

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2008年4月24日 (24.04.2008)

PCT

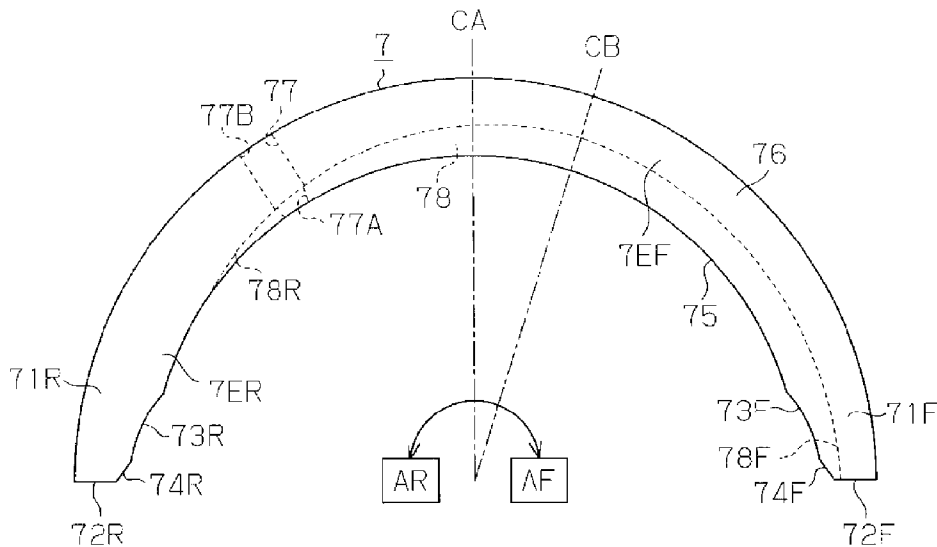
(10) 国際公開番号  
WO 2008/047701 A1

- (51) 国際特許分類:  
F16C 33/10 (2006.01) F16C 17/02 (2006.01)  
F16C 9/02 (2006.01) KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町  
1番地 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/069928 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松山 泰 (MAT-  
SUYAMA, Yutaka) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市ト  
ヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (22) 国際出願日: 2007年10月12日 (12.10.2007) (74) 代理人: 恩田 博宣 (ONDA, Hironori); 〒5008731 岐阜  
県岐阜市大宮町2丁目12番地の1 Gifu (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が  
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH,  
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2006-279192 2006年10月12日 (12.10.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ  
自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI

[ 続葉有 ]

(54) Title: SLIDE BEARING

(54) 発明の名称: すべり軸受



(57) Abstract: A crank bearing having a semicircular upper bearing and semicircular lower bearing that are splittable. The upper bearing has a first oil path for leading engine oil from the outside to between the crank bearing and a crank journal and also has a second oil path for causing the engine oil to flow in the circumferential direction of the crank bearing. The first oil path has an inner peripheral side opening open on the inner peripheral side of the upper bearing. The upper bearing has an uncut section having no oil path and provided rearward, relative to the rotational direction of the crank journal, of the inner peripheral side opening. A chamfered oil path is formed in at least either a portion forward, relative to the rotational direction of the crank journal, of the inner peripheral side opening or the lower bearing.

(57) 要約: 分割可能な半円形状のアップーベアリング及び半円形状のロアベアリングを有するクランクベアリングが開示される。アップーベアリングは、エンジンオイルを外部からクランク

[ 続葉有 ]

WO 2008/047701 A1



OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

ベアリングとクランクジャーナルとの間に導くための第1油路と、クランクベアリングの周方向へ流通させるための第2油路とを備える。第1油路は、アッパーベアリングの内周側に開口する内周側開口部を有する。アッパーベアリングは、内周側開口部よりもクランクジャーナルの回転方向の後方側に、油路が形成されていない切り上がり部を有する。第2油路のエンジンオイルをクランクベアリングの軸方向から外部へ送り出すための面取り油路が内周側開口部よりもクランクジャーナルの回転方向の前方側部位及びロアベアリングのうち少なくとも一方に設けられる。

## 明 細 書

### すべり軸受

### 技術分野

[0001] 本発明は、半円形状の一对の軸受体に分割されるとともに潤滑油を通じて回転軸を支持するすべり軸受に関する。

### 背景技術

[0002] 上記すべり軸受は、例えばエンジンのクランクシャフトを支持するためのクランクベアリングとして実用化されている。一般に、クランクベアリングは半円形状のアップーベアリングと半円形状のロアベアリングとの組み合わせにより構成される。アップーベアリングには、エンジン本体内のエンジンオイルをクランクベアリングとクランクジャーナルとの間の空間であるオイルクリアランスに供給するための油孔と、油孔を介してオイルクリアランスに供給されたエンジンオイルをクランクベアリングの周方向へ流通させるための油溝とが設けられている。

[0003] ところで、従来のクランクベアリングにおいては、油溝がアップーベアリングの一方の合わせ面と他方の合わせ面とをつなぐように形成されているため、オイルクリアランスから流れ出るエンジンオイルの量が多くなることによってクランクベアリングの潤滑性が低下する。そこで、特許文献1には次のようなクランクベアリングが提案されている。すなわち、特許文献1に記載されたクランクベアリングのアップーベアリングにおいては、油溝の両端が各合わせ面よりも周方向の内側で切り上がるように形成されている。

[0004] しかし、上記特許文献1に記載のクランクベアリングが設けられたエンジンにおいては、油溝内に多くの異物が滞留するため、クランクベアリングの損傷やコネクティングロッドを支持するベアリングの損傷をまねく可能性が高い。そこで、オイルクリアランスから流れ出るエンジンオイルの量を少なくすることと、異物による損傷が生じることを抑制することとを両立することのできるクランクベアリングが望まれている。こうした問題は、エンジンのクランクベアリングに限られず、半円形状の一对の軸受体に分割されるとともに潤滑油を通じて回転軸を支持するすべり軸受であれば同様に生じる。

特許文献1:特開2005-249024号公報

## 発明の開示

- [0005] 本発明の目的は、オイルクリアランスから流れ出る潤滑油の量を少なくすることと、異物による損傷が生じることを抑制することとの両立を図ることのできるすべり軸受、該すべり軸受を備えるトルク伝達装置及びエンジンを提供することにある。
- [0006] 上記目的を達成するために、本発明の第1の態様では、回転軸を支持するすべり軸受が提供される。すべり軸受は、互いに分割可能な半円形状の主軸受体及び半円形状の副軸受体を備える。前記主軸受体は、潤滑油を外部からすべり軸受と前記回転軸との間に導くための第1油路と、すべり軸受と回転軸との間に導かれた潤滑油をすべり軸受の周方向へ流通させるための第2油路とを備える。前記第1油路は、前記主軸受体の内周側に開口する内周側開口部を有する。前記主軸受体は、前記内周側開口部よりも前記回転軸の回転方向の後方側に、油路が形成されていない切り上がり部を有する。前記第2油路の潤滑油をすべり軸受の軸方向から外部へ送り出すための補助油路が、前記主軸受体における前記内周側開口部よりも前記回転軸の回転方向の前方側部位及び前記副軸受体のうち少なくとも一方に設けられる。
- [0007] 本発明の第2の態様では、回転軸を支持するすべり軸受が提供される。すべり軸受は、互いに分割可能な半円形状の主軸受体及び半円形状の副軸受体を備える。前記主軸受体は、潤滑油を外部からすべり軸受と前記回転軸との間に導くための第1油路と、すべり軸受と回転軸との間に導かれた潤滑油をすべり軸受の周方向へ流通させるための第2油路とを備える。前記第1油路は、前記主軸受体の内周側に開口する内周側開口部を有する。前記主軸受体は、前記内周側開口部よりも前記回転軸の回転方向の後方側に、油路が形成されていない切り上がり部を有する。前記主軸受体は、前記内周側開口部よりも前記回転軸の回転方向の前方側に位置する前方側端部を有し、前記副軸受体はその前方側端部に対応する後方側端部を有する。前記第2油路をすべり軸受の側面につなぐ補助油路が、前記主軸受体の前方側端部と前記副軸受体の後方側端部との合わせ部に設けられる。前記主軸受体の前方側端部及び前記副軸受体の後方側端部の少なくとも一方の内周側には、リリース油路を形成するクラッシュリリースと面取り油路を形成する面取りとが設けられる。前記

補助油路は前記リリーフ油路と前記面取り油路とによって形成される。前記面取り油路における潤滑油の流量が前記リリーフ油路における潤滑油の流量よりも大きくなるように、前記面取り油路の通路面積と前記リリーフ油路の通路面積との関係が設定される。

[0008] 本発明の第3の態様では、回転軸を支持するすべり軸受と、該回転軸として一方向に回転する主軸とを備えるトルク伝達装置が提供される。該トルク伝達装置は、上記請求項1～10の何れか一項に記載のすべり軸受を備える。

[0009] 本発明の第4の態様では、回転軸を支持するすべり軸受と、該すべり軸受によって支持される回転軸としてクランクシャフトとを備えるエンジンが提供される。該エンジンは、上記請求項1～10のいずれか一項に記載のすべり軸受を備える。

#### 図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の第1実施形態に係るクランクベアリングを備えたエンジンの斜視図。  
[図2]図1のエンジンのシリンダ周辺の断面図。  
[図3]図1のエンジンのクランクシャフトの正面図。  
[図4]図1のエンジンのクランクジャーナル周辺の断面図。  
[図5] (a)は、図1のエンジンにおけるエンジンオイル通路を模式的に示す図、(b)は、図5(a)中の円5bで囲まれた部分の拡大図、(c)は、図5(a)中の円5cで囲まれた部分の拡大図。  
[図6]第1実施形態のクランクベアリングを、アッパーベアリング及びロアベアリングに分割した状態を示す斜視図。  
[図7]図6のアッパーベアリングの平面図。  
[図8]図6のアッパーベアリングの底面図。  
[図9]図6のアッパーベアリングの正面図。  
[図10]図6のアッパーベアリングの断面図。  
[図11]図10中の円11で囲まれた部分の拡大図。  
[図12]図10中の円12で囲まれた部分の拡大図。  
[図13]図6のロアベアリングの内周面を示す平面図。  
[図14]図6のロアベアリングの正面図。

- [図15]図14中の円15で囲まれた部分の拡大図。
- [図16]図14中の円16で囲まれた部分の拡大図。
- [図17]第1仮想ベアリングのアップーベアリングの正面図。
- [図18]図17のアップーベアリングの内周面を示す底面図。
- [図19]第1仮想ベアリングのロアベアリングの正面図。
- [図20]図19のロアベアリングの内周面を示す平面図。
- [図21]第2仮想ベアリングのアップーベアリングの正面図。
- [図22]図21のアップーベアリングの内周面を示す底面図。
- [図23]第2仮想ベアリングのロアベアリングの正面図。
- [図24]図23のロアベアリングの内周面を示す正面図。
- [図25]図1のエンジンのクランクジャーナル周辺の断面図。
- [図26]図25中の円26で囲まれた部分の拡大図。
- [図27]図25中の円27で囲まれた部分の拡大図。
- [図28]図26のアップーベアリングの内周面を示す底面図。
- [図29]第1実施形態のアップーベアリングの一部を変更した比較例に係るアップーベアリングの正面図。
- [図30]図29のアップーベアリングの内周面を示す底面図。
- [図31]本発明の第2実施形態に係るアップーベアリングの内周面を示す底面図。
- [図32]本発明の第3実施形態に係るアップーベアリングの内周面を示す底面図。
- [図33]本発明の第4実施形態に係るアップーベアリングの内周面を示す底面図。
- [図34]本発明の第5実施形態に係るアップーベアリングの内周面を示す底面図。
- [図35]本発明の第6実施形態に係るアップーベアリングの断面図。
- [図36]本発明の第7実施形態に係るアップーベアリングの内周面を示す底面図。
- [図37](a)は、本発明の第8実施形態に係るアップーベアリングの断面図、(b)は、図37(a)中の円37bで囲まれた部分の拡大図。
- [図38](a)は、本発明の第9実施形態に係るアップーベアリングの断面図、(b)は、図38(a)中の円38bで囲まれた部分の拡大図。
- [図39]本発明の第10実施形態に係るクランクベアリングの断面図。

[図40]本発明の第11実施形態に係るクランクベアリングの断面図。

[図41]図40のクランクベアリングのアップーベアリングの内周面を示す底面図。

[図42]本発明の第12実施形態に係るクランクベアリングの断面図。

[図43]図42のクランクベアリングのロアベアリングの内周面を示す平面図。

[図44]本発明の第13実施形態に係るクランクベアリングの断面図。

### 発明を実施するための最良の形態

[0011] 本発明を具体化した第1実施形態を図1～図30を参照して説明する。本実施形態では、本発明のすべり軸受を、直列4気筒のエンジン1のクランクシャフト5を支持するクランクベアリング6に具体化している。

[0012] [1]エンジン1の構造

図1は、エンジン1の全体の構造を示す図である。エンジン1は、空気と燃料との混合気を燃焼させるためのシリンダブロック3と、動弁系の部品を配置するためのシリンダヘッド11と、クランクシャフト5を配置するためのクランクケース12と、潤滑油としてのエンジンオイル41を貯留するためのオイルパン13とを含んでいる。エンジン1はまた、該エンジン1の各部にエンジンオイル41を供給するための潤滑装置4を備えている。

[0013] シリンダブロック3には、混合気を燃焼させるための燃焼室を形成する複数のシリンダ31が設けられている。各シリンダ31内には、混合気の燃焼を通じて往復運動するピストン26が收容されている。クランクシャフト5には、エンジン1のトルクを各装置に伝達するためのタイミングチェーン25が巻き掛けられている。ピストン26の往復運動をクランクシャフト5の回転運動に変換するためのコネクティングロッド27が各シリンダ31に対応して取り付けられている。シリンダヘッド11には、各シリンダ31のインテークポートを燃焼室に対して開閉するためのインテークバルブ21と、各インテークバルブ21を駆動するためのインテークカムシャフト23とが設けられている。シリンダヘッド11には、各シリンダ31のエキゾーストポートを燃焼室に対して開閉するためのエキゾーストバルブ22と、各エキゾーストバルブ22を駆動するためのエキゾーストカムシャフト24とが設けられている。

[0014] 潤滑装置4は、オイルパン13の底部に貯留されているエンジンオイル41をエンジン

1の各部に供給するためのオイルポンプ42を含んでいる。また、潤滑装置4は、オイルポンプ42の吸込口の上流側でエンジンオイル41を濾過するオイルストレーナ43と、オイルポンプ42の吐出口の下流側でエンジンオイル41を濾過するオイルフィルタ44とを含んでいる。オイルポンプ42は、タイミングチェーン25を介して伝達されるクランクシャフト5のトルクにより駆動される。

[0015] 図2～図4を参照して、シリンダブロック3及びクランクシャフト5の詳細な構造について説明する。図2は、エンジン1におけるシリンダ31周辺の断面構造及びクランクシャフト5を示す。図3は、クランクシャフト5の正面構造を示す。図4は、エンジン1におけるクランクシャフト5のクランクジャーナル51周辺の断面構造を示す。

[0016] シリンダブロック3には、シリンダ31として、第1シリンダ31Aと第2シリンダ31Bと第3シリンダ31Cと第4シリンダ31Dとが設けられている。シリンダブロック3には、クランク室30を複数の室に区画するための隔壁32として、第1隔壁32Aと第2隔壁32Bと第3隔壁32Cと第4隔壁32Dと第5隔壁32Eとが設けられている。

[0017] 各隔壁32には、対応する隔壁32と協働してクランクシャフト5を支持するためのクランクキャップ33が組み付けられている。第1隔壁32Aは、隔壁32のうちで最もタイミングチェーン25に近い位置に設けられている。第2隔壁32Bは、第1シリンダ31Aと第2シリンダ31Bとの間に対応する位置に設けられている。第3隔壁32Cは、第2シリンダ31Bと第3シリンダ31Cとの間に対応する位置に設けられている。第4隔壁32Dは、第3シリンダ31Cと第4シリンダ31Dとの間に対応する位置に設けられている。第5隔壁32Eは、隔壁32のうちで最もタイミングチェーン25から離れた位置に設けられている。

[0018] クランクシャフト5には、主軸であるクランクジャーナル51(回転軸)として、第1クランクジャーナル51Aと第2クランクジャーナル51Bと第3クランクジャーナル51Cと第4クランクジャーナル51Dと第5クランクジャーナル51Eとが設けられている。クランクシャフト5にはまた、コネクティングロッド27を取り付けるためのクランクピン52として、第1クランクピン52Aと第2クランクピン52Bと第3クランクピン52Cと第4クランクピン52Dとが設けられている。クランクシャフト5にはまた、隣り合うクランクジャーナル51とクランクピン52とを接続するためのクランクアーム53が複数設けられている。また、クラン



クアーム53には複数のカウンタウエイト54が設けられている。

[0019] 第1クランクジャーナル51Aは、クランクジャーナル51のうちで最もタイミングチェーン25に近い位置に設けられている。第2クランクジャーナル51Bは、第1シリンダ31Aと第2シリンダ31Bとの間に対応する位置に設けられている。第3クランクジャーナル51Cは、第2シリンダ31Bと第3シリンダ31Cとの間に対応する位置に設けられている。第4クランクジャーナル51Dは、第3シリンダ31Cと第4シリンダ31Dとの間に対応する位置に設けられている。第5クランクジャーナル51Eは、クランクジャーナル51のうちで最もタイミングチェーン25から離れた位置に設けられている。第1クランクピン52Aは、第1シリンダ31Aと対応する位置に設けられている。第2クランクピン52Bは、第2シリンダ31Bと対応する位置に設けられている。第3クランクピン52Cは、第3シリンダ31Cと対応する位置に設けられている。第4クランクピン52Dは、第4シリンダ31Dと対応する位置に設けられている。

[0020] シリンダブロック3には、クランクシャフト5をシリンダブロック3に対して回転可能な状態で支持するためのクランク軸受部34として、第1クランク軸受部34Aと第2クランク軸受部34Bと第3クランク軸受部34Cと第4クランク軸受部34Dと第5クランク軸受部34Eとが設けられている。第1クランク軸受部34Aは、第1クランクジャーナル51Aを支持するための軸受部であり、第1隔壁32Aとクランクキャップ33とにより構成されている。第2クランク軸受部34Bは、第2クランクジャーナル51Bを支持するための軸受部であり、第2隔壁32Bとクランクキャップ33とにより構成されている。第3クランク軸受部34Cは、第3クランクジャーナル51Cを支持するための軸受部であり、第3隔壁32Cとクランクキャップ33とにより構成されている。第4クランク軸受部34Dは、第4クランクジャーナル51Dを支持するための軸受部であり、第4隔壁32Dとクランクキャップ33とにより構成されている。第5クランク軸受部34Eは、第5クランクジャーナル51Eを支持するための軸受部であり、第5隔壁32Eとクランクキャップ33とにより構成されている。

[0021] 各クランク軸受部34には、クランクシャフト5の回転にともなう摩擦を低減するためのクランクベアリング6が設けられている。すなわち、クランクベアリング6として、第1クランクジャーナル51Aを支持する第1クランクベアリング6Aと、第2クランクジャーナル5

1Bを支持する第2クランクベアリング6Bと、第3クランクジャーナル51Cを支持する第3クランクベアリング6Cと、第4クランクジャーナル51Dを支持する第4クランクベアリング6Dと、第5クランクジャーナル51Eを支持する第5クランクベアリング6Eとが設けられている。クランクベアリング6は、隔壁32に取り付けられる半円形状の主軸受体としてのアップーベアリング7と、クランクキャップ33に取り付けられる半円形状の副軸受体としてのロアベアリング8とから構成される半割り型のすべり軸受である。クランクベアリング6は、クランクジャーナル51を支持した状態において、自身の内周面とクランクジャーナル51の外周面51Zとの間に第2油路として機能する隙間(オイルクリアランス60)が形成されるように構成されている。隔壁32の軸受部には、第3本体油路35Cのエンジンオイル41をアップーベアリング7の油孔77(第1油路)に供給するための軸受部油溝32Rが設けられている。

[0022] コネクティングロッド27は、ピストン26が取り付けられるコンロッド本体27Aと、コンロッド本体27Aの端部に取り付けられるコンロッドキャップ27Bとにより構成されている。コネクティングロッド27には、コネクティングロッド27をクランクシャフト5に対して回転可能な状態で取り付けるためのコンロッド軸受部27Cが設けられている。コンロッド軸受部27Cには、クランクシャフト5の回転にともなう摩擦を低減するためのコンロッドベアリング28が取り付けられている。コンロッドベアリング28は、コンロッド本体27Aに取り付けられる半円形状のアップーベアリング28Aと、コンロッドキャップ27Bに取り付けられる半円形状のロアベアリング28Bとから構成される半割り型のすべり軸受である。コンロッドベアリング28は、クランクピン52を支持した状態において、自身の内周面とクランクピン52の外周面との間に隙間(オイルクリアランス29(図5参照))が形成されるように構成されている。

[0023] [3] エンジン1の潤滑構造

以下に、図1及び図3を参照して、クランクシャフト5の潤滑構造について説明する。

図1に示されるように、シリンダブロック3には、オイルポンプ42により吐出されたエンジンオイル41をエンジン1の各部に供給するための本体油路35として、第1本体油路35Aと第2本体油路35Bと複数の第3本体油路35Cとが設けられている。第1本体油路35Aは、シリンダブロック3の外部のエンジンオイル41を第2本体油路35Bに

流通させるための油路である。第2本体油路35Bは、第1本体油路35Aから供給されたエンジンオイル41を各第3本体油路35Cに分配するための油路である。第3本体油路35Cは、第2本体油路35Bから供給されたエンジンオイル41をクランク軸受部34のクランクベアリング6に供給するための油路である。

[0024] 図3に示されるように、クランクシャフト5の内部には、クランクベアリング6のオイルクリアランス60からコンロッドベアリング28のオイルクリアランス29にエンジンオイル41を供給するためのクランク油路55が設けられている。該クランク油路55は、第1クランク油路55Aと第2クランク油路55Bと第3クランク油路55Cと第4クランク油路55Dとを備える。クランク油路55は、クランクベアリング6のオイルクリアランス60のエンジンオイル41をクランクジャーナル51の内部に流通させるための入口側油路55Jと、入口側油路55Jのエンジンオイル41をコンロッドベアリング28のオイルクリアランス29に流通させるための出口側油路55Pとを備える。

[0025] 第1クランク油路55Aは、第1クランクジャーナル51A内に設けられた第1入口側油路55JAと、クランクアーム53及び第1クランクピン52A内に設けられた第1出口側油路55PAとを備える。第2クランク油路55Bは、第2クランクジャーナル51B内に設けられた第2入口側油路55JBと、クランクアーム53及び第2クランクピン52B内に設けられた第2出口側油路55PBとを備える。第3クランク油路55Cは、第3クランクジャーナル51C内に設けられた第3入口側油路55JCと、クランクアーム53及び第3クランクピン52C内に設けられた第3出口側油路55PCとを備える。第4クランク油路55Dは、第4クランクジャーナル51D内に設けられた第4入口側油路55JDと、クランクアーム53及び第4クランクピン52D内に設けられた第4出口側油路55PDとを備える。

[0026] 図5を参照して、クランクシャフト5の潤滑にかかるエンジンオイル41の流れについて説明する。図5は、本体油路35及びクランク油路55を模式的に示している。

オイルパン13に滞留しているエンジンオイル41は、オイルストレーナ43を介してオイルポンプ42に吸引される。エンジンオイル41は、オイルポンプ42から吐出されて、オイルフィルタ44を介して第1本体油路35Aに流れ込む。第1本体油路35A内のエンジンオイル41は、第2本体油路35Bを介して各第3本体油路35Cに流れ込む。第3本体油路35C内のエンジンオイル41は、隔壁32の軸受部油溝32R及びクランク

ベアリング6の油孔77を介してオイルクリアランス60に流れ込む。オイルクリアランス60のエンジンオイル41は、入口側油路55Jの入口を介してクランクジャーナル51内部に流れ込む。入口側油路55Jのエンジンオイル41は、出口側油路55Pを介してコンロッドベアリング28のオイルクリアランス29に流れ込む。

[0027] [4]クランクベアリング6の構造

図6～図16を参照して、クランクベアリング6の詳細な構造について説明する。図6は、クランクベアリング6をアッパーベアリング7及びロアベアリング8に分割した状態を示す。図7は、アッパーベアリング7の平面構造を示す。図8は、アッパーベアリング7の底面構造を示す。図9は、アッパーベアリング7の正面構造を示す。図10は、径方向に沿うアッパーベアリング7の断面構造を示す。図11及び図12は、図10の一部の拡大図である。図13は、ロアベアリング8の正面構造を示す。図14は、ロアベアリング8の正面構造を示す。図15及び図16は、図14の一部の拡大図である。また、各図面においては、面取り及びクラッシュリリーフの大きさをクランクベアリング6のその他の部位に対して誇張して表現している。

[0028] 図6に示されるように、クランクベアリング6は、アッパーベアリング7とロアベアリング8との組み合わせにより構成されている。具体的には、アッパーベアリング7の一对の合わせ面72とロアベアリング8の一对の合わせ面82とが接触するようにこれらベアリング7, 8が組み合わされる。以降では、アッパーベアリング7及びロアベアリング8について、各ベアリング7, 8における任意の位置を基準としたときに、各ベアリング7, 8の周方向においてこの基準位置よりもクランクシャフト5の回転方向の前方を回転方向前方AFとし、同基準位置よりもクランクシャフト5の回転方向の後方を回転方向後方ARとする。

[0029] 図7～図12に示されるように、アッパーベアリング7には、クランクベアリング6の外周側と内周側との間でエンジンオイル41を流通させるための油孔77と、エンジンオイル41をクランクベアリング6の内周側で周方向へ流通させるための油溝78とが設けられている。アッパーベアリング7の一对の端部71においてその内周面75には、アッパーベアリング7とロアベアリング8との組み合わせにともなう端部71の変形を許容するためのクラッシュリリーフ73が設けられている。アッパーベアリング7の内周側に位

置する合わせ面72の一辺には面取り74が設けられている。周方向において両端部71の間には、クランクジャーナル51の支持に適したエンジンオイル41の膜(油膜)を形成するための中間軸受部7Eが設けられている。中間軸受部7Eには、エンジンオイル41の油路である油溝78を備えた切り下がり部7EFと、油路が形成されていない切り上がり部7ERとが設けられている。

[0030] 回転方向前方AF側の端部71(前方側端部71F)の合わせ面72を前方側合わせ面72Fといい回転方向後方AR側の端部71(後方側端部71R)の合わせ面72を後方側合わせ面72Rという。前方側端部71Fのクラッシュリリーフ73を前方側クラッシュリリーフ73Fという。前方側端部71Fの面取り74を前方側面取り74Fという。後方側端部71Rのクラッシュリリーフ73を後方側クラッシュリリーフ73Rという。後方側端部71Rの面取り74を後方側面取り74Rという。

[0031] クラッシュリリーフ73は、合わせ面72にて深さが最も大きくなるように形成されている。クラッシュリリーフ73は、合わせ面72からアッパーベアリング7の周方向の中間部へ向けて深さが徐々に小さくなり、周方向において合わせ面72から最も離れた位置にて深さがゼロとなるように形成されている。なお、クラッシュリリーフ73の深さとは、内周面75に対する径方向への切り込み量を意味する。

[0032] 面取り74は、アッパーベアリング7の一方の側面76から他方の側面76までにわたり、クランクベアリング6の軸方向に沿うように延びている。前方側面取り74Fは、油溝78と各側面76とをつなぐように延びている。

[0033] 油孔77は、アッパーベアリング7を径方向に貫通しており、内周側の開口部である内周側開口部77Aと外周側の開口部である外周側開口部77Bとをつなぐように延びている。油孔77は、アッパーベアリング7の周方向における中心(周方向中心CA)よりも回転方向後方AR側に設けられている。

[0034] 油溝78は、内周側開口部77Aと切り上がり部7ERとの間の部位から前方側合わせ面72Fまでにわたり延びている。具体的には、油溝78における回転方向前方AF側の端部を前方側端部78Fとし、油溝78における回転方向後方AR側の端部を後方側端部78Rとしたとき、前方側端部78Fが前方側合わせ面72Fにてアッパーベアリング7の外部へ向けて開口するとともに、後方側端部78Rが切り上がり部7ERの直前

にて切り上がる、すなわち終端する。油溝78は、油孔77と前方側クラッシュリリーフ73Fと前方側面取り74Fとをつなぐように延びている。油溝78の周方向の中心(周方向中心CB)がアッパーベアリング7の周方向中心CAよりも回転方向前方AF側に位置する。油溝78は、一对の油溝側面78Aと、両油溝側面78Aをつなぐ油溝底面78Bとにより形成されている。両油溝側面78Aがクランクベアリング6の径方向の外側から内側に向けて互いに離間するように形成されている。油溝78の幅は、油孔77の径(内周側開口部77Aの径)よりも小さい。油溝78の深さは、周方向中心CBにて最も大きく、周方向中心CBから後方側端部78Rにかけて徐々に小さい。油溝78の深さは、後方側端部78Rにてゼロとなるように設定されている。油溝78の深さは、周方向中心CBから前方側端部78Fにかけて徐々に小さくなるように設定されている。

[0035] 切り上がり部7ERは、内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側かつ後方側クラッシュリリーフ73Rよりも回転方向前方AF側に設けられている。すなわち、アッパーベアリング7においては、油溝78の後方側端部78Rと後方側クラッシュリリーフ73Rとの間の部位が切り上がり部7ERに相当する。

[0036] 図8に示されるように、アッパーベアリング7は、周方向において次のように区分される。すなわち、アッパーベアリング7は、前方側面取り74Fが設けられる第1面取り部7Aと、後方側面取り74Rが設けられる第2面取り部7Bと、前方側クラッシュリリーフ73Fが設けられる第1リリーフ部7Cと、後方側クラッシュリリーフ73Rが設けられる第2リリーフ部7Dと、油孔77の内周側開口部77Aが設けられる中間軸受部7Eとに区分することができる。アッパーベアリング7の内周面75は、上記アッパーベアリング7の区分に基づいて次のように区分することができる。すなわち、内周面75は、油溝底面78Bと、油溝底面78Bを除く第1面取り部7Aの内周面75Aと、第2面取り部7Bの内周面75Bと、油溝底面78Bを除く第1リリーフ部7Cの内周面75Cと、第2リリーフ部7Dの内周面75Dと、油溝底面78Bを除く中間軸受部7Eの内周面75Eとに区分される。

[0037] 図13～図16に示されるように、ロアベアリング8の一对の端部81においてその内周面85には、アッパーベアリング7とロアベアリング8との組み合わせにともなう端部81の変形を許容するためのクラッシュリリーフ83が設けられている。ロアベアリング8の内周側に位置する合わせ面82の一辺には面取り84が設けられている。周方向にお

いて両端部81の間には、クランクジャーナル51の支持に適したエンジンオイル41の膜(油膜)を形成するための中間軸受部8Eが設けられている。

[0038] 回転方向前方AF側の端部(前方側端部81F)の合わせ面82を前方側合わせ面82Fといい、回転方向後方AR側の端部(後方側端部81R)の合わせ面82を後方側合わせ面82Rという。前方側端部81Fのクラッシュリリーフ83を前方側クラッシュリリーフ83Fという。前方側端部81Fの面取り84を前方側面取り84Fという。後方側端部81Rのクラッシュリリーフ83を後方側クラッシュリリーフ83Rという。後方側端部81Rの面取り84を後方側面取り84Rという。

[0039] クラッシュリリーフ83は、合わせ面82にて深さが最も大きくなるように形成されている。クラッシュリリーフ83は、合わせ面82からロアベアリング8の周方向の中間部へ向けて深さが徐々に小さくなり、周方向において合わせ面82から最も離れた位置にて深さがゼロとなるように形成されている。なお、クラッシュリリーフ83の深さとは、内周面85に対する径方向への切り込み量を意味する。面取り84は、ロアベアリング8の一方の側面86から他方の側面86までにわたり、クランクベアリング6の軸方向に沿うように延びている。

[0040] 図13に示されるように、ロアベアリング8は、周方向において次のように区分することができる。すなわち、ロアベアリング8は、前方側面取り84Fが設けられる第1面取り部8Aと、後方側面取り84Rが設けられる第2面取り部8Bと、前方側クラッシュリリーフ83Fが設けられる第1リリーフ部8Cと、後方側クラッシュリリーフ83Rが設けられる第2リリーフ部8Dと、第1リリーフ部8Cと第2リリーフ部8Dとの間に設けられる中間軸受部8Eとに区分される。ロアベアリング8の内周面85は、上記ロアベアリング8の区分に基づいて次のように区分することができる。すなわち、内周面85は、第1面取り部8Aの内周面85Aと、第2面取り部8Bの内周面85Bと、第1リリーフ部8Cの内周面85Cと、第2リリーフ部8Dの内周面85Dと、中間軸受部8Eの内周面85Eとに区分される。

[0041] [5]クランクベアリングのオイルクリアランス

エンジン1においては、クランクベアリング6を通じてクランクジャーナル51が支持されることにより、クランクベアリング6とクランクジャーナル51との間にオイルクリアランス60が形成される。すなわち、アッパー及びロアベアリング7, 8の内周面75, 内周面8

5と、クランクジャーナル51の外周面51Zとの間に、オイルクリアランス60が形成される。

[0042] ここで、オイルクリアランス60の詳細についての説明をするための前置きとおして、図17～図20に示す仮想のクランクベアリング(第1仮想ベアリング100)、及び図21～図24に示す仮想のクランクベアリング(第2仮想ベアリング200)について説明する。図17は、第1仮想ベアリング100のアップパーベアリング110の正面構造を示す。図18は、アップパーベアリング110の底面構造を示す。図19は、第1仮想ベアリング100のロアベアリング120の正面構造を示す。図20は、ロアベアリング120の平面構造を示す。図21は、第2仮想ベアリング200のアップパーベアリング210の正面構造を示す。図22は、アップパーベアリング210の底面構造を示す。図23は、第2仮想ベアリング200のロアベアリング220の正面構造を示す。図24は、ロアベアリング220の平面構造を示す。各クランクベアリング100, 200について、クランクベアリング6と共通する要素については同一の符号が付されている。

[0043] 第1仮想ベアリング100は、クラッシュリリーフ73, 83、面取り74, 84及び油溝78が設けられていないことを除いては、クランクベアリング6と同様の構造を有する。第2仮想ベアリング200は、面取り74, 84及び油溝78が設けられていないことを除いては、クランクベアリング6と同様の構造を有する。

[0044] 第1仮想ベアリング100は、そのアップパーベアリング110に前方側クラッシュリリーフ73F及び後方側クラッシュリリーフ73Rを設けるとともに、そのロアベアリング120に前方側クラッシュリリーフ83F及び後方側クラッシュリリーフ83Rを設けることにより、第2仮想ベアリング200と同じ構造となる。第1仮想ベアリング100に対するクラッシュリリーフ73, 83の形成にともない同ベアリング100から取り除かれる立体を次のように規定する。すなわち、アップパーベアリング110に対する前方側クラッシュリリーフ73Fの形成にともないアップパーベアリング110から取り除かれる立体を第1前方側リリーフ体111とする。アップパーベアリング110に対する後方側クラッシュリリーフ73Rの形成にともないアップパーベアリング110から取り除かれる立体を第1後方側リリーフ体112とする。ロアベアリング120に対する前方側クラッシュリリーフ83Fの形成にともないロアベアリング120から取り除かれる立体を第2前方側リリーフ体121とする。ロアベアリン



グ120に対する後方側クラッシュリリーフ83Rの形成にともないロアベアリング120から取り除かれる立体を第2後方側リリーフ体122とする。

[0045] 第2仮想ベアリング200は、そのアッパーベアリング210に前方側面取り74F及び後方側面取り74Rと油溝78とを設けるとともに、そのロアベアリング220に前方側面取り84F及び後方側面取り84Rを設けることにより、クランクベアリング6と同じ構造となる。第2仮想ベアリング200に対する面取り74, 84の形成にともない同ベアリング200から取り除かれる立体を次のように規定する。すなわち、アッパーベアリング210に対する前方側面取り74Fの形成にともないアッパーベアリング210から取り除かれる立体を第1前方側面取り体211とする。アッパーベアリング210に対する後方側面取り74Rの形成にともないアッパーベアリング210から取り除かれる立体を第1後方側面取り体212とする。ロアベアリング220に対する前方側面取り84Fの形成にともないロアベアリング220から取り除かれる立体を第2前方側面取り体221とする。ロアベアリング220に対する後方側面取り84Rの形成にともないロアベアリング220から取り除かれる立体を第2後方側面取り体222とする。

[0046] 図25～図28を参照して、クランクベアリング6のオイルクリアランス60の詳細について説明する。図25は、各クランクベアリング6, 100, 200を通じてクランクジャーナル51が支持された状態の断面構造について、各クランクベアリング6, 100, 200の中心とクランクジャーナル51の中心とが整合する状態を示す。各図面においては、クランクジャーナル51に対するクランクベアリング6及びオイルクリアランス60の大きさを誇張して表現している。

[0047] クランクベアリング6のオイルクリアランス60は、大きくはアッパーベアリング7とクランクジャーナル51との間に形成される第1領域Uと、ロアベアリング8とクランクジャーナル51との間に形成される第2領域Lとに区分される。

[0048] 第1領域Uは、さらに次のように区分することができる。すなわち、第1領域Uは、第1前方側リリーフ体111に対応する領域UAと、第1後方側リリーフ体112に対応する領域UBと、第1前方側面取り体211に対応する領域UCと、第1後方側面取り体212に対応する領域UDと、クランクジャーナル51の外周面51Zと第1仮想ベアリング100のアッパーベアリング110の内周面75との間に形成される領域UEと、油溝78に対

応する領域UFとに区分される。領域UEは、さらに次のように区分することができる。すなわち、領域UEは、第1面取り部7A及び第1リリーフ部7Cに対応する領域UE1と、第2面取り部7B及び第2リリーフ部7Dに対応する領域UE2と、中間軸受部7Eに対応する領域UE3とに区分される。図28に示されるように、領域UE3は、さらに次のように区分される。すなわち、領域UE3は、油溝78に対応する領域UE31と、油溝78が形成されていない領域に対応する領域UE32とに区分される。

[0049] ロアベアリング8に対応する領域Lは、さらに次のように区分される。すなわち、領域Lは、第2前方側リリーフ体121に対応する領域LAと、第2後方側リリーフ体122に対応する領域LBと、第2前方側面取り体221に対応する領域LCと、第2後方側面取り体222に対応する領域LDと、クランクジャーナル51の外周面51Zと第1仮想ベアリング100のロアベアリング120の内周面75との間に形成される領域LEとに区分される。領域LEは、さらに次のように区分される。すなわち、領域LEは、第2面取り部8B及び第2リリーフ部8Dに対応する領域LE1と、第1面取り部8A及び第1リリーフ部8Cに対応する領域LE2と、中間軸受部8Eに対応する領域LE3とに区分される。

[0050] オイルクリアランス60には、クランクジャーナル51の回転を適切に支持するために必要な油膜圧力が得られる軸受油路61と、軸受油路61に比べて油膜圧力が非常に小さくなる溝内油路62と、対溝油路63と、端部油路64と、リリーフ油路65と、面取り油路66とが形成される。具体的には、以下のように各油路が形成される。以降では、アッパーベアリング7の第1面取り部7A及び第1リリーフ部7Cに対応する第1仮想ベアリング100の内周面75を仮想内周面101という。アッパーベアリング7の第2面取り部7B及び第2リリーフ部7Dに対応する第1仮想ベアリング100の内周面75を仮想内周面102という。ロアベアリング8の第1面取り部8A及び第1リリーフ部8Cに対応する第1仮想ベアリング100の内周面75を仮想内周面103という。ロアベアリング8の第2面取り部8B及び第2リリーフ部8Dに対応する第1仮想ベアリング100の内周面75を仮想内周面104という。アッパーベアリング7の第1面取り部7A及び第1リリーフ部7Cに対応する第2仮想ベアリング200の内周面75を仮想内周面201という。アッパーベアリング7の第2面取り部7B及び第2リリーフ部7Dに対応する第2仮想ベアリング200の内周面75を仮想内周面202という。ロアベアリング8の第1面取り部8A

及び第1リリーフ部8Cに対応する第2仮想ベアリング200の内周面75を仮想内周面203という。ロアベアリング8の第2面取り部8B及び第2リリーフ部8Dに対応する第2仮想ベアリング200の内周面75を仮想内周面204という。

- [0051] 軸受油路61は、アッパーベアリング7の中間軸受部7Eの内周面75Eとクランクジャーナル51の外周面51Zとの間に位置する第1軸受油路61Aと、ロアベアリング8の中間軸受部8Eの内周面85Eとクランクジャーナル51の外周面51Zとの間に位置する第2軸受油路61Bを備える。
- [0052] 端部油路64は、第1仮想ベアリング100の仮想内周面101, 104とクランクジャーナル51の外周面51Zとの間に位置する第1端部油路64Aと、第1仮想ベアリング100の仮想内周面102, 103とクランクジャーナル51の外周面51Zとの間に位置する第2端部油路64Bとを備える。
- [0053] リリーフ油路65は、第2仮想ベアリング200の仮想内周面201, 204と第1仮想ベアリング100の仮想内周面101, 104との間に位置する第1リリーフ油路65Aと、第2仮想ベアリング200の仮想内周面202, 203と第1仮想ベアリング100の仮想内周面102, 103との間に位置する第2リリーフ油路65Bとを備える。
- [0054] 面取り油路66は、第1面取り油路66Aと第2面取り油路66Bとを備える。第1面取り油路66Aは、アッパーベアリング7の第1面取り部7Aの内周面75A及びロアベアリング8の第2面取り部8Bの内周面85Bと、第2仮想ベアリング200の仮想内周面201及び仮想内周面204との間に位置する。第2面取り油路66Bは、アッパーベアリング7の第2面取り部7Bの内周面75B及びロアベアリング8の第1面取り部8Aの内周面85Aと、第2仮想ベアリング200の仮想内周面202及び仮想内周面203との間に位置する。面取り油路66は、クランクベアリング6の合わせ部に設けられる補助油路に相当する。
- [0055] 上記各油路は、オイルクリアランス60に関して区分される先の各領域に基づいて、次のように表現することもできる。すなわち、第1軸受油路61Aは、領域UE32により形成される。第2軸受油路61Bは、領域LE3により形成される。溝内油路62は、領域UFにより形成される。対溝油路63は、領域UE31により形成される。第1端部油路64Aは、領域UE1と領域LE1とにより形成される。第2端部油路64Bは、領域UE2と

領域LE2とにより形成される。第1リリーフ油路65Aは、領域UAと領域LAとにより形成される。第2リリーフ油路65Bは、領域UBと領域LBとにより形成される。第1面取り油路66Aは、領域UCと領域LCとにより形成される。第2面取り油路66Bは、領域UDと領域LDとにより形成される。

[0056] [6]オイルクリアランスにおけるエンジンオイルの流れ

図25～図28を参照して、クランクベアリング6のオイルクリアランス60におけるエンジンオイル41の流通態様について説明する。

[0057] オイルクリアランス60のエンジンオイル41には、クランクシャフト5の回転にともない回転方向後方ARから回転方向前方AFへ向かう力が加えられる。このため、オイルクリアランス60においては、大きくは回転方向後方ARから回転方向前方AFへ向かうエンジンオイル41の流れが形成される。オイルクリアランス60の各油路61～65の間にて次のようなエンジンオイル41の流れが形成される。

[0058] 溝内油路62のエンジンオイル41は、対溝油路63または第1リリーフ油路65Aまたは第1面取り油路66Aに流れ込む。対溝油路63のエンジンオイル41は、第1軸受油路61Aまたは第1端部油路64Aまたは入口側油路55Jに流れ込む。第1軸受油路61Aのエンジンオイル41は、第1端部油路64Aに流れ込む。または、第1軸受油路61Aのエンジンオイル41は、アッパーベアリング7の側面76を介してオイルクリアランス60の外部に流れ出る。第1端部油路64Aのエンジンオイル41は、第1リリーフ油路65Aまたは第2軸受油路61Bに流れ込む。または、第1端部油路64Aのエンジンオイル41は、アッパーベアリング7の側面76及びロアベアリング8の側面86のいずれかを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出る。第1リリーフ油路65Aのエンジンオイル41は、第1面取り油路66Aまたは第1端部油路64Aに流れ込む。または、第1リリーフ油路65Aのエンジンオイル41は、アッパーベアリング7の側面76及びロアベアリング8の側面86のいずれかを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出る。第1面取り油路66Aのエンジンオイル41は、アッパーベアリング7の側面76及びロアベアリング8の側面86のいずれかを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出る。または、第1面取り油路66Aのエンジンオイル41は、第1リリーフ油路65Aに流れ込む。第2軸受油路61Bのエンジンオイル41は、第2端部油路64Bに流れ込む。または、

第2軸受油路61Bのエンジンオイル41は、ロアベアリング8の側面86を介してオイルクリアランス60の外部に流れ出る。第2端部油路64Bのエンジンオイル41は、第2リーフ油路65Bまたは第1軸受油路61Aに流れ込む。または、第2端部油路64Bのエンジンオイル41は、ロアベアリング8の側面86及びアッパーベアリング7の側面76のいずれかを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出る。第2リーフ油路65Bのエンジンオイル41は、第2面取り油路66Bまたは第2端部油路64Bに流れ込む。または、第2リーフ油路65Bのエンジンオイル41は、ロアベアリング8の側面86及びアッパーベアリング7の側面76のいずれかを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出る。第2面取り油路66Bのエンジンオイル41は、ロアベアリング8の側面86及びアッパーベアリング7の側面76のいずれかを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出る。または、第2面取り油路66Bのエンジンオイル41は、第2リーフ油路65Bに流れ込む。

- [0059] クランクベアリング6においては、以下の(A)及び(B)に示すように第1リーフ油路65Aの通路面積SAと第1面取り油路66Aの通路面積TAとの関係、及び第2リーフ油路65Bの通路面積SBと第2面取り油路66Bの通路面積TBとの関係が設定されている。これらの通路面積SA、通路面積TA、通路面積SB及び通路面積TBは、具体的にはそれぞれ次のように規定される通路面積を示す。すなわち、第1リーフ油路65Aの通路面積SAは、クランクベアリング6の径方向に沿う第1前方側リーフ体111の断面の面積と、クランクベアリング6の径方向に沿う第2後方側リーフ体122の断面の面積とを合わせた面積に相当する。第1面取り油路66Aの通路面積TAは、クランクベアリング6の径方向に沿う第1前方側面取り体211の断面の面積と、クランクベアリング6の径方向に沿う第2後方側面取り体222の断面の面積とを合わせた面積に相当する。第2リーフ油路65Bの通路面積SBは、クランクベアリング6の径方向に沿う第1後方側リーフ体112の断面の面積と、クランクベアリング6の径方向に沿う第2前方側リーフ体121の断面の面積とを合わせた面積に相当する。第2面取り油路66Bの通路面積TBは、クランクベアリング6の径方向に沿う第1後方側面取り体212の断面の面積と、クランクベアリング6の径方向に沿う第2前方側面取り体221の断面の面積とを合わせた面積に相当する。

[0060] (A)第1リリーフ油路65A及び第1面取り油路66Aについて、第1面取り油路66Aを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の流量(第1面取り流量QB)が第1リリーフ油路65Aを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の流量(第1リリーフ流量QA)よりも大きくなるように、第1リリーフ油路65Aの通路面積SAと第1面取り油路66Aの通路面積TAとの関係が設定されている。上記通路面積SAと通路面積TAとの関係は、第1面取り流量QBが第1リリーフ流量QAよりも大きくなるように、前方側クラッシュリリーフ73Fの大きさ(形成範囲及び深さ)と前方側面取り74Fの大きさとの関係、及び後方側クラッシュリリーフ83Rの大きさ(形成範囲及び深さ)と後方側面取り84Rの大きさとの関係が設定されることを通じて決定される。

[0061] (B)第2リリーフ油路65B及び第2面取り油路66Bについて、第2面取り油路66Bを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の流量(第2面取り流量QD)が第2リリーフ油路65Bを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の流量(第2リリーフ流量QC)よりも大きくなるように、第2リリーフ油路65Bの通路面積SBと第2面取り油路66Bの通路面積TBとの関係が設定されている。上記通路面積SBと通路面積TBとの関係は、第2面取り流量QDが第2リリーフ流量QCよりも大きくなるように、後方側クラッシュリリーフ73Rの大きさ(形成範囲及び深さ)と後方側面取り74Rの大きさとの関係、及び前方側クラッシュリリーフ83Fの大きさ(形成範囲及び深さ)と前方側面取り84Fの大きさとの関係が設定されることを通じて決定される。

[0062] 次に、本実施形態の利点を以下に記載する。

(1)クランクベアリング6には、油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側に切り上がり部7ERが設けられている。油溝78が前方側クラッシュリリーフ73F及び前方側面取り74Fを介して油孔77の内周側開口部77Aと前方側合わせ面72Fとをつなぐように形成されている。これにより、切り上がり部7ERが設けられていない場合に比べて、油溝78を介して油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側のオイルクリアランス60に供給されるエンジンオイル41の量が減量されるため、オイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることができる。

ようになる。また、第2リリーフ油路65B及び第2面取り油路66Bに供給されるエンジンオイル41の量が減量されるため、オイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることができるようになる。油孔77を介してオイルクリアランス60に流れ込んだ異物が油溝78及び第1リリーフ油路65Aを流れることを通じてクランクベアリング6の軸方向からオイルクリアランス60の外部に流れ出るため、異物による損傷が生じることを抑制することができるようになる。切り上がり部7ERが油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側に設けられていることにより、油溝78内の異物が切り上がり部7ERに対応するオイルクリアランス60に流れ込むことがクランクシャフト5の回転を通じて妨げられるため、異物による損傷が生じることを好適に抑制することができるようになる。このように、本実施形態のクランクベアリング6によれば、オイルクリアランス60から流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることと、異物による損傷が生じることを抑制することとの両立を図ることができるようになる。

[0063] (2) 本実施形態のクランクベアリング6では、油溝78の幅が油孔77の径(内周側開口部77Aの径)よりも小さく設定されている。これにより、油溝78の幅が油孔77の径よりも大きく設定されている場合に比べて油溝78の通路抵抗が大きくなるため、オイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることができるようになる。本実施形態のクランクベアリング6では、油溝78の形成にかかる加工性が著しく低下することのない範囲内で最大限に油溝78の幅が小さく設定されているため、クランクベアリング6の生産性を損なうことなくオイルクリアランス60からのエンジンオイル41の漏れ量を少なくする効果をより高めることができるようになる。

[0064] (3) 本実施形態のクランクベアリング6では、油孔77の内周側開口部77Aがアッパーベアリング7の周方向中心CAよりも回転方向後方AR側に設けられている。これにより、油孔77の内周側開口部77Aが周方向中心CAよりも回転方向前方AF側に設けられる場合に比べて、内周側開口部77Aから油溝78の前方側端部78Fまでの距離が長くなることにより油溝78の通路抵抗が大きくなる。このため、オイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることができるようになる。

[0065] (4) 本実施形態のクランクベアリング6では、クランクベアリング6の外部のエンジンオイル41をオイルクリアランス60に供給する油孔77が1つだけアッパーベアリング7

に設けられている。これにより、オイルクリアランス60にエンジンオイル41を供給するための油孔が複数設けられる場合に比べて、クランクベアリング6の外部からオイルクリアランス60に供給されるエンジンオイル41の量が減量されるため、オイルクリアランス60から外部に流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることができるようになる。

[0066] (5)本実施形態のクランクベアリング6では、油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向前方AF側における油溝78の深さが前方側端部78Fにて最も小さく設定されている。これにより、例えば、油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向前方AF側における油溝78の深さについて、その全体が一定の大きさに設定されている場合に比べて、油溝78内から油溝78の外部に流れ出るエンジンオイル41の量が減量されるため、オイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることができるようになる。

[0067] (6)クランクベアリング6が適用されたエンジン1においては、第1面取り流量QBが第1リリーフ流量QAに対して大きくなるにつれてオイルクリアランス60から外部に排出される異物の量が多くなることが本願発明者による試験等を通じて確認されている。そこで、本実施形態のクランクベアリング6では、こうした事実に基づいて、第1面取り流量QBが第1リリーフ流量QAよりも大きくなるように第1面取り油路66Aの通路面積TAと第1リリーフ油路65Aの通路面積SAとの関係が設定されている。これにより、エンジンオイル41とともにオイルクリアランス60に流れ込んだ異物について、その多くが第1面取り油路66Aを介してオイルクリアランス60の外部に排出されるため、異物による損傷が生じることをより好適に抑制することができるようになる。

[0068] (7)クランクベアリング6が適用されたエンジン1においては、第2面取り流量QDが第2リリーフ流量QCに対して大きくなるにつれてオイルクリアランス60から外部に排出される異物の量が多くなることが本願発明者による試験等を通じて確認されている。そこで、本実施形態のクランクベアリング6では、こうした事実に基づいて、第2面取り流量QDが第2リリーフ流量QCよりも大きくなるように第2面取り油路66Bの通路面積TBと第2リリーフ油路65Bの通路面積SBとの関係が設定されている。これにより、エンジンオイル41とともにオイルクリアランス60に流れ込んだ異物について、その多くが第2面取り油路66Bを介してオイルクリアランス60の外部に排出されるため、異物



による損傷が生じることをより好適に抑制することができるようになる。

[0069] (8)第1面取り油路66Aは、第1リーフ油路65Aや第2軸受油路61Bに比べてクランクベアリング6とクランクジャーナル51との間隔が大きいいため、第1面取り油路66Aの異物によりクランクベアリング6の損傷をまねく度合いは非常に小さいと考えられる。そこで、本実施形態のクランクベアリング6では、こうしたことに基づいて、第1面取り油路66Aを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の量が上限の量、つまりオイルクリアランス60から流れ出るエンジンオイル41の量として許容される量を超えない範囲で通路面積TAが最大限に大きく設定されている。これにより、オイルクリアランス60の異物の多くが第1面取り油路66Aを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出るため、異物による損傷が生じることをより好適に抑制することができるようになる。

[0070] (9)第2面取り油路66Bでは、第2リーフ油路65Bや第1軸受油路61Aに比べてクランクベアリング6とクランクジャーナル51との間隔が大きいいため、第2面取り油路66Bの異物によりクランクベアリング6の損傷をまねく度合いは非常に小さいと考えられる。そこで、本実施形態のクランクベアリング6では、こうしたことに基づいて、第2面取り油路66Bを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の量が上限の量、つまりオイルクリアランス60から流れ出るエンジンオイル41の量として許容される量を超えない範囲で通路面積TBが最大限に大きく設定されている。これにより、オイルクリアランス60の異物の多くが第2面取り油路66Bを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出るため、異物による損傷が生じることをより好適に抑制することができるようになる。

[0071] (10)本実施形態のクランクベアリング6では、面取り74, 84を利用して油溝78内の異物をオイルクリアランス60の外部に排出させることのできる補助油路としての面取り油路66が形成されている。これにより、面取り74, 84とは別に補助油路を形成する場合に比べてクランクベアリング6の負荷能力の低下を抑制することができるようになる。

[0072] (11)本実施形態のクランクベアリング6では、クラッシュリーフ73, 83を利用して油溝78内の異物をオイルクリアランス60の外部に排出させることのできる補助油路と

してのリリーフ油路65が形成されている。これにより、クラッシュリリーフ73, 83とは別に補助油路を形成する場合に比べてクランクベアリング6の負荷能力の低下を抑制することができるようになる。

[0073] (12)図29及び図30に示す比較例に係るクランクベアリング6Xとの対比に基づいて、本実施形態のクランクベアリング6の利点について説明する。図29は、クランクベアリング6Xのアップパーベアリング7Xの正面構造を示す。図30は、アップパーベアリング7Xの底面構造を示す。

[0074] 図29及び図30に示されるように、クランクベアリング6Xは、第1実施形態のクランクベアリング6に対し、以下の点において異なっている。すなわち、クランクベアリング6Xのアップパーベアリング7Xには、油溝78に代えて油溝7XAが形成されている。油溝7XAは、油孔77の内周側開口部77Aを介して前方側合わせ面72Fと後方側合わせ面72Rとをつなぐように延びている。また、アップパーベアリング7Xには、切り上がり部7ERが存在しない。なお、クランクベアリング6Xについて、上記変更点以外は実質的に第1実施形態のクランクベアリング6と同様の構造が採用されている。また、図面において、第1実施形態と共通する要素については同実施形態と同一の符号が付されている。

[0075] 上記クランクベアリング6Xが適用されたエンジン1においては、油溝7XAのエンジンオイル41が対溝油路63または第1リリーフ油路65Aまたは第1面取り油路66Aまたは第2リリーフ油路65Bまたは第2面取り油路66Bに流れ込む。ここで、オイルクリアランス60のエンジンオイル41に対しては、クランクシャフト5の回転にともない回転方向後方AR側から回転方向前方AF側へ向かう力が加えられるため、第2リリーフ油路65Bのエンジンオイル41の一部は、アップパーベアリング7Xの側面76及びロアベアリング8の側面86のいずれかを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出る前に第2リリーフ油路65Bから第1軸受油路61Aに流れ込むようになる。このとき、エンジンオイル41内の異物もクランクベアリング6とクランクジャーナル51との間隔が大きい第2リリーフ油路65Bから同間隔の小さい第1軸受油路61Aに流れ込むため、アップパーベアリング7Xの損傷やクランクシャフト5の焼き付きをまねく可能性が高くなる。

[0076] これに対して、本実施形態のクランクベアリング6には切り上がり部7ERが設けられ

ているため、切り上がり部7ERが油溝78から第2リリーフ油路65Bにエンジンオイル41が流れ込むことを妨げる。これにより、エンジン1にクランクベアリング6Xが適用される場合に比べて、第2リリーフ油路65Bに流れ込む異物の量が減量されるため、クランクシャフト5の回転にともない第2リリーフ油路65Bから第1軸受油路61Aに流れ込む異物の量を少なくすることができるようになる。また、アッパーベアリング7の損傷やクランクシャフト5の焼き付きが生じることを好適に抑制することができるようになる。

[0077] (13)本実施形態のエンジン1では、クランクベアリング6がクランクシャフト5を支持するため、オイルクリアランス60から流れ出るエンジンオイル41の量が減量される。これにより、クランクシャフト5の潤滑性能の向上、及びオイルポンプ42の仕事量の低減にともなう燃料消費率の向上を図ることができるようになる。

[0078] (14)コンロッドベアリング28のオイルクリアランス29に流れ込む異物の量が減量されるため、コンロッドベアリング28の損傷やコネクティングロッド27の焼き付きが生じることを抑制することができるようになる。

[0079] 上記第1実施形態は、以下に示すように変更してもよい。

油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向前方AF側における油溝78の部位に関し、その深さは上記実施形態にて例示した態様に限られるものではない。要するに、油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向前方AF側に設けられる油溝78の部位について、相対的な通路面積が最も小さくなる箇所が少なくとも1箇所設けられる態様であればよい。

[0080] クラッシュリリーフ73, 83及び面取り74, 84の態様を以下の(A)～(D)のいずれかに変更することもできる。また、以下の(A)～(D)の構成を適宜組み合わせることもできる。

[0081] (A)アッパーベアリング7において、前方側クラッシュリリーフ73F及び前方側面取り74Fが省略されてもよい。この場合、オイルクリアランス60の領域LAにより第1リリーフ油路65Aが形成される。また、オイルクリアランス60の領域LCにより第1面取り油路66Aが形成される。ロアベアリング8の後方側クラッシュリリーフ83Rの大きさ(形成範囲及び深さ)と後方側面取り84Rの大きさとの関係を調整することによって、第1面取り流量QBを第1リリーフ流量QAよりも大きくすることができる。

- [0082] (B) アップーベアリング7において、後方側クラッシュリリーフ73R及び後方側面取り74Rが省略されてもよい。この場合、オイルクリアランス60の領域LBにより第2リリーフ油路65Bが形成される。また、オイルクリアランス60の領域LDにより第2面取り油路66Bが形成される。ロアベアリング8の前方側クラッシュリリーフ83Fの大きさ(形成範囲及び深さ)と前方側面取り84Fの大きさとの関係を調整することによって、第2面取り流量QDを第2リリーフ流量QCよりも大きくすることができる。
- [0083] (C) ロアベアリング8において、後方側クラッシュリリーフ83R及び後方側面取り84Rが省略されてもよい。この場合、オイルクリアランス60の領域UAにより第1リリーフ油路65Aが形成される。また、オイルクリアランス60の領域UCにより第1面取り油路66Aが形成される。アップーベアリング7の前方側クラッシュリリーフ73Fの大きさ(形成範囲及び深さ)と前方側面取り74Fの大きさとの関係を調整することによって、第1面取り流量QBを第1リリーフ流量QAよりも大きくすることができる。
- [0084] (D) ロアベアリング8において、前方側クラッシュリリーフ83F及び前方側面取り84Fが省略されてもよい。この場合、オイルクリアランス60の領域UBにより第2リリーフ油路65Bが形成される。また、オイルクリアランス60の領域UDにより第2面取り油路66Bが形成される。アップーベアリング7の後方側クラッシュリリーフ73Rの大きさ(形成範囲及び深さ)と後方側面取り74Rの大きさとの関係を調整することによって、第2面取り流量QDを第2リリーフ流量QCよりも大きくすることができる。
- [0085] 次に、本発明を具体化した第2実施形態を、図31を参照して説明する。  
本実施形態のクランクベアリング6は、前記第1実施形態のクランクベアリング6の一部を以下のように変更して構成されている。図31において、前記第1実施形態と共通する部材については同第1実施形態と同一の符号が付されている。
- [0086] 図31に示されるように、本実施形態のクランクベアリング6においては、油溝78の幅が油孔77の径(内周側開口部77Aの径)と同じ大きさに設定されている。また、油溝78の深さが油溝78の周方向中心CBにて最も大きくなるように設定されている。また、油溝78の深さが周方向中心CBから後方側端部78Rにかけて徐々に小さくなるとともに、後方側端部78Rにてゼロとなるように設定されている。また、油溝78の深さが周方向中心CBから前方側端部78Fにかけて徐々に小さくなるように設定されている。

。

[0087] 以上詳述したように、本第2実施形態のクランクベアリング6によれば、第1実施形態の(1)及び(3)～(14)の利点に加えて、以下の(15)の利点が得られる。

(15)油溝78の幅が油孔77の径よりも小さく設定される場合に比べて油溝78の形成が容易となるため、クランクベアリング6の生産性の向上を図ることができる。

[0088] 次に、本発明を具体化した第3実施形態を、図32を参照して説明する。

本実施形態のクランクベアリング6は、前記第1実施形態のクランクベアリング6の一部を以下のように変更して構成されている。図32において、前記第1実施形態と共通する部材については同第1実施形態と同一の符号が付されている。

[0089] 図32に示されるように、本実施形態のクランクベアリング6においては、油孔77よりも回転方向前方AF側の中間軸受部7Eに油孔91が設けられている。油孔91は、隔壁32の軸受部油溝32Rのエンジンオイル41を油孔77とは独立してオイルクリアランス60に流通させる。油孔91は、アッパーベアリング7の周方向中心CAよりも回転方向前方AF側に設けられている。油孔91の径は、油孔77の径と同じ大きさに設定されている。

[0090] 以上詳述したように、本第3実施形態のクランクベアリング6によれば、第1実施形態の(1)～(3)及び(5)～(14)の利点に加えて、以下の(16)の利点が得られる。

[0091] (16)油孔91が設けられていない場合に比べてオイルクリアランス60に供給されるエンジンオイル41の量が多くなるため、オイルクリアランス60のエンジンオイル41の量が不足することを好適に抑制することができる。

[0092] 次に、本発明を具体化した第4実施形態を、図33を参照して説明する。

本実施形態のクランクベアリング6は、前記第1実施形態のクランクベアリング6の一部を以下のように変更して構成されている。図33において、前記第1実施形態と共通する部材については同第1実施形態と同一の符号が付されている。

[0093] 図33に示されるように、本実施形態のクランクベアリング6においては、油孔77が周方向中心CAよりも回転方向前方AF側に設けられている。油溝78はアッパーベアリング7の周方向中心CAよりも回転方向前方AF側の範囲内に設けられている。油溝78の後方側端部78Rが油孔77の内周側開口部77A上に設けられている。油孔77

のエンジンオイル41が後方側端部78Rを介して油溝78に流れ込むように、後方側端部78Rにおける油溝78の深さがゼロよりも大きく設定されている。油溝78の後方側端部78Rと後方側クラッシュリリーフ73Rとの間の部位が切り上がり部7ERに相当する。

[0094] 以上詳述したように、本第3実施形態のクランクベアリング6によれば、第1実施形態の(1)、(2)及び(4)～(14)の利点に加えて、以下の(17)及び(18)の利点が得られる。

[0095] (17)油孔77が周方向中心CAよりも回転方向後方AR側に設けられる場合に比べて、すなわち油溝78が周方向中心CAよりも回転方向後方AR側から前方側合わせ面72Fまでにわたり設けられる場合に比べてアップーベアリング7の軸受面積が大きくなるため、クランクベアリング6の負荷能力を向上させることができる。

[0096] (18)油溝78から第1軸受油路61Aに流れ込むエンジンオイル41の量が減量されるため、これにともない第1軸受油路61Aに流れ込む異物の量が減量される。これにより、異物による損傷やクランクシャフト5の焼き付きが生じることをより好適に抑制することができる。

[0097] 次に、本発明を具体化した第5実施形態を、図34を参照して説明する。

本実施形態のクランクベアリング6は、前記第4実施形態のクランクベアリング6の一部を以下のように変更して構成されている。図34において、前記第1実施形態と共通する部材については同第1実施形態と同一の符号が付されている。

[0098] 図34に示されるように、本実施形態のクランクベアリング6において、油溝78の幅は、油孔77の径(内周側開口部77Aの径)と同じ大きさに設定されている。油溝78の深さは、油溝78の周方向中心CBにて最も大きく設定されている。油溝78の深さは、周方向中心CBから後方側端部78Rにかけて徐々に小さくなるとともに後方側端部78Rにてゼロとなるように設定されている。油溝78の深さは、周方向中心CBから前方側端部78Fにかけて徐々に小さくなるように設定されている。

[0099] 以上詳述したように、本第5実施形態のクランクベアリング6によれば、第1実施形態の(1)、(2)及び(4)～(14)の利点、並びに第4実施形態の(17)及び(18)の利点に加えて、第2実施形態の(15)の利点が得られる。

[0100] 次に、本発明を具体化した第6実施形態を、図35を参照して説明する。

本実施形態のクランクベアリング6は、前記第4実施形態のクランクベアリング6の一部を以下のように変更して構成されている。図35において、前記第1実施形態と共通する部材については同第1実施形態と同一の符号が付されている。

[0101] 図35に示されるように、本実施形態のクランクベアリング6においては、油溝78の深さが次のように設定されている。すなわち、油溝78の深さは、前方側端部78Fにて最も大きく設定されている。油溝78の深さは、後方側端部78Rにて最も小さく設定されている。油孔77のエンジンオイル41が後方側端部78Rを介して油溝78に流れ込むように、後方側端部78Rにおける油溝78の深さがゼロよりも大きく設定されている。また、油溝78の深さは、前方側端部78Fから後方側端部78Rにかけて徐々に小さくなるように設定されている。

[0102] 以上詳述したように、本第6実施形態のクランクベアリング6によれば、第1実施形態の(1)、(2)及び(4)～(14)の利点、並びに第4実施形態の(17)及び(18)の利点に加えて、以下の(19)に示す利点が得られる。

[0103] (19)油溝78の深さが周方向中心CBにて最も大きく設定されるとともに両端部へ向かうにつれて小さくなるように設定される場合に比べて、油溝78の形成にかかる加工上の制約が緩やかになるため、クランクベアリング6の生産性の向上を図ることができる。

[0104] 次に、本発明を具体化した第7実施形態を、図36を参照して説明する。

本実施形態のクランクベアリング6は、前記第1実施形態のクランクベアリング6における油溝78の形状を以下のように変更して構成されている。図36において、前記第1実施形態と共通する部材については同第1実施形態と同一の符号が付されている。

[0105] 図36に示されるように、本実施形態のクランクベアリング6においては、アッパーベアリング7の第1リリーフ部7Cに一方の側面76と他方の側面76とをつなぐ油溝92が設けられている。油溝92は、油溝78及び第1リリーフ油路65Aのエンジンオイル41を両側面76からオイルクリアランス60の外部に送り出す。

[0106] 以上詳述したように、本第7実施形態のクランクベアリング6によれば、第1実施形態

の(1)～(14)の利点に加えて、以下の(20)に示す利点が得られる。

(20)油溝78及び第1リーフ油路65Aのエンジンオイル41が油溝92を介してオイルクリアランス60の外部に送り出されることによってオイルクリアランス60内の異物の排出性を高めることができるため、異物による損傷が生じることをより好適に抑制することができる。

[0107] 次に、本発明を具体化した第8実施形態を、図37を参照して説明する。

本実施形態のクランクベアリング6は、前記第1実施形態のクランクベアリング6の一部を以下のように変更して構成されている。図37において、前記第1実施形態と共通する部材については同第1実施形態と同一の符号が付されている。

[0108] 図37に示されるように、本実施形態のクランクベアリング6においては、次のように油溝78が形成されている。すなわち、油溝78は、油孔77の内周側開口部77Aと切り上がり部7ERとの間の部位から第1リーフ部7C内までにわたり延びるように形成されている。つまり、油溝78は、内周側開口部77Aと前方側クラッシュリーフ73Fとをつなぐように形成されている。また、油溝78の周方向中心CBがアッパーベアリング7の周方向中心CAよりも回転方向前方AF側に位置するように形成されている。油溝78の幅は、油孔77の径(内周側開口部77Aの径)よりも小さく設定されている。油溝78の深さは、周方向中心CBにおいて最も大きく設定されている。また、油溝78の深さは、周方向中心CBから後方側端部78Rにかけて徐々に小さくなるとともに後方側端部78Rにてゼロとなるように設定されている。また、油溝78の深さは、周方向中心CBから前方側端部78Fにかけて徐々に小さくなるように設定されている。

[0109] 以上詳述したように、本第8実施形態のクランクベアリング6によれば、第1実施形態の(1)～(14)の利点と同じ利点が得られる。

次に、本発明を具体化した第9実施形態を、図38を参照して説明する。

[0110] 本実施形態のクランクベアリング6は、前記第1実施形態のクランクベアリング6の一部を以下のように変更して構成されている。図38において、前記第1実施形態と共通する部材については同第1実施形態と同一の符号が付されている。

[0111] 図38に示されるように、本実施形態のクランクベアリング6においては、次のように油溝78が形成されている。すなわち、油溝78は、油孔77の内周側開口部77Aと切



り上がり部7ERとの間の部位から第1面取り部7A内までにわたり延びるように形成されている。また、油溝78は、内周側開口部77Aと前方側クラッシュリリーフ73Fと前方側面取り74Fとに連通するように形成されている。また、油溝78は、該油溝78の周方向中心CBがアッパーベアリング7の周方向中心CAよりも回転方向前方AF側に位置するように形成されている。油溝78の幅は、油孔77の径(内周側開口部77Aの径)よりも小さく設定されている。油溝78の深さは、周方向中心CBにて最も大きく設定されている。また、油溝78の深さは、周方向中心CBから後方側端部78Rにかけて徐々に小さくなるとともに後方側端部78Rにてゼロとなるように設定されている。油溝78の深さは、周方向中心CBから前方側端部78Fにかけて徐々に小さくなるように設定されている。

[0112] 以上詳述したように、本第9実施形態のクランクベアリング6によれば、第1実施形態の(1)～(14)の利点と同じ利点が得られる。

次に、本発明を具体化した第10実施形態を、図39を参照して説明する。

[0113] 本実施形態のクランクベアリング6は、前記第1実施形態のクランクベアリング6の一部を以下のように変更して構成されている。図39において、前記第1実施形態と共通する部材については同第1実施形態と同一の符号が付されている。

[0114] 図39に示されるように、本実施形態のクランクベアリング6においては、前記第1実施形態のアッパーベアリング7の面取り74に代えて油溝93が設けられている。油溝93は、前方側油溝93F及び後方側油溝93Rを含む。また、前記第1実施形態のロアベアリング8の面取り84に代えて油溝94が設けられている。油溝94は、前方側油溝94F及び後方側油溝94Rを含む。こうした変更にともない、本実施形態のオイルクリアランス60には前記第1実施形態の面取り油路66に対応する溝油路67が形成される。

[0115] アッパーベアリング7の油溝93について、前方側油溝93Fは、一方の側面76と他方の側面76とをつなぐように形成されている。前方側油溝93Fは、油溝78及び第1リリーフ油路65Aのエンジンオイル41を両側面76からオイルクリアランス60の外部に送り出すための油路である。後方側油溝93Rは、一方の側面76と他方の側面76とをつなぐように形成されている。後方側油溝93Rは、第2リリーフ油路65Bのエンジン

オイル41を両側面76からオイルクリアランス60の外部に送り出すための油路である。

- [0116] アッパーベアリング7は、その周方向において次のように区分される。すなわち、アッパーベアリング7は、前方側油溝93Fが設けられる第1溝部7Gと、後方側油溝93Rが設けられる第2溝部7Hと、前方側クラッシュリリーフ73Fが設けられる第1リリーフ部7Cと、後方側クラッシュリリーフ73Rが設けられる第2リリーフ部7Dと、油孔77の内周側開口部77Aが設けられる中間軸受部7Eとに区分される。
- [0117] ロアベアリング8の油溝94について、前方側油溝94Fは、一方の側面86と他方の側面86とをつなぐように形成されている。前方側油溝94Fは、第2リリーフ油路65Bのエンジンオイル41を両側面86からオイルクリアランス60の外部に送り出すための油路である。後方側油溝94Rは、一方の側面86と他方の側面86とをつなぐように形成されている。後方側油溝94Rは、第1リリーフ油路65Aのエンジンオイル41を両側面86からオイルクリアランス60の外部に送り出すための油路である。
- [0118] ロアベアリング8は、周方向において次のように区分される。すなわち、ロアベアリング8は、前方側油溝94Fが設けられる第1溝部8Gと、後方側油溝94Rが設けられる第2溝部8Hと、前方側クラッシュリリーフ83Fが設けられる第1リリーフ部8Cと、後方側クラッシュリリーフ83Rが設けられる第2リリーフ部8Dと、第1リリーフ部8Cと第2リリーフ部8Dとの間に設けられる中間軸受部8Eとに区分される。
- [0119] 溝油路67は、第1溝油路67Aと第2溝油路67Bとを備えている。第1溝油路67Aは、アッパーベアリング7の第1溝部7Gの内周面及びロアベアリング8の第2溝部8Hの内周面と第2仮想ベアリング200の仮想内周面201及び仮想内周面204との間に位置する。第2溝油路67Bは、アッパーベアリング7の第2溝部7Hの内周面及びロアベアリング8の第1溝部8Gの内周面と第2仮想ベアリング200の仮想内周面202及び仮想内周面203との間に位置する。溝油路67は、クランクベアリング6の合わせ部に設けられる補助油路に相当する。
- [0120] クランクベアリング6においては、以下の(A)及び(B)に示すように、第1リリーフ油路65Aの通路面積SAと第1溝油路67Aの通路面積TCとの関係、及び第2リリーフ油路65Bの通路面積SBと第2溝油路67Bの通路面積TDとの関係が設定されてい

る。

[0121] (A)第1リリーフ油路65A及び第1溝油路67Aについて、第1溝油路67Aを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の流量(第1溝流量QE)が第1リリーフ油路65Aを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の流量(第1リリーフ流量QA)よりも大きくなるように、第1リリーフ油路65Aの通路面積SAと第1溝油路67Aの通路面積TCとの関係が設定されている。上記通路面積SAと通路面積TCとの関係は、第1溝流量QEが第1リリーフ流量QAよりも大きくなるように、前方側クラッシュリリーフ73Fの大きさと前方側油溝93Fの大きさととの関係、及び後方側クラッシュリリーフ83Rの大きさと後方側油溝94Rの大きさととの関係が設定されることを通じて決定される。

[0122] (B)第2リリーフ油路65B及び第2溝油路67Bについて、第2溝油路67Bを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の流量(第2溝流量QF)が第2リリーフ油路65Bを介してオイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の流量(第2リリーフ流量QC)よりも大きくなるように、第2リリーフ油路65Bの通路面積SBと第2溝油路67Bの通路面積TDとの関係が設定されている。上記通路面積SBと通路面積TDとの関係は、第2溝流量QFが第2リリーフ流量QCよりも大きくなるように、後方側クラッシュリリーフ73Rの大きさと後方側油溝93Rの大きさととの関係、及び前方側クラッシュリリーフ83Fの大きさと前方側油溝94Fの大きさととの関係が設定されることを通じて決定される。

[0123] 以上詳述したように、本第10実施形態のクランクベアリング6によれば、第1実施形態の(1)～(14)の利点と同じ利点が得られる。

次に、本発明を具体化した第11実施形態を、図40及び図41を参照して説明する。

[0124] 本実施形態のクランクベアリング6は、前記第1実施形態のクランクベアリング6の一部を以下のように変更して構成されている。図40及び図41において、前記第1実施形態と共通する部材については同第1実施形態と同一の符号が付されている。

[0125] 図40及び図41に示されるように、本実施形態のクランクベアリング6においては、アッパーベアリング7のクラッシュリリーフ73及び面取り74が省略されている。また、本

実施形態のロアベアリング8においても、クラッシュリリーフ83及び面取り84が省略されている。油溝78の前方側端部78Fが内周側開口部77Aと前方側合わせ面72Fとの間に設けられている。アッパーベアリング7には、油溝78とアッパーベアリング7の両側面76とをつなぐ油溝95が設けられている。油溝95は、油溝78のエンジンオイル41を両側面76からオイルクリアランス60の外部へ送り出すための油路である。油溝78の深さは、周方向中心CBにて最も大きく設定されている。また、油溝78の深さは、周方向中心CBから前方側端部78Fにかけて徐々に小さくなるように設定されている。油溝78の深さは、周方向中心CBから後方側端部78Rに向かって徐々に小さくなるとともに後方側端部78Rにてゼロとなるように設定されている。油溝95は、クランクベアリング6の軸線に対して平行であってもよく、また、傾斜していてもよい。油溝95の幅は、油溝78と両側面76との間で変化してもよい。

[0126] 以上詳述したように、本第11実施形態のクランクベアリング6によれば、1実施形態の(2)～(4)、(13)及び(14)の利点に加えて、以下の(21)に示す利点が得られるようになる。

[0127] (21)本実施形態のクランクベアリング6には、油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側に切り上がり部7ERが設けられている。また、本実施形態のクランクベアリング6には、油溝78と側面76とをつなぐ油溝95が設けられている。これにより、切り上がり部7ERが設けられていない場合に比べて、油溝78を介して、油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側のオイルクリアランス60の部位に供給されるエンジンオイル41の量が減量されるため、オイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることができる。また、油孔77を介してオイルクリアランス60に流れ込んだ異物が油溝78及び油溝95を流れることを通じてクランクベアリング6の軸方向に沿ってオイルクリアランス60の外部に流れ出るため、異物による損傷が生じることを抑制することができる。切り上がり部7ERが油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側に設けられていることにより、油溝78内の異物が切り上がり部7ERに対応するオイルクリアランス60に流れ込むことがクランクシャフト5の回転を通じて妨げられるため、異物による損傷が生じることを好適に抑制することができる。このように、本実施形態のクランクベアリング6によれば、オイルクリアラン

ス60から流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることと、異物による損傷が生じることを抑制することとの両立を図ることができるようになる。

[0128] 次に、本発明を具体化した第12実施形態を、図42及び図43を参照して説明する。

本実施形態のクランクベアリング6は、前記第1実施形態のクランクベアリング6の一部を以下のように変更して構成されている。図42及び図43において、前記第1実施形態と共通する部材については同第1実施形態と同一の符号が付されている。

[0129] 図42及び図43に示されるように、本実施形態のクランクベアリング6においては、アッパーベアリング7のクラッシュリリーフ73及び面取り74が省略されている。また、ロアベアリング8においても、クラッシュリリーフ83及び面取り84が省略されている。ロアベアリング8には、アッパーベアリング7の油溝78と連通する油溝96、及び油溝96とロアベアリング8の両側面86とをつなぐ油溝97が設けられている。油溝96は、油溝78から供給されたエンジンオイル41をロアベアリング8の周方向へ流通させるための油路である。油溝97は、油溝96のエンジンオイル41を両側面86からオイルクリアランス60の外部へ送り出すための油路である。油溝97は、クランクベアリング6の軸線に対して平行であってもよく、また、傾斜していてもよい。油溝97の幅は、油溝96と側面86との間で変化してもよい。

[0130] 以上詳述したように、本第12実施形態のクランクベアリング6によれば、第1実施形態の(2)～(5)、(13)及び(14)の利点に加えて、以下の(22)に示す利点が得られる。

[0131] (22)本実施形態のクランクベアリング6には、油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側に切り上がり部7ERが設けられている。本実施形態のクランクベアリング6には、ロアベアリング8の油溝96と両側面86とをつなぐ油溝97が設けられている。これにより、切り上がり部7ERが設けられていない場合に比べて、油溝78を介して油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側のオイルクリアランス60に供給されるエンジンオイル41の量が減量されるため、オイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることができる。油孔77を介してオイルクリアランス60に流れ込んだ異物が油溝78、油溝96及び油溝97を流れることを通じ

てクランクベアリング6の軸方向からオイルクリアランス60の外部に流れ出るため、異物による損傷が生じることを抑制することができる。切り上がり部7ERが油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側に設けられていることにより、油溝78内の異物が切り上がり部7ERに対応するオイルクリアランス60に流れ込むことがクランクシャフト5の回転を通じて妨げられる。このため、異物による損傷が生じることを好適に抑制することができる。このように、本実施形態のクランクベアリング6によれば、オイルクリアランス60から流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることと、異物による損傷が生じることを抑制することとの両立を図ることができる。

[0132] 次に、本発明を具体化した第13実施形態を、図44を参照して説明する。

本実施形態のクランクベアリング6は、前記第1実施形態のクランクベアリング6の一部を以下のように変更して構成されている。図44において、前記第1実施形態と共通する部材については同第1実施形態と同一の符号が付されている。

[0133] 図44に示されるように、本実施形態のクランクベアリング6においては、アッパーベアリング7のクラッシュリリーフ73及び面取り74が省略されている。また、ロアベアリング8においても、クラッシュリリーフ83及び面取り84が省略されている。油溝78の前方側端部78Fの異物がロアベアリング8に対応するオイルクリアランス60に流れ込むように油溝78の深さが設定されている。

[0134] 以上詳述したように、本第13実施形態のクランクベアリング6によれば、第1実施形態の(2)～(5)、(13)及び(14)の利点に加えて、以下の(23)に示す利点が得られる。

[0135] (23)本実施形態のクランクベアリング6には、油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側に切り上がり部7ERが設けられている。油溝78が油孔77の内周側開口部77Aと前方側合わせ面72Fとをつなぐように形成されている。これにより、切り上がり部7ERが設けられていない場合に比べて、油溝78を介して油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側のオイルクリアランス60に供給されるエンジンオイル41の量が減量されるため、オイルクリアランス60の外部に流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることができるようになる。油孔77を介してオイルクリアランス60に流れ込んだ異物が油溝78を通じてアッパーベアリング7に対応するオイルクリ

アランス60とロアベアリング8に対応するオイルクリアランス60との境界付近まで案内される。そのため、油溝78内の異物が同境界を介してアップーベアリング7に対応するオイルクリアランス60からロアベアリング8に対応するオイルクリアランス60に流れ込むことを通じて、アップーベアリング7の損傷が生じることを抑制することができる。また、切り上がり部7ERが油孔77の内周側開口部77Aよりも回転方向後方AR側に設けられていることにより、油溝78内の異物が切り上がり部7ERに対応するオイルクリアランス60に流れ込むことがクランクシャフト5の回転を通じて妨げられる。このため、アップーベアリング7の損傷が生じることを好適に抑制することができるようになる。このように、本実施形態のクランクベアリング6によれば、オイルクリアランス60から流れ出るエンジンオイル41の量を少なくすることと、異物による損傷が生じることを抑制することとの両立を図ることができる。

[0136] なお、上記各実施形態は以下のように変更してもよい。

上記実施形態は適宜組み合わせで実施してもよい。

上記各実施形態では、本発明に係るすべり軸受をエンジン1のクランクベアリング6に具体化した。本発明の適用対象となるすべり軸受はクランクベアリングに限られるものではない。要するに、一对の半円形状の軸受体に分割されるとともに潤滑油を通じて回転軸を支持するすべり軸受であれば、いずれのすべり軸受に対しても上記各実施形態に準じた態様で本発明を適用することができる。

[0137] 上記各実施形態では、直列4気筒のエンジン1に対して本発明のすべり軸受を適用した場合を想定したが、その他の気筒配列が採用されたエンジンについても本発明のすべり軸受を適用することができる。

[0138] 上記各実施形態では、本発明のすべり軸受を適用する対象のトルク伝達装置としてエンジン1を想定したが、一方向に回転する主軸とこの主軸を支持する主軸用すべり軸受とを含めて構成されるトルク伝達装置であれば、本発明のすべり軸受を適用することができる。

## 請求の範囲

- [1] 回転軸を支持するすべり軸受であって、互いに分割可能な半円形状の主軸受体及び半円形状の副軸受体を備えるとともに、前記主軸受体は、潤滑油を外部からすべり軸受と前記回転軸との間に導くための第1油路と、すべり軸受と回転軸との間に導かれた潤滑油をすべり軸受の周方向へ流通させるための第2油路とを備えるすべり軸受において、
- 前記第1油路は、前記主軸受体の内周側に開口する内周側開口部を有し、
- 前記主軸受体は、前記内周側開口部よりも前記回転軸の回転方向の後方側に、油路が形成されていない切り上がり部を有し、
- 前記第2油路の潤滑油をすべり軸受の軸方向から外部へ送り出すための補助油路が、前記主軸受体における前記内周側開口部よりも前記回転軸の回転方向の前方側部位及び前記副軸受体のうち少なくとも一方に設けられるすべり軸受。
- [2] 請求項1に記載のすべり軸受において、前記主軸受体及び前記副軸受体の各々は、その周方向両端部に、他方の軸受体に接触する合わせ面を有し、前記内周側開口部よりも前記回転軸の回転方向の前方側に設けられる前記主軸受体の合わせ面は前方側合わせ面として定義され、
- 前記補助油路は、前記前方側合わせ面の一辺に設けられる面取りによって形成されるすべり軸受。
- [3] 請求項1または2に記載のすべり軸受において、前記主軸受体及び前記副軸受体の各々は、その周方向両端部に、他方の軸受体に接触する合わせ面を有し、前記内周側開口部よりも前記回転軸の回転方向の前方側に設けられる前記主軸受体の合わせ面は前方側合わせ面として定義され、その前方側合わせ面を含む前記主軸受体の端部は前方側端部として定義され、
- 前記補助油路は、前記前方側端部に設けられるクラッシュリリーフによって形成されるすべり軸受。
- [4] 請求項1～3のいずれか一項に記載のすべり軸受において、前記主軸受体及び前記副軸受体の各々は、その周方向両端に、他方の軸受体に接触する合わせ面を有し、前記内周側開口部よりも前記回転軸の回転方向の前方側に設けられる前記主軸



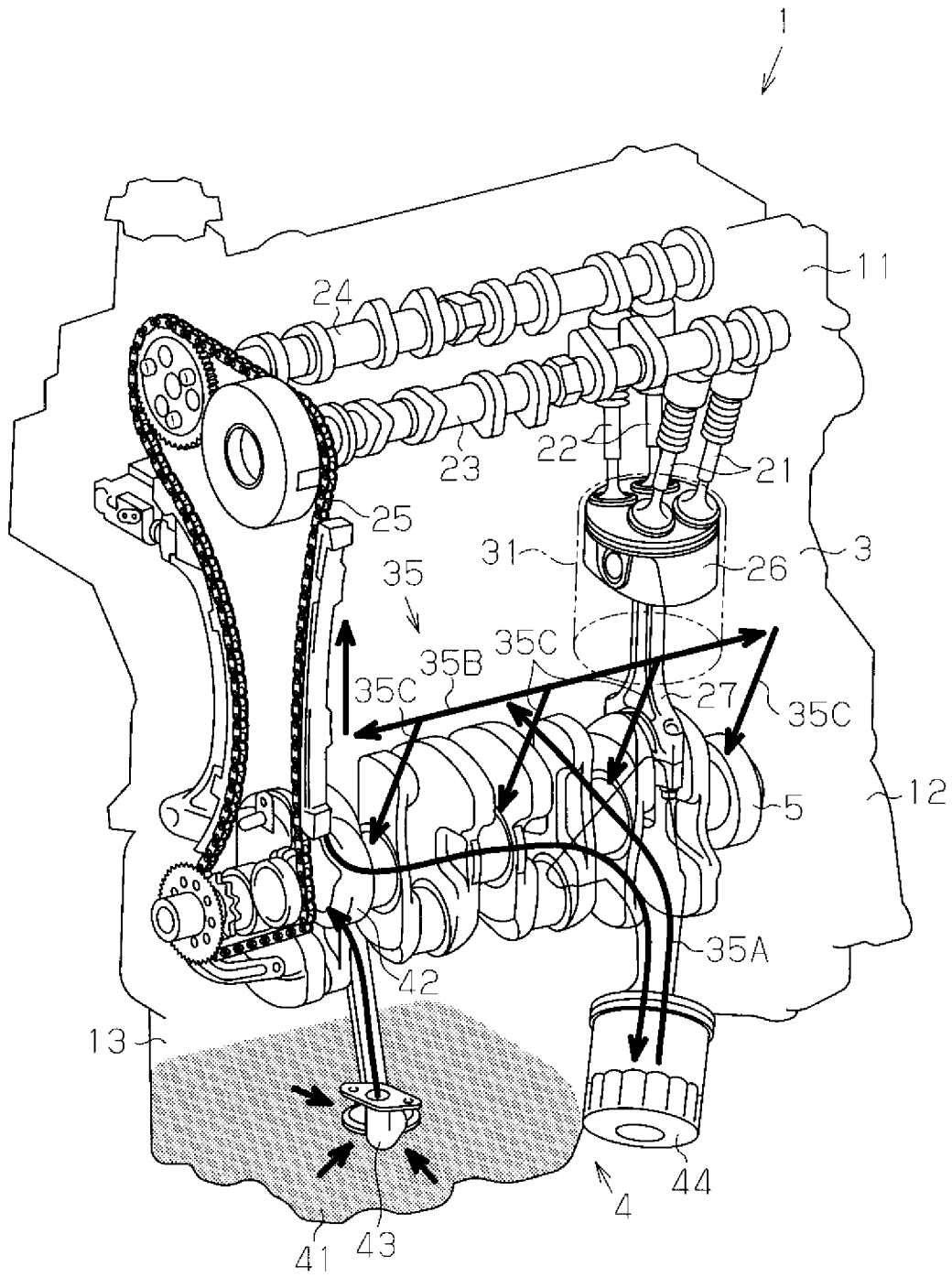
受体の合わせ面は前方側合わせ面として定義され、

前記第2油路の深さは前記第2油路の長手方向中間部から前記前方側合わせ面に向かうにつれて小さくなるように設定されるすべり軸受。

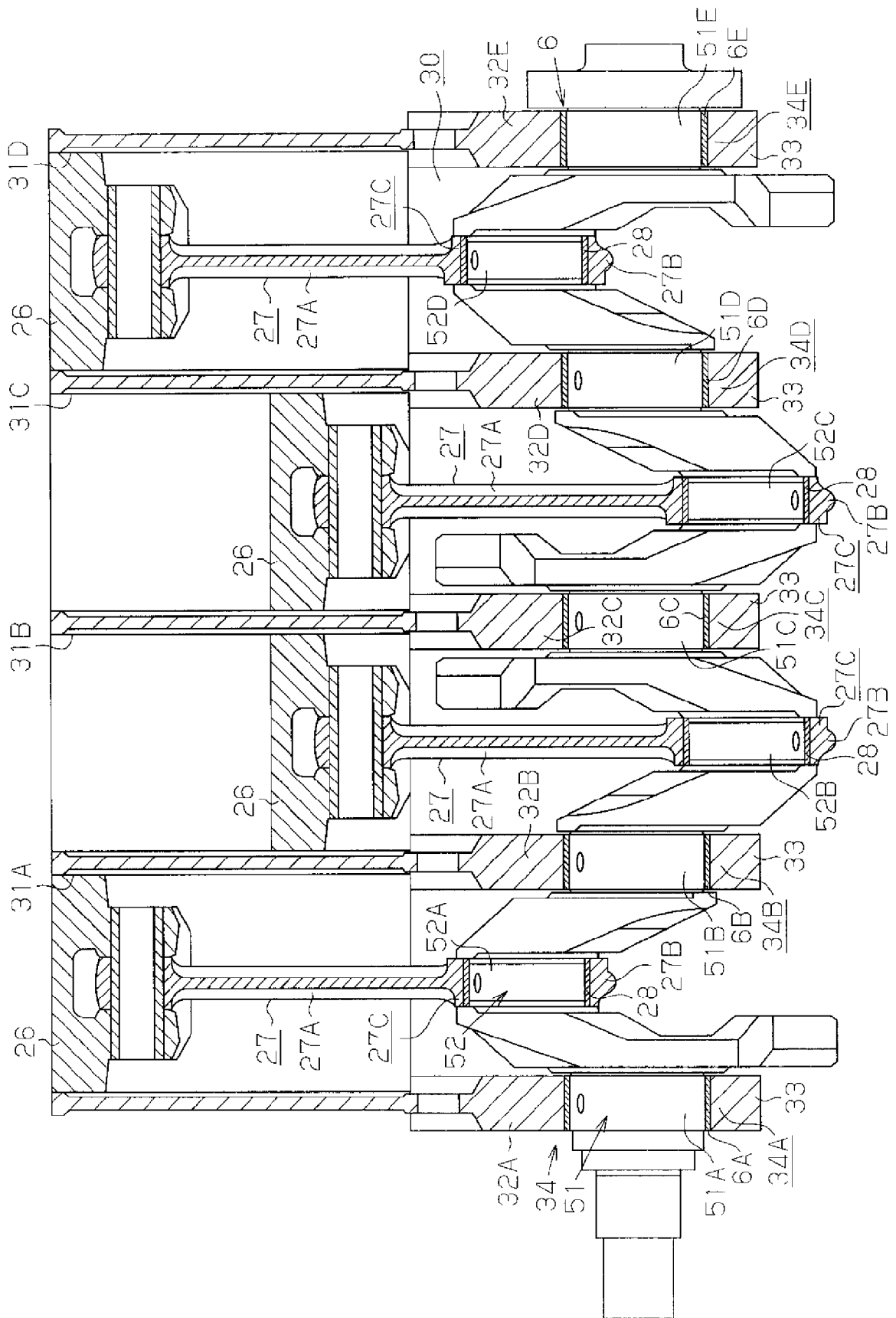
- [5] 請求項1～4のいずれか一項に記載のすべり軸受において、前記内周側開口部は、前記主軸受体の周方向の中心よりも前記回転軸の回転方向の後方側に1つ設けられるすべり軸受。
- [6] 請求項1～4のいずれか一項に記載のすべり軸受において、前記内周側開口部は、前記主軸受体の周方向の中心よりも前記回転軸の回転方向の前方側に1つ設けられるすべり軸受。
- [7] 回転軸を支持するすべり軸受であって、互いに分割可能な半円形状の主軸受体及び半円形状の副軸受体を備えるとともに、前記主軸受体は、潤滑油を外部からすべり軸受と前記回転軸との間に導くための第1油路と、すべり軸受と回転軸との間に導かれた潤滑油をすべり軸受の周方向へ流通させるための第2油路とを備えるすべり軸受において、
- 前記第1油路は、前記主軸受体の内周側に開口する内周側開口部を有し、
- 前記主軸受体は、前記内周側開口部よりも前記回転軸の回転方向の後方側に、油路が形成されていない切り上がり部を有し、
- 前記主軸受体は、前記内周側開口部よりも前記回転軸の回転方向の前方側に位置する前方側端部を有し、前記副軸受体はその前方側端部に対応する後方側端部を有し、前記第2油路をすべり軸受の側面につなぐ補助油路が、前記主軸受体の前方側端部と前記副軸受体の後方側端部との合わせ部に設けられ、
- 前記主軸受体の前方側端部及び前記副軸受体の後方側端部の少なくとも一方の内周側には、リリース油路を形成するクラッシュリリースと面取り油路を形成する面取りとが設けられ、前記補助油路は前記リリース油路と前記面取り油路とによって形成され、
- 前記面取り油路における潤滑油の流量が前記リリース油路における潤滑油の流量よりも大きくなるように、前記面取り油路の通路面積と前記リリース油路の通路面積との関係が設定されるすべり軸受。

- [8] 請求項7に記載のすべり軸受において、前記主軸受体及び前記副軸受体の各々は、その周方向両端部に、他方の軸受体に接触する合わせ面を有し、前記主軸受体の前方側端部に設けられる合わせ面は前方側合わせ面として定義され、  
前記クラッシュリリーフは前記主軸受体の前方側端部に設けられ、前記面取りは前記前方側合わせ面の一辺に設けられるすべり軸受。
- [9] 請求項7に記載のすべり軸受において、前記主軸受体及び前記副軸受体の各々は、その周方向両端部に、他方の軸受体に接触する合わせ面を有し、前記主軸受体の前方側端部に設けられる合わせ面は前方側合わせ面として定義され、その前方側合わせ面に接触する前記副軸受体の合わせ面は後方側合わせ面として定義され、  
前記クラッシュリリーフは前記副軸受体の後方側端部に設けられ、前記面取りは前記後方側合わせ面の一辺に設けられるすべり軸受。
- [10] 請求項7に記載のすべり軸受において、前記主軸受体及び前記副軸受体の各々は、その周方向両端部に、他方の軸受体に接触する合わせ面を有し、前記主軸受体の前方側端部に設けられる合わせ面は前方側合わせ面として定義され、その前方側合わせ面に接触する前記副軸受体の合わせ面は後方側合わせ面として定義され、  
前記クラッシュリリーフは前記主軸受の前方側端部及び前記副軸受体の後方側端部に設けられ、前記面取りは前記前方側合わせ面の一辺及び前記後方側合わせ面の一辺に設けられるすべり軸受。
- [11] 請求項1～10のいずれか一項に記載のすべり軸受と、該すべり軸受によって支持される回転軸として一方向に回転する主軸とを備えるトルク伝達装置。
- [12] 請求項1～10のいずれか一項に記載のすべり軸受と、該すべり軸受によって支持される回転軸としてクランクシャフトとを備えるエンジン。

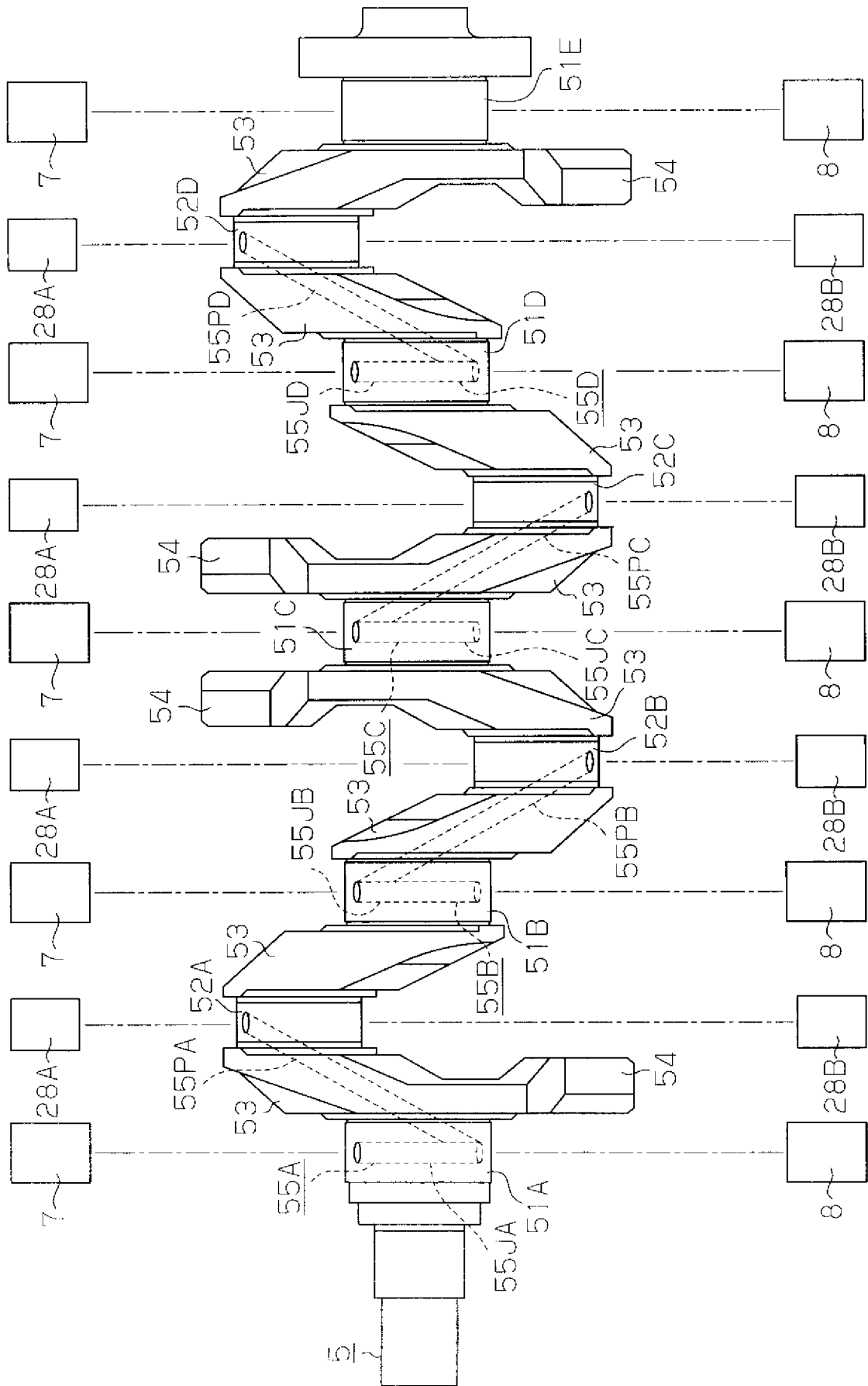
[図1]



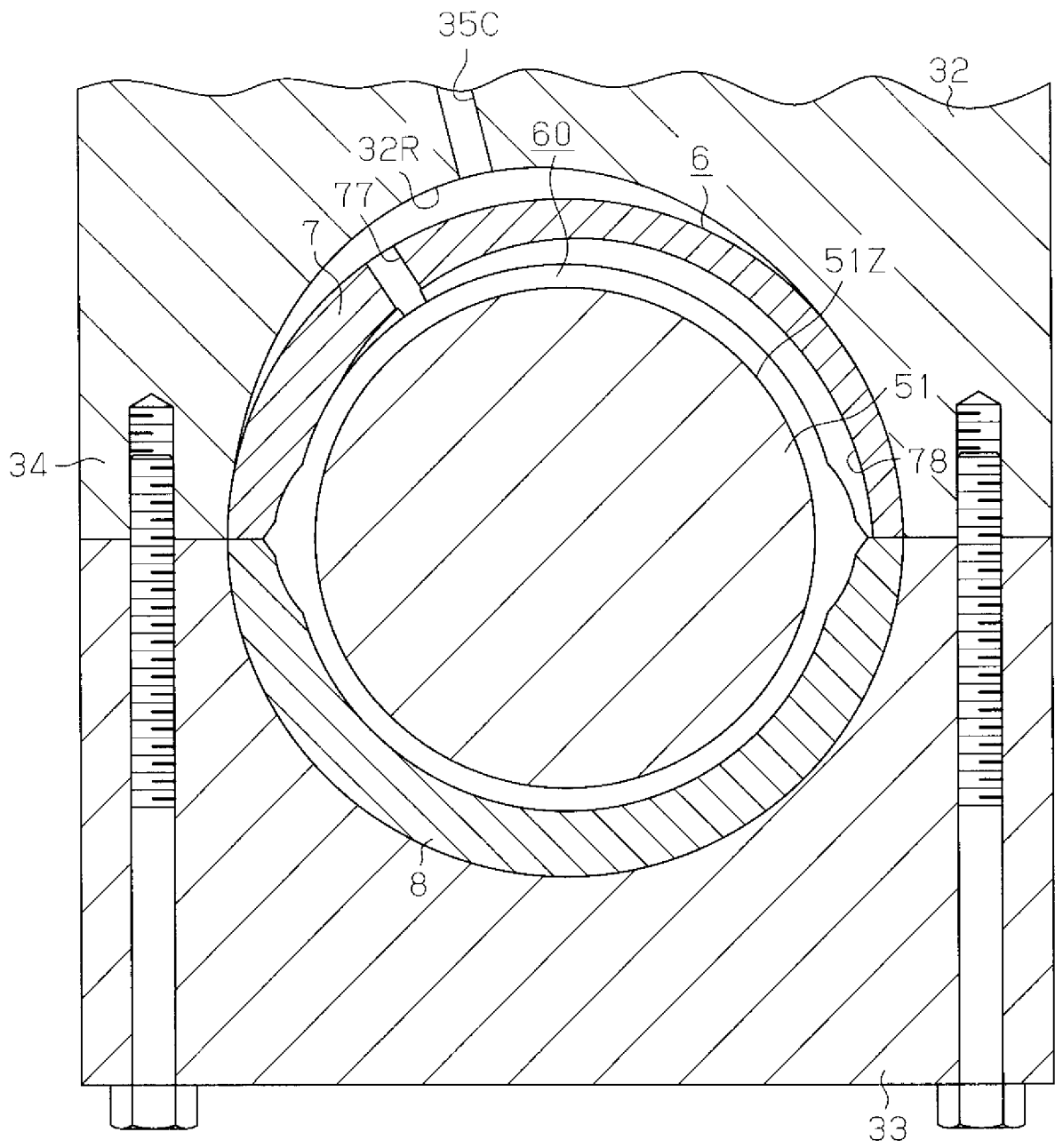
[図2]



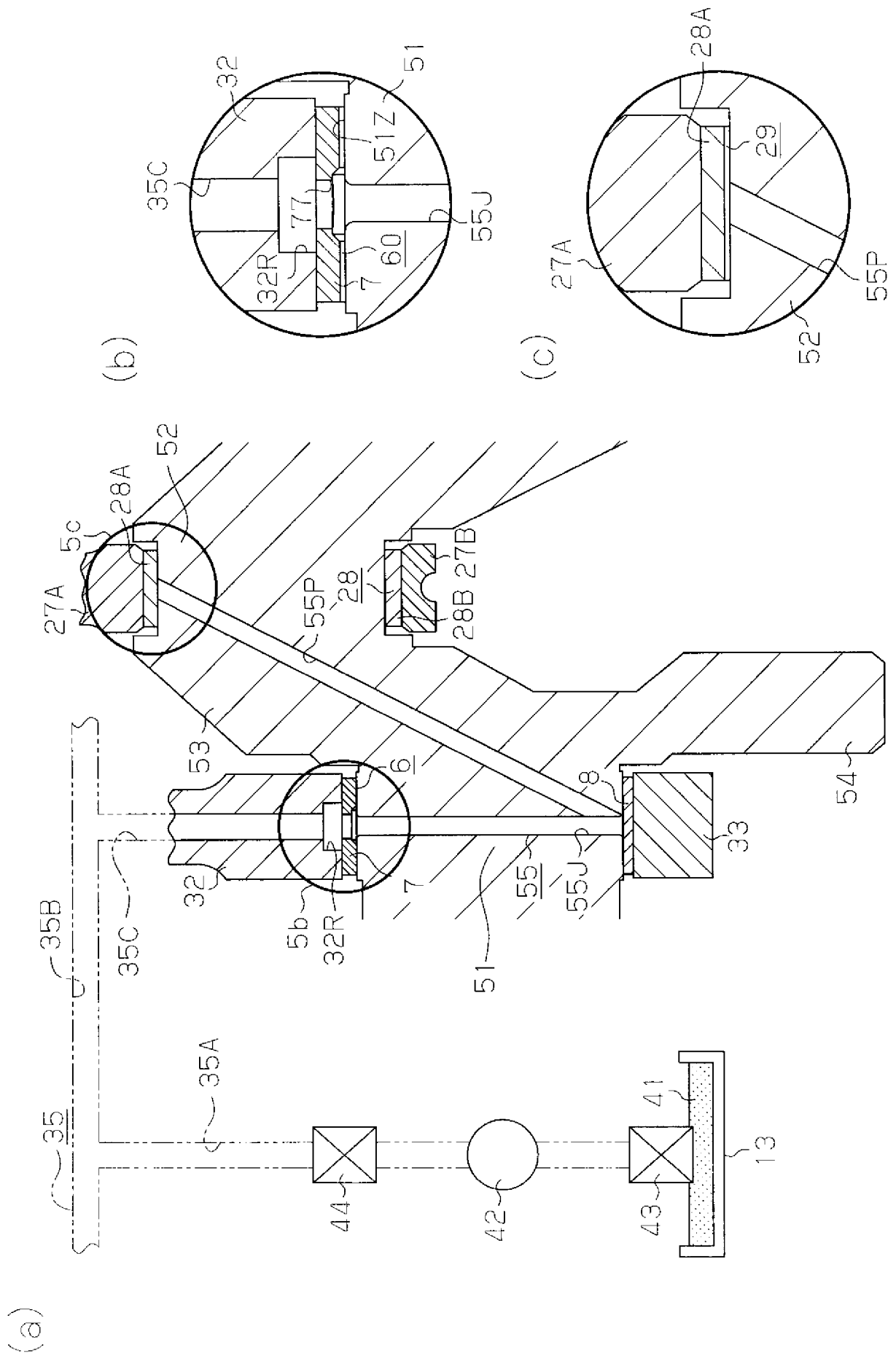
[図3]



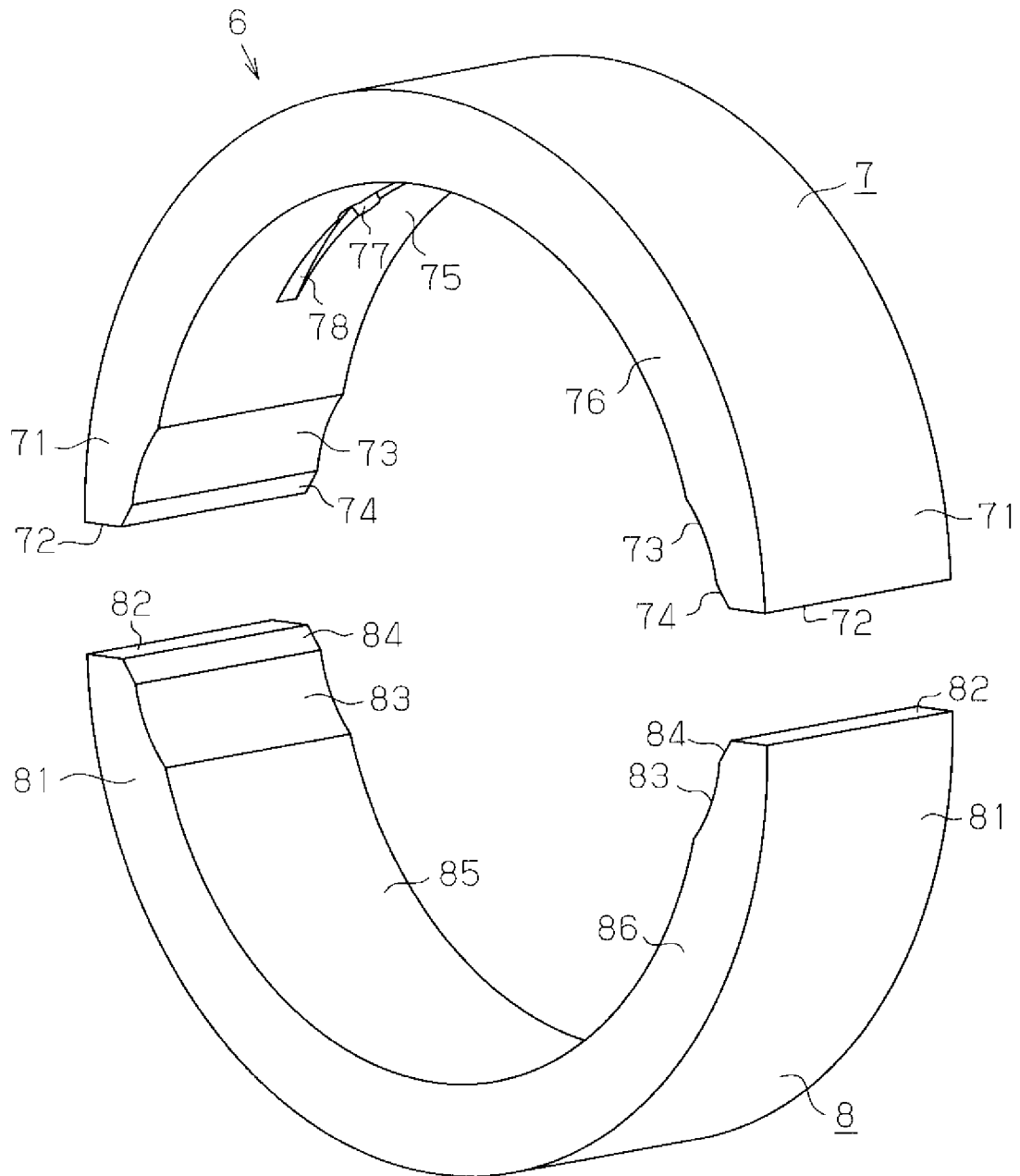
[図4]



[図5]

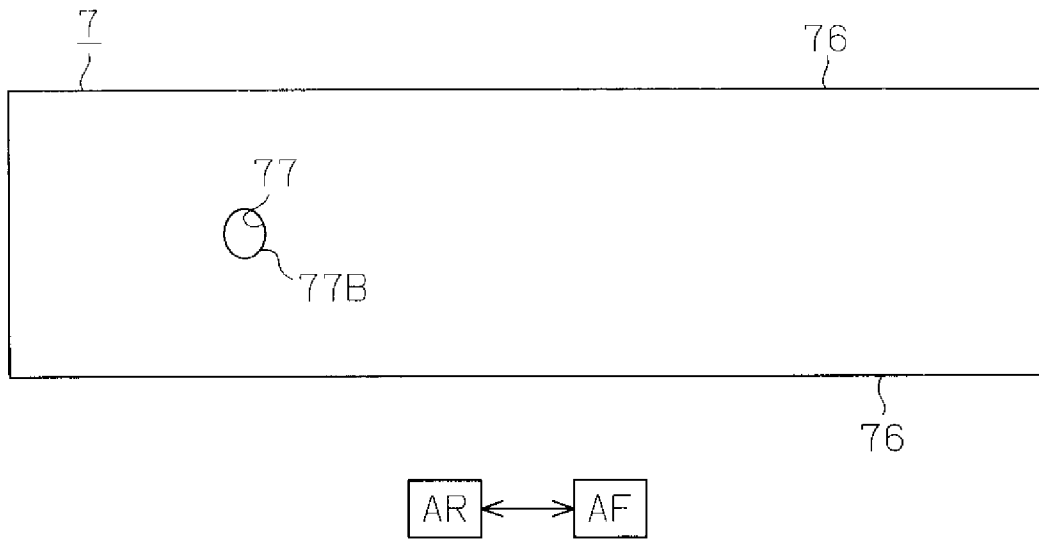


[図6]

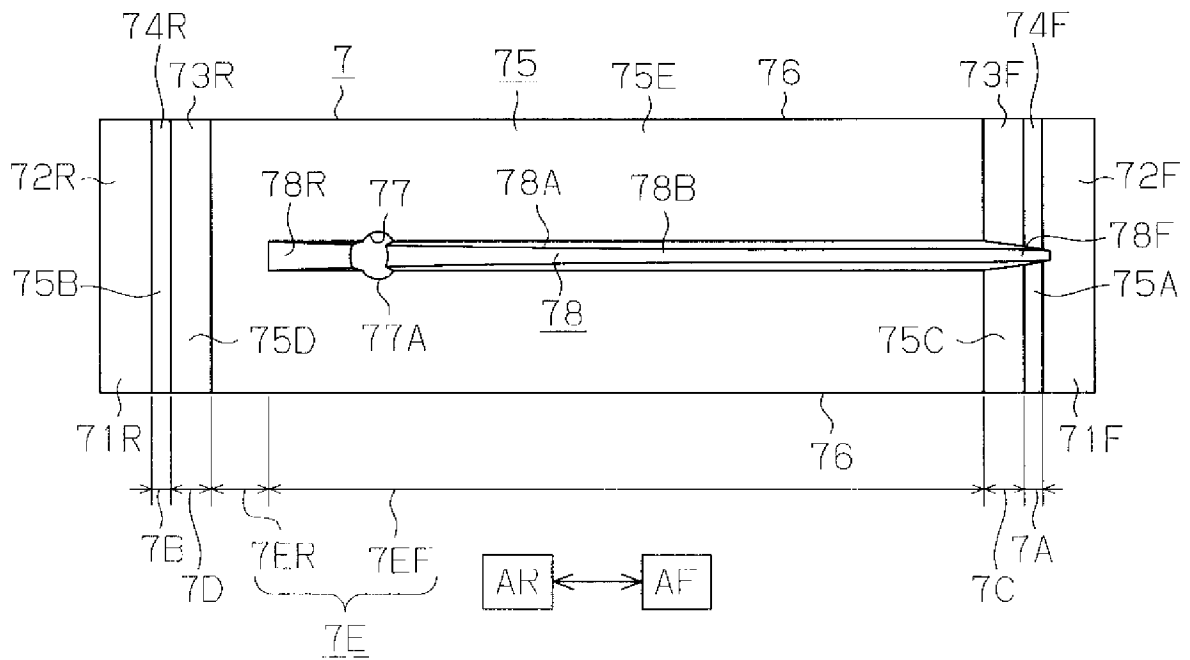




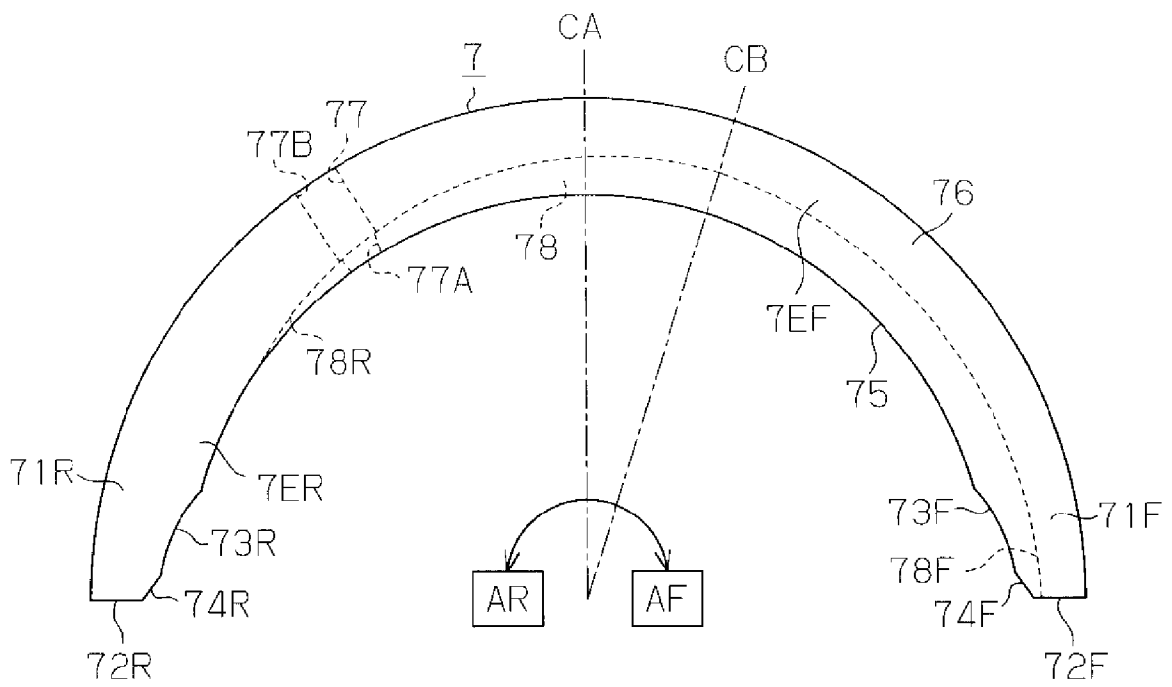
[図7]



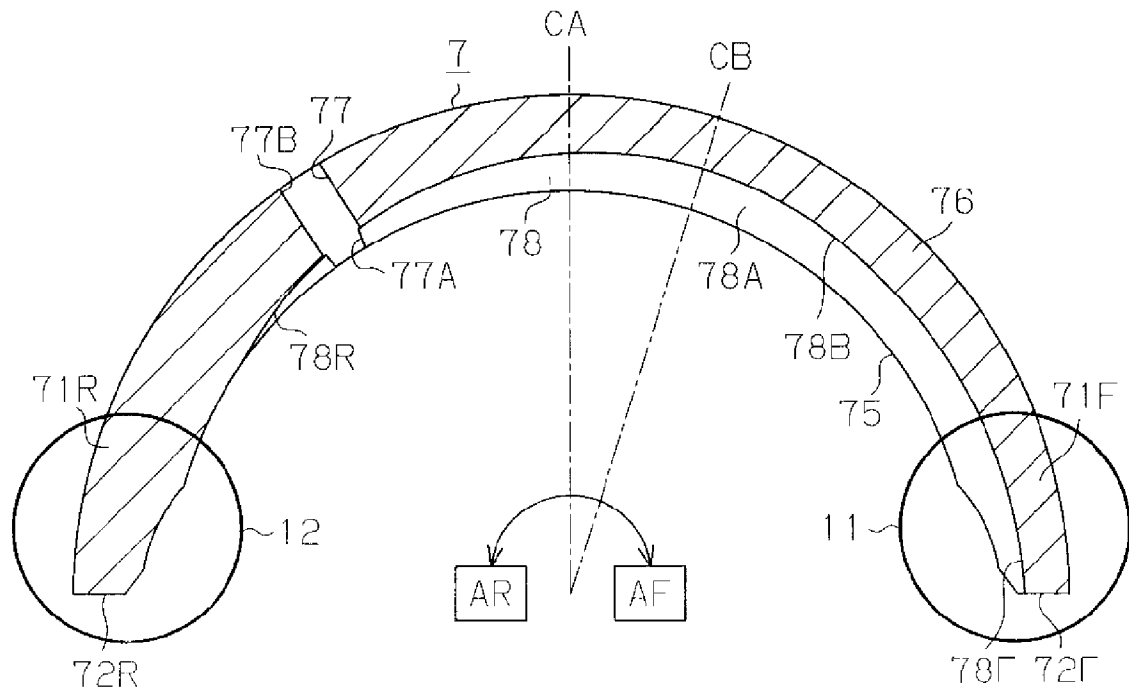
[図8]



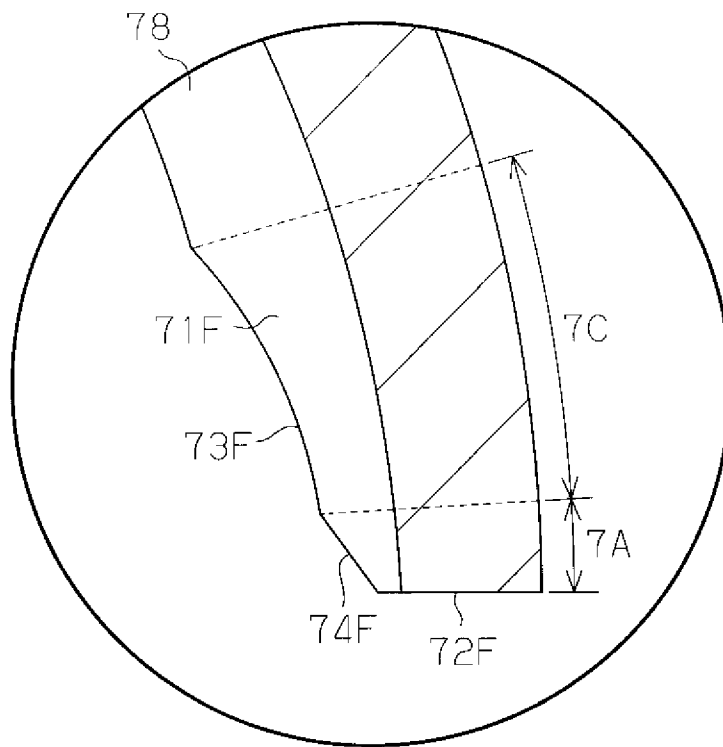
[図9]



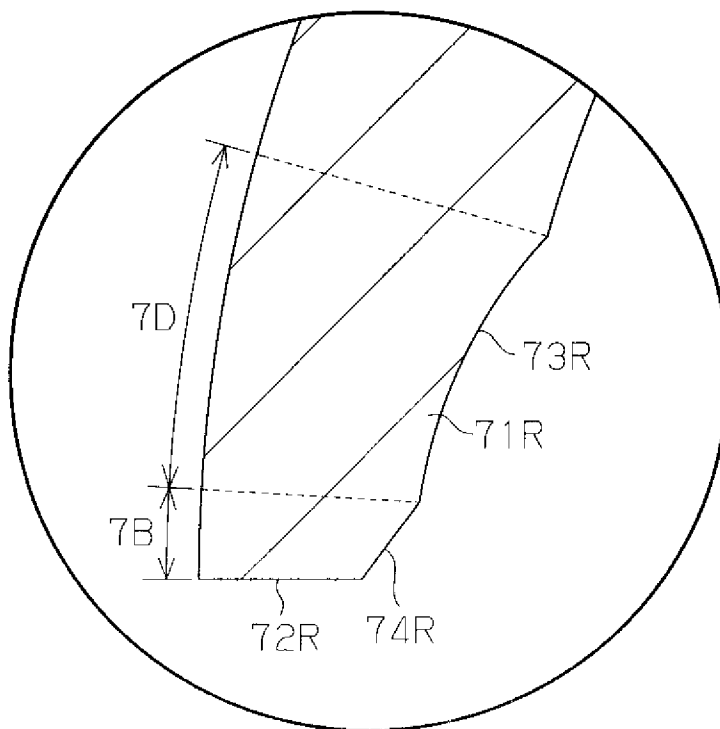
[図10]



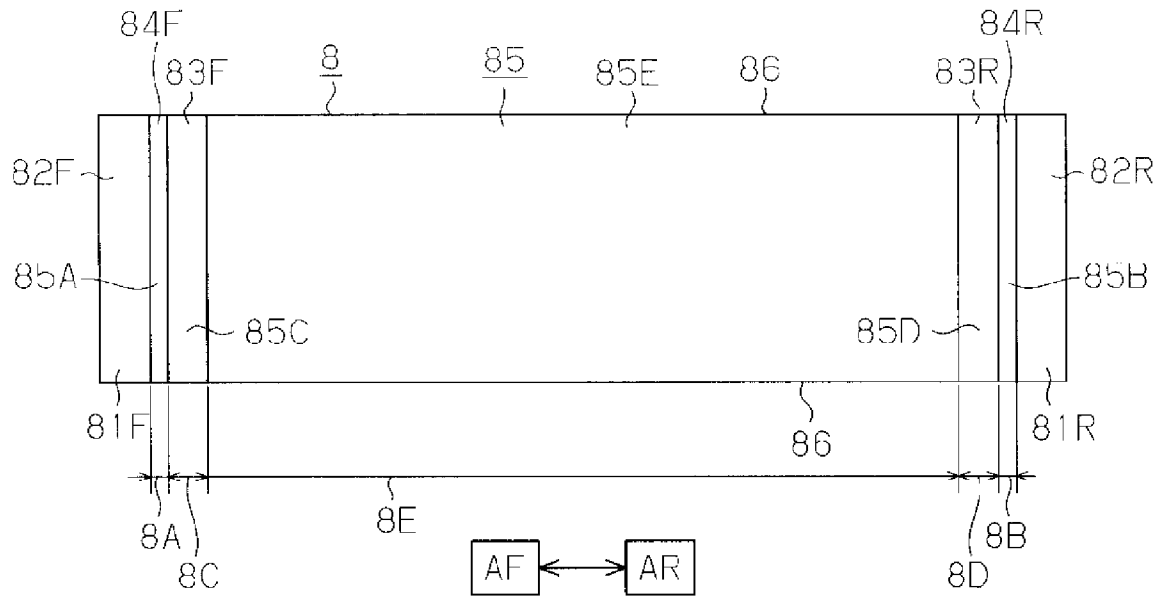
[図11]



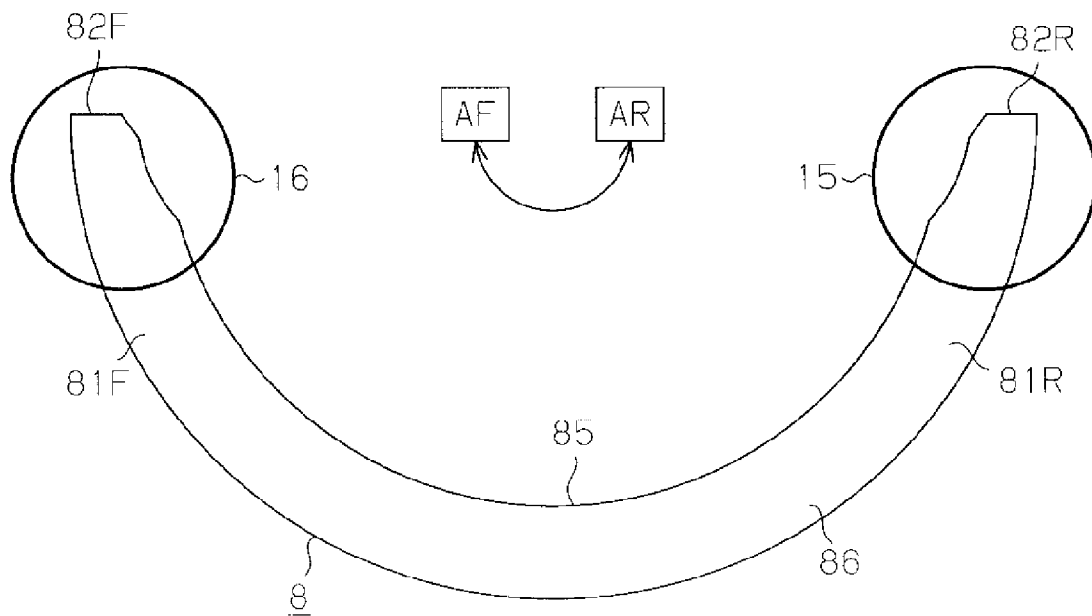
[図12]



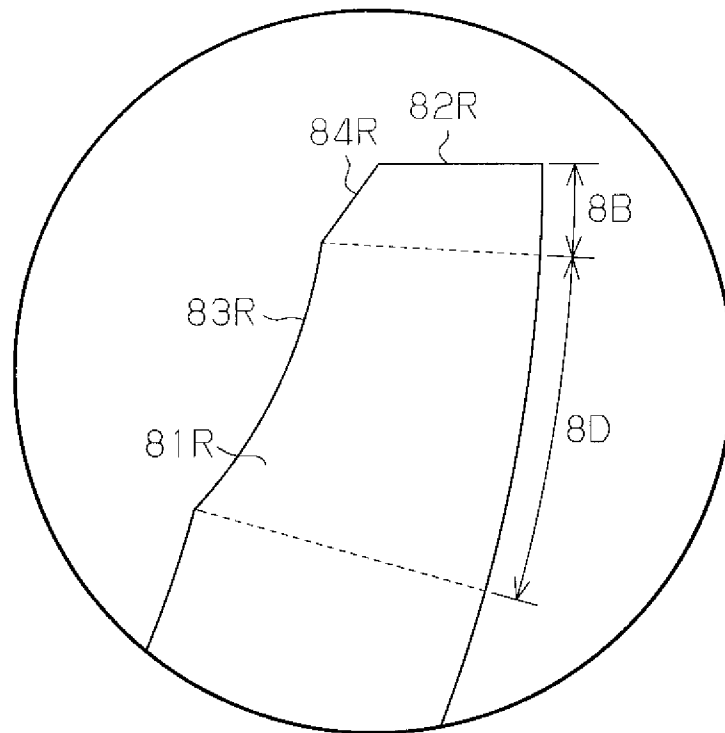
[図13]



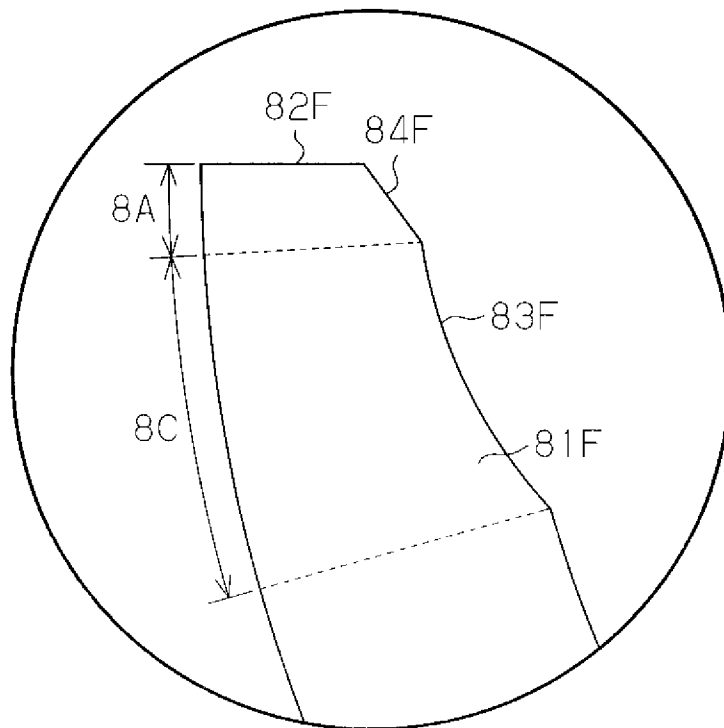
[図14]



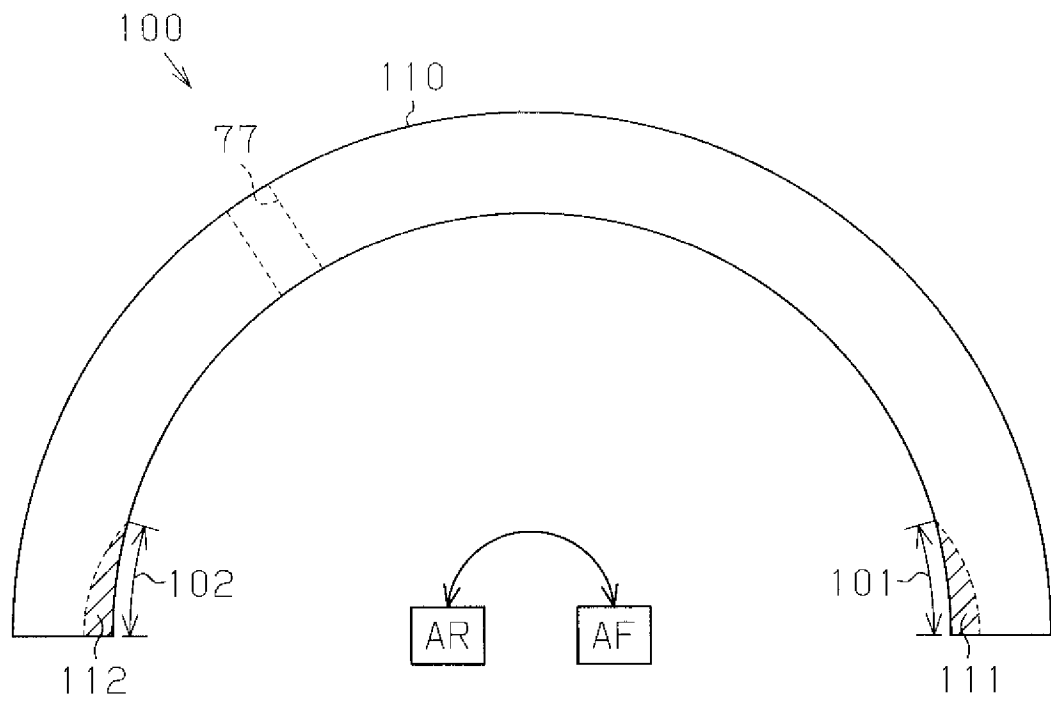
[図15]



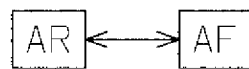
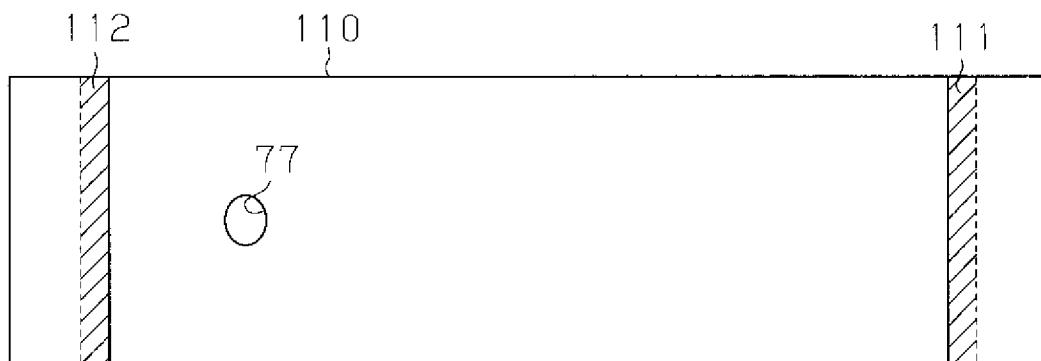
[図16]



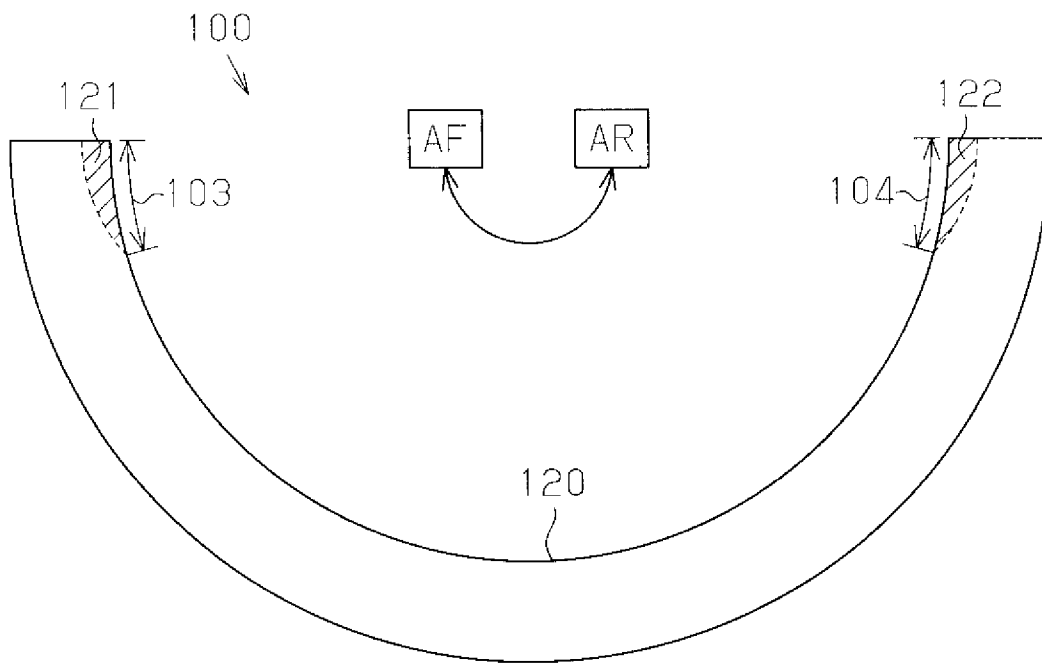
[図17]



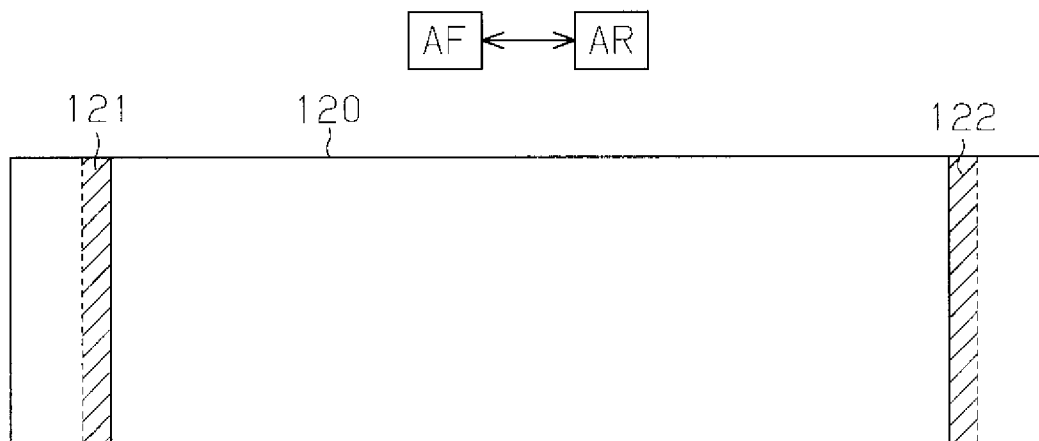
[図18]



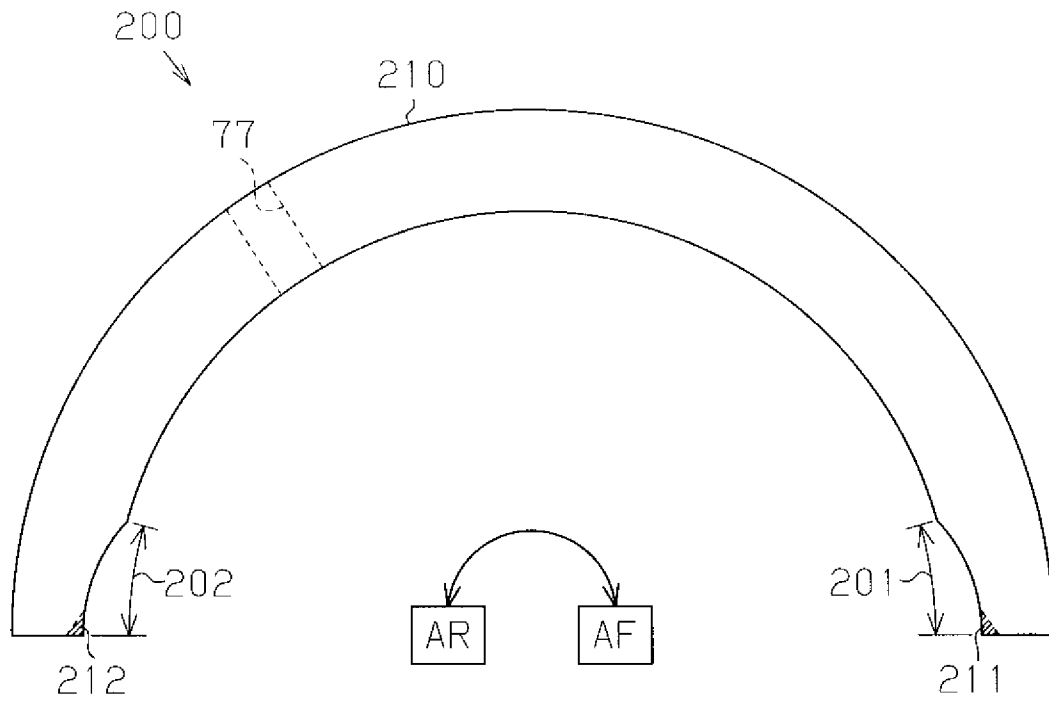
[図19]



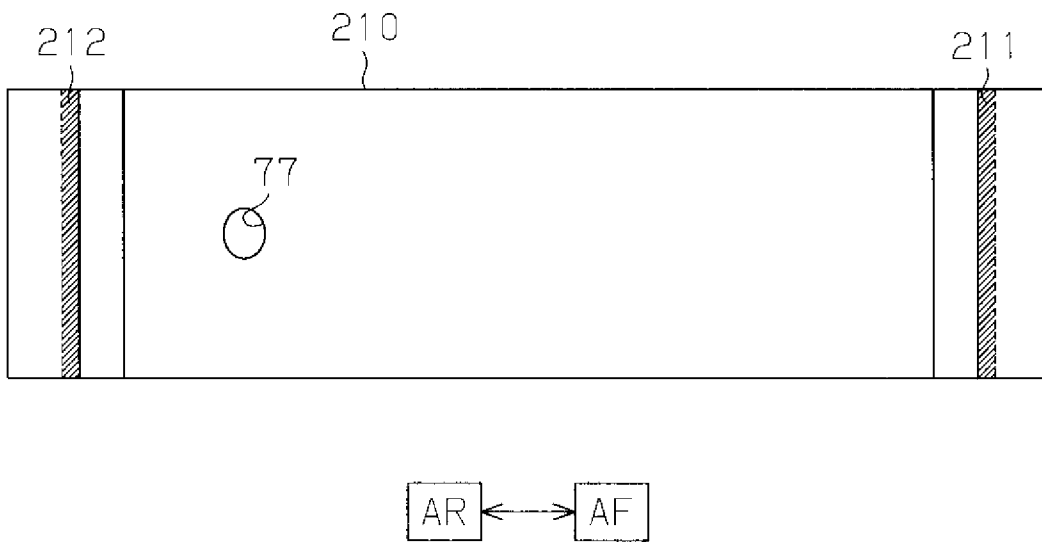
[図20]



[図21]

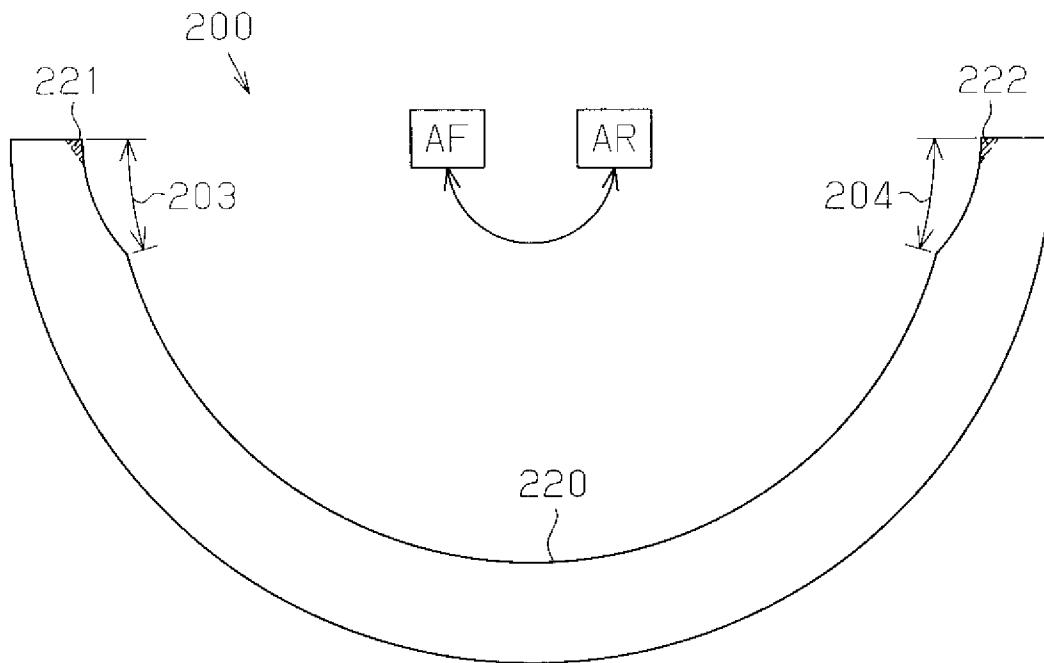


[図22]

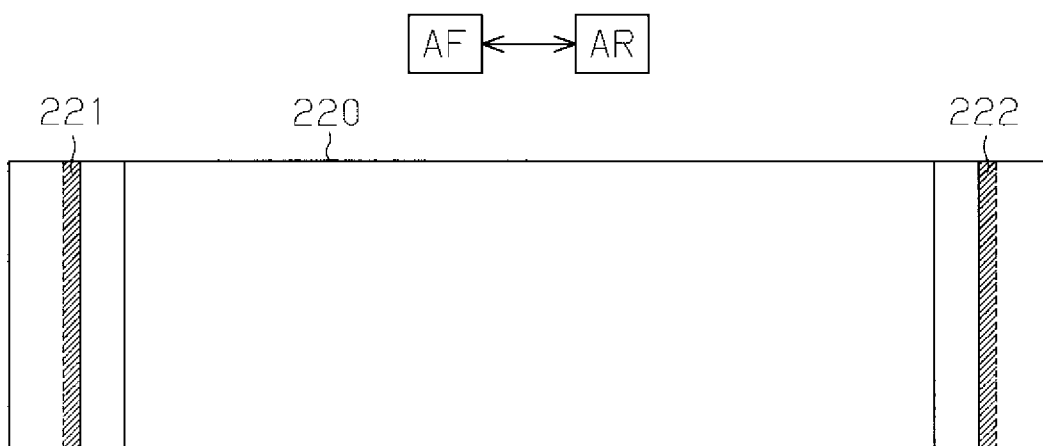




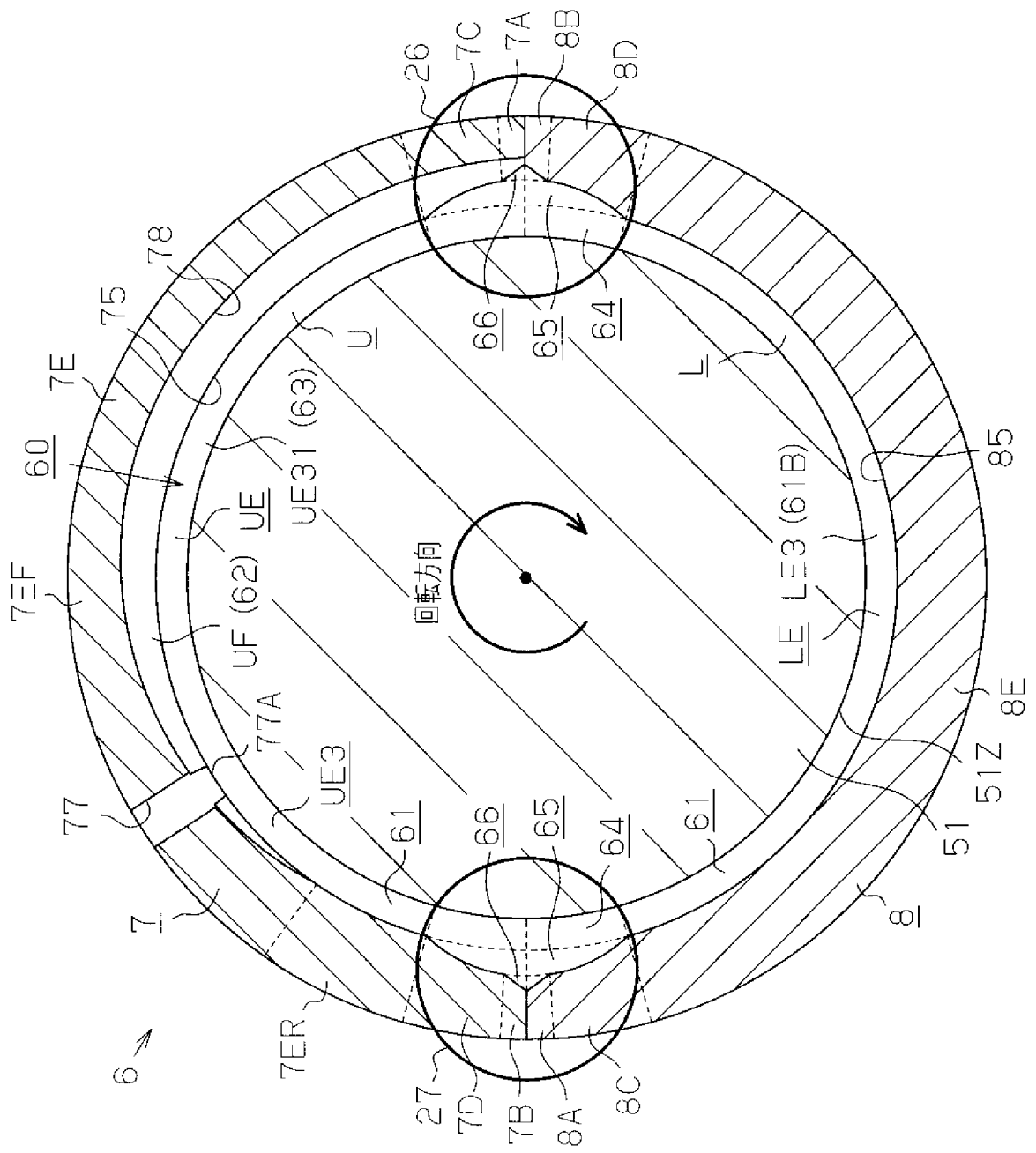
[図23]



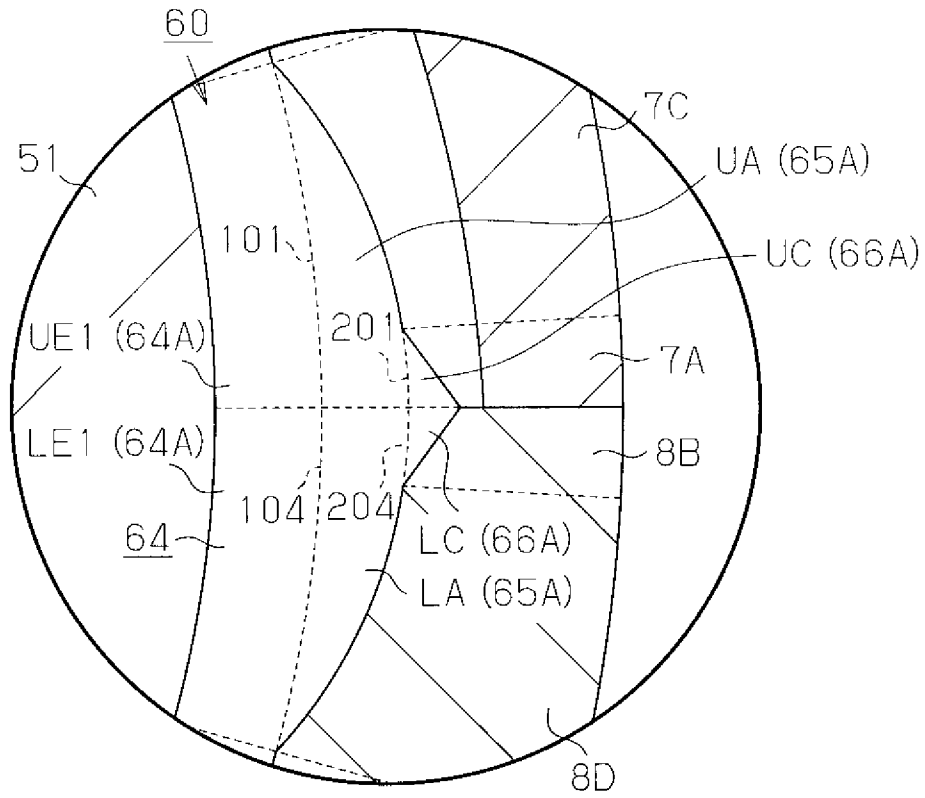
[図24]



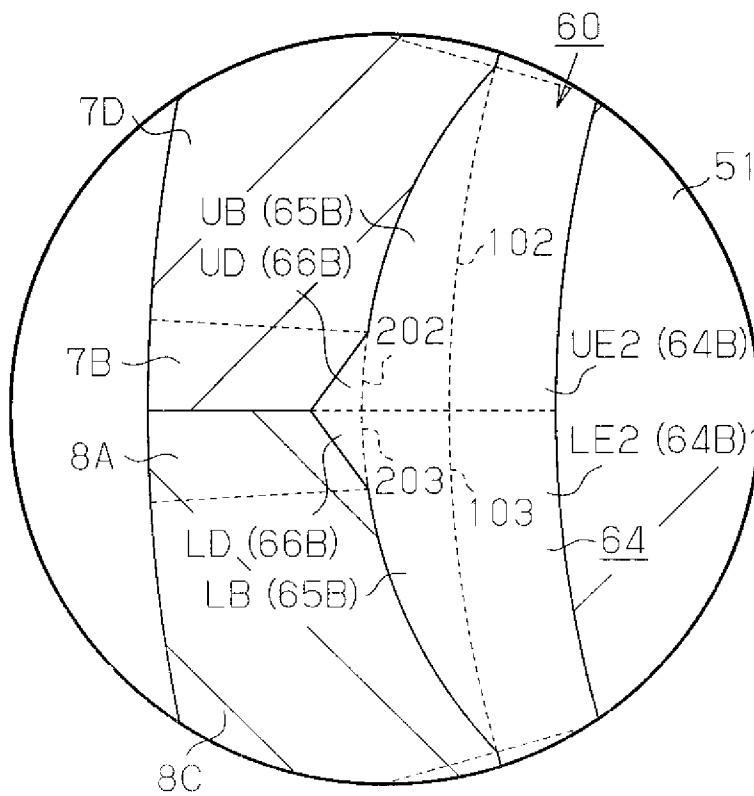
[図25]



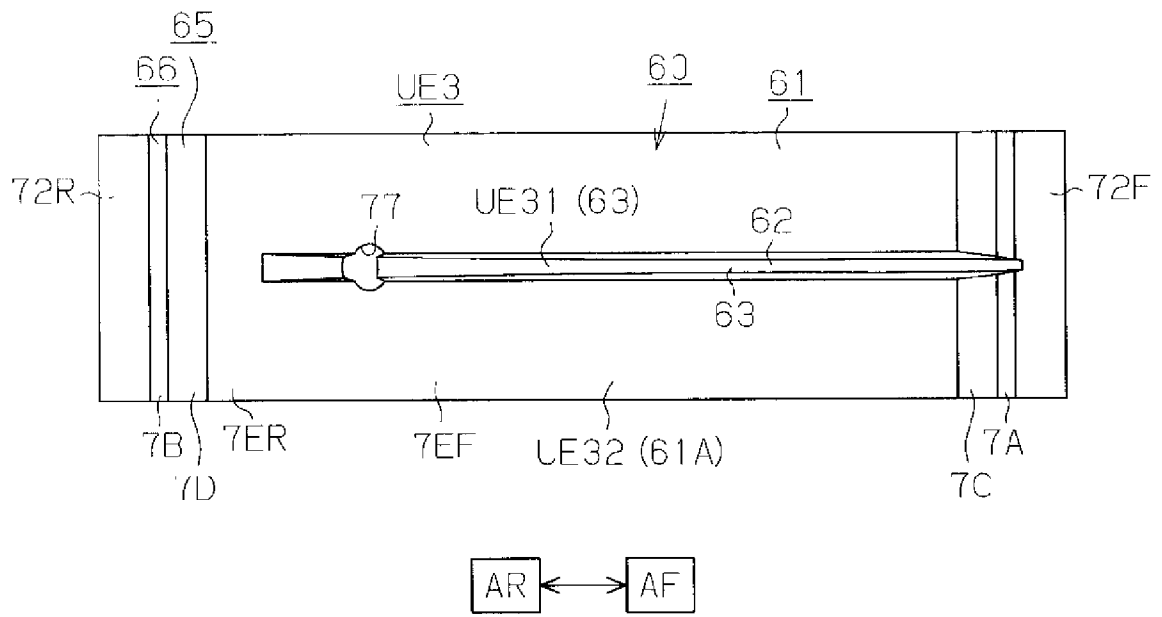
[図26]



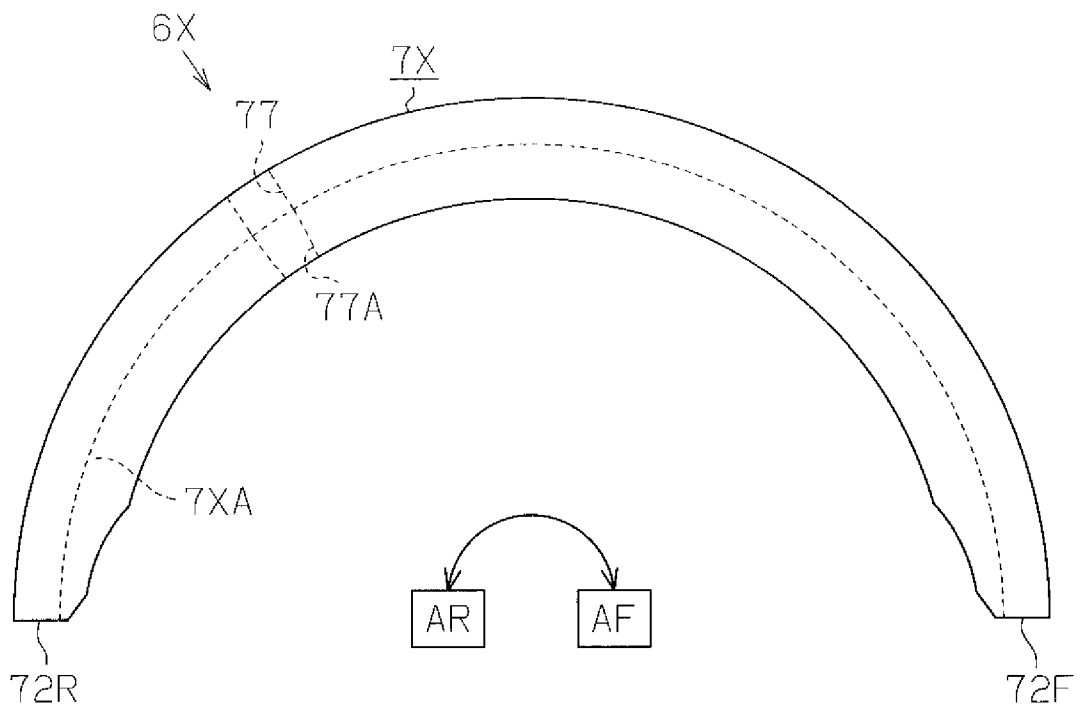
[図27]



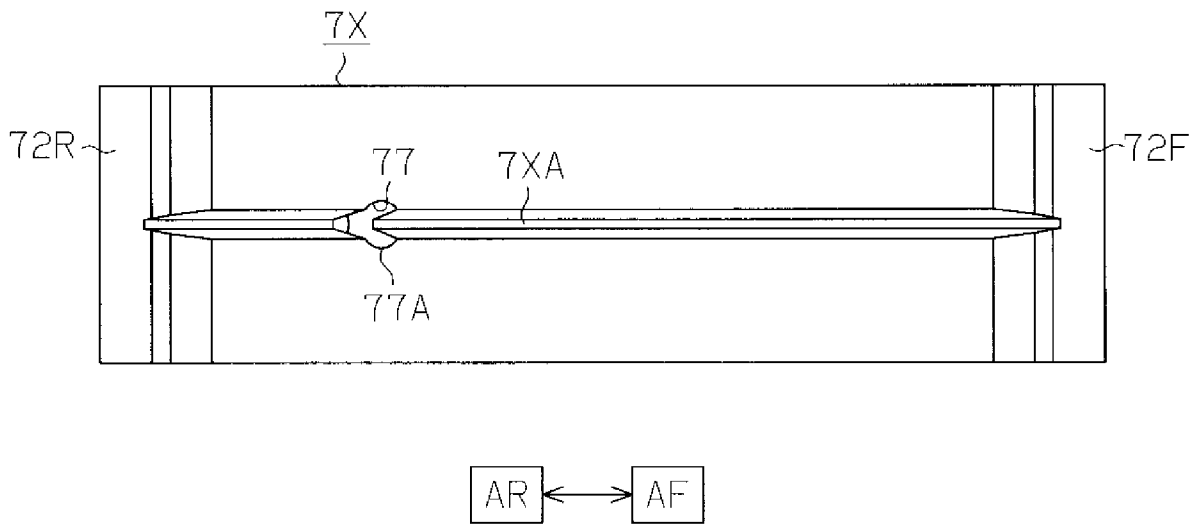
[図28]



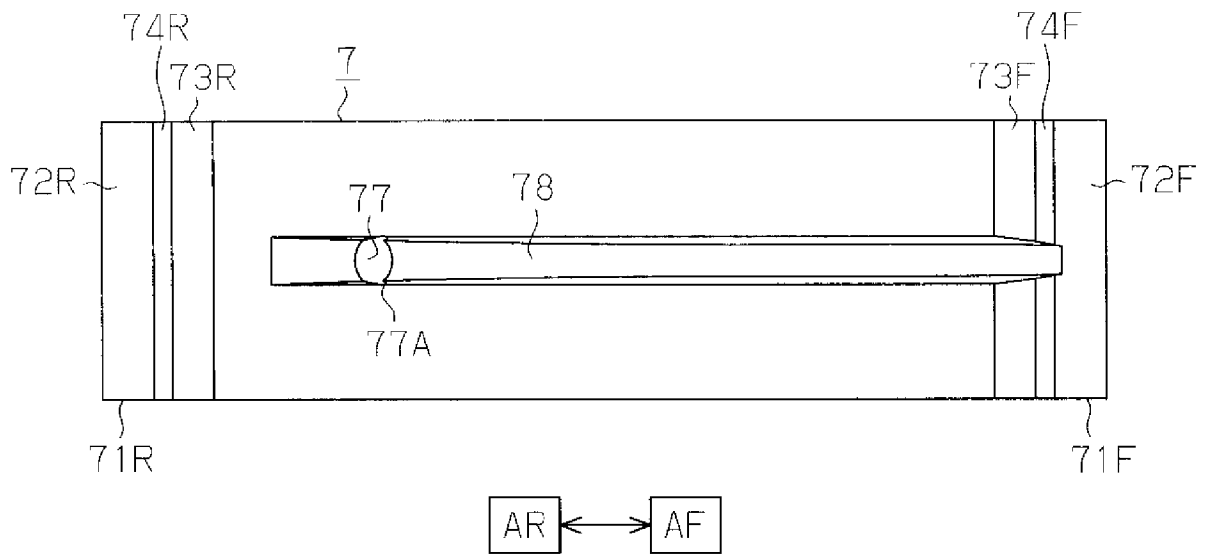
[図29]



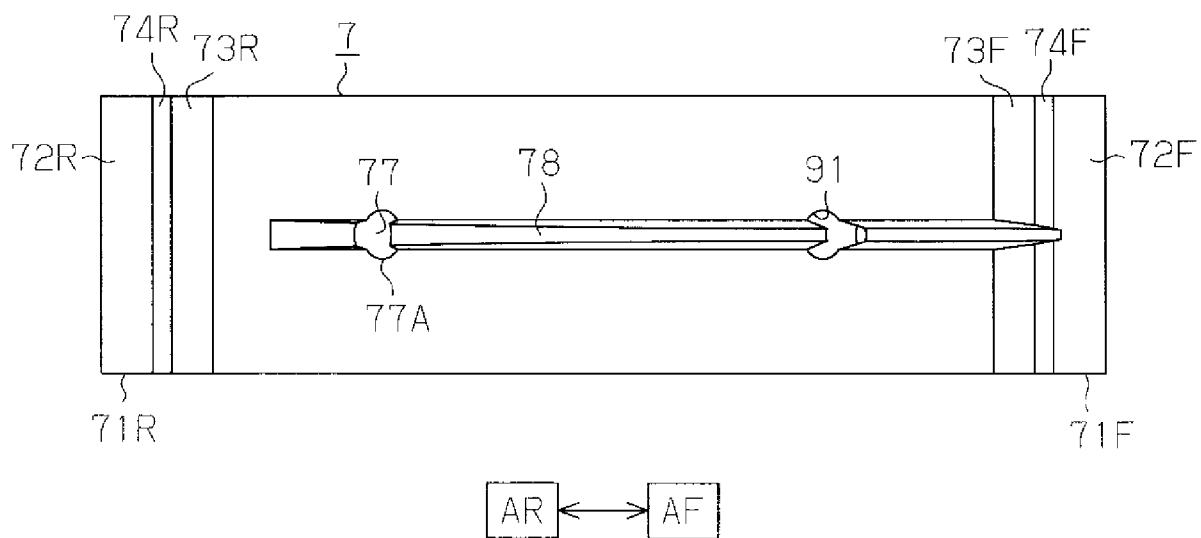
[図30]



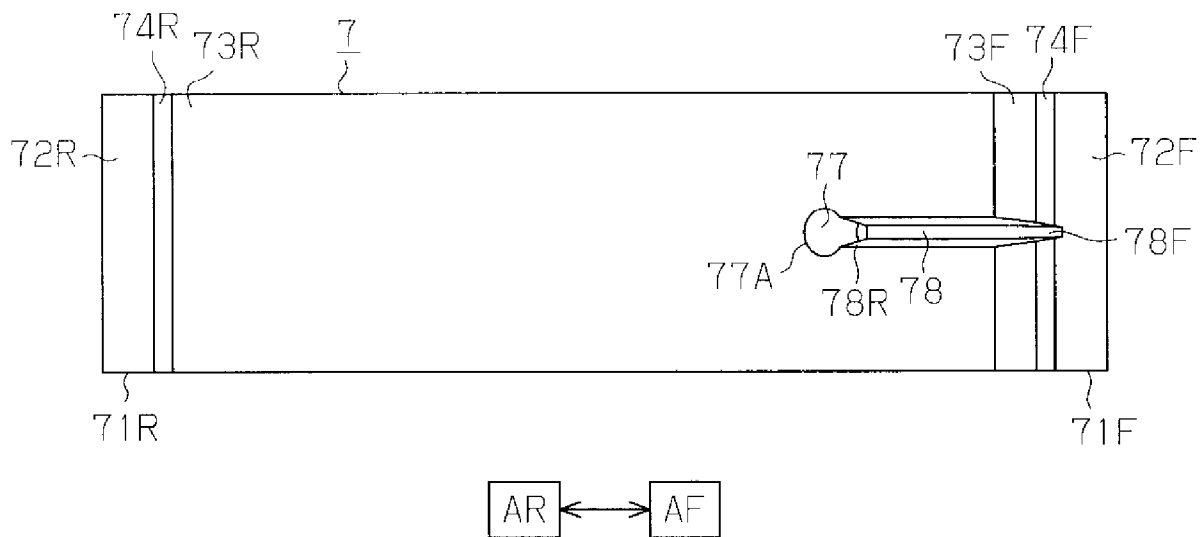
[図31]



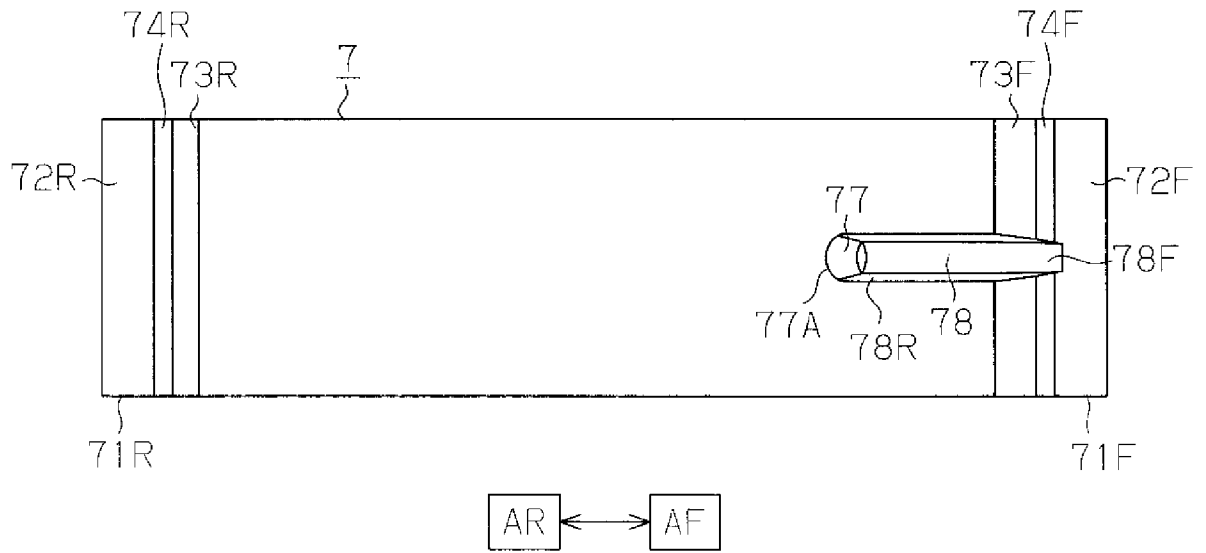
[図32]



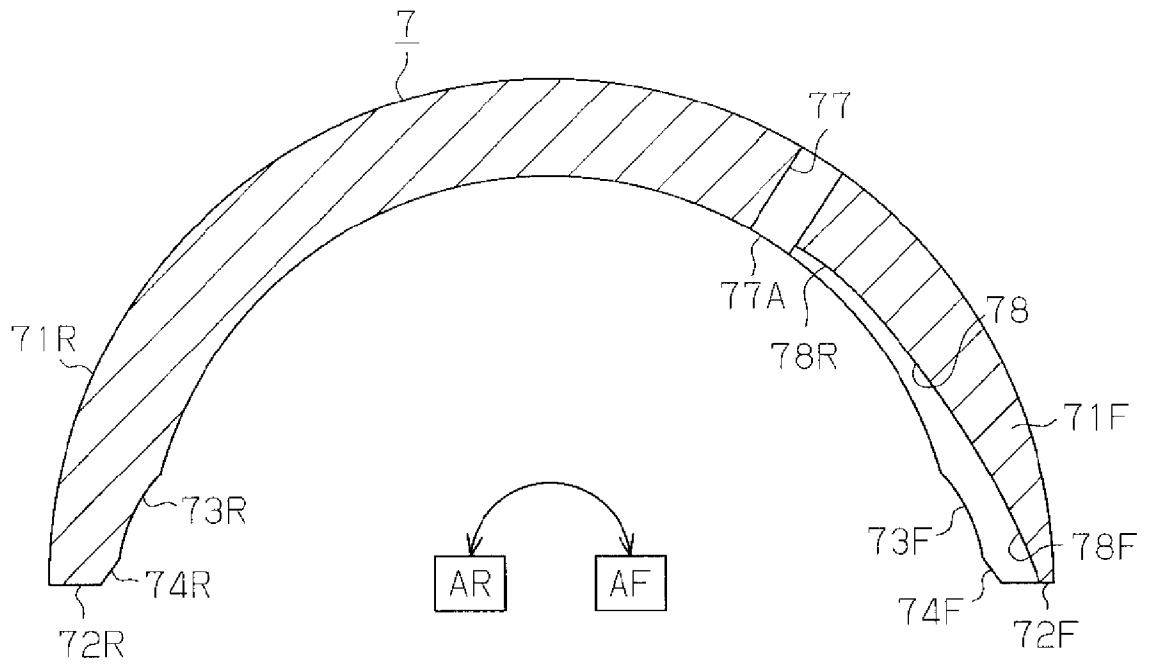
[図33]



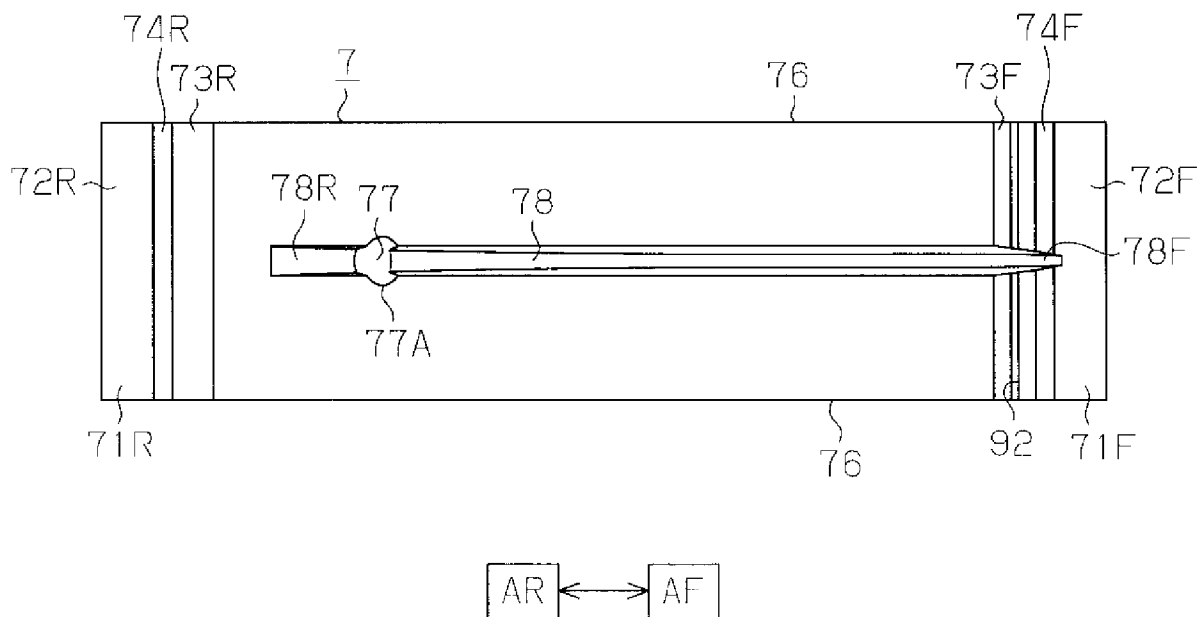
[図34]



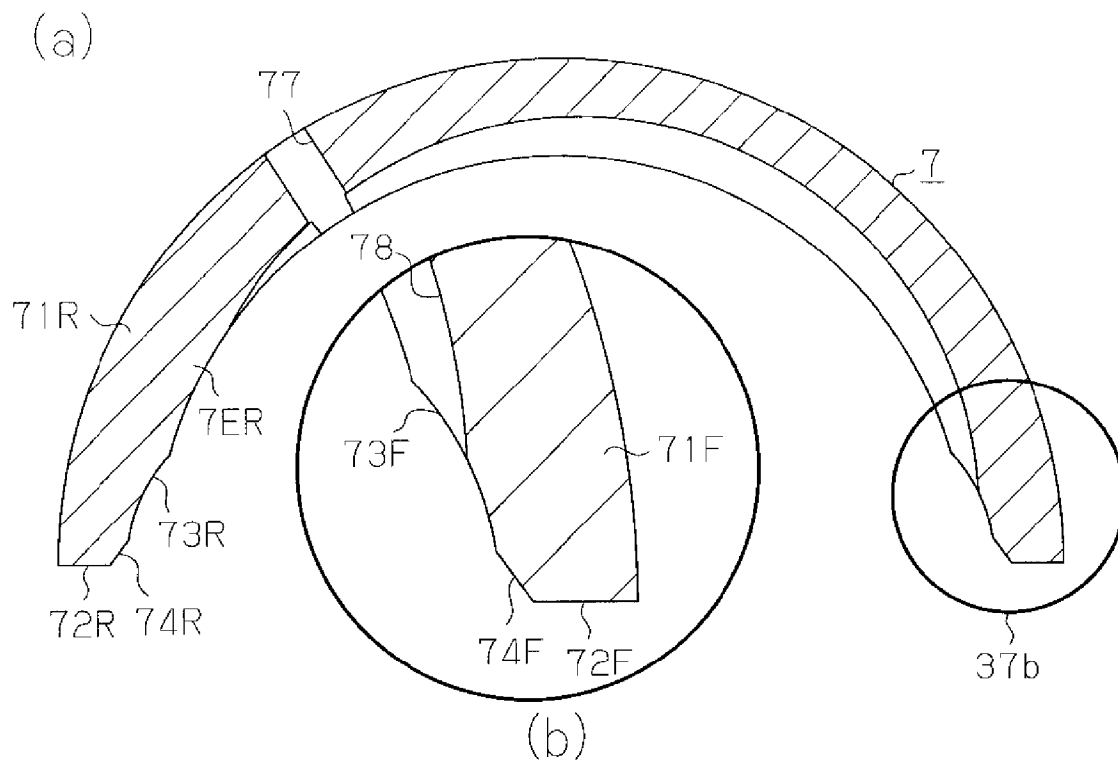
[図35]



[図36]

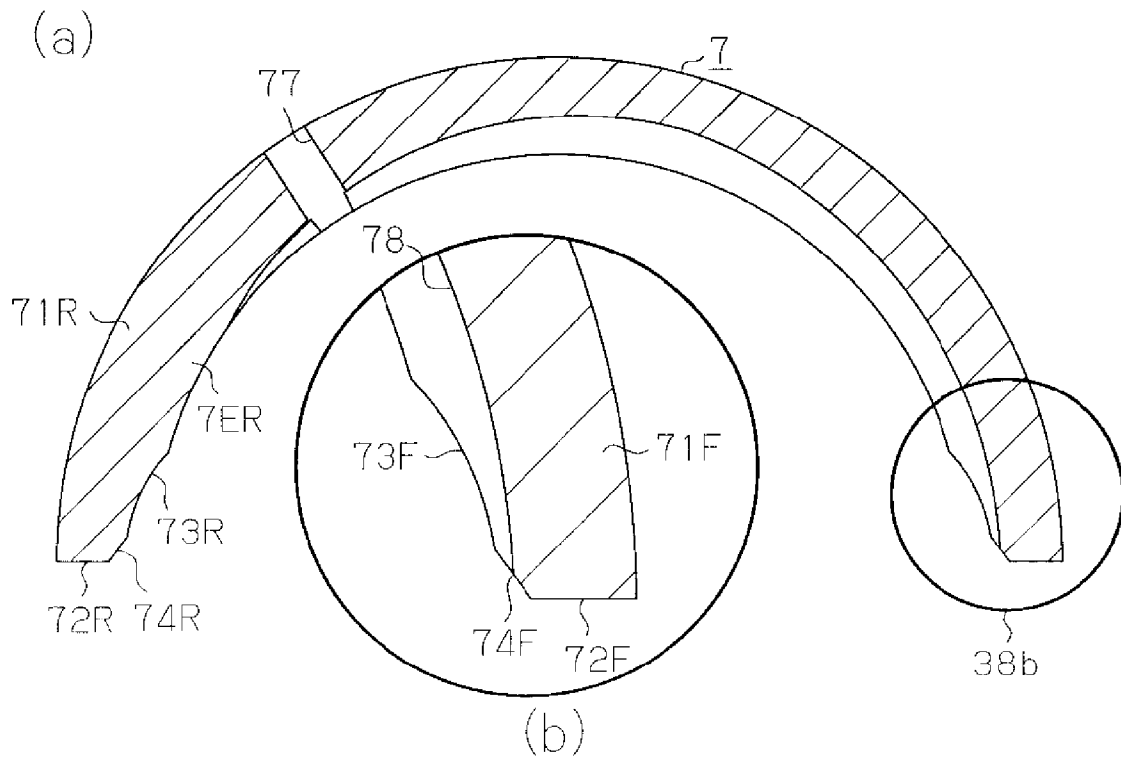


[図37]

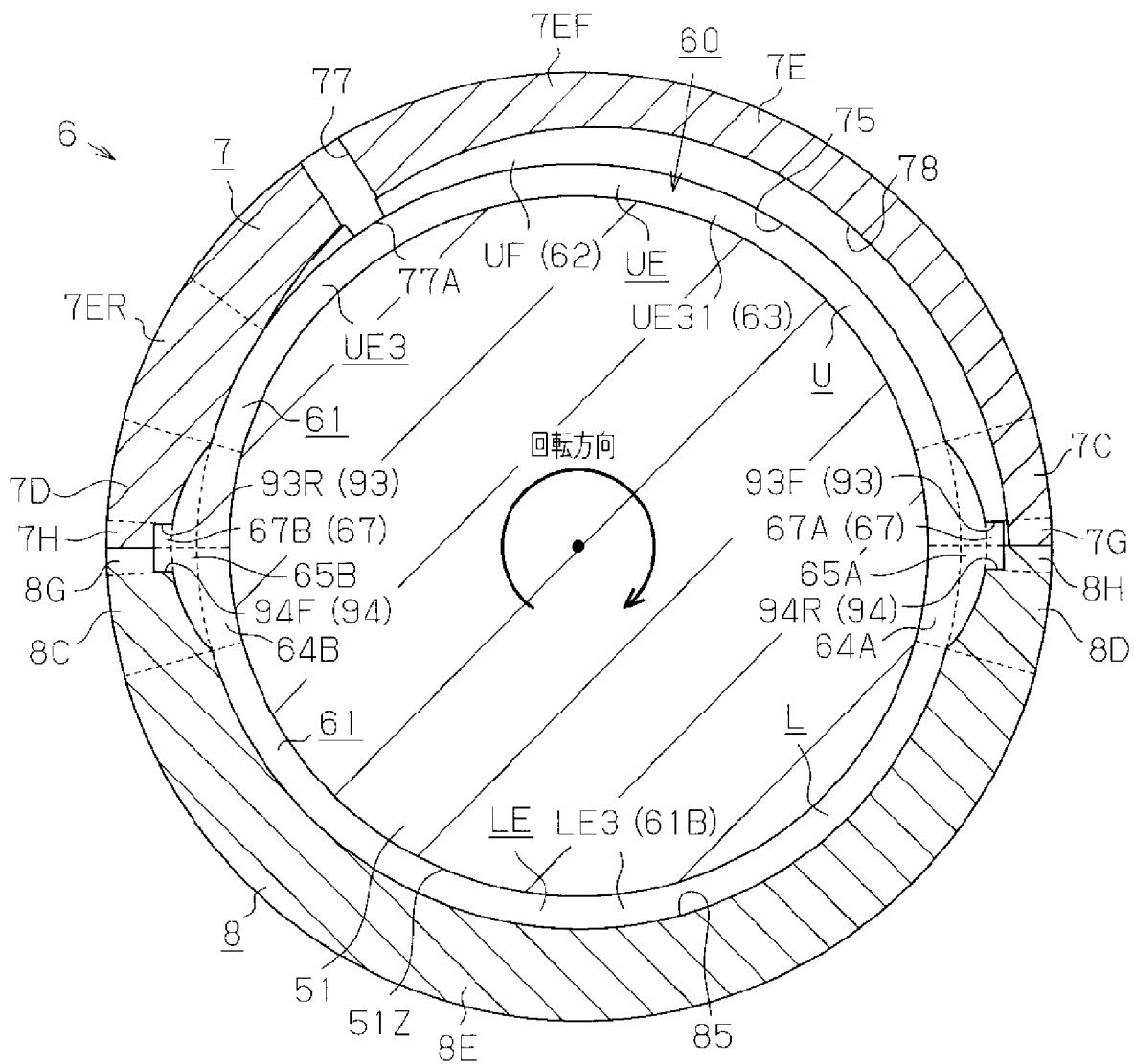




[図38]

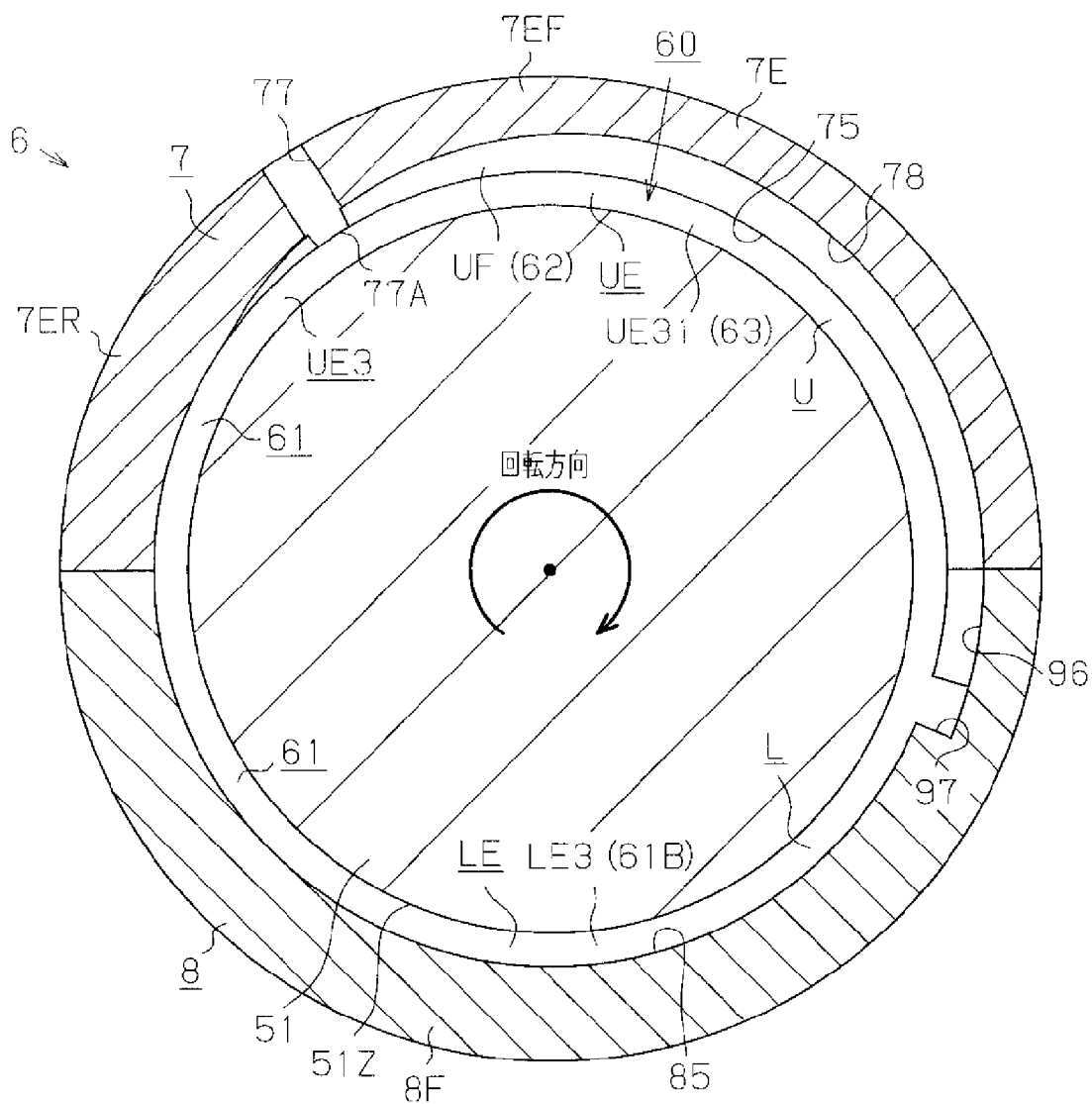


[図39]

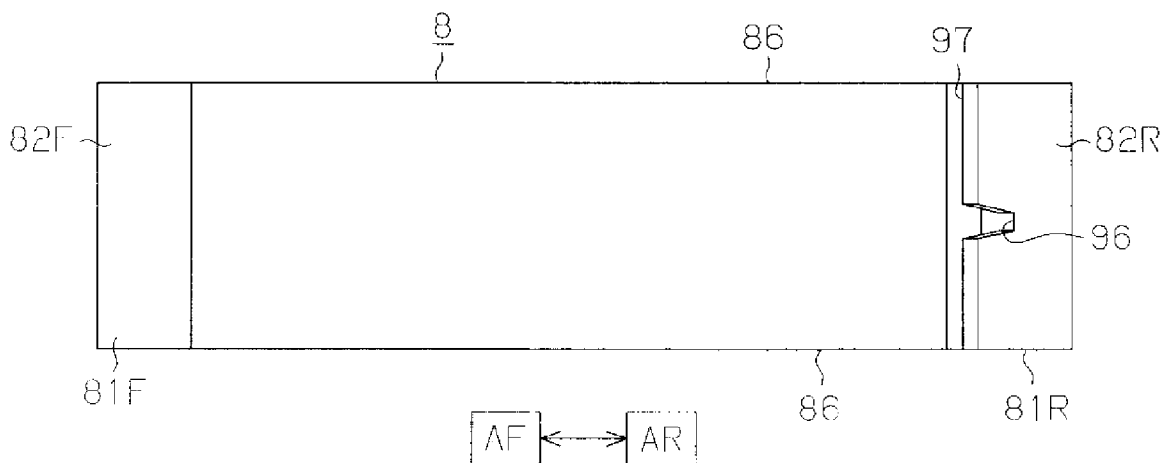




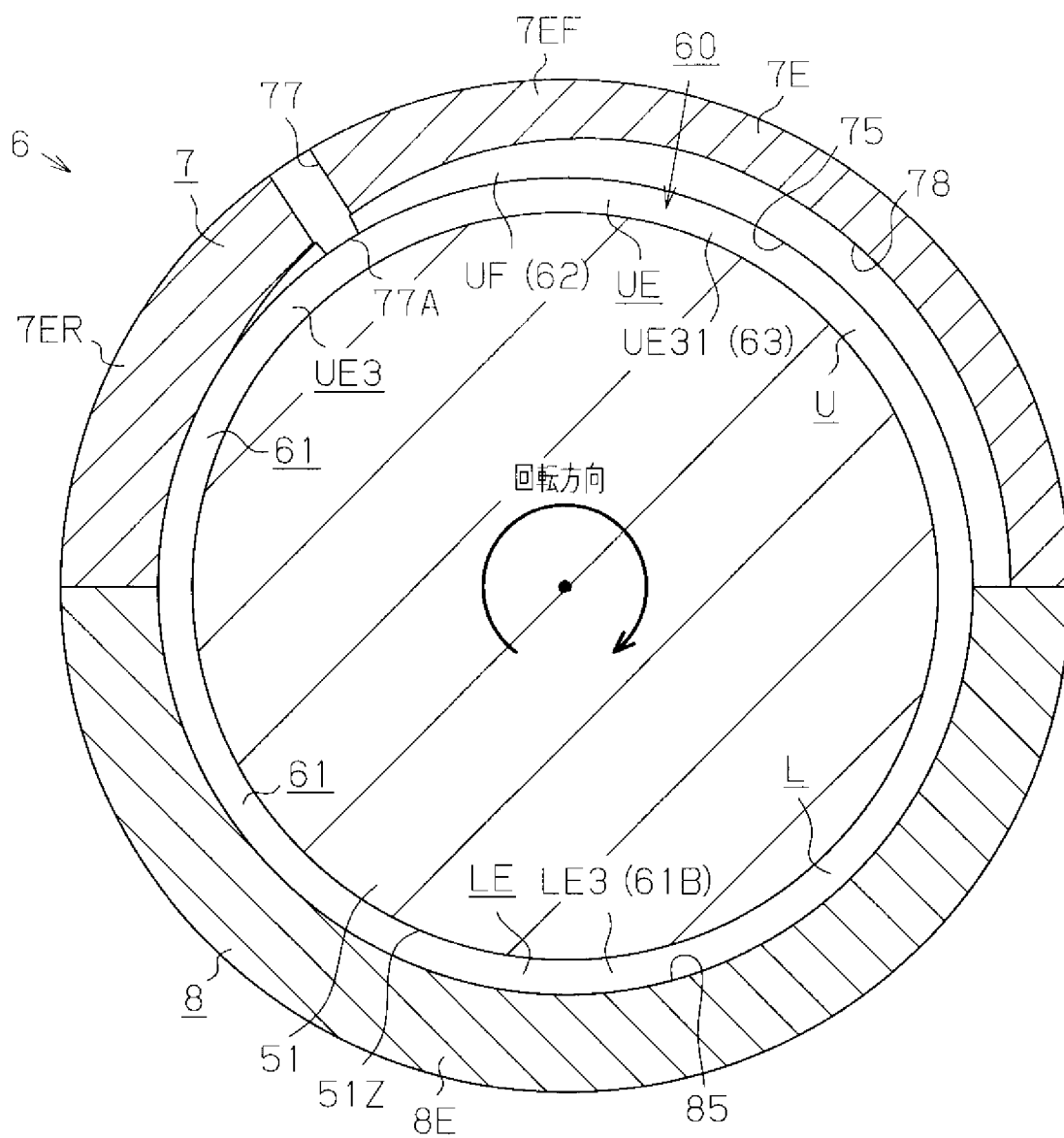
[図42]



[図43]



[図44]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/069928

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  <i>F16C33/10(2006.01) i, F16C9/02(2006.01) i, F16C17/02(2006.01) i</i></p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  <i>F16C9/00-9/06, 17/00-17/26, 33/00-33/28</i></p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  <i>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007</i>  <i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007</i></p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2005-249024 A (Daido Metal Co., Ltd.), 15 September, 2005 (15.09.05), Par. Nos. [0012] to [0020]; Figs. 1 to 3 &amp; US 2005/196084 A1 &amp; DE 102005009470 A1</td> <td align="center">1-12</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2005-69284 A (Toyota Motor Corp.), 17 March, 2005 (17.03.05), Par. Nos. [0026] to [0102]; Figs. 1 to 5 (Family: none)</td> <td align="center">1-12</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2005-76755 A (Taiho Kogyo Co., Ltd.), 24 March, 2005 (24.03.05), Par. Nos. [0007] to [0009]; Figs. 1 to 3 &amp; US 2005/47689 A1 &amp; EP 1510709 A2</td> <td align="center">4-6</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	JP 2005-249024 A (Daido Metal Co., Ltd.), 15 September, 2005 (15.09.05), Par. Nos. [0012] to [0020]; Figs. 1 to 3 & US 2005/196084 A1 & DE 102005009470 A1	1-12	Y	JP 2005-69284 A (Toyota Motor Corp.), 17 March, 2005 (17.03.05), Par. Nos. [0026] to [0102]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-12	Y	JP 2005-76755 A (Taiho Kogyo Co., Ltd.), 24 March, 2005 (24.03.05), Par. Nos. [0007] to [0009]; Figs. 1 to 3 & US 2005/47689 A1 & EP 1510709 A2	4-6
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y	JP 2005-249024 A (Daido Metal Co., Ltd.), 15 September, 2005 (15.09.05), Par. Nos. [0012] to [0020]; Figs. 1 to 3 & US 2005/196084 A1 & DE 102005009470 A1	1-12												
Y	JP 2005-69284 A (Toyota Motor Corp.), 17 March, 2005 (17.03.05), Par. Nos. [0026] to [0102]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-12												
Y	JP 2005-76755 A (Taiho Kogyo Co., Ltd.), 24 March, 2005 (24.03.05), Par. Nos. [0007] to [0009]; Figs. 1 to 3 & US 2005/47689 A1 & EP 1510709 A2	4-6												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>“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)</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>“&amp;” document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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	“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	“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)	“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	“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family	“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed			
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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													
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone													
“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)	“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													
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family													
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
<p>Date of the actual completion of the international search                  28 December, 2007 (28.12.07)</p>		<p>Date of mailing of the international search report                  22 January, 2008 (22.01.08)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/                  Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>												
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>												

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/069928

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-340249 A (Daido Metal Co., Ltd.), 02 December, 2004 (02.12.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 10-30419 A (Nippon Soken, Inc.), 03 February, 1998 (03.02.98), Par. Nos. [0016] to [0020]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-12
A	JP 4-219521 A (General Motors Corp.), 10 August, 1992 (10.08.92), Full text; all drawings & US 5009522 A & EP 450679 A2	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F16C33/10(2006.01)i, F16C9/02(2006.01)i, F16C17/02(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F16C9/00-9/06, 17/00-17/26, 33/00-33/28		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
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	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2005-249024 A (大同メタル工業株式会社) 2005.09.15 段落【0012】-【0020】, 図1-3 & US 2005/196084 A1 & DE 102005009470 A1	1-12
Y	JP 2005-69284 A (トヨタ自動車株式会社) 2005.03.17 段落【0026】-【0102】, 図1-5 (ファミリーなし)	1-12
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 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」 国際出願日前の出願または特許であるが、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日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日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文献		
国際調査を完了した日 28.12.2007	国際調査報告の発送日 22.01.2008	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 安井 寿儀 電話番号 03-3581-1101 内線 3328	3 J 9530



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2005-76755 A (大豊工業株式会社) 2005.03.24 段落【0007】－【0009】，図1－3 & US 2005/47689 A1 & EP 1510709 A2	4－6
A	JP 2004-340249 A (大同メタル工業株式会社) 2004.12.02 全文，全図 (ファミリーなし)	1－12
A	JP 10-30419 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 1998.02.03 段落【0016】－【0020】，図1－5 (ファミリーなし)	1－12
A	JP 4-219521 A (ゼネラル・モーターズ・コーポレーション) 1992.08.10，全文，全図 & US 5009522 A & EP 450679 A2	1－12