

(21)申請案號：098120529

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 06 月 19 日

(51)Int. Cl. :

B29C45/60 (2006.01)

B29B7/48 (2006.01)

F16H55/02 (2006.01)

(30)優先權：2008/06/20

德國

10 2008 029 303.2

(71)申請人：拜耳科技服務有限公司(德國) BAYER TECHNOLOGY SERVICES GMBH (DE)
德國

(72)發明人：伯德 麥可 BIERDEL, MICHAEL (DE)；柯尼 湯瑪士 KOENIG, THOMAS (DE)；賴斯德 尤瑞克 LIESENFELDER, ULRICH (DE)

(74)代理人：林秋琴；何愛文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：13 共 51 頁

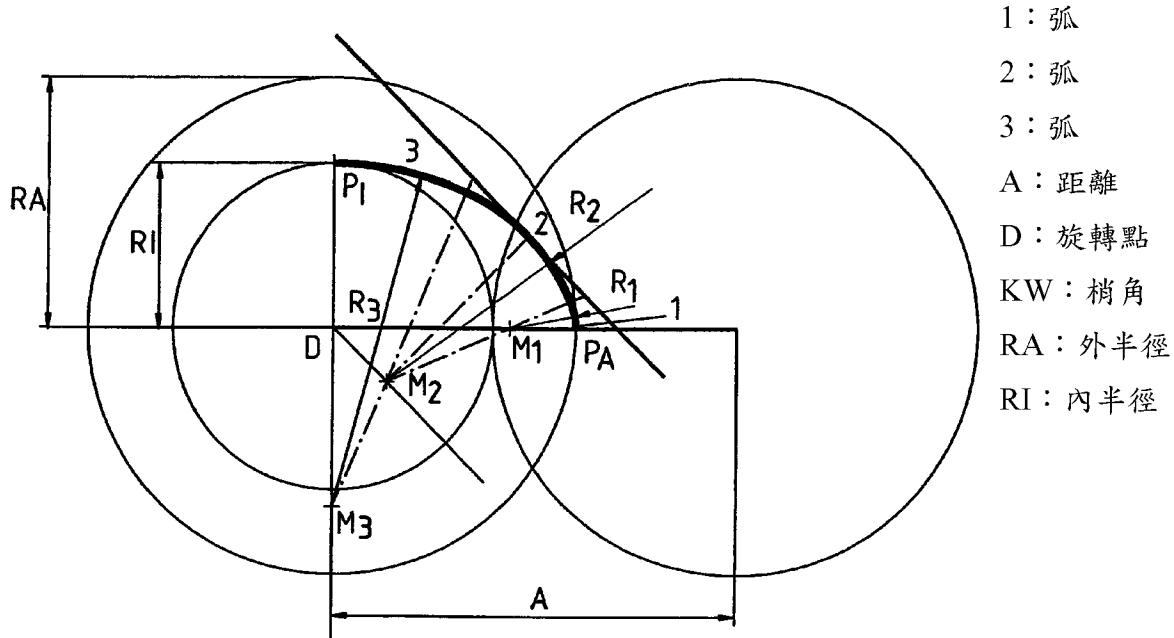
(54)名稱

具有改良分散作用與低能源輸入之螺桿元件

SCREW ELEMENTS WITH IMPROVED DISPERSING ACTION AND LOW ENERGY INPUT

(57)摘要

本發明關於用於具備成對共同旋轉完全刮刷螺桿之多螺桿擠製器的新穎螺桿元件。



(21)申請案號：098120529

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 06 月 19 日

(51)Int. Cl.：

B29C45/60 (2006.01)

B29B7/48 (2006.01)

F16H55/02 (2006.01)

(30)優先權：2008/06/20

德國

10 2008 029 303.2

(71)申請人：拜耳科技服務有限公司 (德國) BAYER TECHNOLOGY SERVICES GMBH (DE)
德國

(72)發明人：伯德 麥可 BIERDEL, MICHAEL (DE)；柯尼 湯瑪士 KOENIG, THOMAS (DE)；賴斯德 尤瑞克 LIESENFELDER, ULRICH (DE)

(74)代理人：林秋琴；何愛文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：13 共 51 頁

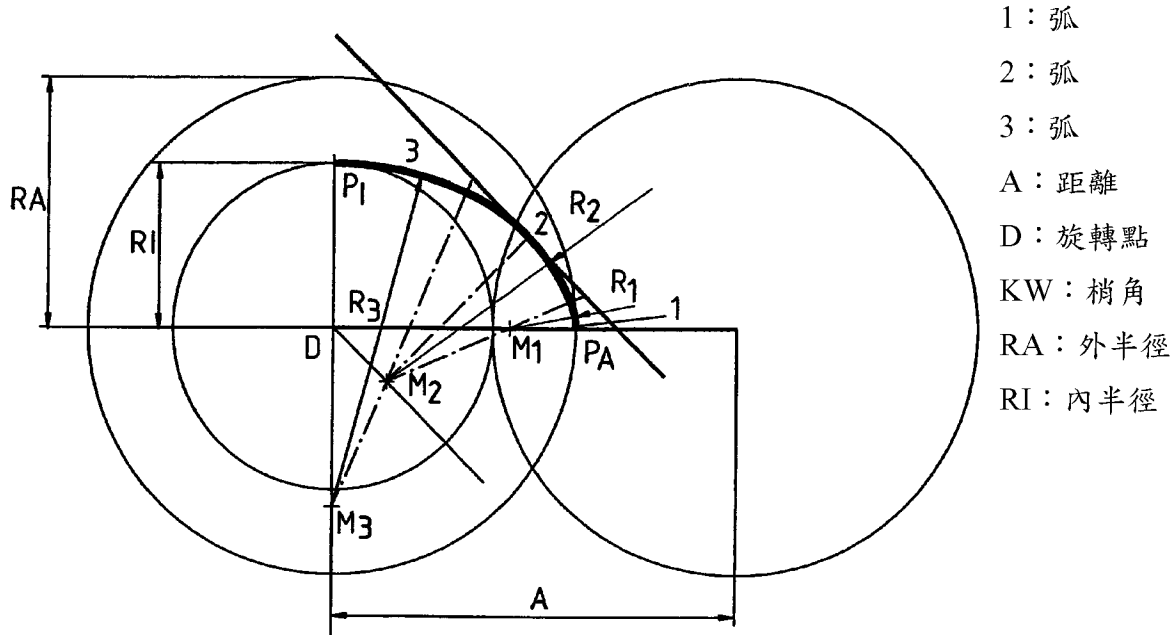
(54)名稱

具有改良分散作用與低能源輸入之螺桿元件

SCREW ELEMENTS WITH IMPROVED DISPERSING ACTION AND LOW ENERGY INPUT

(57)摘要

本發明關於用於具備成對共同旋轉完全刮刷螺桿之多螺桿擠製器的新穎螺桿元件。



1：弧

2：弧

3：弧

A：距離

D：旋轉點

KW：梢角

RA：外半徑

RI：內半徑

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明關於用於具備成對共同旋轉完全刮刷螺桿的多螺桿擠製器的新穎螺桿元件、此等螺桿元件在多螺桿擠製器中之使用及一種產生這些螺桿元件的方法。

【先前技術】

具有彼此完全刮刷之轉子的共同旋轉雙螺桿或多螺桿擠製器已為人知許久（舉例來說見德國專利第 862,668 號）。基於完全刮刷輪廓之原理的螺旋擠製器被用在聚合物生產和處理之範疇中的多樣應用。這主要是因為聚合熔融物黏附於表面且在一般使用的處理溫度下會隨時間經過而降解。此問題由完全刮刷螺桿的自清效應防止。產生完全刮刷螺桿輪廓的規則舉例來說見〔1〕（〔1〕= *Klemens Kohlgrüber: Der gleichläufige Doppelschneckenextruder* ("共同旋轉雙螺桿擠製器")，出版商：Hanser Verlag, Munich, 2007, pp. 96 起），其中亦宣稱一雙螺桿擠製器之第一軸上的一預先定義螺桿輪廓會決定一雙螺桿擠製器之第二軸上的螺桿輪廓。因此，雙螺桿擠製器之第一軸上的螺桿輪廓被稱為原生螺桿輪廓（generating screw profile）。雙螺桿擠製器之第二軸上的螺桿輪廓係基於雙螺桿擠製器之第一軸上的螺桿輪廓且因此被稱為衍生螺桿輪廓（generated screw profile）。在多螺桿擠製器中，原生螺桿輪廓和衍生螺桿輪廓永遠是交替地排列。

現行雙螺桿擠製器係由一模組化系統組成，其中各螺

桿元件可被安裝在一中心軸上。這允許熟習此技藝者調整雙螺桿擠製器以配合相關處理工作。

依據習知技藝已知的螺桿元件除偏心排列圓盤外其特徵在於橫截面外形輪廓具有發生在螺紋梢與螺紋腹間之過渡處的至少一彎曲部（舉例來說見圖 1）。螺梢係由一具備一等於輪廓外徑之半徑及一位於輪廓旋轉點之中心點的弧組成。位在接到輪廓螺腹之過渡處的彎曲部在螺桿元件上形成一牙頂。

在多螺桿擠製器中進行的主要處理之一者是使無法彼此均勻混合之液相物或熔融物分散或是聚合熔融物中之固體的分散。從技術文獻（例如見 Chang Dae Han: Multiphase Flow in Polymer Processing, Academic Press, New York, 1981）已知剪切流和延伸流之一組合是解決難分散問題的最好方法。

此類的流盛行於一螺旋渠道中，其中材料不僅被螺桿之旋轉剪切，同時還因為該螺旋渠道朝向螺梢之收斂而被延長。但是在螺梢區域中僅盛行剪切流，這對於解決難分散問題幾乎沒有幫助。另一方面，導入的能源大部分被消耗在螺紋梢與筒體之間及螺紋梢與相鄰螺桿之間的間隙內，這正是此區域為何在聚合物組合物之加熱作用暨潛在熱傷害作用當中扮演重要角色，對於分散之處理工作沒有任何助益。已知能夠以一完全刮刷方式配置的偏心配置圓盤是例外。其沒有全然產生剪切流的末梢區。其以優異的分散作用為眾所周知，但也會造成一高能源輸入，因為它

們在一大圓周區域當中形成一極窄間隙。其亦被限制為螺紋 (flight) 數量 Z 為 1。

基於習知技藝，因此引發提供用於多螺桿擠製機、具有相較於習知技藝經改良的分散作用且僅需要一低能源輸入的螺桿元件的問題。

令人驚奇的是，頃發現此問題藉由外形輪廓係在其所有橫截面當中連續可微分的螺桿元件解決。

【發明內容】

因此，本發明關於用於具備擁有二或更多螺紋之成對共同旋轉完全刮刷擠製器螺桿之多螺桿擠製器的螺桿元件，其特徵為原生的和衍生的螺桿輪廓具有在其橫截面當中連續可微分的外形輪廓。

本發明不侷限於具備一當今慣用類型有一由獨立元件和中心軸組成之螺桿之模組化設計的螺桿元件，其亦可用於一體式設計的螺桿。因此螺桿元件一辭亦係指被設計成整合整體的螺桿。

依據本發明之螺桿元件的橫截面輪廓（以下亦簡稱為輪廓或螺桿輪廓）可由一弧配置精確地定義。

依據本發明之原生和衍生螺桿元件的完整螺桿輪廓由 n 個弧組成， n 係一大於或等於四的整數。該 n 個弧每一者具有一起點和一終點。該 n 個弧在它們的起點和終點切向地彼此合併，藉此形成依據本發明之連續可微分外形輪廓。

每一弧 j ($j=1$ 到 n) 的位置可藉由固定住兩個不同的點予以精確地定義。較佳來說弧的位置係藉由固定住其中

心點及其起點或終點予以定義。一個別弧 j 的大小係藉由其半徑 r_j 及繞其中心點在起點與終點之間的角 α_j 決定，該半徑 r_j 係大於或等於 0 且小於螺桿間之心距 a ，且角 α_j 就強度來說係大於或等於 0 且小於或等於 2π ，其中 π 為圓周率。

依據本發明之螺桿元件的特徵為：

- 原生螺桿輪廓和衍生螺桿輪廓處於同一平面中；
- 原生螺桿輪廓之旋轉軸線與衍生螺桿輪廓之旋轉軸線各自經定位垂直於該等螺桿輪廓之平面且彼此有一距離 a （心距），原生螺桿輪廓之旋轉軸線與該平面之間的交點被稱為原生螺桿輪廓之旋轉點，且衍生螺桿輪廓之旋轉軸線與該平面之間的交點被稱為衍生螺桿輪廓之旋轉點；
- 構成整個原生螺桿輪廓之弧的數量 n 大於或等於四（ $n \geq 4$ ）；
- 原生螺桿輪廓之外半徑 ra 大於零（ $ra > 0$ ）且小於軸線之間的距離（心距）（ $ra < a$ ）；
- 原生螺桿輪廓之內半徑 ri 大於零（ $ri > 0$ ）且小於或等於 ra （ $ri < ra$ ）；
- 原生螺桿輪廓之弧全部彼此切向地合併；
- 該等弧形成一封閉螺桿輪廓，亦即所有弧 j 之角 α_j 的總和為 2π ，其中 π 為圓周率（ $\pi \approx 3.14159$ ）；
- 該等弧形成一凸形螺桿輪廓；
- 原生螺桿輪廓之弧全部被定位在一環狀區域（annulus）的邊界環之間及/或邊界環上，該環狀區域具有

一外半徑 ra 和一內半徑 ri 且其中心點係位在原生螺桿輪廓之旋轉點；

-原生螺桿輪廓之弧的至少一者在點 P_A 碰觸原生螺桿輪廓之外半徑 ra ；

-原生螺桿輪廓之弧的至少一者在點 P_I 碰觸原生螺桿輪廓之內半徑 ri ；

-衍生螺桿輪廓之弧數量 n' 與原生螺桿輪廓之弧數量 n 相同；

-衍生螺桿輪廓之外半徑 ra' 等於心距與原生螺桿輪廓之內半徑 ri 之間的差 ($ra' = a - ri$)；

-衍生螺桿輪廓之內半徑 ri' 等於心距與原生螺桿輪廓之外半徑 ra 之間的差 ($ri' = a - ra$)；

-衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧的角 $\alpha_{j'}$ 與原生螺桿輪廓之第 j 個弧的角 α_j 相同，其中 j 係一代表在從 1 到弧數量 n 之範圍內之所有整數的指數，且 j' 係一代表在從 1 到弧數量 n' 之範圍內之所有整數的指數；

-衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧之半徑 $r_{j'}$ 與原生螺桿輪廓之第 j 個弧之半徑 r_j 的總和等於心距 a ，其中 j 係一代表在從 1 到弧數量 n 之範圍內之所有整數的指數，且 j' 係一代表在從 1 到弧數量 n' 之範圍內之所有整數的指數；

-衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧的中心點與原生螺桿輪廓之第 j 個弧的中心點之間的距離等於心距 a ，且衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧的中心點與衍生螺桿輪廓之旋轉點之間的距離相同於原生螺桿輪廓之第 j 個弧的中心點與原生螺桿輪廓

之旋轉點之間的距離，且衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧的中心點與原生螺桿輪廓之第 j 個弧的中心點之間的連接線係一平行於衍生螺桿輪廓之旋轉點與原生螺桿輪廓之旋轉點之間的連接線的線，其中 j 係一代表在從 1 到弧數量 n 之範圍內之所有整數的指數，且 j' 係一代表在從 1 到弧數量 n' 之範圍內之所有整數的指數；

-衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧之起點關於衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧之中心點的方向係相反於原生螺桿輪廓之第 j 個弧之起點關於原生螺桿輪廓之第 j 個弧之中心點的方向，其中 j 係一代表在從 1 到弧數量 n 之範圍內之所有整數的指數，且 j' 係一代表在從 1 到弧數量 n' 之範圍內之所有整數的指數。

依據本發明之螺桿元件之輪廓的特徵為其可僅藉由使用一角規及一圓規予以建構。因此，原生螺桿輪廓之第 j 個弧和第 $(j+1)$ 個弧之間的切向過渡的建構方式為繞第 j 個弧之終點形成一半徑為 r_{j+1} 的圓且此圓與一通過第 j 個弧之中心點和終點（其經定位較靠近原生螺桿輪廓之旋轉點）的直線的交點即為第 $(j+1)$ 個弧之中心點。實務上來說會使用一電腦程式取代角規和圓規以建構螺桿輪廓。

依據本發明之螺桿元件得為非對稱的或對稱的；依據本發明之螺桿元件較佳是對稱的。對稱螺桿元件得為軸向對稱的或為點對稱的；較佳來說依據本發明之螺桿元件是軸向對稱的。

一具備螺紋數量 Z 的軸向對稱螺桿輪廓可被劃分成

2·Z 個對稱部分，有可能這些對稱部分係藉由以對稱軸線為中心鏡射獲得。因為其對稱性，一具備 Z 個螺紋之軸向對稱螺桿元件的輪廓因此係完全由該輪廓之兩對稱軸線間之一 $360^\circ / (2 \cdot Z)$ 的扇形區中所含之一輪廓片段定義。剩餘輪廓係藉由以 Z 個對稱軸線為中心鏡射該輪廓片段獲得，該等對稱軸線在旋轉點彼此交會且將環繞旋轉軸線之 360° 角劃分成 $360^\circ / (2 \cdot Z)$ 大小的 2·Z 個角。在軸向對稱螺桿元件的情況中，相鄰螺桿上的對應螺桿輪廓（原生輪廓和衍生輪廓）亦為相同或可藉由旋轉重疊〔1〕。

這同樣適用於點對稱螺桿輪廓，其中對稱部分係藉由以對稱中心為中心點鏡射獲得。

以下將說明依據本發明之螺桿元件之一特殊實施例，其特徵為該等螺桿元件係軸向對稱的。此等依據本發明之軸向對稱螺桿元件的螺紋數量 Z 較佳是 2 至 8 個且特佳為 2 至 4 個。

依據本發明之軸向對稱螺桿元件之橫截面的外形輪廓可被劃分成 2·Z 個輪廓片段，此等輪廓片段可藉由以該輪廓之對稱軸線為中心軸向鏡射獲得。

構成該等輪廓片段之一者的弧數量 n 較佳是 2 至 8 個且特佳為 2 至 4 個。

依據本發明具備 Z 個螺紋之軸向對稱螺桿元件之輪廓的特徵為在一 $360^\circ / (2 \cdot Z)$ 扇形區中之一輪廓片段內僅有單一點 P_A 離旋轉點之距離相當於螺桿元件之外半徑 r_a 。換句話說，在輪廓片段內僅有一個點 P_A 被定位在一以一外半

徑 ra 環繞旋轉點的圓（外圓/環）上。

儘管在習知螺桿輪廓中（例如見圖 1）在梢角 KW 之區域中的所有點用一窄小中間間隙刮刷筒體，在依據本發明之軸向對稱螺桿元件的輪廓中僅有外半徑上的點 P_A 會如此（例如見圖 2a）。

為了實務理由，以下說明係基於一笛卡兒坐標系統，其中原點是一螺桿元件之旋轉點 D。該笛卡兒坐標系統的 x 軸通過點 P_A ；y 軸係在旋轉點 D 垂直於 x 軸。圖 2a 示出此一坐標系統。

亦可推薦使用無因次參數以便簡化將該方法應用於不同擠製器大小的程序。心距 a 係一用於諸如長度或半徑等幾何尺寸的有用參考值，因為此值在一擠製器中係無法被改變。以下規則適用於本說明書之圖式。坐標 x 和 y 的原點被定位在螺桿之一者的旋轉點。所有的角係以弧度表示。所有其他尺寸係經相對於該心距歸一化並以大寫字母書寫： $A = a/a$ ； $R_j = r_j/a$ ； $RA = ra/a$ ； $RI = ri/a$ 等。

依據本發明之軸向對稱螺桿元件之輪廓片段的特徵為其由位在輪廓之外半徑上的點 P_A 與一位在輪廓之內半徑上的點 P_I 之間切向合併的弧組成，其中通過點 P_A 和點 P_I 且在旋轉點 D 彼此相交的直線 DP_A 和 DP_I 圈出一 $360^\circ / (2 \cdot Z)$ 的角。

在一特殊實施例中，依據本發明之螺桿元件的輪廓片段精確地由點 P_A 與 P_I 之間的二個弧組成。這些弧在點 P_{FP} 彼此合併，且依據本發明形成一在整個輪廓片段當中連續

可微分的外形輪廓。在點 P_{FP} 該等弧碰觸直線 FP 。直線 FP 被定位在離旋轉點相當於心距 A 一半的距離之處且具有 $-1/\tan(\pi/(2 \cdot Z))$ 的梯度（就強度計算）。點 P_{FP} 離外半徑上點 P_A 處之一切線與直線 FP 之間的交點有一等於此交點與 P_A 間之距離的距離。一始於點 P_{FP} 垂直於直線 FP 的垂直線與直線 DP_A 相交且與直線 DP_I 相交，其中直線 DP_A 係通過點 P_A 及位於第一輪廓生成弧 1 之中心點 M_1 處的旋轉點，直線 DP_I 係通過點 P_I 及位於另一輪廓生成弧 1' 之中心點 M_1 處的旋轉點（見圖 2a）。輪廓生成弧 1 的半徑 R_1^{2K} 因此相當於 M_1 與 P_A 間之距離；弧 1' 的半徑 R_1^{2K} 相當於 M_1 與 P_I 間之距離。

在一附加特殊實施例中，依據本發明之螺桿元件的輪廓片段係精確地由三個點 P_A 與 P_I 之間的弧組成。這提供一額外的自由度，且藉由選擇一小半徑，刮刷筒壁之點 P_A 區域中的輪廓可被製作成更窄，從而進一步減小能源消散。

圖 2b 示出依據本發明之一雙螺紋螺桿元件之一由三個弧組成的輪廓片段的實例。始於點 P_A 之弧 1 的半徑 R_1 係可在 $0 < R_1 < R_1^{2K}$ 的範圍內自由選擇。其中心點 M_1 被定位在 D 與 P_A 間之連接線上。

始於點 P_I 之弧 3 的半徑為 $R_3 = A - R_1$ 。其中心點 M_3 被定位在通過 D 和 P_I 的線上。

在此二弧之間，半徑為 $R_2 = A/2$ 的弧 2 係以一連續可微分方式形成。其中心點 M_2 被定位在離點 P_I 有一 $A/2 - R_1$ 之距離且離點 P_3 有一 $R_3 - A/2$ 之距離之處。

弧 1 之一端被定位在點 P_A 且另一端位在其與通過 P_1 和 P_2 之直線的交點。

弧 3 之一端被定位在點 P_1 且另一端位在其與通過 M_2 和 M_3 之直線的交點。

藉由能夠自由地選擇半徑 R_1 或 R_3 之一者，有可能就一給定心距 A 建構出依據本發明不同的完全刮刷螺桿輪廓。因此亦有可能藉由在兩螺桿中於實測 $360^\circ/(2 \cdot Z)$ 之對應螺桿輪廓片段中使用相同螺桿輪廓、同時在一螺桿中用不同方式建構實測 $360^\circ/(2 \cdot Z)$ 之片段而建構出依據本發明之非對稱螺桿輪廓。此等構造在出於分散之目的欲在待輸送的材料上加諸特殊變形作用、例如在緩慢壓縮之後快速膨脹的時候很有用。

在實測 $360^\circ/(2 \cdot Z)$ 之輪廓片段內由三以上之弧組成的螺桿元件亦構成本發明之主題的一部分。依據本發明，這些弧在它們的起點和終點切向地彼此合併。

螺桿元件之外半徑 ra 與心距 a 之間的比 $RA = ra/a$ 對於依據本發明之雙螺紋螺桿來說較佳係介於 0.54 與 0.7 之間，特佳係介於 0.58 與 0.63 之間；對於三螺紋螺桿來說較佳係介於 0.53 與 0.57 之間，特佳係介於 0.54 與 0.56 之間；且對於四螺紋螺桿來說較佳係介於 0.515 與 0.535 之間。

依據本發明之螺桿元件可被設計成輸送元件、搓揉元件或混合元件。

如已知（例如見〔1〕之第 227-248 頁），輸送元件的特徵為一連續旋轉且以一螺旋之樣式在一軸向方向中延伸

的螺桿輪廓。輸送元件可為右旋或左旋。輸送元件之螺距 t 、亦即螺桿輪廓完整旋轉所需之軸向長度得為外徑之 0.1 倍至 10 倍。較佳來說，螺距 t 係在外徑之 0.3 倍至 3 倍的範圍內。為實務理由，輸送元件之軸向長度較佳係 t/Z 的整數倍。

如已知（例如見〔1〕之第 227-248 頁），搓揉元件的特徵為一以搓揉盤之樣式分段在一軸向方向中延伸的螺桿輪廓。搓揉盤得以一右旋、左旋或中立方式設置。搓揉盤之軸向長度較佳在外徑之 0.02 倍至 2 倍的範圍內。兩相鄰搓揉盤之間的軸向距離較佳在外半徑之 0.001 倍至 0.1 倍的範圍內。

如已知（例如見〔1〕之第 227-248 頁），混合元件係藉由將輸送元件設計成在螺紋梢中具備開口的方式形成。混合元件得為右旋或左旋。其螺距 t 較佳在外徑之 0.1 倍至 10 倍的範圍內。混合元件之軸向長度如同輸送元件的情況較佳為 t/Z 的整數倍。開口較佳被設計成 u 形或 v 形溝槽之樣式。倘若混合元件係呈輸送元件之樣式，溝槽較佳以一往後輸送方式設置或係平行於軸線。

本發明亦關於一種產生依據本發明之螺桿元件的方法。依據本發明之螺桿元件的特徵為具有連續可微分（平滑）外形的輪廓。依據本發明產生用於擁有成對具備一心距 a 及二或更多螺紋之共同旋轉完全刮刷螺桿的多螺桿擠製器之螺桿元件的方法的特徵為螺桿輪廓之整個橫截面由 n/n' 個弧組成，其中 n/n' 係一大於或等於 2 的整數。

依據本發明之方法的特徵為：

-原生螺桿輪廓具有一外半徑 ra ，其大於 0 ($ra > 0$) 且小於心距 ($ra < a$)；

-原生螺桿輪廓具有一內半徑 ri ，其大於 0 ($ri > 0$) 且小於或等於 ra ($ri \leq ra$)；

-弧係藉由以一使原生螺桿輪廓之弧全部切向地彼此合併的方式決定其位置和大小予以依序設置，該等弧形成一封閉凸形螺桿輪廓，原生螺桿輪廓之弧全部被定位在一環狀區域的邊界環（圓）之間及/或邊界環（圓）上，該環狀區域具有一外半徑 ra 和一內半徑 ri 且其中心點係位在原生螺桿輪廓之旋轉點，原生螺桿輪廓之弧之至少一者在點 PA 碰觸原生螺桿輪廓之外半徑 ra 且原生螺桿輪廓之弧之至少一者在點 PI 碰觸原生螺桿輪廓之內半徑 ri ；

-衍生螺桿輪廓之 n' 個弧係基於原生螺桿輪廓之 n 個弧，致使：

- 衍生螺桿輪廓之弧數量 n' 相同於原生螺桿輪廓之

- 衍生螺桿輪廓之外半徑 ra' 等於原生螺桿輪廓之心距 a 與內半徑 ri 之間的差 ($ra' = a - ri$)，

- 衍生螺桿輪廓之內半徑 ri' 等於原生螺桿輪廓之心距 a 與外半徑 ra 之間的差 ($ri' = a - ra$)，

- 衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧的角 $\alpha_{j'}$ 與原生螺桿輪廓之第 j 個弧的角 α_j 相同，其中 j 係一代表在從 1 到弧數量 n 之範圍內之所有整數的指數，且 j' 係一代表

在從 1 到弧數量 n' 之範圍內之所有整數的指數，

- 衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧之半徑 $r_{j'}$ 與原生螺桿輪廓之第 j 個弧之半徑 r_j 的總和等於心距 a ，其中 j 係一代表在從 1 到弧數量 n 之範圍內之所有整數的指數，且 j' 係一代表在從 1 到弧數量 n' 之範圍內之所有整數的指數，

- 衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧的中心點與原生螺桿輪廓之第 j 個弧的中心點之間的距離等於心距 a ，且衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧的中心點與衍生螺桿輪廓之旋轉點之間的距離相同於原生螺桿輪廓之第 j 個弧的中心點與原生螺桿輪廓之旋轉點之間的距離，且衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧的中心點與原生螺桿輪廓之第 j 個弧的中心點之間的連接線係一平行於衍生螺桿輪廓之旋轉點與原生螺桿輪廓之旋轉點之間的連接線的線，其中 j 係一代表在從 1 到弧數量 n 之範圍內之所有整數的指數，且 j' 係一代表在從 1 到弧數量 n' 之範圍內之所有整數的指數，

- 衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧之起點關於衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧之中心點的方向係相反於原生螺桿輪廓之第 j 個弧之起點關於原生螺桿輪廓之第 j 個弧之中心點的方向，其中 j 係一代表在從 1 到弧數量 n 之範圍內之所有整數的指數，且 j' 係一代表在從 1 到弧數量 n' 之範圍內之所有整數的指數。

依據本發明之方法的特徵為其可僅藉由使用一角規及

一圓規予以執行。因此，原生螺桿輪廓之第 j 個弧和第 $(j+1)$ 個弧之間的切向過渡的建構方式為繞第 j 個弧之終點形成一半徑為 r_{j+1} 的圓且此圓與一通過第 j 個弧之中心點和終點（其經定位較靠近原生螺桿輪廓之旋轉點）的直線的交點即為第 $(j+1)$ 個弧之中心點。

可建議藉由一電腦來執行產生螺桿輪廓之方法。然後螺桿元件的尺寸係呈一可送到一用於製造螺桿元件之 CAD 銑床的形式。因此本發明亦關於一種電腦程式產品，其具備用於在一電腦中執行依據本發明之方法以產生依據本發明之螺桿輪廓的程式碼。在一較佳實施例中，該電腦程式產品之使用者具有一供他/她運用的圖形使用者介面，他/她可在該圖形使用者介面的輔助下輸入待選擇參數（原生和衍生螺桿輪廓之弧數量、半徑及角度）。較佳來說他/她會得到來自電腦系統之指令輔助確認所選參數值是否會造出彼此刮刷之成對螺桿輪廓。在輸入參數時，他/她較佳會得到關於許可參數值範圍之指令的幫助。許可參數值應被理解為會造出成對之完全刮刷螺桿輪廓的參數值組合。

在一較佳實施例中，不僅止於輪廓，整個螺桿元件完全在電腦中虛擬地建構。建構結果較佳以構造圖之形式被送到一電腦螢幕或印表機。亦有可能此等結果係以一電子資料檔案的形式送出，在一較佳實施例中此檔案可被送到一 CAD 銑床以製造對應螺桿元件。

在已依上述方式產生輪廓之後，依據本發明之螺桿元件舉例來說可用一銑床製造。製造螺桿元件的較佳材料為

鋼，特定言之為氮化鋼、鉻、工具鋼和不銹鋼，以及由粉末冶金術製得之鐵、鎳或鈷基金屬複合材料。

依據本發明之方法使得螺桿輪廓之設計有可能從一開始就以一最理想地適合於一指定任務的方式進行。從習知技藝知曉的螺桿元件在大多數情況中都不是針對一具體任務最理想地設計。相反地，製造商係從一與具體任務無關的既定模組化系統供應螺桿元件（輸送、揉捏及混合元件）。本發明有可能幾乎完全自由地設計自清螺桿元件之輪廓。因此有可能針對相關應用優化此等輪廓之參數達到最細微之變異。就此而論，在此要特別表明用於產生螺桿輪廓之弧數量沒有限制。因此有可能用必要精度利用夠多個弧逼近不是由弧組成且因此不具備自清能力的螺桿輪廓。藉由弧逼近的輪廓當然是自清的。

亦有可能計算一（原生或衍生）螺桿輪廓之縱向輪廓。較佳來說一螺桿輪廓之每一弧均被用於藉由一顯函數計算隸屬於此弧的縱剖面部分。在一第一步驟中，決定一直線 g 與一弧 kb 間的交點 (S_x, S_y) 。直線 g 被定位在螺桿輪廓之平面中且其通過螺桿輪廓之旋轉點。該直線之方位係由角 φ 給出。

弧 kb 的特徵為其半徑 r 及其中心點位置 (M_x, M_y) 。在一第二步驟中，計算該交點 (S_x, S_y) 到螺桿輪廓旋轉點的距離 s 。一直線與一弧的交點可用一顯函數算出。這也適用於距離之計算。因此距離為 $s = s(\varphi, r, M_x, M_y)$ 。給出一螺桿元件之已知螺距 t ，角 φ 可藉由 $\varphi / 2\pi * t$ 被轉換成一

角位置 z_{ax} ，故距離為 $s = s(z_{ax}, r, Mx, My) = s(\varphi/2\pi * t, r, Mx, My)$ 。函數 $s(z_{ax}, r, Mx, My)$ 定義螺桿輪廓之一弧的縱向輪廓。

本發明亦關於依據本發明之螺桿元件在多螺桿擠製器中的使用。較佳來說依據本發明之螺桿元件係用在雙螺桿擠製器中。螺桿元件得以揉捏、混合或輸送元件的形式包容於多螺桿擠製器中。亦有可能在一擠製器中組合揉捏、輸送及混合元件。依據本發明之螺桿元件亦可與其他螺桿元件例如習知技藝已知的螺桿元件組合。

在具備成對的共同旋轉完全刮刷螺桿的多螺桿擠製器中，依據本發明的螺桿元件於其全周形成一渠道。此渠道具有一交替地加大和減小的渠道寬度且在本文中被稱為匯聚/發散渠道。在此一匯聚/發散渠道中，具有非常有效之分散作用的剪切流和延伸流組合會在操作期間於該渠道之全長中產生。能源輸入低於在輪廓中彎曲之傳統習知螺桿元件。偏心配置圓盤亦形成一匯聚/發散渠道。但依據本發明之螺桿元件相較於偏心配置圓盤卻有一具備一極窄中間間隙之較小周圍區域。因此相較於在多螺桿擠製器中使用偏心配置圓盤，在多螺桿擠製器中使用依據本發明之螺桿元件的能源輸入較低。

以下藉由圖式更詳細地例示本發明，但不以此為限。

可建議使用無因次參數以便簡化將該方法應用於不同擠製器大小的程序。心距 a 係一用於諸如長度或半徑等幾何尺寸的有用參考值，因為此值在一擠製器中係無法被改

變。

以下規則適用於本說明書之圖式。坐標 x 和 y 的原點被定位在螺桿之一者的旋轉點。所有的角係以弧度表示。所有其他尺寸係經相對於該心距歸一化並以大寫字母書寫： $A = a/a$ ； $R_j = r_j/a$ ； $RA = ra/a$ ； $RI = ri/a$ ； $T = t/a$ 等。 M_x 和 M_y 是一輪廓生成弧之圓心的 x 和 y 坐標， R 是相對於心距 a 歸一化的半徑，且 α 是一弧的角度。此外， RG = 歸一化筒體半徑， RV = 歸一化虛擬筒體半徑， RA = 完全刮刷輪廓之歸一化外半徑， RF = 待製造螺桿之歸一化外半徑， S = 個別螺桿間之歸一化間距（間隙）， D = 螺桿與筒體間之歸一化間距， VPR = 輪廓之歸一化偏移度， VPW = 以弧度表示之輪廓偏移角， VLR = 左側螺桿之歸一化偏移度， VLW = 左側螺桿之偏移角， VRR = 右側螺桿之歸一化偏移度， VRW = 右側螺桿之偏移角。

【實施方式】

圖 1 是一彼此以一距離 A 設置之二個完全刮刷雙螺紋習知螺桿元件的剖面圖。該等螺桿元件具有相同的軸向對稱輪廓。右側螺桿元件相對於左側螺桿元件旋轉經過一 90° 角。標示為 1-1 的點是上面設置著螺桿元件之軸的旋轉點。圖中所示輪廓係由多個對稱片段組成。彎曲部被形成在片段之間的過渡處（彎曲部之一者被標示為 1-2）。在梢角 KW 之區域中，該產品在使用此等螺桿元件的多螺桿擠製器運作時遭受一沒有延伸作用的高剪切度。

此缺點由依據本發明具備依據圖 2 之輪廓的螺桿元件

避免。圖 2a 示出一雙螺紋完全刮刷螺桿元件（原生螺桿元件）之輪廓之四分之一的剖面圖。此輪廓係對 x 軸和 y 軸為軸向對稱，使得整個輪廓係由所示四分之一以 x 軸和 y 軸為中心鏡射形成。然後藉由將該原生螺桿元件之輪廓旋轉經過一 90° 角而形成對應（衍生）螺桿元件之輪廓。在本圖及所有其他圖式中，坐標之原點為螺桿之旋轉點 D。外半徑 RA 係以一環繞該輪廓之虛線圓的樣式示出。筒搪孔係以一環繞該外半徑 RA 具備一半徑 RG 之同心圓的樣式示出，該半徑 RG 比該外半徑 RA 大間距 S ($RG=RA+S$)。依據圖 2a 之螺桿輪廓係由彼此合併且無彎曲部的二個弧組成。該等弧的坐標示於圖 2a。弧 1 之中心點 M_1 被定位在一通過旋轉點的水平線上，且弧 1' 之中心點 $M_{1'}$ 被定位在一通過旋轉點的垂直線上 ($M_{1y}=0$; $M_{1'x}=0$)。從弧 1 到弧 1' 的過渡係發生在點 P_{FP} ，在該點該二弧皆碰觸直線 FP。

所示輪廓片段可藉由下述方式建構：

- 將一點 P_A 固定在一離螺桿元件旋轉點 D 相當於螺桿元件外半徑 RA 的距離之處，

- 將一點 P_I 固定在一離螺桿元件旋轉點 D 相當於螺桿元件內半徑 RI 的距離之處，將點 P_I 被定位在一通過點 D 的直線 DP_I 上，該直線 DP_I 連同一通過點 P_A 和 D 的直線 DP_A 圈出一 $360^\circ / (2 \cdot Z)$ 的角，

- 將直線 FP 固定在一離旋轉點 D 相當於螺桿元件心距 A 之一半的距離之處，FP 的斜率以強度計算為 $-1/\tan(\pi/(2 \cdot Z))$ ，

-將圍繞旋轉點 D 具有半徑 RA 之外圓上之點 P_A 的切線 T_A 與直線 FP 之間的交點固定，將直線 FP 上之點 P_{FP} 固定在離該交點與該交點離 P_A 相同距離且離該旋轉點一小於半徑 RA 的距離之處，

-將中心點 M_1 固定在始於點 P_{FP} 垂直於 FP 之垂直線與直線 DP_A 之間的交點，

-將中心點 M_1 固定在始於點 P_{FP} 垂直於 FP 之垂直線與通過 D 和 P_I 之直線之間的交點，

-繞中心點 M_1 在點 P_A 與 P_{FP} 之間產生一弧 1 ，

-繞中心點 M_1 在點 P_I 與 P_{FP} 之間產生一弧 $1'$ 。

圖 2b 示出一依據本發明之雙螺紋螺桿元件由三個弧組成之輪廓片段的實例。點 D 是該螺桿元件（原生螺桿元件）之旋轉點。對應螺桿元件（衍生螺桿元件）之旋轉點係離旋轉點 D 一距離 A 。一具備一內半徑 RI 的圓（內邊界環）及一具備一外半徑 RA 的圓（外邊界環）被示為環繞旋轉點 D 。該內圓和外圓形成一環狀區域。該輪廓片段及依據本發明之螺桿元件之所得整體輪廓的點全部被定位在此環狀區域之內圓與外圓（邊界環）之間或其上。點 P_A 是半徑為 R_1 之第一弧 1 的起點，且該第一弧之中心點 M_1 被定位在 D 與 P_A 間之直線上。點 P_A 被定位在外圓上。點 P_I 是半徑為 $R_3 = A - R_1$ 之弧 3 的起點。其中心點 M_3 被定位在通過 P_I 和 D 的垂直線上。半徑為 $R_2 = A/2$ 的弧 2 在弧 1 與弧 3 之間連續可微分地（亦即平滑地）延伸。其中心點 M_2 被定位在離點 P_I 一距離 $(A/2) - R_1$ 且離點 M_3 一距離 $R_3 - (A/2)$

之處。藉由以一通過點 D 和 P_A 之直線為中心且以一通過點 D 和 P_I 之直線為中心連續地鏡射所示輪廓片段，可建構出依據本發明之（原生）螺桿元件之整體輪廓。在此例中，對應（衍生）螺桿元件的輪廓係藉由簡單地將該原生螺桿元件之輪廓繞旋轉點 D 旋轉一 90° 角獲得。

圖 2c 示出一依據本發明之螺桿元件的實例，其中以虛線示出的輪廓片段無法藉由軸向鏡射到以連續線示出的輪廓片段上重疊。事實上，其輪廓係相對於旋轉點成點對稱。

依據本發明之螺桿元件之一特殊實施例被示為圖 3 中之實例。其特徵為筒搪孔具有大於螺桿輪廓外半徑的半徑且成對螺桿輪廓經相對於筒搪孔之中心點偏移，同時旋轉點（用小圓示出）保持在筒搪孔之中心。這驚奇地在能源輸入產生一額外可觀縮減。所得偏心旋轉螺桿元件、亦即不繞自己的輪廓之中心自轉而是繞筒搪孔之中心點旋轉的螺桿元件可在筒搪孔內自由地偏移。圖 3 示出一特別強烈的案例，其中兩輪廓係沿一通過兩旋轉點之直線平行地偏移相同程度，如同此二輪廓相對於該線垂直地偏移直到碰觸筒體為止。因此，螺桿彼此完全刮刷，然在任何情況中每一螺桿之二個螺梢僅有一者完全刮刷筒體。此配置提供所有表面之完全刮刷同時減低能源輸入。

到目前為止本說明書僅只說明完全刮刷螺桿輪廓。但在工業設計擠製器中，有必要使用不完全刮刷的幾何形狀以便在刮刷過程中獲得精確定義的間隙。此為防止金屬“腐蝕”、顧及製造容差及避免間隙中能量過度消散所必需。有

多種不同策略可用於產生一致間隙。最為常用的策略係產生在擠製器之縱剖面全體具有相同寬度的間隙。產生此等螺桿輪廓的方法見於〔1〕之第 103 頁起。

用於產生具備明確定義間隙之螺桿輪廓的規則亦可應用於依據本發明之螺桿元件。

圖 4 示出依據本發明具有間隙（間距）之螺桿元件之輪廓的實例。在圖 4a 中，往復刮刷螺桿之間的間隙 S 與螺桿刮刷筒體之區域中的間隙 D 一樣大。在圖 4b 中間隙 S 小於 D ，且在圖 4c 和 4d 係相反、亦即 D 小於 S 。圖 5 顯示依據本發明當一螺桿輪廓被建構為具有間隙且隨後此等輪廓在間隙內偏移時也會獲得偏心輪廓。圖 5a-d 之輪廓與圖 4d 之輪廓相同。相對於一通過螺桿元件旋轉點之直線，在圖 5a 中發生 0° 角的偏移，在圖 5b 中發生 30° 角的偏移，在圖 5c 中發生 60° 角的偏移，且在圖 5d 中發生 90° 角的偏移。

圖 5 示出兩螺桿以相同偏移向量偏移的實例。基本上來說亦有可能使兩螺桿在間距內用一不同向量偏移。然後獲得在一於螺桿之一轉當中變化的中間間隙彼此刮刷的輪廓。

如已知，一對輪廓的輸送效果係藉由在一軸向方向中連續地旋轉該等輪廓獲得。藉此獲得一例如像圖 6a 所示之輸送螺紋。

相較於輸送螺紋具有加大分散能力的揉捏元件係藉由將由自清輪廓組成之稜柱形盤環繞軸線設置成一彼此旋轉

交錯關係獲得。圖 6b 示出一具備七個揉捏盤之揉捏元件的實例，每個揉捏盤以每一者 30° 的角環繞軸線錯開。

圖 1 至 6 僅關於雙螺紋螺桿元件。然相同原理亦可應用於具有三個及更多螺紋的螺桿元件。圖 7 係一依據習知技藝之雙螺紋螺桿元件（例如見〔1〕之第 103 頁）的剖面圖。圖 7 之三螺紋輪廓由三個對稱片段組成。彎曲部及彎曲部之間的螺紋梢構成這些片段之間的過渡區。在圖 7 中這些過渡區之一者被標為 7-1。在此區中輪廓離筒體一窄小距離旋轉，且帶著前述缺點在聚合熔融物上施加純剪力。

相較之下，圖 8 示出一依據本發明之三螺紋螺桿元件的輪廓片段。由於此輪廓係以三條直線（S1, S2, S3）為中心軸向對稱，這三條直線彼此成 60° 設置且通過坐標原點，此圖中僅示出一個 60° 片段。完整輪廓係藉由使所示外形輪廓以鏡射直線 S1、S2 和 S3 為中心連續地鏡射形成。外形輪廓由二個弧組成。所得螺桿具有一匯聚/收斂渠道，該渠道在待混合材料全周上施加剪切流和延伸流之一組合。輪廓生成弧 1 和 1' 間之切向過渡發生在該輪廓碰觸直線 FP 之點處。就三螺紋輪廓來說，離旋轉點一心距一半之距離的直線 FP 具有 -1.73 的斜率。圖 8 所示組態可被類比地應用在螺桿外半徑與心距間之所有比係在 0.5 至 0.577 之範圍內的情況。

偏心旋轉輪廓得建構用於三螺紋輪廓。此等螺桿輪廓示於圖 9a-d。此種建構方法類似於用於雙螺紋輪廓之方法。輪廓之外半徑小於筒半徑且成對螺桿之輪廓經偏移，

位於筒體中心的旋轉點被維持。特別要注意的是螺桿輪廓，其中螺桿彼此完全地刮刷且其中筒體僅被三個螺梢之一者刮刷。圖 9a 例示此一輪廓的產生，其中該輪廓被水平地往右偏移直到右側螺紋梢到達筒體為止。在此配置中，對稱螺旋渠道形成於該輪廓與筒體之間。若使輪廓相對於一通過旋轉點之直線以一 20° 角（圖 9b）或 40° 角偏移則會得到三個螺紋梢之一者刮刷筒體的額外配置（圖 9c）。在這些輪廓中，所得螺旋渠道是非對稱的。隨著偏移量加大，會形成一具備較強剪切作用的區域（在圖 9b 和 9c 之頂部）及一具備較弱剪切作用的區域（在圖 9b 和 9c）。在使輪廓相對於一通過旋轉點之直線以 60° 角偏移時（圖 9d），可獲得三個螺梢之二者刮刷筒體的一種配置。在此配置中，非對稱性為最大。會獲得二個具備極強剪應力的區域（在圖 9d 之頂部）及一個具備低剪應力的區域（在圖 9d 之底部）。待處理材料因此暴露於變動劇烈的應力，這對於分散處理很有用。

輪廓之往復刮刷及筒體之刮刷當中的間隙的產生與用於雙螺紋輪廓的方法很像。三螺紋輪廓依據本發明得以一依據圖 10a 之連續輸送螺紋的樣式或以一依據圖 10b 之揉捏盤的樣式運用。

軸向對稱四螺紋螺桿輪廓係完全藉由螺桿輪廓之一 45° 片段定義。圖 11 示出一依據本發明之四螺紋螺桿元件的輪廓片段，其係由二個圓線段組成。此種構造類似地適用於從 0.5 到 0.541 之螺桿外半徑對心距的所有比。

偏心輪廓之產生及刮刷期間之間隙之產生與用於雙螺紋和三螺紋輪廓的手段相似且在本案例中不提及。

四螺紋輪廓得以一依據圖 12a 之連續輸送螺紋的樣式或以一依據圖 12b 之揉捏盤的樣式運用。

依據本發明具備四以上之螺紋的輪廓得以一類似方式製造。間隙可經改變且偏心輪廓得以一類似方式產生。

圖 13a 例示一對依據本發明之螺桿元件的剖面簡圖實例。原生螺桿輪廓係由左方螺桿輪廓例示。衍生螺桿輪廓係由右方螺桿輪廓例示。此二螺桿輪廓皆由 16 個弧組成。原生螺桿輪廓和衍生螺桿輪廓的弧藉由經相應弧編號標示的連續粗線例示。該等弧的中心線係藉由小圓圈例示。該等弧的中心線藉由連續細線（邊界線）連接到其相應起點和終點。原生和衍生螺桿輪廓的螺桿外半徑二者相同。螺桿外半徑在螺桿筒體之區域中由一細虛線例示且在互嚙區中由一細點線例示。因為大量的弧及藉由一電腦程式之圖形產生，在一些情況中個別弧的編號疊在邊界線上且因此難以閱讀。儘管有些編號不易辨識，此等輪廓的構造從相關說明內容及圖 13b 中之坐標值依然清楚可見。

示於圖 13a 之依據本發明的螺桿輪廓對係點對稱但不是軸向對稱。直線 FP（以一點虛線表示）不在該等弧上形成切線。此一螺桿元件為分散效應提供特高自由度，因為對於分散效應來說很重要位於螺梢上游和下游的區域得經精確地調適以配合即將到來的任務而不必考慮因直線 FP 而有之幾何約束條件。圖 13b 列出圖 13a 所有弧之中心點 x

和 y 坐標 (M_x 和 M_y)、半徑 R 及角 α 。這些角係以強度表示；所有其他尺寸經相對於心距歸一化且因此是無因次的。

【圖式簡單說明】

圖 1 是一彼此以一距離 A 設置之二個完全刮刷雙螺紋習知螺桿元件的剖面圖。

圖 2a 示出一雙螺紋完全刮刷螺桿元件之輪廓之四分之一的剖面圖。

圖 2b 示出一依據本發明之雙螺紋螺桿元件由三個弧組成之輪廓片段的實例。

圖 2c 示出一依據本發明之螺桿元件的實例，其中以虛線示出的輪廓片段無法藉由軸向鏡射到以連續線示出的輪廓片段上重疊。

圖 3 示出一特別強烈的案例，其中兩輪廓係沿一通過兩旋轉點之直線平行地偏移相同程度，如同此二輪廓相對於該線垂直地偏移直到碰觸筒體為止。

圖 4a-4d 示出依據本發明具有間隙之螺桿元件之輪廓的實例。

圖 5a-5d 示出兩螺桿以相同偏移向量偏移的實例。

圖 6a 示出輸送螺紋。

圖 6b 示出一具備七個揉捏盤之揉捏元件的實例。

圖 7 係一依據習知技藝之雙螺紋螺桿元件的剖面圖。

圖 8 示出一依據本發明之三螺紋螺桿元件的輪廓片段。

圖 9a-9d 示出三螺紋之輪廓的實例。

圖 10a 示出連續輸送螺紋的樣式的實例。

圖 10b 示出揉捏盤的樣式運用的實例。

圖 11 示出一依據本發明之四螺紋螺桿元件的輪廓片段，其係由二個圓線段組成。

圖 12a 示出連續輸送螺紋的樣式的實例。

圖 12b 示出揉捏盤的樣式運用的實例。

圖 13a 例示一對依據本發明之螺桿元件的剖面簡圖實例。

圖 13b 列出圖 13a 所有弧之中心點 x 和 y 坐標、半徑 R 及角 α 。

【主要元件符號說明】

1	弧
1'	弧
2	弧
3	弧
1-1	設置著螺桿元件之軸的旋轉點
1-2	彎曲部
7-1	過渡區
A	距離
D	旋轉點
KW	梢角
M1	中心點
M1'	中心點
RA	外半徑
RG	半徑
S1	鏡射直線
S2	鏡射直線

201018564

S3 鏡射直線

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：98120529

B29C 45/60 (2006.01)

※ 申請日：98.6.19

※IPC 分類：B29B 1/48 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

F16H 55/02 (2006.01)

具有改良分散作用與低能源輸入之螺桿元件

SCREW ELEMENTS WITH IMPROVED DISPERSING
ACTION AND LOW ENERGY INPUT

二、中文發明摘要：

本發明關於用於具備成對共同旋轉完全刮刷螺桿之多
螺桿擠製器的新穎螺桿元件。

三、英文發明摘要：

The present invention relates to new screw elements for
multi-screw extruders with pairs of co-rotating and fully
wiping screws.

七、申請專利範圍：

1. 一種用於具備擁有二或更多個螺紋之成對共同旋轉完全刮刷擠製器螺桿之多螺桿擠製器的螺桿元件，其特徵為該螺桿輪廓在其所有橫截面當中具有連續可微分外形輪廓。

2. 如申請專利範圍第 1 項之螺桿元件，其特徵為每一螺桿輪廓在其完整橫截面當中由四或更多個弧組成，該等弧在其起點和終點彼此切向地合併。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之螺桿元件，其特徵為
 一原生螺桿輪廓與一衍生螺桿輪廓之間的心距是 a ；
 該原生螺桿輪廓之弧的數量是 n ；
 該原生螺桿輪廓之外半徑 ra 大於零 ($ra > 0$) 且小於該心距 ($ra < a$)；

該原生螺桿輪廓之內半徑 ri 大於零 ($ri > 0$) 且小於或等於 ra ($ri < ra$)；

該原生螺桿輪廓之弧全部彼此切向地合併；

該等弧形成一封閉螺桿輪廓，亦即所有弧 j 之角 α_j 的總和為 2π ，其中 π 為圓周率 ($\pi \approx 3.14159$)；

該等弧形成一凸形螺桿輪廓；

該原生螺桿輪廓之弧全部被定位在一環狀區域 (annulus) 的邊界環之間及/或該等邊界環上，該環狀區域具有一外半徑 ra 和一內半徑 ri 且其中心點係位於該原生螺桿輪廓之旋轉點；

該原生螺桿輪廓之弧的至少一者在點 P_A 碰觸該原生螺桿輪廓之外半徑 ra ；

該原生螺桿輪廓之弧的至少一者在點 P_I 碰觸該原生螺桿輪廓之內半徑 ri ；

該衍生螺桿輪廓之弧數量 n' 與該原生螺桿輪廓之弧數量 n 相同；

該衍生螺桿輪廓之外半徑 ra' 等於該心距與該原生螺桿輪廓之內半徑 ri 之間的差 ($ra' = a - ri$)；

該衍生螺桿輪廓之內半徑 ri' 等於該心距與該原生螺桿輪廓之外半徑 ra 之間的差 ($ri' = a - ra$)；

該衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧的角 $\alpha_{j'}$ 與該原生螺桿輪廓之第 j 個弧的角 α_j 相同，其中 j 係一代表在從 1 到弧數量 n 之範圍內之所有整數的指數，且 j' 係一代表在從 1 到弧數量 n' 之範圍內之所有整數的指數；

該衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧之半徑 $r_{j'}$ 與該原生螺桿輪廓之第 j 個弧之半徑 r_j 的總和等於該心距 a ，其中 j 係一代表在從 1 到弧數量 n 之範圍內之所有整數的指數，且 j' 係一代表在從 1 到弧數量 n' 之範圍內之所有整數的指數；

該衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧的中心點與該原生螺桿輪廓之第 j 個弧的中心點之間的距離等於該心距 a ，且該衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧的中心點與該衍生螺桿輪廓之旋轉點之間的距離等於該原生螺桿輪廓之第 j 個弧的中心點與該原生螺桿輪廓之旋轉點之間的距離，且該衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧的中心點與該原生螺桿輪廓之第 j 個弧的中心點

之間的連接線係一平行於該衍生螺桿輪廓之旋轉點與該原生螺桿輪廓之旋轉點之間的連接線的線，其中 j 係一代表在從 1 到弧數量 n 之範圍內之所有整數的指數，且 j' 係一代表在從 1 到弧數量 n' 之範圍內之所有整數的指數；

該衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧之起點關於該衍生螺桿輪廓之第 j' 個弧之中心點的方向係相反於該原生螺桿輪廓之第 j 個弧之起點關於該原生螺桿輪廓之第 j 個弧之中心點的方向，其中 j 係一代表在從 1 到弧數量 n 之範圍內之所有整數的指數，且 j' 係一代表在從 1 到弧數量 n' 之範圍內之所有整數的指數。

4. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之螺桿元件，其特徵為該等螺桿元件係點對稱的且一 $360^\circ / (2 \cdot Z)$ 之扇形區中的外形輪廓係由至少二個弧組成，其中 Z 是該等螺桿元件之螺紋數。
5. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之螺桿元件，其特徵為該等螺桿元件係軸向對稱的且一 $360^\circ / (2 \cdot Z)$ 之扇形區中的外形輪廓係由至少二個弧組成，其中 Z 是該等螺桿元件之螺紋數。
6. 如申請專利範圍第 5 項之螺桿元件，其特徵為該片段中之外形輪廓係由二個弧組成，該等弧在點 P_{FP} 以一連續可微分方式彼此合併，其中點 P_{FP} 被定位在一直線 FP 上且在點

P_{FP} 垂直於 FP 的垂直線通過該二弧之中心點。

7. 如申請專利範圍第 6 項之螺桿元件，其具有一旋轉點 D 、一被定位在一環繞該旋轉點具有該螺桿元件之外半徑 ra 的圓上的點 P_A 、一被定位在一環繞該旋轉點具有該螺桿元件之內半徑 ri 的圓上的點 P_I 、一通過點 P_A 和 D 的直線 DP_A 及一通過點 P_I 和 D 的直線 DP_I ，且使用一以點 D 作為原點且點 P_A 係在 x 軸上的笛卡兒坐標系統，該等螺桿元件的特徵為該垂直線在該等弧之一者的中心點與直線 DP_A 相交且通過點 D 和 P_I 的該直線與另一弧之中心點相交，且該直線 FP 被定位在一離該旋轉點相當於該心距 a 一半的距離之處且就強度計算具有 $-1/\tan(\pi/(2 \cdot Z))$ 的梯度。
8. 如申請專利範圍第 1 至 7 項中任一項之螺桿元件，其中該等螺桿元件係以混合元件或輸送元件的形式設計。
9. 如申請專利範圍第 1 至 7 項中任一項之螺桿元件，其中該等螺桿元件係以揉捏元件的形式設計。
10. 一種依據申請專利範圍第 1 至 9 項中任一項之螺桿元件在多螺桿擠製器中的使用。
11. 如申請專利範圍第 10 項之使用，其特徵為該等成對螺桿元件用一在其全周當中係恆定的中間間隙彼此刮刷。

- 12.如申請專利範圍第 10 項之使用，其特徵為該等成對螺桿元件用一在其全周當中係非恆定的中間間隙彼此刮刷。
- 13.如申請專利範圍第 10 項之使用，其特徵為該等成對螺桿元件之輪廓經相對於位於筒塘孔中心之該旋轉點偏移。
- 14.一種產生用於具備成對共同旋轉完全刮刷螺桿之多螺桿擠製器之螺桿元件的方法，其特徵為螺桿輪廓係藉由結合多個弧以形成一連續可微分外形而形成。

圖 1

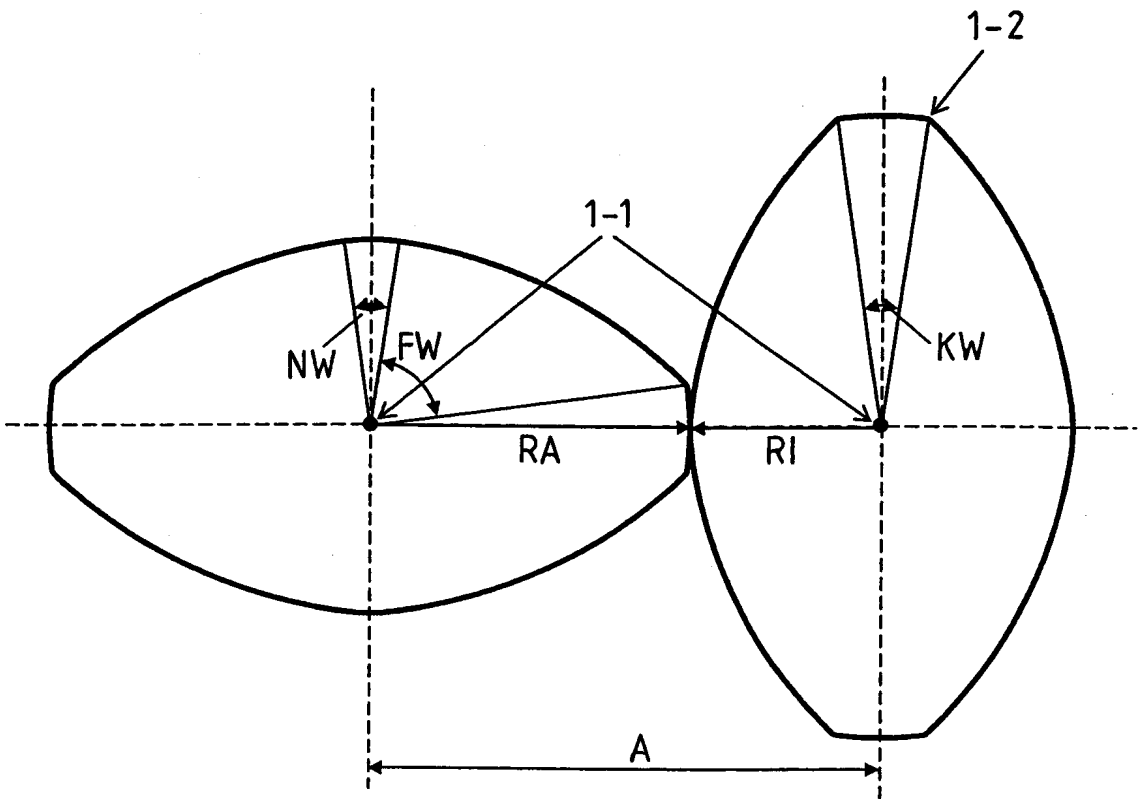


圖 2a

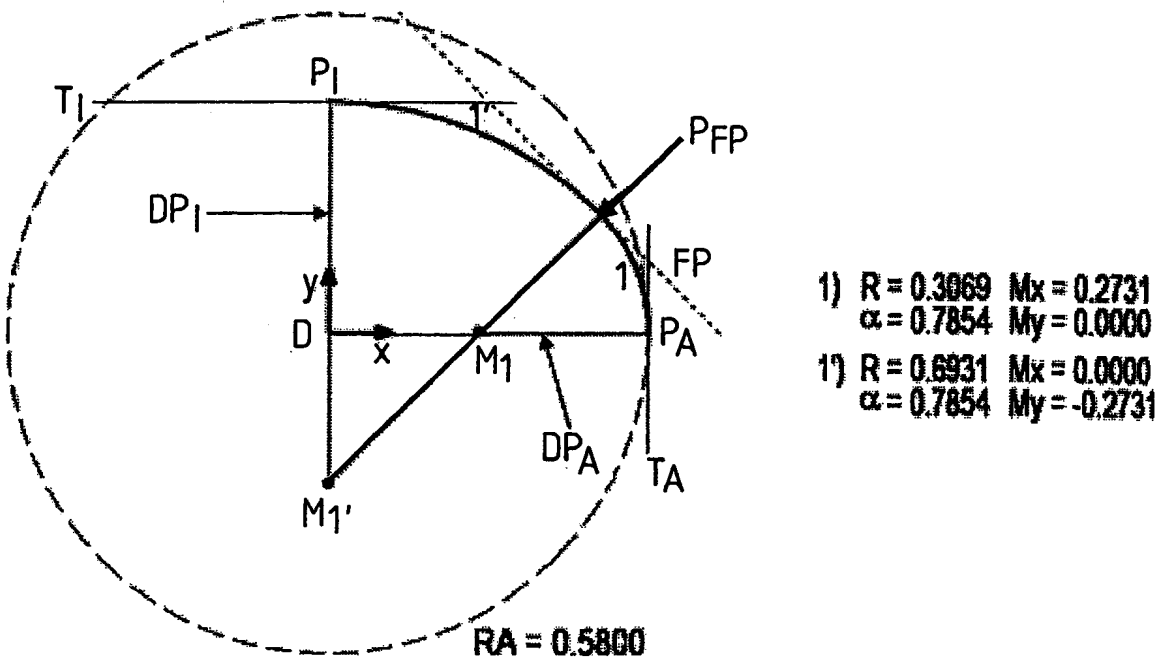


圖 2b



圖 2c



圖 3

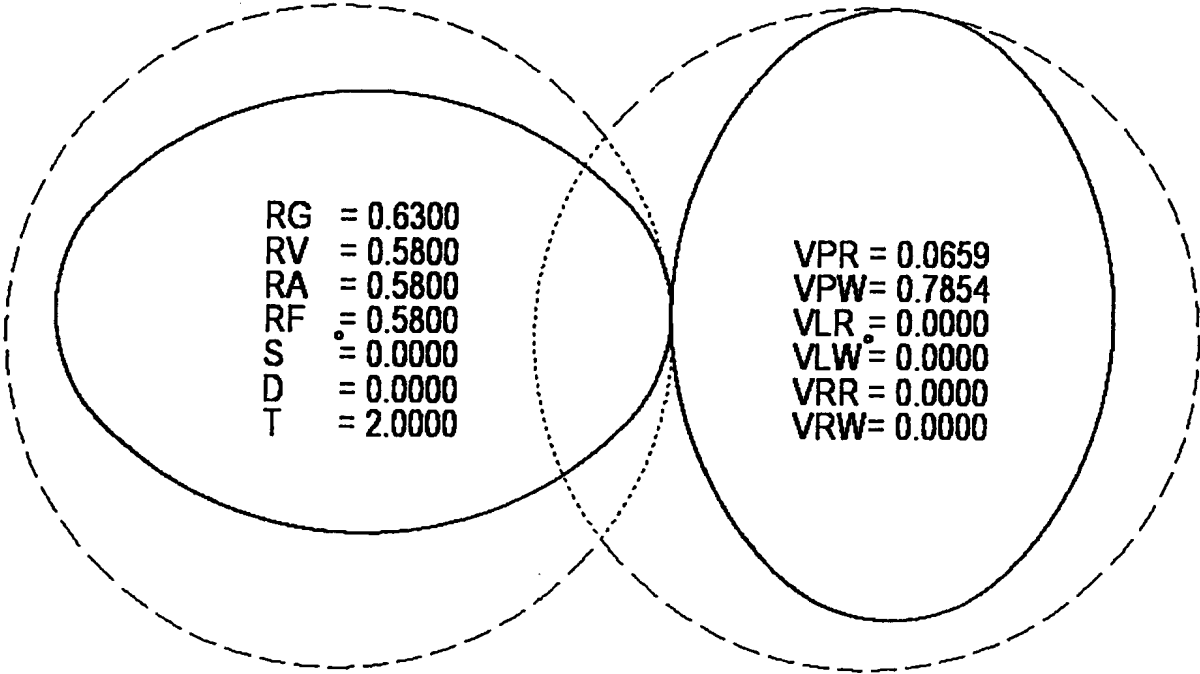


圖 4a

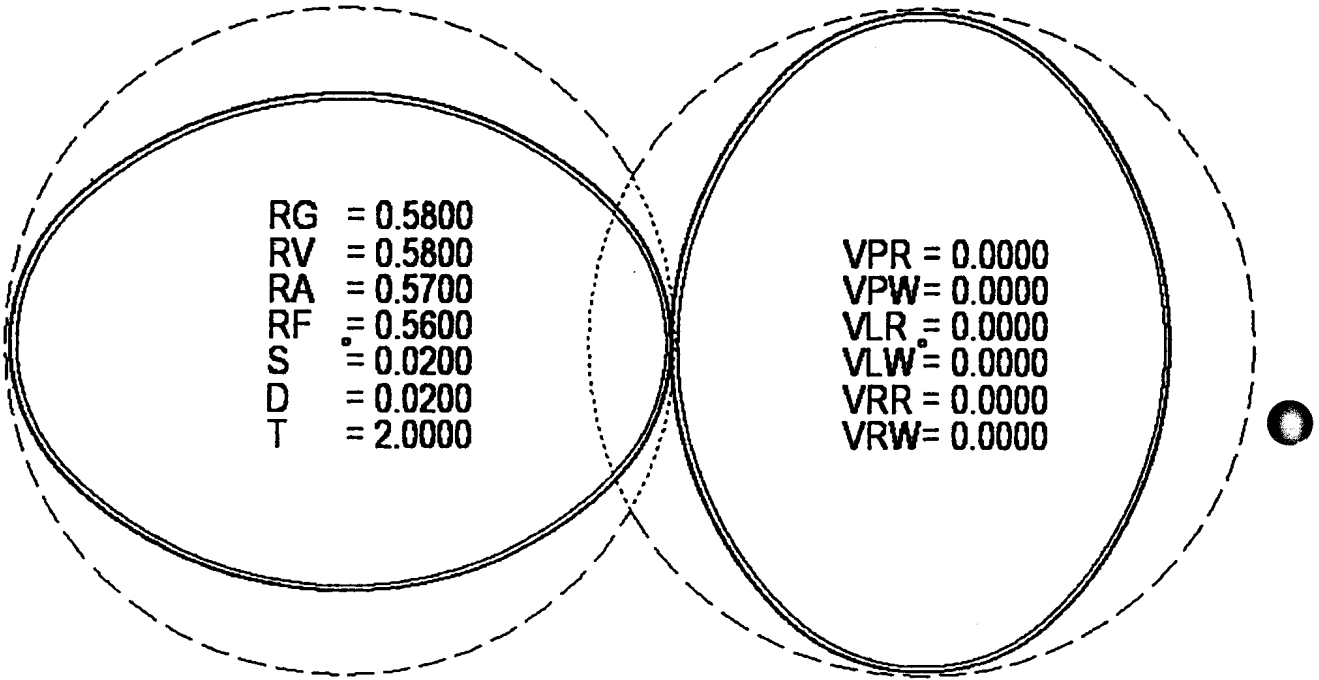


圖 4b

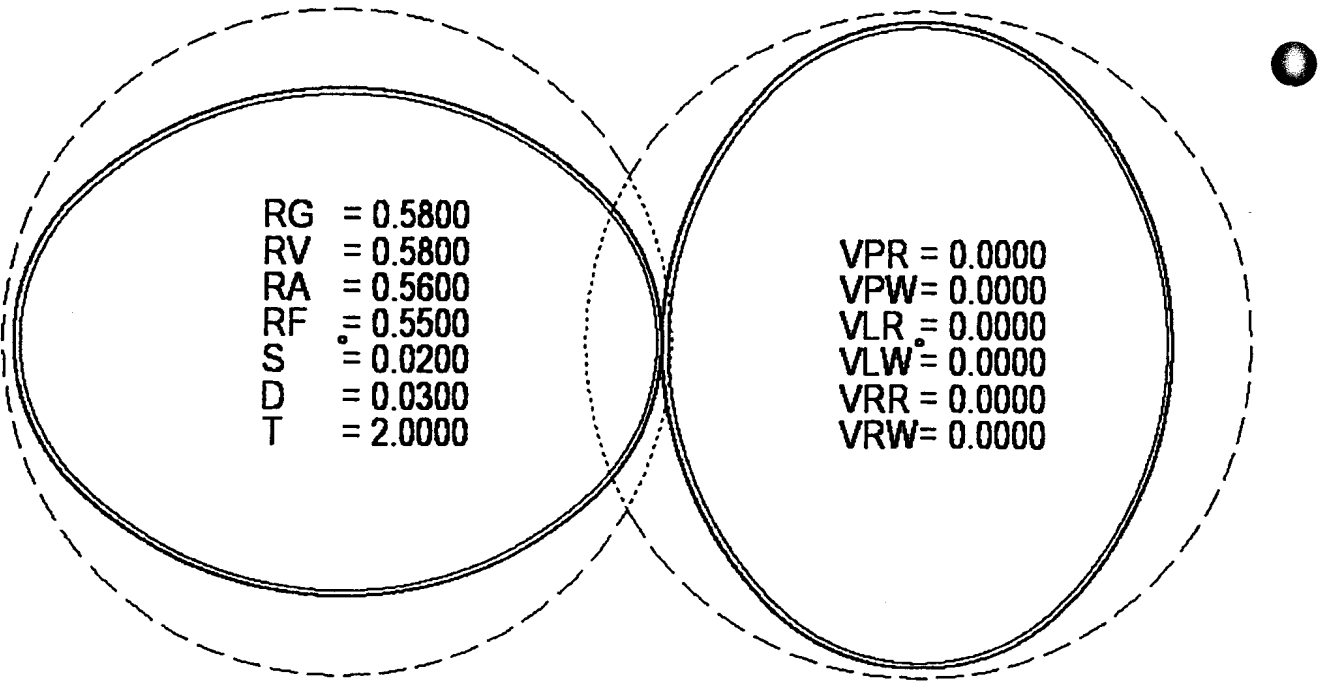


圖 4c

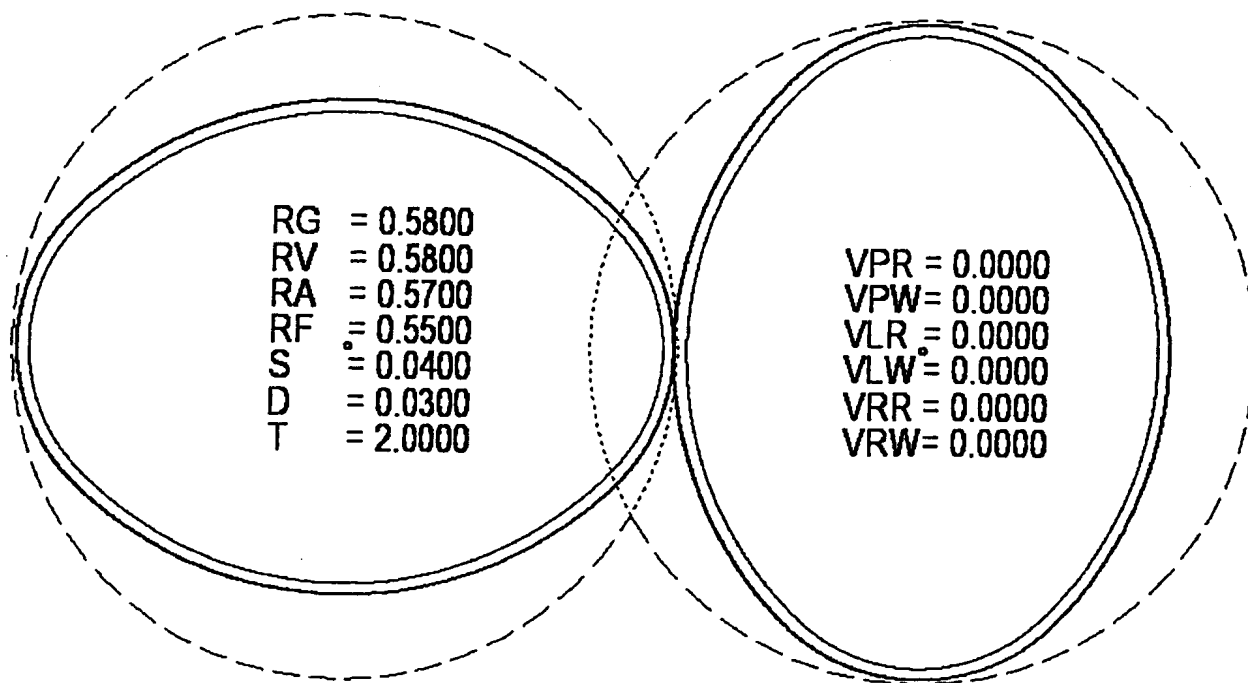


圖 4d

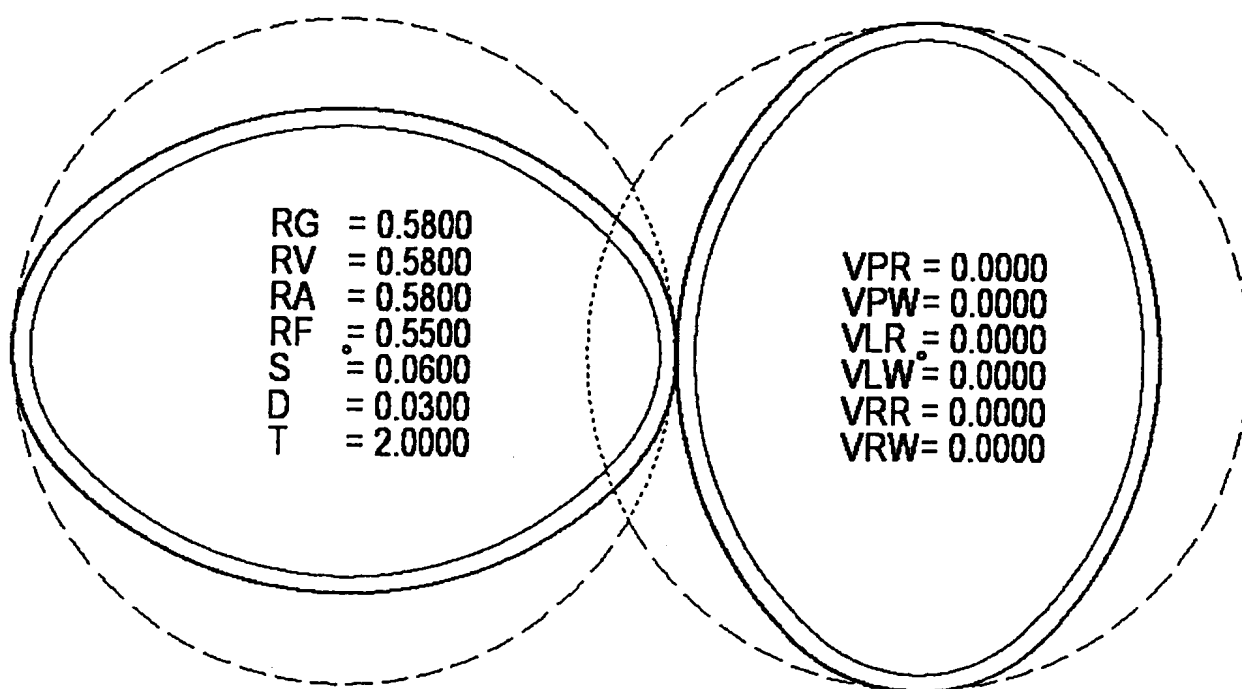


圖 5a

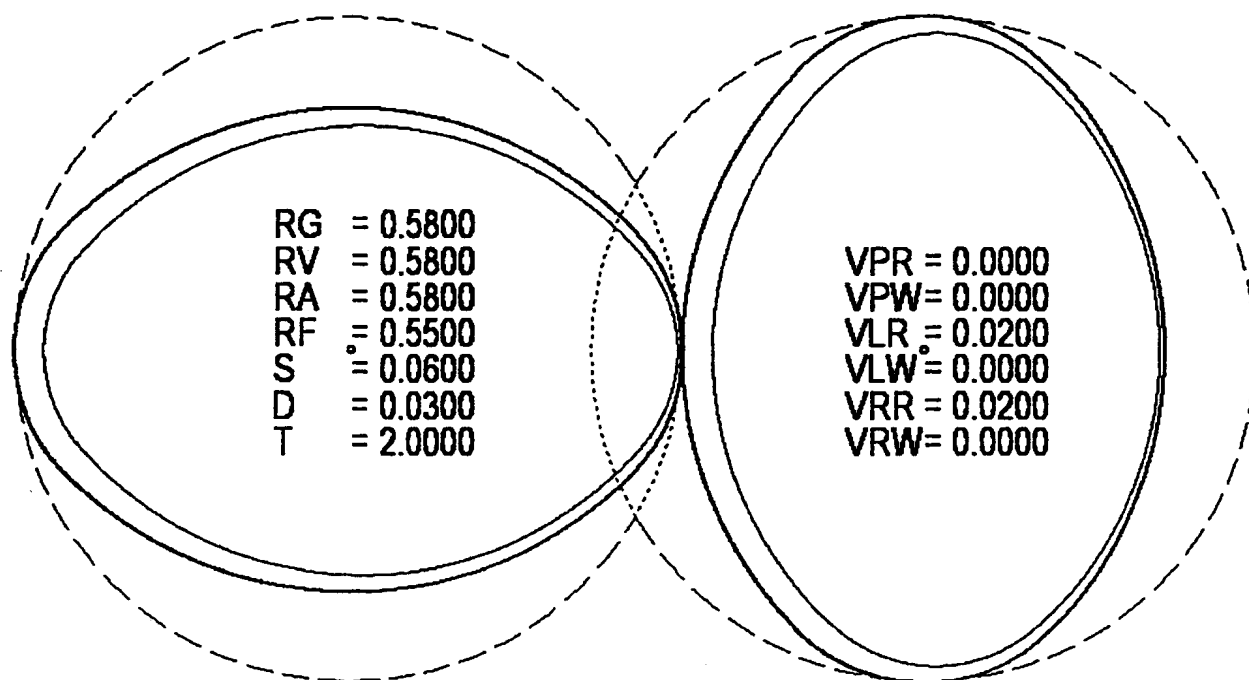


圖 5b

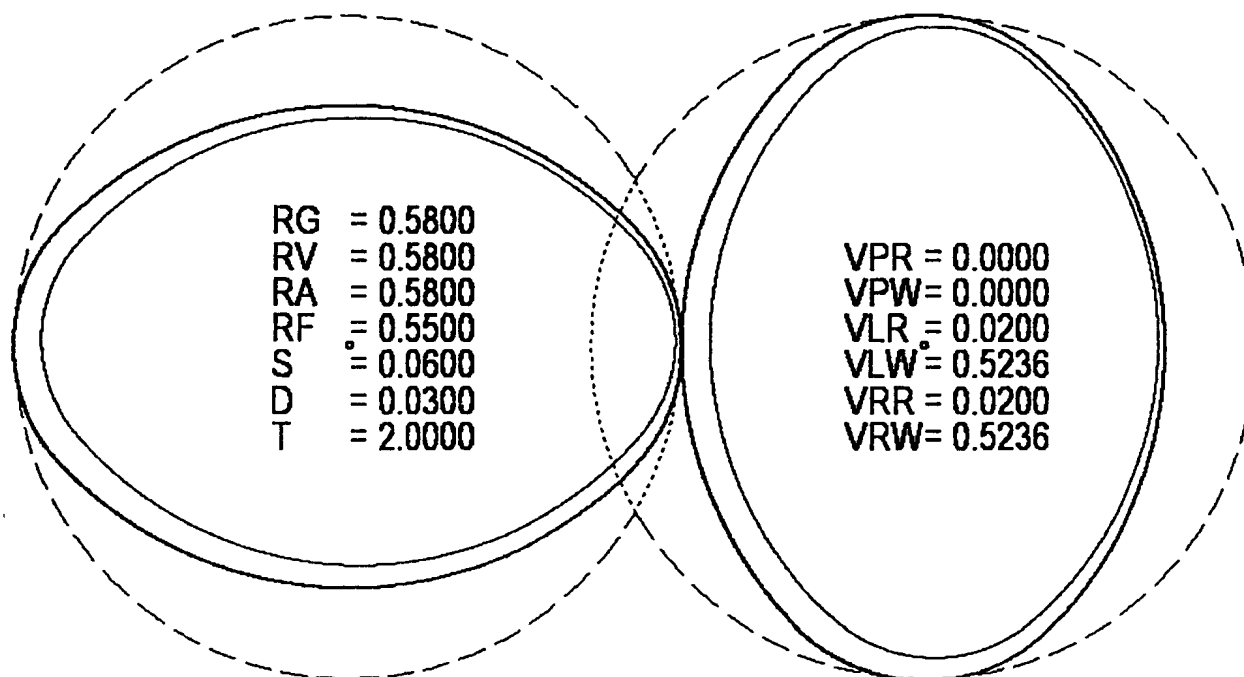


圖 5c

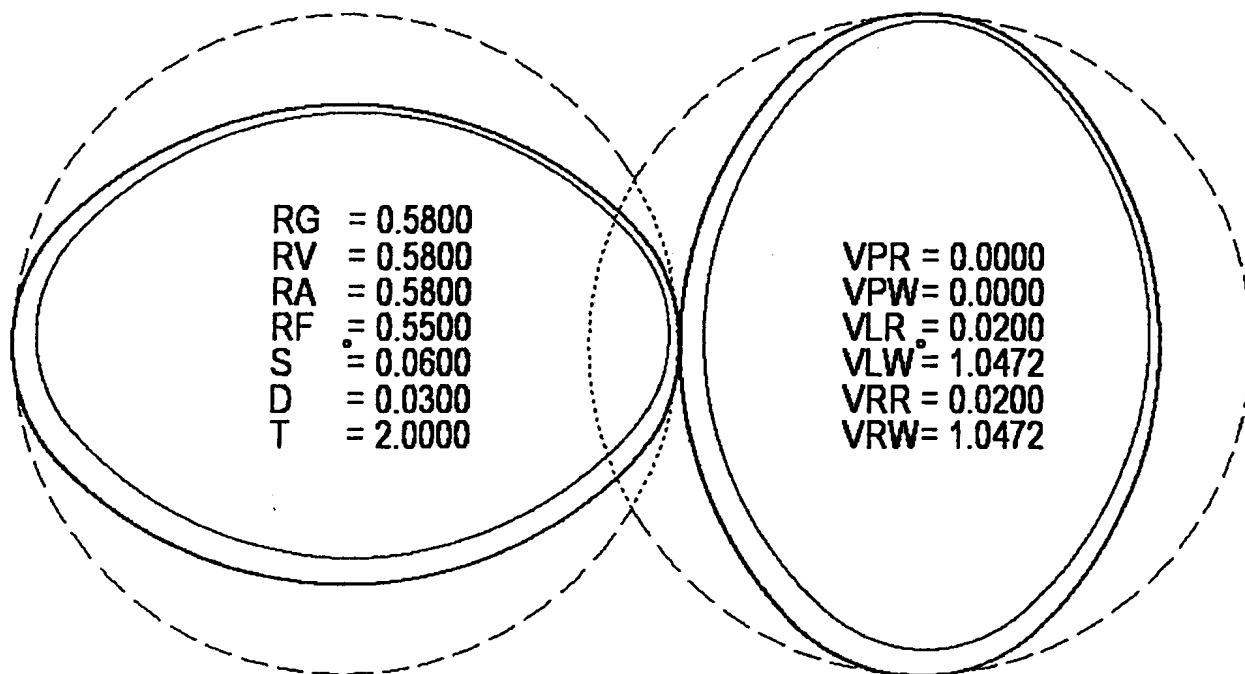


圖 5d

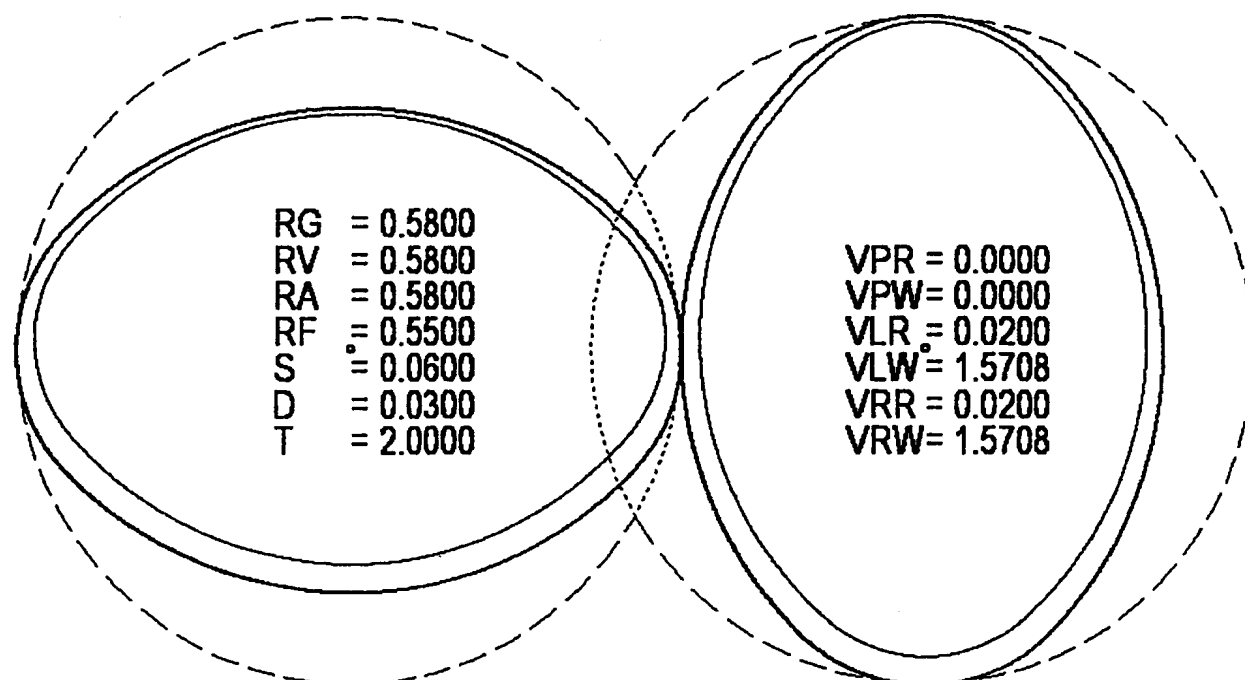


圖 6a

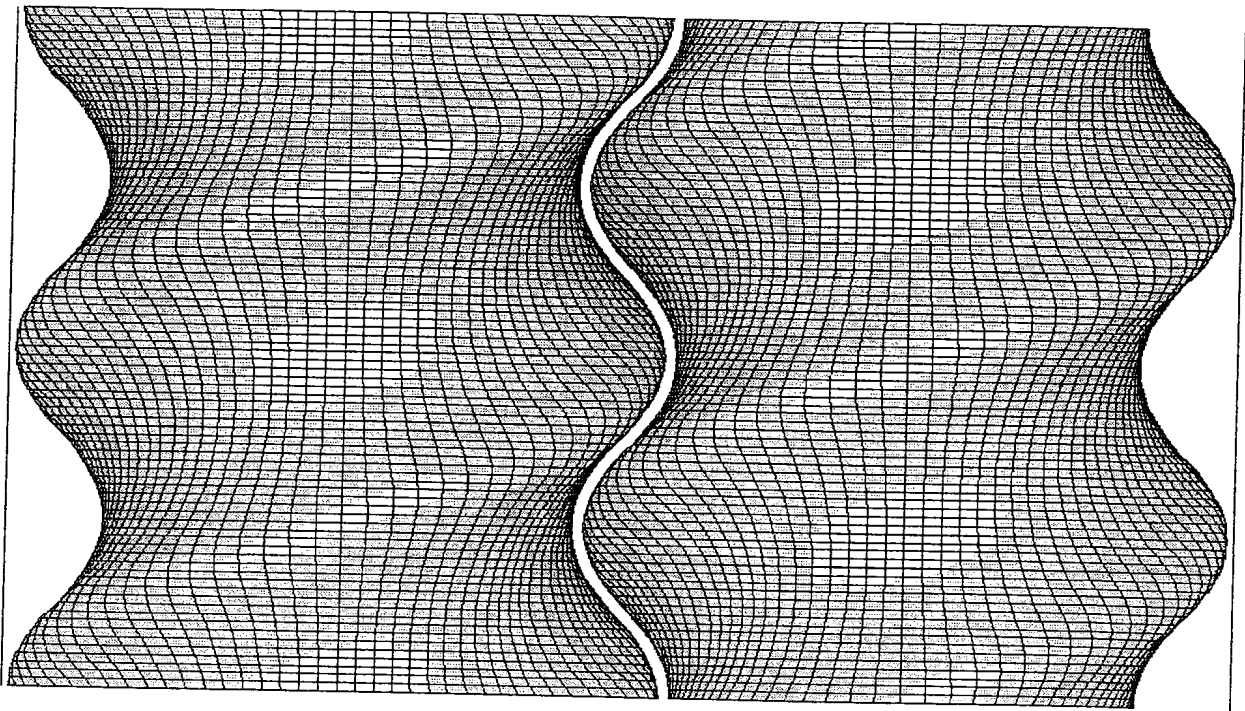


圖 6b

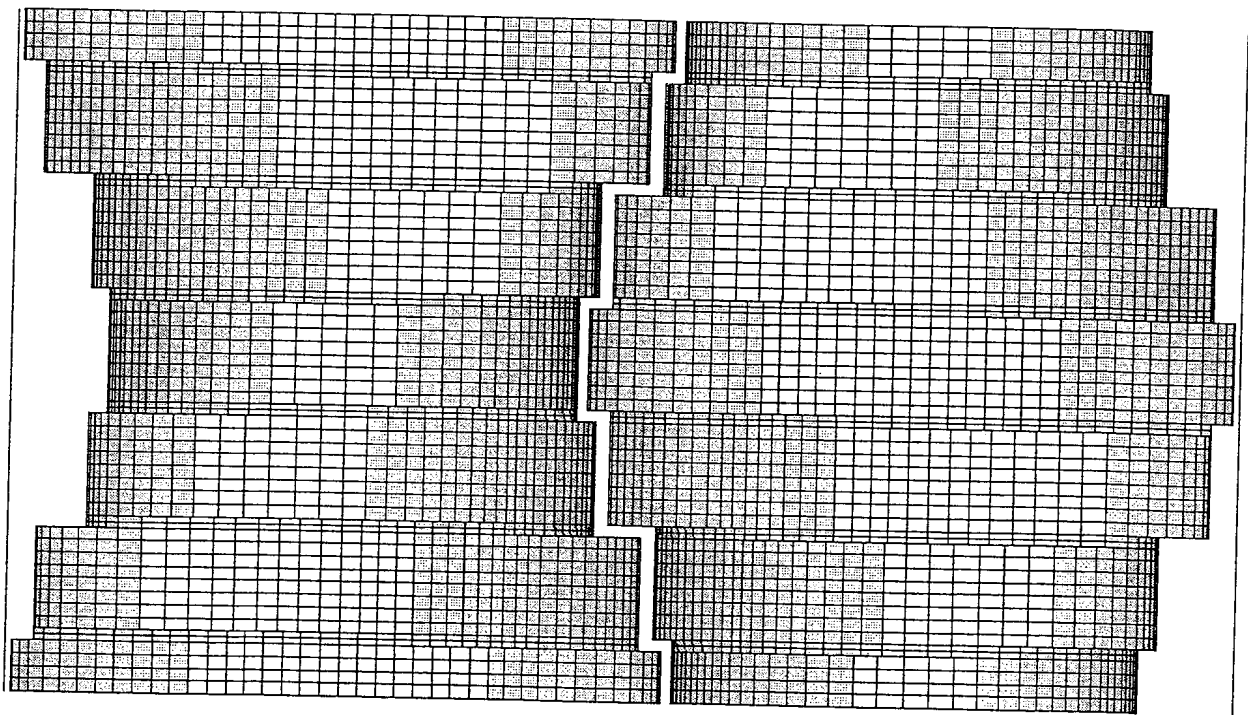


圖 7

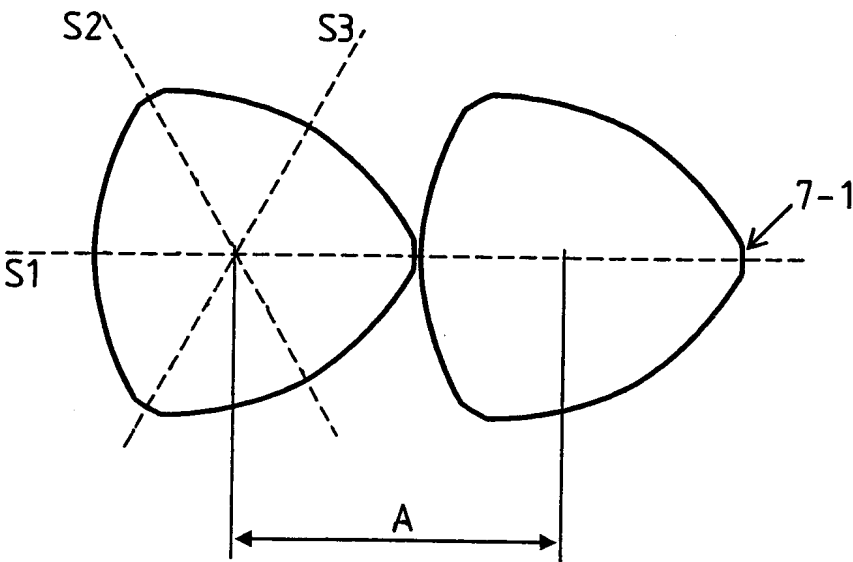


圖 8

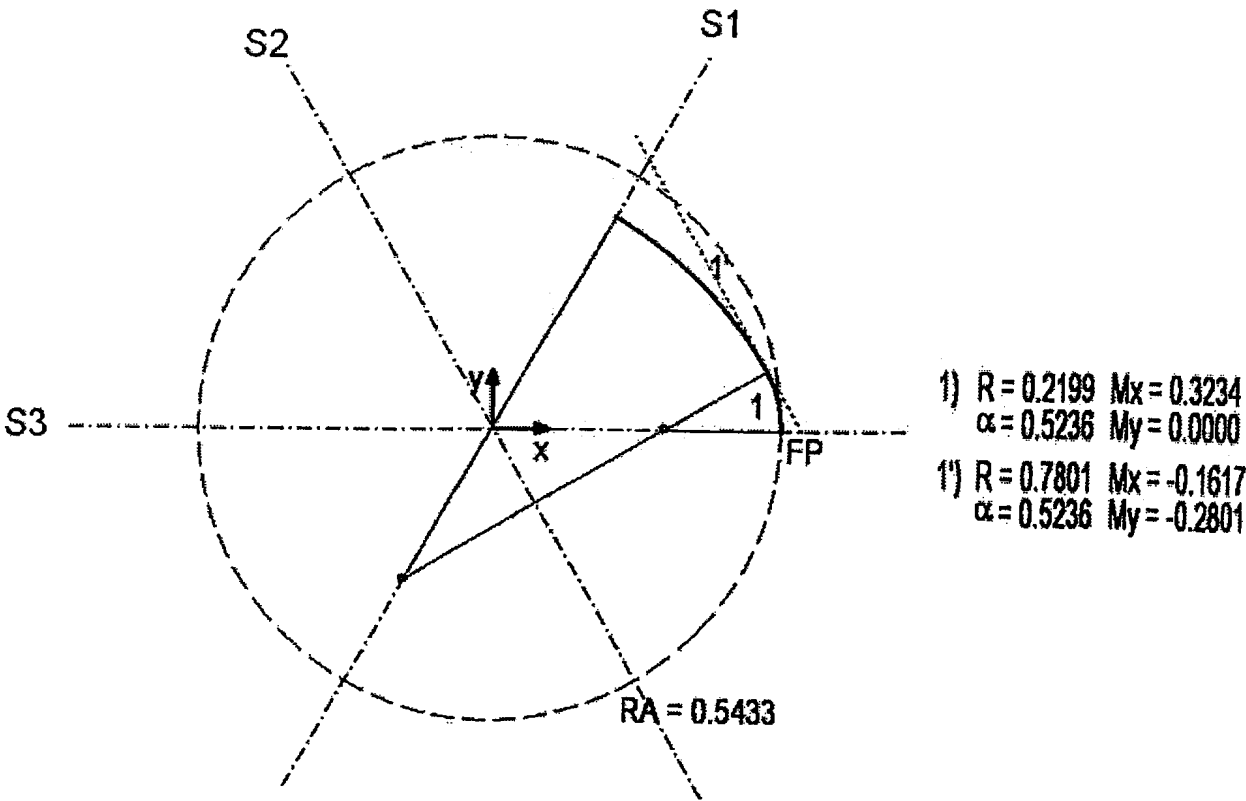


圖 9a

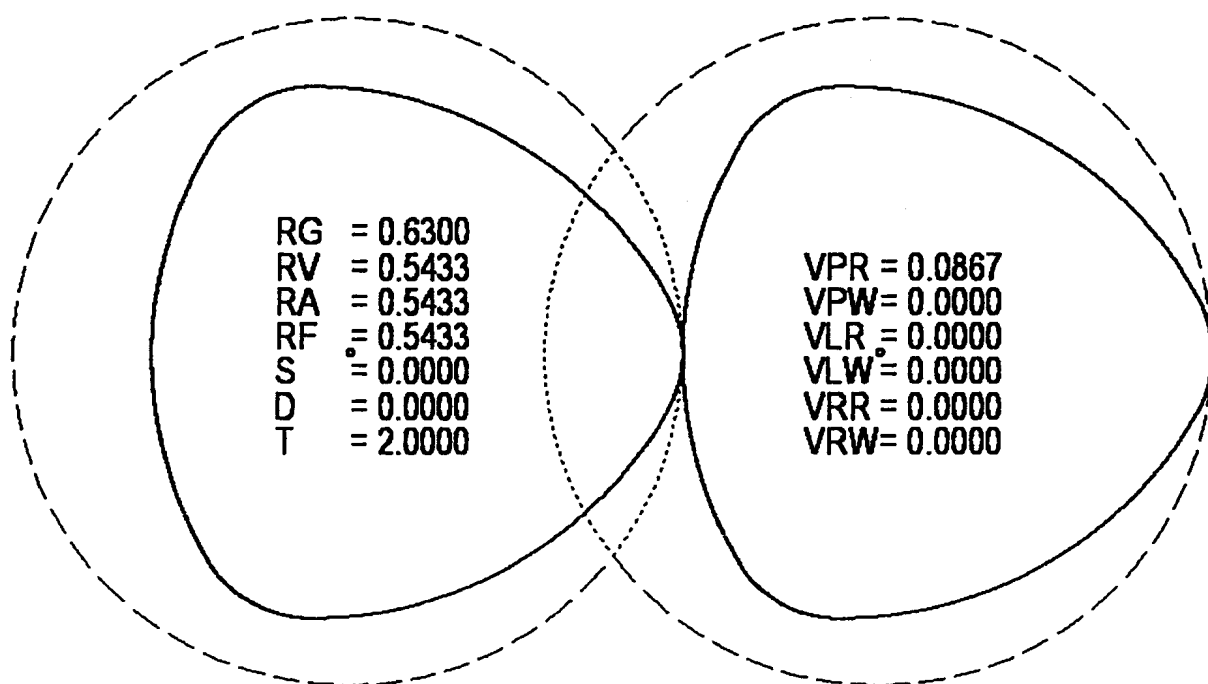


圖 9b

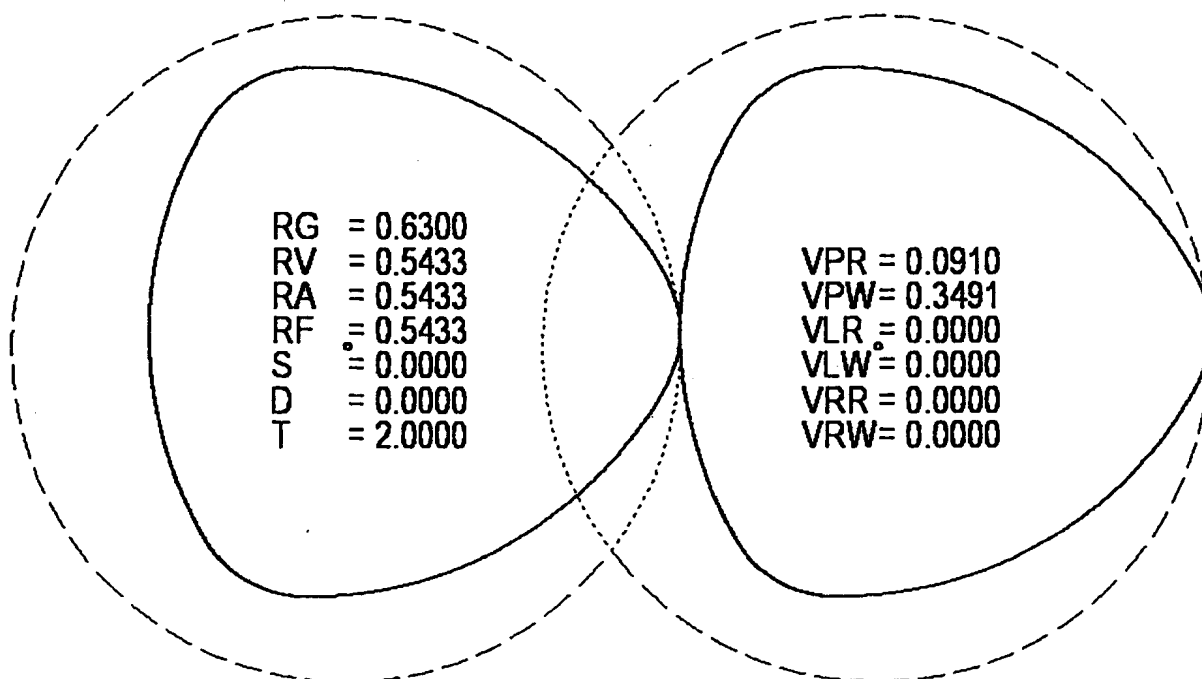


圖 9c

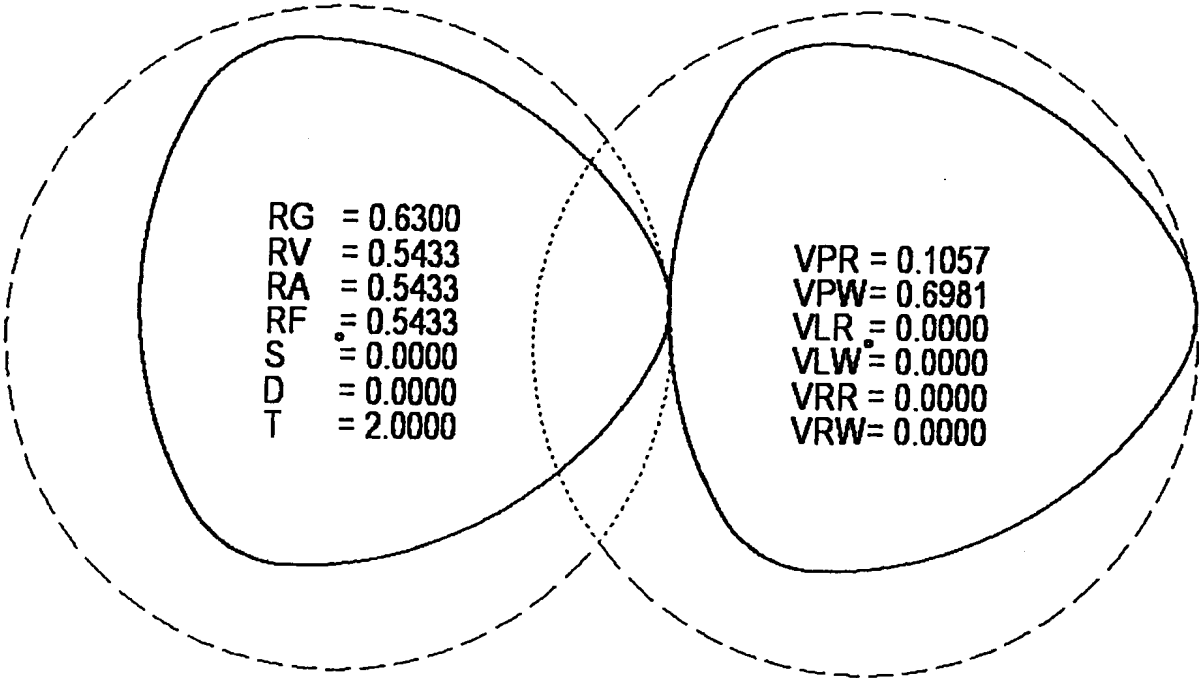


圖 9d

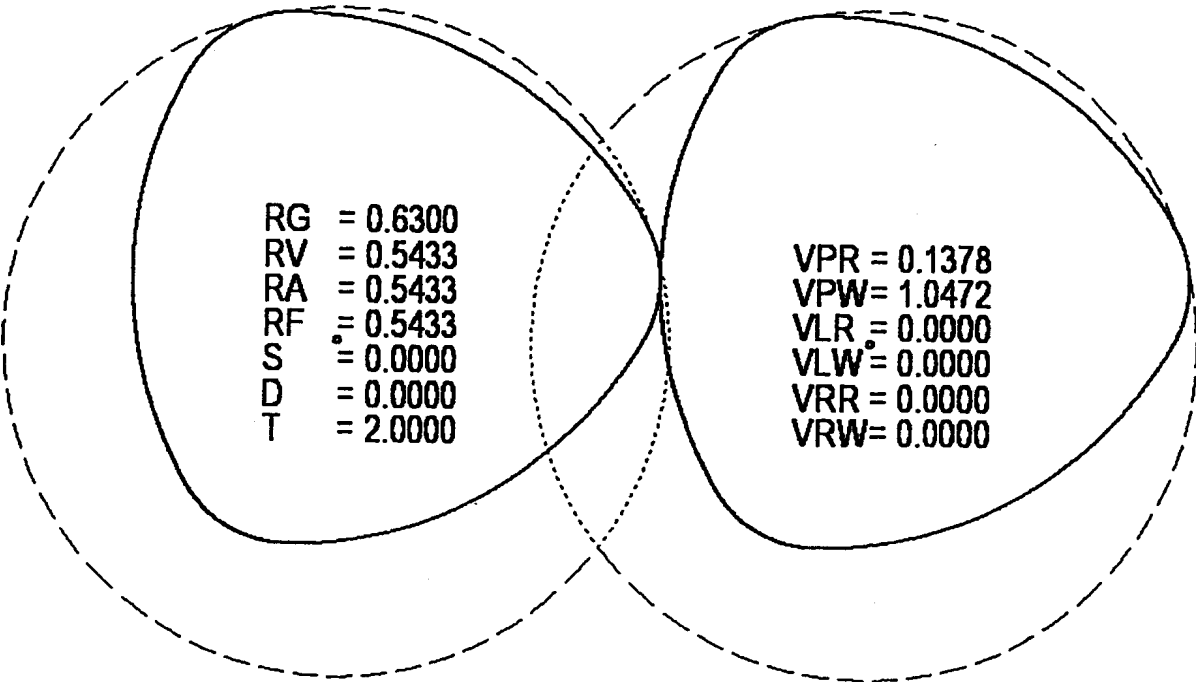


圖 10a

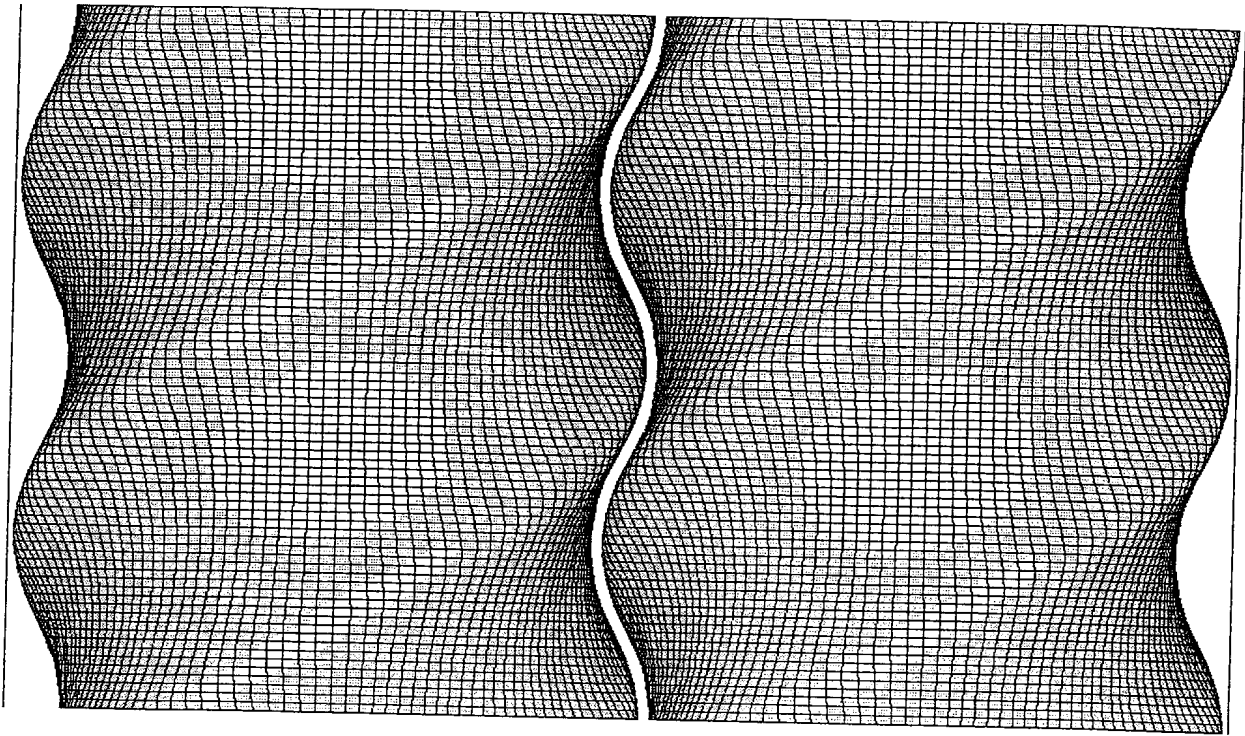


圖 10b

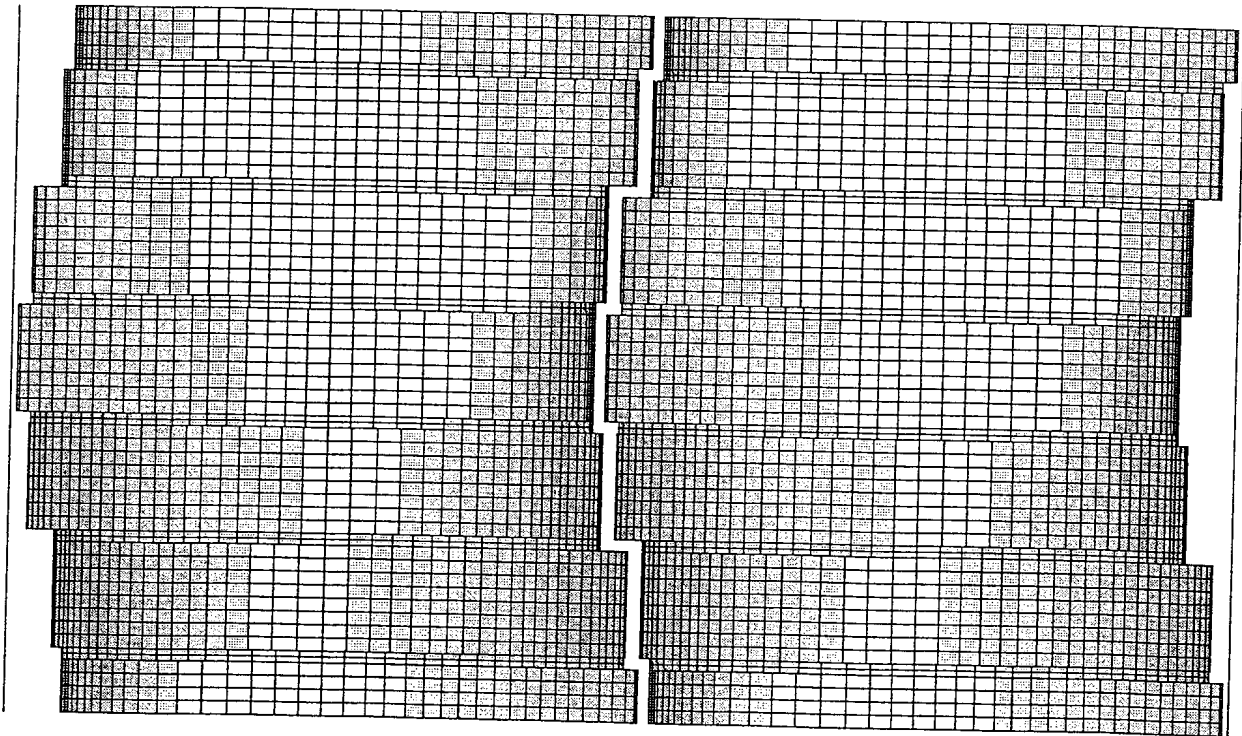
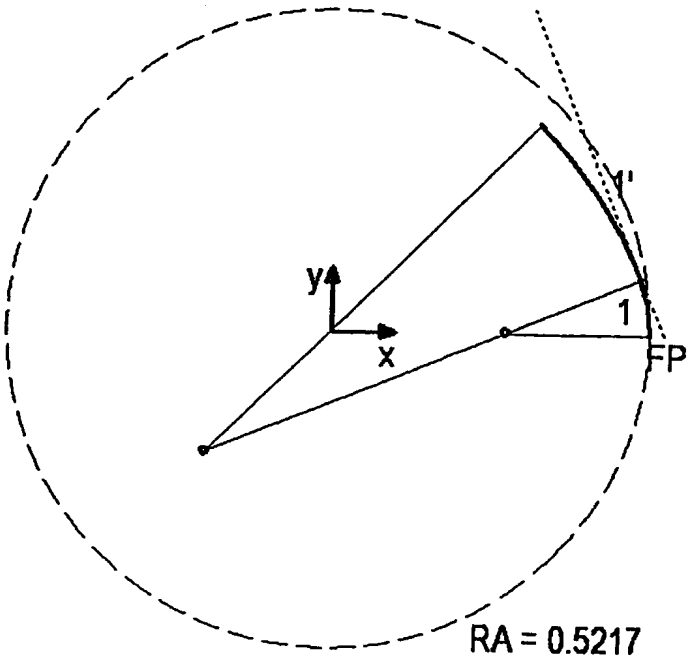


圖 11



- 1) $R = 0.2371$ $M_x = 0.2845$
 $\alpha = 0.3927$ $M_y = 0.0000$
- 1') $R = 0.7629$ $M_x = -0.2012$
 $\alpha = 0.3927$ $M_y = -0.2012$

圖 12a

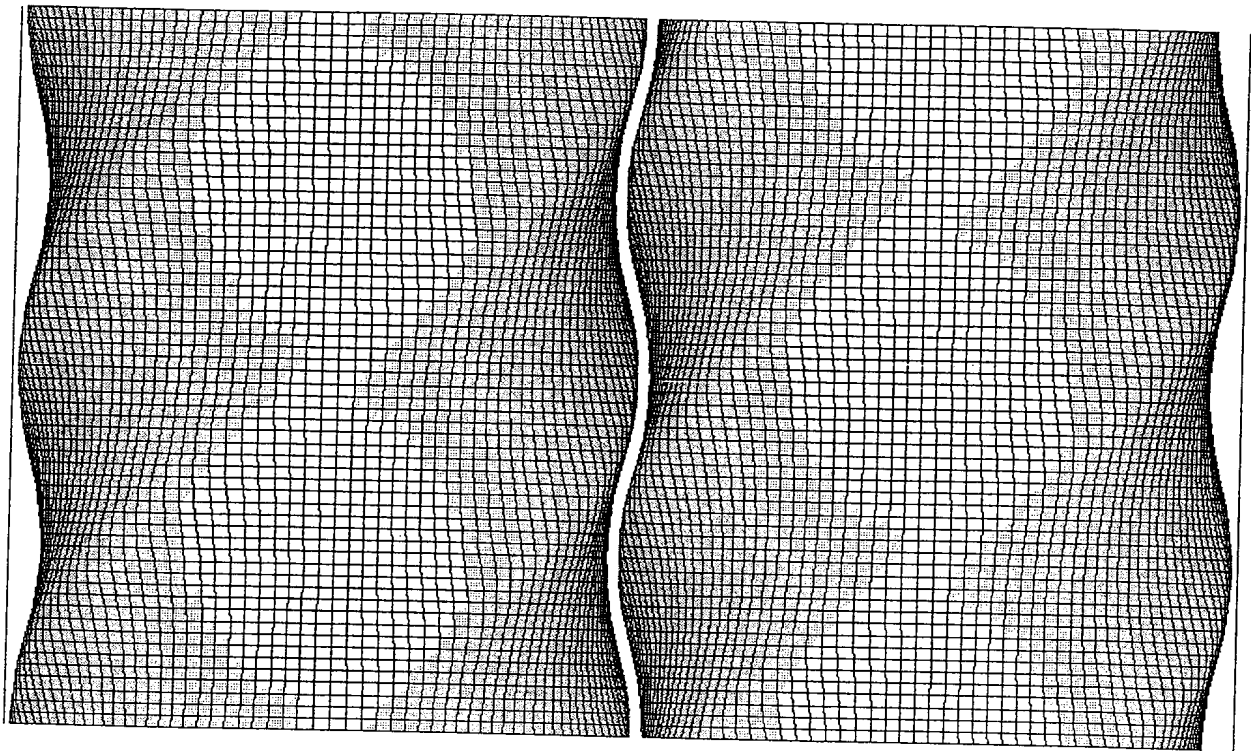


圖 12b

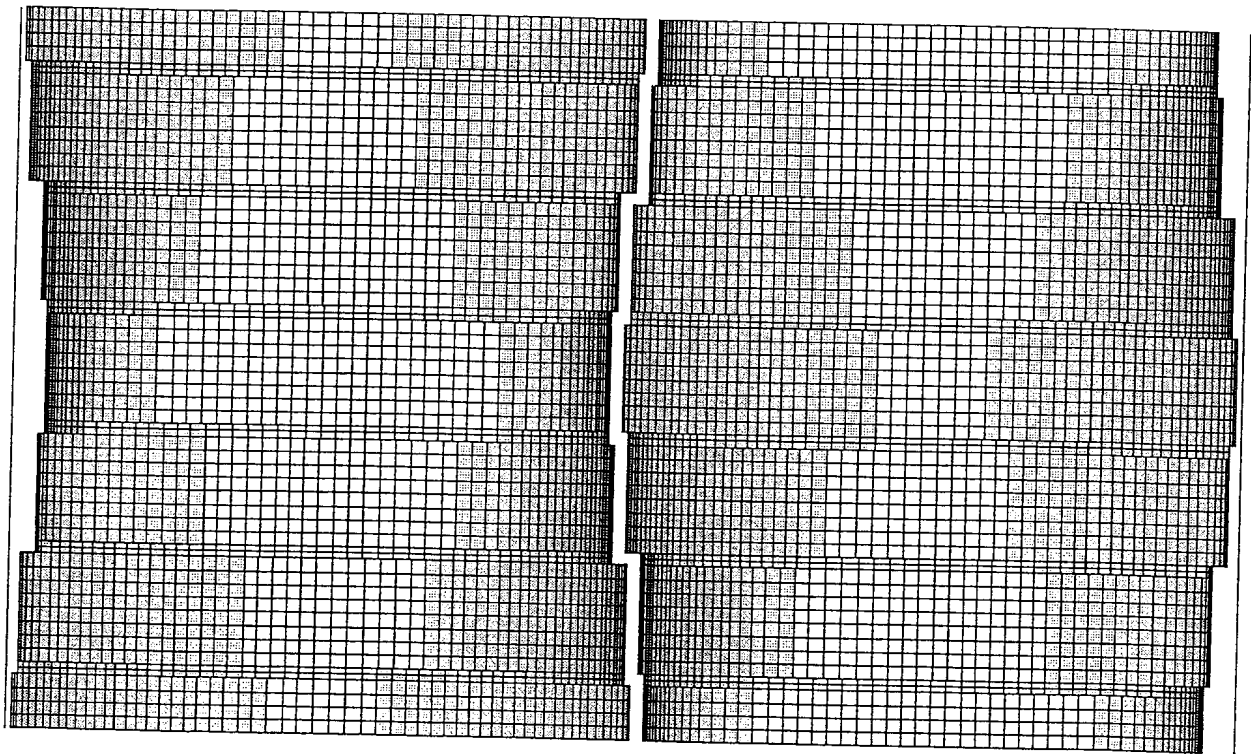


圖 13a

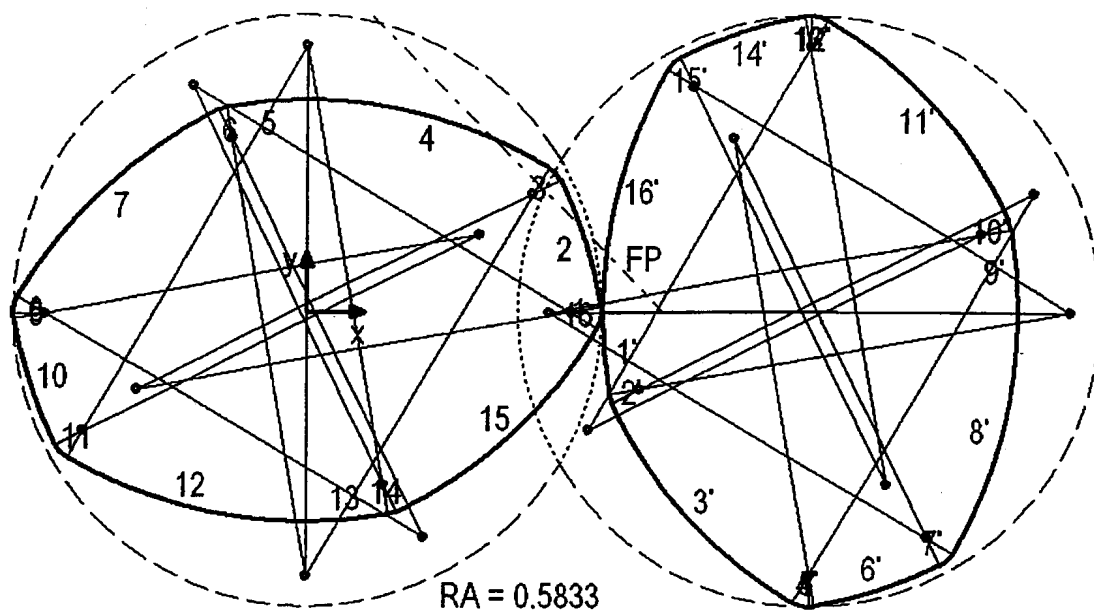


圖 13b

1) $R = 0.0625$ $M_x = 0.5208$ $\alpha = 0.1745$ $M_y = 0.0000$	1') $R = 0.9375$ $M_x = 1.5208$ $\alpha = 0.1745$ $M_y = -0.0000$
2) $R = 0.9375$ $M_x = -0.3409$ $\alpha = 0.2803$ $M_y = -0.1519$	2') $R = 0.0625$ $M_x = 0.6591$ $\alpha = 0.2803$ $M_y = -0.1519$
3) $R = 0.0625$ $M_x = 0.4452$ $\alpha = 0.5822$ $M_y = 0.2325$	3') $R = 0.9375$ $M_x = 1.4452$ $\alpha = 0.5822$ $M_y = 0.2325$
4) $R = 0.9375$ $M_x = 0.0000$ $\alpha = 0.5337$ $M_y = -0.5208$	4') $R = 0.0625$ $M_x = 1.0000$ $\alpha = 0.5337$ $M_y = -0.5208$
5) $R = 0.9375$ $M_x = 0.0000$ $\alpha = 0.1745$ $M_y = -0.5208$	5') $R = 0.0625$ $M_x = 1.0000$ $\alpha = 0.1745$ $M_y = -0.5208$
6) $R = 0.0625$ $M_x = -0.1519$ $\alpha = 0.2803$ $M_y = 0.3409$	6') $R = 0.9375$ $M_x = 0.8481$ $\alpha = 0.2803$ $M_y = 0.3409$
7) $R = 0.9375$ $M_x = 0.2325$ $\alpha = 0.5822$ $M_y = -0.4452$	7') $R = 0.0625$ $M_x = 1.2325$ $\alpha = 0.5822$ $M_y = -0.4452$
8) $R = 0.0625$ $M_x = -0.5208$ $\alpha = 0.5337$ $M_y = -0.0000$	8') $R = 0.9375$ $M_x = 0.4792$ $\alpha = 0.5337$ $M_y = -0.0000$
9) $R = 0.0625$ $M_x = -0.5208$ $\alpha = 0.1745$ $M_y = -0.0000$	9') $R = 0.9375$ $M_x = 0.4792$ $\alpha = 0.1745$ $M_y = -0.0000$
10) $R = 0.9375$ $M_x = 0.3409$ $\alpha = 0.2803$ $M_y = 0.1519$	10') $R = 0.0625$ $M_x = 1.3409$ $\alpha = 0.2803$ $M_y = 0.1519$
11) $R = 0.0625$ $M_x = -0.4452$ $\alpha = 0.5822$ $M_y = -0.2325$	11') $R = 0.9375$ $M_x = 0.5548$ $\alpha = 0.5822$ $M_y = -0.2325$
12) $R = 0.9375$ $M_x = -0.0000$ $\alpha = 0.5337$ $M_y = 0.5208$	12') $R = 0.0625$ $M_x = 1.0000$ $\alpha = 0.5337$ $M_y = 0.5208$
13) $R = 0.9375$ $M_x = -0.0000$ $\alpha = 0.1745$ $M_y = 0.5208$	13') $R = 0.0625$ $M_x = 1.0000$ $\alpha = 0.1745$ $M_y = 0.5208$
14) $R = 0.0625$ $M_x = 0.1519$ $\alpha = 0.2803$ $M_y = -0.3409$	14') $R = 0.9375$ $M_x = 1.1519$ $\alpha = 0.2803$ $M_y = -0.3409$
15) $R = 0.9375$ $M_x = -0.2325$ $\alpha = 0.5822$ $M_y = 0.4451$	15') $R = 0.0625$ $M_x = 0.7675$ $\alpha = 0.5822$ $M_y = 0.4451$
16) $R = 0.0625$ $M_x = 0.5208$ $\alpha = 0.5337$ $M_y = -0.0000$	16') $R = 0.9375$ $M_x = 1.5208$ $\alpha = 0.5337$ $M_y = -0.0000$

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2b) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	弧
2	弧
3	弧
A	距離
D	旋轉點
KW	梢角
RA	外半徑
RI	內半徑

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