

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年10月4日(04.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/132528 A1

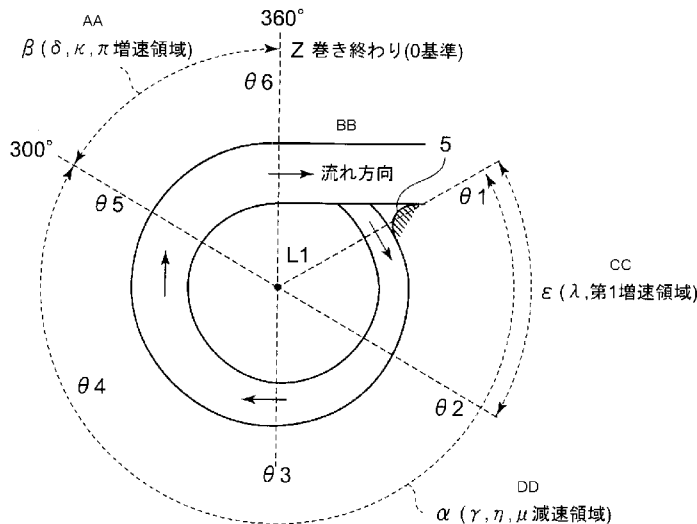
- (51) 国際特許分類:
F04D 29/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/051892
- (22) 国際出願日: 2012年1月27日(27.01.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-068490 2011年3月25日(25.03.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 富田 勲(TOMITA, Isao) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 白石 隆(SHIRAISHI, Takashi) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号
- (74) 代理人: 特許業務法人 高橋松本 & パートナーズ(TAKAHASHI, MATSUMOTO & PARTNERS INTELLECTUAL PROPERTY CORP.); 〒1060032 東京都港区六本木3丁目16番13号アンバサダー六本木1003号 Tokyo (JP).
- (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: SCROLL SHAPE OF CENTRIFUGAL COMPRESSOR

(54) 発明の名称: 遠心圧縮機のスクロール形状

[図1]



(57) Abstract: The scroll shape of a centrifugal compressor is characterized in that the enlargement rate of the ratio (A/R) of the cross-sectional area (A) of a scroll part (12) to a radius (R) from the axis (L1) of a compressor impeller (3) to the centroid (P₀) of the cross section of the scroll part is reduced in the range from the start of rolling to the end of rolling of the scroll part.

(57) 要約: 遠心圧縮機のスクロール形状において、スクロール部12の断面積Aと、コンプレッサインペラ3の軸心L1からスクロール部断面の図心P₀までの半径Rとの比A/Rの拡大比率がスクロール部の巻き始めから巻き終りまで減少させたことを特徴とする。

- AA β(δ, κ, π) SPEED INCREASE REGION)
- Z ROLLING END (0 BASE)
- BB FLOW DIRECTION
- CC ε(λ, FIRST SPEED INCREASE REGION)
- DD α(γ, η, μ) SPEED REDUCTION REGION)

WO 2012/132528 A1



(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：遠心圧縮機のスクロール形状

技術分野

[0001] 本発明は、コンプレッサインペラの回転によって、該コンプレッサインペラの外周部に渦巻形状に形成された流路を構成するスクロール部を備えた遠心圧縮機に関し、スクロール部において流体（気体）の静圧を回復させるスクロール形状に関する。

背景技術

[0002] 遠心圧縮機は広い運転範囲において高圧力、高効率化であることが求められている。

図7は、遠心圧縮機におけるコンプレッサインペラの回転軸心上半分の要部拡大断面図を示している。

遠心圧縮機のコンプレッサ1は、主に回転するハブ31及びその外周面に取付けられた多数の遠心羽根32で構成されているコンプレッサインペラ3と、該コンプレッサインペラ3の回転駆動源と連結したシャフト2と、それらを収納すると共に、流体の流路を形成するコンプレッサハウジング11と、で構成されている。

コンプレッサハウジング11は、コンプレッサインペラ3の外周側に略ドーナツ状を成して、コンプレッサインペラ3から吐出される流体を減速させることによって、静圧を回復させるディフューザ部13、その外周側に、断面積が周方向に向かい渦巻状に拡大するように形成され、全周にわたって気体を集めるスクロール部12及び出口管（図示省略）が設けられている。

[0003] コンプレッサインペラ3が回転すると、遠心羽根32が空気通路15から導入したガスや空気等の流体を圧縮する。こうして形成された流体の流れ（流体）は、コンプレッサインペラ3の外周端からディフューザ部13及びスクロール部12を通過して出口管から外部へ送出される。

[0004] 図8は、スクロール部12の平面視の一例を示す概略図である。

スクロール部 1 2 は、スクロール終点（図 8 の 360° ）を 0 基準にして、時計回りに 60° の位置から 30° 毎に位置を決めた半径 R （スクロール部 1 2 断面の図芯 P_0 とシャフト 2 の軸心 L_1 ）分布は一定になっている。

図 9（A）には、横軸に周方向毎の角度位置を示し、縦軸にスクロール部 1 2 のコンプレッサ回転軸の軸心 L_1 からスクロール断面の図芯 P までの半径 R を示し、半径 R の分布は一定になっていることを示している。

また、図 9（B）は、図 8 において時計回りに 60° の位置を基準にしたスクロール部 1 2 の周方向位置毎（ 30° 毎）における各断面を積層して表示した断層図で、スクロール断面の図芯 P_0 の半径 R 方向の変化を表わしたものである。

スクロール部 1 2 には、スクロール部 1 2 の略全周にわたりコンプレッサインペラ 3 からの流体（気体）がディフューザ部 1 3 を介して流入するので、スクロール部 1 2 の各断面積は流体の流入量に応じて流体が流れる方向に沿って一定の比率 χ で大きくなっている。

そして、スクロール部 1 2 の断面積の拡大比率 χ （一定比率）とディフューザ部 1 3 からスクロール部 1 2 内への流体流入量の増大率のバランスが合ったときにスクロール内の流体速度が一定になる。

[0005] スクロールの形状を変化させた従来技術として、特開 2010-209824 号公報（特許文献 1）が開示されている。

特許文献 1 は、流体ガスを動翼に供給して動力を得るタービンの動翼の回転軸周りに渦巻状に形成された流路を備えたスクロール部の断面形状が角丸四角形状から円形状に移行しながら断面積が漸減する第一移行部を有し、該第一移行部の角部の曲率半径は実質的に同一の大きさに構成されている。

そして、第一移行部を形成したことにより、スクロール断面を大きくできる位相では角丸四角形状とし、スクロール断面を大きくできない位相では円形状として、各位相において十分な流路断面積を確保すると共に、流体の圧力損失を低減することができる技術開示がなされている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-209824号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、特許文献1の技術においては、流体ガスを動翼に供給して膨張しながら動力を得るタービンのスクロール形状であり、流体（気体）を圧縮する本願の場合とでは流体の流れ方、及び性質が異なる。

従って、スクロール形状の考え方も異なるものである。

また、遠心圧縮機は広範囲で高出力比、高効率化であることが求められている。

圧縮機から流出する流体が速度を持つ場合、動圧力の上昇は得られるものの静圧力の上昇が得られ難いため圧力比及び効率が低下する。そのため、圧縮機内で速度を落とすことが求められる。ディフューザ部では流体の速度を落とすことで圧力を回復するが、スクロール部の各部位の断面において、流体の速度はスクロールの内側及び外側では流体速度がかわり、正確な流量及び速度を求め難い。

また、スクロール部で流体の減速を行う場合には、スクロール部の断面の大きさを線形的（一定比率）で増加させることが考えられる。この場合は流れ方向に一定の減速を与えており流体とスクロール部壁面との間の境界層が厚くなり静圧回復が十分に得られないと共に、サージングの発生による作動範囲の縮小や過給効率の低下の不具合をまねく。

[0008] 本発明はこのような問題点を解決するためになされたもので、スクロール部の断面積を舌部からスクロール部の周方向の任意の角度まで前記断面積の拡大比率をスクロール部を流れる流体の流入量増大に応じた拡大比率より漸次拡大させその後、任意角度からスクロール部の巻き終りまでの前記断面積の拡大比率を減少させることにより、スクロール内で流体の流れを減速させる部分と増速させる部分を作り、十分な静圧回復ができるようにして、遠心圧縮機としての高い効率、高い圧力を得られるようにすることを目的とする

。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明はかかる課題を解決するため、遠心圧縮機のコンプレッサインペラの下流側に配設されたディフューザ部から吐出されたガス又は空気等の流体の流路を形成する遠心圧縮機のスクロール形状において、

スクロール部の断面積 A と、前記コンプレッサインペラの軸心からスクロール部断面の図芯までの半径 R との比 A/R の前記スクロール角度の増大に伴う拡大比率が前記スクロール部の巻き始めから巻き終わりまでを減少させるようにしたことを特徴とする。

[0010] また、本発明において好ましくは、前記比 A/R は、前記スクロール部断面を半径一定 r_i の帯状領域の断面積 A_i に分割し、半径 r_i と断面積 A_i との比 A_i/r_i の総和として算出するようにするとよい。

[0011] このような構成により、スクロール断面が図芯を中心にしてラジアル方向に対称形状にならない場合が多く、外周側と内周側では流体の速度が異なるが、そのような場合でも、精度の高い流体の体積流量を算出するようにして、流体速度を減速させて、圧力の回復を得ると共に、スクロール巻き終り付近の流体速度を増速させて、スクロール部壁面と流体との境界層の発達を防ぎ、損失の低減（流量抵抗の減少、圧力比向上）と流れの安定化を図ることができる。

[0012] また、本発明において好ましくは、前記スクロール部の断面積を前記スクロール部の舌部から前記スクロール部の巻き方向任意の角度まで漸次拡大させて、前記流体の速度を減少させる減速領域と、前記任意の角度から前記スクロール部の巻き終りまでの前記断面積の拡大比率を前記減速領域より減少させることにより前記流体の速度を増加させる増速領域とを備えるとよい。

[0013] このような構成により、スクロール巻き始めから任意角度までスクロール部の断面積の拡大比率が前記スクロール部を流れる流体の流入量の増大に応じた拡大比率より大きく維持させることで流体速度を減速させて、圧力の回復を得ると共に、任意角度からスクロール巻き終り付近の断面積拡大比率が

前記スクロール部を流れる流体の流入量の増大に応じた拡大比率より小さくすることにより、流体速度を増速させて、スクロール部壁面と流体との境界層の発達を防ぎ、損失の低減（流量抵抗の減少、圧力比向上）と流れの安定化を図ることができる。

[0014] 更に、本発明において好ましくは、前記スクロール部の巻き始めから巻き終わりを右側に行くに連れ増加する横軸と、スクロール半径 R と断面積 A との比 A/R が上部に行くに連れ増加する縦軸とを有する座標軸に、スクロール断面の A/R の分布を表示した時に、 A/R の分布が上に凸形状となるとよい。

[0015] スクロール部の巻き方向を横軸に、スクロール半径 R と断面積 A との比 A/R を縦軸にした座標軸において、 A/R が凸形状となる流体速度特性曲線にすることにより、凸形状の頂部までを圧力の回復範囲とし、頂部から拡大比率を減少させた範囲を流体速度増速範囲とするような特性にすることにより、スクロール部壁面と流体との境界層の発達を防ぎ、損失の低減（流量抵抗の減少、圧力比向上）効果を得ることができる。

[0016] また、本発明において好ましくは、前記任意の角度は前記スクロール巻き終わりを 0 （ゼロ）基準としてスクロール内の流体が流れる方向に $300 \sim 330^\circ$ の領域とするとよい。

[0017] このような構成により、流体速度を減速させて、圧力回復領域を可能な限り大きくすると共に、スクロール終点部までの流体を加速させるための最小限必要な領域を確保して、遠心圧縮機としての効率及び、圧縮比を向上させる

[0018] また、本発明において好ましくは、前記舌部近傍の前記スクロール部断面積の拡大比率を、前記減速領域より小さくするとよい。

[0019] このような構成により、舌部近傍では、舌部による流体の剥離が発生するので、当該部の断面積を漸次拡大部分の比率より小さくして、剥離に起因する流体流量損失を低減し、遠心圧縮機としての効率及び、圧縮比を向上させると共に、作動レンジの拡大をはかる。

[0020] また、本発明において好ましくは、前記舌部近傍の断面積を前記減速領域の比率より小さくする領域は、前記舌部からスクロール方向に略 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ とするとよい。

[0021] このような構成により、舌部による流体の剥離の影響を受けない領域を求め、流体速度を減少させる圧力回復領域を可能な限り大きくして、遠心圧縮機の性能向上を図る。

[0022] また、本発明において好ましくは、前記スクロール部を流れる流体速度を減少させるため、前記スクロール部の断面積の拡大比率は一定にして、前記断面の図芯と前記スクロール部中心との半径を変化させるとよい。

[0023] また、本発明において好ましくは、前記スクロール部を流れる流体速度を減少させるため、前記スクロール部断面の図芯と前記スクロール部中心との半径を一定にして、前記断面積の拡大比率を変化させるとよい。

発明の効果

[0024] スクロール部の断面積を舌部からスクロール部の周方向任意の角度まで漸次拡大させて、任意角度からスクロール部の巻き終りまでの前記断面積の拡大比率を減少させることにより、スクロール部内で流体の流れを減速させる部分と増速させる部分を作り、十分な静圧回復ができるようにして、遠心圧縮機としての高い効率、高い圧力を得られる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の第1実施形態に係るスクロール部形状図を示す。

[図2]本発明の第1実施形態に係るスクロール部断面形状を示す。

[図3] (A) は本発明の第1実施形態におけるスクロール周方向の各部位における断面を積層した断層図を示し、(B) はスクロール各部位におけるA/Rの従来との比較図を示す。(C) はスクロール各部位における断面積拡大比率 $(d(A/R)/d\theta)$ の従来との比較図を示す。

[図4] (A) は本発明の第2実施形態におけるスクロール周方向の各部位における断面を積層した断層図を示し、(B) はスクロール各部位におけるA/Rの従来との比較図を示す。(C) はスクロール各部位における断面積拡大比

率 ($d(A/R)/d\theta$) の従来との比較図を示す。

[図5] (A) は本発明の第3実施形態におけるスクロール周方向の各部位における断面を積層した断層図を示し、(B) はスクロール各部位における A/R の従来との比較図を示す。(C) はスクロール各部位における断面積拡大比率 ($d(A/R)/d\theta$) の従来との比較図を示す。

[図6] (A) は本発明の第4実施形態におけるスクロール周方向の各部位における断面を積層した断層図を示し、(B) はスクロール各部位における A/R の従来との比較図を示す。(C) はスクロール各部位における断面積拡大比率 ($d(A/R)/d\theta$) の従来との比較図を示す。

[図7] 本発明の遠心圧縮機におけるコンプレッサインペラの回転軸心上半分の要部拡大断面図を示す。

[図8] 遠心圧縮機のスクロール形状図を示す。

[図9] (A) は従来技術におけるスクロール周方向の各部位における半径を示し、(B) はスクロールの各部位における断面を積層した断層図を示す。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明を図に示した実施例を用いて詳細に説明する。

但し、この実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは特に特定の記載がない限り、この発明の範囲をそれのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

[0027] (第1実施形態)

図7に示すように、本発明のスクロールは、流体の流路として、コンプレッサインペラ3の外周側に略ドーナツ状を成して、コンプレッサインペラ3から吐出される流体(気体)を減速させることによって、静圧を回復させるディフューザ部13、その外周側に、断面積が巻き方向(流体が流れる方向)に向かい渦巻状に拡大するように形成され、流体を減速、昇圧するスクロール部12及び出口管(図示省略)が設けられている。

[0028] コンプレッサインペラ3が回転すると、遠心羽根32が空気通路15から導入したガスや空気等の流体を圧縮する。こうして形成された流体(気体)

の流れは、コンプレッサインペラ 3 の外周端からディフューザ部 1 3 及びスクロール部 1 2 を通って出口管から外部へ送出される。

[0029] 図 1、図 2 及び、図 3 (A)、(B)、(C) に基づいて、本発明の第 1 実施形態に係る遠心圧縮機のスクロール形状について説明する。

図 1 は、スクロール部 1 2 を平面視したものである。

スクロール形状は、スクロール部 1 2 のラジアル方向断面は略円形をしており、該断面の面積はスクロール部終点 Z (360°) を 0 基準として、巻き方向に 60° の位置からスクロール部終点 Z までの間、渦巻状に漸次拡大している。(以後、「スクロール部断面」はスクロール部 1 2 内の空流体路の軸線に対して直角方向の断面とする。)

また、図 1 の巻き方向の略 60° 位置付近には、スクロール部 1 2 の巻き始め位置に略一致する部位で且つ、ディフューザ部 1 3 から突出される流体とスクロールを流れてきた流体との隔壁端縁である舌部 5 が配設されている。

[0030] そして、スクロール部 1 2 には、図 3 (B)、(C) に示すように、流体の速度を落として、静圧を回復する減速領域 α と、流体の速度を上げて、流動の安定化を図る増速領域 β とを有している。

通常、スクロール部 1 2 内を流れる流体(気体)は角運動量が一定であることを条件として以下の式が多用されている。

$$V_{\theta} \times r = \text{一定} \dots \dots \dots (1)$$

V_{θ} : 周方向速度

r : 半径 (インペラ外形)

ところが、スクロール部 1 2 の各部位における断面の内側と外側とでは、流体の速度が (1) 式からも明らかのように、内側の方が、外側より速くなっている。

従って、スクロール部 1 2 内を流れる流体の体積流量 Q は断面の大きさ (

形状) とスクロールの半径を考慮する必要がある。

そのため、図2に示すようにスクロール断面を半径一定 r_i の帯状の領域 (断面積 A_i) に分割して (1) 式より体積流量 Q は次式で求められる。

$$\text{体積流量 } Q = \sum_{i=1}^n Q_i = \sum_{i=1}^n V_{\theta_i} A_i \cdots \cdots (2)$$

一方、(1) 式から $V_{\theta_i} \times r_i = V_{\theta} \times r$ が成立する。

$$V_{\theta_i} = V_{\theta} \frac{r}{r_i} \cdots \cdots (3)$$

(3) を (2) に代入すると

$$Q = \sum_{i=1}^n V_{\theta} \cdot \frac{r}{r_i} \cdot A_i = V_{\theta} r \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{r_i} \cdots \cdots (4)$$

(4) 式から $V_{\theta} r$ はコンプレッサインペラ3から吐出される流体のディフューザ13外周部における速度を示し、ディフューザ13の外周部全域において同じ速度なので、定数 (設計時に決まる) とみなすことができる。

従って、

$$\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{r_i}$$

はスクロールの各断面形状に沿った面積を考慮した値となる。

そこで、

$$\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{r_i} = A/R$$

と置替えると、(4) の体積流量 Q は

$$Q = V_{\theta} \cdot r \cdot A/R \cdots \cdots (5)$$

として表わせる。スクロールの各断面を通過する流量 Q は各断面において一定とすると、流速はその半径 R の比 A/R によって決まり、 A/R が大きい

と流速は減少する。

また、 R が一定で A を小さくすると、そこを流れる流体の速度は増大する。

[0031] そして、図3(A)は、本実施形態における巻き方向(流体の流れる方向)の各部位におけるスクロール部断面を積層して表示した断層図で、 A/R の断面積拡大比率を変えた場合の分布を示し、図1に示すスクロールの周方向の各部位 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 、 θ_5 及び、 θ_6 までの断面を積層したものである。

スクロール部12には、スクロール部12の略全周にわたりコンプレッサインペラ3からの流体(気体)がディフューザ部13を介して流入する。

従って、本実施形態では、スクロール部12の各断面における A/R を、スクロール角度の増大に伴う断面積拡大比率($d(A/R)/d\theta$)がスクロール部12を流れる流体の流入量に応じた従来スクロール設計に基づく一定の拡大比率を基準比率 χ (閾値)にして、断面積拡大比率を増減させて調整するものである。

各層間の間隔の大きさが面積拡大比率の大きさを表わしている。

図3(B)に横軸にスクロールの巻き方向の角度を示す θ と、縦軸に断面積の大きさを表わす A/R の比を示し、 A/R の変化と共に流体が減速および増速する流体の減速特性である流体速度特性曲線Eを示す。

[0032] 同様に図3(C)は、図3(B)における縦軸 A/R を断面での断面積拡大率($d(A/R)/d\theta$)として著したものである。

従来スクロール設計に基づく A/R は、一定比率で増加するので、図3(B)では、従来データは、右上がりの直線で示され、図3(C)では、横軸に並行な一定値で示される。

$\theta_1(60^\circ)$ から 300° までを減速領域 α とし、図1では θ_1 から θ_5 までとなっており、この間の断面積拡大比率を ϕ とし図3(C)にて一定値で示される破線である基準比率 χ (閾値)より大きくして、流体速度を減速させて静圧力の回復を図る。

300° からスクロール巻き終り360° までを増速領域 β とし、この間の断面積拡大比率 ω を断面積拡大比率 χ より小さくして流体を増速させる。

従って、断面積拡大比率 $(d(A/R)/d\theta)$ は $\phi > \chi > \omega$ の順に成る。

また、従来の基準比率 χ (破線) に対してスクロール巻き方向60° ~ 300° の間でA/Rの断面積拡大比率 ϕ を χ に大きくすることにより、断面積拡大に伴いスクロール部12内の流体は減速し〔式(5)の説明に基づく〕、300° ~ 360° (スクロール巻き終り) の間でA/Rの断面積拡大比率 ω を χ より小さくすることで、流体を増速させ、図3(B)に示すように、流体速度特性曲線Eはその特性が上方へ凸となる減速特性となり、スクロール部12内に静圧回復部と、増速部とが形成される。

[0033] なお、図3(C)に示す断面積拡大比率 $(d(A/R)/d\theta)$ の傾向で表現すると、断面積拡大比率 $(d(A/R)/d\theta)$ は、スクロール部の巻き始めから巻き終わりまで右減少下がり減少傾向を示す。

図3(C)の従来と記載した一定値の基準比率 χ より値の大きいスクロール角度60° から300° までが、減速領域で、値の小さい300° から360° までが増速領域となる。

尚、減速領域 α の θ_1 (60°) から300° 及び、増速領域 β の300° からスクロール巻き終り360° の数値はこれに限定するものではない。

また、スクロール巻き終り部(360°)の流体速度を増速させる部分を30° としたのは、A/Rが大きくなる領域を大きくして、流体の静圧回復を可能な限り高くするためである。

従って、形状等の制約から流体速度を増速させる部分を巻き終わり前の30° ~ 60° (300° ~ 360°) 位の領域に設定しても略同等の効果が得られる。

[0034] スクロール巻き始めから300° (任意角度) までのスクロール部12の断面積拡大比率 ϕ を χ より大きくとることで流体速度を減速させて、圧力の回復を得ると共に、スクロール巻き終り付近の断面積拡大比率 ω を断面積拡大比率 χ より小さくすることにより流体速度を増速させて、スクロール部1

2壁面と流体との境界層の発達を防ぎ、損失の低減（流量抵抗の減少、圧力比向上）と流れの安定化を図ることができる。

[0035]（第2実施形態）

本実施形態について、図4に基づいて説明する。

尚、本実施形態において、遠心圧縮機のコンプレッサインペラ3の下流側に配設されたディフューザ部13から吐出されたガス又は空気等の流体の流路を形成するスクロール部12の形状以外の基本形状は第1実施形態と同じなので、スクロール部12だけを説明することにして、他は省略する。

また、同じ用語には同一の符号を付し、説明を省略する。

図4（A）は、本実施形態における、図1に示すスクロールの巻き方向（流体の流れる方向）の各部位 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ 及び、 $\theta 6$ までのスクロール部断面を積層して表示した断層図で、 A/R の図芯半径 R を変える場合を示し、 $\theta 1$ （ 60° ）から 300° までを A/R の減速領域 γ となっており、 300° からスクロール巻き終り 360° までを増速領域 δ が形成されている。

[0036] 図4（A）の P_0 は各スクロール部12の断面の図芯を示し、山形状の実線は各スクロール部断面の図芯 P_0 位置の変化を示している。また、図4（B）に横軸にスクロールの巻き方向の角度 θ を示し、縦軸に A/R を示し、 A/R の増大変化と共に流体の速度が減少する流体速度特性曲線 F を示す。

これは既述の通り、スクロール部12には、スクロール部12の略全周にわたりコンプレッサインペラ3からの流体（気体）がディフューザ部13を介して流入する。

従って、本実施形態では、スクロール部12の各断面における A/R を流体が流れる方向（巻き方向）に沿って式（5）の $Q = V \theta \cdot r \cdot A/R$ に基づいて断面積拡大比率を基準比率 χ より大きくとることで流体を減速させると共に、式（1）の $V \theta \times r = \text{一定}$ に基づいて図芯 R を拡大させることで減速させる効果も含めたものである。

[0037] 本実施形態においては、半径が拡大する $\theta 1$ （ 60° ）～ 300° までが

減速領域 (γ) となっており、断面積拡大比率を基準拡大比率 χ より大きくとった領域とほぼ対応する。本実施形態における流体速度特性曲線 F はスクロール部 1 2 の流体の流れる方向 (巻き方向) に沿って流体が減速および増速する曲線 (図 4 (B) において上に凸の曲線) となる。

これは、半径 R の増大による減速 (式 (1) に基づく) と、断面積拡大比率を基準比率 χ (スクロール部 1 2 に流入する流体量に応じて断面積を拡大する比率) より大きくすることによる、スクロール部 1 2 の流体の減速を図ったものである。(式 (5) に基づく)

300° ~ 360° (スクロール部まき終り) にて図芯半径を流体が流れる方向に沿って小さくしていき、流体が増速する曲線 [図 4 (B) において、右肩上がりの傾斜がなだらかになり、図 4 (C) において断面積拡大比率が基準拡大比率 χ より小さくなる] となり、流体速度特性曲線 F は全体が上方へ凸の減速特性となり、スクロール部 1 2 内に静圧回復部と、増速部とが形成される。

[0038] 尚、減速領域 γ (A/R の拡大) の $\theta 1$ (60°) から 300° 及び、増速領域 δ の 300° からスクロール巻き終り 360° の数値はこれに限定するものではない。

また、スクロール巻き終り部 (360°) の流体速度を増速させる部分の領域を 60° (300° ~ 360°) としたのは、 A/R を大きくする領域を大きくして、流体の静圧回復を可能な限り高くするためである。

本実施形態では、流体速度の増速領域を 60° としたが、実験結果では 30° ~ 60° (330° ~ 360°) 位の領域に設定しても略同等の効果が得られた。

[0039] スクロール巻き始めから 300° (任意角度) までのスクロール部 1 2 の減速領域 γ にて半径 R を漸次拡大させつつ断面積拡大比率を基準比率 χ より大きくすることで、流体速度を減速させて、圧力の回復を得ると共に、スクロール巻き終り付近の増速領域 δ で図芯半径を流体が流れる方向に小さくしていきつつ断面拡大比率を基準比率 χ より小さくすることにより流体速度を

増速させて、スクロール部 1 2 壁面と流体との境界層の発達を防ぎ、損失の低減（流量抵抗の減少、圧力比向上）と流れの安定化を図ることができる。

[0040] （第 3 実施形態）

本実施形態について、図 5 に基づいて説明する。

尚、本実施形態において、遠心圧縮機のコンプレッサインペラの下流側に配設されたディフューザ部から突出されたガス又は空気等の流体の流路を形成する遠心圧縮機のスクロール部 1 2 形状以外の基本形状は第 1 実施形態と同じなので、スクロール部 1 2 だけを説明することにして、他は省略する。

また、同じ用語には同一の符号を付し、説明を省略する。

図 5（A）は、本実施形態におけるスクロール巻き方向（流体の流れる方向）の各部位における各スクロール部断面を積層して表示した断層図で、図 1 に示すスクロールの周方向の各部位 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ 及び、 $\theta 6$ までの断面を積層したものである。

そして、図 1 において、流体の流れる方向の略 60° 位置付近には、スクロール巻き始め位置に略一致する部位で且つ、ディフューザ部 1 3 から吐出される流体とスクロールを流れてきた流体との隔壁端縁である舌部 5 が配設されている。

[0041] 図 5（A）のスクロール部断面を示す $\theta 1$ は舌部 5 の断面積を示し、従来の断面形状を破線で示し、本願の断面形状を実線で示してある。

舌部 5 付近では、流体が舌部 5 の影響により舌部 5 と流体との間に剥離が発生する。

従って、舌部 5 付近の断面積（ A/R ）を剥離した領域に相当する分だけ流れる面積を小さくして、剥離に起因する損失の低減（流量抵抗の減少、圧力比向上）と流れの安定化を図る。

図 5（B）に横軸にスクロールの巻き方向の角度 θ を示し、縦軸に A/R の A 面積を示し、 A/R の A 面積の拡大すると共に、流体の速度が減少する流体速度特性曲線 G を示す。

図 5（C）は、図 5（B）における縦軸を断面積拡大比率（ $d(A/R)/d\theta$ ）

としたものである。

[0042] そして、舌部5付近略 $60^\circ \sim 120^\circ$ 間の A/R または断面積拡大比率($d(A/R)/d\theta$)を基準比率 χ (閾値)より小さく(A/R を小さくまたは $d(A/R)/d\theta$ を小さく)することにより、当該部の流体速度を速くして、舌部5と流体との間の剥離を解消させて、流体速度特性曲線Gが従来の流体速度特性曲線(破線)より下側(流体速度が増大)に位置した第1増速領域 ε を形成する。

スクロール巻き方向 120° 位から巻き終りまでは第1実施形態と同じであり、 A/R

または $d(A/R)/d\theta$ を従来の基準比率より大きくすることにより、減速領域 η が形成され、流体速度が減少される。巻き終り近傍の 300° から巻き終りの 360° の領域では、 120° から 300° までの断面積拡大比率より小さくして、流体の速度を増大させる増速領域 κ が形成される。

[0043] 従って、舌部5付近の断面積を小さくして、剥離に起因する損失の低減(流量抵抗の減少、圧力比向上)と流れの安定化を図ることができる

図5(B)において、スクロール角度 60° から 120° までは、下に凸のグラフで、 120° 以上では、図3(B)同様に上に凸のグラフとなる。

図5(C)では、従来の一定値を示すデータ(破線)に対し、 60° から 120° と 300° から 360° までは、従来値よりも小さい値となる増速領域を示し、 120° から 300° までは従来値よりも大きい値を示す上に凸なグラフとなる。

また、 $\theta_1(60^\circ)$ から 120° の舌部の第1増速領域 ε 、 120° から 300° の減速領域 η 及び、 300° からスクロール巻き終り 360° の第2増速領域 κ の数値はこれに限定するものではない。

尚、本実施形態では、従来の流体速度特性曲線(破線)より下側に位置しているが、上側に位置した場合でも、当該部の A/R が断面積拡大比率 ϕ より小さくすることで、下側に凹の流体速度特性曲線Gであれば同様の効果が得られる。

[0044] (第4実施形態)

本実施形態について、図6に基づいて説明する。

尚、本実施形態において、遠心圧縮機のコンプレッサインペラの下流側に配設されたディフューザ部から突出されたガス又は空気等の流体流路を形成する遠心圧縮機のスクロール部12形状以外の基本形状は第2実施形態と同じなので、スクロール部12だけを説明することにして、他は省略する。

図6(A)は、本実施形態におけるA/Rの図芯半径Rを変えた場合を示し、図1に示すスクロール巻き方向(流体の流れる方向)の各部位 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 、 θ_5 及び、 θ_6 における各スクロール部断面を積層した断層図を示している。

[0045] P_0 は各スクロール部12の断面の図芯を示し、山形状の実線は各スクロール部12の図芯 P_0 位置の変化(Rの変化)を示した図で、図6(B)に横軸にスクロールの巻き方向の角度を示す θ と、縦軸にA/Rの半径Rを示し、A/Rの半径Rの変化に伴う、流体速度特性曲線Hを示す。

従来の図芯 P_0 の半径Rがスクロールの巻き方向の各部位において一定(破線)になっている。

[0046] そして、図6(A)のスクロール部断面を示す θ_1 は舌部5の断面形状を示し、従来の断面形状を破線で示し、本実施形態の断面形状を実線で示す。

図6(B)において、スクロール角度 60° から 120° までは、下に凸のグラフで、 120° 以上では、図3(B)同様に上に凸のグラフとなる。

図6(C)では、従来の一定値を示すデータ(破線)に対し、 60° から 120° と 300° から 360° までは、従来値よりも小さい値となる増速領域を示し、 120° から 300° までは従来値よりも大きい値を示す上に凸なグラフとなる。

実施形態3で記述したように、舌部5付近では、流体が舌部5の影響により、舌部5と流体との間に剥離が発生する。

図5(B)に横軸にスクロールの巻き方向(流体の流れる方向)の角度 θ を示し、縦軸にA/Rを示し、A/Rの拡大比率が増大すると共に、流体の

速度が減少する流体速度特性曲線Hを示す。

[0047] 図6(C)は、図6(B)における縦軸を断面積拡大比率($d(A/R)/d\theta$)としたものである。

そして、舌部5付近略 $60^\circ \sim 120^\circ$ の間の断面積拡大比率を基準比率 χ より小さくすることにより、当該部の流体速度を速くして、舌部5と流体との間の剥離を解消させる。

従って、舌部5付近の断面積比 A/R を剥離した領域に相当する分だけ小さく(断面積)して、剥離に起因する損失の低減(流量抵抗の低減、圧力比の向上)と流れの安定化を図る。舌部5付近略 $60^\circ \sim 120^\circ$ の間の断面積 A を小さくする手段として、例えば図5(A)に示すように断面 $\theta 1$ において半径内側部分を縮小するような方法がある。

スクロール巻き方向 120° 位から巻き終りまでは第2実施形態と同じであり、図芯 R を流体が流れる方向に向かって大きくしつつ、断面積拡大比率を基準比率 χ よりも大きくすることで減速領域 μ が形成され、流体速度が減少される。巻き終り近傍の 300° から巻き終りの 360° の領域で図芯 R を流体が流れる方向に向かって小さくしつつ断面積拡大比率を基準比率 χ より小さくすることで、流体の速度を増大させる第2増速領域 π が形成される。

産業上の利用可能性

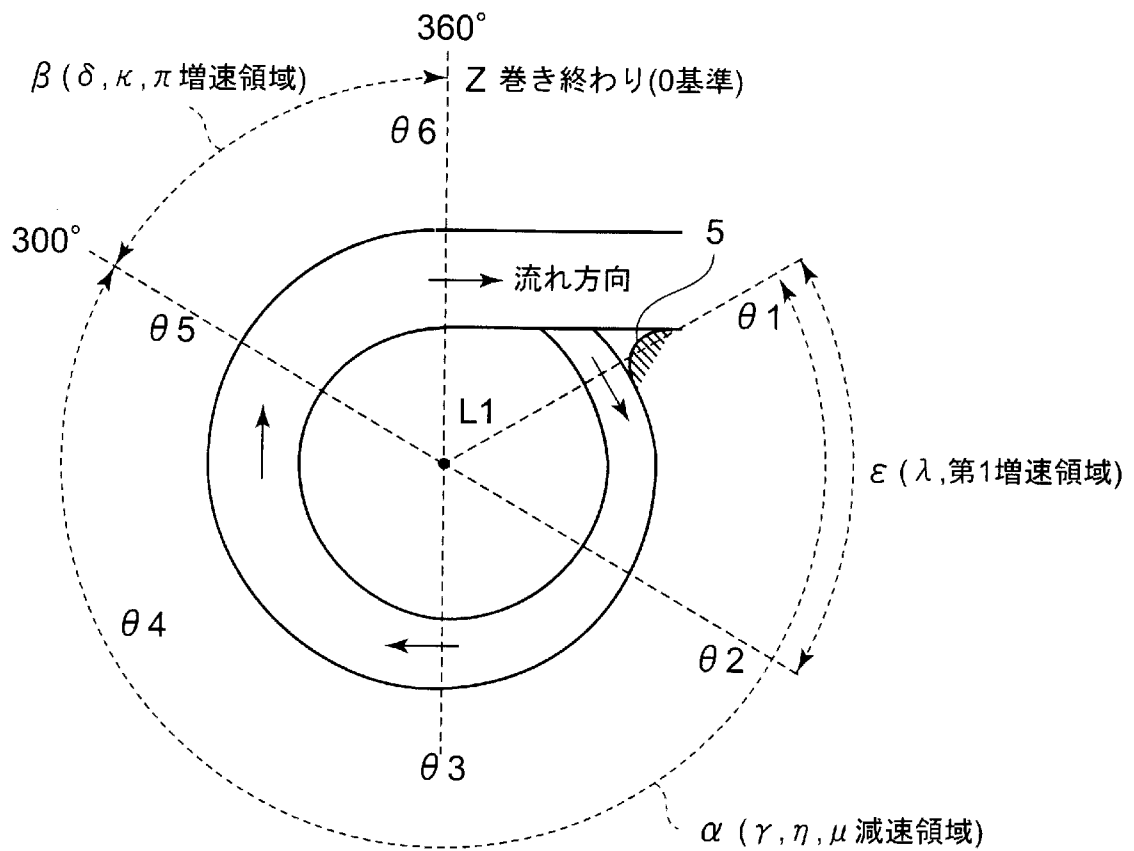
[0048] コンプレッサインペラの回転によって、該コンプレッサインペラの外周部に渦巻形状に形成された流路を構成するスクロール部形状を備えた遠心圧縮機に関し、スクロール部において静圧を回復させて、高いコンプレッサ性能を得る遠心圧縮機に用いられるとよい。

請求の範囲

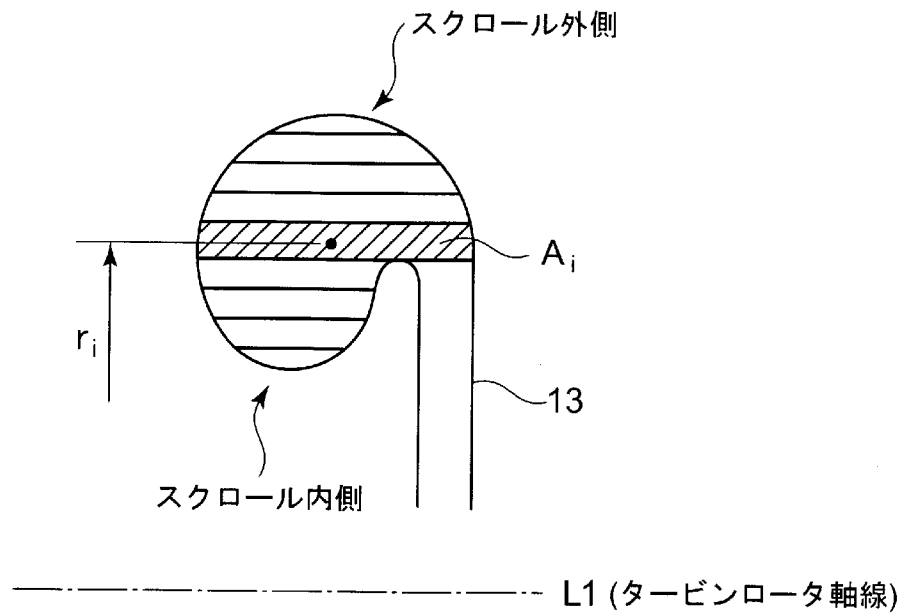
- [請求項1] 遠心圧縮機のコンプレッサインペラの下流側に配設されたディフューザ部から吐出されたガス又は空気等の流体の流路を形成する遠心圧縮機のスクロール形状において、
- スクロール部の断面積 A と、前記コンプレッサインペラの軸心からスクロール部断面の図芯までの半径 R との比 A/R の前記スクロール角度の増大に伴う拡大比率を前記スクロール部の巻き始めから巻き終わりまでを減少させるようにしたことを特徴とする遠心圧縮機のスクロール形状。
- [請求項2] 前記比 A/R は、前記スクロール部断面を半径一定 r_i の帯状領域の断面積 A_i に分割し、半径 r_i と断面積 A_i との比 A_i/r_i の総和として算出するようにしたことを特徴とする請求項1記載の遠心圧縮機のスクロール形状。
- [請求項3] 前記スクロール部の断面積を前記スクロール部の舌部から前記スクロール部の巻き方向任意の角度まで漸次拡大させて、前記流体の速度を減少させる減速領域と、前記任意角度から前記スクロール部の巻き終わりまでの前記断面積の拡大比率を前記減速領域より減少させることにより前記流体の速度を増加させる増速領域とを備えたことを特徴とする請求項1記載の遠心圧縮機のスクロール形状。
- [請求項4] 前記スクロール部の巻き始めから巻き終わりを右側に行くに連れ増加する横軸と、スクロール半径 R と断面積 A との比 A/R が上部に行くに連れ増加する縦軸とを有する座標軸に、スクロール断面の A/R の分布を表示した時に、 A/R の分布が上に凸形状となることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項記載の遠心圧縮機のスクロール形状。
- [請求項5] 前記任意の角度は前記スクロール巻き終わりを0（ゼロ）基準としてスクロール内の流体が流れる方向に300～330°の領域としたことを特徴とする請求項1記載の遠心圧縮機のスクロール形状。

- [請求項6] 前記舌部近傍の前記スクロール部断面積の拡大比率を、流体が流れる方向に拡大していくことを特徴とする請求項1記載の遠心圧縮機のスクロール形状。
- [請求項7] 前記舌部近傍の断面積を漸次拡大部分の比率より小さくする領域は、前記舌部からスクロール方向に略 30° ～ 60° としたことを特徴とする請求項5記載の遠心圧縮機のスクロール形状。
- [請求項8] 前記スクロール部を流れる流体速度を減少させるため、前記スクロール部の断面の図芯の半径を変化させたことを特徴とする請求項1記載の遠心圧縮機のスクロール形状。
- [請求項9] 前記スクロール部を流れる流体速度を減少させるため、前記スクロール部断面の図芯と前記スクロール部中心との半径を一定にして、前記断面積の拡大比率を変化させたことを特徴とする請求項1記載の遠心圧縮機のスクロール形状。

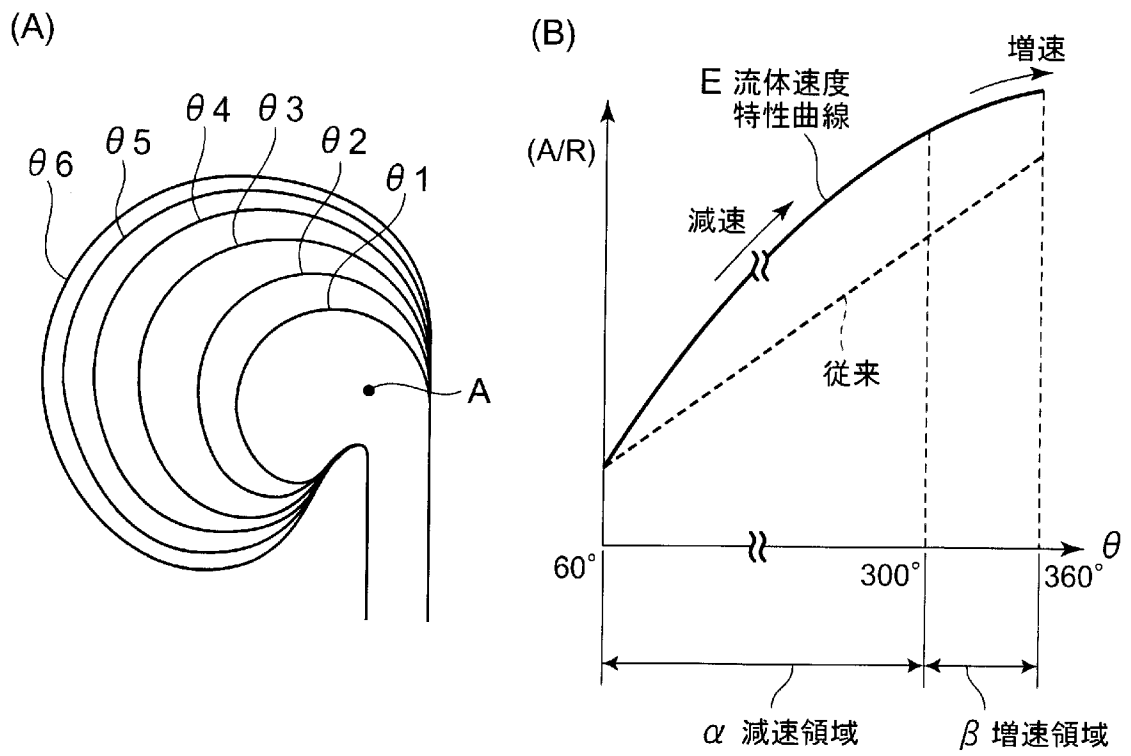
[図1]



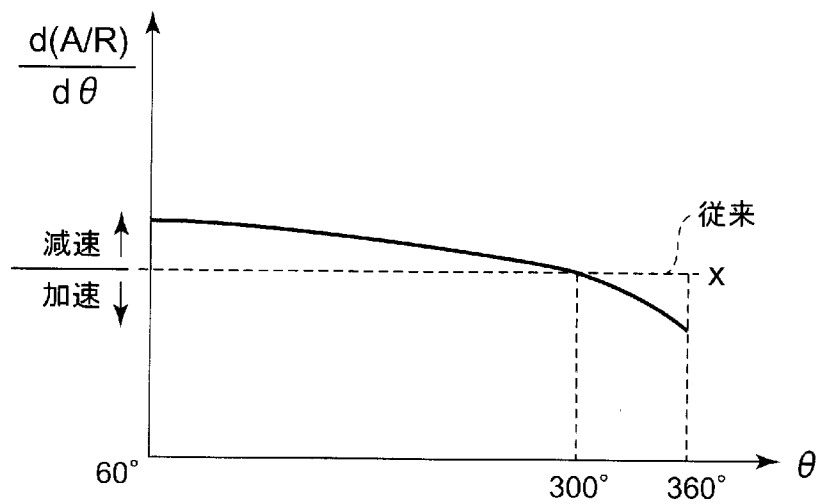
[図2]



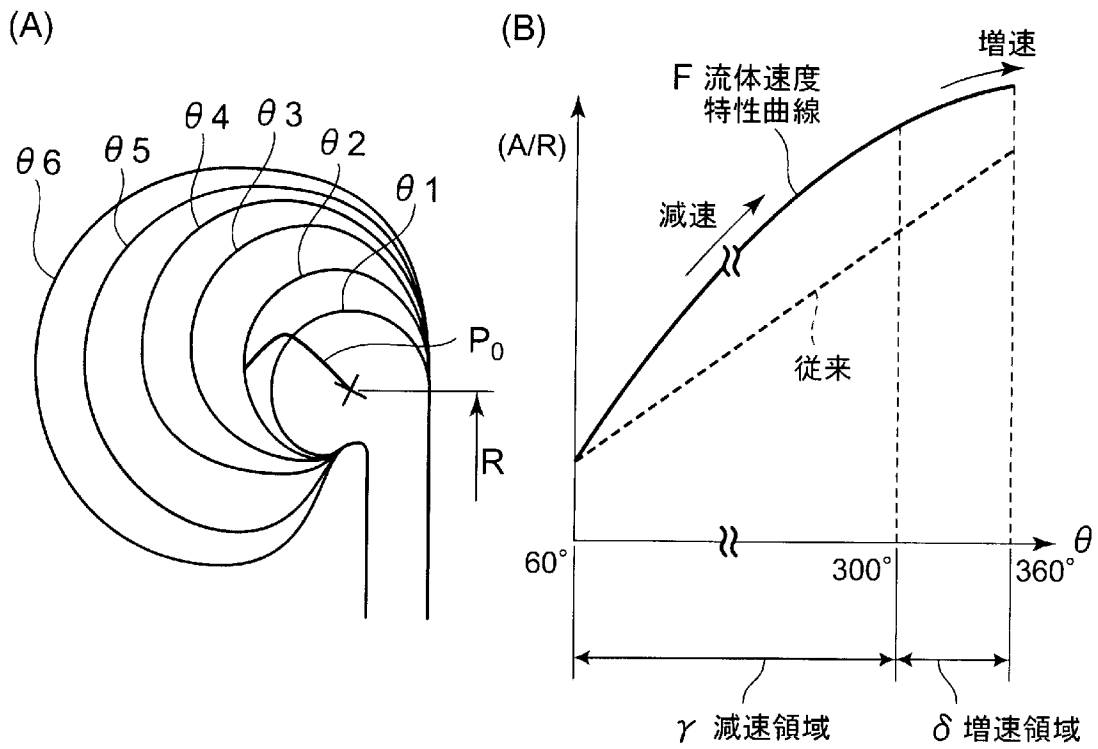
[図3]



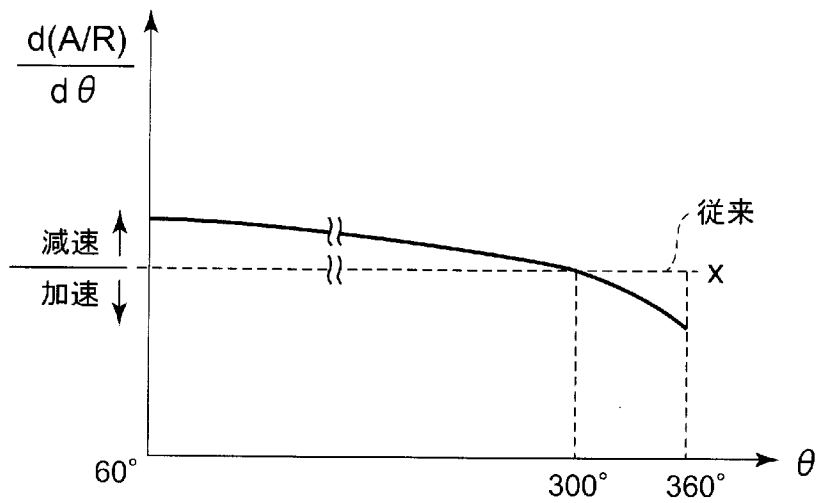
(C)



[図4]

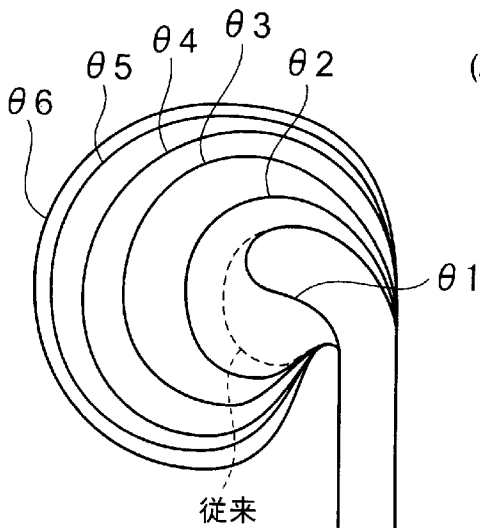


(C)

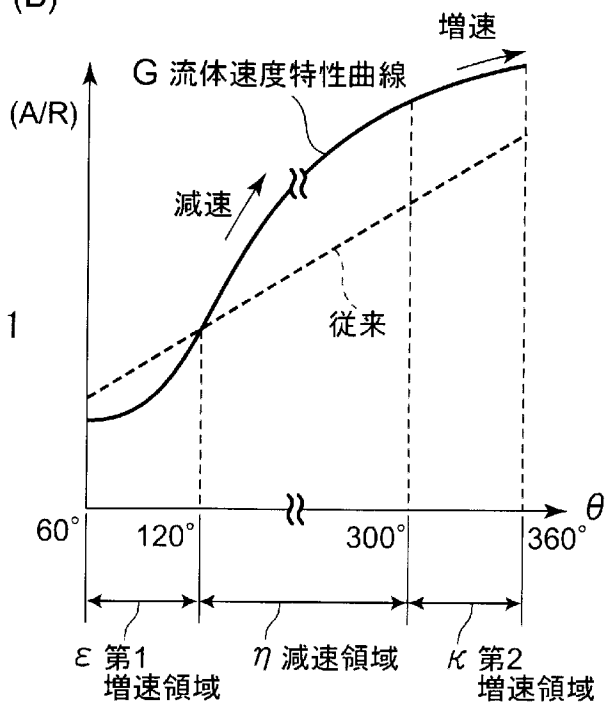


[圖5]

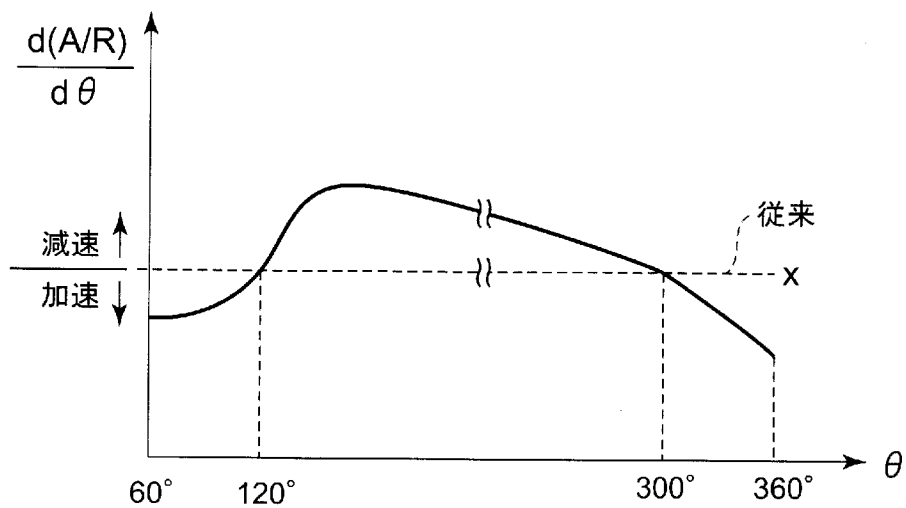
(A)



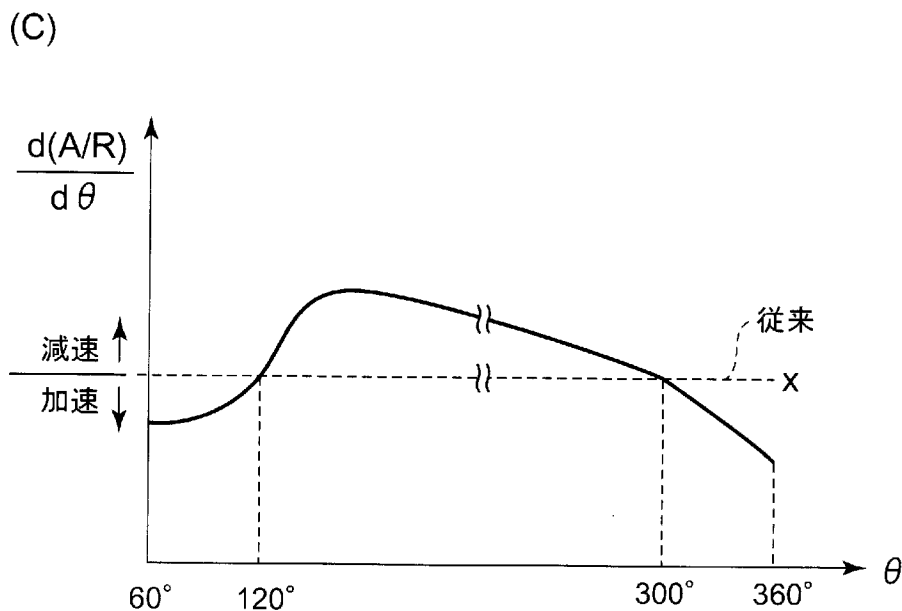
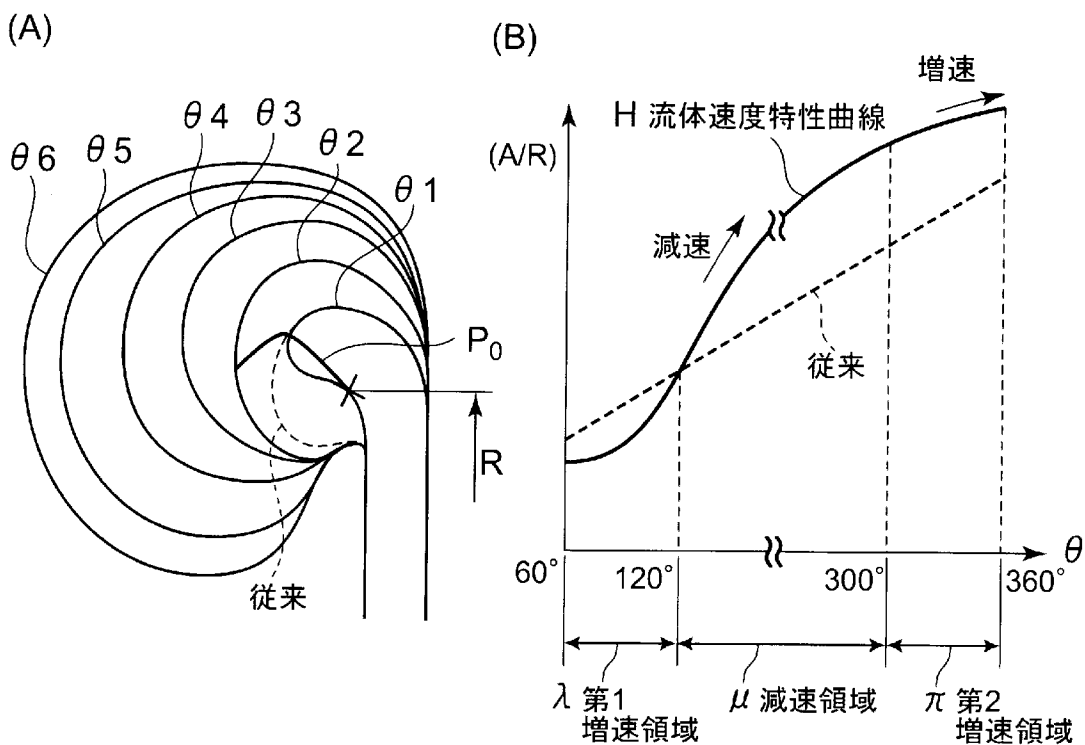
(B)



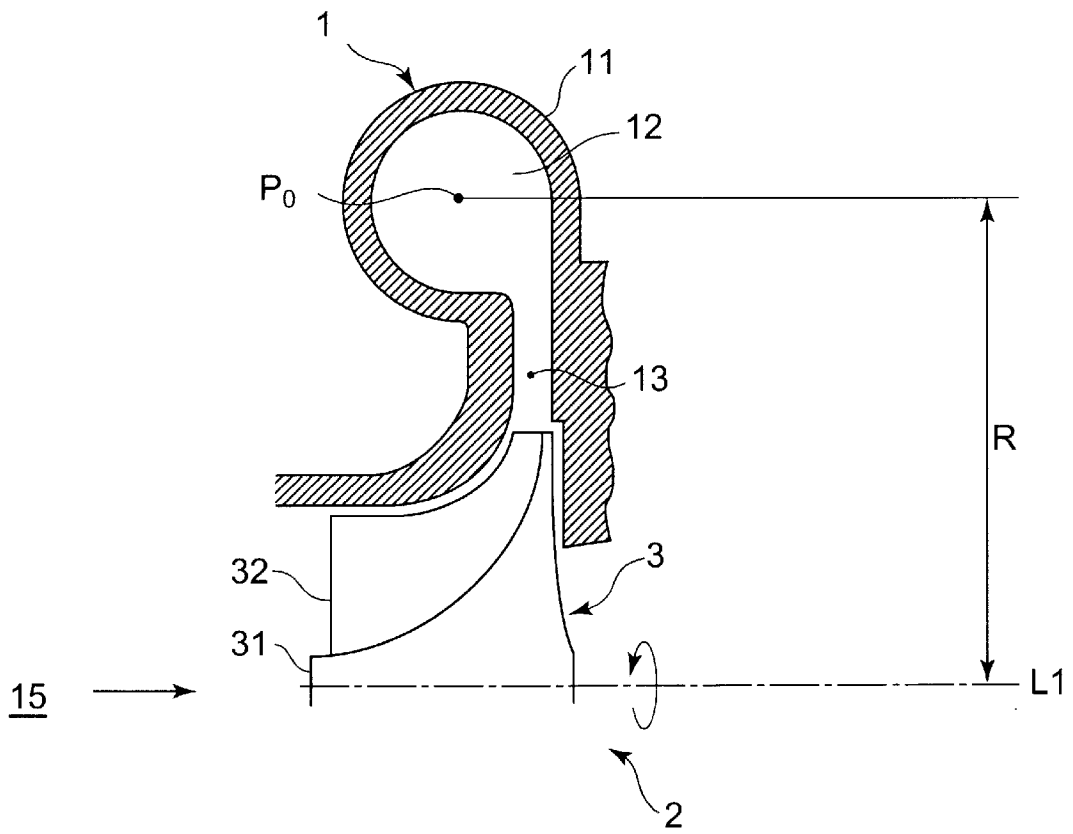
(C)



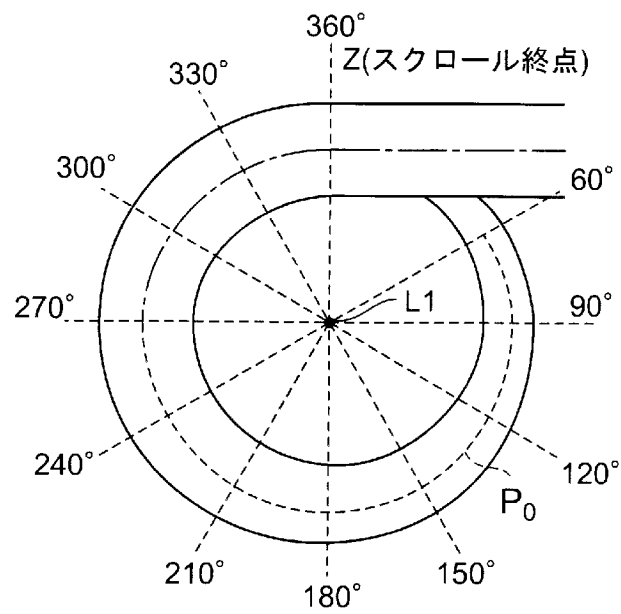
[圖6]



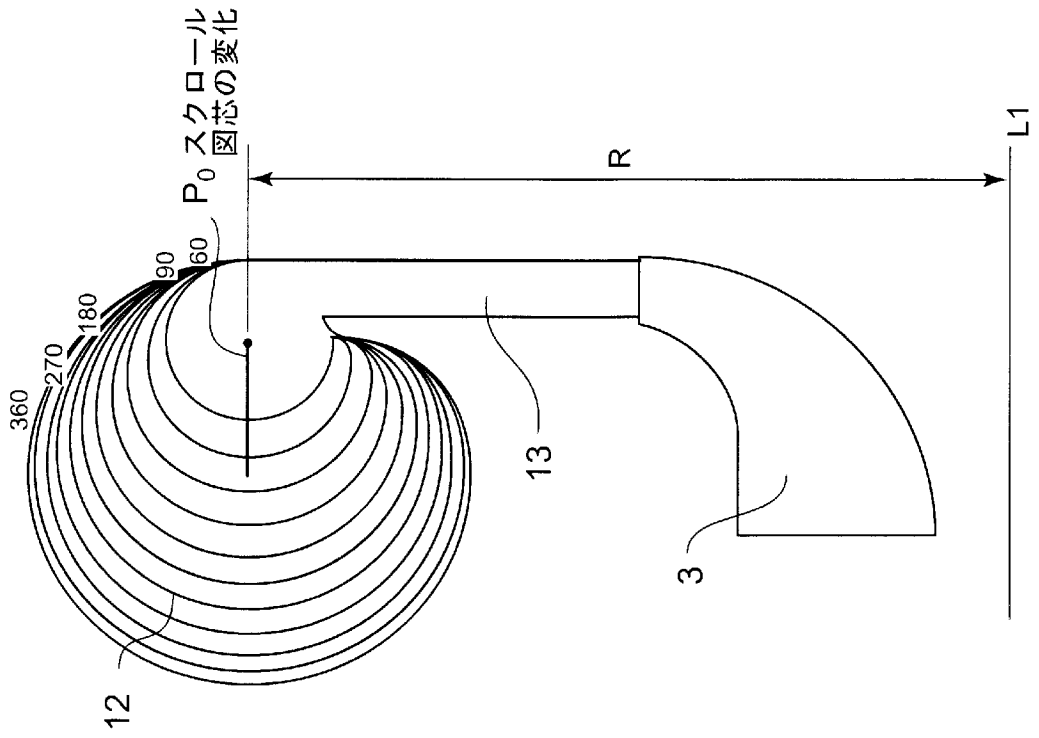
[図7]



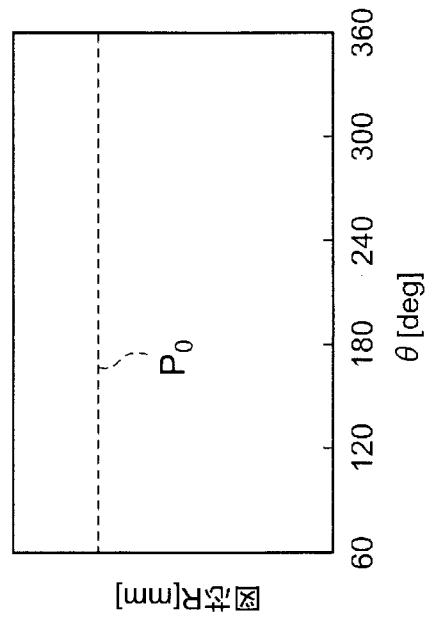
[図8]



[図9]



(B)



(A)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051892

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D29/44 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04D29/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-2951 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 06 January 2005 (06.01.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 8-503284 A (MAN Gutehoffnungshutte AG.), 09 April 1996 (09.04.1996), entire text; all drawings & US 5624229 A & EP 673469 A1 & WO 1995/008050 A1	1-9
A	JP 2010-138752 A (Toyota Motor Corp.), 24 June 2010 (24.06.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* 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 application or patent 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 when the document is taken alone

“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

Date of the actual completion of the international search
04 April, 2012 (04.04.12)

Date of mailing of the international search report
17 April, 2012 (17.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051892

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 8-177795 A (Toshiba Corp.), 12 July 1996 (12.07.1996), entire text; all drawings & CN 1129777 A	1-9
A	JP 3-217699 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 25 September 1991 (25.09.1991), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F04D29/44(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. F04D29/44		
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 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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 請求項の番号
A	JP 2005-2951 A (石川島播磨重工業株式会社) 2005.01.06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 8-503284 A (エムアーエン ゲーテホツフヌングスヒユツテ アクチエンゲゼルシヤフト) 1996.04.09, 全文, 全図 & US 5624229 A & EP 673469 A1 & WO 1995/008050 A1	1-9
A	JP 2010-138752 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.06.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
<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 04.04.2012	国際調査報告の発送日 17.04.2012	
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) 佐藤 秀之 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	30 3925

C (続き) . 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 請求項の番号
A	JP 8-177795 A (株式会社東芝) 1996. 07. 12, 全文, 全図 & CN 1129777 A	1-9
A	JP 3-217699 A (日産自動車株式会社) 1991. 09. 25, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-9