

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6510141号  
(P6510141)

(45) 発行日 令和1年5月8日(2019.5.8)

(24) 登録日 平成31年4月12日(2019.4.12)

(51) Int. Cl. F I  
**FO4D 29/24 (2006.01)** FO4D 29/24 E  
**FO4D 29/66 (2006.01)** FO4D 29/66 B

請求項の数 17 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2018-516706 (P2018-516706)	(73) 特許権者	515188349
(86) (22) 出願日	平成28年9月29日 (2016.9.29)		サンダイン エルエルシー
(65) 公表番号	特表2018-529880 (P2018-529880A)		アメリカ合衆国 80007 コロラド州
(43) 公表日	平成30年10月11日 (2018.10.11)		アーバダ ウェスト 64ス アベニュー
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/054454		ー 14845
(87) 国際公開番号	W02017/059074	(74) 代理人	100207837
(87) 国際公開日	平成29年4月6日 (2017.4.6)		弁理士 小松原 寿美
審査請求日	平成30年4月12日 (2018.4.12)	(74) 代理人	100214640
(31) 優先権主張番号	14/874,166		弁理士 立山 千晶
(32) 優先日	平成27年10月2日 (2015.10.2)	(72) 発明者	ドール、コーリー マシュー
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 80228 コロラド州
早期審査対象出願			レイクウッド ウェスト ウォーレン ドライブ 13942

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低キャピテーションのインペラおよびポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸と、  
 前記回転軸に沿って吐出端部に対向して位置する吸入端部と、  
 少なくとも2つの主ブレードと、  
 少なくとも2つの第2ブレードと、  
 前記吸入端部が吸入中心部を備えることと、  
 前記主ブレードの各々が、その前縁から後縁まで延びる連続した突条であることと、  
 前記主ブレードの各々の前縁が、前記吸入中心部に隣接し、前記主ブレードの各々の後縁が、前記吐出端部の第1半径を形成することと、  
 前記主ブレードの各々が、その前縁から後縁に向かって前記吸入端部を巻くようならせん状の流路に続き、前記主ブレードの各々が、隣接する主ブレードとの間に連続する吸入チャンネルを形成することと、  
 前記主ブレードの各々が、前記吸入端部と前記吐出端部との間に移行部を備えることと、  
 前記主ブレードの各々が、前記吐出端部において、前記回転軸に対して径方向において直交して延びる長さと同様に前記回転軸と並行に延びる高さを備えることと、  
 前記第2ブレードの各々が、その前縁から後縁まで延びる連続した突条であることと、  
 前記第2ブレードの各々の前縁が、隣接する2つの主ブレードの隣接する2つの移行部の間に配置されることと、

10

20

前記第2ブレードの各々の後縁が、前記吐出端部の第1半径に等しい前記吐出端部の第2半径を形成することと、

前記第2ブレードの各々が2つの吐出チャンネルを形成し、各吐出チャンネルは第1壁と、第2壁と、第1壁と第2壁を連結する床部により形成され、各吐出チャンネルの前記第1壁は第2ブレードの表面であり、各吐出チャンネルの前記第2壁は前記第1壁を形成する第2ブレードの表面に対向して隣接する主ブレードの表面であり、各吐出チャンネルの前記床部は前記第1壁と前記第2壁を連結するインペラの表面であることと、

前記吐出チャンネルの各々が、床部にバランス孔を備えることと、  
からなる遠心ポンプのインペラ。

【請求項2】

4枚の主ブレードと4枚の第2ブレードとを備える、請求項1に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項3】

前記主ブレードの各々の後縁と前記第2ブレードの各々の後縁との間に径方向の切り欠きをさらに備え、前記径方向の切り欠きは、前記第1半径と前記第2半径よりも小さな第3半径を有する前記インペラの一部からなる、請求項1に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項4】

前記第2ブレードの各々は、その前縁から後縁まで隣接する前記主ブレードの各々から等距離の位置にある、請求項1に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項5】

前記移行部は、前記吸入チャンネルと前記吐出端部の間に連続した流路を形成する、請求項1に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項6】

前記第2ブレードの各々は、前記回転軸から径方向に直交して延びる長さとして、前記回転軸に並行して延びる高さとしてを備える、請求項1に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項7】

前記第2ブレードの各々の前記高さは、前記主ブレードの各々の高さと同じである、請求項6に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項8】

前記第2ブレードの後縁はそれぞれ、前記第2半径と前記高さによって画定される形状を有し、前記形状は、前記第2ブレードに隣接する主ブレードの後縁の前記第1半径と前記高さによって画定される形状と同一である、請求項7に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項9】

請求項1に記載のインペラを備える遠心ポンプ。

【請求項10】

回転軸と、

前記回転軸に沿って吐出端部に対向して位置する吸入端部と、

少なくとも2つの主ブレードと、

少なくとも2つの第2ブレードと、

前記吸入端部が吸入中心部を備えることと、

前記主ブレードの各々が、その前縁から後縁まで延びる連続した突条であることと、

前記主ブレードの各々の前縁が、前記吸入中心部に隣接し、前記主ブレードの各々の後縁が、前記吐出端部の第1半径を形成することと、

前記主ブレードの各々が、その前縁から後縁に向かって前記吸入端部を巻くようなせん状の流路に続き、前記主ブレードの各々が、隣接する主ブレードとの間に連続する吸入チャンネルを形成することと、

前記主ブレードの各々が、前記吸入端部と前記吐出端部との間に移行部を備えることと

、

10

20

30

40

50

前記主ブレードの各々が、前記吐出端部において、前記回転軸に対して径方向において直交して延びる長さと同様に前記回転軸と並行に延びる高さを備えることと、

前記第2ブレードの各々が、その前縁から後縁まで延びる連続した突条であることと、

前記第2ブレードの各々の前縁が、隣接する2つの主ブレードの隣接する2つの移行部の間に配置されることと、

前記第2ブレードの各々の後縁が、前記吐出端部の第1半径に等しい前記吐出端部の第2半径を形成することと、

前記第2ブレードの各々が2つの吐出チャンネルを形成し、各吐出チャンネルは第1壁と、第2壁と、第1壁と第2壁を連結する床部により形成され、各吐出チャンネルの前記第1壁は第2ブレードの表面であり、各吐出チャンネルの前記第2壁は前記第1壁を形成する第2ブレードの表面に対向して隣接する主ブレードの表面であり、各吐出チャンネルの前記床部は前記第1壁と前記第2壁を連結するインペラの表面であることと、

前記主ブレードの各々の後縁と前記第2ブレードの各々の後縁との間に径方向の切り欠きをさらに備え、前記径方向の切り欠きは、前記第1半径と前記第2半径よりも小さな第3半径を有する前記インペラの一部からなることと、

からなる遠心ポンプのインペラ。

【請求項11】

4枚の主ブレードと4枚の第2ブレードとを備える、請求項10に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項12】

前記第2ブレードの各々は、その前縁から後縁まで隣接する前記主ブレードの各々から等距離の位置にある、請求項10に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項13】

前記移行部は、前記吸入チャンネルと前記吐出端部の間に連続した流路を形成する、請求項10に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項14】

前記第2ブレードの各々は、前記回転軸から径方向に直交して延びる長さと同様に前記回転軸と並行して延びる高さを備える、請求項10に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項15】

前記第2ブレードの各々の前記高さは、前記主ブレードの各々の高さと同様である、請求項14に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項16】

前記第2ブレードの後縁はそれぞれ、前記第2半径と前記高さによって画定される形状を有し、前記形状は、前記第2ブレードに隣接する主ブレードの後縁の前記第1半径と前記高さによって画定される形状と同一である、請求項15に記載の遠心ポンプのインペラ。

【請求項17】

請求項10に記載のインペラを備える遠心ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、遠心ポンプのためのインペラに関する。より詳細には、キャビテーションを抑えて動作中の故障を防止する軸方向及び径方向におけるインペラの組み合わせに関する。

【背景技術】

【0002】

インペラブレードを用いる遠心ポンプは周知である。遠心ポンプおよびインペラブレードは、特許文献1および特許文献2に記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

## 【0003】

【特許文献1】米国特許第8998582号明細書

【特許文献2】欧州特許出願第89308869.0号明細書

## 【発明の概要】

## 【0004】

一実施形態において、遠心ポンプのインペラは、回転軸と、回転軸に沿って吐出端部に対向して位置する吸入端部と、少なくとも2枚の主ブレードと、少なくとも2枚の第2ブレードとを備え、吸入端部は、吸入中心部を備え、各主ブレードは、主ブレードの前縁から後縁まで延びる連続した突条であり、各主ブレードの前縁は、吸入中心部に隣接し、各主ブレードの後縁は、吐出端部の第1半径を形成し、各主ブレードは、主ブレードの前縁から後縁に向かって吸入端部を中心とするらせん状の経路に続き、各主ブレードは隣接する主ブレードとの間に連続した吸入チャンネルを形成し、各主ブレードは吸入端部と吐出端部の間とに移行部を備え、各主ブレードは、吐出端部において、回転軸に対し径方向において直交して延びる長さと同様に延びる高さを備え、各第2ブレードは、第2ブレードの前縁から後縁まで延びる連続した突条であり、各第2ブレードの前縁は、2枚の隣接する主ブレードの2つの隣接する移行部の間に配置され、各第2ブレードの後縁は、吐出端部の第1半径に等しい吐出端部の第2半径を形成し、各第2ブレードは、2つの吐出チャンネルを形成し、各吐出チャンネルは、第1壁と、第2壁と、第1壁と第2壁を連結する床部によって形成され、各吐出チャンネルの第1壁は、第2ブレードの一の表面であり、各吐出チャンネルの第2壁は、第1壁を形成する第2ブレードの一の表面に対向する、隣接する主ブレードの表面であり、各吐出チャンネルの床部は、第1壁を第2壁に連結するインペラの表面である。

10

20

## 【0005】

他の実施形態または他の実施形態の組み合わせにかかる別の実施形態では、各吐出チャンネルは、その床部にバランス孔を備える。他の実施形態または他の実施形態の組み合わせでは、遠心ポンプのインペラは、4枚の主ブレードと4枚の第2ブレードとを備える。他の実施形態または他の実施形態の組み合わせでは、遠心ポンプは、各主ブレードの後縁と各第2ブレードの後縁の間に径方向の切り欠きを備え、径方向の切り欠きは、第1半径と第2半径よりも小さい第3半径を有するインペラの一部である。

## 【0006】

他の実施形態または他の実施形態の組み合わせにかかる別の実施形態では、各第2ブレードは、第2ブレードの前縁から後縁に至るまで隣接する各主ブレードから等距離の位置にある。

30

## 【0007】

他の実施形態または他の実施形態の組み合わせにかかる別の実施形態では、各第2ブレードは、隣接する主ブレード部分と幾何学的に類似している。

他の実施形態または他の実施形態の組み合わせにかかる別の実施形態では、移行部は、各吸入チャンネルと吐出端部との間に連続した流体経路を形成する。

## 【0008】

他の実施形態または他の実施形態の組み合わせにかかる別の実施形態では、各第2ブレードは、回転軸に対し径方向において直交して延びる長さと同様に延びる高さを備える。

40

## 【0009】

他の実施形態または他の実施形態の組み合わせにかかる別の実施形態では、各第2ブレードの高さは、各主ブレードの高さと同一である。

別の実施形態では、遠心ポンプは、ここで説明した特徴、または特徴の組み合わせを具備するインペラを備える。

## 【0010】

本願発明は、類似の参照番号により類似の要素を特定した添付の図面とともに以下の詳細な説明を参照することにより理解することができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0011】

【図1】遠心ポンプで使用するインペラの一実施形態を示す斜視図。

【図2】本願発明にかかるインペラと同一の実施形態を示す別の斜視図。

【図3】本願発明のインペラの一実施形態を備える遠心ポンプの横断面図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0012】

本願発明の一実施形態は、遠心ポンプとともに使用されるインペラであり、別の実施形態は、インペラを備える遠心ポンプである。本願発明のインペラは、ポンピングされる流体に軸方向の流れを付与する吸入部分（または、第1段階）と、流体に径方向の流れを付与する吐出部分（または、第2段階）とからなるため、軸方向インペラと径方向インペラの組み合わせ、または2段階インペラとして説明することができる。

10

## 【0013】

図1は、本願発明のインペラの一実施形態を示す斜視図である。インペラ100は、吸入端部102と、吐出端部104とからなる。回転軸を中心としてインペラが回転すると、流体は、中心部106においてインペラの吸入端部近傍の遠心ポンプのポンプチャンバーに流れ込み、インペラブレードによって加速されて、ポンプチャンバーからインペラを取り囲むポンプのらせん状のケーシング中に流出する。

## 【0014】

本願発明にかかるインペラは、複数の主ブレード108（羽根とも称する）からなり、主ブレードは、吸入端部の前縁118から吐出端部の後縁120まで連続的に伸びる突条である。吸入端部102において、主ブレード108は、前縁118から吐出端部104に向かって回転軸を中心にならせん状に伸びる。吸入端部102と吐出端部104の間部分は、移行部114である。この移行部114において、主ブレード108の延伸状態は、らせん状の延伸から軸方向または径方向の延伸に移行する。

20

## 【0015】

各主ブレードは、インペラの回転軸に直交して径方向に伸びる長さ116と、回転軸と並行なブレード高さ132と、移行部114と、らせん部102とを備える。回転軸に直交する部分116は、後縁120から前縁118に向かって伸びて移行部114の一端に終わる。移行部分114は、らせん形状の吸入端部102を回転軸に直交する部分116

30

## 【0016】

米国特許第8,998,582号明細書に開示されるインペラの先行技術は、ブレードの吸入部分と吐出部分との間に間隙、即ち不連続性を有する。先行技術と本願発明との違いは、本願発明の各主ブレード108が、前縁118から後縁120まで連続する突条であることである。この結果、吸入端部の前縁から移行部を通過して吐出端部に至るまで連続した吸入チャンネル、すなわち流路が存在する。以下でより詳細に説明するが、流路は、第2ブレード110によって2つのチャンネル、すなわち2つの流路に分かれる。この構造により、吸入部分の軸流（軸方向の流れ）から吐出部分の径流（径方向の流れ）へと流体を滑らかに移行させてポンピングすることができる。

40

## 【0017】

本願発明のインペラ100は、少なくとも1つの第2ブレード110を備える。各第2ブレード110は、主ブレード108の後縁120に類似する後縁124を備える。第2ブレード110は、後縁124から前縁122まで伸びる突条を備える。各第2ブレード110の前縁122は、隣接する各主ブレード108の移行部114の間に配置される。各第2ブレードは、インペラの回転軸から径方向に伸びる長さ、回転軸に沿って並行に伸びる高さ、すなわち高さを備える。好ましい実施形態では、第2ブレードのこの部分は、隣接する各主ブレード108の隣接する部分と幾何学的に類似している。加えて、一実施形態では、各第2ブレードは、隣接する主ブレードから等距離をおいてインペラに配置される。

## 【0018】

50

各第2ブレード110は、第2ブレードの両側において主ブレード108によって画定された連続する吸入チャンネル126を連続する2つの吐出チャンネル128, 130に分ける。各吐出チャンネル128, 130は、第2ブレード110と隣接する主ブレード108との間の隙間として形成されている。各吐出チャンネル128, 130は、第2ブレード110の前縁122と主ブレード108上で周方向において隣接する箇所との間の領域から、第2ブレード110の後縁と主ブレード108の後縁との間の領域まで延びる。各吐出チャンネル128, 130は、第1壁と第2壁と第1壁を第2壁に連結する床部によって形成される。第1壁は主ブレードの表面からなり、第2壁は第1壁をなす主ブレードの表面に対向する隣接する第2ブレードの表面からなる。床部は、第1壁と第2壁を連結するインペラの表面である。吐出チャンネル128, 130の一方または両方は、下記に説明するバランス孔を備える。

10

【0019】

好ましい実施形態において、各吐出チャンネルは床面に径方向に延びる切り欠き134を備える。切り欠き134によりインペラの吐出端部における外縁の半径が、主ブレードの後縁または第2ブレードのインペラの後縁の半径よりも小さくなっている。この切り欠き134によって、インペラの背面にかかる軸方向の負荷を軽減することができる。しかしながら、この切り欠きは、回転軸心に向かって深く延びることはない。従って、インペラブレードの構造的な一体性に影響を与えることはない。

【0020】

好ましい実施形態において、インペラは、少なくともひとつのバランス孔112を備える。バランス孔によって、インペラの側板の前方と後方にかかる圧力を均一にすることができる。バランス孔がない場合には、インペラの後方に大きな圧力がかかりすぎ、軸方向の推力荷重が増加して軸受部の故障リスクが増大する。

20

【0021】

図2は、取り付けアセンブリ140とともに図1に示したインペラを示した別の斜視図である。取り付けアセンブリ140は、インペラを、下記で詳細に説明するギアボックスによって駆動されるクランクシャフトなどの駆動手段に取り付ける際に使用される。取り付けアセンブリは、キー結合、スプライン結合、ねじ結合、ボルトとナットによる結合、または、当該技術分野で周知のその他の取り付けアセンブリを用いてインペラを取り付けることが可能である。

30

【0022】

図3は、本願発明のインペラの一実施形態を備える2段遠心ポンプ200の一実施形態を示した横断面図である。2段ポンプは、第1段206とインペラの中心部106に対応する第1吸入口216とを備える。流体は、吸入口216を通り、吸入部分102と吐出部分104とを通過して、らせん状ケーシング210内に流入する。インペラは、インペラに連結されたクランクシャフト212によって回転軸心を中心に回転される。クランクシャフト212は、ギアボックス204によって回転される。

【0023】

らせん状ケーシング210（図示せず。図3の横断面図において紙面に向かって延びている）は、2段遠心ポンプ200の第2段208の吸入口218に供給する流体吐出チャンネルに連通している。流体は、吸入口から第2インペラを介して吐出のらせん状ケーシング220より外部に流出する。第2インペラは、ギアボックス204によって回転されるクランクシャフト222にて回転軸を中心に回転される。第2インペラは、本願発明にかかるインペラではないことが好ましい。これは、第2段の吸入口218では、圧力が十分に高く、従来のインペラが空洞を生じることなく、すなわち性能を低下させることなく、使用できるためである。

40

【0024】

図3に示した実施形態は、2段遠心ポンプであるが、本願発明にかかるインペラは、1段ポンプ等、どのようなポンプと連結しても使用することができる。

本願発明にかかるインペラが装置使用者に提供する有利な点は、ポンプの動作中のキャ

50

ピテーションを軽減することである。キャビテーションは、流体の内の加速度を不均一にする局所的な流体分離や後方流によって圧力が低下した場所で気泡が形成されることによって生じる。ポンプ内部の圧力が正常化されると、気泡が加圧されて破裂し、破裂した近傍のインペラ表面に損傷を与える。これは、インペラの吸入中心部で起こることが分かっており、米国特許第8,998,582号明細書に開示されているインペラでは、吐出部分をなす径方向ブレードの前縁において、吸入ブレードと吐出ブレードの間隙で生じることが明らかにされている。

【0025】

キャビテーションは、遠心ポンプにおける主な問題であり、かつ、ポンプが正しく設計されたインペラや適量の吸入ヘッドを有する場合でも生じる。存在することが分かっていても、設計から除去することは困難である。キャビテーションに対する周知の対処方法は、吸入ケースの形状や、らせん形状、吸入部分のデザインを変更すること、ブレードの縁に丸みを持たせること、または、インペラを速度を落とすことなどである。これらの従前の方法では、一般的にインペラの中心部においてキャビテーションを除去することはできない。

10

【0026】

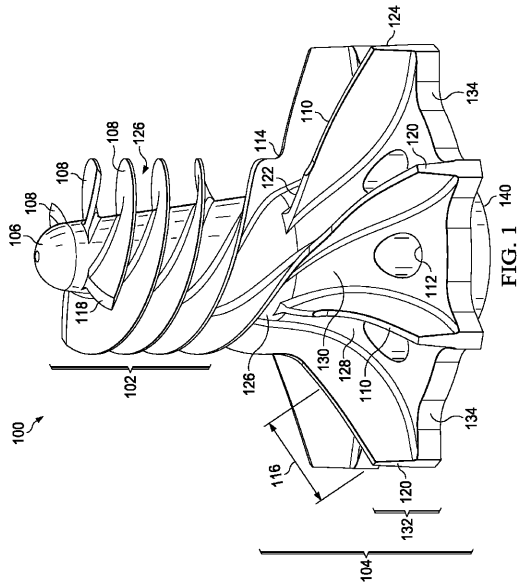
本願発明は、再灌流や流体分離または逆流を招くことなく、インペラブレードの流路全体、および、ポンプの動作包絡線の全体に沿って、インペラの中心部においてキャビテーションをほぼ減少、または除去することができることが示されている。一実施形態では、本願発明にかかるインペラは、既存のポンプ設計に設置可能なサイズにされ、かつ、新規の装置デザインを有するインペラと容易に置換することができる。本願発明にかかるインペラは、既存のポンプに設置することができ、キャビテーション損傷を引き起こすことなく定格流量の120%以上、または最高効率点(best efficient point: BEP)を可能にする。

20

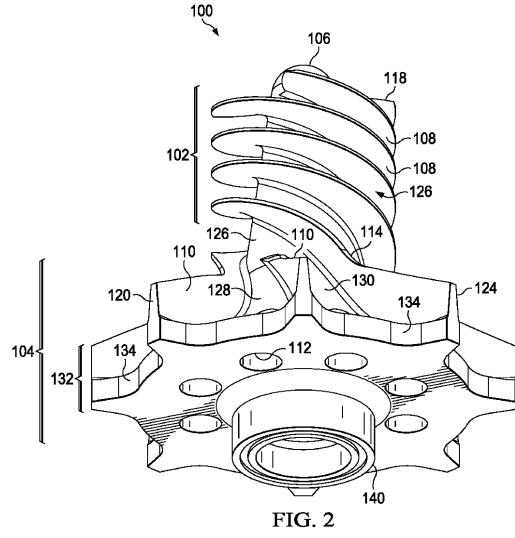
【0027】

本願発明は、様々な変更形態と代替形態とが可能であるが、それらの中の特別な実施形態が、例示することを目的として図面に示され詳細に説明されている。しかしながら、ここで説明した特別な実施形態は、本願発明を開示した特定の形態に限定することを意図したものではないことに留意しなければならない。

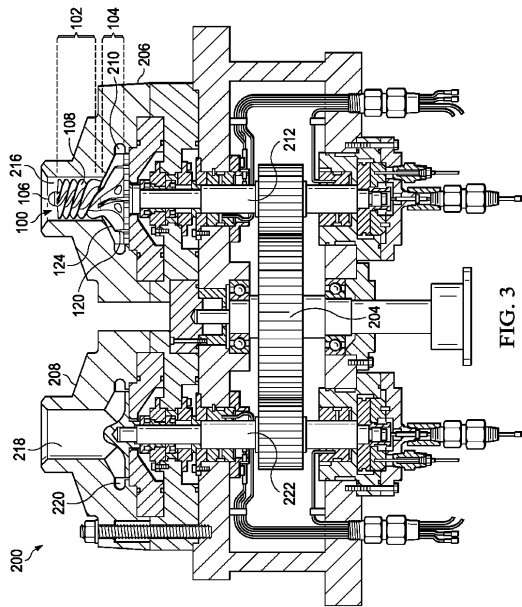
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 メイズ、ハロルド ハウス  
アメリカ合衆国 80249 コロラド州 デンバー キャセイ ストリート 4533

審査官 井古田 裕昭

(56)参考文献 米国特許第07461692(US, B1)  
国際公開第2012/002107(WO, A1)  
特開2012-107616(JP, A)  
特表2003-511596(JP, A)  
米国特許第04481020(US, A)  
米国特許第08944767(US, B2)  
実開平02-118195(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F04D 29/24  
F04D 29/66