



(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 I784545 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：110119096

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 26 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/02 (2006.01)****B08B3/04 (2006.01)**

(71)申請人：國立中山大學(中華民國) NATIONAL SUN YAT-SEN UNIVERSITY (TW)

高雄市鼓山區蓮海路 70 號

(72)發明人：張鼎張 CHANG, TING-CHANG (TW)；楊智程 YANG, CHIH-CHENG (TW)；陳穩

仲 CHEN, WEN-CHUNG (TW)；郭娟瑋 KUO, CHUAN-WEI (TW)；吳珮瑜 WU,

PEI-YU (TW)；林俊曲 LIN, CHUN-CHU (TW)

(74)代理人：黃耀霆

(56)參考文獻：

TW I544531

TW 201842570A

TW 202101569A

US 2004/0134515A1

US 2011/0220152A1

US 2013/0019905A1

審查人員：翁佑菱

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：2 共 11 頁

(54)名稱

晶圓常溫乾燥方法

(57)摘要

一種晶圓常溫乾燥方法，用以解決習知晶圓乾燥製程導致晶圓上的電晶體微結構內縮倒塌的問題。係包含：一清洗階段，將一待工元件置入一清洗溶劑中；一反應階段，將該待工元件連同該清洗溶劑放入一反應腔室，並注入一超臨界流體於該反應腔室內，該超臨界流體的臨界溫度低於常溫，增加該反應腔室的壓力，使該清洗溶劑溶解於該超臨界流體；及一洩壓階段，在該清洗溶劑完全溶解於該超臨界流體後，釋放該反應腔室的壓力，將該超臨界流體連同該清洗溶劑排放出該反應腔室。

A method for drying wafer at room temperature is provided to solve the problem that the conventional process of drying wafer causes collapsing of the microstructure of transistor on the wafer. The method includes a cleaning step, a reacting step and a pressure relieving step. The cleaning step is putting a processing component into a cleaning solvent. The reacting step is putting the processing component with the cleaning solvent into a reaction chamber, implanting a supercritical fluid into the reaction chamber, and increasing the pressure of the reaction chamber to dissolve the cleaning solvent in the supercritical fluid. The critical temperature of the supercritical fluid is below room temperature. After completely dissolving the cleaning solvent. The pressure relieving step is releasing the pressure in the reaction chamber and discharging the supercritical fluid with the cleaning solvent out of the reaction chamber.

指定代表圖：

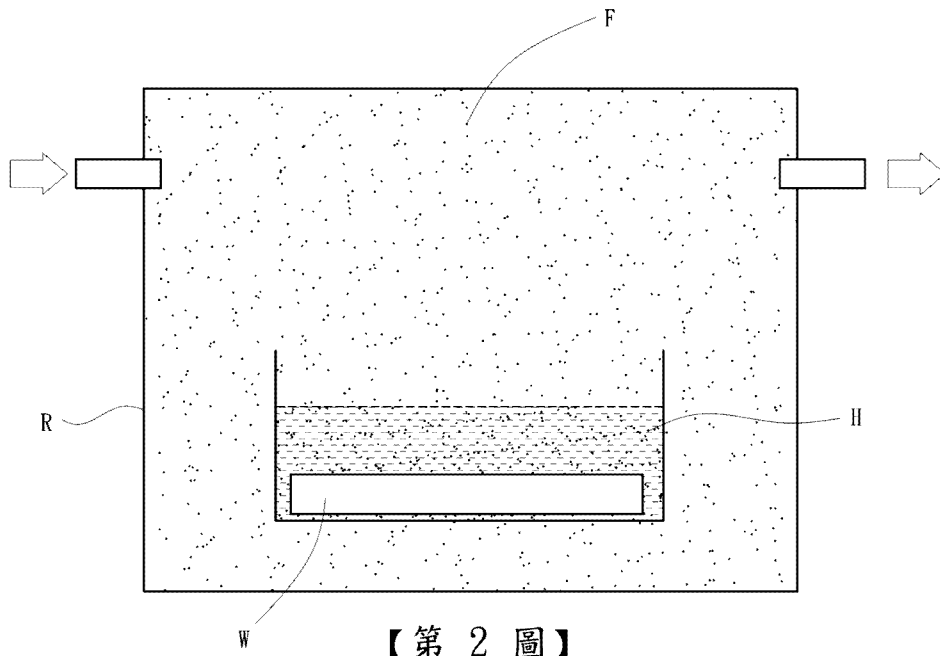
符號簡單說明：

W:待工元件

H:清洗溶劑

R:反應腔室

F:超臨界流體



【第 2 圖】



I784545

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】 晶圓常溫乾燥方法

【英文發明名稱】 Method For Drying Wafer At Room Temperature

【中文】

一種晶圓常溫乾燥方法，用以解決習知晶圓乾燥製程導致晶圓上的電晶體微結構內縮倒塌的問題。係包含：一清洗階段，將一待工元件置入一清洗溶劑中；一反應階段，將該待工元件連同該清洗溶劑放入一反應腔室，並注入一超臨界流體於該反應腔室內，該超臨界流體的臨界溫度低於常溫，增加該反應腔室的壓力，使該清洗溶劑溶解於該超臨界流體；及一洩壓階段，在該清洗溶劑完全溶解於該超臨界流體後，釋放該反應腔室的壓力，將該超臨界流體連同該清洗溶劑排放出該反應腔室。

【英文】

A method for drying wafer at room temperature is provided to solve the problem that the conventional process of drying wafer causes collapsing of the microstructure of transistor on the wafer. The method includes a cleaning step, a reacting step and a pressure relieving step. The cleaning step is putting a processing component into a cleaning solvent. The reacting step is putting the processing component with the cleaning solvent into a reaction chamber, implanting a supercritical fluid into the reaction chamber, and increasing the pressure of the reaction chamber to dissolve the cleaning solvent in the supercritical fluid. The critical temperature of the supercritical fluid is below room temperature. After completely dissolving the cleaning solvent. The pressure relieving step is releasing the pressure in the reaction chamber and

discharging the supercritical fluid with the cleaning solvent out of the reaction chamber.

【指定代表圖】 第 2 圖

【代表圖之符號簡單說明】

W: 待工元件

H: 清洗溶劑

R: 反應腔室

F: 超臨界流體

【發明說明書】

【中文發明名稱】 晶圓常溫乾燥方法

【英文發明名稱】 Method For Drying Wafer At Room Temperature

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種半導體製程技術，尤其是一種避免晶粒結構在清洗後塌陷的晶圓常溫乾燥方法。

【先前技術】

【0002】 半導體產業係致力於微型化電子元件及金屬線寬，使晶圓（Wafer）的面積利用率最大化。半導體製程係藉由反覆在晶圓上堆疊材料、塗佈光阻及曝光蝕刻等步驟，製造出層層疊疊的電晶體結構，而在每一疊層步驟前，必須去除上一階段的光阻及蝕刻聚合物，避免殘留的物質隔絕干擾後續疊層材料的電性連接，而製作出電性不良的元件，尤其是殘留於通道結構內的物質難以清除乾淨，因此，需要利用濕式清洗的方式完全去除，再將晶圓乾燥。

【0003】 請參照第 1 圖所示，習知的晶圓乾燥方法係將清洗晶圓的溶劑 S 連同雜質一起帶離開電晶體 T 結構表面，惟，日漸微型化的半導體元件使晶圓上的電晶體 T 盡可能做密集排列，例如：鰭式電晶體（Fin Field-Effect Transistor, FinFET），由於相鄰的電晶體 T 結構極限地靠近，如第 1 圖所示，當溶劑 S 離開電晶體 T 之間的通道時，溶劑 S 的表面張力拉扯兩側的電晶體 T，係導致電晶體 T 結構在乾燥過程中內縮倒塌，而降低半導體元件的品質。一種習知的晶圓乾燥方法，係可以利用離心力的旋轉乾燥器、溶劑汽化乾燥等，然而該方法係無法改善晶粒倒塌現象的乾燥方法，而不適用於微型化的

先進製程，另外，針對微型結構的習知乾燥方法，係可以以凝固清洗液後透過昇華去除、以樹脂取代清洗液再加熱分解樹脂、超音速震動噴霧等，然而該方法需要繁複的步驟、透過昂貴的裝置執行、加熱提高製程溫度或消耗大量化學藥劑，將導致增加生產成本及延長清洗乾燥製程的時間。

【0004】有鑑於此，習知的晶圓乾燥方法確實仍有加以改善之必要。

【發明內容】

【0005】為解決上述問題，本發明的目的是提供一種晶圓常溫乾燥方法，係可以在乾燥後不破壞晶圓結構。

【0006】本發明的次一目的是提供一種晶圓常溫乾燥方法，係可以簡化晶圓清洗及乾燥的流程。

【0007】本發明的又一目的是提供一種晶圓常溫乾燥方法，係可以降低生產成本。

【0008】本發明全文所記載的元件及構件使用「一」或「一個」之量詞，僅是為了方便使用且提供本發明範圍的通常意義；於本發明中應被解讀為包括一個或至少一個，且單一的概念也包括複數的情況，除非其明顯意指其他意思。

【0009】本發明的晶圓常溫乾燥方法，包含：一清洗階段，將一待工元件置入一清洗溶劑中；一反應階段，將該待工元件連同該清洗溶劑放入一反應腔室，再以每分鐘 10ml~200ml 的流速將一超臨界流體注入該反應腔室內，該超臨界流體的臨界溫度低於常溫，增加該反應腔室的壓力，且該反應腔室的溫度範圍為 10°C ~ 30°C，使該清洗溶劑溶解於該超臨界流體；及一洩壓階段，在該清洗溶劑完全溶解於該超臨界流體後，釋放該反應腔室的壓力，將該超臨界流體連同該清洗溶劑排放出該反應腔室。

【0010】 據此，本發明的晶圓常溫乾燥方法，使用該超臨界流體對該待工元件進行乾燥，透過該超臨界流體不存在表面張力、可溶解清洗液及可常溫作業的特性，係可以保持乾燥後的該待工元件結構完整，且乾燥過程不需要進行加熱，係具有提升晶圓的產品良率、增進製程效率及減少生產成本等功效。

【0011】 其中，該超臨界流體是四氟化碳、氮氣、氫或氫氣。如此，該超臨界流體係可以在常溫環境維持超臨界特性，係具有提升乾燥效率的功效。

【0012】 其中，該反應腔室的壓力範圍為 300psi~30000psi。如此，在該反應腔室內的超臨界流體可以被微調黏度、擴散及溶解度等特性，係具有依據工作環境及作用物質種類改變流體特性的功效。

【0013】 其中，該清洗溶劑是異丙醇、丙酮、乙醇、己烷或氫氟醚。如此，該清洗溶劑的表面張力低，係具有降低晶圓結構被破壞機率的功效。

【圖式簡單說明】

【0014】

〔第 1 圖〕 一種習知晶圓乾燥方法所導致晶圓結構缺陷的情形圖。

〔第 2 圖〕 本發明較佳實施例的製程情形圖。

【實施方式】

【0015】 為讓本發明之上述及其他目的、特徵及優點能更明顯易懂，下文特舉本發明之較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【0016】 本發明晶圓常溫乾燥方法的較佳實施例，係包含以下程序：係包含一清洗階段、一反應階段及一洩壓階段。

【0017】 請參照第 2 圖所示，該清洗階段係將一待工元件 W 置入一清

洗溶劑 H 中。該待工元件 W 可以是經過蝕刻製程後的晶圓，在晶圓表面上形成半成品的積體電路，且在電路圖案的表面及通道殘留光阻及蝕刻聚合物；該清洗溶劑 H 可以是異丙醇(Isopropanol)、丙酮(Acetone)、乙醇(Ethanol)、己烷(Hexane)或氫氟醚(HFE)等低表面張力的溶劑，使該待工元件 W 上的殘留物浸泡於該清洗溶劑 H 的液面之下，達到清洗晶圓的作用。

【0018】 該反應階段係將該待工元件 W 連同該清洗溶劑 H 放入一反應腔室 R，並注入一超臨界流體 F 於該反應腔室 R 內，使該超臨界流體 F 與該清洗溶劑 H 在常溫狀態下進行反應，該清洗溶劑 H 係可以溶解於該超臨界流體 F，又，藉由增加該反應腔室 R 的壓力，可以提升該清洗溶劑 H 在該超臨界流體 F 中的溶解度。該超臨界流體 F 的流速可以是每分鐘 10ml~200ml；該清洗溶劑 H 溶解反應的作用時間可以是 10 分鐘~60 分鐘；該反應腔室 R 的壓力範圍為 300psi~30000psi；該反應腔室 R 的溫度範圍為 10°C~30°C；該超臨界流體 F 可以是四氟化碳(Carbon Tetrafluoride, CF₄)、氮氣(Dinitrogen, N₂)、氬(Argon, Ar)或氫氣(Hydrogen, H₂)等臨界溫度(Critical Temperature)低於常溫的流體，其中，常溫或稱室溫，定義為 25°C 或 300 克耳文(Kelvin, K)，300 克耳文約為 27°C。

【0019】 該洩壓階段係在該清洗溶劑 H 完全溶解於該超臨界流體 F 後，釋放該反應腔室 R 的壓力，將該超臨界流體 F 連同該清洗溶劑 H 排放出該反應腔室 R，由於該超臨界流體 F 已取代該清洗溶劑 H 存在於該待工元件 W 的表面，再利用該超臨界流體 F 不存在表面張力的特性，使該超臨界流體 F 離開該待工元件 W 的表面時，不會破壞積體電路結構同時達到晶圓乾燥的作用。

【0020】 在本實施例中，選用氫氟醚洗劑(3M Novec fluid HFE-7100)作為該清洗溶劑 H，並設定該反應腔室 R 的溫度為 25°C 且壓力為 3000psi，

再分別將不同成分的流體注入該反應腔室 R，觀察以不同流體進行乾燥後，該待工元件 W 上的積體電路結構變化。

【0021】 第 1 表，晶圓常溫乾燥試驗對照表

溫度	壓力	清洗溶劑	流體種類	結構倒塌率
25°C	3000psi	HFE-7100	二氧化碳 (CO ₂)	80%
			四氟化碳 (CF ₄)	0%

【0022】 請參照第 1 表所示，其係分別以二氧化碳及四氟化碳做為注入流體，進行晶圓常溫乾燥方法的試驗結果，由於二氧化碳的臨界溫度為 31.1 °C，在常溫 25°C 的工作環境中，二氧化碳係無法達到超臨界態，使二氧化碳流體的表面張力拉扯晶圓上的電晶體結構，造成 80% 的結構倒塌率；而四氟化碳的臨界溫度低於常溫，不需要加熱即可達到超臨界態，係可以在 25°C 的環境進行晶圓乾燥且不會造成結構倒塌。

【0023】 由上述試驗比對結果可知，選擇使用臨界溫度低於常溫的流體，係可以在常溫狀態下進行晶圓的清洗與乾燥作業，該反應腔室 R 不需要設置加熱裝置及隔熱層，還可以節省該反應腔室 R 升至臨界溫度所耗費的時間及能源。

【0024】 綜上所述，本發明的晶圓常溫乾燥方法，使用該超臨界流體對該待工元件進行乾燥，透過該超臨界流體不存在表面張力、可溶解清洗液及可常溫作業的特性，係可以保持乾燥後的該待工元件結構完整，且乾燥過程不需要進行加熱，係具有提升晶圓的產品良率、增進製程效率及減少生產成本等功效。

【0025】 雖然本發明已利用上述較佳實施例揭示，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者在不脫離本發明之精神和範圍之內，相對上述實施

例進行各種更動與修改仍屬本發明所保護之技術範疇，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0026】

〔本發明〕

W: 待工元件

H: 清洗溶劑

R: 反應腔室

F: 超臨界流體

〔習用〕

S: 溶劑

T: 電晶體

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】 一種晶圓常溫乾燥方法，包含：

一清洗階段，將一待工元件置入一清洗溶劑中；

一反應階段，將該待工元件連同該清洗溶劑放入一反應腔室，再以每分鐘 10ml~200ml 的流速將一超臨界流體注入該反應腔室內，該超臨界流體的臨界溫度低於常溫，增加該反應腔室的壓力，且該反應腔室的溫度範圍為 10°C~30°C，使該清洗溶劑溶解於該超臨界流體；及

一洩壓階段，在該清洗溶劑完全溶解於該超臨界流體後，釋放該反應腔室的壓力，將該超臨界流體連同該清洗溶劑排放出該反應腔室。

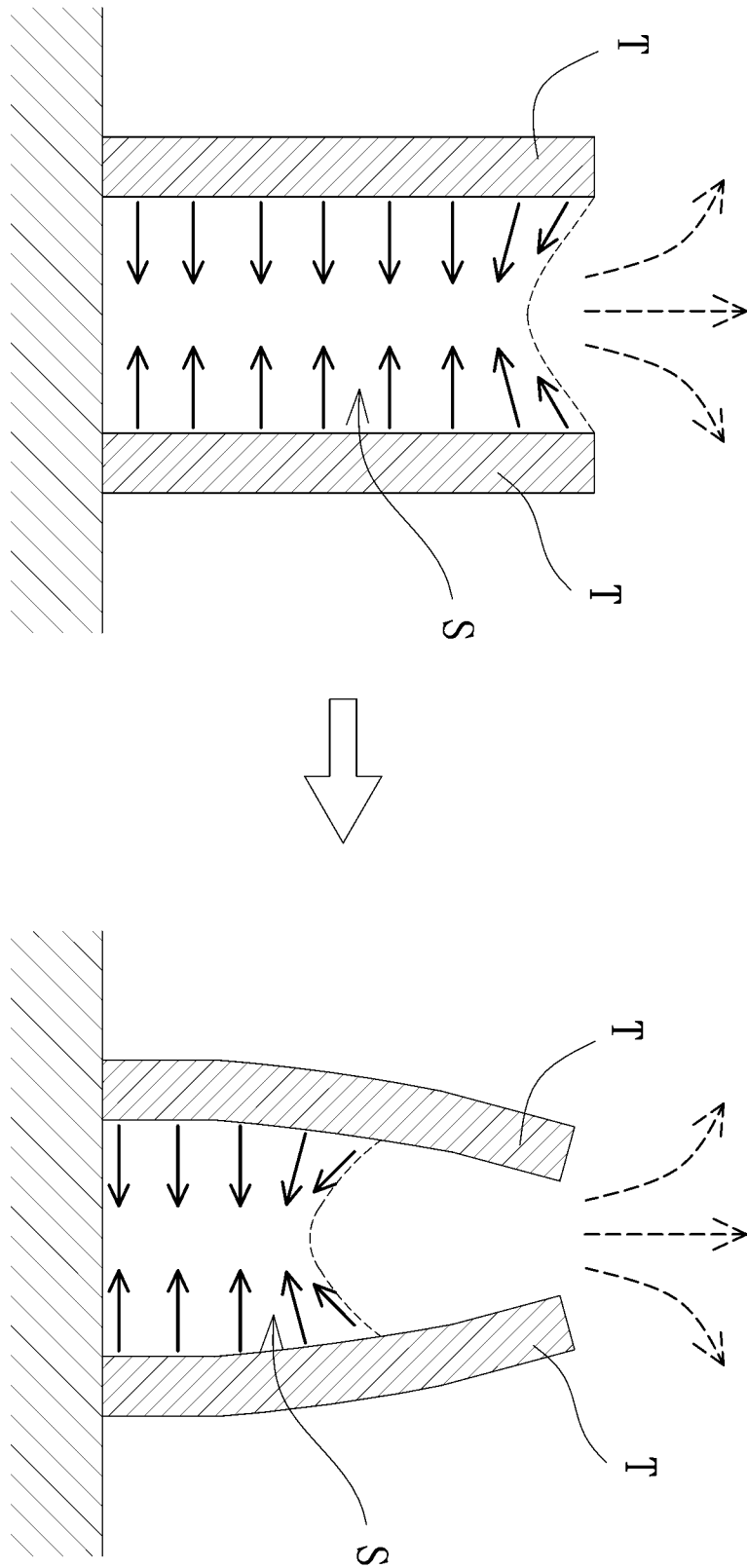
【請求項 2】 如請求項 1 之晶圓常溫乾燥方法，其中，該超臨界流體是四氟化碳、氮氣、氬或氫氣。

【請求項 3】 如請求項 1 之晶圓常溫乾燥方法，其中，該反應腔室的壓力範圍為 300psi~30000psi。

【請求項 4】 如請求項 1 之晶圓常溫乾燥方法，其中，該清洗溶劑是異丙醇、丙酮、乙醇、己烷或氫氟醚。

【發明圖式】

【第 1 圖】



【第 2 圖】

