



(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 I330552B1

(43)公告日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：093116958

(22)申請日：中華民國 93 (2004) 年 06 月 11 日

(51)Int. Cl. : **B08B3/12 (2006.01)****H01L21/30 (2006.01)**

(30)優先權：2003/06/11 美國 60/477,602

(71)申請人：亞克里恩科技股份有限公司 (美國) AKRION TECHNOLOGIES, INC. (US)
美國

(72)發明人：柯爾 法蘭克林 COLE S. FRANKLIN (US)；儀 吳 YI WU (US)；布萊恩 法拉塞 BRIAN FRASER (US)

(74)代理人：蔡清福

(56)參考文獻：

TW 451337

TW 478975

US 5849091

US 6539952B2

US 2002/0029788A1

申請專利範圍項數：30 項 圖式數：5 共 23 頁

(54)名稱

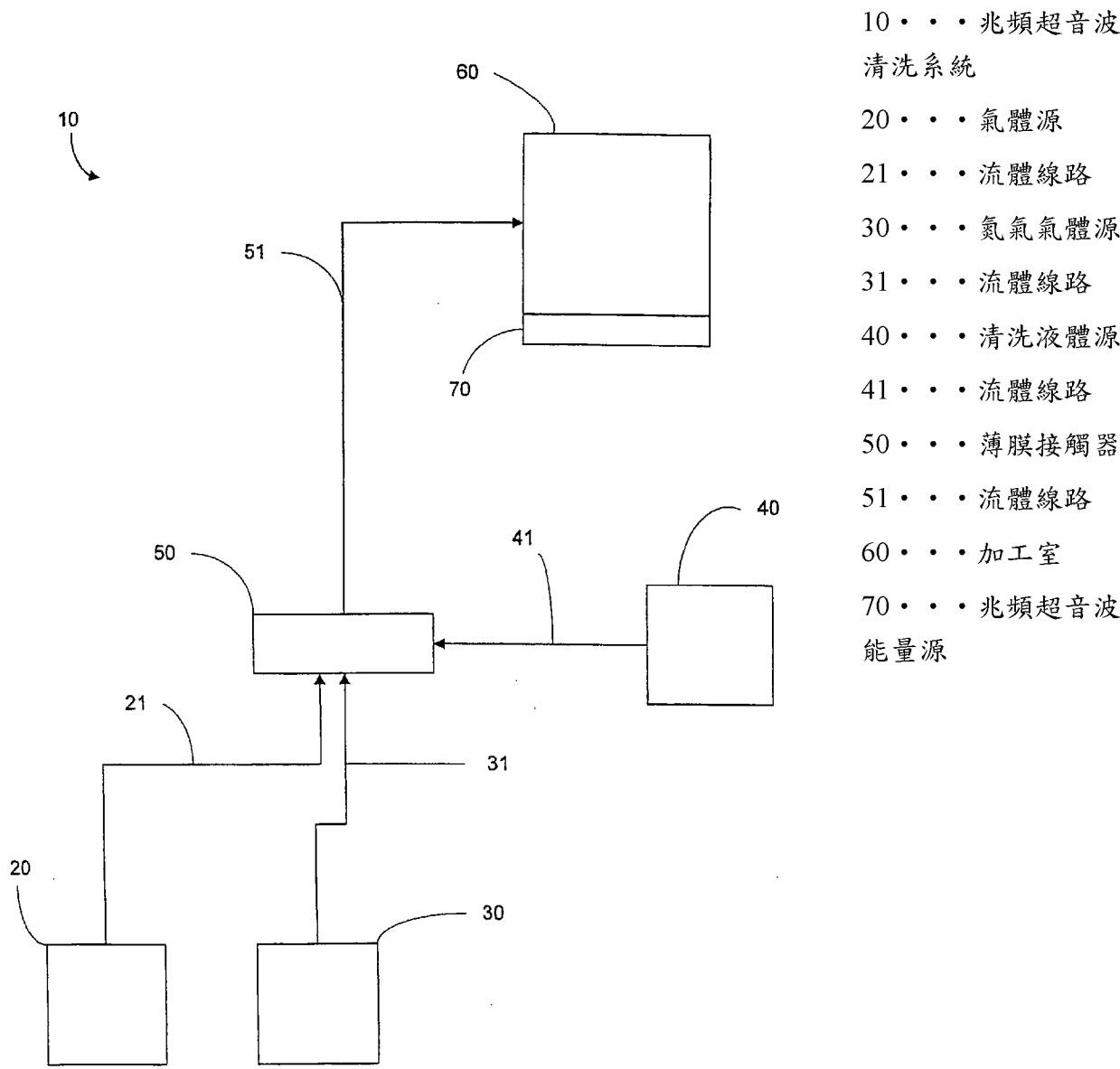
使用超飽和清洗溶液之兆頻超音波清洗

MEGASONIC CLEANING USING SUPERSATURATED CLEANING SOLUTION

(57)摘要

一種兆頻超音波清洗一或更多基板的方法及系統，其減少因兆頻超音波能量對該基板的損傷，該基板被支撐於加工室及與清洗溶液接觸，該清洗溶液包括具有以一量值溶解於該清洗液體的二氧化碳氣體之清洗液體使得在加工室內的條件下該二氧化碳氣體係於一超飽和濃度。兆頻超音波能量接著傳送至該基板，該清洗溶液提供免於因兆頻超音波/聲音能量所產生的損傷之保護。在另一方面，本發明為一種進行此方法的系統，本發明不受限於二氧化碳而是可與任何氣體一起使用，當如此溶解於清洗液體時，可保護基板免於因兆頻超音波/聲音能量的施用而產生的損傷。

A method and system for the megasonic cleaning of one or more substrates that reduces damage to the substrate (s) resulting from the megasonic energy. The substrates are supported in a process chamber and contacted with a cleaning solution comprising a cleaning liquid having carbon dioxide gas dissolved in the cleaning liquid in such amounts that the carbon dioxide gas is at a supersaturated concentration for the conditions within the process chamber. Megasonic energy is then transmitted to the substrate. The cleaning solution provides protection from damage resulting from the application of megasonic/acoustical energy. In another aspect, the invention is a system for carrying out the method. The invention is not limited to carbon dioxide but can be used in conjunction with any gas that, when so dissolved in a cleaning liquid, protects substrates from being damaged by the application of megasonic/acoustical energy.



第 1 圖

六、發明說明：

【相關技藝交叉參考】

本申請案申請於 2003 年六月 11 日申請的美國臨時申請案 61/477,602 號的權益，其全文被併入此處做為參考。

【發明領域】

本發明係主要關於基板加工/製造的方法、裝置及系統，及特別是關於使用經施用兆頻超音波能量清洗半導體晶圓的方法、裝置及系統。

【發明背景】

在半導體製造中，半導體裝置被製造於被稱為晶圓的薄似磁片物件上。一般言之，每一個晶圓包括許多半導體裝置，自該工業的開始，在製造期間最小化在這些晶圓表面的污染物的重要性已被認知。而且，因半導體裝置因終端產品需求變得更為小型化的及複雜的，該清洗要求變得更為嚴苛，此因兩個原因發生。

首先，當裝置變得小型化時，在晶圓上的污染粒子會佔據更高比率的裝置表面積，此增加裝置失效的機率。因此，為保持每晶圓適當作用裝置的可接受輸出位準，增加的清洗要求必須被實施及達到。

第二，當裝置變得更為複雜時，原物料、時間、設備及加工步驟必須使得這些裝置亦變得更為複雜及更為昂貴，結果，製造每一個晶圓所需成本增加，為保持收益性的可接受位準，每晶圓適當作用裝置的數目要被增加是製造商無可避免的。增加此產出的一個方法為最小化因污染失效的裝置數目。因而，增加的清洗要求為期望的。

工業界所藉以增加在加工期間清洗晶圓的一種方法為在清洗步驟期間引入兆頻超音波能量於晶圓表面，在清洗方法期間，施用兆頻超音波能量

能加強自半導體裝置的粒子移除。然而，已發現所施用兆頻超音波能量亦損傷所清洗的半導體裝置。用於兆頻超音波清洗方法的該清洗溶液(包括溶解於清洗溶液的任何氣體的量及組成)的組成會影響清洗效率及對晶圓所引起的損傷量。先前技藝提出含超飽和氣體量的清洗溶液為晶圓清洗方法所不欲。

例如美國專利第 5,800,626(該"626"專利)提出清洗溶液應為與氣體部分飽和，如 60-98%以達到最佳清洗結果。該'626 專利提出 60%的較低飽和限制為需要的以維持良好清洗性能。該'626 專利進一步提出太多氣體於溶液中會產生在矽表面的缺陷。所以，該清洗溶液不應超過 98%飽和。

美國專利第 6,167,891(該"891"專利)提出 100%飽和溶液提供最適清洗效率，根據該 891'專利，低於飽和或超飽和溶液提供顯著減少的清洗效率，該 891'專利將在超飽和條件的差的清洗效率歸因於在溶液中過量氣體氣泡的形成，其在到達晶圓表面前吸收兆頻超音波能量。該 891'專利進一步提出對經加熱清洗溶液，該溶液必須在被加熱前於低溫部分脫氣以避免在高溫的超飽和。

美國專利第 5,849,091(該"091"專利)提出越過晶圓表面的空氣/液體介面對加強清洗為關鍵性的。然而，該'091 專利的發明者提出形成空氣/液體界面的最佳方法為越過晶圓表面直接注入氣體於清洗溶液。

美國專利第 6,039,814(該"814"專利)提出在清洗溶液內的微小氣泡破壞音波的傳播，造成減少的清洗效率。該'814 專利亦提出氣泡產生在晶圓表面的缺陷，氣泡的來源為溶解於清洗溶液的氣體。所以該'814 專利提出，在清洗溶液的溶解氣體濃度應低於至少百萬分之 5，較佳為低於百萬分之 3。

【發明內容】

所以本發明目的為提供一種清洗基板的方法及系統。

本發明另一個目的為提供一種清洗基板的方法及系統，其減少及/或消除來自聲音能量的損傷。

另一個目的為提供一種使用兆頻超音波能量清洗基板的方法及系統，兆頻超音波能量可被用於包括多晶矽、金屬及介電體的材料之敏感線路及溝槽結構。

本發明另一個目的為提供一種清洗基板的系統及方法，其增加每晶圓操作半導體裝置的良率。

這些及其他目的由本發明達到，其在一方面為清洗至少一個基板的方法，其方法包括：(a)放置基板於具第一氣體的第一溫度及第一分壓的氣體環境的加工室；(b)供應溶液至該加工室以接觸該基板，該溶液包括清洗液體及於第一溫度及第一分壓的超飽和濃度溶解於清洗溶液的第一氣體；及(c)提供聲音能量於該基板以清洗該基板且該基板與溶液接觸。

該第一氣體較佳為一種保護基板免於因聲音能量而損傷的氣體，如二氧化碳，該清洗液體可為常用的半導體溶液如去離子水、RCA 溶液、稀酸、稀鹼或半水劑，其進一步較佳為該溶液進一步包括溶解於清洗液體的第二氣體，其促進粒子自基板分離，例如氮氣(N_2)、氧氣、氦及氫。該第二氣體可或可不以在加工室內第二氣體的溫度及分壓的超飽和濃度的量溶解於清洗液體。

在較佳具體實施例中，該第一氣體為二氧化碳及該液體為 DI 水，該溶液可在非加工室(如薄膜接觸器)環境下由溶解 CO_2 於 DI 水而產生，在此具體實施例中於 CO_2 溶解於 DI 水的期間，在薄膜接觸器內的氣體環境較佳為保持在於薄膜接觸器溶解於 DI 水中的 CO_2 量在或低於於薄膜接觸器內溫度及分壓的飽和濃度之 CO_2 的溫度及分壓。溶解於液體的二氧化碳量可為百萬分之 50 至 2000 的範圍，及更佳為約略百萬分之 1000。

儘管溶解於 DI 水中的 CO_2 量在或低於於薄膜接觸器內 CO_2 分壓及溫度

的飽和濃度，在 DI 水中的 CO_2 量為在加工室內 CO_2 分壓及溫度的超飽和濃度。

一旦以所欲濃度在薄膜接觸器產生，溶液被送至加工室以接觸要被清洗的基板。因為在溶液中的 CO_2 量為在加工室內氣體環境的分壓及溫度的超飽和濃度， CO_2 具自溶液放出及進入加工室的氣體環境的傾向，因此，較佳為施用聲音能量於基板的步驟在足夠的 CO_2 自溶液放出前完成以降低溶解於 DI 水中的 CO_2 濃度至在加工室內 CO_2 溫度及分壓的飽和濃度。

加工室內的環境較佳為包含空氣或 N_2 的氣體環境及在室溫及大氣壓力下，進一步較佳為施用於基板的聲音能量為兆頻超音波能量及該基板為半導體晶圓。

亦較佳為該聲音能量經由溶液傳送及至該基板，做為 CO_2 保護作用的結果，本發明方法可被使用以在半導體晶圓清洗步驟期間施用兆頻超音波能量且對包括含多晶 Si、金屬及介電體的材料之敏感線路及溝槽結構的晶圓最小的損傷。

本發明方法亦可被使用以在非浸漬及浸漬形式加工室中清洗基板及可被用於單一及批式基板加工。當實施為非浸漬形式加工室時，基板可以基本上水平方向支撐。在此具體實施例中，溶液較佳為被供應至該加工室以在至少一個晶圓表面形成一層溶液，該聲音能量接著較佳為經由溶液傳送及至該基板。比較時，當使用浸漬形式加工室時，基板被浸漬於溶液中。

在另一方面，本發明為清洗至少一個半導體晶圓的方法，其包括：(a) 放置半導體晶圓於加工室；(b) 供應溶液至該加工室以接觸該基板，該溶液包括清洗液體及溶解於清洗液體的第一及第二氣體，其中該第一氣體促進粒子自晶圓分離及該第二氣體保護晶圓免於受到聲音能量的損傷；及(c) 經由溶液提供聲音能量及至該晶圓以清洗該晶圓。

在另一方面，本發明為清洗至少一個基板的系統，其包括：具第一氣

體的第一溫度及第一分壓的氣體環境的加工室；支撐至少一個基板於加工室的載體；以第一溫度及第一分壓的超飽和濃度溶解第一氣體於清洗液體的裝置，由此形成溶液；供應該溶液至該加工室以接觸由載體支撐的基板之裝置；聲音能量源以發射聲音能量至由載體支撐的基板；及一種控制器，其被適應以當基板被置於載體上及溶液被送至該加工室及與基板接觸時活化聲音能量源，在足夠的第一氣體自溶液逸出以降低溶解於液體的第一氣體濃度至第一溫度及第一分壓的飽和濃度前，聲音能量通過溶液及至基板。

【較佳具體實施例詳細說明】

本發明兆頻超音波清洗方法的所敘述具體實施例具許多特性，其中沒有單一一一個可單獨提供所欲貢獻。不限制以下文的申請專利範圍所表示的本方法範圍，現在討論其更顯著的特徵。

使用所施用兆頻超音波能量有效地清洗半導體晶圓需要適當濃度的溶解氣體於該清洗溶液中，然而，與先前技藝的意旨相反，最適清洗且無晶圓損傷係得自使用具超飽和濃度的溶解氣體之清洗溶液，於此敘述的本發明方法對使用浸漬及非浸漬清洗技術清洗晶圓為有效的。被清洗的晶圓或一些晶圓被浸漬於清洗溶液中，或是，替代地，清洗溶液可由此種方式如噴霧方式被施用於晶圓表面做為薄膜。

參照第 1 圖，兆頻超音波清洗系統 10 根據本發明具體實施例被說明，兆頻超音波清洗系統 10 包括 CO₂ 氣體源 20、氮氣(N₂)氣體源 30、清洗液體源 40、薄膜接觸器 50、加工室 60、及兆頻超音波能量源 70。雖然兆頻超音波能量源 70 被說明為耦合至加工室 60 底部，本發明未限制兆頻超音波能量源 70 相對於加工室 60 的任何特定方位，只要兆頻超音波能量源 70 可供應兆頻超音波能量至支撐於加工室 60 內的半導體晶圓(未說明)。

在根據本發明具體實施例使用兆頻超音波清洗系統 10 以清洗半導體晶

圖，清洗液體，如常用的半導體溶液包括去離子水、RCA 溶液、稀酸、稀鹼或半水溶劑的清洗液體先經由流體線路 41 自清洗液體源 40 供應至薄膜接觸器 50。其他清洗液體可隨本發明被使用，包括但不限於其他 RCA 清洗液體。同時地，CO₂ 氣體經由流體線路 21 自 CO₂ 氣體源 20 供應至薄膜接觸器 50 及 N₂ 氣體經由流體線路 31 自 N₂ 氣體源 30 供應至薄膜接觸器 50。薄膜接觸器 50 功能為溶解 CO₂ 氣體及 N₂ 氣體進入清洗液體以形成清洗溶液。應注意雖然本發明以關於溶解 CO₂ 及 N₂ 氣體於清洗液體而詳細敘述，本發明並不限於此。氣體中的一種較佳為促進良好粒子移除的形式，例如氮氣(N₂)、氧氣(O₂)、氦(He)、氬(Ar)及其他。其他氣體較佳為保護半導體晶圓免受兆頻超音波能量暴露之影響而損傷之型式，此種氣體的較佳實例為 CO₂。而且，雖然氣體可使用薄膜接觸器溶解進入清洗液體，溶解氣體進入液體的其他已知方法及裝置可被使用。

在 CO₂ 及 N₂ 氣體溶解進入清洗液體期間，具經控制的溫度及壓力的氣體環境被保持於薄膜接觸器 50，於薄膜接觸器 50 在氣體環境的 CO₂ 及 N₂ 的溫度及分壓被控制使得較在加工室 60 所保持的氣體環境為更多 CO₂ 氣體及 N₂ 氣體溶解進入於薄膜接觸器 50 的清洗液體。如此雖然溶解進入於薄膜接觸器 50 的清洗液體的 CO₂ 及 N₂ 氣體量在或低於於薄膜接觸器 50 內氣體環境的溫度及分壓的飽和濃度，此在清洗液體的經溶解 CO₂ 及 N₂ 氣體量會高於在加工室 60 內氣體環境的溫度及分壓的飽和濃度。

例如，考慮在僅含 N₂ 及 CO₂ 氣體於 1：1 體積比的薄膜接觸器 50 的氣體環境，及在僅含空氣的加工室 60 的氣體環境，假設兩者的氣體環境皆在大氣壓力及室溫，在薄膜接觸器 50 的氣體環境的 CO₂ 分壓大於在加工室 60 的氣體環境的 CO₂ 分壓，所以，在平衡時，溶解於暴露於薄膜接觸器 50 的氣體環境的清洗液體的 CO₂ 濃度大於暴露於加工室 60 的氣體環境的清洗液體的 CO₂ 濃度，對溶解的 N₂ 氣體相同原則亦維持為真。

在所欲量的 CO_2 及 N_2 氣體溶解進入清洗液體以形成所欲的清洗溶液後，該清洗溶液經由流體線路 51 被引入加工室 60，在進入該加工室 60 時，該清洗液體接觸在那裡支撐的晶圓(或一些晶圓)。該加工室 60 較佳為包含在大氣壓力及室溫的空氣，如此當清洗液體到達該加工室 60 時，在清洗溶液的一或更多溶解氣體(亦即 CO_2 氣體及 N_2 氣體)為高於飽和濃度。因此，高於在加工室 60 的氣體環境的溫度及個別分壓的飽和濃度之溶解氣體傾向於自清洗溶液逸出。然而，晶圓加工/清洗(如下所敘述)較佳為在足夠氣體可自清洗溶液逸出以將在清洗溶液的氣體量回到飽和濃度前完成。

在較佳具體實施例中，在清洗溶液中的 CO_2 濃度為百萬分之 1000，其超過在大氣壓力及室溫下於空氣的 CO_2 飽和濃度的 100 倍。實驗已顯示當與所施用兆頻超音波能量一起時，此 CO_2 濃度可產生非常有效的清洗且沒有任何晶圓損傷。

一旦該清洗溶液被施用至加工室 60 及與在加工室 60 的半導體晶圓(或一些晶圓)接觸，兆頻超音波能量源 70 被活化。依據所使用加工室形式，半導體晶圓可被浸漬於該清洗溶液，或者在單一晶圓加工室的情況下，清洗溶液層可被施用於一或更多晶圓表面，本發明不受限於特定加工室形式，此外，兆頻超音波能量源不受限於任何特別形狀及/或方位，例如，該兆頻超音波能量源可為盤狀、加長棒狀、三角形狀、或其他。本發明甚至可與超音波應用或其他形式的聲音能量應用合併使用。

在被活化時，兆頻超音波能量源 70 產生及傳送兆頻超音波能量穿過清洗溶液及至要被清洗的半導體晶圓(或一些半導體晶圓)。在該清洗溶液中，溶解的 CO_2 (及/或 N_2)用做保護被清洗的晶圓不會被傳送至晶圓表面的兆頻超音波能量損傷。結果，在以敏感本質的晶圓之後，如在包括多晶矽、金屬及介電體的材料之線路及溝槽之蝕刻後，兆頻超音波能量可被施用於在清洗方法的半導體晶圓。

第 4A 及 4B 圖的比較說明使用超飽和量的 CO_2 做為溶解於清洗溶液的氣體的其中之一的優點。第 4A 及 4B 圖表示使用顯微鏡的敏感位元線路結構的損傷評估，在圖中的黑色斑點表示晶圓損傷。第 4A 圖說明使用具飽和空氣濃度的清洗溶液所得到的晶圓損傷，清洗效率約略為 99%，但晶圓承受顯著損傷。第 4B 圖說明根據本發明具體實施例使用具超飽和 CO_2 濃度的清洗溶液所得到的晶圓損傷，清洗效率再次約略為 99%，但晶圓未承受損傷。在用於清洗說明於第 4A 及 4B 圖的洗晶圓的方法中，兆頻超音波條件為相同的，及除了溶解氣體的濃度外，該清洗溶液為相同的。

如以上所討論，本發明可與各種形式的加工室進行，包括單一晶圓或批式加工室及/或浸漬或非浸漬加工室。為說明目的，單一晶圓非浸漬形式加工室被討論且要了解本發明原則可同等地應用於批式浸漬形式加工室。

第 2 圖說明根據本發明製造的單一晶圓非浸漬兆頻超音波清洗裝置 101。依據第 1 圖所敘述產生的清洗溶液經由流體出口 214 施用於晶圓 106 以形成薄層於晶圓表面，或是，該清洗溶液亦可施用於晶圓 106 的底部表面。流體出口 214 可流體地耦合至流體線路 51(第 1 圖)。兆頻超音波能量清洗裝置 101 包括穿過加工槽 101 的壁 100 所插入的加長探針 104。該加工槽 101 形成加工室，在其內晶圓 106 可根據本發明被加工。如所見，探針 104 在容器 101 外的一端被支撐。夾在該探針 104 及槽壁 100 間的合適 O-環 102 提供該加工槽 101 的適當密封。

包含在外框 120 內的熱傳組件 134 被聲波地及機械地耦合至該探針 104，亦包含於外框 120 內的是聲波地耦合至該熱傳組件 134 的壓電傳感器 140。支撐物 141、及電連接器 142、154、及 126 在傳感器 140 及聲音能量源(未示出)間連接。該外框 120 支撐冷卻劑的入口導管 124 及出口導管 122 及具用於電連接器 154、及 126 的開孔 152。該外框 120 由具用於該探針 104 的開孔 132 的環狀盤 118 關閉。該盤 118 必然接於該槽 101。在加工槽 101

內，載體或感受器 108 平行於該探針 104 放置及與之接近，該感受器 108 可採用各種形式，所說明排列包括由許多連接至在軸 110 上支撐的輪軸 108c 的輪柄 108b 所支撐的外側邊緣 108a，軸 110 延伸穿過該加工槽 101 的底牆。在槽 101 外，該軸 110 係連接至馬達 112。

該加長探針 104 較佳為由相當惰性、不污染材料如石英所製造，其有效地傳送聲音能量。雖然對大部分清洗溶液使用石英探針為滿意的，含氫氟酸的溶液可蝕刻石英。如此，由藍寶石碳化矽、一氮化硼、玻璃般的碳、玻璃碳塗覆的石墨，或其他合適材料所製造的探針可取代石英被使用。石英亦由可耐 HF 的材料如碳化矽或玻璃般的碳塗覆。

該探針 104 包括固體、加長的、似轉軸的或似探針的清洗部分 104a、及基底或後方部分 104b。該探針 104 的截面區段可為圓的極有利的是，該清洗部分 104a 的直徑小於該後方部分 104b 的直徑。在較佳具體實施例中，該後方部分 104b 的後側面的區域為部分 104a 的尖端面的 25 倍。當然，非圓形的截面區段形狀可被使用。具小直徑的圓柱形狀的棒或清洗部分 104a 希望能沿該探針 104a 的長度集中兆頻超音波能量。然而，該棒 104a 的直徑應足以耐由該探針所傳送的兆頻超音波能量所產生的機械振動。較佳為，該棒 104a 的半徑應等於或小於施用於其的能量的頻率之波長，此結構產生指引能量軸向地進入接觸該探針的液體之持續表面波作用。實際上，該棒直徑在沿該棒長度的間隔位置被擴張及收縮一微小量。在較佳具體實施例中，該棒 104a 的半徑約略為 0.2 吋及在約 0.28 吋的波長操作。此構形產生沿該探針長度每吋 3 至 4 個波長。

該探針清洗部分 104a 較佳為足夠長使得在晶圓清洗期間，該晶圓 106 的整個表面積暴露於該探針 104。在較佳具體實施例中，因為該晶圓 106 在該探針 104 下方旋轉，該清洗部分 104a 的長度較佳為足夠長使得能到達至少該晶圓 106 的中央。所以，當該晶圓 106 在該探針 104 下方旋轉時，該

晶圓 106 的整個表面積在該探針 104 下方通過，該探針 104 可能令人滿意地作用即使其未到達該晶圓 106 的中央，因為自探針尖端的兆頻超音波振動會提供一些朝向該晶圓中央的攪拌。該探針 104 的長度亦由所欲波長數目決定，一般，探針長度以施用於該探針 104 的能量之半個波長的增量變化，較佳為，該探針清洗部分 104a 包括每吋所施用能量的三至四個波長。在此具體實施例中，以吋表示的該探針清洗部分 104a 的長度等於所欲波長數目除以介於三及四之間的數。因為在傳感器的變化，必須調協該傳感器 140 以得到所欲波長，使得其在最有效的點運作。

位於該槽 101 外部的後方部分 104b 向外展開至大於該清洗部分 104a 的直徑之直徑。在第 2-3 圖所示的具體實施例中，該探針後方部分的直徑逐漸地增加至圓柱區段 104d。在該後方部分 104d 的端點之大表面積對用於傳送大量的兆頻超音波能量為有利的，其接著在較小直徑區段 104a 集中。

在使用時，該清洗溶液(關於第 1 圖如上所述產生)自噴嘴 214 噴霧於晶圓上表面，且該探針 104 被聲波地能量化。做為自噴嘴噴霧該清洗溶液於晶圓 106 的替代方案，該槽 101 可以清洗溶液填充。在噴霧方法中，液體產生在該探針 104 的下方部分及旋轉晶圓 106 的相鄰上表面之間的新月形部分 216，該新月形部分 216 潤濕探針截面區段的下方部分，由截面區段的潤濕部分所定義的弧的大小係根據在清洗溶液中所使用液體的性質、用於建構該探針 104 的材料、及該晶圓 106 及該探針 104 下方邊緣間的垂直距離而變化。

該清洗溶液提供一種介質，經由此在該探針 104 內的兆頻超音波能量被傳送至該晶圓表面以放鬆粒子，這些經放鬆粒子由連續流動的噴霧及旋轉的晶圓 106 沖離，當液體流被中斷時，經由離心力得到某程度的乾燥作用，且該清洗溶液自該晶圓 106 拋開。或者，本發明的清洗溶液，或是其他清洗介質可被施用於該晶圓的相反側(該兆頻超音波能量源被放置於

此)。在此具體實施例中，較佳為該兆頻超音波能量以足夠功率被施用於該晶圓以亦清洗該晶圓的相反側。

如上所討論，經由該兆頻超音波能量的施用之該晶圓加工/清洗在足夠 CO_2 及/或 N_2 氣體可自清洗溶液逸出以將在清洗溶液的氣體量回到飽和濃度前完成，以超飽和濃度在該清洗溶液中的溶解 CO_2 (及/或 N_2) 用做保護被清洗的晶圓不會被傳送至晶圓表面的兆頻超音波能量所損傷。所有功能係由適當程式化處理器/控制器進行。

雖然本發明足夠詳細地被敘述及說明使得熟知本記憶者可容易地製造及使用之，各種替代方案、修改、及改良應變得容易明顯的而不偏離本發明意旨及範圍。特定言之，本發明不受限於引入兩種氣體進入該清洗溶液但包括僅一種氣體以加工室的環境的超飽和濃度溶解於該清洗溶液的具體實施例。而且，額外氣體可存在該清洗溶液及/或該清洗溶液可為一種液體混合物。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為根據本發明具體實施例兆頻超音波清洗系統之示意圖。

第 2 圖為根據本發明具體實施例非浸漬單一晶圓兆頻超音波清洗裝置之左側視圖。

第 3 圖為第 2 圖所示裝置之左側截面視圖。

第 4A 圖為使用先前技藝兆頻超音波清洗方法清洗的具經蝕刻線路的損傷半導體晶圓表面的微視影像。

第 4B 圖為根據本發明具體實施例清洗的具經蝕刻線路的未損傷半導體晶圓表面的微視影像。

【主要元件符號說明】

10 兆頻超音波清洗系統	20 氣體源
21 流體線路	30 氮氣氣體源
31 流體線路	40 清洗液體源
41 流體線路	50 薄膜接觸器
51 流體線路	70 兆頻超音波能量源
60 加工室	100 槽壁
101 兆頻超音波能量清洗裝置/加工槽	
102 O-環	104 探針
104a 清洗部分	104b 後方部分
106 晶圓	108 感受器
108c 輪軸	108b 倫柄
108a 外側邊緣	110 軸
112 馬達	118 環狀盤
120 外框	122 出口導管
124 入口導管	132 開孔
134 熱傳組件	140 傳感器
141 支撐物	142，126，154 電連接器
214 流體出口	216 新月部份

99年3月24日修(更)正本

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97116958

※申請日：93.6.11

※IPC 分類：B08B 3/12
H01L 21/30

一、發明名稱：(中文/英文)

使用超飽和清洗溶液之兆頻超音波清洗

Megasonic Cleaning Using Supersaturated Cleaning Solution

二、中文發明摘要：

一種兆頻超音波清洗一或更多基板的方法及系統，其減少因兆頻超音波能量對該基板的損傷，該基板被支撐於加工室及與清洗溶液接觸，該清洗溶液包括具有以一量值溶解於該清洗液體的二氧化碳氣體之清洗液體使得在加工室內的條件下該二氧化碳氣體係於一超飽和濃度。兆頻超音波能量接著傳送至該基板，該清洗溶液提供免於因兆頻超音波/聲音能量所產生的損傷之保護。在另一方面，本發明為一種進行此方法的系統，本發明不限於二氧化碳而是可與任何氣體一起使用，當如此溶解於清洗液體時，可保護基板免於因兆頻超音波/聲音能量的施用而產生的損傷。

三、英文發明摘要：

A method and system for the megasonic cleaning of one or more substrates that reduces damage to the substrate(s) resulting from the megasonic energy. The substrates are supported in a process chamber and contacted with a cleaning solution comprising a cleaning liquid having carbon dioxide gas dissolved in the cleaning liquid in such amounts that the carbon dioxide gas is at a supersaturated concentration for the conditions within the process chamber. Megasonic energy is then transmitted to the substrate. The cleaning solution provides protection from damage resulting from the application of megasonic/acoustical energy. In another aspect, the invention is a system for carrying out the method. The invention is not limited to carbon dioxide but can be used in conjunction with any gas that, when so dissolved in a cleaning liquid, protects substrates from being damaged by the application of megasonic/acoustical energy.

七、申請專利範圍：

1.一種清洗至少一基板的方法，其包括：

(a)設置一基板於具有一第一氣體的第一溫度及第一分壓的氣體環境的加工室中；

(b)供應一溶液至該加工室以接觸該基板，該溶液包括一清洗液體及於該第一溫度及該第一分壓的超飽和濃度溶解於該清洗液體的該第一氣體；

(c)提供聲音能量於該基板以清洗該基板且該基板與該溶液接觸；

其中該溶液係由提供該清洗液體於具該第一氣體的一第二溫度及一第二分壓的一氣體環境，及以一量值溶解該第一氣體於該清洗液體中，使得該第一氣體係在或低於該第二溫度及該第二分壓的的一飽和濃度而產生；以及

其中該第一氣體係經由一薄膜接觸器溶解進入該清洗液體。

2.根據申請專利範圍第 1 項的方法，其中步驟(c)在足夠的該第一氣體自該溶液放出以降低溶解於該清洗液體中的該第一氣體的濃度至在該第一溫度及該第一分壓的飽和濃度前完成。

3.根據申請專利範圍第 1 項的方法，其中該第一氣體係為二氧化碳。

4.根據申請專利範圍第 3 項的方法，其中在該清洗液體的該二氧化碳的超飽和濃度係為在百萬分之 50 至 2000 的範圍。

5.根據申請專利範圍第 4 項的方法，其中在該清洗液體的該二氧化碳的超飽和濃度為約略百萬分之 1000。

6.根據申請專利範圍第 1 項的方法，其中該第一氣體係由氮、氧、氫、及氫所組成之一群族選出。

7.根據申請專利範圍第 1 項的方法，其中該基板為一半導體晶圓，及步驟(b)-(c)在該晶圓進行包括多晶矽、金屬及介電質的材料之線路或溝槽蝕刻後執行。

8. 一種清洗至少一基板的方法，其包括：

(a)設置一基板於具有一第一氣體的第一溫度及第一分壓的氣體環境的加工室中；

(b)供應一溶液至該加工室以接觸該基板，該溶液包括一清洗液體及於該第一溫度及該第一分壓的超飽和濃度溶解於該清洗液體的該第一氣體；

(c)提供聲音能量於該基板以清洗該基板且該基板與該溶液接觸；以及其中該溶液進一步包括溶解於該清洗液體的一第二氣體。

9.根據申請專利範圍第 8 項的方法，其中該第一氣體係保護該基板免於因聲音能量產生的損傷，及該第二氣體係促進粒子自該基板分離。

10.根據申請專利範圍第 8 項的方法，其中該第二氣體係在該加工室氣體環境的該第一溫度及該第二氣體的一分壓的超飽和濃度下溶解於該清洗液體。

11.根據申請專利範圍第 1 項的方法，其中該聲音能量為兆頻超音波能量。

12.根據申請專利範圍第 1 項的方法，其中該加工室係在或接近大氣壓。

13.根據申請專利範圍第 1 項的方法，其中該加工室的氣體環境包括空氣。

14.根據申請專利範圍第 1 項的方法，其中一晶圓係以基本上水平方向於該加工室支撐。

15.根據申請專利範圍第 14 項的方法，其中該溶液被供應至該加工室以在至少一基板表面形成一層溶液，該聲音能量經由該溶液傳送及至該基板。

16.根據申請專利範圍第 1 項的方法，其中該基板係浸漬於該溶液。

17.根據申請專利範圍第 16 項的方法，其包括將複數基板浸漬於該溶液。

18.根據申請專利範圍第 17 項的方法，其中該聲音能量係經由溶液傳送

及至該基板。

19.根據申請專利範圍第 1 項的方法，其中步驟(c)在足夠的該第一氣體自該溶液放出以降低溶解於該液體中的該第一氣體的濃度至在該第一溫度及該第一分壓的飽和濃度前完成；其中該第一氣體為二氧化碳；其中該溶液進一步包括溶解於該清洗液體的一第二氣體，其產生粒子自該基板分離；其中步驟(b)-(c)在該基板進行一金屬線路蝕刻步驟後執行；其中該加工室內的氣體環境包括空氣；及其中該加工室內氣體環境的壓力係在或接近大氣壓。

20.根據申請專利範圍第 1 項的方法，其中該清洗液體係由常用的半導體溶液如去離子水、RCA 溶液、稀酸、稀鹼或半水溶劑所組成之一群族中選出。

21.一種清洗至少一半導體晶圓的方法，其包括：

(a)放置一半導體晶圓於一加工室；

(b)供應一溶液至該加工室以接觸該基板，該溶液包括一清洗液體及溶解於該清洗液體的一第一及一第二氣體，其中該第一氣體促進粒子自該晶圓分離及該第二氣體保護晶圓免於因聲音能量產生的損傷；及

(c)經由該溶液施用聲音能量至該晶圓以清洗該晶圓。

22.根據申請專利範圍第 21 項的方法，其中該第一氣體係由氮、氧、氬、及氫所組成之一群族中選出。

23.根據申請專利範圍第 22 項的方法，其中該第二氣體為二氧化碳。

24.根據申請專利範圍第 23 項的方法，其中該加工室包括該二氧化碳的一第一溫度及一第一分壓的氣體環境，該二氧化碳係以該第一溫度及該第一分壓的超飽和濃度溶解於該清洗液體。

25.根據申請專利範圍第 24 項的方法，其中該二氧化碳於具該二氧化碳的一第二溫度及一第二分壓的一環境中溶解於該液體，其中該二氧化碳係

以一量值溶解於該清洗溶液，使得該二氧化碳係在或低於該第二溫度及該第二分壓的一飽和濃度。

26.根據申請專利範圍第 25 項的方法，其中步驟(c)在足夠的該二氧化碳自該溶液放出以降低溶解於該液體中的該二氧化碳的濃度至在該第一溫度及該第一分壓的一飽和濃度前完成。

27.一種清洗至少一基板的系統，其包括：

一加工室，其具有一第一氣體的第一溫度及第一分壓的氣體環境；

一載體，用以支撐至少一基板於該加工室；

以該第一溫度及該第一分壓的超飽和濃度溶解該第一氣體於一清洗液體的裝置，由此形成一溶液；

供應溶液至該加工室以接觸由載體支撐的一基板之裝置；

一聲音能量源，用以傳送聲音能量至由該載體支撐的該基板；

一控制器，其被適應以當一基板被置於該載體上及該溶液被送至該加工室及與基板接觸時活化聲音能量源，在足夠的該第一氣體自溶液逸出以降低溶解於液體的第一氣體濃度至該第一溫度及該第一分壓的飽和濃度前，該聲音能量通過該溶液及至該基板；及

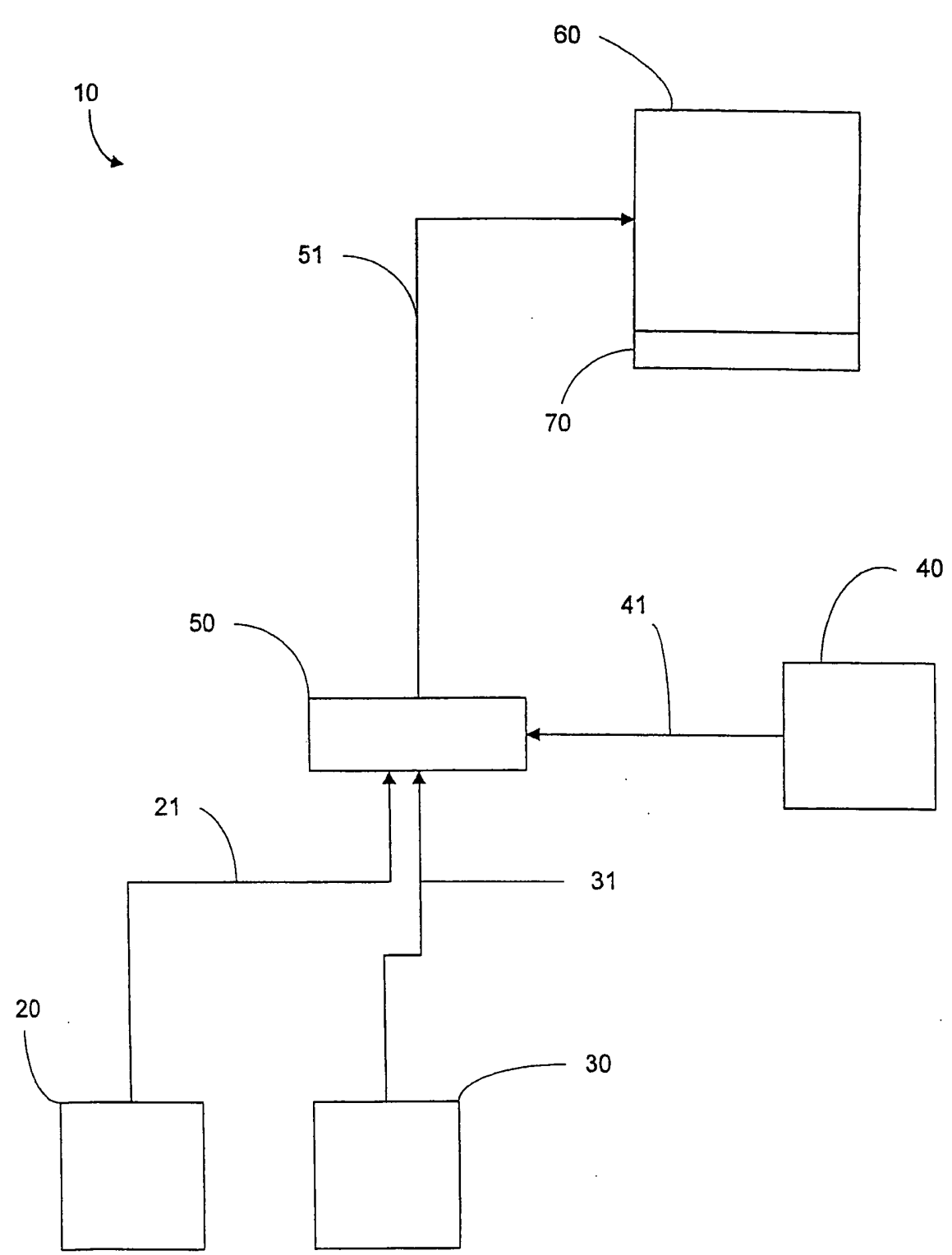
其中該第一氣體保護該基板免於該聲音能量造成的損傷。

28.根據申請專利範圍第 27 項的系統，其中該第一氣體為二氧化碳。

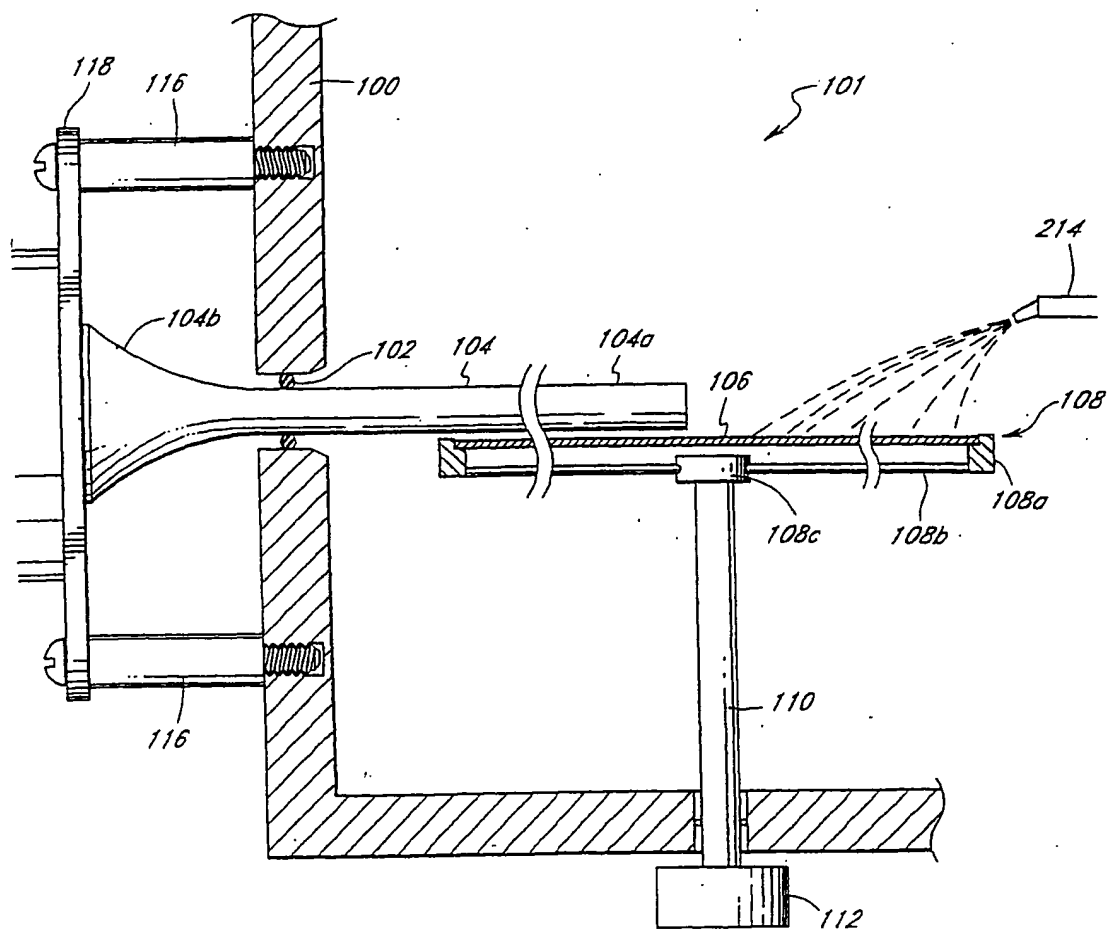
29.根據申請專利範圍第 27 項的系統，其中該溶解之裝置具有該第一氣體的一第二溫度及一第二分壓的一氣體環境，及其中該第一氣體係以一量值溶解於該液體，使得該第一氣體係在或低於該第二溫度及該第二分壓的一飽和濃度。

30.根據申請專利範圍第 27 項的系統，其中該溶解裝置為一薄膜接觸器。

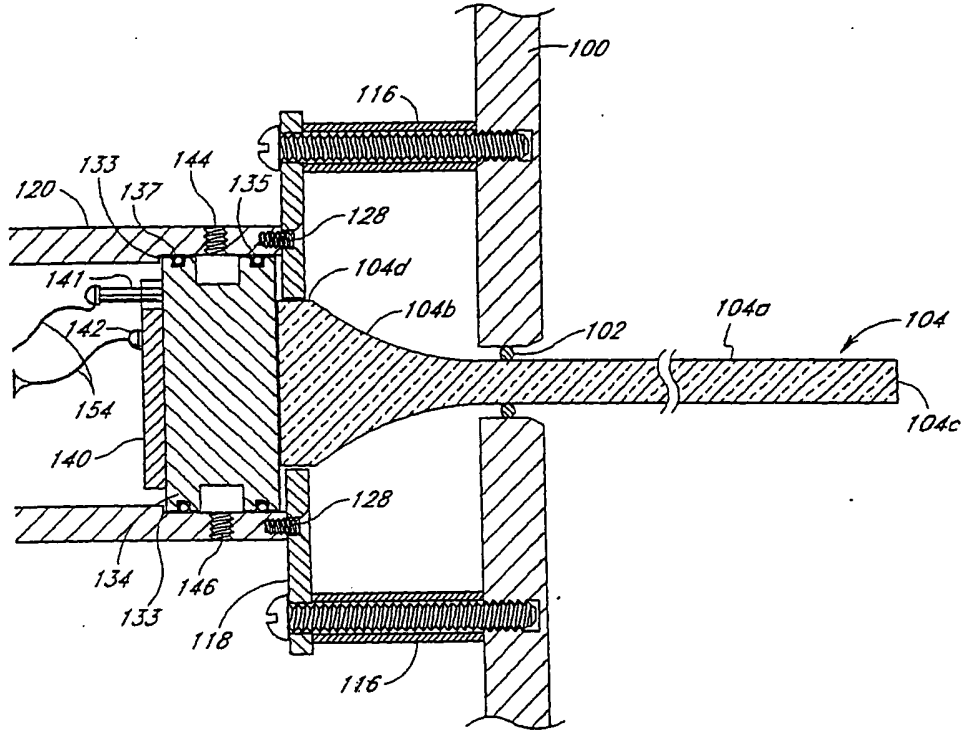
八、圖式：



第 1 圖



第 2 圖

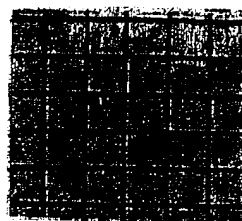


第 3 圖

第 4A 圖



第 4B 圖 本發明



四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|--------------|----------|
| 10 兆頻超音波清洗系統 | 20 氣體源 |
| 21 流體線路 | 30 氮氣氣體源 |
| 31 流體線路 | 40 清洗液體源 |
| 41 流體線路 | 50 薄膜接觸器 |
| 51 流體線路 | 60 加工室 |
| 70 兆頻超音波能量源 | |

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：