

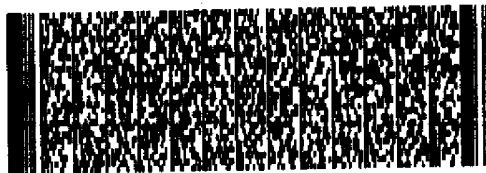
申請日期:	88.12.15	案號: 88122053
類別:	告 本	
	B01D3/00	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

450827

一、發明名稱	中文	混合阻力規整填料、具該填料的交換塔及其組裝方法、應用該填料的低溫空氣分離方法、降低交換塔的理論等板高度的方法及系統
	英文	Mixed-Resistance Structured Packing, Exchange Tower Containing Said Packing and Method for Assembling Same, Process for Cryogenic Air Separation by Using Same, Method and System for Reducing HETP
二、發明人	姓名(中文)	1. 史瓦明納坦·桑德
	姓名(英文)	1. Swaminathan Sunder
	國籍	1. 美國
	住、居所	1. 美國賓州艾倫鎮海倫道6009號
三、申請人	姓名(名稱)(中文)	1. 氣體產品及化學品股份公司
	姓名(名稱)(英文)	1. Air Products and Chemicals, Inc.
	國籍	1. 美國
	住、居所(事務所)	1. 美國賓州艾倫鎮漢彌爾頓大道7201號
	代表人姓名(中文)	1. 威廉·F·馬許
	代表人姓名(英文)	1. William F. Marsh

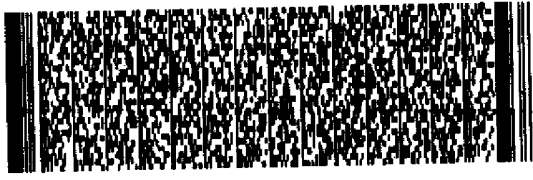


450827

申請日期： 88.12.15	案號： 88122053
類別： B.1D3/6	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	混合阻力規整填料
	英文	Mixed-Resistance Structured Packing
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 史瓦明納坦·桑德
	姓名 (英文)	1. Swaminathan Sunder
	國籍	1. 美國
	住、居所	1. 美國賓州艾倫鎮海倫道6009號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 氣體產品及化學品股份公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. Air Products and Chemicals, Inc.
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國賓州艾倫鎮漢彌爾頓大道7201號
	代表人 姓名 (中文)	1. 威廉·F·馬許
	代表人 姓名 (英文)	1. William F. Marsh
		

本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

美國 US

1998/12/18 09/213612

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

本發明涉及一種混合阻力規整填料和在交換塔中裝配這種填料的方法。混合阻力規整填料在交換塔中具有特殊的用途，特別是在低溫空氣分離工藝，儘管也可以用於其它使用規整填料的熱傳和/或質傳工藝。

在這裡，術語"塔"是指蒸餾或分餾塔或區，即液相和汽相逆流接觸以分離流體混合物的塔或區，例如，過汽相和液相在安裝在塔內的填料元件或一組垂直間隔的盤或板上接觸。

術語"塔段"(或"段")是指塔中填滿了塔直徑的區域。特殊段或區域的頂部或底部分別以液體或蒸汽分佈器結束。

術語"填料"是指用作塔的内構件的具有預定尺寸、形狀和結構的實心或中空體，用於向液體提供表面積，當兩相逆流流動時在液-汽界面上發生質傳。兩類廣義的填料是"亂堆填料"和"規整填料"。

"亂堆填料"是指這樣的填料：各個元件相互之間或對於塔軸沒有特定取向。亂堆填料是小的中空結構，單位體積具有大的表面積，以無序的方式裝入塔中。

"規整填料"是指這樣的填料：各個元件相互之間或對於塔軸具有特定取向。規整填料通常由網形鐵或編織金屬絲網製成，層狀或盤曲狀堆積。

在如蒸餾或直接接觸冷卻的過程中，使用規整填料以促進逆流流動的液體和蒸汽物流之間的熱傳和質傳是有利的。與亂堆填料或塔板相比，規整填料的熱傳和質傳效率



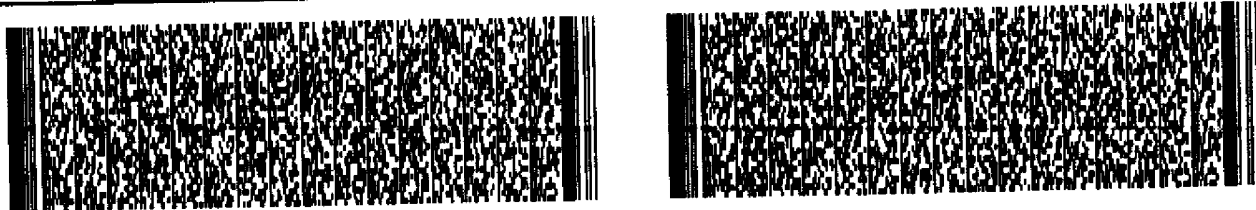
五、發明說明 (2)

高，壓降低。與亂堆填料相比，其性能更具可預測性。

空氣的低溫分離是使液體和蒸汽逆流通過蒸餾塔實現的。混合物的汽相上升，其易揮發組分(例如氮)的濃度不斷升高，混合物的液相下降，不易揮發組分(如氧)的濃度不斷增大。可以使用各種填料或塔板以使混合物液氣相接觸，從而實現相間質傳。

有許多通過低溫蒸餾分離空氣將其分離成組分(即氮氣、氧氣、氫氣等)的方法。典型的低溫空氣分離裝置10示意地示於圖1。高壓進料空氣被輸入到高壓塔2的底部。在高壓塔內，空氣被分離成富含氮的蒸汽和富含氧的液體。富含氧的液體3被從高壓塔2輸送到低壓塔4。富含氮的蒸汽5通過一個冷凝器6，在其中被冷凝，而防止氧在冷凝器中沸騰，向低壓塔提供再沸蒸汽。富含氮的液體7一部分以物流8採出，一部分以物流9輸送到低壓塔作為液體回流。在低壓塔中，進料(3, 9)通過低溫蒸餾被分離成富氧和富氮組分。規整填料11可以用於實現要分離的氧和氮的液相和氣相的接觸。富氮組分以蒸汽12除去，富氧組分以蒸汽13除去。另外，富氧組分可以從再沸器/冷凝器6周圍的塔釜中的一位置以液體除去。廢蒸汽14也可以從低壓塔中除去。低壓塔可以分為多段。例如，在圖1中，以示例的方式表示有三個這樣的填料段11。

最常用的規整填料包括垂直堆放的金屬或塑料箔的波紋板(或波紋絲網布)。這些箔具有各種形式的孔和/或粗糙的表面特性以改進熱傳和質傳效率。這種填料的例子公



五、發明說明 (3)

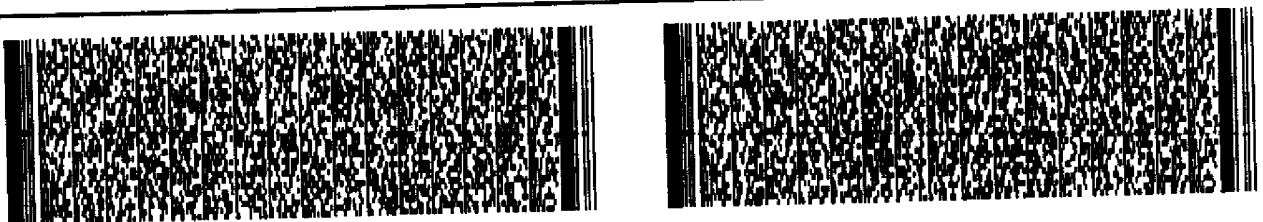
開在US 4296050 (Meier)中。在現有技術中，還已知絲網型填料能高效分散液體，具有良好的質傳性能，但與大多數箔型填料相比，絲網型填料更貴。

規整填料的分離性能通常以理論等板高度(HETP)來衡量。術語"HETP"是指達到相當於一塊理論塔板所實現的組成變化所需的填料高度。術語"理論塔板"是指使排出的蒸汽和液體物流達到平衡的蒸汽和液體的接觸過程。對於具體的分離，特定填料的HETP越低，填料的效率越高，這是因為所使用的填料的高度隨HETP下降。

當所有其它結構和工藝因素保持不變時，規整填料蒸餾塔的效率取決於其直徑。當在不同規模下進行等效分離時，直徑從小的幾分之一米增加到幾米，開始時HETP升高，然後不變。這可以結合兩個因素來解釋-規整填料塔的流動特徵和混合特徵。

關於流動特徵，即使進入塔中填料段的原始液體和蒸汽分佈是高度均勻的，當液體和蒸汽逆流通過填料段接觸時，其分佈會變化，導致了塔橫截面上液體對蒸汽比率(L/V)的變動。此外，已知在塔壁上的液體流量大，因此，降低了靠近塔壁的環形區域的填料上的液體負荷。儘管蒸汽流量也不完全均勻，但與液體的流量相比，在填料內更均勻一些。

因此，在圖2所示的典型圓柱形填料塔的橫截面上L/V比率通常有規則地變化。參看圖2，在典型的圓柱形填料塔22中，塔內壁40與填料之間存在一個環形空間19，填料



五、發明說明 (4)

放置在平行的虛線16 (代表圓柱形填料層的邊界)之間。塔軸由虛線15表示。虛線17表示理論或理想條件下的"標準" L/V 比率, 在塔的橫截面上 L/V 比率不發生變化。實線18示意地表示典型的圓柱形填料塔橫截面上的非均勻 L/V 比率(相對於標準值)。靠近塔內壁時, L/V 比率高得多, 這是因為過量的液體沿塔內壁向下流動(由圖2中環形空間19上方線18的陡峭斜線段所示)。

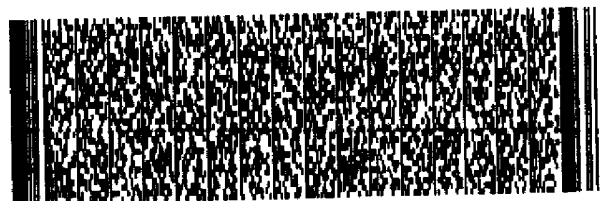
根據填料、要分離的混合物、和工藝條件的具體情況, 圖2中線18所示的實際 L/V 比率的總體形式可能會發生相當大的變動。

而且已知, 不均勻分佈可能引起塔分離效率的下降, 除非在塔內重復混合液相和汽相減輕了分佈不均。對如低溫空氣分離這種密封的分離過程特別是這樣。

關於混合特徵, 高長徑比 (l/d) (如約5-20) 的小直徑塔可以使蒸汽流和逆流的液體流在塔截面上、在較小的範圍內反復混合, 與 l/d 小得多(如約0.5-5.0) 的大直徑塔相比, 更好地平衡 L/V 比率變化的影響。由於這一原因, 與理想情況相比, 在大直徑塔中, 分離效率的下降要更嚴重, 導致了HETP的升高。

大交換塔中HETP升高是很大的經濟負擔, 這時因為塔作為其中部分的系統的總高度增加了。希望減少大直徑塔中HETP的升高, 從分離效率的觀點來看, 使這些塔可以達到小直徑塔的性能。

現有技術沒有認識到或提出這種特殊的問題。現有技



五、發明說明 (5)

術已認識到過量邊壁液流量的有害影響，並試圖減少這種影響，例如使用常規的壁刮(wall wiper)。然而，儘管壁刮可以減少局部的邊壁液流量，但是壁刮不能有效地使液體返回到填料中。因此，即使在裝有壁刮的塔中，仍然存在不利的L/V比率變化。在塔壁處蒸汽旁路的有害影響可以通過在靠近塔壁的環形空間內使用限制元件來減少，如固體金屬刮或其它元件，公開在本申請人的美國申請No: 09/166373中(Klotz等)，其名稱為"Devices to Minimize Vapor Bypass in Packed Column and Method of Assembly"。

US 5262095 (Bosquain等)公開了對改進的填料邊緣的應用，利用變形、狹縫(slits)、多孔塞(plug)、填充物、或特殊刮以促使液體離開塔壁反向流入填料中。US 5441793 (Suess)描述了在靠近塔壁的填料邊緣使用液體改向器(re-director)元件。這種元件可以製成小波紋的"L"形。US 5224351 (Jeannot等)描述了一種類似的邊緣改進，是通過在塔壁附近折疊一些波紋邊緣實現的。US 5700403 (Billingham等)描述了形成特殊的波紋填料層，其中靠近塔壁的規整填料層內的交替波紋元件被切短，從而減少了導致液體向邊壁流動的趨勢。US5282365 (Victor等)描述了在塔壁上進行加熱，以蒸發來減少邊壁流量。

雖然前四項專利中提出的填料和方法可以減少邊壁液流量，但其相應的成本也高，因為生產技術是非常規的，

五、發明說明 (6)

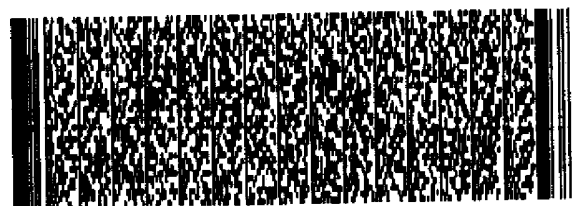
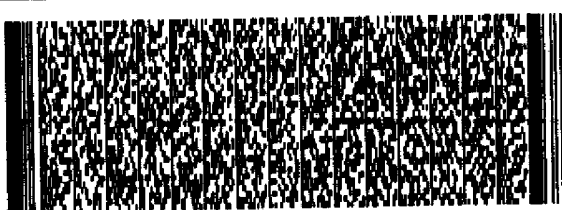
安裝填料的勞動強度也高。第五項專利中提出的方法也是高成本的，因為它需要額外的線路來引導塔外部的其它流體，以蒸發蒸餾塔內的邊壁液體。

US 5100448 (Lockett 等) 公開了在塔的至少兩段上使用不同填料密度的規整填料，相互之間上下直接相鄰，以平衡液體負荷。類似地，在US 5419136 (McKeigue) 中，在相互之間上下直接相鄰的兩段中，規整填料的波紋角度發生改變，以平衡液體負荷。儘管所報道的填料的這種結構改進了低溫空氣分離的操作彈性，但沒有提出這裡所討論的非均勻分佈問題，也沒有提出解決這些問題的方案或建議。

希望有一種規整填料，通過改變傳統的規整填料可以使非均勻分佈的影響最小，但不需要任何特殊的填料邊緣的改動或在交換塔外部的任何附加設備或線路。還需要一種規整填料，它們在如空氣分離的低溫應用或其它熱傳和/或質傳應用中具有高的性能特性。特別是需要減少在這些應用中使用的大直徑塔中HETP的升高，從分離效率來看，使這些塔的性能接近於小直徑塔。

還需要一交換塔，整個塔內的總液汽比(L/V)相對於標準液汽比(排除了邊壁效應)的偏差盡可能小，從而改進質傳性能。

還需要一種具有規整填料的交換塔，儘管塔內的絕對液體和蒸汽流量不能保持恆定，但塔內的L/V比率基本上保持恆定。



五、發明說明 (7)

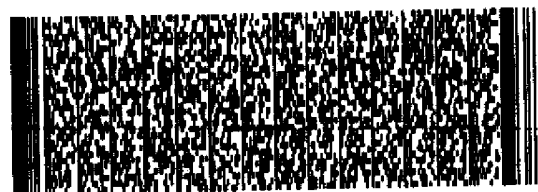
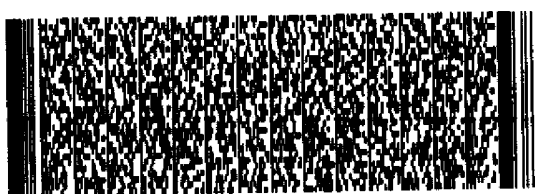
還希望平衡在交換塔的橫截面上的L/V比率，使大直徑塔的熱傳和/或質傳效率接近小直徑塔。

本發明提供了一種混合阻力規整填料層，它可以用在交換塔的一段或多段上，用於在一種工藝中，如低溫空氣分離的第一相和第二相之間進行熱量和/或質量傳遞。本發明還提供了一種在交換塔內組裝這種混合阻力規整填料層的方法。本發明的另一方面是一種在交換塔內降低HETP(理論等板高度)的方法和系統。

混合阻力規整填料可以用在交換塔的一段或多段的一層或多層內。在這樣一個混合阻力規整填料層內，低阻力填料用在中芯，高阻力填料用在圍繞中芯的外環。這樣迫使更多的蒸氣流向交換塔的中間，而流向塔壁的較少，因此，抵消了在交換塔內液體的非均勻分佈。通過使用本發明方法以平衡L/V比率(液汽比)，從基本上較低的HETP來看，使大直徑塔在性能上接近於小直徑塔。

在一種方案中，混合阻力規整填料層包括：具有第一填料阻力的第一規整填料；通常與第一規整填料在水平方向相鄰的第二規整填料，具有不同於第一規整填料的第二填料阻力的第二規整填料。

在一個變例中，第二規整填料具有一個基本上等於第一規整填料外周邊的內周邊和大於該其內周邊的外周邊。第二規整填料的內周邊基本上緊貼第一規整填料的外周邊。在另一變例中，第一規整填料的外周邊和第二規整填



五、發明說明 (8)

料的內周邊基本上呈環形。

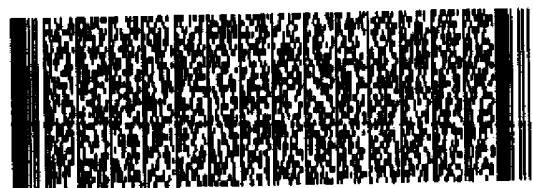
在另一變例中，第一和第二規整填料包括至少一塊波紋板。在又一變例中，第一和第二規整填料包括多塊由箔狀材料製成的平行放置的波紋板，每塊板具有至少一個以一定角度設置的並與相鄰板上的至少一個波紋成交叉關係的波紋。第一和第二規整填料之間的阻力差別可以取決於波紋的角度差別。例如，在第一規整填料內至少一個波紋的角度不同於第二規整填料內至少一個波紋的角度。

在再一變例中，第一和第二規整填料之間的阻力差別取決於第一和第二規整填料的表面積密度(surface area density)的差別。例如，第二規整填料的表面積密度可以高於第一規整填料的表面積密度。

本發明的另一方案是一種混合阻力規整填料層，包括：具有外周邊的基本上為圓形的中芯，中芯包括具有第一填料阻力的第一規整填料；通常在水平方向上與中芯的外周邊相鄰的外環，外環包括具有不同於第一填料阻力的第二填料阻力的第二規整填料。

本發明的另一方面是一種用於第一相和第二相之間進行熱量和/或質量傳遞的交換塔，該交換塔具有至少一層上述任何方案或變例中描述的混合阻力規整填料。

本發明的再一方面是一種低溫空氣分離方法，包括使蒸汽和液體在至少一個包含至少一個質傳區的蒸餾塔內逆流接觸，其中液汽接觸是通過至少一層上述任何方案或變例中描述的混合阻力規整填料之上完成。



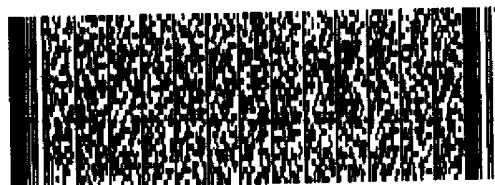
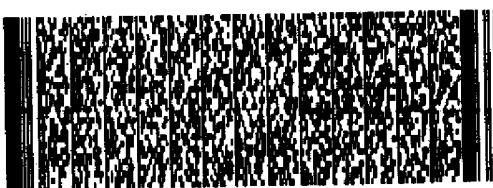
五、發明說明 (9)

本發明還包括一種在交換塔內組裝一層混合阻力規整填料的多步驟方法。第一步是提供一個交換塔。第二步是提供一層混合阻力規整填料，該混合阻力規整填料層包括：具有第一填料阻力的第一規整填料；通常與第一規整填料在水平方向相鄰的第二規整填料，第二規整填料具有不同於第一規整填料的第二填料阻力。最後一步是將混合阻力規整填料層裝入交換塔中。

本發明的另一方面是一種降低用於在液體和蒸汽之間進行熱量和/或質量傳遞中的交換塔的HETP(理論等板高度)的方法，交換塔具有至少一層規整填料，該規整填料層具有一個中芯和通常在水平方向上與中芯相鄰的外環。該方法包括如下步驟：引導交換塔內的至少一部分蒸汽離開外環；引導至少一部分蒸汽流向中芯。在降低HETP方法的一個變例中，該部分蒸汽的量是：使交換塔橫截面上的液汽比率基本保持恆定。

本發明的另一方面是一種降低用於在液體和蒸汽之間進行熱量和/或質量傳遞的交換塔的HETP的系統，交換塔具有至少一規整填料層，該規整填料層具有一個中芯和通常在水平方向上與中芯相鄰的外環。該系統包括：引導交換塔內的至少一部分蒸汽離開外環的元件；引導至少一部分蒸汽流向中芯的元件。在該系統的一個變例中，該部分蒸汽的量是：使交換塔橫截面上的液汽比率基本保持恆定。

本發明的再一方面是在交換塔中的填充段，包括：第一



五、發明說明 (10)

層混合阻力規整填料(如任何上述方案或變例所述)；位於第一層混合阻力規整填料下方的第二層混合阻力規整填料(如任何上述方案或變例所述)，其中第二層相對於第一層旋轉一定角度。該角度可以在約 0° 至約 90° 之間。

以下參照附圖，通過實施例對本發明進行描述，其中：

圖1是空氣分離裝置的示意圖；

圖2描述了使用傳統規整填料的典型圓柱形蒸餾塔內的L/V比率非均勻性；

圖3是交換塔內混合阻力規整填料層的平面示意圖；

圖4A是傳統規整填料元件的透視圖；

圖4B是在傳統規整填料中相鄰元件成交叉設置的示意圖；

圖4C是描述在填料塔中使用壁刮的示意圖；

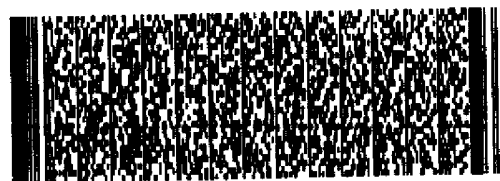
圖5A是描述規整填料以磚塊狀設置的平面示意圖，該圖是在一定高度上沿圖5B中線5A-5A的剖示圖。

圖5B是蒸餾塔內的蒸汽和液體分佈器之間的規整填料以多層設置的正視示意圖；

圖6是描述雙塔空氣分離裝置的低壓塔內的液體和蒸汽流動的示意圖；

圖7是描述傳統雙塔空氣分離裝置的低壓塔內的液體和蒸汽流動的另一示意圖；

圖8是說明在蒸汽分佈平衡或未平衡的兩個平行塔上



五、發明說明 (11)

液體非均勻分佈和混合效果的圖表。

為了便於討論，使用圖4A-5B中所示的傳統規整填料元件、磚塊和層對本發明進行描述和下面的討論。然而，本發明也可以與其它類型的規整填料一起應用，包括但不限於本申請受讓人的如下美國專利申請中所公開的填料類型：Sunder的名稱為"Horizontal Structured Packing"的No. 09/008691；Sunder的名稱為"Stackable Structured Packing with Controlled Symmetry"的No. 08/918175；Sunder的名稱為"Structured Packing"的No. 08/647495。

參看圖3，參照填料塔22的一塔段內的規整填料層20來討論本發明，在圖3所示結構中，該層包括高阻力填料24（用"A"表示）和低阻力填料26（用"B"表示）。（在下面所討論的和圖4A至5B中所描述的，"層"通常由多"塊"填料元件或固定在一起以填充塔橫截面的片製成。）如圖3所示，高阻力填料("A")位於外環28，低阻力填料("B")位於中芯30。

"環"是定義為由平面內的兩個同心圓所包圍的平面部分。在圖3所示方案中，術語"外環"28是由塔22的基本上為環形的內壁40和限定"中芯"30的周邊的同心圓42所包圍的平面部分。

在圖3中，儘管中芯30和外環28之間的邊界被描繪成圓42，由於製造的原因，這一邊界實際上呈鋸齒狀，具有



五、發明說明 (12)

一系列粗略組成近似於圖42的直線。圖3所示層的分區方式僅僅是一個例子，許多其它的變例是可能的，這取決於塔的直徑和填料的尺寸。

本發明不限於圖3所示的結構，也不限於只使用兩種不同阻力的填料。本領域熟練技術人員知道，可以使用其它結構，也可以使用多於兩種具有不同阻力的填料。

如圖3所示，外環28和中芯30的相對尺寸由圖42(即中芯的周邊)的直徑所決定。對於給定尺寸的塔22，與圖3所示相比，如果中芯30相對較大(即圖42具有較大的直徑)，則與圖3所示相比，其外環28相對較小。與此相反，與圖3所示相比，如果中芯相對較小(即圖42具有較小的直徑)，則與圖3所示相比，其外環相對較大。本領域熟練技術人員知道，各種變例都是可能的，圖42的直徑可以從接近於零的下限至接近於內壁40直徑的上限範圍內變動。

在具有圓形內壁40的填料塔22內，儘管優選方案使用了圓形中芯30，但其它組合方式也是可能的。例如，塔22的內壁40和/或中芯30的周邊42的形狀可以是非圓形的。在這些情況下，"外環"28的幾何形狀可能不是上面定義的"環形"。事實上，外環的幾何形狀具有由內壁40限定的外周邊和由中芯30的外周邊42限定的外周邊。

參看圖3所示方案，本發明是這樣起作用的：通過引導外環中汽流類似地減少來抵消填料外環28中液流的缺乏。這可以通過混合阻力來完成：段內一些或所有層的外環具有較高阻力填料24，而中芯30具有較低阻力填料26，



五、發明說明 (13)

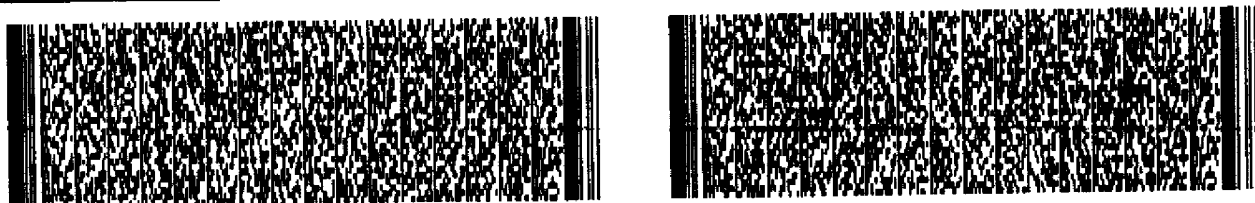
其中阻力主要是指相對於蒸汽流的阻力。

通過改變中芯30和外環28之間的一個或多個如下變量可以獲得混合阻力-波紋角度、表面積密度、表面紋理(texture)、穿孔、填料種類，或可以改變填料阻力特徵的其它變量。

通過引導使外環28中的汽流較少，而使流向中芯30的汽流較多，在整個塔22內的總液汽比(L/V)與標準值的偏差較小，因此，從所需HETP來看，改進了質傳性能。對於工業塔，儘管外環中的阻力增加了，但降低高度可以降低總壓降。由於平衡了液汽比率比(L/V)，至少在某種程度上降低了大型工業塔的HETP。因此，可以使塔段的高度較低，從而降低系統的總成本。

使用規整填料的傳統技術已描述在許多涉及規整填料的專利文獻中，US 4296050 (Meier)描述了一種波紋規整填料及其應用。一種傳統的基礎規整填料元件32示於圖4A中。每一填料元件由起波紋的薄金屬箔或其它合適材料製成。填充了傳統規整填料的蒸餾塔22示於圖5A和5B中。

典型的規整填料採用了垂直取向的波紋填料片或元件，如圖4A所示，其中波紋與垂直方向成一角度。每一填料片是這樣設置的：使其波紋方向與相鄰填料片的波紋方向相反，如圖4B所示。(實線表示一塊填料片的波紋方向，虛線表示相鄰填料片的波紋方向。)當垂直放置用於蒸餾塔中時，波紋與水平方向形成一角度(α)。除起波紋外，元件或片上可以有表面紋理、洞或其它孔、凹坑、凹



五、發明說明 (14)

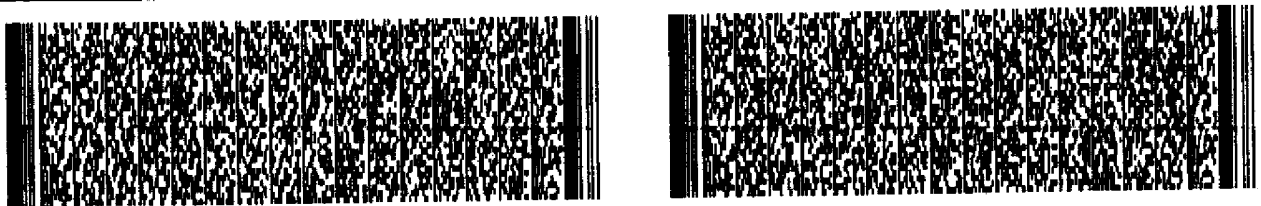
槽、或增強基本元件性能的其它特徵。

使用這種基本填料元件，通過組裝這些元件製成規整填料"磚"34（每塊磚通常大約有40—50個元件），使得相鄰元件的波紋呈圖4B所示的交叉方式設置。（用於固定元件的裝置未示出。）當磚放置在圓柱形塔內時，靠近壁的磚的邊緣是粗糙的，呈鋸齒形，產生縫隙。為減少液體旁路，通常使用如圖4C所示的刮36。

規整填料磚34通常組裝成填料塔38塔段中的層（48，48'），如圖5A和5B所示。圖5A是平面圖，表明了圖5B中截面5A-5A所在高度上十二塊磚的布置。圖5B表明了填料塔中規整填料的整體布置的正視圖，在液體分佈器44與蒸汽分佈器46之間的塔段內，有多層（48，48'），相鄰填料層（48，48'）（每層約8英寸高）相對旋轉成直角（即 90° ）。在最常用的設置中，也可以使用其它旋轉方式（例如，相鄰層旋轉到 0° 至 90° 之間的角度）。

本發明改進了傳統填料的布置，將在下面討論。在傳統填料中，同一高度處的磚34（例如，圖5A所示）由相同的元件32（例如圖4A所示）組成。本發明根據磚塊的位置，使用至少兩種不同的基本元件，如圖3所示。位於外環28的由能提供較高蒸汽阻力的元件組成，位於中芯30的由能提供較低蒸汽阻力的元件組成。

阻力差別可以是表面積密度差別所致，表面積密度通常用 m^2/m^3 （填料佔據的體積）表示。（"表面積密度"指單位體積規整填料的規整填料表面積。）因此，相對於中芯



五、發明說明 (15)

30內的填料的表面積密度，外環28中的填料的表面積密度更高。

作為一種選擇，當保持外環28和中芯30中表面積密度相同時，相對於中芯30內的填料的波紋角度，可以在外環28內使用波紋角度較小的填料。此外，可以組合其它表面特徵以使外環與中芯填料不同。這些特徵包括紋理、洞或孔、凹坑、凹槽、波紋形狀、波浪、或能單獨地或與其它特徵一起組合實現外環與中芯蒸汽阻力改變的其它元件。對本領域內的熟練技術人員來說，這些概念的其它變化或引伸是很明顯的。例如，改變包括在一層內相鄰的幾個環中使用兩種以上的阻力，或僅在一些層使用混合阻力，而不是在填充段的所有層中使用。這一通用技術可以應用於液體與蒸汽(或氣相)逆流流動的、具有上文所述的系統非均勻分佈的任何熱傳和質傳塔中。本發明不限於蒸餾或低溫蒸餾應用。

本發明通過下面的分析進一步說明。儘管本發明具有更廣泛的應用，為了便於分析討論，下面的分析參照傳統雙塔空氣分離設備中的氫氣和氧氣分離進行。

下面提供L/V比率不平衡結果和本發明的修正效果的計算方法。分離實例是圖1所示的傳統雙塔空氣分離設備10的低壓塔4的底部。

用於計算的假設條件示於圖6。此外，下列參數也是假設的：氫/氧混合物；25psig；25塊理論塔板；標準L/V=1.4。首先計算均勻流動條件下的理想分離。然後，



五、發明說明 (16)

將塔分成兩個具有相同面積的平行塔，每一平行塔內具有不同L/V比率，比較這些分離結果。在真實的塔內發生某種程度的混合，混合程度作為變量進行研究，為0至3的中間混合。

特定混合方式的一個實例如圖7所示。(其它混合方式也可以類似地獲得。)圖7提供了一個相對流動的實例，假設只有液體非均勻分佈，帶有中間混合。液體的相對流量分配如圖的上部分所示，蒸汽的相對流量分配如圖中下部分所示。

通過給出兩個平行塔內L/V比率再平衡的效果，來計算本發明的結果，儘管採用了不同的絕對流量。在這些計算中所使用的參數是：Ar/O₂兩組分，25 psia，L/V1.4，在塔頂液體中Ar為7%，在塔釜為0.5% Ar，25塊理論塔板。計算結果示於圖8，並列於下表中。

完成相同分離的相應填料塔高度計算結果

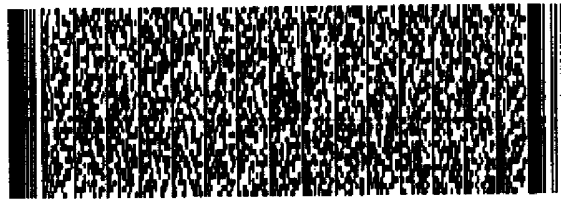
非均勻 分佈	L非均 0混合	L非均 1混合	L非均 2混合	L&V非均 0混合	L&V非均 1混合	L&V非均 2混合
+/-%						
0.0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2.6	1.0539			1.0000		
5.0	1.2880	1.0452		1.0003	1.0003	
10.0		1.2400	1.0928		1.0015	1.0005
15.0			1.2650			1.0030

五、發明說明 (17)

從這些計算結果可以看出：理想塔的相對HETP為1。這一結果在圖8中是兩個平行塔的非均勻分佈為0的情況。中間混合的數目對這一計算沒有影響。但當兩個塔中液體非均勻分佈相對於平均值設定為(2.6%、5%、10%、和15%時，總的HETP增高。圖8中的結果表明，液體非均勻分佈的程度增加，相對HETP升高。而中間混合減輕了這一效果，但不能消除這種效果。與此相反，使蒸汽不均勻分佈達到平衡，以恢復兩個平行塔中的L/V比率就能實際消除這一問題。例如，如果液體非均勻分佈為(5%，HETP升高到相對值1.288。中間混合為1僅使該值減小到1.045。然而，如果為了使兩個塔內的L/V比率為1.4，按相同比例引導平衡蒸汽流量，則即使沒有混合，HETP也變回到1.0003。類似地，液體非均勻分佈為(15%，此時即使中間混合為2，相對HETP也升高到1.265。通過使蒸汽流平衡，恢復L/V比率，HETP下降到1.003。

計算結果表明，即使絕對的液體和蒸汽流量不能保持恆定，但維持蒸餾塔內L/V比率接近常數是很重要的。計算結果還表明，中間混合減輕了非均勻分佈的影響。但是，當塔徑增加時，混合的增加受到限制，本發明提出一種輔助手段，可以改進塔的性能。

應當注意，上述計算作為例子是在幾個特定假設下進行的。如果改變特定的混合物，或工藝條件，或非均勻分佈和混合方式，結果也顯示相同的定性趨勢，儘管在定量



五、發明說明 (18)

方面會有變化。因此液體和氣體或蒸汽逆流流動的接觸塔中，本發明具有廣泛的應用性。可用於低溫或非低溫蒸餾，以及使用規整填料作為接觸元件的任何熱傳和/或質傳操作。

本發明只是對已有傳統規整填料進行了改變，不需要在塔內對填料進行任何特殊的邊緣改進，或塔外部的任何附加裝置或循環回路。此外，不必設法消除液流的變化，通過引導類似的汽流變化使L/V比率的變化最小，以抵消這種變化。

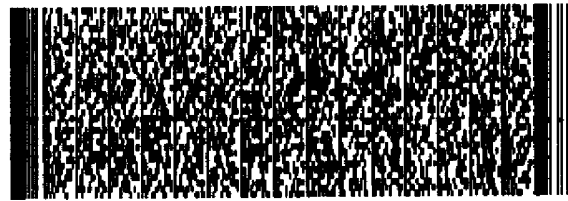
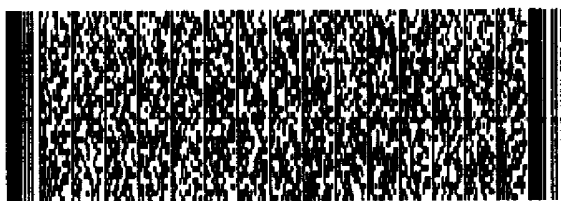
在一層中使用混合阻力，使塔的中芯和外環之間的阻力不同，這一概念在現有技術中還沒有提出過。通常是在整個填充段內使用相同的填料。現有技術中在填料塔內完全分開的填充段內使用不同的填料，可以通過改變表面積、波紋角度或其它方法來實現。(例如US5100448 (Lockett等))，但這在結構布置和目的方面，完全不同於本發明。現有技術中這種布置的目的是在蒸餾塔的不同段間均勻得到液泛，而本發明的目的是在塔的橫截面內使L/V比率平衡，使大塔的質傳和/或熱傳效率接近於小塔。本發明的各方案以參照特定的實施例進行了描述。然而，應當理解，在不脫離申請專利範圍所限定的本發明的精神和範圍的條件下，可以對這些方案和實施例作出變動和改進。

五、發明說明 (18)

方面會有變化。因此，在有液體和氣體或蒸汽逆流流動的接觸塔中，本發明具有廣泛的應用性。可用於低溫或非低溫蒸餾，以及使用規整填料作為接觸元件的任何熱傳和/或質傳操作。

本發明只是對已有傳統規整填料進行了改變，不需要在塔內對填料進行任何特殊的邊緣改進，或塔外部的任何附加裝置或循環回路。此外，不必設法消除液流的變化，通過引導類似的汽流變化使L/V比率的變化最小，以抵消這種變化。

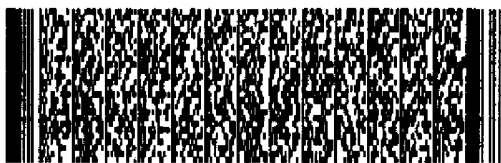
在一層中使用混合阻力，使塔的中芯和外環之間的阻力不同，這一概念在現有技術中還沒有提出過。通常是在整個填充段內使用相同的填料。現有技術中在填料塔內完全分開的填充段內使用不同的填料，可以通過改變表面積、波紋角度或其它方法來實現。(例如US5100448 (Lockett等))，但這在結構布置和目的方面，完全不同於本發明。現有技術中這種布置的目的是在蒸餾塔的不同段間均勻得到溢流，而本發明的目的是在塔的橫截面內使L/V比率平衡，使大塔的質傳和/或熱傳效率接近於小塔。本發明的各方案以參照特定的實施例進行了描述。然而，應當理解，在不脫離申請專利範圍所限定的本發明的精神和範圍的條件下，可以對這些方案和實施例作出變動和改進。



圖式簡單說明

主要元件的圖號說明

- | | | | |
|---------------|---------------|-----------|-----------|
| 2.. 高壓塔 | 4.. 低壓塔 | 6.. 冷凝器 | 11.. 規整填料 |
| 10.. 低溫空氣分離裝置 | 22, 38.. 填料塔 | | |
| 24.. 高阻力填料 | 26.. 低阻力填料 | | |
| 28.. 外環 | 30.. 中芯 | 32.. 規整填料 | |
| 34.. 磚 | 36.. 刮 | 40.. 塔內壁 | 42.. 圓 |
| 44.. 液體分佈器 | 48, 48'.. 填料層 | | |

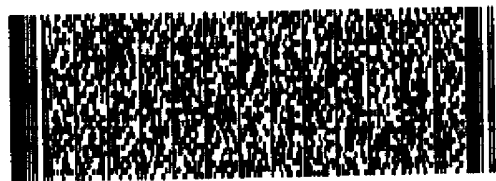
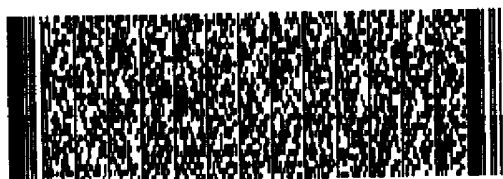


四、中文發明摘要 (發明之名稱：混合阻力規整填料、具該填料的交換塔及其組裝方法、應用該填料的低溫空氣分離方法、降低交換塔的理論等板高度的方法及系統)

混合阻力規整填料層包括：具有第一填料阻力的第一規整填料；和通常與第一規整填料水平相鄰的第二規整填料，第二規整填料具有不同於第一填料阻力的第二填料阻力。在如低溫空氣分離過程中，混合阻力規整填料層用於交換塔中，進行第一相與第二相之間的熱量和/或質量交換。在交換塔內及過程中，混合規整填料層在降低HETP(理論等板高度)方面的用途。還提供了一種在交換塔內組裝混合阻力規整填料層的方法。

英文發明摘要 (發明之名稱：Mixed-Resistance Structured Packing, Exchange Tower Containing Said Packing and Method for Assembling Same, Process for Cryogenic Air Separation by Using Same, Method and System for Reducing HETP)

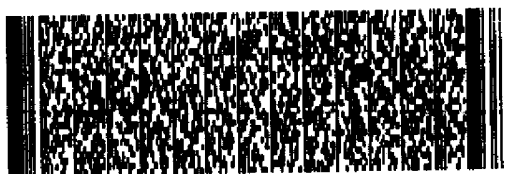
A layer of mixed-resistance structured packing includes: a first structured packing having a first packing resistance; and a second structured packing generally horizontally adjacent the first structured packing, the second structured packing having a second packing resistance different than the first packing resistance. The layer of mixed-resistance structured packing is used in exchange columns for exchanging heat and/or mass between a first phase and a second phase in



四、中文發明摘要 (發明之名稱：混合阻力規整填料、具該填料的交換塔及其組裝方法、應用該填料的低溫空氣分離方法、降低交換塔的理論等板高度的方法及系統)

英文發明摘要 (發明之名稱：Mixed-Resistance Structured Packing, Exchange Tower Containing Said Packing and Method for Assembling Same, Process for Cryogenic Air Separation by Using Same, Method and System for Reducing HETP)

processes such as cryogenic air separation. Use of the layer of mixed-resistance structured packing reduces HETP (height equivalent to a theoretical plate) in the exchange columns and processes. A method also is provided for assembling the layer of mixed-resistance structured packing in an exchange column.



六、申請專利範圍

1. 一種混合阻力規整填料層，包括：

具有第一填料阻力的第一規整填料；和

通常與第一規整填料水平相鄰的第二規整填料，第二規整填料具有不同於第一填料阻力的第二填料阻力。

2. 如申請專利範圍第1項的混合阻力規整填料層，其中

第一規整填料具有外周邊；

第二規整填料具有一個基本上等於第一規整填料外周邊的內周邊和大於其內周邊的外周邊；和

第二規整填料的內周邊基本上緊貼第一規整填料的外周邊。

3. 如申請專利範圍第2項的混合阻力規整填料層，其中，第一規整填料的外周邊和第二規整填料的內周邊基本上呈環形。

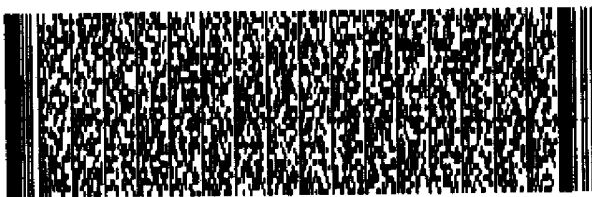
4. 一種混合阻力規整填料層，包括

具有外周邊的基本上為環形的中芯，該中芯包括具有第一填料阻力的第一規整填料；和

通常與中芯的外周邊水平相鄰的外環，該外環包括具有不同於第一填料阻力的第二填料阻力的第二規整填料。

5. 如申請專利範圍第1項的混合阻力規整填料層，其中，第一和第二規整填料包括至少一塊波紋板。

6. 如申請專利範圍第1項的混合阻力規整填料層，其中，第一和第二規整填料包括多塊由箔狀材料製成的平行放置的波紋板，每塊板具有至少一個以一定角度設置的與



六、申請專利範圍

相鄰板上的至少一個波紋成交叉關係的波紋。

7. 如申請專利範圍第6項的混合阻力規整填料層，其中，第一規整填料內至少一個波紋的角度大於第二規整填料內至少一個波紋的角度。

8. 如申請專利範圍第1項的混合阻力規整填料層，其中，第二規整填料的表面積密度大於第一規整填料的表面積密度。

9. 一種用於在第一相和第二相之間進行熱量和/或質量交換的交換塔，交換塔具有至少一層如申請專利範圍第1項的混合阻力規整填料。

10. 一種低溫空氣分離方法，包括使蒸汽和液體在至少一個包含至少一個質傳區的蒸餾塔內逆流接觸，其中液汽接觸是建立在至少一層如申請專利範圍第1項的混合阻力規整填料上的。

11. 一種在交換塔內組裝一層混合阻力規整填料的方法，包括下以步驟：

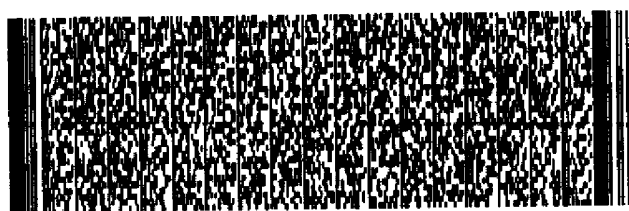
提供一個交換塔；

提供一層混合阻力規整填料，該混合阻力規整填料層包括：

具有第一填料阻力的第一規整填料；和

通常與第一規整填料在水平方向相鄰的第二規整填料，第二規整填料具有不同於第一填料阻力的第二填料阻力；和

將混合阻力規整填料層裝入交換塔中。



六、申請專利範圍

12. 一種降低用於在液體和蒸汽之間進行熱量和/或質量傳遞的交換塔的HETP(理論等板高度)的方法，交換塔具有至少一層規整填料，該規整填料層具有一個中芯和通常在水平方向上與中芯相鄰的外環，該方法包括如下步驟：
引導交換塔內的至少一部分蒸汽離開外環；和

引導至少一部分蒸汽流向中芯。

13. 如申請專利範圍第12項的降低HETP的方法，其中，所述部分蒸汽的量是：使交換塔橫截面上的液汽比率基本保持恆定。

14. 一種降低用於在液體和蒸汽之間進行熱量和/或質量傳遞的交換塔的HETP的系統，交換塔具有至少一層規整填料，該規整填料層具有一個中芯和通常在水平方向上與中芯相鄰的外環，該系統包括：

引導交換塔內的至少一部分蒸汽離開外環的元件；和

引導至少一部分蒸汽流向中芯的元件。

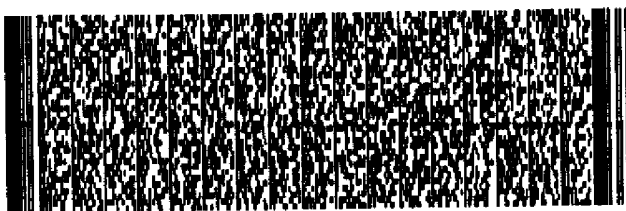
15. 如申請專利範圍第14項的系統，其中，所述部分蒸汽的量是：使交換塔橫截面上的液汽比率基本保持恆定。

16. 一種交換塔中的填料段，包括：

第一層如申請專利範圍第1項的混合阻力規整填料；

和

位於第一層混合阻力規整填料下方的第二層如申請專利範圍第1項的混合阻力規整填料，其中第二層相對於第一層旋轉一定角度。



六、申請專利範圍

17. 如申請專利範圍第16項的填料段，其中所述角度在約 0° 至 90° 之間。



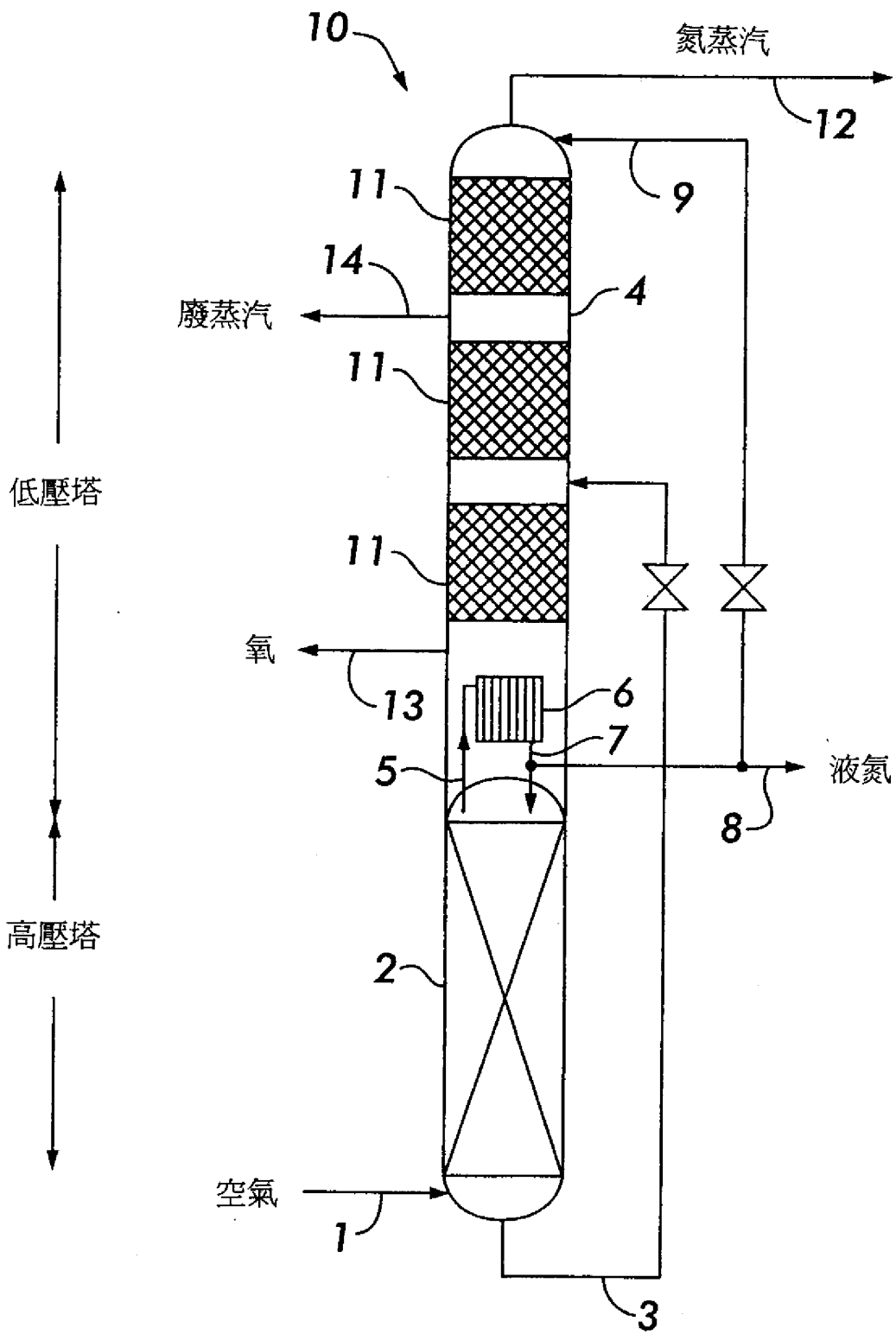


圖 1

圖 2

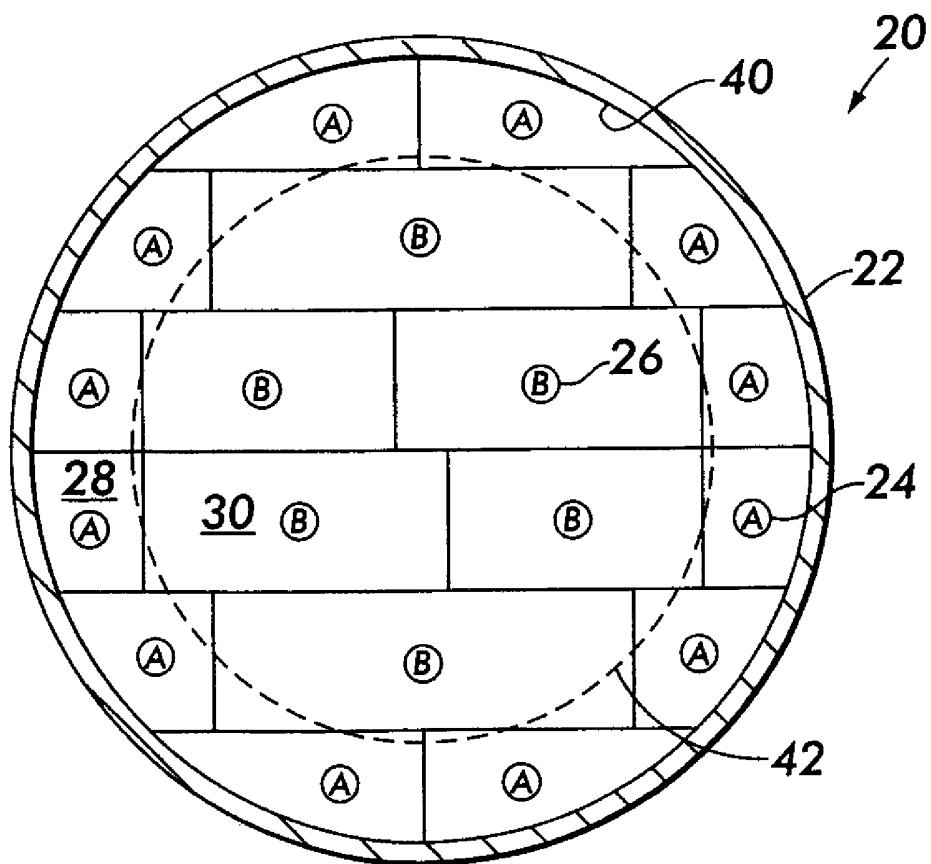
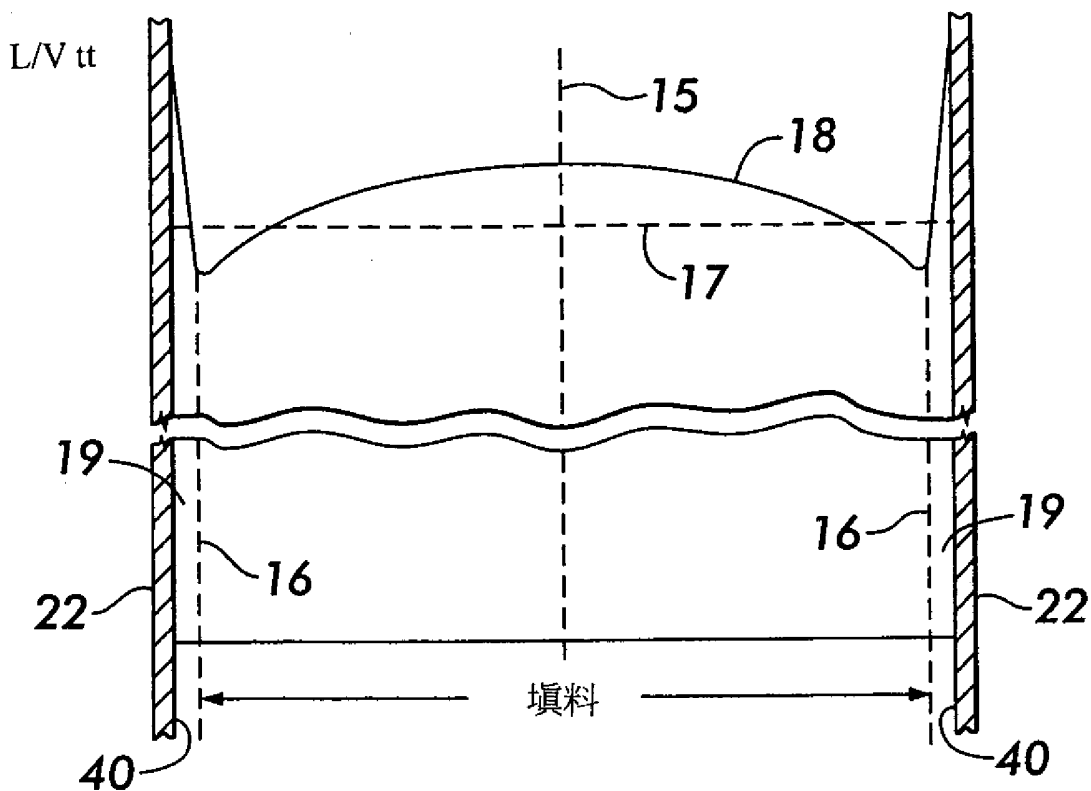


圖 3

圖 4A

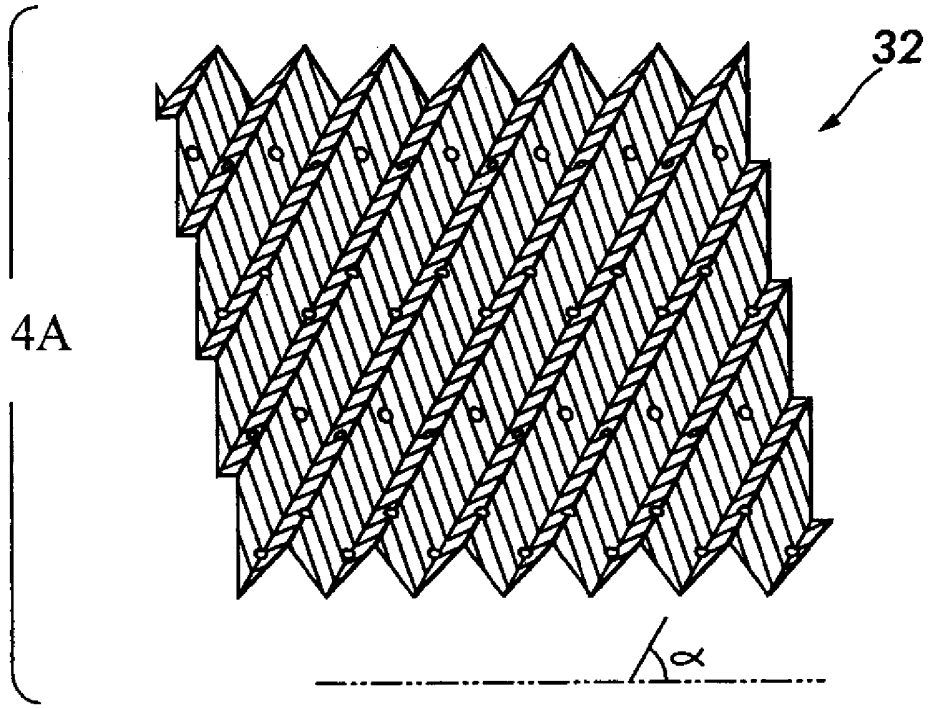


圖 4B

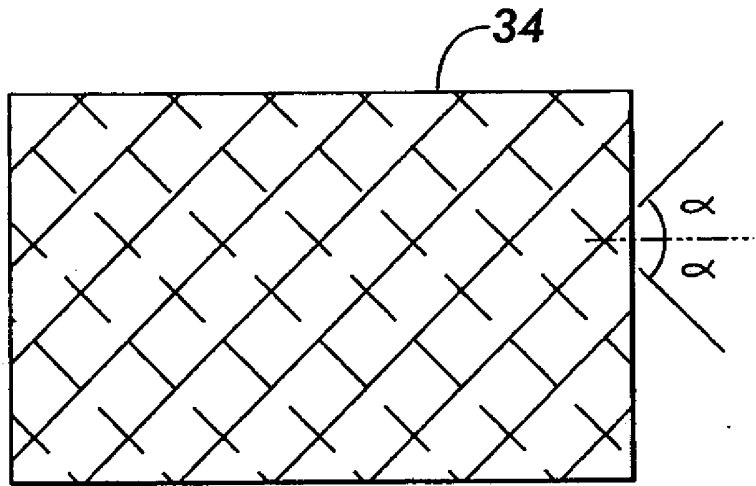


圖 4C

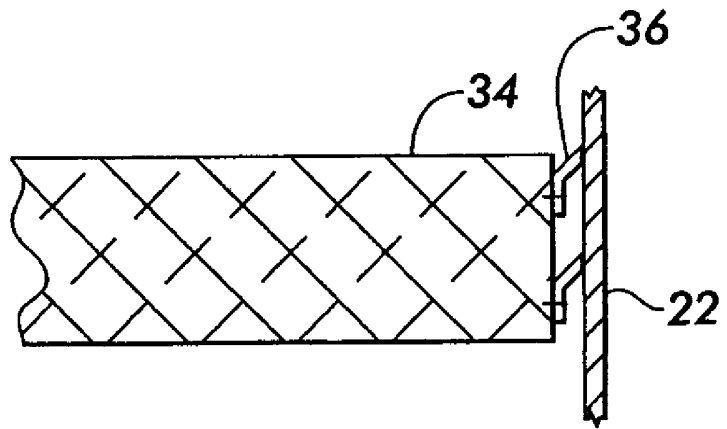


圖 5A

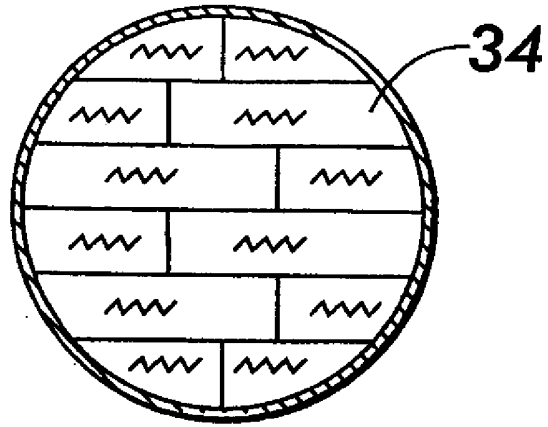
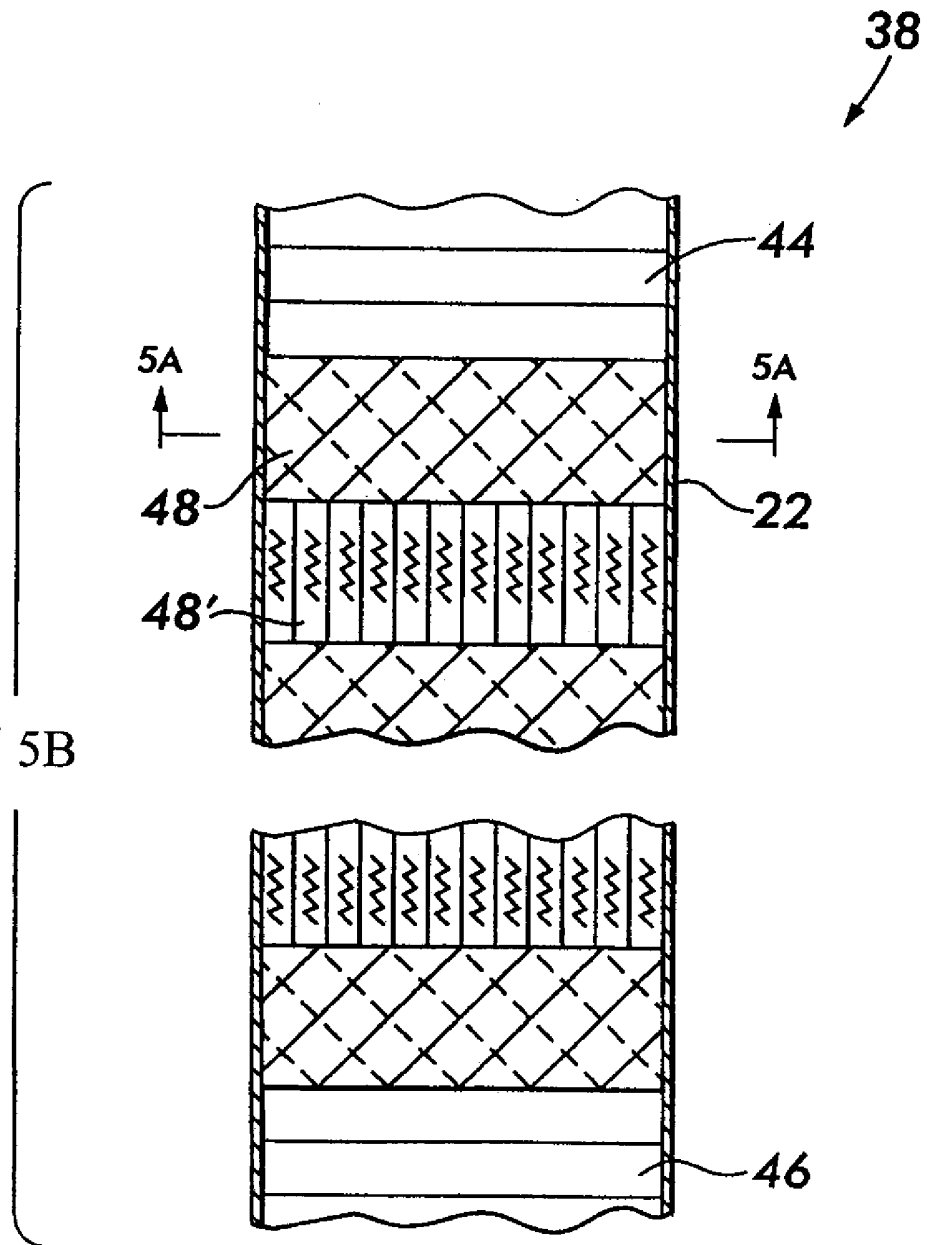


圖 5B



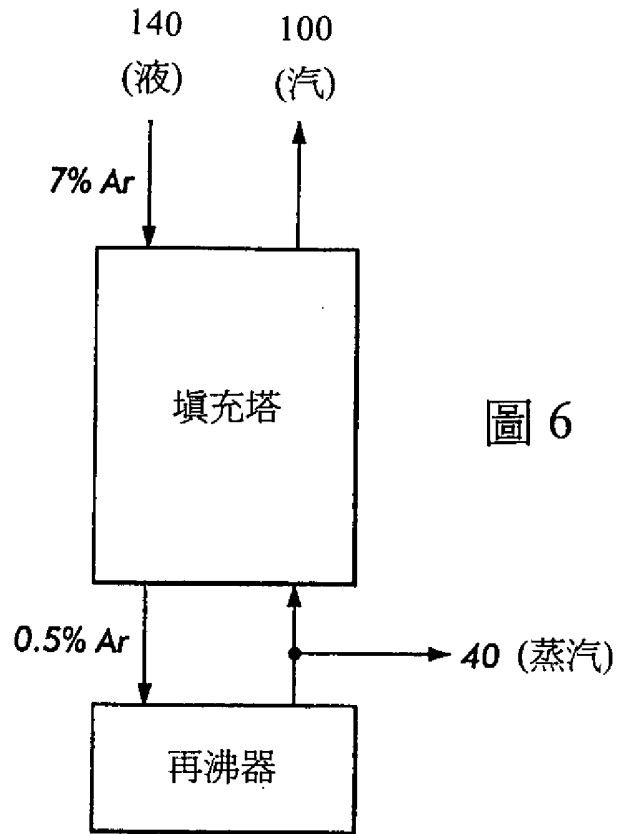


圖 6

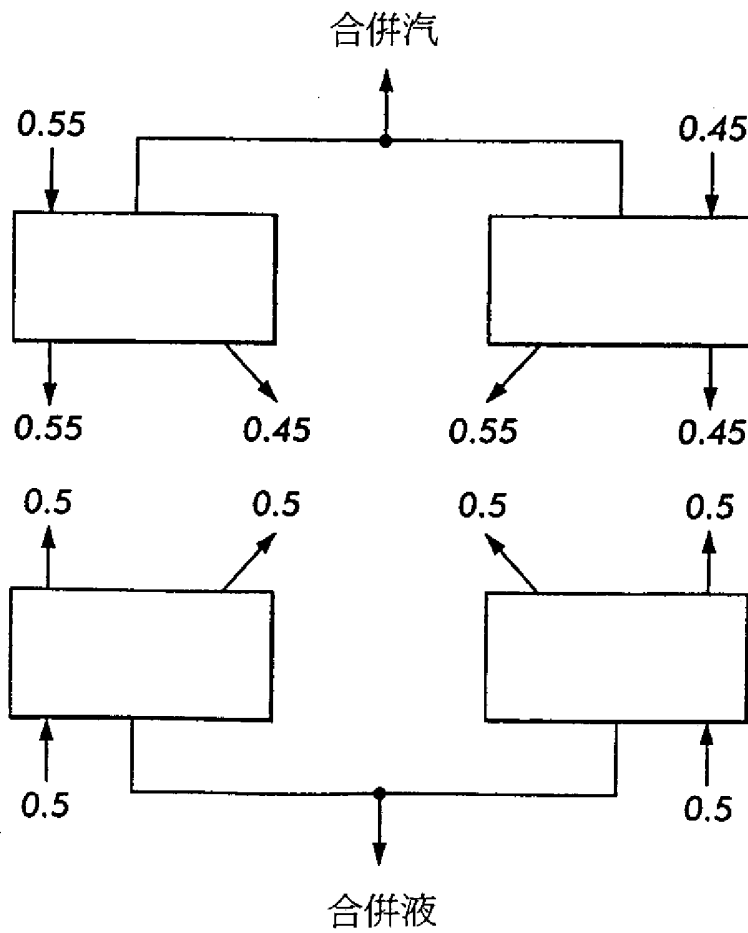
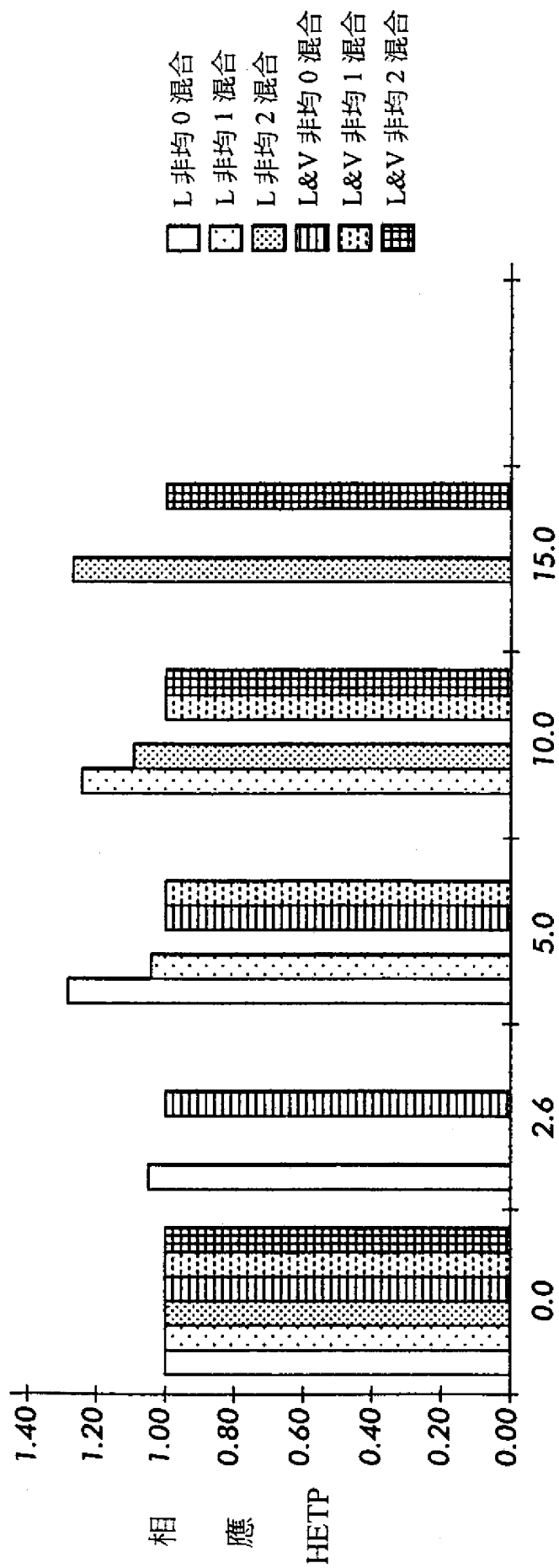


圖 7

圖 8



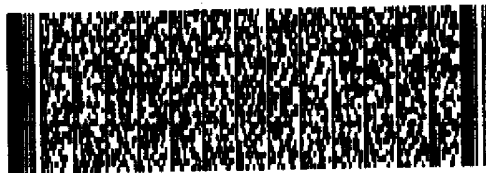
申請日期:	88.12.15	案號: 88122053
類別:	告 本	B01D3/00

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

450827

一、發明名稱	中文	混合阻力規整填料、具該填料的交換塔及其組裝方法、應用該填料的低溫空氣分離方法、降低交換塔的理論等板高度的方法及系統
	英文	Mixed-Resistance Structured Packing, Exchange Tower Containing Said Packing and Method for Assembling Same, Process for Cryogenic Air Separation by Using Same, Method and System for Reducing HETP
二、發明人	姓名 (中文)	1. 史瓦明納坦·桑德
	姓名 (英文)	1. Swaminathan Sunder
	國籍	1. 美國
	住、居所	1. 美國賓州艾倫鎮海倫道6009號
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 氣體產品及化學品股份公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. Air Products and Chemicals, Inc.
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國賓州艾倫鎮漢彌爾頓大道7201號
	代表人姓名 (中文)	1. 威廉·F·馬許
	代表人姓名 (英文)	1. William F. Marsh



五、發明說明 (18)

方面會有變化。因此液體和氣體或蒸汽逆流流動的接觸塔中，本發明具有廣泛的應用性。可用於低溫或非低溫蒸餾，以及使用規整填料作為接觸元件的任何熱傳和/或質傳操作。

本發明只是對已有傳統規整填料進行了改變，不需要在塔內對填料進行任何特殊的邊緣改進，或塔外部的任何附加裝置或循環回路。此外，不必設法消除液流的變化，通過引導類似的汽流變化使L/V比率的變化最小，以抵消這種變化。

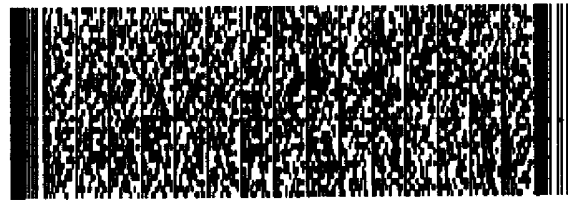
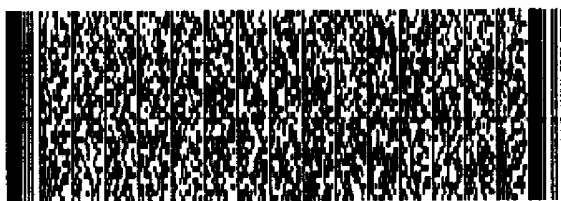
在一層中使用混合阻力，使塔的中芯和外環之間的阻力不同，這一概念在現有技術中還沒有提出過。通常是在整個填充段內使用相同的填料。現有技術中在填料塔內完全分開的填充段內使用不同的填料，可以通過改變表面積、波紋角度或其它方法來實現。(例如US5100448 (Lockett等))，但這在結構布置和目的方面，完全不同於本發明。現有技術中這種布置的目的是在蒸餾塔的不同段間均勻得到液泛，而本發明的目的是在塔的橫截面內使L/V比率平衡，使大塔的質傳和/或熱傳效率接近於小塔。本發明的各方案以參照特定的實施例進行了描述。然而，應當理解，在不脫離申請專利範圍所限定的本發明的精神和範圍的條件下，可以對這些方案和實施例作出變動和改進。

五、發明說明 (18)

方面會有變化。因此，在有液體和氣體或蒸汽逆流流動的接觸塔中，本發明具有廣泛的應用性。可用於低溫或非低溫蒸餾，以及使用規整填料作為接觸元件的任何熱傳和/或質傳操作。

本發明只是對已有傳統規整填料進行了改變，不需要在塔內對填料進行任何特殊的邊緣改進，或塔外部的任何附加裝置或循環回路。此外，不必設法消除液流的變化，通過引導類似的汽流變化使L/V比率的變化最小，以抵消這種變化。

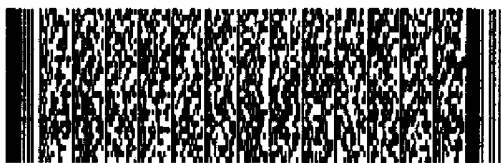
在一層中使用混合阻力，使塔的中芯和外環之間的阻力不同，這一概念在現有技術中還沒有提出過。通常是在整個填充段內使用相同的填料。現有技術中在填料塔內完全分開的填充段內使用不同的填料，可以通過改變面積、波紋角度或其它方法來實現。(例如US5100448 (Lockett等))，但這在結構布置和目的方面，完全不同於本發明。現有技術中這種布置的目的是在蒸餾塔的不同段間均勻得到溢流，而本發明的目的是在塔的橫截面內使L/V比率平衡，使大塔的質傳和/或熱傳效率接近於小塔。本發明的各方案以參照特定的實施例進行了描述。然而，應當理解，在不脫離申請專利範圍所限定的本發明的精神和範圍的條件下，可以對這些方案和實施例作出變動和改進。



圖式簡單說明

主要元件的圖號說明

- | | | | |
|---------------|---------------|-----------|-----------|
| 2.. 高壓塔 | 4.. 低壓塔 | 6.. 冷凝器 | 11.. 規整填料 |
| 10.. 低溫空氣分離裝置 | 22, 38.. 填料塔 | | |
| 24.. 高阻力填料 | 26.. 低阻力填料 | | |
| 28.. 外環 | 30.. 中芯 | 32.. 規整填料 | |
| 34.. 磚 | 36.. 刮 | 40.. 塔內壁 | 42.. 圓 |
| 44.. 液體分佈器 | 48, 48'.. 填料層 | | |

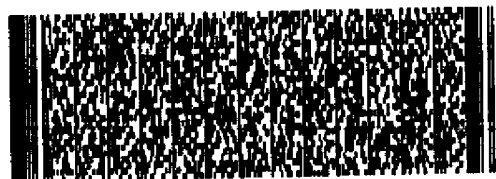
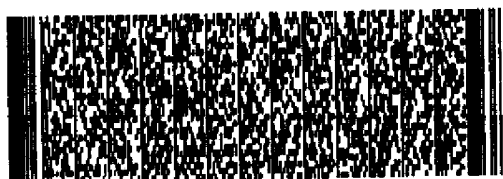


四、中文發明摘要 (發明之名稱：混合阻力規整填料、具該填料的交換塔及其組裝方法、應用該填料的低溫空氣分離方法、降低交換塔的理論等板高度的方法及系統)

混合阻力規整填料層包括：具有第一填料阻力的第一規整填料；和通常與第一規整填料水平相鄰的第二規整填料，第二規整填料具有不同於第一填料阻力的第二填料阻力。在如低溫空氣分離過程中，混合阻力規整填料層用於交換塔中，進行第一相與第二相之間的熱量和/或質量交換。在交換塔內及過程中，混合規整填料層在降低HETP(理論等板高度)方面的用途。還提供了一種在交換塔內組裝混合阻力規整填料層的方法。

英文發明摘要 (發明之名稱：Mixed-Resistance Structured Packing, Exchange Tower Containing Said Packing and Method for Assembling Same, Process for Cryogenic Air Separation by Using Same, Method and System for Reducing HETP)

A layer of mixed-resistance structured packing includes: a first structured packing having a first packing resistance; and a second structured packing generally horizontally adjacent the first structured packing, the second structured packing having a second packing resistance different than the first packing resistance. The layer of mixed-resistance structured packing is used in exchange columns for exchanging heat and/or mass between a first phase and a second phase in



四、中文發明摘要 (發明之名稱：混合阻力規整填料、具該填料的交換塔及其組裝方法、應用該填料的低溫空氣分離方法、降低交換塔的理論等板高度的方法及系統)

英文發明摘要 (發明之名稱：Mixed-Resistance Structured Packing, Exchange Tower Containing Said Packing and Method for Assembling Same, Process for Cryogenic Air Separation by Using Same, Method and System for Reducing HETP)

processes such as cryogenic air separation. Use of the layer of mixed-resistance structured packing reduces HETP (height equivalent to a theoretical plate) in the exchange columns and processes. A method also is provided for assembling the layer of mixed-resistance structured packing in an exchange column.

