

公告本

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： 96131529

096 1/02 (2006.01)

※ 申請日期： 96-08-24

※IPC 分類：H01L 21/30>(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體材料之 CMP 之組合物及方法

COMPOSITIONS AND METHODS FOR CMP OF SEMICONDUCTOR
MATERIALS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商卡博特微電子公司

CABOT MICROELECTRONICS CORPORATION

代表人：(中文/英文)

斯帝文 維斯曼

WESEMAN, STEVEN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國伊利諾州歐洛拉市康蒙斯路870號

870 NORTH COMMONS DRIVE, AURORA, ILLINOIS, 60504, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 7 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 法蘭西斯可 迪瑞 塞沙洛
DE REGE THESAURO, FRANCESCO
2. 史帝芬 葛倫拜
GRUMBINE, STEVEN
3. 菲利普 卡特
CARTER, PHILLIP
4. 李守田
LI, SHOUTIAN
5. 張吉
ZHANG, JIAN
6. 大衛 史洛德
SCHROEDER, DAVID
7. 蔡明蒔
 TSAI, MING-SHIH

國 籍：(中文/英文)

- | | |
|------------|--------|
| 1. 加拿大 | CANADA |
| 2. 美國 | U.S.A. |
| 3. 美國 | U.S.A. |
| 4. 中華人民共和國 | P.R.C. |
| 5. 中華人民共和國 | P.R.C. |
| 6. 美國 | U.S.A. |
| 7. 中華民國 | TAIWAN |

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006年08月30日；60/841,005

2. 美國；2007年02月09日；11/673,399

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明提供一種用於化學-機械拋光之組合物。該組合物包含研磨劑、第一金屬拋光速率改進劑、第二金屬拋光速率改進劑及液體載劑。在一實施例中，該第一金屬拋光速率改進劑具有相對於標準氫電極小於0.34 V之標準還原電勢，且該第二金屬拋光速率改進劑具有相對於標準氫電極大於0.34 V之標準還原電勢。在其他實施例中，該第一及第二金屬拋光速率改進劑為不同氧化劑。

六、英文發明摘要：

The invention provides a composition for chemical-mechanical polishing. The composition comprises an abrasive, a first metal rate polishing modifier agent, a second metal rate polishing modifier agent, and a liquid carrier. In one embodiment, the first metal rate polishing modifier agent has a standard reduction potential less than 0.34 V relative to a standard hydrogen electrode, and the second metal rate polishing modifier agent has a standard reduction potential greater than 0.34 V relative to a standard hydrogen electrode. In other embodiments, the first and second metal rate polishing modifier agents are different oxidizing agents.

七、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：

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於拋光組合物及使用其拋光基板之方法。更特定言之，本發明係關於適用於拋光半導體表面之化學-機械拋光組合物。

【先前技術】

在此項技術中熟知用於基板之表面的化學-機械拋光(CMP)之組合物及方法。用於含金屬之半導體基板(例如積體電路)的表面之CMP之拋光組合物(亦稱為拋光漿液、CMP漿液及CMP組合物)通常含有研磨劑、各種添加化合物及其類似物。

一般而言，CMP包括同時進行第一覆蓋層之化學及機械拋光以暴露非平面第二層之一部分表面，該第一層形成於該第二層上。例如，美國專利第4,789,648號揭示使用拋光襯墊及拋光組合物來以比第二層更快之速率移除第一層直至材料之第一覆蓋層之表面與經覆蓋之第二層之上表面共平面的CMP方法。化學-機械拋光之更詳細說明可見於美國專利第4,671,851、4,910,155及4,944,836號中。

積體電路之製造商力求改善半導體器件之電流密度。必需使用對於特徵定義中之導體而言具有低電阻之導電材料，該等特徵定義形成於具有低介電常數、作為絕緣層以降低鄰近互連之間的電容耦合之材料中。符合此等要求之導電材料係銅及其合金。

在半導體器件中使用銅(Cu)之一難題在於銅擴散入包裹

絕緣材體料中。為減少銅於絕緣體材料中之擴散且為有助於銅之黏附，在銅沈積之前將阻擋層沈積於特徵定義中。障壁材料包括(例如)鉭(Ta)、氮化鉭(TaN)、鈦(Ti)及氮化鈦(TiN)。銅沈積後，使用CMP移除過量銅及障壁層。

由於Ta之相對惰性性質，因此當前之CMP方法及市售障壁層移除漿液關於適用之漿液化學組成受限。因而，拋光主要依賴於強機械磨蝕。些許不同而言，用於含有Ta之障壁層之工件的現行CMP方法及高固體濃度之組合物在障壁層、金屬層(Cu基)及層間介電(ILD)層(二氧化矽基)之間具有極差選擇率，使得金屬及ILD層同時過度移除。

另一拋光基板中若干金屬之方法係使用大量足以氧化基板上所有待拋光之金屬的氧化劑。隨後藉由使用使金屬表面鈍化或使金屬離子錯合之添加劑控制金屬之移除速率。該方法要求使鈍化膜化學最優化以減慢一種金屬之氧化且容許基板上第二金屬之移除。

許多已知CMP組合物適用於限制目的，但亦需忍受不可接受之拋光效能。因此，仍需要對具備第二金屬時之諸如鉭之半導體材料顯示適用之移除速率的新穎CMP組合物。

【發明內容】

本發明提供一種化學-機械拋光組合物，其包含(a)研磨劑；(b)第一金屬拋光速率改進劑；(c)第二金屬拋光速率改進劑；及(d)液體載劑。

在一實施例中，第一金屬拋光速率改進劑具有相對於標準氫電極小於0.34 V之標準還原電勢，其中第一金屬拋光

速率改進劑為醌，且第二金屬拋光速率改進劑具有相對於標準氫電極大於0.34 V之標準還原電勢。

在第二實施例中，第一金屬拋光速率改進劑為包含醌部分之有機氧化劑，且第二金屬拋光速率改進劑係選自由碘化物、碘、 I^2 、丙二醯胺₃及三碘化物組成之群。

在第三實施例中，第一金屬拋光速率改進劑為包含醌部分之有機氧化劑，且第二金屬拋光速率改進劑為以低於第一金屬拋光速率改進劑之濃度的濃度存在之氧化劑。

在第四實施例中，第一金屬拋光速率改進劑為包含醌部分之有機氧化劑，其限制條件為該第一金屬拋光速率改進劑不為1,2-萘醌-4-磺酸、胺基蒽醌磺酸或氫醌磺酸，且第二金屬拋光速率改進劑為氧化劑，其限制條件為該第二金屬拋光速率改進劑與第一金屬拋光速率改進劑不同且不為碘酸鉀或硝酸。

本發明亦提供一種化學-機械拋光基板之方法，該方法包含(i)提供一合意地具有至少兩種金屬之基板；(ii)提供上述化學-機械拋光組合物中之一種；(iii)使該基板與拋光襯墊接觸，其中拋光組合物位於基板與拋光襯墊之間；(iv)相對於基板移動該拋光襯墊及拋光組合物；及(iv)研磨基板之至少一部分以拋光該基板。

【實施方式】

本發明提供一種適用於拋光基板、較佳合意地含有至少兩種金屬之半導體基板之CMP組合物。該CMP組合物含有(a)研磨劑；(b)第一金屬拋光速率改進劑；(c)第二金屬拋

光速率改進劑；及(d)液體載劑。

相對於習知CMP組合物，希望CMP組合物提供基板中一或多種金屬之平滑快速移除。此外，CMP組合物可以銅及鈹及視情況TiN之移除選擇率可由使用者加以改變之方式使用。

研磨劑可為任何適當研磨劑，尤其為適用於半導體材料之CMP的研磨劑。希望研磨劑包含金屬氧化物、基本上由金屬氧化物組成或由金屬氧化物組成。適當研磨劑之實例包括(但不限於)二氧化矽、氧化鋁、二氧化鈦、二氧化鈷、氧化鋳或上述研磨劑之兩種或兩種以上之組合。研磨劑較佳為二氧化矽或氧化鋁，最佳為二氧化矽(例如非晶二氧化矽、膠狀二氧化矽或摻雜有鋁之膠狀二氧化矽)。

研磨劑可以任何適當量存在於CMP組合物中。例如，CMP組合物中研磨劑所佔量可為0.1 wt%或以上，例如0.2 wt%或以上、0.5 wt%或以上或1 wt%或以上。或者或另外，CMP組合物中研磨劑所佔量可為20 wt%或以下，例如15 wt%或以下、12 wt%或以下、10 wt%或以下、8 wt%或以下、5 wt%或以下、4 wt%或以下或3 wt%或以下。因此，CMP組合物中研磨劑所佔量可為0.1 wt%至20 wt%，例如0.1 wt%至12 wt%或0.1 wt%至4 wt%。

研磨劑可為任何適當形式。研磨劑通常以顆粒形式，其可具有任何適當尺寸(亦即包裹顆粒之最小球體的直徑)。例如，研磨劑可具有10 nm或以上，例如20 nm或以上、30 nm或以上或50 nm或以上之平均粒徑。或者或另外，研磨

劑可具有 500 nm 或以下，例如 300 nm 或以下、200 nm 或以下或 100 nm 或以下之平均粒徑。可藉由任何適當方法測定粒徑，該等方法中之許多為此項技術中所熟知，諸如雷射散射技術。

研磨劑合意地懸浮於 CMP 組合物中，更特定言之懸浮於 CMP 組合物之液體載劑中。當研磨劑懸浮於 CMP 組合物中時，研磨劑較佳膠體穩定。術語"膠體"係指研磨劑顆粒在液體載劑中之懸浮液。"膠體穩定"係指隨時間保持懸浮。在本發明之上下文中，若當將 CMP 組合物放入 100 ml 量筒且容許其在無攪拌情況下靜置 2 小時時段，50 ml 量筒底部之研磨劑濃度([B]，以 g/ml 為標準)與 50 ml 量筒頂部之研磨劑濃度([T]，以 g/ml 為標準)之間的差異除以 CMP 組合物中研磨劑之初始濃度([C]，以 g/ml 為標準)小於或等於 $0.5([B]-[T])/[C] \leq 0.5$ 時，則認為研磨劑在 CMP 組合物中膠體穩定。希望 $[B]-[T]/[C]$ 的值小於或等於 0.3，且較佳小於或等於 0.1。

第一及第二金屬拋光速率改進劑係選自下列第一及第二金屬拋光速率改進劑對：(1)第一金屬拋光速率改進劑具有相對於標準氫電極小於 0.34 V 之標準還原電勢，其中第一金屬拋光速率改進劑為醌，且第二金屬拋光速率改進劑具有相對於標準氫電極大於 0.34 V 之標準還原電勢；(2)第一金屬拋光速率改進劑為包含醌部分之有機氧化劑，且第二金屬拋光速率改進劑係選自由碘化物、碘、 I_2 ·丙二醯胺₃及三碘化物組成之群；(3)第一金屬拋光速率改進劑為包含

醌部分之有機氧化劑，且第二金屬拋光速率改進劑為以低於第一金屬拋光速率改進劑之濃度的濃度存在之氧化劑；及(4)第一金屬拋光速率改進劑為包含醌部分之有機氧化劑，其限制條件為該第一金屬拋光速率改進劑不為1,2-萘醌-4-磺酸、胺基蒽醌磺酸或氫醌磺酸，且第二金屬拋光速率改進劑為氧化劑，其限制條件為該第二金屬拋光速率改進劑與第一金屬拋光速率改進劑不同且不為碘酸鉀或硝酸。

在第一實施例中，第一金屬拋光速率改進劑可為任何相對於標準氫電極具有0.34 V($\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^0$ 之 E° 值)或以下之標準還原電勢之適當材料。第一實施例中之第二金屬拋光速率改進劑可為任何相對於標準氫電極具有大於0.34 V之標準還原電勢的適當材料。

在第二實施例中，第一金屬拋光速率改進劑可為任何包含醌部分之適當有機氧化劑。第二實施例中之第二金屬拋光速率改進劑可為任何選自由碘化物、碘、 I_2 ·丙二醯胺₃及三碘化物組成之群的適當試劑。第二實施例之CMP組合物可視情況進一步包含第二氧化劑。

在第三實施例中，第一金屬拋光速率改進劑可為任何包含醌部分之適當有機氧化劑。在第三實施例中，第二金屬拋光速率改進劑可為任何以低於第一金屬拋光速率改進劑之濃度的濃度存在之適當氧化劑。

在第四實施例中，第一金屬拋光速率改進劑可為任何包含醌部分之適當有機氧化劑，其限制條件為第一金屬拋光

速率改進劑不為1,2-萘醌-4-磺酸、胺基蒽醌磺酸或氫醌磺酸。在第四實施例中，第二金屬拋光速率改進劑可為任何適當氧化劑，其限制條件為該第二金屬拋光速率改進劑與第一金屬拋光速率改進劑不同且不為碘酸鉀或硝酸。

適當有機氧化劑包括(但不限於)氯冉酸、有機過氧化物(例如第三丁基過氧化物)、n-甲基嗎啉-N-氧化物、二氯醌酚、 I_2 ·丙二醯胺₃及醌，諸如二羥基醌，例如(2,5-二羥基苯醌)、萘醌(例如1,2-萘醌-4-磺酸)及具有一或多個官能基之蒽醌。蒽醌之官能基主要有助於增強蒽醌在CMP組合物中之溶解性，但其亦可影響拋光基板時CMP組合物之效能。適當官能基為(但不限於)磺酸基、磷酸基及胺。蒽醌可具有兩種或兩種以上不同類型之官能基之混合物。蒽醌之較佳官能基為磺酸。因此，有機氧化劑較佳為蒽醌二磺酸，諸如9,10-蒽醌-1,8-二磺酸、9,10-蒽醌-1,5-二磺酸、9,10-蒽醌-2,6-二磺酸及其鹽。

適當無機氧化劑包括(但不限於)過氧化氫、過氧單硫酸鉀、過硫酸鹽(例如單過硫酸銨、二過硫酸銨、單過硫酸鉀及二過硫酸鉀)、過碘酸鹽(例如過碘酸鉀)、過氯酸鹽(例如過氯酸鉀)、碘酸鹽(例如碘酸鉀)、碘、三碘酸鹽、過錳酸鉀、鐵(III)之無機鹽(例如硝酸鐵)、鐵(III)之有機鹽(例如丙二酸鐵(III)Fe(III)(Ma)₃)硫酸銻(IV)、溴酸鹽(例如溴酸鉀)及氯酸鹽。較佳地，當第二金屬拋光速率改進劑為無機氧化劑時，其選自碘酸鹽(例如碘酸鉀)、碘、過錳酸鉀、鐵(III)之無機鹽(例如硝酸鐵)、溴酸鹽及氯酸鹽。

及過硫酸鹽。在某些實施例中，無機金屬拋光速率改進劑不為硝酸。

CMP組合物可進一步包含鹵陰離子。適當鹵陰離子包括氯離子、溴離子及碘離子。CMP組合物中之較佳鹵陰離子為碘離子。可藉由在CMP組合物中使用任何適當鹽來提供鹵陰離子。用於提供鹵離子之適當鹽包括(例如)鉀、鉍、銨、鎂、鈣、鋇、鋇及鋁鹽。

除碘化物外，在某些實施例中CMP組合物可含有碘、 I_2 ·丙二醯胺₃或三碘化物。碘可以分子碘(I_2)或可溶性碘加合物形式存在。藉由(例如)組合 I_2 與碳酸來產生可溶性碘加合物。碘加合物較佳為 I_2 ·丙二醯胺₃。

第一及第二金屬拋光速率改進劑可以任何適當量存在於CMP組合物中。例如，以CMP組合物之總重量計，第一及第二金屬拋光速率改進劑中之每一者可以0.001 wt%或以上、例如0.01 wt%或以上、0.05 wt%或以上或0.1 wt%或以上的量存在於CMP組合物中。或者或另外，第一及第二金屬拋光速率改進劑之每一者可以5 wt%或以下、例如1 wt%或以下或0.5 wt%或以下的量存在於CMP組合物中。以莫耳濃度計，第一及第二金屬拋光速率改進劑之每一者可以1 mM或以上、例如2 mM或以上、3 mM或以上或5 mM或以上之濃度存在於CMP組合物中。或者或另外，第一及第二金屬拋光速率改進劑中之每一者可以60 mM或以下、例如40 mM或以下、20 mM或以下或10 mM或以下的量存在於CMP組合物中。第二金屬拋光速率改進劑可以任何濃

度，大於、等於或小於第一金屬拋光速率改進劑之濃度存在。例如，在一實施例中CMP組合物中第二金屬拋光速率改進劑之濃度低於該CMP組合物中第一金屬拋光速率改進劑之濃度。

當CMP組合物包含鹵化物時，鹵陰離子可以任何適當濃度存在於CMP組合物中。例如，鹵離子可以5 ppm或以上、例如10 ppm或以上或25 ppm或以上之濃度存在於CMP組合物中。或者或另外，鹵離子可以120 ppm或以下、例如100 ppm或以下或60 ppm或以下之濃度存在於CMP組合物中。

液體載劑可為任何適當液體載劑。適當液體載劑之實例包括(但不限於)水或與水可混溶之溶劑，諸如乙醇、甲醇、異丙醇、丁醇及其組合。液體載劑用以促進研磨劑顆粒、氧化劑及任何其他添加劑施用至適當基板之表面。液體載劑較佳為水。水較佳為去離子水。

CMP組合物視情況進一步包含適當量之一或多種其他材料。該等其他材料可為通常包括於CMP組合物中之其他材料。例如，該等其他材料可為腐蝕抑制劑、黏度改良劑、界面活性劑、殺生物劑及其類似物。

腐蝕抑制劑(亦即成膜劑)可為任何適當腐蝕抑制劑。腐蝕抑制劑通常為含有含雜原子之官能基的有機化合物。例如，腐蝕抑制劑可為具有至少一個5或6員雜環作為活性官能基之雜環有機化合物，其中該雜環含有至少一個氮原子。腐蝕抑制劑較佳係選自由1,2,3-三唑、1,2,4-三唑、苯

并三唑、苯并咪唑、苯并噻唑及其混合物組成之群。組合物最佳包含苯并三唑。CMP組合物可包含任何適當量之腐蝕抑制劑。

殺生物劑可為任何適當殺生物劑。適當殺生物劑為異噻唑啉酮組合物，諸如KATHON®殺生物劑，其獲自Rohm and Haas (Philadelphia, PA)。CMP組合物可包含任何適當量之殺生物劑，例如通常為殺生物量。

CMP組合物可具有任何適當pH值。CMP組合物較佳具有範圍在1至4，例如2至3內之pH值。除CMP組合物之其他酸性及鹼性組份外，CMP組合物視情況包含一或多種pH值調節材料，例如，諸如硝酸、鹽酸、乙酸及其類似物之酸，諸如氨、氫氧化鉀及其類似物之鹼或其組合。

可藉由任何適用技術製備CMP組合物，該等技術中之許多為熟習此項技術者所熟知。可以批次或連續化製程製備CMP組合物。CMP組合物通常可藉由以任何次序組合其組份來製備。如本文中所示術語"組份"包括個別成份(例如研磨劑、酸、鹼、金屬拋光速率改進劑及其類似物)以及成份之任何組合。例如，研磨劑可分散於水中，且可添加金屬拋光速率改進劑或酸或鹼且藉由任何能夠將組份併入CMP組合物中之方法混合。當添加氧化劑時，可僅在起始拋光基板之前添加該等氧化劑中之某些或所有。可藉由兩種或兩種以上傳遞系統將該等組份組合於拋光壓台上。

CMP組合物可製備成在使用前混合之獨立組份。該等獨立組份可以各種方式組合。例如，可製備三部分系統，其

中第一部分含有研磨劑顆粒，第二部分含有金屬拋光速率改進劑及水，且第三部分為水。作為另一實例，第一部分可包含4至30 wt%之二氧化矽，其pH值經調整至2與4之間，且第二部分可包含兩種或兩種以上適當金屬拋光速率改進劑。隨後可以各種方式組合該3個部分，例如藉由將第二部分添加至第三部分(水)，接著將第一部分添加至第二部分與第三部分之混合物中。熟習此項技術者將認識到視組份之溶解性及穩定性而定，各種部分之比例及濃度可不同，使得所製備CMP組合物之組份的最終濃度將如本文中所描述。由獨立部分製備CMP組合物之優點在於藉由獨立於其他組份保存研磨劑顆粒，延長產品之存放期。另一優點在於大多數水無需自製造商運送至基板製造設施，而其可在拋光發生之位置添加，藉此降低運送成本。

本發明亦提供一種化學-機械拋光基板、尤其半導體基板之方法。該方法包含(i)使基板之表面與拋光襯墊及如本文中所描述之CMP組合物接觸；及(ii)相對於基板表面移動該拋光襯墊，其中拋光組合物位於基板與拋光襯墊之間，藉此研磨該表面之至少一部分以拋光基板。

化學-機械拋光法可用於拋光任何適當基板，且其尤其適用於拋光包含銅、銅基合金、鈹、氮化鈹或其組合之基板。本發明亦提供一種用於選擇此等金屬在基板之化學機械拋光中的相對移除速率之方法。該方法包含改變一或多種金屬拋光速率改進劑之濃度使得第一金屬之移除速率相對於第二金屬之移除速率升高或降低。例如，增加組合物

中金屬拋光速率改進劑之濃度可增加銅之移除速率且對鈦之移除速率無效。因此，在希望相對於鈦僅移除少量之銅的應用中，可使用較低濃度之第二金屬拋光速率改進劑。相反地，在希望移除等量之銅及鈦的應用中，可使用高濃度之第二金屬拋光速率改進劑。另外，可改變金屬拋光速率改進劑之濃度及組合以有效地拋光TiN。

本發明之CMP方法尤其適於與化學-機械拋光裝置一起使用。在此項技術中熟知用於化學-機械拋光之不同類型之CMP裝置。CMP裝置通常包含壓台，其在使用時運動且具有由軌道、線性及/或圓周運動產生之速度；拋光襯墊，其與壓台接觸且當壓台運動時隨其移動；及載體，其容納待藉由接觸且相對於拋光襯墊之表面移動來拋光之基板。藉由將基板放置與拋光襯墊及本文中描述之CMP組合物接觸且隨後相對於基板移動拋光襯墊，以便研磨基板之至少一部分從而拋光基板來使基板之拋光發生。

可使用任何適當拋光襯墊(例如拋光表面)以如本文中描述之CMP組合物來使基板平面化或拋光。適當拋光襯墊包括(例如)織物狀及非織物狀拋光襯墊、凹槽或非凹槽襯墊、多孔或無孔襯墊及其類似物。此外，適當拋光襯墊可包含任何不同密度、硬質、厚度、壓縮性、壓縮時回彈能力及壓縮模數之適當聚合物。適當聚合物包括(例如)聚氯乙烯、聚氟乙烯、耐綸、碳氟化合物、聚碳酸酯、聚酯、聚丙烯酸酯、聚醚、聚乙烯、聚醯胺、聚胺基甲酸酯、聚苯乙烯、聚丙烯、其共同形成之產品及其混合物。希望適

用於CMP方法之拋光襯墊為包含聚胺基甲酸酯聚合物之襯墊。

拋光襯墊可為硬質或軟質襯墊。由於可歸因於諸如刮傷及去層壓之機械因素的所得高缺陷性，因此通常避免包含諸如鈦之障壁材料之基板於硬質襯墊上的拋光。然而，由於硬質襯墊持續時間較長，因此通常希望使用硬質襯墊拋光，藉此降低製程之總成本。本發明之CMP組合物可與硬質襯墊一起使用，且當與硬質襯墊一起使用時其已關於低缺陷展示異常效能。

本發明之CMP組合物可在接近使用時稀釋。換言之，本發明之CMP組合物可在化學-機械拋光位置處，例如在基板-拋光襯墊介面處稀釋。可使用任何適當稀釋。藉由添加適當量之適當液體載劑、通常為水性稀釋劑，在充分混合情況下進行CMP組合物之濃縮物的稀釋。液體載劑通常為水、較佳為蒸餾或去離子水。在此實施例中，CMP組合物濃縮物可包括各種分散或溶解於例如水性溶劑(諸如水)之液體載劑中之組份，其量使得CMP組合物濃縮物以適當量之例如水性溶劑之液體載劑稀釋後，CMP組合物之各組份將以在適當使用範圍內之量存在於CMP組合物中。

如本文中關於本發明之組合物及方法所用，術語"可調節"係指藉由調節CMP組合物之一或多種組份之濃度，影響基板組份之拋光速率之能力。例如，藉由調節本發明之CMP組合物中一種金屬拋光速率改進劑之濃度，鈦拋光速率可自速率0調節至2000 Å/min，銅拋光速率可自0調節至

8000 Å/min，且TiN拋光速率可自0調節至1500 Å/min。本發明之CMP組合物可對基板中存在之一種、兩種或兩種以上金屬進行調節。CMP組合物之可調節性提供基板之更大拋光精度及在製造期間拋光若干基板之更大靈活性。

下列實例進一步說明本發明，但其當然不應理解為以任何方式限制其範疇。

實例 1

此實例在拋光含有鈹及銅之基板中使用9,10-蒽醌-1,8-二磺酸(1,8-AQDSA)作為第一金屬拋光速率改進劑且過氧化氫作為第二金屬拋光速率改進劑來證明雙金屬拋光速率改進劑之有效性。

於Logitech桌上型拋光機上以EPIC™ D100襯墊(Cabot Microelectronics, Aurora, Illinois)、以不同拋光組合物(拋光組合物1A-1E)拋光包含鈹及銅之類似基板。工具加工條件為102 rpm壓台速度、110 rpm載體速度、24.7 kPa(3.58 psi)下壓力及100 mL/min拋光組合物流動速率。

各拋光組合物含有4 wt%之膠狀二氧化矽及0.08 wt%之1,8-AQDSA之鉀鹽，且使用硝酸將其調整為pH 2.2。拋光組合物1A(比較)並不含有第二金屬拋光速率改進劑。拋光組合物1B、1C、1D及1E(本發明)分別含有25 ppm、50 ppm、100 ppm及500 ppm之過氧化氫。

測定各化學-機械拋光組合物對銅之移除速率(RR)且結果作為若干拋光實驗之平均值概括於表1中。

表 1：以 1,8-AQDSA 及 H_2O_2 移除銅之速率

拋光組合物	H_2O_2 (ppm)	H_2O_2 (mM)	Cu RR ($\text{\AA}/\text{min}$)
1A (比較)	0	0.0	134
1B (本發明)	25	0.7	230
1C (本發明)	50	1.5	326
1D (本發明)	100	2.9	721
1E (本發明)	500	14.7	2562

結果指示將過氧化氫濃度自 0 增加至 15 mM 可將 Cu 移除速率自 100 增加至 2500 $\text{\AA}/\text{min}$ 。

實例 2

此實例在拋光含有鈹及銅之基板中使用 1,8-AQDSA 作為第一金屬拋光速率改進劑且使用碘酸鉀作為第二金屬拋光速率改進劑來證明雙金屬拋光速率改進劑之有效性。

於 Logitech 桌上型拋光機上以 IC1000 拋光襯墊、以不同拋光組合物 (拋光組合物 2A-2C) 拋光包含鈹及銅之類似基板。工具加工條件為 102 rpm 壓台速度、110 rpm 載體速度、用於銅之 1.58 psi 下壓力及用於鈹之 7.6 kPa (1.1 psi) 下壓力，及 100 mL/min 之拋光組合物流動速率。

各拋光組合物含有 4 wt% 之膠狀二氧化矽、0.08 wt% 之 1,8-AQDSA 及 500 ppm 苯并三唑 (BTA)，且以硝酸將 pH 值調整為 2.2。拋光組合物 2A (比較) 並不含有第二金屬拋光速率改進劑。拋光組合物 2B 及 2C (本發明) 分別含有 25 ppm 及 100 ppm 之碘酸鉀。

測定各化學-機械拋光組合物對銅及鈹之移除速率 (RR) 且結果作為若干拋光實驗之平均值概括於表 2 中。

表 2：以 1,8-AQDSA 及 KIO_3 移除銅及鉍之速率

拋光組合物	KIO_3 (ppm)	KIO_3 (mM)	Ta RR ($\text{\AA}/\text{min}$)	Cu RR ($\text{\AA}/\text{min}$)
2A (比較)	0	0.0	620	150
2B (本發明)	25	0.12	726	233
2C (本發明)	100	0.47	696	321

結果指示將碘酸鹽濃度自 0 增加至 0.5 mM 可將銅移除速率以線性形式自 150 增加至 325 $\text{\AA}/\text{min}$ 。Ta 移除速率與在此等含量下 KIO_3 濃度增加並不相聯，藉此指示 Cu 移除速率可獨立於 Ta 移除速率加以調節。

實例 3

此實例在拋光含有鉍及銅之基板中使用 1,8-AQDSA 作為第一金屬拋光速率改進劑(第一 MPRM 劑)、以碘酸鉀或 2,5-二羥基苯醌作為第二金屬拋光速率改進劑(第二 MPRM 劑)來證明雙金屬拋光速率改進劑之有效性。

於 MIRRA™ 拋光工具(Applied Materials)上以來自 Rodel 之 Polytex 襯墊、以不同拋光組合物(拋光組合物 3A-3C)拋光包含鉍及銅之類似基板。工具加工條件包括 10.3 kPa (1.5 psi) 下壓力。

各拋光組合物含有 1 wt% 膠狀二氧化矽及 0.08 wt% 1,8-AQDSA，且以硝酸將其調整至 pH 2.8。拋光組合物 3A(比較)進一步含有 0.05 wt% BTA。拋光組合物 3B(本發明)含有 0.04 wt% BTA 及 2 mM 2,5-二羥基苯醌。拋光組合物 3C(本發明)含有 0.01 wt% BTA 及 0.01 wt% (0.47 mM) 碘酸鉀。

測定各化學-機械拋光組合物對銅及鉍之移除速率

表 3：銅及鈹移除速率

拋光組合物	第二 MPRM 劑	Ta RR (Å/min)	Cu RR (Å/min)
3A (比較)	無	532	25
3B (本發明)	2,5-二羥基苯醌	435	55
3C (本發明)	碘酸鉀	431	37

結果指示當與僅具有 1,8-AQDSA 之漿液相比時，含有雙金屬拋光速率改進劑之漿液已增加 Cu 移除速率且稍微降低 Ta 移除速率。

實例 4

此實例在拋光含有鈹及銅之基板中使用 9,10-蒽醌-1,5-二磺酸 (1,5-AQDSA) 作為第一金屬拋光速率改進劑且使用碘酸鉀作為第二金屬拋光速率改進劑來證明雙金屬拋光速率改進劑之有效性。

於 Logitech 桌上型拋光機上以 IC1000 拋光襯墊 (Rodel)、以不同拋光組合物 (拋光組合物 4A-4D) 拋光包含鈹及銅之類似基板。工具加工條件為 102 rpm 壓台速度、110 rpm 載體速度、9.31 kPa (1.35 psi) 下壓力及 150 mL/min 拋光組合物流動速率。

各拋光組合物含有 0.5 wt% 膠狀二氧化矽、0.1 wt% 1,5-AQDSA、1000 ppm BTA，且使用硝酸將 pH 值調整為 2.4。拋光組合物 4A (比較) 並不含有第二金屬拋光速率改進劑。拋光組合物 4B、4C 及 4D (本發明) 分別含有 125 ppm、250 ppm 及 500 ppm 之碘酸鉀。

測定各化學-機械拋光組合物對銅及鈹之移除速率 (RR)，且將結果概括於表 4 中。

(RR)，且將結果概括於表4中。

表4：以1,5-AQDSA及KIO₃移除銅及鉭之速率

拋光組合物	KIO ₃ (ppm)	KIO ₃ (mM)	Ta RR (Å/min)	Cu RR (Å/min)	Ta/Cu 速率選擇率
4A (比較)	0	0.0	186	65	2.9
4B (本發明)	125	0.58	457	160	2.9
4C (本發明)	250	1.17	641	152	4.2
4D (本發明)	500	2.34	1102	229	4.8

結果指示將碘酸鹽濃度自0增加至500 ppm使得銅移除速率以線性形式自65增加至229 Å/min($R^2=86\%$)。另外，Ta移除速率隨KIO₃之濃度增加而線性增加($R^2=99.7\%$)，但具有更高斜率(與Cu移除速率之斜率0.3相比，Ta移除速率之斜率為1.8)。因此，使用包含此等兩種金屬拋光速率改進劑之拋光組合物，Cu移除速率與Ta移除速率可同時調節，獲得不同Ta比Cu選擇率。

實例5

此實例在拋光含有鉭及銅之基板中，使用1,8-AQDSA作為第一金屬拋光速率改進劑且使用1,2-萘醌-4-磺酸(NQSA)作為第二金屬拋光速率改進劑來證明雙金屬拋光速率改進劑之有效性。

於Logitech桌上型拋光機上以Politex拋光襯墊、以不同拋光組合物(拋光組合物5A-5D)拋光包含鉭及銅之類似基板。工具加工條件為102 rpm壓台速度、110 rpm載體速度、9.31 kPa(1.35 psi)下壓力及150 mL/min拋光組合物流動速率。

各拋光組合物含有1 wt%膠狀二氧化矽(50 nm粒徑)、

0.05 wt%之1,8-AQDSA之鉀鹽及1000 ppm BTA，且以硝酸將pH值調整為2.2。拋光組合物5A(比較)並不含有第二金屬拋光速率改進劑。拋光組合物5B、5C及5D(本發明)分別含有125 ppm、250 ppm及500 ppm之NQSA。

測定各化學-機械拋光組合物對銅及鈹之移除速率(RR)，且將結果概括於表5中。

表5：以1,8-AQDSA及NQSA移除銅及鈹之速率

拋光組合物	NQSA (ppm)	NQSA (mM)	Ta RR (Å/min)	Cu RR (Å/min)	Ta/Cu 速率選擇率
5A(比較)	0	0	669	36	17.6
5B(本發明)	125	0.48	745	53	14.1
5C(本發明)	250	0.96	814	221	3.7
5D(本發明)	500	1.92	802	721	1.1

結果指示在0至500 ppm範圍內增加第二金屬拋光速率改進劑NQSA之量與以線性方式增加銅移除速率相關。Ta移除速率與在測試含量下增加NQSA之量並不相關。因此，藉由使用包含此等兩種金屬拋光速率改進劑之拋光組合物，Cu移除速率可獨立於Ta移除速率加以調節，得到範圍在18:1內之Ta比Cu選擇率。

實例6

此實例在拋光含有鈹及銅之基板中，使用1,8-AQDSA作為第一金屬拋光速率改進劑且使用不同量之2,5-二羥基-1,4-苯醌(DHBQ)作為第二金屬拋光速率改進劑來證明雙金屬拋光速率改進劑之有效性。

以拋光組合物6A-6D於MIRRA™拋光工具(Applied

Materials)上，歷時60秒拋光來自Semitech含有Cu(5000 Å)、Ta(250 Å)及TEOS(5000 Å)之先前已用銅拋光組合物拋光以清除銅之類似圖案化晶圓。

各拋光組合物含有4 wt%之膠狀二氧化矽及0.08 wt%之1,8-AQDSA，且使用硝酸將其調整為pH 2.2。拋光組合物6A(比較)並不含有第二金屬拋光速率改進劑。拋光組合物6B、6C及6D(本發明)分別含有50 ppm、100 ppm及300 ppm之2,5-二羥基-1,4-苯醌。在所測試之所有拋光組合物中，該等條件足以自晶圓清除Ta。

測定各化學-機械拋光組合物對銅及TEOS之移除速率(RR)，且將結果概括於表6中。

表6：1,8-AQDSA及DHBQ移除銅及TEOS之速率

拋光組合物	DHBQ (ppm)	Cu RR (Å/min)	TEOS RR (Å/min)
6A(比較)	0	58	231
6B(本發明)	50	135	239
6C(本發明)	100	144	250
6D(本發明)	300	302	254

結果指示向含有1,8-AQDSA之拋光組合物添加第二金屬拋光速率改進劑2,5-二羥基-1,4-苯醌之情況下，銅移除速率可在較大範圍內調節。結果進一步指示氧化物速率並未顯著改變。

實例7

此實例使用1,8-AQDSA作為第一金屬拋光速率改進劑(第一MPRM劑)，且使用過硫酸銨(APS)、三碘化鉀(KI₃)、過錳酸鉀(KMnO₄)或I₂·丙二醯胺₃作為第二金屬拋光速率改進劑(第二MPRM劑)來證明雙金屬拋光速率改進劑之有效性。

於 MIRRA™ 拋光工具 (Applied Materials) 上以 IC1010 拋光襯墊以不同拋光組合物 (拋光組合物 7A-7H) 拋光 TEOS 及銅毯覆式晶圓。工具加工條件為 103 rpm 壓台速度、97 rpm 載體速度、10.3 kPa (1.5 psi) 下壓力及 200 mL/min 拋光組合物流動速率。

各拋光組合物含有 4 wt% 膠狀二氧化矽、0.08 wt% 之 1,8-AQDSA 之鉀鹽及 500 ppm BTA，且以硝酸將 pH 值調整為 2.2。拋光組合物 7A (比較) 並不含有第二金屬拋光速率改進劑。拋光組合物 7B 及 7C (本發明) 分別含有 450 ppm 及 2300 ppm 之 APS。拋光組合物 7D 及 7E (本發明) 分別含有 600 ppm 及 1000 ppm 之 KMnO_4 。拋光組合物 7F 及 7G (本發明) 分別含有 50 ppm 及 150 ppm KI_3 。藉由混合等莫耳量之 KI 與 I_2 作為水中 1% 之濃縮物來製備 KI_3 ，然後添加至拋光組合物。拋光組合物 7H (本發明) 含有 50 ppm 丙二醯胺及 20 ppm I_2 。

測定各化學-機械拋光組合物對銅及 TEOS 之移除速率 (RR)，且將結果概括於表 7 中。

表 7：銅及 TEOS 移除速率

拋光組合物	第二 MPRM 劑	濃縮物 (ppm)	Cu RR ($\text{\AA}/\text{min}$)	TEOS RR ($\text{\AA}/\text{min}$)
7A (比較)	無	---	65	153
7B (本發明)	APS	450	80	230
7C (本發明)	APS	2300	343	343
7D (本發明)	KMnO_4	600	888	174
7E (本發明)	KMnO_4	1000	972	177
7F (本發明)	KI_3	50	346	192
7G (本發明)	KI_3	150	433	93
7H (本發明)	I_2 ·丙二醯胺 ₃	20(I_2)/50(丙二醯胺)	197	---

展示於表 7 中之結果指示相對於僅含有 1,8-AQDSA 之基

礎拋光組合物，添加第二金屬拋光速率改進劑增加銅移除速率。結果進一步指示第二金屬拋光速率改進劑之濃度亦可改變以調節銅移除速率。

實例 8

此實例證明雙金屬拋光速率改進劑在鹵離子存在下之有效性。

於 MIRRA™ 拋光工具 (Applied Materials) 上以 IC1010 拋光襯墊、以拋光組合物 (拋光組合物 8A 及 8B) 拋光銅毯覆式晶圓。工具加工條件為 103 rpm 壓台速度、97 rpm 載體速度、10.3 kPa (1.5 psi) 下壓力及 200 mL/min 拋光組合物流動速率。

拋光組合物 8A 及 8B 含有 4 wt% 膠狀二氧化矽、500 ppm BTA 及 40 ppm 碘化鉀，且以硝酸將 pH 值調整為 2.2。

拋光組合物 8A 進一步包含 0.08 wt% 之 1,8-AQDSA 之鉀鹽及 20 ppm I_2 。銅移除速率為 128 Å/min。與僅使用一種金屬拋光速率改進劑相比，鹵陰離子作為第二金屬拋光速率改進劑 (諸如碘陰離子) 結合第一金屬拋光速率改進劑 (諸如 1,8-AQDSA) 一起使用可更有效地拋光含有銅之基板。

類似地，拋光組合物 8B 含有 0.2 wt% 之 1,5-AQDSA 及 500 ppm 氯冉酸。銅移除速率為 1009 Å/min。

實例 9

此實例在拋光含有鉍及銅之基板中，使用 1,8-AQDSA 及丙二酸鐵 (III) $[Fe(III)(Ma)_3]$ 來證明雙金屬拋光速率改進劑之有效性。

於 Logitech 桌上型拋光機上以 IC1010 拋光襯墊、以不同拋光組合物(拋光組合物 9A-9E)拋光 TEOS 及銅毯覆式晶圓。工具加工條件為 100 rpm 壓台速度、110 rpm 載體速度、10.3 kPa (1.5 psi) 下壓力及 70 mL/min 拋光組合物流動速率。

各拋光組合物含有 4 wt% 膠狀二氧化矽、800 ppm 1,8-AQDSA 及 500 ppm BTA，且以硝酸將 pH 值調整為 2.2。拋光組合物 9A(比較)並不含有第二金屬拋光速率改進劑。藉由添加各種量之含有 1:3 非水合硝酸鐵(III):丙二酸之水溶液來製備拋光組合物 9B-9E(本發明)。拋光組合物 9B-9E 分別含有 0.125 mM、0.5 mM、2.5 mM 及 10 mM Fe(III)。

測定各化學-機械拋光組合物對銅及 TEOS 之移除速率(RR)，且將結果概括於表 8 中。

表 8：1,8-AQDSA 及 DHBQ 移除銅及 TEOS 之速率

拋光組合物	Fe (III)(mM)	TEOS RR (Å/min)	Cu RR (Å/min)
9A (比較)	無	214	59
9B (本發明)	0.125	271	85
9C (本發明)	0.5	311	122
9D (本發明)	2.5	453	187
9E (本發明)	10	422	247

結果指示鐵(III)離子可用作第二金屬拋光速率改進劑以增加 Cu 移除速率且 Cu 移除速率可藉由改變鐵(III)濃度來調節。

實例 10

此實例證明當用於含有 2 種金屬拋光速率改進劑之拋光組合物時，作為第一金屬拋光速率改進劑之有機氧化劑與

作為第二金屬拋光速率改進劑之鹵化物(碘化物)的協同效應。

於Logitech桌上型拋光機上以不同拋光組合物(拋光組合物10A-10C)拋光TEOS及銅毯覆式晶圓。

各拋光組合物含有4 wt%膠狀二氧化矽及500 ppm BTA，且以硝酸將pH值調整為2.2。拋光組合物10A並不含有任何添加劑。拋光組合物10B(本發明)含有0.08 wt% 1,8-AQDSA。拋光組合物10C(本發明)含有0.08 wt% 1,8-AQDSA及40 ppm碘化鉀。

測定各化學-機械拋光組合物對銅之移除速率(RR)，且將結果概括於表9中。

表9：銅移除速率

拋光組合物	1,8-AQDSA (wt%)	鹵化物 (ppm)	Cu RR ($\text{\AA}/\text{min}$)
10A (比較)	無	無	100
10B (比較)	0.08	無	46
10C (本發明)	0.08	40	231

結果指示當與僅含有1,8-AQDSA之拋光組合物相比時，添加碘化鉀會顯著增加Cu移除速率。另外，該等數據指示碘離子可作為某種類型之觸媒與1,8-AQDSA一起作用。通常1,8-AQDSA並不氧化銅。然而，在極少量之碘離子存在下，觀察到顯著的銅移除速率。

實例11

此實例在拋光含有銅之基板中證明之以下拋光組合物之有效性：含有2種金屬拋光速率改進劑之拋光組合物，其中1,5-AQDSA為第一金屬拋光速率改進劑且鹵化物為第二

金屬拋光速率改進劑；及含有2種金屬拋光速率改進劑及作為第三金屬拋光速率改進劑之鹵離子的拋光組合物，其中1,5-AQDSA為第一金屬拋光速率改進劑，氯冉酸為第二金屬拋光速率改進劑，且碘離子、氯離子及溴離子為表示第三金屬拋光速率改進劑之鹵離子。

於Logitech桌上型拋光機上以EPIC™ D100襯墊(Cabot Microelectronics, Aurora, Illinois)、以不同拋光組合物(拋光組合物11A-11K)拋光銅毯覆式晶圓。工具加工條件為100 rpm壓台速度、110 rpm載體速度、10.3 kPa(1.5 psi)下壓力及80 mL/min拋光組合物流動速率。

各拋光組合物含有4 wt%膠狀二氧化矽、0.2 wt% 1,5-AQDSA及500 ppm BTA，且使用氫氧化銨將pH值調整為2.2。自鈉鹽(TCI America, Portland, Oregon)製備1,5-AQDSA且使其穿過裝填Purolite NRM-160、一種磺化聚苯乙烯樹脂(Purolite, Bala Cynwyd, Pennsylvania)之離子交換柱。拋光組合物11A(比較)並不含有任何添加劑。拋光組合物11B-11D(本發明)分別含有0.241 mM碘化鉀、氯化鉀及溴化鉀。拋光組合物11E及11G(本發明)分別含有5 ppm KI與100 ppm或400 ppm氯冉酸。拋光組合物11F(本發明)分別含有13 ppm KI及250 ppm氯冉酸。拋光組合物11H及11I(本發明)分別含有20 ppm KI與100 ppm或400 ppm氯冉酸。拋光組合物11J及11K(本發明)分別含有40 ppm KI與100或400 ppm氯冉酸。

測定各化學-機械拋光組合物對銅之移除速率(RR)，且

將結果概括於表 10 中。

表 10：銅移除速率

拋光組合物	鹵化物	鹵化物 (ppm)	氯冉酸 (ppm)	Cu RR ($\text{\AA}/\text{min}$)
11A (比較)	無	無	無	34
11B (本發明)	KI	40	無	231
11C (本發明)	KCl	18	無	91
11D (本發明)	KBr	29	無	71
11E (本發明)	KI	5	100	334
11F (本發明)	KI	13	250	602
11G (本發明)	KI	5	400	246
11H (本發明)	KI	20	100	326
11I (本發明)	KI	20	400	678
11J (本發明)	KI	40	100	519
11K (本發明)	KI	40	400	848

結果展示 KI、KCl 及 KBr 相對於基礎拋光組合物增加 Cu 移除速率。此外，添加氯冉酸及 KI 容許甚至更高移除速率，且藉由改變 KI 及氯冉酸的量可獲得較大範圍之 Cu 移除速率。

實例 12

此實例在拋光含有銅之基板中使用 1,5-AQDSA 作為第一金屬拋光速率改進劑、 I_2 作為第二金屬拋光速率改進劑且碘化鉀作為第三拋光速率改進劑來證明 2 種金屬拋光速率改進劑及作為第三金屬拋光速率改進劑之鹵化物的有效性。

拋光條件如實例 11 中所述。各拋光組合物含有 4 wt% 二氧化矽及 500 ppm BTA，且以硝酸將 pH 值調整為 2.2。拋光組合物 12A (比較) 含有 800 ppm 之 1,5-AQDSA。拋光組合物 12B (比較) 含有 40 ppm KI。拋光組合物 12C (比較) 含有 20 ppm I_2 。拋光組合物 12D (比較) 含有 800 ppm 1,5-AQDSA。

拋光組合物 12E(本發明)含有 40 ppm KI及 20 ppm I₂。拋光組合物 12F(本發明)含有 800 ppm 1,5-AQDSA 及 40 ppm KI。拋光組合物 12G(本發明)含有 800 ppm 1,5-AQDSA 及 20 ppm I₂。拋光組合物 12H(本發明)含有 800 ppm 1,5-AQDSA、20 ppm I₂ 及 40 ppm KI。

測定各化學-機械拋光組合物對銅之移除速率(RR)，且將結果概括於表 11 中。

表 11：銅移除速率

拋光組合物	1,5-AQDSA (ppm)	KI (ppm)	I ₂ (ppm)	Cu RR (Å/min)
12A (比較)	無	無	無	124
12B (比較)	無	40	無	130
12C (比較)	無	無	20	137
12D (比較)	800	無	無	94
12E(比較)	無	40	20	150
12F(本發明)	800	40	無	261
12G(本發明)	800	無	20	239
12H(本發明)	800	40	20	287

結果指示組合 KI 與另一金屬拋光速率改進劑存在協同效應。例如，作為僅有的金屬拋光速率改進劑之 KI 之拋光速率展示極低移除速率(平均值 130 Å/min)。作為僅有的金屬拋光速率改進劑之 1,5-AQDS 之速率亦展示極低移除速率(平均值 94 Å/min)。但與 1,5-AQDSA 組合之 KI 之速率對於移除速率而言得到大於加和之反應(平均值 261 Å/min)。結果亦指示當添加 I₂ 作為金屬拋光速率改進劑時 Cu 移除速率增加。然而，在用於此實驗之低濃度下，移除速率增加值極低。僅當 I₂ 與 KI 組合使用時移除速率顯著增加。

實例 13

此實例進一步證明第一金屬拋光速率改進劑(第一MPRM)及作為第二金屬拋光速率改進劑(第二MPRM)之鹵化物在拋光含有鈹及銅之基板中的有效性。

在實例 11 中描述之拋光條件下以拋光組合物 13A-13H 拋光包含鈹及銅及 TEOS 之類似基板。各拋光組合物含有 4 wt% 二氧化矽及 500 ppm BTA，且以硝酸將 pH 值調整為 2.2。拋光組合物 13A(比較)含有 0.2 wt% 1,5-AQDSA。拋光組合物 13B-13D 分別含有 0.1 wt% 9,10-蒽醌-2,6-二磺酸(2,6-AQDSA)及 20 ppm、40 ppm 及 100 ppm KI。拋光組合物 13E 含有 0.15 wt% 2,6-AQDSA 及 60 ppm KI。拋光組合物 13F 及 13G 分別含有 0.2 wt% 2,6-AQDSA 及 40 ppm KI 及 100 ppm KI。拋光組合物 13H 含有 0.2 wt% 1,5-AQDSA 及 40 ppm KI。

測定各化學-機械拋光組合物對銅、鈹及 TEOS 之移除速率(RR)，且將結果概括於表 12 中。

表 12：銅、鈹及 TEOS 移除速率

拋光組合物	第一 MPRM 劑	鹵化物	TEOS RR (Å/min)	Cu RR (Å/min)	Ta RR (Å/min)
13A (比較)	0.2 wt% 1,5-AQDSA	無	208	291	1039
13B (本發明)	0.1 wt% 2,6-AQDSA	20 ppm KI	145	393	---
13C (本發明)	0.1 wt% 2,6-AQDSA	40 ppm KI	220	720	---
13D (本發明)	0.1 wt% 2,6-AQDSA	100 ppm KI	229	631	---
13E (本發明)	0.1 wt% 2,6-AQDSA	60 ppm KI	313	551	709
13F(本發明)	0.15 wt% 2,6-AQDSA	40 ppm KI	257	664	771
13G (本發明)	0.2 wt% 2,6-AQDSA	100 ppm KI	252	281	1051
13H (本發明)	0.2 wt% 1,5-AQDSA	40 ppm KI	228	402	---

結果進一步指示結合作為金屬拋光速率改進劑之 2,6-

AQDSA使用鹵化物作為金屬拋光速率改進劑對Cu及Ta之移除速率的優點。該等數據指示本發明之組合物允許Cu移除速率對Ta或TEOS移除速率獨立變化。

實例 14

此實例進一步證明雙金屬拋光速率改進劑(MPRM)對圖案化晶圓拋光之有效性。

以拋光組合物14A-14Q拋光毯覆式TEOS及銅晶圓及圖案化晶圓。在Logitech工具上以與實例11中所用相同之條件進行拋光。以各種組合物將各晶圓類型拋光60秒。

各拋光組合物含有4 wt%膠狀二氧化矽、800 ppm 1,8-AQDSA、150 ppm BTA及14 ppm凱松(Kathon)，且以硝酸將pH值調整為2.2。拋光組合物14A(比較)並不含有任何其他添加劑。拋光組合物14B-14E(本發明)分別含有0.125 mM、0.5 mM、2.5 mM及10 mM KIO_3 。拋光組合物14F-14I(本發明)分別含有0.125 mM、0.5 mM、2.5 mM及10 mM NQSA。拋光組合物14J-M(本發明)分別含有0.125 mM、0.5 mM、2.5 mM及10 mM $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 。拋光組合物14N-14Q(本發明)分別含有0.125 mM、0.5 mM、2.5 mM及10 mM $\text{Fe}(\text{Ma})_3$ 。

測定各化學-機械拋光組合物對銅及TEOS之移除速率(RR)，且將結果概括於表13中。另外，測定場-陣列氧化物損失，且計算Cu RR與場-陣列氧化物損失之比值。

表 13：TEOS 及 Cu 移除速率

拋光組合物	第二 MPRM 劑	TEOS RR (Å/min)	Cu RR (Å/min)	場-陣列 氧化物損 失(5 μm)	Cu RR:場- 陣列氧化物 損失之比值
14A (比較)	無	214	59	166	0.3554
14B (本發明)	0.125 mM KIO ₃	208	12	156	0.0769
14C (本發明)	0.5 mM KIO ₃	237	79	90	0.8778
14D (本發明)	2.5 mM KIO ₃	244	1366	237	5.7637
14E (本發明)	10 mM KIO ₃	259	1906	296	6.4392
14F (本發明)	0.125 mM NQSA	230	85	192	0.4427
14G (本發明)	0.5 mM NQSA	255	392	158	2.4810
14H (本發明)	2.5 mM NQSA	258	1326	506	3.0158
14I (本發明)	10 mM NQSA	297	2843	458	6.2074
14J (本發明)	0.125 mM K ₂ S ₂ O ₈	262	83	275	0.3018
14K (本發明)	0.5 mM K ₂ S ₂ O ₈	298	102	254	0.4016
14L (本發明)	2.5 mM K ₂ S ₂ O ₈	308	141	498	0.2831
14M (本發明)	10 mM K ₂ S ₂ O ₈	1690	350	641	0.5460
14N (本發明)	0.125 mM Fe(Ma) ₃	271	85	211	0.4028
14O (本發明)	0.5 mM Fe(Ma) ₃	311	122	448	0.2723
14P (本發明)	2.5 mM Fe(Ma) ₃	453	187	599	0.3122
14Q (本發明)	10 mM Fe(Ma) ₃	422	247	763	0.3237

需拋光圖案化晶圓以便場氧化物損失與陣列氧化物損失之間的差異較小。當拋光組合物經調配成具有高銅移除速率時，此所需結果通常難以獲得。經常觀察到銅移除速率愈高，場-陣列氧化物損失就愈大。

表 13 之結果指示當用作金屬拋光速率改進劑時，NQSA (1,4-萘醌磺酸) 及碘酸鉀提供優於過硫酸鉀及 Fe(Ma)₃ (丙二酸鐵) 之結果。Cu 移除速率對場-陣列氧化物損失之高比值係合意的。因此，在上述條件下，金屬拋光速率改進劑之一者較佳係選自有機醌及無機主族氧化劑，而非過氧化物類型或過渡金屬類型之氧化劑。

實例 15

此實例證明當以硬質襯墊拋光含有障壁材料之基板時本發明之CMP組合物在降低缺陷中之適用性。

在 MIRRA™ 拋光工具 (Applied Materials) 上以 EPIC™ D100 襯墊 (Cabot Microelectronics, Aurora, Illinois) (亦即硬質襯墊) 及 Politex 襯墊 (亦即軟質襯墊)，以不同拋光組合物 (拋光組合物 15A-15C) 將兩個 TEOS 毯覆式晶圓拋光 60 秒。工具加工條件為 103 rpm 壓台速度、97 rpm 托架速度、10.3 kPa (1.5 psi) 下壓力及 200 mL/min 拋光組合物流動速率。

拋光組合物 15A (比較) 含有 4 wt% 二氧化矽、500 ppm BTA 及 800 ppm 之 1,5-AQDSA，且以硝酸將 pH 值調整為 2.2。拋光組合物 15B (本發明) 含有 4 wt% 二氧化矽、500 ppm BTA、800 ppm 之 1,5-AQDSA、17 ppm I₂ 及 34 ppm KI，且以硝酸將 pH 值調整為 2.2。拋光組合物 15C (比較) 為具有高含固量及高 pH 值之商業過氧化氫基拋光組合物 (i-Cue™ 6678-A12, Cabot Microelectronics Corporation)。

使用 SP1 KLA-Tencor (KLA-Tencor, Inc., San Jose, California) 暗視野毯覆式晶圓檢查工具檢查晶圓之缺陷。輸出為正向及斜向量測計數，其為缺陷之量度；較高缺陷與較高正向及斜向量測計數相關。表 14 中報導每個實驗中所拋光之兩個晶圓各自之平均正向及斜向計數。

表 14：軟質及硬質襯墊之缺陷值

拋光組合物	襯墊	正向計數	斜向計數
15A(比較)	Politex(軟質)	2618	5498
15B(本發明)	Politex(軟質)	2933	5346
15C(比較)	Politex(軟質)	10497	9336
15A(比較)	D100(硬質)	18491	23500
15B(本發明)	D100(硬質)	20143	36872

該等結果指示與過氧化氫基拋光組合物相比，本發明之拋光組合物對軟質襯墊顯示低缺陷數。如所預期硬質襯墊之缺陷較高，但意外地仍在可接受範圍內。

實例 16

此實例進一步證明雙金屬拋光速率改進劑(MPRM)對圖案化晶圓拋光之有效性。

在 Logitech 桌上型拋光機上以 EPIC™ D100 襯墊 (Cabot Microelectronics, Aurora, Illinois)、以不同拋光組合物(拋光組合物 16AA-16BG)拋光在矽上包含 Cu、Ta 或 TiN 薄膜之類似基板。工具加工條件為 102 rpm 壓台速度、110 rpm 載體速度、10.3 kPa(1.5 psi)下壓力及 100 mL/min 拋光組合物流動速率。

各拋光組合物含有 4 wt% 膠狀二氧化矽 (Nalco 50 nm 直徑) 及 500 ppm BTA。本發明之拋光組合物含有 5.4 mM 1,5-AQDSA 作為第一金屬拋光速率改進劑及如表 15 中所闡述之第二金屬拋光速率改進劑，且以氫氧化銨將 pH 值調整為 2.8。以硝酸將並不含有第一金屬拋光速率改進劑之比較性拋光組合物調整至 pH 2.8。

測定各化學-機械拋光組合物對銅、鉭及 TiN 之移除速率 (RR)，且將結果概括於表 15 中。

表 15：銅、TiN及鈹移除速率

拋光組合物	第一 MPRM 劑	第二 MPRM 劑	Cu RR (Å/min)	TiN RR (Å/min)	Ta RR (Å/min)
15AA (比較)	1,5-AQDSA	無	47	130	593
15AB (比較)	無	無	16	89	6
15AC (比較)	無	0.9 mM I ₂ ·丙二醯胺 ₃	256	287	836
15AD (本發明)	1,5-AQDSA	0.9 mM I ₂ ·丙二醯胺 ₃	467	128	1285
15AE (比較)	無	1.85 mM K ₂ S ₂ O ₈	998	745	398
15AF (本發明)	1,5-AQDSA	1.85 mM K ₂ S ₂ O ₈	157	608	520
15AG (比較)	無	0.9 mM K ₂ S ₂ O ₈	755	679	517
15AH (本發明)	1,5-AQDSA	0.9 mM K ₂ S ₂ O ₈	169	643	591
15AI (比較)	無	1.85 mM H ₂ O ₂	155	515	583
15AJ (本發明)	1,5-AQDSA	1.85 mM H ₂ O ₂	167	256	688
15AK (比較)	無	18.5 mM H ₂ O ₂	143	791	610
15AL (本發明)	1,5-AQDSA	18.5 mM H ₂ O ₂	196	311	420
15AM (比較)	無	185 mM H ₂ O ₂	299	992	740
15AN (本發明)	1,5-AQDSA	185 mM H ₂ O ₂	315	478	363
15AO (比較)	無	1.85 nM KIO ₃	459	647	722
15AP (本發明)	1,5-AQDSA	1.85 nM KIO ₃	139	657	441
15AQ (比較)	無	1.85 nM 過硫酸氫鉀	1660	341	424
15AR (本發明)	1,5-AQDSA	1.85 nM 過硫酸氫鉀	383	424	558
15AS (本發明)	1,5-AQDSA	1.85 mN I ₂ ·丙二醯胺 ₃	853	161	500
15AT (比較)	無	1.85 mN 氯冉酸	139	122	492
15AU (本發明)	1,5-AQDSA	1.85 mN 氯冉酸	209	85	633
15AV (比較)	無	1.85 nM Fe(NO ₃) ₃	86	82	18
15AW (本發明)	1,5-AQDSA	1.85 nM Fe(NO ₃) ₃	285	141	69
15AX (比較)	無	1.85 nM KClO ₃	76	213	613
15AY (本發明)	1,5-AQDSA	1.85 nM KClO ₃	102	140	573
15AZ (比較)	無	1.85 nM <i>t</i> -BuOOH	84	161	475
15BA (本發明)	1,5-AQDSA	1.85 nM <i>t</i> -BuOOH	58	140	529
15BB (比較)	無	1.85 nM KBrO ₃	227	730	571
15BC (本發明)	1,5-AQDSA	1.85 nM KBrO ₃	185	152	533
15BD (比較)	無	1.85 nM NMO	28	140	18
15BE (本發明)	1,5-AQDSA	1.85 nM NMO	37	211	221
15BF (比較)	無	1.85 Ce(IV)(SO ₄) ₄	49	40	43
15BG (本發明)	1,5-AQDSA	1.85 Ce(IV)(SO ₄) ₄	42	182	231

結果證明如拋光組合物 AB 當金屬拋光速率改進劑不存在時，Ta、Cu 及 TiN 之拋光速率極低。如拋光組合物 AA 當存在一種金屬拋光速率改進劑，亦即 1,5-AQDSA 時，觀察

到對於Ta之有效拋光速率，但Cu及TiN之拋光速率低。為獲得此等2種不同材料之可接受速率，需要金屬拋光速率改進劑之組合。此外，藉由謹慎選擇金屬拋光速率改進劑及其相應濃度，可選擇且調節Ta、Cu及TiN之所需速率。

適用於拋光TiN之金屬拋光速率改進劑包括AQDSA、 H_2O_2 、碘酸鹽、過硫酸氫鉀、 I_2 ·丙二醯胺、氯冉酸、過氯酸鹽、t-BuOOH及溴酸鹽。適用於拋光銅之金屬拋光速率改進劑包括 I_2 ·丙二醯胺₃、過硫酸鹽、碘酸鹽、過硫酸氫鉀、氯冉酸及溴酸鹽。

對於要求可調節之Ta、Cu及TiN移除速率之拋光組合物而言的較佳組合包括AQDSA及 I_2 ·丙二醯胺₃、碘酸鹽、過硫酸氫鉀、過氯酸鹽、溴酸鹽及n-甲基嗎啉-N-氧化物。

實例 17

此實例證明雙金屬拋光速率改進劑1,5-AQDSA及 I_2 ·丙二醯胺₃在第二氧化劑存在下之有效性。

拋光條件與實例16相同。拋光組合物16含有4 wt%膠狀二氧化矽、500 ppm BTA、5.4 mM 1,5-AQDSA、0.9 mM I_2 ·丙二醯胺₃及185 mM H_2O_2 。

銅之移除速率為486 Å/min，TiN之移除速率為775 Å/min，且Ta之移除速率為58 Å/min。因此，除1,5-AQDSA及 I_2 ·丙二醯胺₃外，另一金屬拋光速率改進劑之存在顯著增加障壁層TiN之拋光速率。

十、申請專利範圍：

1. 一種化學-機械拋光組合物，其包含：
 - (a) 研磨劑；
 - (b) 第一金屬拋光速率改進劑，其具有相對於標準氫電極小於0.34 V之標準還原電勢，其中該第一金屬拋光速率改進劑為蒽醌，其係選自由9,10-蒽醌-1,8-二磺酸、9,10-蒽醌-1,5-二磺酸、9,10-蒽醌-2,6-二磺酸及其鹽組成之群；
 - (c) 第二金屬拋光速率改進劑，其具有相對於標準氫電極大於0.34 V之標準還原電勢；及
 - (d) 液體載劑。
2. 如請求項1之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑為有機試劑。
3. 如請求項2之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由二羥基苯醌、萘醌、氯冉酸(chloranilic acid)及二氯靛酚組成之群。
4. 如請求項2之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由n-甲基嗎啉-N-氧化物及第三丁基過氧化物組成之群。
5. 如請求項1之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑為無機試劑。
6. 如請求項5之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由過氧化氫、碘酸鹽、過硫酸鹽、過錳酸鹽、 I_2 、鐵(III)之無機鹽、鐵(III)之有機鹽及過氧

單硫酸鉀組成之群。

7. 如請求項5之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由過氯酸鹽、溴酸鹽及硫酸銻(IV)組成之群。
8. 如請求項1之化學-機械拋光組合物，其中該組合物進一步包含選自由氯化物及溴化物組成之群的鹵化物。
9. 如請求項1之化學-機械拋光組合物，其中該組合物進一步包含碘化物。
10. 一種化學-機械拋光組合物，其包含：
 - (a) 研磨劑；
 - (b) 第一金屬拋光速率改進劑，其中該第一金屬拋光速率改進劑為蒽醌，其係選自由9,10-蒽醌-1,8-二磺酸、9,10-蒽醌-1,5-二磺酸、9,10-蒽醌-2,6-二磺酸及其鹽組成之群；
 - (c) 第二金屬拋光速率改進劑，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由碘化物、碘、 I_2 ·丙二醯胺₃及三碘化物組成之群；及
 - (d) 液體載劑。
11. 如請求項10之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑為 I_2 ·丙二醯胺₃。
12. 如請求項10之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑為碘化物。
13. 如請求項10之化學-機械拋光組合物，其中該組合物進一步包含選自由以下各物組成之群的氧化劑：過氧化氫、

碘酸鹽、過硫酸鹽、過錳酸鹽、溴酸鹽、過氧單硫酸鉀、氯冉酸及n-甲基嗎啉-N-氧化物。

14. 一種化學-機械拋光組合物，其包含：

(a) 研磨劑；

(b) 第一金屬拋光速率改進劑，其中該第一金屬拋光速率改進劑為蒽醌，其係選自由9,10-蒽醌-1,8-二磺酸、9,10-蒽醌-1,5-二磺酸、9,10-蒽醌-2,6-二磺酸及其鹽組成之群；

(c) 第二金屬拋光速率改進劑，其中該第二金屬拋光速率改進劑為以低於第一金屬拋光速率改進劑之濃度的濃度存在之氧化劑；及

(d) 液體載劑。

15. 如請求項14之化學-機械拋光組合物，其中該第一金屬拋光速率改進劑所存在之濃度為1至60 mM。

16. 如請求項15之化學-機械拋光組合物，其中該第一金屬拋光速率改進劑所存在之濃度為1至10 mM。

17. 如請求項14之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑為有機試劑。

18. 如請求項17之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由二羥基苯醌、萘醌、氯冉酸及二氯酸酐及I₂·丙二醯胺₃組成之群。

19. 如請求項17之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由n-甲基嗎啉-N-氧化物及第三丁基過氧化物組成之群。

20. 如請求項18之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑為 I_2 ·丙二醯胺₃。
21. 如請求項14之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑為無機試劑。
22. 如請求項21之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由過氧化氫、碘酸鹽、過硫酸鹽、過錳酸鹽、 I_2 、鐵(III)之無機鹽、鐵(III)之有機鹽及過氧單硫酸鉀組成之群。
23. 如請求項21之化學-機械拋光組合物，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由過氯酸鹽、溴酸鹽及硫酸鈾(IV)組成之群。
24. 如請求項14之化學-機械拋光組合物，其中該組合物進一步包含選自由氯化物及溴化物組成之群的鹵化物。
25. 如請求項14之化學-機械拋光組合物，其中該組合物進一步包含碘化物。
26. 一種化學-機械拋光組合物，其包含：
- (a) 研磨劑；
 - (b) 第一氧化劑，其為包含醌部分之有機氧化劑，其限制條件為該第一有機氧化劑不為1,2-萘醌-4-磺酸、胺基蒽醌磺酸或氫醌磺酸；
 - (c) 第二氧化劑，其限制條件為該第二氧化劑與該第一氧化劑不同且不為碘酸鉀或硝酸；及
 - (d) 液體載劑。
27. 一種化學-機械拋光法，其包含：

- (i) 提供一具有至少兩種金屬之基板；
 - (ii) 提供包含以下各物之拋光組合物：
 - (a) 研磨劑；
 - (b) 第一金屬拋光速率改進劑，其具有相對於標準氫電極小於0.34 V之標準還原電勢，其中該第一金屬拋光速率改進劑為蒽醌，其係選自由9,10-蒽醌-1,8-二磺酸、9,10-蒽醌-1,5-二磺酸、9,10-蒽醌-2,6-二磺酸及其鹽組成之群；
 - (c) 第二金屬拋光速率改進劑，其具有相對於標準氫電極大於0.34 V之標準還原電勢；及
 - (d) 液體載劑；
 - (iii)使該基板與一拋光襯墊及該拋光組合物接觸；
 - (iv)使該基板相對於該拋光襯墊及該拋光組合物移動；及
 - (v)研磨該基板之至少一部分以拋光該基板。
28. 如請求項27之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑為有機試劑。
29. 如請求項28之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由二羥基苯醌、萘醌、氯冉酸及二氯靛酚組成之群。
30. 如請求項28之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由n-甲基嗎啉-N-氧化物及第三丁基過氧化物組成之群。
31. 如請求項27之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑為無機試劑。

32. 如請求項31之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由過氧化氫、碘酸鹽、過硫酸鹽、過錳酸鹽、 I_2 、鐵(III)之無機鹽、鐵(III)之有機鹽及過氧單硫酸鉀組成之群。
33. 如請求項31之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由過氯酸鹽、溴酸鹽及硫酸鈾(IV)組成之群。
34. 如請求項27之方法，其中該組合物進一步包含選自由氯化物及溴化物組成之群的鹵化物。
35. 如請求項27之方法，其中該組合物進一步包含碘化物。
36. 一種化學-機械拋光法，其包含：
- (i) 提供一具有至少兩種金屬之基板；
 - (ii) 提供包含以下各物之拋光組合物：
 - (a) 研磨劑；
 - (b) 第一金屬拋光速率改進劑，其中該第一金屬拋光速率改進劑為蒽醌，其係選自由9,10-蒽醌-1,8-二磺酸、9,10-蒽醌-1,5-二磺酸、9,10-蒽醌-2,6-二磺酸及其鹽組成之群；
 - (c) 第二金屬拋光速率改進劑，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由碘化物、碘、 I_2 ·丙二醯胺₃及三碘化物組成之群；及
 - (d) 液體載劑；
 - (iii) 使該基板與一拋光襯墊及該拋光組合物接觸；
 - (vi) 使該基板相對於該拋光襯墊及該拋光組合物移動；及
 - (vii) 研磨該基板之至少一部分以拋光該基板。

37. 如請求項36之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑為 I_2 ·丙二醯胺₃。
38. 如請求項36之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑為碘化物。
39. 如請求項36之方法，其中該組合物進一步包含選自由以下各物組成之群的氧化劑：過氧化氫、碘酸鹽、過硫酸鹽、過錳酸鹽、溴酸鹽、過氧單硫酸鉀、氯冉酸及n-甲基嗎啉-N-氧化物。
40. 一種化學-機械拋光法，其包含：
- (i) 提供一具有至少兩種金屬之基板；
 - (ii) 提供包含以下各物之拋光組合物：
 - (a) 研磨劑；
 - (b) 第一金屬拋光速率改進劑，其中該第一金屬拋光速率改進劑為有機氧化劑，其包含係選自由9,10-蒽醌-1,8-二磺酸、9,10-蒽醌-1,5-二磺酸、9,10-蒽醌-2,6-二磺酸及其鹽組成之群之蒽醌；
 - (c) 第二金屬拋光速率改進劑，其中該第二金屬拋光速率改進劑為以低於第一金屬拋光速率改進劑之濃度的濃度存在之氧化劑；及
 - (d) 液體載劑；
 - (iii) 使該基板與一拋光襯墊及該拋光組合物接觸；
 - (vi) 使該基板相對於該拋光襯墊及該拋光組合物移動；及
 - (vii) 研磨該基板之至少一部分以拋光該基板。
41. 如請求項40之方法，其中該第一金屬拋光速率改進劑所

存在之濃度為1至60 mM。

42. 如請求項41之方法，其中該第一金屬拋光速率改進劑所存在之濃度為1至10 mM。
43. 如請求項40之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑為有機試劑。
44. 如請求項43之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由二羥基苯醌、萘醌、氯冉酸及二氯靛酚及 I_2 ·丙二醯胺₃組成之群。
45. 如請求項43之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由n-甲基嗎啉-N-氧化物及第三丁基過氧化物組成之群。
46. 如請求項44之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑為 I_2 ·丙二醯胺₃。
47. 如請求項40之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑為無機試劑。
48. 如請求項47之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由過氧化氫、碘酸鹽、過硫酸鹽、過錳酸鹽、 I_2 、鐵(III)之無機鹽、鐵(III)之有機鹽及過氧單硫酸鉀組成之群。
49. 如請求項47之方法，其中該第二金屬拋光速率改進劑係選自由過氯酸鹽、溴酸鹽及硫酸鈾(IV)組成之群。
50. 如請求項40之方法，其中該組合物進一步包含選自由氯化物及溴化物組成之群的鹵化物。
51. 如請求項40之方法，其中該組合物進一步包含碘化物。