



(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 I675909 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：106113396

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 21 日

(51)Int. Cl. : **C09K5/10 (2006.01)** **F28F19/00 (2006.01)**
F28F23/00 (2006.01) **H01L21/67 (2006.01)**

(30)優先權：2016/04/25 美國 62/327,228
 2017/03/29 美國 15/472,691

(71)申請人：美商應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
 美國

(72)發明人：王 建奇 WANG, JIANQI (CA)；李 政雨 LEE, JOUNG WOO (US)；范 佳
 PHAM, GIA (US)；傑拉德 艾力克斯 GERRARD, ALEX (US)；敏特希 羅伯特
 C MCINTOSH, ROBERT C. (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

CN 102786916A

US 2013/0219934A1

審查人員：侯鈺玲

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：4 共 34 頁

(54)名稱

冷卻劑及用以控制熱交換器中所使用之冷卻劑之 PH 及電阻率的方法

(57)摘要

本文中所述的實施方式大致關於基板處理設備，且更具體而言是關於用於基板處理設備之溫度控制的方法及成分。在一個實施方式中，提供了冷卻處理腔室元件的方法。該方法包括以下步驟：將一惰性沖洗氣體引進包含一冷卻劑的一給料貯器，且將該受處理的冷卻劑流至一處理腔室元件以冷卻該處理腔室元件。該冷卻劑一開始包括去離子水及一水溶性鹼。

Implementations described herein generally relate to substrate processing equipment and more particularly to methods and compositions for temperature control of substrate processing equipment. In one implementation, a method of cooling a processing chamber component is provided. The method comprises introducing an inert purge gas into a supply reservoir containing a coolant and flowing the treated coolant to a processing chamber component to cool the processing chamber component. The coolant initially comprises deionized water and a water-soluble base.

指定代表圖：

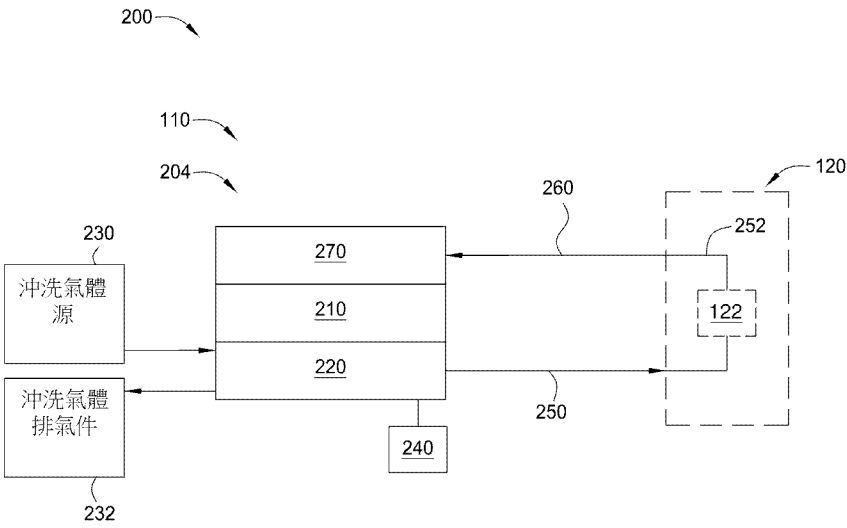


圖2

符號簡單說明：

- 110 . . . 溫度控制系統
- 120 . . . 光學系統
- 122 . . . 能量源
- 200 . . . 冷卻迴路
- 204 . . . 熱交換器組件
- 210 . . . 熱交換器
- 220 . . . 給料貯器
- 230 . . . 沖洗氣體源
- 232 . . . 沖洗氣體排氣件
- 240 . . . 氧感測器
- 250 . . . 供應線路
- 252 . . . 冷卻通道
- 260 . . . 再循環線路
- 270 . . . 回傳貯器

【發明說明書】

【中文發明名稱】冷卻劑及用以控制熱交換器中所使用之冷卻劑之PH及電阻率的方法

【英文發明名稱】COOLANT AND A METHOD TO CONTROL THE PH AND RESISTIVITY OF COOLANT USED IN A HEAT EXCHANGER

【技術領域】

【0001】本文中所述的實施方式大致關於基板處理設備，且更具體而言是關於用於基板處理設備之溫度控制的方法及成分。

【先前技術】

【0002】涉及基板（例如半導體晶圓及其他材料）之熱處理的若干應用涉及快速加熱及冷卻基板的製程。如此處理的示例包括快速熱處理（RTP）、物理氣相沉積（PVD）、動態表面退火（DSA）等等，其用於許多半導體製造製程。這些製程通常是基於熱的，且一般涉及範圍例如從攝氏200度到攝氏1,600度的高處理溫度，這可能造成不利地影響設備效能的顯著的熱預算問題。

【0003】基板製造製程中所利用的處理腔室一般包括在執行這些基於熱的製程期間及之後被重複加熱及冷卻的許多元件。某些這些元件中的溫度控制包括透過熱交換器進行的主動冷卻。目前，用於熱交換器中的冷卻劑（例如蒸餾水）遭受pH及電阻率兩者上的不一致性。蒸餾水的pH傾向於是低的（由於與空氣中的二氧化碳（CO₂）進行的反應而是酸性的），且電阻率難以取決於來源來控

制。pH上的此不一致性有時候導致腐蝕熱交換器的金屬元件。例如，隨著冷卻劑的酸性增加，金屬腐蝕率亦增加。此金屬腐蝕可能阻塞流動路徑，對於元件導致過度加熱及永久損傷。其他參數（例如金屬（例如鈉、鎂、鐵及鉛）、陰離子（例如氯化物、硝酸鹽/亞硝酸鹽、硫酸鹽、矽酸鹽）及細菌）亦可能加速金屬的腐蝕。

【0004】 為了防止元件由於金屬腐蝕而早期失效，存在著冷卻劑及溫度控制方法的需要，該等冷卻劑及方法不但能夠符合pH及電阻率以及其他性質的規格，亦將這些規格一致地維持在最佳的範圍中。

【發明內容】

【0005】 本文中所述的實施方式大致關於基板處理設備，且更具體而言是關於用於基板處理設備之溫度控制的方法及成分。在一個實施方式中，提供了冷卻處理腔室元件的方法。該方法包括以下步驟：將一惰性沖洗氣體引進包含一冷卻劑的一給料貯器以形成一受處理的冷卻劑。該冷卻劑一開始包括去離子水及一水溶性鹼。該方法更包括以下步驟：將該受處理的冷卻劑流至一處理腔室元件以冷卻該處理腔室元件。

【0006】 在另一實施方式中，提供了冷卻處理腔室元件的方法。該方法包括以下步驟：將一氮沖洗氣體引進包含一冷卻劑的一給料貯器以從該給料貯器中之該液態冷卻劑上方的一空間移除CO₂。該冷卻劑一開始包括去離子水

及氫氧化鈉。該方法更包括以下步驟：將該以氮處理的冷卻劑流至一能量源以冷卻該能量源。

【0007】 在又另一實施方式中，提供了冷卻處理腔室元件的方法。該方法包括以下步驟：將一氮沖洗氣體引進包含一冷卻劑的一給料貯器以從該給料貯器中之該液態冷卻劑上方的一空間移除 CO_2 。該冷卻劑一開始包括去離子水及氫氧化鈉。該方法更包括以下步驟：將該以氮處理的冷卻劑流至一能量源以冷卻該能量源，其中將該以氮處理的冷卻劑流至能量源以冷卻該能量源的步驟包括將該以氮處理的冷卻劑流過具有一暴露銅面的一通道。

【0008】 在又另一實施方式中，提供了冷卻處理腔室元件的方法。該方法包括以下步驟：一開始使得液態冷卻劑稍微是鹼性的（例如 $\text{pH} \sim 9$ ）；以所需量的液態冷卻劑填充熱交換器組件的給料貯器；及以氮沖洗氣體從給料貯器中之液態冷卻劑上方的空氣頂部空間沖洗掉 CO_2 。

【圖式簡單說明】

【0009】 藉由參照實施方式（其中的某些實施方式繪示於隨附的繪圖中），可擁有可詳細了解上文所載之本揭示案特徵的方式以及本發明更具體的說明（於上文簡短概述了）。然而，要注意的是，隨附的繪圖僅繪示此揭示案的典型實施方式，且因此不被視為其範圍的限制，因為本揭示案可接納其他同等有效的實施方式。

【0010】 圖1繪示雷射退火系統的示意圖，該雷射退火系統具有依據本揭示案之一個實施方式的溫度控制系統；

【0011】圖2繪示依據本揭示案之一個實施方式之冷卻迴路的示意圖；

【0012】圖3繪示依據本揭示案之一個實施方式之溫度控制的流程圖；及

【0013】圖4繪示一繪圖，描繪依據本文中所述的實施方式之冷卻劑在兩個月的時期內的pH及導電率。

【0014】為了促進了解，已使用了相同參考標號（於可能處）以指定該等圖式共有的相同構件。可預期的是，可有益地將一個實施例的構件及特徵併入其他實施例而無須贅述。

【實施方式】

【0015】以下的揭示內容描述了用於基板處理設備之溫度控制的方法及成分。某些細節被闡述在以下說明中及圖1到4中，以提供本揭示案之各種實施方式的徹底了解。描述通常與溫度控制及熱處理相關聯之習知結構及系統的其他細節不在以下揭示內容中闡述，以避免不必要地模糊了各種實施方式的說明。

【0016】圖式中所示的許多細節、尺度、角度及其他特徵僅說明特定的實施方式。據此，其他實施方式在不脫離本揭示案之精神及範圍的情況下可具有其他的細節、元件、尺度、角度及特徵。此外，可在沒有下文所述之若干細節的情況下實行本揭示案的進一步實施方式。

【0017】將於下文參照動態表面退火製程來描述本文中所述的實施方式，該動態表面退火製程可使用基於雷射

的退火工具（例如可從加州聖克拉拉市的應用材料公司取得的 VANTAGE® ASTRA™ DSA 系統）來實現。能夠執行熱處理的其他工具亦可被調適為受益於本文中所述的實施方式。此外，可有利地使用允許本文中所述之溫度控制製程的任何系統。本文中所述的裝置說明是說明性的，且不應被建構或解讀為限制了本文中所述之實施方式的範圍。雖然是與半導體處理裝置關聯來討論，應了解的是，本文中所述的實施方式亦可施用於需要溫度控制之任何工業中的熱交換器、冷卻器或鍋爐。

【0018】動態表面退火（「DSA」）雷射源通常包括透過熱交換器（HX）進行的主動冷卻。目前，用於熱交換器中的冷卻劑（蒸餾水）遭受著 pH 及電阻率上的不一致性。蒸餾水的 pH 傾向於是低的（由於與空氣中的二氧化碳（CO₂）進行的反應而是酸性的），且電阻率難以取決於來源來控制。冷卻劑的 pH 是影響冷卻劑通道中之金屬（例如銅）腐蝕之主要參數中的一者。銅腐蝕率隨著冷卻劑的酸性增加（較低的 pH）而增加。冷卻劑通道中的銅元件腐蝕可能阻塞流動路徑，導致雷射過熱及永久損傷。冷卻劑中存在的其他參數（例如金屬（例如鈉、鎂、鐵及鉛）、陰離子（例如氯離子、硝酸根離子/亞硝酸根離子、硫酸根離子及矽酸根離子）及細菌）亦可能加速金屬的腐蝕。

【0019】為了防止 DSA 光源由於銅腐蝕而早期失效，需要研發新的冷卻劑，該冷卻劑不僅能夠符合 pH 及電阻

率以及其他性質的規格，亦一致地將這些參數一致地維持在最佳範圍中。在本揭示案的某些實施方式中，提供了符合表格 1 中所揭露之準則的新的冷卻劑。表格 1 描繪相較於本文中所述之某些實施方式中所存在之微生物及無機化學品量之微生物（群落形成單位 / 毫升）、無機化學品及其他參數的可容許冷卻劑位準。在本揭示案的某些實施方式中，提供了維持所需溫度範圍內之冷卻劑之 pH 及電阻率的新穎方法。

冷卻水品質規格		
微生物	可容許 (cfu/ml)	新冷卻劑 (cfu/ml)
	<500	25
無機化學品	可容許 (ppm)	(ppm)
鈣	<25	<0.6
氯化物	<25	<10
銅	<1.3	<1
若與鋁進行流體接觸則<0.020 ppm		
鐵	<0.3	<0.1
鉛	<0.015	0
鎂	<12	<0.1
錳	<0.05	<0.03
硝酸根離子/亞硝酸根離子	在N時<10	0/0
鉀	<20	<0.3
矽酸根離子	<25	<1.0

鈉	<20	<0.3
硫酸根離子	<25	<1
硬度 (CaCO ₃)	<17	ND
總溶固形物	<50	17
其他參數		
pH	6.5-8.5	8.41
電阻率	250-500 kΩ · cm	500 kΩ · cm

表格 1

【0020】 在本文中所述的一個實施方式中，新的冷卻劑是藉由向去離子水添加一定量的水溶性鹼（例如氫氧化鈉）以達到所需的pH值（例如等於或大於6.5、等於或大於約8；在約6.5及8.5之間；在約8及約10之間；在約8.5及9之間；在約9及約10之間；或約9.1）及導電率（例如大於約2 μs/cm；在約2及約4 μs/cm之間；在約2及約3 μs/cm之間；或約3.3 μs/cm）來形成的。然而，在蓋子閉合的情況下儲存在塑膠瓶中的時期期間，pH及導電率隨時間而漂移降低。例如，在一個實驗中，新製作的冷卻劑的pH及導電率在調配的第一天一開始被測量為分別是9.1及3.3，但10天之後，pH及導電率的值緩慢地分別降低至6.7及1.9。

【0021】 不要被理論束縛，而是相信，pH及導電率的漂移是肇因於空氣中存在的CO₂與冷卻劑中存在的氫氧離子（OH⁻）進行的反應（例如CO₂ + OH⁻ ⇌ HCO₃⁻）。該反應消耗了氫氧基（OH⁻（高導電率））而產生了較低

鹼性的碳酸氫根（ HCO_3^- （較低的導電率）），因此造成了 pH 及導電率兩者的降低漂移趨勢。發明人觀察到了在以預先調配的冷卻劑填充熱交換器的同時的 pH 上的顯著變化。例如，在如表格 2 中所示的一個實驗中，具有受測的 9.1 的 pH 之依據本文中所述之實施方式之新調配的冷卻劑被添加到熱交換器。就在填充熱交換器之後，冷卻劑的 pH 降低至 6.9。相信的是，pH 及導電率是因為熱交換器進行再循環而快速地降低，該再循環加速了 OH^- 與來自空氣之 CO_2 的反應。

PH9.1及σ 3.1下的HX冷卻劑監控				
日數	條件/持續時間	HH:MM	PH	Σ
1	HX關閉下的冷卻劑基線		6.1	2.35
1	新的冷卻劑	10:00	9.07	3.1
	就在填充之後	14:00	6.9	3.6
	2 小時	16:00	7.13	2.07
	1.5 小時	17:30	6.74	1.87
	2 小時	19:30	6.69	2.06
2	12 小時	9:50	6.46	1.87
	以N ₂ 沖洗1.5 小時	1:30	6.97	1.97

表格 2

【0022】 參照表格 2，新製作的水冷卻劑具有 9.07 的初始 pH 及 3.1 μS/cm 的初始導電率。就在填充熱交換器的給料貯器之後，pH 降低至 6.9 且導電率增加至 3.6

$\mu\text{S}/\text{cm}$ 。填充之後約20小時， pH 降低至6.5而導電率降低至 $1.87\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 。在如本文中所述地進行了1.5小時的 N_2 沖洗之後， pH 從6.46增加至6.97。不要被理論束縛，而是相信，空氣中的 CO_2 與水中的 OH^- 反應而減少了 pH （更酸），且離子產物 HCO_3^- 相較於 OH^- 遷移得更慢使得導電率亦更低。

【0023】 在另一實驗中（表格3），發明人發現到的是，以氮氣（ N_2 ）沖洗熱交換器增加了冷卻劑的 pH 同時維持了冷卻劑的導電率。然而，在停止氮氣沖洗之後，冷卻劑 pH 的降低了。不要被理論束縛，而是相信，以 N_2 沖洗包含冷卻劑的流體給料貯器防止了額外的 CO_2 進入冷卻劑系統同時從冷卻劑移除了溶解的 CO_2 。

日數	條件及持續時間	HH:MM	pH	$\sigma\ (\mu\text{s}/\text{cm})$
第1天 (2 月 8 日)	2 ml NaOH(0.015%)/加侖(DI)			
	30 分鐘	20:00	6.78	2
	1 小時	21:00	6.7	1.79
	1 小時	22:00	6.69	1.89
	2 小時	0:00	6.6	2.07
第2天 (2 月 9 日)	9 小時 N_2 沖洗(~10 Psi)	9:30	7.36	1.89
	1.5 小時 N_2 沖洗	11:00	7.48	1.77
	添加高濃度	11:30	8.62	2.48
	1 小時 N_2 沖洗	12:30	8.41	2.36
	2 小時 N_2 沖洗	14:30	8.47	2.42

	5 小時 N ₂ 沖洗	19:30	8.54	2.53
第3天 (2 月 10 日)	13.5 小時 N ₂ 沖洗	9:00	8.33	2.37
	1.5 小時 N ₂ 沖洗	11:30	8.41	2.49
	2 小時 (>20 Psi) N ₂ 沖洗	14:00	8.23	2.4
	5 小時 (>20 Psi) N ₂ 沖洗	19:00	8.42	2.54
第4天 (2 月 11 日)	13 小時 (~5 Psi) N ₂ 沖洗	8:30	8.26	2.35
	2.5 小時停止N ₂ 沖洗	11:00	7.6	2.35
	1 小時無N ₂ 沖洗	12:00	7.35	2.5
	2 小時無N ₂ 沖洗無帶 (Tape)	14:00	7.15	2.28
	以N ₂ 沖洗2 小時 (~7 Psi)	16:00	7.31	2.26
	在安裝雷射之後	17:20	7.25	2.33
	添加水及開啟雷射	17:40	7.1	2.27
	2 小時 N ₂ 沖洗 (~10L)	19:40	7.38	2.35
第5天 (2 月 12 日)	12 小時 N ₂ 沖洗 (~10L)	8:00	8.15	2.57
	新的水3.2 ml 7加侖	15:40	8.57	3

表格 3

【 0 0 2 4 】 在另一實驗（表格 4）中，發明人進行了六天的長期沖洗測試。發明人成功地藉由以 0.8 公升 / 分鐘及

20 公升 / 分鐘之間的流動速率以 N₂ 沖洗包含新的冷卻劑的流體貯器來將 pH 及導電率維持在所需的規格範圍內。在某些實施方式中，0.8 公升 / 分鐘是用於維持穩定 pH 及導電率的最低 N₂ 流動速率。在 0.8 公升 / 分鐘的 N₂ 流動速率以上，pH 及導電率似乎並不隨著 N₂ 流動速率增加而改變。因此，較低的 N₂ 流量對於節省成本的目的來說是較佳的。

日數	條件及持續時間	HH:MM	N ₂ 沖洗	pH	σ (μ s/cm)	電阻率 (M Ω cm)
目標規格				8.5	2-4	0.25-0.5
新的水	3.2 ml NaOH(0.015%)/ 加侖(DI)	17:20		9.32	5.2	0.19
第5天 (2月12 日)	在開啟HX之後的5 Min	17:40		8.57	3	0.33
	1 小時	18:40	2.5	8.28	2.71	0.37
	2 小時	20:40	5.0	8.4	2.61	0.38
第6天 (2月13 日)	13 小時	9:40	5.0	8.36	2.75	0.36
	3 小時	12:40	5.0	8.45	2.73	0.37
	1 小時	13:40	3.0	8.39	2.72	0.37
	8 小時	22:00	3.0	8.4	2.75	0.36
第7天 (2月14 日)	8 小時有帶	6:00	3.0	8.38	2.72	0.37
	8 小時有帶	14:00	20.0	8.4	2.78	0.36
	1 小時/添加~3L(PH9.28 σ 3.46)	15:00	3.0	8.49	2.85	0.35

	1 小時	16:00	3.0	8.55	2.88	0.35
	6 小時	20:00	3.0	8.62	2.83	0.35
	2 小時	22:00	1.6	8.5	2.71	0.37
第8天 (2 月 15 日)	8 小時	6:00	1.6	8.48	2.66	0.38
	1 小時	7:30	0.8	8.37	2.55	0.39
	5 小時	12:30	0.8	8.35	2.48	0.40
	8 小時	20:30	0.8	8.33	2.62	0.38
	2 小時無帶	10:30	0.8	7.8	2.55	0.39
	8 小時無帶	6:30	0.8	7.8	2.53	0.40
第9天 (2 月 16 日)	3 小時無帶	9:30	0.8	7.85	2.63	0.38
	5 小時無帶	10:20	1.6	7.9	2.59	0.39
	5 小時無帶	9:20	1.6	8.3	2.73	0.37
第10天 (2 月 17 日)	30 min/添加 ~3.5L(PH9.00 σ 3.64)	10:30	1.6	8.46	2.6	0.38
	30.5 小時	16:00	1.6	8.16	2.74	0.36
	1 小時/添加 ~3.5L(PH9.20 σ 4.58)	17:00	1.6	8.1	2.79	0.36

表格 4

【 0 0 2 5 】 在某些實施方式中，提供了用於溫度控制的液態冷卻劑。該液態冷卻劑包括純化水（例如去礦物質水、去離子水或其混合物）且具有 8.0 或更高的 pH。該 pH 是在一種 pH 控制劑出現時建立的。該 pH 控制劑可選自本領域中習知的那些 pH 控制劑。在一個實施方式中，pH 控制劑是鹼性化合物（例如氫氧化鈉）。在一個實施方式中，

pH 控制劑是無氨及 / 或無氮的。避免基於氨及基於氮的 pH 控制劑是較佳的，因為發明人已發現到是的，這些類型的 pH 控制劑增加了液態冷卻劑中之不想要的細菌的出現率。pH 控制劑或 pH 控制劑的調合物以一定量呈現，該量足以達到從約 8.0 至約 12.5、或從約 9.0 至約 10.5、或從約 9.8 至約 10.5 之範圍內的 pH。

【0026】 表格 5 描繪了依據本文中所揭露之實施方式之液態冷卻劑的理論計算。

冷卻劑的 pH	冷卻劑	[OH-], mol/L	[H+], mol/L	[Na+], mol/L	[Na+], ppm	莫耳導電率(10 ⁻⁴ m ² mol ⁻¹ Ω ⁻¹)	導電率, Ω ⁻¹ m ⁻¹	導電率, μs/cm	電阻率, MΩcm
7	純水	1.00E-07	1.00E-07	0.00E+00	0.00	547.65	5.48E-06	0.0548	18.26
8.5	3.16 μm, NaOH	3.16E-06	3.16E-09	3.16E-06	0.07	248.08	7.84E-05	0.784	1.27
9	10 μm, NaOH	1.00E-05	1.00E-09	1.00E-05	0.23	248.08	2.48E-04	2.48	0.40

表格 5

【0027】 表格 6 描繪了依據本文中所述的實施方式所形成之冷卻劑的一個示例性配方。

冷卻劑配方計算			
所需的冷卻劑的總體積（加侖）	冷卻劑的pH	所需的NaOH(公克)	所需的純 DIW（公升）
12	8.5	0.00575	45.42

表格 6

【0028】 在又另一實施方式中，提供了冷卻處理腔室元件的方法。該方法包括以下步驟：一開始使得液態冷卻劑

稍微是鹼性的（例如 $\text{pH} \sim 9$ ）；以所需量的液態冷卻劑填充熱交換器的給料貯器；及以氮沖洗氣體從給料貯器中之液態冷卻劑上方的空氣頂部空間沖洗掉 CO_2 。用於向空氣頂部空間供應氮沖洗氣體的沖洗管通常被定位為防止氣泡在液態冷卻劑中形成（例如沖洗管不插進液態冷卻劑）。隨著從液態冷卻劑上方的空氣頂部空間沖洗掉 CO_2 ，平衡狀態（ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ ）偏向左方，且從冷卻液移除溶解的 CO_2 ，直到達到新的平衡狀態為止，使得藉由氮氣沖洗將 pH 維持穩定。

【0029】 圖1繪示雷射退火系統100的示意圖，該雷射退火系統具有依據本揭示案之一個實施方式的溫度控制系統110。雷射退火系統100包含溫度控制系統110、光學系統120、雷射退火處理腔室130及系統控制器140。系統控制器140大體被調適為控制本文中所討論之溫度控制系統110、光學系統120及雷射退火處理腔室130內所包含的各種元件。系統控制器140大體被設計為促進本文所述之熱處理技術及溫度控制系統的控制及自動化。

【0030】 系統控制器140通常包含中央處理器（CPU）（未圖示）、記憶體（未圖示）及支援電路（或I/O）（未圖示）。CPU可為用在工業環境中以供控制各種程序及硬體（例如傳統電磁輻射偵測器、馬達、雷射硬體、熱交換器）及監控制程（例如基板溫度、基板支架溫度、來自脈衝雷射的能量的量、偵測器的訊號、雷射硬體溫度）之任何形式的電腦處理器中的一者。記憶體（未圖示）連接

至 CPU，且可為一或更多個可輕易取得的記憶體，例如隨機存取記憶體（RAM）、唯讀記憶體（ROM）、軟碟、硬碟或任何其他形式的數字存儲器（遠端或本端的）。軟體指令及資料可被編碼及儲存在記憶體內以供指示 CPU。支援電路（未圖示）亦連接至 CPU 以供以傳統的方式支援處理器。支援電路可包括傳統的快取記憶體、電源、時脈電路、輸入/輸出電路系統、子系統等等。

【0031】雷射退火處理腔室 130 包含封閉的處理區域 132，該處理區域具有一或更多個腔室壁 134 及光學透明的窗口 136。雷射退火處理腔室 130 亦可包含基板支架 137。在處理期間，可藉由使用真空泵 138 來將封閉的處理區域 132 抽空及/或使用惰性氣體源 139 沖洗該處理區域以減少不想要的氣體（例如氧）的分壓。惰性氣體源可為與冷卻劑的化學相容的任何惰性氣體。示例性的惰性氣體包括氮、氬、氦及其組合。

【0032】光學系統 120 包括能量源 122。光學系統 120 可更包括額外的元件（包括劑量控制系統、脈衝展寬器組件、射束均勻器組件及中繼光學件系統）。光學系統 120 被調適為跨定位在基板支架 137 上之基板 150 上的退火區域重複供應所需的均勻劑量的能量，以優先退火及/或熔化這些區域內的所需面積。可藉由將基板 150 定位為與基板支架 137 的基板支撐面 152 及熱交換設備 154 熱接觸來控制基板 150 的溫度。熱交換設備 154 大體被調適為在退火製程之前、期間或之後加熱及/或冷卻基板支架

137。在此配置下，熱交換設備154（例如可從加州聖克拉拉市的應用材料公司取得的傳統基板加熱器（例如電阻式加熱構件、溫度受控的流體熱交換器））可用以改良基板之退火區域的後處理性質。

【0033】系統控制器140及光學系統120內的元件用以控制脈衝的時序、持續時間、分佈（例如能量與時間關係）及各脈衝中向退火區域供應的能量量。系統控制器140亦大體被調適為控制雷射退火處理腔室130及本文中所討論的其他系統元件（包括溫度控制系統110）。

【0034】在半導體基板上執行雷射退火製程所需的能量量可能相當大。例如，從能量源122供應的能量劑量可能相當大。例如從能量源122供應的能量劑量可在8至10奈秒（ns）的脈衝期內在約1及約10焦耳之間，這等同於在各脈衝中向退火區域供應約100 MW至約1,250 MW之間的平均總功率。若退火區域具有約4 mm²及約1,000 mm²之間的面積，則平均能量密度將是在約0.1 MW/mm²及約313 MW/mm²之間。已發現的是，執行脈衝雷射退火製程所需的高功率可能使得用以向基板表面供應或引導能量之光學元件的可用壽命由於損傷而顯著減少。所誘發的損傷可能使得製程均勻性在脈衝與脈衝間變化，且增加了系統的擁有成本。

【0035】能量源122大體被調適為供應用以執行脈衝雷射退火製程的電磁能。典型的電磁輻射源包括（但不限於）光輻射源、電子射束源及/或微波能量源。在一個實

施方式中，能量源 122 為雷射，該雷射被調適為供應光輻射以選擇性地將基板的所需區域加熱至它們的熔點。在一個實施方式中，能量源 122 被調適為向主要含矽的基板以小於約 1064 nm 的波長供應能量。在一個實施方式中，使用以小於 800 nm 的波長供應的輻射在含矽基板上執行雷射退火製程。在另一實施方式中，從能量源 122 向主要含矽的基板所供應之電磁能的波長為約 532 奈米。在又另一實施方式中，從能量源 122 向主要含矽的基板所供應之電磁能的波長為約 216 nm 或約 193 nm。在本揭示案的一個實施方式中，想要使用 Nd:YAG（釹摻雜鈮鋁石榴石）雷射，該雷射被調適為以約 266 nm 及約 1064 nm 之間的波長供應能量。

【0036】 在一個實施方式中，能量源 122 被調適為以所需的波長（例如 532 nm）以約 6 ns 及約 80 ns 之間的脈衝寬度供應約 1 及 10 焦耳之間的能量。在另一實施方式中，能量源 122 被調適為以所需的波長（例如 532 nm）以約 20 ns 及約 30 ns 之間的脈衝寬度供應約 1 及 10 焦耳之間的能量。在另一實施方式中，能量源 122 被調適為以例如為 748 nm 及 / 或 1064 nm 的波長以約 8 ns 及約 80 ns 之間的脈衝寬度供應約 1 及 10 焦耳之間的能量。

【0037】 圖 2 繪示依據本揭示案之一個實施方式之冷卻迴路 200 的示意圖。冷卻迴路 200 包括溫度控制系統 110 及光學系統 120。如圖 1 中所描繪的，光學系統包括能量源 122。溫度控制系統 110 包括用於冷卻冷卻液的熱

交換器組件 204。熱交換器組件 204 包括冷卻液供應器，例如給料貯器 220 或其他（通常是正壓）流體源。給料貯器 220 可在冷卻及再循環製程期間從沖洗氣體源 230 接收一定流量的沖洗氣體（例如惰性氣體）。沖洗氣體源 230 通常被定位為向給料貯器 220 中之液態冷卻劑上方的空間供應沖洗氣體。可透過沖洗氣體排氣件 232 從給料貯器 220 移除沖洗氣體。給料貯器 220 亦可具有至少一個氣體感測器（例如用於監控再循環流體中之氧含量的氧感測器 240）。冷卻液可從給料貯器 220 向冷卻劑通道 252 引導通過供應線路 250，該冷卻劑通道橫過能量源 122 以從能量源 122 移除熱。冷卻劑通道可為具有 1 毫米以下（例如 ½ 毫米或以下）之液壓直徑的微通道。冷卻劑通道 252 可具有暴露的金屬表面（例如銅）。可從冷卻劑通道 252 經由再循環線路 260 將受加熱的冷卻液引導進回傳貯器 270。受加熱的冷卻液可被引導通過熱交換器 210，以在將冷卻劑回傳至給料貯器 220 之前從受加熱的冷卻液移除熱。應了解的是，圖 2 中所描繪的溫度控制系統 110 僅為示例性的，且可使用其他的熱交換系統。例如，在某些實施方式中，溫度控制系統具有提供給料及回傳貯器兩者之功能的一個貯器。

【0038】 圖 3 繪示用於依據本揭示案之一個實施方式來冷卻退火系統之溫度控制之方法 300 的流程圖。可在雷射退火系統（例如雷射退火系統 100）上實行方法 300。在該方法中，於操作 310 處，沖洗氣體源被供應至包含液

態冷卻劑的給料貯器。液態冷卻劑可為如本文中所述的相同的液態冷卻劑。如本文中所討論的，沖洗氣體例如可為純氮或富含氮的氣體，且可藉由適當設備（例如分離成分的透膜設備）來產生。沖洗氣體被供應至液態冷卻劑上方之給料貯器中的空間（亦即沖洗氣體不灌進液態冷卻劑）。例如，在一個實施方式中，是從沖洗氣體源 230 向給料貯器 220 供應沖洗氣體，該給料貯器包含依據本文中所述的實施方式的液態冷卻劑。

【0039】 於操作 320 處，一定流量的液態冷卻劑從給料貯器引導進至少一個能量源。該至少一個能量源可為雷射退火系統的能量源。例如，在一個實施方式中，一定流量的液態冷卻劑從給料貯器 220 引導進能量源 122。於操作 330 處，該流量的液態冷卻劑穿過該至少一個能量源，因此從該至少一個能量源移除了熱。例如，在一個實施方式中，該流量的液態冷卻劑穿過能量源 122，因此從能量源 122 移除了熱。於操作 340 處，受加熱的冷卻劑從該至少一個加熱源引導進回傳貯器。例如，在一個實施方式中，受加熱的冷卻劑穿過能量源 122 而進入回傳貯器 270。於操作 350 處，受加熱的冷卻劑從回傳貯器穿過從冷卻劑移除熱的熱交換器，且在操作 360 處傳回進入給料貯器。例如，在一個實施方式中，受加熱的冷卻劑從回傳貯器 270 穿過從冷卻劑移除熱的熱交換器 210，且傳回進入給料貯器 220。於操作 270 處，若退火製程繼續，則冷卻劑再次被引導通過該至少一個加熱源。否則，循環製程結束。在

一個實施方式中，向給料貯器供應沖洗氣體的步驟在方法300的製程始終是連續的。在一個實施方式中，僅針對方法300的一部分執行沖洗氣體的供應。例如，氮氣被供應至給料貯器中之冷卻劑上方的空間一定時段，該時段長到足以從冷卻劑上方的空間沖洗掉氣體。在一個實施方式中，沖洗氣體在方法300始終被脈衝進給料貯器。

【0040】圖4繪示一繪圖400，描繪依據本文中所述的實施方式之冷卻劑在兩個月的時期內的pH及導電率。如繪圖400中所描繪的，是使用本文中所述的實施方式來將pH及導電率兩者維持在目標範圍內兩個月的時期。

【0041】雖然本揭示案的實施方式在本文中大致是參照雷射退火系統來描述，設想的是，其他的溫度控制系統（例如任何工業中的熱交換器、冷卻器或鍋爐）亦可受益於本揭示案的實施方式。

【0042】總而言之，本揭示案的某些益處包括在冷卻製程期間將冷卻液的pH及導電率維持在所需範圍內，同時減少了冷卻劑流過之金屬通道中的腐蝕。進一步地，可在對於目前的冷卻劑系統進行最小更改（例如將沖洗氣體源及沖洗氣體排氣件添加至冷卻劑給料貯器）的情況下執行本揭示案的方法。此外，可以最小量的沖洗氣體（例如氮氣）來執行本揭示案的方法，這減少了整體的擁有成本。

【0043】在介紹本揭示案或其示例性態樣或實施方式的構件時，冠詞「一（a）」、「一（an）」、「該」及「所述」是要意指存在著該等構件中的一或更多者。

【0044】用語「包括（comprising）」、「包括（including）」及「具有」要是包容性的，且意指可能存在著所列舉之構件以外的額外構件。

【0045】雖然上文是針對本揭示案的實施方式，可在不脫離本揭示案之基本範圍的情況下設計本揭示案的其他及進一步的實施方式，且本揭示案的範圍是由以下的請求項來決定的。

【符號說明】

【0046】

- 100 雷射退火系統
- 110 溫度控制系統
- 120 光學系統
- 122 能量源
- 130 雷射退火處理腔室
- 132 封閉的處理區域
- 134 腔室壁
- 136 光學透明的窗口
- 137 基板支架
- 138 真空泵
- 139 惰性氣體源
- 140 系統控制器
- 150 基板
- 152 基板支撐面
- 154 熱交換設備

2 0 0 冷 卻 迴 路
2 0 4 熱 交 換 器 組 件
2 1 0 熱 交 換 器
2 2 0 給 料 貯 器
2 3 0 沖 洗 氣 體 源
2 3 2 沖 洗 氣 體 排 氣 件
2 4 0 氧 感 測 器
2 5 0 供 應 線 路
2 5 2 冷 卻 通 道
2 6 0 再 循 環 線 路
2 7 0 回 傳 貯 器
3 0 0 方 法
3 1 0 操 作
3 2 0 操 作
3 3 0 操 作
3 4 0 操 作
3 5 0 操 作
3 6 0 操 作
3 7 0 操 作
4 0 0 繪 圖

【生物材料寄存】

【 0 0 4 7 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 4 8 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)
無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無



I675909

E 申請日:

I IPC分類:

【發明摘要】

【中文發明名稱】冷卻劑及用以控制熱交換器中所使用之冷卻劑之PH及電阻率的方法

【英文發明名稱】COOLANT AND A METHOD TO CONTROL THE PH AND RESISTIVITY OF COOLANT USED IN A HEAT EXCHANGER

【中文】

本文中所述的實施方式大致關於基板處理設備，且更具體而言是關於用於基板處理設備之溫度控制的方法及成分。在一個實施方式中，提供了冷卻處理腔室元件的方法。該方法包括以下步驟：將一惰性沖洗氣體引進包含一冷卻劑的一給料貯器，且將該受處理的冷卻劑流至一處理腔室元件以冷卻該處理腔室元件。該冷卻劑一開始包括去離子水及一水溶性鹼。

【英文】

Implementations described herein generally relate to substrate processing equipment and more particularly to methods and compositions for temperature control of substrate processing equipment. In one implementation, a method of cooling a processing chamber component is provided. The method comprises introducing an inert purge gas into a supply reservoir containing a coolant and flowing the treated coolant to a processing chamber component to cool the processing chamber component. The coolant initially comprises deionized water and a water-soluble base.

【指定代表圖】第（ 2 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

申請案號：

申請日：

IPC 分類：

1 1 0 溫度控制系統

1 2 0 光學系統

1 2 2 能量源

2 0 0 冷卻迴路

2 0 4 熱交換器組件

2 1 0 熱交換器

2 2 0 給料貯器

2 3 0 沖洗氣體源

2 3 2 沖洗氣體排氣件

2 4 0 氧感測器

2 5 0 供應線路

2 5 2 冷卻通道

2 6 0 再循環線路

2 7 0 回傳貯器

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種冷卻一處理腔室元件的方法，包括以下步驟：

連續地將一惰性沖洗氣體引進包含一液態冷卻劑的一給料貯器以形成一受處理的液態冷卻劑並將該受處理的液態冷卻劑的pH維持在8.0及12.5之間，其中該液態冷卻劑一開始包括：

去離子水；及

一水溶性鹼；及

將該受處理的液態冷卻劑流至一處理腔室元件以冷卻該處理腔室元件。

【第2項】 如請求項1所述之方法，其中該水溶性鹼為氫氧化鈉。

【第3項】 如請求項1所述之方法，其中該水溶性鹼是無氮的。

【第4項】 如請求項1所述之方法，其中該水溶性鹼是無氮的。

【第5項】 如請求項1所述之方法，其中該受處理的液態冷卻劑是無氮的。

【第6項】 如請求項1所述之方法，其中該惰性沖洗氣體是氮氣（N₂）。

- 【第7項】 如請求項1所述之方法，其中該惰性沖洗氣體以大於或等於0.8公升/分鐘的一流動速率流進該給料貯器。
- 【第8項】 如請求項1所述之方法，其中該惰性沖洗氣體以0.8公升/分鐘及20公升/分鐘之間的一流動速率流進該給料貯器。
- 【第9項】 如請求項1所述之方法，其中該惰性沖洗氣體被供應至該給料貯器中之該液態冷卻劑上方的一空間。
- 【第10項】 如請求項9所述之方法，其中該惰性沖洗氣體從該給料貯器中之該液態冷卻劑上方的該空間移除CO₂。
- 【第11項】 如請求項10所述之方法，其中該惰性沖洗氣體從該給料貯器中的該液態冷卻劑移除溶解的CO₂。
- 【第12項】 如請求項11所述之方法，其中將該受處理的液態冷卻劑流至該處理腔室元件以冷卻該處理腔室元件的步驟包括將該受處理的液態冷卻劑流過具有一暴露金屬面的一通道。
- 【第13項】 如請求項12所述之方法，其中該暴露金屬面為一銅面。

【第14項】 如請求項1所述之方法，其中該處理腔室元件為一雷射退火系統的一能量源。

【第15項】 一種冷卻一處理腔室元件的方法，包括以下步驟：

連續地將一氮沖洗氣體引進包含一液態冷卻劑的一給料貯器以從該給料貯器中之該液態冷卻劑上方的一空間移除 CO_2 ，以便形成一以氮處理的液態冷卻劑並將該以氮處理的液態冷卻劑的一 pH 維持在8.0及12.5之間，其中該液態冷卻劑一開始包括：

去離子水；及

氫氧化鈉；及

將該以氮處理的液態冷卻劑流至一能量源以冷卻該能量源。

【第16項】 如請求項15所述之方法，其中該氮沖洗氣體以大於或等於0.8公升/分鐘的一流動速率流進該給料貯器。

【第17項】 如請求項15所述之方法，其中該惰性沖洗氣體以0.8公升/分鐘及20公升/分鐘之間的一流動速率流進該給料貯器。

【第18項】 一種冷卻一處理腔室元件的方法，包括以下步驟：

連續地將一氮沖洗氣體引進包含一液態冷卻劑的一給料貯器以從該給料貯器中之該液態冷卻劑上方的一空間移除 CO_2 ，以便形成一以氮處理的液態冷卻劑並將該以氮處理的液態冷卻劑的一 pH 維持在 8.0 及 12.5 之間，其中該液態冷卻劑一開始包括：

去離子水；及

氫氧化鈉；及

將該以氮處理的液態冷卻劑流至一能量源以冷卻該能量源，其中將該以氮處理的液態冷卻劑流至能量源以冷卻該能量源的步驟包括將該以氮處理的液態冷卻劑流過具有一暴露銅面的一通道。