

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4617536号  
(P4617536)

(45) 発行日 平成23年1月26日(2011.1.26)

(24) 登録日 平成22年11月5日(2010.11.5)

(51) Int.Cl. F I  
**F O 4 B 49/06 (2006.01)** F O 4 B 49/06 3 2 1 A  
**F O 4 D 15/00 (2006.01)** F O 4 D 15/00 A

請求項の数 6 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2000-159859 (P2000-159859)	(73) 特許権者	000005832
(22) 出願日	平成12年5月30日(2000.5.30)		パナソニック電工株式会社
(65) 公開番号	特開2001-342966 (P2001-342966A)		大阪府門真市大字門真1048番地
(43) 公開日	平成13年12月14日(2001.12.14)	(74) 代理人	100087767
審査請求日	平成19年4月17日(2007.4.17)		弁理士 西川 恵清
		(72) 発明者	宿里 陽一
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		審査官	笹木 俊男
		(56) 参考文献	特開平07-317698 (JP, A)
			特開平05-290100 (JP, A)
			特開昭61-190194 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ポンプ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可変バルブを有する配管系に配設されたポンプをDCモータにより駆動するポンプ制御装置であって、前記DCモータに定格電圧V0を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部と、前記DCモータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、前記磁極位置検出部における検出結果に基づいて前記DCモータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧V0を印加しているときの前記演算実回転数N1と前記ポンプ特性とに基づいて運転点(流量Q1, 揚程H1)を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、前記制御部は、前記予測された揚程H1とポンプの定格点(流量Q0, 揚程H0, 回転数N0)の揚程H0とを用いて(数1)から目標回転数Npを演算し、前記演算実回転数N1と前記演算された目標回転数Npとを比較した結果に基づいて前記DCモータに印加する電圧を制御することを特徴とするポンプ制御装置。

【数1】

$$N_p = N_0 \times \sqrt{H_1 / H_0}$$

【請求項2】

可変バルブを有する配管系に配設されたポンプをDCモータにより駆動するポンプ制御装置であって、前記DCモータに定格電圧V0を印加している時のポンプ特性を記憶するポ

ンプ特性記憶部と、前記DCモータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、前記磁極位置検出部における検出結果に基づいて前記DCモータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧V0を印加しているときの前記演算実回転数N1と前記ポンプ特性とに基づいて運転点(流量Q1,揚程H1)を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、前記制御部は、前記予測された揚程H1とポンプの定格点(流量Q0,揚程H0,回転数N0)の揚程H0とを用いて(数2)から目標電圧Vpを演算し、前記演算された目標電圧Vpと実印加電圧V0とを比較した結果に基づいて前記DCモータに印加する電圧を制御することを特徴とするポンプ制御装置。

【数2】

$$V_p = V_0 \times \sqrt{H_1 / H_0}$$

10

【請求項3】

固定バルブを有する配管系に配設されたポンプをDCモータにより駆動するポンプ制御装置であって、前記DCモータに定格電圧V0を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部と、前記DCモータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、前記磁極位置検出部における検出結果に基づいて前記DCモータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧V0を印加しているときの前記演算実回転数N1と前記ポンプ特性とに基づいて運転点(流量Q1,揚程H1)を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、前記制御部は、前記予測された揚程H1とポンプの定格点(流量Q0,揚程H0,回転数N0)の揚程H0とを用いて(数3)から目標回転数Npを演算し、前記演算実回転数N1と前記演算された目標回転数Npとを比較した結果に基づいて前記DCモータに印加する電圧を制御することを特徴とするポンプ制御装置。

20

【数3】

$$N_p = (N_0 \times Q_0 / Q_1) \sqrt{H_1 / H_0}$$

【請求項4】

固定バルブを有する配管系に配設されたポンプをDCモータにより駆動するポンプ制御装置であって、前記DCモータに定格電圧V0を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部と、前記DCモータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、前記磁極位置検出部における検出結果に基づいて前記DCモータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧V0を印加しているときの前記演算実回転数N1と前記ポンプ特性とに基づいて運転点(流量Q1,揚程H1)を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、前記制御部は、前記予測された揚程H1とポンプの定格点(流量Q0,揚程H0,回転数N0)の揚程H0とを用いて(数4)から目標電圧Vpを演算し、前記演算された目標電圧Vpと実印加電圧V0とを比較した結果に基づいて前記DCモータに印加する電圧を制御することを特徴とするポンプ制御装置。

30

【数4】

$$V_p = (V_0 \times Q_0 / Q_1) \sqrt{H_1 / H_0}$$

40

【請求項5】

可変バルブもしくは固定バルブを有する配管系に配設されたポンプをDCモータにより駆動するポンプ制御装置であって、前記DCモータに定格電圧V0を印加している時のポンプ特性を記憶するとともに定格流量Q0が得られる目標回転数Npもしくは目標電圧Vpをあらかじめ各揚程毎に記憶するポンプ特性記憶部と、前記DCモータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、前記磁極位置検出部における検出結果に基づいて前記DCモータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧V0を印加

50

しているときの前記演算実回転数  $N_1$  と前記ポンプ特性とに基づいて運転点（流量  $Q_1$  , 揚程  $H_1$  ）を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、前記制御部は、前記 DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加した時に可変バルブもしくは固定バルブを有する配管系で推定された運転点（流量  $Q_1$  , 揚程  $H_1$  ）の揚程  $H_1$  における目標回転数  $N_p$  もしくは目標電圧  $V_p$  を前記ポンプ特性記憶部から読み出し、前記演算実回転数  $N_1$  と前記読み出した目標回転数  $N_p$  との比較結果もしくは実印加電圧  $V_0$  と前記読み出した目標電圧  $V_p$  との比較結果に基づいて前記 DC モータに印加する電圧を制御することを特徴とするポンプ制御装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記 DC モータの印加電圧として PWM 制御された電圧を用い、定格電圧  $V_0$  における PWM のデューティ比が  $A$  で目標電圧が  $V_p$  であるときは、PWM のデューティ比を  $A \times (V_p / V_0)$  とすることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 に記載のポンプ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エアコン、給湯器などの家電機器に使用され、効率の良い PWM 制御で能力可変をする DC モータをポンプの駆動源とするポンプ制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

機器組込み用の循環ポンプにおいては、給湯器に代表されるように、従来は AC モータを駆動源とする為、ポンプの能力可変ができず、更に商用電源の周波数 50 / 60 Hz によってポンプの能力が変わるといった不具合があった。このことを図 9 の従来の AC ポンプ（AC モータで駆動されるポンプ）の特性をもって説明する。

【0003】

図 9 は従来の AC ポンプ特性の電源周波数依存性を示す図である。

【0004】

図 9 において、101 は商用電源周波数が 50 Hz の場合の従来の AC ポンプ特性、102 は商用電源周波数が 60 Hz の場合の従来の AC ポンプ特性、103 はある配管条件のもとで、商用電源が 60 Hz の場合のポンプの運転点である。このように商用電源周波数 60 Hz のほうが、50 Hz の場合よりもポンプ性能が高いのが一般的である。また、 $Q_0$  はポンプ能力として必要な定格流量を示す。一般的に機器組込みポンプで必要なことは、どんな配管条件でも定格流量が確保されることである。

【0005】

図 10 は従来のポンプ制御装置を示す回路図であり、吐出流量一定の制御を行うポンプ周りの回路を示しており、この回路は例えば特公昭 59 - 47155 号公報に記載されている。この公報においては、吐出流量を一定に保つように高精度に回転速度を制御する発明が記載されている。

【0006】

図 10 において、105 はポンプ 106 を駆動するポンプ駆動電動機、105a はポンプ駆動電動機 105 の回転数を検出するタコジェネレーター等の速度検出器、108 は流量設定器 114 で設定された流量設定値  $Q_s$  を得る回転数  $N_s$  を演算する速度演算器、109、109' は入力値の絶対値を得る絶対値演算器、110、110' は絶対値演算器 109、109' の出力値と微小回転数設定器 111、111' の設定値  $N_L$  とを比較する比較器、112、112' は比較器 110、110' の出力レベルにより制御されるリードリレー、113 は流量制御における PI 制御を行う PI 制御器、115 はポンプ駆動電動機 105 の回転数制御を行う速度制御器、116 はポンプの吐出流量を計測する流量センサ、R1a はリレー 112 の接点、R2a、R2b はリレー 112' の接点である。

【0007】

このように構成されたポンプ制御装置について、その動作を説明する。

10

20

30

40

50

## 【0008】

まず、速度演算器108は、流量設定器114で設定された流量 $Q_s$ を得る回転数 $N_s$ を演算し、速度制御器115は、ポンプ106の回転数が演算回転数 $N_s$ になるようにポンプ駆動電動機105を制御する。これと同時に速度指令値（つまり演算回転数） $N_s$ とポンプ駆動電動機105に設けた速度検出器105aからの回転数 $N_i$ との偏差1が絶対値演算器109を経て比較器110に入力され、最少回転数設定器111の設定値 $N_L$ と比較され、 $N_L$ の方が大きいときは比較器110の出力電流によってリードリレー112が励磁されて接点R1aを閉じる。これにより、流量設定器114の設定値 $Q_s$ がPI制御器113に入力され、その出力 $N_0$ は漸次増加し、演算回転数 $N_s$ との偏差2が設定値 $N_L$ より小さくなったところでリードリレー112'が励磁され、接点R2bは開くと共に接点R2aは閉じ、流量センサ116からの計測流量はPI制御器113にフィードバックされ、ポンプ106の吐出流量を制御する流量制御へ移行し、PI制御器113の出力回転数 $N_0$ と演算回転数 $N_s$ とが一致するように速度制御器115を介してポンプ駆動電動機105を制御する。

10

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のACポンプ特性（図9）を使用するようなポンプ制御装置では、ACモータ105をポンプ106の駆動源としており、配管状況や商用電源の周波数に対応するために、給湯器側の熱交換器で能力制御する必要があり、制御が煩雑であるという問題点を有していた。また、ポンプ106が必要能力以上の能力で動作してしまい、無駄な電力を消費してしまうという問題点も有していた。さらに、特公昭59-47155号公報に記載されたようなポンプ制御装置では、能力可変ができるモータ105を駆動源とするポンプ106を使用しているが、定格流量を確保するために流量センサ116を必要とするという問題点を有していた。

20

## 【0010】

このポンプ制御装置では、流量センサを用いることなく、また無駄に電力を消費することなく、あらゆる配管状況に対応して、ポンプの定格流量を確保することが要求されている。

## 【0011】

本発明は、流量センサを用いることなく、また無駄に電力を消費することなく、あらゆる配管状況に対応して、ポンプの定格流量を確保することができるポンプ制御装置を提供することを目的とする。

30

## 【0012】

## 【課題を解決するための手段】

この課題を解決するために本発明のポンプ制御装置は、可変バルブを有する配管系に配設されたポンプをDCモータにより駆動するポンプ制御装置であって、DCモータに定格電圧 $V_0$ を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部と、DCモータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、磁極位置検出部における検出結果に基づいてDCモータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧 $V_0$ を印加しているときの演算実回転数 $N_1$ とポンプ特性とに基づいて運転点（流量 $Q_1$ ，揚程 $H_1$ ）を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、制御部は、予測された揚程 $H_1$ とポンプの定格点（流量 $Q_0$ ，揚程 $H_0$ ，回転数 $N_0$ ）の揚程 $H_0$ とを用いて（数1）から目標回転数 $N_p$ を演算し、演算実回転数 $N_1$ と演算された目標回転数 $N_p$ とを比較した結果に基づいてDCモータに印加する電圧を制御する構成を備えている。

40

## 【0013】

これにより、流量センサを用いることなく、また無駄に電力を消費することなく、あらゆる配管状況に対応して、ポンプの定格流量を確保することができるポンプ制御装置が得られる。

## 【0014】

## 【発明の実施の形態】

50

本発明の請求項 1 に記載されたポンプ制御装置は、可変バルブを有する配管系に配設されたポンプを DC モータにより駆動するポンプ制御装置であって、DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部と、DC モータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、磁極位置検出部における検出結果に基づいて DC モータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧  $V_0$  を印加しているときの演算実回転数  $N_1$  とポンプ特性とに基づいて運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、制御部は、予測された揚程  $H_1$  とポンプの定格点（流量  $Q_0$ ，揚程  $H_0$ ，回転数  $N_0$ ）の揚程  $H_0$  とを用いて（数 1）から目標回転数  $N_p$  を演算し、演算実回転数  $N_1$  と演算された目標回転数  $N_p$  とを比較した結果に基づいて DC モータに印加する電圧を制御することとしたものである。

10

## 【0015】

この構成により、流量センサを用いることなく、ポンプ回転数は定格流量  $Q_0$  を吐出する目標回転数  $N_p$  に設定されるので、可変バルブの配管系のあらゆる配管状況に応じて定格流量  $Q_0$  が確保され、またポンプは適正能力で運転され、無駄な電力消費が生じることもないという作用を有する。

## 【0016】

請求項 2 に記載されたポンプ制御装置は、可変バルブを有する配管系に配設されたポンプを DC モータにより駆動するポンプ制御装置であって、DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部と、DC モータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、磁極位置検出部における検出結果に基づいて DC モータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧  $V_0$  を印加しているときの演算実回転数  $N_1$  とポンプ特性とに基づいて運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、制御部は、予測された揚程  $H_1$  とポンプの定格点（流量  $Q_0$ ，揚程  $H_0$ ，回転数  $N_0$ ）の揚程  $H_0$  とを用いて（数 2）から目標電圧  $V_p$  を演算し、演算された目標電圧  $V_p$  と実印加電圧  $V_0$  とを比較した結果に基づいて DC モータに印加する電圧を制御することとしたものである。

20

## 【0017】

この構成により、流量センサを用いることなく、ポンプ回転数は定格流量  $Q_0$  を吐出する目標回転数  $N_p$  に設定されるので、可変バルブの配管系のあらゆる配管状況に応じて定格流量  $Q_0$  が確保され、ポンプは適正能力で運転されると共に無駄な電力消費が生じることもないという作用を有する。また、回転数制御をせずに電圧をオープンループで制御するため、制御部における制御動作が簡単になり、短時間で適正運転に移行するという作用を有する。

30

## 【0018】

請求項 3 に記載のポンプ制御装置は、固定バルブを有する配管系に配設されたポンプを DC モータにより駆動するポンプ制御装置であって、DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部と、DC モータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、磁極位置検出部における検出結果に基づいて DC モータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧  $V_0$  を印加しているときの演算実回転数  $N_1$  とポンプ特性とに基づいて運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、制御部は、予測された揚程  $H_1$  とポンプの定格点（流量  $Q_0$ ，揚程  $H_0$ ，回転数  $N_0$ ）の揚程  $H_0$  とを用いて（数 3）から目標回転数  $N_p$  を演算し、演算実回転数  $N_1$  と演算された目標回転数  $N_p$  とを比較した結果に基づいて DC モータに印加する電圧を制御することとしたものである。

40

## 【0019】

この構成により、流量センサを用いることなく、ポンプ回転数は定格流量  $Q_0$  を吐出する目標回転数  $N_p$  に設定されるので、可変バルブの配管系のあらゆる配管状況に応じて定格流量  $Q_0$  が確保され、またポンプは適正能力で運転され、無駄な電力消費が生じることもないという作用を有する。

## 【0020】

50

請求項 4 に記載のポンプ制御装置は、固定バルブを有する配管系に配設されたポンプを DC モータにより駆動するポンプ制御装置であって、DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部と、DC モータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、磁極位置検出部における検出結果に基づいて DC モータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧  $V_0$  を印加しているときの演算実回転数  $N_1$  とポンプ特性とに基づいて運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、制御部は、予測された揚程  $H_1$  とポンプの定格点（流量  $Q_0$ ，揚程  $H_0$ ，回転数  $N_0$ ）の揚程  $H_0$  とを用いて（数 4）から目標電圧  $V_p$  を演算し、演算された目標電圧  $V_p$  と実印加電圧  $V_0$  とを比較した結果に基づいて DC モータに印加する電圧を制御することとしたものである。

10

## 【0021】

この構成により、流量センサを用いることなく、ポンプ回転数は定格流量  $Q_0$  を吐出する目標回転数  $N_p$  に設定されるので、可変バルブの配管系のあらゆる配管状況に応じて定格流量  $Q_0$  が確保され、ポンプは適正能力で運転されると共に無駄な電力消費が生じることもないという作用を有する。また、回転数制御をせずに電圧をオープンループで制御するため、制御部における制御動作が簡単になり、短時間で適正運転に移行するという作用を有する。

## 【0022】

請求項 5 に記載のポンプ制御装置は、可変バルブもしくは固定バルブを有する配管系に配設されたポンプを DC モータにより駆動するポンプ制御装置であって、前記 DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加している時のポンプ特性を記憶するとともに定格流量  $Q_0$  が得られる目標回転数  $N_p$  もしくは目標電圧  $V_p$  をあらかじめ各揚程毎に記憶するポンプ特性記憶部と、前記 DC モータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、前記磁極位置検出部における検出結果に基づいて前記 DC モータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧  $V_0$  を印加しているときの演算実回転数  $N_1$  とポンプ特性とに基づいて運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、前記制御部は、前記 DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加した時に可変バルブもしくは固定バルブを有する配管系で推定された運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）の揚程  $H_1$  における目標回転数  $N_p$  もしくは目標電圧  $V_p$  を前記ポンプ特性記憶部から読み出し、前記演算実回転数  $N_1$  と前記読み出した目標回転数  $N_p$  との比較結果もしくは実印加電圧  $V_0$  と前記読み出した目標電圧  $V_p$  との比較結果に基づいて前記 DC モータに印加する電圧を制御することとしたものである。

20

30

## 【0023】

この構成により、制御部は目標回転数  $N_p$  もしくは目標電圧  $V_p$  を演算する必要がなく、制御部における処理動作が簡単になり、高速化が図れるという作用を有する。

## 【0024】

請求項 6 に記載のポンプ制御装置は、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 に記載のポンプ制御装置において、制御部は、DC モータの印加電圧として PWM 制御された電圧を用い、定格電圧  $V_0$  における PWM のデューティ比が  $A$  で目標電圧が  $V_p$  であるときは、PWM のデューティ比を  $A \times (V_p / V_0)$  とすることとしたものである。

40

## 【0025】

この構成により、印加電圧の調整が可能な可変電源が不要となり、コスト低減を図れると共に効率の良い電圧調整が可能になるという作用を有する。

## 【0026】

以下、本発明の実施の形態について、図 1 ~ 図 8 を用いて説明する。

## 【0027】

（実施の形態 1）

まず、図 1 を用いて理論の面を説明する。

## 【0028】

図 1 は、水量（流量）と揚程との関係を示す図であり、基本となる定格電圧  $V_0$  を印加し

50

たときのポンプ特性を実曲線で表す。

【 0 0 2 9 】

図 1 において、ポイント A は定格電圧  $V_0$  印加時のポンプの定格点である流量  $Q_0$ 、揚程  $H_0$ 、回転数  $N_0$  を表している。そこで、次にある配管系にポンプが設置された時、定格電圧  $V_0$  が印加された時の運転点（流量  $Q_1$ 、揚程  $H_1$ 、回転数  $N_1$ ）が B だとする。この配管系が可変バルブの配管系の場合、運転点 B から定格流量  $Q_0$  になるように制御された結果、運転点が C（流量  $Q_0$ 、揚程  $H_1$ 、回転数  $N_{p1}$ 、印加電圧  $V_{p1}$ ）となることを表している。また前記配管系が固定バルブの配管系の場合、運転点 B から定格流量  $Q_0$  になるように制御された結果、運転点が D（流量  $Q_0$ 、揚程  $H_2$ 、回転数  $N_{p2}$ 、印加電圧  $V_{p2}$ ）となることを表している。

10

【 0 0 3 0 】

ここで、揚程  $H$  と回転数  $N$  とは、基本理論として（数 5）の関係にある。

【 0 0 3 1 】

【数 5】

$$H \propto N^2$$

【 0 0 3 2 】

そこで、回転数を制御対象とした時、可変バルブの配管系の場合の目標回転数  $N_{p1}$  は、定格点 A から 運転点 C に移行すると考えて、（数 6）に示す式で導出される。

20

【 0 0 3 3 】

【数 6】

$$N_{p1} = N_0 \times \sqrt{H_1 / H_0}$$

【 0 0 3 4 】

次に、固定バルブの配管系を考えた場合、ポンプの配管抵抗  $R$  と流量  $Q$  とは基本理論として（数 7）の関係にある。

【 0 0 3 5 】

【数 7】

30

$$R \propto Q^2$$

【 0 0 3 6 】

よって、ポンプの揚程  $H$  と流量  $Q$  との関係も（数 8）の通りとなる（図 1 の点線）。

【 0 0 3 7 】

【数 8】

$$H \propto Q^2$$

40

【 0 0 3 8 】

この関係を用い、固定バルブの配管系の場合の目標回転数  $N_{p2}$  は、定格点 A から 運転点 D に移行すると考えて、（数 9）に示す式で導出される。

【 0 0 3 9 】

【数 9】

$$\begin{aligned} N_{p2} &= N_0 \times \sqrt{H_2 / H_0} \\ &= N_0 \times \sqrt{H_1 \times (Q_0 / Q_1)^2 / H_0} \\ &= N_0 \times \sqrt{H_1 / H_0} \times (Q_0 / Q_1) \end{aligned}$$

【0040】

次に、DCモータへの印加電圧を制御対象とした場合について説明する。まずDCモータの出力 $W_{out}$ は(数10)の式で表される。

【0041】

10

【数10】

$$W_{out} = \alpha \times (V - \beta \cdot V_B - V_e) \times V_B / Z$$

【0042】

ここで、 $V$ はDCモータへの印加電圧(ボルト)、 $\alpha$ と $\beta$ は相切換えの転流のタイミングに依存する係数、 $V_B$ は1相の巻線に誘起される誘起電圧(ボルト)、 $V_e$ はモータの駆動回路による電圧降下の大きさ(ボルト)、 $Z$ は巻線のインピーダンス( )である。また誘起電圧 $V_B$ は回転数 $N$ と(数11)に示す関係がある。

【0043】

20

【数11】

$$V_B \propto N$$

【0044】

この関係を使うと、(数10)は(数12)のようになる。

【0045】

【数12】

$$W_{out} = \alpha \times (V - \beta \cdot B \cdot k \cdot N - V_e) k \cdot N / Z$$

30

【0046】

一方、ポンプの仕事 $L$ ( $W$ , ワット)は(数13)のように表すことができる。

【0047】

【数13】

$$\begin{aligned} L &= b \cdot Q \cdot H \\ &= \eta_P \cdot W_{out} \end{aligned}$$

【0048】

40

以上の関係式を用い、配管系が可変バルブの時の目標電圧 $V_{p1}$ を導き出すと、(数14)のようになる。

【0049】

【数14】

$$\begin{aligned}
& (Q_0 \cdot H_1) / (Q_0 \cdot H_0) \\
& = H_1 / H_0 \\
& = (\eta_{P1} \cdot W_{out1}) / (\eta_{P0} \cdot W_{out0}) \\
& = (\eta_{P1} \cdot \eta_{P0}) \times (\alpha \times (V_{p1} - \beta \cdot k \cdot N_{p1} - V_e) \\
& \quad \times k \cdot N_{p1} / Z) / (\alpha \times (V_0 - \beta \cdot k \cdot N_0 - V_e) \\
& \quad \times k \cdot N_0 / Z) \\
& = (\eta_{P1} / \eta_{P0}) \times (V_{p1} - \beta \cdot k \cdot N_{p1} - V_e) \\
& \quad / (V_0 - \beta \cdot k \cdot N_0 - V_e) \times (N_{p1} / N_0) \\
& = (\eta_{P1} / \eta_{P0}) \times (V_{p1} - \beta \cdot k \cdot N_{p1} - V_e) \\
& \quad / (V_0 - \beta \cdot k \cdot N_0 - V_e) \times \sqrt{H_1 / H_0}
\end{aligned}$$

10

【0050】

(数14)を展開し変形すると、(数15)となる。

【0051】

【数15】

20

$$\begin{aligned}
& \eta_{P1} \times (V_{p1} - \beta \cdot k \cdot N_{p1} - V_e) \\
& = \eta_{P0} \times (V_{p0} - \beta \cdot k \cdot N_0 - V_e) \times \sqrt{H_1 / H_0}
\end{aligned}$$

【0052】

ここで(数16)の条件が成立すると、(数17)の式が導出される。

【0053】

【数16】

$$V_e \ll 1, \eta_{P1} \doteq \eta_{P0}$$

30

【0054】

【数17】

$$\begin{aligned}
V_{p1} - \beta \cdot k \cdot N_{p1} &= (V_0 - \beta \cdot k \cdot N_0) \times \sqrt{H_1 / H_0} \\
V_{p1} &= (V_0 - \beta \cdot k \cdot N_0) \times \sqrt{H_1 / H_0} + \beta \cdot k \cdot N_{p1} \\
&= (V_0 - \beta \cdot k \cdot N_0) \times \sqrt{H_1 / H_0} + \beta \cdot k \cdot N_0 \\
& \quad \times \sqrt{H_1 / H_0} \\
&= V_0 \times \sqrt{H_1 / H_0}
\end{aligned}$$

40

【0055】

次に、配管系が固定バルブの時の目標電圧  $V_{p2}$  を導き出すと、(数18)で示すようになる。

【0056】

【数18】

$$\begin{aligned}
 & (Q_0 \cdot H_2) / (Q_0 \cdot H_0) \\
 & = Q_0 \cdot H_1 \times (Q_0 / Q_1)^2 / (Q_0 \cdot H_0) \\
 & = (H_1 / H_0) \times (Q_0 / Q_1)^2 \\
 & = (\eta_{p2} \cdot W_{out2}) / (\eta_{p0} \cdot W_{out0})
 \end{aligned}$$

【0057】

(数18)を配管系が可変バルブの場合と同じように展開し変形すると、(数19)に示すようになる。

【0058】

【数19】

$$V_{p2} = V_0 \times \sqrt{H_1 / H_0} \times (Q_0 / Q_1)$$

【0059】

以上が今回の発明に係る制御の理論面からの説明である。

【0060】

図2は、本発明の実施の形態1によるポンプ制御装置を示すブロック図である。

【0061】

図2において、1は駆動源であるDCモータ6のマグネットロータの磁極位置をホール素子等によって検出する磁極位置検出部、2は磁極位置検出部1で検出された磁極位置をマグネットロータの実回転数(ポンプ8の実回転数)に変換する回転数変換部、3は定格電圧 $V_0$ 印加時のポンプ特性(流量 $Q$ 、揚程 $H$ 、回転数 $N$ )を記憶しているポンプ特性記憶部、4は回転数変換部2の出力である回転数 $N_1$ を入力し、この回転数 $N_1$ とポンプ特性記憶部3からのデータとに基づいて、ポンプ8が配置されている配管系でのポンプの運転点( $Q_1$ 、 $H_1$ )を予測する配管系予測部、5は配管系予測部4で予測されたポンプ運転点( $Q_1$ 、 $H_1$ )から定格流量 $Q_0$ に制御するため、前記理論面での説明により導き出されたように、配管系が可変バルブもしくは固定バルブに合わせて、目標回転数 $N_{p1}$ もしくは $N_{p2}$ 又は目標電圧 $V_{p1}$ もしくは $V_{p2}$ を算出するとともに、DCモータ6に印可する電圧の大きさをPWM制御等により調整する電圧調整信号 $a$ を出力する制御部である。ここでPWM制御の場合は、電圧調整信号 $a$ はデューティ比を $A \times V_{p1} / V_0$ ( $A$ は例えば0.5)として矩形波で出力される。更に制御部5は、磁極位置検出部1の信号により、モータの複数の巻線に流す電流を切替える複数のトランジスタ群で構成されるドライブ部7のどのトランジスタをONするか決定するドライバ制御信号 $b$ を生成する。9はドライバ制御信号 $b$ と電圧調整信号 $a$ を入力し、2つの信号を合成してドライブ部7に出力するプリドライブ部である。ここで目標回転数で制御する場合は、一般的にPID制御等を使いながら制御部5は、実回転数と目標回転数とを比較し、電圧調整信号 $a$ を随時生成する。

【0062】

このような構成、動作を有するポンプ制御装置について、その制御特性を図3～図8を用いて説明する。図3は可変バルブの時に水量を制御した場合のポンプ特性(流量 $Q$ 、揚程 $H$ 、消費電力 $W$ )を示す図であり、図4は可変バルブの時に回転数を制御した場合の任意の揚程 $H_1$ に対する目標回転数 $N_{p1}$ との関係を表す図、図5は可変バルブの時にDCモータ6への印加電圧を制御した場合の任意の揚程 $H_1$ に対する目標電圧 $V_{p1}$ との関係を表す図、図6は固定バルブの時に制御した場合のポンプ特性(流量 $Q$ 、揚程 $H$ 、消費電力 $W$ )を示す図、図7は固定バルブの時に回転数を制御した場合の任意の揚程 $H_1$ と(数20)との積に対する目標回転数 $N_{p1}$ との関係を表す図、図8は固定バルブの時にDCモータ6への印加電圧を制御した場合の任意の揚程 $H_1$ と(数20)との積に対する目標電圧 $V_{p1}$ との関係を表す図である。

【0063】

10

20

30

40

50

【数 2 0】

$$(Q_0/Q_1)^2$$

【0 0 6 4】

まず図 3 から説明する。図 3 の点線は H - Q 特性を表し、実線は H - W 特性を表している。例えば、定格電圧  $V_0 = 90 \text{ V}$  印加時、回転数  $2930 \text{ (r/min)}$  が検出され、この検出された回転数によりポンプ特性記憶部 3 から現在の運転点  $(H_1, Q_1) = (3.3 \text{ m}, 28.6 \text{ L/min})$  が導き出される。一方実線の H - W 特性を見て分かるように未制御の場合、一般のポンプである遠心ポンプでは、大流量側（低揚程側）程消費電力が増大するが、実際はこのような可変バルブの配管系で定格流量に制御すると、定格点での消費電力よりはるかに小さい消費電力で済むことがわかる。例えば前記未制御での運転点では消費電力が  $56 \text{ W}$  となるところが、定格流量  $5 \text{ L/min}$  に制御すると  $16 \text{ W}$  で済み、約  $40 \text{ W}$  の省エネ効果が得られる。

10

【0 0 6 5】

次に、図 4 を用いて可変バルブ時の実験での目標回転数と理論での目標回転数とが一致することを実証する。図 4 に近似曲線式を同時に掲載しているが、式を見て分かるように理論上累乗の値は  $0.5$  であるが、実験での近似曲線では  $0.51$  とほぼ一致するとともに、近似曲線の相関係数（数 2 1）と非常に一致した結果となっている。

【0 0 6 6】

【数 2 1】

$$R^2 = 0.9998$$

20

【0 0 6 7】

次に、図 5 を用いて可変バルブ時の実験での目標電圧と理論での目標電圧とが一致することを実証する。図 5 に近似曲線式を同時に掲載しているが、式を見て分かるように理論上累乗の値は  $0.5$  であるが、実験での近似曲線では  $0.58$  とほぼ一致するとともに、近似曲線の相関係数（数 2 2）と非常に一致した結果となっている。

【0 0 6 8】

【数 2 2】

$$R^2 = 0.9999$$

30

【0 0 6 9】

累乗の値の比較から分かるように、目標電圧が僅かに目標回転数よりも大きく理論と実験がずれているのは、理論においてポンプ効率が定格点と制御後の運転点とで一致している（数 2 3）としているからである。

【0 0 7 0】

【数 2 3】

$$\eta_{p1} \doteq \eta_{p0}$$

【0 0 7 1】

一般的に高揚程ほどポンプ効率が低下する（ $p_1 > p_0$ ）ため、低揚程側の目標電圧が低下し、 $0.5$  より大きい側にずれているのである。よってポンプ効率を加味して目標電圧を決定する理論計算をすれば、累乗の値は実験値に酷似することとなる。

40

【0 0 7 2】

次に、図 6 を説明する。図 6 の点線は H - Q 特性を表し、実線は H - W 特性を表している。例えば、定格電圧  $V_0 = 90 \text{ V}$  印加時、回転数  $3200 \text{ (r/min)}$  が検出され、この検出された回転数によりポンプ特性記憶部 3 から現在の運転点  $(H_1, Q_1) = (6.4 \text{ m}, 10 \text{ L/min})$  が導き出される。一方、実線の H - W 特性を見て分かるように、未制御の場合、一般のポンプである遠心ポンプでは、大流量側（低揚程側）程消費電力が増大するが、実際はこのような固定バルブの配管系で定格流量に制御すると、定格点で

50

の消費電力よりはるかに小さい消費電力で済むことがわかる。例えば、前記未制御での運転点では消費電力が42W程度となるところが、定格流量5L/minに制御すると10Wで済み、約32Wの省エネルギー効果が得られる。

【0073】

次に、図7を用いて固定バルブ時の実験での目標回転数と理論での目標回転数とが一致することを実証する。図7に近似曲線式を同時に掲載しているが、式を見て分かるように理論上累乗の値は0.5であるが、実験での近似曲線では0.50と一致するとともに、近似曲線の相関係数(数24)と非常に一致した結果となっている。

【0074】

【数24】

$$R^2=1$$

【0075】

次に、図8を用いて固定バルブ時の実験での目標電圧と理論での目標電圧とが一致することを実証する。図8に近似曲線式を同時に掲載しているが、式を見て分かるように理論上累乗の値は0.5であるが、実験での近似曲線では0.51とほぼ一致するとともに、近似曲線の相関係数(数22)と非常に一致した結果となっている。前記可変バルブにおけるように目標電圧が僅かに目標回転数よりも大きく理論と実験がずれていることは見られなかった。これは、理論においてポンプ効率が定格点と制御後の運転点で一致している(数23)としていたことに対し、それがほぼ実証されたことを裏付けている。つまり固定バルブに関しては、理論で導き出した計算式が仮定を含めて非常に一致したことがわかる。

【0076】

なお、定格流量 $Q_0$ が得られる目標回転数 $N_p$ もしくは目標電圧 $V_p$ をあらかじめ各揚程毎にポンプ特性記憶部3に記憶し、制御部5は、DCモータ6に定格電圧 $V_0$ を印加した時に配管系で推定された運転点(流量 $Q_1$ , 揚程 $H_1$ )の揚程 $H_1$ における目標回転数 $N_p$ もしくは目標電圧 $V_p$ をポンプ特性記憶部3から読み出すようにしてもよく、この場合は制御部5における処理負担が軽減されることになる。

【0077】

以上のように本実施の形態によれば、DCモータ6に定格電圧 $V_0$ を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部3と、DCモータ6のロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部1と、磁極位置検出部1における検出結果に基づいてDCモータ6の実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部2と、定格電圧 $V_0$ を印加しているときの演算実回転数 $N_1$ とポンプ特性とに基づいて運転点(流量 $Q_1$ , 揚程 $H_1$ )を予測する配管系予測部4と、全体を制御する制御部5とを有し、制御部5は、予測された揚程 $H_1$ とポンプの定格点(流量 $Q_0$ , 揚程 $H_0$ , 回転数 $N_0$ )の揚程 $H_0$ とを用いて(数1)または(数3)から目標回転数 $N_p$ を演算し、演算実回転数 $N_1$ と演算された目標回転数 $N_p$ とを比較した結果に基づいてDCモータ6に印加する電圧を制御するようにしたことにより、流量センサを用いることなく、ポンプ回転数を定格流量 $Q_0$ を吐出する目標回転数 $N_p$ に設定することができるので、可変バルブまたは固定バルブの配管系のあらゆる配管状況に応じて定格流量 $Q_0$ を確保することができ、またポンプを適正能力で運転することができ、無駄な電力消費が生じることを防止することができる。

【0078】

また、制御部5は、予測された揚程 $H_1$ とポンプ8の定格点(流量 $Q_0$ , 揚程 $H_0$ , 回転数 $N_0$ )の揚程 $H_0$ とを用いて(数2)または(数4)から目標電圧 $V_p$ を演算し、演算された目標電圧 $V_p$ と実印加電圧 $V_0$ とを比較した結果に基づいてDCモータ6に印加する電圧を制御するようにしたことにより、流量センサを用いることなく、ポンプ回転数を定格流量 $Q_0$ を吐出する目標回転数 $N_p$ に設定することができるので、可変バルブまたは固定バルブの配管系のあらゆる配管状況に応じて定格流量 $Q_0$ を確保することができ、ポンプ8を適正能力で運転できると共に無駄な電力消費が生じることを防止することができ

10

20

30

40

50

る。また、回転数制御をせずに電圧をオープンループで制御するので、制御部 5 における制御動作が簡単になり、短時間で適正運転に移行することができる。

【 0 0 7 9 】

さらに、ポンプ特性記憶部 3 は定格流量  $Q_0$  が得られる目標回転数  $N_p$  もしくは目標電圧  $V_p$  をあらかじめ各揚程毎に記憶し、制御部 5 は、DC モータ 6 に定格電圧  $V_0$  を印加した時に可変バルブもしくは固定バルブを有する配管系で推定された運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）の揚程  $H_1$  における目標回転数  $N_p$  もしくは目標電圧  $V_p$  をポンプ特性記憶部 3 から読み出し、演算実回転数  $N_1$  と読み出した目標回転数  $N_p$  との比較結果もしくは実印加電圧  $V_0$  と読み出した目標電圧  $V_p$  との比較結果に基づいて DC モータ 6 に印加する電圧を制御するようにしたことにより、制御部 5 は目標回転数  $N_p$  もしくは目標電圧  $V_p$  を演算する必要がなくなるので、制御部 5 における処理動作が簡単になり、高速化を図ることができる。

10

【 0 0 8 0 】

さらに、制御部 5 は、DC モータ 6 の印加電圧として PWM 制御された電圧を用い、定格電圧  $V_0$  における PWM のデューティ比が  $A$  で目標電圧が  $V_p$  であるときは、PWM のデューティ比を  $A \times (V_p / V_0)$  とするようにしたことにより、印加電圧の調整が可能な可変電源が不要となり、コスト低減を図れると共に効率の良い電圧調整が可能になる。

【 0 0 8 1 】

【 発明の効果 】

以上説明したように本発明の請求項 1 に記載のポンプ制御装置によれば、可変バルブを有する配管系に配設されたポンプを DC モータにより駆動するポンプ制御装置であって、DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部と、DC モータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、磁極位置検出部における検出結果に基づいて DC モータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧  $V_0$  を印加しているときの演算実回転数  $N_1$  とポンプ特性とに基づいて運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、制御部は、予測された揚程  $H_1$  とポンプの定格点（流量  $Q_0$ ，揚程  $H_0$ ，回転数  $N_0$ ）の揚程  $H_0$  とを用いて（数 1）から目標回転数  $N_p$  を演算し、演算実回転数  $N_1$  と演算された目標回転数  $N_p$  とを比較した結果に基づいて DC モータに印加する電圧を制御することにより、流量センサを用いることなく、ポンプ回転数を定格流量  $Q_0$  を吐出する目標回転数  $N_p$  に設定することができるので、可変バルブの配管系のあらゆる配管状況に応じて定格流量  $Q_0$  を確保することができ、またポンプを適正能力で運転することができ、無駄な電力消費が生じることを防止することができるという有利な効果が得られる。

20

30

【 0 0 8 2 】

請求項 2 に記載されたポンプ制御装置によれば、可変バルブを有する配管系に配設されたポンプを DC モータにより駆動するポンプ制御装置であって、DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部と、DC モータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、磁極位置検出部における検出結果に基づいて DC モータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧  $V_0$  を印加しているときの演算実回転数  $N_1$  とポンプ特性とに基づいて運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、制御部は、予測された揚程  $H_1$  とポンプの定格点（流量  $Q_0$ ，揚程  $H_0$ ，回転数  $N_0$ ）の揚程  $H_0$  とを用いて（数 2）から目標電圧  $V_p$  を演算し、演算された目標電圧  $V_p$  と実印加電圧  $V_0$  とを比較した結果に基づいて DC モータに印加する電圧を制御することにより、流量センサを用いることなく、ポンプ回転数を定格流量  $Q_0$  を吐出する目標回転数  $N_p$  に設定することができるので、可変バルブの配管系のあらゆる配管状況に応じて定格流量  $Q_0$  を確保することができ、またポンプを適正能力で運転することができ、無駄な電力消費が生じることを防止することができるという有利な効果が得られ、また、回転数制御をせずに電圧をオープンループで制御することができるので、制御部における制御動作を簡単にして、短時間で適正運転に移行することができるという有利な効果が得られる。

40

50

## 【 0 0 8 3 】

請求項 3 に記載のポンプ制御装置によれば、固定バルブを有する配管系に配設されたポンプを DC モータにより駆動するポンプ制御装置であって、DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部と、DC モータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、磁極位置検出部における検出結果に基づいて DC モータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧  $V_0$  を印加しているときの演算実回転数  $N_1$  とポンプ特性とに基づいて運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、制御部は、予測された揚程  $H_1$  とポンプの定格点（流量  $Q_0$ ，揚程  $H_0$ ，回転数  $N_0$ ）の揚程  $H_0$  とを用いて（数 3）から目標回転数  $N_p$  を演算し、演算実回転数  $N_1$  と演算された目標回転数  $N_p$  とを比較した結果に基づいて DC モータに印加する電圧を制御することにより、流量センサを用いることなく、ポンプ回転数を定格流量  $Q_0$  を吐出する目標回転数  $N_p$  に設定することができるので、可変バルブの配管系のあらゆる配管状況に応じて定格流量  $Q_0$  を確保することができ、またポンプを適正能力で運転することができ、無駄な電力消費が生じることを防止することができるという有利な効果が得られる。

10

## 【 0 0 8 4 】

請求項 4 に記載のポンプ制御装置によれば、固定バルブを有する配管系に配設されたポンプを DC モータにより駆動するポンプ制御装置であって、DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加している時のポンプ特性を記憶するポンプ特性記憶部と、DC モータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、磁極位置検出部における検出結果に基づいて DC モータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧  $V_0$  を印加しているときの演算実回転数  $N_1$  とポンプ特性とに基づいて運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、制御部は、予測された揚程  $H_1$  とポンプの定格点（流量  $Q_0$ ，揚程  $H_0$ ，回転数  $N_0$ ）の揚程  $H_0$  とを用いて（数 4）から目標電圧  $V_p$  を演算し、演算された目標電圧  $V_p$  と実印加電圧  $V_0$  とを比較した結果に基づいて DC モータに印加する電圧を制御することにより、流量センサを用いることなく、ポンプ回転数を定格流量  $Q_0$  を吐出する目標回転数  $N_p$  に設定することができるので、可変バルブの配管系のあらゆる配管状況に応じて定格流量  $Q_0$  を確保することができ、またポンプを適正能力で運転することができ、無駄な電力消費が生じることを防止することができるという有利な効果が得られ、また、回転数制御をせずに電圧をオープンループで制御することができるので、制御部における制御動作を簡単にして、短時間で適正運転に移行することができるという有利な効果が得られる。

20

30

## 【 0 0 8 5 】

請求項 5 に記載のポンプ制御装置によれば、可変バルブもしくは固定バルブを有する配管系に配設されたポンプを DC モータにより駆動するポンプ制御装置であって、前記 DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加している時のポンプ特性を記憶するとともに定格流量  $Q_0$  が得られる目標回転数  $N_p$  もしくは目標電圧  $V_p$  をあらかじめ各揚程毎に記憶するポンプ特性記憶部と、DC モータのロータの磁極位置を検出する磁極位置検出部と、磁極位置検出部における検出結果に基づいて DC モータの実回転数を演算して演算実回転数を得る回転数変換部と、定格電圧  $V_0$  を印加しているときの演算実回転数  $N_1$  とポンプ特性とに基づいて運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）を予測する配管系予測部と、全体を制御する制御部とを有し、制御部は、DC モータに定格電圧  $V_0$  を印加した時に可変バルブもしくは固定バルブを有する配管系で推定された運転点（流量  $Q_1$ ，揚程  $H_1$ ）の揚程  $H_1$  における目標回転数  $N_p$  もしくは目標電圧  $V_p$  をポンプ特性記憶部から読み出し、演算実回転数  $N_1$  と読み出した目標回転数  $N_p$  との比較結果もしくは実印加電圧  $V_0$  と読み出した目標電圧  $V_p$  との比較結果に基づいて DC モータに印加する電圧を制御することにより、制御部は目標回転数  $N_p$  もしくは目標電圧  $V_p$  を演算する必要がないので、制御部における処理動作を簡単にして高速化を図ることができるという有利な効果が得られる。

40

## 【 0 0 8 6 】

請求項 6 に記載のポンプ制御装置によれば、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 に記載のポンプ

50

制御装置において、制御部は、DCモータの印加電圧としてPWM制御された電圧を用い、定格電圧 $V_0$ におけるPWMのデューティ比が $A$ で目標電圧が $V_p$ であるときは、PWMのデューティ比を $A \times (V_p / V_0)$ とすることにより、印加電圧の調整が可能な可変電源が不要となるので、コスト低減を図ることができると共に効率良く電圧調整を行うことができるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】水量（流量）と揚程との関係を示す図

【図2】本発明の実施の形態1によるポンプ制御装置を示すブロック図

【図3】可変バルブの時に水量を制御した場合のポンプ特性を示す図

【図4】可変バルブの時に回転数を制御した場合の任意の揚程に対する目標回転数との関係を表す図

10

【図5】可変バルブの時にDCモータへの印加電圧を制御した場合の任意の揚程に対する目標電圧との関係を表す図

【図6】固定バルブの時に制御した場合のポンプ特性を示す図

【図7】固定バルブの時に回転数を制御した場合の任意の揚程と（数20）との積に対する目標回転数との関係を表す図

【図8】固定バルブの時にDCモータへの印加電圧を制御した場合の任意の揚程と（数20）との積に対する目標電圧との関係を表す図

【図9】従来のACポンプ特性の電源周波数依存性を示す図

【図10】従来のポンプ制御装置を示す回路図

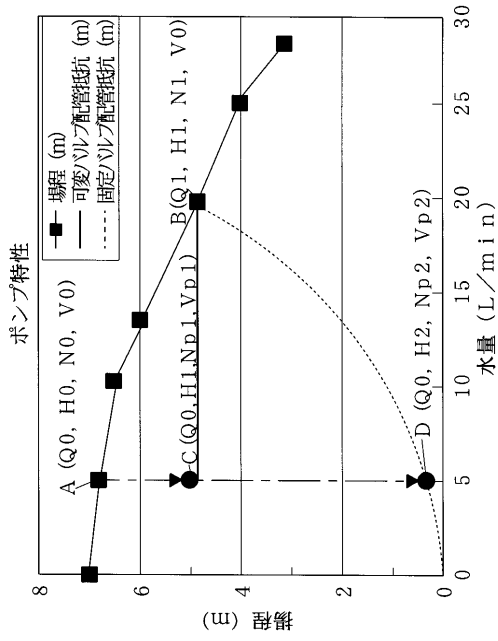
20

【符号の説明】

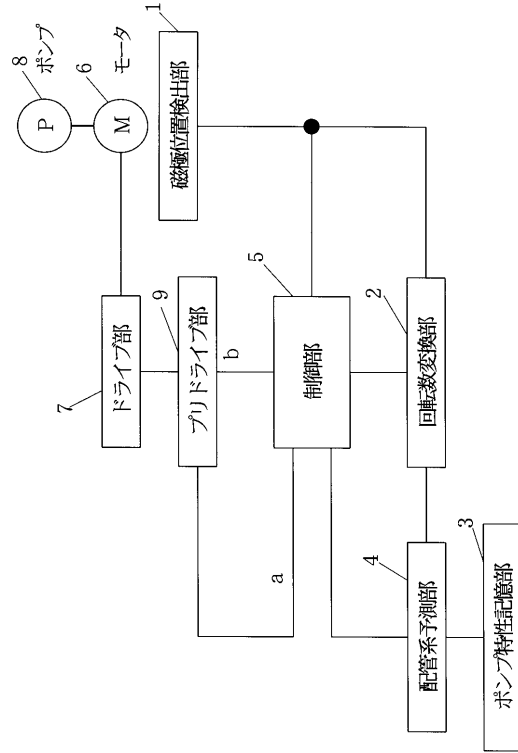
- 1 磁極位置検出部
- 2 回転数変換部
- 3 ポンプ特性記憶部
- 4 配管系予測部
- 5 制御部
- 6 DCモータ
- 7 ドライブ部
- 8 ポンプ
- 9 プリドライブ部

30

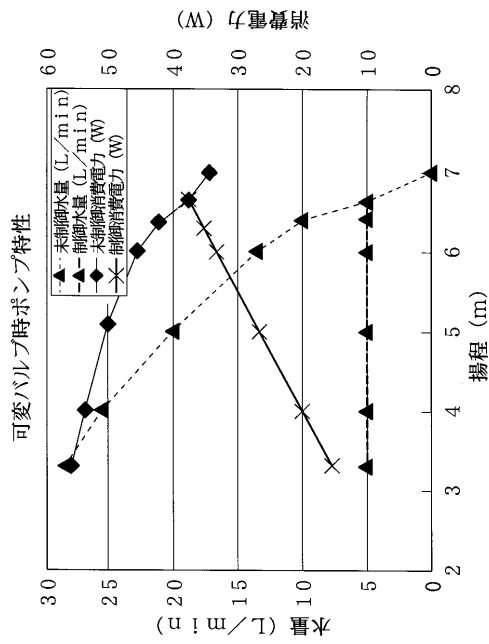
【図1】



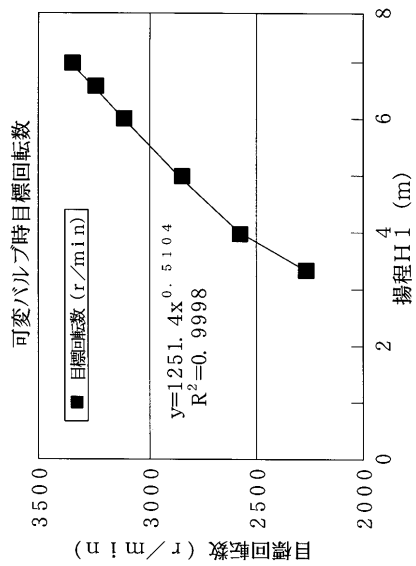
【図2】



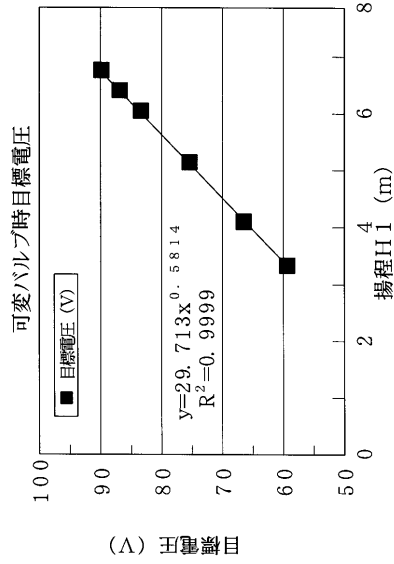
【図3】



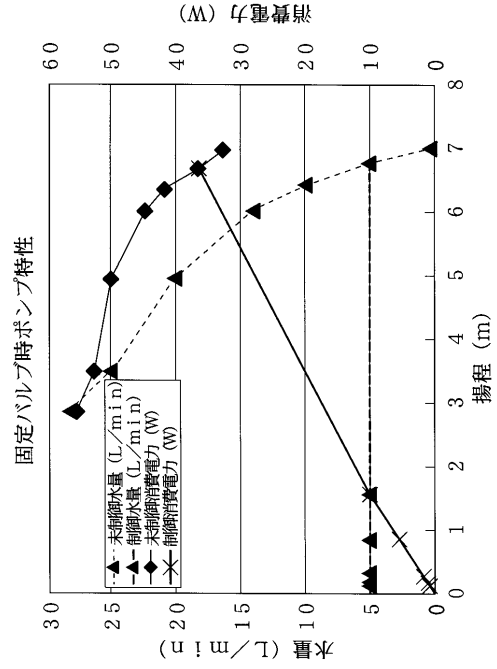
【図4】



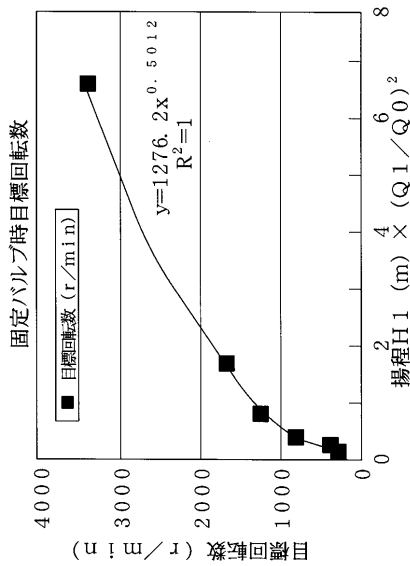
【 図 5 】



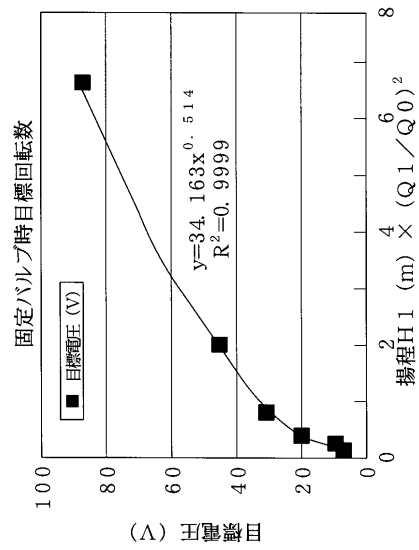
【 図 6 】



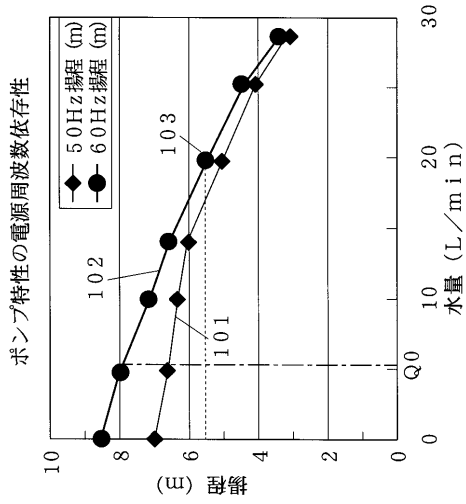
【 図 7 】



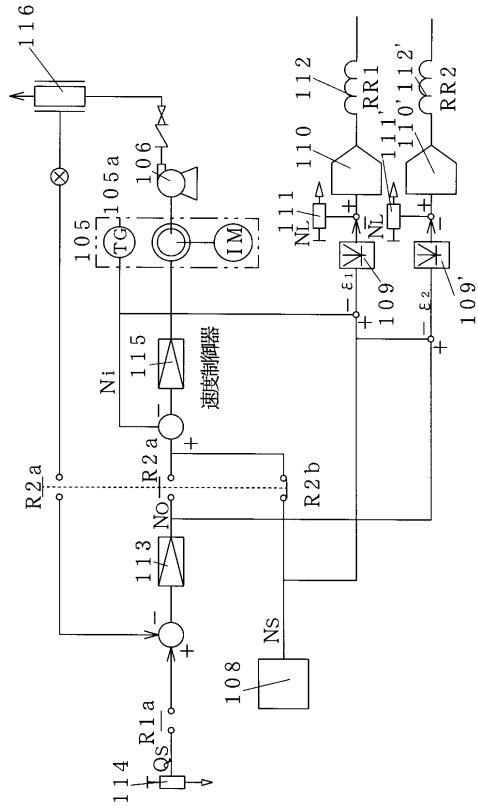
【 図 8 】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

F04B 49/06

F04D 15/00