



(21)申請案號：099107289

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 12 日

(51)Int. Cl. : **B01J19/32 (2006.01)**

(30)優先權：2009/03/18 歐洲專利局 09155550.8

2009/04/23 歐洲專利局 09158653.7

(71)申請人：素路彩化學股份有限公司 (瑞士) SULZER CHEMTECH AG (CH)

瑞士

(72)發明人：奧斯納 伊爾賈 AUSNER, ILJA (DE)；達斯 馬克斯 DUSS, MARKUS (CH)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 5632934

審查人員：洪鈴雅

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：11 共 47 頁

(54)名稱

用以純化流體之方法及裝置

METHOD AND APPARATUS FOR THE PURIFICATION OF FLUIDS

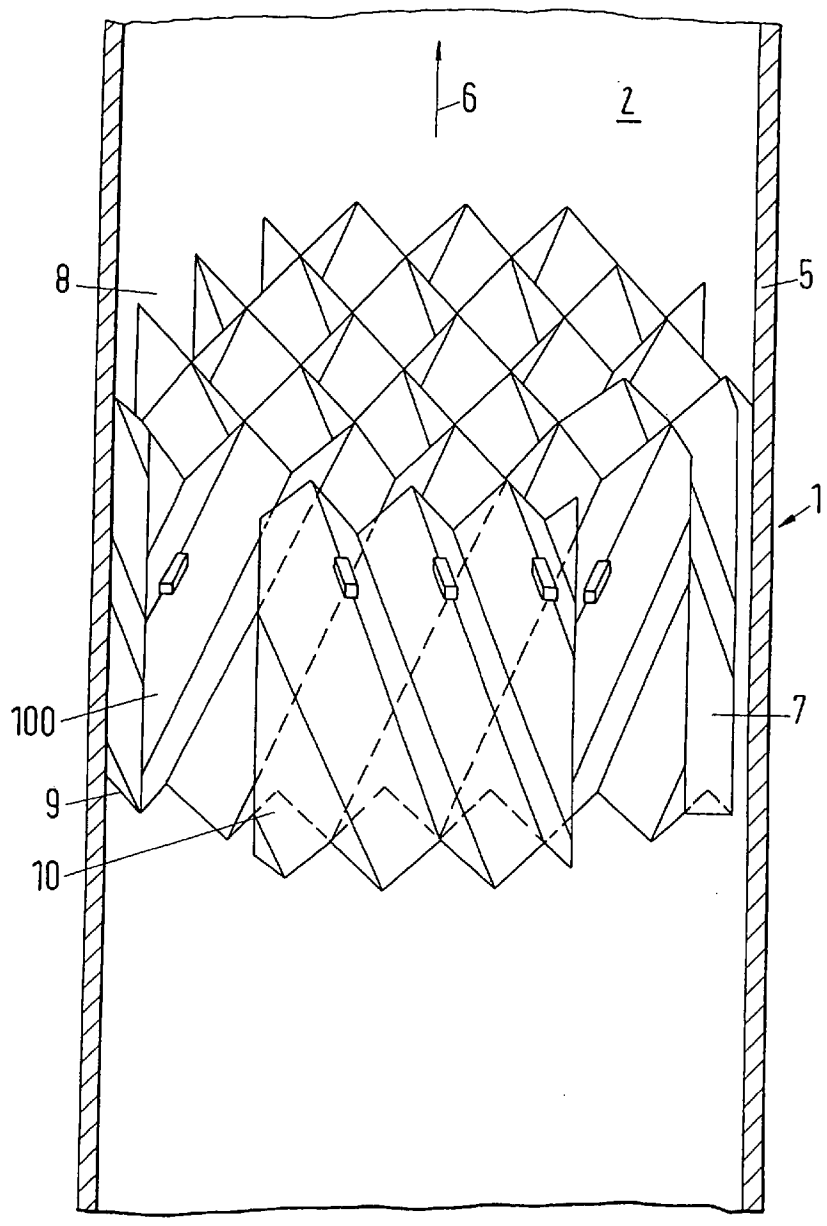
(57)摘要

一種用於純化流體之裝置包括容納較高揮發性流體與較低揮發性流體的材料交換裝置。該材料交換裝置包含結構化填充料，該結構化填充料包含第一填充層(10)與第二填充層(100)。該第一填充層(10)與該第二填充層(100)具有波紋，該等波紋形成明渠(12, 14, 16, 112, 114, 116)。第一填充層(10)之渠道(12, 14, 16)與第二填充層之渠道(112, 114, 116)交叉，其中渠道(12, 14, 16, 112, 114, 116)可由較低揮發性流體流過，如此可藉由該較低揮發性流體濕潤該渠道，其中在該渠道表面上形成該較低揮發性流體之膜，如此可藉由介於該較高揮發性流體與該較低揮發性流體之間的材料交換進行該較高揮發性流體或該較低揮發性流體其中之一的純化作用。該第一填充層(10)係經由間隔元件(24, 34, 44, 134, 144)與該第二填充層(100)接觸。

An apparatus for the purification of fluids includes a material exchange apparatus which contains a more volatile fluid and a less volatile fluid. The material exchange apparatus contains a structured packing, with the structured packing containing a first packing layer (10) and a second packing layer (100). The first packing layer (10) and the second packing layer (100) have corrugations, with open channels (12, 14, 16, 112, 114, 116) being formed by the corrugations. The channels (12, 14, 16) of the first packing layer (10) cross the channels (112, 114, 116) of the second packing layer, wherein the channels (12, 14, 16, 112, 114, 116) can be flowed through by the less volatile fluid so that the channel is wettable by the less volatile fluid, wherein a film of the less volatile fluid is formed on the surface of the channel, so that a purification can be carried out either of the more volatile fluid or of the less volatile fluid by a material exchange between the more volatile fluid and the less volatile fluid. The first packing layer (10) is in touching contact with the second packing layer (100) via spacer elements (24, 34, 44, 134, 144).

圖1

- 1 . . . 裝置
- 2 . . . 材料交換裝置
- 5 . . . 塔
- 6 . . . 主要流動方向
- 7 . . . 填充料
- 8 . . . 第一表面
- 10, 100 . . . 填充層



發明專利說明書

公告本

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99107289

※申請日：99年03月12日

※IPC分類：B01D 21/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用以純化流體之方法及裝置

Method and apparatus for the purification of fluids

二、中文發明摘要：

一種用於純化流體之裝置包括容納較高揮發性流體與較低揮發性流體的材料交換裝置。該材料交換裝置包含結構化填充料，該結構化填充料包含第一填充層(10)與第二填充層(100)。該第一填充層(10)與該第二填充層(100)具有波紋，該等波紋形成明渠(12, 14, 16, 112, 114, 116)。第一填充層(10)之渠道(12, 14, 16)與第二填充層之渠道(112, 114, 116)交叉，其中渠道(12, 14, 16, 112, 114, 116)可由較低揮發性流體流過，如此可藉由該較低揮發性流體濕潤該渠道，其中在該渠道表面上形成該較低揮發性流體之膜，如此可藉由介於該較高揮發性流體與該較低揮發性流體之間的材料交換進行該較高揮發性流體或該較低揮發性流體其中之一的純化作用。該第一填充層(10)係經由間隔元件(24, 34, 44, 134, 144)與該第二填充層(100)接觸。

三、英文發明摘要：

An apparatus for the purification of fluids includes a material exchange apparatus which contains a more volatile fluid and a less volatile fluid. The material exchange apparatus contains a structured packing, with the structured packing containing a first packing layer (10) and a second packing layer (100). The first packing layer (10) and the second packing layer (100) have corrugations, with open channels (12, 14, 16, 112, 114, 116) being formed by the corrugations. The channels (12, 14, 16) of the first packing layer (10) cross the channels (112, 114, 116) of the second packing layer, wherein the channels (12, 14, 16, 112, 114, 116) can be flowed through by the less volatile fluid so that the channel is wettable by the less volatile fluid, wherein a film of the less volatile fluid is formed on the surface of the channel, so that a purification can be carried out either of the more volatile fluid or of the less volatile fluid by a material exchange between the more volatile fluid and the less volatile fluid. The first packing layer (10) is in touching contact with the second packing layer (100) via spacer elements (24, 34, 44, 134, 144).

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：

1：裝置

2：材料交換裝置

5：塔

6：主要流動方向

7：填充料

8：第一表面

10，100：填充層

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明有關一種用於純化流體之方法，該方法較佳係在用於純化流體之裝置中進行，諸如在吸收塔或解吸塔中進行。該裝置包含壓力損失降低之結構化填充料。該填充料特別適用於具有含水系統之吸收應用，諸如從煙道氣吸收 CO₂。

【先前技術】

由於使用結構化填充料可節省待輸入能量與吸收塔之構造高度，故該結構化填充料原理用於吸收已有數十年之久（參考 K. Sattler "Thermische Trennverfahren" [Thermal Separation Processes], VCH Verlag, Weinheim 1995）。

結構化填充料在商業化具體實例中係製成相繼配置之摺疊金屬薄片，其結構具有連續彼此交叉之傾斜渠道。該等渠道正面影響該填充料內的氣相與液相之流，促進該等相之間的質量傳遞。即，令該氣相與液相在該填充料之渠道中接觸，如此促進該等相之間的質量傳遞。

爲了提高結構化填充料之分離能力，通常加大該結構化填充料之表面，此經常藉由較多層數及／或較緊密渠道幾何形狀而獲致。該總面積係該填充層之幾何表面的面積總和之計算結果。然而，該等方法導致結構化填充料中之壓降增加。不過，由此得知，爲減少壓降，必須提供較少

填充料表面，因而該分離能力（即該填充料之效率）惡化。此外，可提供更開放之交叉渠道。更開放之交叉渠道意指該等渠道的傾斜係經選擇以低於主要流動方向。此意指必須視應用而在壓降與最佳可能分離能力之間發現最佳狀況。

然而，該等交叉渠道具有較多接觸點，其在某些應用中具有正面效果，亦在其他應用中具有負面效果。

在具有良好濕潤性之液體流應用中，諸如在有機流體淨化處理中，該等接觸點具有將撞擊液體流分開且偏轉至該等渠道側的效果。因而放大該液體的橫向分布，且改善該效率。該等接觸點另外具有令氣體流主要以該等渠道之方向且不與流動之主要方向平行地流動，如此可改善氣體側之質量傳遞。

靜滯區可在該接觸點周圍形成，該處液體參與材料交換的程度低於位在結構化填充料上之剩餘液體。此現象已從說明用於低溫淨化之填充料的 US 6,378,332 B1 習知，該專利意欲減少發生此等靜滯區。根據 US 6,378,332 B1 之解決方案在於藉由每一個別填充層之交替高與平坦褶曲來減少每於填充層之間的接觸點數量。然而，考慮此方面而具有小表面張力的系統形成全體表面的理想濕潤，即該等接觸點後方區域仍被液體濕潤。由此可知在理想情況中有效可用材料交換面積的差異僅為接觸點所需要的接觸表面。因此，只有接觸點導致有效可用材料交換面積損失。該有效可用材料交換面積係界定為被較低揮發性流體（在大部

分實例中為液體) 濕潤的全體表面部分。

因此從 US 6,378,332 B1 習知之淨化處理中，使用具有交叉渠道結構的結構化填充料，該結構係由彼此交叉放置之成波紋狀或摺疊金屬薄片製成。相鄰之金屬薄片沿著該波紋尖峰或沿著邊緣彼此接觸。較高揮發性液體可在該等摺疊金屬薄片之間與較低揮發性流體逆向流動，其中可發生材料交換。US 6,378,332 B1 中顯示一種減少兩個相鄰之金屬薄片之間接觸點數量的方法。為此目的提出改變該等波紋尖峰或該等邊緣之高度，使得每一金屬薄片只有某些波紋尖峰或邊緣具有最大高度。如此該金屬薄片僅在沿著波紋尖峰或邊緣的最大高度處彼此接觸。

亦已在不同文件中提出預見配置在兩個相鄰填充層之間的中間元件，使得相鄰之填充層之間獲得某一距離，詳見例如 EP1063009 或 EP1216752。該等中間元件為大型平板元件，其對氣體及 / 或液體之流動可具有相當大的影響，且可能造成壓降增加。

該質量傳遞係明確地受到液體控制系統中之材料交換面積影響。當該液相中發生化學反應時，其特別適用。EP 0 671 963 B1 提出此目的以將該等填充層更緊密地結合，使每單位體積可容納的填充層多於一般慣用者。較高材料消耗與壓力損失增加係此一方面的缺點。

茲已意外發現具有較少接觸點之填充料係經不同配置，且其一方面減少該氣體側之壓力損失，而另一方面減少全體表面，其對於液體控制系統中對於吸收能力具有正面

影響，當該液相中發生化學反應時特別如此。

因此，此種填充料結構較佳係用於液體控制系統，較有利係用於從氣體流吸收CO₂的系統。在該系統中，質量傳遞明確地受到液相中之化學反應影響。該CO₂係在例如發電廠形成的廢氣中產生。在下游吸收系統中利用吸收作用將該CO₂與廢氣流分離，將之壓縮，然後貯存在例如地底下。該吸收作用所需要的結構化填充料儘可能產生較少壓降，且另外能提供高分離能力。

【發明內容】

因此，本發明目的係降低該填充料內的壓力損失，因而可節省產生氣體流的能量。不過，降低壓力損失的代價可能為損失材料交換面積。因此，目的係在材料交換裝置中提供填充料配置，其特徵係以較低壓力損失與使用較少材料更佳地利用該全體表面。

該等目的可藉由用於純化流體之裝置而滿足，該裝置包括材料交換裝置包含結構化填充料之容納較高揮發性流體與較低揮發性流體的材料交換裝置，該結構化填充料含有第一填充層與第二填充層，該第一填充層與該第二填充層具有波紋，由該等波紋形成明渠，該第一層之渠道與該第二填充層之渠道交叉，該等渠道可由較低揮發性流體流過，如此可藉由作為膜狀之該較低揮發性流體濕潤該渠道，可藉由介於該較高揮發性流體與該較低揮發性流體之間的材料交換進行該較高揮發性流體或該較低揮發性流體其

中之一的純化作用。該第一填充層係經由間隔元件與該第二填充層接觸，因此該間隔元件係該第一或第二填充層的一部分。

間隔元件較佳係製成棒條狀。若現在提供此等間隔元件，可增加相鄰之填充層之間的間距，於該等棒條位於結合該等明渠之頂點時特別明顯。可瞭解頂點為波紋尖峰或邊緣，即，渠道的兩個相鄰之側表面所形成之頂端。當介於填充層之間的間距增加時，若不得改變該填充料所佔據總體積，該材料交換裝置中可配置較少填充層。然而由此可知該填充料之全體表面減少。

一般公認此敘述適用於該全體表面。然而，已顯示出此敘述無法套用至特定應用的材料交換面積。該材料交換在複數個依序進行之用於純化較高揮發性流體（特別是氣體）的部分步驟中發生。藉由擴散作用將該氣體中所含之必須予以分離的組分輸送至該液體界面。該等組分隨後必須通過該界面且被該液體吸納。化學反應特別可在該液體中發生，如此該等組分在該液體中保持結合，且可與該液體一起排出。若該液體中之擴散速度或反應動力比進行部分步驟花費更多時間，則該擴散速度或反應動力代表全體材料交換的限制因數。必須提供儘可能大之供該液體用的材料交換面積，如此可改善該材料交換。由交點數減少所造成之氣體側質量傳遞惡化不會對於上述液體控制之應用扮演任何決定性角色。

本發明另一目的係選擇該等接觸點的配置以使得接觸

點所致之材料交換的不良變化最小。

間隔元件特別配置在根據任一前述具體實例之裝置的第一填充層的邊緣區中。該邊緣區特別為長條，其直接緊鄰該填充層邊緣延伸。該長條具有與該填充層一致之長度。

該填充層之長度係界定為在該材料交換裝置中垂直安裝該填充層的狀態下該填充層水平方向的延伸部。該填充層之高度係界定為在該材料交換裝置中垂直安裝該填充層的狀態下該填充層垂直方向的延伸部。就具有非垂直軸之材料交換裝置而言，該填充層之長度係界定為在與該材料交換裝置之軸正交的平面中的延伸部分，而在填充層之高度情況下，欲指填充層之沿該材料交換裝置之軸方向的延伸部分。

該長條形成具有與該填充層一致之長度或與該填充層一致之高度的邊緣區。該長條另外具有界定為與該填充層邊緣正交之距離的寬度。

該寬度係視該填充層波紋相對於該材料交換裝置之軸配置的角度而定。該長條的寬度為間隔元件之高度 h 的最多兩倍，較佳為該間隔元件之高度 h 的最多 1.5 倍，因此如下從間隔元件之長度導出 h ：

$$h = a \cos(\Phi)$$

與仍需要接觸點均勻分布但接觸點數量減少的先前技術相反的是，本發明中完全不需要該等接觸點均勻分布在全體表面。若數個接觸點因此更緊密地放置在一起，該流

動限制產生該等接觸點後方之反流動效果，因而令人意外地減少接觸點後方之未被濕潤區域。因此，形成數個未被濕潤表面較少之接觸點且材料交換面積對全體表面之最大比。

根據該裝置一較有利具體實例，該等間隔元件係位於每一填充層上。在此種情況下，所有填充層均具有相同結構，其減少製造工作量及／或成本。該等填充層可以連續摺疊之帶的形式連續製造，在此同時亦製造該等間隔元件。將該配備有間隔元件之摺疊切成所希望之尺寸。該等切成特定大小的帶部分生產填充層，當將填充層放置於彼此相鄰之另一填充層上時，轉動每一第二填充層以便形成該等填充層之交叉配置。

有利的是，當該等填充層垂直對準時，該等間隔元件係設置在彼此下方或緊鄰彼此。該等間隔元件特別形成一系列垂直或水平延伸之接觸點。

因此，本發明之另一目的係提供在相同數量或較少數量之接觸點的情況下具有經改良安定性的結構化填充料。該等波紋具有固定波紋高度以改善安定性。

該裝置特佳係用於吸收塔或解吸塔。

一種在包含結構化填充料之材料交換裝置中純化流體的方法，其包括以下步驟：將較低揮發性流體供應至該材料交換裝置；將該供應之較低揮發性流體分配在全體表面上；將較高揮發性流體供應至該材料交換裝置的流體入口區內；將該氣體入口區中之該較高揮發性流體分配在全體

表面上，其中該較高揮發性流體與該液體逆向流動；收集自該流體出口區中之填充料排出的較高揮發性流體，其中該結構化填充料含有第一填充層與第二填充層，該第一填充層與該第二填充層具有具固定波紋高度之波紋，該等波紋形成明渠，該第一填充層之渠道與該第二填充層之渠道交叉，該較高揮發性流體從該流體入口區以該流體出口區的方向流經該等渠道，該較低揮發性流體環繞流經該等渠道的該較高揮發性流體且沿著該等渠道壁流動。該第一填充層係經由間隔元件與該第二填充層接觸，如此在該等渠道所形成之材料交換面積上發生介於該較高揮發性流體與該較低揮發性流體之間的材料交換。

該純化作用藉由材料交換而發生，當應純化該較高揮發性流體時，該材料交換視待從較高揮發性流體流移除的組分被該較低揮發性流體吸納的速度而定，或者當應純化該較低揮發性流體時，該材料交換係視待從較低揮發性流體移除的組分被該較低揮發性流體釋放（即發生汽提）的速度而定。

該較高揮發性流體特別為氣體；該方法可用於例如純化含有CO₂之氣體。該較低揮發性流體係可發生化學反應的液體。

採用間隔元件且藉由接觸點之配置的材料交換裝置中可能獲得最大液體濕潤之全體表面。

該結構化填充料較佳係由褶曲全為均一高度的填充層製成。因此產生該填充料之高度安定性，此在大直徑之塔

中特別重要。藉由在該等填充層之間導入間隔元件實現根據本發明之該個別填充層之間的接觸點數量。該等間隔元件可製成棒條，其係由例如金屬線或窄薄片金屬長條製成，將該等間隔元件施加於該等摺疊填充層之特定點處，如此以界定間隔及在界定點處將該等填充層彼此分開。

該等間隔元件可藉由從該填充層之金屬深衝或衝壓而製造，或者使介於該間隔元件之所希望位置之間的波紋層與谷凹陷部變形，使該褶曲高度變低。

該間隔元件係施加於界定點處，例如在該填充層之上緣與下緣。當個別填充層置於彼此之上時，該等渠道僅在該填充層上緣與下緣之邊緣區中的間隔元件處接觸，如此產生相當大幅減少接觸點以及最大化該材料交換面積之效果，同時具有該個別填充層之安定性。

【實施方式】

下文茲參考圖式解釋本發明。

圖1顯示根據本發明之裝置1，其包括某些形成填充料體之結構化填充料7的填充層。應瞭解用於介於兩個流體相之間材料交換的工具為結構化填充料7。結構化填充料7係用於材料交換裝置2中。該材料交換裝置可特別製成塔5。

結構化填充料7係由複數層彼此呈規則重複幾何關係之填充層所製成。相鄰之填充層的間距可加以選擇以作為該幾何關係的實例。根據該幾何關係，相鄰之填充層彼此

的間距可週期性採用相同值，以便由該等具有相同或至少週期性相同間距的填充層之總和形成某一結構。在全體結構化填充料中發現該週期性，因此提供該填充料規則結構。該結構可特別製成波紋。

反之，散裝填充體填充料係由散裝填充體所製成，即由具有相同幾何結構之元件製成，不過每一散裝填充體可與相鄰之散裝填充體具有任何所希望的間距，因此無法辨識該等間距的週期性。將該散裝填充體導入該塔作為填充物。其在塔底形成堆。該堆的特徵係個別散裝填充體之無規配置。

根據圖 1 之填充層係由具有波紋之薄壁元件所製成。該波紋部分之特徵係隆起部分的週期性重複順序，即波紋尖峰與谷凹陷部（即波紋谷）。該等波紋可特別製成具有銳角會聚邊緣之鋸齒狀部分的褶曲。該等填充層係以使兩層相鄰之填充層的波紋與主要流動方向呈某一角度傾斜的方式相對於彼此配置。相鄰之填充層之波紋係彼此交叉配置。

圖 2a 顯示根據圖 1 之結構化填充料 7 的兩層相鄰之填充層 10，100。第一填充層 10 係與第二填充層 100 相鄰配置。該第一填充層 10 與第二填充層 100 可特別包括薄片金屬或金屬織物之元件；或者，其亦可包括塑膠或陶瓷材料之元件。此方面之元件包括該全體填充層，但亦可形成該填充層的一部分。該元件可具有包括波紋之板狀形式，特別是鋸齒狀部分或具有圓形尖峰與谷底部的波紋。該元件可具

有塑膠或陶瓷塗層以使該填充層具有耐化學影響（諸如腐蝕）或熱影響（諸如溫度）或機械影響（諸如壓力）之抗性而更為耐用。

圖 2 a 中之第一填充層 10 與第二填充層 100 係以一表示填充料 7 之第一表面 8 細節的圖式顯示。填充料 7 之第一表面 8 實質上與主要流動方向 6 正交配置。該流動方向稱為主要流動方向 6，其中之較高揮發性流體（特別是氣體）向上流動，即以該塔 5 之頭部方向流動，該塔 5 中無設備。或者，相反方向亦可界定為主要流動方向。此種情況下，主要流動方向對應於較低揮發性流體（通常為液體）流經無設備之塔（即自由下落）的方向。在該填充料中，由於流動因該填充料之填充層而偏轉，該流動方向局部偏離主要流動方向。

結構化填充料 7 之第一填充層 10 具有波紋，其中由該等波紋形成複數個明渠 12，14，16。該等渠道包括第一波紋谷 22、第一波紋尖峰 32、及第二波紋尖峰 42。該第一波紋尖峰 32 與第二波紋尖峰 42 在第一波紋谷 22 處結合。該第一波紋尖峰 32 與第二波紋尖峰 42 具有第一頂點 33 與第二頂點 43。在該第二波紋尖峰 42 之第二頂點 43 上形成以第二頂點 43 方向延伸且製成棒條的間隔元件 44。該第一波紋尖峰 22 具有谷底部 23。該間隔元件 44 具有邊緣 45，該邊緣 45 距離波紋谷 22 之正交間距 27 大於第二波紋尖峰 42 之第二頂點 43 距離該波紋谷 22 之谷底部 23 的間距。此亦適用於間隔元件 34 之邊緣 35。

介於第一波紋尖峰 32 之第一頂點 33 與該第一波紋谷 22 之谷底部 23 之間的正交間距係稱為波紋高度 28。因此該波紋高度 28 小於正交間距 27。在本發明之填充層中，該谷高度 28 特別是實質上固定，即，其係在 0.5 mm 範圍內之一般容限範圍內。

棒條 34 亦可配置在第一頂點 33 上。棒條 24 亦可選擇性配置在第一谷底部 23 上。

結構化填充料 7 之第二填充層 100 具有波紋，其中由該等波紋形成複數個明渠 112，114，116。該等渠道包括第一波紋谷 122、第一波紋尖峰 132、及第二波紋尖峰 142。該第一波紋尖峰 132 與第二波紋尖峰 142 在第一波紋谷 122 處結合。該第一波紋尖峰 132 與第二波紋尖峰 142 具有第一頂點 133 與第二頂點 143。以第一頂點 133 方向延伸之棒條 134 係在該第一波紋尖峰 132 之第一頂點 133 上形成。以第二頂點 143 方向延伸之棒條 144 係在該第二波紋尖峰 142 之第二頂點 143 上形成。該第一波紋尖峰 122 具有谷底部 123。棒條 134 具有邊緣 133 且棒條 144 具有邊緣 145，該邊緣 145 距離波紋谷 122 之谷底部 123 的正交間距大於第二波紋尖峰 142 之第二頂點 143 距離波紋谷 122 之谷底部 123 的間距。該頂點的至少一部分係製成邊緣。至少某些波紋谷可製成 V 形。圖 2a 之填充層的所有波紋尖峰之介於谷底部與頂點之間的正交間距基本上相同。

圖 2b 顯示具有波紋之結構化填充料的兩層相鄰之填充層，根據該圖，該等頂點不形成任何銳角邊緣，而是製成

圓形部分。否則則參考圖 2a 之說明。

圖 3 顯示材料交換面積（例如圖 2a 或圖 2b 所示之填充料的填充層 10）上之接觸點配置的影響。有關此一方面之圖 3a 顯示根據先前技術之配置。該填充層 10 覆蓋填充層 100，由於填充層 100 位在該圖式平面後方，故無法看見彼。第一頂點 33、第二頂點 43、以及設置於其間之谷底部 23 係以填充層 10 作為實例之方式顯示。該第一與第二頂點 33、43 以及谷底部 23 形成褶曲邊緣。頂點 33、43 位於屬於填充層 100 之谷底部 123 上。填充層 10 與填充層 100 各者自然地個別含有複數個頂點與谷底部，由於該等頂點與谷底部與已標出者並無不同，故未更詳細地予以標示。圖 3 中，將屬於波紋尖峰之頂點的線畫得比屬於谷底部之線更粗。此外，提供長虛線表示第二填充層 100 之波紋尖峰頂點，短點狀虛線表示填充層 100 之谷底部。接觸點 48（圖 3 中以圓圈做記號）係在填充層 10 之谷底部與填充層 100 之頂點會合點產生。接觸點 48 係均勻分布在兩層顯示之填充層 10、100 中的全體表面上。

從圖 3 可看出，該等接觸點設置得彼此相當接近，因此相當大量小區域 46 未被較低揮發性流體濕潤，如此在全體表面形成較小部分之材料交換面積。圖 3 中，僅顯示單一區域 46；箭頭 47 代表該較低揮發性流體之流動。

圖 4 顯示接觸點減少之實例，其係例如藉由 US 6,378,332 B1 所提出的填充層之褶曲而減少。因箭頭 47 所標示之較低揮發性流體的流動，整體明白地形成相當少

但亦較大之未被濕潤區域 46。整體來說，在全體表面形成小部分材料交換面積。圖 9 中將詳細檢視圖 4 之填充層的幾何形狀。

圖 5 顯示介於本發明兩層相鄰之填充層 10，100 之間的接觸點 48 的配置。該填充層 100 係配置在填充層 10 後方。關於此表示圖茲參考圖 3。與填充層 10 表面有關之接觸點的數量減少。該等接觸點特別是未均勻分布在該全體表面上。

該填充層 10 包括第一邊界 50 以及第二邊界 60，其中第一邊界 50 係與第二邊界基本上平行配置。藉由垂直對準填充層，邊界 50 跨越上方界面且第二邊界 60 跨越下方界面。填充層 10 另外包括第一邊界 51 與第二邊界 61。在填充料中之填充層垂直對準的情況下，該第一邊界 51 與第二邊界 61 相鄰於該材料交換裝置（特別是塔）之內壁，或沿著段接界延伸，在大材料交換裝置中另一填充料段係與之相鄰。在具有大直徑（例如 1 m 與更大）之材料交換裝置中，已證實將該填充料分成數個填充料段之製造與組裝的簡化相當成功。填充料段僅在該材料交換裝置之橫斷面一部分上延伸。複數個該等填充料段係彼此緊鄰配置，如此填充料段之總和覆蓋該材料交換裝置的橫斷面全體表面。接觸點 48 係配置在第一及／或第二邊界 50，51，60，61 之鄰近處。該等接觸點較佳係具有間隔元件。該等間隔元件可製成凹口或棒條。將複數個具有與圖 2a 或圖 2b 間隔元件 34，44 相同結構的間隔元件配置在第一邊界 50，51 之鄰近處。

[5]

或者或是另外，可將複數個間隔元件 24 配置在第二邊界 60，61 之鄰近處。間隔元件自然亦可位於該第一與第二邊界各者中至少一者的鄰近處。

圖 6 中，另外顯示另一變體，其中該等接觸點未彼此緊鄰配置，而是配置於彼此之上。此處，沿著該等接觸點向下流動之液體亦產生使介於該等接觸點之間的未被濕潤區域最小化的效果。

由於液體仍留在設置於彼此之上的兩個填充料之間的接界處之故，圖 5 中該等接觸點之水平配置具有不會在接近邊緣區的較下方接觸點之後形成該等未被濕潤區之優點。由於該濕潤作用已因其他干擾性影響而變得不適宜，因此通常較有利的是將接觸點定位於邊界 50，60，51，61 之鄰近處。反之，若該等接觸點係定位在該填充層內部，則全體表面之其他部分因而濕潤不良，在無干擾之下會保持此情況。

本發明填充料 10 之圖式係示於圖 7。圖 7 中另外以草圖顯示該填充層 10。相關聯之結構化填充料 1 包括第一填充層 10 與第二填充層 100，其中該第二填充層 100 較佳係具有如第一填充層 10 之波紋。該第一填充層 10 與第二填充層 100 係以第一填充層 10 之渠道與第二填充層 100 之渠道交叉的方式配置。該第一填充層 10 係經由至少一個棒條 24，44 而與第二填充層 100 接觸。該等棒條係配置在第一與第二填充層 10，100 各者上。該等棒條較佳係如圖 5 或圖 6 配置。爲了簡明起見，該第二填充層 100 未圖示於圖 7。第二填

充層 10 之棒條係與第二填充層 100 之棒條接觸。配置在第一邊界 50 之鄰近處的棒條 44 較佳係以製成在填充層 10 之第一側 11 上的隆起部分方式設置。配置在第二邊界 60 之鄰近處的棒條 24 係製成在填充層 10 之第二側 13 上之隆起部分。填充層 10 之第一側 11 係與第二側 13 相對地設置，且形成該填充層之個別一個表面。

在第一與第二填充層 10，100 垂直對準的情況下，該等棒條可特別配置在彼此下方。或者或是與此結合地，在第一與第二填充層垂直對準的情況下，該等棒條可彼此緊鄰配置。

亦可沿著該填充層 10，100 之頂點配置不一定製成棒條或不僅限於棒條之間隔元件。此種間隔元件可藉由在該正交褶曲高度上突起的任何所希望之隆起部分形成。應瞭解褶曲高度為介於波紋尖峰與相鄰之波紋谷之間間距。若波紋谷的頂點具有有限曲率，則該間距係界定為兩個彼此平行設置之頂點正切的正交間距。若曲率無限大，即，該頂點為銳角且最高點因此無清楚經界定之正切，則放置一通過該最高點的平面，該平面包含該填充層側之所有頂點。同樣放置一通過波紋谷最低點之平面，該平面包含所有該波紋谷與其他波紋谷的最低點。此二平面應為彼此平行。由此得知褶曲高度係介於此二平面之正交間距。此等間隔元件在該頂點或該邊緣之一部分上方延伸。該等間隔元件可藉由從填充層胚料深衝而製造，例如從填充料金屬薄片深衝，或可藉由沿著上方邊緣放置細條形元件（例如

金屬線元件或棒條元件)而製造。該等間隔元件有利地施加於該波紋尖峰之頂點的一側或該等褶曲谷一側。該等間隔元件較佳係沿著相反或相同邊緣區 50, 60 施加。

此配置之優點係胚料可製成無限長。此種胚料可由帶狀材料製成，例如為板狀金屬薄片。然後，可從該帶狀材料切出特定長度部分。例如藉由彎曲處理將該等部分轉化成波紋。或者，使用已具有波紋之帶狀材料。然後該切成一定長度且具有波紋之部分形成該填充層。於彎曲處理期間在該等波紋上疊加深衝製程，如此在該彎曲製程期間藉由深衝製造該等間隔元件。或者，可能使用將介於棒條之間的區不同地彎曲或稍微向下壓以使得其與該等棒條之距離不同的製造方法。藉由轉動所有第二波紋以匹配方式將第一填充層 10 與第二填充層 100 依次置於彼此上方。間隔元件之個別列係位於上方與下方邊界鄰近處及 / 或橫向邊界鄰近處的所有填充層之間。

圖 8 圖示說明在第一填充層 10 之波紋頂點 33, 43 上之深衝間隔元件的長度。該等頂點 33, 43 係與主要流動方向 6 呈某一角度 Φ (phi) 傾斜配置，且具有該第一頂點 33 至第二頂點 43 之間距 b_0 。此方面之間距 b_0 可固定。該間距 b_0 另外係在介於第一谷底部 23 與第二谷底部 26 之間發現。圖 8 中，該第一谷底部 23 與第一波紋谷 22 重合，且該第二谷底部 26 與第二波紋谷 25 重合。間隔元件 24, 34, 44 之長度於圖 8 中係以「a」表示。長度「a」係該間隔元件在相關聯頂點之方向之縱向延伸範圍。長度「a」較佳係經選擇

以使得第一填充層 10 的每一頂點與相鄰之第二填充層 100 正好於間隔元件所在處具有一交點。填充層 10 之間隔元件係與第二填充層 100 之頂點的接觸點接觸。該接觸點可但不一定必須為第二填充層 100 之間隔元件的一部分。

$$a = b_0 / \sin(2\Phi)$$

在第一填充層之傾斜角 ϕ (Φ) 與第二填充層之傾斜角為相同量值的假設下，獲得此關係式。

圖 8 係以該假設為基礎。該間隔元件之長度必須只有這麼大以使得其精確地與第二填充層或其波紋尖峰交叉。因此，交點 A 恰好位於該第一間隔元件之端點，交點 B 恰好位於該第二間隔元件的長度稍微外部處。由於圖式中無法顯示該極小差異，故在圖 8b 中繪出該第二填充層之第一波紋尖峰的兩個交點。

若第二填充層相對於圖 8b 中之填充層位置向左水平移動，交點 A 沿著該間隔元件之長度 a 向上遷移至設置在 A 點反面之間隔元件的末端處。

在所顯示實例中，第二填充層恰好設置成發生與該間隔元件之交點係存在 A 點但 B 點處實際上並無與該間隔元件之交點的界線實例。由於兩層相鄰之填充層 10，100 的傾斜角為相同量值，沿著第二填充層之波紋尖峰的頂點的間距 AB 同樣與該間隔元件之長度 a 一致。

因此，具有側邊長度 x、a 與 a 之三角形 ABC 為等腰三角形。另外導致跨越兩個側邊 a 之角度正好為 2Φ 。同樣繪出波長 b_0 ，其係介於第一填充層之波紋尖峰的兩個頂點之 [5]

間的正交間距。該三角形必須具有直角及包括在邊緣 B 之角度 2Φ 。

使用傾斜角 Φ 與波長 b_0 時因而形成所希望之 a 的關係式

$$a = b_0 / \sin(2\Phi)$$

間隔元件之高度較佳係在該層高度的 10 至 30% 範圍內，如此在個別填充層之間形成的間隙恰好為該數值範圍。用於含水系統之該等間隙的最小值為 1.5 mm。由於液體（特別是水）會陷在兩個相鄰之邊緣之間，會留在該處，且形成液體橋，故較窄間隙會較不利。

圖 9a 中，顯示根據習知構造形狀具有不同高度之褶曲以減少接觸點的填充層。該構造形狀的缺點在於上側與下側受載時（以箭頭 20，21 表示力的方向），該填充層被壓縮。該等褶曲包括第一頂點 65 與第二頂點 85 以及設置於其間之波紋谷 75。該第一與第二頂點 65，85 可與相鄰之填充層（未圖示）接觸。形成一個褶曲之中間波紋谷 66 與中間波紋尖峰 67 係設置在第一頂點 65 與谷底部 75 之間。該中間波紋谷 66 具有中間谷底部 68，且中間波紋尖峰 67 具有中間頂點 69。介於中間谷底部 68 與中間頂點 69 之間的正交間距小於介於頂點 65 與谷底部 75 之間的正交間距 71。正交間距 70 為圖 9a 所示之具體實例中的正交間距 71 的大約一半。如此藉由該中間波紋谷 66 與中間波紋尖峰 67 形成一半高度之褶曲。該一半高度之褶曲係作為縐褶緩衝區且可予以變形。一方面，藉由該變形可構成非安定填充料體；另一方面

，不可能觀察到固定層高度之填充料。該層高度對應於先前界定之正交間距 71。

可藉由根據本發明之構造形避免此問題。如圖 9b 顯示，在每一褶曲上具有間隔元件之填充層可被壓縮程度遠遠較低，因此該填充層的上側與下側可暴於較高負載。此使得可設計安定填充料體且確保實質上固定之層高度。

圖 10 顯示吸收系統 90。吸收系統 90 包括兩個材料交換裝置吸收器 91 與解吸器 92，彼等係特別製成塔狀。在吸收系統中之吸收器內將一或更多種組分與氣體流分離。為此目的，使用液態溶劑或吸收劑。在解吸器 92 中，從所吸納之組分純化出溶劑或吸收劑。

吸收作用與淨化作用二者均為將一或更多種組分與現有之進料流 93 分離的分離處理。淨化作用係以個別組分之不同沸點為基礎用以分離液態混合物，其中應瞭解淨化為特別包括複數個分離階段的連續蒸餾作用。反之，在吸收作用中借助於適當溶劑或吸收劑 94 將一或更多種組分與氣體流分離，如此從氣體流分離出來。因此，吸收器 91 之塔頂產物為經純化之氣體流 95。吸收器 91 之底部產物 96 為載有該組分或該等組分的吸收劑或溶劑。就經濟、能源或生態因素而言，純化該吸收劑或溶劑及作為經純化溶劑或吸收劑 94 再次供應至該吸收器可能較切合實際。該吸收劑與溶劑之純化作用在解吸器 92 中發生。該負載之吸收劑或溶劑（即，該吸收器之低部產物 96）形成該解吸器之進料流。根據圖 10，將該進料流作為液體供應至該解吸器。解吸

器 92 可容納一或更多種根據任一前述具體實例之填充料。該負載之溶劑或吸收劑以收集器 95 之方向流動。該吸收劑或溶劑至少部分在該收集器中蒸發，為此目的，提供收集器蒸發器 98。在該收集器蒸發器中蒸發的吸收劑或溶劑含有待分離之組分，且於在該塔中從以該收集器方向流動的負載之吸收劑或溶劑的進料流上升期間吸收待分離組分。如此，富含待分離組分之氣態分流 99 在在該解吸器中上升。待分離之組分可熱分離（即，藉由冷凝）或經由其他下游分離步驟而與該氣態分流 99 分離。

或者或是此外，若該解吸器應在低於該吸收器之壓力下操作，可提供膨脹裝置，或者若該解吸器必須在高於該吸收器之壓力下操作，可提供壓縮裝置。

介於氣體與液態之間的質量傳遞通常係根據淨化中從收集器至塔頂雙向的溫度下降而發生。具有較高沸點之流體從該氣相冷凝出來且被吸納在該液體中，而具有較低沸點之流體係從液相蒸發成氣相。在吸收作用中，質量傳遞僅單向發生；此處氣體係被該液體吸收。

淨化作用與吸收作用之間的差異在於淨化作用中將氣體流與液體流彼此結合；反之，於吸收作用此二流可彼此獨立設定；在淨化作用中特定量之流體被蒸發且沿該塔頂部之方向在該塔中上升。在塔頂冷凝所有蒸氣，將之作爲液體流至少部分再次導回該塔內。因此最大可想像之液體量爲抵達該塔頂部的蒸氣總冷凝量。若在該收集中蒸發更多液體，則亦有更多液體可流回。在這方面將兩種流彼此

結合，且該質量傳遞係明確地視蒸氣流而定。因此，淨化應用之氣體側通常受控制。

反之，吸收應用中可借由泵與風扇之助而設定不同操作條件：大吸收劑流可與較小氣體流接觸，或者反之亦然。此外，該吸收劑可以不同方式將氣體組分結合於其中：物理性、藉由化學反應或兼具物理與化學方式。在這方面，不論質量傳遞在氣體側受到更多控制或在液體側受到更多控制，針對特定氣體組分選擇吸收劑或溶劑以及該氣體與液體中之濃度相當關鍵。

製造含有間隔元件之填充料的原型以檢驗根據本發明之填充料的可行性：從習用填充料中移出許多填充層，且藉由在該等其他填充層之間插入相同厚度的間隔元件令該變空之空間均勻。每一填充層因此包含距離兩層相鄰之填充層的固定界定間距，藉此在所有填充層之間形成具有經界定寬度之間隙。在檢驗之實例中，該寬度為 1.5 mm。此外，該原型中之接觸點數量從 $79,500 \text{ m}^{-3}$ 個降至 $18,000 \text{ m}^{-3}$ ，且全體表面從 $205 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 降為 $190 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 。若其他設施未再次補足損失，則該全體表面減少必定伴隨發生分離能力或填充料之效率降低。根據 US 6,378,322 B1，雖然全體表面減少但淨化作用中顯示有利分離效果的具體實例是可能存在的。

上述原型先在淨化應用中進行測試。將用於本目的之填充料安裝在內徑為 250 mm 之測試塔內，且使用測試系統氯苯/乙苯予以測量。該測試證實先前推測：由於該等

間隙斷產生之更開放橫斷面表面緣故，該填充料上的壓力損失比無間隔元件之填充料略微減少。反之，全體表面之減少造成分離能力下降。該具有間隔元件之填充料比無間隔元件之填充料每公尺具有較少分離級（NTSM：每公尺之理論級數）。低於負載點之點（本實例中，低於F因數 $3\text{Pa}^{0.5}$ ）對於該比較具有決定性。F因數係空塔中之平均氣體速度乘以氣體之密度的平方根之度量。該F因數與氣體的動能成比例。應瞭解負載點係增加氣體-液體交會之點。

該具有間隔元件之填充料的對應NTSM值為 $1.6/\text{m}$ ，且無間隔元件之填充料的值為 $1.7/\text{m}$ 。該NTSM值係分離能力之特徵。NTSM值愈大，該填充料之分離能力愈大。因此，該分離能力並未因全體表面而改善。

因此該等目前之發現表示根據本發明之具有較少接觸點且填充層之間具有較大間距的填充料公認地減少壓力損失，但另外亦造成在淨化作用中之分離能力下降。因此，此種填充料不用於淨化作用，如此與明顯有利於淨化作用之US 6,378,322 B1中所表示的填充料基本上不同。

令人意外的，已發現在其他試驗中，存在本發明之填充料產生根據全體表面之分離能力改善的質量系統。此方面的焦點主要集中在通常對於全體表面濕潤作用差之傾向的大表面張力系統（通常為含水系統）。尤其是愈來愈多水溶液用於吸收作用，由於高表面張力之故，在相當高體積流量呈液體薄膜之水溶液僅完全濕潤可用表面。反之，

該填充料之全體表面的較差濕潤導致分離能力降低。因此在吸收應用中之結構化填充料應具有以下性質：在填充料上之壓力損失低，及提供儘可能大之全體表面，且全體表面必須儘可能被該液體濕潤。

因此，接觸點減少造成吸收能力改善之假設如下：由於所使用之液體濕潤性質差之故，在填充層上之接觸點後方形成完全不被該液體所濕潤的區域。如此，全體表面可以不被該液體完全濕潤。防止在接觸點上流動的液體被擋住且偏轉至側邊。當水成爲薄膜向下流過平坦表面時亦可觀察到類似現象，且該流會因導入之物體（例如放置於該平面之手指）而突然受到擾亂。該薄膜流在該物體後面打開且產生乾燥未被濕潤表面，該處僅於從該流中移除該物體時才會再次濕潤。

所試驗之質量系統爲在液體側受控制之含水系統。吸收存在周圍空氣之 CO_2 ，且藉由苛性鹼液化學結合。該液體中之化學反應發生得如此之快，故在此方面該吸收作用原則上係受到該氣相與液相之間的界面限制。此意指該全體表面中之材料交換面積部分在此處具有關鍵重要性。所有其他機制僅扮演次要角色。

藉由適當相關式（參考 Duss 等人之："Effective Interfacial Area and Liquid Hold-up of Nutter Rings at High Liquid Loads", Chemical Engineering & Technology 24 (7), 2001, 第 716-723 頁），可從所獲得之測量結果直接測定有效可用材料交換面積。如圖 11 顯示，具有間隔元

件及減少數量之接觸點的填充料形成的材料交換面積大於不具間隔元件且具有大量接觸點但較小全體表面之填充料。此意指藉由減少接觸點且適當配置該等接觸點可實際改善液體側受控制之質量系統中的分離能力。該壓力損失同樣可藉由使用間隔元件而減少，且因所需要之填充層數量較少之故，可減少材料量。圖 11 之下方曲線顯示市售 Mellapak™ 型市售結構化填充料，其中該材料交換裝置之較低揮發性流體負載提高，在 x 軸進入之負載 L 係以 $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{h}$ 計。圖 11 之上方曲線顯示其與根據本發明之結構化填充料之材料交換面積相對於全體表面的比較。所有測量點之結果均認為使用具有間隔元件之填充料的上述比率大於不具間隔元件之填充料。

此等系統主要係用於廢氣之吸收劑製備，其中造成問題之組分應借助於反應性水溶液從該廢氣流而予以去除。借助於可含有有機或無機鹼性物質（諸如以 MEA 或鉀鹼）的含水吸收劑從發電廠廢氣吸收有害環境之 CO_2 為此處之一實例。

在此等質量系統中，具有減少數量接觸點之填充料顯示出壓降顯著減少，以及分離能力比具有大量接觸點且該等填充層之間無間隙之對照填充料意外地提高。

因此該填充料非常適用於使用鹼性水溶液從發電廠廢氣吸收 CO_2 。

【圖式簡單說明】

圖 1 係包括複數層填充層之本發明裝置的圖；

圖 2a 係圖 1 中通過兩層相鄰之填充層的橫斷面表示圖

；

圖 2b 係兩層相鄰之具有波紋的填充層之圖；

圖 3 係表示較低揮發性流體流動路徑時之習用填充層的表示圖；

圖 4 係根據 US 6,378,332 之解決方案的交點表示圖；

圖 5 係本發明第一具體實例之交點的表示圖；

圖 6 係本發明另一具體實例之交點的表示圖；

圖 7 係根據本發明間隔元件之配置變體的表示圖；

圖 8a 係有關該等間隔元件之尺寸的表示圖；

圖 8b 係有關圖 8a 之具體實例的三角關係之表示圖；

圖 9a 係在先前技術之填充料在橫向負載下的變形圖示

；

圖 9b 係在本發明之填充料在橫向負載下的變形圖示；

圖 10 係吸收系統之表示圖；

圖 11 係用於液體側質量傳遞受控制之吸收的具有與不具間隔元件之填充料比較圖。

【主要元件符號說明】

1：裝置

2：材料交換裝置

5：塔

6：主要流動方向

- 7 : 填充料
- 8 : 第一表面
- 10 , 100 : 填充層
- 12 , 14 , 16 , 112 , 114 , 116 : 明渠
- 22 , 122 , 75 , 66 : 波紋谷
- 32 , 42 , 132 , 142 , 67 : 波紋尖峰
- 33 , 43 , 143 , 133 , 65 , 85 : 頂點
- 34 , 44 , 134 : 間隔元件
- 23 , 123 : 谷底部
- 27 , 70 , 71 : 正交間距
- 28 : 波紋高度
- 24 , 144 : 棒條
- 45 , 145 : 邊緣
- 46 : 區域
- 47 , 20 , 21 : 箭頭
- 48 : 接觸點
- 50 , 60 , 51 , 61 : 邊界
- 11 : 側
- A , B : 交點
- a : 間隔元件長度
- b_0 : 間距
- x : 側邊長度
- 90 : 吸收系統
- 91 : 吸收器

- 92 : 解吸器
- 93 : 進料流
- 94 : 溶劑或吸收劑
- 95 : 經純化之氣體流
- 96 : 底部產物
- 98 : 收集器蒸發器
- 99 : 氣態分流

七、申請專利範圍：

1. 一種用於純化流體之裝置，其包括容納較高揮發性流體與較低揮發性流體的材料交換裝置，該材料交換裝置包含結構化填充料，其中該結構化填充料包含第一填充層（10）與第二填充層（100），其中該第一填充層（10）與該第二填充層（100）具有波紋，其中該等波紋形成明渠（12，14，16，112，114，116），其中該第一填充層（10）之渠道（12，14，16）與該第二填充層之渠道（112，114，116）交叉，其中該等渠道（12，14，16，112，114，116）可由較低揮發性流體流過，如此可藉由該較低揮發性流體濕潤該渠道，其中在該渠道表面上形成該較低揮發性流體之膜，其中可藉由介於該較高揮發性流體與該較低揮發性流體之間的材料交換進行該較高揮發性流體或該較低揮發性流體其中之一的純化作用，該裝置特徵在於該第一填充層（10）係經由間隔元件（24，34，44，134，144）與該第二填充層（100）接觸，因此該等間隔元件係該第一或第二填充層（10，100）之一部分。

2. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該等間隔元件（24，34，44，134，144）係製成棒條。

3. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該等間隔元件係位於結合該等明渠（12，14，16，112，114，116）之頂點（33，43，133，143）。

4. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該等間隔元件（24，34，44）係配置在該第一或第二填充層（10，100

) 的邊緣區。

5. 如申請專利範圍第4項之裝置，其中該邊緣區包括一長條，該長條直接緊鄰著該填充層(10, 100)的邊緣延伸。

6. 如申請專利範圍第5項之裝置，其中該長條具有與該填充層(10, 100)之長度一致的長度，因此在該材料交換裝置中，垂直安裝該填充層(10, 100)的狀態下，該填充層(10, 100)之長度係該填充層(10, 100)水平方向的延伸部分。

7. 如申請專利範圍第5項之裝置，其中該長條具有與該填充層(10, 100)之長度一致的長度，因此在該填充層(10, 100)之長度係位於與該材料交換裝置之軸正交的平面之填充層(10, 100)的延伸部分。

8. 如申請專利範圍第5項之裝置，其中該長條具有與該填充層(10, 100)之高度一致的高度，因此在該材料交換裝置中，垂直安裝該填充層(10, 100)的狀態下，該填充層(10, 100)之高度係填充層(10, 100)垂直方向的延伸部分。

9. 如申請專利範圍第5項之裝置，其中該長條具有與該填充層(10, 100)之高度一致的高度，因此在該填充層(10, 100)之高度係位於該材料交換裝置之軸方向的填充層(10, 100)之延伸部分。

10. 如申請專利範圍第5至9項中任一項之裝置，其中該長條的寬度為該間隔元件之高度 h 的最多兩倍。

11. 如申請專利範圍第5至9項中任一項之裝置，其中該長條的寬度為該間隔元件之高度 h 的最多1.5倍。

12. 如申請專利範圍第5至9項中任一項之裝置，其中該等間隔元件（134，144）位於該第二填充層（100）上。

13. 如申請專利範圍第5至9項中任一項之裝置，其中當該第一與第二填充層（10，100）為垂直對準時，該等間隔元件係配置在彼此下方或緊鄰彼此。

14. 如申請專利範圍第5至9項中任一項之裝置，其中該等波紋具有實質上固定之波紋高度（28）。

15. 如申請專利範圍第5至9項中任一項之裝置，其中該材料交換裝置為吸收器（91）。

16. 如申請專利範圍第5至9項中任一項之裝置，其中該材料交換裝置為解吸器（92）。

17. 一種在包含結構化填充料之材料交換裝置中純化流體的方法，其包括以下步驟：將較低揮發性流體供應至該材料交換裝置；將該供應之較低揮發性流體分配在全體表面上；將較高揮發性流體供應至該材料交換裝置的流體入口區內；將該氣體入口區中之該較高揮發性流體分配在全體表面上，其中該較高揮發性流體與該液體逆向流動；收集自該流體出口區中之填充料排出的較高揮發性流體，其中該結構化填充料含有第一填充層與第二填充層，該第一填充層與該第二填充層具有具固定波紋高度之波紋，該等波紋形成明渠，該第一填充層之渠道與該第二填充層之

渠道交叉，該較高揮發性流體從該流體入口區以往該流體出口區的方向流經該等渠道，該較低揮發性流體環繞流經該等渠道的該較高揮發性流體且沿著該等渠道壁流動，其中該第一填充層係經由間隔元件與該第二填充層接觸，如此經由該等渠道所形成之材料交換區域在該較高揮發性流體與該較低揮發性流體之間發生材料交換。

18. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該純化作用係藉由材料交換而發生，該材料交換係視待從較高揮發性流體流移除的組分被該較低揮發性流體吸納的速度而定。

19. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該純化作用係藉由材料交換而發生，該材料交換係視待從較低揮發性流體移除的組分被該較低揮發性流體釋放的速度而定。

20. 如申請專利範圍第17至19項中任一項之方法，其中該較高揮發性流體為氣體。

21. 如申請專利範圍第20項之方法，其中該氣體為含CO₂之氣體。

22. 如申請專利範圍第17至19項中任一項之方法，其中該較低揮發性流體為發生化學反應的液體。

圖 1

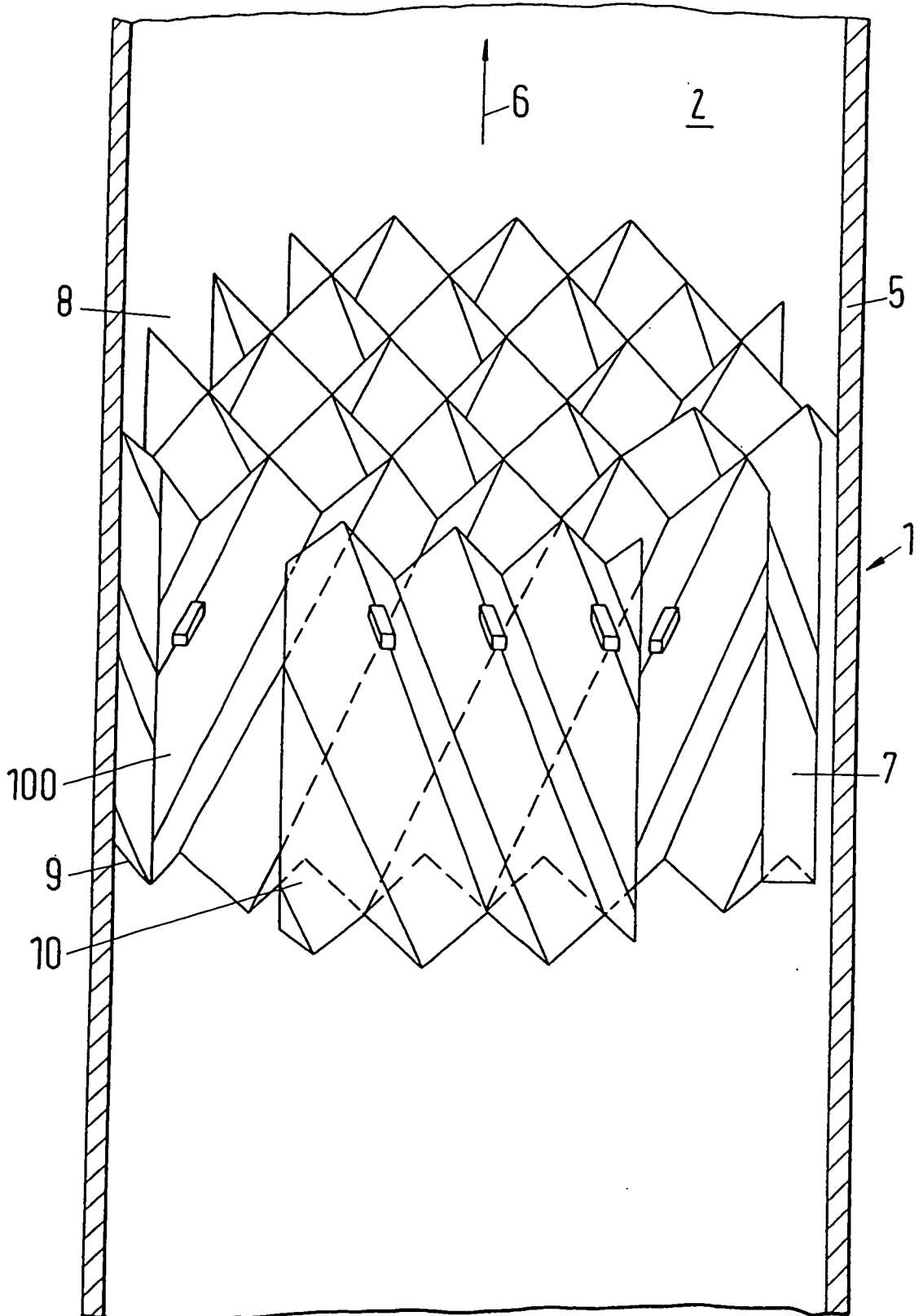


圖 2a

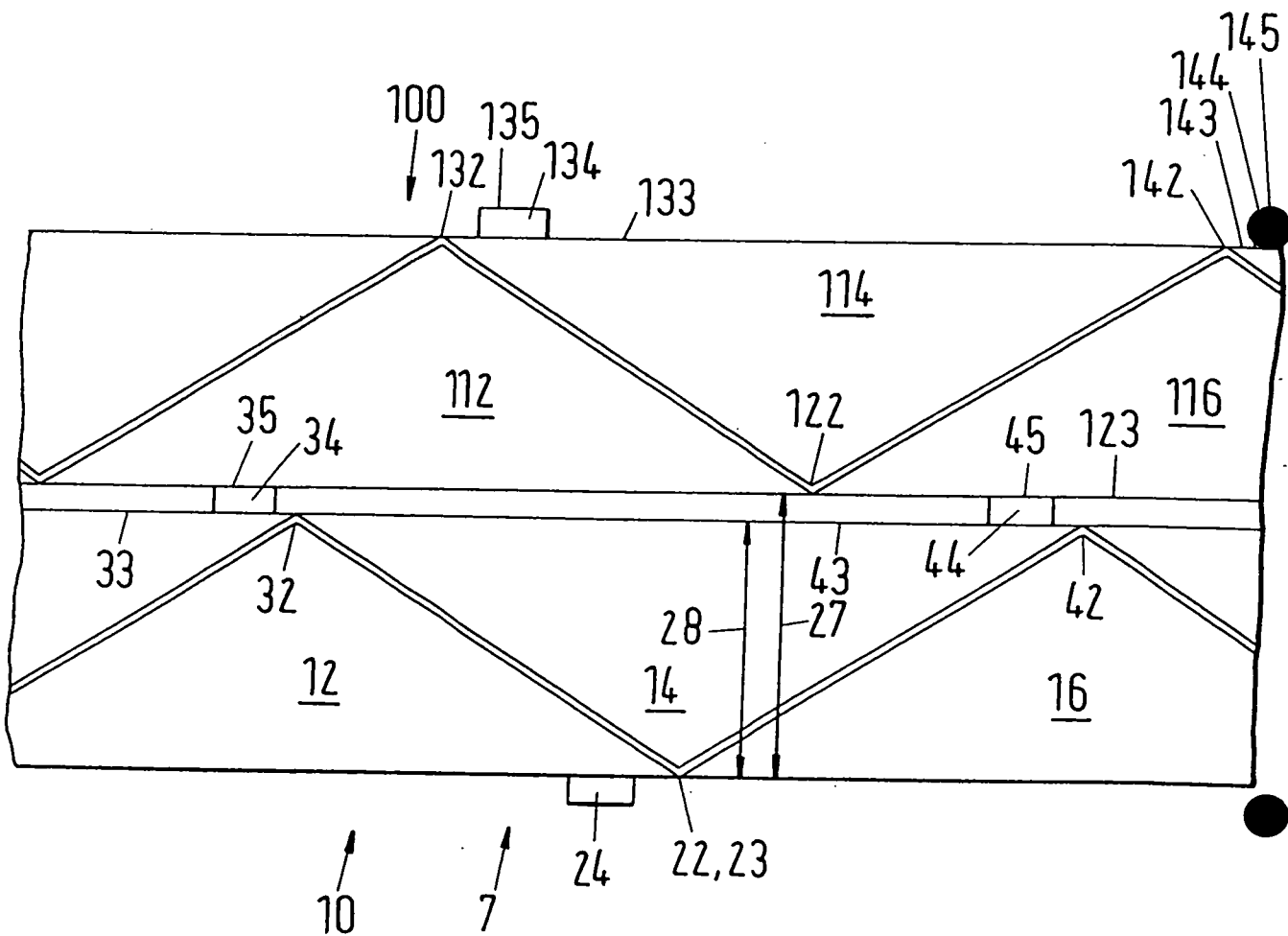


圖 2b

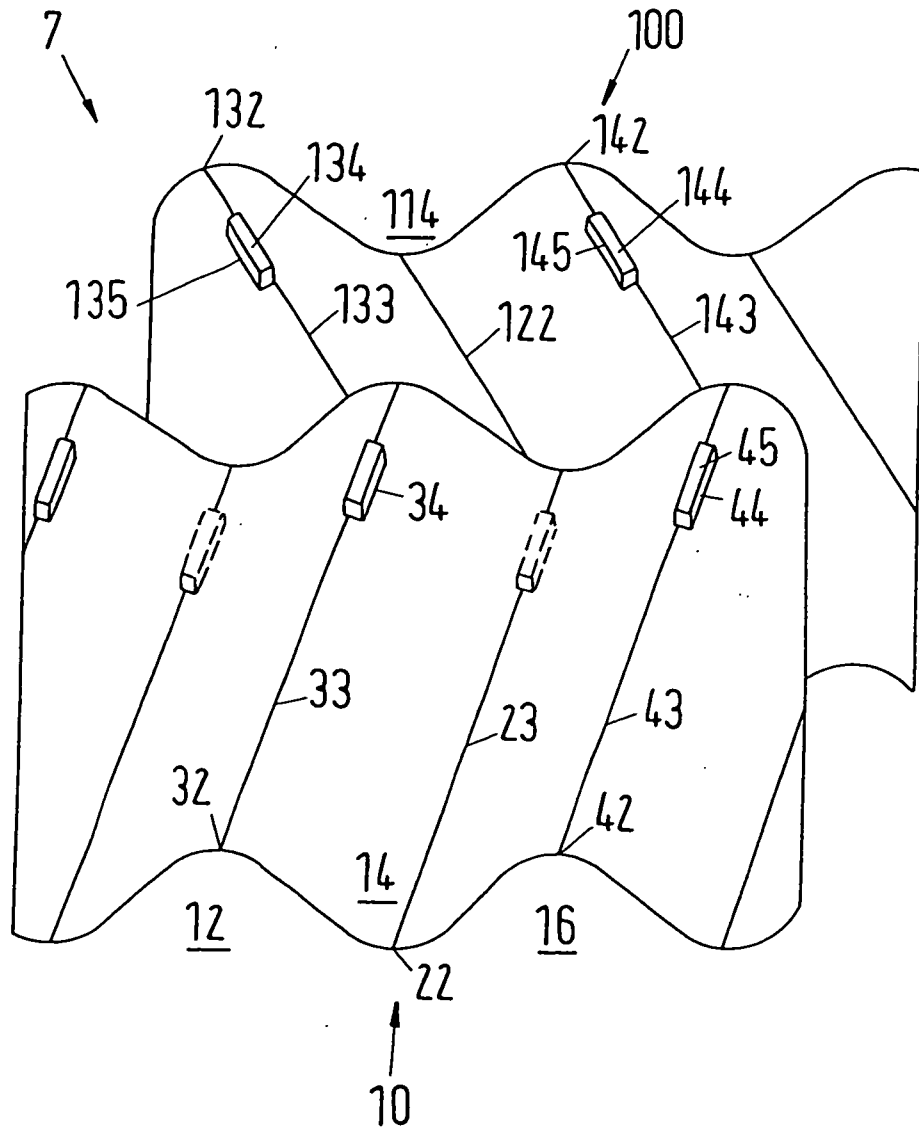


圖3

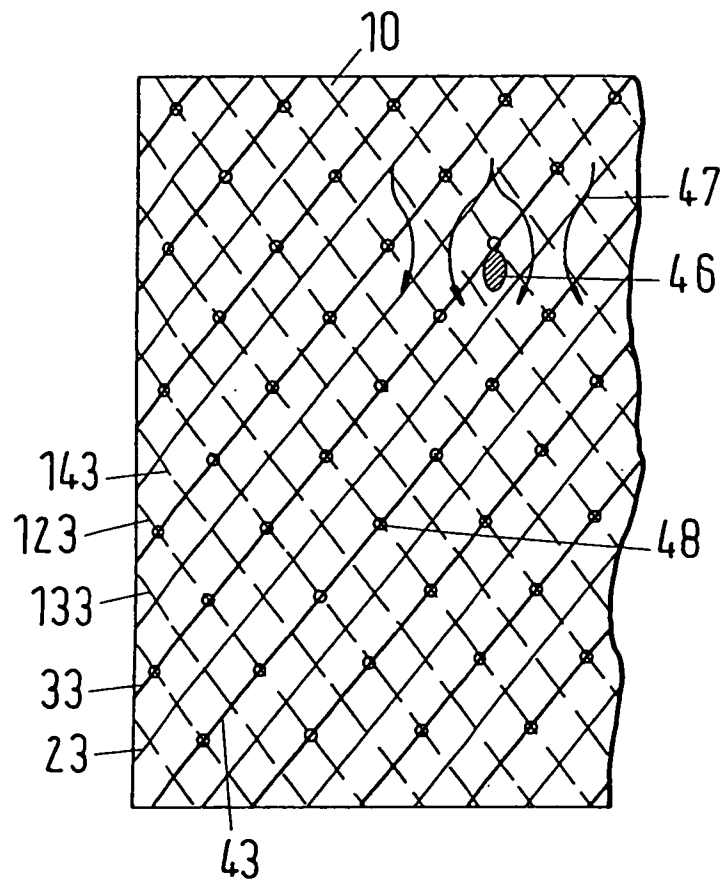


圖 4

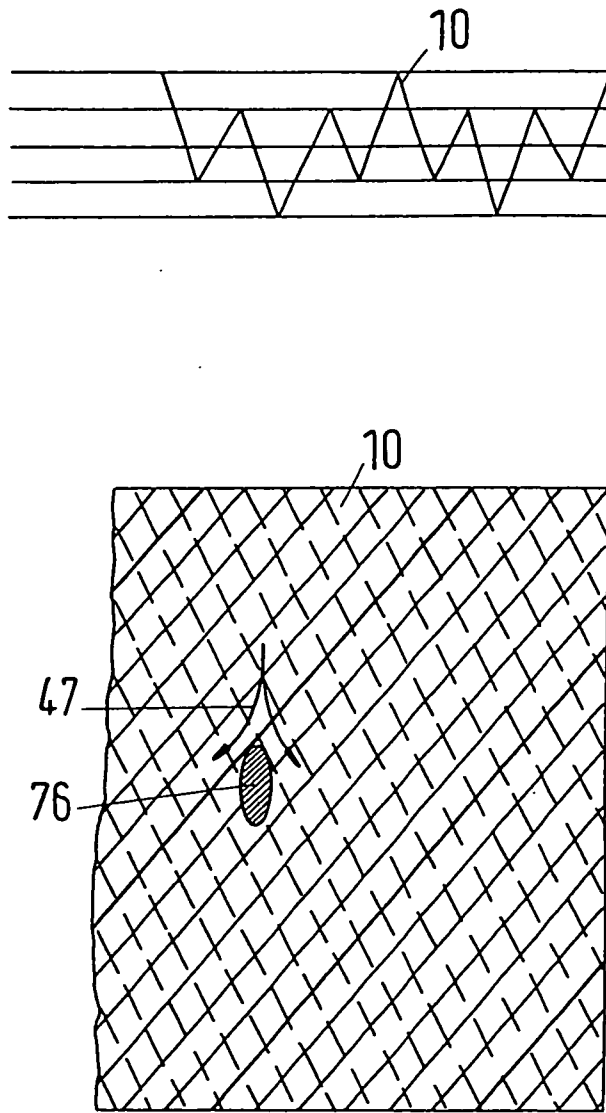


圖5

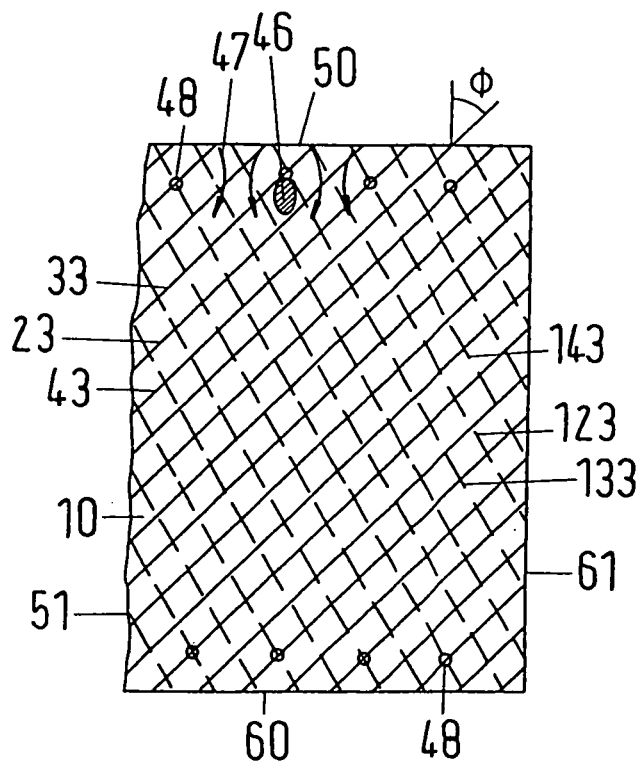


圖6

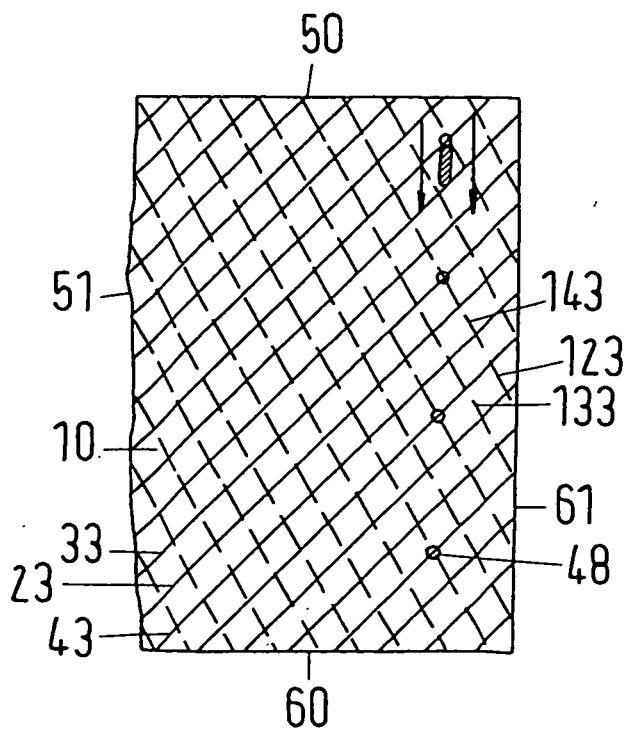


圖 7

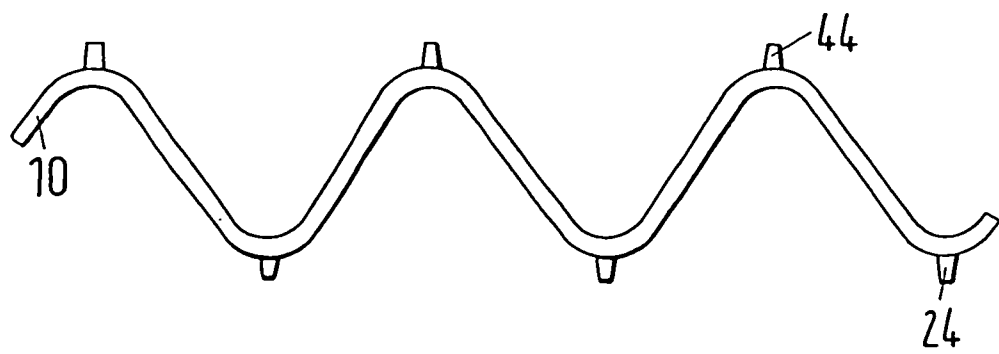
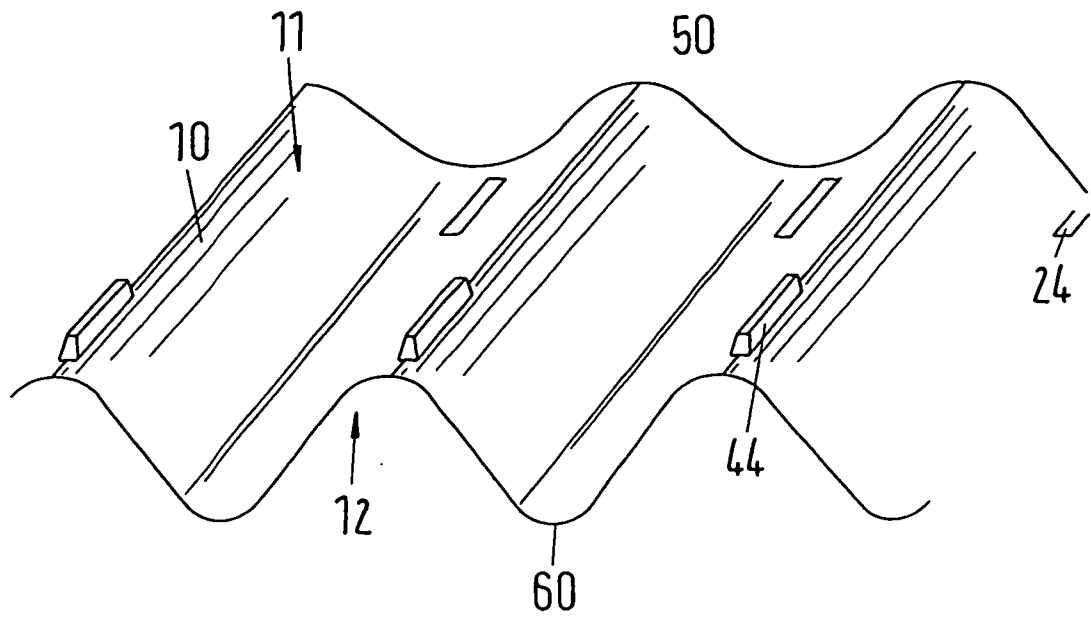


圖 8a

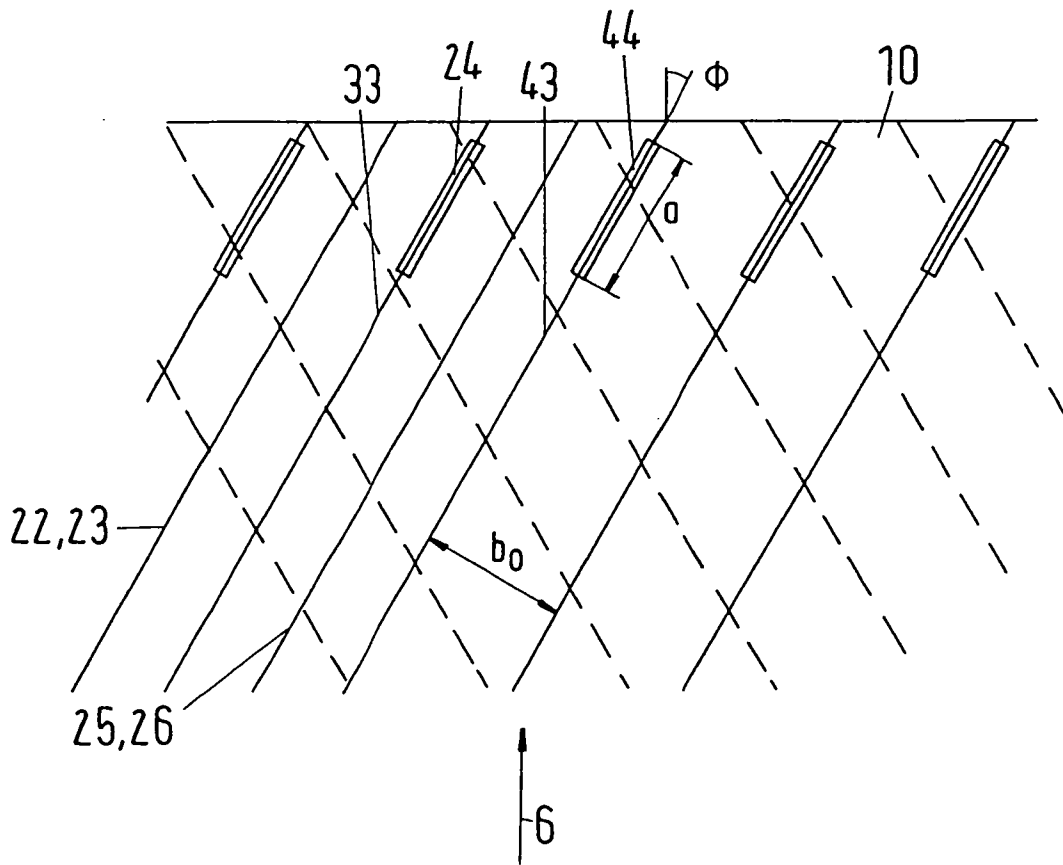


圖 8b

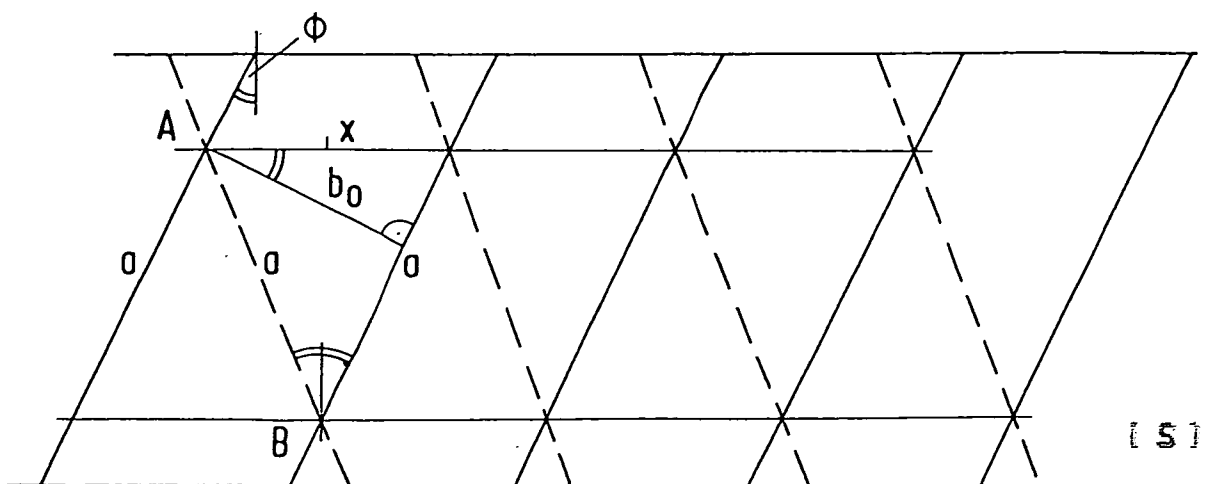


圖 9a

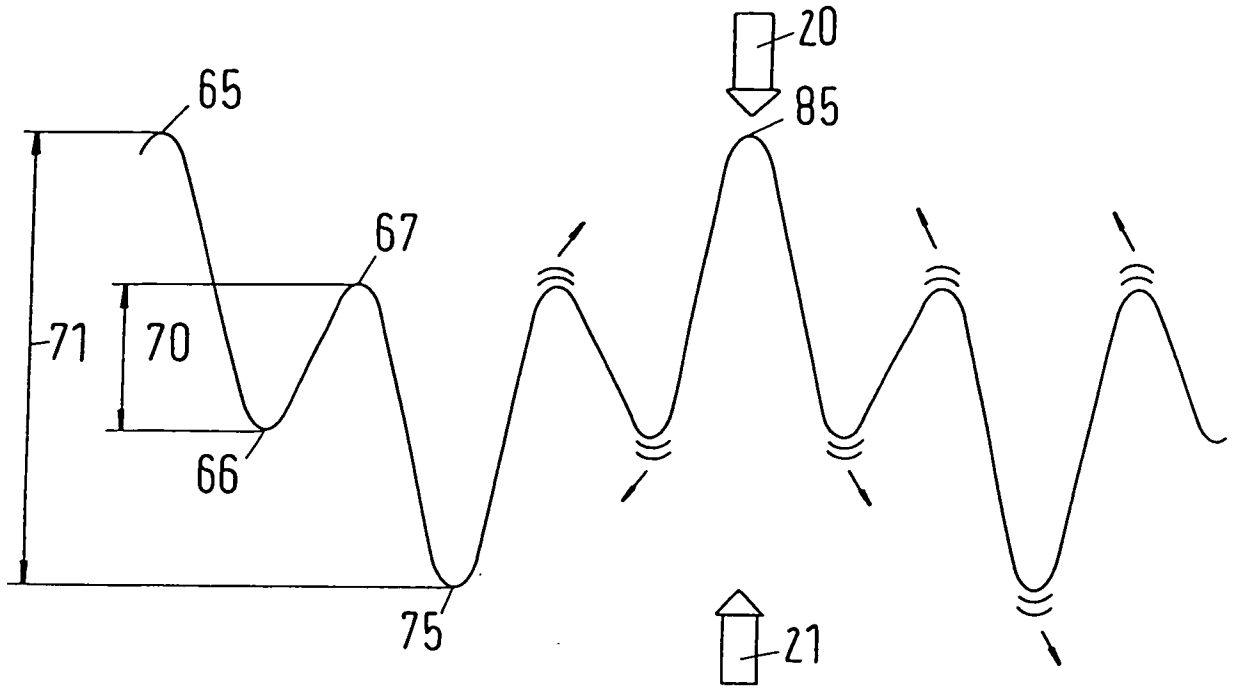


圖 9b

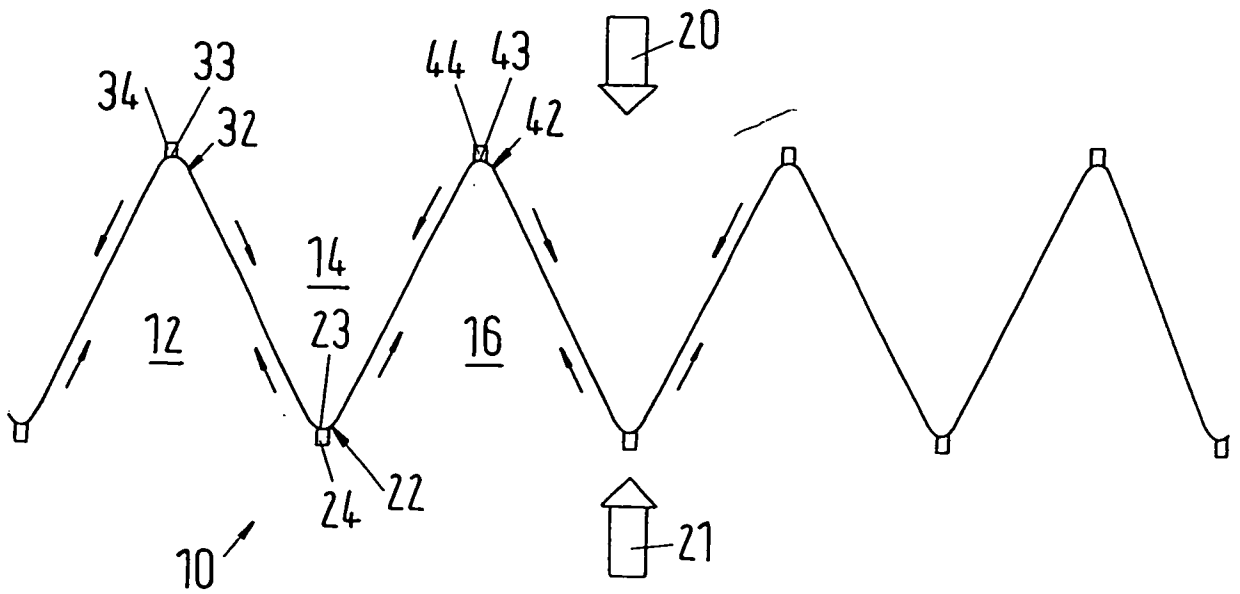


圖 10

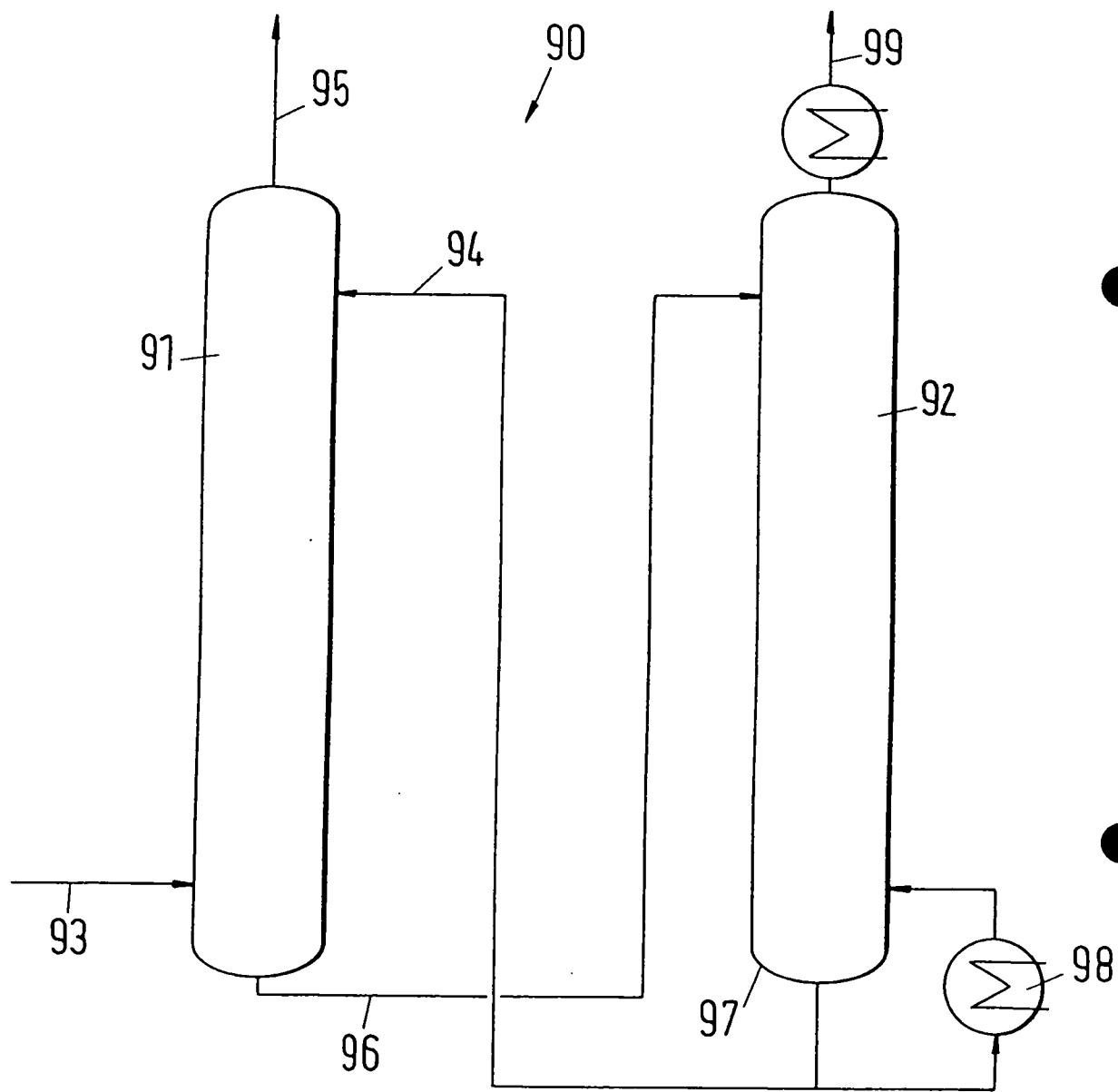


圖 11

Vergleich a_i/a_{geom} bei $F=2.7 P_0 0.5$
System: CO₂ Luft / NaOH

