

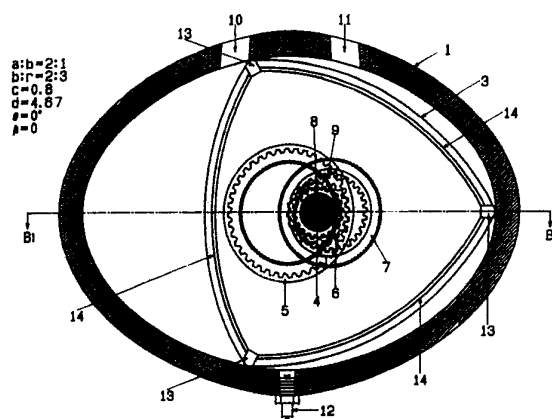


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 F01C 1/22, F02B 55/14	A1	(11) 国際公開番号 WO 92/14909 (43) 国際公開日 1992年9月3日 (03. 09. 1992)
(21) 国際出願番号 PCT/JP92/00175 (22) 国際出願日 1992年2月20日 (20. 02. 92) (30) 優先権データ 特願平3/229863 1991年2月21日 (21. 02. 91) JP (71) 出願人 ; および (72) 発明者 倉増保夫 (KURAMASU, Yasuo) [JP/JP] 倉増とき子 (KURAMASU, Tokiko) [JP/JP] 〒753 山口県山口市大字吉敷3849番地 Yamaguchi, (JP) (74) 代理人 弁理士 吉村博文 (YOSHIMURA, Hirofumi) 〒754 山口県吉敷郡小郡町高砂町2番11号 貝和ビル2F-B Yamaguchi, (JP) (81) 指定国 AT (欧州特許), AU, BE (欧州特許), CA, CH (欧州特許), DE (欧州特許), DK (欧州特許), ES (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許), GR (欧州特許), IT (欧州特許), KR, LU (欧州特許), MC (欧州特許), NL (欧州特許), SE (欧州特許), RU, US. 添付公開書類 国際調査報告書		

(54) Title: ROTARY PISTON INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称 回転ピストン形内燃機関



(57) Abstract

A rotary piston internal combustion engine having a structure wherein a curve determining a side surface profile of a cylindrical hollow of a housing is set to a synthetic trochoid or parallel synthetic trochoid as a locus of a creation point of a peritrochoid obtained by fixing a base circle of the peritrochoid to an eccentric arm of a hypotrochoid so that the base circle of the peritrochoid is concentric with a rotating circle of the hypotrochoid and by fixing the eccentric arm of the peritrochoid to a creation arm of the hypotrochoid so that the center of the rotating circle of the peritrochoid becomes the creation point of the hypotrochoid, and wherein a curve determining a profile of a section of the rotary piston becomes an inner envelope line of a group of curves of the synthetic trochoid or an inner envelope line of a group of curves of the parallel synthetic trochoid. The rotary piston revolves round the origin O while performing a planetary motion with a point Q being the center, with the rotation of the rotary piston. Accordingly, a displacement of an operation chamber can be changed with the rotation of the rotary piston.

(57) 要約

ハウジングの筒形空洞の側面輪郭を定める曲線を、ペリトロコイドの基円とハイポトロコイドの転円とが同心となるように、該ペリトロコイドの基円を該ハイポトロコイドの偏心腕に固定し、かつ該ペリトロコイドの転円の中心が、該ハイポトロコイドの創成点となるように、該ペリトロコイドの偏心腕を該ハイポトロコイドの創成腕に固定した該ペリトロコイドの創成点の軌跡である合成トロコイドまたは平行合成トロコイドとし、回転ピストンの断面の輪郭を定める曲線を、該合成トロコイドの曲線群の内包絡線または平行合成トロコイドの曲線群の内包絡線とした構成よりなる回転ピストン形内燃機関で、回転ピストンの回転に伴い、該回転ピストンが点Qを中心に遊星運動しながら、原点Oに対して公転するため、作動室の容積を、該回転ピストンの回転に伴って変化させることができる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	ES	スペイン	MG	マダガスカル
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	ML	マリ
BB	バルバドス	FR	フランス	MN	モンゴル
BE	ベルギー	GA	ガボン	MR	モーリタニア
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MW	マラウイ
BG	ブルガリア	GB	イギリス	NL	オランダ
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	NO	ノルウェー
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	PL	ポーランド
CA	カナダ	IE	アイルランド	RO	ルーマニア
CF	中央アフリカ共和国	IT	イタリア	RU	ロシア連邦
CG	コンゴ	JP	日本	SD	スーダン
CH	スイス	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SE	スウェーデン
CI	コート・ジボアール	KR	大韓民国	SN	セネガル
CM	カメルーン	LI	リヒテンシュタイン	SU	ソヴィエト連邦
CS	チェコスロバキア	LK	スリランカ	TD	チャード
DE	ドイツ	LU	ルクセンブルグ	TG	トーゴ
DK	デンマーク	MC	モナコ	US	米国

明 細 書

回 転 ピ ス ト ン 形 内 燃 機 関

0 5 「技術分野」

この発明は、内燃機関のうちで回転ピストン形内燃機関と往復運動質量による障害が無い往復ピストン形内燃機関に関する。

「背景技術」

従来、実用化された内燃機関においては、ガスタービンを除くと、往復ピストン形内燃機関とバンケル型回転ピストン形内燃機関とがある。

ところで、内燃機関の熱効率は膨張が大きいほど良くなる為、熱効率を高める為には実質的な膨張比を高める必要がある。すなわち、膨張が始まる前に燃焼が完結する必要がある。

しかし、従来の高速型内燃機関において、往復ピストン形内燃機関およびバンケル型回転ピストン形内燃機関ともに燃焼の為の時間は十分でなく、実質的な膨張比は低下して熱効率の低下は免れない。

この発明は、①往復運動質量による障害が無く、②燃焼の為の時間が十分あり、③ディーゼルエンジンが成立するに必要なして充分な圧縮比を得られる回転ピストン形内燃機関と、④往復運動質量による障害が無い往復ピストン形内燃機関を提供することを目的とする。

「発明の開示」

そして、前記目的を達成するための本発明の回転ピストン形内燃機関は、ハウジングは筒形の空洞を持ち、該ハウジングの筒形空洞の側面輪郭を定める曲線は、「ペリトロコイドの基円とハイポトロコイドの転円とが同心となるように、該ペリトロコイドの基円を該ハイポトロコイドの偏心腕に固定し、かつ該ペリトロコイドの転円の中心が、該ハイポトロコイドの創成点となるように、該ペリトロコイドの偏心腕を該ハイポトロコイドの創成腕に固定した該ペリトロコイドの創成点の軌跡」である合成トロコイド、または該合成トロコイドを外側に平行移動

した平行合成トロコイドであり、かつ該合成トロコイドはループを持たない閉曲線であり、また前記ハウジングの筒体空洞内には回転ピストンが配置されていて、該回転ピストンは二個以上の頂点を有し、かつ該頂点は前記ハウジング筒型空洞の側面を常に摺動する形状であり、また該ハウジングの筒形空洞の側面と該ハウジングの筒形空洞の底面と該回転ピストンの側面とで作動室が形成されていて、また該ハウジングには該作動室に開口するガス交換通路が形成されていて、該ガス交換通路の開閉を前記回転ピストンの回転により制御できるようにした構成よりなる。

また、本発明の他の回転ピストン形内燃機関は、前記発明において、ハイポトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比が2 : 1であり、ペリトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比が2 : 3である構成、またハイポトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比が3 : 2であり、ペリトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比が1 : 2である構成、更にハイポトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比を2 : 1とし、ペリトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比を1 : 2とした合成トロコイドの創成点に往復ピストンを配置して往復ピストン形内燃機関を形成するようにした構成よりなる。

ここで、本明細書において、図9～図12を参照すると、半径aである基円Aと半径bである転円Bとはハイポトロコイドを構成し、半径eである基円Eと半径fである転円Fとはペリトロコイドを構成し、基円Aと転円Bとのハイポトロコイドにおいて、転円Bの半径の延長線上にある定点Rを創成点、距離OQを偏心量、距離QRを創成半径という。また腕OQをハイポトロコイドの偏心腕、腕QRをハイポトロコイドの創成腕といい、基円Eと転円Fとのペリトロコイドにおいて、転円Fの半径の延長線上にある定点Pを創成点、距離QRを偏心量、距離RPを創成半径という。また腕QRをペリトロコイドの偏心腕、腕RPをペリトロコイドの創成腕という。更に、ハウジングの筒形空洞の内側部分を内面と総称し、また該内面において、筒端の平面部分を底面、筒を構成する曲面部分を側面という。また回転ピストンの断面は、回転ピストンの自転軸に垂直な平面で切

った切り口をいう。また回転ピストンの断面の頂点が点ではなく弧であるものも頂点に含み、また三つの頂点を持つ三角状断面をした直角柱で用いる直角柱において、多角形で囲まれた立体を多面体といい、多角形を多面体の面、多角形の辺を多面体の稜、多角形の頂点を多面体の頂点という。そして、多面体の二つの面
0 5 が平行で、他の面がみな一つの直線に平行なとき、これを角柱といい、多面体の平行な二つの面を底面、一つの直線に平行な面を側面、隣合う二つの側面の交わりを側稜といい、また角柱の側稜が底面に垂直なとき、これを直角柱という。更に、幾何学における直角柱の側面は平面であるが、この明細書において、側面が曲面であるもの、すなわち、底面の辺が曲線であるものも含み、また、底面の頂
1 0 点が点ではなく弧であるものも直角柱に含むとする。

ところで、本発明の回転ピストン形内燃機関のハウジングを形成する合成トロコイドは、次のような軌跡として得ることができる。図面を参照しながら、この軌跡について説明する。

図9～図14に示すように、該合成トロコイドは、ハイポトロコイドとペリトロコイドとを合成した曲線となり、転円Bと基円Aとはハイポトロコイドを構成し、また転円Fと基円Eとはペリトロコイドを構成している。なお、基円Eと転円Bとが同心となるように、基円Eの中心をハイポトロコイドの偏心腕OQ上の点Qとして、基円Eはハイポトロコイドの偏心腕OQに固定してある。従って、転円Bは点Qを中心に自転することができるが、基円Eは点Qを中心に自転する
2 0 ことができない。

ここで、転円Bは、ハイポトロコイドの偏心腕OQの上の点Qを中心に自転しながら、原点Oを中心に公転する。しかし、基円Eは、転円Bの回転に伴い、ハイポトロコイドの偏心腕OQと一体となって、自転することなく、原点Oを中心に公転する。また基円Eと転円Bとは同心に配置されているから、転円Bの自転
2 5 により、ハイポトロコイドの創成点Rは基円Eの周りを回る。なお、転円Fはハイポトロコイドの創成点Rを転円Fの自転の中心としているから、転円Fの自転の中心Rは基円Eの周りを回る。

ここで、基円Eと転円Fとはペリトロコイドを構成するから、転円Fは基円E

の外周に内接しつつ滑ることなく転がる。そして、点Pは転円Fと基円Eとからなるペリトロコイドの創成点である。従って、点Qを原点とした平面上において、点Pはペリトロコイドを描く。

しかし、転円Fの自転の中心Rはハイポトロコイドの創成点Rであるため、点
05 Oを原点とした平面上で、転円Fの自転の中心Rはハイポトロコイドを描く。よって、点Pの軌跡は、ハイポトロコイドとペリトロコイドとを合成した曲線となる。

従って、点Pの軌跡は、「ペリトロコイドの基円Eとハイポトロコイドの転円
10 Bとが同心となるように、ペリトロコイドの基円Eをハイポトロコイドの偏心腕OQに固定し、かつ、ペリトロコイドの転円Fの中心がハイポトロコイドの創成点Rとなるように、ペリトロコイドの偏心腕QRをハイポトロコイドの創成腕QRに固定したペリトロコイドの創成点P」の軌跡となる。また、転円Fは、点Qを中心に遊星運動をしながら原点Oを中心に公転する。そして、回転ピストンの断面の頂点は、転円Fの創成点Pであるから回転ピストンは、点Qを中心に遊星
15 運動をしながら原点Oを中心に公転する。

ここで、図9～図12において、距離 $RP=k$ とすると、合成トロコイドの創成点P(x, y)の座標は次式で表される。但し、 β は点Pの位相角であり定数である。

$$x=(a-b)\cos\theta+(f-e)\cos\phi+k\cos(\gamma+\beta)$$

$$20 \quad y=(a-b)\sin\theta+(f-e)\sin\phi+k\sin(\gamma+\beta)$$

ϕ の値は、 $\phi=\theta+\lambda$ となる。

$$\lambda=-a\theta/b \text{ より、 } \phi=(1-a/b)\theta$$

また、 γ の値は、 $\gamma=\theta+\lambda+\tau$ となり、 $\tau=-e\lambda/f=ea\theta/fb$ より

$$\gamma=(1-a/b+ea/fb)\theta$$

25 故に、合成トロコイドの創成点P(x, y)の座標は次式となる。

$$x=(a-b)\cos\theta+(f-e)\cos\{(1-a/b)\theta\}$$

$$+k\cos\{(1-a/b+ea/fb)\theta+\beta\}$$

$$y=(a-b)\sin\theta+(f-e)\sin\{(1-a/b)\theta\}$$

$$+k \sin \{(1-a/b+e a/f b)\theta+\beta\}$$

ここで、転円Bの半径bと基円Eの半径eとの比をc、基円Eの半径eと転円Fの半径fとの比をnとする。

そして、 $c=1$ のときの、すなわち転円Bの半径bと基円Eの半径eが等しい
0 5 ときの転円Fの半径をrとすると次式を得る。

$$r=n b, \quad e=c b, \quad f=n e=c r$$

$$\therefore 1-a/b+e a/f b=1-a/b+a/r$$

また、距離RPと転円Fの半径fとの比をdとすると、距離QR及び距離RP
は次式で表される。 $f-e=c r-c b$ 但し、 $f-e$ =距離QR

$$1 0 \quad k=d f \quad k=\text{距離RP}$$

$$=d c r$$

故に、合成トロコイドの創成点P(x, y)の座標は次式となる。

$$x=(a-b)\cos\theta+c(r-b)\cos\{(1-a/b)\theta\} \\ +d c r \cos\{(1-a/b+a/r)\theta+\beta\} \quad \dots\dots\dots ①$$

$$1 5 \quad y=(a-b)\sin\theta+c(r-b)\sin\{(1-a/b)\theta\} \\ +d c r \sin\{(1-a/b+a/r)\theta+\beta\} \quad \dots\dots\dots ②$$

ここで、 βa を点Qの位相角、 βb を点Rの位相角とし定数とすると、①②式
は次式となる。

$$2 0 \quad x=(a-b)\cos(\theta+\beta a)+c(r-b)\cos\{(1-a/b)\theta+\beta b\} \\ +d c r \cos\{(1-a/b+a/r)\theta+\beta\} \quad \dots\dots\dots ③$$

$$y=(a-b)\sin(\theta+\beta a)+c(r-b)\sin\{(1-a/b)\theta+\beta b\} \\ +d c r \sin\{(1-a/b+a/r)\theta+\beta\} \quad \dots\dots\dots ④$$

従って、①②式は、a、b、c、d、r及び β の値により、いろいろな合成トロコイドを得ることができる(図15～図26参照)。

2 5 また、平行合成トロコイドとする場合、図9において、創成点P(x, y)における法線とx軸との成す角を ν すると、創成点P(x, y)を一定量tだけ外側へ平行移動させた創成点Ps(xs, ys)は次式で表される。

$$x_s=(a-b)\cos\theta+c(r-b)\cos\{(1-a/b)\theta\}$$

$$\begin{aligned}
 &+ d c r \cos \{(1-a/b+a/r)\theta+\beta\} + t \cos v \\
 y_s = &(a-b)\sin\theta + c(r-b)\sin\{(1-a/b)\theta\} \\
 &+ d c r \sin \{(1-a/b+a/r)\theta+\beta\} + t \sin v \\
 \text{但し、} &\tan v = -(dx/d\theta)/(dy/d\theta)
 \end{aligned}$$

- 05 ここで、平行移動の目的は、回転ピストンの断面の頂点の形状を半径 t の円弧形にして、回転ピストンの断面の頂点とハウジングの筒形空洞の側面との接触線を回転ピストンの回転につれて変化させるためである。なお、円弧形頂点はアベックスシールの頂点の形状となるので、 t はアベックスシールの厚みの半分ぐらいが良い。これは、ヴァンケル型回転ピストン形内燃機関と同様の手法である。
- 10 前記回転ピストンは、直角柱の形状であり、該回転ピストンの断面の頂点は合成トロコイドの創成点または該合成トロコイドの創成点に平行合成トロコイドの平行移動量を半径と扇形を付け加えた円弧形である。しかし、該ピストンは、該回転ピストンの頂点を結ぶ曲線にハウジングの筒形空洞の側面輪郭に干渉しなければ他の形状であってもよい。
- 15 一般的に、本発明の回転ピストン形内燃機関は、最高の理論圧縮比を得るため、ハウジングの筒形空洞の側面輪郭を定める曲線を、合成トロコイドまたは平行合成トロコイドとし、回転ピストンの断面の輪郭を定める曲線を、合成トロコイドの曲線群の内包絡線、または平行合成トロコイドの曲線群の内包絡線としている。
- 20 また、合成トロコイドの曲線群は、図 27 において、円 F の中心である点 R を XY 座標系の原点 R として、円 F を XY 平面に固定して基円 F とし、円 E を転円 E とする。尚、XY 座標系において、転円 E と基円 F とはハイポトロコイドを構成する。また、円 B を、ハイポトロコイドの転円 E と同心となるように、ハイポトロコイドの偏心腕 RQ 上の点 Q に固定して基円 B とする。
- 25 そして、円 A が自転できるように、円 A の中心をハイポトロコイドの創成腕 QO 上の点 O として、円 A を転円 A とする。なお、XY 座標系において、転円 A と基円 B とはペリトロコイドを構成する。

また、 xy 座標系の原点を XY 座標系におけるハイポトロコイドの創成点 O と

して、 $x y$ 平面を $X Y$ 座標系のペリトロコイドの転円 A に固定する。つまり、 $x y$ 座標系における合成トロコイドの創成点 P の軌跡を $X Y$ 座標系におけるペリトロコイドの転円 A 上の平面に描くことになる。

よって、 $x y$ 座標系は $X Y$ 座標系におけるハイポトロコイドの創成点 O に平行移動し、 $x y$ 座標系は $X Y$ 座標系におけるペリトロコイドの転円 A の回転により回転する。また、 $X Y$ 座標系におけるハイポトロコイドの創成点 O の座標を (X_0, Y_0) 、 $X Y$ 座標系におけるペリトロコイドの転円 A の回転角度を χ 、 $x y$ 座標系における合成トロコイドの創成点 P の座標を $P(x, y)$ とすると、曲線群 $P(X, Y)$ の座標は次式となる。

$$10 \quad X = X_0 + x \cos \chi - y \sin \chi$$

$$Y = Y_0 + x \sin \chi + y \cos \chi$$

但し

$$X_0 = (f - e) \cos(\omega + \pi) + (a - b) \cos(\delta + \pi)$$

$$Y_0 = (f - e) \sin(\omega + \pi) + (a - b) \sin(\delta + \pi)$$

15 δ の値は、 $\delta = \omega + \sigma$ で表される。

$$\sigma = -f\omega/e \text{ より}$$

$$\delta = (1 - f/e)\omega$$

χ の値は、 $\chi = \omega + \sigma + \nu$ となる。

$$\nu = -b\sigma/a = bf\omega/ae \text{ より}$$

$$20 \quad \chi = (1 - f/e + bf/ae) \omega$$

故に、 $e = cb$ 、 $f = cr$ より

$$f - e = cr - cb$$

$$\delta = (1 - r/b)\omega$$

$$\chi = (1 - r/b + r/a)\omega$$

25 従って、 $x y$ 座標系における合成トロコイドの創成点 $P(x, y)$ の軌跡の曲線群 $P(X, Y)$ が $X Y$ 座標系に次式として得られる。

$$X = X_0 + x \cos \chi - y \sin \chi \quad \dots \dots \dots \textcircled{5}$$

$$Y = Y_0 + x \sin \chi + y \cos \chi \quad \dots \dots \dots \textcircled{6}$$

但し

$$x = (1 - r/b + r/a)\omega$$

$$X_0 = -c(r-b)\cos\omega - (a-b)\cos\{(1-r/b)\omega\}$$

$$Y_0 = -c(r-b)\sin\omega - (a-b)\sin\{(1-r/b)\omega\}$$

$$\begin{aligned} 05 \quad x &= (a-b)\cos\theta + c(r-b)\cos\{(1-a/b)\theta\} \\ &\quad + dcr\cos\{(1-a/b+a/r)\theta+\beta\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= (a-b)\sin\theta + c(r-b)\sin\{(1-a/b)\theta\} \\ &\quad + dcr\sin\{(1-a/b+a/r)\theta+\beta\} \end{aligned}$$

ここで、以上の合成トロコイドP (x, y) の曲線群の例を図28～図37に
10 示している。なお、基準となる合成トロコイドP (x, y) が太い線で描いてあ
る。

そして、図10及び図32で理解できるように、ハウジングの筒形空洞の側面
輪郭を定める曲線を「回転ピストンの断面の輪郭を定める曲線」の曲線群の外包
絡線とすることができる。そのハウジングの筒形空洞の側面輪郭を定める曲線は
15 、円Fを基円Fとし、円Eを転円Eとして、転円Eと基円Fとはハイボトロコイ
ドを構成し、また円Bをハイボトロコイドの転円Eと同心となるように、ハイボ
トロコイドの偏心腕RQ上の点Qに固定して基円Bとし、円Aが自転できるよう
に、円Aの中心をハイボトロコイドの創成腕QO上の点Oとして、円Aを転円A
とし、また転円Aと基円Bとはペリトロコイドを構成することより、ペリトロコ
20 イドの創成半径とペリトロコイドの転円Aの半径aとの比ををhとして、ペリト
ロコイドの創成半径をhaで表わし、ペリトロコイドの創成半径の位相角をβc
とし、また上記構成における合成トロコイドの創成点を点P (v, w) で表わし
、点P (v, w) の軌跡を回転ピストンの断面の輪郭を定める曲線とすると、点
P (v, w) の座標は合成トロコイドの曲線群と同様に次式で表わされる。

$$\begin{aligned} 25 \quad v &= c(r-b)\cos(\omega+\pi) + (a-b)\cos\{(1-r/b)\omega+\pi\} \\ &\quad + ha\cos\{(1-r/b+r/a)\omega+\beta c+\pi\} \\ &= -c(r-b)\cos\omega - (a-b)\cos\{(1-r/b)\omega\} \\ &\quad - ha\cos\{(1-r/b+r/a)\omega+\beta c\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w &= c(r-b)\sin(\omega+\pi) + (a-b)\sin\{(1-r/b)\omega+\pi\} \\
 &\quad + h a \sin\{(1-r/b+r/a)\omega+\beta c+\pi\} \\
 &= -c(r-b)\sin\omega - (a-b)\sin\{(1-r/b)\omega\} \\
 &\quad - h a \sin\{(1-r/b+r/a)\omega+\beta c\}
 \end{aligned}$$

- 05 ①式及び②式で表わされる合成トロコイドにおける転円F上の平面に点P (v, w) の軌跡を描いて、点P (v, w) の軌跡の曲線群を描く。

ここで、前記転円F上の平面に対する点P (v, w) の軌跡の位相角を βe とすると、点P (v, w) の軌跡の曲線群は次式で表わされる。

$$\begin{aligned}
 x &= (a-b)\cos\theta + c(r-b)\cos\{(1-a/b)\theta\} \\
 &\quad + v\cos\gamma - w\sin\gamma \quad \dots\dots\dots ⑦
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y &= (a-b)\sin\theta + c(r-b)\sin\{(1-a/b)\theta\} \\
 &\quad + v\sin\gamma + w\cos\gamma \quad \dots\dots\dots ⑧
 \end{aligned}$$

但し

$$\gamma = (1-a/b+a/r)\theta + \beta e$$

- 15 すると、回転ピストンの断面の輪郭を点P (v, w) が描く合成トロコイドとし、点P (v, w) が描く合成トロコイドの曲線群の外包絡線を「ハウジングの筒形空洞の側面輪郭を定める曲線」とすることができる。ここで、点P (v, w) で表わされる合成トロコイドとその曲線群の例を図38～図40に示している。なお、基準となる合成トロコイドP (v, w) が太い線で描いてある。

- 20 また、回転ピストンの断面の頂点の形状を「①式及び②式で表わされる合成トロコイドの創成点Pに半径tである扇形を付け加えた円弧形」とし、回転ピストンの断面の円弧形頂点を描く曲線の曲線群の外包絡線を「ハウジングの筒形空洞の側面輪郭を定める曲線」とした回転ピストン形内燃機関の場合は、

⑦式及び⑧式において、

$$25 \quad v = dcr, \quad w = 0$$

とすると、⑦式及び⑧式は、①式及び②式で表わされる合成トロコイドの創成点Pの座標となる。

従って、図10において、 $\beta e = 0$ のとき⑦式及び⑧式は点P1の座標、 βe

10

$= -2\pi/3$ のとき⑦式及び⑧式は点P2の座標、 $\beta e = -4\pi/3$ のとき⑦式
 及び⑧式は点P3の座標を表わすので、半径が t である円弧をP1、P2、P3
 に付け加えた形状を回転ピストンの断面の頂点の形状とすれば良い。そして、回
 転ピストンの断面の円弧形頂点が描く曲線の曲線群の外包絡線を「ハウジングの
 05 筒形空洞の側面輪郭を定める曲線」とすれば良い。なお、円弧形頂点の間を結ぶ
 曲線は、その曲線が回転ピストンの断面の円弧形頂点が描く曲線の曲線群の外包
 絡線に干渉しなければどのような曲線でも良い。

また、必要に応じて、回転ピストンの断面の頂点に半径が t である円弧を付け
 加えて、回転ピストンの断面の円弧形頂点が描く曲線群の外包絡線を「ハウジン
 10 グの筒形空洞の側面輪郭を定める曲線」とすれば良い。なお、円弧形頂点はアベ
 ックスシールの頂点の形状となるので、 t はアベックスシールの厚みの半分ぐら
 いが良い。

ここで、円弧形頂点の半径を t とし、円弧形頂点の間を結ぶ曲線を直線とした
 回転ピストンの断面を表わす曲線の曲線群を図41に示す。そして、この曲線は
 15 平行移動トロコイドとなる。

「作用」

そして、上記構成に基づく本発明の回転ピストン形内燃機関は、ハウジングの
 筒形空洞の側面輪郭を定める曲線を、合成トロコイドまたは平行合成トロコイド
 とし、回転ピストンの断面の輪郭を定める曲線を、合成トロコイドの曲線群の内
 20 包絡線または平行合成トロコイドの曲線群の内包絡線としていることより、回転
 ピストンの回転に伴い、該回転ピストンが点Qを中心に遊星運動しながら、原点
 Oに対して公転するため、作動室の容積は、該回転ピストンの回転に伴って変化
 するように作用する。

また、該回転ピストンの断面の頂点は合成トロコイドの創成点、または平行合
 25 成トロコイドの平行移動量を半径とする扇形を付け加えた円弧形であるから、該
 回転ピストンの側稜はローターハウジングの筒形空洞の側面を常に摺動し、該回
 転ピストンの底面はサイドハウジングの内面を常に摺動するように作用する。そ
 して、該回転ピストンの回転に伴い、該回転ピストンの側稜は、吸気孔と排気孔

とを開閉できるように作用する。

従って、本発明の回転ピストン形内燃機関は、該回転ピストンの回転に伴い、ハウジング内に容積の変化する作動室が形成されるように作用する。

「図面の簡単な説明」

- 05 図1～図8は、本発明の実施例を示し、図1は第1実施例の回転ピストン形内燃機関の透視図、図2は図1のB1-B2断面図、図3は図2のC1-C2断面図、図4は図2のD1-D2断面図、図5は図2のE1-E2断面図、図6は第2実施例の回転ピストン形内燃機関の断面図、図7は第3実施例の回転ピストン形内燃機関の断面図、図8は第4実施例の往復ピストン形内燃機関の断面図、図9は第1実施例における合成トロコイドの幾何学的基本構成図、図10は幾何学的基本構成と合成トロコイド及び回転ピストンの断面の頂点(P1、P2、P3)との幾何学的関係図、図11は第2実施例および第3実施例における合成トロコイドの幾何学的基本構成図、図12は第2実施例および第3実施例の幾何学的基本構成と合成トロコイド及び回転ピストンの断面の頂点(P1、P2)との幾何学的関係図、図13は第4実施例の往復ピストン形内燃機関における釣り合い錘の幾何学的基本構成図、図14は往復ピストン形内燃機関における釣り合い錘の幾何学的基本構成、図15～図26は創成点P(x, y)の合成トロコイドの軌跡を示す説明図、図27は合成トロコイドの曲線群の幾何学的基本構成図、図28～図37は合成トロコイドの曲線群の説明図、図38～図40は回転ピストンの断面の輪郭を定める曲線とその曲線群の説明図、図41は円弧型頂点の半径をtとし、円弧型頂点の間を結ぶ曲線を直線とした回転ピストンの断面を表わす曲線とその曲線群の説明図、図42～図59は第1実施例の回転ピストン形内燃機関における作動状況図を示し、図42は吸気行程の上死点の作動状況図、図43は吸気行程の上死点後90°の作動状況図、図44は吸気行程の上死点後180°の作動状況図、図45は吸気行程の下死点の作動状況図、図46は圧縮行程の上死点前180°の作動状況図、図47は圧縮行程の上死点前90°の作動状況図、図48は膨脹行程の上死点の作動状況図、図49は膨脹行程の上死点後90°の作動状況図、図50は膨脹行程の上死点後180°の作動状況図、図51は膨

1 2

張行程の下死点の作動状況図、図 5 2 は排気行程の上死点前 180° の作動状況図、図 5 3 は排気行程の上死点前 90° の作動状況図、図 5 4 は膨張行程の上死点の作動状況図、図 5 5 は膨張行程の上死点後 18° の作動状況図、図 5 6 は膨張行程の上死点後 36° の作動状況図、図 5 7 は膨張行程の上死点後 54° の作動状況図、図 5 8 は膨張行程の上死点後 72° の作動状況図、図 5 9 は膨張行程の上死点後 90° の作動状況図、図 6 0 ～図 6 9 は第 2 実施例における回転ピストン形内燃機関の作動状況図を示し、図 6 0 は吸気行程の上死点の作動状況図、図 6 1 は吸気行程の上死点後 105° の作動状況図、図 6 2 は吸気行程の下死点の作動状況図、図 6 3 は圧縮行程の下死点後 105° の作動状況図、図 6 4 は膨張行程の上死点の作動状況図、図 6 5 は膨張行程の上死点後 105° の作動状況図、図 6 6 は膨張行程の下死点の作動状況図、図 6 7 は排気行程の下死点後 105° の作動状況図、図 6 8 は排気行程の上死点の作動状況図、図 6 9 は吸気行程の上死点後 105° の作動状況図、図 7 0 ～図 8 1 は第 3 実施例における回転ピストン形内燃機関の作動状況図を示し、図 7 0 は膨張行程の上死点の作動状況図、図 7 1 は膨張行程の上死点後 105° の作動状況図、図 7 2 は膨張行程の下死点の作動状況図、図 7 3 は排気行程の下死点後 105° の作動状況図、図 7 4 は排気行程の上死点の作動状況図、図 7 5 は掃気行程の上死点後 105° の作動状況図、図 7 6 は掃気行程の下死点の作動状況図、図 7 7 は掃気行程の下死点後 105° の作動状況図、図 7 8 は掃気行程の上死点の作動状況図、図 7 9 は吸気行程の上死点後 105° の作動状況図、図 8 0 は吸気行程の下死点の作動状況図、図 8 1 は圧縮行程の下死点後 105° の作動状況図である。

「発明を実施するための最良の形態」

以下に、図面を参照しながら、本発明を具体化した、第 1 ～ 4 実施例について説明する。

2 5 ー実施例 1ー

本実施例は、回転ピストン形内燃機関であって、概略すると、側面輪郭が合成トロコイドにより形成されるハウジングの筒形空洞内に、回転ピストン 3 を有し、回転ピストン 3 を該筒形空洞に沿って回転できるように納め（配設）し、かつ

13

該回転ピストン3とハウジングとの間に作動室を形成した構成よりなる。

ここで、合成トロコイドにおいて、ハイポトロコイドにおける基円Aの半径aと転円Bの半径bとの比が2:1であり、ペリトロコイドにおける基円Eの半径eと転円Fの半径fとの比を2:3であるので、 $a:b=2:1$ 、 $b:r=2:$

05 3となり、ハウジングの筒形空洞の側面輪郭を定める曲線は、次式で表される。

$$x=(a-b)\cos\theta+c(r-b)\cos(-\theta)+dcrcos(\theta/3+\beta)$$

$$y=(a-b)\sin\theta+c(r-b)\sin(-\theta)+dcrcsin(\theta/3+\beta)$$

この式において、全ての β の値に対して回転ピストン形内燃機関が成立するが、 β を $\pi/3$ の倍数としたときが回転ピストン形内燃機関にとって都合がよい。

10 $\beta=0$ のときの合成トロコイドを図15、図16に示し、 $\beta=\pi/3$ ときの合成トロコイドを図17に示す。なお、 $\beta=0$ 以外は回転ピストン形内燃機関に適さないといえる。

また、図15、図16から理解できるように、dの値により合成トロコイドの短軸方向にくびれが生じる。また、合成トロコイドの短軸方向にくびれが生じない範囲のdの値はcの値により影響を受けるので、cの値が1より大きくなると短軸方向のくびれが大きくなり回転ピストン形内燃機関に適さない。またcの値が小さくなると機械的強度に問題がでてくるので、cの値はあまり小さくできない。従って、cの値は0.6より1の範囲が好ましい。

20 なお、dの値をあまり大きくすると内燃機関にとって不利となるから、dの値は、合成トロコイドの短軸方向にくびれが生じない範囲でかつ合成トロコイドの曲線群の内包絡線が基円Aに干渉しない範囲で小さな値が良い。また、図15から理解できるように、 $c=0.8$ のときdの値は4.4以上、図16から理解できるように、 $c=0.9$ のときdの値は3.6以上が好ましい。

25 また、ハウジングは、筒形空洞の側面部分を両端が開口している筒形空洞の形をしたローターハウジング1とし、ハウジングの筒形空洞の底面部分を板状のサイドハウジング2としている。

回転ピストン3は、その断面形状が一般的にハウジングの筒形空洞の側面輪郭を定める曲線の曲線群の内包絡線を用いるため、曲線群(図28参照)の内包絡

線となり、該回転ピストン3の断面は、三つの頂点を持つ三角状の形をしている。すなわち、図10における三つの頂点P1、P2、P3を持つ三角状断面をした直角柱の形状に構成されている。また、回転ピストン3の三角状断面の頂点P1、P2、P3は、合成トロコイドの創成点を構成している。この場合、回転ピ
05 ストン3の三角状断面の三つの頂点P1、P2、P3において、三角状断面の二つの頂点と三角状断面の中心とがつくる三つの角度は全て120°である。なお、回転ピストン3の三角状断面の頂点の形状は、合成トロコイドの創成点に平行合成トロコイドの平行移動量を半径とする扇形を付け加えた円弧形としてもよい。

10 回転ピストン3は、ローターハウジング1の筒形空洞部に配置されていて、ローターハウジング1の筒形空洞の両端に板状のサイドハウジング2が取付けられている。そして、回転ピストン3の三つの側稜がローターハウジング1の筒形空洞の側面を常に摺動し、さらに、回転ピストン3の底面が、サイドハウジング2の内面を常に摺動することにより、ローターハウジング1の筒形空洞の側面とサ
15 イドハウジング2の内面と回転ピストン3の側面とで容積が変化する三つの作動室を形成する。以下、本明細書において、ローターハウジング1の筒形空洞の側面とサイドハウジング2の内面と回転ピストン3の側面とで形成する作動室を作動室と略称する。なお、回転ピストン3の三つの側稜には、アベックスシール13が設けてあり、さらに、回転ピストン3の二つの底面にサイドシール14が設
20 けてある。ここで、ローターハウジング1とサイドハウジング2とは往復ピストン形内燃機関のシリンダーに相当する。

ここで、回転ピストン3の三角状断面の三つの頂点を結ぶ曲線を定めるにあたり、回転ピストン3の側面がローターハウジング1の筒形空洞の側面に干渉しなければ、回転ピストン3の三角状断面の三つの頂点を結ぶ曲線に特別な制限はな
25 く、「ローターハウジング1の筒形空洞の側面輪郭を定める曲線」の曲線群の内包絡線を用いると、作動室の最小容積は最も小さくなり、圧縮比は大きくなって、都合がよい。

また、吸気孔10と排気孔11とが作動室に開口するように、吸気孔10と排

15

気孔11と点火プラグ12とがローターハウジング1に設けられていて、回転ピストン3の回転に伴って、回転ピストン3の三つの側稜が、ローターハウジング1の筒形空洞の側面を摺動することにより、回転ピストン3の三つの側稜は吸気孔10と排気孔11とを開閉する。なお、吸気孔10、排気孔11も共にサイドハウジングに設けることができる。

この場合、回転ピストン3の底面がサイドハウジング2の内面を摺動することにより、回転ピストン3の底面の稜は吸気孔10と排気孔11とを開閉する。

そして、回転ピストン3の回転に伴って作動室の容積が変化することを利用して、ガス交換を行い、吸入行程、圧縮行程、燃焼行程、膨張行程と排気行程を行う。そして、燃焼ガスの膨張圧力をクランク軸4より回転力として取り出す。

また、クランク軸4はクランク軸主軸とクランク腕とクランクピンとから構成されており、クランク軸4は出力軸である。そして、クランク軸4の自転軸はクランク軸主軸の軸心Oであり、クランク軸主軸は、クランク軸主軸の軸心がローターハウジング1の筒形空洞の側面輪郭を定める曲線の中心Oとなるように、サイドハウジング2を貫通している。なお、クランク軸主軸の軸心Oとクランクピンの軸心Qとの距離はハイポトロコイドの偏心量OQである。そして、クランク腕の作用はハイポトロコイドの偏心腕OQに相当する。

固定歯車A5は、固定歯車A5の中心を、ローターハウジング1の筒形空洞の側面輪郭を定める曲線の中心Oとして、サイドハウジング2に固定してあり、固定歯車A5とクランク軸主軸とは同心である。また、固定歯車A5は内噛歯車である。

転動歯車B6が、転動歯車B6の中心を自転軸として、クランクピンの軸心Qを中心に自転できるように、転動歯車B6はクランクピンに取り付けてある。なお、転動歯車B6は外噛歯車であり、転動歯車B6は固定歯車A5と噛み合っている。また、固定歯車A5と転動歯車B6との幾何学的関係は、ハイポトロコイドにおける基円Aと転円Bとの関係である。よって、クランク軸4の回転に伴って、転動歯車B6は、クランクピンの軸心Qを中心に自転しつつ、クランク軸4の軸心Oに対して公転するように構成されている。

16

偏心軸7は偏心軸主軸と偏心輪とから構成されており、偏心輪の軸心Rは偏心軸主軸の軸心Qより一定距離はなれている。そして、偏心軸7の自転軸は偏心軸主軸の軸心Qである。なお、偏心軸主軸の軸心Qと偏心輪の軸心Rとの距離はペリトロコイドの偏心量QRであり、ハイポトロコイドの創成半径QRでもある。

05 ここで、偏心軸7の作用はペリトロコイドの偏心腕QRおよびハイポトロコイドの創成腕QRに相当する。偏心軸7が、偏心軸主軸の軸心を自転軸として、クランクピンの軸心Qを中心に自転できるように、偏心軸7はクランクピンに取り付けてある。

偏心軸主軸は、偏心軸主軸の軸心と転動歯車B6の自転軸とが同軸となるように
10 に、転動歯車B6に固定してある。よって、偏心輪の軸心Rは転動歯車B6の半径の延長線上にある定点となり、偏心輪の軸心Rは、ハイポトロコイドの創成点Rである。固定歯車E8と転動歯車B6とが同心となるように、固定歯車8の中心をクランクピンの軸心Qとして、固定歯車F8はクランクピンに固定してある。なお、固定歯車E8は外嚙歯車である。転動歯車F9が、転動歯車F9の中心
15 を自転軸として、偏心軸の軸心Rを中心に自転できるように、転動歯車F9は偏心輪に取り付けてある。なお、転動歯車F9は内嚙歯車であり、転動歯車F9は固定歯車E8と噛み合っている。また、固定歯車E8と転動歯車F9との幾何学的関係はペリトロコイドにおける基円Eと転円Fとの関係である。

回転ピストン3は、回転ピストン3と転動歯車F9とが同心となるように、転
20 動歯車F9に固定してあり、回転ピストン3の三角状断面の三つの頂点（図10における点P1、点P2、点P3）は、転動歯車F9の半径の延長線上にある定点である。故に、回転ピストンの三角状断面の三つの頂点（図10における点P1、点P2、点P3）は、合成トロコイドの創成点である。故に、回転ピストン3の回転に伴い、回転ピストン3は、クランクピンの軸心Qを中心に遊星運動しながら、クランク軸主軸の軸心Oを中心に公転する。そして、回転ピストン3の
25 自転角速度は、クランク軸4の角速度の1/3であり、クランク軸4の回転方向と同一方向である。

そして、本実施例の場合、回転ピストン3の回転に伴い、作動室の容積が変化

17

し、また、回転ピストン3の三つの側稜が吸気孔10と排気孔11とを開閉することを利用してガス交換を行い、吸入行程（図42～図45参照）、圧縮行程（図46～図47参照）、燃焼行程（図48参照）、膨張行程（図49～図51参照）、排気行程（図52～図53参照）を構成するように作用し、燃焼ガスの膨張圧力をクランク軸4より回転力として取り出す。クランク角度 θ を 90° ずつ変化させた作動状況図を図42～図53に示す。そして、図48は圧縮が完了した状態で、作動室の容積は最小で、このピストンの位置で点火・爆発となる。図49～図51は膨張行程であり、膨張圧力により回転力を得ることができる。図52～図53は排気行程である。なお、膨張行程において、クランク角度 θ を 108° ずつ変化させた作動状況図を図54～図59に示す。図54～図59から、上死点付近における作動室の容積変化が緩慢であることが確認できる。

本実施例における運動質量の釣り合いは、図10より、回転ピストン3の重心は点Rにあるから、回転ピストン3の質量を打ち消すように、点Qに対称に釣り合い錘を設け、前記釣り合い錘の質量と回転ピストン3の質量との和に対する新たな釣り合い錘を点Oに対称に設けると、本質的な運動部分の釣り合いが可能である。

－実施例2－

本実施例は、4行程回転ピストン形内燃機関であって、実施例1において、ハウジングの筒形空洞の側面輪郭を定める合成トロコイドを、ハイボトロコイドにおける基円Aの半径aと転円Bの半径bとの比を3:2とし、ペリトロコイドにおける基円Eの半径eと転円Fの半径fとの比は1:2とした構成よりなる（図6、図11、図12参照）。

そして、この構成の場合、回転ピストン3の形状は、二つの頂点を持つフットボール状断面をした直角柱の形状となる。なお、回転ピストン3のフットボール状断面の二つの頂点において、フットボール状断面の二つの頂点とフットボール状断面の中心とがつくる角度は 180° である。

そして、吸気孔10と排気孔11とが作動室に開口するように、吸気孔10と排気孔11とがローターハウジング1に設けられていて、吸入、圧縮、燃焼と膨

張、排気の4行程を行えるように構成されている。

ここで、合成トロコイドにおいて、基円Aの半径aと転円Bの半径bとの比は3:2であり、基円Eの半径eと転円Fの半径fとの比は1:2であるので、 $a:b=3:2$ 、 $b:r=1:2$ となり、ハウジングの筒形空洞の側面輪郭を定める曲線の方程式は次式となる。

$$x=(a-b)\cos\theta+c(r-b)\cos(-\theta/2)+dc r\cos(\theta/4+\beta)$$

$$y=(a-b)\sin\theta+c(r-b)\sin(-\theta/2)+dc r\sin(\theta/4+\beta)$$

この式において、全ての β の値に対して回転ピストン形内燃機関が成立するが、 β を $\pi/2$ の倍数としたときが回転ピストン形内燃機関にとって都合がよい。

そして、 $\beta=\pi/2$ のときの合成トロコイドを図20に示し、 $\beta=0$ ときの合成トロコイドを図21に示す。なお、 $\beta=\pi/2$ 以外は回転ピストン形内燃機関に適さない。また、図20より、dの値により合成トロコイドの三つの角にくびれが生じることが確認できる。そして、合成トロコイドの三つの角にくびれが生じない範囲のdの値はcの値により影響を受ける。また、cの値が小さくなると機械的強度に問題がでてくるので、cの値はあまり小さくできず、cの値は0.7より1の範囲が適切である。

なお、dの値をあまり大きくすると内燃機関にとって不利となるから、dの値は、合成トロコイドの三つの角にくびれが生じない範囲でかつ合成トロコイドの内包絡線が基円Aに干渉しない範囲で小さな値が良い。図20から理解できるように、 $c=0.95$ のときdの値は2.1以上が適切である。

そして、回転ピストンの自転角速度は、クランク軸の角速度の1/4であり、クランク軸の回転方向と同一方向である。なお、本実施例においては、吸気孔10と排気孔11とに回転型吸排気弁20が設けてある。なお、回転型吸排気弁20は、回転ピストン3の回転により制御され、回転吸排気弁20の角速度はクランク軸4の角速度に対して逆方向に1/8である。また、該弁は茸型弁等でもよい。また回転ピストン3の回転に伴って作動室の容積が変化し、回転型吸排気弁20が吸気孔10と排気孔11とを開閉することを利用して、ガス交換を行う。

本実施例では、吸入、圧縮、燃焼と膨張、排気の4行程を行い、燃焼ガスの膨

張圧力をクランク軸より回転力として取り出す。そして、クランク角度 θ を少しづつ回転させた作動状況図を図60～図69に示す。図60は排気が完了した状態、図61～図62は吸気行程、図63は圧縮行程、図64は圧縮が完了した状態で、作動室の容積は最小で、このピストンの位置で点火・爆発となる。また図
05 65～図66は膨張行程であり、膨張圧力により回転力を得ることができる。図67～図68は排気行程、図69は吸気行程である。

－実施例3－

本実施例は、実施例2において、掃気孔23が作動室に開口するように、掃気孔23もローターハウジングに設け、回転型弁を吸気孔10と排気孔11と掃気
10 孔25とに設けた構成よりなる。ここで、回転型弁は回転ピストン3の回転により回転を制御される。なお、弁は茸型弁などでも良い。また、回転ピストン3の回転に伴って作動室の容積が変化し、回転型弁が吸気孔10と排気孔11と掃気孔23とを開閉することを利用して、ガス交換を行う。そして、燃焼ガスの膨張圧力をクランク軸より回転力として取り出す。そして、吸入、圧縮、燃焼と膨張
15 、排気、掃気の5行程を行う。

また、本実施例の場合、ローターハウジング1の筒形空洞の側面とサイドハウジング2の内面と回転ピストン3の側面とで二つの作動室を形成している。また吸気孔10が回転型吸気弁22を介して作動室に開口するように、排気孔11が回転型排気弁21を介して作動室に開口するように、掃気孔23が回転型掃気弁
20 24を介して作動室に開口するように、吸気孔10と排気孔11と回転型吸気弁22と回転型排気弁21と回転型掃気弁24とがローターハウジング1に設けられ、回転ピストン3の二つの側縁にアペックスシール13が設けてあり、回転ピストン3の二つの底面にサイドシール14が設けられている。なお、回転型掃気弁23の角速度はクランク軸4の角速度に対して逆方向に1/4であり、回転型
25 吸気弁22の角速度と回転型排気弁21の角速度とはクランク軸4の角速度に対して同一方向に1/4である。

そして、クランク角度 θ を少しづつ回転させた作動状況図を図70～図81に示す。図70は圧縮が完了した状態で、作動室の容積は最小で、このピストンの

20

位置で点火・爆発となる。図71～図72は膨張行程であり、膨張圧力により回転力を得る。図73～図74は排気行程、図75～図78は掃気行程、図79～図80は吸気行程、図81は圧縮行程である。

－実施例4－

- 05 本実施例は、従来型往復ピストン形内燃機関のクランク機構に替えて、合成トロコイドの創成点Pの軌跡を「往復直線運動を回転運動に変換する機構」として用いた構成よりなる。本実施例を図8および幾何学的基本構成である図13及び図14を用いて説明する。

- 10 ハイポトロコイドにおける基円Aの半径aと転円Bの半径bとの比は2:1であり、ペリトロコイドにおける基円Eの半径eと転円Fの半径fとの比は1:2である。合成トロコイドの創成点に往復形ピストン17を配置し、往復形シリンダー16と組み合わせて往復ピストン形内燃機関を構成している。すなわち、合成トロコイドの創成点Pに往復形ピストン17が配置してあり、往復形シリンダー16と組み合わせて、往復ピストン形内燃機関の作動室を形成し、また往復形
15 シリンダー16には茸形吸気弁18、茸形排気弁19そして点火プラグ12が設けてあり、従来の往復ピストン形内燃機関と同様の働きをする構成としている。

- なお、本実施例の往復ピストン形内燃機関は、固定歯車A5のピッチ円半径と転動歯車B6のピッチ円半径との比および固定歯車E8のピッチ円半径と転動歯車F9のピッチ円半径との比が異なるだけで、他の構成については、実施例1の
20 回転ピストン形内燃機関の実施例と同じである。すなわち、「直線運動を回転運動に変換する機構」は、実施例1における回転ピストンとクランク軸との関係と同一である。

- そして、この往復直線運動を回転運動に変換する機構は、基円Aの半径aと転円Bの半径bとの比を2:1とし、基円Eの半径eと転円Fの半径fとの比を1
25 :2とすると、 $a:b=2:1$ 、 $b:r=1:2$ であり、

$c=1$ 、 $\beta a=0$ 、 $\beta=\beta b/2$ とすると③式及び④式は次式となる。

$$x=b\cos\theta+b\cos(-\theta+\beta b)+dr\cos(\beta b/2)$$

$$y=b\sin\theta+b\sin(-\theta+\beta b)+dr\sin(\beta b/2)$$

21

$$\cos A + \cos B = 2 \cos \{ (A+B)/2 \} \cos \{ (A-B)/2 \}$$

$$\sin A + \sin B = 2 \sin \{ (A+B)/2 \} \cos \{ (A-B)/2 \} \text{ より}$$

$$x = 2b \cos(\beta b/2) \cos \{ (2\theta - \beta b)/2 \} + dr \cos(\beta b/2)$$

$$y = 2b \sin(\beta b/2) \cos \{ (2\theta - \beta b)/2 \} + dr \sin(\beta b/2)$$

05 故に

$$x = \cos(\beta b/2) \{ 2b \cos(\theta - \beta b/2) + dr \} \quad \dots\dots \textcircled{9}$$

$$y = \sin(\beta b/2) \{ 2b \cos(\theta - \beta b/2) + dr \} \quad \dots\dots \textcircled{10}$$

ここで、創成点Pの軌跡の傾きを βd とすると

$$\tan \beta d = y/x$$

$$10 \quad \quad \quad = \tan(\beta b/2)$$

故に、創成点Pの軌跡の傾きは $\beta b/2$ となる。

よって、合成トロコイドは往復直線運動となり、 $2b$ を振幅とし θ を変数としたコサイン関数となる。そして、その軌跡の延長線は原点を通り、 x 軸との成す角は $\beta b/2$ となる。また、転円Bの中心である点Qは回転運動となる。

15 従って、基円Aの半径 a と転円Bの半径 b との比を $2:1$ とし、基円Eの半径 e と転円Fの半径 f との比を $1:2$ とした合成トロコイドは、往復直線運動を回転運動に変換する機構として用いることができ、従来型の往復ピストン形内燃機関のクランク機構に替えることができる。

20 従って、図8と、その幾何学的基本構成である図13および図14に示すように、合成トロコイドの創成点Pに往復形ピストン17を配置し、往復形シリンダー16と組み合わせると、往復形ピストン17は往復形シリンダー16内を往復直線運動をする。

そして、往復形ピストン17と往復形シリンダー16とは往復ピストン形内燃機関の作動室を形成する。故に、往復ピストン形内燃機関を構成することができ

25 る。

ここで、その行程は $2a$ 、作動室の容積変化はクランク軸の角度 θ を変数としたコサイン関数となる。また、 d は従来型往復ピストン形内燃機関のコンロッドの長さとなる。

2 2

なお、単気筒往復ピストン形内燃機関における運動質量の釣り合いは、図 1 3
 に示すように、往復形ピストン 1 7 の質量を M_1 として、質点 M_1 が創成点 P に
 存在するものとする。また、釣り合い錘の質量を M_2 として、質点 M_2 が、半径
 QR の延長線上で、かつ、点 R より位相が π 進み、なおかつ、転円 B の円周上の
 0 5 点 G に釣り合い錘として存在するものとする。

そして、釣り合い錘の質量を M_3 として、質点 M_3 が、半径 OQ の延長線上で
 、かつ、点 Q より位相が π 進み、なおかつ、基円 A の円周上の点 Z に釣り合い錘
 として存在するものとする。

角速度を α 、時間を t とすると $\theta = \alpha t$ 、また $\beta b = 0$ より、往復形ピストン
 1 0 1 7 すなわち質点 M_1 の座標は⑨式および⑩式より次式となる。

$$x_1 = 2b \cos \alpha t + dr$$

$$y_1 = 0$$

点 G に存在する質点 M_2 の座標は次式となる。

$$x_2 = 0$$

$$1 \ 5 \quad y_2 = 2b \sin \alpha t$$

点 Z に存在する質点 M_3 の座標は次式となる。

$$x_3 = -a \cos \alpha t$$

$$y_3 = -a \sin \alpha t$$

慣性力は x 軸及び y 軸の各慣性力の総和を求めれば良いから、 x 軸及び y 軸の

2 0 慣性力をそれぞれ I_x 、 I_y は次式となる。

$$I_x = -M_1 x_1'' - M_2 x_2'' - M_3 x_3''$$

$$= (2M_1 b - M_3 a) \alpha^2 \cos \alpha t$$

$$I_y = -M_1 y_1'' - M_2 y_2'' - M_3 y_3''$$

$$= (2M_2 b - M_3 a) \alpha^2 \sin \alpha t$$

2 5 故に

$$M_1 b = M_2 b$$

$$M_3 a = (M_1 + M_2) b$$

よって、質量 M_1 である往復形ピストン 1 7 が点 R に存在すると仮定し、質点

2 3

M1と質点M2との重心を点Qとして、質点M2を質点M1に対する釣り合い錘とし、「質点M1と質点M2」と質点M3との重心を原点Oとして、質点M3を「質点M1と質点M2」に対する釣り合い錘とすると、往復形ピストン17である質点M1が往復直線運動をしても、xy平面上の往復慣性力は0となる。

- 0 5 なお、図13のように、釣り合い錘M2が、半径QRの延長線上で、かつ、点Rより位相が π 進み、なおかつ、転円Bの円周上の点Gに存在する必要はない。

そして、釣り合い錘M3が、半径OQの延長線上で、かつ、点Qより位相が π 進み、なおかつ、基円Aの円周上の点Zに存在する必要もない。また、釣り合い錘M2および釣り合い錘M3とも複数であってもよい。これは、慣性力の観点か

- 1 0 らすると、創成点Pに存在する往復形ピストン17は、往復形ピストン17が点Rに存在するのと等価である為である。

また、多気筒往復ピストン形内燃機関における運動質量の釣り合いは、図14に示すように、往復ピストン1と等しい質量M1である往復ピストン2が創成点P2に存在するものとする、 $\beta b = \pi$ である。

- 1 5 ここで、角速度を α および時間をtとすると、往復ピストン2の座標は⑨式および⑩式より次式となる。

$$x_2 = 0$$

$$y_2 = 2b \sin \alpha t + d$$

慣性力はx軸及びy軸の各慣性力の総和を求めれば良いから、x軸及びy軸の

- 2 0 慣性力をそれぞれ I_x 、 I_y は次式となる。

$$I_x = -M_1 x_1'' - M_2 x_2'' - M_3 x_3''$$

$$= (2M_1 b - M_3 a) \alpha^2 \cos \alpha t$$

$$I_y = -M_1 y_1'' - M_2 y_2'' - M_3 y_3''$$

$$= (2M_1 b - M_3 a) \alpha^2 \sin \alpha t$$

- 2 5 従って

$$M_3 a = 2M_1 b$$

故に、往復ピストン1と往復ピストン2とが点Qに存在するとして、釣り合い錘M3で運動質量の釣り合いをとると、往復ピストン1と往復ピストン2とが共

24

に往復直線運動をしても、原点Oに対しx y平面上の往復慣性力は0となり、本質的な運動部分の釣り合いが可能である。

故に、往復直線運動は回転運動に変換され、往復慣性力は0となり、往復質量による障害が無くなる。よって、本発明における往復ピストン形内燃機関は、往復ピストン形内燃機関の形態をしているが、本質的に回転ピストン形内燃機関である。

なお、釣り合い錘M3は2つの往復ピストンに置き換えることができるから、90° V4気筒型往復ピストン形内燃機関、もしくは、星型4気筒往復ピストン形内燃機関とすることができる。なお、図8では図13における釣り合い錘M2及び釣り合い錘M3を省略している。

なお、本発明は、上述した各実施例に限定されるものでなく、本発明の要旨を変更しない範囲内で変形実施できる構成を含む。因に、前述した実施例においては、①式および②式で表わされる軌跡を得るため、内嚙歯車である固定歯車A5と外嚙歯車である転動歯車B6とを組み合わせ、さらに、外嚙歯車である固定歯車E8と内嚙歯車である転動歯車F9とを組み合わせた構成で説明したが、遊び歯車を用いて、①式および②式で表わされる軌跡を得ることができるようにした構成としてもよい。

すなわち、 $\lambda = -a\theta/b$ より、転動歯車B6の回転はクランク軸4に対して逆方向に a/b 回転であるから、①二段に重なった外嚙の遊び歯車の自転軸をクランク軸に固定し、固定歯車A5を外嚙歯車とし、また転動歯車B6を外嚙歯車とする。そして、固定歯車A5と転動歯車B6との間に、前記遊び歯車を介して、転動歯車B6の回転がクランク軸に対して逆方向に a/b 回転となるようにする。②二段に重なった外嚙の前記遊び歯車の自転軸をクランク軸4に固定し、固定歯車A5を内嚙歯車とし、また転動歯車B6を内嚙歯車とする。そして、固定歯車A5と転動歯車B6との間に前記遊び歯車を介して、転動歯車B6の回転がクランク軸4に対して逆方向に a/b 回転となるようにする。③外嚙の遊び歯車の自転軸をクランク軸4に固定し、固定歯車A5を内嚙歯車とし、また転動歯車B6を外嚙歯車とする。そして、固定歯車A5と転動歯車B6との間に、前記遊

25

び歯車を偶数個（2個）ほど介して、転動歯車B 6の回転がクランク軸4に対して逆方向に a/b 回転となるようにする。④転動歯車F 9と固定歯車E 8とに対しても上記の方法が適用できる。 $\tau = -e\lambda/f$ より、転動歯車F 9の回転が偏心軸17に対して逆方向に e/f 回転となるように、前記遊び歯車をを用いる。

05 この場合、前記遊び歯車の自転軸は偏心輪に固定する。

換言すれば、疑似合成トロコイドにより、ハウジングの筒形空洞を定める曲線とした構成としてもよい。

なお、図面において、15はクランクケース、25は基円A、26は転円B、27は基円E、28は転円F、29は点Pの軌跡、30は釣合いの錘M2、31
10 は釣合いの錘M3、32は基円F、33は転円E、34は基円B、35は転円Aである。

「発明の効果」

以上の説明より明らかなように本発明の回転ピストン形内燃機関によれば、ピストンの往復運動部分が無く、運動部分は回転運動部分のみにでき、運動部分の
15 本質的な釣り合いが可能となると共に、ローターハウジングの内周面の短軸側にくびれが無く、圧縮上死点付近で燃焼ガスの移動を妨げない内燃機関を提供できるという効果を有する。また、本発明の回転ピストン形内燃機関によれば、ヴァンケル型回転ピストン形内燃機関に比べて高圧縮比が得られる。

また、本発明の回転ピストン形内燃機関によれば、上死点付近での作動室の容
20 積変化が緩慢であるので、膨脹が始まる前に燃焼を完結できることより、熱効率に関する条件の、①膨脹ができるだけ大きいこと、②膨脹が始まる前き圧力ができるだけ高いこと、に適合し、高効率の燃焼効率が期待できるという効果を有する。

また、本発明の回転ピストン形内燃機関によれば、従来の自動車用ディーゼル
25 エンジンにおいて、極めてわずかな燃焼期間内に燃焼室へ一瞬に大量の燃料が噴射され、燃焼の為の時間が極めてわずかなため、膨張行程に入っても燃焼が続いて実質的な膨張比は低下し、かつ熱効率は低下し、また一度に大量の燃料を噴射するため、燃料が酸素を見出して燃焼する時間が十分無くて黒煙対策上不利であ

26

るのに対し、圧縮上死点付近で作動室の容積変化が緩慢であるため、燃焼の為の時間を十分に確保できるので、容積変化をほとんど伴わずに扁平な燃焼室が移動し、燃焼室側からすると噴射弁が燃焼室を移動することより、燃料噴射弁の霧化と貫徹性とを両立させる必要はさほどなく、霧化と分布性の良い噴射弁を用いて
05、少量の燃料を燃焼室の端から順次噴射できるため、燃焼室全体に良く霧化された燃料を行き渡らせることができ、燃料が酸素を見出す確率も高まり、膨張行程の前に燃焼を完結させることが期待でき、高効率の燃焼効率が期待でき、また、黒煙対策上有利な内燃機関を提供できるという効果を有する。

また、本発明の回転ピストン形内燃機関によれば、圧縮上死点付近で作動室の
10容積変化が緩慢であるため、燃焼の為の期間を十分に確保できるため、この期間を燃焼行程とすることができ、また、排気行程末期から吸気行程初期に至るまで作動室の容積変化が緩慢であるため、この期間を掃気行程とすることができることより、吸気・圧縮・燃焼・膨張・排気・掃気の行程を持つ6サイクルエンジンを得ることができるという効果を有する。

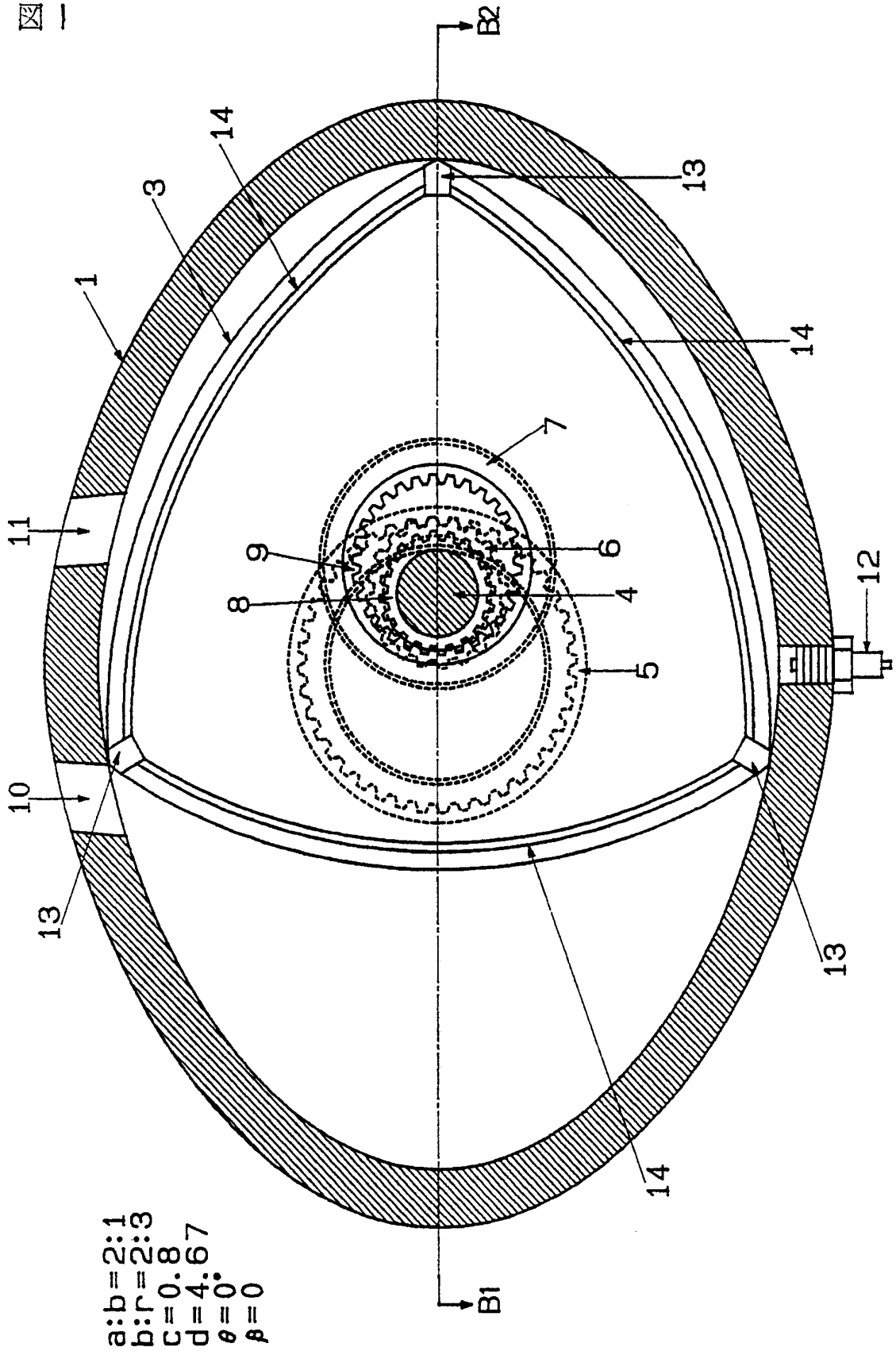
15 また、本発明において、ハイボトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比が3:2であり、ペリトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比が1:2とした構成にあっては、往復運動部分が無く、運動部分は回転運動部分のみであるので、運動部分の本質的な釣り合いが可能であるという効果を有する。

また、本発明において、合成トロコイドの創成点に往復ピストンを配置して往
20復ピストン形内燃機関を形成した構成にあっては、本質的な運動部分の釣り合いが可能であり、往復質量による障害がなく、またピストンスラップが発生しないため、船舶用超大型往復ピストン形内燃機関においてクロスヘッドを用いる必要がないという効果を有する。また、ピストンが自立する為にピストンの自重による側圧がなくなり、V型往復ピストン形内燃機関とすることができて小型になる
25と同時に重心を低くできる。

請 求 の 範 囲

1. ハウジングは筒形の空洞を持ち、該ハウジングの筒形空洞の側面輪郭を定める曲線は、「ペリトロコイドの基円とハイポトロコイドの転円とが同心となるように、該ペリトロコイドの基円を該ハイポトロコイドの偏心腕に固定し、かつ該ペリトロコイドの転円の中心が、該ハイポトロコイドの創成点となるように、該ペリトロコイドの偏心腕を該ハイポトロコイドの創成腕に固定した該ペリトロコイドの創成点の軌跡」である合成トロコイド、または該合成トロコイドを外側に平行移動した平行合成トロコイドであり、かつ該合成トロコイドはループを持たない閉曲線であり、また前記ハウジングの筒体空洞内には回転ピストンが配置されていて、該回転ピストンは二個以上の頂点を有し、かつ該頂点は前記ハウジング筒形空洞の側面を常に摺動する形状であり、また該ハウジングの筒形空洞の側面と該ハウジングの筒形空洞の底面と該回転ピストンの側面とで作動室が形成されていて、また該ハウジングには該作動室に開口するガス交換通路が形成されていて、該ガス交換通路の開閉を前記回転ピストンの回転により制御できるようにしたことを特徴とする回転ピストン形内燃機関。
2. ハイポトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比が2 : 1であり、ペリトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比が2 : 3である請求の範囲第1項に記載の回転ピストン形内燃機関。
3. ハイポトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比が3 : 2であり、ペリトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比が1 : 2である請求の範囲第1項に記載の回転ピストン形内燃機関。
4. ハイポトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比を2 : 1とし、ペリトロコイドにおける基円の半径と転円の半径との比を1 : 2とした合成トロコイドの創成点に往復ピストンを配置して往復ピストン形内燃機関を形成するようにした請求の範囲第1項に記載の回転ピストン形内燃機関。

図 1



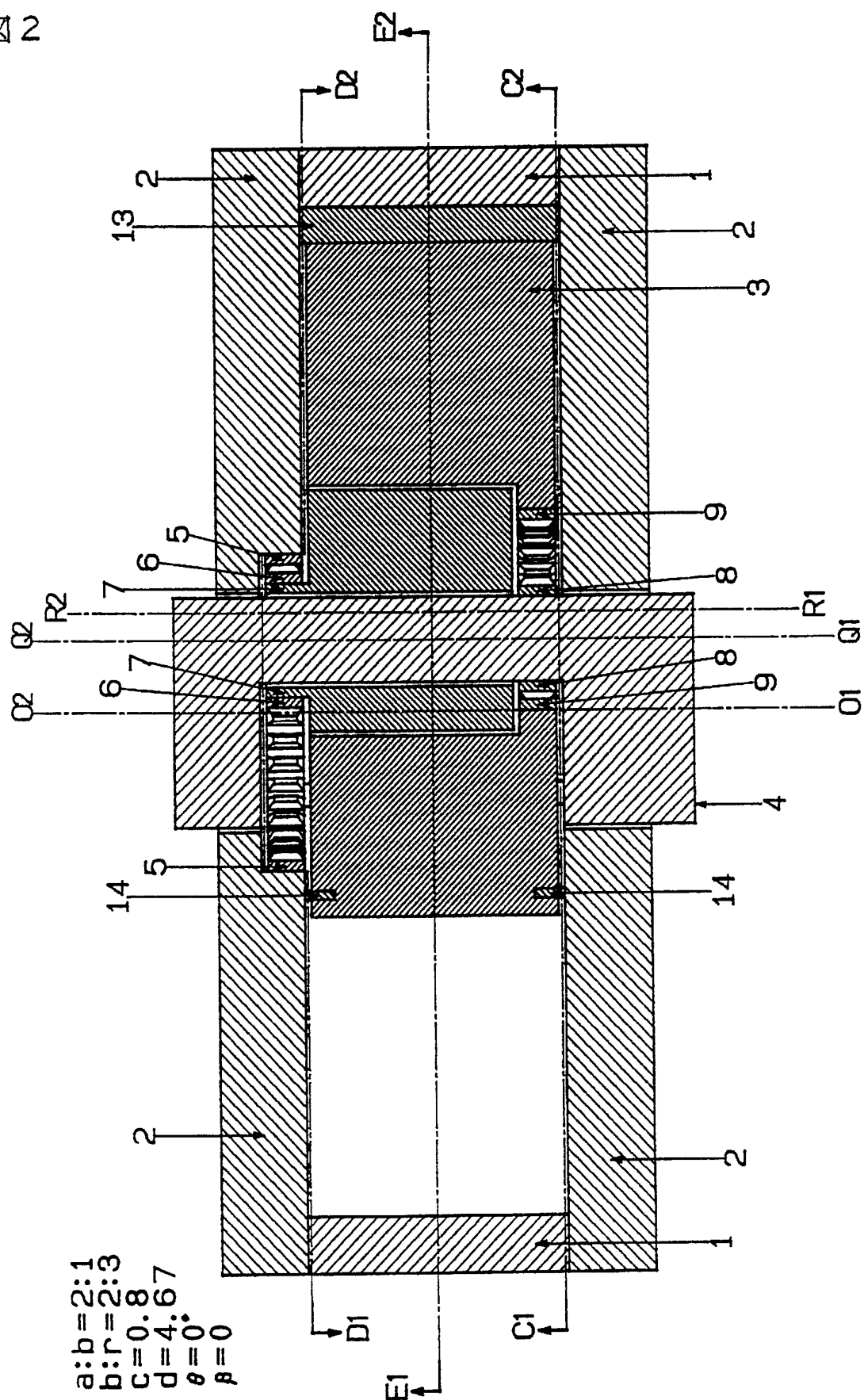


図 3

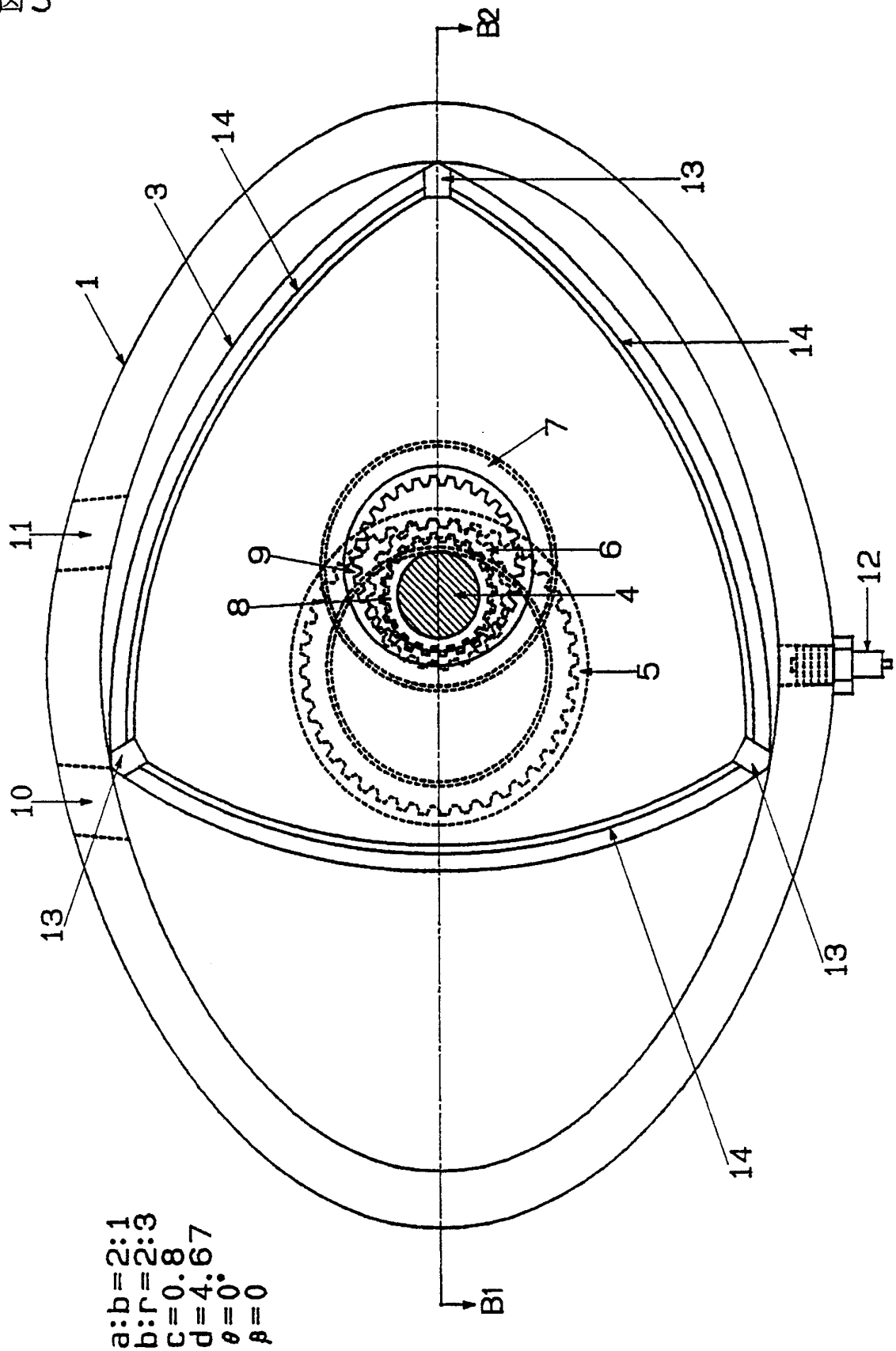


図4

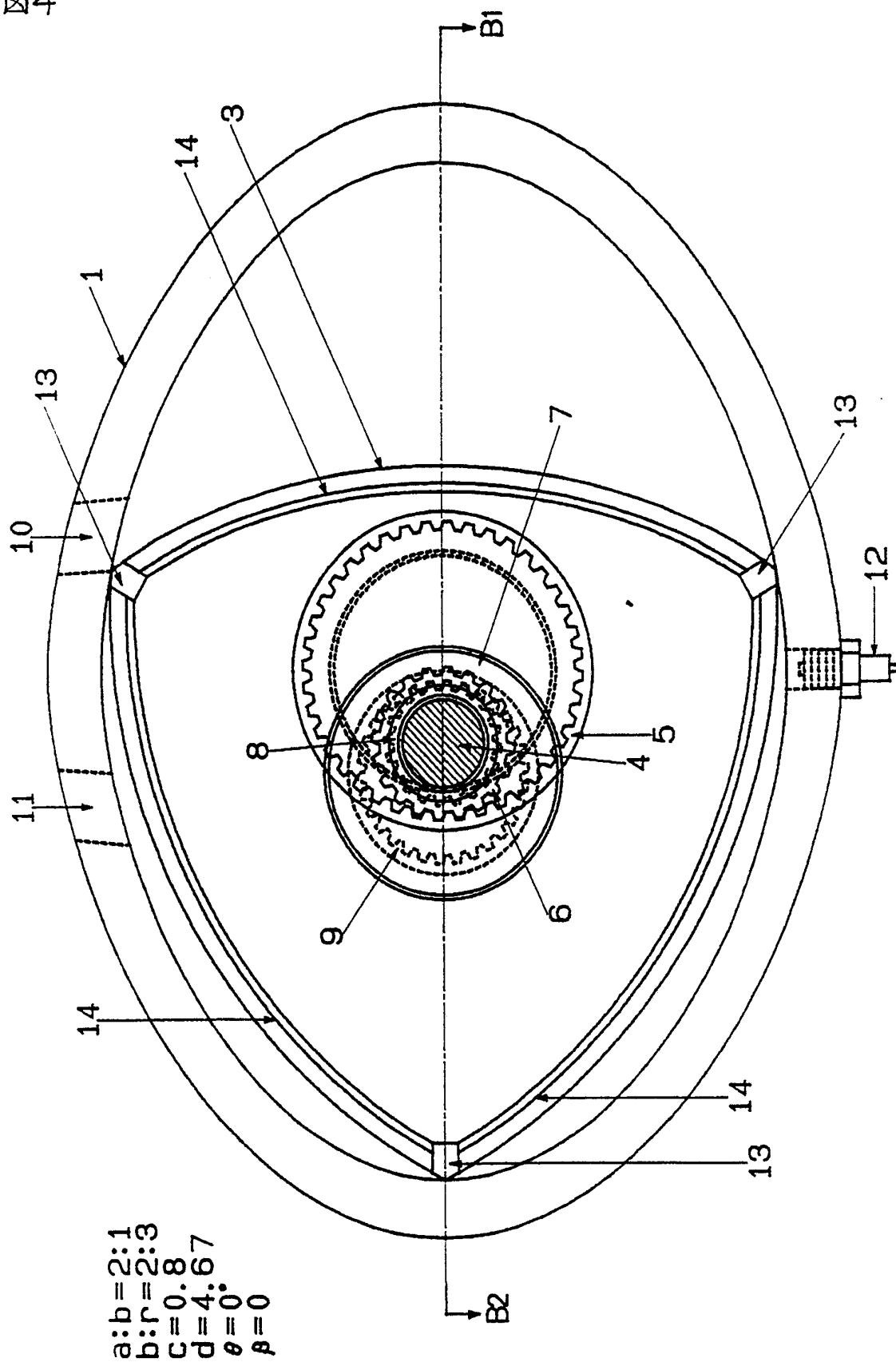


図 5

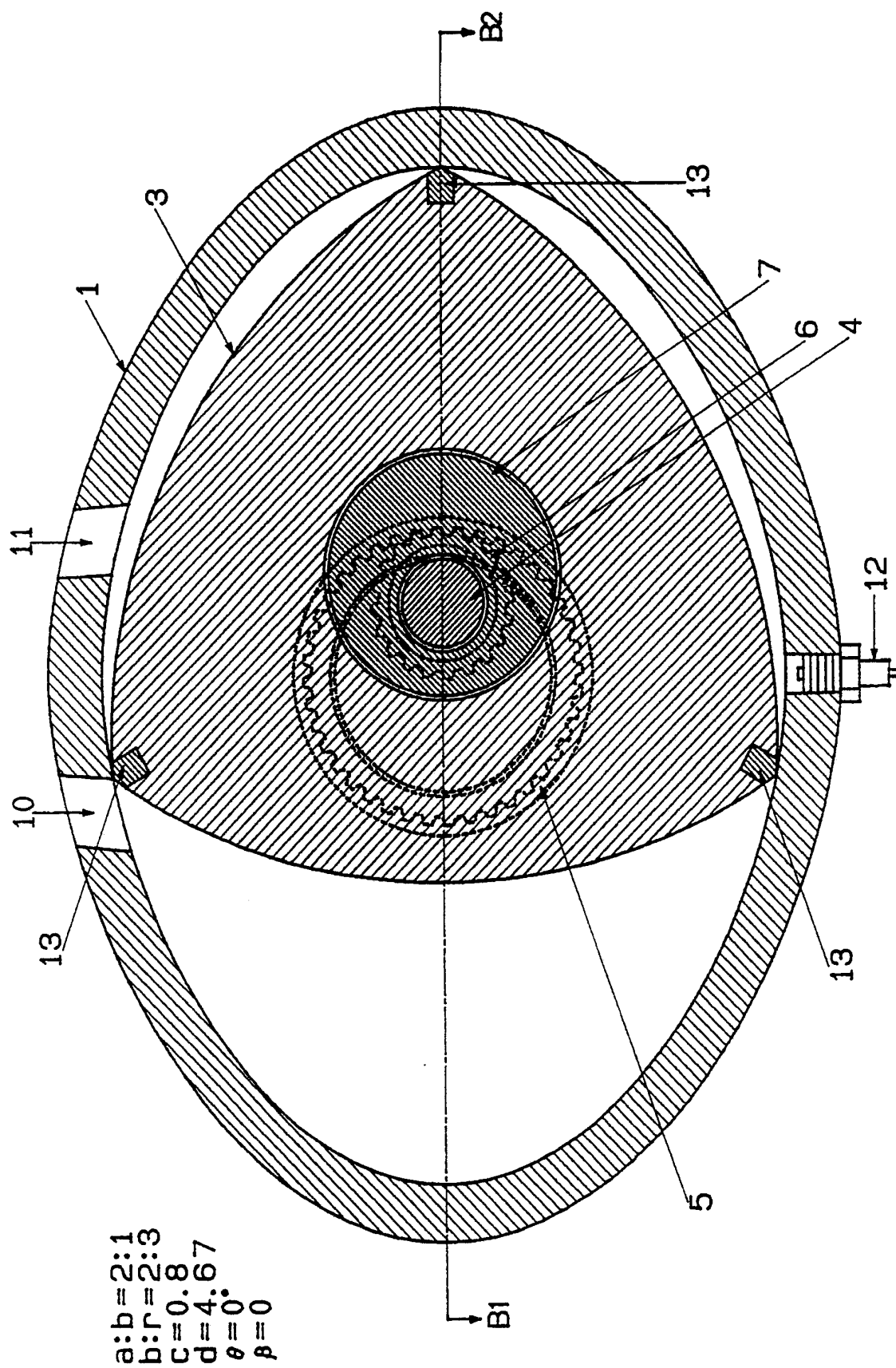
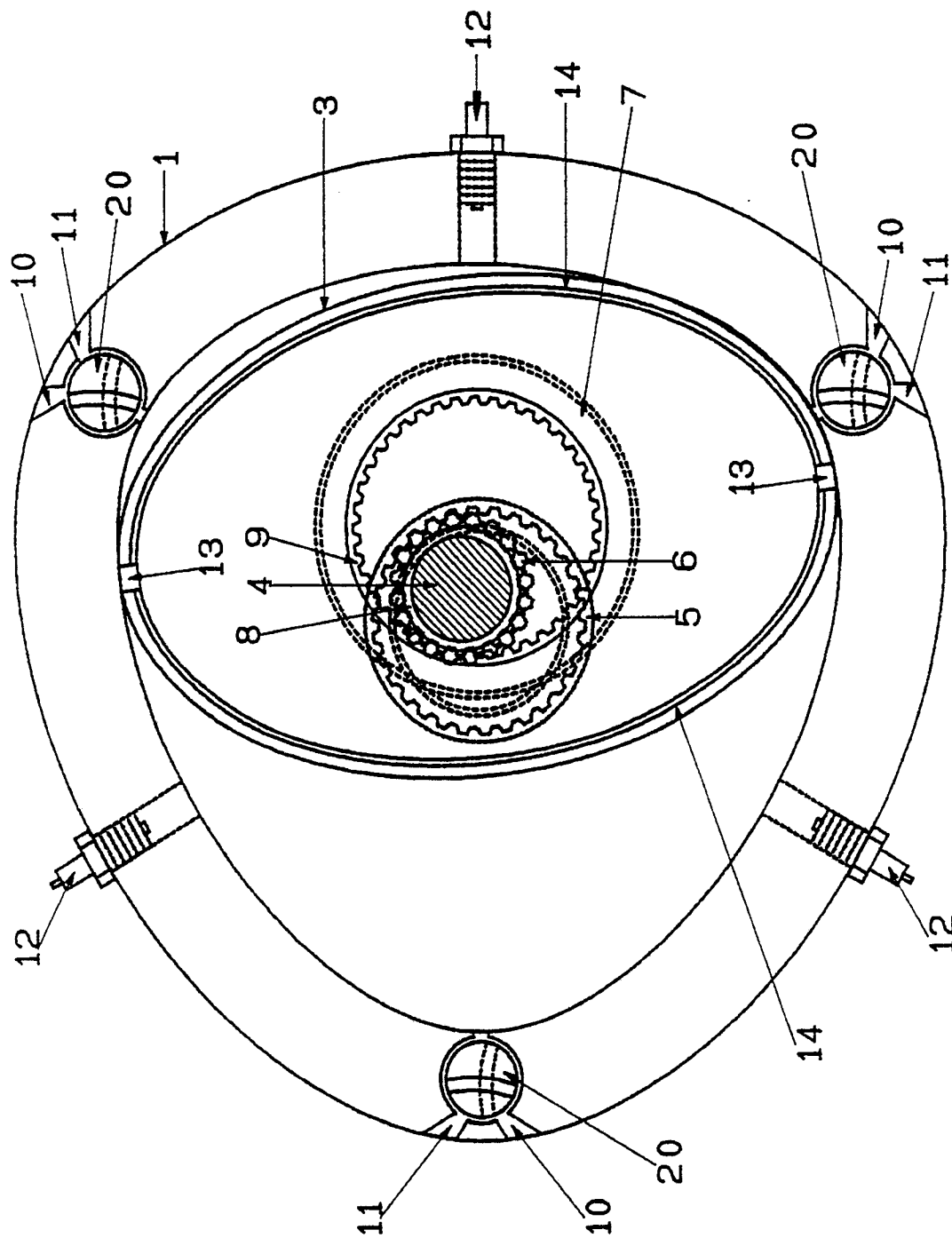
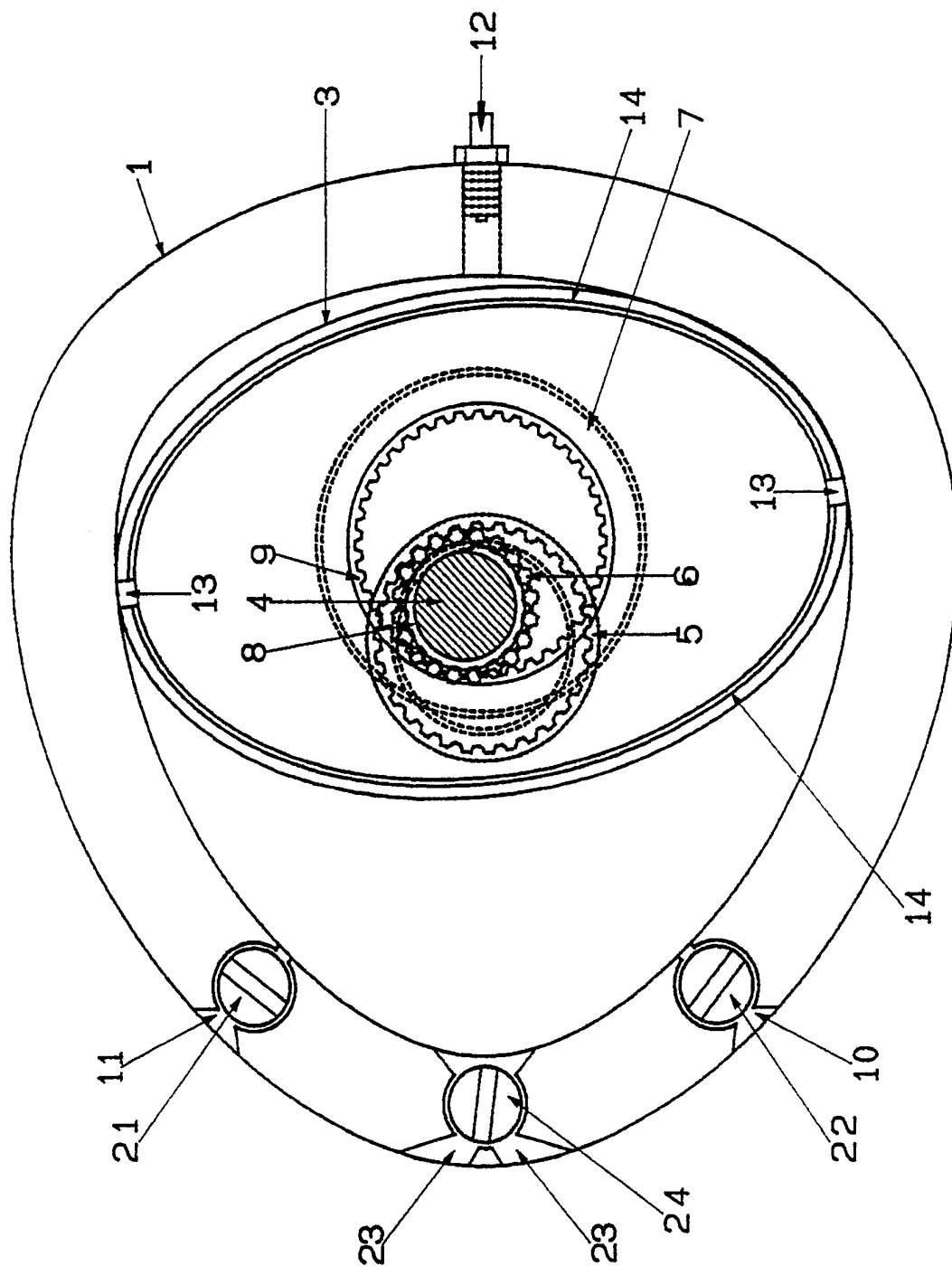


图 6



$$\begin{aligned}
 a:b &= 3:2 \\
 b:r &= 1:2 \\
 c &= 0.87 \\
 d &= 3 \\
 \theta &= 30^\circ \\
 p &= \frac{\pi}{2}
 \end{aligned}$$

図 7



$a:b=3:2$
 $b:r=1:2$
 $c=0.87$
 $d=3$
 $\theta=30^\circ$
 $\beta=\frac{\pi}{2}$

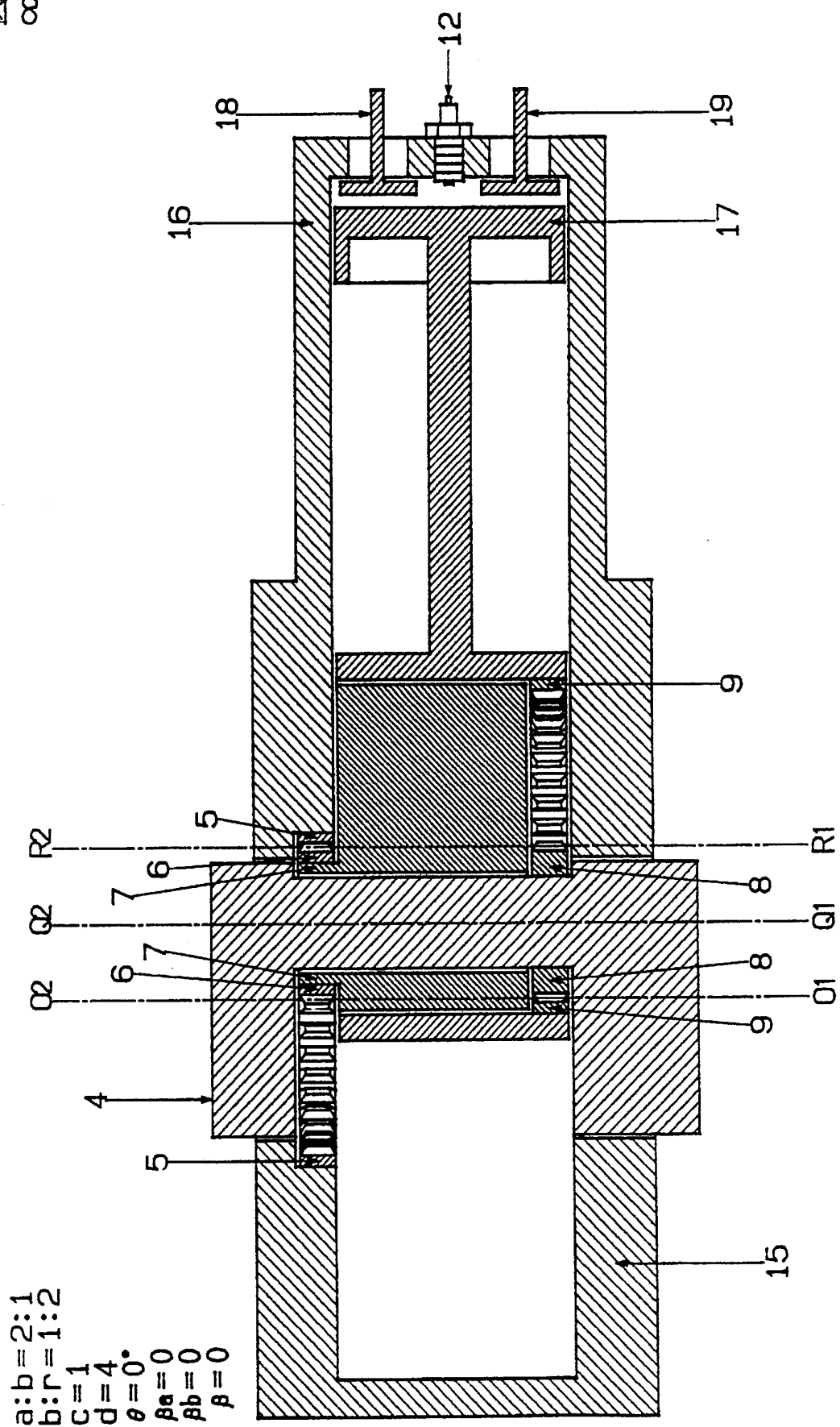
 8


图 9

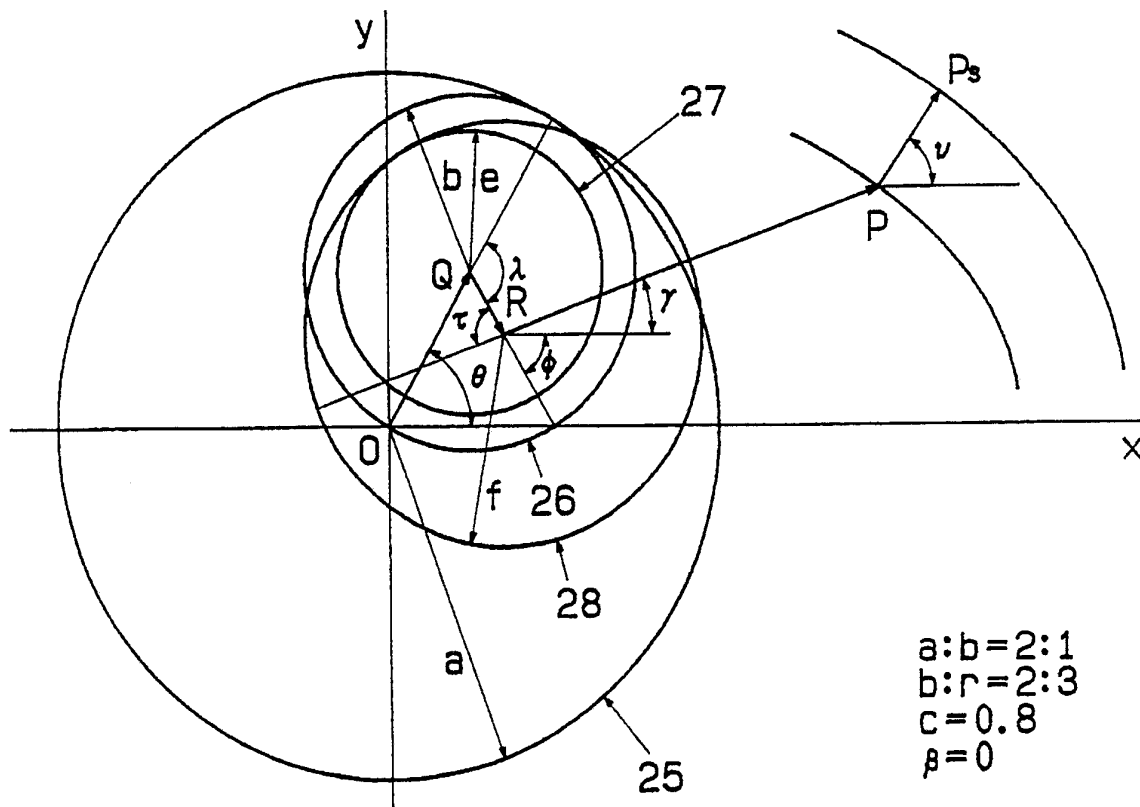


图 10

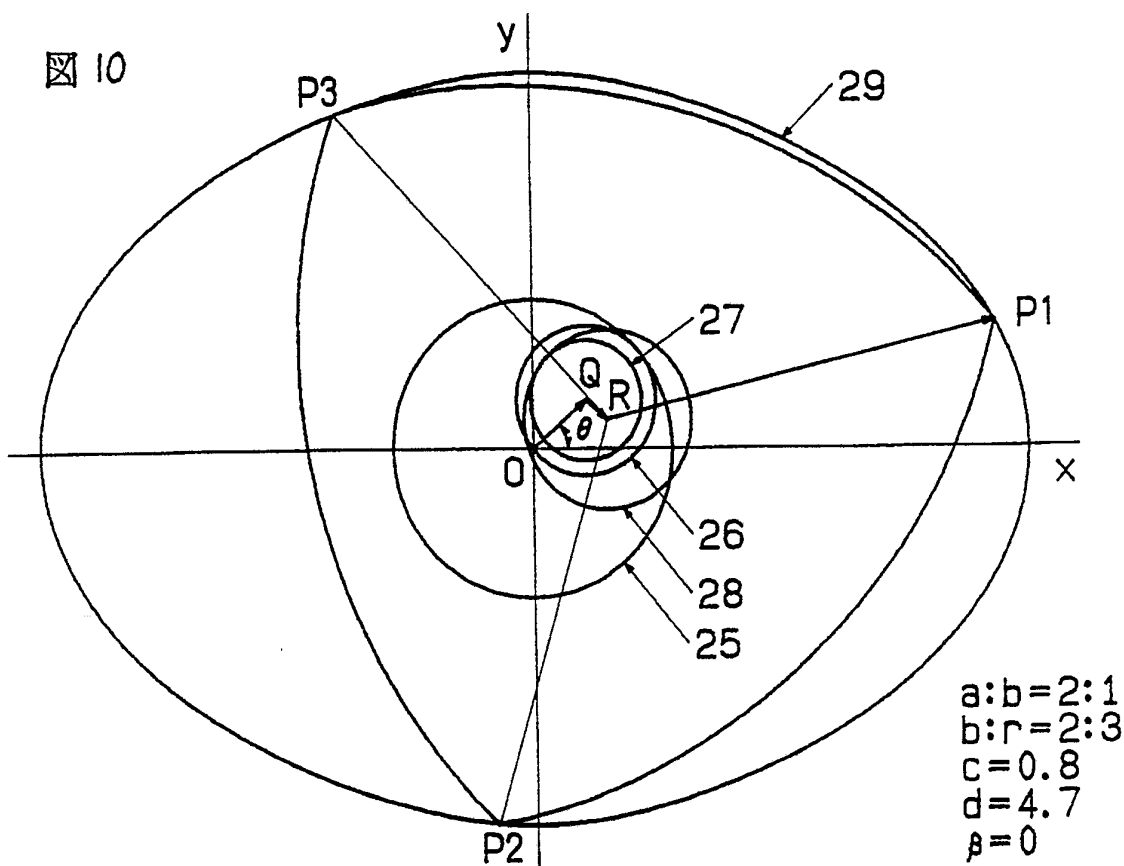


図 13

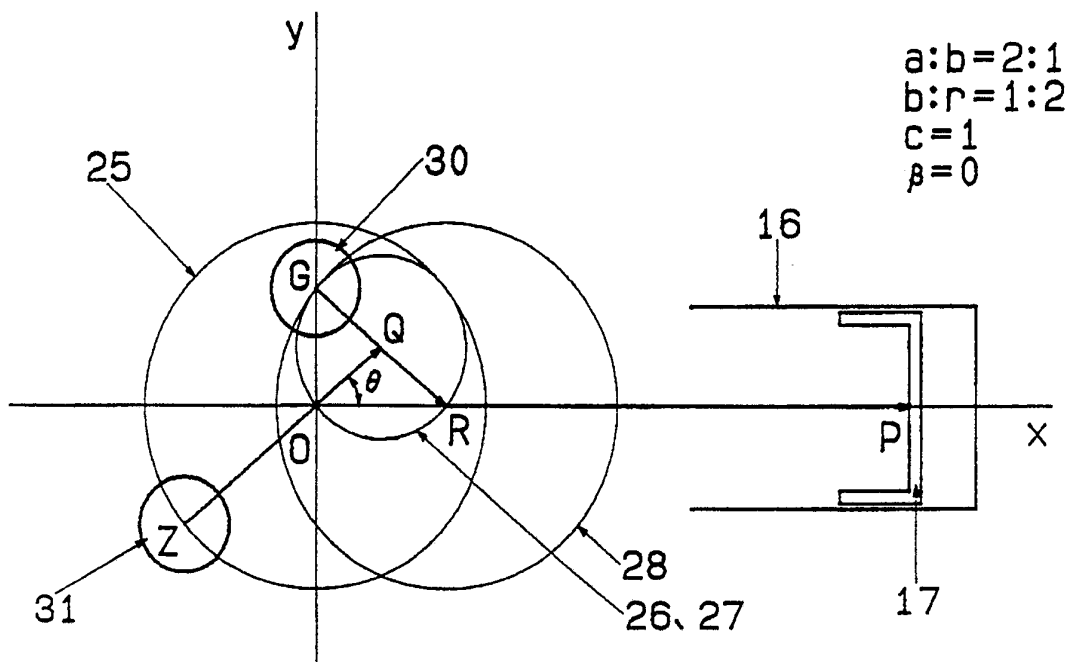


図 14

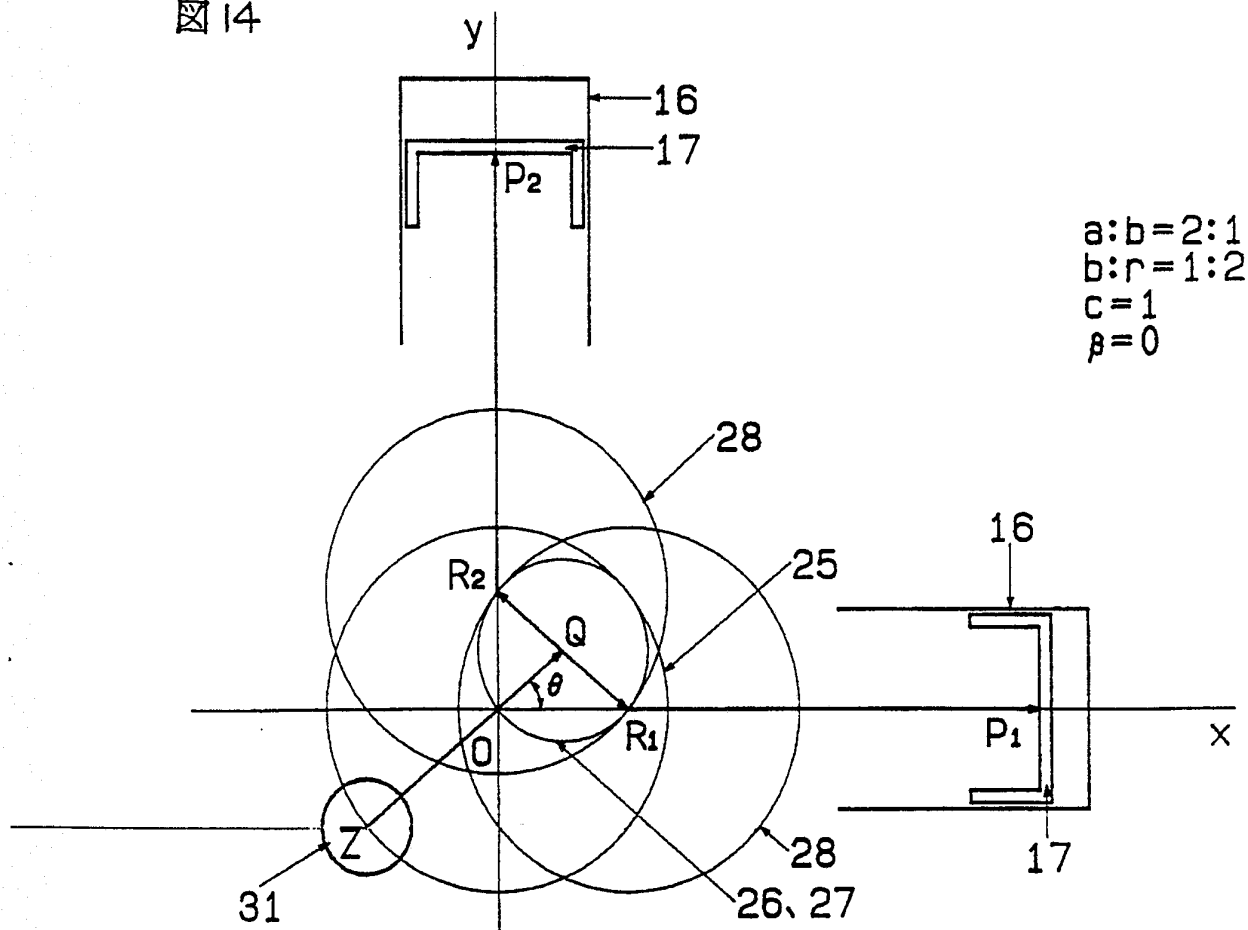
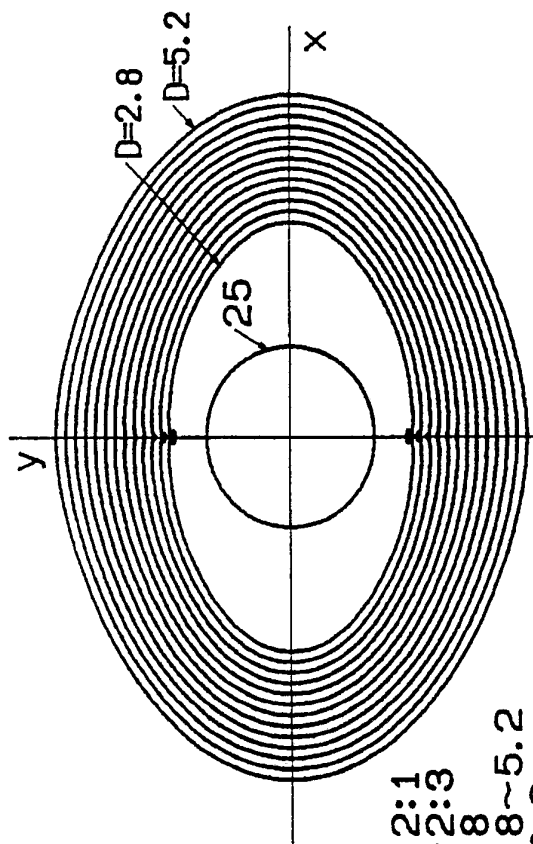
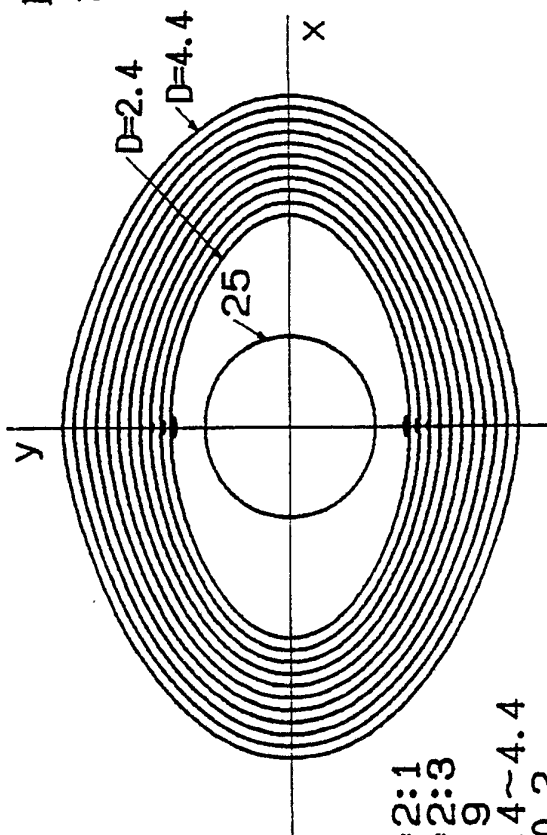


図 15



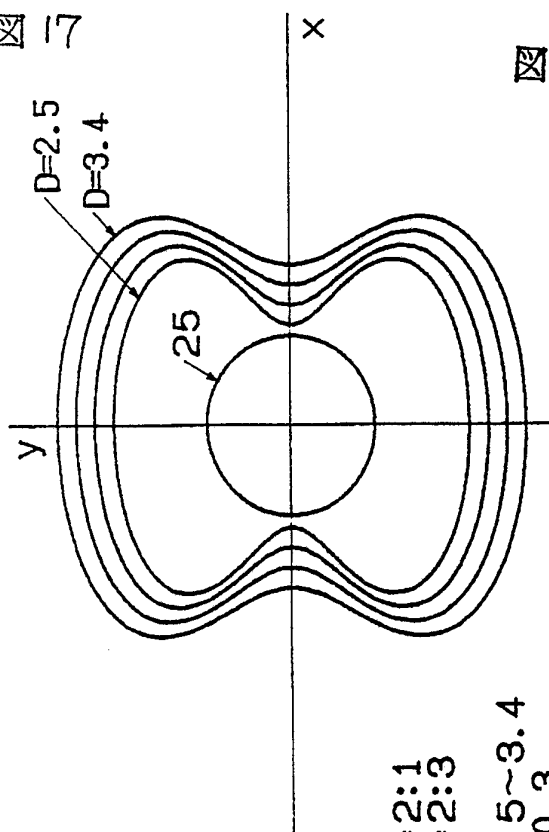
$$\begin{aligned} a:b &= 2:1 \\ b:r &= 2:3 \\ c &= 0.8 \\ d &= 2.8 \sim 5.2 \\ \Delta d &= 0.2 \\ \beta &= 0 \end{aligned}$$

図 16



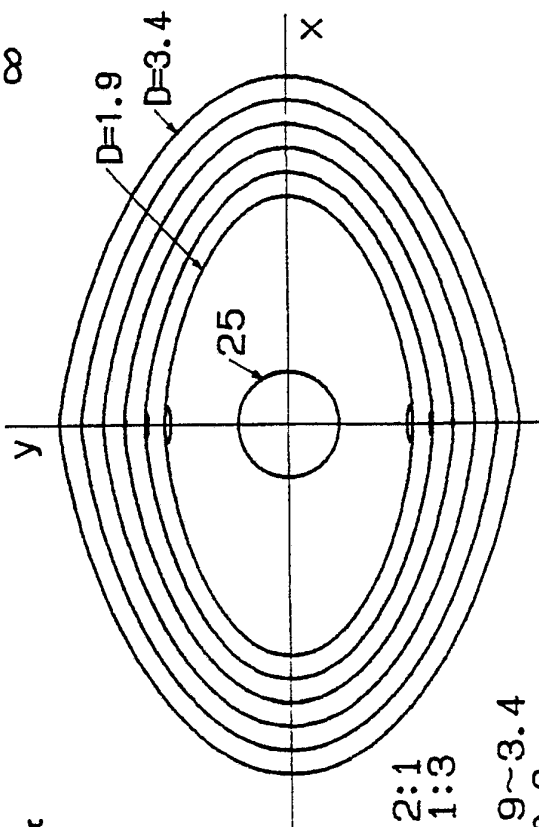
$$\begin{aligned} a:b &= 2:1 \\ b:r &= 2:3 \\ c &= 0.9 \\ d &= 2.4 \sim 4.4 \\ \Delta d &= 0.2 \\ \beta &= 0 \end{aligned}$$

図 17



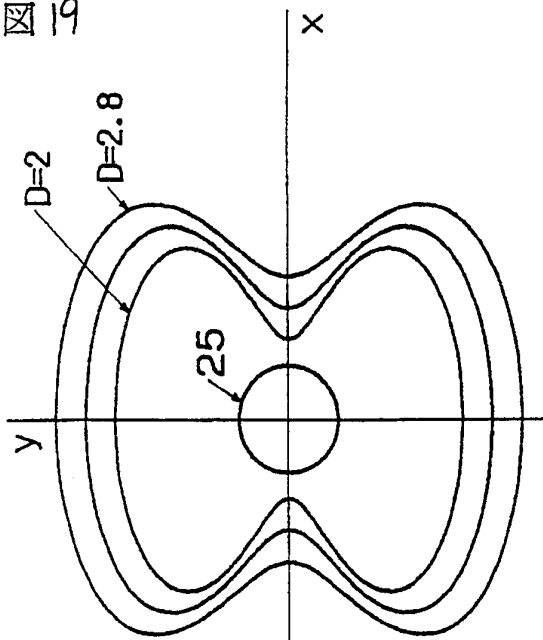
$$\begin{aligned} a:b &= 2:1 \\ b:r &= 2:3 \\ c &= 1 \\ d &= 2.5 \sim 3.4 \\ \Delta d &= 0.3 \\ \beta &= \frac{1}{3}\pi \end{aligned}$$

図 18



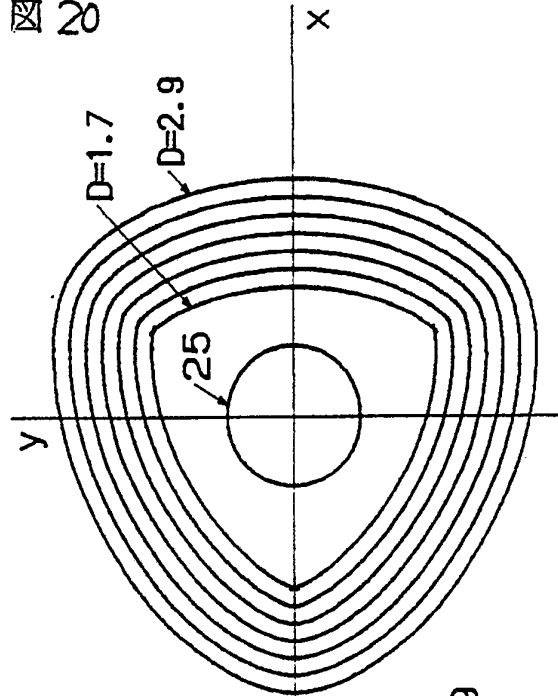
$$\begin{aligned} a:b &= 2:1 \\ b:r &= 1:3 \\ c &= 1 \\ d &= 1.9 \sim 3.4 \\ \Delta d &= 0.3 \\ \beta &= 0 \end{aligned}$$

図 19



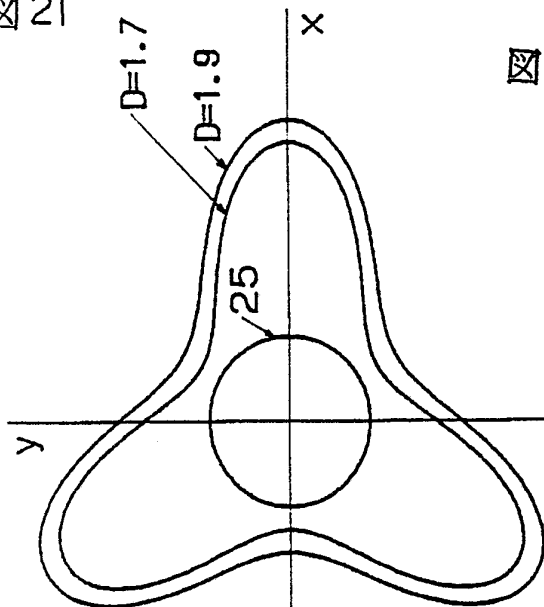
$$\begin{aligned} a:b &= 2:1 \\ b:r &= 1:3 \\ c &= 1 \\ d &= 2 \sim 2.8 \\ \Delta d &= 0.4 \\ \beta &= \frac{1}{3}\pi \end{aligned}$$

図 20



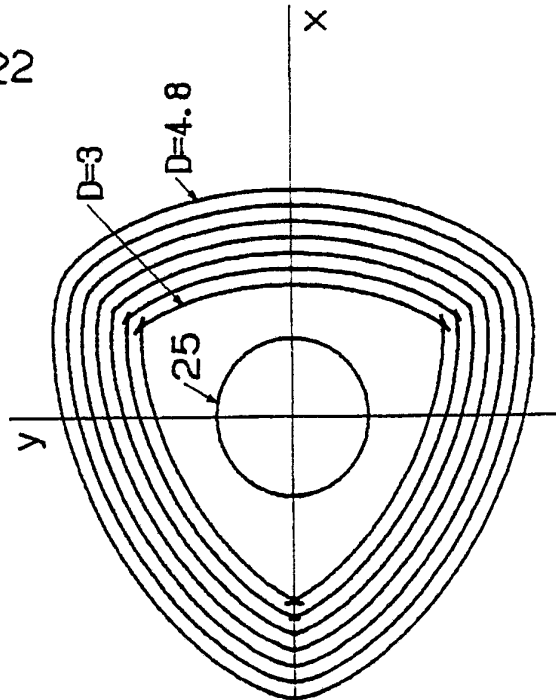
$$\begin{aligned} a:b &= 3:2 \\ b:r &= 1:2 \\ c &= 0.95 \\ d &= 1.7 \sim 2.9 \\ \Delta d &= 0.2 \\ \beta &= \frac{1}{2}\pi \end{aligned}$$

図 21



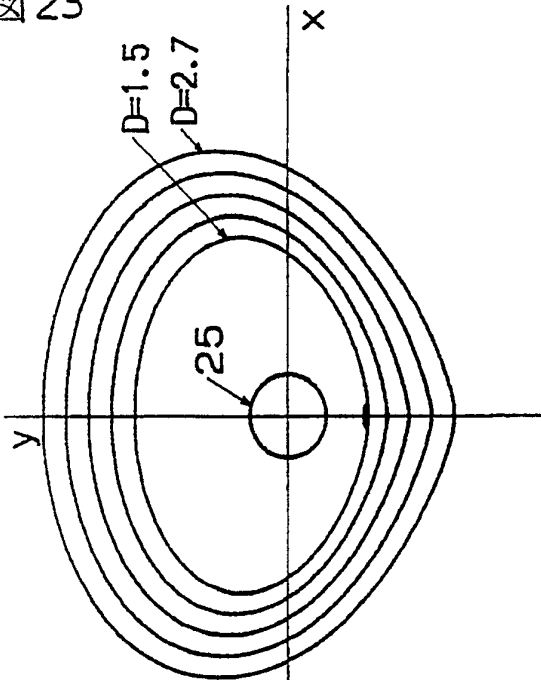
$$\begin{aligned} a:b &= 3:2 \\ b:r &= 1:2 \\ c &= 1 \\ d &= 1.7 \sim 1.9 \\ \Delta d &= 0.2 \\ \beta &= 0 \end{aligned}$$

図 22



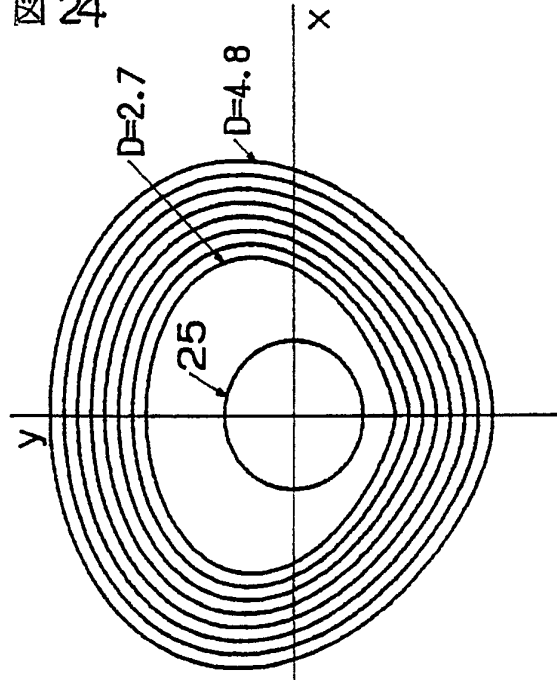
$$\begin{aligned} a:b &= 3:1 \\ b:r &= 1:2 \\ c &= 1 \\ d &= 3 \sim 4.8 \\ \Delta d &= 0.3 \\ \beta &= \frac{1}{2}\pi \end{aligned}$$

図 23



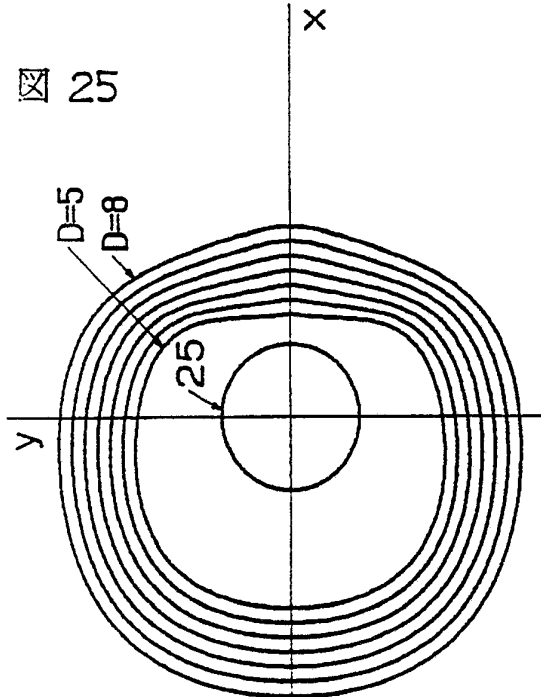
$$\begin{aligned} a:b &= 2:1 \\ b:r &= 1:4 \\ c &= 1 \\ d &= 1.5 \sim 2.7 \\ \Delta d &= 0.3 \\ \beta &= \frac{1}{4}\pi \end{aligned}$$

図 24



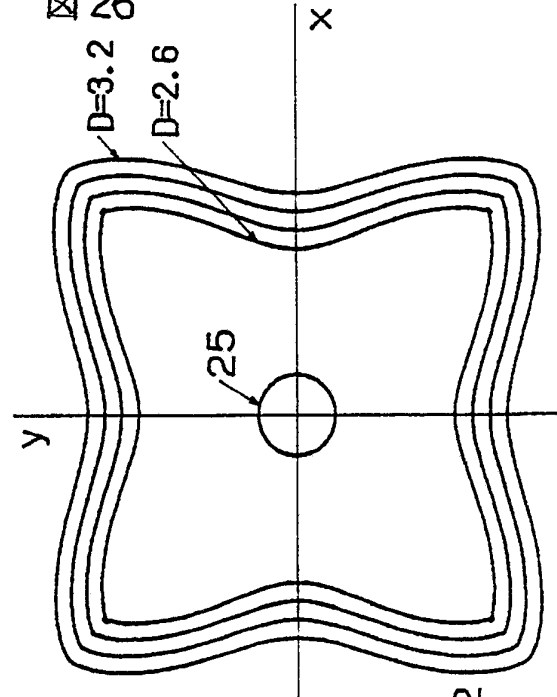
$$\begin{aligned} a:b &= 2:1 \\ b:r &= 3:4 \\ c &= 1 \\ d &= 2.7 \sim 4.8 \\ \Delta d &= 0.3 \\ \beta &= \frac{1}{4}\pi \end{aligned}$$

図 25



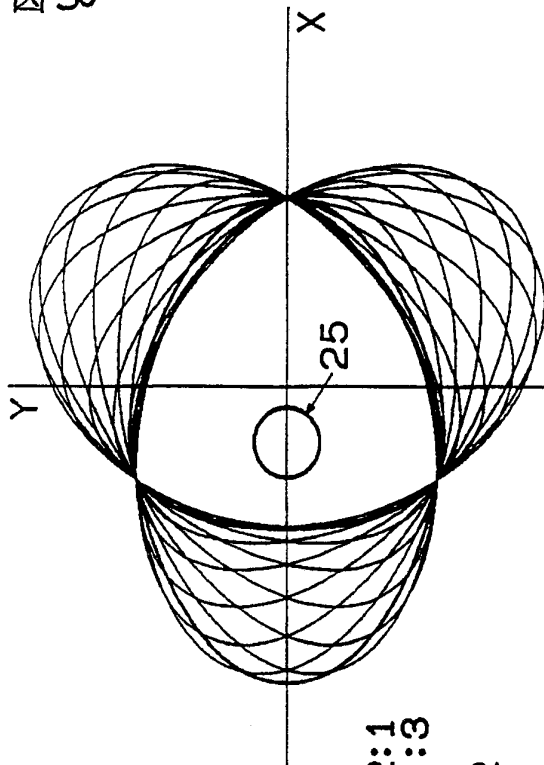
$$\begin{aligned} a:b &= 3:1 \\ b:r &= 5:6 \\ c &= 1 \\ d &= 5 \sim 8 \\ \Delta d &= 0.5 \\ \beta &= \frac{1}{2}\pi \end{aligned}$$

図 26



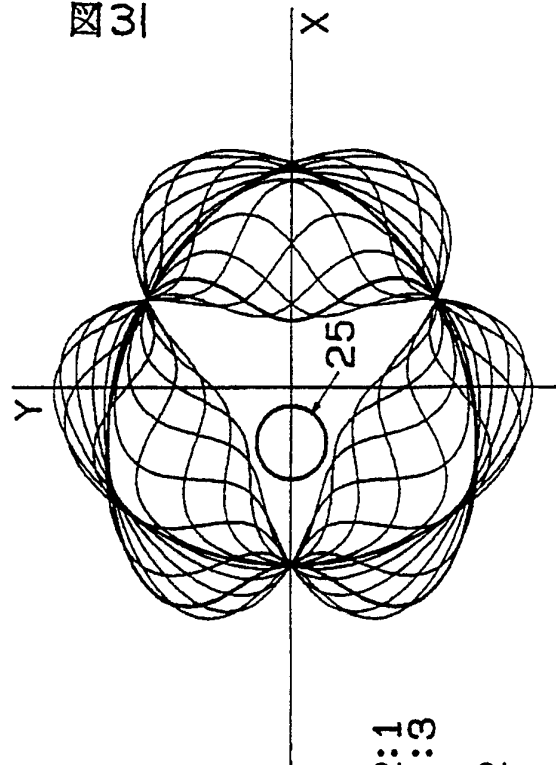
$$\begin{aligned} a:b &= 4:3 \\ b:r &= 1:3 \\ c &= 1 \\ d &= 2.6 \sim 3.2 \\ \Delta d &= 0.2 \\ \beta &= \frac{1}{3}\pi \end{aligned}$$

図 30



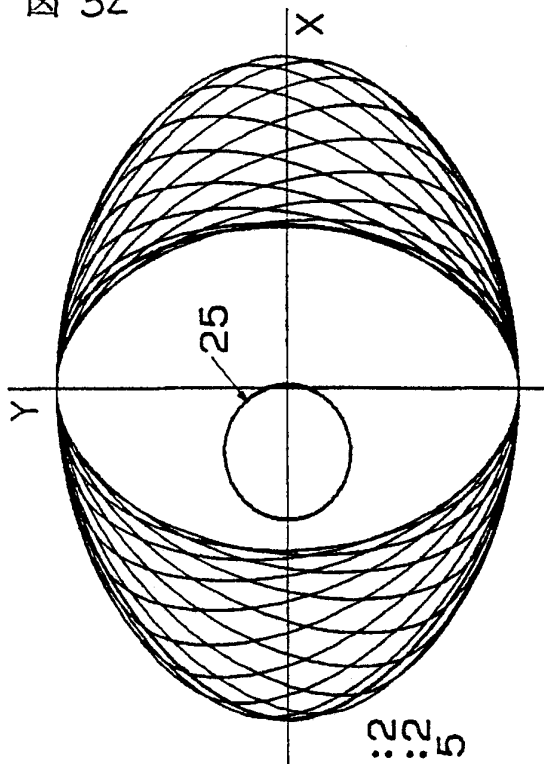
$$\begin{aligned} a:b &= 2:1 \\ b:r &= 1:3 \\ c &= 1.1 \\ d &= 3.2 \\ \theta &= 0 \end{aligned}$$

図 31



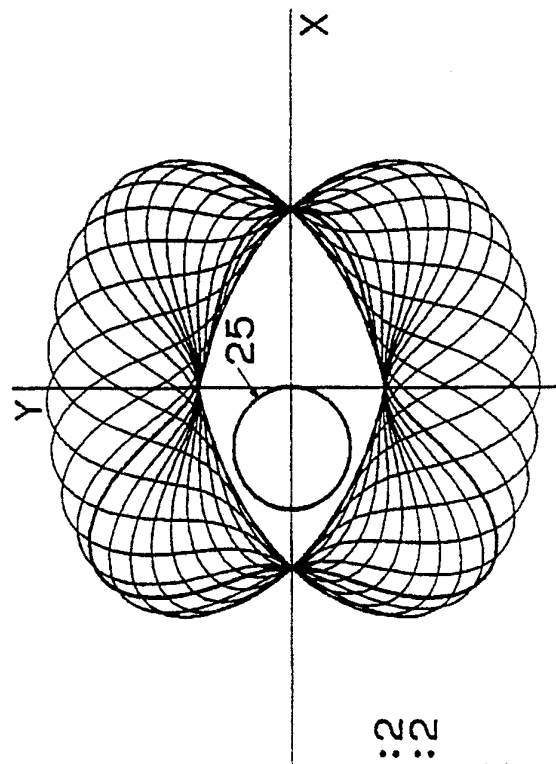
$$\begin{aligned} a:b &= 2:1 \\ b:r &= 1:3 \\ c &= 1 \\ d &= 3.2 \\ \theta &= \frac{1}{3}\pi \end{aligned}$$

図 32



$$\begin{aligned} a:b &= 3:2 \\ b:r &= 1:2 \\ c &= 0.95 \\ d &= 2.9 \\ \theta &= \frac{1}{2}\pi \end{aligned}$$

図 33



$$\begin{aligned} a:b &= 3:2 \\ b:r &= 1:2 \\ c &= 1 \\ d &= 2.2 \\ \theta &= 0 \end{aligned}$$

图 34

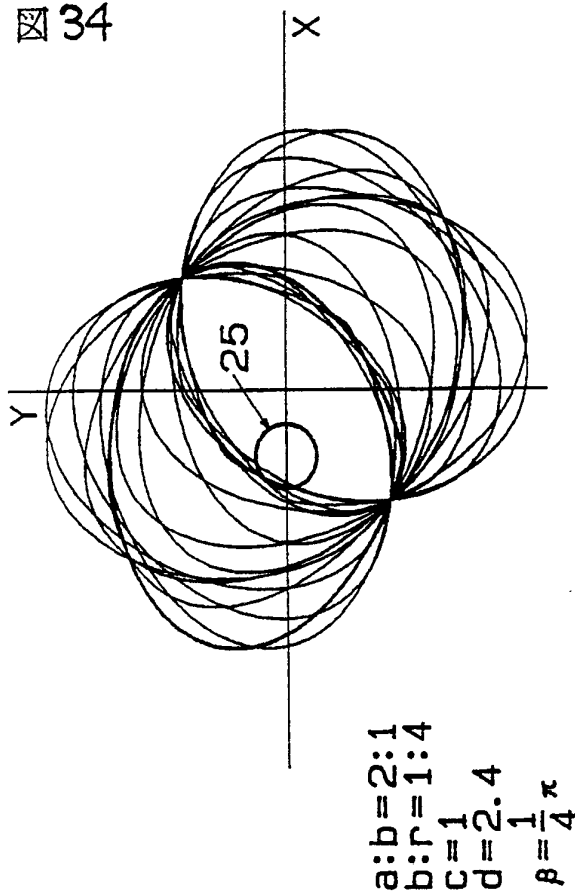


图 35

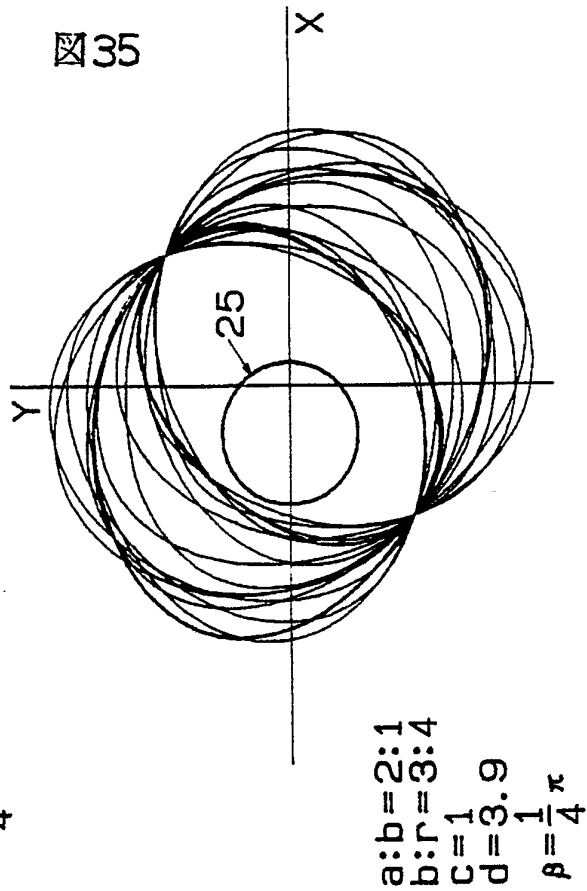


图 36

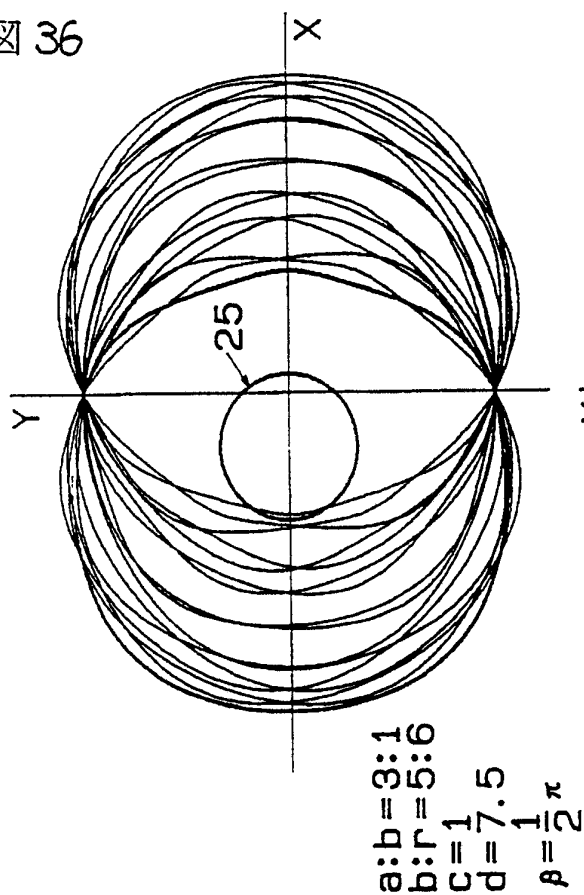


图 37

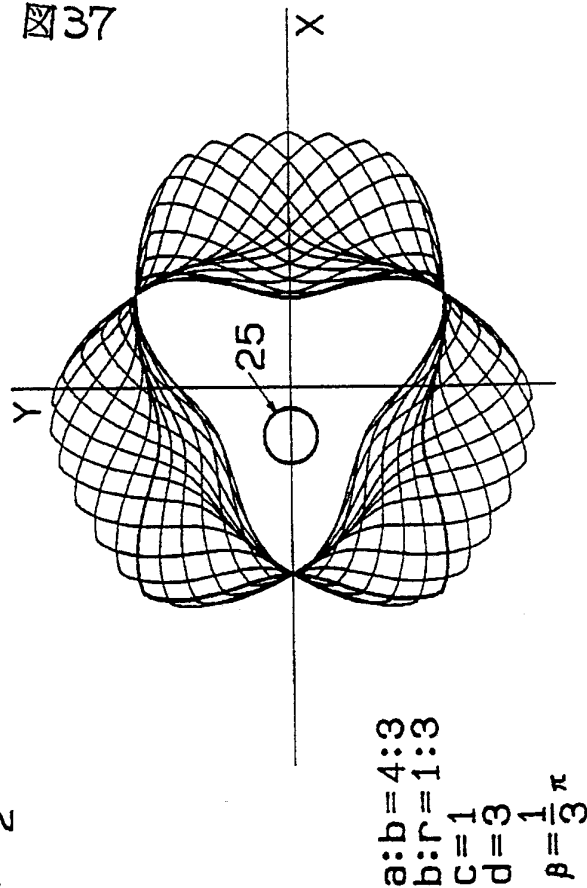
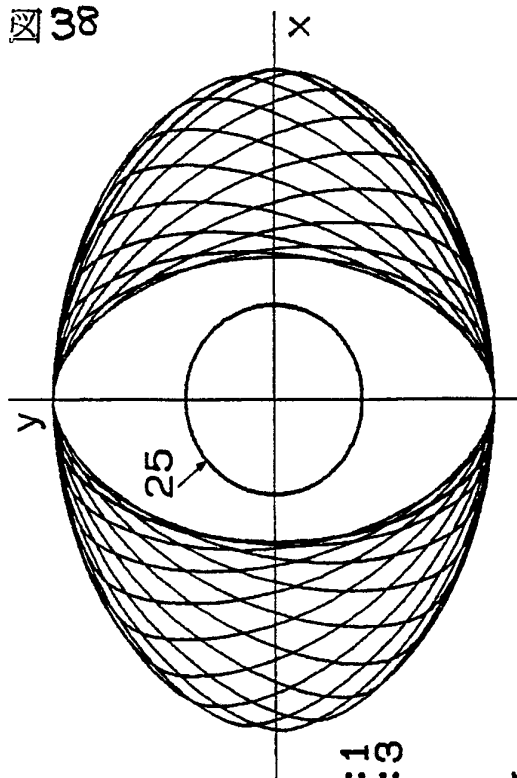
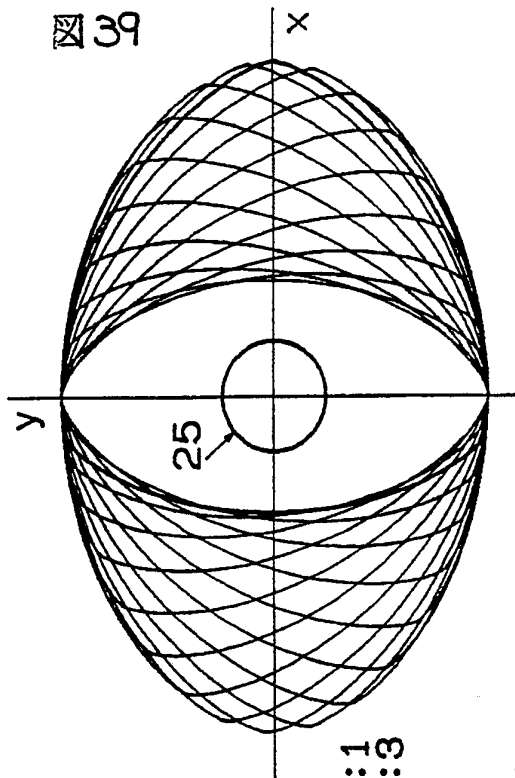


図 38



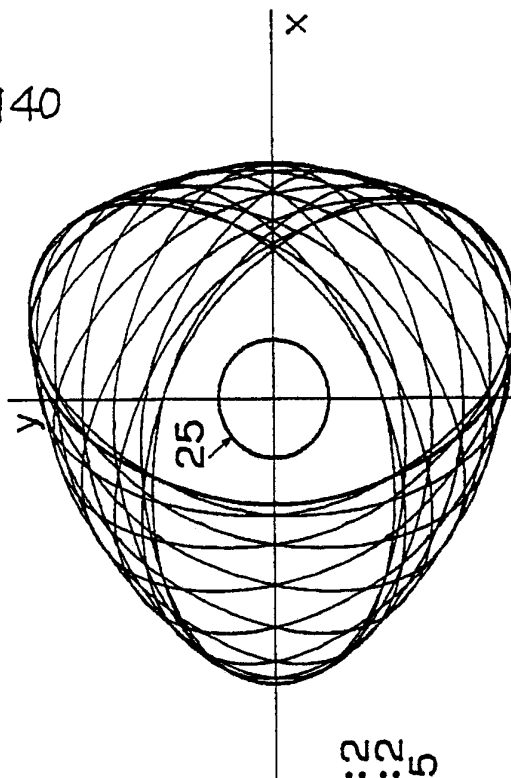
$$\begin{aligned} a:b &= 2:1 \\ b:r &= 2:3 \\ c &= 1 \\ h &= 2.5 \\ \beta C &= \frac{1}{2}\pi \\ \beta e &= 0 \end{aligned}$$

図 39



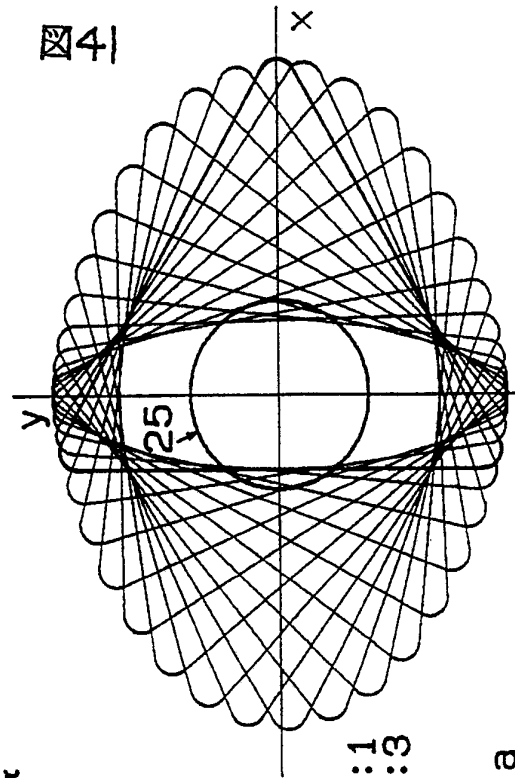
$$\begin{aligned} a:b &= 2:1 \\ b:r &= 1:3 \\ c &= 1 \\ h &= 4.1 \\ \beta C &= \frac{1}{2}\pi \\ \beta e &= 0 \end{aligned}$$

図 40



$$\begin{aligned} a:b &= 3:2 \\ b:r &= 1:2 \\ c &= 1.15 \\ h &= 3.3 \\ \beta C &= 0 \\ \beta e &= \frac{1}{2}\pi \end{aligned}$$

図 41



$$\begin{aligned} a:b &= 2:1 \\ b:r &= 2:3 \\ c &= 0.9 \\ d &= 3.9 \\ t &= 0.2a \\ \beta &= 0 \end{aligned}$$

図 42

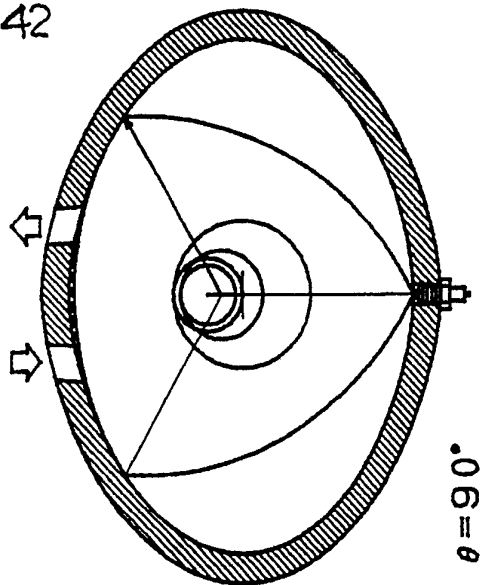


図 43

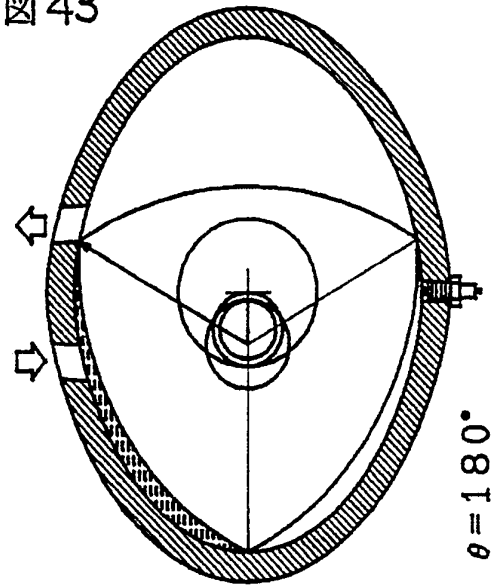


図 44

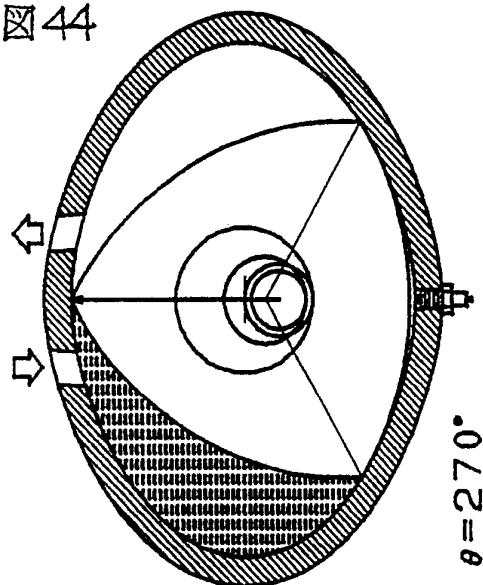


図 45

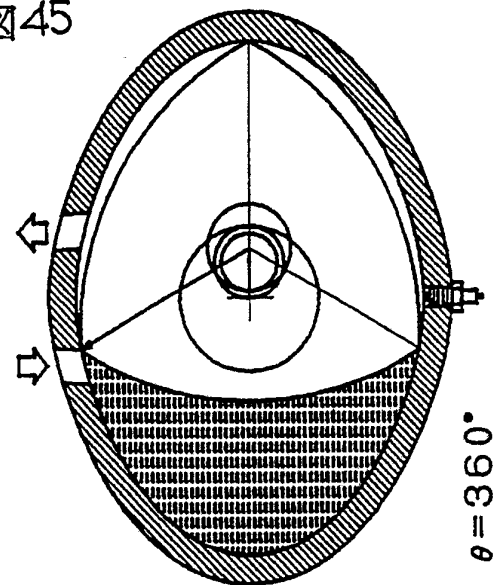


図 46

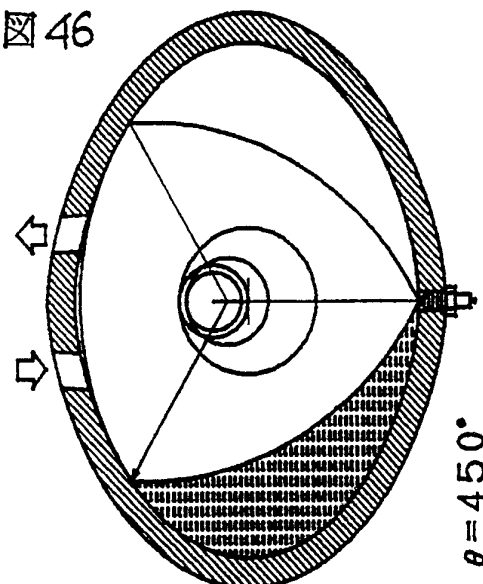


図 47

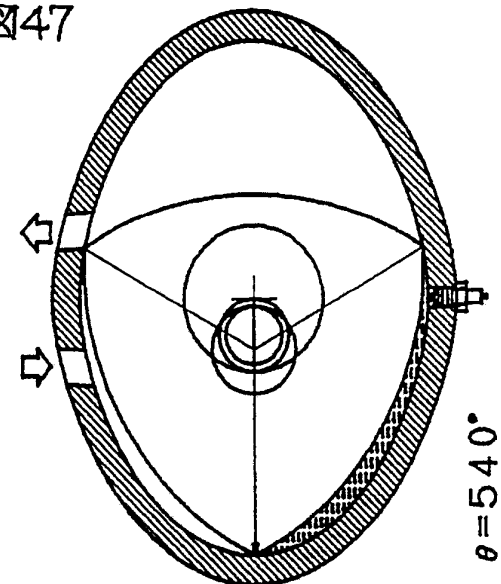


図 48

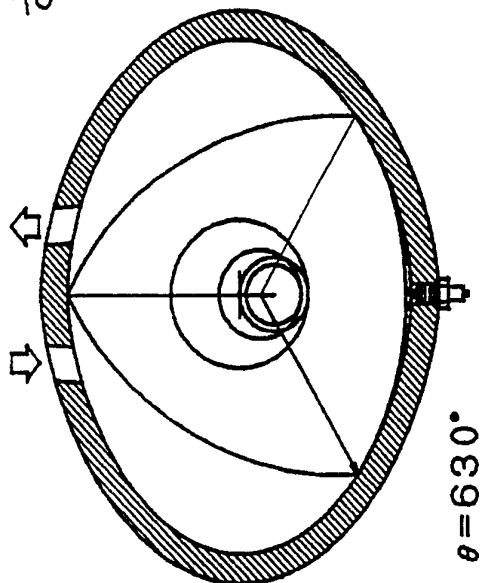


図 49

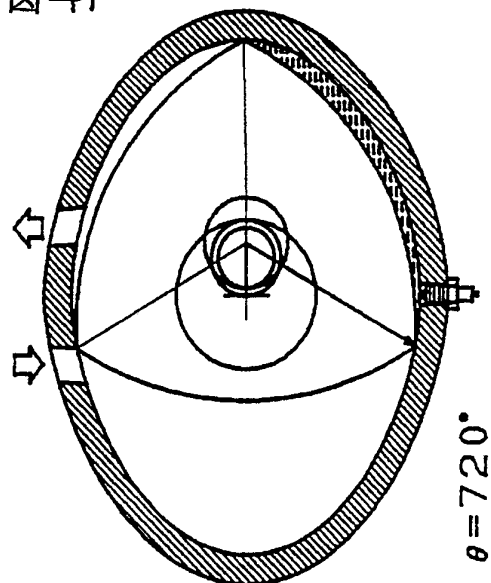


図 50

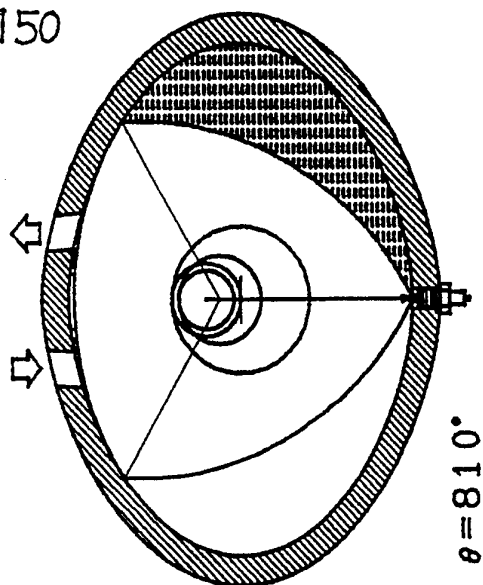


図 51

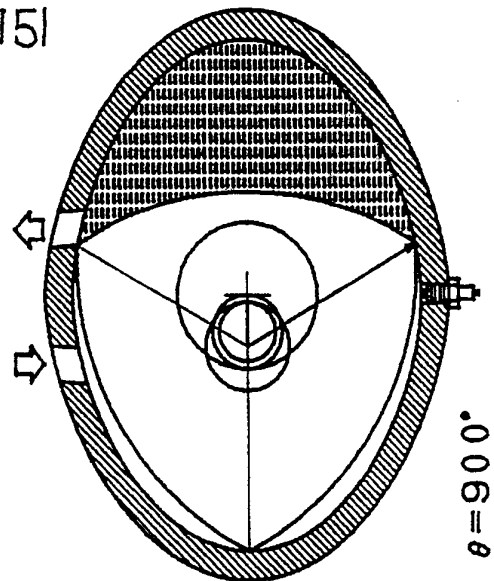


図 52

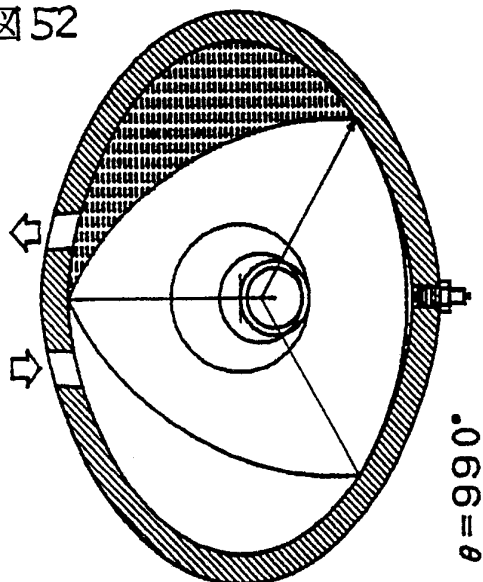


図 53

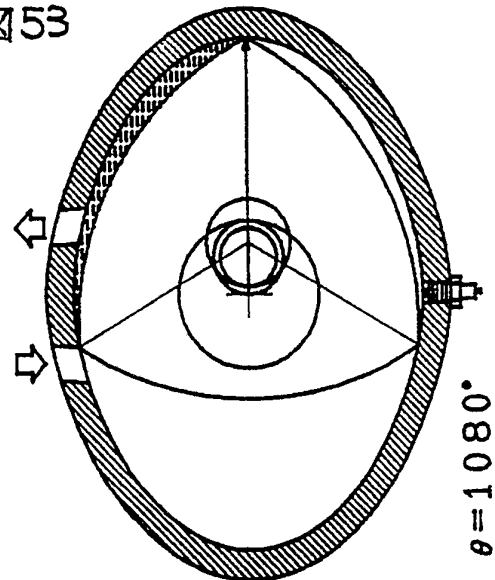


図 54

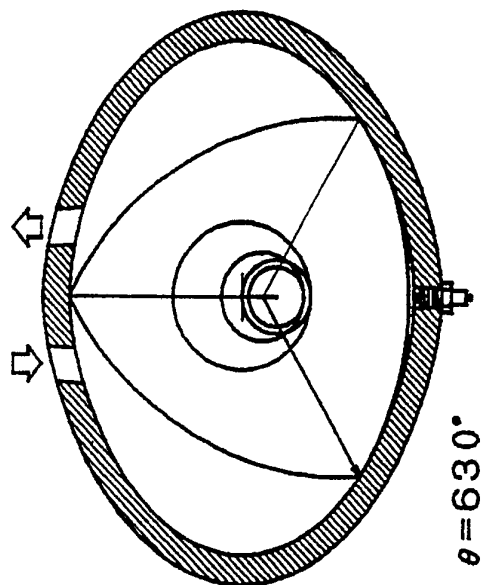


図 55

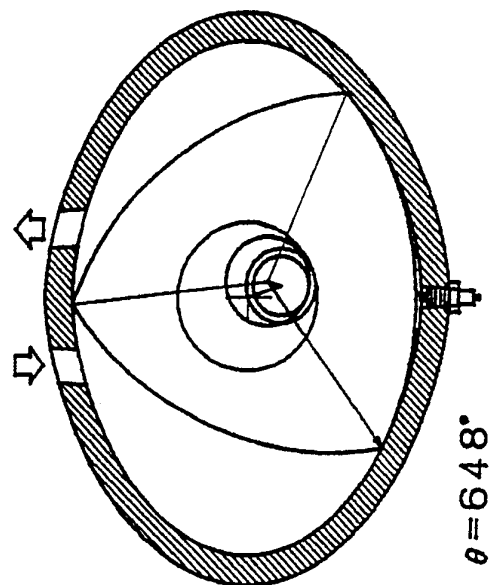


図 56

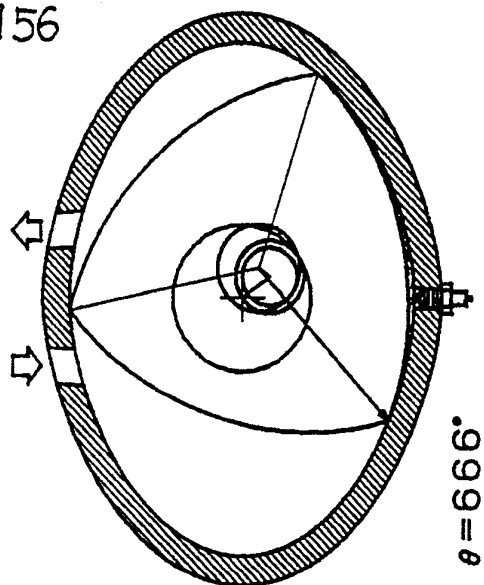


図 57

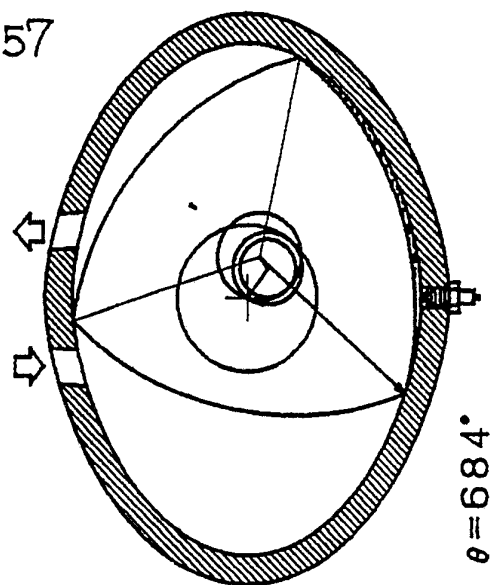


図 58

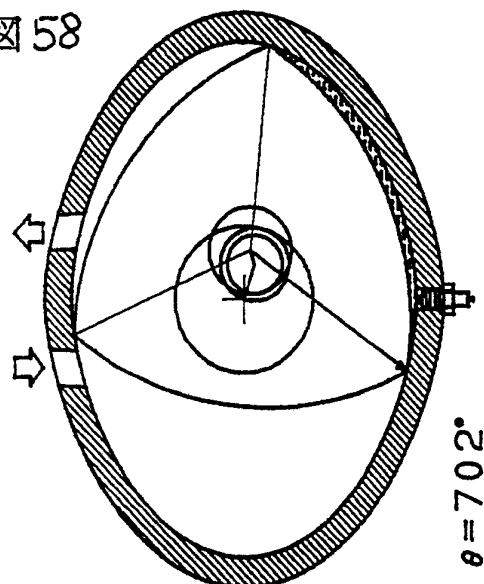


図 59

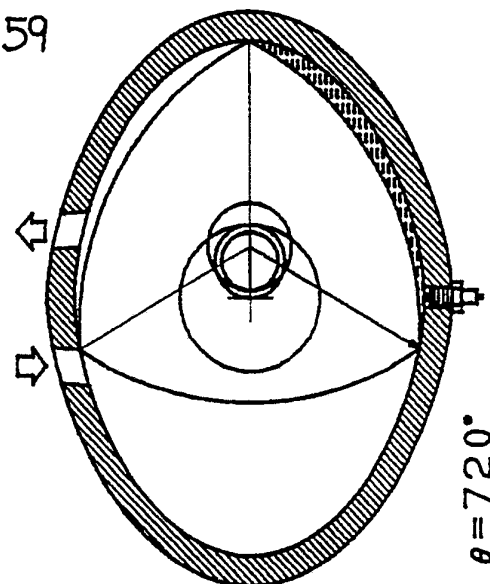


図 60

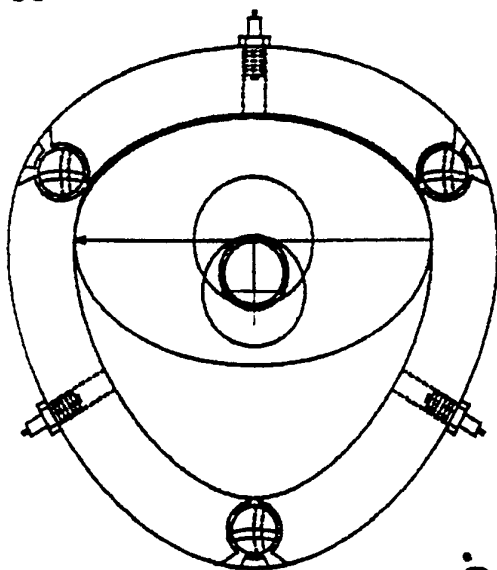


図 61

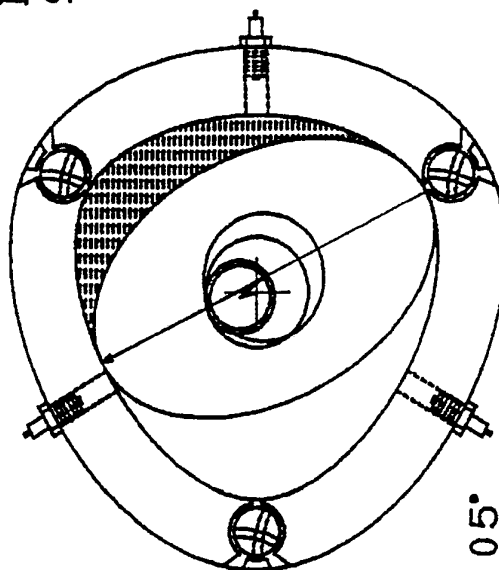


図 62

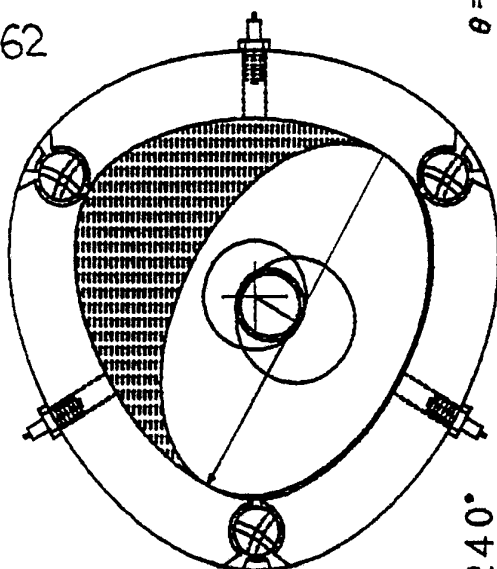


図 63

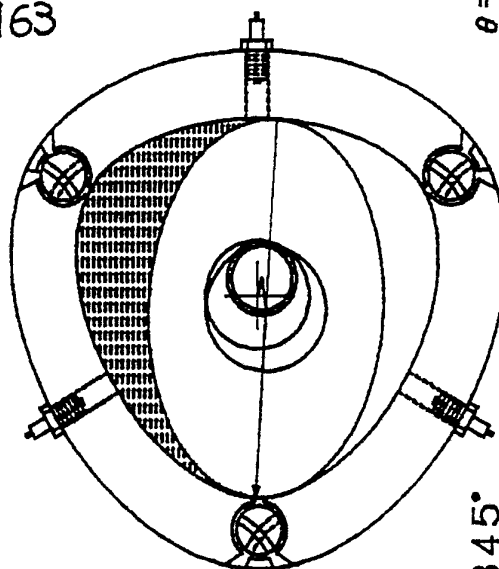


図 64

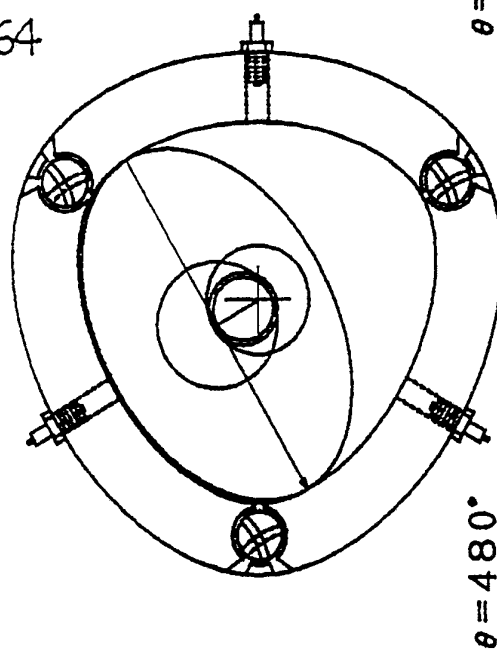


図 65

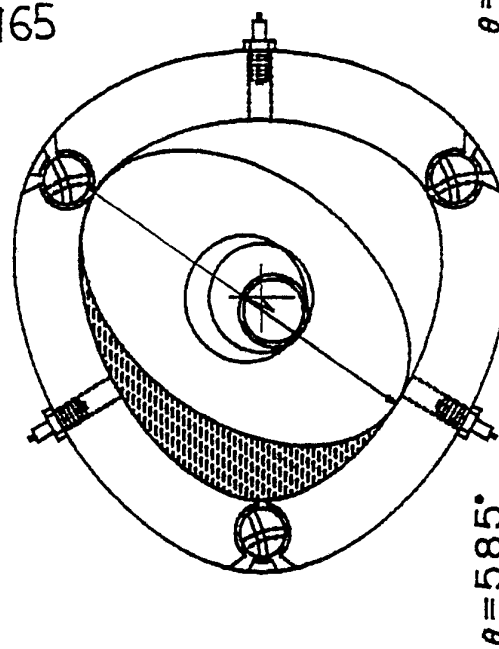


図 66

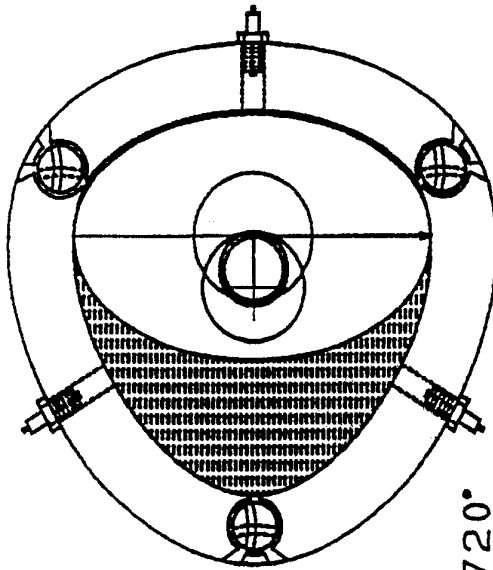
 $\theta = 720^\circ$

図 67

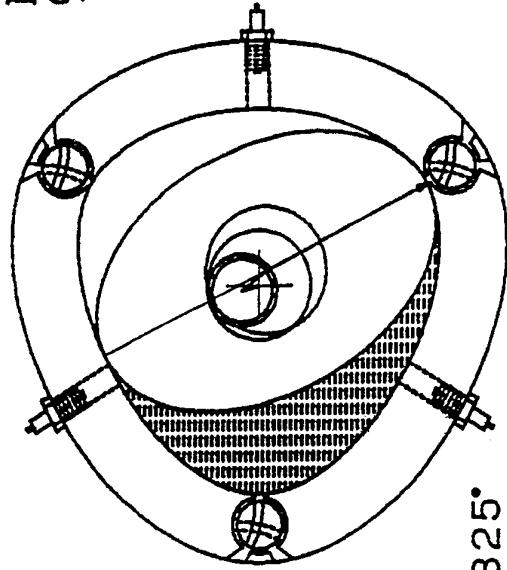
 $\theta = 825^\circ$

図 68

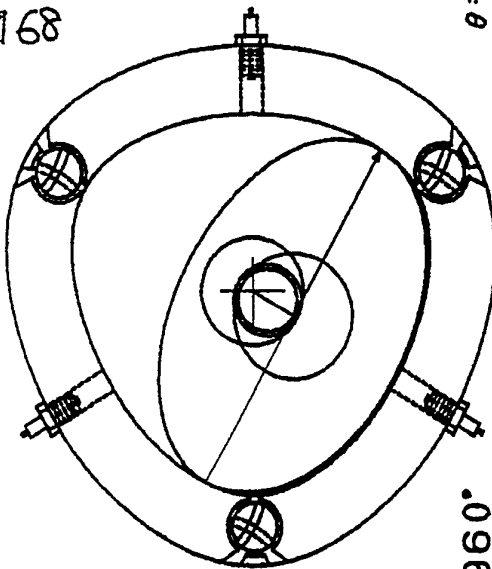
 $\theta = 960^\circ$

図 69

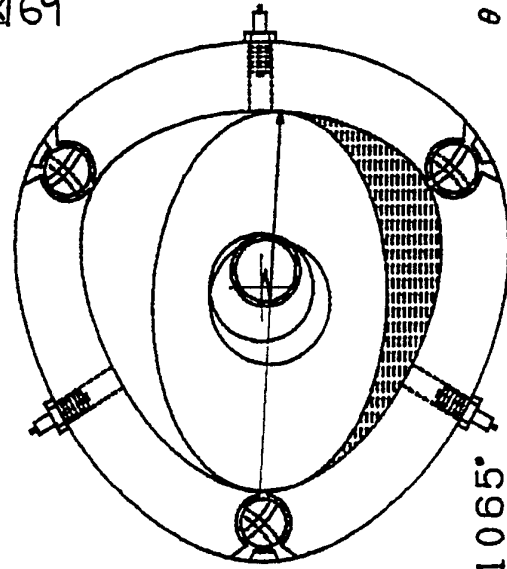
 $\theta = 1065^\circ$

図 70

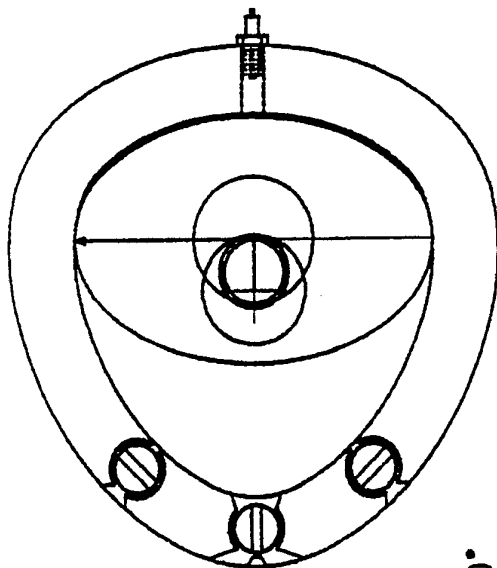
 $\theta = 0^\circ$

図 71

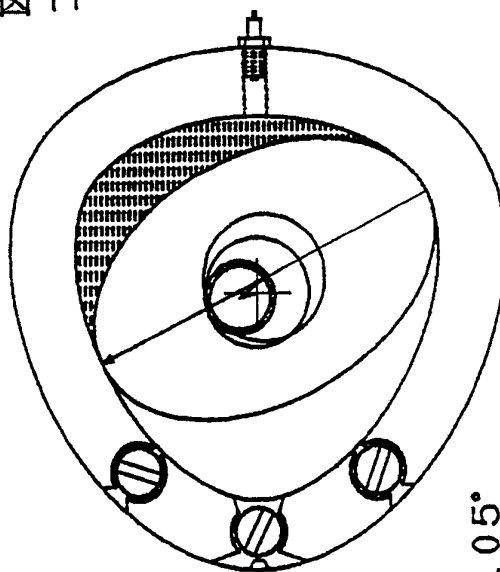
 $\theta = 105^\circ$

図 72

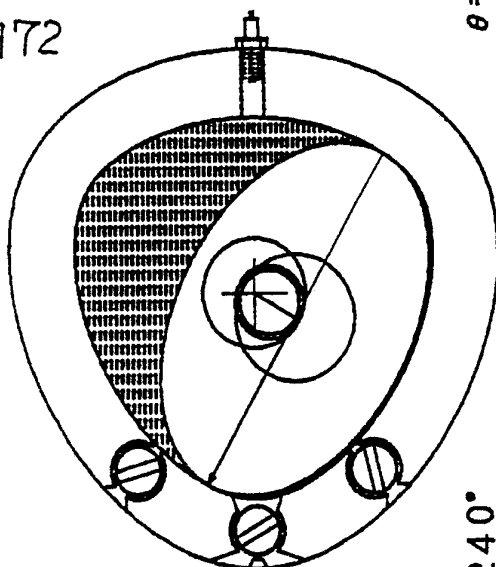
 $\theta = 240^\circ$

図 73

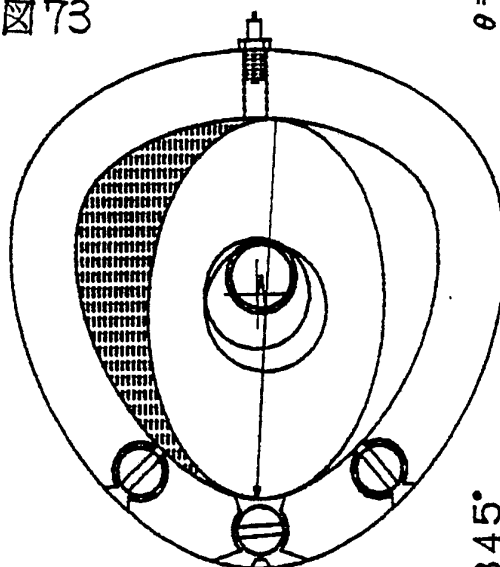
 $\theta = 345^\circ$

図 74

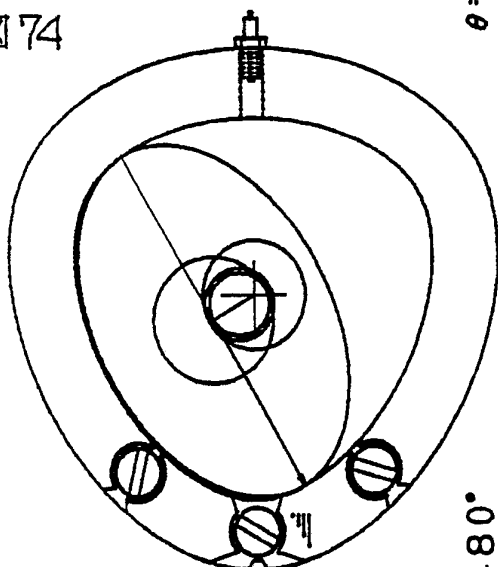
 $\theta = 480^\circ$

図 75

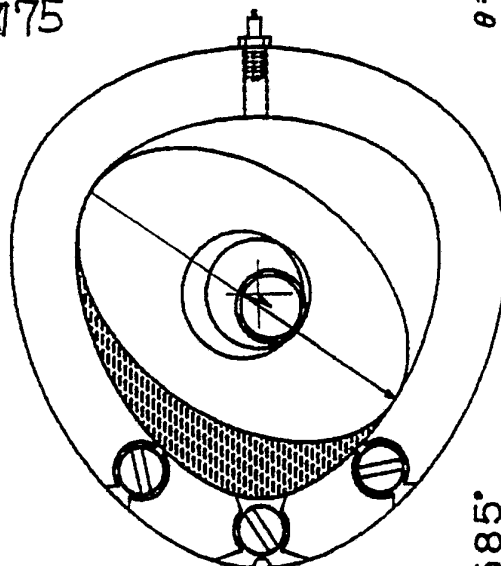
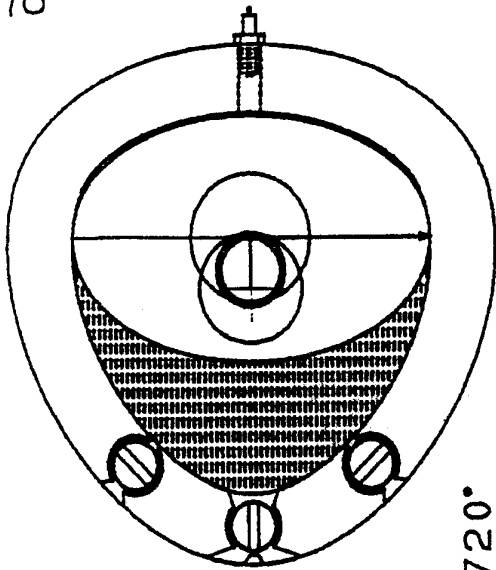
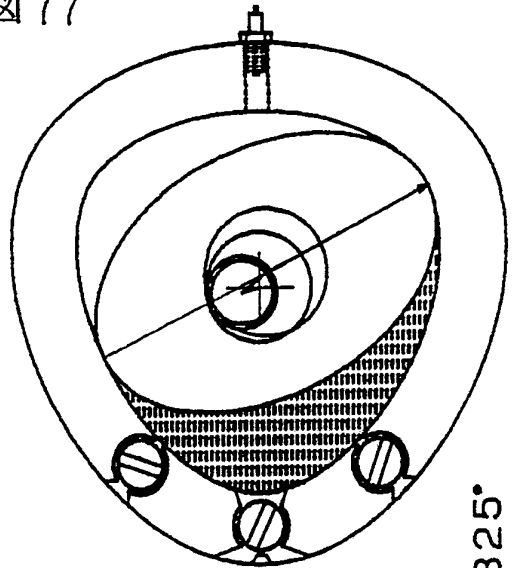
 $\theta = 585^\circ$

図 76



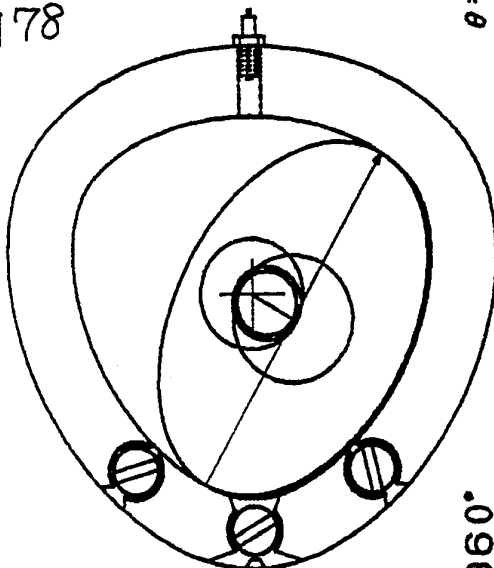
$\theta = 720^\circ$

図 77



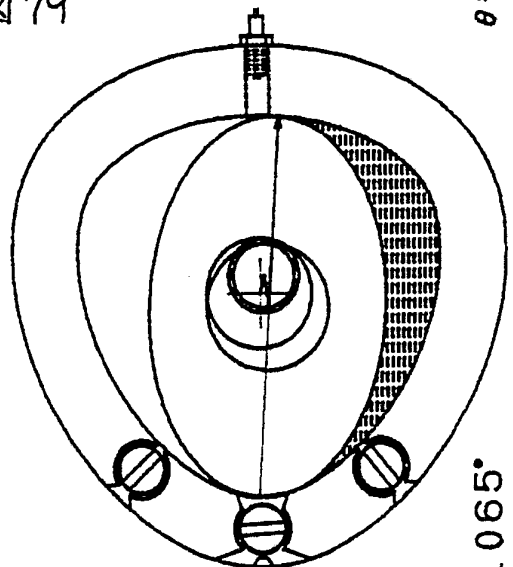
$\theta = 825^\circ$

図 78



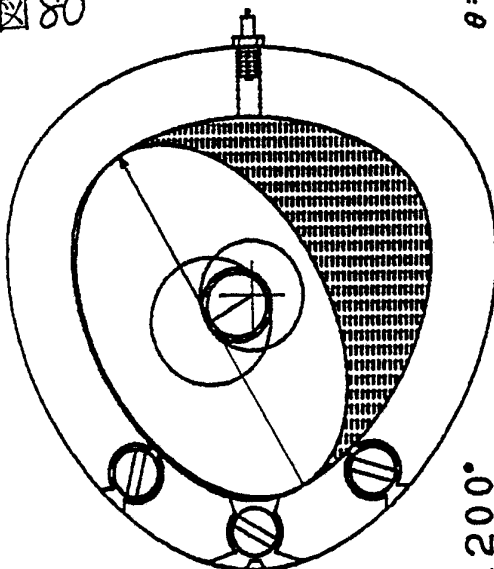
$\theta = 960^\circ$

図 79



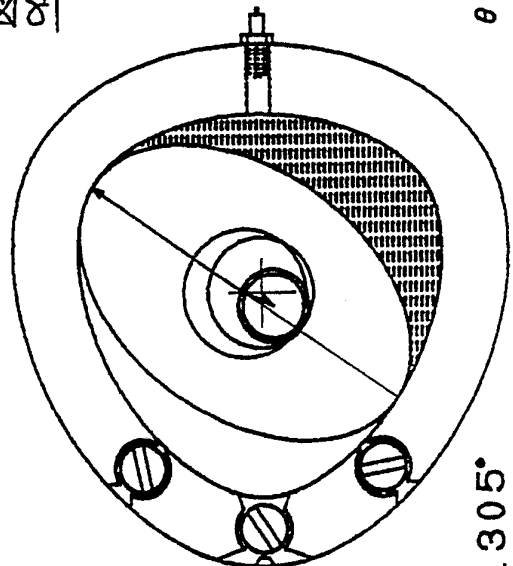
$\theta = 1065^\circ$

図 80



$\theta = 1200^\circ$

図 81



$\theta = 1305^\circ$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP92/00175

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int. Cl. ⁵ F01C1/22, F02B55/14		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
IPC	F01C1/22, F02B55/14	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
Jitsuyo Shinan Koho 1972 - 1982 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1974 - 1992		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	JP, A, 60-39361 (Falton John), March 1, 1985 (01. 03. 85), (Family: none)	1, 2, 3, 4
A	JP, A, 51-104110 (Kimiaki Kusano), September 14, 1976 (14. 09. 76), (Family: none)	1, 2, 3, 4
¹⁰ Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
May 8, 1992 (08. 05. 92)		May 26, 1992 (26. 05. 92)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
Japanese Patent Office		

国際調査報告

国際出願番号PCT/JP 92/00175

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. ⁵ F 01 C 1 / 22. F 02 B 55 / 14		
II. 国際調査を行った分野		
調査を行った最小限資料		
分類体系	分類記号	
IPC	F 01 C 1 / 22. F 02 B 55 / 14	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国実用新案公報 1972-1982年 日本国公開実用新案公報 1974-1992年		
III. 関連する技術に関する文献		
引用文献の カテゴリー ※	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
A	JP. A. 60-39361 (ジョン・フェルトン), 1. 3月. 1985 (01. 03. 85) (ファミリー内)	1. 2. 3. 4
A	JP. A. 51-104110 (卓野 公明), 14. 9月. 1976 (14. 09. 76) (ファミリー内)	1. 2. 3. 4
※ 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリーの文献		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日 08. 05. 92	国際調査報告の発送日 26.05.92	
国際調査機関 日本国特許庁 (ISA/JP)	権限のある職員 特許庁審査官 遠 藤 謙 一 ®	3 G 8 5 1 4