

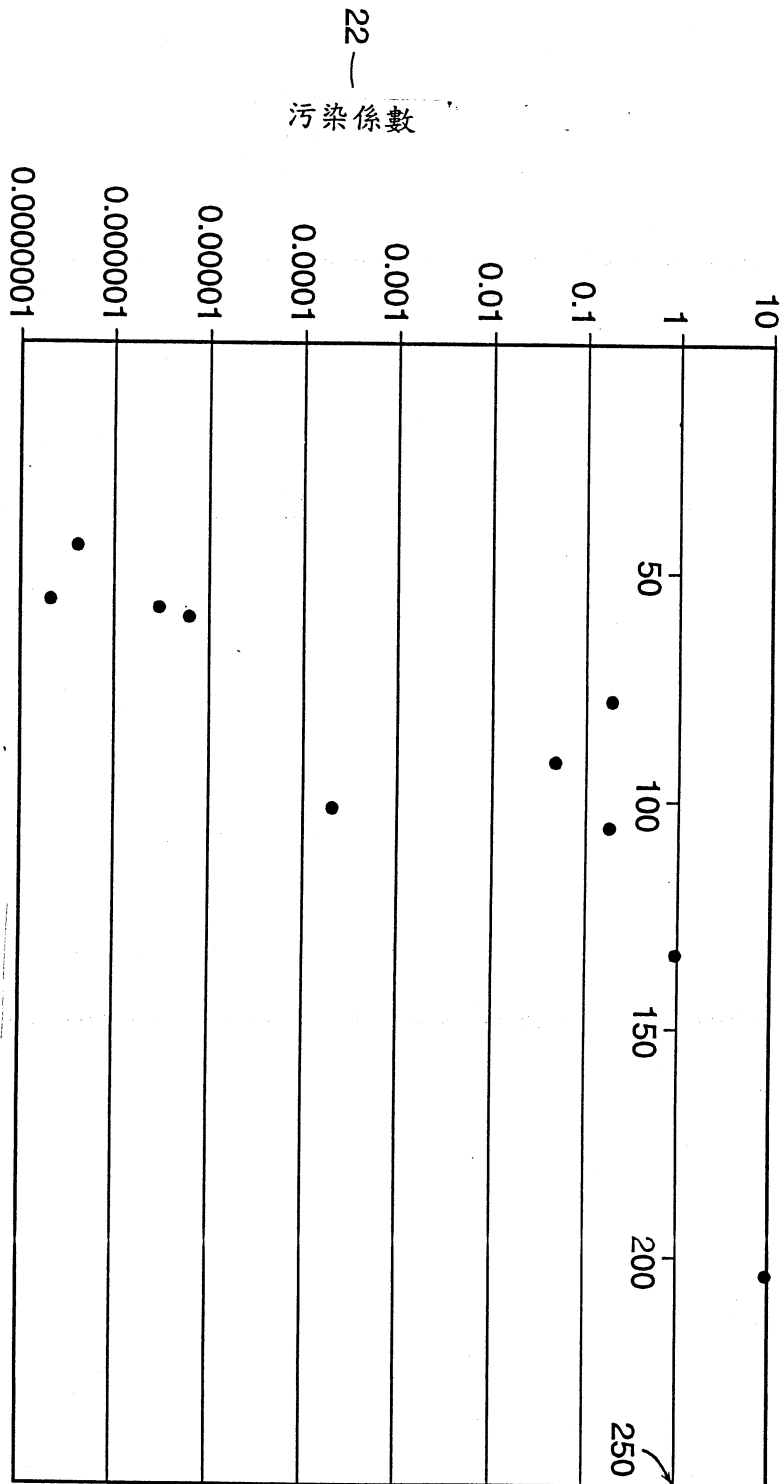
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式



分子量

圖一

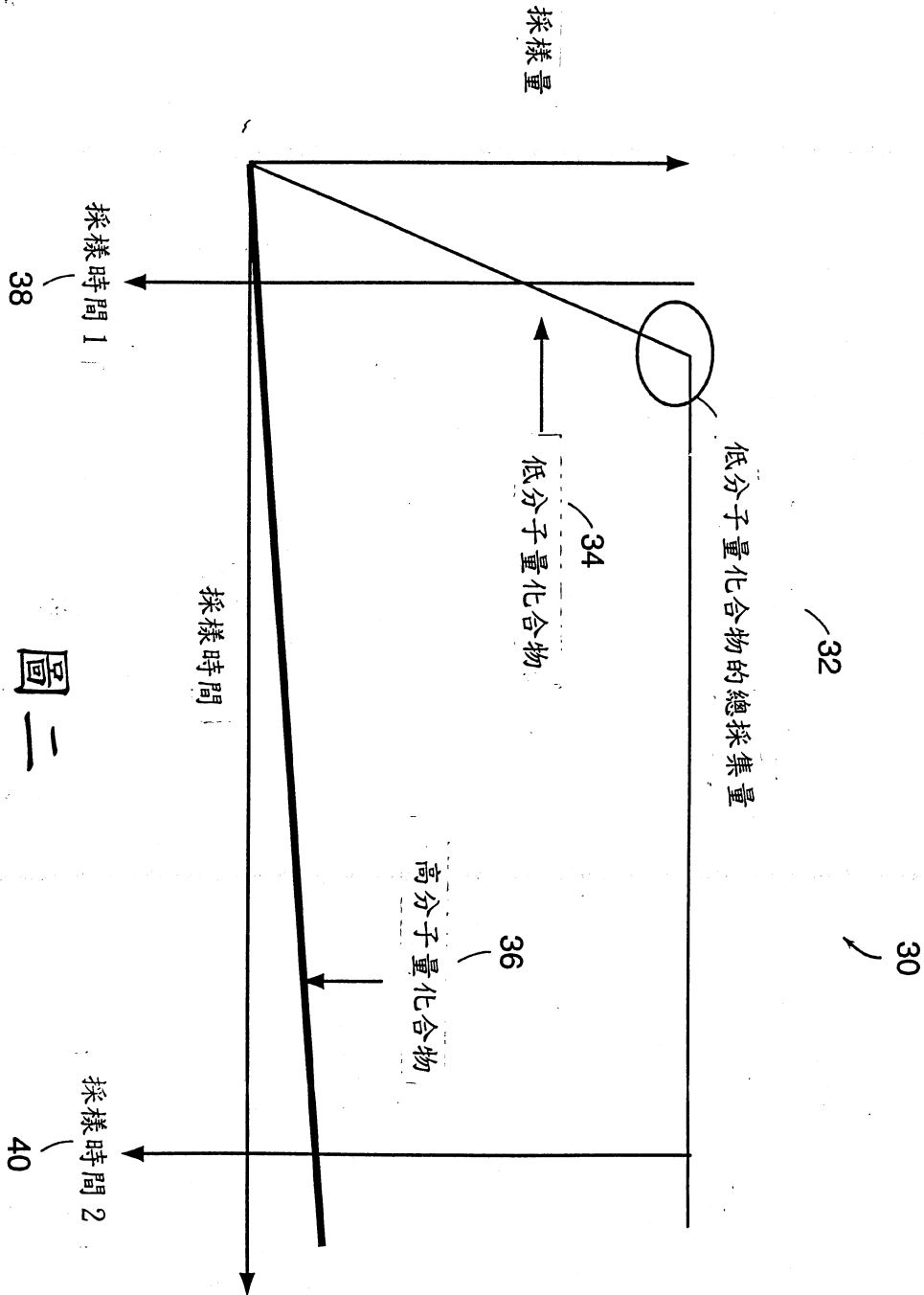
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式



圖二

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

50

圖式

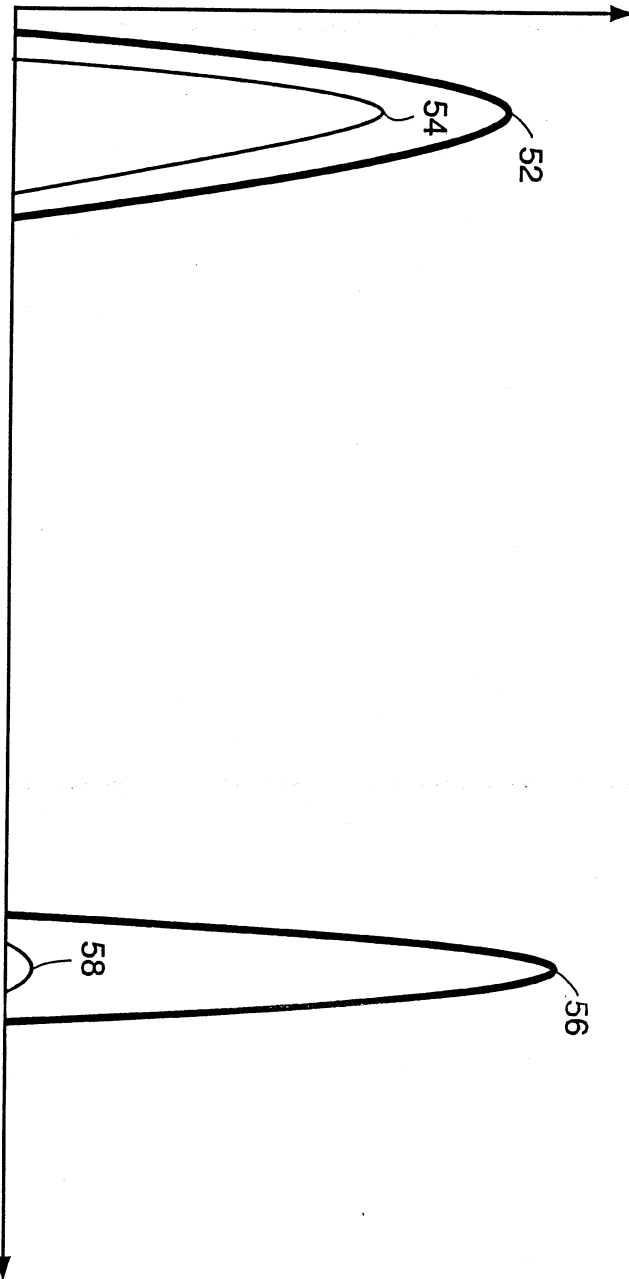
信號

低分子量化合物

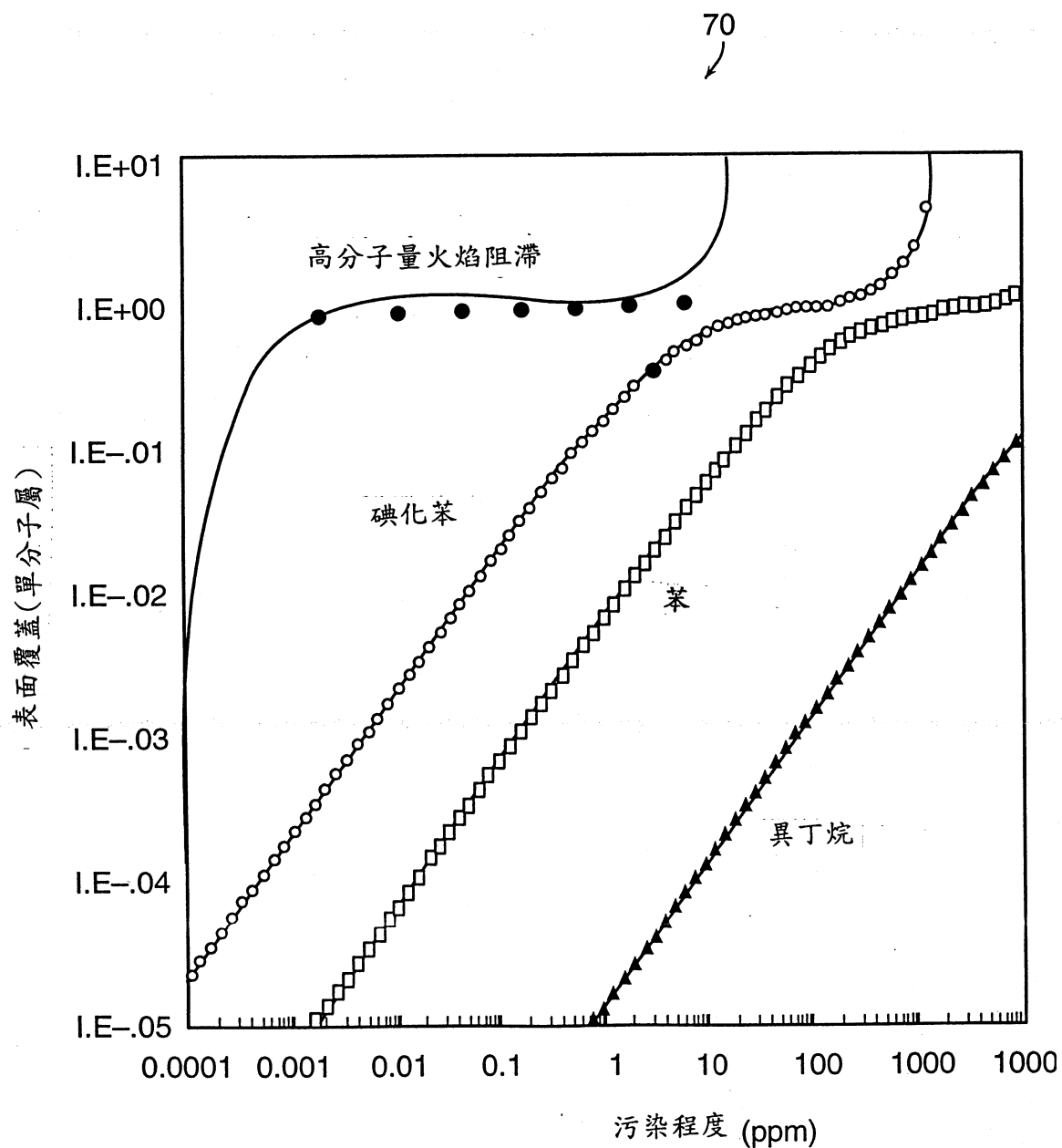
溶出時間

高分子量化合物

圖三



圖式



圖四

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

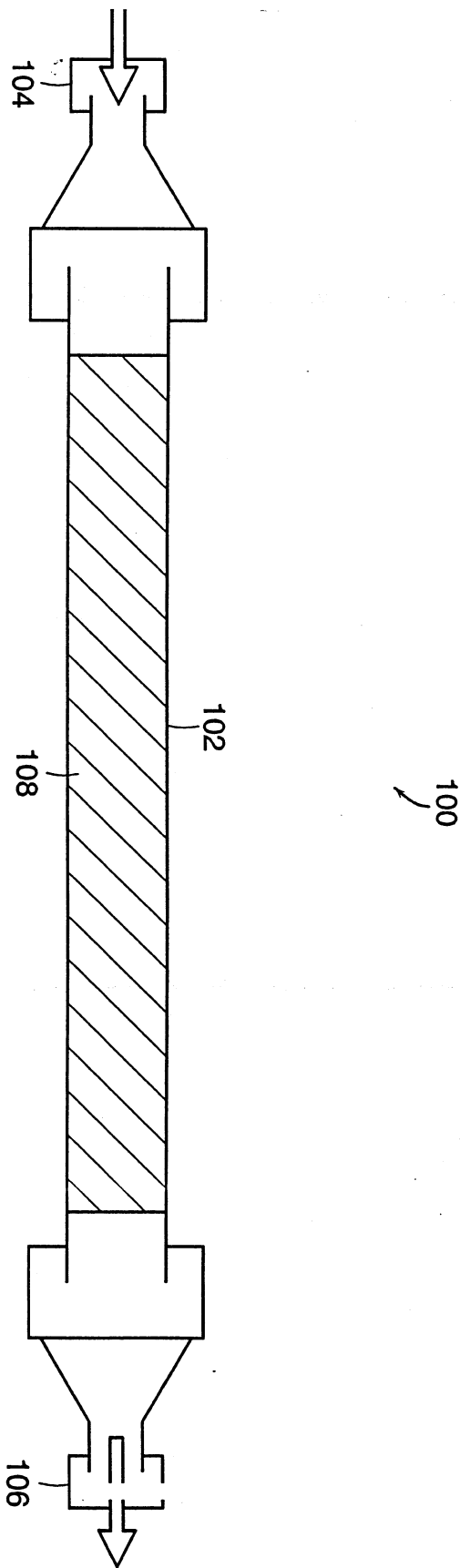
裝

訂

線

圖式

圖五



(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

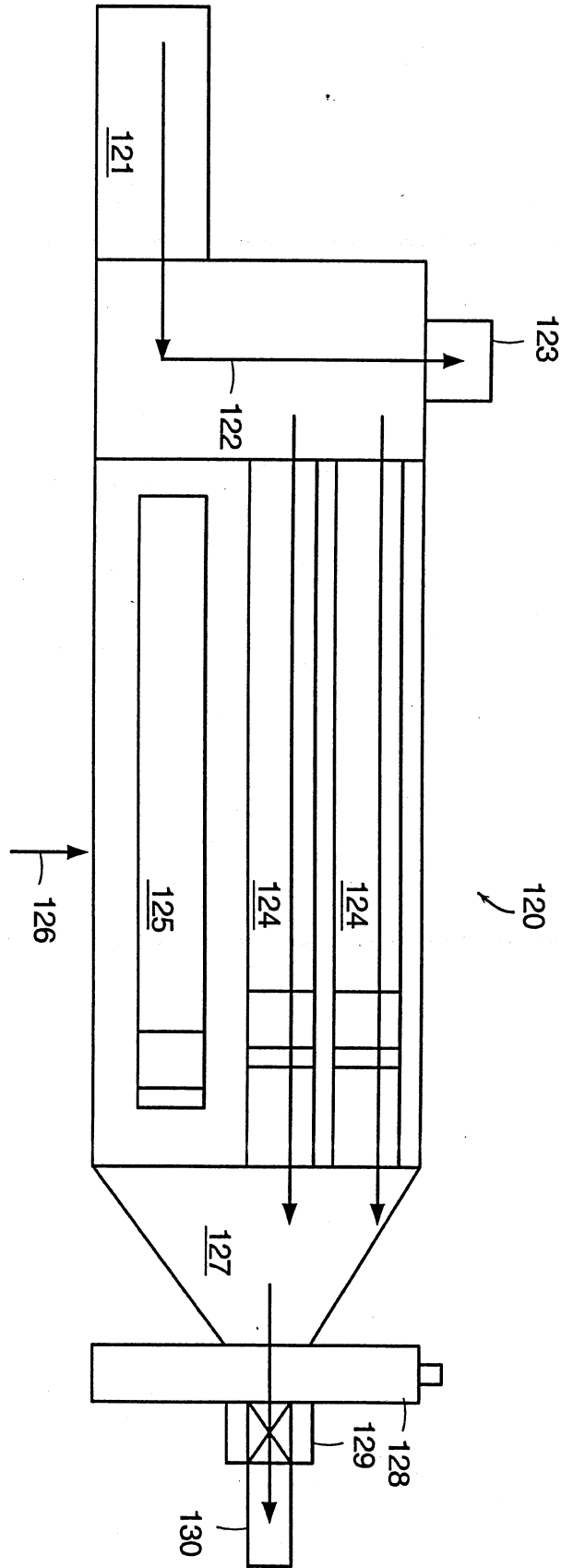
裝

訂

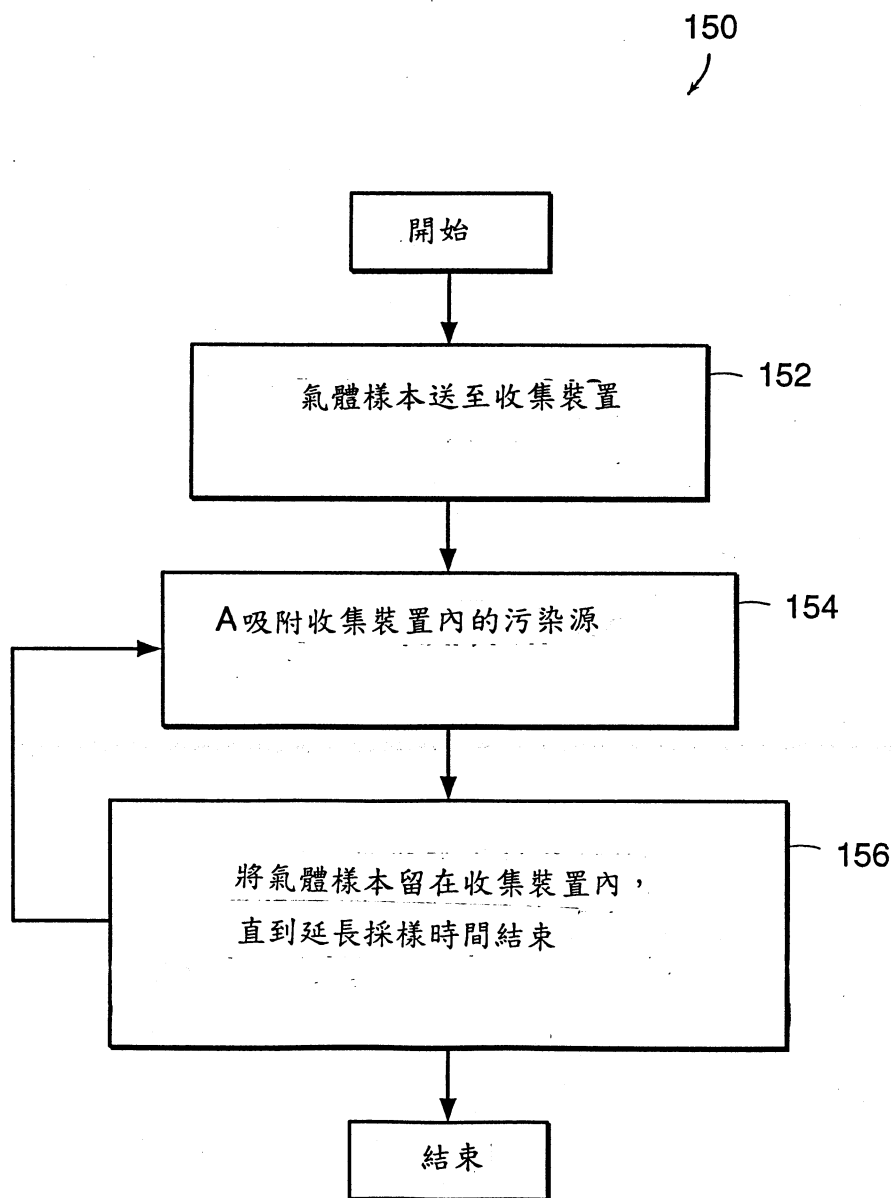
線

圖式

圖六



圖式



圖七

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

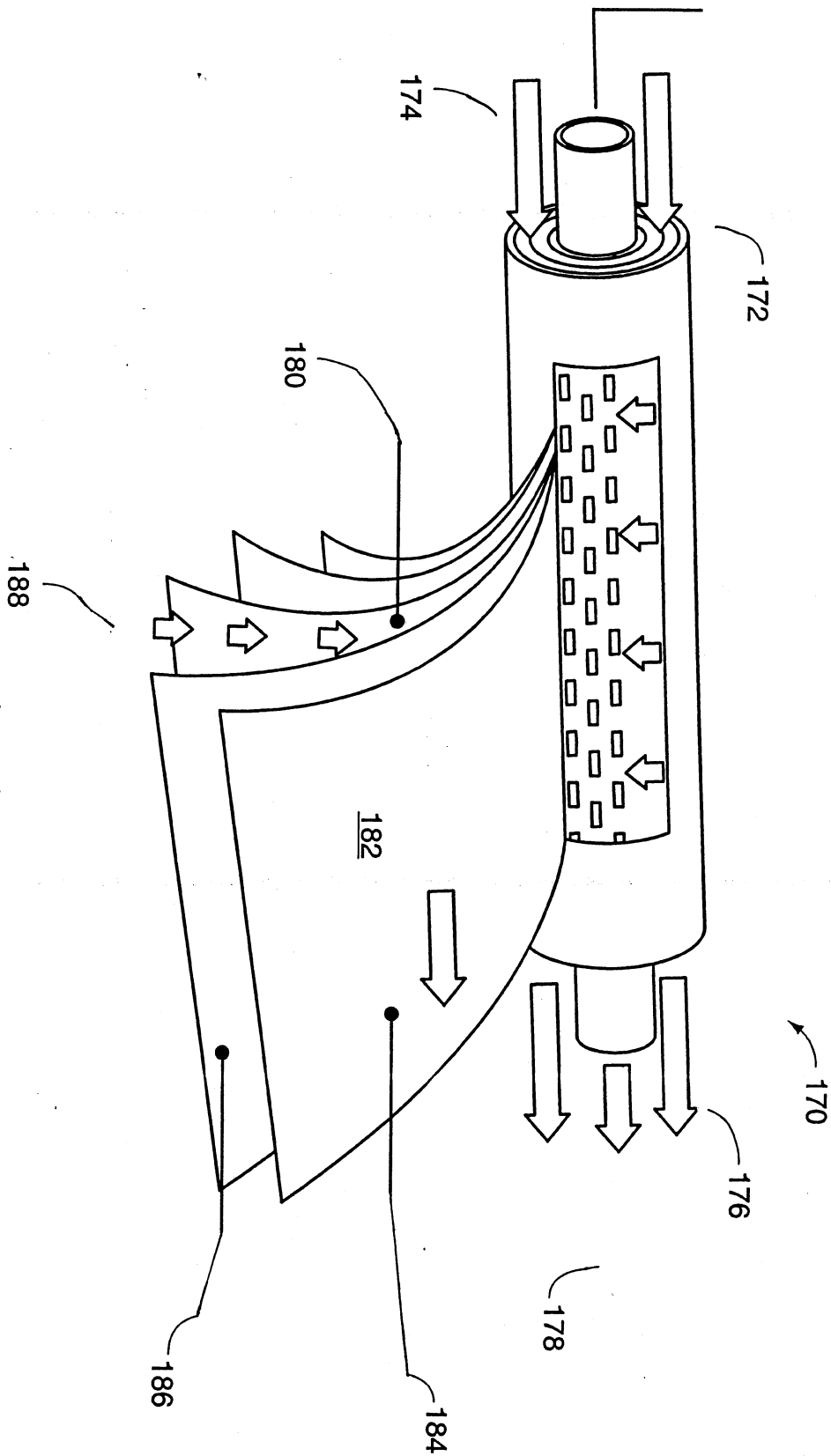
裝

訂

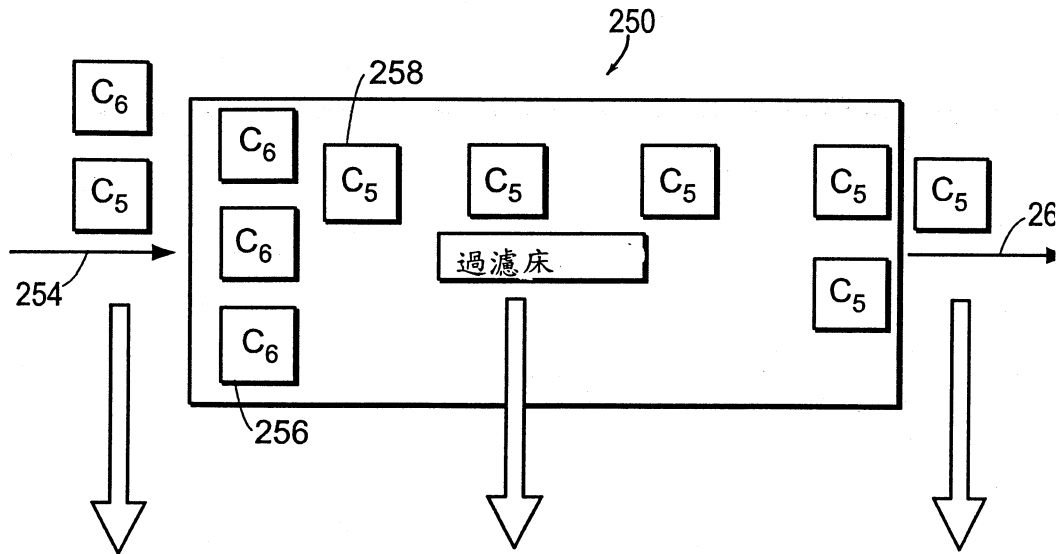
線

圖式

圖八

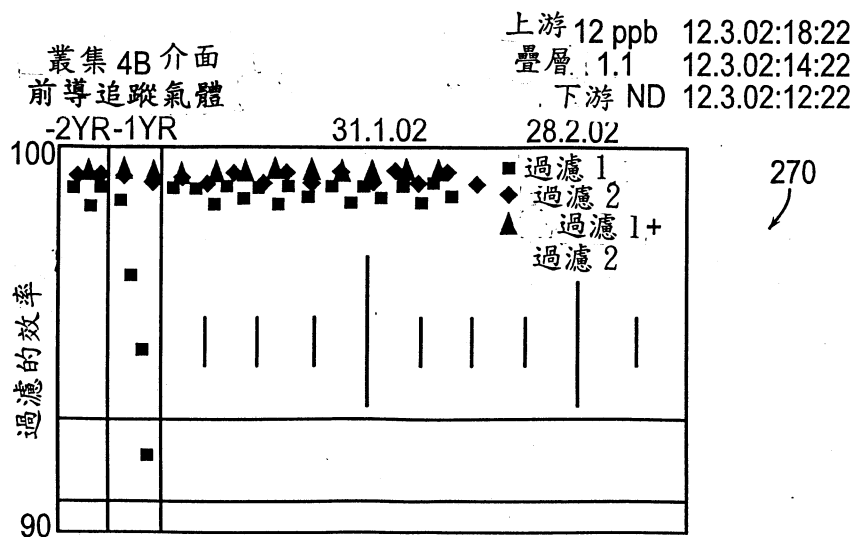


圖式



圖九 A

至偵測器 OR
(e.g. 氣相層析儀,
氣相層析質譜儀,
分析系統)



圖九 B

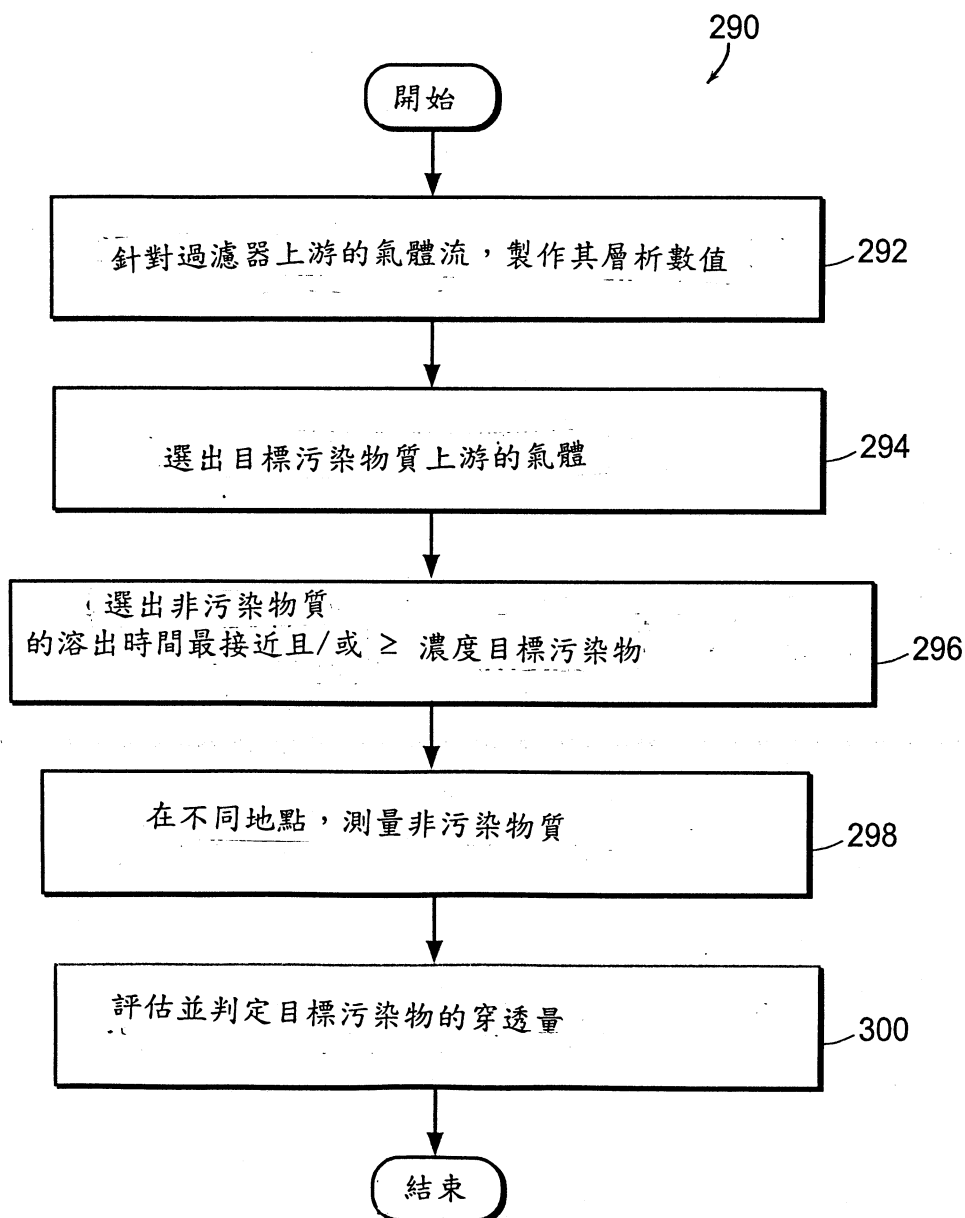
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式



圖十

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

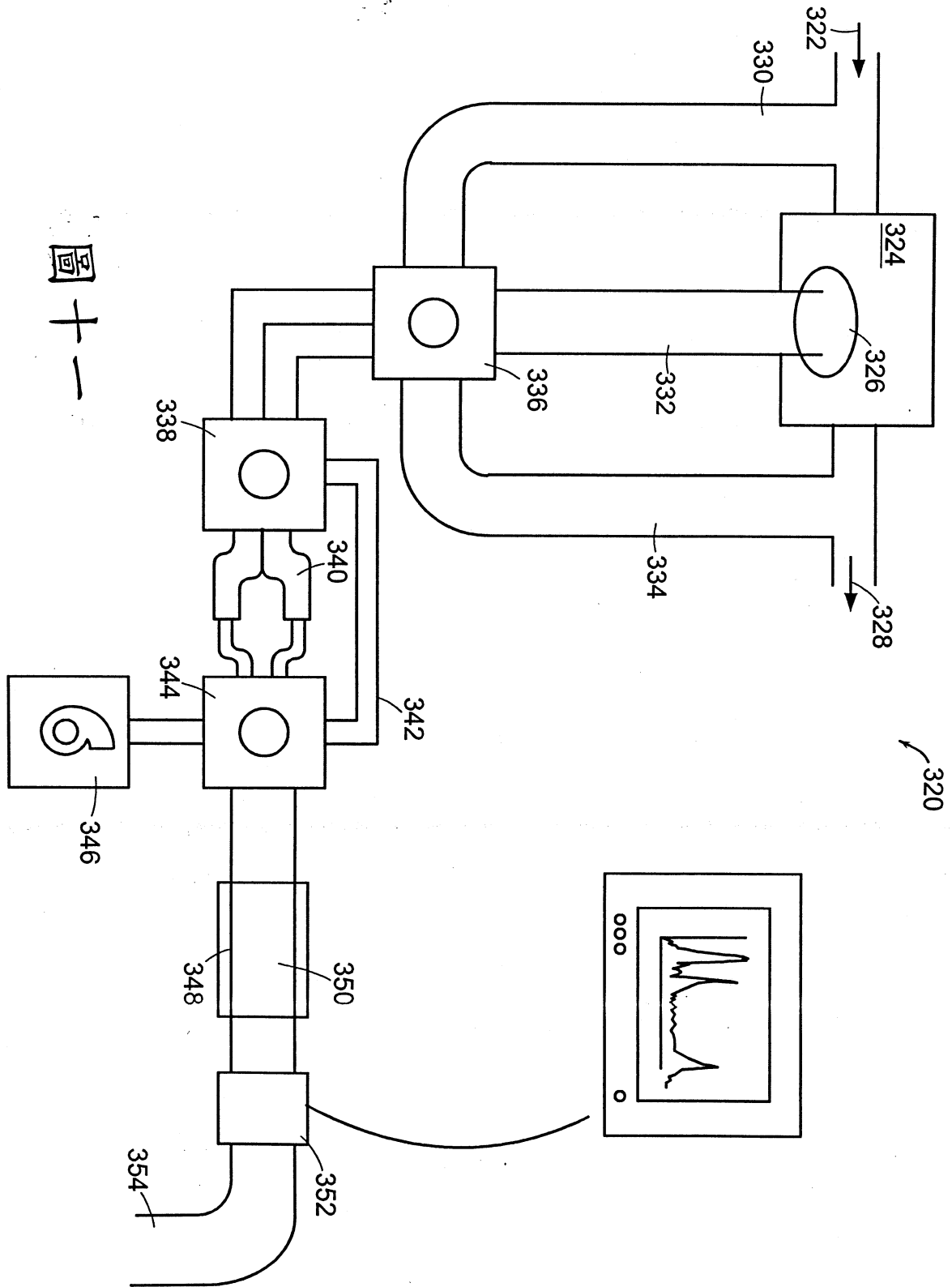
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式



圖十一

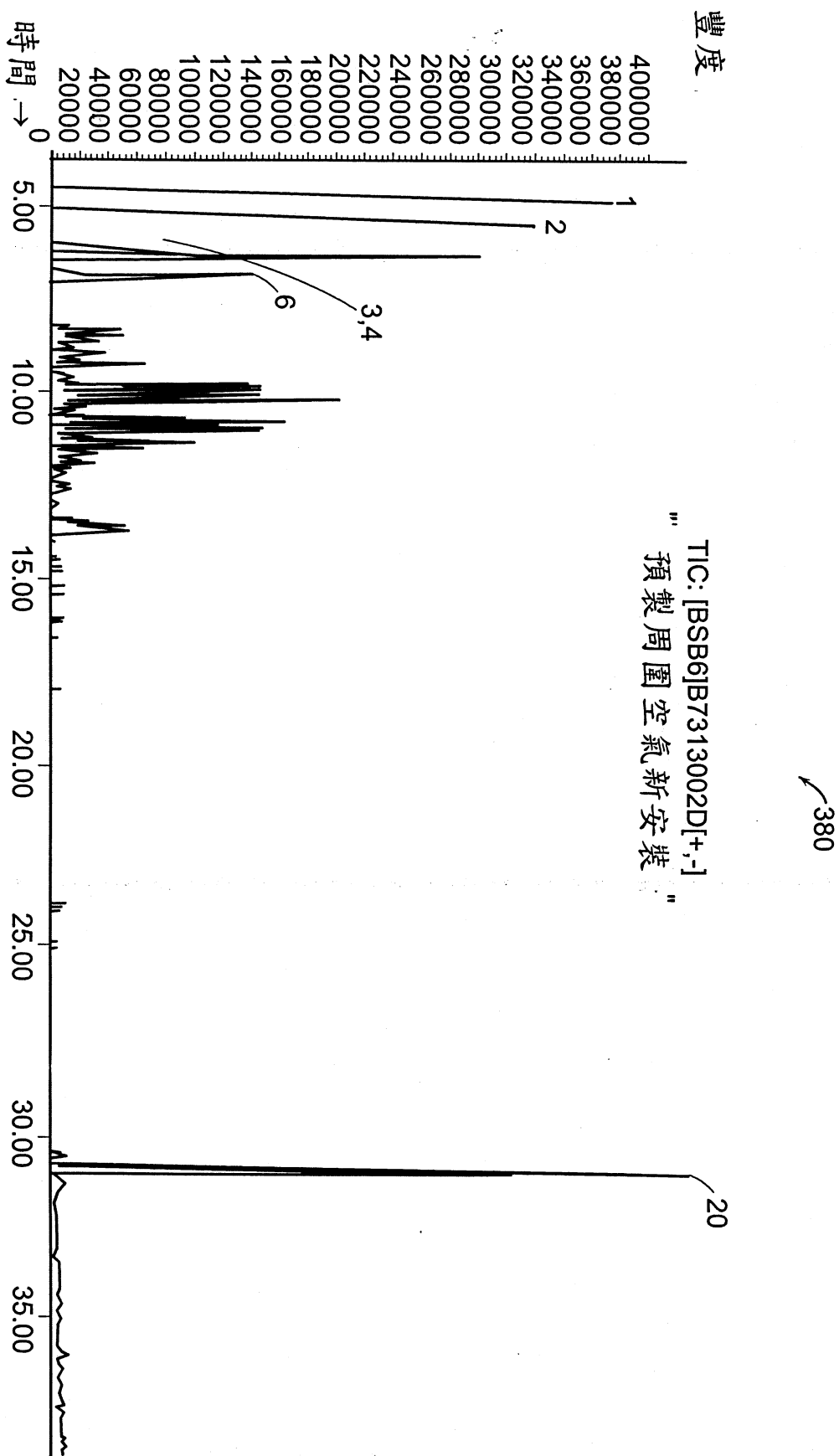
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式



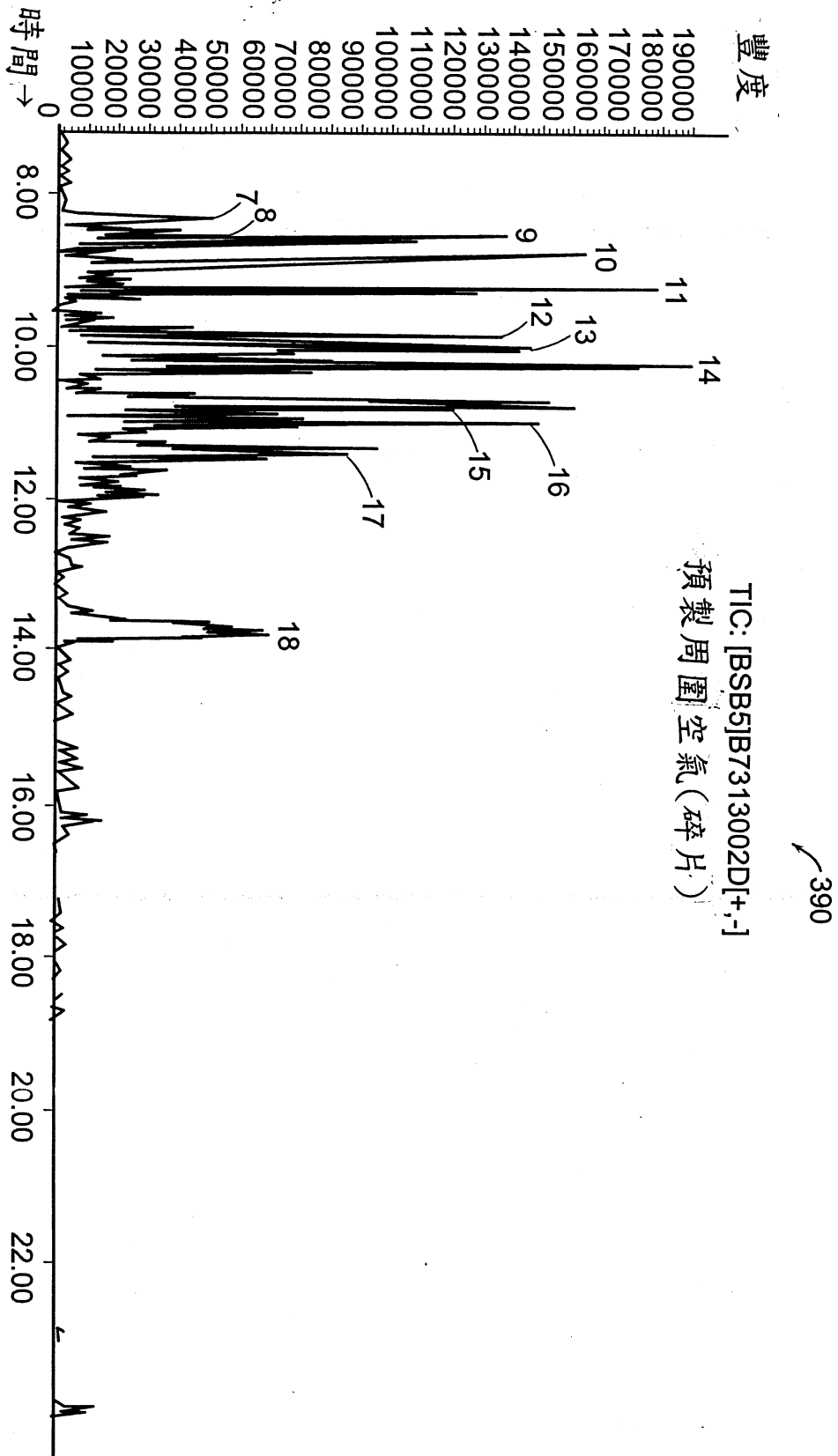
圖十二A

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

圖式



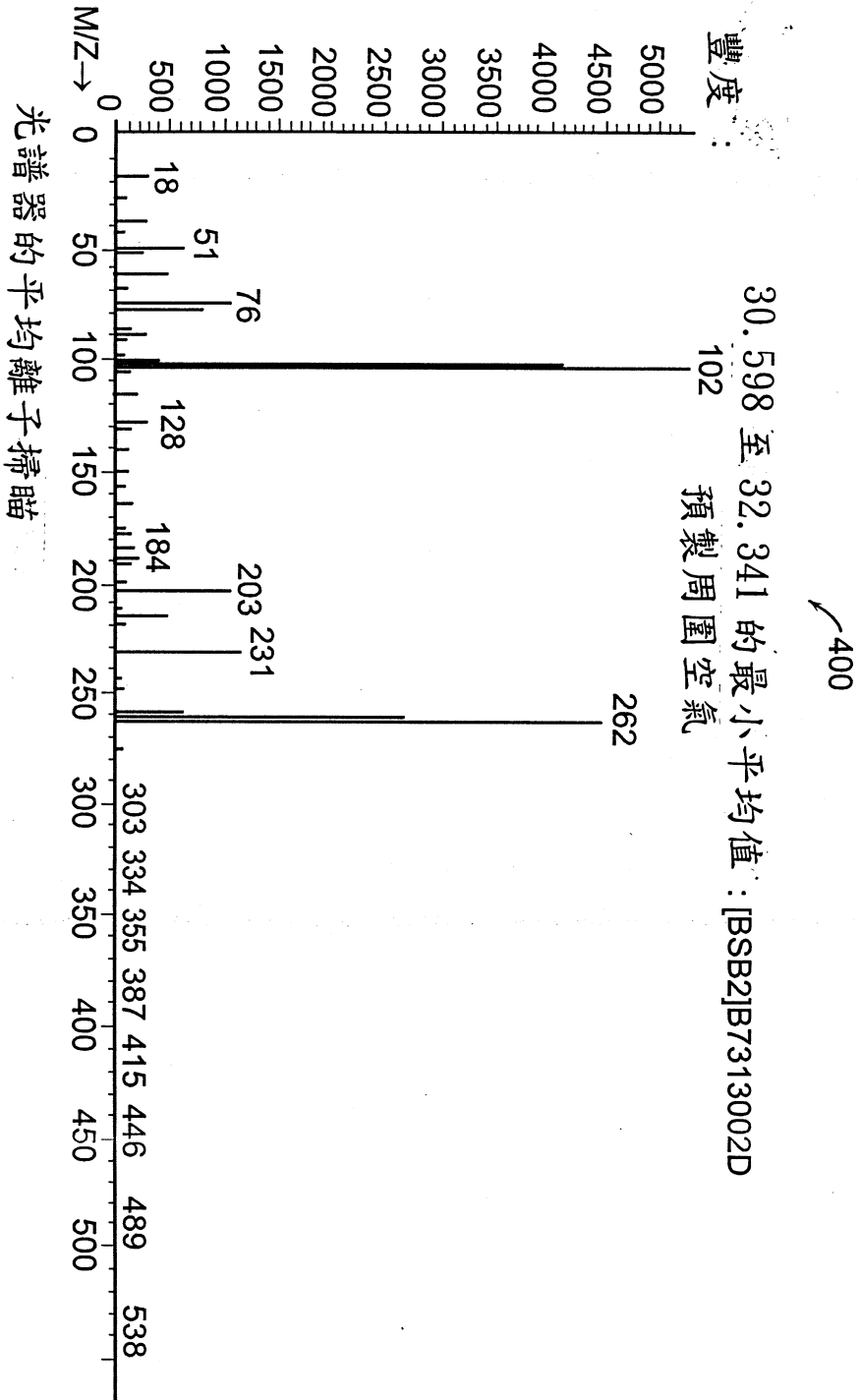
圖十二B

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線



圖十二C

圖式

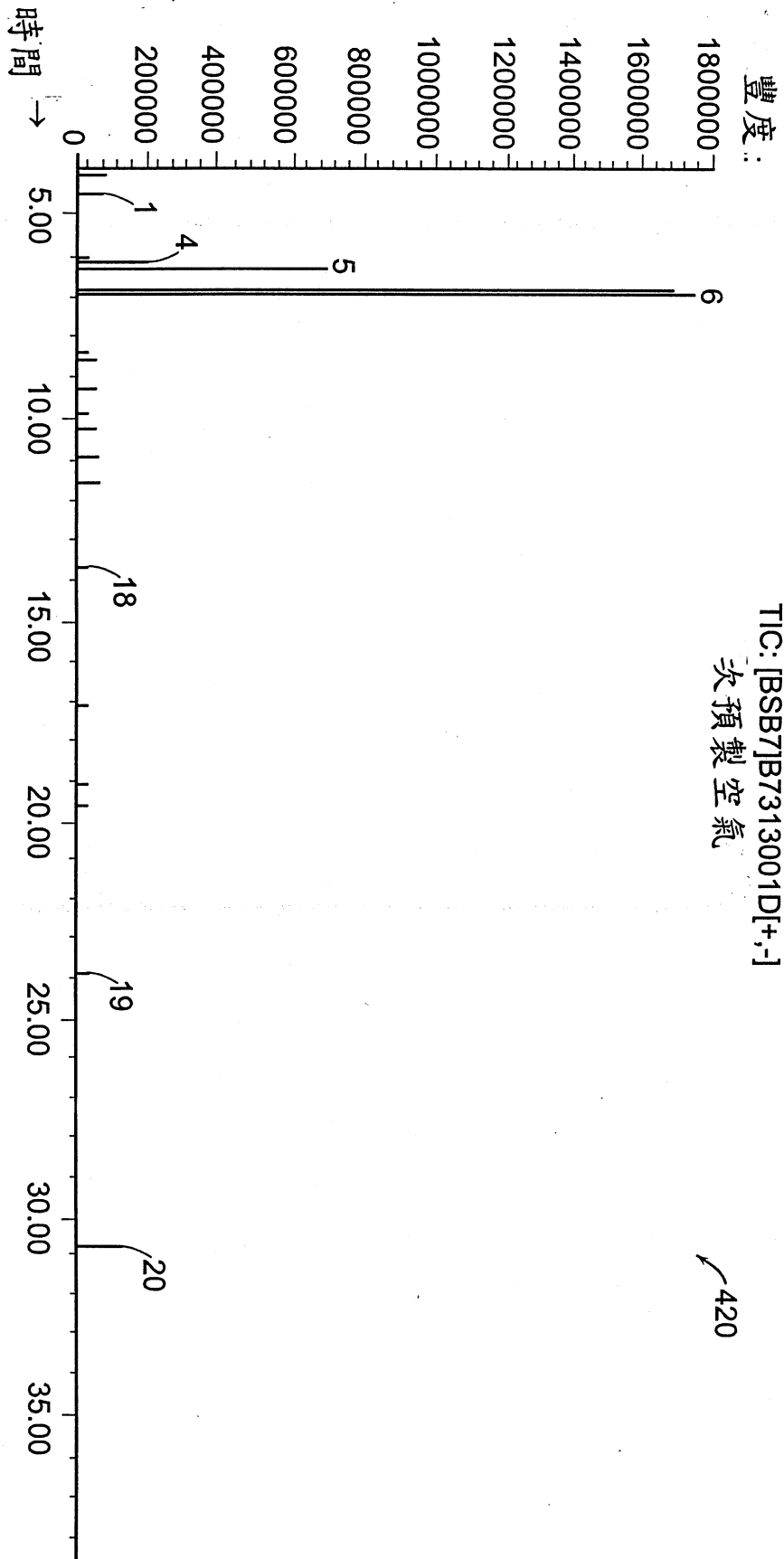
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

裝

圖式



圖十三 A

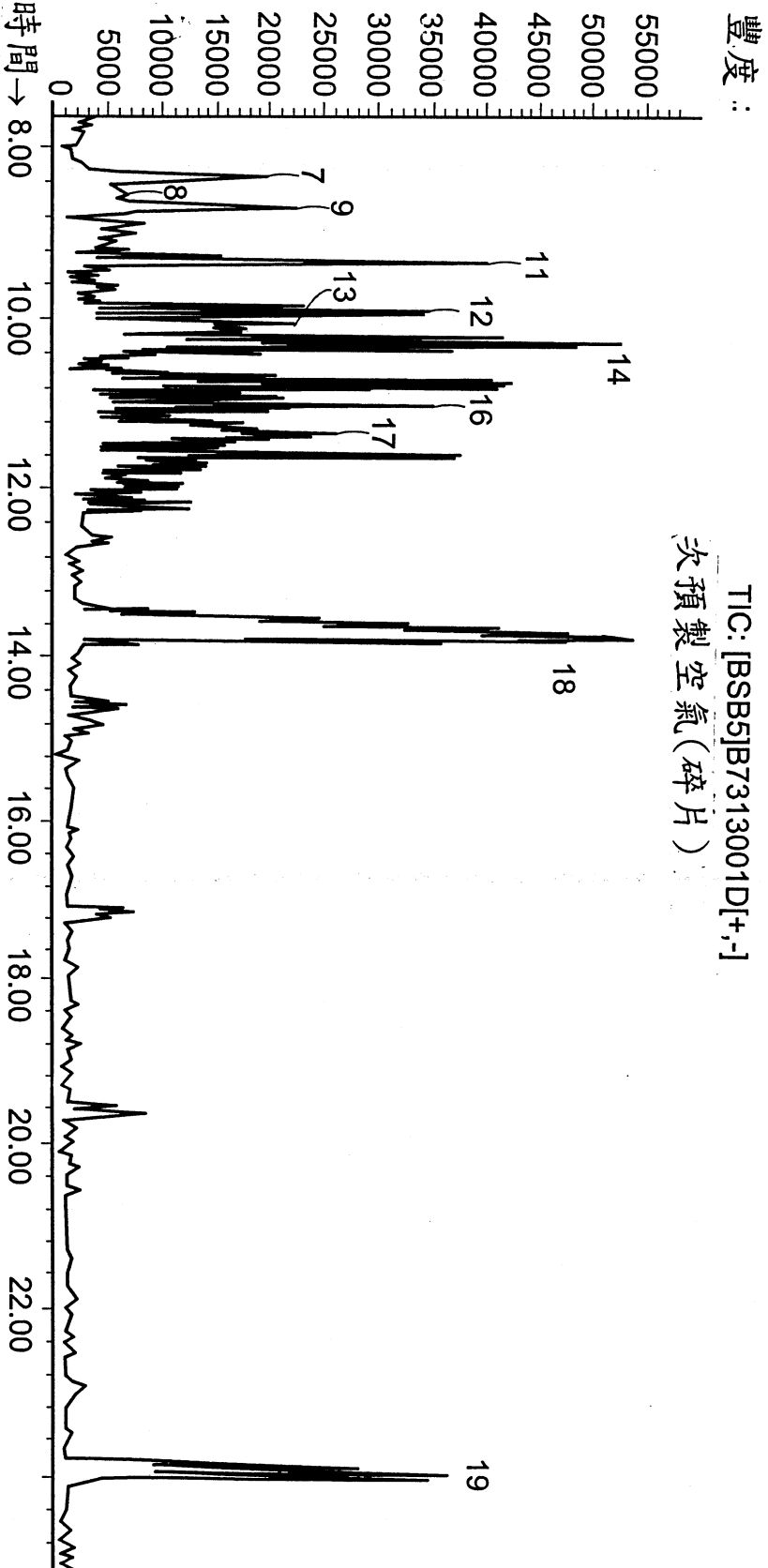
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式



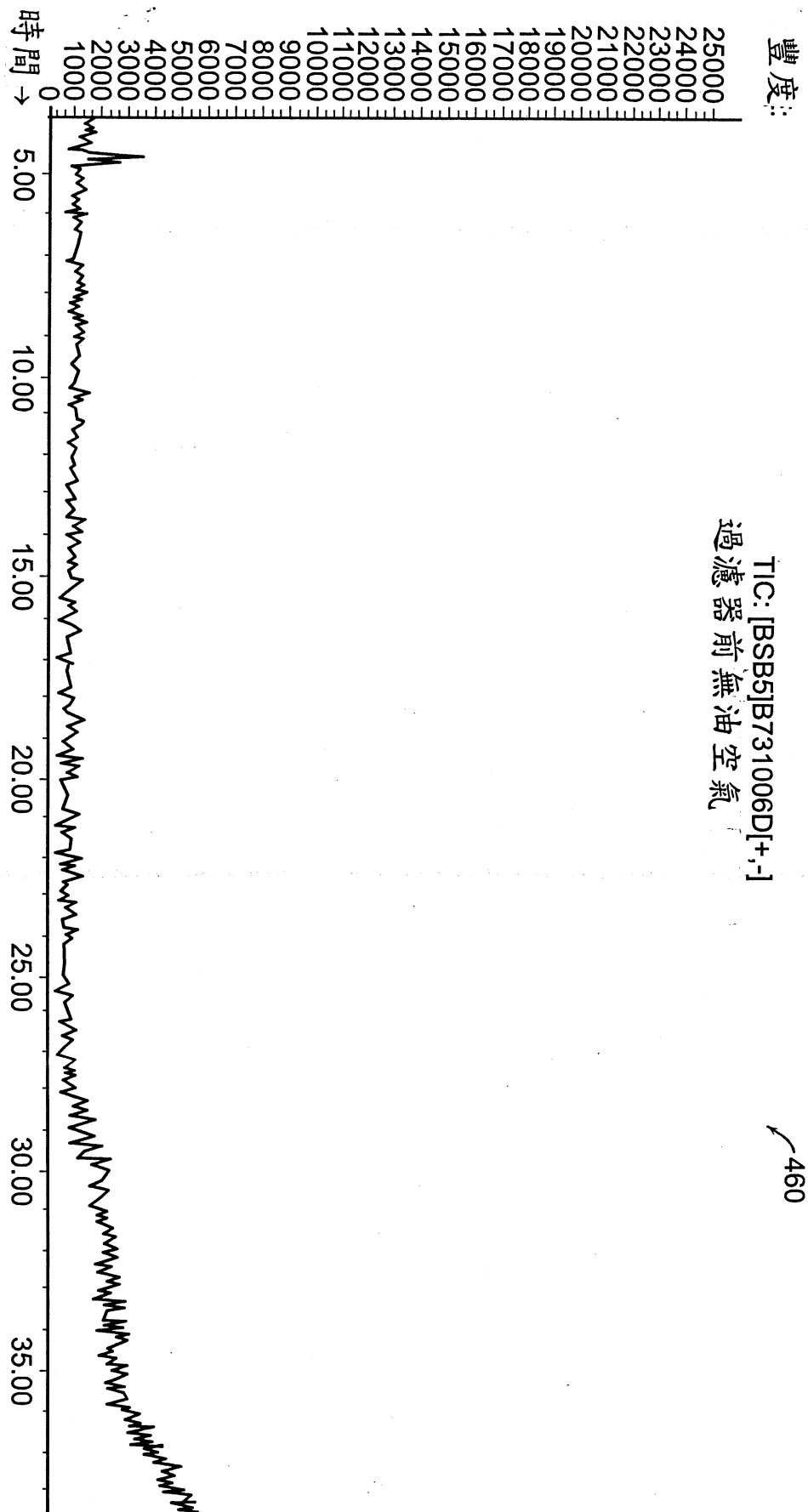
圖十三B

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

圖式



圖十四

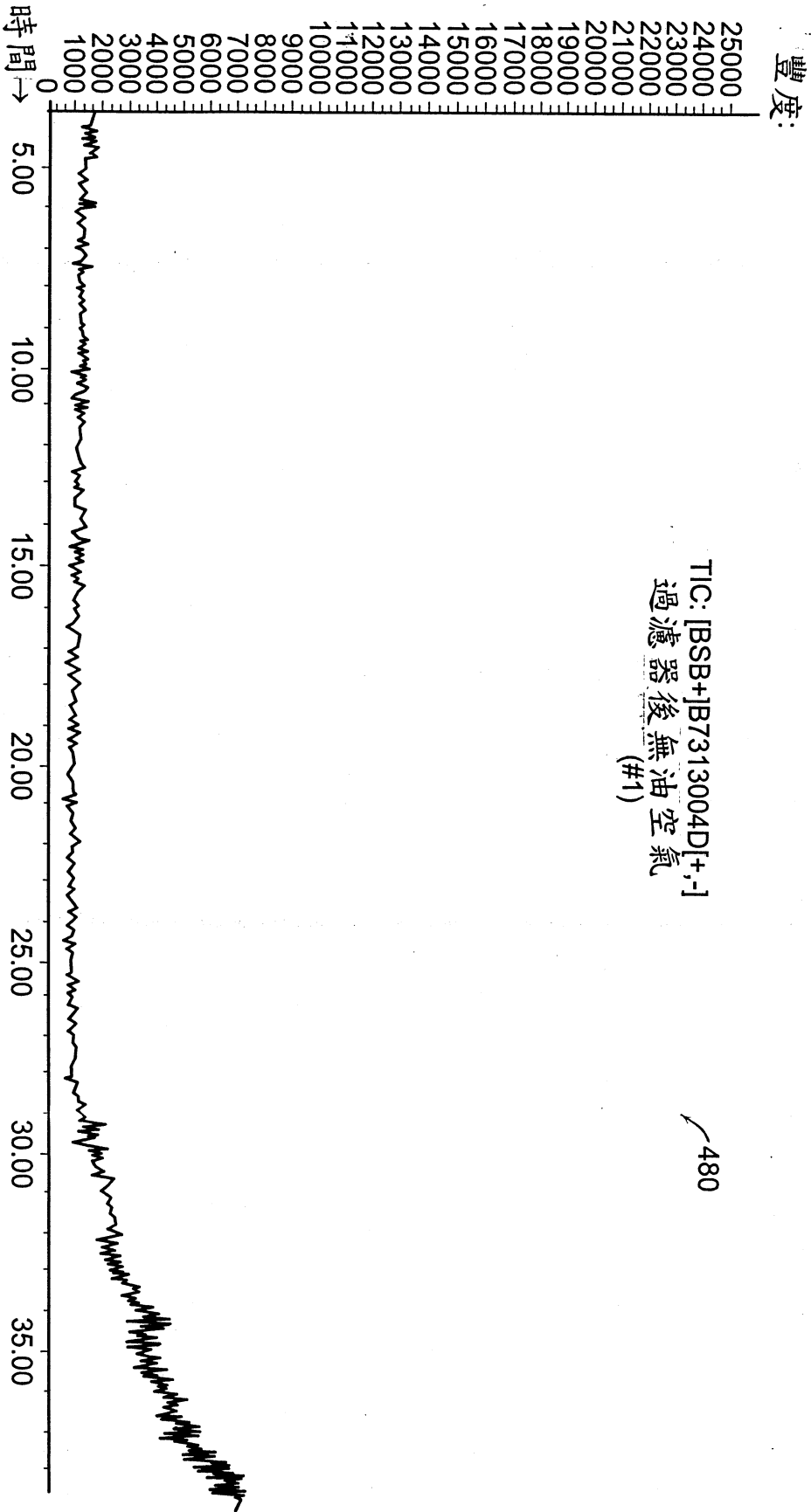
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式



圖十五

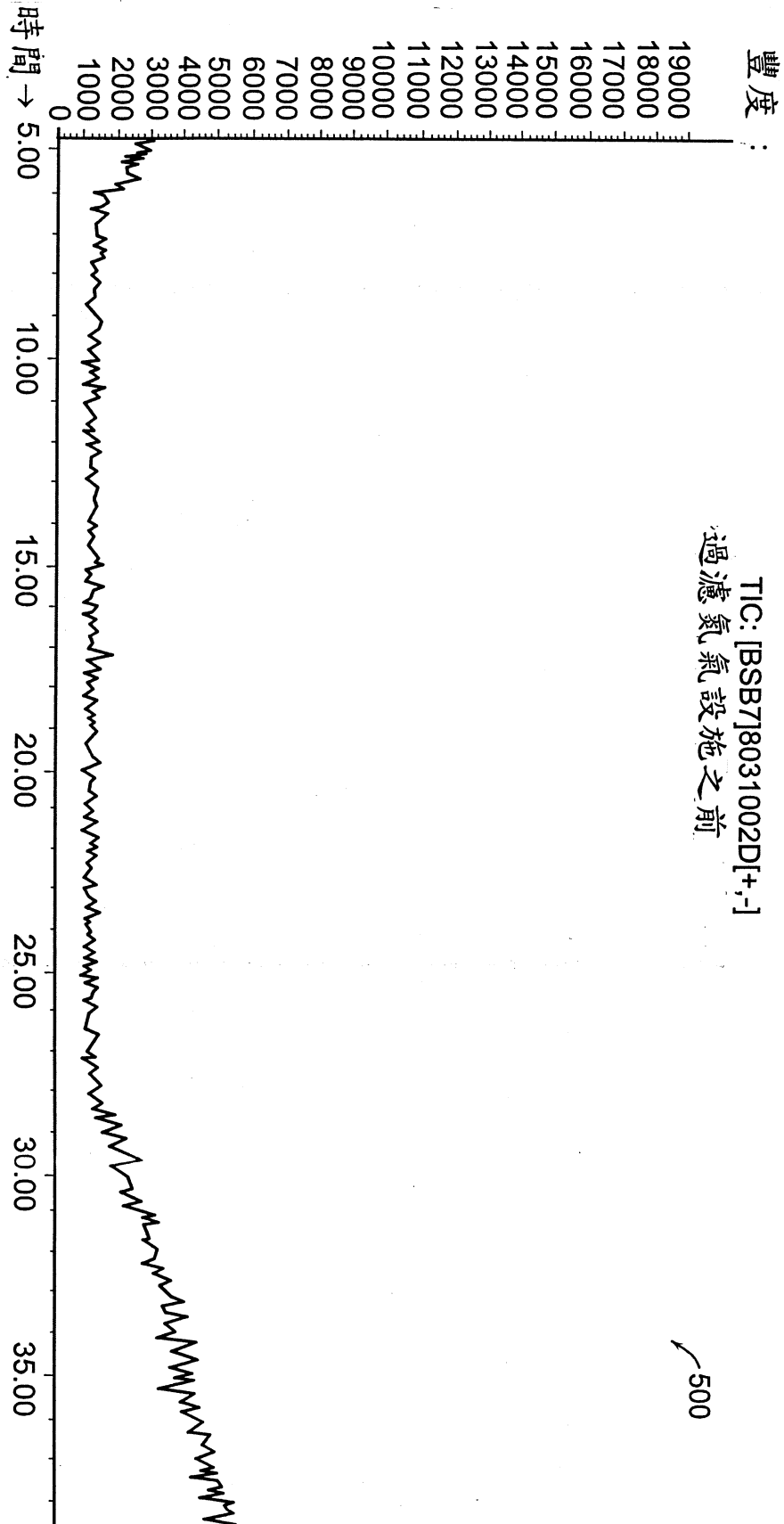
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

紅

圖式

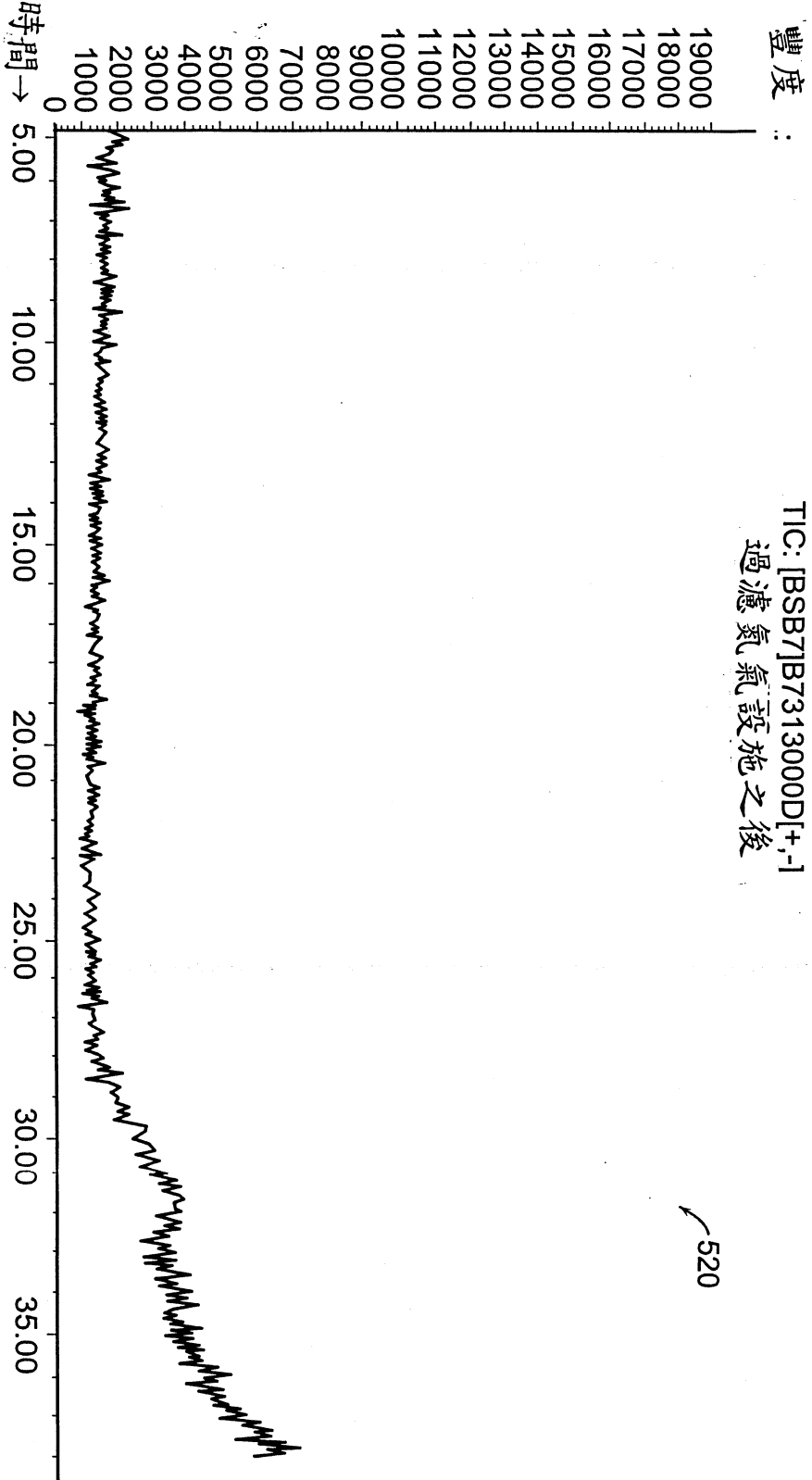


圖十六

裝 訂 線

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

圖式



圖十七 A

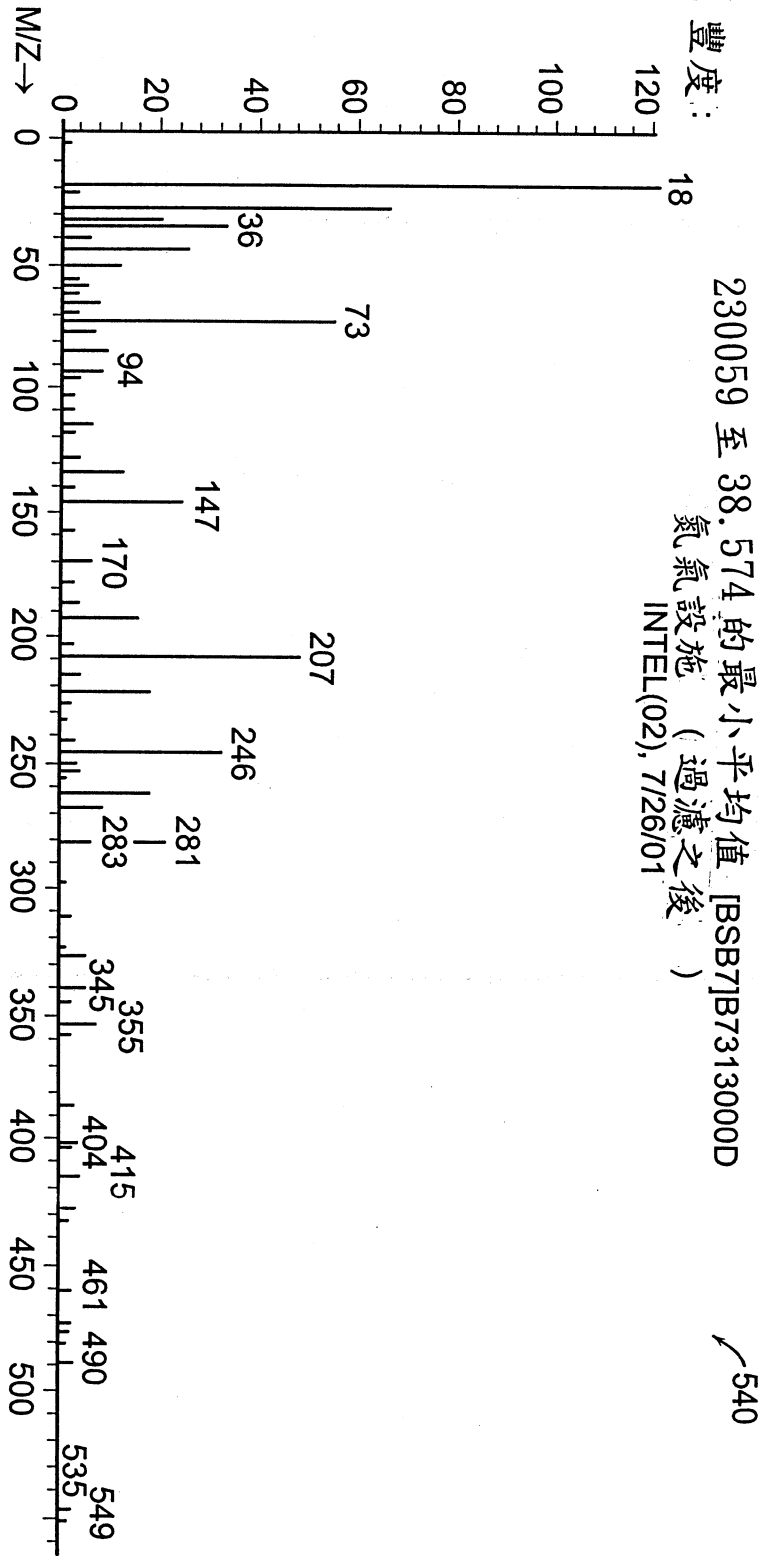
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式



圖十七 B

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

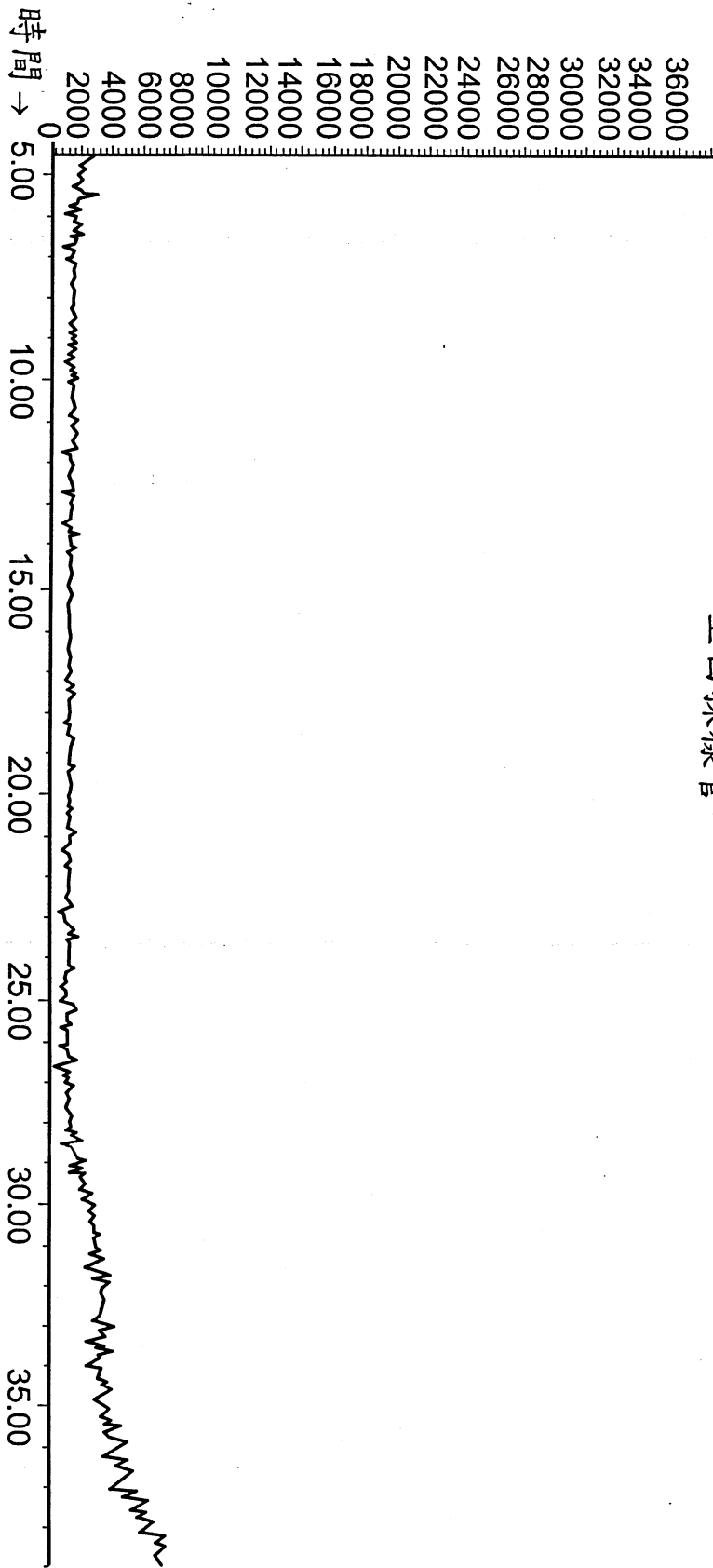
裝

訂

豐度 :

TIC: [BSB3]B724002D[+,-]
空白採樣管

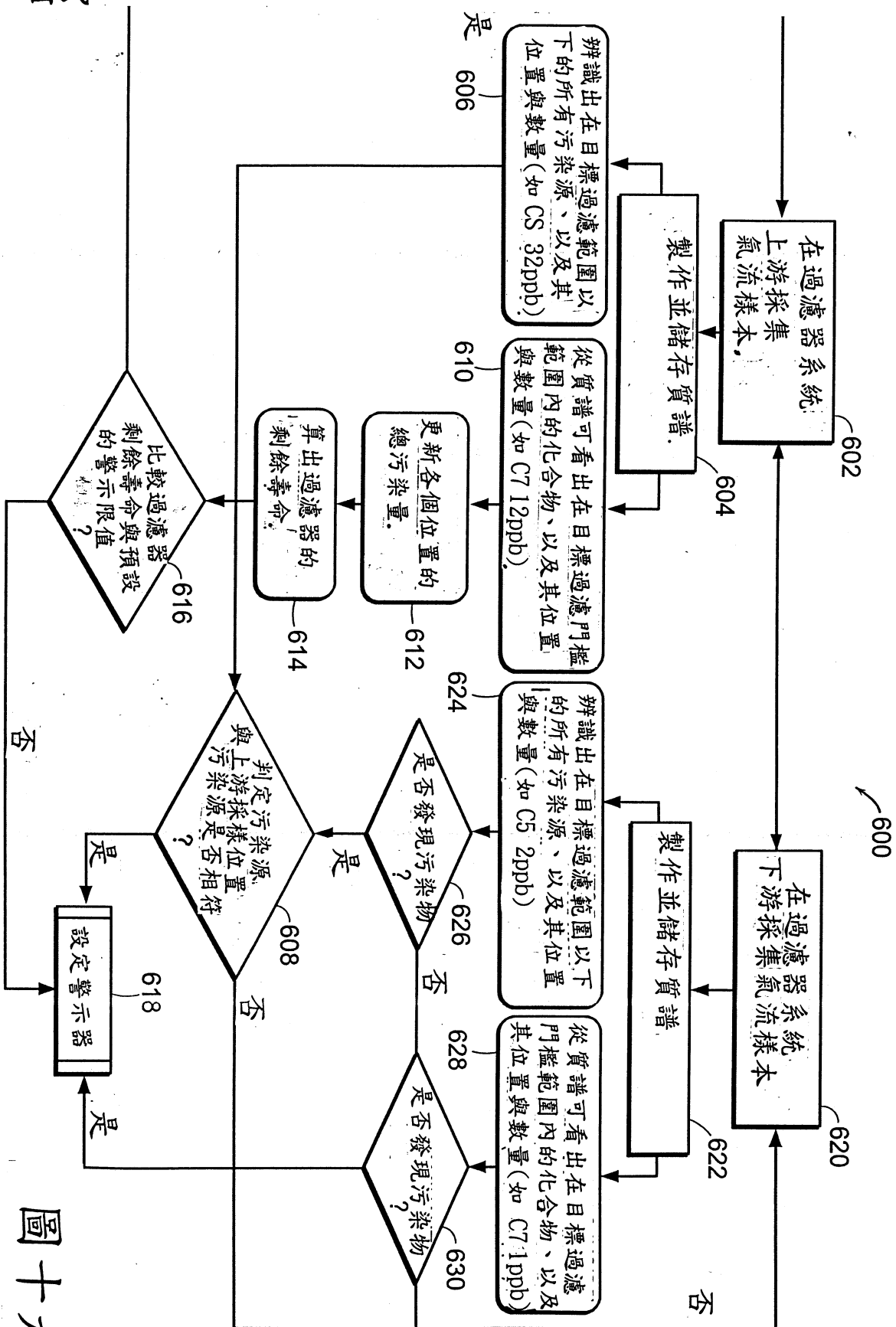
560



圖式

圖十八

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)



圖十九

606
610
624
628

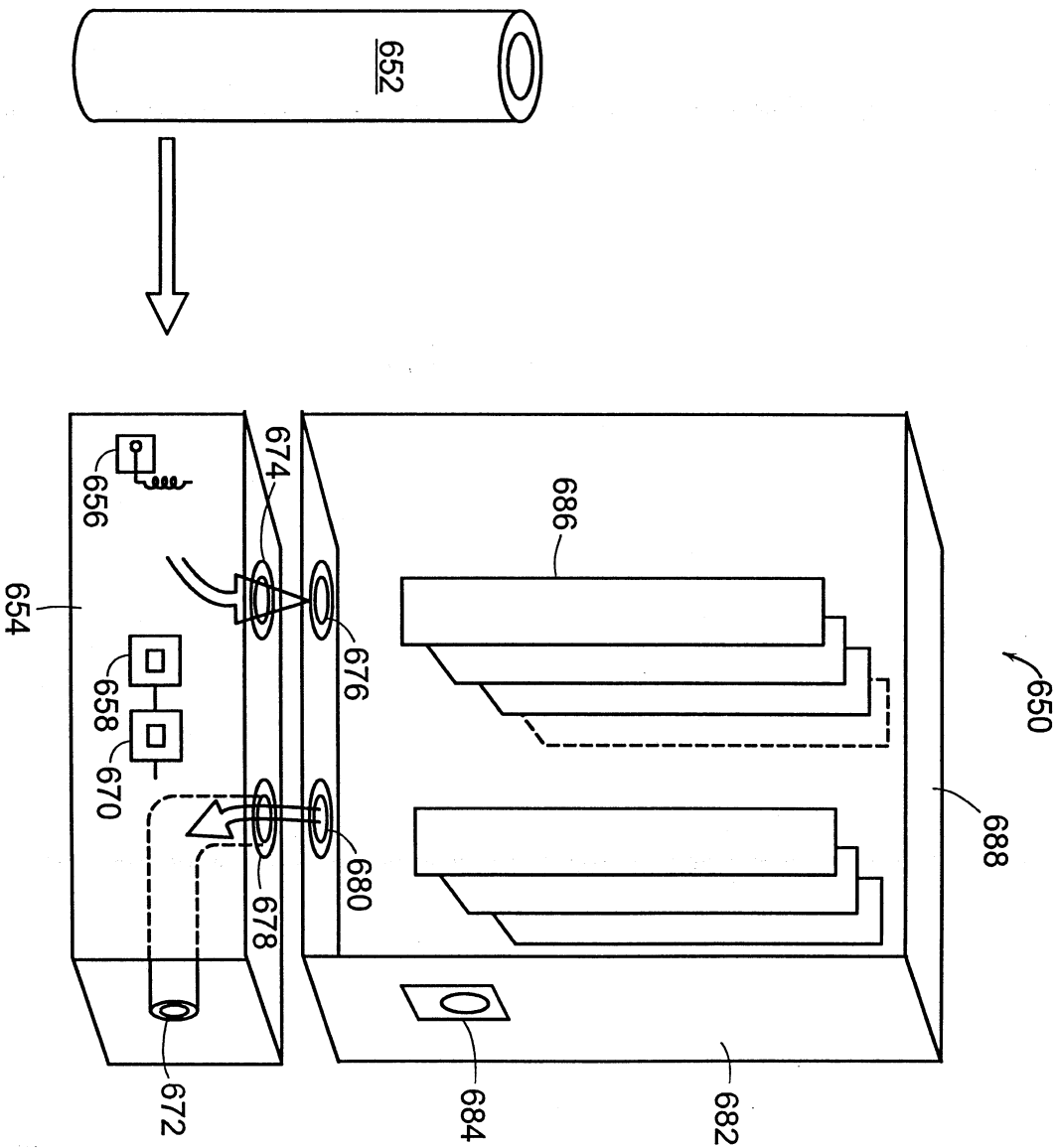
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

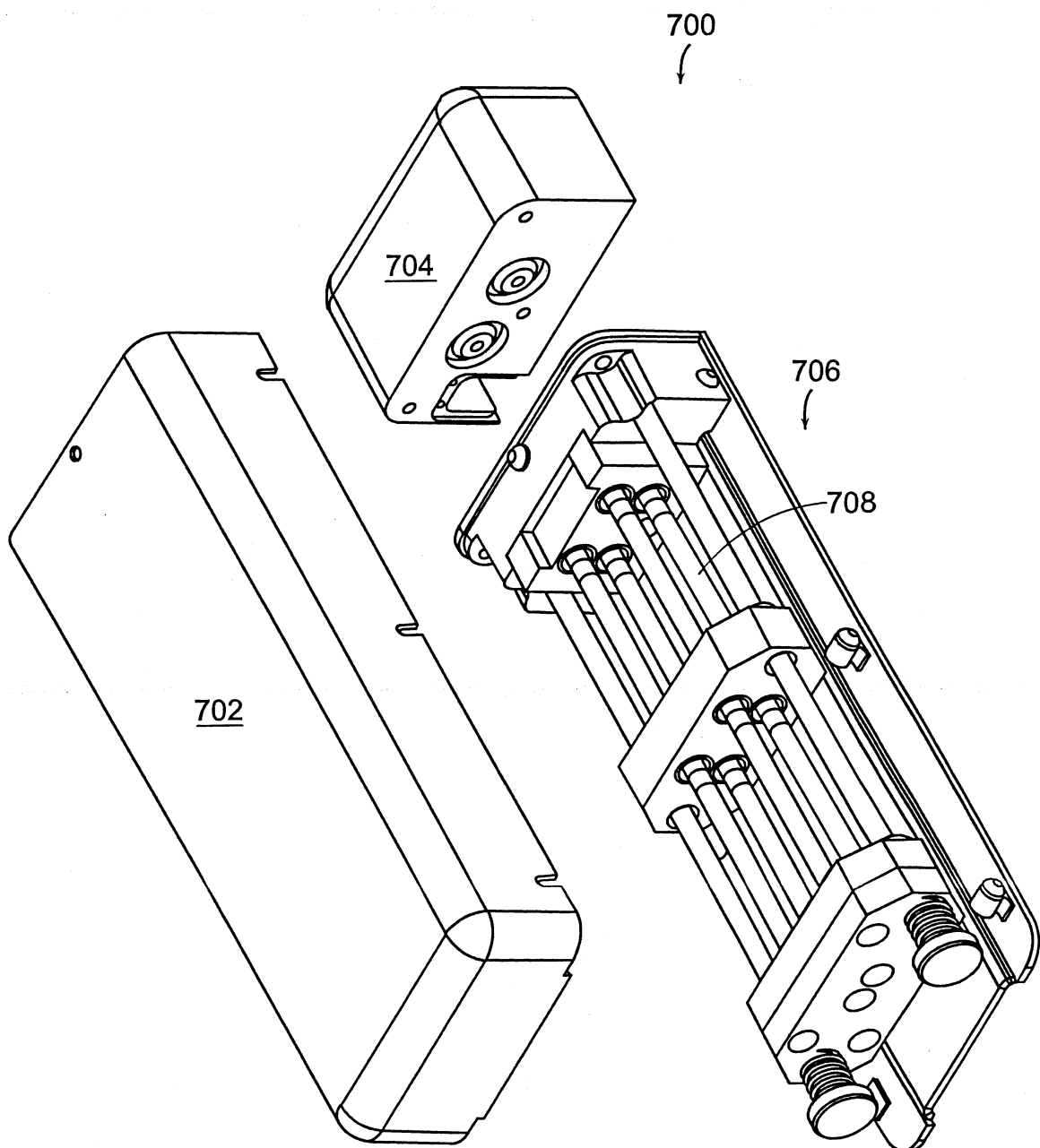
線

圖式



圖二十

圖式



圖二十一

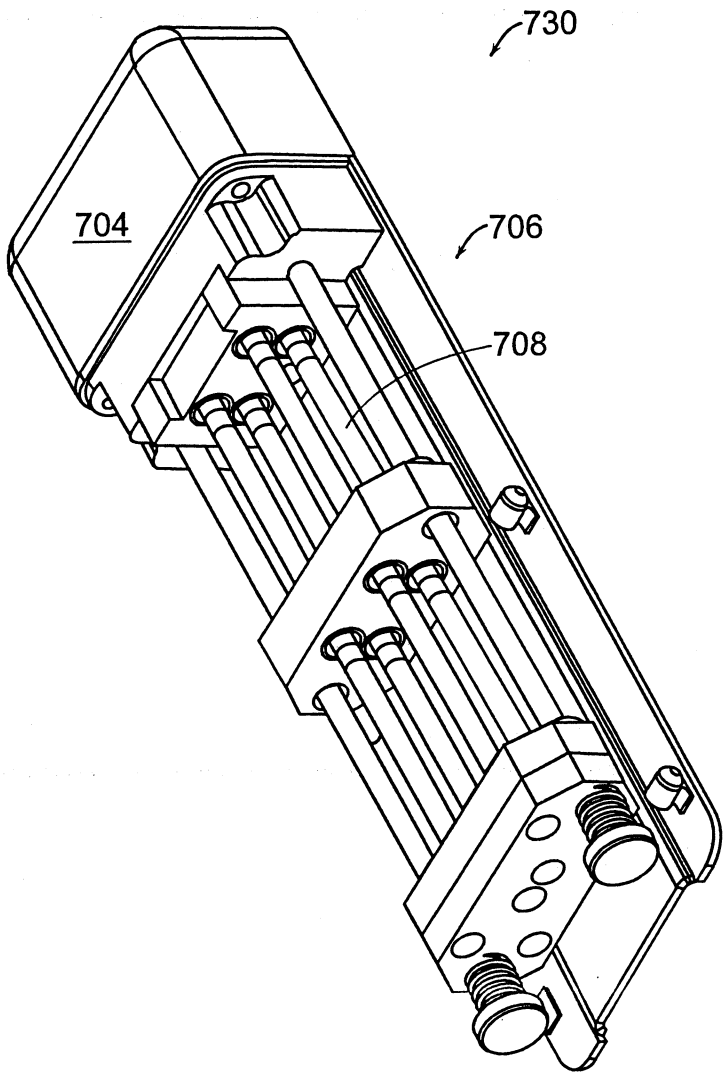
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式



圖二十二

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式

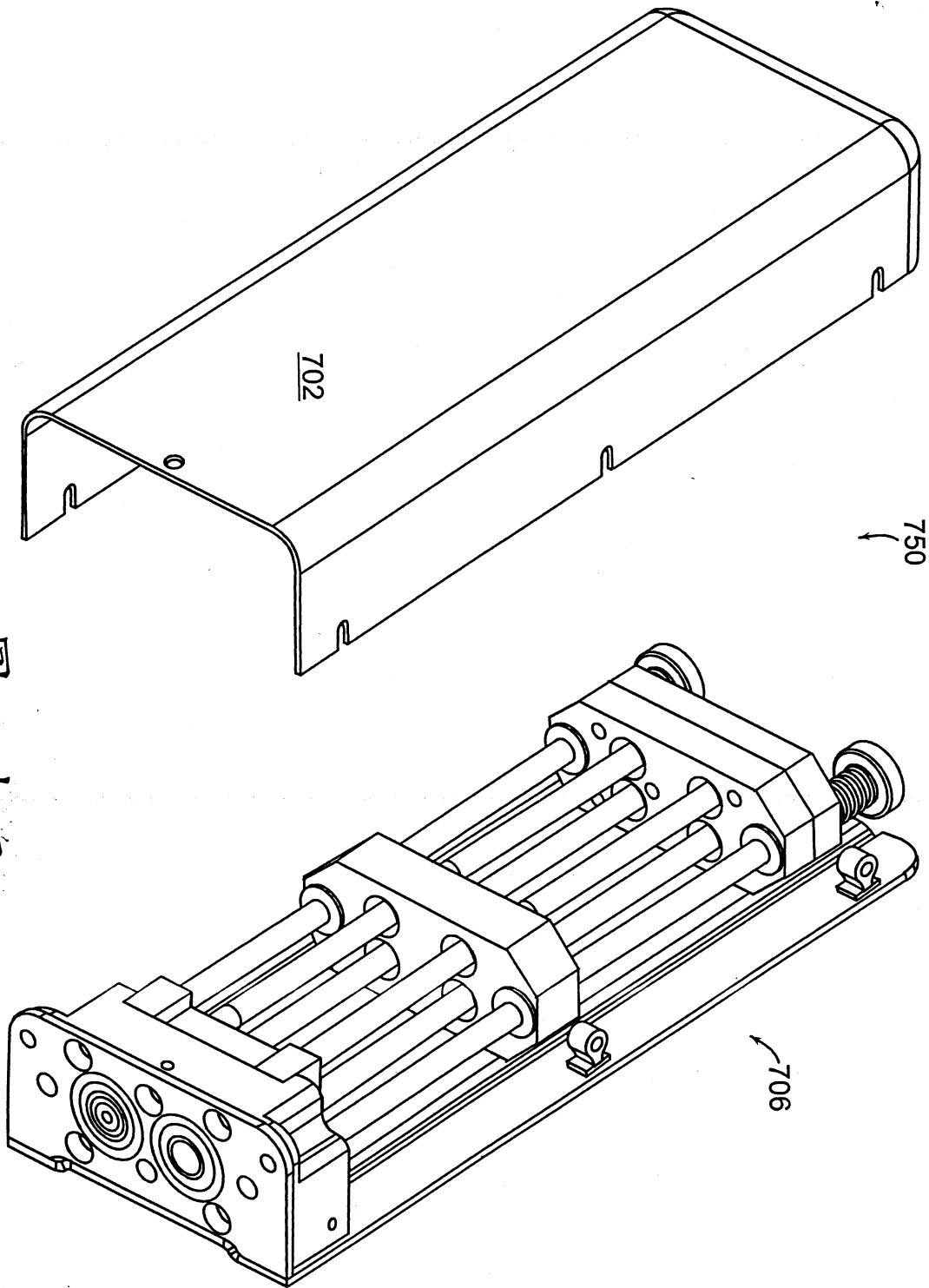


圖
二
三

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

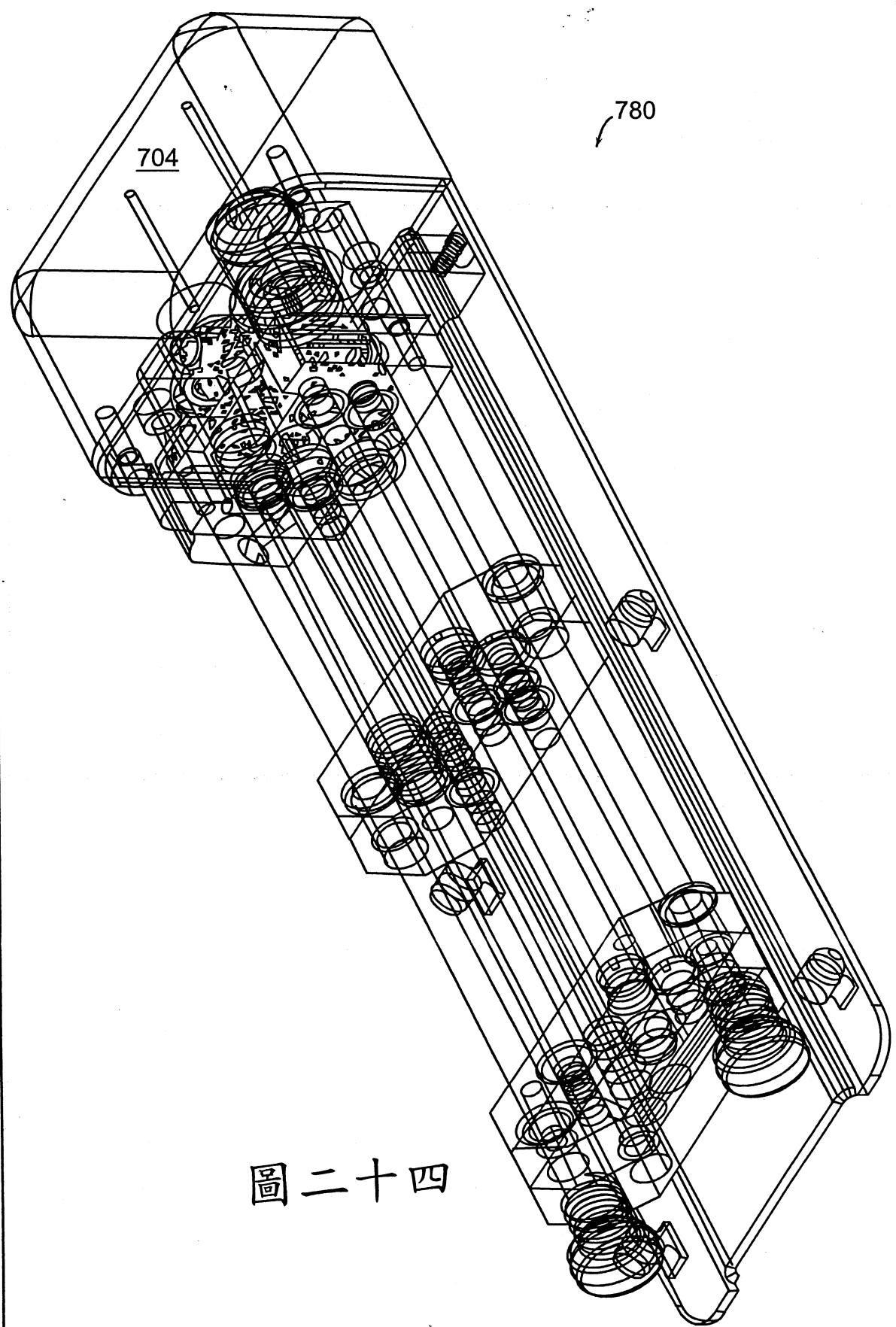
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

繪

圖式



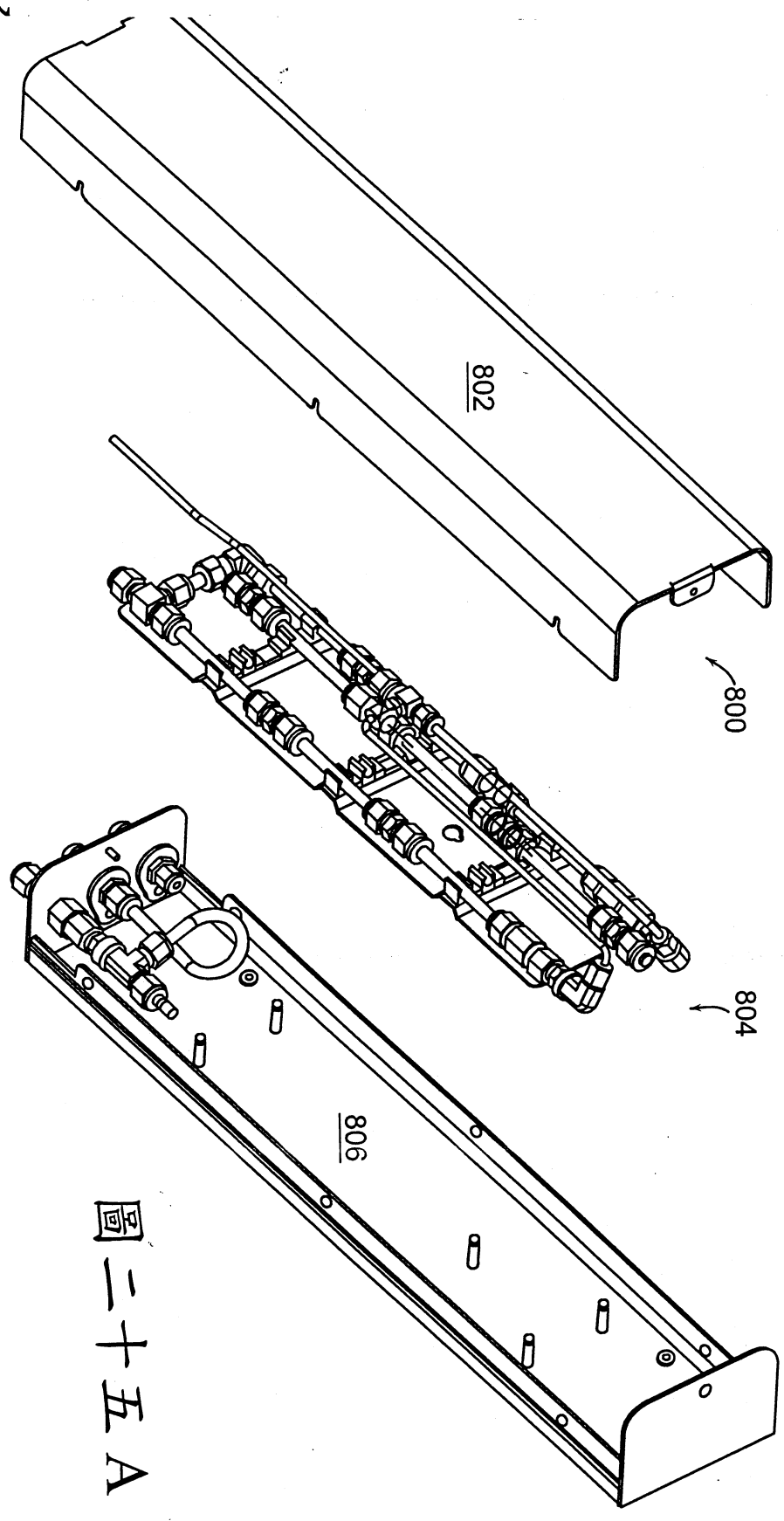
圖二十四

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

訂

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

圖式



圖二十五 A

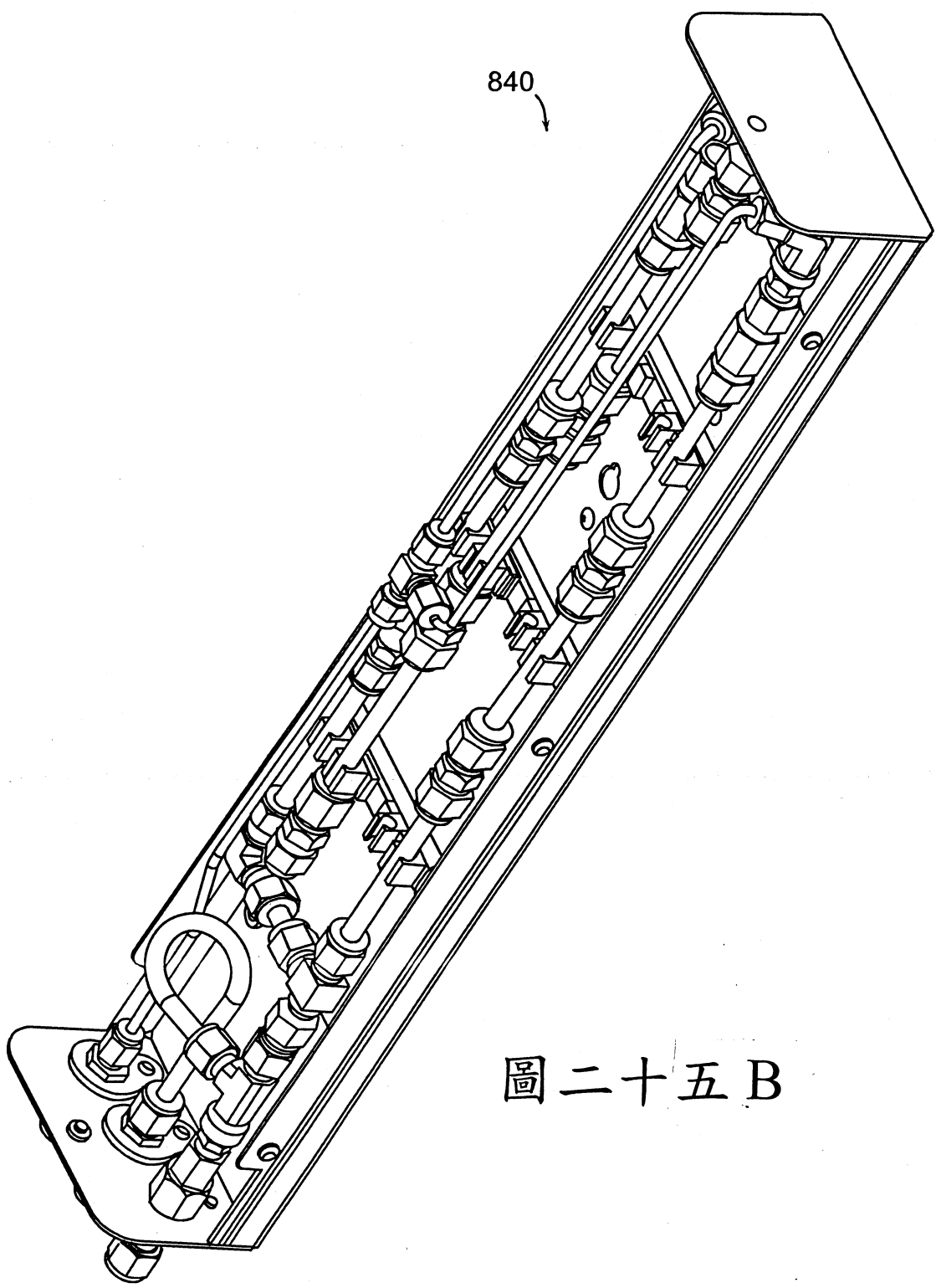
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式



圖二十五 B

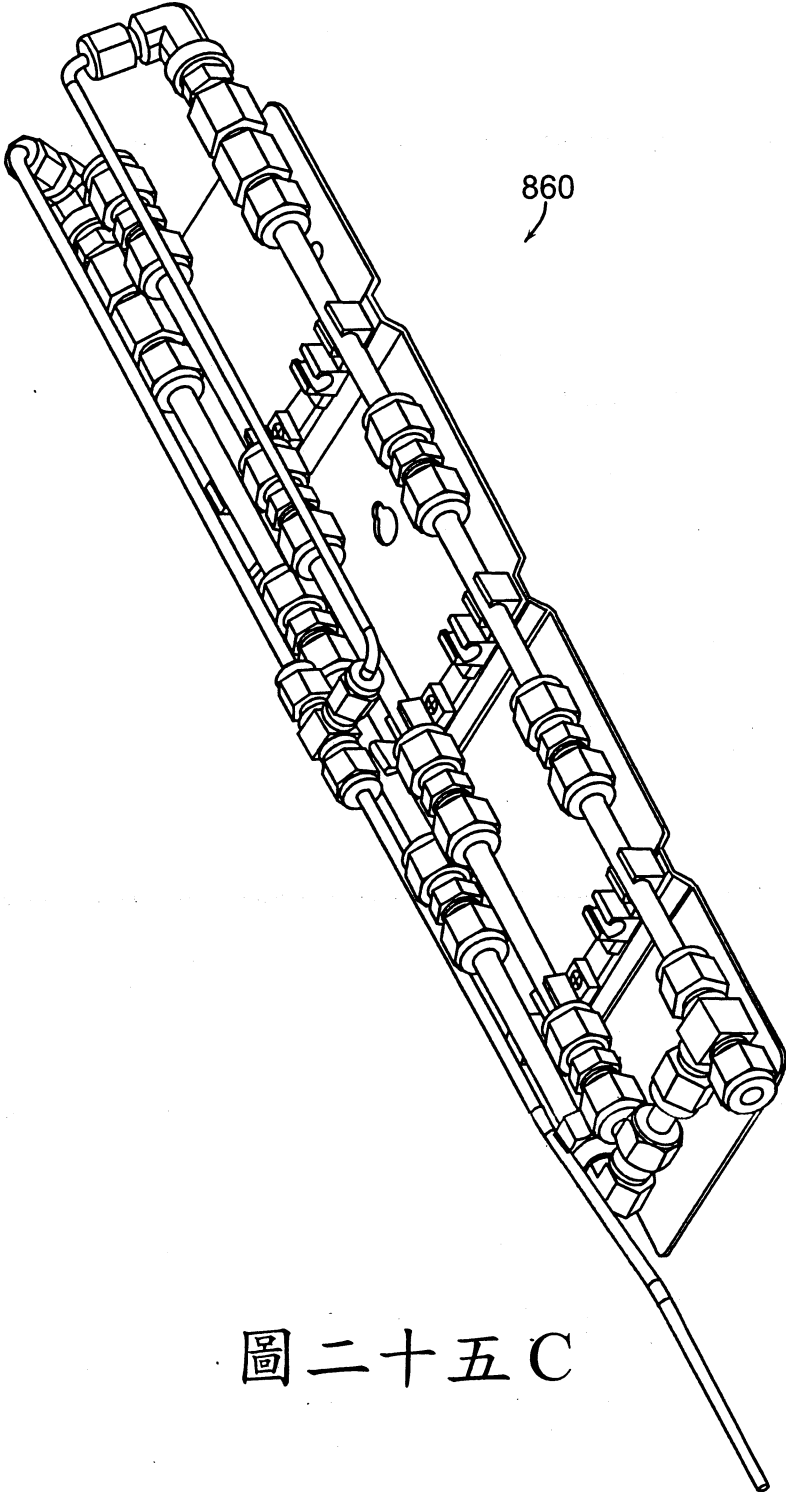
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

綑

圖式



圖二十五 C

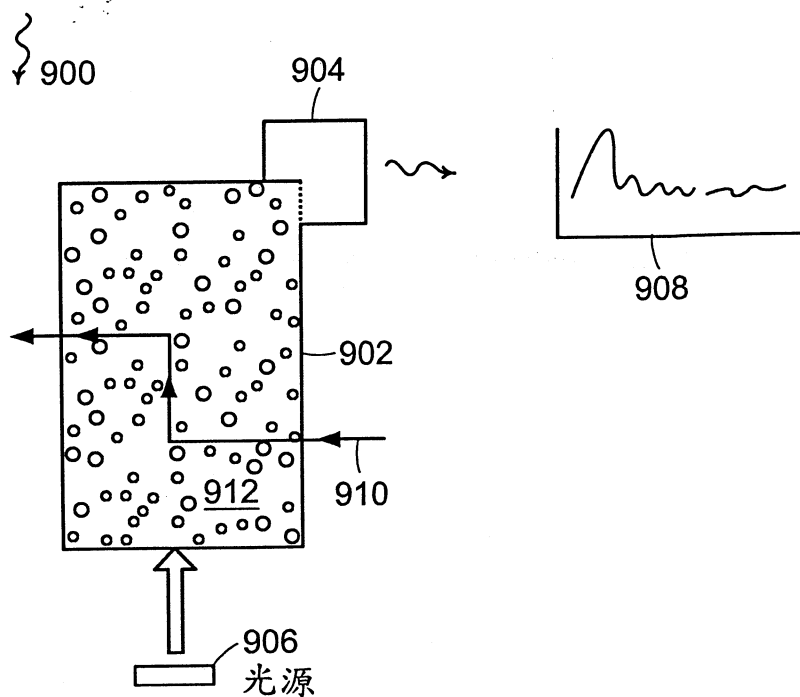
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

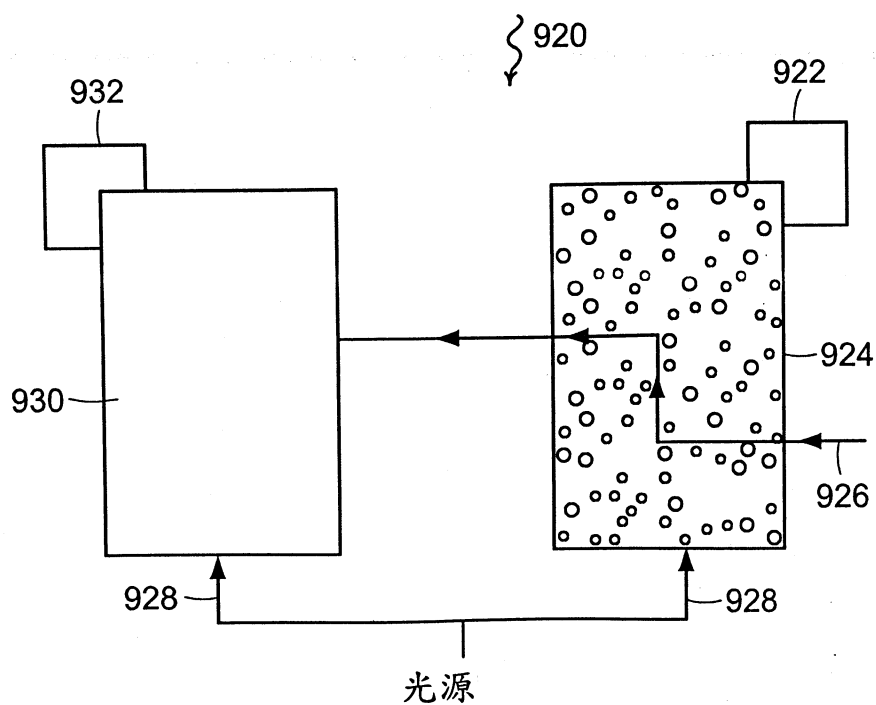
訂

線

圖式



圖二十六 A



圖二十六 B

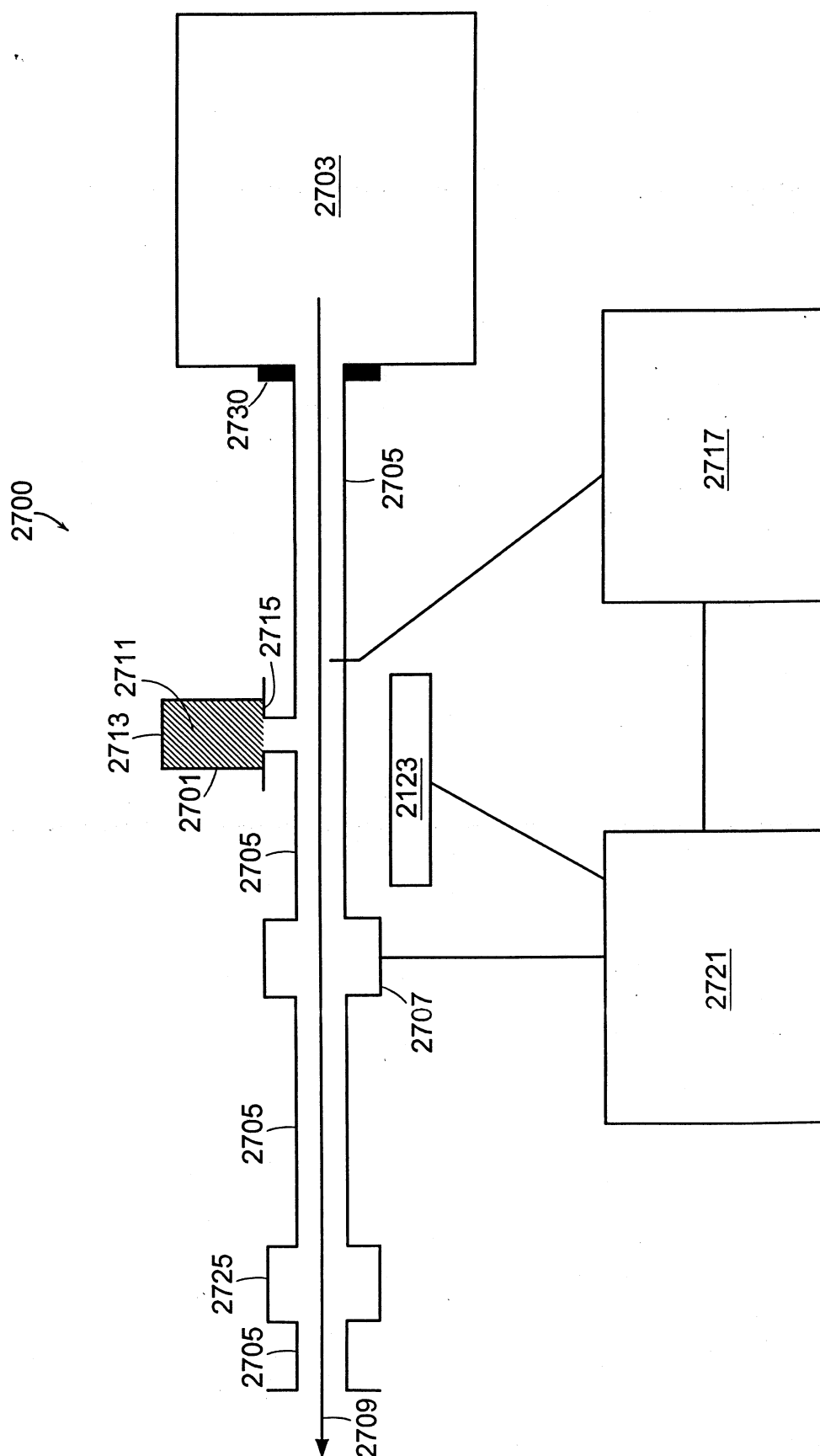
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式

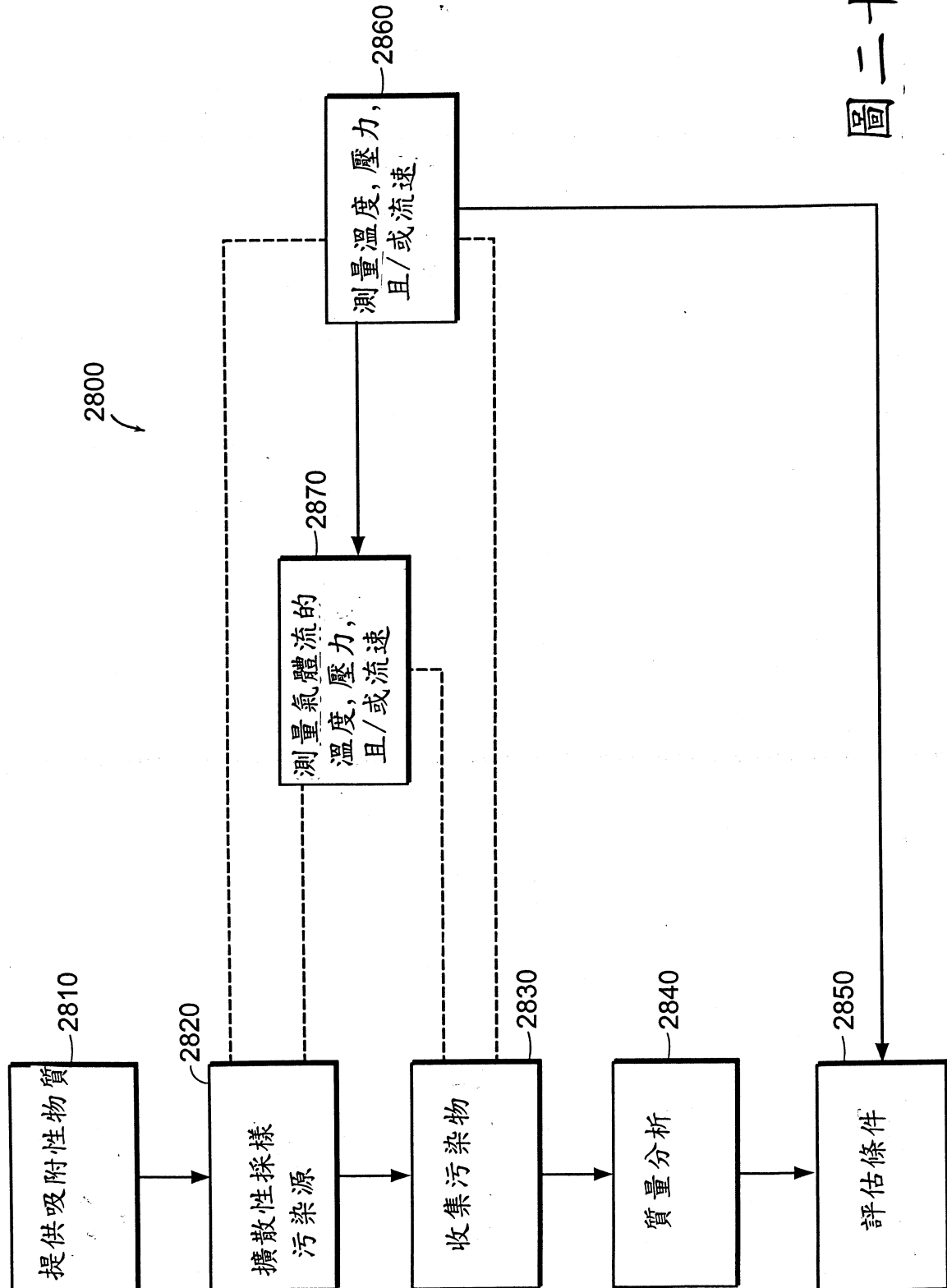


圖二十七

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

訂

圖式



圖二十八

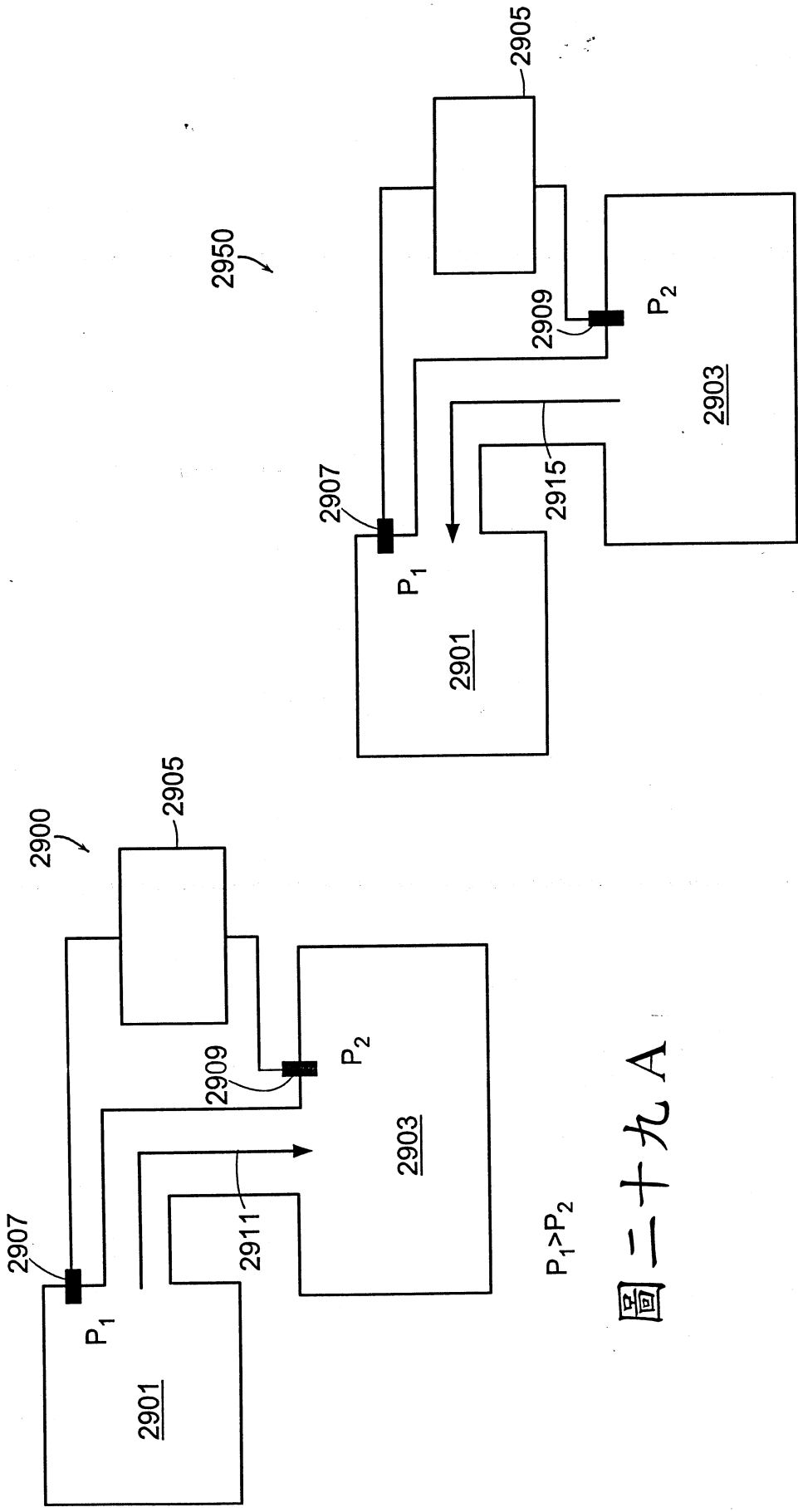
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式



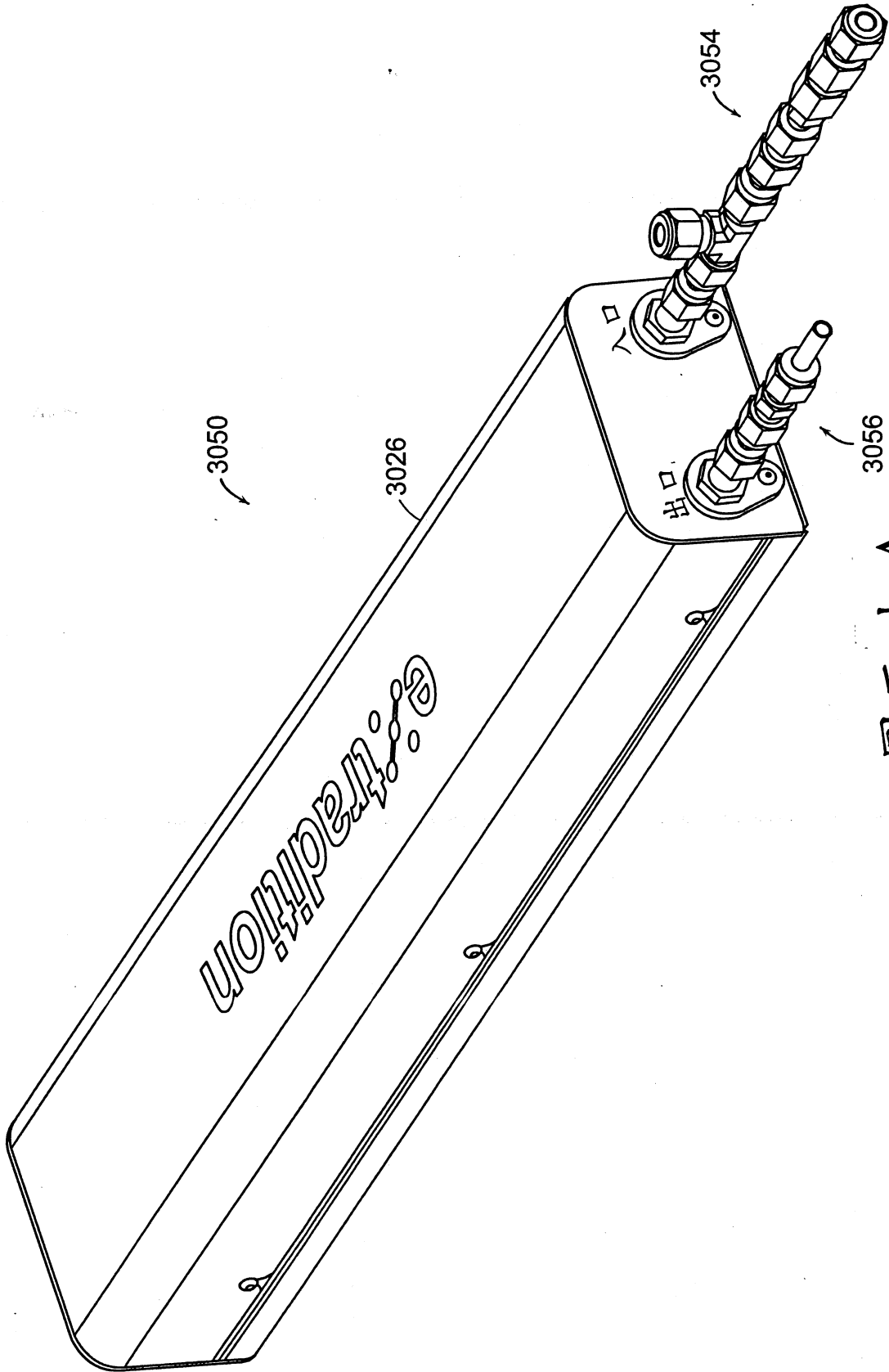
圖二十九 A

圖二十九 B

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

訂

圖式

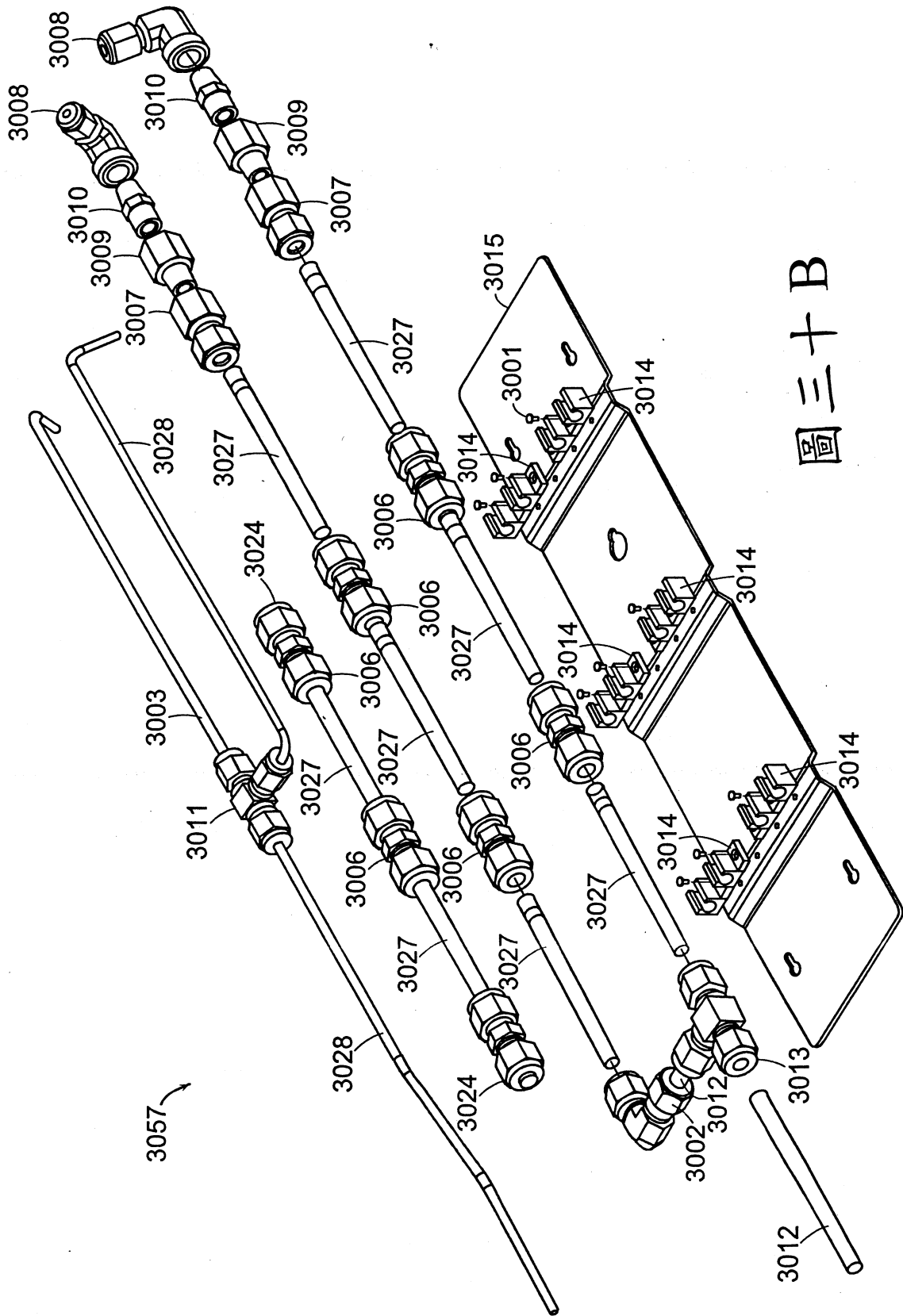


圖三十A

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

訂

圖式



圖三十B

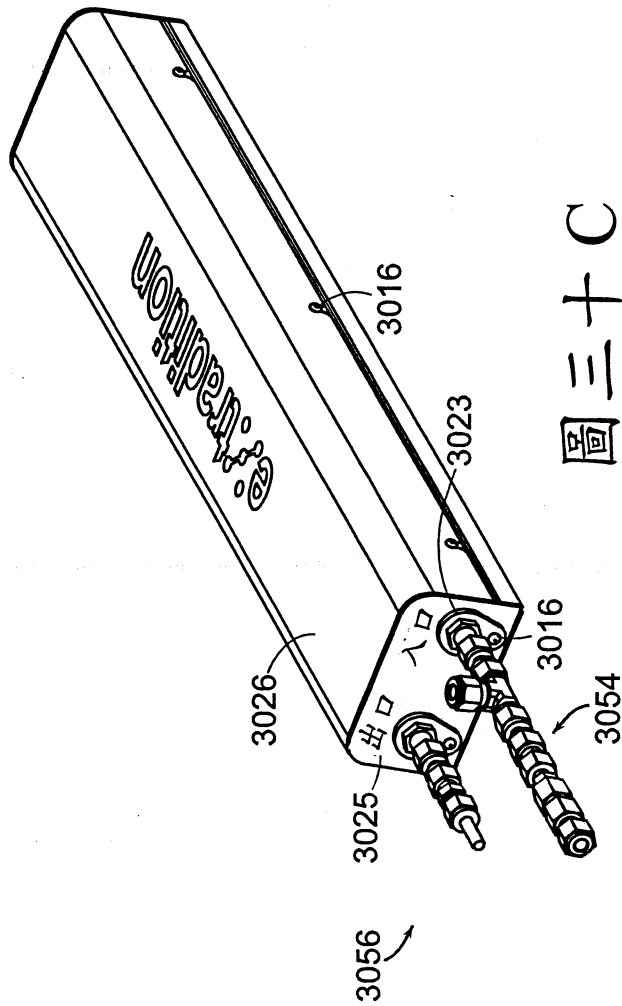
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

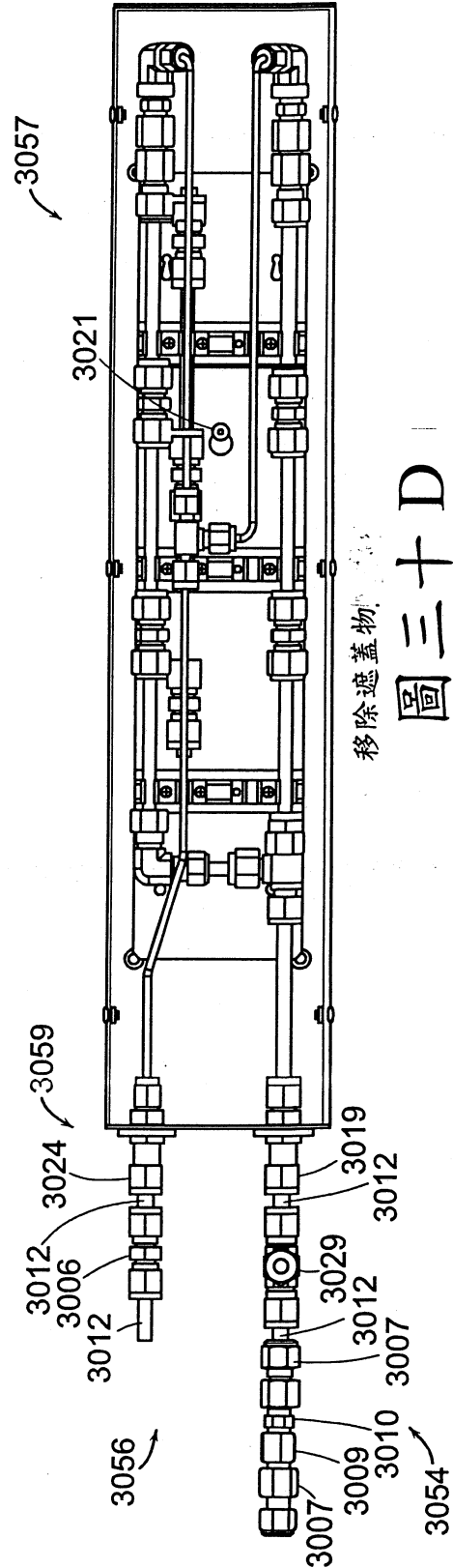
訂

繪

圖式



圖三十 C



移除遮蓋物

圖三十 D

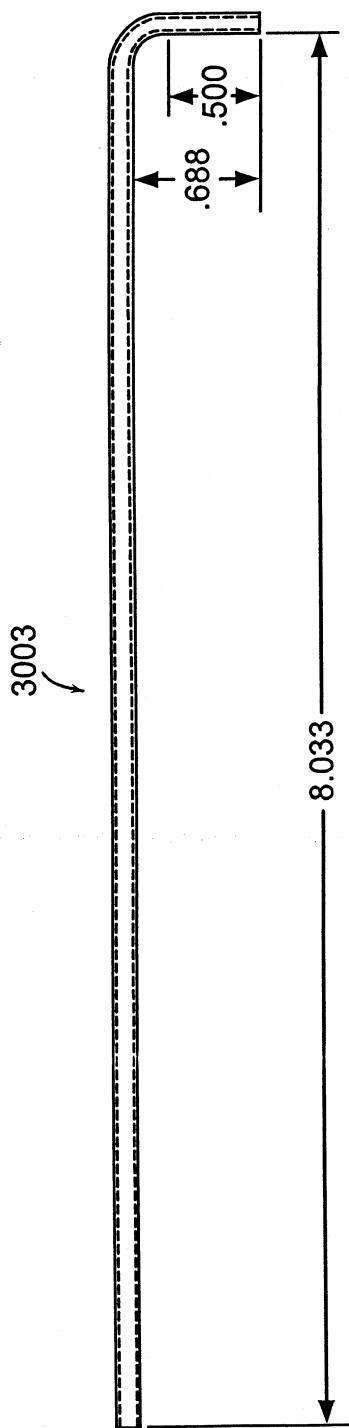
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線

圖式



擴管件的自由長度是 8.64

圖三十 E

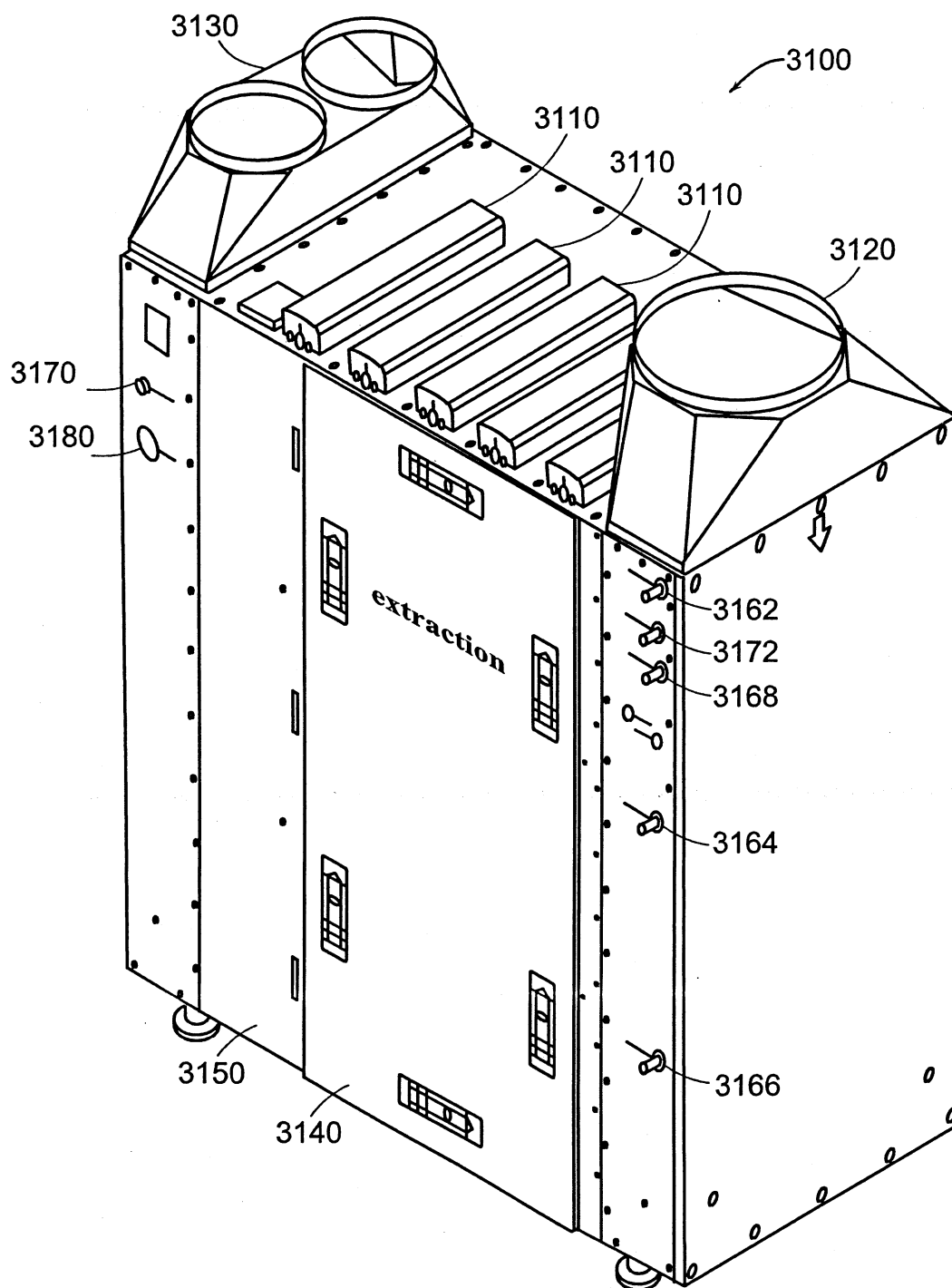
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

縫

圖式



圖三十一 A

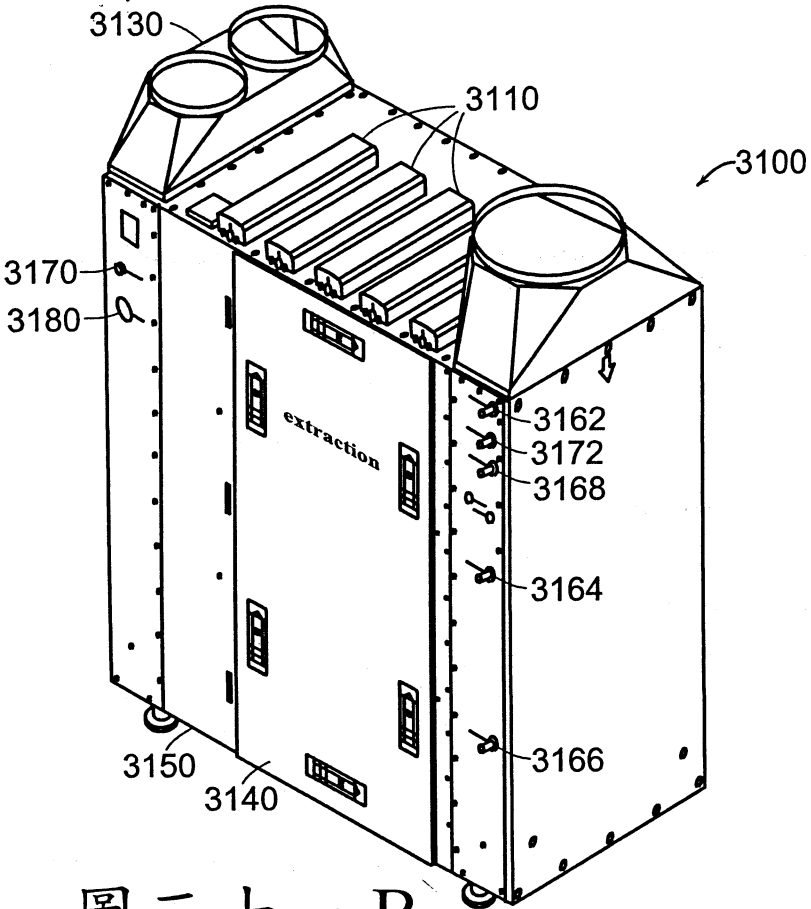
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

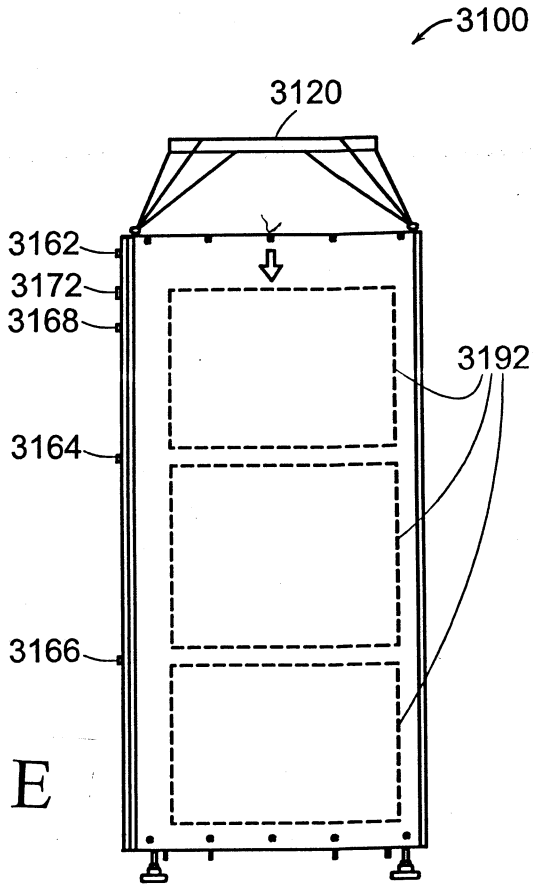
訂

線

圖式



圖三十一 B



圖三十一 E

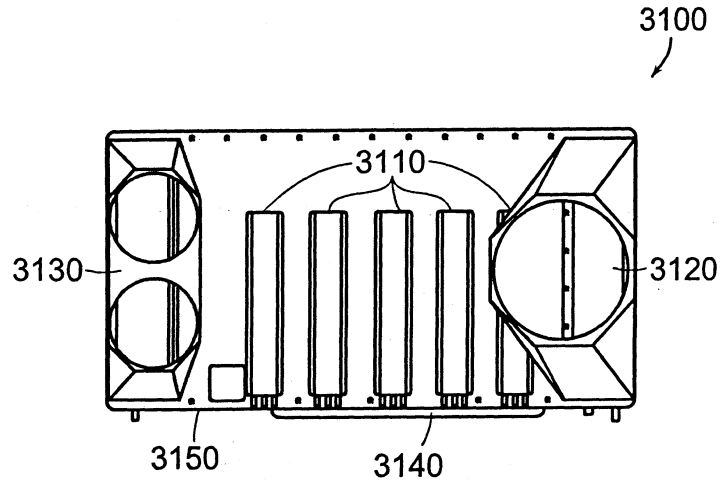
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

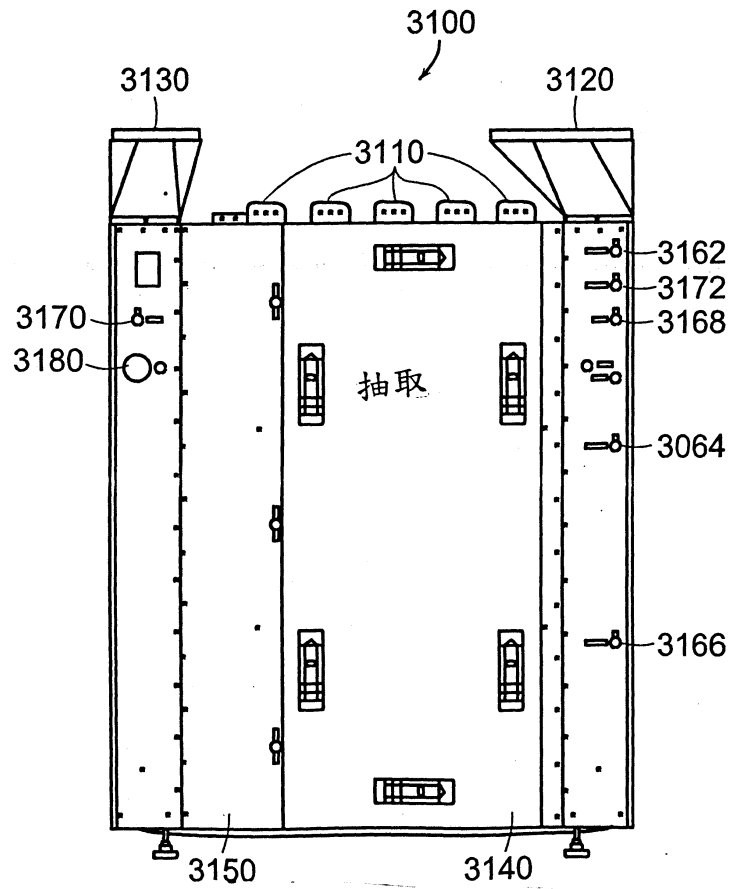
訂

線

圖式



圖三十一 C



圖三十一 D

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

訂

1299535
96年(月)日修(要)

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：92126263

※ 申請日期：92/9/23

※IPC 分類：H01L21/66 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

測定及控制污染的系統及方法
(System and Method for Monitoring Contamination)

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

萃取系統公司(Extraction Systems, Inc.)

代表人：(中文/英文) 奇 克 德 (Devon Kinhead)

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國 麻州

國 籍：(中文/英文) 美國

三、發明人：(共 7 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 歐雷. 基克偉奇(I. Oleg P. Kishkovich)
2. 德佛. 奇基(Devon Kinhead)
3. 馬克. 佛爾浦(Mark C. Phelps)
4. 威廉. 古文(William M. Goodwin)
5. 大衛. 羅德(David J. Ruede)
6. 安得利. 雷福(Anatoly Grayfer)
7. 羅伯. 皮德森(Robert Petersen)

國 籍：(中文/英文)

1~7 均為美國

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國 US 2002/09/24 10/253,401

2. 美國 US 2003/03/24 10/395,834

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明系統的多種較佳實施例，提供了一套準確且高效率系統，並可判定和/或控制氣體樣本內的污染質量，因這類污染會降低半導體加工儀器內所用光學元件的性能。本發明系統與方法的實施例，係根據認定高/低分子量化合物，皆會造成光學系統污染，但污染的程度不同。因此，可依不同順序，例如第一、第二、以及第三順位污染效應，來說明對光學元件的性能有負面影響的污染源。

【先前技術】

半導體廠商持續測量並控制處理環境中的污染程度，尤其在進行微影製程的關鍵步驟期間，無塵室製造環境中氣體樣本污染質量的判定方法，一般須進行空氣與迫淨用氣體的採樣，迫淨用氣體包括經過濾與未過濾空氣、清潔的乾燥空氣，採樣工具為採樣管或捕集器，且這類工具內一般裝有高分子Tenax[®]之類的吸附媒介；在此採樣流程後，利用熱脫附/氣相層析/質譜分析系統(TD/GC/MS)進行分析，TD/GC/MS三種分析法的組合，可辨識樣本的成份，並判定這些成份的濃度。這些製造環境中數量最多的污染源，是丙酮、異丙醇等低分子量成份。現有捕集器的目前採樣時間的變化範圍，一般為0.5到6小時，累計總採樣量的範圍，一般為20到50公升。

此外，在主要為製造或使用光學元件的應用中，如微影製程，其主要考量在於矽氧烷化合物這類分子量較高成份的偵測與定量，但相較於低分子量成份，這類分子量較高成份，一般濃度低

很多。此外，分子量較高成份亦可定義為可凝化合物，其沸點一般約高於 150°C ，目前的污染判定方法，其採樣量受限於捕集器對分子量較輕或較低成份的總採集量，例如碳原子一般少於六個的成份，因為較重成份存在的濃度通常低很多，所以要大量採集到這些分子量較高成份，能力往往有限。

而且，污染物質會黏在光學元件上，降低光傳遞，目前主要針對無塵室內的空氣懸浮污染，卻很少注意到會被吸附到光學元件表面的污染源，而被吸附的污染源會降低透過光學元件與系統的光傳遞。

因此，隨著電磁波譜的較短波長被廣泛運用，對微影與其他半導體製程而言，光學系統污染逐漸形成一大威脅。但光學表面上的分子膜，根據其物性會吸附並分散射入光，在微影光學表面被分散或吸附的光，會造成前導波的球形被扭曲，球形前導波內含的訊息被扭曲時，接收到的影像也會扭曲變形，影像扭曲，或在微影製程中，無法在光罩上準確複製環狀圖形，會造成關鍵尺寸控制與製程良率損失。

在半導體製程中，一般用過濾器系統去除分子污染，並另設系統，以測量這類過濾器系統的性能，但過濾器系統的一般監控包括測量過濾器穿透，此測量係根據流程失效，或在過濾器系統出口偵測被過濾的目標氣體，但這些測量皆在已發生穿透後才進行偵測。

因此，仍有必要準確且有效率地判定是否有污染源存在及其數量，因這些污染源會改變並分解半導體加工儀器內的光學系統，且亦有必要在發生穿透失效之前，監控氣相過濾器系統的性能。

【發明內容】

本發明系統的多種較佳實施例，提供了一套準確且高效率系統，並可判定和/或控制氣體樣本內的污染質量，因這類污染會降低半導體加工儀器內所用光學元件的性能，例如深紫外線微影曝光工具光徑內；在本發明的一較佳實施例中，污染源可能是氣體，亦可能被吸附到光學表面，利用穿透光學系統的發射或反射光值，可評估光學性能，即可不受限制。本發明系統與方法的實施例，係根據認定高/低分子量化合物，皆會造成光學系統污染，但污染的程度不同。因此，可依不同順序，例如第一、第二、以及第三順位污染效應，來說明對光學元件的性能有負面影響的污染源。

相較於第三與第四順位污染源，第一與第二順位污染源對光學系統的污染效應較大，第一順位污染源包括高分子量有機物，例如 C_6 矽氧烷化合物與 C_6 碘酸鹽，該兩者皆含有一種無機成份，與氧結合後不會揮發；第二順位污染源包括高分子量有機物，例如碳原子數約介於 6 到 30 之間($C_6 - C_{30}$)的化合物；第三順位污染效應可能起因於某些有機物，例如碳原子數約介於 3 到 6 之間的 $C_3 -$

C₆化合物；第四順位污染源包括甲烷之類的有機物，其碳原子數約介於1到5之間。在許多應用中，相較於第三與第四順位污染源，第一與第二順位污染源的濃度或許低很多，但對系統運作的影響卻較大。

本發明一種偵測與監控、更可去除半導體加工系統內污染的方法，其一較佳實施例的步驟包括：將氣體樣本從處理系統送至收集裝置；針對氣體進行採樣，且採集時間持續到超過收集裝置的高分子量成份飽和量，從收集裝置的氣體中採集污染源，包括耐火化合物與高/低分子量成份。高分子量化合物具可凝性，其沸點一般約高於150°C。

本發明污染判定系統與方法的一較佳實施例，包括偵測耐火化合物，例如矽氧烷化合物、矽烷化合物、碘酸鹽、以及高分子量有機物；以及去除耐火化合物、以及高/低分子量有機物，這類物質皆會造成光學系統污染，但污染的程度不同。

本發明污染判定系統可用不同採樣媒介，在一較佳實施例中，採樣媒介可超模擬相關光學表面的環境，例如光學表面的吸附或反應特性。一種針對被吸附在光學表面上污染源的方法，可大幅降低污染源，更可去除污染源。在另一較佳實施例中，收集裝置內使用一種高分子物質，對高沸點化合物具有高吸附量，例如Tenax[®]，一種主要為2-6二苯基對苯的高分子物質。依照本發明一較佳實施例的系統運作，包括定量測量同一樣本內低/高沸點

化合物的濃度，同時持續驅動收集裝置，直到超過穿透量或採樣媒介的飽和量，以捕集低分子量化合物。在一較佳實施例中，收集裝置的穿透量，被定義為超過此裝置吸附量的所需氣體量。

依照本發明一較佳實施例所述，污染偵測方法包括長達數小時、數天、或數週的延長採樣時間，以收集到適量的污染源，因其以相對低濃度存在。在一較佳實施例中，採集時間要持續到超過低分子量化合物收集裝置的穿透量，一般至少長達 6 小時，如選用採樣管系統，採樣時間最好介於 6 到 24 小時之間。時間延長可收集到較多的耐火化合物、以及分子量較高化合物，這類化合物對光學元件性能的干擾，甚至超過低分子量化合物。分子量較高化合物包括，但不限於矽氧烷化合物、以及矽烷化合物。

依照本發明另一較佳實施例所述，一種半導體加工儀器，例如微影叢集系統，包括一套過濾系統，以去除污染源。此過濾系統內含一片篩選膜，以過濾氣體流內的有機化合物。

一較佳實施例包括一種過濾器性能監控方法，此過濾器設於半導體加工系統氣流內。其步驟包括：在過濾器上游一處針對氣流進行採樣，以偵測存在於氣流內的分子污染源；辨識出過濾器上游污染源內的目標物質；篩選出污染源中濃度高於目標物質的非污染物質，多處測量氣流內的非污染物質，並根據非污染物質的測量值，判定過濾器對目標物質的過濾性能，多處包括但不限於過濾器下游一處、以及過濾器內一處。此監控方法的其他步驟

包括：針對在過濾器上游一處採集到的氣流，製作出其層析數值。在此監控方法中，非污染物質的分子量低於目標物質，並確立低/高分子量化合物之間的關聯性。並且，在此監控方法中，採樣步驟包括收集耐火化合物、以及高/低分子量化合物。過濾器係由吸附性物質所構成。

一較佳實施例包括判定並監控微影裝置內部污染的一套系統，此系統包括至少一個收集裝置，以利與穿越工具光學系統的氣體流進行流體相通，此裝置係由與光學元件相同的材料所構成；一個光源，提供熱能給收集裝置，藉此氣體流內至少有一種污染源與光起反應，並在材料上形成一道沉積層；以及至少一個光偵測器，與收集裝置並聯，可透過監控質譜或傳遞差異，偵測到材料上的沉積層。系統內的材料係由玻璃球所構成，已預設表面吸附污染源的特性。此材料為玻璃以及塗層玻璃材料至少一種。污染源包括耐火化合物、以及高/低分子量化合物至少一種。

依照本發明另一個方面所述，判定半導體加工系統內部污染的一種器具，包括一個過濾器，內附多個過濾捕集器，可在一段時間內收集氣體流內的污染源；以及一套介面模組，與過濾器系統並聯，以利與穿越處理系統的氣體流進行流體相通，並將部份氣體流導入以及導出過濾器系統。

污染源包括耐火化合物、以及高/低分子量化合物至少一種，可加裝一個真空源，與過濾器系統並聯，以提高整個過濾捕集器

的壓力梯度，過濾捕集器內可加裝一片滲透膜，以過濾氣體流內的耐火化合物、以及高/低分子量化合物至少一種。

在多項較佳實施例中，介面模組亦包括一個壓力調節裝置、一個控制器、多個電子控制閥，以設定採樣的工作週期、一個計時裝置，以判定採樣期間、以及一個冷卻裝置，例如熱電冷卻裝置。此外，過濾捕集器內含一種高分子吸附性物質，例如 Tenax[®]。

透過下述本發明系統方法的實施方式，加上附圖的圖示說明，可更明確看出污染判定與控制系統與方法的上述與其他特色與優點，且在不同觀察角度的附圖中，相同部份的標示符號皆一致。附圖不一定按比例縮小，其重點在於圖示說明本發明的原則。

【實施方式】

本發明係有關一種污染判定與控制系統與方法，尤其本發明的多項較佳實施例，係針對氣體污染源，以及被吸附在表面上，例如光學表面上的污染源，而後者對光學元件的影響較大。

表 1 列出無塵室環境中的各種物質，例如在使用微影系統的製造環境中，在製造環境中，丙酮、異丙醇之類的低分子量物質、以及低分子量的矽氧烷化合物最為普遍，最可能降低光學元件性能的化合物，則是高污染係數或高分子量化合物，包括但不限於甲氧三甲基矽烷(methoxytrimethyl silane)、三甲基矽烷(trimethyl silane)、以及三甲基矽烷醇(trimethyl silanol)。這類化合物在表 1 中以斜體表示，有較高的分子量與污染係數，並含有一種無機成份，對光學系統有負面影響的化合物，亦包括

耐火化合物，例如矽烷化合物、矽氧烷化合物、以及碘酸鹽，尤其是六甲基二矽氧烷(hexamethyldisiloxane)(C6-矽氧烷)。

表 1

(無塵室內)化合物	一般濃度 ppbV
異丙醇	610.0
丙酮	330.0
乙醇	134.0
矽烷, 甲氧三甲基	35.0
庚烷, 十六氟	28.0
2-戊酮	17.0
2-丁酮(MEK)	9.8
己烷, 十四氟	8.9
丁酸, 七氟	5.2
四氫呋喃	3.3
3-丁烯-2-單酮	2.5
4-單甲基-2-戊酮(MIBK)	1.9
矽烷, 三甲基(1-單甲基乙氧)-	1.7
正戊烷	1.4
矽烷醇, 三甲基	1.4

光學設計亦會影響系統對污染的相對敏感度，例如，在防風罩之類的傳遞性光學系統中，光傳遞非常重要，在這類系統中，反射率接近零，而傳遞接近零的高反射性系統，對污染的敏感度向來是傳遞性光學系統的兩倍，這是因為光子會通過任一污染膜兩次，但在傳遞性系統中，只吸附或分散光能一次。

利用以下反射率公式 1 以及傳遞率公式 2，分別以數率說明分子膜對光學表面特性的影響。

$$p_x(\lambda) = \rho(\lambda)\exp[-2\alpha c(\lambda)x] \quad \text{公式 1}$$

$$\tau_x(\lambda) = \tau(\lambda)\exp[-\alpha_c(\lambda)x] \quad \text{公式 2}$$

符號說明：

ρ = 反射率

α = 吸附率

τ = 傳遞率

λ = 波長

α_c = 實證判定的污染膜吸附率

隨著分子膜在光學表面上堆積，被傳遞與被反射的能量，其指數皆下降，這些能量即為半導體製造系統中微影儀器與工具所用的訊息，在微影製程中，分子膜對鏡片的第一順位污染效應，因為能量會被污染膜吸附，所以一般會降低光密度。這類傳遞損失會減少每小時晶圓處理量，進而降低產能，這和分子膜持續堆積，造成太空梭上太陽能陣列的動力降低，道理是一樣的，微影製程中發生第二順位污染效應，會降低影像一致性，進而降低關鍵尺寸一致性與良率。

高能量光子與有機蒸氣進行交互作用時，會發生光化分解反應，這類反應會導致原本中性且相對惰性的有機分子，產生反應性極強的游離基，不論游離基在何處形成，在氣相中或光學元件表面上，所形成的游離基會起反應，形成會污染光學元件的更大有機化合物。情況嚴重時，甚至會在光學表面形成一道高分子層，有機物質的化性與其所吸附光的波長，兩者的關係會影響光學元

件污染的嚴重性，例如，I 線或波長 365 nm 光，其能量只足以分解一些碘酸化合物，且這類化合物在無塵室空氣中不常見。在製造 250 到 150 nm 線幅元件的深紫外線(DUV)微影製程中，一般常用的波長 248 nm 光，會與多數鹵化有機物反應，也會與某些常見的碳氫化合物反應，因此效率較高，130 nm 以下幾何元件所需的 193 nm 光，很容易與許多空氣懸浮或氣態分子有機污染源反應，157 nm 光學元件對環境條件的敏感度，更甚於 193 nm 光學元件，因為這種波長的光很容易被幾乎所有有機物質、氧以及大氣中的水份吸附，或與之反應，因此暴露區，意即光學元件成品與晶圓之間的區域，一般稱為自由作業區，須以不含氧的清潔乾燥氣體進行迫淨。

隨著微影曝光工具內所用的光波長減少，每單位光子的能量會增加，這類能量逐漸增加的光子，較有機會破壞環境中常見分子物質所形成的分子鍵，最後使其轉變成會黏附在光學表面的反應性物質，對於光子破壞任一物質分子鍵的能力，整體分子結構扮演要角，表 2 摘要說明利用較短波長電磁波譜，製造較小元件時，可能發生的光學元件污染。

300 mm 晶圓底層元件生產上，關鍵尺寸在 150 nm 以下的大氣壓力與低 K1 因數光學微影，近期內會成為先進積體電路的基礎，在這類技術節點上，微影誘發的微距變化，對元件特性有立即的影響，例如，CMOS 環形濾波器傳播延遲時間的標準差，會從 300 nm

元件的 1%，增至 250 nm 元件的 20%。閘氧化層、雜質、以及閘長的變化，是元件延遲時間產生變化的主因，但閘長在 200 nm 以下時，閘長變化的影響，卻佔了此效應高達 80%，例如，150 nm 微影製程中尺寸變化的關鍵性，造成一項 15 nm、後段蝕刻、 3σ 的關鍵尺寸控制預算。因光學元件污染對暴露劑量與影像解析度的負面影響，與污染膜的位置與厚度成正比，需在發生污染之前加以預防。

表 2

課題	$\lambda = 248 \text{ nm}$	$\lambda = 193 \text{ nm}$	$\lambda = 157 \text{ nm}$	備註
氮氣(<10 ppb O ₂)中形成光沉積物的傾向	低	中	幾乎確定	假設有機蒸氣的濃度在低 ppb 範圍內
利用活性氧，對光學元件表面進行現場光清潔的能力	低	中	高	根據氧吸附係數與有機層吸附率
與碳氫化合物的交互作用	限芳香烴，中吸附率	芳香烴吸附力極強，其他每週一次	幾乎所有碳氫化合物都會吸附	此交互作用決定鏡片性能受影響之前的污染源容許值

現有微影製程內污染控制方法，皆使用活性碳過濾器 and/或併用吸附媒介與化學吸附媒介，以吸附或化學吸附接觸到鏡片表面的空氣與氣體流內的污染源。在某些情況下，會利用熱脫附，定期更新吸附床，被動吸附無法確實捕捉到並留置較輕的碳氫化合物、氧、以及水份，這些會干擾利用 193 nm 與 157 nm 光的顯像，表 2 列出不同波長的光照射下形成光沉積物的傾向、光清潔的能力、以及碳氫化合物的交互作用。

污染控制過濾器系統的說明見於美國申請編號：

10/205,703，於2002年7月26日提出，標題為「使用多孔強酸高分子物質與物理吸附媒介之過濾器」、美國申請編號：09/969,116，於2001年10月1日提出，標題為「半導體製造與類似敏感製程之保護」、以及美國申請編號09/783,232，於2001年2月14日提出，標題為「氣體樣本內基本污染源之偵測」，上述申請案之全部要旨，全數納入本文以供參考。

圖 1 係污染係數與分子量 24 的比較圖 20，其中污染係數越高，代表污染系統光學元件的可能性越高，近期的 193 nm 波長顯示，污染源分子量與其鏡片污染能力之間的部分關聯性，因此，雖然分子量較高的物質，污染鏡片的疑慮較大，但沸點較低的物質，如表 1 所示在半導體無塵室內的濃度一般較高，因其濃度較高，並會吸附波長逐漸縮短的光子能量，故也可能引發疑慮，尤其波長為 157 nm 時，因氧與水份也會吸附光子能量，故需將其從光徑上去除。

現有系統有許多缺點，包括被動吸附系統，無法有效去除低分子量有機物質；被動吸附系統的去除效率與處理量，與雜質的濃度成正比，在此應用中，入口濃度極低，導致去除效率與處理量亦偏低；以及被動吸附床的現場更新，需定期提高溫度。因最先進的微影系統一般須將空氣與氣體溫度穩定性，維持在100

milliKelvin以下，以免加熱或冷卻光學元件，這會改變其光學特性，但在先進微影製程中，此方法並不可行。

圖 2 係一比較圖 30，針對本發明的一較佳實施例與先前技術，就污染判定系統內收集裝置或污染捕集器內的採樣量與採樣時間進行比較，採用延長的採樣時間——採樣時間(40)，不同於採用採樣時間(38)的先前技術，在採樣時間(40)期間內，氣體採樣量不限於低分子量穿透量。在一較佳實施例中，採樣時間至少長達 6 小時，且最好在 6 到 24 小時的範圍內，某些應用可能需要，收集時間較長的較大容量捕集器。

本發明一較佳實施例所述的延長時間採樣方法，可收集到較大量的分子量較高化合物，相較於分子量較低的化合物，分子量較高的化合物更容易對氣體供應源造成污染，並降低光學元件的性能，高/低分子量化合物皆會造成污染，但污染的程度不同。高分子量化合物會造成第一順位污染效應，即使相較於低分子量化合物，其濃度偏低，卻會對光學系統造成較大損害，低分子量化合物則會造成第三與第四順位污染效應，持續驅動一較佳實施例所述的收集裝置，直到超過飽和容量或穿透量，以定量測量低分子化合物的均衡濃度。穿透量係超過收集裝置吸附容量的所需氣體採樣量。有一點應注意，污染源可能是無機物，且可能被有機物帶到光學元件上，此延長時間採樣方法，也可採用不同種類的採樣媒介，包括其吸附特性接近光學表面吸附特性的採樣媒介。

本發明一較佳實施例包括「玻璃」或「塗層玻璃」製吸附式污染捕集器，因這類捕集器收集以及留置分子量較低物質的能力有限，過去一直未使用，這類捕集器所用材料的表面特性，類似微影工具光學系統中所用光學元件的表面特性。也可使用其他材料，這些材料可超模擬這類會發生污染光學元件的表面特性。

在一較佳實施例中，可將延長時間採樣方法的時間，從數小時延長到數天，甚至數週，收集到的分析物量，代表尚未達到其穿透時間的化合物的經時平均值，如採樣時間2內第36行所示(第40行)，以及已到達其穿透時間的化合物的平均均衡濃度，如採樣時間2內第34行所示(第40行)。

至於分子量較高的物質，採樣線和/或歧管的內面，以氣相樣本保持均衡，因此不會干擾到採樣過程，在一較佳實施例中，在各採樣時段之間，使氣流持續流過採樣線和/或歧管。

圖3係一比較圖50，針對本發明的一項實施例與先前技術，就污染判定系統與方法進行質譜分析比較，本發明的延長時間採樣方法，對沸點如第52與56行所示的化合物，敏感度較高。依照本發明一較佳實施例所述的延長時間採樣方法，因本發明的高分子量樣本收集方法經過改良，故其結果較能確切說明光學表面上的污染；本發明系統的一較佳實施例，可利用實際的光學表面作為採集媒介，使採樣表面與光學表面的特性相符，進而使分析結果更有助於預測光學元件污染。

依照一較佳實施例所述的延長時間採樣方法，可降低更可免除樣本從採樣線和/或歧管上發生損失的不確定性，此延長時間採樣方法的簡化程序，可大幅降低人員操作捕集器時所造成的意外污染，因此，在收集樣本方面，所需的訓練與經驗亦相對減少。

圖 4 圖示說明表面覆蓋，作為一項污染程度函數，如圖所示，依照本發明一較佳實施例的每單位濃度表面質量覆蓋較大，圖 4 也顯示分子量較高化合物(圖左上角)與分子量較低化合物(圖右下角)的關係，濃度相同時，相較於分子量較低化合物，分子量較重化合物聚集到表面上的速度較快，利用先前技術的問題之一，在於因採樣時間較短，可採集到的微小樣本中，許多都聚集在採樣管壁與歧管表面，兩處皆位於採樣用捕集器上游，因此無法到達捕集器。此現象會造成高分子量樣本質量的進一步損失，此外，為採樣線和/或歧管加熱，雖然可改善此問題，但在製造區無塵室環境中並不可行。

圖5係依照本發明的一項污染判定系統(100)較佳實施例圖，此器具的實施例，包括一個管狀收集裝置(102)，分別有一個入口(104)以及一個出口(106)，在一較佳實施例中，此收集裝置包括吸收物質(108)，例如特定大小的玻璃球，在一較佳實施例中，使用碎玻璃球。在另一較佳實施例中，吸收物質(108)為Supelco等廠商供應的高分子Tenax[®]，Tenax[®]對高沸點化合物的吸附量大，且在超過低分子量化合物穿透量的條件下使用Tenax[®]，所捕集到

高分子量化合物的質量，方足以進行分析。進行採樣時，先將入口的封蓋拿下，讓氣體源釋出的氣體可通過入口(104)，可將雷射線導入，使其穿過本發明一較佳實施例中的採樣管，存在氣體內的污染游離基，便會與收集裝置(102)內的吸收物質(108)結合。

在污染控制系統的一較佳實施例中，可使用多個採樣管與空白收集裝置，此收集裝置或耐火捕集器，適用於高壓採樣，例如將迫淨用氣體排到假設壓力充足的大氣內，以及過濾器採樣，其中捕集器接到一個真空源，再利用一個容易改變的臨界孔，控制氣流。

在一較佳實施例中，捕集器內含三支採樣管，一支空白，另兩支用來裝活性樣本，資料的化學分析結果，可能與微影工具喪失傳遞或影像一致性有關聯性，例如利用迴歸分析，來衡量第一、第二、第三以及第四污染效應：

一致性或強度 = $a [C_6 - \text{siloxane}] + b [C_6 - C_{30}] + c [C_3 - C_6] + d [C_1 - C_5]$ ，括號內的符號代表物質的濃度。第一與第二順位污染效應，對光學系統污染的影響，超過第三或第四順位污染，且其污染係數一般較高(例如 $a > b > c > d$)。第一順位污染源包括高分子量耐火有機物，例如 C_6 矽氧烷化合物與 C_6 碘酸鹽，兩者皆含有一種無機成份，與氧結合後不會揮發；第二順位污染源包括高分子量有機物，例如碳原子數約介於6到30之間($C_6 - C_{30}$)的化合物；第三順位污染效應可能起因於某些有機物，例如碳原子數約介於3

到6之間的 $C_3 - C_6$ ；第四順位污染源包括甲烷之類的有機物，其碳原子數約介於1到5之間。

在依照本發明的一項系統較佳實施例中，耐火捕集器可用於任何線內過濾系統上下游，圖6係本發明所述一項耐火捕集器系統(120)的較佳實施例，如前述，耐火化合物至少包括六甲基二矽氧烷(C_6)之類的矽氧烷化合物、 C_3 -矽烷之類的矽烷化合物、 C_3 之類的矽烷醇化合物、以及碘酸鹽。耐火捕集器系統(120)，包括一支導管(121)，用以與氣體源相通，並可加壓運送氣體樣本，使其流過此導管，加壓範圍約介於1到120 psi。將氣體樣本往下送至一個壓力室(122)，一個壓力釋放閥(123)可使氣體持續流動，以確保壓力室外壁與氣體樣本的氣相保持均衡，耐火捕集器系統(120)的一個捕集器室(126)內，包括多個活性樣本捕集器或收集裝置(124)、以及一個空白捕集器(125)，活性樣本捕集器元件(124)，可包括高分子Tenax[®]之類吸附媒介。主動元件內的氣體樣本流量約0.11 lpm。空白捕集器(125)並不與氣體源或壓力室相通，因此無法去除任何污染源，從主動收集裝置(124)往外流的氣體流，往下流至一支歧管(127)，此歧管透過臨界孔(129)，與真空線(130)進行流體相通，在歧管與臨界孔(129)之間，加裝一個壓力/真空調節閥(128)，以調節壓力，耐火捕集器系統(120)以同一設計，提供低壓或高壓應用。

在一較佳實施例中，氣體供應源包括氫氣之類的特定成份，用以清潔收集裝置表面，或受到SiX之類表面污染源污染的光學系統表面，氣體添加物與表面污染源結合，形成一種揮發性化合物，之後被吹出系統外。例如，SiX與氫氣結合，即形成矽烷(SiH₄)，具揮發性並可被吹出，迫淨用氣體最好屬於超高清潔氣體等級，以利將收集裝置設於一般線內過濾器上下游。

收集裝置印出的樣本報告，可包括以下資料：

聯絡人資料： 樣本寄出者的姓名、地址、電話、email

工具#：

採樣氣體： 氮 空氣

採樣地點。

過濾器上游

過濾器下游

疊層間

採樣開始日期：

採樣結束日期：

收件日期：

報告日期：

上游樣本：

C2-C5: X ppb* (*均衡濃度)

C6-C30 : Y ppb

矽氧烷化合物總量 : z ppb .

硫化物總量 :

此採樣地點的過去記錄 :

在另一較佳實施例中，收集裝置的裝設位置可直接接觸到氣流，藉此可避免污染採樣線，並利用被動擴散或主動流動，來收集樣本。

圖 7 係依照本發明一項實施例所述，一種污染判定與去除方法(150)的流程圖。此方法包括步驟 152：將氣體樣本送至收集裝置，在一較佳實施例中，收集裝置如圖 5 和/或圖 6 所述，本方法亦包括步驟 154：吸附收集裝置內氣體樣本所含的污染源，收集裝置的配置，在於超模擬光學元件的表面環境。方法 150 包括步驟 156：將氣體樣本留在收集裝置內，直到延長採樣時間結束，此時間代表收集裝置持續運作，直到至少超過裝置的低分子量物質飽和量或穿透量。如前述，因採樣時間延長，可收集到均衡濃度的低分子量甚至高分子量化合物。

採樣線與歧管的內面與氣相樣本保持均衡，故不會干擾到採樣過程，在一較佳實施例中，方法 150 包括使氣體樣本持續流過採樣管與歧管。

依照另一較佳實施例，本發明的系統包括一種微影叢集工具，例如製造半導體元件時所用的曝光工具，這類工具對分子污

染敏感，以及一種過濾系統，可去除分子污染，包括揮發性與半揮發性或可凝有機物質，會透過一連串的同質和/或異質紫外線(UV)誘發過程，造成光學元件污染。這類光學元件一般位於微影工具的光徑上，依照本發明一較佳實施例，利用壓縮流體例如含有有機成份的氮、空氣或適合光學元件迫淨用的其他氣體，進行超淨化的過濾系統，包括一種薄膜模組，可藉由薄膜對某混合氣體中所含成份的不同傳遞速率，將這些成份分離。因在聚乙烯胺之類的玻璃高分子物質、或矽橡膠之類的橡膠高分子物質、以及溫度上限一般被提高至約300°C的多孔陶瓷膜上的選擇性滲透，可高效率去除有機污染源，尤其是第一與第二順位污染源，更可利用此薄膜去除水和氧，因為兩者會降低系統光徑上的光傳遞。

薄膜一般有兩種形態：同質或複合。在第二種形態中，在一道預製的多孔底層上，加上一層選擇性滲透高分子「薄皮」，兩層不一定需由相同高分子物質所構成，且可選擇是否與滲透進行交互作用。高分子膜可塑造成不同形狀：板與框以及螺旋纏繞模組用的平膜，在螺旋纏繞模組中，將平膜與分離篩繞著中央滲透管與獨立支撐纖維(例如中空纖維與毛細膜)捲起，使其繞入夾層狀結構。

在圖8所示的一較佳實施例中，過濾系統(170)包括一種選擇性滲透膜過濾模組，可過濾氮氣流之類的氣體流內所含有機化合物，選擇性滲透膜可採用「薄膜科技研究公司」(Membrane

Technology & Research, Inc)等廠商供應的薄膜類型。在此較佳實施例中，供給氣流(174)為氮，其中含有一些有機污染源，供給氣流可能包括99-100%氮，其餘為有機污染源、以及水和氧，假設薄膜的去除效率為90%，則殘留物的組成依係數10進行淨化，滲透流的組成可能多加了有機污染源，依照本發明一較佳實施例所述的過濾系統(170)，更可排除第一到第一順位污染源的污染效應。

在另一較佳實施例中，過濾系統(170)包括一種選擇性薄膜過濾模組(186)，可過濾氣體流(174)內的有機化合物，其中收集裝置或管(172)接到一個真空源，以提高整個薄膜(186)的壓力梯度，藉此提高薄膜效率。在此實施例中，供給氣流(174)為氮，其中含有一些有機污染源，在一項實施例中，供給氣流(174)可比照上述，包括氮與有機污染源，假設薄膜的去除效率為99%，則殘留物(176)的組成，針對氮部份同樣以因數10進行改善，其餘為有機污染源，滲透流(178)的組成因此多加了有機污染源。

在另一較佳實施例中，過濾系統(170)包括一種選擇性薄膜過濾模組(186)，可過濾氣體流內的有機化合物，在此實施例中，供給氣流(174)為氮，其中含有一些有機污染源。供給氣流(174)包括99-100%氮，其餘為有機污染源，假設薄膜的去除效率為90%，則殘留物(176)的組成為99-100%氮，其餘為有機污染源，則滲透流(178)的組成可能多加了有機污染源，再將加上有機污染源的氣流，導入一個淨化用可再生式吸附裝置。然後，將經吸附床系統

淨化的滲透流(178)，送回到供給氣流，依照本發明一較佳實施例所述的此過濾系統，可減少供給氣流量的損失。

在另一較佳實施例中，過濾模組包括一片複合薄膜、一個支撐物，之前已先用固體電解洗塗法處理過、以及一種氧化觸媒，以利在相對低溫下，提高支撐物內滲透物(178)的電化分解。

在另一較佳實施例中，過濾系統(170)包括一種選擇性薄膜過濾模組(182)，可過濾氣體流內的有機化合物，在此實施例中，供給氣流(174)為氮，其中含有一些有機污染源。供給氣流包括99-100%氮，其餘為有機污染源、氧和水，假設薄膜的去除效率為90%，則殘留物的組成，針對氮部份同樣以因數10進行改善，其餘為有機污染源，但薄膜的選擇性可能不足以去除氧和水。因此，將過濾系統(170)的殘留物(176)，導入機械建構與第一系統相同的第二過濾系統，其中含有一片特別挑選的不同薄膜，讓氧和水可橫越此薄膜，但氮的滲透率卻較低，此第二過濾系統的殘留物，即實質上不含有機物、水和氧，這些物質都會破壞先進的微影製程，而且，滲透流的組成可能因此多加了有機污染源、水和氧。此過濾系統可用於淨化氮、合成空氣、清潔的乾燥空氣、先進微影製程所用的所有氣體流、或半導體加工所用的任何其他壓縮氣體；但在進行混合前，最後先過濾合成空氣，例如在混合氧與氮，以做出合成空氣之前，可先分別過濾氧與氮。

可透過多種方式任意建構此過濾系統，例如捲起被支撐薄膜、捲起獨立支撐薄膜、預製多孔支撐結構上的薄膜、摺板式圓筒空氣過濾器，或中空纖維束，藉此引導供給氣流。

本發明過濾器系統此項較佳實施例，可利用低濃度供給氣流，高效率去除高/低分子量有機化合物、以及其他污染源，例如水氣、氧、無機雜質，本發明此過濾器系統更可連續運轉，不需更換過濾器，也不需改變或中斷壓力、氣流或溫度，本發明的多項較佳實施例，主要針對先前空氣過濾器的問題，這類過濾器對低分子量碳氫化合物的處理量有限，且仰賴再生熱循環，這類循環會造成輸出氣體溫度不穩定。本發明過濾器系統多項較佳實施例的處理量無上限，可去除低分子量碳氫化合物與其他污染物質，不受限於供給氣流的濃度，同時不會造成輸出氣體的條件驟變，而且保養容易且費用不高。

圖 9A 係附床過濾器裝置的示意方塊圖，圖中顯示依照本發明一較佳實施例所述的過濾床內，不同物質的留置，此較佳實施例利用物理吸附劑的固有特性，以顯示不同物質的不同留置時間。例如，分子量較低物質穿過過濾床(252)的速率，比分子量較高物質快。如前述，某些分子量較高物質對製程的污染力，比分子量較低物質大，因此，在上游一處、在化學過濾床(252)內、或如另一較佳實施例所述在兩個串聯過濾器之間、以及在流動(穿過過

濾床)相對較快物質的釋放口，進行測量，這類物質以下稱為前導指標氣體，作為流動速度較慢物質的臨界穿透量指標。

圖 9B 圖示說明依照一較佳實施例所述，測量不同物質的過濾時間，藉此求出過濾床的效率，在一較佳實施例中，目標氣體係一種 C6 有機污染源，其中不一定含有一種無機原子，且前導追蹤氣體係一種 C5 有機物質。在一較佳實施例中的偵測器系統，包括一個熱脫附預濃縮器，與附火燄離子化偵測的氣相層析儀並聯，此系統可達到這類系統須具備的敏感度，以進行可靠的低濃度作業，在過濾器不同地點，例如在過濾器之前或之後、或在兩個過濾器(例如過濾器 1 與 2)之間，針對前導追蹤氣體進行採樣，可在此系統內附圖表式使用者介面上，顯示過濾器的性能。

圖 10 係依照本發明一較佳實施例所述，一種氣相過濾器系統性能監控方法的流程圖(290)，此方法包括：依照步驟 292，針對過濾器上游的氣體流，製作其層析數值，依照步驟 294，選出目標污染物質，因這些目標物質存在於氣流量達到可偵測程度的下游。在步驟 296 中，選出作為前導指標的非污染物質，這些物質的溶出(去除吸附劑內的被吸收物質)時間最接近，且濃度大於或等於目標物質。前導指標追蹤氣體穿過過濾床的速度，比目標污染物快，此方法也包括在步驟 298 中，在不同地點，例如在過濾床之前一處、在過濾床中央一處、以及在過濾床釋放口一處，測

量非污染物質。再依照步驟 300，藉由測量偵測器系統所偵測到前導指標(追蹤氣體)，評估並判定目標污染物的穿透量。

針對裝在可能受到分子污染的氣流內的氣相過濾器，一種監控其性能的方法，可用來去除氣流內的分子污染，其步驟包括：在空氣過濾器上游一處針對氣流進行採樣，藉此對上游的各種分子污染源進行偵測，並辨識出目標污染物與追蹤氣體。追蹤氣體在過濾器內的流動速度，比目標污染物快。此方法亦包括：在空氣過濾器下游針對氣流進行採樣，藉此對追蹤氣體進行經時偵測，此方法亦包括：利用一種確立低/高分子量化合物關聯性的方法，判定過濾器對目標污染物的過濾性能，進而判定過濾空氣的性能，在一較佳實施例中，此方法包括：在過濾床中央一處針對氣流進行採樣。

圖 11 係系統(320)的示意圖，此系統包括依本發明一較佳實施例的一種過濾器系統，利用一種偵測器系統，對送入過濾器(324)的氣體流或氣流(322)進行採樣。過濾床包括一種物理吸附既，以化學吸附污染源，也利用採樣口(326)，對過濾床中央的氣流，進行採樣與分析，此端口係將樣本送至偵測系統。採樣口(326)與出口的相對位置，與前導指標氣體的傳播速率成正比，例如，如追蹤氣體的傳播速率高，採樣口(326)離出口的距離也拉長。也對過濾器(324)出口的釋放流(328)進行採樣，位於偵測系統入口的一個定位選擇閥(336)，可針對一道以上氣流進行採樣。因此，可選

擇採集自過濾床入口、過濾床中央、或過濾床出口的氣流，作為偵測系統的送入氣流，可利用閥選擇將氣流送入預濃縮器(340)或旁通管(342)。預濃縮器的泵浦(346)可調節預濃縮器內的氣流量，再利用閥選擇旁通管或預濃縮器的釋放氣流，作為層析柱(350)的送入氣流，在層析柱(350)的周圍設有一個加熱器(348)，層析柱的送出氣流，即成為偵測器(352)的送入氣流，此偵測器內附一種火燄離子化偵測系統，指出經時所偵測到成份含量豐富的層析譜，在圖表式使用者介面(358)上顯示。

此較佳實施例所用的偵測技術，對於濃度極低的有機物質，例如 1 ppb (V) 以下，向來極為敏感，並可透過氣相層析/火燄離子化偵測系統(GCFID)，針對這類物質進行辨識與定量。本發明的多項較佳實施例，提供先進的過濾器故障警示，同時不會讓物質穿透過濾器，進而干擾製程。此較佳實施例進行前述操作時的濃度極低，不會影響到光學元件系統之類的高敏感度製程。

在一較佳實施例中，過濾器包括一個高分子粒構成的過濾床，此床暴露在氣流下，並採用一種傳統媒介盤架系統，在另一較佳實施例中，過濾器包括一種高分子粒構成的蜂巢組態，置於部份或完全填滿的蜂巢結構上。其他實施例內所用的過濾器建構，包括但不限於由高分子構成的單石多孔或蜂巢結構；由高分子纖維構成的編織或不織墊子，做成摺板狀，配置在傳統空氣濾器內；活性碳粒過濾床，暴露在氣流下，並採用一種傳統媒介盤架系統；

蜂巢組態，其中活性碳粒置於部份或完全填滿的蜂巢結構上；由活性碳構成的單石多孔或蜂巢結構；由活性碳構成的編織或不織墊子，做成摺板狀，配置在傳統空氣濾器內；以及由編織或不織支撐結構建構成的碳複合材過濾器。

在一較佳實施例中，偵測系統可包括可測量濃度極低有機化合物的任何系統，包括但不限於附或不附預濃縮器的氣相層析/火燄離子化偵測系統(GCFID)，或附或不附預濃縮器的氣相層析質譜分析系統(GCMS)；附或不附預濃縮器的光音偵測器；以及附或不附預濃縮器的 IMS，或前述的任何組合。

在一較佳實施例中，氣流內含有反應性無機物質，包括分子基底與分子酸，這類化合物會起反應，形成不揮發性鹽粒子，針對會被吸附在光學元件表面的可凝高沸點分子有機物質，進行深紫外線(DUV)光誘發基凝結或聚合，在某些情況下所形成的高分子薄膜，可利用活性氧處理物質加以去除。耐火物質係含有原子的化合物，這類原子，例如但不限於磷(P)、矽(Si)、硫(S)、硼(B)、錫(Sn)、鋁(Al)，會形成不揮發性或反應性氧化物，這類污染源可能接觸到深紫外線光，並形成耐活性氧處理的耐火化合物。

在一較佳實施例中，利用裝滿蒸餾水(10 cc)的吸收瓶，收集分子基底與分子酸的樣本，再用一個可設定採樣泵浦，以每分鐘 1 L 的流速，抽取空氣(氣流)樣本，使其通過吸收瓶，並持續抽氣 240 分鐘，在一較佳實施例中，總採樣量為 240 L，但不限於此。

在一較佳實施例中，利用裝滿多孔媒介(例如 Tenax[®] T. A.) 的熱脫附採樣器(TDS)，收集可凝高沸點分子有機物質與耐火物質的樣本，再用一個附低流量整流器的可設定採樣泵浦，以每分鐘 0.15 L 的流速，抽取空氣(氣流)樣本，使其通過採集媒介，並持續抽氣 240 分鐘，總採樣量約 36 L。在多項較佳實施例中，流速變化範圍介於每分鐘 50 cc 到 250 cc 之間，溫度變化範圍約介於室溫到-100°C 之間；針對各種樣本，收集現場空白樣本，現場空白樣本是一種採樣器具(熱脫附採樣器的吸收瓶)，對此器具的現場處理方式，係將其視同採樣抽取量為零的實際樣本，現場空白樣本的目的，在於偵測在處理與運送樣本過程中，可能發生的意外污染事件，比照與實際樣本相同的方式，對現場空白樣本進行分析。

在一較佳實施例中，分子基底與分子酸樣本的分析，包括利用離子層析法，依留置時間辨識化合物，並利用各種校正標準與一種 10 分校正程序，為化合物定量，對應方法的偵測下限(DDL)，為各成份~ 0.1 ug/m³。在一較佳實施例中，利用附選擇質譜偵測器與熱脫附系統(TD)的氣相層析儀(GC)，分析分子基底與耐火物質的樣本，整套分析系統(TD/GC/MS)經過最佳化，針對沸點同己烷，且偵測下限高於各成份~ 0.1 ug/m³ 的分析物，進行分離與定量，再利用 MS 程式庫搜尋，並依照層析譜峰點位置，辨識各成份，

再依兩種分析標準，例如甲苯與十六烷，為各成份定量，分析結果如表 3~9 所示。

表 3

	濃度 ug/m3					
	氮氣設施 之前	氮設施 之後	無油空氣 之前	無油空 氣 之後	預製 周圍空氣	次預製 空氣
氨(NH3)	0.4	<0.1	0.4	<0.1	4.2	6.4
其他無機酸	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
硝酸(NO2)	<0.1	<0.1	0.8	<0.1	0.8	1
亞硝酸(NO2)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
C6+ 有機化合物(如 甲苯)	-1.1	-0.9	-0.8	-2.3	-213	H

表 4

化合物	濃度 ug/m3	
	以甲苯為準	以十六烷為 準
苯(78)	0.4	0.2
矽烷, 二甲氧二甲基(59)	2.7	1.2
己烷, 3-單甲基(26)	0.4	0.2
2-庚烷(47)	0.5	0.2
矽烷, 三甲氧單甲基(45)	0.4	0.2
己烷, 2,5-二甲基(33)	0.3	0.1
甲苯(82)	1	1.3
丙酸, 2-烴基乙酯(59)	2	0.7
乙酸丙二醇單甲基醚酯(92)	2.2	1
3		
乙苯(59)	4	1.3
正丙苯(56)		0.1
環己烷(84)		0.2
二甲苯(48)	5	6.1
苯乙烯(59)		0.1
1,2,3 三甲苯(72)		0.7
1,3,5 三甲苯(60)		0.2
環己酮(77)	6	0.2
3-庚酮(47)		0.2
不明		0.2
不明		0.3

辛烷, 2,6-二甲基(59) 7	0.3	0.1
環己烷, (1-單甲基單乙基)(40)	0.4	0.2
壬烷(59)	0.4	4.1
辛烷, 2,5,6-三甲基(53)	4.3	1.7
辛烷, 2,2,7,7-四甲基(53)	1.8	0.7
辛烷, 2,2,6-三甲基(64)	1.4	0.6
苯, 1-單乙基, 3-單甲基(93) 8	3.1	1.2
癸烷, 2-單甲基(77)	1.2	0.5
苯, 1-單乙基, 2-單甲基(77)	0.9	0.4
苯甲醛(48) 9	2.8	1.1
氨基甲酸, 單甲基-, 苯酯(25)	2.1	0.8
碳酸丙烯(86) 10	3.5	1.4
庚烷, 2,2,4,6,6-苯甲基(64)	2.6	1
癸烷, 2,2-二甲基(64) 11	5.7	4
癸烷, 2,2,9-三甲基(77) 12	10.1	2.3
壬烷, 3,7-二甲基(67) 13	17	0.2
癸烷, 5,6-二甲基(50)	1.7	0.7
癸烷, 2,3-二甲基(40)	1.9	0.8
壬烷, 3-單甲基-5-單丙基(64)	3.9	1.6
癸烷, 2,6,7-三甲基(47) 14	15	6
庚烷, 4-單乙基-2,2,6,6-四甲基(72) 15	14	0.2
十一烷, 2,5-二甲基(59)	1.5	0.2
十一烷, 4,6-二甲基(59) 16	12	4.8
十一烷, 3,5-二甲基(53)	1.8	0.7
十一烷, 4-單甲基(83)	2.4	1
壬烷, 3-單甲基-5-單丙基(64) 17	5.7	2.3
十一烷, 5,7-二甲基(43)	1.7	0.7
十一烷, 3,8-二甲基(38)	2.5	1
十二烷, 2,5-二甲基(36)	3.6	1.4
庚烷, 2,2,3,4,6,6-五甲基(72)	1.5	0.6
十二烷, 2,6,10-三甲基(72)	2.3	0.9
十三烷, 5-單甲基(64)	0.7	0.3
十三烷, 4-單甲基(64)	0.4	0.2
十二烷(50)	0.5	0.2
苯甲酸(66) 18	9.9	4
環四矽氧烷, 六甲基(39)	0.5	0.2

環四矽氧烷, 八甲基(54)	0.4	0.2
2,5 環己二烯-1,4-二酮,2,5,-二苯(97) 20	27	10.1
合計	213	73

圖 12A-12C 係依照本發明一較佳實施例所述，某氣體樣本的層析圖，圖中包括層析譜終端的平均離子掃描(圖 12C)，此氣體樣本為預製周圍空氣。

次預製空氣的質譜分析(MS)結果列於表 5。

表 5

化合物	濃度 ug/m3	
	以甲苯為準	以十六烷為準
己烷(78)	0.4	0.2
苯(84)	0.5	0.2
3-戊酮,2,4-二甲基(72)	0.2	0.1
己醛(64)	0.3	0.1
丙酸,2-烴基, 丙酯(56)	0.4	0.2
丙酸,2-氧代-乙酯(29)	0.1	0.05
甲苯(79) 1	3.3	1.4
3-戊酮,2,4-二甲基(36)	0.2	0.1
2,3-二甲基戊烷(21)	0.4	0.2
丙酸, 2-烴基, 丙酯(57)	0.4	0.2
丙酸, 2-氧代-乙酯(27)	0.1	0.05
乙酸丙二醇單甲基醚酯(59)	0.8	0.3
乙苯(61) 4	7	4.9
苯乙烯(39)	0.3	0.1
二甲苯(35) 5	35	17.5
1,2,4-三甲苯(67)	1.4	0.6
壬烷(61)	0.7	0.3
2-呋喃醇(Furanol),四烴基-2-單甲基(56)	1.1	0.5
環己酮(73) 6	92	40
辛烷,2,5,6-三甲基(50) 7	1.7	0.7
苯,1-單乙基-3-單甲基(91) 8	2.2	0.9
癸烷,3,4-三甲基(59)	0.4	0.2
苯,1-單乙基-2-單甲基(72)	0.5	0.2
α-單甲基苯乙烯(96)	1.1	0.4
庚烷-2,2,4,6,6-五甲基(42)	0.8	0.3
苯甲醛(96) 9	0.9	0.4
癸烷,2,2-二甲基(64) 11	1.7	0.7

癸烷,2,2,9-三甲基(53)	12	4.2	1.7
壬烷,3,7-二甲基(47)	13	4.7	1.9
苯,1,3,5-三甲基(91)		0.6	0.2
十一烷,3,6-二甲基(38)		1	0.4
癸烷,2,6,7-三甲基(53)	14	4.2	1.7
1-己醇,2-單乙基(47)		1.2	0.5
十一烷,3,8-二甲基(43)		3.4	1.4
十一烷,6-二甲基(59)	16	0.5	0.2
壬烷,3-單甲基-5-單丙基(53)	17	0.7	0.3
壬烷,5-單丁基(59)		1	0.4
十一烷(90)		1	0.4
十一烷,4-單甲基(72)		1	0.4
苯,1-單乙基-2,3-二甲基(38)		0.5	0.2
苯,4-單乙基,1,2-二甲基(72)		0.3	0.1
十二烷,2,5-二甲基(40)		1.1	0.4
苯乙酮(47)		0.7	0.3
1-辛醇,2-單丁基(78)		0.4	0.2
苯,1-單乙基,2,4-二甲基(47)		0.3	0.1
十二烷,2,7,10-三甲基(59)		0.8	0.3
十一烷,2,7,10-二甲基(53)		0.3	0.1
苯甲酸(41)	18	8.9	3.6
十二烷(87)		0.5	0.2
苯基順丁烯二酐(23)		0.4	0.2
三甲基,1,3-二異丁酸五二醇(42)	19	2.9	1.2
二苯甲酮(42)		0.1	0.05
2,5-環己二烯-1,4-二酮-2,5-二苯基(89)	20	12.1	4.8
合計		216	96

圖 13A 與 13B 係依照本發明一較佳實施例所述，另一氣體樣本的層析圖。此氣體樣本為次預製周圍空氣樣本。

表 6 列出過濾器上游無油空氣的質譜分析結果。

表 6

化合物	濃度 ug/m3(以甲苯為準)	以十六烷為準
矽烷,二甲氧二甲基	0.5	0.2
甲苯	0.3	0.1
合計	0.8	0.3

圖 14 係依照本發明一較佳實施例所述，進入過濾器前無油空氣樣

本的層析圖。

表 7 列出過濾器下游無油空氣的質譜分析結果。

表 7

化合物	濃度 ug/m3(以甲苯為準)	以十六烷為準
矽烷,二甲氧二甲基	2.3	0.9
矽烷,三甲氧單甲基	1.3	0.5
合計	3.6	1.4

圖 15 係依照本發明一較佳實施例所述，過濾器下游無油空氣樣本的層析圖。

表 8 列出過濾器上游氮氣設施的質譜分析結果。

表 8

化合物	濃度 ug/m3(以甲苯為準)	以十六烷為準
矽烷,二甲氧二甲基	0.8	0.3
矽烷,三甲氧單甲基	0.3	0.1
合計	1.1	0.4

圖 16 係依照本發明一較佳實施例所述，過濾器上游氮氣樣本的層析圖。

表 9 列出過濾器下游氮氣的質譜分析結果。

表 9

化合物	濃度 ug/m3(以甲苯為準)	以十六烷為準
矽烷,二甲氧二甲基	0.9	0.4
合計	0.9	0.4

圖 17A 與 17B 係依照本發明一較佳實施例所述，過濾器下游氮氣樣本、以及質譜終端平均離子掃描的層析圖。

圖 18 係依照本發明一較佳實施例所述，一個空白採樣管的層析圖。

圖 19 係依照本發明一較佳實施例所述，一種過濾器系統性能線上監控方法(600)的流程圖，此過濾器系統性能即時監控系統，包括依步驟 602，在過濾器系統上游採集氣流樣本。再依步驟 604，製作並儲存質譜，例如氣流的層析譜，藉此可判定包括但不限於化合物與數量的目標門檻範圍，例如 C_5 與 32 ppb，在步驟 606 中，辨識出在目標過濾範圍以下的所有污染源、以及其位置與數量。在步驟 608 中，判定這些污染源，與存在於上游採樣位置的污染源是否相符，如判定不相符，則在此位置採集另一樣本，並重覆此流程，但如污染源數量與過濾器上游的門檻範圍相符，則依步驟 618 設定警示器，以指出該化合物已達到穿透程度。

依步驟 610，從質譜可看出在目標過濾門檻範圍內的化合物、以及其位置與數量，例如 C_7 與 12 ppb，在步驟 612 中，更新各個位置的總污染量，在步驟 614 中，則算出過濾器的剩餘壽命。

在步驟 616 中，比較過濾器剩餘壽命與預設的警示限值，如過濾器的壽命未超過警示限值，則依步驟 618 設定警示器。但如過濾器的壽命超過警示限值，則依步驟 602 進行採樣，並比照上述方法，重覆此流程。

針對在不同位置，例如但不限於過濾器下游一處、過濾床內或堆疊式過濾器組態(含串聯組態內的過濾床)內多處，所採集到的樣本，重覆本方法所述的這些步驟。

在多項較佳實施例中，目標範圍可包括不同變數，例如顯示

快速穿過過濾系統的化合物或化合物濃度的質譜中的峰點幅度，此過濾系統一般用來顯示低分子量化合物。在另一項實施例中，可用多種物質的混合物，作為決定因素，以監控過濾器的壽命與性能、以及變數的組合，進而根據參數分析，分析過濾系統的效能。

圖 20 係依照本發明一較佳實施例所述，一種污染源與過濾器系統性能判定與監控系統的示意方塊圖，本系統(650)包括設於系統上游的一個清潔乾燥空氣過濾器(652)；一個基礎模組(654)以及另一個過濾器模組(682)，其中附有多個過濾器或耐火捕集器。基礎模組係作為通往過濾器模組(682)的介面，並包括設於入口介面(674)附近的一個壓力調節裝置(656)，出口介面(678)與過濾器模組(682)的出口介面、以及此系統的排放口(672)相通。在另一較佳實施例中，如須淨空污染源判定系統，也可將排放口介面(672)與一種真空系統並聯，所有出入口介面的表面皆密封，與外在環境隔離，基礎模組(654)亦包括多項實施例所述的一個控制器/處理器(658)，例如比例積分控制器，以及一個控制模組(670)。一較佳實施例包括多個電子控制閥，以設定每個濾芯的採樣工作週期，此工作週期為可設定，因電子控制閥係針對潛在的過度負荷，故在雜質濃度高的實施例中可提供協助。

過濾器模組(682)包括多個過濾捕集器或濾芯(686)；以及設於濾芯間介面內的一個適切閥控配置，以利適切引導氣體在過濾

器之間的流動方向，以及在多處進行收集後採樣與分析。收集後分析提供半導體加工環境中，氣流內存在污染源的定量與定性測量值，可利用氣相層析質譜分析系統(GCMS)或氣相層析/火燄離子化偵測系統(GCFID)之類的分析工具，偵測污染源，也可用於監控過濾系統性能。

在一較佳實施例中，過濾器模組也可包括一個計時裝置，例如由電池驅動的時鐘，以判定採樣時間是否配合預設的控制參數，過濾器模組內的一支歧管(688)，讓氣體可在多個過濾器之間流動。此歧管有多個機械介面，適切磨邊以利插入濾芯，在一較佳實施例中，過濾器模組內的溝槽，可容納過濾器空白或捕集器空白，其目的在於免除測量誤差。

在其他實施例中，可利用一個熱電冷卻裝置，冷卻分析系統，可利用低溫實施例，凝結並收集有機物；低溫實施例因可在凝結後收集有機物，故所需捕集器較少，低溫系統的一項實施例，可包括熱沉，以分散所產生的熱能。

其他實施例加裝安全裝置，其與外部介面連接器並聯，萬一喪失壓力時，可避免採樣失去準確性。

圖 21 係依照本發明污染源與過濾器系統性能偵測與監控系統的一較佳實施例所述，多個模組的示意圖。將一個外罩(702)蓋在基礎模組(704)、以及過濾器模組(706)上，過濾器模組(706)包括圖 20 的說明中所述的多個濾芯(708)。

圖 22 係依照本發明一較佳實施例所述，偵測系統中附多個過濾捕集器的一種模組的示意圖。圖中顯示，基礎模組(704)如圖 20 的說明所述，與過濾器模組(706)並聯。

圖 23 係圖 21 所示附多個過濾捕集器的一種模組的另一個視圖。

圖 24 係依照本發明一較佳實施例所述，圖 21 所示附多個過濾捕集器的一種模組、以及歧管內水電的細部圖。

圖 25A-25C 係依照本發明一較佳實施例所述，在污染源與過濾器監控系統內，作為濃縮器使用的一項裝置的示意圖，因此裝置可提高收集敏感度。此濃縮器裝置(804)有一個外罩(802)，並插入一支歧管內，例如有出入口介面的歧管(806)。此過濾器系統具有過濾器監控功能，利用一個並聯裝置，例如濃縮器(804)，即可縮小體積，如降低溫度，例如降到 0°C 或以下，可在過濾器系統內收集到較大量資料。利用含有吸收物質，例如 Tenax[®] T.A 的濃縮器裝置，也可提高資料收集敏銳度，Tenax[®] T.A. 可吸收高沸點物質，例如含有六個或更多碳原子的有機物。或者，在處理低沸點物質的實施例中，可用如 Supelco 公司供應的碳捕集器之類的吸收物質，其他實施例包括高低沸點物質過濾器的組合，兩種過濾器可採平行和/或串聯配置。

圖 26A 與 26B 係依照本發明一較佳實施例所述，一種光學元件上沉積過程超模擬與偵測系統的示意方塊圖，如前述，高能量

光子與有機蒸氣反應時，會產生光化沉積反應，這類反應會形成反應性極強的游離基，這些游離基會形成更大的有機化合物，進而污染光學元件，也會在光學表面形成一道高分子層，進而污染光學元件。一較佳實施例包括一種偵測系統，可超模擬光學表面上有機化合物的沉積過程，裝滿玻璃珠(912)之類玻璃填料的濾芯(902)，即可超模擬光學材料。吹入壓縮的清潔乾燥空氣(910)，使其穿過濾芯，一個光源(906)提供光，例如雷射提供雷射光能給濾芯，因高能量光子會與捕集器內的有機蒸氣反應，故會在玻璃珠表面上形成一道高分子膜。

光偵測器包括一個感光器(904)，以測量光的能量值，此值會因玻璃珠表面上的污染源沉積而改變，玻璃珠提供較大面積的表面，讓污染源沉積。同時監控質譜與傳遞差異，以判定污染程度，此實施例提供一種透視法，以判定在光學元件上，例如步進曝光機內的光學元件，可能產生的損害。然後可進行測量，以防止對重要光學元件的可能損害。

在此特別強調，除非另有明文說明，本文所述的所有程式、流程、方法、與系統，與任何種類的採集媒介、或電腦、或網路系統(不論硬體或軟體)皆無關，亦不受其所限，可依照本文所述要旨，使用各種一般用途或專業電腦系統，或進行操作。

鑑於本發明的準則，可應用的實施例範圍極廣，在此特別強調，本文舉出的實施例謹供說明用，並不限制本發明的應用範圍，

例如，流程圖中所示的步驟，可依不同順序進行，且方塊圖中所用元件，可予以增減。雖然多項較佳實施例中所述的各種元件，係採軟體實施，其他實施例仍可採硬體或韌體實施，反之亦然。

熟悉此領域一般技術者，應該都知道，此污染判定與控制系統與方法所使用的方法，可在電腦程式產品中實施，這類產品包括電腦可用媒體，這類電腦可用媒體可包括可讀記憶體裝置，例如硬碟裝置、CD-ROM 光碟片、DVD-ROM 光碟片、或電腦磁碟片，其上儲存了可讀程式碼區段。這類電腦可讀媒體也可包括通訊或傳輸媒體，例如總線或光纖、有線或無線通訊鏈路，其上搭載了程式碼區段作為數位或類比訊號。

另一方面，本發明也提供半導體加工系統內部污染被動監控系統、器具與方法，並採用被動採樣器與採樣，代替主動採樣，本文中所用「主動採樣」一詞，係指利用一種空氣移送裝置，此裝置利用與採樣系統並聯的一個外部能量源，將氣體樣本送至採樣系統收集裝置的收集材料。相較之下，被動採樣利用氣體樣本本身的能量，例如擴散，將氣體樣本送至收集裝置的收集材料。

被動採樣一向被視為不適合用於監控半導體加工系統內部污染，這是因為被動採樣的樣本傳送率通常極低，例如，採用主動採樣的系統，樣本傳送率可達每分鐘 0.1 公升，但改採被動採樣後，樣本傳送率則只有每分鐘 0.0001 到 0.001 公升。在另一個例

子中，利用一個手持泵浦進行主動採樣，以每分鐘 0.150 公升的流速抽取空氣，使之通過一支 Tenax® TA 管，被動採樣的擴散流速為每分鐘 0.0003 公升。因此，流速為每分鐘 0.0003 公升的被動採樣，一般需持續進行 83 天以上，才能達到流速為每分鐘 0.150 公升的主動採樣持續進行 4 小時的結果，因此，因為被動採樣需有極長的採樣時間，才能採集到與透過主動採樣等量的污染源，所以被動採樣通常被視為不適合用於監控追蹤污染源(例如，濃度約低於 10 ppb 的污染源)。

但主動採樣還是有一些缺點，進行主動採樣時，主動採樣系統須有一個外部能量源，這會限制在半導體加工設施或系統內，這類主動採樣系統的數量與裝設。再者，因須有一個電源，主動採樣系統容易因停電或泵浦之類的外部能量源故障而停擺。相較之下，依照本發明一較佳實施例的被動採樣系統，一般不受停電影響，也不需提供採樣系統外部能量源，因此無故障之慮。

之前技術的主動採樣方法，係用一台泵浦作為主動能量源，還有其他缺點，例如：需校正多項裝置(例如，泵浦、流量計、以及計時器)；泵浦會產生振動；以及需有受過訓練的系統操作員。

相較之下，在依照本發明一較佳實施例的被動採樣系統中，只需校正一項參數 - 流速，在本發明另一項實施例中，只校正採樣時間長，不需校正流動參數。此外，依照本發明此被動採樣系統的一較佳實施例，被動採樣系統幾乎完全自行運作，不需操作

員持續在旁監控。

本發明另外還提供多種半導體加工系統內部污染源監控用被動採樣系統，依圖 27 所示，在一項實施例中，被動採樣系統(2700)包括一種收集裝置(2701)，與採樣線(2705)進行流體相通，後者則與半導體加工系統(2703)進行流體相通。可在採樣線(2705)內安裝一台氣流調節器(2707)，以調節從半導體加工系統(2703)流出的氣體(2709)流，在一項實施例中，半導體加工系統包括一種微影儀器，例如可利用壓力，使氣體(2709)流從半導體加工系統升起。

依照一較佳實施例，半導體加工系統包括一種微影叢集工具，例如用於製造半導體元件的曝光工具，對分子污染源敏感；以及一種過濾系統，以去除分子污染源，包括揮發性與半揮發性或可凝有機物質，這類物質如存在，將透過一連串同質和/或異質紫外線(UV)誘發過程，造成光學元件污染。

收集裝置(2701)內含一種吸附性物質(2711)，以收集氣體(2709)流內所含的一種或多種污染源，收集裝置(2701)距離採樣線(2705)較遠的遠端(2713)密封，收集裝置(2701)的近端(2715)，則與採樣線(2705)進行流體相通，使吸附性物質可吸附透過被動傳送過程，例如擴散，所傳來的氣體(2709)流內所含的一種或多種污染源。在一較佳實施例中，一種或多種污染源大多可藉由擴散，從氣體流傳至吸附性物質。例如，在一項實施例中，

收集裝置包括一支口徑 $\frac{1}{4}$ "且長3"的Tenax[®]管，此管透過一個Swagelok[®]裝配件與採樣線相連。口徑 $\frac{1}{4}$ "且長3 $\frac{1}{2}$ "的Tenax[®]管，內含約150毫克(mg)吸附性物質。

依照多項較佳實施例，收集裝置(2701)內含的吸附性物質數量，其吸附量相當於數量約介於0.05g到1.0g的Tenax T.A.。

在另一項實施例中，採樣線的裝設位置，使氣體流由過濾器或過濾器系統下游一處的氣體所構成，在另一項實施例中，採樣線的裝設位置，使氣體流由過濾器或過濾器系統上游一處的氣體所構成。在另一項實施例中，採樣線的裝設位置，使氣體流由過濾器或過濾器系統內部一處的氣體所構成，在這些實施例的一個版本中，被動採樣系統的配置，使此系統可監控過濾器或過濾器系統的條件，例如，被動採樣系統(包括一種或多套收集裝置、多條採樣線等)的配置，使此系統可採集到過濾器上游與下游各一處的氣體，以評估目標污染源的穿透量。

在不同實施例中，本發明的不同被動採樣系統亦包括一種監控器系統(2717)，其裝設位置使其可測量氣體流的溫度、壓力、或兩者。監控器系統(2717)最好可測量收集裝置(2701)近端(2715)附近一個區域的溫度與壓力，在一項實施例中，監控器系統(2717)可測量氣流調節器(2707)附近、或氣流調節器(2707)內部的一個區域、或前述兩處區域的溫度與壓力。

在不同實施例中，本發明的多種被動採樣系統亦包括一種調

節器系統(2721)，其裝設位置使其可調節氣體流的溫度、壓力、或兩者。調節器系統(2721)更可調節收集裝置(2701)近端(2715)附近至少一個區域的氣體流溫度、或壓力、或兩者，在一項實施例中，調節器系統(2721)可調節氣流調節器(2707)附近、或氣流調節器(2707)內部的一個區域、或前述兩處區域的溫度與壓力。

調節器系統(2721)例如可包括一種加熱/冷卻裝置(2123)，可設於例如採樣線(2705)附近，或與之接觸，適合的加熱/冷卻裝置包括但不限於熱電裝置。

在不同實施例中，調節器系統至少部份根據監控器系統所提供的測量數據，來調節溫度、壓力、或兩者。例如，調節器系統(2721)可根據監控器系統(2717)測量到的溫度，向加熱/冷卻裝置(2123)發出訊號，將採樣線(2705)一個區域內的氣體流溫度，調整到選定的溫度範圍內，調節器系統(2721)亦可根據監控器系統(2717)測量到的壓力，向加熱/冷卻裝置(2123)發出訊號，將採樣線(2705)一個區域內的氣體流壓力，調整到選定的壓力範圍內。

在不同實施例中，本發明的不同被動採樣系統亦包括一種防止回流裝置(2725)，設於採樣線(2705)內，使其可大幅防止氣體流，從採樣線(2705)回流至半導體加工系統(2703)。防止回流裝置(2725)更包括一個過濾器，設於採樣線內，使其可大幅防止氣體流，從採樣線回流至半導體加工系統，適合的防止回流裝置包括但不限於：附或不附活性過濾器的連串逆止閥。

收集裝置內含耐火吸附性物質之類的吸附性物質，在一項實施例中，使用特定大小的玻璃球。在一較佳實施例中，使用碎玻璃球。在另一較佳實施例中，吸附性物質為高分子 Tenax[®]，例如，Tenax[®]對高沸點化合物的吸附量大，且在超過低分子量化合物穿透量的條件下使用 Tenax[®]，可捕集到高分子量化合物。收集裝置的吸附性物質，最好是可收集分子量在規定範圍內的一種或多種污染源的材料，在一較佳實施例中，吸附性物質可收集含有 C₆-C₃₀ 的污染源，在另一項實施例中，吸附性物質可收集分子基底和/或分子酸，且其構成為經試劑處理過的不織玻璃纖維媒介。

採樣線的材質，只要是適合用於將氣體流從半導體加工系統送出的任何材質皆可，例如可根據採樣線材質與氣體流內已知或疑似成份的已知或預期反應性，來選擇適合材質，適合材質包括但不限於全氟烷氧基鏈烷烴(PFA)、不銹鋼、鎳、石英、聚四氟乙烯(PTFE)。採樣線最好是一支 PFA 管。

而且，採樣線的內面，至少介於半導體加工系統與收集裝置之間的部份，最好與氣體流保持平衡，採樣線內面最好與氣相樣本保持平衡，以免干擾污染源收集過程，例如，採樣線內面的污染源濃度，須可防止採樣線內面大幅消耗氣體流內的污染源。讓採樣線保持平衡的方式，例如可持續輸入氣體流，直到採樣線入口一種或多種污染源的濃度，與在採樣線出口的濃度大致相同。在另一項實施例中，以每分鐘 0.15 公升的氣體流速，持續輸入室

內空氣約 24-48 小時後，觀察到長約二十呎的採樣線，與一般無塵室內空氣的十六烷污染源大致保持平衡。雖然採樣線平衡測試是用長約二十呎的採樣線，但採樣線最好越短越好，在實務應用上，一般認為長度介於一到五呎的採樣線可能最實用，且相較於二十呎的採樣線，達到平衡的時間將相對較短。

而且，進行作業時，本發明被動採樣系統的吸附性物質，最好曝露在從半導體加工系統持續送出的大部份氣體流中，使收集裝置可採集到新鮮的氣體樣本。在一項實施例中，氣體流速在每分鐘約 0.3 到 3 公升的範圍內，在一較佳實施例中，氣體流速超過每分鐘 1 公升。

氣流調節器可採用適合用於調節半導體加工系統所送出氣體流的任何裝置或結構。例如，氣流調節器可採用單閥、連串閥、一個臨界孔、或連串臨界孔、一個電壓敏感孔、或連串電壓敏感孔、一個質流控制器(MFC)、一個定溫氣流控制器、或前述的不同組合。在一較佳實施例中，氣流調節器經過調整，以利將氣體流的流速調節到介於每分鐘約 0.3 到 5 公升的範圍內。

本發明另外還提供多種半導體加工系統內部污染監控用被動採樣器具，在一項實施例中，依圖 27 所示，這類器具包括一條採樣線(2705)，其中一部份(2730)經過調整，藉以與半導體加工系統進行流體相通。

依照一較佳實施例，採樣線經調整的部份(2730)經過再調整，

藉以與半導體加工系統進行流體相通，此系統內含一種微影叢集工具，例如用於製造半導體元件的曝光工具，且對分子污染源敏感；以及一種過濾系統，可去除分子污染源，包括揮發性與半揮發性或可凝有機物質、和/或無機化合物，這類物質如存在，將透過一連串同質和/或異質紫外線(UV)誘發過程，造成光學元件污染。

適合用於本發明被動採樣器具的採樣線、收集器具、吸附性物質、氣流調節器、防止回流裝置、監控器系統、以及調節器系統，包括但不限於：以圖 27 為例以及本發明半導體加工系統內部污染監控用被動採樣系統中已論及者。

本發明另外還提供多種半導體加工系統內部污染源被動監控方法。在一項實施例中，此方法可監控半導體加工系統過濾器或過濾器系統內污染源。

圖 28 顯示半導體加工系統(2800)內部污染源被動監控方法的不同實施例，這些方法提供一種收集裝置，內含一種吸附性物質(2810)。適合用於本發明這些方法的收集裝置與吸附性物質，包括但不限於以半導體加工系統內部污染源監控用被動採樣系統為例已論及者。這些方法藉由使污染源從氣體或氣體流，擴散到收集裝置，且這些污染源至少部份被吸附性物質收集(2830)，以採集一種或多種污染源(2820)，在一較佳實施例中，一種或多種污染源大多可藉由擴散，從氣體流傳至吸附性物質，再用一項適

切的分析方法，辨識出被吸附性物質收集到其中至少一種污染源(2840)。

在本發明多種半導體系統內部污染源監控方法的多項較佳實施例中，收集裝置曝露在持續供應的大部份氣體中，且將在採集2820的步驟中，以及最好也在收集2830的步驟中，針對此氣體進行採樣。在不同實施例中，收集裝置曝露在從半導體加工系統持續送出的大部份氣體流中，使收集裝置可採集到新鮮的氣體樣本。在其他實施例中，收集裝置裝在半導體加工系統內，並曝露在持續通過半導體加工系統的大部份氣體流中，使收集裝置可採集到新鮮的氣體樣本，在一項實施例中，氣體流速在每分鐘約0.3到3公升的範圍內，在一較佳實施例中，氣體流速超過每分鐘1公升。

提供新鮮樣本，讓吸附性物質可在規定時間內，收集到較大量的污染源樣本，例如可藉由維持採樣量(例如，採樣線內的氣體量、或半導體加工系統內的氣體量)，與收集裝置吸附性物質附近採樣量之間的污染源濃度梯度，在此特別強調，濃度梯度會部份加速氣體的第一順位擴散率。

在不同實施例中，本發明的多種半導體加工系統內部污染源監控方法，還包括另一個步驟：提供一條採樣線，且此線有一部份經過調整，藉以與半導體加工系統進行流體相通。在這些實施例中，多種半導體加工系統內部污染源監控方法，最好也包括另

一個步驟：調整採樣線的條件，使採樣線的內面，至少介於半導體加工系統與收集裝置的部份，與氣體流保持平衡，採樣線內面最好與氣相樣本保持平衡，以免干擾污染源收集過程。

例如，採樣線內面的污染源濃度，須可防止採樣線內面大幅消耗氣體流內的污染源，讓採樣線保持平衡的方式，例如可持續輸入氣體流，直到採樣線入口一種或多種污染源的濃度，與在採樣線出口的濃度大致相同。在另一個例子中，以每分鐘 1 公升的氣體流速，持續輸入室內空氣約 24 小時後，觀察到長約二十呎的採樣線，與一般無塵室內空氣的常見有機污染源大致保持平衡。

在一項實施例中，樣本 2820 藉由擴散從氣體流傳到收集裝置，意即氣體流內有一種或多種污染源；並利用收集裝置的吸附性物質，收集到這些污染源其中至少一部份 2830。依照本發明這些實施例所述，適合用於採樣與收集的結構、收集裝置、以及吸附性物質，包括但不限於：以圖 27 為例已論及者。

在另一項實施例中，樣本 2820 藉由擴散從半導體加工系統內的氣體，傳到收集裝置的吸附性物質，意即一種或多種污染源；並利用吸附性物質，收集到這些污染源其中至少一部份 2830。依照本發明這些實施例所述，適合用於採樣與收集的收集裝置與吸附性物質，包括但不限於：以圖 27 為例已論及者。在一項實施例中，收集裝置的形狀經過調整，以利置入晶圓載具內，例如，收集裝置可由一片口徑 200-300 mm 的厚晶圓所構成，晶圓其中一面

或兩面上有吸附性物質沉積或生長，再將此晶圓型收集裝置，與真正的半導體晶圓或單獨置入半導體加工系統內，作為半導體加工系統內部污染源現場監控器。在另一項實施例中，收集裝置或至少吸附性物質的一部份，穿過半導體加工系統的端口，位於處理系統內。

在不同實施例中，針對污染源(2820)進行採樣的步驟，包括依採樣時間進行採樣，例如，可根據此程序的規定偵測下限，選擇採樣時間。在一項實施例中，所選的採樣時間，使觀察者可透過用以辨識某種污染源的分析技術與儀器，在選定的不確定範圍內，偵測到吸附性物質上消耗速度為每分鐘每 ppm 1.5 奈克的該污染源。在另一項實施例中，所選的採樣時間，使觀察者可透過用以辨識某種污染源的分析技術與儀器，在選定的不確定範圍內，偵測到吸附性物質上消耗速度為每分鐘每 ppm 約 1.9 到 4.2 奈克的該污染源。

在一較佳實施例中，分析儀由一種質譜分析儀所構成，此分析儀被調成只傳送特定單一極窄範圍的質荷比，以提高偵測敏感度，進而縮短在選定的不確定範圍內，偵測到特定污染源的必要採樣時間，如果是芳香烴污染源，例如消耗速度為每分鐘每 ppm 1.9 - 4.2 奈克的甲苯，且吸附性物質的表面面積介於約 620 cm² 到 1440 cm²，並採用一種 GCMS 儀器來辨識甲苯污染源，採樣時間最好在約 5 到 50 分鐘的範圍內，其中分析儀被調成只傳送質荷比

在約 91 到 93 範圍內的離子。在另一項實施例中，例如採用一支 $\frac{1}{4}$ " Tenax[®]管，且氣體流速在每分鐘約 0.3 到 3 公升的範圍內，採樣時間則介於約 2 到 4 個月。

分析儀所採用的偵測技術，對濃度極低，例如 1 ppb (V) 以下的有機物質最好具備固有敏感性，並可加以辨識與定量，適合利用分析儀來偵測污染源(2840)的方法，包括氣相層析/火燄離子化偵測系統(GCFID)、以及結合層析與質譜分析的技術與儀器。分析儀所包含的系統，只要是可測量濃度極低有機化合物的任何系統皆可，包括但不限於附或不附預濃縮器的氣相層析/火燄離子化偵測系統(GCFID)，或附或不附預濃縮器的氣相層析質譜分析系統(GCMS)；附或不附預濃縮器的光音偵測器；以及附或不附預濃縮器的 IMS，或前述的任何組合。

結合層析與質譜分析的技術與儀器，包括但不限於氣相層析質譜分析系統(GCMS)；液相層析質譜分析系統以及高性能液相層析質譜分析系統(HPLC-MS)。並可利用以下技術，提供偵測敏感度：將質譜分析儀調成只傳送極窄範圍的質荷比。以典型的射頻多極質譜分析儀為例，特定質荷比的訊號雜訊比(SN)，與質譜分析儀對該質荷比的傳送時間的平方根成正比。因此，將質譜分析儀調成只傳送極窄範圍的質荷比，在某些情況下可將該質荷比範圍的訊號雜音比(SN)，提高到比質譜分析儀較廣範圍的掃描大兩倍的規模。

在一較佳實施例中，對分子基底與分子酸樣本的分析，包括利用多種離子層析法，依留置時間來辨識污染源，並利用個別校正標準與一種 10 分校正程序，加以定量，這些層析法的偵測下限 (LDL)，為各成份約 0.1 ug/m^3 。在一較佳實施例中，利用附選擇質譜偵測器(例如一種質譜分析儀)與熱脫附系統(TD)的氣相層析儀(GC)，分析分子基底與耐火物質的樣本，整套分析系統 (TD/GC/MS)經過最佳化，針對沸點同己烷，且偵測下限高於各成份~ 0.1 ug/m^3 的分析物，進行分離與定量；再利用質譜分析程式庫搜尋，並依照層析譜峰點位置，辨識各成份，在一項實施例中，依兩種分析標準，例如甲苯與十六烷，針對各成份的濃度進行定量。

在此特別強調，可依照將採用本發明各種方法的半導體加工系統與流程，選擇適合的技術與儀器，例如，在過濾器或過濾器系統內部污染源被動監控的一項實施例中，辨識步驟的目標為透過過濾器散播的低沸點污染源。此目標污染源可作為前導指標氣體等。在這些實施例中，分析技術與儀器只需具備辨識該目標污染源的能力。

在其他實施例中，須可辨識出特定質量範圍的污染源。例如，監控微影工具內第一、第二、第三、與第四順位污染效應時，目標污染源可包括高分子量耐火有機物與化合物，並含有碳原子，碳原子數介於約1到30之間 $C_1 - C_{30}$ 。第一順位污染源包括高分子

量耐火有機物，例如 C_6 矽氧烷化合物與 C_6 碘酸鹽，兩者皆含有一種無機成份，與氧結合後不會揮發；第二順位污染源包括高分子量有機物，例如碳原子數約介於6到30之間($C_6 - C_{30}$)的化合物；第三順位污染效應可能起因於某些有機物，例如碳原子數約介於3到6之間的 $C_3 - C_6$ ；第四順位污染源包括甲烷之類的有機物，其碳原子數約介於1到5之間。

在其他實施例中，目標污染源可能只包括第一與第二順位污染源，因相較於第三與第四順位污染源，第一與第二順位污染源對光學系統的污染效應較大。在這些實施例中，分析技術與儀器只需具備辨識這些目標污染源的能力。

依圖 28 所示，在不同實施例中，本發明半導體加工系統內部污染源被動監控方法，還包括另一個步驟：至少部份根據分析儀辨識出的一種或多種污染源：來評估半導體加工系統內過濾器(2850)的條件。過濾器可能是單一過濾器、多個過濾器、或一種過濾器系統；在一項實施例中，評估步驟係根據透過過濾器散播的低沸點目標污染源濃度，來評估過濾器的條件，此目標污染源可作為前導指標氣體等，此目標污染源在過濾器內的移動速度，最好比其他目標污染源更快，含評估步驟的這些方法，最好能確立一種或多種低分子量化合物，與一種或多種高分子量化合物之間的關聯性，以判定過濾器對一種或多種特定污染源的過濾條件。

含過濾器條件評估步驟的這些半導體加工系統污染源監控方

法，最好可在多處，例如在過濾器上游、下游、與內部，針對氣體流進行採樣。

在一項實施例中，本發明的多種半導體加工系統內部污染源被動監控方法，還包括另一個步驟：測量氣體流(2860)的溫度、壓力、或流速其中至少一項。在另一項實施例中，本發明的多種半導體加工系統內部污染源被動監控方法，還包括另一個步驟：監控半導體加工系統內氣體(2860)的溫度、壓力、或流速其中至少一項，針對半導體加工系統內一種或多種污染源的濃度，進行定量判定時，可利用這些測量值，提高濃度判定的準確性。例如，在假設採樣線已達到充份平衡的條件下，可根據辨識步驟中，利用氣體流速、溫度與壓力，所判定的污染源濃度，來判定半導體加工系統內的污染源平均濃度。溫度、壓力與流速的測量值，也可用於含過濾器條件評估步驟的實施例中，以評估過濾器或過濾器系統的情況。

適合用於測量步驟的結構與監控器系統，包括但不限於以圖 27 為例已論及者，測量 2860 的步驟，最好可測量收集裝置近端附近一個區域的溫度、壓力、與流速，在一項實施例中，測量 2860 的步驟，最好可測量氣流調節器附近、或氣流調節器內部的一個區域、或前述兩處區域的溫度與壓力。

在一項實施例中，本發明的多種半導體加工系統內部污染源被動監控方法，還包括另一個步驟：調節氣體流(2870)的溫度、

壓力、或流速其中至少一項。在另一項實施例中，本發明的多種半導體加工系統內部污染源被動監控方法，還包括另一個步驟：調節半導體加工系統內氣體(2870)的溫度或壓力其中至少一項。在不同實施例中，調節步驟係至少部份根據監控系統所提供的測量值，來調節溫度、壓力、或兩者。

針對半導體加工系統內一種或多種污染源的濃度，進行定量判定時，可利用此調節步驟，提高濃度判定的準確性，適合用於調節步驟的結構與調節器系統，包括但不限於以圖 27 為例已論及者。調節 2860 的步驟，最好可調節收集裝置近端附近一個區域內氣體流的溫度、壓力、或兩者，在一項實施例中，測量 2860 的步驟，最好可調節氣流調節器附近、或氣流調節器內部的一個區域、或前述兩處區域的溫度與壓力。

本發明另外還提供利用差壓監控器，來偵測半導體加工系統內氣流回流的系統與方法。

在半導體加工過程中，氣體流動方向對於控制系統污染相當重要，特別引發關切的一個部份，在於氣流從軌道回流至步進機，氣流通常是從步進機流至軌道。但在某些情況下，此氣流可能受到誤導，造成空氣回流至步進機，例如，加工工具停止，加工工具的門打開，或系統的空氣過濾器故障時，便會發生這類誤導狀況。

氣流的流動受到誤導，後果會相當嚴重，例如，在回流過程

中，軌道內的污染源可能被外力送入步進機內，進而可能被送至與步進機相連的微影工具光學元件上。

本發明另外還提供利用差壓監控器，來偵測氣流回流的一種系統，在多項較佳實施例中；本發明提供一種偵測氣體從軌道回流至步進機的系統，依圖 29A 所示，此系統可偵測半導體加工系統內的回流，此加工系統包括一個氣流來源(2901)（例如一條軌道）；以及一個遞送區域(2903)（例如一台步進機），此偵測系統包括一台差壓監控器(2905)，其中包括設於氣流來源(2901)的第一台壓力測量裝置(2907)，以及設於遞送區域(2903)的第二台壓力測量裝置(2909)。半導體加工系統運作正常時。氣流來源(2901)的壓力 P_1 ，大於遞送區域(2903)的壓力 P_2 ；且氣流(2911)從氣流來源(2901)流到遞送區域(2903)，此情況示於圖 29A。

差壓監控器(2905)可監控氣流來源(2901)的壓力 P_1 ，與遞送區域(2903)的壓力 P_2 之間的壓力差， P_1 大於 P_2 時，差壓監控器(2905)不會發出訊號，或發出氣流正常的訊號。

遞送區域(2903)的壓力 P_2 大於氣流來源(2901)的壓力 P_1 時，便可能具備發生氣體回流(2915)的條件，此情況示於圖 29B，差壓監控器(2905)偵測到 P_2 大於 P_1 時，會發出警告訊號，警示半導體加工系統內可能發生回流。

圖 30A-30E 係一項裝置的示意圖，在依照本發明一較佳實施例的污染源與過濾器監控系統中，此裝置可作為濃縮器。圖 30A

係濃縮器裝置(3050)的圖示，上面加上護罩(3026)，且圖中顯示一個入口介面(3054)與一個出口介面(3056)的一項實施例，圖30B係濃縮器(3057)的爆炸組裝圖；圖30C係濃縮器裝置(3050)的組裝圖；圖30D係濃縮器(3057)的組裝圖，且濃縮器插入一支歧管(3059)內，歧管有一個入口介面(3054)與一個出口介面(3056)，在一項實施例中，圖30B-30D的組成與嵌件說明如下：

4-40 x 1/4" 飛利浦頭螺絲(3001)；

1/4" 複合型鐵弗龍彎頭套節(3002)；

1/8" 不銹鋼擴管件(3003)(圖30E係一種1/8"不銹鋼擴管件(3003)一項實施例的比例圖)；

1/4" x 1/4" 鐵弗龍直套節(3006)；

1/4" FPT - 1/4" 複合型不銹鋼(SS)轉換接頭(3007)；

1/8" FPT x 1/8" 複合型不銹鋼彎頭(3008)；

25 微米粒子過濾器(3009)；

1/8" NPT 公 2E 孔(3010)；

1/8" 不銹鋼複合型三通管(3011)；

1/4" 鐵弗龍擴管件(3012)；

1/4" 鐵弗龍複合型三通管(3013)；

橡膠多管托架(3014)；

耐火捕集器管托盤(3015)；

6-32 x 1/4" 飛利浦螺絲(3016)；

1/4" x 1/8" 不銹鋼鈍頭套節(3019)；

6-32 x 1/4" 平頭螺絲(3021)；

鈍頭結構鎖合板(3023)；

1/4" x 1/4" 不銹鋼鈍頭套節(3024)；

鈍頭結構(3025)；

護罩(3026)；

1/4" x 3 1/2" Tenax 管內含約 150 毫克的吸附性物質(3027)；

1/8" 鐵弗羅擴管件(3028)；以及

1/4" 不銹鋼複合型三通管(3029)。

具有過濾器監控功能的過濾器系統，可加裝濃縮器(3057)之類的裝置，以縮減其體積，如將溫度降至 0°C 或以下，經過一定時間，過濾器系統內可收集到較大量的污染源。在收集裝置(3027)內，採用內含 Tenax® T. A 之類吸附性物質的濃縮器，也可增加物質的收集量，高沸點物質(沸點超過約 150 °C 的化合物)，例如碳原子數超過 6 的有機物，一般可被 Tenax® T. A. 吸附，Tenax® T. A. 之類吸附性物質的總質量，最好高於約 0.05 克(g)，在另一項實施例中，吸附性物質的總質量在約 0.05g 到 1g 的範圍內。

在另一項實施例中，收集裝置(3027)內所用的吸附性物質，包括碳捕集器，例如 Supelco 公司供應者，可用於針對高沸點物質的實施例中，其他實施例則結合了針對高/低沸點物質的不同收集裝置(3027)，這些裝置可採平行和/或串聯配置，收集裝置(3027)

亦可採單一裝置，以取代平行和/或串聯配置的多套裝置。

在多項較佳實施例中，濃縮器(3057)包括兩排平行的串聯收集裝置，利用串聯的收集裝置，較容易解決整排吸附性物質中污染源的消耗差，因為分別針對整排吸附性物質不同點的多套收集裝置，可分開進行分析。相較之下，只用與多套裝置串聯等長的單一裝置，則無法解決消耗差，因為污染源不論在成排吸附性物質的何處，從單一裝置脫附時，便失去取決於吸附性物質長度的資料。

最好有兩排平行且大致相同的串聯收集裝置，因為這種配置固有的高度重覆性，可藉由提供收集裝置之間收集特性變化的測量值，提高污染源分析的可靠性，並提供數據差異的測量值，兩排平行且大致相同的串聯收集裝置(3027)，其一較佳實施例示於圖 30B 與 30D。

圖 31A-31E 係依照本發明不同實施例所述，一種過濾器系統污染源與性能監控系統的示意圖，在不同實施例中，系統(3100)包括多套濃縮器裝置(3110) (如圖 25A-25C 和/或圖 30A-30E 所示者)，藉以監控過濾器系統的污染源與性能。過濾器系統包括一個入口介面(3120)；一個過濾器模組(3140)，內含多個過濾器(3192) (示意圖如圖 31E)；一個高效率微粒過濾器模組(3150)，內含一個高效率微粒過濾器；一個出口介面(3130)；以及一個壓縮空氣入口(3172)，以驅動系統氣動元件，在其他實施例中，如

須評估污染判定系統，也可將出口介面(3130)與真空系統並聯，入口與出口介面的表面最好密封，以與外界隔離。

系統(3100)包括疊層間採樣端口(3162、3164、3166)，以針對過濾器(3192)之間或過濾器(3192)之後的氣體流進行採樣，此系統也包括一個輸入樣本端口(3168)，以在過濾前針對輸入氣體流進行採樣；以及一個輸出樣本端口(3170)，以在通過高效率微粒過濾器模組(3150)之後，但在透過出口介面(3130)返回之前，針對氣體流進行採樣，此系統最好也包括一種壓力調節裝置，裝在入口介面(3120)附近；以及一個壓力計(3180)，以測量系統內的壓力。

在一項實施例中，過濾器模組(3140)包括一套適切的閥配置，以利用濃縮器裝置(3110)，在不同採樣端口(3162、3164、3166、3168、3170)進行精確採樣。可用單一濃縮器裝置(3110)或多套濃縮器裝置(3110)，監控一個採樣端口的輸出，並收集一項樣本，供收集後分析使用。例如，在一項實施例中，單一濃縮器裝置(3110)與五個採樣端口分別相接，在另一項實施例中，可將多套濃縮器裝置(3110)，接到一個採樣端口，例如當輸出採樣端口(3170)的污染源預期濃度偏低時。

此系統亦可包括一個控制器/處理器，例如比例積分控制器；以及一個控制模組，一較佳實施例包括多個電子控制閥，以設定每套濃縮器裝置的採樣工作週期，此工作週期為可設定，因電子

控制閥係針對潛在的過度負荷，故在雜質濃度高的實施例中可提供協助，控制閥最好是透過清潔且乾燥的壓縮空氣，予以氣動式驅動。

針對濃縮器裝置收集到的物質進行收集後分析，可提供半導體加工環境中氣體流內現存污染源的定量與定性測量，可用 GCMS 或 GCFID 之類的分析工具，來偵測這類污染源，也可用以監控過濾器系統的性能。

在某些實施例中，也可利用熱電冷卻裝置，來冷卻濃縮器裝置，採用低溫實施例，較容易凝結並收集到有機物，此低溫實施例因可在有機物凝結後再進行收集，故所需的捕集器較少，低溫系統的一項實施例還可包括熱沉，以分散所產生的熱能。

除非另有明文如此指明，否則不應將請求項目解讀為只限於所述順序或要素。因此，在以下請求項目範圍內，並符合其精神的所有實施例，以及與之同等者，皆屬於本發明的請求項目。

【圖式簡單說明】

本發明的圖式用來配合說明發明的內容，包括以下各圖式：

圖一係污染係數與分子量的比較圖。

圖二係針對本發明之實施例與先前技術，就污染判定系統內收集裝置或污染捕集器內的採樣量與採樣時間進行比較的比較圖。

圖三係針本發明之一實施例與先前技術，就污染判定系統與方法

進行質譜分析比較的比較圖。

圖四係說明本發明表面覆蓋與污染程度作成之函數圖。

圖五係本發明利用污染判定系統的較佳實施例圖。

圖六係本發明實施例所述的一種耐火捕集器系統的較佳實施例圖。

圖七係本發明實施例中的一種污染判定與去除方法的流程圖。

圖八係本發明的過濾系統的較佳實施例表示圖。

圖九 A 係本發明附床過濾器裝置的示意方塊圖，圖中顯示依照本發明的較佳實施例所述的過濾床內，有不同的物質留置。

圖九 B 係表示本明的較佳實施例中，記錄測量不同物質的過濾時間之座標圖，藉以求出過濾床的效率

圖十係本發明之一種較佳實施例的氣相過濾器系統性能監控方法的流程圖。

圖十一係本發明的一種過濾器系統實施例。

圖十二 A-十二 C 係本發明包括層析譜終端的平均離子掃描(圖 12C)的某氣體樣本的層析圖。

圖十三 A 圖與十三 B 圖係本發明另一較佳實例氣體樣本的層析圖。

圖十四係本發明另較佳實施例中表示進入過濾器前無油空氣樣本的層析圖。

圖十五係本發明實施例之一表示過濾器下游無油空氣樣本的層析圖。

圖十六係本發明之一實施例中表示過濾器上游氮氣樣本的層析圖。

圖十七 A 與圖十七 B 係本發明較佳實施例中表示過濾器下游氮氣樣本以及質譜終端平均離子掃描的層析圖。

圖十八係本發明較佳實施例中表示一個空白採樣管的層析圖。

圖十九係表示本發明較佳實施中一種過濾器系統性能線上監控方法的流程圖。

圖二十係表示本發明較佳實施例中一套污染源與過濾器系統性能判定與監控系統的示意方塊圖。

圖二十一係表示本發明污染源與過濾器系統性能偵測與監控系統的較佳實施例中所述之多個模組的示意圖。

圖二十二係表示本發明較佳實施例中偵測系統中附多個過濾捕集器的一套模組的示意圖。

圖二十三係表示圖二十一中多個過濾捕集器的模組之另一個視圖。

圖二十四係表示本發明較佳實施例中上述圖二十一所示附有多個過濾捕集器的模組、以及歧管內水電的細部圖。

圖二十五 A-圖二十五 C 係表示本發明較佳實施例中在污染源與過濾器監控系統內，作為濃縮器使用裝置的示意圖。

圖二十六 A 與圖二十六 B 係表示本發明較佳實施例中光學元件上沉積過程超模擬與偵測系統的示意方塊圖。

圖二十七係本發明被動採樣系統實施例之表示圖。

圖二十八係顯示半導體加工系統內部污染源被動監控方法的各種實施例流程圖。

圖二十九 A 係表示本發明系統可偵測半導體加工系統內回流的概

略圖。

圖二十九 B 係表示遞送區域的壓力 P_2 大於氣流來源的壓力 P_1 時，

可能具備發生氣體回流的概略圖

圖三十 A-圖三十 E 係本發明裝置過濾系統的示意圖。

圖三十一 A-圖三十一 E 係本發明各不同實施例中過濾器系統污染源與性能監控系統的示意圖。

【主要元件符號說明】

- | | |
|------------------------------|-----------------|
| 20……污染係數與分子量的比較圖 | |
| 22……污染係數 | 24……分子量 |
| 38……採樣時間 | 40……採樣時間 |
| 100……污染判定系統 | 102……收集裝置 |
| 104……入口 | 106……出口 |
| 108……吸收物質 | 108……壓力/真空調節閥 |
| 120……耐火捕集器系統 | 121……導管 |
| 122……壓力室 | 123……壓力釋放閥 |
| 124……活性樣本捕集器或收集裝置 | 125……空白捕集器 |
| 126……捕集器室 | 127……歧管 |
| 129……臨界孔 | 130……真空線 |
| 150……污染判定與去除方法 | 152……氣體樣本送至收集裝置 |
| 154……吸附收集裝置內氣體樣本所含的污染源 | |
| 156……將氣體樣本留在收集裝置內，直到延長採樣時間結束 | |
| 170……過濾系統 | 172……收集裝置或管 |
| 174……供給氣流 | 176……殘留物 |

- 178.....滲透流
- 182.....選擇性薄膜過濾模組
- 186.....薄膜
- 252.....化學過濾床
- 290.....氣相過濾器系統性能監控方法的流程圖
- 292.....針對過濾器上游的氣體流，製作其層析數值
- 294.....選出目標污染物質上游的氣體
- 296.....選出作為前導指標的非污染物質，這些物質的溶出(去除
 吸附劑內的被吸收物質)時間最接近，且濃度大於或等於
 目標物質
- 298.....在不同地點，測量非污染物質
- 300.....評估並判定目標污染物的穿透量
- 320.....過濾器系統
- 324.....過濾器
- 322.....氣體流或氣流
- 326.....採樣口
- 328.....釋放流
- 336.....定位選擇閥
- 340.....預濃縮器
- 342.....旁通管
- 346.....泵浦
- 348.....加熱器
- 350.....層析柱
- 352.....偵測器
- 358.....使用者介面
- 600.....一種過濾器系統性能線上監控方法的流程圖
- 602.....在過濾器系統上游採集氣流樣本
- 604.....製作並儲存質譜
- 606.....辨識出在目標過濾範圍以下的所有污染源、以及其位置與
 數量

- 608……判定這些污染源
- 614……算出過濾器的剩餘壽命
- 618……設定警示器
- 610……從質譜可看出在目標過濾門檻範圍內的化合物、以及其位置與數量
- 616……比較過濾器剩餘壽命與預設的警示限值
- 650……一種污染源與過濾器系統性能判定與監控系統的示意方塊圖
- 652……清潔乾燥空氣過濾器
- 654……基礎模組
- 656……調節裝置
- 658……控制器/處理器
- 670……控制模組
- 672……排放口
- 674……入口介面壓力
- 678……出口介面
- 682……過濾器模組
- 686……過濾捕集器或濾芯
- 688……歧管
- 702……外罩
- 704……基礎模組
- 706……過濾器模組
- 708……濾芯
- 802……外罩
- 804……濃縮器裝置
- 806……歧管
- 902……濾芯
- 904……感光器
- 906……光源
- 910……空氣
- 912……玻璃珠
- 2700……被動採樣系統
- 2701……收集裝置
- 2705……採樣線
- 2703……半導體加工系統
- 2707……氣流調節器
- 2709……氣體
- 2711……吸附性物質
- 2705……採樣線

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| 2713.....遠端 | 2715.....近端 |
| 2717.....監控器系統 | 2721.....調節器系統 |
| 2123.....加熱/冷卻裝置 | 2725.....防止回流裝置 |
| 2730.....採樣線經調整的部份 | 2800.....半導體加工系統 |
| 2810.....吸附性物質 | 2820.....收集污染源 |
| 2830.....吸附性物質 | 2840.....污染源 |
| 2850.....評估半導體加工系統內過濾器 | |
| 2860.....測量氣體流的溫度、壓力、或流速 | |
| 2870.....調節氣體流的溫度、壓力、或流速 | |
| 2901.....氣流來源 | 2903.....遞送區域 |
| 2905.....差壓監控器 | 2907.....第一台壓力測量裝置 |
| 2909.....第二台壓力測量裝置 | 2911.....氣流 |
| 2915.....氣體回流 | 3026.....護罩 |
| 3027.....收集裝置 | 3050.....濃縮器裝置組裝圖 |
| 3054.....入口介面 | 3056.....出口介面 |
| 3057.....濃縮器的爆炸組裝圖 | 3059.....歧管 |
| 3100.....系統 | 3110.....濃縮器裝置 |
| 3120.....入口介面 | 3130.....出口介面 |
| 3140.....過濾器模組 | 3150...過濾器模組 |
| 3162.....採樣端口 | 3164.....採樣端口 |
| 3166.....採樣端口 | 3168.....採樣端口 |
| 3170.....採樣端口 | 3172.....壓縮空氣入口 |
| 3180.....壓力計 | 3192.....過濾器 |

五、中文發明摘要：

本發明針對半導體加工系統內部污染源監控，提供多種被動採樣系統與方法，在各實施例中，被動採樣系統包括一收集裝置，與採樣線進行流體互通，該採樣線提供半導體加工系統送出的氣體流，該收集裝置的配置，在於針對一種或多種污染源進行採樣，污染源係藉由本身的擴散力從氣體流擴散出。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種污染監控系統，其專用於半導體加工系統內部污染源被動採樣系統，包括：

一採樣線，與半導體加工系統進行流體相通；以及

一套密封的收集裝置，內含一種吸附性物質，此收集裝置有一個近端，該近端在氣流調節器與半導體加工系統之間的一處，與採樣線進行流體互通，以利吸附性物質吸附藉由擴散從氣體流傳出的一種污染源。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統亦包括一個氣流調節器，設於採樣線內，藉此氣流調節器可大幅調節半導體加工系統送出的氣體流。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中採樣線與半導體加工系統進行流體相通，因此氣體流由過濾器下游一處的氣體所構成。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統採樣線與半導體加工系統進行流體相通，因此氣體流由過濾器上游一處的氣體所構成。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統採樣線與半導體加工系統進行流體相通，因此氣體流由過濾器內部或多個串聯過濾器之間一處氣體所構成。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統在半導體加工系統與收集裝置之間的採樣線，其內面與氣體流大致保持平衡。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統半導體加工系統包括一個微影叢集工具。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統氣流調節器包括一個定溫氣流控制器。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統氣流調節器將氣流的流速，調節到每分鐘約 0.3 到 5 公升的範圍內。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統吸

附性物質包括一種耐火吸附媒介。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統吸附性物質包括 Tenax[®] 之類的高分子物質。
12. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統系統的配置使收集裝置可收到大多藉由擴散傳來的污染源。
13. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統亦包括一套監控器系統，其裝設位置使其可監控至少收集裝置近端附近一個區域的溫度與壓力。
14. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統亦包括一套調節器系統，其裝設位置使其可調節至少收集裝置近端附近一個區域的溫度與壓力。
15. 如申請專利範圍第 1 項所述之污染監控系統，其中該系統亦包括一套防止回流裝置，設於採樣線內，藉此可大幅防止氣體流，從採樣線回流至半導體加工系統。
16. 如申請專利範圍第 15 項所述之污染監控系統，其中防止回流

裝置包括設於採樣線內的多個過濾器，藉此過濾器可大幅防止氣體流，從採樣線回流至半導體加工系統。

17. 一種污染監控系統，其專用於半導體加工系統內部污染源被動採樣裝置，包括：

一採樣線，其中一部份與半導體加工系統進行流體相通；
以及

一套密封的收集裝置，內含一種吸附性物質，此收集裝置有一個近端，此近端在氣流調節器以及採樣線與半導體加工系統進行流體相通的一部份之間的一處，與採樣線進行流體相通，以利吸附性物質吸附藉由擴散從氣體流傳出的一種污染源。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中亦包括一個氣流調節器，設於採樣線內，藉此氣流調節器可大幅調節通過採樣線的氣體流。

19. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中採樣線經過調整，使其位置有利於與半導體加工系統進行流體相通，因此氣體流由過濾器下游一處的氣體所構成。

20. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中採樣線與半導體加工系統進行流體相通，因此氣體流由過濾器上游一處的氣體所構成。
21. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中採樣線與半導體加工系統進行流體相通，因此氣體流由過濾器內部或多個串聯過濾器之間一處氣體所構成。
22. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中在半導體加工系統與收集裝置之間的採樣線，其內面與氣體流大致保持平衡。
23. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中半導體加工系統包括一個微影叢集工具。
24. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中氣流調節器包括一個定溫氣流控制器。
25. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中氣流調節器將氣流的流速，調節到每分鐘約 0.3 到 5 公升的範圍內。

26. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中吸附性物質包括一種耐火吸附媒介。
27. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中吸附性物質包括 Tenax[®] 之類的高分子物質。
28. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中器具的配置使收集裝置可收到大多藉由擴散傳來的污染源。
29. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中該裝置更包括一套監控器系統，其裝設位置使其可監控至少收集裝置近端附近一個區域的溫度與壓力。
30. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中該裝置更包括一套調節器系統，其裝設位置使其可調節至少收集裝置近端附近一個區域的溫度與壓力。
31. 如申請專利範圍第 17 項所述之污染監控系統，其中該裝置更包括一套防止回流裝置，設於採樣線內，藉此可大幅防止氣體流，從採樣線回流至半導體加工系統。

32. 如申請專利範圍第 31 項所述之污染監控系統，其中回流裝置包括設於採樣線內的多個過濾器，藉此過濾器可大幅防止氣體流，從採樣線回流至半導體加工系統。

33. 一種污染監控方法，其專用於半導體加工系統，步驟包括：

提供一收集裝置，內含一種吸附性物質；

針對半導體加工系統所送出氣流內的一種或多種污染源進行採樣，且該一種或多種污染源藉由其本身的擴散力，從氣流傳至收集裝置；

利用吸附性物質，從氣流中至少收集一種或多種污染源的一部份；以及

利用一套分析儀，在吸附性物質所中的一種或多種污染源中，至少辨識出其中一種。

34. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中收集裝置有一個近端與一個密封的遠端，其中近端經過調整，使其位置有利於與氣體流進行流體相通。

35. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中吸附性物質包括一種耐火吸附媒介。

36. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中吸附性物質包括 Tenax[®] 之類的高分子物質。
37. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中採樣步驟包括依採樣時間進行採樣。
38. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中採樣時間的範圍介於約 5 到 50 分鐘。
39. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中採樣時間的範圍介於約 2 到 4 個月。
40. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中採樣步驟包括針對一種或多種污染物進行採樣，且污染源藉由本身的擴散力，從氣體流傳到收集裝置。
41. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中半導體加工系統包括一個微影叢集工具。
42. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中該方法更包括另一個步驟：至少部份根據分析儀所辨識出的一種或多

種污染源，來評估半導體加工系統內過濾器的條件。

43. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中該方法更包括提供一條採樣線，其中一部份經過調整，使其位置有利於與半導體加工系統進行流體相通。

44. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中該方法更包括另一個步驟：調整採樣線的條件，使採樣線內面至少一部份與氣體流保持平衡。

45. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中該方法更包括另一個步驟：調節從半導體加工系統傳出的氣體流。

46. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中氣體流調節步驟，包括將氣體流的流速，調節到每分鐘約 0.5 到 5 公升的範圍內。

47. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中該方法更亦包括另一個步驟：測量氣體流的溫度、壓力與流速至少其中一項。

48. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中該方法更亦包括另一個步驟：調節氣體流的溫度與壓力至少其中一項。

49. 如申請專利範圍第 33 項所述之污染監控方法，其中分析儀包括一台層析儀與一台質譜分析儀。

50. 如申請專利範圍第 47 項所述之污染監控方法，其中分析儀包括一台氣相層析質譜分析儀(GCMS)。

51. 一種污染監控方法，其專用於半導體加工系統，步驟包括：

提供一套收集裝置，內含一種吸附性物質；

針對半導體加工系統內的一種或多種污染源進行採樣，且一種或多種污染源藉由本身的擴散力，傳至吸附性物質；

利用吸附性物質，從氣體中收集到一種或多種污染源至少其中一部份；以及

利用一套分析儀，在吸附性物質所收集到的一種或多種污染源中，辨識出其中至少一種。

52. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中收集裝置的形狀經過調整，以利置入半導體晶圓載具內。

53. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中吸附性物質包括一種耐火吸附媒介。

54. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中吸附性物質包括 Tenax[®] 之類的高分子物質。

55. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中採樣步驟包括依採樣時間進行採樣。

56. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中採樣時間的範圍介於約 5 到 50 分鐘。

57. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中採樣時間的範圍介於約 2 到 4 個月。

58. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中採樣步驟包括針對一種或多種污染物進行採樣，且污染源藉由本身的擴散力，傳到收集裝置。

59. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中半導體加工系統包括一個微影叢集工具。

60. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中該方法更包括另一個步驟：至少部份根據分析儀所辨識出的一種或多種污染源，來評估半導體加工系統內過濾器的條件。
61. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中提供收集裝置的步驟，包括將收集裝置置於半導體加工系統內。
62. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中包括另一個步驟：測量半導體加工系統內氣體的溫度與壓力至少其中一項。
63. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中亦包括另一個步驟：調節半導體加工系統內氣體的溫度與壓力至少其中一項。
64. 如申請專利範圍第 51 項所述之污染監控方法，其中分析儀包括一台層析儀與一台質譜分析儀。
65. 如申請專利範圍第 64 項所述之污染監控方法，其中分析儀包括一台氣相層析質譜分析儀(GCMS)。

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 一 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

20……污染係數與分子量的比較圖

22……污染係數

24……分子量

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：