、丙二醇單乙基醚、丙二醇單-正-丙基醚、丙二醇單-正-丁基醚、乙二醇單-正-己基醚、三甘醇單-正-己基醚、三甘醇單-正-丁基醚、三甘醇單異丁基醚等多元醇衍生物。

又，此外可以例示的亦有三甘醇雙烷基醚、四甘醇單或雙烷基醚、一縮二丙二醇單或雙烷基醚、二縮三丙二醇單或雙烷基醚、四丙二醇單或雙烷基醚等化合物。

其中又以在一般式[1]中 n 為 2~3、 R^1 碳數為 4~6、 R^3 為氫之物在低濃度具有效果，乃屬於特佳之物。

又，藉由組合特佳之有機溶劑，或是組合特佳之有機溶劑和一般式[1]所表示但非包含在特佳之有機溶劑中之有機溶劑，可以得到具有比只含有單一種類之特佳有機溶劑之洗淨組成物更優良效果之洗淨液組成物。

例如， R^1 中的碳數為 6 之二甘醇單-正-己基醚，因為烷基 R^1 大，研磨粒子之去除性較優良，但是單獨使用時因為烷基 R^1 大，對水之溶解性差，只能溶解 1.0 重量%，所以可以降低的接觸角有限。但是經由與二甘醇單-正-丁基醚或乙二醇單-正-丁基醚組合，即使在有機溶劑濃度低之情況，亦可以在維持優良的研磨粒子去除性之同時，進一步地降低接觸角。

又，可以互相地組合二種以上之一般式[1]之有機溶劑而使用，亦可以分別組合一種以上之一般式[1]之有機溶劑與不包含在一般式[1]之有機溶劑而使用。

具有羥基及 / 或 醚基之有機溶劑之濃度為 0.01~50.0wt%，以 0.1~30.0wt% 為特佳。具有羥基及 / 或 醚基之有機溶劑之濃度低時，接觸角無法低於 40 度以下，去除粒子能力不充分，若太高時，無法期待與其相稱之效果，而且對低介電常數膜有造成傷害之虞。

本發明組成物，進而可以添加陰離子型表面活性劑。藉由陰離子型表面活性劑，可以控制粒子及基板之 ζ 電位 (zeta potential) 而容易地去除粒子。現在，已知對低介電常數膜有造成傷害之虞的表面活性劑，係分子內具有聚氧乙烯結構之物，幾乎全部的非離子表面活性劑和一部份的陰離子型表面活性劑是屬於此種表面活性劑。未具有聚氧乙烯結構之陰離子型表面活性劑，被認為不會對低介電常數膜造成傷害。

本發明可以使用之陰離子表面活性劑有苯磺酸和甲醛之縮合物、聚丙烯酸、聚乙烷基磺酸、聚苯乙烯磺酸及此等之鹽等。

以下同時顯示本發明之實施例及比較例，詳細說明本發明，但是本發明並未限於此等實施例。

(實施例)

使用水當作溶劑，調製如表 1 至表 3 所顯示組成之洗淨液組成物，用以測定接觸角、洗淨力及折射率。

(對疏水性基板表面之接觸角 1：裸矽晶圓)

使用接觸角測定裝置測定滴加至裸矽基板表面時的接觸角，評定對基板之潤溼性，結果如表 1 所顯示。

[表 1]

	聚羧酸(重量%)	有機溶劑(重量%)	接觸角(度)
比較例 1	草酸 0.068	無	67.9
比較例 2		乙二醇 30.0	46.7
比較例 3		γ -丁內酯 10.0	53.0
實施例 1	草酸 0.068	乙二醇單乙基醚 30.0	14.8
實施例 2		二甘醇單乙基醚 30.0	17.2
實施例 3		丙二醇單-正-丙基醚 10.0	30.5
實施例 4	草酸 0.34	三甘醇單-正-丁基醚 3.0	36.0
實施例 5	草酸 3.4	二甘醇單-正-丁基醚 3.0	29.2
實施例 6		二甘醇單-正-己基醚 0.5	32.0

(對疏水性基板之接觸角 2：有機膜(SiLk))

使用接觸角測定裝置測定滴加至有機低介電常數膜之 SiLk(Dow Chemical 製)之表面時的接觸角，評定對基板之潤溼性，結果如表 2 所顯示。

[表 2]

	聚羧酸(重量%)	有機溶劑(重量%)	接觸角(度)
比較例 4	草酸 0.34	無	82.1
比較例 5		乙二醇 30.0	61.6
比較例 6		n-甲基-2-吡咯烷酮 30.0	53.9
比較例 7	丙二酸 0.068	無	82.0
實施例 7	草酸 0.34	三甘醇單異丁基醚 5.0	39.8
實施例 8		二甘醇單-正-丁基醚 5.0	30.6
實施例 9		丙二醇單-正-丙基醚 10.0	33.1
實施例 10		乙二醇單乙基醚 30.0	32.0
實施例 11	草酸 3.4	二甘醇單異丁基醚 5.0	34.4
實施例 12		二甘醇單-正-己基醚 1.0	6.1
實施例 13	丙二酸 0.068	二甘醇單-正-己基醚 1.0	8.9

(對疏水性基板表面之接觸角 3：矽系低介電常數膜 (SiOC))

使用接觸角測定裝置測定滴加至矽系低介電常數膜之 Black Diamond (SiOC、應用材料公司製)之表面時的接觸角，評定對基板之潤溼性，結果如表 3 所顯示。

[表 3]

	聚羧酸(重量%)	有機溶劑(重量%)	接觸角(度)
比較例 8	草酸 3.4	無	96.0
比較例 9		n-甲基-2-吡咯烷酮 96.6	46.6
實施例 14	草酸 3.4	2-丙醇 30.0	35.7
實施例 15		二甘醇單異丁基醚 30.0	35.5
實施例 16		二甘醇單-正-己基醚 1.0	36.3
實施例 17		二甘醇單-正-丁基醚 4.0 二甘醇單-正-己基醚 1.0	28.2

如以上，本發明之洗淨液組成物對各種疏水性表面之潤溼性有所改善。

(粒子去除能力)

使裸矽晶圓浸漬在含有二氧化矽粒子之漿料中，洗淨被二氧化矽粒子污染之晶圓，評定粒子去除能力。測定粒子為 $0.13\ \mu\text{m}$ 以上之粒子。

漿料浸漬時間：30 秒

洗淨條件：25℃、20 秒(刷子洗淨)

二氧化矽粒子初期污染量：30000 個/晶圓

[表 4]

	洗淨後之粒子數	去除率(%)
比較例 1	6000 個	80.0
實施例 2	1500	95.0
實施例 5	600	98.0

(金屬不純物去除能力)

用氨水(29 重量%)-過氧化氫水(30 重量%)-水混合液(體積比 1:1:6)洗淨矽晶圓後，用旋轉塗布法污染，而使鐵、銅、鋅、鎳具有 10^{13} atoms/cm² 之表面濃度。以比較例、實施例之洗淨液於 25℃ 洗淨 3 分鐘，用超純水進行流水沖洗 3 分鐘，並加以乾燥，使用全反射螢光 X 線裝置測定晶圓表面之金屬濃度，來評定金屬不純物之去除能力。

[表 5]

	金屬表面濃度($\times 10^{10}$ atoms/cm ²)			
	Cu	Fe	Ni	Zn
洗淨前	2900	3000	2600	2500
比較例 1	0.4	1.2	1.7	4.0
實施例 5	0.2	3.8	1.4	4.2

(對低介電常數膜之傷害)

將塗裝有多孔狀的 MSQ 作為低介電常數膜之矽晶圓，放在實施例之洗淨液中以 25℃ 浸漬 10 分鐘，用超純水進行流水沖洗 3 分鐘後乾燥，以 Nanometrics 公司之 Nanospec 210 測定浸漬前後之低介電常數膜之折射率，折射率與介電常數有相關，折射率上升時介電常數也會上升。

[表 6]

	組成(重量%)	折射率
比較例 10	草酸 3.4	浸漬前 1.258
	表面活性劑	浸漬後 1.409
	Newcol565※ 0.03	
實施例 5	草酸 3.4	浸漬前 1.258
	二甘醇單-正-丁基醚 3.0	浸漬後 1.258

※聚氧烷撐烷基苯基醚(polyoxyalkylene alkylphenyl ether)系 (非離子型界面活性劑：日本乳化劑製)

如上述，本發明之洗淨液不會對低介電常數膜造成傷害，可以改善對疏水性表面之潤溼性，對於表面上所吸附之粒子、金屬不純物，具有優良之去除性能。

【圖式簡單說明】

無

【主要元件符號說明】

無

公告本

發明專利說明書

100年7月5日修 正本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：93109650

※ 申請日期：2004 年 4 月 7 日

※IPC 分類：C11D^{10/00}

(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體基板洗淨液組成物

CLEANING LIQUID COMPOSITION FOR SEMICONDUCTOR
SUBSTRATE

二、中文發明摘要：

本發明開發一種洗淨液，其從裸矽晶圓表面、低介電常數膜之類的疏水性表面去除粒子之能力高。

藉由組合如草酸之類的有機酸水溶液與特定的有機溶液，可以改良洗淨液與疏水性表面之潤溼性。

三、英文發明摘要：

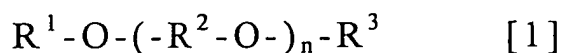
A cleaning liquid composition used for cleaning a semiconductor substrate having a contact angle between the surface thereof and water dropped thereon of at least 70 degrees is provided, the cleaning liquid composition including an aliphatic polycarboxylic acid and an organic solvent having a hydroxyl group and/or an ether group, and the cleaning liquid composition having a contact angle of at most 40 degrees when dropped on the semiconductor substrate. Also provided is a method for cleaning a semiconductor substrate having a contact angle between the surface thereof and water dropped thereon of at least 70 degrees by means of the above cleaning liquid composition.

100年7月5日修 正本

七、申請專利範圍：

1. 一種洗淨液組成物，其用以洗淨具有低介電常數(Low-K)膜之半導體基板或是裸矽晶圓，前述組成物係由從一般式

[1]



(R^1 為碳數 1~6 之烷基，

R^2 為乙烯基或是丙烯基，

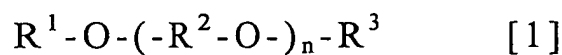
n 為 0~4，

R^3 為氫或是碳數 1~6 之烷基)

表示之化合物所構成之群組中選出的 1 種以上的有機溶劑；從草酸、丙二酸、蘋果酸、酒石酸及檸檬酸所構成之群組中選出的 1 種以上的脂肪族聚羧酸類；及水所構成；

並且，含有前述有機溶劑 0.01~50.0 重量%、前述脂肪族聚羧酸類 0.01~30 重量%。

2. 一種洗淨方法，是具有低介電常數(Low-K)膜之半導體基板或是裸矽晶圓的洗淨方法，其係藉由一洗淨液組成物來洗淨，前述洗淨液組成物係由從一般式[1]



(R^1 為碳數 1~6 之烷基，

R^2 為乙烯基或是丙烯基，

n 為 0~4，

R^3 為氫或是碳數 1~6 之烷基)

表示之化合物所構成之群組中選出的 1 種以上的有機溶劑；從草酸、丙二酸、蘋果酸、酒石酸及檸檬酸所構成之群組中選出的 1 種以上的脂肪族羧酸類；及水所構成；

並且，含有前述有機溶劑 0.01~50.0 重量%、前述脂肪族聚羧酸類 0.01~30 重量%。

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：無。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：無。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無