

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3875112号

(P3875112)

(45) 発行日 平成19年1月31日(2007. 1. 31)

(24) 登録日 平成18年11月2日(2006. 11. 2)

(51) Int. Cl.

F I

G O 5 B 11/36 (2006. 01)

G O 5 B 11/36

U

G O 5 B 13/02 (2006. 01)

G O 5 B 13/02

N

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-17347 (P2002-17347)  
 (22) 出願日 平成14年1月25日(2002. 1. 25)  
 (65) 公開番号 特開2003-216202 (P2003-216202A)  
 (43) 公開日 平成15年7月31日(2003. 7. 31)  
 審査請求日 平成16年12月24日(2004. 12. 24)

(73) 特許権者 000006666  
 株式会社山武  
 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号  
 (74) 代理人 100066474  
 弁理士 田澤 博昭  
 (74) 代理人 100088605  
 弁理士 加藤 公延  
 (72) 発明者 平山 博文  
 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株  
 式会社山武内

審査官 渡邊 豊英

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 P I D選択機能を備えた調節計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定値が設定値に一致するように P I D 演算を行い操作量を算出する P I D 選択機能を備えた調節計において、

P I D 値の組番号を選択する P I D 組選択手段と、

前記 P I D 組選択手段により今回選択された組番号に対応する今回の P I D 値と、前記組番号が選択される前の前回選択された組番号に対応する前回の P I D 値と、前回の P I D 値から今回の P I D 値へ切り換わる切換時間とをともに P I D 演算を行い P I D 値を決定する P I D 値決定手段と、

切換時間は、前記 P I D 組選択手段により選択された組番号に対応する P I D 値の微分時間である D 値に基づいて算出されることを特徴とする P I D 選択機能を備えた調節計。

10

【請求項 2】

P I D 値決定手段は、今回選択された P I D 組番号に対応する P I D 値と以前に選択されていた P I D 値とに基づいて、切換時間をパラメータとしたファジィ推論により P I D 値を決定することを特徴とする請求項 1 記載の P I D 選択機能を備えた調節計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、P I D 値を変更する際に安定した P I D 制御を実現できる P I D 選択機能を備えた調節計に関するものである。

20

## 【0002】

## 【従来の技術】

図6は、従来のPID選択機能を備えた調節計の構成を示すブロック図である。図において、100はPID選択機能を備えた調節計、200は制御対象、101はP値（比例値）、I値（積分値）、D値（微分値）の組を選択するPID組選択手段、102はP値、I値、D値を格納するPID値格納手段、103はP値、I値、D値を入力するためのPID値入力手段、104はP値、I値、D値を決定するためのPID値決定手段、105は測定値PV－設定値SPである偏差量をもとにPID制御を行い操作量MVを出力するPID演算手段、106は前記設定値SPを出力する設定値入力手段、107は測定値PV－設定値SPの減算を行う減算器である。

10

## 【0003】

次に動作について説明する。

この調節計は、制御対象の測定値PVをSに一致させるように偏差量（PV－SP）に基づいてPID演算手段105PID演算を行い、操作量MVを算出する。例えば調節計は高温槽の温度を所定の設定温度に一致させるために、制御対象200に設けられたヒータ（図示せず）に対して相当の操作量MVの電流を供給するように動作する。

一般に、制御対象200において制御されるワーク（対象物）が異なる場合や、目標となる設定値SPが異なる場合には、制御対象200の環境が異なるため、それぞれ異なるPID値が使用される。つまり、ワークや設定値SPを変更するごとにPID値も変更する必要がある。このため従来の調節計ではP、I、Dの各値の変更はPID値決定手段104がPID組選択手段101により選択された組番号に対応するPID値を、PID組番号ごとに格納されたPID値格納手段102から取り出して決定し、PID演算手段105へ出力することにより実現している。このPID値格納手段102に格納されたPID組番号ごとのPID値は、調節計に設けられたPID値入力手段103によりあらかじめ入力された値である。また、PID組選択手段101は、例えば外部入力スイッチにより、または調節計に設けられたPID組番号入力手段により入力することにより、PID組番号を決定するものであり、前記外部入力スイッチにより決定する場合には、例えば外部入力スイッチがオンのときにはPID組番号“1”、オフのときにはPID組番号“2”を選択する。

20

## 【0004】

30

図7は、PID値変更時の従来の調節計のPID値決定処理の動作を示すフローチャートであり、PID組選択手段101から組番号を読み出し（ステップST100）、次に前記読み出した組番号が“1”であるか“2”であるかを判定し（ステップS101）、組番号が“1”であればPID値格納手段102から組番号“1”のPID値を読み出す（ステップS102）。一方、ステップS101において判定した組番号が“2”であれば、PID値格納手段102から組番号“2”のPID値を読み出す（ステップS103）。そして、前記ステップST102またはステップST103で読み出したPID値をPID演算手段105へ出力し、前記PID値をもとに制御して新たな操作量MVを求め（ステップST104）、制御対象200へ出力する。

## 【0005】

40

## 【発明が解決しようとする課題】

従来のPID選択機能を備えた調節計は上記のように構成されていたので、PID値の変更時、PID演算手段へ供給されるPID値は即座に変化し、これに伴って操作量MVが急激に変化し、PID値の変更時における制御が正常に行われれないという課題があった。

## 【0006】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、PID値変更時における操作量の急激な変化を抑制し、PID値変更時における制御を円滑かつ連続的なものにできるPID選択機能を備えた調節計を得ることを目的とする。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

50

この発明に係るPID選択機能を備えた調節計は、PID値の組番号を選択するPID組選択手段と、前記PID組選択手段により今回選択された組番号に対応する今回のPID値と、前記組番号が選択される前の前回選択された組番号に対応する前回のPID値と、前回のPID値から今回のPID値へ切り換わる切換時間とをともにPID演算を行いPID値を決定するPID値決定手段と、PID組選択手段により選択された組番号に対応するPID値の微分時間であるD値に基づいて切換時間を算出するようにしたものである。

時間をパラメータとしたファジィ推論によりPID値を決定するようにしたものである。

#### 【0008】

この発明に係るPID選択機能を備えた調節計は、PID値決定手段が、今回選択されたPID組番号に対応するPID値と以前に選択されていたPID値とに基づいて、切換時間をパラメータとしたファジィ推論によりPID値を決定するようにしたものである。

#### 【0010】

##### 【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の一形態について説明する。

実施の形態1.

図1は、この実施の形態1のPID選択機能を備えた調節計の構成を示すブロック図である。図において、1はPID選択機能を備えた調節計、2は制御対象、3はP値（比例値）、I値（積分値）、D値（微分値）の組を選択するPID組選択手段、4はP値、I値、D値を格納するPID値格納手段、5はP値、I値、D値を入力するためのPID値入力手段、6はP値、I値、D値を決定するためのPID値決定手段である。7はPID値変更時の切換時間Tを手動操作で入力することが可能な切換時間入力手段である。8は測定値PV－設定値SPである偏差をもとにPID制御を行い操作量MVを出力するPID演算手段、9は前記設定値SPを出力する設定値入力手段、10は測定値PVと設定値SPとから偏差量“測定値PV－設定値SP”の減算を行う減算器である。

#### 【0011】

図2は、図1に示したPID値決定手段6の構成を示すブロック図であり、図において、61はPID組選択手段3により選択されたPID値をPID値格納手段4から読み出すPID値読出し手段、62はPID値変更時の変更前のPID値（ $P_1$ ， $I_1$ ， $D_1$ ）を格納する切換前PID値格納手段、63は変更後のPID値（ $P_2$ ， $I_2$ ， $D_2$ ）を格納する切換後PID値格納手段、64はファジィ演算手段であり、PID値のD値に制御系の応答性が依存していることから、このD値に基づいて“ $f(D)$ ”（ $f$ は切換時間Tを算出するための所定の関数）から切換時間Tを自動的に算出し決定する機能を有している。この関数 $f$ により算出される切換時間Tは、応答の速い制御系から応答の遅い制御系へ切り換わる場合には大きい値、また、応答の遅い制御系から応答の速い制御系へ切り換わる場合には小さい値となる。そして、ファジィ演算手段64は、切換時間入力手段7から手動操作で入力された切換時間T、または、前記自動的に算出し決定した切換時間Tと、切換前PID値格納手段62に格納された変更前のPID値（ $P_1$ ， $I_1$ ， $D_1$ ）と、切換後PID値格納手段63に格納された変更後のPID値（ $P_2$ ， $I_2$ ， $D_2$ ）とをともにファジィ演算を行い、PID値（ $P$ ， $I$ ， $D$ ）を演算し、PID演算手段8へ出力する。

#### 【0012】

次に動作について説明する。

先ず、この実施の形態1のPID選択機能を備えた調節計の全体動作について説明すると、この調節計は、制御対象の測定値PVを設定値SPに一致させるように、偏差（ $PV - SP$ ）に基づいてPID演算手段8においてPID演算を行い、操作量MVを算出する。この場合、制御対象において制御されるワーク（対象物）や、目標となる設定値が変更された場合には、制御対象の環境がそれまでの環境と異なるため、それぞれ異なるPID値が使用され、ワークや設定値を変更するごとにPID値も変更する。このように制御対象において制御されるワーク（対象物）が異なる場合や目標となる設定値が異なる場合、各

10

20

30

40

50

状況に応じたPID値がPID値決定手段6で決定されPID演算手段8へ供給される。

#### 【0013】

PID値決定手段6では、切換時間入力手段7から与えられた切換時間T、または前記自動的に算出した切換時間Tと、変更前のPID値( $P_1, I_1, D_1$ )と、変更後のPID値( $P_2, I_2, D_2$ )とをもとにファジィ演算を行い、PID演算手段8へ出力するPID値( $P, I, D$ )を演算する。PID演算手段8では、PID値決定手段6から出力された前記PID値( $P, I, D$ )を使用し、PID演算を行い、偏差( $PV - SP$ )が零になるように操作量MVを算出し、制御対象2へ出力し、制御対象2の制御を行い、測定値PVを設定値SPに一致させる。

#### 【0014】

このように、PID値決定手段6においては、PID演算手段8へ出力するPID値( $P, I, D$ )を決定する。制御対象2において制御されるワーク(対象物)や目標となる設定値に変更が生じた場合、変更前のPID値( $P_1, I_1, D_1$ )と、変更後のPID値( $P_2, I_2, D_2$ )とに基づいて、制御系の応答性に応じて算出された切換時間Tをパラメータとしたファジィ推論により各状況に応じてPID値を決定し、PID値変更時の操作量の急激な変動を緩やかにかつ連続的にした制御を実現する。

#### 【0015】

図5は、PID値決定手段6のPID値決定処理を示すフローチャートであり、以下、このPID値決定手段6の動作について説明する。なお、PID組選択手段3は変更前は組番号1のPID値( $P_1, I_1, D_1$ )を選択しており、変更後は組番号2のPID値( $P_2, I_2, D_2$ )を選択するものとする。このPID値の変更は切換信号により行われる。組番号1のPID値によるPID制御から組番号2のPID値によるPID制御への切換時間Tは、PID組選択手段3により選択された組番号に対応する制御系の応答性に応じた微分時間であるD値から算出される。この微分時間であるD値は、応答の遅い制御系においては大きい値であり、また、応答の速い制御系においては小さい値が設定されるため、応答の速い制御系から応答の遅い制御系へ切り換わる場合には、切換時間Tは大きい値となる。また、応答の遅い制御系から応答の速い制御系へ切り換わる場合には、切換時間Tは小さい値となる。応答の遅い制御系から応答の速い制御系へ切り換わる場合に切換時間Tを大きくすると、切り換え前のPID値の影響を受け易くなるため操作量が急変する可能性がある。このため、切換時間Tを小さい値にすることにより操作量の急変を防止し、安定した制御を実現する。

なお、変更後の組番号2のD値( $D_2$ )が0である場合は切替時間Tは、予め設定された一定の値となる。

#### 【0016】

図5のフローチャートによれば、このPID値決定処理では、まずPID組選択手段3で選択された組番号を読み出す(ステップST1)。そして、今回読み出した前記組番号が前回読み出した組番号に対し変更されているか判定し(ステップST2)、この結果、変更されていれば前回読み出した組番号に対応するPID値(変更前のPID値)を切換前PID値格納手段62へ格納する(ステップST3)。次に、今回読み出した組番号に対応するPID値(変更後のPID値)を、前記組番号をもとにPID値格納手段4から読み出す(ステップST4)。そして、今回読み出した組番号に対応する前記PID値を切換後PID値格納手段63へ格納し(ステップST5)、前回の組番号のPID値( $P_1, I_1, D_1$ )と、今回読み出した組番号のPID値( $P_2, I_2, D_2$ )と、切換時間Tとから、図3および図4で示すようにファジィ演算手段64でファジィ推論を用いてPID値( $P, I, D$ )を算出し、PID演算手段8へ出力する(ステップS6)。このPID値( $P, I, D$ )の算出は、図4に示すように、切換時間T内で時刻tにおけるP値、I値、D値を、 $t/T = a$ として、 $P値 = P_1 a + P_2 (1 - a)$ 、 $I値 = I_1 a + I_2 (1 - a)$ 、 $D値 = D_1 a + D_2 (1 - a)$ のように演算する。

また、ステップST2において、今回読み出した組番号が前回読み出した組番号に対し変更なければ、前回の組番号のPID値と、今回読み出した組番号のPID値と、切換時間

10

20

30

40

50

Tとからファジィ演算手段64でPID値(P, I, D)を算出し、PID演算手段8へ出力する(ステップST6)。

#### 【0017】

このPID値決定手段6においてPID値の組の切り換えを行う切換信号は、このPID選択機能を備えた調節計が有しているイベント情報をもとに生成される。このイベント情報とは、計器で測定したPV値/SP値、偏差(PV-SP)、または内部タイマ、その他状態を示す情報である。例えば、イベント情報としての前記偏差によりPID値の組を切り換える場合、偏差が大きいときは組番号1のPID値、偏差が小さいときには組番号2のPID値を用いる。そのため制御対象の状況に応じた組番号のPID値を自動で選択することが可能である。また、どの組番号のPID値を選択するかをあらかじめユーザにより設定することが可能である。具体例としては、組番号1のPID値はP=5%、I=40s、D=10sであり偏差が50℃以上のときに使用(イベント情報1を条件)、組番号2のPID値はP=4%、I=80s、D=20sであり偏差が50℃~20℃のときに使用(イベント情報1とイベント情報2との組み合わせを条件)、組番号3のPID値はP=10%、I=80s、D=20sであり偏差が20℃未満のときに使用(イベント情報2を条件)などのようにあらかじめ設定することが可能である。

なお、以上説明した具体例では、測定したイベント情報1、イベント情報2などのオン、オフ信号をPID値の切り換えのトリガ/条件に用いるのものと説明したが、PV値、SP値などのアナログ信号を条件に用いることも出来る。

#### 【0018】

また、PID値決定手段6において行われるPID値の組の切り換えは、切り換え条件が生じたときにその瞬間からPID値を切り換えるのではなく、操作量の急変がないようにPV値の安定した制御が実現されるようにファジィ演算を用いて滑らかに切り換える。このファジィ演算によるPID値の切り換えは、現在のPID値(らしさ)から次のPID値(らしさ)へ切り換わる条件と、経過時間tの2つをパラメータとして次のPID値へ切り換わる。

#### 【0019】

以上のように、この実施の形態1によれば、現在のPID値の組番号が選択される前の前回選択された組番号のPID値を考慮してPID値が決定され、さらにPID値の決定にファジィ演算が利用されるため、PID値に変更が生じたときに操作量に急激な変化が発生することがなく、連続的な円滑な制御を実現できるPID選択機能を備えた調節計が得られる効果がある。

#### 【0020】

##### 【発明の効果】

この発明によれば、PID値の組番号を選択するPID組選択手段と、前記PID組選択手段により今回選択された組番号に対応する今回のPID値と、前記組番号が選択される前の前回選択された組番号に対応する前回のPID値と、前回のPID値から今回のPID値へ切り換わる切換時間とをもとにPID演算を行いPID値を決定するPID値決定手段とを備えるように構成したので、現在選択されているPID値の組番号の前に選択された組番号に対応するPID値を考慮してPID演算を行いPID値が決定されるため、PID値が変更されたときの操作量の急激な変化が抑制され、連続的かつ円滑な制御を実現できる効果がある。

#### 【0021】

この発明によれば、今回選択されたPID組番号に対応するPID値と以前に選択されていたPID値とに基づいて、切換時間をパラメータとしたファジィ推論によりPID値を決定するように構成したので、PID値が変更されたときの操作量の急激な変化が抑制され、より連続的かつ円滑な制御を実現できる効果がある。

#### 【0022】

この発明によれば、PID組選択手段により選択された組番号に対応するPID値の微分時間であるD値に基づいて切換時間を算出するように構成したので、前記切換時間は制御

10

20

30

40

50

系の応答性に応じた長さとなり、制御系の応答速度が速いときには小さくなり、また制御系の応答速度が遅いときには大きくなって、PID値が変更されたときの操作量の急激な変化が抑制され、より連続的かつ円滑な制御を実現できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態1のPID選択機能を備えた調節計の構成を示すブロック図である。

【図2】この発明の実施の形態1のPID選択機能を備えた調節計におけるPID値決定手段の構成を示すブロック図である。

【図3】この発明の実施の形態1のPID選択機能を備えた調節計におけるPID値決定手段の動作を示す概念図である。

【図4】この発明の実施の形態1のPID選択機能を備えた調節計のPID値決定手段のファジィ演算手段におけるPID値の算出処理動作を示す説明図である。

【図5】この発明の実施の形態1のPID選択機能を備えた調節計におけるPID値決定処理を示すフローチャートである。

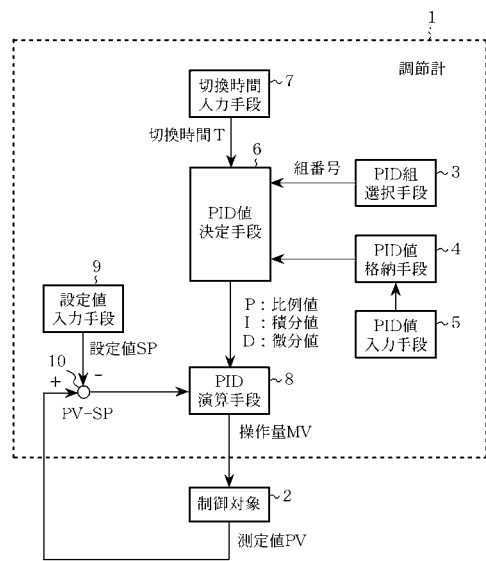
【図6】従来のPID選択機能を備えた調節計の構成を示すブロック図である。

【図7】従来のPID選択機能を備えた調節計におけるPID値決定処理を示すフローチャートである。

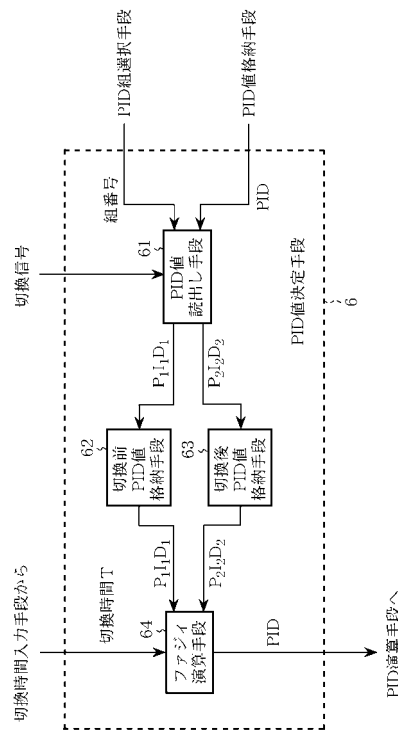
【符号の説明】

- 1   PID選択機能を備えた調節計
- 3   PID組選択手段
- 6   PID値決定手段
- 7   切換時間入力手段

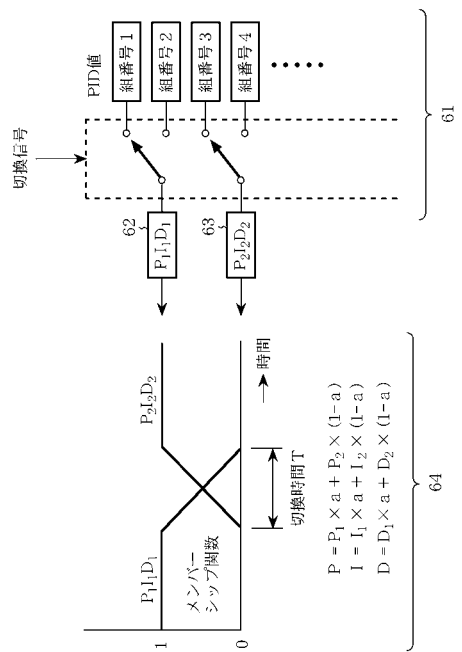
【図1】



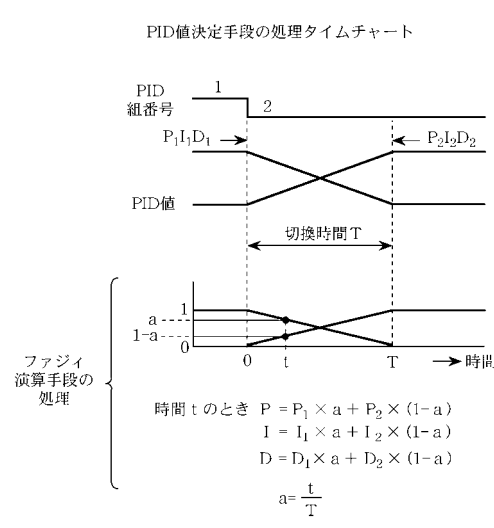
【図2】



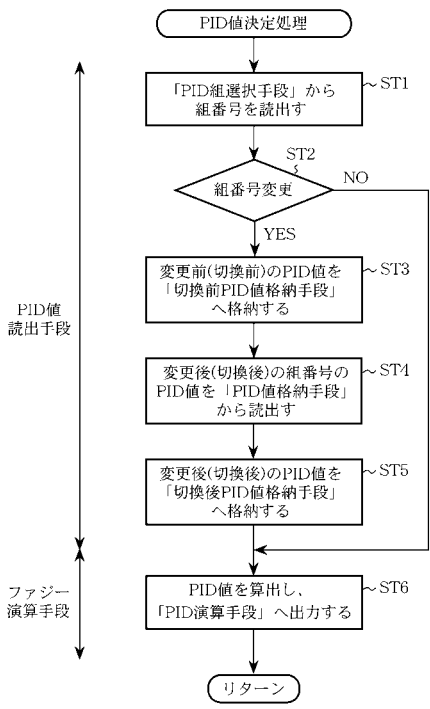
【図 3】



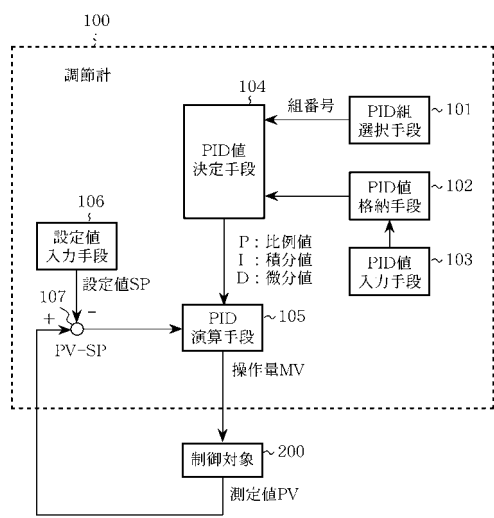
【図 4】



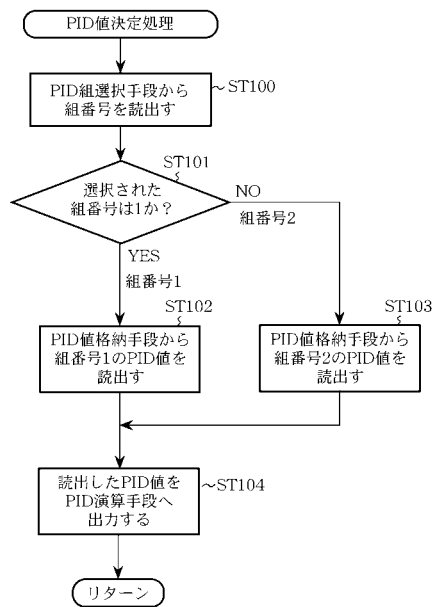
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-064644 (JP, A)  
特開平04-188201 (JP, A)  
特開平05-173605 (JP, A)  
特開平10-133702 (JP, A)  
特開2000-181549 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G05B 11/36  
G05B 13/02