



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201932208 A

(43)公開日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 16 日

(21)申請案號：108101144

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 01 月 11 日

(51)Int. Cl.：

B08B7/00 (2006.01)

B08B11/04 (2006.01)

H01L21/02 (2006.01)

(30)優先權：2018/01/25

美國

15/879,677

(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：摩斯圖維 洛曼 M MOSTOVOY, ROMAN M. (US)；派利克 蘇凱杜阿朗 PARIKH, SUKETU ARUN (US)；伊根 陶德 EGAN, TODD (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：3 共 23 頁

(54)名稱

裝備清潔用的設備及方法

EQUIPMENT CLEANING APPARATUS AND METHOD

(57)摘要

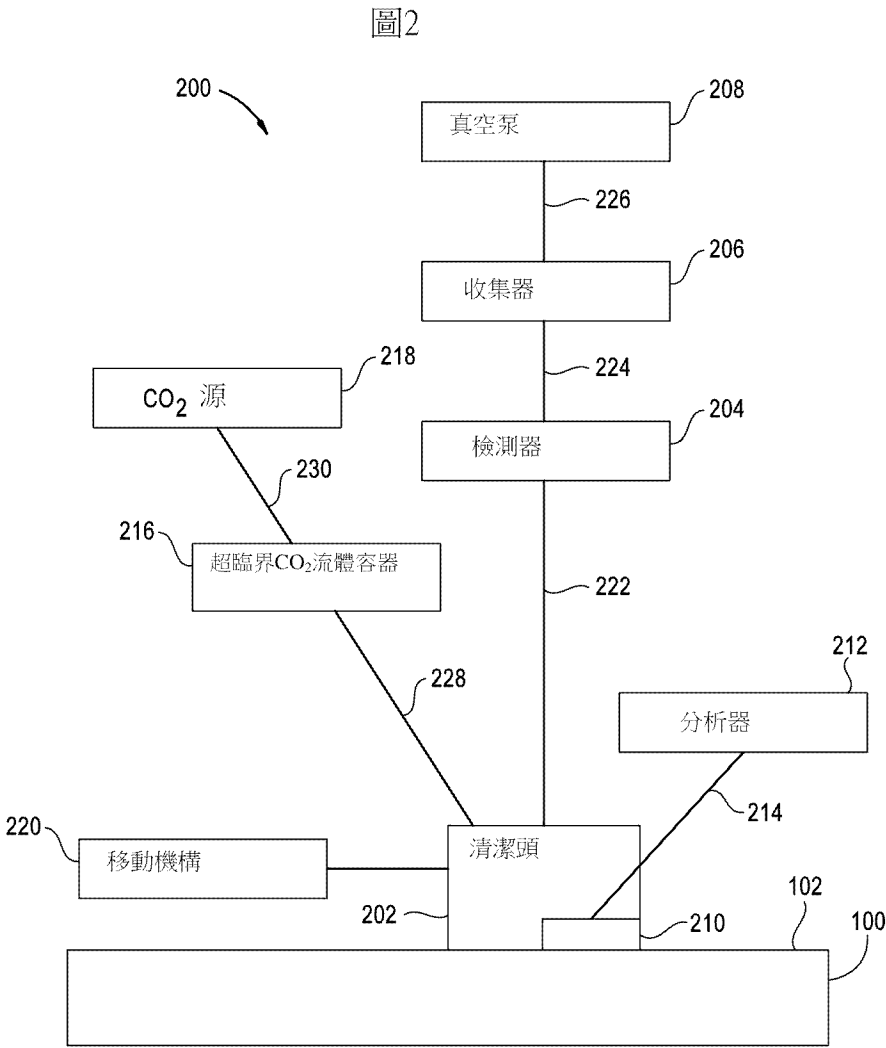
本文描述的實施例涉及清潔裝置和用於清潔物體的方法。在一個實施例中，透過沿著物體的表面移動清潔頭來清潔物體。超臨界二氧化碳流體透過超臨界二氧化碳流體容器被輸送到物體表面。超臨界二氧化碳流體和污染物質透過真空泵從物體被去除至偵測器。污染物質的一或更多次量測由偵測器確定。透過收集器收集污染物質的樣本。物體表面的污染程度由分析器確定。

Embodiments described herein relate to a cleaning device and methods for cleaning an object. In one embodiment, the object is cleaned by moving a clean head along a surface of the object. Supercritical carbon dioxide fluid is delivered by supercritical carbon dioxide fluid vessel to the surface of the object. The supercritical carbon dioxide fluid and contamination material are removed from the object by a vacuum pump to a detector. One or more measurements of the contamination material are determined by the detector. Samples of the contamination material are collected by a collector. A contamination level of the surface of the object is determined by an analyzer.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100 . . . 物體
- 102 . . . 表面
- 200 . . . 清潔裝置
- 202 . . . 清潔頭
- 212 . . . 分析器
- 210 . . . 通道
- 220 . . . 移動機構
- 214 . . . 分析器導管
- 208 . . . 真空泵
- 222 . . . 第一真空導管
- 204 . . . 檢測偵測器
- 206 . . . 收集器
- 216 . . . 超臨界CO₂流體容器
- 218 . . . CO₂源
- 230 . . . 導管
- 224 . . . 第二真空導管



【發明說明書】

【中文發明名稱】 裝備清潔用的設備及方法

【英文發明名稱】 EQUIPMENT CLEANING APPARATUS AND METHOD

【技術領域】

【0001】 本揭示案的實施例一般涉及清潔裝備的設備和方法。更具體而言，本揭示案的實施例涉及清潔半導體、OLED和平板裝置的設備和方法。

【先前技術】

【0002】 在清潔半導體、OLED和平板裝置時，通常希望從基板表面去除污染物，從而留下清潔的表面。例如，在半導體處理期間，進行處理的腔室通常也需要清潔。若沒有清潔，可能存在會對半導體元件效能產生負面影響的污染物。

【0003】 清潔腔室（稱為處理維護或PM）會關停生產。在PM期間，腔室中不能處理半導體元件。因此，PM極大地影響半導體元件的產量。因此，減少PM時間將是有益的。半導體元件（例如基板、腔室部件、腔室工具、腔室和腔室主框架）的清潔度會影響產品產量、腔室正常運行時間和客戶的擁有成本。

【0004】 大多數當前的濕式清潔技術利用真空吸塵器從待清潔物體的表面去除污染物質。然而，使用真空吸塵器不足以從物體表面去除污染物質，因此不是時間上有效的。此外，隨後的顆粒和表面污染量測需要額外的時間，

此會降低微晶片的產量、減少工具的正常運行時間，並增加客戶的擁有成本。

【0005】 因此，本領域需要改良的清潔裝置和清潔物體的方法。

【發明內容】

【0006】 在一個實施例中，提供了一種方法。該方法包括沿著物體的表面移動清潔裝置。超臨界二氧化碳流體被輸送到物體的表面。從物體上去除超臨界二氧化碳流體和污染物質。確定污染物質的一或更多個測量值。收集污染物質的樣本。

【0007】 在一個實施例中，提供了一種方法。該方法包括沿第一物體的表面移動清潔裝置。超臨界二氧化碳流體被輸送到第一物體的表面。從第一物體上去除超臨界二氧化碳流體和污染物質。確定來自第一物體的污染物質的一或更多種測量值。收集來自第一物體的污染物質的樣本。清潔裝置沿第二物體的表面移動。超臨界二氧化碳流體被輸送到第二物體的表面。從第二物體上去除超臨界二氧化碳流體和污染物質。確定來自第二物體的污染物質的一或更多種測量值。收集來自第二物體的污染物質的樣本。

【0008】 在另一個實施例中，提供了一種設備。該裝置包括清潔頭；光學通道，其耦合到分析器；光學通道，其耦合到清潔頭；偵測器，其耦合到所述清潔頭以及收集器，收集器耦合到所述偵測器；耦合到收集器的真空泵。

【圖式簡單說明】

【0009】 因此，欲詳細地理解本揭示案的上述特徵，可以透過參考實施例而獲得上面簡要概述的本揭示案的更具體的描述，其中一些實施例在附圖中示出。然而，應注意，附圖僅示出了示例性實施例，因此不應視為限制其範圍，並且可允許其他同等有效的實施例。

【0010】 圖1A～1D是根據實施例的清潔期間物體的示意性平面圖。

【0011】 圖2是根據一個實施例的清潔裝置的示意性剖視圖。

【0012】 圖3是示出根據實施例的用於清潔物體的方法的操作的流程圖。

【0013】 為了便於理解，在可能的情況下，使用相同的元件符號來表示附圖中共有的相同元件。可以預期的是，一個實施例的元件和特徵可以有利地併入其他實施例中而無需進一步敘述。

【實施方式】

【0014】 本文描述的實施例涉及清潔裝置和用於清潔物體的方法。在一個實施例中，透過沿著物體的表面移動清潔頭來清潔物體。超臨界二氧化碳流體透過超臨界二氧化碳流體容器而被輸送到物體表面。超臨界二氧化碳流體和污染物質透過真空泵從物體去除而至偵測器。污染物質的一或更多次量測由偵測器確定。透過收集器收集污染物質的樣本。物體表面的污染程度由分析器確定。

【0015】圖1A是物體100的示意性平面圖，物體100具有表面102，在清潔之前在表面102上形成污染物質104。物體100可以是基板、腔室部件、腔室工具、腔室和腔室主框架。物體100可以在處理之前或處理之後具有在表面102上形成的污染物質104。污染物質可包括多個顆粒106。

【0016】圖1B是在清潔製程之後具有表面102的物體100的示意性平面圖。如圖1B所示，物體100的表面102看起來沒有污染物質104。然而，如圖1C所示，圖1B的物體100的示意性平面圖的放大比例圖，污染物質104仍然存在於表面102上。由於去除污染物質104的效率低以及在清潔製程中無法確定物體100的表面102的污染程度，污染物質104仍然存在於表面102上。

【0017】圖1D是在用於清潔物體100的方法300之後的物體100的示意性平面圖的放大比例圖。物體100的表面102基本上沒有污染物質104。在一個實施例中，物體100是進入腔室部件，並且方法300係在併入腔室中之前清潔腔室部件之方法。在另一個實施例中，在處理之前利用方法300清潔腔室和腔室的部件。在又一個實施例中，在處理之後利用方法300清潔腔室和腔室部件的部件作為預防性維護和/或故障排除之實踐。

【0018】圖2是根據一個實施例的清潔裝置200的示意性剖視圖。應當理解，下面描述的清潔裝置是示例性清潔裝置，並且包括來自其他製造商的清潔裝置的其他清潔裝

置可以與本揭示案的態樣一起使用或修改以實現本揭示案的各態樣。

【0019】清潔裝置200包括清潔頭202，清潔頭202具有耦合到分析器212的通道210。在一個實施例中，清潔頭202還耦合到移動機構220。移動機構220可操作以沿著物體100的表面102移動清潔頭。在一個實施例中，移動機構220被配置為沿著物體100的表面102自動地移動清潔頭。在另一實施例中，移動機構220被配置為從使用者接收輸入命令的信號並沿著物體100的表面102移動清潔頭。在又一個實施例中，移動機構220是使用者，並且使用者沿著物體100的表面102實體移動清潔頭。

【0020】分析器212配置成確定物體100的表面102的污染程度。在一個實施例中，分析器212是表面分析儀。表面分析儀（例如可從BTGLabs購得的Surface AnalystTM）經由分析器導管214與通道210流體連通。通道210配備有檢查頭。探針流體的小液滴藉由來自表面分析儀的脈衝微滴流而分佈在表面102上。接觸角量測由液滴確定，其對應於表面清潔度和能量的量測。表面分析儀可輸出接觸角測量值或通過、警告或失敗輸出訊號，其對應於接觸角測量值是否落入預定的通過、警告或失敗範圍內。

【0021】分析器212可以是紅外和/或反射光譜分析儀。在一個實施例中，分析器212是傅立葉變換紅外光譜（FTIR）分析儀（例如可從Agilent Technologies

獲得的 4300 Handheld FTIR)，並且通道 210 包括一或更多個光學通道。FTIR 分析儀包括一感測器，其經由所述分析儀導管 214 而與通道 210 光學相通；且包含一紅外光源（諸如一個紅外發光二極體（LED）），其經由分析儀導管 214 而與通道 210 光學相通。FTIR 分析儀被配置為偵測碳氫化合物和矽油污染物、評估水分含量、繪製熱損傷圖、識別和驗證污染物質 104 的成分、透過量測由光源產生的、由表面 102 反射並由感測器接收的掠射角來量測物體 100 的表面 102 的氧化損傷。FTIR 分析儀可輸出測量值或通過、警告或失敗輸出信號，其對應於測量值是否落在預定的通過、警告或失敗範圍內。

【0022】在另一個實施例中，分析器 212 是發光光譜分析儀（例如可從 SITA Process Solutions 獲得的 SITA CleanoSpector），並且通道 210 包括一或更多個光學通道。發光光譜分析儀包括一感測器，其經由分析儀導管 214 而與通道 210 光學通信；且包含一 LED，其透過分析導管 214 而與通道 210 光學相通。感測器透過量測物體 100 的表面 102 的螢光來偵測殘留污染，該螢光被來自 LED 的紫外光激發。感測器頭中的光電二極體量測螢光強度。發光光譜分析儀也被配置以量測殘留污染物質的厚度。發光光譜分析儀可以輸出螢光和 / 或殘留污染物質的厚度或通過、警告或失敗輸出信號，其對應於殘留污染物的螢光和 / 或厚度是否在預定的通過、警告或失敗範圍內。

【0023】清潔裝置200配置成從物體100的表面102去除顆粒。清潔裝置200包括真空泵208，真空泵208構造成產生抽吸並將包括多個顆粒106的污染物質104從物體100的表面102透過第一真空導管222排出到偵測器204。偵測器透過第一真空導管222與清潔頭202流體連通。偵測器204接收包括多個顆粒106的污染物質104，並配置成確定多個顆粒106的一或更多個測量值。

【0024】在一個實施例中，偵測器204配置成確定多個顆粒106中的每個顆粒的密度。所述偵測器204可以是表面顆粒偵測器（如能購自Pentagon Technologies的QIII®），其配置成利用光散射式粒度分析，以確定每個粒子的平均粒子密度，和/或顆粒密度分佈的密度。表面粒子偵測器可包括光源，例如雷射束、傅立葉透鏡、流動池、後偵測器、側偵測器和環形偵測器。多個顆粒106流過流動池。雷射束透過傅立葉透鏡擴展而傳播到流動池，並且基於多個粒子106中的每個粒子的密度以各種角度被多個粒子106散射。後偵測器、側偵測器和環形偵測器確定由各種角度產生的散射圖案的變化，以確定每個顆粒的密度、平均顆粒密度和/或顆粒密度分佈。

【0025】收集器206經由第二真空導管224與偵測器204流體連通。收集器206被配置為收集包括多個顆粒106的污染物質104的樣本。污染物質的樣本可用於進一步分析。在一個實施例中，收集器206包括顆粒捕集器上的網格。在清潔物體100之後，去除顆粒捕集器以用於顆

粒成像以及用於掃描電子顯微鏡（SEM）和/或能量分散X射線分析（EDX）以確定污染物質104的元素組成和/或定量組成數據。

【0026】清潔裝置200還可包括超臨界二氧化碳（CO₂）流體容器216，其經由第二CO₂導管230與CO₂氣體源218流體連通。超臨界CO₂流體容器216能夠改變CO₂氣體的相並在超臨界相溫度和壓力下維持超臨界CO₂流體。超臨界CO₂流體容器216經由第一CO₂導管228與清潔頭202流體連通，並且配置成以一定速度輸送超臨界CO₂流體，以改善從物體100的102的表面上的顆粒剝離。在一個實施方案中，超臨界CO₂流體容器216配置成以大於500磅/平方英吋（psi）的壓力輸送超臨界CO₂流體。包括多個顆粒106和超臨界CO₂流體的污染物質104經由第一真空導管222而從物體去除。

【0027】圖3是示出用於清潔物體100的方法300的操作的流程圖。在操作301，清潔裝置200沿物體100的表面102移動。在一個實施例中，清潔裝置200包括具有移動機構220的清潔頭202，移動機構220被配置為沿著物體100的表面102自動地移動清潔頭。在另一實施例中，清潔頭202接收來自使用者的輸入命令的信號並沿物體100的表面102移動。在又一個實施例中，使用者沿著物體100的表面102實體移動清潔頭202。

【0028】在操作302，將超臨界二氧化碳（CO₂）流體輸送到物體100的表面102。輸送超臨界二氧化碳流體的

步驟會從物體 100 的表面 102 去除污染物質 104。污染物質可包括多個顆粒 106。以一定速度輸送超臨界 CO_2 流體的步驟會將多個顆粒 106 從物體 100 的表面 102 去除。在一個實施例中，清潔裝置 200 包括超臨界 CO_2 流體容器 216，其經由第二 CO_2 導管 230 與 CO_2 氣體源 218 流體連通。超臨界二氧化碳 CO_2 流體容器 216 改變 CO_2 氣體的相並在超臨界相溫度和壓力下維持超臨界 CO_2 流體。超臨界 CO_2 流體容器 216 經由第一 CO_2 導管 228 與清潔頭 202 流體連通，並以該速度輸送超臨界 CO_2 流體，以改善從物體 100 的 102 的表面剝離顆粒。超臨界 CO_2 流體可以在大於 500 psi 的壓力下輸送。

【0029】 在操作 303，從物體 100 的表面去除污染物質 104 和超臨界 CO_2 流體。在一個實施例中，清潔裝置 200 經由第一真空導管 222 從物體 100 去除包括多個顆粒 106 和超臨界 CO_2 流體的污染物質 104。清潔裝置 200 包括真空泵 208，其產生抽吸並將包括多個顆粒 106 的污染物質 104 從物體 100 的表面 102 透過第一真空導管 222 排出到偵測器 204，而透過第一真空導管 222 與清潔頭 202 流體連通。

【0030】 在操作 304，確定污染物質 104 的一或更多個測量值。在一個實施例中，偵測器 204 接收包括多個顆粒 106 的污染物質 104。偵測器 204 確定多個顆粒 106 中的每個顆粒的密度。偵測器 204 可以執行光散射粒度分析以確定每個粒子的密度、平均粒子密度和 / 或粒子密度分

佈。偵測器 204 可包括光源，例如雷射束、傅立葉透鏡、流動池、後偵測器、側偵測器和環形偵測器。多個顆粒 106 流過流動池，並且雷射束透過傅立葉透鏡膨脹而傳播到流動池，並且基於每個顆粒的密度以各種角度被多個顆粒 106 散射。後偵測器、側偵測器和環形偵測器確定由各種角度產生的散射圖案的變化，以確定每個顆粒的密度、平均顆粒密度和 / 或顆粒密度分佈。可以在去除污染物質 104 期間確定一或更多個測量值以優化清潔時間。

【0031】 在操作 305，收集污染物質 104 的樣本。在一個實施例中，收集器 206 透過第二真空導管 224 與偵測器 204 流體連通，以收集包括多個顆粒 106 的污染物質 104 的樣本。污染物質的樣本可用於進一步分析。在清潔物體 100 之後，去除顆粒捕集器以用於顆粒成像以及用於掃描電子顯微鏡（SEM）和 / 或能量分散 X 射線分析（EDX）以確定污染物質 104 的元素組成和 / 或定量組成數據。

【0032】 在操作 306，確定物體 100 的表面 102 的污染程度。可以在去除污染物質 104 之前和 / 或在去除污染物質 104 期間確定表面 102 的污染程度，以確定是否已經去除了基本上所有的污染物質 104。

【0033】 在一個實施例中，耦合到清潔頭 202 的分析器 212 確定物體 100 的表面 102 的污染程度。在一個實施例中，分析器 212 是表面分析儀，其從來自表面分析儀的脈衝微滴流分配表面 102 的探針流體的小液滴。接觸角量測由液滴確定，其對應於表面清潔度和能量的測量。分析器

212可輸出接觸角測量值或通過、警告或失敗輸出信號，其對應於接觸角測量值是否落入預定的通過、警告或失敗範圍內。接觸角量測的輸出和/或通過、警告或失敗輸出信號可以對應於腔室部件和/或腔室位置的目標輸出。目標輸出可以對應於方法300的端點。

【0034】 在另一個實施例中，分析器212是紅外和/或反射光譜分析儀。分析器212可偵測碳氫化合物和矽油污染物、評估水分含量、映射熱損傷、識別和驗證污染物質104的成分，並且透過量測由光源產生的、由表面102反射並由傳感器接收的掠射角來量測物體100的表面102的氧化損傷。分析器212可輸出測量值或通過、警告或失敗輸出信號，其對應於測量值是否落入預定的通過、警告或失敗範圍內。量測的輸出和/或通過、警告或失敗輸出信號可以對應於腔室部件和/或腔室位置的目標輸出。

【0035】 在又一個實施例中，分析器212是發光光譜分析儀。分析器212透過量測物體100的表面102的螢光來偵測殘留污染物，該螢光被來自LED的紫外光激發。螢光的強度由分析器212進一步確定。分析器212還可以量測污染物質104的厚度。該分析器212可輸出的螢光和/或殘留污染物質的厚度或通過、警告或失敗範圍輸出信號，其對應於螢光和/或殘留污染物質的厚度是否在預定的通過、警告或失敗範圍內。螢光和/或殘留污染物質的厚度的輸出和/或通過、警告或失敗輸出信號可以對應於腔室部件和/或腔室位置的目標輸出。

【0036】 可以重複方法300以清潔後續物體。例如，腔室可包括多個部件，每個部件對應於物體100。透過方法300清潔第一物體以清潔物體100。確定第一物體的表面102上的污染物質104的每個顆粒的密度、平均顆粒密度和/或顆粒密度分佈以及第一物體的污染程度。透過方法300清潔第二物體以清潔物體100。確定第二物體的表面102上的污染物質104的每個顆粒的密度、平均顆粒密度和/或顆粒密度分佈以及第二物體的污染程度。隨後，透過方法300清潔腔室的部件（每個部件對應於物體100）以清潔物體100。符合每個物體100的表面102上的污染物質104的每個顆粒的密度、平均顆粒密度和/或顆粒密度分佈以及每個物體100的污染程度的規格。該規範可以用於預定的通過、警告或失敗範圍內的基於污染等級的預防性維護和/或故障診斷實踐。

【0037】 綜上所述，本文描述了清潔裝置和用於清潔物體的方法。利用以一定速度輸送超臨界CO₂流體來改善顆粒剝離且利用去除超臨界CO₂流體和污染物質來允許物體（基本上）的所有表面都沒有污染物質。此外，確定污染物質的一或更多個測量值、收集污染物質的樣本，以及確定污染物程度導致微晶片產量增加、增加工具正常運行時間和降低擁有成本。

【0038】 儘管前述內容針對本揭示案的實例，但是可以在不脫離本揭示案的基本範圍的情況下設計本揭示案的

其他和進一步的實例，並且本揭示案的範圍由所附申請專利範圍來確定。

【符號說明】

【 0 0 3 9 】

1 0 0 物 體

1 0 2 表 面

1 0 4 污 染 物 質

1 0 6 顆 粒

3 0 0 方 法

2 0 0 清 潔 裝 置

2 0 2 清 潔 頭

2 1 2 分 析 器

2 1 0 通 道

2 2 0 移 動 機 構

2 1 4 分 析 器 導 管

2 0 8 真 空 泵

2 2 2 第 一 真 空 導 管

2 0 4 偵 測 器

2 0 6 收 集 器

2 1 6 超 臨 界 C O ₂ 流 體 容 器

2 1 8 C O ₂ 源

2 3 0 導 管

2 2 4 第 二 真 空 導 管

3 0 1 操 作

3 0 2 操 作

3 0 3 操 作

3 0 4 操 作

3 0 5 操 作

3 0 6 操 作

【生物材料寄存】

【 0 0 4 0 】 國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 4 1 】 國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無



201932208

【發明摘要】

【中文發明名稱】 裝備清潔用的設備及方法

【英文發明名稱】 EQUIPMENT CLEANING APPARATUS AND METHOD

【中文】

本文描述的實施例涉及清潔裝置和用於清潔物體的方法。在一個實施例中，透過沿著物體的表面移動清潔頭來清潔物體。超臨界二氧化碳流體透過超臨界二氧化碳流體容器被輸送到物體表面。超臨界二氧化碳流體和污染物質透過真空泵從物體被去除至偵測器。污染物質的一或更多次量測由偵測器確定。透過收集器收集污染物質的樣本。物體表面的污染程度由分析器確定。

【英文】

Embodiments described herein relate to a cleaning device and methods for cleaning an object. In one embodiment, the object is cleaned by moving a clean head along a surface of the object. Supercritical carbon dioxide fluid is delivered by supercritical carbon dioxide fluid vessel to the surface of the object. The supercritical carbon dioxide fluid and contamination material are removed from the object by a vacuum pump to a detector. One or more measurements of the contamination material are determined by the detector. Samples of the contamination material are collected by a collector. A contamination level of the surface of the object is determined by an analyzer.

【指定代表圖】 第(2)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

100 物體

- 1 0 2 表 面
- 2 0 0 清 潔 裝 置
- 2 0 2 清 潔 頭
- 2 1 2 分 析 器
- 2 1 0 通 道
- 2 2 0 移 動 機 構
- 2 1 4 分 析 器 導 管
- 2 0 8 真 空 泵
- 2 2 2 第 一 真 空 導 管
- 2 0 4 檢 測 偵 測 器
- 2 0 6 收 集 器
- 2 1 6 超 臨 界 C O 2 流 體 容 器
- 2 1 8 C O 2 源
- 2 3 0 導 管
- 2 2 4 第 二 真 空 導 管

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種方法，包括以下步驟：

沿著一物體的一表面移動一清潔裝置；

將超臨界二氧化碳流體輸送到該物體的該表面；

從該物體上去除該超臨界二氧化碳流體和污染物質；

確定該污染物質的一或更多個測量值；和

收集該污染物質的樣本。

【第2項】 根據請求項 1 所述的方法，還包括確定該物體的該表面上的一污染程度。

【第3項】 根據請求項 2 所述的方法，其中該輸送該超臨界二氧化碳流體的步驟會從該物體的該表面去除該污染物質。

【第4項】 根據請求項 3 所述的方法，其中透過一真空泵去除該超臨界二氧化碳流體和該污染物質。

【第5項】 根據請求項 4 所述的方法，其中該污染物質包括多個顆粒。

【第6項】 如請求項 5 所述的方法，其中，確定該污染物質的該一或更多個測量值的步驟包括確定該污染物質的每個粒子的一密度。

【第7項】 根據請求項 1 所述的方法，其中該超臨界二氧化碳流體在大於 500 磅/平方英吋（psi）的一壓力

下輸送。

【第8項】 一種方法，包括以下步驟：

沿一第一物體的一表面移動一清潔裝置；

將超臨界二氧化碳流體輸送到該第一物體的該表面；

從該第一物體上去除該超臨界二氧化碳流體和污染物質；

確定來自該第一物體的該污染物質的一或更多個測量值；

從該第一個物體收集該污染物質的樣本；

沿一第二物體的一表面移動該清潔裝置；

將該超臨界二氧化碳流體輸送到該第二物體的該表面；

從該第二物體上去除該超臨界二氧化碳流體和該污染物質；

確定來自該第二物體的該污染物質的一或更多個測量值；和

從該第二物體收集該污染物質的樣本。

【第9項】 如請求項 8 所述的方法，還包括確定該第一物體的該表面上的一污染程度並確定該第二物體的該表面上的一污染程度。

【第10項】 根據請求項 9 所述的方法，其中將該超臨

界二氧化碳流體輸送到該第一物體的該表面的步驟會從該第一物體的該表面去除該污染物質，並且其中將該超臨界二氧化碳流體輸送到該第二物體的該表面的步驟會去除來自該第二個物體的該表面的該污染物質。

【第11項】 根據請求項10所述的方法，其中該超臨界二氧化碳流體和該污染物質透過一真空泵而被從該第一物體上去除，並且其中該超臨界二氧化碳流體和該污染物質透過該真空泵而被從該第二物體上去除。

【第12項】 根據請求項11所述的方法，其中該污染物質包括多個顆粒。

【第13項】 根據請求項12所述的方法，其中確定來自該第一物體的該污染物質的一或更多個測量值的步驟包括確定來自該第一物體的該污染物質的每個顆粒的一密度，並且其中確定來自該第二物體的該污染物質的一或更多個測量值的步驟包括確定來自該第二物體的該污染物質的每個顆粒的一密度。

【第14項】 如請求項8所述的方法，其中該超臨界二氧化碳流體以大於500磅/平方英吋（psi）的一壓力被輸送到該第一物體，並且其中該超臨界二氧化碳流體在大於500psi的一壓力下被輸送到該第二物體。

【第15項】 一種設備，包括：

一清潔頭；

耦合到一分析器的一光學通道，該光學通道耦合到該清潔頭；

耦合到該清潔頭的一探測器；

與該探測器耦合的一收集器；和

耦合到該收集器的一真空泵。

【第16項】 根據請求項15所述的裝置，還包括耦合到該頭的一移動機構。

【第17項】 根據請求項15所述的裝置，其中該分析器被配置成確定一污染程度。

【第18項】 根據請求項15所述的裝置，進一步包括一超臨界二氧化碳流體容器，其連接到該清潔頭，且被配置成輸送該超臨界二氧化碳。

【第19項】 根據請求項15所述的裝置，其中該偵測器被配置成確定一污染物質的每個顆粒的一密度。

【第20項】 根據請求項19所述的裝置，其中該收集器被配置成收集該污染物質的樣本。

