

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6773113号
(P6773113)

(45) 発行日 令和2年10月21日(2020.10.21)

(24) 登録日 令和2年10月5日(2020.10.5)

(51) Int.Cl.	F I	
FO4D 33/00 (2006.01)	FO4D 33/00	
FO4D 29/00 (2006.01)	FO4D 29/00	B
FO4B 9/00 (2006.01)	FO4B 9/00	A

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2018-519776 (P2018-519776)	(73) 特許権者	000201113 船井電機株式会社 大阪府大東市中垣内7丁目7番1号
(86) (22) 出願日	平成28年12月6日(2016.12.6)	(74) 代理人	100148460 弁理士 小俣 純一
(65) 公表番号	特表2018-536795 (P2018-536795A)	(74) 代理人	100168125 弁理士 三藤 誠司
(43) 公表日	平成30年12月13日(2018.12.13)	(72) 発明者	ベルグステッド・スティープン ダブリュ ー 日本国大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井電機株式会社内
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/086277	審査官	岩田 健一
(87) 国際公開番号	W02017/099090		
(87) 国際公開日	平成29年6月15日(2017.6.15)		
審査請求日	令和1年9月4日(2019.9.4)		
(31) 優先権主張番号	14/966,194		
(32) 優先日	平成27年12月11日(2015.12.11)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体ポンプであって、
 一体型チップと、
 前記チップ上に配置されたある閉鎖長さの流路であって、第1開放端部および第2開放端部を有する流路と、
 前記流路の前記長さに沿って配置された複数の付勢装置と、
 前記チップ上に配置された第1コントローラと、
 前記チップ上に配置された付勢装置発射制御ラインであって、その一つ一つが前記付勢装置の一つ一つを前記第1コントローラに電氣的に接続している付勢装置発射制御ラインと、
 前記チップ上に配置されていない第2コントローラに前記第1コントローラを接続するための、前記第1コントローラに電氣的に接続された入力端子と、を備え、
 前記入力端子は、
 電力入力端子と、
 イネーブル入力端子と、
 ポンプ方向入力端子と、
 付勢装置運転長さ入力端子と、を含み、
 前記第1コントローラは、
 前記第2コントローラからポンプ方向を前記ポンプ方向入力端子で受信しかつ選択的に

10

20

保持し、且つ、

前記第2コントローラから付勢装置運転長さを前記付勢装置運転長さ入力端子で受信し、かつ選択的に保持し、且つ、

前記第2コントローラからイネーブルを前記イネーブル入力端子で受信し、且つ、

前記付勢装置発射制御ラインの発射コマンドの定時的シーケンスを付勢装置運転長さに等しい選択された数の付勢装置へ送信することを、保存された開始付勢装置から始めて終了付勢装置で終え、且つ、

前記保存された開始付勢装置を前記終了付勢装置の次に続く前記付勢装置としての名称に更新するための回路を有する

流体ポンプ。

10

【請求項2】

前記付勢装置がヒーターである

請求項1に記載の流体ポンプ。

【請求項3】

前記付勢装置がピエゾ装置である

請求項1に記載の流体ポンプ。

【請求項4】

前記付勢装置運転長さが1～32の整数である

請求項1～3のいずれか1項に記載の流体ポンプ。

【請求項5】

前記付勢装置運転長さが8xに等しく、xが1～4の整数である

請求項1～3のいずれか1項に記載の流体ポンプ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体ポンプの分野に関する。より詳しくは、本発明は、単純化された電子制御インターフェースを有する微小流体ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

微小流体ポンプは、微小電子装置製造技術、例えば、フォトリソグラフィパターンニング、湿式および乾式エッチング技術、ならびに薄膜堆積プロセスを用いて製造される小型装置である。それゆえ、これらの装置は極めて小さく、非常に少ない量の流体で作動する。こういったことから、それらは、小さい装置を必要としかつ少量の流体を分注する用途に理想的である。

30

【0003】

ある種の微小流体ポンプは、気泡が下流の流体量をその手前の流路に沿って押すとともに上流の流体量をその後方の流路内に引き込むように、流路内の流体の気泡を膨張させてその後気泡を流路に沿ってどちらかの方向に移動させることにより作動する。

【0004】

流路内で気泡を移動させるために、ポンプは、流路の長さに沿って配置された複数の装置を有して構成され、当該装置は、流体の気泡を作り出すことと維持することとの少なくとも一方を行うように作動可能なものとなっている。これらの装置は、典型的には、流路の長さに沿ったどちらかの方向に向かって定時的かつ逐次的に作動し、そうして気泡を流路の中で所望どおりに移動させる。

40

【0005】

装置自体を非常に小さく作ることにはできるが、残念なことに、ポンプをコントローラに接続するために必要とされる回路は比較的高くなるのが典型的である、というのも、流路長さに沿って各装置のための制御ラインが必要とされるのが典型的であるからである。制御ラインによって少なくとも部分的に必要なポンプ全体の付加的な大きさは、このような微小流体ポンプをその大きさが決定的因子となる用途に採用および使用することの

50

妨げとなりがちである。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、上に記載したような問題を少なくとも部分的に軽減する微小流体ポンプが必要とされる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記およびその他の要求は、一体型チップ上の流体ポンプによって満たされる。ある閉鎖長さの流路が第1開放端部および第2開放端部を有してチップ上に配置される。複数の付勢装置が流路の長さに沿って配置され、各付勢装置は固有付勢装置名称に関連付けられる。さらに、第1コントローラ（オンボードコントローラ）および付勢装置発射制御ラインもチップ上に配置される。付勢装置発射制御ラインの一つ一つが付勢装置の一つ一つを第1コントローラに電氣的に接続している。チップ上に配置されていない第2コントローラ（外部コントローラ）に第1コントローラを接続するための入力端子が第1コントローラに電氣的に接続される。入力端子は、電力入力端子、接地入力端子およびイネーブル入力端子を含む。第1コントローラは、(a)第2コントローラからイネーブルをイネーブル入力端子で受信するため、および(b)付勢装置発射制御ラインの発射コマンドの定時的シーケンスを2以上の選択された数の付勢装置へ送信することを、保存された開始付勢装置から始めて終了付勢装置で終えるため、および(c)保存された開始付勢装置を終了付勢装置の次に続く付勢装置としての名称に更新するための、回路を有する。

【0008】

本発明の別の態様によれば、一体型チップ上の流体ポンプであって、チップ上に配置されたある閉鎖長さの流路を有し、当該流路が第1開放端部および第2開放端部を有する、流体ポンプが教示される。流路長さに沿ってヒーターが配置され、各ヒーターは固有ヒーター名称に関連付けられる。さらに、第1コントローラおよびヒーター発射制御ラインもチップ上に配置され、ヒーター発射制御ラインの一つ一つがヒーターの一つ一つを第1コントローラに電氣的に接続している。入力端子が、第1コントローラに電氣的に接続されており、チップ上に配置されていない第2コントローラに第1コントローラを接続している。入力端子は、電力入力端子、イネーブル入力端子、ポンプ方向入力端子およびヒーター運転長さ入力端子を含む。第1コントローラは、(a)第2コントローラからポンプ方向をポンプ方向入力端子で受信しかつ選択的に保持するため、および(b)付勢装置運転長さを $8 \times$ とし、 x を1~4の整数として、第2コントローラからヒーター運転長さをヒーター運転長さ入力端子で受信しかつ選択的に保持するため、および(c)第2コントローラからイネーブルをイネーブル入力端子で受信するため、および(d)ヒーター発射制御ラインの発射コマンドの定時的シーケンスをヒーター運転長さに等しい選択された数のヒーターへ送信することを、保存された開始ヒーターから始めて終了ヒーターで終えるため、および(e)保存された開始ヒーターを終了ヒーターの次に続くヒーターとしての名称に更新するための、回路を有する。

【0009】

本発明の種々の態様の具体的な実施形態では、付勢装置はヒーターまたはピエゾ装置である。いくつかの実施形態では、付勢装置運転長さは1~32の整数である。いくつかの実施形態では、付勢装置運転長さは $8 \times$ に等しく、 x は1~4の整数である。いくつかの実施形態では、定時的シーケンスは、各発射コマンド間の設定時間であり、または各発射コマンド間の可変時間であり、または各発射コマンド間の選択可能時間である。

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る流体ポンプは、上に記載したような問題を少なくとも部分的に軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図1】図1は、本発明の一実施形態による微小流体ポンプの構造ブロック図である。

【図2】図2は、本発明の一実施形態による微小流体ポンプの制御回路の論理図である。

【図3】図3は、本発明の一実施形態による微小流体ポンプの制御回路の論理図である。

【図4】図4は、本発明の一実施形態による微小流体ポンプの制御回路の論理図である。

【図5】図5は、本発明の一実施形態による微小流体ポンプの制御回路の論理図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

(概説)

本発明の一実施形態による、自動で発射および周期的作動をする微小流体ポンプは、単一の電気信号により開始および停止される。当該ポンプの特徴は、内部発振器、および生成した発射信号についての発射デューティサイクル選択肢である。ポンプの階級または階数(ポンプの単一サイクルでのヒーターの数)は、圧送シーケンスの方向と同様に選択することができる。内部の電圧制御発振器(VCO)は、入力電圧で調節できる。

10

【 0 0 1 3 】

ポンプのいくつかの実施形態は、電力と接地とイネーブルとのたった3つのピンしか必要としない。ポンプの内部シーケンサが、その内部シーケンサを使用して次の発射ヒーターを選択する。オンチップVCOは、流体を圧送するのに十分なデフォルトを有する発射信号を生成するために使用される。

【 0 0 1 4 】

これより図1を参照して、本発明の一実施形態による微小流体ポンプシステム10の構造ブロック図が描写されている。図に描写されている要素の全てが本発明のあらゆる実施形態に存在しているとは限らないこと、および本明細書に記載の具体的な要素が種々の実施形態において変更され得ることは理解されたい。したがって、以下に提供する記載は、描かれている実施形態に関するものであり、あらゆる実施形態に関するものではない。

20

【 0 0 1 5 】

ポンプ10はVCO100を含み、VCO100は、ポンプ発射信号を生成するためおよび発射順序を制御しているステートマシンを順序付けるためのクロック信号をライン110に生成する。いくつかの実施形態では、VCO100は、VCO100の周波数のためのトリム電圧の入力106ならびに、VCOクロックをオンおよびオフにしてポンプ発射を有効/無効にするイネーブル108を受信する。VCO100がオンである(イネーブル108がhighである)とき、一サイクルのシーケンスにおいてポンプ10が発射をし、VCO100がオフである(イネーブル108がlowである)とき、ポンプ10は発射を停止する。

30

【 0 0 1 6 】

クロック信号110は発射信号発生器102により受信され、発射信号発生器102は、以下でより詳しく記載するように、ステートマシンにおいて選択されたポンプ122に印加される正確な時間幅の発射信号114を出力として生成する。発射信号発生器102は、クロックライン110で受信された数々のクロックサイクルで測られる発射幅112を、入力として受信し、そして発射信号114幅を制御する。発射幅112は、発射信号114の長さを例えば3クロックパルスもしくは9クロックパルスまたは(例えば)それらの間の所望の任意の長さにする。発射信号発生器102は、いくつかの実施形態では、デフォルト発射信号114幅を有し、選択可能発射幅のための入力112を必要としない。

40

【 0 0 1 7 】

発射信号114は、順々に発射する付勢装置122を制御する自動周期的作動ポンプ制御回路104により、入力として受信される。発射信号114の受信は、ポンプコントローラ104が発射シーケンスを開始すること、つまり言い換えれば、ポンプ10の流路構造体124内に配置された付勢装置122へ電力信号をライン120で送信することを開始することを引き起こす。いくつかの実施形態では、ポンプコントローラ104は方向信

50

号 1 1 6 を入力として受信する。例えば、一実施形態において、入力 1 1 6 の l o w 状態は、順方向または通常方向と呼び得る方向にポンプコントローラ 1 0 4 が付勢装置 1 2 2 を発射させることを可能にする。他方、入力 1 1 6 の h i g h 状態は、ポンプコントローラ 1 0 4 が付勢装置 1 2 2 を逆順序で発射させることを引き起こす。

【 0 0 1 8 】

いくつかの実施形態では、ポンプコントローラ 1 0 4 はさらに、ポンプシーケンス 1 1 8 の長さまたは階級、つまり言い換えれば、発射サイクルにおいて電力供給されねばならない付勢装置 1 2 2 の数も、入力として受信する。例えば、入力 1 1 8 は、単一の発射信号 1 1 4 の受信に基づいて所与のシーケンスにおいて付勢装置 1 2 2 のうちの 8 個、1 6 個、2 4 個または 3 2 個に電力供給せねばならないことを指し示すことができよう。

10

【 0 0 1 9 】

各発射信号は、そのシーケンス内の次の付勢装置 1 2 2 を選択してそれに電力供給をする。発射シーケンスは、サイクルの最後にそのサイクル内の第 1 付勢装置 1 2 2 へと進展し、次いでそこから再び継続される。ある実施形態では、付勢装置 1 2 2 は抵抗加熱素子であり、またある実施形態では、付勢装置 1 2 2 はピエゾ装置である。

【 0 0 2 0 】

いくつかの実施形態では、入力 1 0 6、1 1 2、1 1 6 および 1 1 8 はデフォルト値に設定されており、オンチップコントローラから任意の外部コントローラへの接続は必要とされない。これらの実施形態では、一体型チップ上のポンプに対してたった 3 つだけの接続がなされており、当該接続とは、電力 1 2 6、接地 1 2 8 およびイネーブル 1 0 8 である。

20

【 0 0 2 1 】

(実施の形態)

図 2 ~ 5 は、図 1 の構造ブロックのさらに詳しい図を描写しており、したがって本発明の特徴を具現化するための 1 つの方法を開示している。

【 0 0 2 2 】

(電圧制御発振器)

図 2 は、V C O 1 0 0 をより詳しく描写したものである。図 2 に描かれている接続形態は、3 段インバータ型リング発振器である。奇数個のインバータを常に使用しつつインバータの数を増やして、発振器 1 0 0 の周波数を所望の値に下げてもよい。クロック周波数は、チップ内部電圧を使用して存在しているが、外部電圧 1 0 6 によって横断的に駆動されてもよい。イネーブル信号 1 0 8 が論理 h i g h であるとクロックライン 1 1 0 に論理 h i g h が生成される。イネーブル 1 0 8 が l o w であるときはクロック出力 1 1 0 が論理 l o w である。

30

【 0 0 2 3 】

(発射発生器)

図 3 は、発射発生器 1 0 2 をより詳しく描写したものである。発射発生器 1 0 2 は、その入力クロック 1 1 0 により発射信号 1 1 4 を生成する。発射信号 1 1 4 は、ポンプアクチュエータに適した事前設定デフォルトパルス幅を有する。但し、いくつかの実施形態では、例えば実験目的のために事前設定値を無効にしてもよい。発射発生器 1 0 2 のコアは、イネーブル信号 1 0 8 が論理 h i g h であるときに 1 0 個の状態毎に再循環する、1 0 段ステートマシン 1 0 1 である。各々の入力クロック立ち上がり遷移はステートマシン 1 0 1 を次の状態に進展させる。イネーブル 1 0 8 が論理 l o w であるときは発射信号 1 1 4 が l o w である。状態 1 では、リセットセットラッチが掛かっており、発射信号 1 1 4 が論理 h i g h である。マシンの状態が現在値と一致している場合、R S ラッチはリセットされ、発射信号 1 1 4 は今度は論理 l o w レベルをとる。このように、イネーブル 1 0 8 が論理 h i g h であるとき、所定パルス幅を有する反復発射信号が存在する。

40

【 0 0 2 4 】

(ポンプコントローラ)

図 4 は、自動周期的作動ポンプコントローラ 1 0 4 をより詳しく描写したものである。

50

ポンプコントローラ 104 は、(任意の数を用いてもよいが) 5つの状態を有して図4に示されているステートマシンである。入力イネーブル信号 108 が論理 high であるときにステートマシンは入力発射信号 114 の立ち上がり遷移によって進展する。イネーブル 108 が論理 low であるとき、ステートマシンは状態 0 にあり、アクチュエータは選択されない。ステートマシンのデフォルトは次の状態への進展であるが、状態順序を逆転させるべく順方向 / 逆方向の論理信号 116 を使用してデフォルトを無効にしてもよい。状態復号論理ブロックは、各ポンプアクチュエータ 122 のための A C T 信号 120 を使用して、どのポンプアクチュエータを発射させるかを決定する。状態復号器の一例は、各状態において1つのポンプ 122 に対する A C T 120 を論理 high に設定し、次の状態において次の隣接するポンプ 122 に進展することである。状態順序は、イネーブル信号 108 が論理 high である間繰り返され、イネーブル信号 108 が low であるときには状態 0 にあり続ける。

10

【0025】

(ポンプアクチュエータ)

図5は、ポンプアクチュエータブロックをより詳しく描写したものである。ポンプアクチュエータブロックは、ポンプアクチュエータ / ヒーターのための駆動信号を生成する。当該ブロックは、ポンプヒーターを起動するために A N D 論理回路および M O S トランジスタスイッチを含んでいる。H P W R 信号は、正確なポンプヒーター電流を定めるための電圧である。A C T が low であるとき、ポンプヒーターは制止される。A C T 信号が論理 high であり発射信号が論理 high であるとき、M O S スイッチは、ヒーターに流れる電流を起動する。電流は発射信号の持続時間にわたって流れ、発射信号が論理 low に戻ったときに終結する。したがって、A C T 信号が論理 high であるとき、ポンプヒーター電流は、発射入力パルス幅に等しい時間にわたって流れる。

20

【0026】

このように、事前設定発射パルス幅と圧送動作に適した圧送順序とを有するポンプ 10 を開始および停止するのに、電力 126 と接地 128 とイネーブル 108 とのたった3つだけの接続が必要とされる。

【0027】

本発明の実施形態の上記記載は、例示および説明のために提示した。それは、網羅的であること、または開示されているまさにその形態に本発明を限定することを意図したものではない。上記の教示内容を考慮すれば、明らかな改変または変更が可能である。実施形態は、本発明の原理およびその実用的用途の例示を提供するため、およびそれによって当業者が本発明を様々な実施形態で特定の企図される用途に適した様々な改変と共に利用するのを有効にするために、選択および記載されている。あらゆるそのような改変および変更は、公正、合法的かつ公平に与えられる広さに合致して解釈される場合に添付の特許請求の範囲によって決まる本発明の範囲の中に入る。

30

【符号の説明】

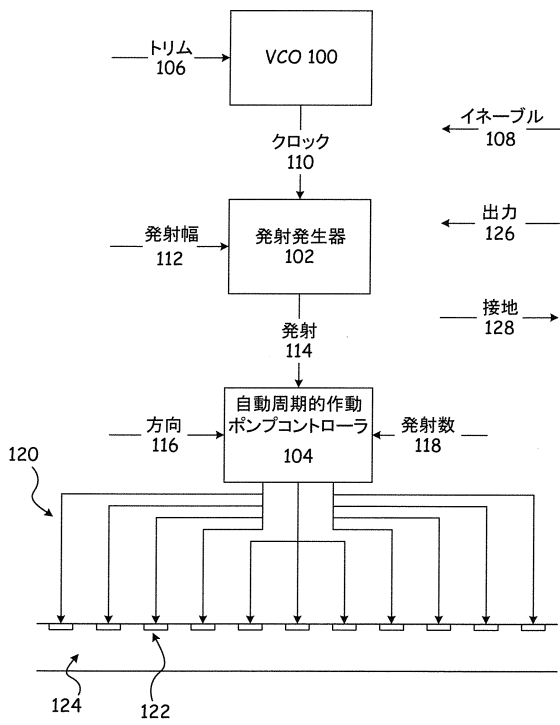
【0028】

- 100 V C O
- 101 ステートマシン
- 102 発射信号発生器
- 104 自動周期的作動ポンプ制御回路
- 106, 112, 116, 118 入力
- 108 イネーブル
- 110 クロック信号
- 114 発射信号
- 120 ライン
- 122 付勢装置
- 124 流路構造体
- 126 出力

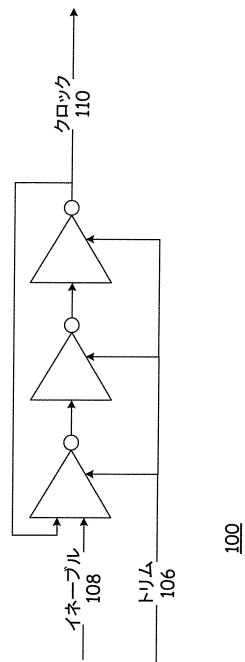
40

50

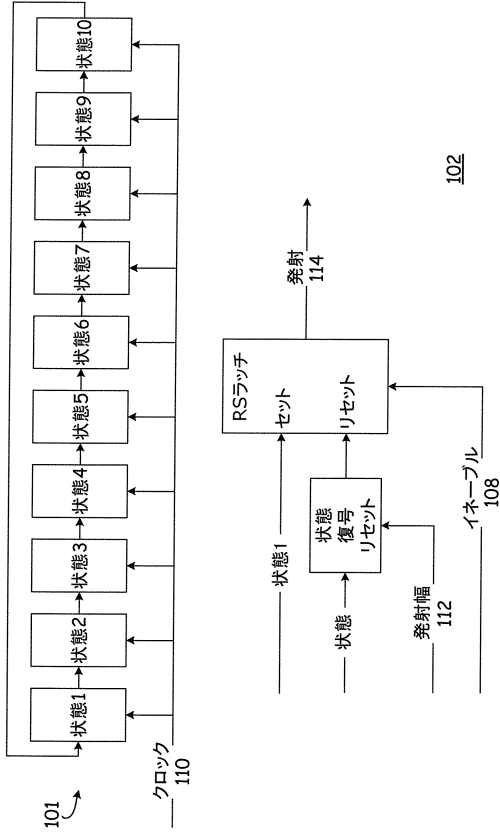
【図 1】



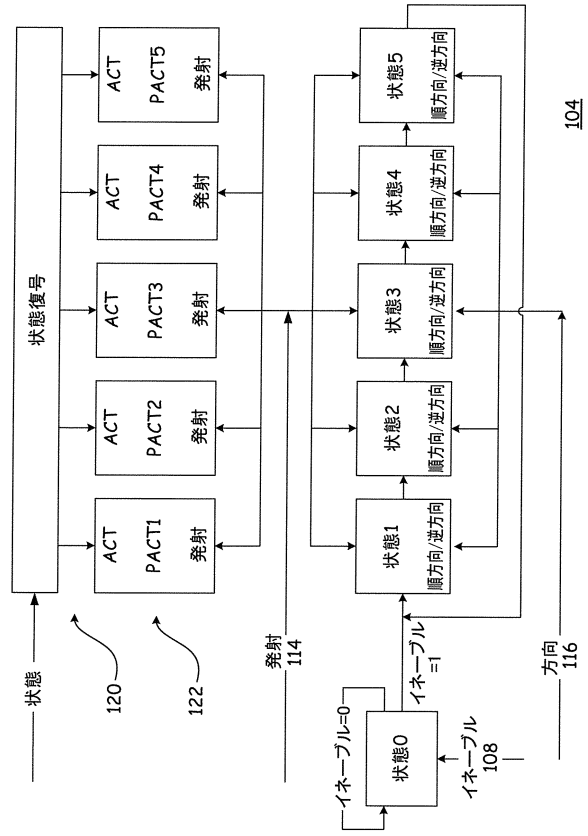
【図 2】



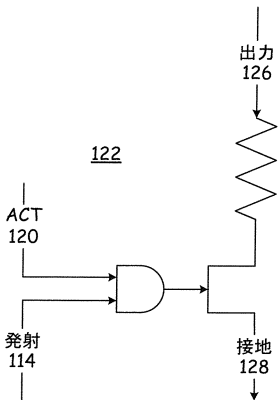
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2013/0202453 (US, A1)

特開平02-275067 (JP, A)

特表2007-508492 (JP, A)

特開2009-287552 (JP, A)

特開2003-260795 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04D 33/00

F04D 29/00

F04B 9/00