

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4934589号  
(P4934589)

(45) 発行日 平成24年5月16日(2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年2月24日(2012.2.24)

(51) Int.Cl.	F I	
<b>FO2B 75/22 (2006.01)</b>	FO2B 75/22	J
<b>FO2B 75/18 (2006.01)</b>	FO2B 75/18	J
<b>FO2F 1/00 (2006.01)</b>	FO2B 75/18	K
<b>FO2F 1/18 (2006.01)</b>	FO2B 75/18	H
<b>FO2F 1/22 (2006.01)</b>	FO2F 1/00	M

請求項の数 15 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-526585 (P2007-526585)  
 (86) (22) 出願日 平成17年5月31日(2005.5.31)  
 (65) 公表番号 特表2008-501890 (P2008-501890A)  
 (43) 公表日 平成20年1月24日(2008.1.24)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2005/001517  
 (87) 国際公開番号 W02005/121527  
 (87) 国際公開日 平成17年12月22日(2005.12.22)  
 審査請求日 平成20年5月21日(2008.5.21)  
 (31) 優先権主張番号 BZ2004A000025  
 (32) 優先日 平成16年6月10日(2004.6.10)  
 (33) 優先権主張国 イタリア(IT)

(73) 特許権者 506400845  
 タウト エス. アール. エル. ゲー. エム. ベー. ハー.  
 イタリア国 アイ-39042 ブレッサノーネ, ホフガッセ 4, ヴィア ヴェスコヴァド  
 (74) 代理人 100091683  
 弁理士 ▲吉▼川 俊雄  
 (72) 発明者 コロンバイ, ウォルター  
 イタリア国 アイ-39042 ブレッサノーネ, ホフガッセ 4, ヴィア ヴェスコヴァド

審査官 石黒 雄一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レシプロ/ロータリーピストンエンジン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも3個の往復ピストン、およびロータリーピストンを有するエンジンであって、

ハウジングを備え、前記ハウジング内に、

前記往復ピストンと同じ数の曲面を有する回転対称な形状のロータリーピストンと、前記ロータリーピストンの周囲に放射状に配置され、前記ロータリーピストンに向かって同時に作動する往復ピストンとを備え、

前記ロータリーピストンは、該エンジンの軸に相当する主軸と一致するロータリーピストン自身の中央軸を中心に回転するものであり、

前記往復ピストンは、長方形の断面を有すると共に、ヘッドに、前記ロータリーピストンの各曲面に対応する曲面を有するものであり、

前記ハウジング内には、前記ロータリーピストンと前記往復ピストンとによって、前記往復ピストンと同じ数の容積可変キャピティが形成されており、この中で、

2ストロークまたは4ストローク・エンジンの作動サイクルが次々と実行され、このとき、

前記ロータリーピストンは、点火によって前記ロータリーピストンの曲面に圧力が加えられて、前記中央軸を中心に回転するように作動され、

前記往復ピストンは、ピストンロッド クランクシャフト・システムにより作動すると共に、この作動は歯車によってロータリーピストンの回転と同期されており、

前記ロータリーピストンの作動と前記往復ピストンの作動とが加算されて、点火からすぐに利用可能な回転モーメントが生成されることを特徴とするレシプロ/ロータリーピストンエンジン。

【請求項2】

ロータリーピストンと往復ピストンの互いに対応する曲面のプロファイルが以下の方程式で明確に決定されていることを特徴とする、請求項1に記載のエンジン。

$x, y$  = クランクの回転中心（クランク・シャフトの回転軸（16））を原点とする座標系。

$r$  = クランク長さ（16の回転軸と該当するクランク間の半径）

$d$  = コネクティング・ロッド（15）の長さ

= 基準軸に対するクランク角（ラジアンで表記）

= ロータ（3）を表す円

10

$X, Y$  = 円 すなわちロータを中心とした座標系

$R$  = 円の半径

= ロータ側面の数 = クランク・ギヤの数 = 円の分割数

$i$  = ピストンの曲面の弧の中心点を通る、ピストンの入射直線

$P_1$  = 円 における直線「 $i$ 」の入射点

$P_3$  = 該当ピストンの円 における第1の弧の終点

=  $P_1$ の地点において、この点を通る円の正接に対するピストンの入射角

20

$L$  = 角度が  $2\pi/N$  で、 $P_2$  と  $P_3$  との間における、ピストンの曲面の弧

$C$  =  $P_2$  と  $P_3$  との間で引かれる弓の弦「 $L$ 」、この弦は、 $P_1$  を通る円の正接に平行である

$S$  = ピストン幅 = ピストン・プロファイルの算出範囲 = 入射直線「 $i$ 」に平行な直線で、点  $P_2$  と  $P_3$  を通る2つの直線間の距離

$s$  = 位相のずれ角度：円の座標系  $X, Y$  の  $X$  軸に対するピストンの入射角

$m$  = ロータの中心から点  $P_1$  を通る直線

= 直線「 $m$ 」と直線「 $i$ 」が交わる角度。 $P_1$  を通る円の正接に直交する最初の角である。この角度は、常に  $\pi/2$  である。

$X', Y'$  = 座標系  $X, Y$  に中心を置くもうひとつの座標系だが、座標系  $X, Y$  に対して角度「 $s$ 」のずれがある。

30

往復ピストンの前記曲面のプロファイルは、次のような変数式で示される。

$$\begin{cases} x = R \{ \sin\{\varphi/N + \beta\} - \sin\beta \} \\ y = R \{ \cos\beta - \cos\{\beta/N + \beta\} \} + d - r + r \cos\varphi - \sqrt{d^2 - r^2 \sin^2\varphi} \end{cases}$$

【請求項3】

ハウジング（2）の中には、4つの空間（6、7、8、9）が形成されており、その際、各空間の主軸は隣接する空間に対して垂直に配置され、お互いに向かい合う空間は、互いが平行にずれた軸を有する。空間内部（6、7、8、9）をそれぞれ、ひとつのピストン（11、12、13、14）が通り、その際、各ピストンは、コネクティング・ロッド（15）に連結され、コネクティング・ロッドは、ひとつのクランク・シャフト（16）にそれぞれ連結されている。クランク・シャフト（16）は、ベアリング（17および18）に空間（6、7、8および9）の外側でハウジング（2）のリングに回転可能なように配置されていることを特徴とする、請求項1および2に記載のエンジン。

40

【請求項4】

ハウジング（2）が、グリースを塗布され、オイルパンとしても働くカバー（21、22）によってそれぞれ外側を閉じられていることを特徴とする、請求項3に記載のエンジン。

50

## 【請求項 5】

各空間（6、7、8、9）が、横側でロータ（3）の回転軸に対して垂直に、2つのクラウン・ギヤ（23、24）によってそれぞれ閉じられ、2つのクラウン・ギヤ（23、24）の間にはクラウン・ギヤに固定されているロータリーピストン（25）が配置されており、その際、各クラウン・ギヤ（23、24）とギヤ（26および27）とはそれぞれかみ合っており、これらのギヤ（26、27）はクランク・シャフト（16）に取り付けられ、動力取出口（28）が取り付けられていることを特徴とする、請求項1および2に記載のエンジン。

## 【請求項 6】

各往復ピストン（11、12、13、14）は、前記曲面（29）を有し、前記曲面（29）はロータリーピストンの前記曲面（30）とともにチャンバ（31）を形成していることを特徴とする、請求項1および2に記載のエンジン。

10

## 【請求項 7】

ロータリーピストン（25）は、インジェクション・ノズル（35）と接続するための空洞部（34）を内部に有していることを特徴とする、請求項1および2に記載のエンジン。

## 【請求項 8】

空洞部（34）は、片側がダクト（44）によって吸気（37）と接続され、開口部（26）を介してチャンバ（31）と接続されており、各開口部（26）は、バルブ・ボディ（47）によって開・閉することができ、ダクト（51）を介して出口と接続するためのエグゾースト（50）が準備され、エグゾースト（50）は、燃焼の後に適時に開くシフトバルブ（53）を使って開・閉することができることを特徴とする請求項7に記載のエンジン。

20

## 【請求項 9】

バルブ・ボディ（47）には、軸方向の先端にピン（48）がそれぞれ取り付けられ、このピンは、リング・ガイド（49）内でクラウン・ギヤ（23、24）を横断しており、リング・ガイドはクラウン・ギヤ（23）の側でスリーブ（36）の底に、クラウン・ギヤ（24）の側でもうひとつのスリーブの底に引き出されていることを特徴とする、請求項8に記載のエンジン。

## 【請求項 10】

隣接する2つの空間の間にあるそれぞれの境界部分では、各往復ピストン（11、12、13、14）の曲面とロータリーピストンの曲面との間に形成されるチャンバ内に、点火プラグおよび、インジェクション・ノズル（35）と交代で直噴式インジェクション・システム用のインジェクション・ノズル（32、33）が取り付け可能であることを特徴とする、請求項1から9のいずれか1項に記載のエンジン。

30

## 【請求項 11】

ハウジング（2）は、空間（6、7、8、9）の外部にリブ（38）を有し、固定されている空間の先端と先端との間にウォータ・クーリング用のチャンバ（39）を有していることを特徴とする、請求項1から10のいずれか1項に記載のエンジン。

## 【請求項 12】

各クラウン・ギヤには、複数の通路（58）と窪み（59）がクラウン・ギヤの放射状ストリップに沿って、往復ピストンにグリースを供給できるように準備されていることを特徴とする、請求項1から11のいずれか1項に記載のエンジン。

40

## 【請求項 13】

クラウン・ギヤ（23、24）外部のメイン・ハウジング側に隣接する位置にボディ（62）が配置され、その中に、周知の種類の交流ジェネレータが取り付けられ、このジェネレータはクラウン・ギヤ（24）のギヤとかみ合っていることを特徴とする、請求項1から12のいずれか1項に記載のエンジン。

## 【請求項 14】

クラウン・ギヤ（23、24）外部のメイン・ハウジング側に隣接する位置にオイル・

50

ポンプ用のハウジング(63)が配置され、その中に、周知の種類オイル・ポンプが取り付けられ、このオイル・ポンプはクラウン・ギヤ(23)のギヤとかみ合っていることを特徴とする、請求項1から13のいずれか1項に記載のエンジン。

【請求項15】

隣接する往復ピストンの側壁(104)間に、点火プラグ(102)が取り付けられており、すなわち、4ピストン・システムの場合、4つの点火プラグ(102)が必要であり、その際、側壁(104)には、2ストローク・エンジンのように、それぞれ、吸気スロット(101)または排気スロット(103)が向かい合いながら周知の種類と方法によってロータリーピストン(105)の回転方向に準備されていることを特徴とする、請求項1～6に記載のエンジン。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロータリーピストン技術と往復ピストン技術とを、理想的かつ新方式で組み合わせたエンジンに関するものである。

【0002】

周知の内燃エンジンに対して、本発明では下記の事柄が可能となる。

- より高い効率
- エネルギー損失の縮小
- 同出力における、燃費の軽減
- 従来燃料を使用した場合における、汚染の軽減
- 同排気量、同種燃料における、より高い性能の達成
- 燃料として水素を用いる場合の、適切な燃料室の実現
- より大きなトルク
- 性能が同じ場合、スペースをとらない小型クランクケースの実現
- エンジンメカニクスの簡略化による、製造コストの軽減
- エンジン構成部品数の軽減
- 各エンジンコンポーネントの複雑性の軽減
- 流れに沿った、規則的な動作モードの達成
- エンジン構成部品冷却の簡略化
- 動作中の部品の潤滑に効果的なレイアウト
- グリース消費量の軽減
- 全システムの磨耗を最小に軽減

20

以上の利点は、詳細の中で説明され、根拠づけられている。

【0003】

本発明を理解しやすくするために、ロータリーピストンエンジンおよび4位相レシプロエンジンの概念および定義を説明し、これを用いることとする。

【0004】

定義

レシプロエンジン：

- 周知の往復ピストン内燃機関においては、ピストンが円筒形の外観をもち、その上側で燃焼室の可動する側が固定されている。ピストンは、円筒形(シリンダ)の容積内で上下運動する。

40

【0005】

- 本使用法では、上下運動する往復ピストンの断面が、正方形ではないものの、長方形をしており、ヘッド側は波形に形成され、これが燃焼室の可動およびアクティブな面となっている。ピストン上側の側面の形状は、正確な幾何学的比率および運動学的比率に照らして数学的に計算される。このような「角柱の」ピストンは、従来のピストンと同様に、同じく角柱の容積内で上下運動する。ロータリーピストンエンジンにおいては、ピストン(ロータとも呼ぶ)が三角形の辺のように2つの面が互いに別方向を向いたボディからな

50

り、この三角形の辺、すなわちそれによって生じる辺は、表面がわずかに隆起している。このボディ（回転ピストンまたはロータリーピストン）は、エキセントリックシャフトに接続されており、ロータリーピストンが回転することによって、このエキセントリックシャフトが自動的に動くようになっている。

【0006】

- 新たな使用方法の中で説明されているロータリーピストンは、ひとつの円で表すことができ、4、6、8、・・・、 $N$  ( $N$ =偶数)の面をもつ。これらの面に該当する側面は、波形に変化しており、そのプロファイルは、往復ピストンのヘッド面のプロファイルに応じて決定され得る。回転は、それ自身の軸を中心として行われる。燃焼室：

【0007】

- レシプロエンジンの場合、吸気 / 燃焼室は円筒形の容積からなり、その内部で、円筒形のピストンがシリンダーシャフトの方向に往復運動することができる。

【0008】

- ロータリーエンジンの場合、ロータは容積内を動き、ロータの上と下の面が数字の8のような形状になっている。ロータリーピストンの厚さによって、この容積の高さが決まる。ロータの横側は、偏心回転によって燃焼室の形状とまったく同様の軌跡を描く。ロータの側面と8字型をしたハウジング・プロファイルとの間の空間は、有効な方法で対応容積が変化することによって、吸気室、燃焼室および排気室などの役割を交互に担っている。

【0009】

本使用方法においては、回転しているロータリーピストンと上下運動する角柱の往復ピストン間での形状的な作用により、燃焼室または吸気室が形成される。ロータリーエンジンと同様に、ロータリーピストンの厚さも角柱ピストンの厚さも燃焼室の高さに対応している。燃焼室の上下の側面は固定することが可能で、チャンバの残存部分に固定するか、または2枚のディスク方式、もしくはロータリーピストンと一緒に取り付けられているクラウン・ギア方式で、交互に回転させることができる。この場合は、往復ピストンをガイドする側壁がシステム唯一の固定部品である。

【0010】

本方法では、遠心力を利用し、主として潤滑剤を必要とするエンジン部品の方へこれを導くことが可能である。ここでは、ロータリーエンジンに対して、これと同等の少ない燃費で済むための条件が同時に整えられる。

【0011】

様々なエンジン部品の幾何学的配置：

様々なエンジン部品の幾何学的配置を以下に説明する：

1．ロータリーピストン：ロータリーピストンは、システムの中央に配置され、その軸を中心に回転する。

2．往復ピストン：往復ピストンは、ロータリーピストン(ロータ)の周囲に放射状に配置されている。その数は、ロータの波形側面の数に対応している(例えば、図10における往復ピストン)。

3．往復ピストンの軸はシステムの中心方向にも、中心方向以外にも向けることができる(理論上では、あらゆる方向でピストンのヘッド側面のプロファイルが計算され得る)。このことは、往復ピストンの軸の入射が、入射点において、ロータの円の接線に対し、 $90^\circ$  ( $> 1/2$ )以下の角度になることを意味している。

4．往復ピストンのヘッド側面は、ロータリーピストンの方向に向けられている。すなわち、個々の往復ピストンの各コネクティング・ロッドは、独自のクランク・シャフト(ドライブ・シャフト)を動かす。クランク・シャフトはシステムの端に配置されている。

【0012】

ロータと往復ピストンとの間の動作機構的および幾何学的関係：

4つのピストンを装備したシステムにおけるクランク・シャフトの回転は、中央ロータの回転に対して、その4分の1に相当する(6個のピストンを装備したシステムでは、1回転の

10

20

30

40

50

1/6に相当する。以後同じ)。4個のピストンを有するシステムの場合、往復ピストンの動いているチャンバ側壁は、隣接するピストン側壁に対して垂直に入射する。一般化すると、N個のピストンでは、ピストン間の入射角がちょうど $2/N$  (N=ロータの側面数)となる。従って、6個の往復ピストンをもつシステムの場合、ピストン間の入射角は、ちょうど $60^\circ$  ( $2/6$ )となる。以下同様。ここで説明したような関係は、ギヤ・システムによってミリメートル単位で制御される必要がある。ロータと往復ピストンとを絶対に接触させてはならない。

追記：燃料の爆発は、ロータの波形側面にも、2つの隣接する往復ピストンの波形側面にもその圧力を及ぼすので、ロータ3はカムではない。

【0013】

システムの数学的説明：

以下に示されている数式は、往復ピストンの弓形側面とロータリーピストンの弓形側面の両方が有していなければならない形状を明確に説明している。数式は、側面が4~N個のロータをもつシステムについて記述されており、従って、ピストンの数はそれぞれ4~N個である。

【0014】

ここで示されている数式は、本発明の不可欠な部分である。従って、これらの数式はまた、本発明に含まれる方法とは別に保護されなければならない。

【0015】

a) 第一部は、センタリングされたクランク・ギヤに関連している。ここには、本発明の周知の内容に関する領域が含まれており、連結ピストンをもつクランク・ギヤのある一点が、基準軸のコネクティング・ロッドを介し、同軸に対するクランク角の値に応じて、どのように変化するかを調べるのが目的である。仮に、周知の論拠に関連していても、本説明においてこれを使用することはオリジナル部分となる。

【0016】

b) 第二部は、あらかじめ計算されたクランク・ギヤに関しても、その移動に関しても同様に、ピストンがある一点において有しているプロファイルを計算する。その一点は、クランクの動きと一定の割合をもって回転するロータを示している直径 " R " の円周上を移動する。探し出された曲率の方程式は、2種類の方式で表現される。

1. 陽関数形式  $y = f(x)$  で

2. CADグラフィック・プログラムにデータを送ることができるように、「x」および「y」に関してはパラメータ形式で

【0017】

c) 第三部は、次の因果関係が数学的に表され、説明される場合、ロータの側面が有していると考えられるプロファイルを計算する。

以下のように仮定する：

- ロータがもともと直径 " R " の単純なディスクである。
- このディスクが、ピストンの動きに関連している規定の法則に従って円軌道を描く。
- (b) で述べられた着想および (b) に示された方式によって計算されたプロファイルとに基づいて、ピストンが(a)で算出された法則に従って円の方向へ侵入する。
- ピストンによって行われるこの仕事は、ロータを形成する旋盤内のツールと比較され得る。

調べられたロータ側面のプロファイルは、回転運動によって発生することが判明する。

追記：以下に述べる関数によって示される曲線は、数学的に固有の近似値 / 精度をもつ。可動部品同士が接触してはならないため、実際の設計においては、場合に応じて、エンジンの製造材料の性質により変更される許容誤差を使用する必要があるが、本説明では削除する。

【0018】

a) クランク・ギヤ

クランク (図1) 回転の中心部分に原点をもつ座標系が決定され、以下のように設定され

10

20

30

40

50

る。

$r$  = クランクの長さ (半径)

$d$  = コネクティング・ロッドの長さ

= 基準軸に対するクランクの角度 (ラジアンで表記)

【0019】

以下とする：

$$l_1 = r \cos$$

$$l_2 = r \sin$$

$y$  軸に沿って動くピストンは、 の変化に伴う位置が以下のように示される。

$$y = -l_1 + \sqrt{d^2 - l_2^2}$$

$$y = -r \cos \varphi + \sqrt{d^2 - r^2 \sin^2 \varphi}$$

(0 および 0)

【0020】

以下のことを考慮した場合、

$0$  = 角度 = 0のクランク・ギヤの始点

= 0  $y = -r + d$  (最小位置 = 0)

$$\varphi = \pi/2 \quad y = \sqrt{d^2 - r^2}$$

=  $y = r + d$  (最大位置 = A)

「A」は、到着地点を示す。

ピストン運動の方程式は次のようになる。

$$y = -r \cos \varphi + \sqrt{d^2 - r^2 \sin^2 \varphi} = f(\varphi)$$

【0021】

b)クランク・プロファイルの計算

プロファイルの計算は、前に算出されたクランク・ギヤを、エンジンの回転を表している円上を動く点の移動と関連づけることによって求められる。すなわち、この関係は、規定された運動比率に対応しており、発明の対象である。

【0022】

以下に示す関数は、ピストンの数に関係なく (しかし、その数は2より大きくなければならないが)、ピストン / ロータ・システムの算出を可能とする。最小4個から始まり、常に偶数である多数のクランクを有するシステムは、本発明の作動方式にとって意味がある。

【0023】

さらに、前述の用語に付け加えて、その他の用語が定められている。

以下とする：

= ロータを表している円

$X Y$  = を中心とする座標系、すなわちロータ

$R$  = 円の半径

$N$  = ロータ側面の数 = クランク・ギヤの数 = 円の分割数

$i$  = 該当する弧の中間点を通る、ピストンの入射直線

$P_1$  = 円における直線  $i$  の入射点

$P_3$  = 該当ピストンの円における第1の弧の終点

=  $P_1$  の地点において、この点を通る円の正接に対するピストンの入射

角

$L$  = 距離が  $2/N$  で、 $P_2$  と  $P_3$  との間における該当ピストンの弧

10

20

30

40

50

C = P<sub>2</sub> と P<sub>3</sub> との間で引張られる弓の弦「L」。この弦は、P<sub>1</sub> を通る円 の正接に平行である。  
 S = ピストン幅 = ピストン・プロファイルの算出範囲 = 入射直線「i」に平行な直線で、点 P<sub>2</sub> と P<sub>3</sub> を通っている2つの直線間の距離  
 s = 位相のずれ角度：円 の座標系 X Y の X 軸に対するピストンの入射角  
 m = ロータの中心から点 P<sub>1</sub> を通る直線  
 = 直線「m」と直線「i」が交わる角度。P<sub>1</sub> を通る円 の正接に直交する最初の角である。この角度は、常に /2 - である。

【0024】

発展

10

エンジンの回転とピストンの回転との間の関係は、常に以下の原則に従って理解されなければならない。

1 : 1/N (N = 偶数 = 2, 4 ···)、または該当する角度 = (クランク・ギヤ) に関連して、

( ) / N

これは、以下のことを意味している。

ピストンは、<sub>1</sub> から始まり、クランク・ギヤの0 において、点 P<sub>3</sub> の方向へちょうど / N の距離を動く。前述した距離または P<sub>2</sub> ~ P<sub>1</sub> は、クランク・ギヤが 0 である場合に遂行される。

【0025】

20

方程式を書くため、座標系 x y が考慮に入れられている。この座標系はクランク・ギヤによって説明される動きを示し、 に対して横軸 (Y) 「i」(図2) を上に曲げている。すなわち、この方程式は次の2つの動きを複合したものになる。

- 上を上述の基準に従って、同じ様に動く点の動き  
(クランク・ギヤ) : ( ) / N
- クランク・ギヤに基づく点の動き

方程式は、横座標を次のように表す。

x = R sin(φ/N+β) - R sin β

(図 5)

【0026】

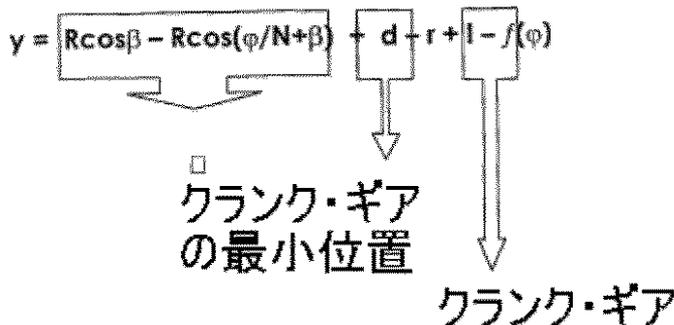
30

縦座標を表す方程式は、次のとおりである。

y = R cos β - R cos(φ/N+β) + d - r + l - f(φ)

(図5)

ここでは、y と座標系 x y の原点 との間の距離 (または、数学的用語ではないが、ピストンの長さ) が「l」、f ( ) はクランク・ギヤ (またはピストン運動) の方程式である。



40

導き出された方程式は、 が負でも機能する。

$$\begin{cases} x = R (\sin(\varphi/N + \beta) - \sin\beta) \\ y = R (\cos\beta - \cos(\beta/N + \beta)) + d - r + r \cos\varphi - \sqrt{d^2 - r^2 \sin^2 \varphi} \end{cases}$$

【 0 0 2 7 】

6aおよび6bの図では、ピストン幅Sが示されており、詳細には図6aのN > 4のピストン幅およびN = 4 = / 2のピストン幅である。

【 0 0 2 8 】

P<sub>2</sub> を通って直線「 i 」へ行く直線と弦「 C 」との間の角度は、 である。

10

【 0 0 2 9 】

P<sub>2</sub> と P<sub>3</sub> を結ぶ弦の方程式：

図6aと図6bから以下の関係が求められる。

$$f_1 = R \sin(2 / N)$$

$$f_2 = R \cos(2 / N)$$

$$f_3 = R - R \cos(2 / N)$$

これによって、弦は次のように計算される。

$$C = \sqrt{(R - R \cos(2\pi / N))^2 + (R \sin(2\pi / N))^2}$$

20

【 0 0 3 0 】

ピストンの幅「 S 」は、次のように表される。

$$S = C \cos$$

【 0 0 3 1 】

ロータリーピストンの側面プロファイルの計算：

ロータリーピストンの曲線に関する計算の原則は、往復ピストンの曲線の計算と比べて複雑である。

【 0 0 3 2 】

すでに言及したように、往復ピストンは、その動きの定点から出発し、それ自身の曲線がロータリーピストンの形を描き始めるように動くことと推測され得る。この事実を考慮して、ロータリーピストンのプロファイルの計算は「最小値」の問題として表現することができる。この計算上の仮定に従った場合、表現不可能な方程式となる。

30

【 0 0 3 3 】

座標決定に選択された数値制御機械のコントロール方法は、全行程を三角法の表現で表すために、図を作成している中での幾何学的表現において生じたものであった。

【 0 0 3 4 】

計算のために必要な数学的構成要素は、以下のとおりである。

a) 逆のクランク・ギヤ = f ( )。クランク・ギヤが、角度 が変化する際のコネクティング・ロッド先端の動きを示す一方で、逆のクランク・ギヤは、角度 - = の変化に伴うコネクティング・ロッド先端の移動を提示する。

40

b) 距離「 e 」：ロータの座標系「 X Y 」の原点から往復ピストン曲線の様々な点までの距離は、角度 の変化に伴って算出され、言及した「逆のクランク・ギヤ」 f ( ) と同じ距離で往復ピストンの進行方向に移動する。X Y の原点とピストンの各点との間のセグメントは、「 E 」で示される。

c) 長さ「 e 」のセグメント「 E 」における外部の点の新しい座標は、ちょうど / N 回転を適用した場合に算出される。これを実行するためには、直線「 E 」と直線「 i 」に平行な座標系の原点を通る直線との間の角度 を計算する必要がある。

追記：そのためには、座標系 X Y 上にもうひとつの座標系 X Y を中心に置き、

これは最初の座標系に対して角度「 s 」だけ回転させたものである。

【 0 0 3 5 】

50

a) 逆のクランク・ギヤは、クランク・ギヤ  $f(\varphi)$  を前提として、角度  $\varepsilon =$   
 - (図7) であることを考慮して算出される。

$$f(\varphi) = -r \cos \varphi + \sqrt{d^2 - r^2 \sin^2 \varphi}$$

以上のことを念頭において、同様の方法で次の式が導き出される。

$$f(\varepsilon) = -r \cos \varepsilon + \sqrt{d^2 - r^2 \sin^2 \varepsilon} + d - r = r \cos \varphi + \sqrt{d^2 - r^2 \sin^2 \varphi} + d - r$$

【 0 0 3 6 】

X Y に原点をもつセグメント「E」の外部における点の座標決定と直線「E」の長さ「e」の計算点「E」の座標は、以下ようになる (図8 を参照)。

10

$$X' = R \cos \beta - (f(\varphi) + f(\varepsilon))$$

$$Y' = R \sin(\varphi/N + \beta)$$

ここから、直線「E」の長さ「e」は次のようになる。

$$e = \sqrt{(R \cos \beta - (f(\varphi) + f(\varepsilon)))^2 + (R \sin(\varphi/N + \beta))^2}$$

【 0 0 3 7 】

c) ロータ曲線の計算

最初の経路は、「E」とX'との角度  $\eta$  の計算を考慮して、以下のように求められる。

$$e \sin \eta = R \sin(\varphi/N + \beta) \quad \text{図8}$$

20

角度は、以下のように表すことができる。

$$\eta = \arcsin \left( \frac{R \sin(\varphi/N + \beta)}{e} \right) \quad \text{図8}$$

長さ「e」のセグメント「E」をちょうど  $/N$  回転させると、X' Y' 座標系に対して以下ようになり、ピストンに応じてロータ部分の点の座標が求められる。

$$X' = e \cos(\eta + \varphi/N) \quad \text{図8}$$

30

$$Y' = e \sin(\eta + \pi/N - (\pi/N - /N)) \quad \text{図8}$$

問題となるロータ部分の曲線は曲線部分に該当し、その場合には、以下の条件が当てはまる。

$$e < R$$

要約すると、問題となるロータの方程式は、以下ようになる。

$$\begin{cases} X' = e \cos(\eta + \varphi/N) \\ Y' = e \sin(\eta + \varphi/N) \end{cases}$$

40

$e > R$  の曲線セグメントの点は、削除される。

【 0 0 3 8 】

陽形式において、曲線は次の方程式をもつ。

$$Y' = X' \operatorname{tg} \left( \frac{\varphi}{N} \right)$$

【 0 0 3 9 】

オーバーラップ制御 (2サイクル・システム) のターボ・エンジン機能説明図：

a) 2位相：従来の2サイクル・エンジンと同様に、本システムにおいてもサイクルは、2サイクル・エンジンの通常の位相に分割される。

1.2. 1.1. 空気 / 燃料混合用の排気スロットからの排気。しかし、潤滑油の混合や、

50

クランクケースからの混合材料供給による濃密化または圧縮（閉じたスロットでの容積の縮小）がない。

2.1. 爆発による点火（エネルギー発生を伴う爆発による容積の拡大）

2.2. エグゾーストパイプ容器によって実現される排気促進の効果による排気スロットからの排出。

もちろん、本システムを用いて吸気スロットからフレッシュ・エアだけを流入させ、燃焼室への直接噴射によって考えられる燃料を混合することも可能である。この方法は、従来の2サイクル・エンジンにおいて周知であり、我々のシステムに採用することができる。点火：4サイクル・システムとは異なり、このターボ・エンジンでは、往復ピストン動作室側面の各入射ポイントの中に、適切な点火プラグが取り付けられている。従って、4サイ

10

【0040】

追記：点火プラグは、点火しなければならない燃料を使用する限り必要である。ディーゼルは必要な圧縮を達成できないため、この方法には適さない。しかしながら、燃料の自動点火を有利に用いることのできるターボ機関のコンセプトを使って、解決方法を探ることは可能である。ガス燃料を使用すれば、排気ガスを極めて少なくすることができる。従来型のノズル、もしくは点火プラグを使用することができるであろう。

【0041】

点火の時間経過：

20

往復ピストンの内燃機関においては、ピストンの2位相サイクル（つまり、1回だけの点火）が経過する中で、クランク・シャフトは1回転を行う。従来の代替ピストン・エンジンにおいて、ピストンの1回点火による2サイクルにはエキセントリック・シャフトまたはクランク・シャフトの1回転が必要である。

【0042】

ロータリーエンジンの場合、ロータが完全に1回転するごとに、エキセントリック・シャフトは完全な回転を3回行う。ロータが完全に1回転する間、3回の完全な4段階サイクルが3度の点火を伴って行われる。従って、3度の点火によってエキセントリック・シャフトの3回転が行われる。

【0043】

2サイクル位相をもつターボ機関のバリエーションによる本発明では、点火プラグが同時に働く。従って、4つの往復ピストンとともに、4つの点火プラグが同時に働いている。ロータが完全に1回転する間、点火プラグは4度働く。すなわち、1回の完全な回転に対して、全4プラグ×4=16点火となる。

30

【0044】

本発明のエンジン部品は、ロータリーエンジンと比較して、点火とドライブ・シャフトの回転との間の割合が1:1（ドライブ・シャフト1回転ごとに1点火 / 爆発）から16:1（エンジン・シャフト1回転ごとに8点火 / 爆発）まで向上している。従って、エンジンの効果は、格段に高められる。

【0045】

40

本発明においては、ロータのエンジン・シャフトが固定しているため、エネルギーが直接伝達される。ロータリーエンジンでは、エネルギー伝達がロータとエキセントリック・シャフト間の摩擦を通じて行われる。本発明では、往復ピストンのクランク・シャフトの各回転が、点火に結び付けられている。すなわち、エンジン内にある全部で4つの点火プラグ（4ピストンの場合）の働きによって、システムの4つ全てのピストンを同時に動かし、また同じ程度に負荷をかけることが可能になっている。

【0046】

本発明が、従来のレシプロ・エンジンと比較できる部分では、その効果をほぼ2倍にすることが可能になっている。

【0047】

50

本発明で実現されている、両方のシステム（ロータリーピストンと往復ピストン）のコンビネーションによって、全駆動システムのフローがより確実に均等なものとなる。

【0048】

4サイクル・システムの機能説明図

a. 4位相：従来のエンジンと同様、このシステムにおいてもサイクルは次の4つの位相に分割されている。

1. 吸気（複合材料のインテークバルブが開くことによる容量の増大）
2. 圧縮（バルブが閉まることによる容量の縮小）
3. 爆発による点火（動作エネルギー発生による容積の爆発）
4. 排出（ドレンバルブが閉まることによる容積の縮小）

10

このバルブ・システムは、ロータ内に取り付けられている。吸気と排気ガスの排出は、ロータ内に取り付けられている（フライス済み）コレクタ・ダクト・システムによって行われる。

b. インジェクション：直噴式インジェクション・システムが選択できないような場合、これが本発明にはもっとも適している。ロータに対して軸方向に配置されているエア・ダクトの内部に、有効に形成されたインジェクション・ノズルを取り付けることができる。

c. 点火：往復ピストン動作室の側面の入射ポイントには、それぞれ2つのピストンに点火プラグ(32)が取り付けられている。すなわち、4ピストンのシステムには、2つの点火プラグが必要である（点火プラグの数 = ロータ側面の数 / 2）

【0049】

20

追記：点火プラグは、スパークによる点火を必要とする燃料の場合に不可欠である。この場合、点火プラグの場所を占める周知のコモンレール式インジェクション・ノズルの場合と同様に、インジェクション・ノズルを使用できる。

【0050】

従来の点火プラグや汎用点火プラグはあまり適合しないが、使用可能である。この場合、圧縮が減少する。そうでなければ、このエンジン用にインジェクション・ノズルまたは点火プラグといった構成部品を開発する必要がある。

【0051】

点火の時間的経過：

往復ピストンによる内燃機関において、1個のピストンによる（つまり、1度だけの点火）

30

4位相サイクルが経過する中で、クランク・シャフトは2回の回転を行う。

【0052】

ロータリーエンジンの場合、ロータが完全に1回転するごとに、エキセントリック・シャフトは完全な回転を3回行う。ロータが完全に1回転する間、3回の完全な4位相サイクルが3度の点火を伴って行われる。従って、3度の点火によってエキセントリック・シャフトは3度回転する。

【0053】

本発明では、点火プラグが同時に働く。従って、4つの往復ピストンとともに、2つの点火プラグが同時に働いている。ロータが完全に1回転する間、点火プラグは4度働く。すなわち、1回の完全な回転に対して、全2プラグ×4=8点火となる。

40

【0054】

本発明のエンジン部品は、ロータリーエンジンと比較して、点火とドライブ・シャフトの回転との間の割合が1:1（ドライブ・シャフト1回転ごとに1点火 / 爆発）から8:1（エンジン・シャフト1回転ごとに8点火 / 爆発）まで向上している。従って、エンジンの効果は、最低4倍に高められる。

【0055】

本発明においては、ロータのエンジン・シャフトが固定しているため、エネルギーが直接伝達される。ロータリーエンジンでは、エネルギー伝達がロータとエキセントリック・シャフト間の摩擦を通じて行われる。本発明では、往復ピストンのクランク・シャフトの各回転が、点火に結び付けられている。すなわち、エンジン内にある2つの点火プラグ（4ピ

50

ストンの場合)の働きによって、システムの4つ全てのピストンを同時に動かすことが可能になっている。

【0056】

本発明が、従来のレシプロ・エンジンと比較できる部分では、その効果をほぼ2倍にすることが可能になっている。本発明においては、4位相サイクルが使われているが、運動特性および熱特性は2位相エンジンのそれと匹敵する。

【0057】

本発明で実現されている、両方のシステム（ロータリーピストンと往復ピストン）のコンビネーションによって、全駆動システムの流れがより確実に均等なものとなる。

【0058】

最終的考察

本説明においては、レシプロ / ロータリーエンジンの技術的原則を要約的に述べた。とくに、新しいエンジン運動学の発明が述べられ、これは従来のエンジンに対してより高い効果を実現し、システムを構成する個々の部品の構造的単純化によって特徴付けられている。

【0059】

図9において、1で示されているのは発明によるレシプロ / ロータリーエンジンの全体である。これは、ハウジング2およびハウジング2の中でベアリング4と5によってサポートされているロータ3を含んでいる。ベアリングは、この場合、テーパローラベアリングから作られる。

【0060】

ボディ2には、それぞれに被覆10を有する空間6、7、8、9（図10）が作られている。各空間は、その主軸が隣接する空間に対して垂直に配置され、お互いに向かい合う空間は、互いに平行にずらされた軸を有する。

【0061】

空間6、7、8、9には、それぞれピストン11、12、13、14がある。各ピストンは、コネクティング・ロッド15に連結され、コネクティング・ロッド15はそれぞれクランク・シャフト16に連結されている。クランク・シャフト16は、ベアリング17および18に空間6、7、8および9の外側でハウジング2のリングに回転できるように配置されており、このリングは、ベアリング17、18をサポートしているリングのショルダ部19および20の中で図に示されている。ハウジング2は、グリースを塗布され、オイルパンとしても働くカバー21、22によってそれぞれ外側を閉じられている。

【0062】

各空間6、7、8、9は、横側でロータ3の回転軸に対して垂直に、それぞれクラウン・ギヤ23および24によって閉じられている。クラウン・ギヤ23と24の間にはクラウン・ギヤに固定されているロータリーピストン25が作られている。各クラウン・ギヤ23および24には、ギヤ26および27がそれぞれかみ合っている。ギヤ26および27は、クランク・シャフト16に取り付けられている。各クランク・シャフト16は外側に伸び、このとき、ボディ2の外側に動力取り出し口が設けられている。

【0063】

各往復ピストン11、12、13、14は、アクティブな曲面29を有し、これはロータリーピストンのアクティブな曲面30とともにチャンバ31を形成している。アクティブな曲面29および30は、側面に明確に定められたプロファイルを有し、図1～8に関連して、前述したように計算される。隣接する2つの空間の間に作られているそれぞれの分かれ目では、アクティブな曲面の間に形成されるチャンバ内に点火プラグ32および33がそれぞれ点火可能である。

【0064】

ロータリーピストン25には、内部に空洞部34があり、これは軸方向にカバー21内に取り付けられたスリーブ36によってサポートされているインジェクション・ノズル35およびインペラ37と接続されており、インペラはターボ・ホイールとして後に述べるように作用する

10

20

30

40

50

。

## 【0065】

有効な方法では、ハウジング2が空間6、7、8、9の外部にリブ39を有し、また空間の固定された壁と壁との間にウォータ・クーリング用のチャンバ39を有している。図11にさらに詳しく示されているように、ロータリーピストン25は4つの頂点40、41、42、43を有し、それらの間にはそれぞれアクティブな曲面29が作られている。空洞部34は、片側をダクトによってインペラ37と接続され、エアの供給のために矢印45の方向へ、および開口部46を介してチャンバ31と接続されている。各開口部46は、バルブ・ボディ47によって開いたり、閉じたりすることができ、バルブ・ボディには、軸方向の先端にピン48（図）がそれぞれ取り付けられている。このピンは、それぞれリング・ガイド49内をかみ合うようにクラウン・ギヤ23および24を横断しており、リング・ガイドはクラウン・ギヤ23の側でスリーブ36の底に、クラウン・ギヤ24の側で表示されていないスリーブの底に引き出されている。

10

。

## 【0066】

図13に詳しく示されているように、それぞれのアクティブな曲面には、エグゾースト50が準備されており、これは矢印52に従って、インペラ37が備えられた出口をダクト51で結んでいる。エグゾースト50は、キャップ50の付いた2本のブレース54が取り付けられているシフトバルブ53を使って開・閉することができる。キャップ55とシフトバルブの片側先端に取り付けられているエレメント（図に表示なし）とが、該当するガイド56の中にスライドして取り付けられており、このガイドはスリーブ36と図に示されていないスリーブおよびカバー21もしくは22との間にある環状のカム57に形成され、排気ガスを排出するための貫通ポイントへブレースを導いている。

20

## 【0067】

図11および14に示されているように、各クラウン・ギヤには、多数の通路58と窪み59がクラウン・ギヤの放射状ストリップに沿って準備されており、往復ピストンにグリースを供給し、チャンバ31の上部においては、窪み59が潤滑用のグリースをストックしている。

## 【0068】

クラウン・ギヤの外面には、さらにデフレクタ60が取り付けられており、これが下方でエンジンの回転方向へ傾けられており、適切なベンチレーションとそれによるチャンバ（23および24）の上方と下方の冷却を確実なものとしている。

30

## 【0069】

クラウン・ギヤ23、24の外にあるハウジング62のリテーナには、該当するクラウン・ギヤ23または24のギヤとかみ合わせる交流ジェネレータ（周知の種類、図の表示なし）などが取付け可能である。

## 【0070】

図16および17には、発明によるレシプロ / ロータリーエンジン100が2サイクル・エンジンとして示されている。

## 【0071】

原則は、従来の2サイクル・エンジンの場合と同様である。これによって、本システムにおいても、2サイクル・エンジンにおける通常の2位相が可能である。すなわち、吸気は、グリースの混入がないエア / 燃料混合用の吸気スロット101を通して行われ、クランク・シャフト・ハウジングからの混合材料の供給によるものではない。

40

## 【0072】

圧縮（容量減少）は、スロットが閉じた状態で行われる。

## 【0073】

さらに、点火は、点火プラグ102によって爆発を伴って行われる（エネルギー発生による容量拡大）。

## 【0074】

排出は、エグゾーストパイプ容器によって実現される排気促進の効果により、排気スロット103を通して行われる。

50

## 【0075】

本システムでは、インテーク・スロットを通してフレッシュ・エアだけを流入させ、考えられる燃料を直噴式インジェクション・システムによって燃焼室へ混合することが可能である。この方法は、従来の2サイクル・エンジンにおいて周知であり、我々のシステムに取り入れることができる。

## 【0076】

点火：4サイクル・システムとは反対に、このターボ機関では、往復ピストンの側壁間の各アングル先端に相当数の点火プラグ104が取り付けられている。すなわち、4ピストン・システムの場合、4つの点火プラグが必要である（点火プラグの数＝ロータリーピストン面の数）。

10

## 【0077】

点火プラグは、点火しなければならない燃料を使用する限り必要である。ディーゼルは必要な圧縮を達成できないため、この方法には適さない。しかしながら、燃料の自動点火を有利に用いることのできるターボ機関のコンセプトを使って、解決方法を探ることは可能である。ガス燃料を使用すれば、排気ガスを極めて少なくすることができる。従来型のノズル、もしくは点火プラグを使用することができるであろう。

## 【0078】

内燃機関としてのレシプロ / ロータリーエンジンを説明したが、最終的には本発明によるレシプロ / ロータリーエンジンを任意のターボ機関と見なすことができるのは明らかである。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0079】

発明によるエンジンのその他の特徴および詳細は、請求項および添付の図の中で示されている有利な実施の形態例を説明した以下の記述から判明する。

【図9】4サイクル・エンジンの第1実施形態において、発明によるエンジンの回転軸を含む部分の断面図

【図10】図9と同様、発明によるエンジンの断面図。

【図11】ロータリーエンジンの細かい部分を一部省略した、発明によるエンジンの図

【図12】図11と同様の図だが、下部のクラウン・ギヤがない。

【図13】図11および12と同様の図だが、バルブ・ボディのみとなっている。

30

【図13a】バルブ・ボディおよびピストンのサイド・スリーブの図。

【図14】図11～13と同様の図だが、エンジンの燃焼室以外の部分である。

【図15】往復ピストンの図

【図16】2サイクル・エンジンの第2実施形態において、発明によるレシプロ / ロータリーエンジンを上から見た図。

【図17】図16の線XVI - XVIで切断した、ポジション17a、17b、17c、17dにおける断面図。ポジションb)、c)、d)の断面図は縮小して描かれている。

【 図 1 】

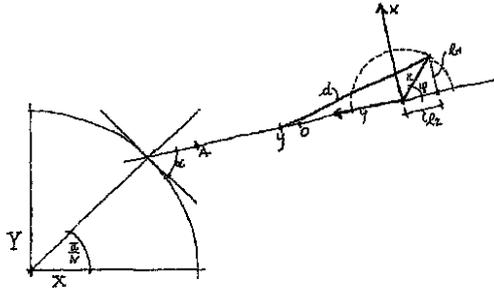


Fig. 1

【 図 2 】

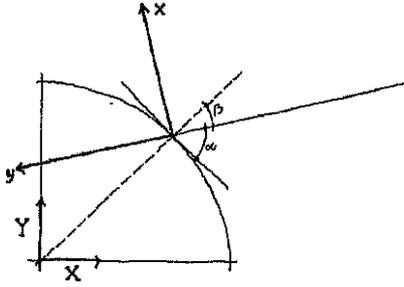


Fig. 2

【 図 3 】

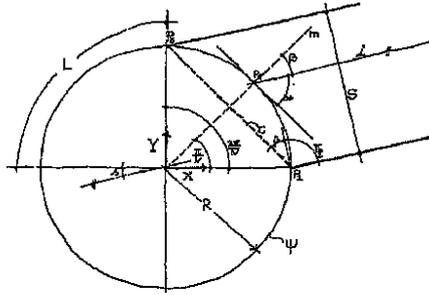


Fig. 3

【 図 4 】

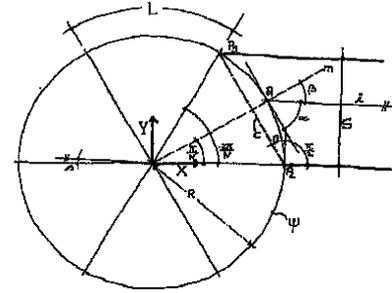


Fig. 4

【 図 5 】

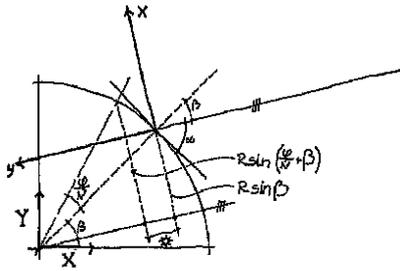


Fig. 5

【 図 6 b 】

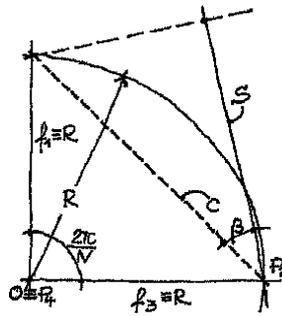


Fig.6b

【 図 6 a 】

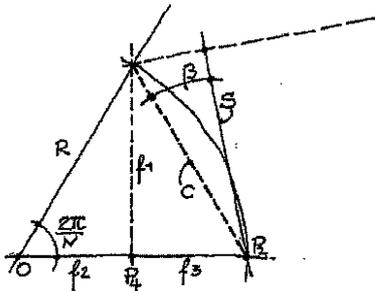


Fig. 6a

【 図 7 】

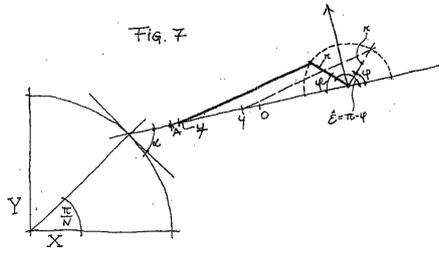
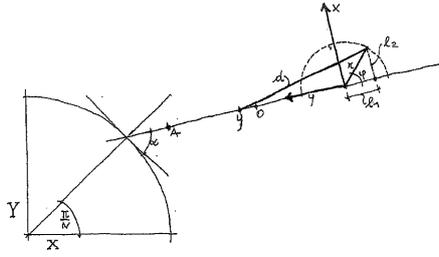


Fig. 7

【 図 8 】

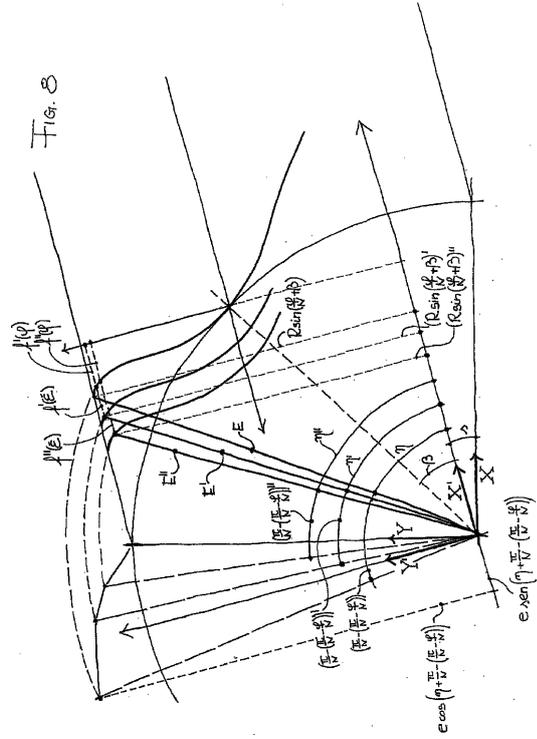


Fig. 8

【 図 9 】

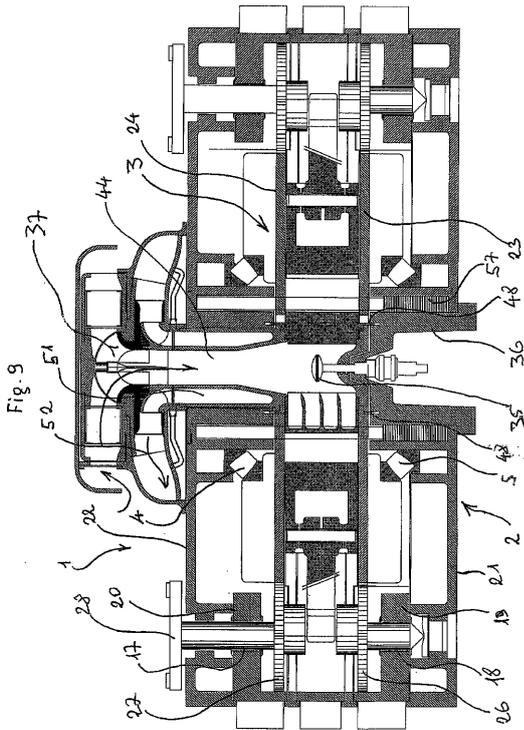


Fig. 9

【 図 10 】

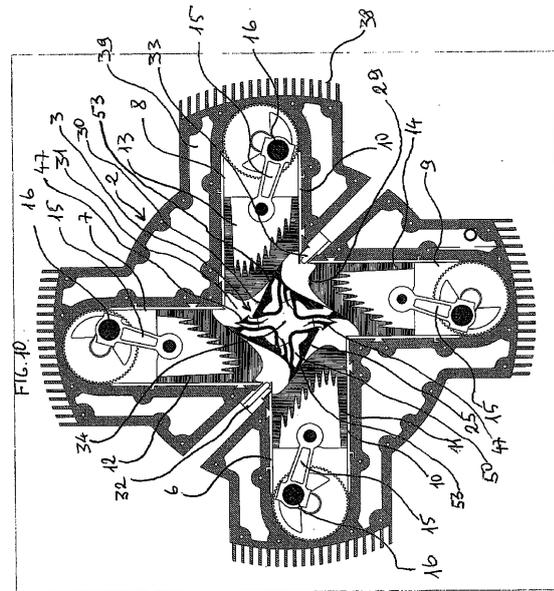
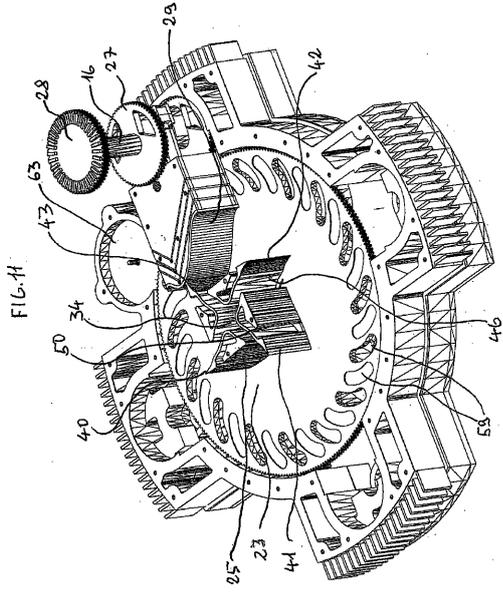
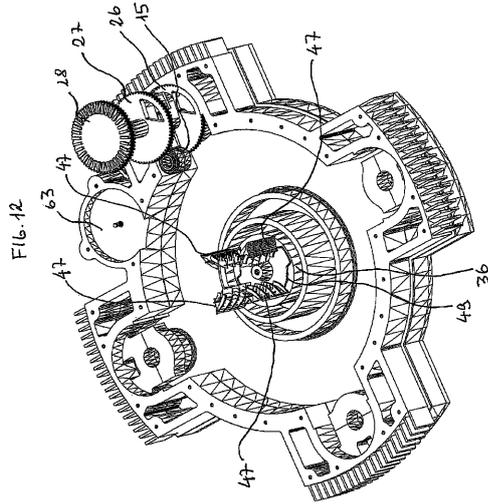


FIG. 10

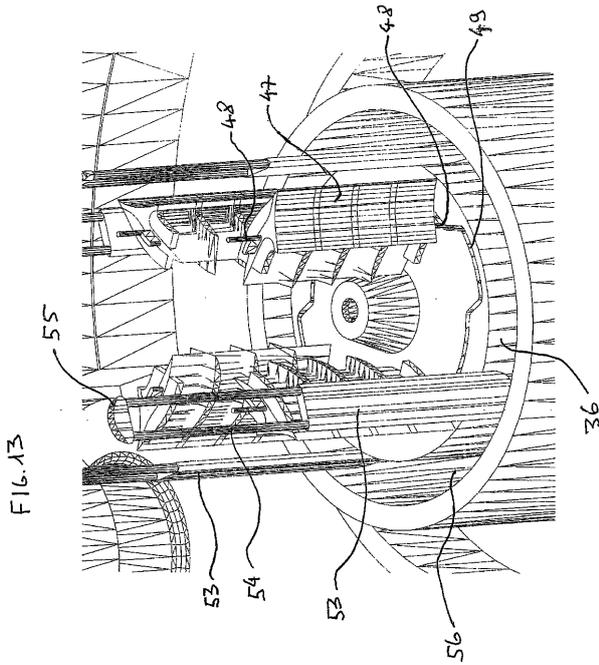
【 図 1 1 】



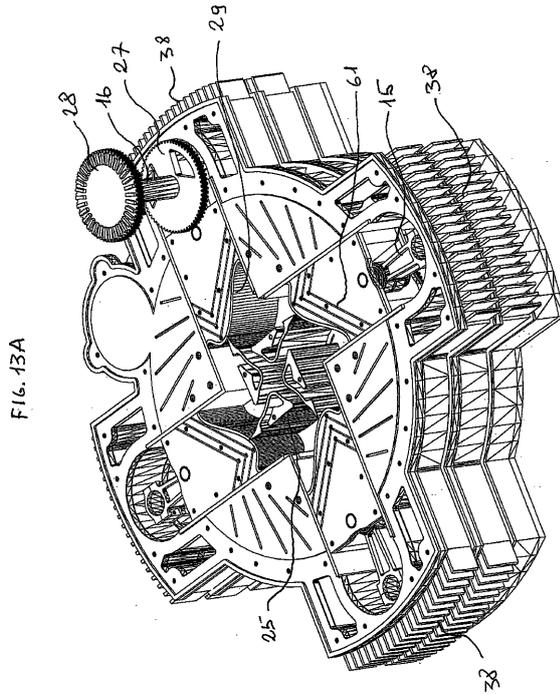
【 図 1 2 】



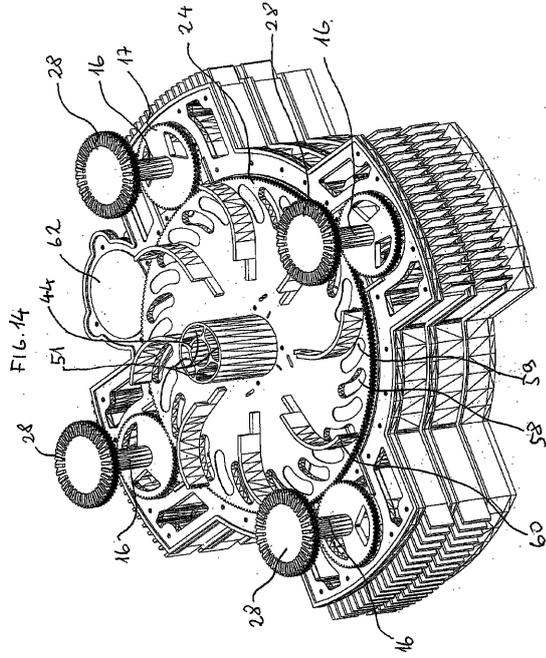
【 図 1 3 】



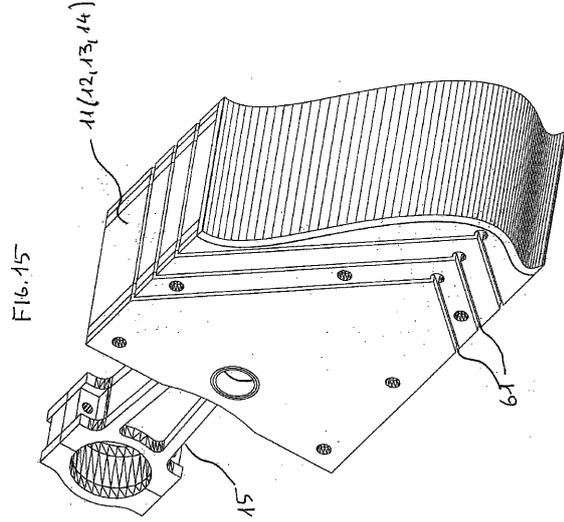
【 図 1 3 A 】



【 14 】

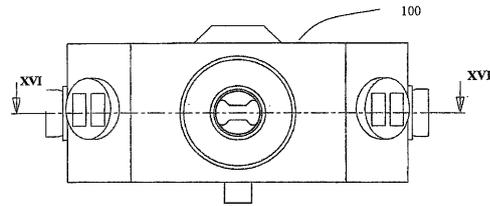


【 15 】



【 16 】

FIG. 16



【 17 a 】

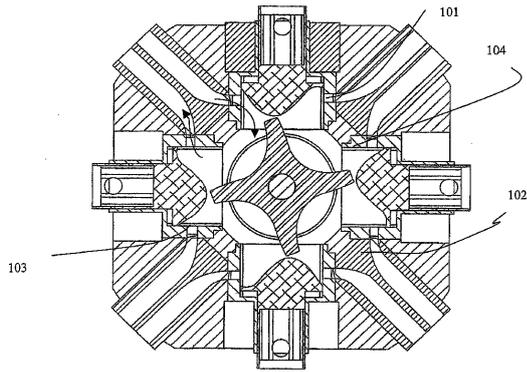
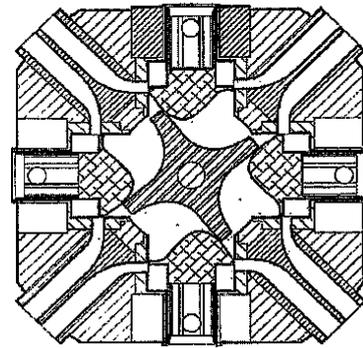


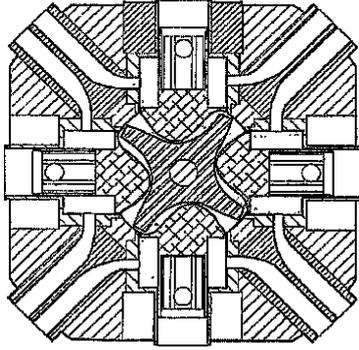
FIG. 17a

【 17 b 】

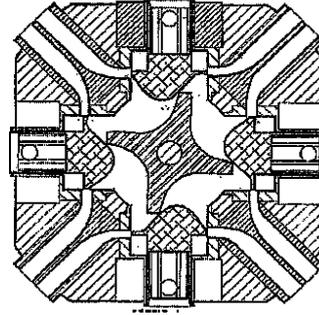
Fig. 17 b



【 17 c】  
Fig. 17 c



【 17 d】  
Fig. 17 d



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
F 0 2 F	1/42	(2006.01)	F 0 2 F	1/18	C
F 0 2 F	7/00	(2006.01)	F 0 2 F	1/18	Z
F 0 2 F	3/28	(2006.01)	F 0 2 F	1/22	A
F 0 2 F	5/00	(2006.01)	F 0 2 F	1/42	Z
F 0 2 B	23/00	(2006.01)	F 0 2 F	7/00	3 0 1 F
F 0 2 B	23/10	(2006.01)	F 0 2 F	7/00	3 0 1 Z
F 0 2 B	53/00	(2006.01)	F 0 2 F	7/00	Z
F 0 1 B	1/06	(2006.01)	F 0 2 F	7/00	3 0 2 Z
F 0 1 B	21/04	(2006.01)	F 0 2 F	3/28	A
F 1 6 J	1/00	(2006.01)	F 0 2 F	3/28	B
F 1 6 J	1/16	(2006.01)	F 0 2 F	3/28	Z
F 1 6 J	1/24	(2006.01)	F 0 2 F	5/00	J
F 1 6 J	10/02	(2006.01)	F 0 2 B	23/00	U
			F 0 2 B	23/10	U
			F 0 2 B	53/00	M
			F 0 1 B	1/06	
			F 0 1 B	21/04	
			F 1 6 J	1/00	
			F 1 6 J	1/16	
			F 1 6 J	1/24	
			F 1 6 J	10/02	Z

- (56)参考文献 特開昭49-012221(JP,A)  
 特開昭51-121611(JP,A)  
 実開昭51-110106(JP,U)  
 独国特許出願公開第02323009(DE,A1)  
 英国特許出願公開第00186729(GB,A)  
 特開2002-256806(JP,A)  
 特開昭48-001532(JP,A)  
 特表平08-503756(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02B 53/00-59/00  
 F01C 1/00-21/18  
 F04C 2/30- 2/352  
 F04C 18/30-18/352  
 F02B 61/00-79/00  
 F01B 1/00-31/36  
 F02B 23/00  
 F02B 23/10  
 F02F 1/00  
 F02F 1/18  
 F02F 1/22  
 F02F 1/42  
 F02F 3/28  
 F02F 5/00  
 F02F 7/00

F16J 1/00  
F16J 1/16  
F16J 1/24  
F16J 10/02