（此處由本局於收文時黏貼條碼）

841663

發明專利說明書

200414275

（本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：92119584 92119584

※申請日期：92 年 07 月 17 日　　※IPC 分類：H01L21/00

092-0747

壹、發明名稱：

(中) 形成具有改良電性之薄閘極與電容器介電質的蒸氣氧化法

(外) Steam oxidation method for the formation of thin gate and capacitor dielectrics with improved electrical properties

貳、申請人：(共 1 人)

1.姓　名：（中）艾斯摩美國股份有限公司
　　（外）ASML US, INC.
　代表人：（中）1.傑佛瑞　科威斯基
　　（外）1.KOWALSKI, JEFFREY M.
　地　址：（中）美國加州斯科茲山谷國王村路四四〇號
　　（外）440 Kings Village Road, Scotts Valley, CA 95066, U.S.A.
　國籍：（中英）美國　U.S.A.

參、發明人：(共 3 人)

1.姓　名：（中）千崎佳秀
　　（外）SENZAKI, YOSHIHIDE
　地　址：（中）美國加州艾普托斯俱樂部路四〇〇號
　　（外）400 Clubhouse Drive, Aptos, CA 95003, U.S.A.

2.姓　名：（中）亞高夫　布里柯
　　（外）BRICHKO, YAKOV
　地　址：（中）美國加州聖荷西露可大道五二五二號
　　（外）5252 Rueker Drive, San Jose, CA 95124, U.S.A.

3.姓　名：（中）羅伯特　赫林
　　（外）HERRING, ROBERT B.
　地　址：（中）美國加州聖荷西安女王路一一一六號
　　（外）1116 Queen Anne Drive, San Jose, CA 95129- 4039, U.S.A.

肆、聲明事項:

841663

◎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　　；2002/07/19；60/396,733 ☑有主張優先權

(1)

玖、發明說明

相關申請的相互參照

本申請案係關聯於在2002年7月19日提出申請的美國臨時專利申請第60/396,733號，名稱爲"Steam Oxidation For The Formation of Thin Gate And Capacitor Dielectrics With Improved Electrical Properties"，且本申請案聲明其優先權，其全文以引用方式併於本文中。

【發明所屬之技術領域】

本發明概括地有關半導體晶圓的氧化。更特別者，本發明係有關半導體晶圓的蒸氣氧化以形成具有改良電性之薄閘極與電容器介電質層。

【先前技術】

氧化製程一直是半導體器件製作的一重要步驟。技藝中已知有多種設備可用來進行半導體器件的氧化。

於一批式爐中，或於使用快速熱氧化(RTO)程序的單晶圓系統中，一般是在含有小百分比乾氧氣(典型地1-10%)的周圍惰性氣體氣圍(例如氮氣及/或氬氣)中，將矽晶圓逐漸加熱到高溫(約900°C)。於晶圓在一氧化程序的溫度下熱穩定化之後，即導入較高濃度的氧氣，接著再導入蒸氣。最後步驟可包括將蒸氣沖滌掉，並在周圍惰性氣體氣圍中逐漸降溫。與使用沒有蒸氣的氧氣製備矽氧化物之乾式程序比較，這一種乾/濕氧化程序可用來使矽氧化

物有較好的電性，例如較低的漏電量，較高的破壞電壓，和較低的介面陷位密度。

不過，乾/濕程序所得矽氧化物的品質是介於乾矽氧化物與濕矽氧化物之間的平均值，決定於在加熱與熱穩定化（第一步乾燥步驟）中乾矽氧化物的成長量。隨著器件幾何的減低且氧化物膜的變薄，有較大百分比的氧化物厚度係在第一乾燥步驟中長成的氧化物。所以，需要有一種能長出高品質氧化物的新穎方法。

【發明內容】

根據本發明，可在單晶圓快速熱處理("RTP")中於沒有在乾氧氣中將矽晶圓穩定化之下開始蒸氣氧化而獲得改善的氧化物性質。本方法是在加熱中，而不是在加熱之後，就導入蒸氣來啓始蒸氣氧化。本程序所用的唯一氧化劑是蒸氣與蒸氣和其他氧化劑的混合物。其他可用的氧化劑包括氧原子(O)，氧氣體(O_2)，與臭氧(O_3)。

於一方面中，本發明方法包括下列諸步驟：(i)載入晶圓到一反應室內；(ii)在蒸氣存在中提高該晶圓的溫度；及(iii)冷卻該晶圓並將其從該反應室取出。

【實施方式】

發明詳細說明

概括而言，本發明提供一種沒有在乾氧氣中將矽晶圓熱穩定化的步驟之氧化方法。在將每一矽基板導到一程序

(3)

室的加熱器區內之後，即將蒸氣導到一氧化系統，且特別是該程序室之內。因此不需要如先前技藝一般使用高濃度氧氣將矽基板在隋性氣圍中熱穩定化。於本發明中所有的矽氧化物都是在蒸氣存在中長成。本案發明人發現以此種全濕式氧化循環生成的矽氧化物比使用乾/濕氧化循環生成的矽氧化物的有較佳的電性。

此外，本發明全濕式氧化法可以導致較短的加工時間，這對於在單晶圓程序中達到高通料量是重要的。於先前技藝中，在導入蒸氣於反應室內之前，增溫與熱穩定化步驟典型地要花 60 到 90 秒。於本發明中，是實質地在增溫的同時就導入蒸氣，此舉導致較短的程序時間且，藉此，每小時可以處理的晶圓數目也得以增加。

本發明特別適於閘極氧化物的生產，不過也可以用於許多其他的程序。例如，本發明可以用在氮化閘極氧化物的生產，亦即，以蒸氣氧化形成氧化物接著一氧化氮(NO)或一氧化二氮(N_2O)退火或電漿氮化。還有，本發明可以用來形成 FLASH 記憶體裝置中的電容器應用或閘極應用所用的氧化物-氮化物-氧化物(ONO)堆疊中之基底氧化物。於後者的例子中，經由將氮化物層施以系列性氨/一氧化二氮（NH_3/N_2O）兩步驟退火與將以 CVD 沉積成的頂端氧化物層施以 N_2O 退火，可以使 ONO 堆疊的電性可以進一步改良。

參看圖 1A 與 1B，列出比較先前技藝的乾/濕程序與本發明所用較佳唯濕程序所需方法步驟的並列式流程圖。

(4)

如圖 1B 中所示者，於本發明中，將一晶圓載入反應室內，在蒸氣中增溫到高溫(約 900°C)，冷卻後再移出反應室。所有的 SiO_2 形成都是在蒸氣中完成。相反地，於圖 1A 的先前技藝中，晶圓是在 N_2/O_2 中增溫到高溫，接著導入蒸氣，然後冷卻並移出反應室。

矽晶圓典型地是透過稀氟化氫(HF)浴處理以移除晶圓表面上的氧化物。這種前置處理是製造半導體器件中常用的且爲諳於此技者所熟知者。

矽晶圓係使用半導體加工設備中常用的自動化技術裝載到反應室內。該程序室可具有技藝中已知的任何組態以配置工具用以支托晶圓，加熱晶圓，以及以控制方式暴露晶圓於各種氣體中。由於此等系統爲熟知者，故彼等在此不再贅述。

矽晶圓的加熱可以用技藝中已知的任何手段完成。範例加熱法包括電阻加熱平台，燈管加熱機制，與採用諸如在電爐中使用的電阻加熱圈的輻射加熱機制，和類似者。在本發明一具體實例中，反應室是以約 10°C/每秒到 300°C/每秒的增溫速率增溫到約 500°C 至 1300°C 範圍內的溫度以進行蒸氣氧化。較佳者，該室係以約 30°C 每秒到 200°C/秒的增溫速率增溫到約 700°C 至 1100°C 範圍內的溫度。

要輸送蒸氣以氧化晶圓時，典型地係使用氣體配送系統且可以使用技藝中已知的任何氣體配送系統。範例氣體配送系統包括蓮蓬頭設計，氣體環設計，起體注射器設計

等。根據本發明，氣體流速一般是在 50 sccm 到 30,000 sccm 範圍內，持續約 0.1 秒到 3.6 秒的時間。較佳者，氣體流速是在 100 sccm 到 20,000sccm 範圍內，持續約 0.5 秒到 1.0 秒的期間。

矽晶圓托架可爲技藝中已知的任何拖架。範例托架包括平盤設計，環設計，稍設計等。

爲了更佳地闡述本發明及其帶來的效益，亦即有比傳統的乾/濕氧化程序得到更好的電性與達到更高的通料量，乃提供以下幾個示範說明性實施例。

實施例 1

使用如圖 1A 所示先前技藝的乾/濕氧化法，在流入氮氣和氧氣的混合物之下將矽晶圓加溫到 900°C。在此等程序中，氧氣的濃度可在 0%（純氮氣）到 100%（純氧氣）之間變異。典型的氣體流量爲在 0 slpm 到 20 slpm 範圍內。接著導入蒸氣一段時間以使二氧化矽薄膜生長到合意的厚度（於本實施例中是 30 埃(Å)）。然後將晶圓在相同反應室內退火以優化薄膜的特性，或是將其冷卻及移出反應室。

然後對使用此等方法所得矽氧化物膜的電性用諳於此技者已知的技術予以評定。例如，用水銀探針收集數據，其是一種常用的方法。經由測量漏洩電流密度（Jg）(單位爲安培/平方公分)相對於電壓（Vgs）(單位爲伏)的關係可以側定氧化物電性的改善。特別有用的電壓區是在 -1

伏左右。目標是將漏洩電流密度最小化。

圖 2 是以先前技藝方法，在導入蒸氣前，於增溫與穩定化溫度程序中，以不同流量的乾氧氣(0 slpm 到 20 slpm)，得到的 Jg vs Vgs 標繪圖。由圖可知，Jg 值對此步驟中的氧氣流速並不敏感。

圖 3 是用先前方法(在增溫步驟中使用氮氣流)與在本發明方法(增溫步驟中導入蒸氣)所得 Jg vs Vgs 標繪圖，顯示出本發明的效益。本發明的漏洩電流密度在標的電壓-1 伏附近，明顯地低於先前技藝，這表示薄膜的電性有改善。

圖 4 是用在增溫和穩定化步驟中使用氧氣或氮氣處理晶圓的兩種先前技藝方法與在此步驟開始時導入蒸氣的本發明所得漏洩電流密度的 Weibull 標繪圖，也顯示出本發明的效益。本發明清楚地顯示出較低的漏洩電流密度 Jg，一種合意的結果。

此處所述諸實施例係使用 30 埃的薄膜厚度與 900°C 的長成溫度。諳於此技者都明白這些都只是說明性者且使用長出半導體器件製造中所用 SiO_2 膜常用的任一溫度都可以產生任一厚度的 SiO_2 層。

前面的說明爲示範說明用的而非限制性者且爲打算提供充分的本發明的書面描述以使一位具有通常技術者實踐用以申請專利權的本發明之全部範圍和任何最佳方式。其他的具體實例與修飾都是諳於此技者所輕易明白者。所有此等具體實例與修飾應該視爲本發明的一部分如同彼等是

在後附申請專利範圍與其任何等效物的範圍內者。

在詳細且於專利法所特別要求者之下說明本發明之後，於後附申請專利範圍中敘述出所申請的與要由專利證書保護的專利範圍。

【圖式簡單說明】

本發明要在下面的詳細說明中且參照後面的圖式予以說明：

圖 1A 與 1B 分別是比較先前技藝與本發明所用步驟的流程圖；

圖 2 是先前技藝在溫度提升與穩定化中使用不同氧氣流速進行 900°C 濕氧化時所得洩漏電流密度(Jg)相對於 Vgs 之圖表。

圖 3 是在不同程序溫度下進行濕氧化程序所得洩漏電流密度(Jg)相對於 Vgs 的圖表，並將先前技藝與本發明進行比較。

圖 4 是一在有與無增溫與 900°C 熱穩定化之下進行濕氧化程序的一系列 Weibull 標繪圖。

伍、中文發明摘要

發明之名稱：形成具有改良電性之薄閘極與電容器介電質的蒸氣氧化法

本發明係關於矽晶圓的蒸氣氧化藉以形成具有改良電性之薄閘極與電容器介電質。於本發明中，係在單晶圓快速熱處理("RTP")中於沒有在乾氧氣中將矽晶圓穩定化之下開始蒸氣氧化而獲得改善的氧化物性質。

陸、英文發明摘要

發明之名稱：

STEAM OXIDATION METHOD FOR THE FORMATION OF THIN GATE AND CAPACITOR DIELECTRICS WITH IMPROVED ELECTRICAL PROPERTIES

The present invention relates to the steam oxidation of silicon wafers to form thin gate and capacitor dielectrics with improved electrical properties. In the present invention, improved oxide properties are obtained in a single wafer Rapid Thermal Process ("RTP") by beginning steam oxidation without stabilizing the silicon wafer in dry oxygen.

(1)

拾、申請專利範圍

1.一種氧化半導體晶圓的方法，其特徵在於沒有先在乾氧氣中熱穩定化該晶圓之下，就啓始蒸氣氧化。

2.如申請專利範圍第1項之方法，其中係在加熱中導入氣體以啓始蒸氣氧化且氧化劑係與蒸氣一起採用。

3.如申請專利範圍第2項之方法，其中該其他氧化劑包括下列中的任一者或其任何混合物：氧原子(O)，氧氣(O_2)，臭氧(O_3)，一氧化二氮(N_2O)，和一氧化氮(NO)。

4.如申請專利範圍第1項之方法，其進一步包括下列諸步驟：

在反應室內的蒸氣存在中提高晶圓的溫度，以及

冷卻該晶圓。

5.如申請專利範圍第1項之方法，其中該蒸氣氧化係在約500°C至1300°C範圍內的溫度下進行。

6.如申請專利範圍第4項之方法，其中該溫度係以在約10°C/秒至300°C/秒範圍內的增溫速率提升的。

7.一種在程序室中氧化半導體晶圓表面之方法，包括下列諸步驟：

在輸送蒸氣到該晶圓時，將該晶圓的溫度增至氧化溫度，其中該氧化溫度是在約500°C至1300°C範圍之內。

8.如申請專利範圍第7項之方法，其中該方法是在單晶圓反應室中進行的。

9.如申請專利範圍第7項之方法，其中該方法係在快

(2)

速熱處理(RTP)室內進行的。

10.如申請專利範圍第7項之方法，其進一步包括氧化該半導體晶圓的表面以在其上形成一介電層。

圖1A

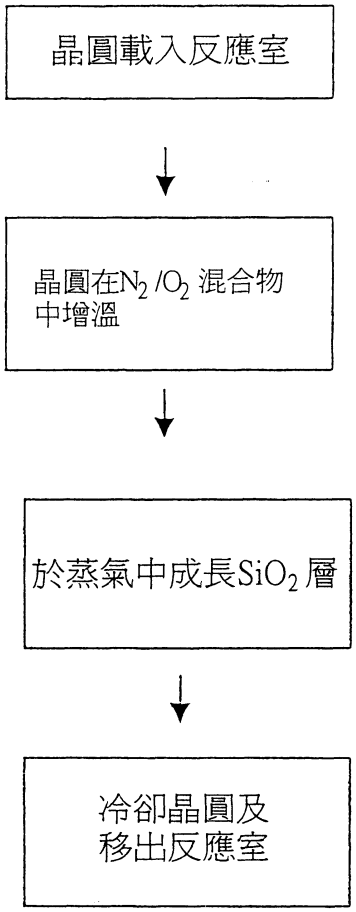
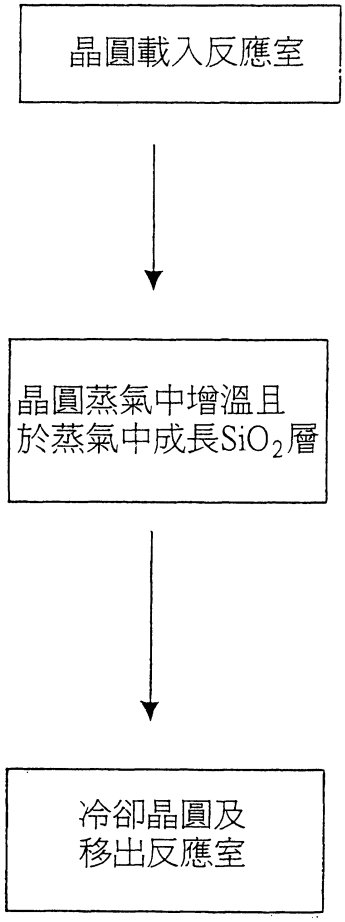

晶圓載入反應室
晶圓在N_2 /O_2 混合物中增溫
於蒸氣中成長SiO_2層
冷卻晶圓及移出反應室

圖1B


晶圓載入反應室
晶圓蒸氣中增溫且於蒸氣中成長SiO_2層
冷卻晶圓及移出反應室

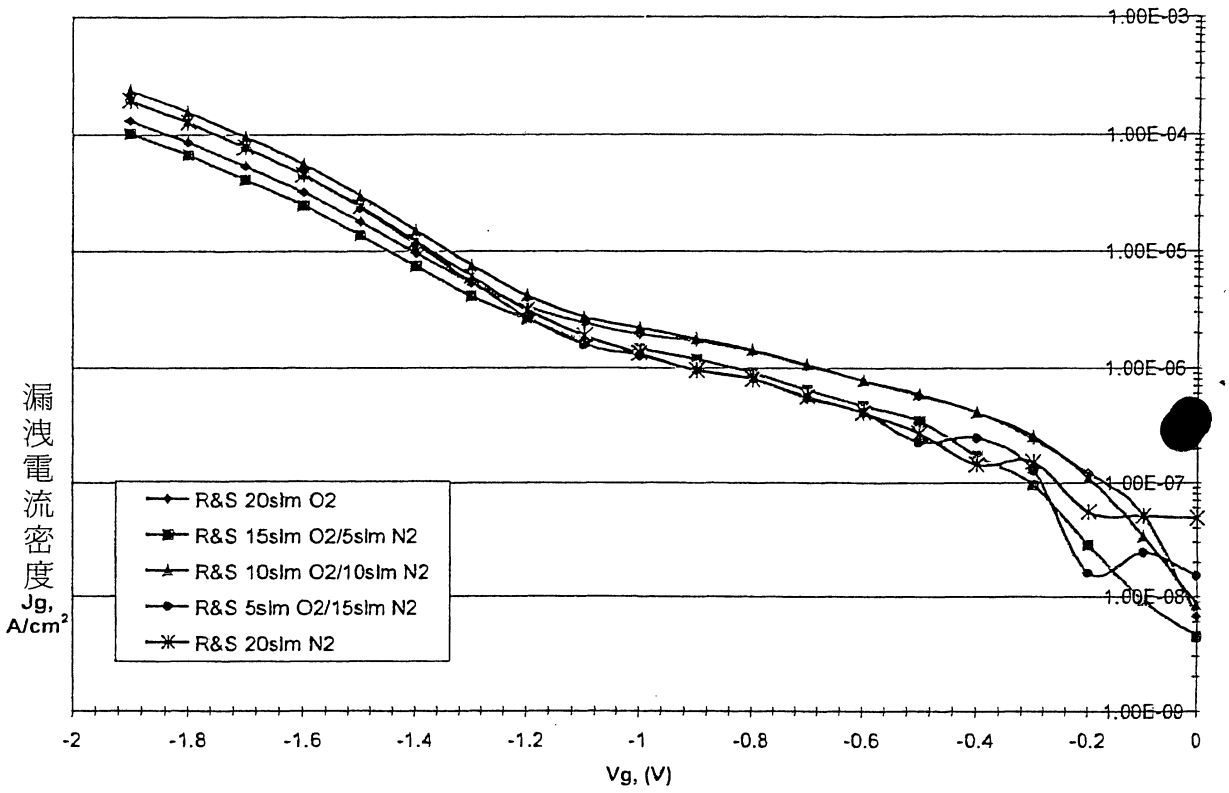


圖2

如先前技藝中所實作者於增溫及熱穩定化步驟中用不同之氧氣流速進行900℃濕氧化所得漏洩電流密度 vs Vgs 圖。

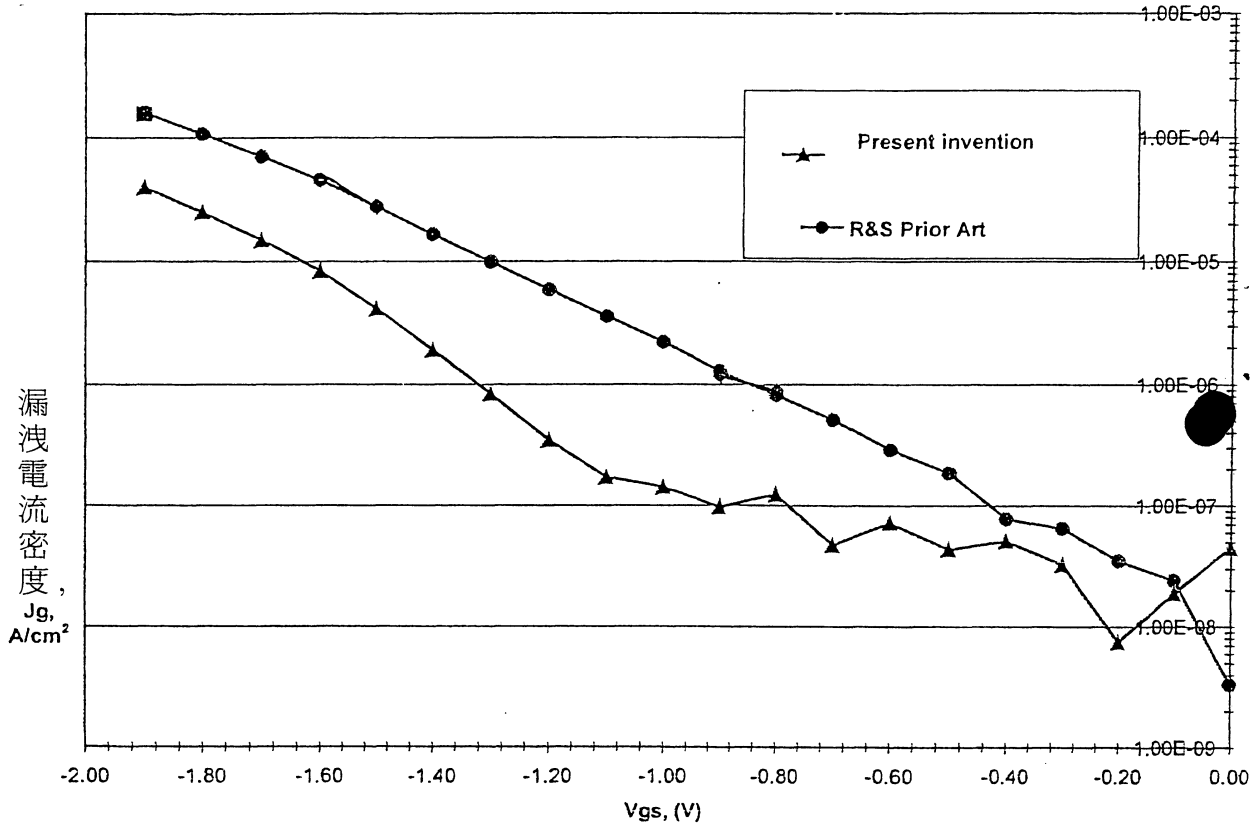


圖3

於不同程序溫度下進行濕氧化程序所得漏洩電流密度(Jg)vs Vgs圖。

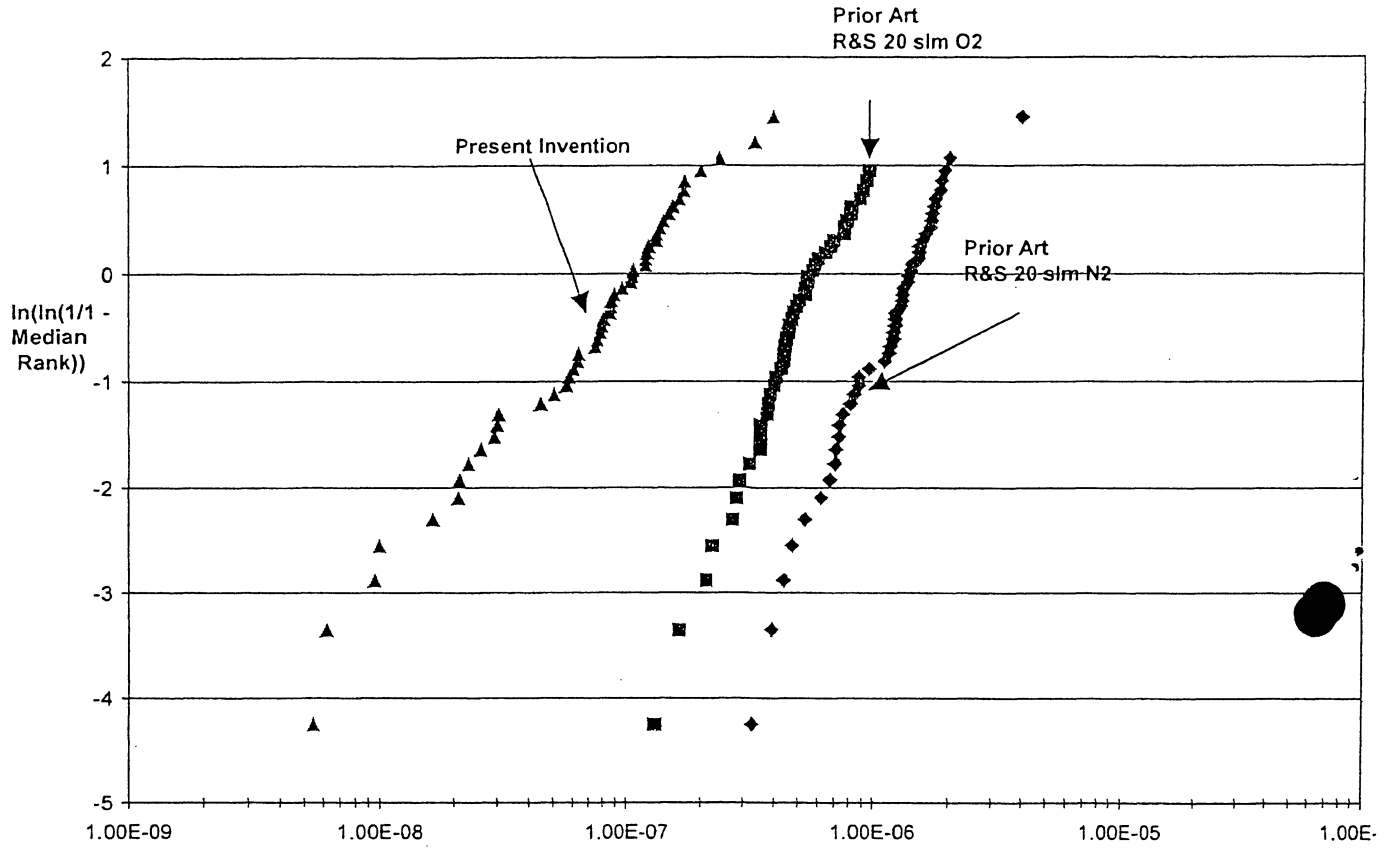


圖4

有與沒有增溫和900℃穩定化步驟的濕氧化程序所得 Weibull 標繪圖

柒、（一）、本案指定代表圖為：第 4 圖

（二）、本代表圖之元件代表符號簡單說明：無

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無