

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3893115号

(P3893115)

(45) 発行日 平成19年3月14日(2007.3.14)

(24) 登録日 平成18年12月15日(2006.12.15)

(51) Int. Cl.

G05D 7/06 (2006.01)

F I

G05D 7/06 Z

請求項の数 1 (全 6 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2003-74033 (P2003-74033) | (73) 特許権者 | 000127961 |
| (22) 出願日 | 平成15年3月18日 (2003.3.18) | | 株式会社堀場エステック |
| (65) 公開番号 | 特開2004-280689 (P2004-280689A) | (74) 代理人 | 100074273 |
| (43) 公開日 | 平成16年10月7日 (2004.10.7) | | 弁理士 藤本 英夫 |
| 審査請求日 | 平成17年6月17日 (2005.6.17) | (72) 発明者 | 米田 豊 |
| | | | 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町11番5 |
| | | (72) 発明者 | 株式会社エステック内 |
| | | (72) 発明者 | 霧村 光造 |
| | | | 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町11番5 |
| | | (72) 発明者 | 株式会社エステック内 |
| | | (72) 発明者 | 高橋 明人 |
| | | | 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町11番5 |
| | | | 株式会社エステック内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マスフローコントローラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流路内を流れる流体の流量を測定する流量センサ部と、この流量センサ部の上流側または下流側に設けられる制御バルブと、前記流量センサ部からの流量測定値と流量設定値との偏差をPID演算する演算制御部とを備え、この演算制御部から出力される信号に基づいて前記制御バルブの開度を制御するように構成されたマスフローコントローラにおいて、前記PID演算結果に前記流量設定値に基づく関数を乗算し、この乗算結果を前記制御バルブの開度制御信号とし、前記流量設定値をS(%フルスケール)、調整係数をKとすると、流量設定値に基づく関数f(S)が、

$$f(S) = (100 + K) / (K + S)$$

で表されることを特徴とするマスフローコントローラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、ガスや液体などの流体の流量を制御するマスフローコントローラに関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、半導体の製造に用いられる各種のガスを半導体製造装置に供給する場合、それらの供給流路にマスフローコントローラをそれぞれ設け、これによってガス流量をそれぞれ

れ調節している。

【 0 0 0 3 】

前記マスフローコントローラの制御には、一般に、P I D制御方式が広く用いられている。すなわち、図 3 に示すように、流量センサ部 3 1 において測定された流量測定値 Q と流量設定値 S とを誤差増幅器 3 2 において比較して、流量測定値 Q と流量設定値 S との差（偏差）を求め、この偏差を P I D 演算部 3 3 において P I D 演算し、この演算結果を制御信号 C として制御バルブ 3 4 の制御回路（図示していない）に送り、これに基づいて制御バルブ 3 4 の開度を制御するのである。

【 0 0 0 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上記従来の P I D 制御方式によれば、実現が容易な反面、調整作業に熟練を要するといった問題がある。また、マスフローコントローラの全流量域で適切な応答を確保するためには、流量領域 0 ~ 1 0 0 % の範囲を、例えばフルスケールの 0 ~ 1 0 %、1 0 ~ 2 0 %、2 0 ~ 1 0 0 % というように分割し、それぞれの流量領域で P I D 調整を行うのが一般的であるが、この手法では、各流量領域での P I D 調整が必要となり、それだけ調整が煩雑となり、調整工数が増加するといった問題がある。

【 0 0 0 5 】

この発明は、上述の事柄に留意してなされたもので、その目的は、複数の流量領域においても調整を容易に行うことができ、広範囲に最適な制御を行うことのできるマスフローコントローラを提供することである。

【 0 0 0 6 】

【 課題を解決するための手段 】

上記目的を達成するため、この発明では、流路内を流れる流体の流量を測定する流量センサ部と、この流量センサ部の上流側または下流側に設けられる制御バルブと、前記流量センサ部からの流量測定値と流量設定値との偏差を P I D 演算する演算制御部とを備え、この演算制御部から出力される信号に基づいて前記制御バルブの開度を制御するように構成されたマスフローコントローラにおいて、前記 P I D 演算結果に前記流量設定値に基づく関数を乗算し、この乗算結果を前記制御バルブの開度制御信号とし、前記流量設定値を S (% フルスケール)、調整係数を K とするとき、流量設定値に基づく関数 f (S) として、

$$f (S) = (1 0 0 + K) / (K + S) \quad \dots \dots (1)$$

を用いる。すなわち、一般に、流量設定値が小さくなるほど、前記関数 f (S) を大きくする必要があるが、上記 (1) 式で表される関数 f (S) は、その条件を満たしているからである。また、上記 (1) 式においては、S = 1 0 0 % では、f (S) = 1 となり、流量 1 0 0 % において調整が行いやすい。また、調整係数 K は 1 つだけであり、所謂一点調整でよいから調整が容易である。

【 0 0 0 7 】

【 0 0 0 8 】

【 0 0 0 9 】

【 発明の実施の形態 】

以下、この発明の詳細を、図を参照しながら説明する。図 1 および図 2 は、この発明の一つの実施の形態を示すものである。まず、図 1 は、この発明のマスフローコントローラの構成を概略的に示すもので、1 は流体 F が矢印方向に流れる流路で、この流路 1 の上流側には流体 F の流量を制御する制御バルブ 2 が、また、下流側には流体 F の流量を検出するための流量センサ部 3 がそれぞれ設けられている。

【 0 0 1 0 】

そして、前記制御バルブ 2 は、後述する演算制御部 7 からの制御信号 C ' が入力されるアクチュエータ制御部 4 によって制御される例えばピエゾ素子よりなるアクチュエータ 5 によって、その弁開度を変え、これによって、流体 F の流量を制御するように構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

前記流量センサ部 3 は、詳細に図示していないが、例えば、流路 1 に設けられた一对の感熱センサ（サーマルセンサ）からなり、この感熱センサによって検出された流体 F の瞬時流量がセンサ回路 6 において電気的な流量検出信号（流量測定値）Q に変換される。

【 0 0 1 2 】

7 は演算制御部で、各種の演算を行い、マスフローコントローラの各部を制御するものであるが、ここでは制御バルブ 2 についての制御に関する構成について、図 2 をも参照しながら説明する。すなわち、図 2 において、7 a は誤差増幅部で、この誤差増幅部 7 a には前記流量測定値 Q および図示していない流量設定部からの流量設定値 S が入力され、これらの値 Q, S の偏差 を出力する。7 b は P I D 演算部で、この P I D 演算部 7 b においては前記誤差増幅部 7 a の出力である偏差 を P I D 演算し、その演算結果 C を出力する。なお、ここでいう P I D 演算は、単に P I D 演算のみならず、P I 演算や P 演算をも含む広い概念である。ここまでの構成は、従来のマスフローコントローラにおける構成と変わるところがない。

10

【 0 0 1 3 】

この発明のマスフローコントローラが従来のものと大きく異なる点は、演算制御部 7 において P I D 演算した結果 C をそのまま制御バルブ 2 の開度制御のための制御信号としてアクチュエータ制御部 4 に送出するのではなく、前記 P I D 演算結果 C に前記流量設定値 S に基づく関数 $f(S)$ を乗算し、この乗算結果 $C \cdot f(S)$ を制御信号 C' として出力するようにした点である。

20

【 0 0 1 4 】

すなわち、前記図 2 において、7 c は乗算部で、P I D 演算部 7 a の演算結果（出力）C と流量設定値 S に基づく関数 $f(S)$ とを乗算するものである。

【 0 0 1 5 】

上記構成のマスフローコントローラの作動について説明する。図 1 および図 2 に示すように、流路 1 内を流れる流体 F の流量が制御バルブ 2 によって制御される。このときの出力流量は、流量センサ部 3 によって測定され、これによって得られた流量測定値 Q と流量設定値 S との偏差 が誤差増幅部 7 a において求められる。そして、この偏差 が P I D 演算部に入力され、P I D 演算が行われ、その演算結果 C が求められる。そして、この P I D 演算結果 C が乗算部 7 c に入力されるが、この乗算部 7 c には流量設定値 S に基づく関数 $f(S)$ が入力されており、前記乗算部 7 c において、前記 P I D 演算結果 C と前記関数 $f(S)$ とが乗算され、その乗算結果 $C \cdot f(S)$ が制御バルブ 2 の開度制御信号と C' として出力される。この開度制御信号と C' は、アクチュエータ制御部 4 に入力され、このアクチュエータ制御部 4 からの制御指令によってピエゾアクチュエータ 5 が動作することにより、制御バルブ 2 はその弁開度を変え、所定の開度となり、これによって流体 F の流量が調整される。なお、上記演算制御部 7 における誤差増幅部 7 a、P I D 演算部 7 b および乗算部 7 c は模式的に示されるものであり、実際には、これら各部 7 a ~ 7 c における演算処理は、プログラムによって行われる。

30

【 0 0 1 6 】

上述したように、この発明のマスフローコントローラにおいては、演算制御部 7 において P I D 演算した結果 C をそのまま制御バルブ 2 の開度制御のための制御信号としてアクチュエータ制御部 4 に送出するのではなく、前記 P I D 演算結果 C に前記流量設定値 S に基づく関数 $f(S)$ を乗算し、この乗算結果 $C \cdot f(S)$ を制御信号 C' として出力するようにしているので、より広範囲に最適な制御が可能となる。

40

【 0 0 1 7 】

そして、前記流量設定値 S に基づく関数 $f(S)$ として、

$$f(S) = (100 + K) / (K + S) \quad \dots \dots (1)$$

を用いている。ここで、S は %フルスケールで表された流量設定値、K は調整係数である。

【 0 0 1 8 】

50

前記流量設定値 S に基づく関数 $f(S)$ として (1) 式で表されるものを用いたのは、次のような理由による。すなわち、一般に、流量設定値が小さくなるほど、前記関数 $f(S)$ を大きくする必要はあるが、上記 (1) 式で表される関数 $f(S)$ は、その条件を満たしているからである。また、上記 (1) 式においては、 $S = 100\%$ では、 $f(S) = 1$ となり、流量 100% において調整が行いやすいといった利点がある。また、調整係数 K は 1 つだけであり、所謂一点調整でよいから調整が容易である。

【0019】

そして、実際の調整は、例えば、次のようにして行われる。すなわち、

(1) 流量 100% において P I D 調整を行う。

(2) 流量 100% 以外のもう一つ調整したいある流量 (ここでは $S\%$ とする) で調整係数 K を変化させ、適当な応答波形となる K の値を求める。 10

【0020】

上述のように、1 回の調整 (100% における調整) のほか、もう一つの係数 K の調整だけで適切な応答波形を求めることができ、従来のこの種のマスフローコントローラに比べて流量調整を容易に行うことができ、複数の流量領域においても調整を容易に行うことができ、広範囲に最適な制御を行うことができる。

【0021】

なお、制御バルブ 2 を流量センサ部 3 の下流側に設けてあってもよい。また、流量センサ部 3 は、前記サーマルセンサに限られるものではなく、差圧式センサなど他の流量測定方式のものであってもよい。 20

【0022】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、複数の流量領域においても調整を容易に行うことができ、広範囲に最適な制御を行うことのできるマスフローコントローラを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明のマスフローコントローラの構成の一例を概略的に示すブロック図である。

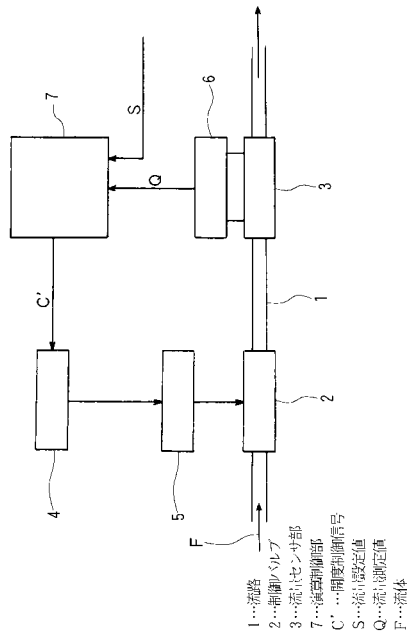
【図 2】 前記マスフローコントローラの要部の構成を概略的に示すブロック図である。

【図 3】 従来のマスフローコントローラの構成の要部を概略的に示すブロック図である。 30

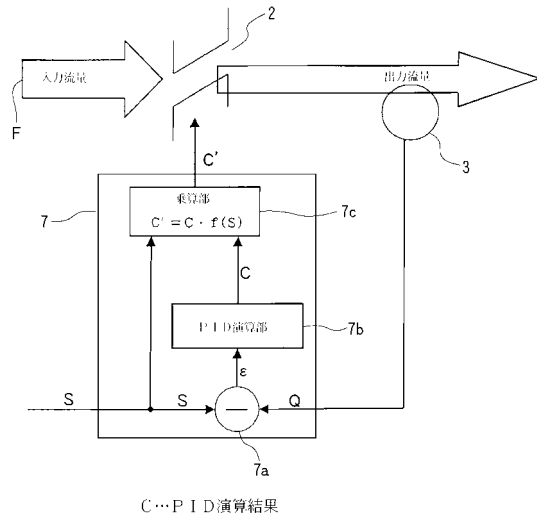
【符号の説明】

1 ... 流路、2 ... 制御バルブ、3 ... 流量センサ部、7 ... 演算制御部、 S ... 流量設定値、 Q ... 流量測定値、 C ... P I D 演算結果、 C' ... 開度制御信号、 F ... 流体。

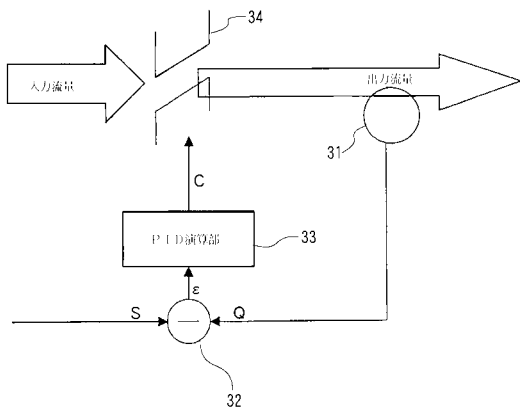
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 野山 智史
京都府京都市南区上鳥羽鉾立町1番5 株式会社エステック内
- (72)発明者 古川 幸正
京都府京都市南区上鳥羽鉾立町1番5 株式会社エステック内
- (72)発明者 鹿島 利弘
京都府京都市南区上鳥羽鉾立町1番5 株式会社エステック内

審査官 佐々木 一浩

- (56)参考文献 特開2001-236125(JP,A)
特開昭61-109104(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05D 7/06