

**發明專利說明書**

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

公告本

※申請案號：097133606

※申請日期：97年09月02日

※IPC分類：F04D 29/44

## 一、發明名稱：

F04D 29/00

(中) 用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器

(英) Airfoil diffuser for a centrifugal compressor

## 二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 普雷瑟科技股份有限公司  
(英) PRAXAIR TECHNOLOGY, INC.代表人：(中) 1. 薩瓦多 佩斯  
(英) 1. PACE, SALVATORE P.地址：(中) 美國康乃狄克州丹柏立舊里治堡路 39 號  
(英) 39 Old Ridgebury Road, Danbury, CT 06810-5113, U.S.A.

國籍：(中英) 美國 U.S.A.

## 三、發明人：(共 2 人)

1. 姓名：(中) 阿梅德 亞德瓦哈  
(英) ABDELWAHAB, AHMED國籍：(中) 埃及  
(英) EGYPT2. 姓名：(中) 高登 吉伯  
(英) GERBER, GORDON J.國籍：(中) 美國  
(英) U.S.A.

## 四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利  主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】  
1. 美國 ; 2007/09/24 ; 11/903,592 有主張優先權

## 五、中文發明摘要

發明之名稱：用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器

一用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器藉由擴散器通道面積及複數坐落在該擴散器通道面積內之擴散器葉片所形成。該擴散器通道面積被界定於該離心式壓縮機之轂襯及圍板之間。該等擴散器葉片之每一個在一如該轂襯及該圍板的外側部份之間所採取的堆置方向中具有一扭轉組構，該圍板的外側部份被設置成與該轂襯相對。由於該扭轉組構，該擴散器葉片入口葉片角度由該轂襯至該圍板之外側部份減少，且於該等擴散器葉片之前緣的固性測定變化於在該轂襯處所測量之小於 1.0 的低固性值與在該圍板的外側部份處所測量之不小於 1.0 的高固性值之間。

## 六、英文發明摘要

發明之名稱： Airfoil diffuser for a centrifugal compressor

An airfoil diffuser for a centrifugal compressor formed by a diffuser passage area and a plurality of diffuser blades located within the diffuser passage area. The diffuser passage area is defined between a hub plate and a shroud of the centrifugal compressor. Each of the diffuser blades has a twisted configuration in a stacking direction as taken between the hub plate and an outer portion of the shroud located opposite to the hub plate. As a result of the twisted configuration, the diffuser blade inlet blade angle decreases from the hub plate to the outer portion of the shroud and solidity measurements at leading edges of the diffuser plates vary between a lower solidity value measured at the hub plate of less than 1.0 and a high solidity value measured at the outer portion of the shroud of no less than 1.0.

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (2) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

10：殼襯

14：外周邊

16：內周邊

22：擴散器葉片

24：前緣

26：後緣

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

## 九、發明說明

### 【發明所屬之技術領域】

本發明有關一用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其併入複數坐落在一擴散器通道面積內之擴散器葉片，該等擴散器葉片之每一個在該擴散器通道面積中於堆置方向中具有一扭轉結構。更特別地是，本發明有關此一翼剖面擴散器，其中於該翼剖面擴散器的葉片之前緣所測量的固性值變化於在該壓縮機之殼襯處的小於 1.0 的值與在該壓縮機之圍板的外側部份處所測量之不小於 1.0 的值之間，該圍板的外側部份被設置成與該殼襯相對。

### 【先前技術】

離心式壓縮機被利用在許多工業應用中。一離心式壓縮機之主要零組件係該葉輪，其被一動力來源、典型為一電動馬達所驅動。該葉輪在一殼襯之內側環狀區域內旋轉及毗連一圍板。該葉輪係一轉動之葉片式元件，其經過該圍板抽出將被壓縮之流體及使在高速之流動更改方向，且因此使於一大致上係與該葉輪之旋轉方向呈徑向的方向中之動能更改方向。一擴散器係坐落在一擴散器通道面積內的葉輪之下游，該擴散器通道面積被界定於該殼襯及該圍板的一外側部份之間，以藉由減少將被壓縮之流體的速度恢復該氣體中之壓力。該結果之加壓流體被引導朝向該壓縮機之出口。

於無葉片式擴散器中，在該殼襯及該圍板的外側部份

之間的擴散器通道面積係不斷地增加，以恢復該壓力。於葉片式擴散器中，葉片被連接至該擴散器通道面積中之轂襯或該圍板的外側部份。該等葉片能具有一恆定之橫互橫截面，如由轂襯至圍板所視。於葉片式擴散器中，已知為翼剖面擴散器，該等葉片具有一翼剖面區段而非一恆定之橫互橫截面。

被需要驅動此一離心式壓縮機之動力能代表該工廠之運轉成本的一相當可觀部份，其中該離心式壓縮機被採用。譬如，於一空氣分離工廠中，涉及操作該工廠之大部份成本係壓縮該空氣中所使用之電力成本。在此等如空氣分離的應用中所採用之壓縮機需要一寬廣之操作範圍，但其他應用也同樣需要一寬廣之操作範圍。譬如，於一空氣分離工廠中，其係需要能夠減少該生產及升高該生產。此可變之操作可藉由將視該時刻而定變化之需要或局部電力成本所驅動。然而，給與該電力之成本，該寬廣之操作範圍被伴隨以遍及該操作範圍之壓縮機效率係亦需要的。

於一增加該操作範圍同時保留效率之意圖中，其係可能變更葉輪設計及擴散器設計。然而，關於葉輪設計，所採用之實際設計被該壓縮機之機械配置及該結果之流動條件、例如特定之速率所限制。這些配置導致許多葉輪特性之預先決定，例如，該葉輪圍板及進口段配置之設計、軸向長度與因此周緣輪廓及三維空氣動力組構、亦即空氣動力掃掠與傾斜之使用及分流器葉片之使用。然而，典型地，最一般使用之葉輪特色係在該葉輪出口處之葉片後掃掠

( backsweep ) 。這對該離心式架台給與一上升壓力特色，並具有減少之流動比率，而增加該架台之穩定性。再者，在相同之旋轉速率及壓力比率與一徑向葉片式葉輪設計作比較，當與一徑向葉片式葉輪設計作比較時，一後掃掠葉輪具有較低之葉片壓力負載、增加之葉輪反作用及對該流體增加之損失自由能量傳送 ( 柯氏加速度 ( Coriolis acceleration ) ) 。

該擴散器設計係比該葉輪具有較少之限制。用於該擴散器設計之幾何限制係用於伸出架台之渦旋形及收集器的尺寸、或於樑型架台的案例中之返回通道。無葉片式擴散器係能夠在適當之壓力恢復程度及在適當之效率處使該離心式壓縮機架台設有大操作範圍。在另一方面，葉片式擴散器具有一較高之效率水準，但在減少之範圍。於一增加操作之範圍的意圖中，美國專利第 US 2,372,880 號提供一具有葉片之葉片式擴散器，而沒有一翼剖面橫互橫截面，但具有一建入該等葉片之扭轉，以改變該喉部區域及藉此增加該壓縮機之操作範圍。該結果之擴散器係一高固性擴散器或亦即用幾何學地併入一比率，藉由將該等葉片的前緣及後緣之間所測量的距離除以鄰接葉片的前緣間之圓周間距所計算，亦即大於 1.0。

為具有小於 1.00 固性值之翼剖面擴散器的低固性擴散器係以無該擴散器通道中之幾何喉部為其特徵，且已證實擁有一大的流動範圍，類似於無葉片式擴散器，但在優於無葉片式擴散器之增加的壓力恢復程度。然而，與高固

性擴散器作比較，操作中之增加的範圍已被發現為以效率為代價。在另一極端，已製成高固性擴散器，其雖然更有效率，卻未擁有低固性擴散器之操作範圍。

如將被討論者，在本發明中，於一態樣中，提供一翼剖面擴散器，其中該等擴散器葉片係以一扭轉組構製造，該扭轉組構在該殼襯處產生一低固性值，其結果是與先前技藝作比較，該等擴散器不只賦予此離心式壓縮機一較寬廣之操作範圍，同時遍及該寬廣之操作範圍亦賦予高效率。

#### 【發明內容】

本發明提供一用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中該固性由一在該殼襯處之低固性值變化至一在該圍板處之高固性值。按照本發明，該翼剖面擴散器具有一界定於殼襯及圍板的一外側部份間之擴散器通道面積，該圍板的外側部份被設置成與該殼襯相對。該殼襯及該圍板形成該離心式壓縮機的一部份，且每一個具有一大致上環狀之組構，以允許該離心式壓縮機之葉輪在其一內側環狀區域內旋轉。複數擴散器葉片係以一圓形配置坐落在該殼襯及該圍板的外側部份間之擴散器通道面積內，且被連接至該殼襯或該圍板的外側部份。

該擴散器葉片在該殼襯及該圍板的外側部份之間所採取的堆置方向中具有一扭轉組構，使得該等擴散器葉片之每一個係繞著一大致上延伸於該堆置方向中之直線扭轉，

該直線通過每一翼剖面區段之空氣動力中心，且該等擴散器葉片之每一個具有一由該轂襯至該圍板的外側部份減少之入口葉片角度與一在該轂襯測量之傾角，如於葉輪旋轉之方向中所視，該傾角在該前緣具有一負值及在該後緣具有一正值。應注意的是，如在此中及於該等申請專利範圍中所使用，“堆置方向”一詞意指該等擴散器葉片之每一個的沿翼展方向，沿著該翼展方向，無限數目之翼剖面區段係由該轂襯堆置至該圍板的外側部份。該“入口葉片角度”一詞意指對一圓弧的切線與對該擴散器葉片的弧面曲線之間所測量的角度，該圓弧在沿著該前緣之測量點、譬如在該轂襯及該圍板的外側部份通過該等葉片，且該弧面曲線通過其前緣。如在此中及於該等申請專利範圍中所使用，該“傾角”一詞係該等擴散器葉片之每一個在其沿翼展方向中與一直線所造成之角度，該直線正交於該轂襯，如於該轂襯所測量。當作一慣例，此角度於葉輪旋轉之方向中具有一正值。

除了該前面以外，於本發明的一翼剖面擴散器中，在該等擴散器葉片的前緣處之固性測定變化於在該轂襯處所測量之小於 1.0 的低固性值與在該圍板的外側部份處所測量之不小於 1.0 的高固性值之間。關於此點，該“固性值”一詞意指該弦線距離、或換言在該等葉片之前緣處分開每一擴散器葉片之前緣及後緣的距離間之比率，該前緣及後緣被該等葉片圓周間距所分離。在該轂襯處及在該圍板的外側部份處，該圓周間距及該弦線距離係在採取該測量

之位置所決定。沒有葉片掃掠，該圓周距離將為相同的。

較佳地是，該低固性值係介於大約 0.5 及大約 0.95 間之較低範圍中，且該高固性值係介於大約 1.0 及大約 1.4 間之較高範圍中。最佳地是，該低固性值係大約 0.8，且該高固性值係大約 1.3。該入口葉片角度能夠以一線性關係關於該堆置方向變化。較佳地是，該等擴散器葉片之每一個係繞著一直線扭轉，該直線大致上延伸於一通過每一翼剖面區段之空氣動力中心的堆置方向中。

該傾角之絕對值較佳地係不大於大約 75 度。較佳地是，在該轂襯所測量之入口葉片角度係介於大約 15.0 度與大約 50.0 度之間，且在該圍板的外側部份所測量之入口葉片角度係介於大約 5.0 度與大約 25.0 度之間。用於每一擴散器葉片之在轂襯及該圍板的外側部份兩者處之弧面角係介於大約 0.0 度與大約 30 度之間，較佳地是於大約 5 度及大約 10 度之間。關於此點，如在此中及於該等申請專利範圍中所使用，該“弧面角”一詞意指對通過該擴散器葉片的前緣之擴散器葉片的弧線之切線、與對通過該葉片之後緣的擴散器葉片之弧線的切線之間所造成的角度。

較佳地是，該等擴散器葉片之每一個具有 NACA 65 之翼剖面區段。再者，該等擴散器葉片之每一個具有介於大約百分之 2 及大約百分之 6 之間的最大厚度對弦長比率作為分別在該圍板的外側部份及該轂襯處的測量。關於此點，大約 0.045 之最大厚度對弦長比率係較佳的，作為在該圍板的外側部份及該轂襯所採取的測量間之平均值。

較佳地是，該等擴散器葉片在其前緣係在一恆定的偏移距偏離該殼襯之內徑，其係在關於該翼剖面擴散器所使用之葉輪的大約百分之 5.0 與大約百分之 25 的葉輪半徑間之殼襯所測量。一較佳之恆定偏移距係大約百分之 15.0。如在此中及於該等申請專利範圍中所使用，該“偏移距”一詞意指該葉輪半徑之百分比。可有在大約 7 及 19 個之間的擴散器葉片，較佳地是 9 個擴散器葉片。該前緣及該後緣兩者可被組構成不會掃掠。

#### 【實施方式】

參考圖 1 及 2，一按照本發明之翼剖面擴散器 1 被說明。翼剖面擴散器 1 係於該離心式壓縮機的一殼襯 10 及一圍板 12 之間併入該離心式壓縮機。該殼襯 10 及該圍板 12 兩者具有一大致上環狀之組構，以允許一該離心式壓縮機之葉輪在其內側環狀區域內旋轉。如此，殼襯 10 具有一圓形之外周邊 14 及一圓形之內周邊 16。圍板 12 具有一波狀輪廓的入口部份 18，一將被壓縮之氣體係經過該入口部份 18 抽入該葉輪；及一設置成與該殼襯 10 相對之外側部份 20，其由該入口部份 18 徑向地延伸。如在該技藝中所習知，圍板 12 形成該壓縮機殼體的一部份，且該殼襯 10 被連接在此壓縮機殼體中。該翼剖面擴散器 1 係藉由一擴散器通道面積 21 所形成，該擴散器通道面積被界定於該殼襯 10 及該圍板 12 的外側部份 20 及擴散器葉片 22 之間。雖然沒有說明，擴散器通道面積 21 係與該壓縮機出口

相通，壓縮氣體係由該出口經由一渦旋形或返回通道排出。擴散器葉片 22 被連接至該殼襯 10，且如此坐落在該殼襯 10 及該圍板 12 的外側部份 20 之間。其係可能將該等擴散器葉片 22 連接至該圍板 12 之部份 20。如可在圖 2 中最佳地看出，該等擴散器葉片 22 被定位在一圓形配置中。

雖然沒有說明，一葉輪被定位用於在殼襯 10 之圓形內周邊 16 中旋轉，且與該圍板 12 之波狀輪廓的入口部份呈緊接之關係。雖然本發明能與任何葉輪設計一起使用，在葉輪出口處併入後掠翼（back sweep）之葉輪係較佳的。其係亦應注意本發明具有對任何離心式壓縮機之應用，而不管該特別之製造廠。

如由圖 2 變得明顯，其能看出該等擴散器葉片之每一個於一堆置方向中具有一扭轉組構。額外地參考圖 3，該等擴散器葉片 22 之每一個具有一前緣 24 及一後緣 26。既然該等擴散器葉片 22 之每一個併入一翼剖面區段，其亦具有一在該前緣 24 及後緣 24 及 26 間之弦線。在該等擴散器葉片 22 之每一個與該殼襯之接合處，該弦線距離、或換言之分開該等擴散器葉片 22 之每一個的前緣及後緣 24 及 26 之距離係藉由該弦線距離“D1”所給與。分開該後緣及前緣 24 及 26 之弦線距離被說明為距離“D2”，在此該等擴散器葉片 22 之每一個會合該圍板 12 的外側部份 20。雖然沒有說明，在該等擴散器葉片 22 及該殼襯 10 間之此等接合處，提供填料，用於葉片及殼襯間之平滑的轉

移。

額外地參考圖 4，在該等擴散器葉片 22 之每一個的前緣 24，該等葉片 22 間之問距、亦即分開該等擴散器葉片 22 之圓周距離能在該殼襯 10 及該圍板 12 之外側部份 20 測量。此沿著分開該等擴散器葉片 22 而具有半徑“R”之弧形的圓周距離係藉由“D3”所給與。於所說明具體實施例中之“D3”能藉由採取該圓之圓周  $2\pi R$  及將此值除以葉片之數目所決定，該等擴散器葉片 22 之每一個的前緣 24 位在該圓上。於所說明之具體實施例中，此距離將不會在該殼襯 10 及該圍板 12 的外側部份 20 之間變化，因為該等葉片不會在其前緣 24 掃掠。

應注意的是，於該等圖面中，亦即於圖 1-4 中，該等擴散器葉片 22 之每一個的前緣 24 之角度不是一掠角，但反之，為一由於賦予進入該等擴散器葉片 22 的扭轉所顯現之角度，如在此等圖面中所視。如將在該技藝中所得知，如關於翼剖面擴散器葉片之前緣所使用者，該“掃掠”一詞意指該等擴散器葉片之每一前緣接觸該殼襯 10 的地點，係在一與該等擴散器葉片之每一前緣接觸該圍板 12 的外側部份 20 之地點不同的半徑處。該相同之界定將應用至該後緣，該等後緣能同樣地設有一掃掠區域，但在所說明具體實施例中不被掃掠。

如可在圖 2 中最佳看出，前緣 24 係離該殼襯 10 之內部圓周 16 坐落在一恆定的偏移距“D<sub>0</sub>”。此偏移距可被表示為在該殼襯 10 的內部圓周 16 內轉動之葉輪的半徑之

百分比，且較佳地係介於此半徑的大約百分之 5 及大約百分之 25 之間。百分之 15.0 的恆定偏移距係較佳的。用於該偏移距之理由係如果該等前緣 24 被放置在內部圓周 16 處，則一流動造成之結構震動可由離開該葉輪之流動被置入於該等葉輪葉片及該等擴散器葉片 22，這可使該等葉輪葉片及該等擴散器葉片 22 變弱。然而，在太遠之偏移距處，該流動及該等擴散器葉片 22 間之相互作用將減少至一程度，即以其效率及壓力恢復能力之觀點，該擴散器 1 性能可惡化至一無葉片式擴散器性能。典型可有於大約 7 及 19 個之間的擴散器葉片 22，雖然 9 個此等擴散器葉片 22 係較佳的。

爲了獲得最大效率以及操作範圍，如在該轂襯 10 處於該等擴散器葉片 22 之每一個的前緣 24 所測量之固性值係小於 1.0，且在該圍板 12 的外側部份 20 所測量之固性值係 1.0 與較大的。特別參考圖 3 及 4，在轂襯 10 之低固性值係由“D1”對“D3”之比率所計算，且在該圍板 12 的外側部份 20 所測量之高固性值係由“D2”對“D3”之比率所計算。較佳地是，該低固性值係介於大約 0.5 及大約 0.95 間之範圍中。該高固性值係介於大約 1.0 及大約 1.4 間之較高範圍中。甚至更佳地是，該低固性值係 0.8 及該高固性值係 1.3。

已知該等葉片具有扭轉之組構，擴散器葉片入口葉片角度將在該堆置方向中由該轂襯 10 至該圍板 12 的外側部份 20 減少。參考圖 5，在一擴散器葉片會合該轂襯 10 之

處，該擴散器葉片 22 之入口葉片角度 “A1” 係測量於一對藉由先前討論的半徑 “R” 所給與之圓的切線 “T”、及一對該翼剖面區段在葉片輪廓 22a 之弧面曲線 “ $C_L^{HP}$ ” 的切線 “ $T_{Le}^{HP}$ ” 之間，該切線 “ $T_{Le}^{HP}$ ” 通過其前緣 24。應注意的是該翼剖面區段在葉片輪廓 22a 之弧面角 “A2” 係切線 “ $T_{Le}^{HP}$ ” 及對該弧面曲線 “ $C_L^{HP}$ ” 的切線 “ $T_{Te}^{HP}$ ” 間之角度，該切線 “ $T_{Te}^{HP}$ ” 通過其後緣 26。參考圖 6，在一擴散器葉片會合該轂襯 10 之處，該擴散器葉片 22 之入口葉片角度 “A3” 係測量於一對藉由先前討論的半徑 “R” 所給與之圓的切線 “T”、及一對該翼剖面區段在葉片輪廓 22b 之弧面曲線 “ $C_L^S$ ” 的切線 “ $T_{Le}^S$ ” 之間，該切線 “ $T_{Le}^S$ ” 通過其前緣 24。再者，其亦應注意的是該翼剖面區段在葉片輪廓 22b 之弧面角 “A4” 係切線 “ $T_{Le}^S$ ” 及對該弧面曲線 “ $C_L^S$ ” 的切線 “ $T_{Te}^S$ ” 間之角度，該切線 “ $T_{Te}^S$ ” 通過其後緣 26。如由圖 5 及 6 變得明顯者，角度 “A1” 係大於角度 “A3”。

如在該轂襯 10 所測量者，該入口葉片角度 “A1” 較佳地係介於大約 15.0 度及大約 50.0 度之間，且如在該圍板 12 的外側部份 20 所測量者，入口葉片角度 “A3” 較佳地係介於大約 5.0 度及大約 25.0 度之間。此外，在該轂襯 10 及該圍板 12 的外側部份 20 兩者處之弧面角係介於大約 0.0 及大約 30 度之間。在此藉由該等發明家已發現該入口葉片角度係基於該葉輪及所造成之至該翼剖面擴散器的入口流動作選擇。該弧面角 “A2” 或 “A4” 較佳地係介於

大約 5.0 及大約 10.0 度之間。

用於該擴散器葉片設計的流動角度之選擇、例如該入口葉片角度及該弧面角，將視葉輪設計及該擴散器擴散進程而定。現代之翼剖面設計典型地係使用電腦輔助軟體套件所完成，該等電腦輔助軟體套件利用計算的流體動力學及係被那些熟諳此技藝者所全部早已得知者。這些角度之外部範圍代表葉輪設計中有關離心式葉輪所使用之習知變化，且代表一離開該葉輪之流動可於具有壓力恢復之擴散器中被改變方向的範圍。大致言之，關於該入口葉片角度，既然在該圍板處之流動係大致上更為切線的，允許有一較小之角度變化。

再次參考圖 3，該等擴散器葉片 22 之每一個較佳地係繞著一直線“ $L_{ac}$ ”扭轉，該直線係一於該堆置方向中通過該等擴散器葉片之每一個的空氣動力中心之直線。該空氣動力中心係一點，該空氣動力轉矩不會圍繞此點變化該等葉片之攻擊的角度。應注意的是這是較佳的，且本發明之具體實施例亦能以一繞著該等擴散器葉片 22 之其它位置的扭轉產生。

該葉片扭轉在該等擴散器葉片 22 之每一個中產生一傾角，其係由一至該轂襯 10 之法線及於該葉輪的旋轉方向（圖 2 中之順時針方向）中所測量，其在該前緣 24 係負的及在該後緣係正的。較佳地是，該絕對傾角係不大於大約 75 度。這是用於製造之目的，其中該等較大之傾角已被發現難以機械加工。參考圖 7，於所示具體實施例中

，該傾角在每一前緣 24 係大約 -30 度，在“ $L_{ac}$ ”降至零度，且接著在每一後緣 26 增加至大約 60 度。應注意的是該“周緣距離”一詞係併入該擴散器葉片 22 之翼剖面區段的弧面曲線之距離百分比，其位在此翼剖面的吸入及壓力表面之間。

較佳地是，該等擴散器葉片 22 之每一個併入一 NACA 65 翼剖面區段。當在該圍板 12 的外側部份 20 測量時，此翼剖面之最大厚度對弦長比率的範圍係大約百分之 2，且當在該轂襯 10 測量時係大約百分之 6。如在該技藝中所已知，此比率係藉由取得該壓力及吸入表面間之葉片的最大厚度及將該厚度除以該弦線距離所決定。譬如，在該轂襯 10 處關於該厚度對弦長之比率，該值將為圖 5 中所示葉片輪廓 22a 之最大厚度除以圖 3 中所示之距離“ $D_1$ ”。於所說明之擴散器葉片 22 中，此比率中之變化係線性的，但可為非線性的。如能被了解，既然該固性正由該轂襯 10 至該圍板 12 的外側部份 20 增加，該等擴散器葉片 22 之每一個的弦長亦正增加，且因此為了維持一恆定之最大厚度，以避免流動分離，於該等擴散器葉片 22 之每一個朝向該圍板 12 的外側部份 20 之堆置方向中，該比率正減少。在該圍板及該轂襯處的厚度對弦長之比率的平均值較佳地係 .045。

以下之表 I 指定各種不同設計之擴散器葉片的最大等熵效率之實驗結果。葉片型式 2 係一純傾角設計，且葉片型式 8 沒有扭轉，及如此無用於葉片扭轉之堆疊位置。當

作一離該葉片之前緣的弧面曲線距離之百分比，該“用於葉片扭轉之堆疊位置”指示一直線之位置一特別之葉片係繞著該直線扭轉。在所有案例中，該“葉片扭轉之堆疊位置”係不在該空氣動力中心。葉片 1、2 及 7 係高固性設計，其中該固性係 1 或較大。葉片 3、5、6 及 8 係低固性葉片設計，其中該固性係小於 1。葉片型式 5 在該轂襯處具有小於 1.00 之固性值及在該圍板處具有大於 1.00 之固性值，且係一按照本發明之葉片，其中在該空氣動力中心的“葉片扭轉之堆疊位置”的配置係本發明的一較佳、但不是強制性的特色。如所期待者，葉片型式 4 具有所有在表 I 中被測試及提出之葉片的最高峰值等熵峰值效率。應注意的是所有翼剖面係 NACA 65 型區段。

表 I

葉片型式	1	2	3	4	5	6	7	8
葉片扭轉之堆疊位置	50%	無	50%	45%	0%	0%	0%	無
入口至出口之傾角分佈	-30度 至 +30度	-27度 至 +35度	-25度 至 +30度	-8度 至 +13度	0度 至 +42度	0度 至 +45度	0度 至 +35度	0度
由轂襯至圍板的固性比率之變動	1.4 至 1.5	1.0 至 1.0	.78 至 .93	.97 至 1.005	.89 至 .98	.87 至 .96	1.5 至 1.7	.93
由轂襯至圍板的入口葉片角度變動	21.8度 至 19.7度	16.8度 至 16.8度	16.8度 至 14.0度	21.4度 至 20.6度	19度 至 15度	18.5度 至 13.0度	21.9度 至 19.0度	18.1度
由轂襯至圍板的弧面角變動	5度 至 12度	13度 至 13度	13度 至 12度	9度 至 9度	12度 至 11度	13度 至 12度	7度 至 6度	7度
被測試之峰值等熵效率	83%	82%	82.5%	85%	83%	82%	84.5%	82%

表 II 說明全部按照本發明及在該空氣動力中心包括該較佳“葉片扭轉之堆疊位置”以及其他較佳特色的葉片。所有葉片係再次基於 NACA 65 型區段。在此該等峰值等熵效率係大於表 II 中者，除了“葉片型式” 11 以外，其中由於該葉輪直徑係大約百分之 20 小於型式 9 的事實，該效率遭受損失。然而，這其實係一重要的效率，而給與較小的葉輪係固有地較無效率之事實。其亦應注意的是在比較表 I 及 II 中，雖然效率中之百分位數的差異係數個百分點，這些結果係重要的，因為先前技藝葉片設計中所涉及之技術係早已被開發，且無論如何在效率中之任何增加導致顯著之電力消耗的節省。關於此點，相對於離心式製程壓縮機，用於一適當尺寸之壓縮機級，等熵效率的 1.5 百分點之變化代表每級大約二十千瓦之電力節省。

表 II

葉片型式	葉片扭轉之堆疊位置	由入口至出口之傾角分佈	由轂襯至圍板的固性比率之變動	由轂襯至圍板的入口葉片角度變動	由轂襯至圍板的弧面角變動	被測試之峰值等熵效率
9	20%	-40度至+70度	.89至1.35	26度至12度	2度至11度	87%
10	25%	-30度至+60度	.88至1.1	18.8度至13.3度	12.3度至12.5度	86%
11	25%	-45度至+30度	.92至1.4	23度至11.0度	7度至12度	85%

以操作範圍及效率之觀點，於以下之範例中，按照本發明的一翼剖面擴散器（“3D”擴散器）係與一低固性翼剖面擴散器（“LSA 擴散器”）及一高固性翼剖面擴散器

(“HSA 擴散器”) 作比較。以下之表 III 指定用於此比較中之前述擴散器之每一個的設計細節。

表 III

	LSA擴散器	HSA擴散器	3D擴散器	
			轂襯	圍板
固性	0.8	1.16	0.85	1.1
弧面角	11.7	11.7	12.2	12.5
葉片數目	9	13	9	9
入口半徑比率 <sup>1</sup>	1.15	1.15	1.15	1.15
翼剖面	NACA 65	NACA 65	NACA 65	NACA 65
厚度對弦長比率	0.055	0.055	0.055	0.035
入射角 <sup>2</sup>	-1.6	-1.6	-1.6	-1.1
偏移角 <sup>3</sup>	5.2	5.2	5.1	4.9
入口流動角度	18	18	20	15
出口流動角度	23	23	26	21

1) 該“入口半徑比率”係在該擴散器之入口側的擴散器半徑與該葉輪出口半徑間之比率。

2) 入射角係該入口葉片角度及該葉輪出口流動角度間之差值。

3) 偏移角係該擴散器出口葉片角度及該指定的出口流動角度間之差值。

額外參考圖 8，對靜態級效率“ $\eta$ ”之歸一化總數係對著“ $Q/N$ ”製作圖表，用於表 III 中所指定之三種型式的翼剖面擴散器。同樣在該技藝中早已知，對靜態級效率“ $\eta_{ts}$ ”之級總數係藉由該公式所給與：（級出口靜態壓力/級入口總壓力） $(\tau/\tau^{-1})^{-1}$  除以（（級出口總溫度/級入

口總溫度) ) -1) ; 在此 “ $\gamma$ ” 係該流體絕熱指數，用於空氣或氮之流體絕熱指數係 1.4。該數量 “ $Q/N$ ” 係該入口容積流量除以葉輪轉速。一按照本發明之擴散器 “3D” 具有一峰值級效率，而類似於該高固性翼剖面擴散器 “HSA” 之峰值級效率。該峰值效率被維持遍及流動速率的一較寬廣範圍。雖然呈現一類似於按照本發明之翼剖面擴散器的寬廣操作範圍，該低固性翼剖面擴散器 “LSA” 呈現一較低級效率。

額外參考圖 9，比較表 III 中所指定之擴散器的壓力恢復能力。如能由圖 9 中所顯示之圖解式結果看出，按照本發明的 “3D” 擴散器之操作範圍係與該低固性擴散器 “LSA” 之操作範圍相當。再者，當該流動係數被升高在該設計點上方時，該高固性翼剖面擴散器 “HSA” 之壓力恢復係數 “CP” 很迅速地下降。這是由於擴散器喉部阻塞。然而，儘管在 0.04 的  $Q/N$  之設計流動條件的高壓恢復係數，由於在該等擴散器前緣之流動分離及在該擴散器喉部的流動堵塞之必然的增加，其未維持遍及一大的翻下範圍。按照本發明的 “3D” 擴散器之壓力恢復係在設計流動條件與該高固性翼剖面擴散器 “HSA” 之壓力恢復相當。再者，此高壓恢復被維持遍及一較寬廣之範圍，而類似於該低固性擴散器之範圍。由於與該葉片扭轉及傾角結合之變化的固性而無幾何圖案的喉部，允許本發明擴散器在高壓恢復類似於該高固性擴散器匹配該低固性擴散器之操作範圍，該葉片扭轉及傾角有利於在該等擴散器通道中安裝 3

維之流動結構。用於此等目的，如將被那些熟諳此技藝者所得知，該“CP”一詞係一藉由該擴散器排出壓力所給與之數量，且小於該擴散器入口壓力除以在該擴散器入口之動落差。在該擴散器入口之動落差係等於  $.05 \times$  該入口密度  $\times$  該入口流動速度之平方。

雖然本發明已參考較佳具體實施例敘述，如對於那些熟諳此技藝者將發生，可作極多之變化及增補，而未由本發明之精神及範圍脫離，如在目前待決的申請專利中所提出者。

#### 【圖式簡單說明】

雖然以明顯地指出該等申請人視為其發明的主題之申請專利範圍總結該說明書，當採取有關所附圖面之敘述時，吾人相信本發明將被較佳了解，其中：

圖 1 係按照本發明之翼剖面擴散器的一片段、正視圖；

圖 2 係按照本發明之翼剖面擴散器的殼襯之平面圖，其被局部地說明於圖 1 中之正視圖中；

圖 3 係一併入圖 2 所示殼襯之擴散器葉片的放大、片段正視圖；

圖 4 係圖 2 中所說明之殼襯的一放大、片段平面圖；

圖 5 係按照本發明的翼剖面擴散器之葉片在該殼襯所採取的輪廓之放大平面圖，以說明每一葉片在該殼襯之入口葉片角度及該弧面角；

圖 6 係按照本發明的翼剖面擴散器之葉片在該圍板的外側部份所採取之輪廓的放大平面圖，以說明每一葉片在該圍板的外側部份之入口葉片角度及該弧面角；

圖 7 係該傾角之絕對值的一圖解式描繪，該傾角併入按照本發明的擴散器之葉片，且沿著該擴散器葉片相對周緣距離顯示於圖 1-5 中；

圖 8 係效率對除以按照本發明之翼剖面擴散器壓縮機級的葉輪轉速之容積流量的圖解式描繪，如與該先前技藝之低固性及高固性翼剖面擴散器作比較；及

圖 9 係壓力恢復係數對除以按照本發明之翼剖面擴散器的流速之容積流量的圖解式描繪，如與該先前技藝之低固性及高固性翼剖面擴散器作比較。

#### 【主要元件之符號說明】

- 1：翼剖面擴散器
- 10：轂襯
- 12：圍板
- 14：外周邊
- 16：內周邊
- 18：入口部份
- 20：外側部份
- 21：擴散器通道面積
- 22：擴散器葉片
- 22a：葉片輪廓

22b : 葉片輪廓

24 : 前緣

26 : 後緣

附件 1B : 第097133606號申請專利範圍修正本

民國 100 年 7 月 14 日修正 P.1-4

## 十、申請專利範圍

1. 一種用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，包括：

一擴散器通道面積，其被界定於殼襯及坐落相向於該殼襯之圍板的一外側部份之間，該殼襯及該圍板形成該離心式壓縮機的一部份，且每一個具有大致上環狀之結構，以允許該離心式壓縮機之葉輪在其一內側環狀區域內旋轉；

複數擴散器葉片，其以一圓形之配置坐落在該殼襯及該圍板的外側部份間之擴散器通道面積內，且連接至該殼襯或該圍板之外側部份；及

該擴散器葉片在一如該殼襯及該圍板的外側部份之間所採取的堆置方向中具有一扭轉組構，使得該等擴散器葉片之每一個係繞著一大致上延伸於該堆置方向中之線扭轉，該堆置方向通過每一翼剖面區段之空氣動力中心，該等擴散器葉片之每一個具有一由該殼襯至該圍板的外側部份減少之入口葉片角度與一在該殼襯測量之傾角，如於葉輪旋轉之方向中所視，該傾角在該前緣具有一負值及在該後緣具有一正值，且於該等擴散器葉片之前緣的固性測定變化於在該殼襯處所測量之小於 1.0 的低固性值與在該圍板的外側部份處所測量之不小於 1.0 的高固性值之間。

2. 如申請專利範圍第 1 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中：

該低固性值係於大約 0.5 與大約 0.95 間之較低的範圍中；及

該高固性值係於大約 1 及大約 1.4 間之較高的範圍中。

3. 如申請專利範圍第 1 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中該低固性值係大約 0.8，且該高固性值係大約 1.3。

4. 如申請專利範圍第 1 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中該入口葉片角度係以一線性關係相關於該堆置方向變化。

5. 如申請專利範圍第 1 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中該傾角之絕對值係不大於大約 75 度。

6. 如申請專利範圍第 1 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中在該殼襯所測量之入口葉片角度係介於大約 15.0 度與大約 50.0 度之間，且在該圍板的外側部份所測量之入口葉片角度係介於大約 5.0 度與大約 25.0 度之間，及用於每一擴散器葉片之在殼襯及該圍板的外側部份兩者處之弧面角係介於大約 0.0 度與大約 30 度之間。

7. 如申請專利範圍第 6 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中該弧面角係介於大約 5 度及大約 10 度之間。

8. 如申請專利範圍第 1 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中該等擴散器葉片之每一個具有 NACA 65 之翼剖面區段。

9. 如申請專利範圍第 7 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中該等擴散器葉片的每一個具有介於大約百分之 2 及大約百分之 6 之間的最大厚度對弦長比率作為分別在該圍板的外側部份及該殼襯處的測量。

10. 如申請專利範圍第 9 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中該等擴散器葉片之每一個具有大約 0.045 之厚度對弦長比率作為在該圍板的外側部份及該殼襯所做的測定之間的平均值。

11. 如申請專利範圍第 1 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中該等擴散器葉片在其前緣係在一恆定的偏移距偏離該殼襯之內徑，其係在關於該翼剖面擴散器所使用之葉輪的大約百分之 5.0 與大約百分之 25 的葉輪半徑間之殼襯所測量。

12. 如申請專利範圍第 10 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中該恆定之偏移距係大約百分之 15.0。

13. 如申請專利範圍第 1 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中有在 7 及 19 個間之擴散器葉片。

14. 如申請專利範圍第 3 項用於離心式壓縮機之翼剖面擴散器，其中：

該前緣及後緣不會掃掠；

當在該殼襯處測量時，該絕對傾角係不大於大約 75 度；及

當在該殼襯處測量時，入口葉片角度係於大約 15.0 度及大約 50.0 度之間，且當在該圍板的外側部份處測量

時，入口葉片角度係於大約 5.0 度及大約 25.0 度之間。

圖1

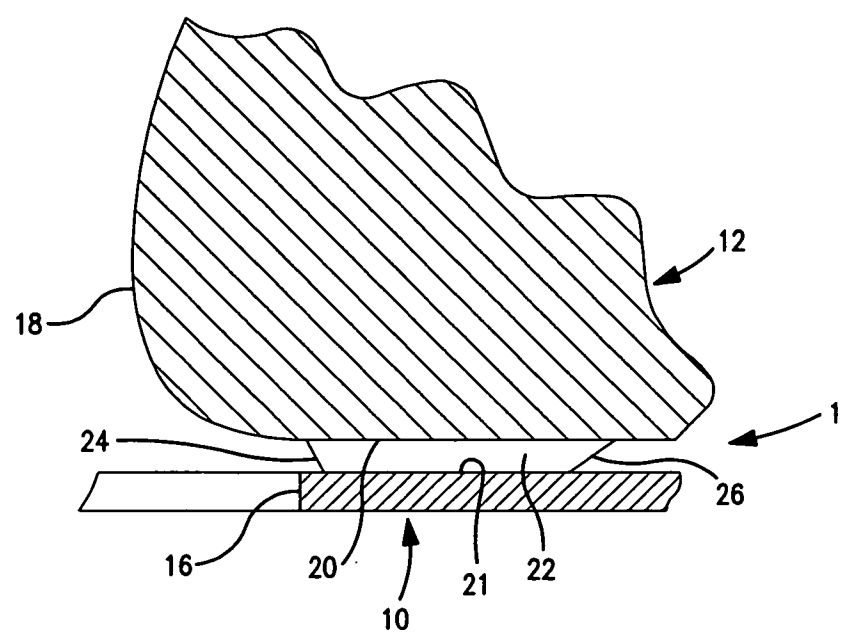


圖2

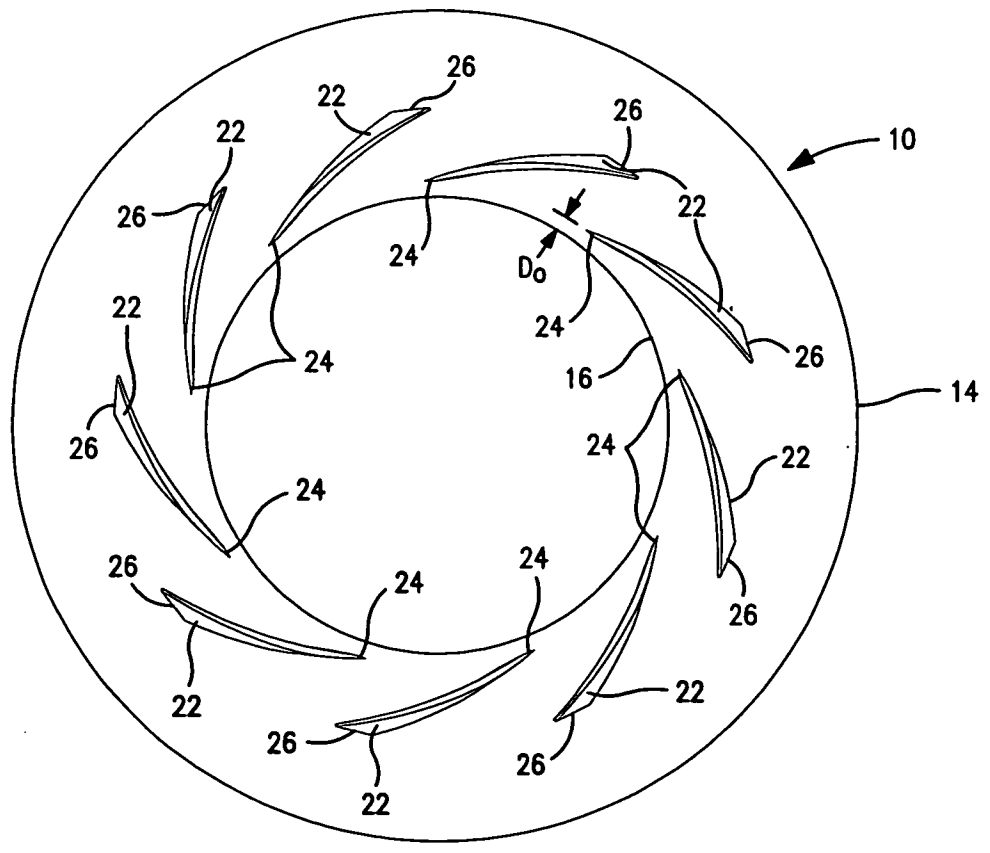


圖3

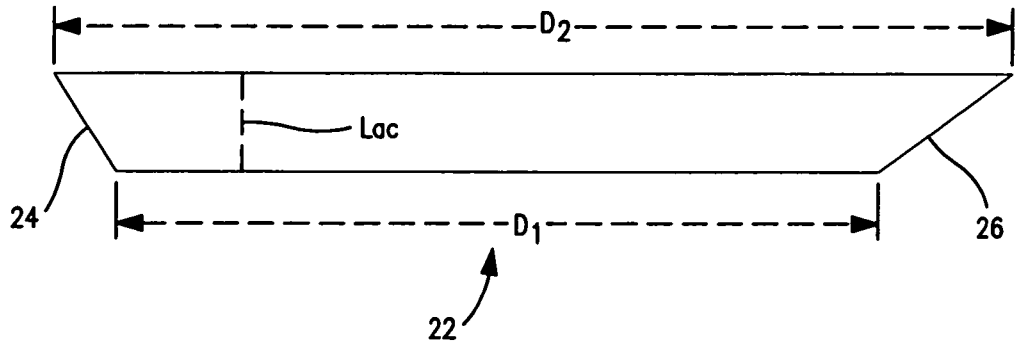


圖4

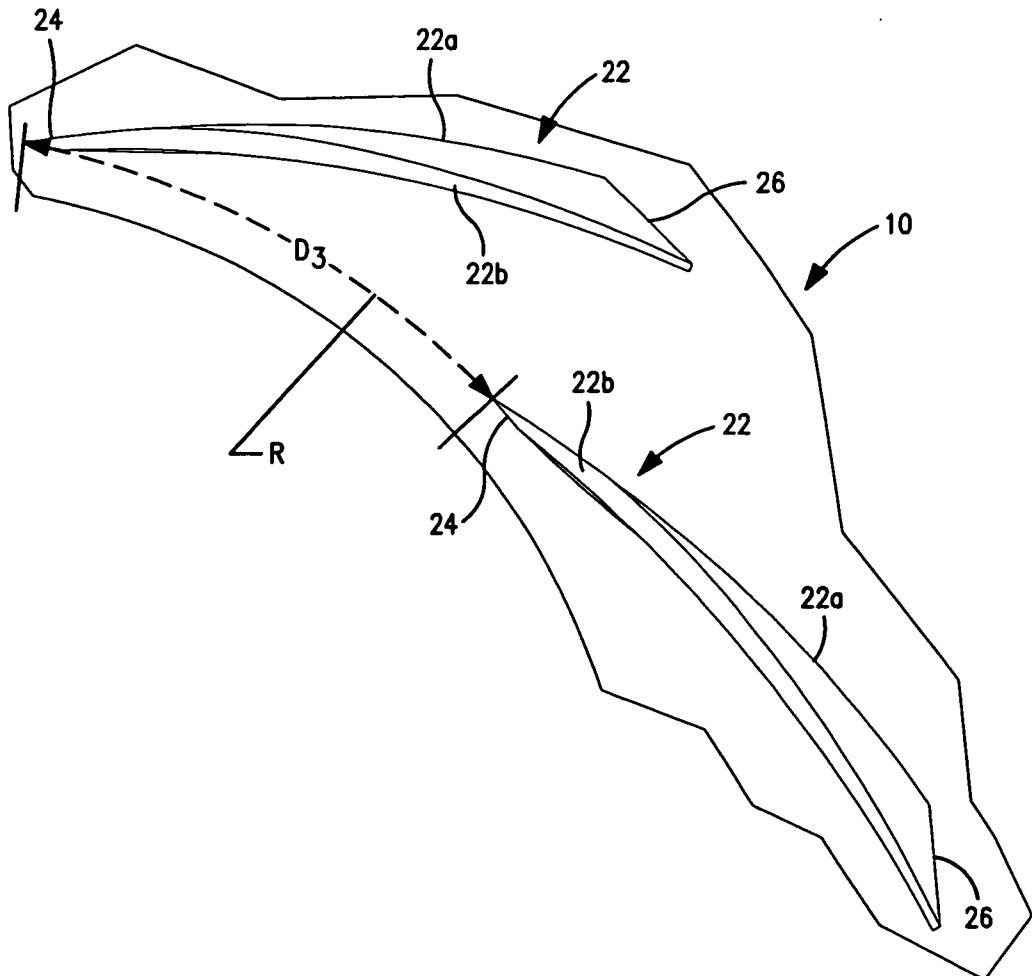


圖5

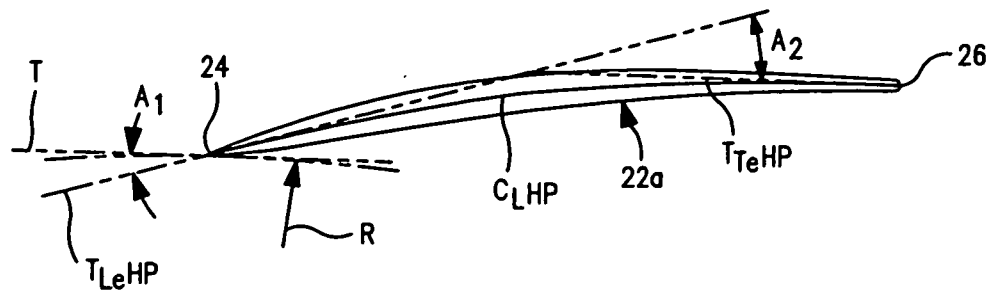


圖6

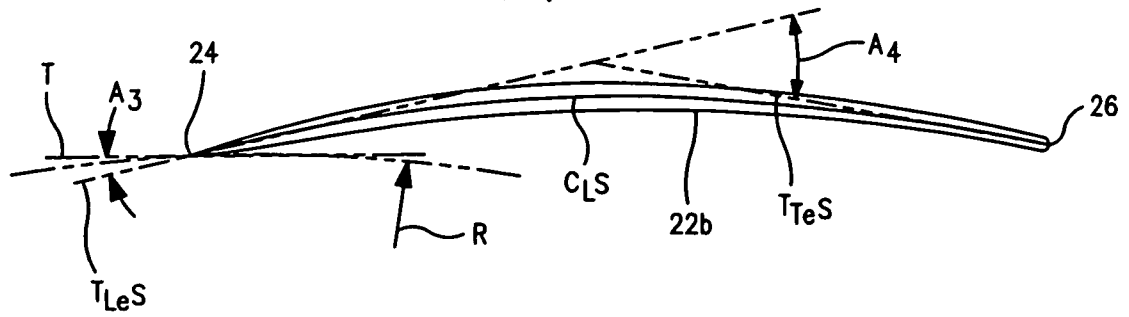


圖7

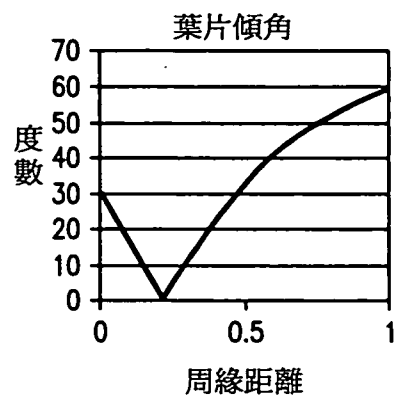


圖 8

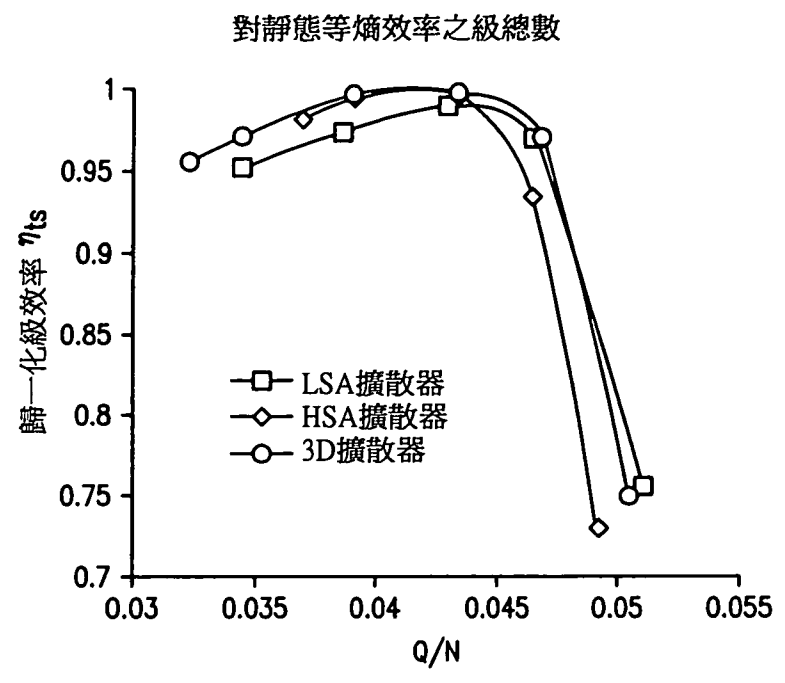


圖 9

