

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4330823号
(P4330823)

(45) 発行日 平成21年9月16日 (2009.9.16)

(24) 登録日 平成21年6月26日 (2009.6.26)

(51) Int. Cl.	F 1
E 0 3 B 1/00 (2006.01)	E 0 3 B 1/00 A
F 1 7 D 3/00 (2006.01)	F 1 7 D 3/00

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-255538 (P2001-255538)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成13年8月27日 (2001.8.27)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2003-64729 (P2003-64729A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成15年3月5日 (2003.3.5)	(74) 代理人	100075812
審査請求日	平成18年8月23日 (2006.8.23)		弁理士 吉武 賢次
		(74) 代理人	100091982
			弁理士 永井 浩之
		(74) 代理人	100096895
			弁理士 岡田 淳平
		(74) 代理人	100105795
			弁理士 名塚 聡
		(74) 代理人	100106655
			弁理士 森 秀行
		(74) 代理人	100117787
			弁理士 勝沼 宏仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 配水運用支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

既設の注入点から配水が注入され、複数の接続点を有する管路からなる配水管路網の指定点における圧力および流量を最適化するための配水運用支援装置において、

配水管路網には、新たに増設した配水ポンプが設けられた注入点が設けられており、

配水管路網全域で消費される配水量を設定する配水量設定手段と、

配水量設定手段で設定した配水量を配水管路網の管路の接続点において分配する分配量を設定する配水量分配手段と、

配水量分配手段で設定された分配量に関する情報と配水管路網の土木構造に関する情報に基づいて、指定点の圧力値と流量を算出する管網解析手段と、

既設の注入点及び既設の注入点における圧力を考慮した上で、管網解析手段で算出した指定点の圧力値と、指定点に対して設定された圧力値との偏差に基づいて、指定点の圧力を設定圧力に保持するために増設した注入点からの供給圧力および供給流量を定める注入点圧力決定手段と、

管網解析手段で算出した指定点の圧力値および流量と、注入点圧力決定手段で算出した供給圧力値および供給流量に基づいて、増設した注入点に設ける最適な配水ポンプ特性を算出する特性算出手段と、を備え、

特性算出手段で算出する配水ポンプ特性は、増設した注入点に設ける配水ポンプの台数、各配水ポンプ圧力ー流量の特性であることを特徴とする配水運用支援装置。

【請求項 2】

10

20

特性算出手段において、増設した注入点に容量の異なる複数の配水ポンプを設置する場合、各配水ポンプの合成特性が、各配水ポンプの同圧力時における流量を加算することにより算出されることを特徴とする請求項1記載の配水運用支援装置。

【請求項3】

管網解析手段で算出した指定点の圧力値と、指定点に対して設定された設定の圧力値との絶対偏差を求める管網解析停止手段を更に備え、管網解析停止手段は、この絶対偏差が所定値以下になった場合に管網解析手段を停止することを特徴とする請求項1または請求項2記載の配水運用支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する分野】

本発明は、配水管路網の配水運用支援装置に係り、とりわけ注入点を増設する場合、配水管路網の圧力を適正に保つため、増設する注入点における配水ポンプの圧力－流量の特性を検討することができる配水運用支援装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

配水管路網の圧力適正化検討のために、従来から管網解析技術が用いられている（例えば、高菜哲夫著：「配水管網解析の基礎と応用」、水道管理技術センター発行、1993年）。この圧力適正化の検討は、1日最大配水量の日における最大配水量の時間帯、または時間最大配水量の時間帯の注入点圧力と注入点流量を設定して、（1）配水管路網全体の圧力分布を検討する、（2）圧力不足になる点を検討する、（3）流向変化、流速変化を検討するものであった。したがって、ある時断面において定常的な注入点の必要圧力を検討することは可能であるが、1日を通じた運用に対して必要な注入点の圧力－流量特性を検討することはできなかった。

20

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

従来より、1日最大配水量の日における最大配水量の時間帯（時間最大配水量の時間帯）つまり、ある時断面での定常状態における解析、検討が行なわれている。

【0004】

しかしながら、1日を通じた運用に対して必要な注入点の圧力－流量特性を検討は行なわれていない。

30

【0005】

本発明はこのような点を考慮してなされたものであり、1日を通じた運用に対して必要な注入点の圧力－流量特性を検討することができる配水運用支援装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、既設の注入点から配水が注入され、複数の接続点を有する管路からなる配水管路網に対し、新たに注入点を増設した場合の配水管路網の指定点における圧力および流量を適正化するための配水運用支援装置において、配水管路網全域で消費される配水量を設定する配水量設定手段と、配水量設定手段で設定した配水量を配水管路網の管路の接続点において分配する分配量を設定する配水量分配手段と、配水量分配手段で設定された分配量に関する情報と配水管路網の土木構造に関する情報に基づいて指定点の圧力値と流量を算出する管網解析手段と、管網解析手段で算出した指定点の圧力値と、指定点に対して設定された圧力値との偏差に基づいて、指定点の圧力を設定圧力に保持するために増設した注入点からの供給圧力および供給流量を定める注入点圧力決定手段と、管網解析手段で算出した指定点の圧力値および流量と、注入点圧力決定手段で算出した供給圧力値および供給流量に基づいて、増設した注入点に設ける最適な配水ポンプ特性を算出する特性算出手段と、を備えたことを特徴とする配水運用支援装置である。

40

【0007】

50

本発明によれば、増設する注入点に設ける最適な配水ポンプ特性を算出することにより、1日を通じた運用に対して必要な注入点の圧力－流量特性を検討することができる。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0009】

図1乃至5は、本発明による配水運用支援装置の一実施の形態を示す図である。本発明による配水運用支援装置8は、図2に示す配水管網2の接続点における圧力と流量を最適化するためのものである。

【0010】

また、図2に示すように配水管路網10は、複数の接続点14を有する管路からなり、このような配水管路網10に対し、既設の注入点11、12に設置された配水ポンプから配水が注入され、新たに設けられた注入点に配水ポンプを設置するものである。

【0011】

図1に示すように、本発明による配水運用支援装置8は、配水管路網10全域で消費される配水量を設定する配水量設定手段1と、配水量設定手段1で設定した配水量を配水管路網10の管路の接続点14において分配する分配量を設定する配水量分配手段2と、配水量分配手段2で設定された分配量に関する情報と配水管路網10の土木構造に関する情報に基づいて指定点15の圧力値と流量を算出する管網解析手段3とを備えている。

【0012】

管網解析手段3には、管網解析手段3で算出した指定点15の圧力値と、指定点15に対して設定された圧力値との偏差に基づいて、指定点15の圧力を設定圧力に保持するために増設する注入点13からの供給圧力値および供給流量を定める注入点圧力決定手段4が接続されている。また管網解析手段3および注入点圧力決定手段4には、管網解析手段3で算出した指定点15の圧力値および流量と、注入点圧力決定手段4で算出した供給圧力および供給流量に基づいて、注入点13に設ける最適な配水ポンプ特性を算出する特性算出手段6が接続されている。

【0013】

特性算出手段6には、管網解析手段3で算出した指定点15の圧力値と、指定点15に対して設定された設定の圧力値との絶対偏差を求める管網解析停止手段5が接続されている。また、管網解析手段3には、管網解析手段3を圧力設定から流量設定に変更する制御方法変更手段7が接続されている。さらに、配水量設定手段1、配水量分配手段2、管網解析手段3、注入点圧力決定手段4および制御方法変更手段7には、前記各手段に情報を入力する入力手段9が接続されている。

【0014】

次にこのような構成からなる本実施の形態の作用について説明する。

【0015】

配水量設定手段1は、入力手段9から入力される情報に基づいて配水管路網10全域で消費される配水量を設定する。このとき配水量設定手段1では、1日の内の最小配水量、最大配水量および平均配水量が設定される。

【0016】

配水量分配手段2では、入力手段9から入力される情報を用いて、配水量設定手段1で設定した配水量をもとに配水管路網10の管路の接続点（節点）14における分配量が設定される。配水量分配手段2は、分配量の設定値を（1）式を用いて算出する。

【0017】

【数1】

10

20

30

40

$$Q_i = Q_t \times \frac{N_i}{N_t} \quad \dots (1)$$

ここで、

Q_i : 配水管路網で消費される配水量 [m³/h]

Q_i : 接続点 i で消費される流量 [m³/h]

N_i : 接続点 i における給水人口 [人]

N_t : 配水管路網全体の給水人口 [人]

である。

10

なお上記、入力手段 9 から入力される情報とは、接続点 i における給水人口 N_i 、配水管路網全体の給水人口 N_t をいう。

【0018】

管網解析手段 3 では、配水量分配手段 2 で設定された分配量に関する情報と配水管路網の土木構造に関する情報に基づいて、指定点の圧力値と流量が算出される。管路解析手段 3 において指定点 15 の圧力値と流量を算出する際、既設の注入点 11、注入点 12 および増設した注入点 13 の圧力は任意の値が用いられる。

【0019】

注入点圧力決定手段 4 では、管網解析手段 3 で算出した指定点 15 の圧力値と、指定点 15 に対して入力手段 9 により予め設定された圧力値との偏差に基づいて、指定点 15 の圧力を設定圧力に保持するよう増設した注入点 13 からの供給圧力値および供給流量を定める。

20

【0020】

すなわち、(i) 注入点圧力決定手段 4 は、管網解析手段 3 で算出した指定点の圧力値と、指定点に対して設定された圧力値との偏差が 0 よりも大きい場合は、注入点 13 からの供給圧力値に予め設定された圧力変更量を加算する。また、(ii) 注入点圧力決定手段 4 は、管網解析手段 3 で算出した指定点 15 の圧力値と、指定点 15 に対して設定された圧力値との偏差が 0 よりも小さい場合は、注入点からの供給圧力値に予め設定された圧力変更量を減算する。なお、予め設定された圧力変更量は、入力手段 9 を介して任意に設定

30

【0021】

注入点圧力決定手段 4 では、以上 (i)、(ii) の演算が繰り返される。

【0022】

注入点圧力決定手段 4 は、増設した注入点からの供給圧力値および供給流量を (2) 式を用いて定める。

【0023】

【数 2】

$$\begin{cases} \text{if } (H_{sv} - \hat{H}) > 0 \rightarrow H_3(k) = H_3(k-1) + \Delta H_3 \\ \text{if } (H_{sv} - \hat{H}) < 0 \rightarrow H_3(k) = H_3(k-1) - \Delta H_3 \end{cases} \quad \dots (2)$$

ここで、

H_{sv} : 指定点に対して設定された圧力値[m]

$\hat{H}$: 管網解析手段で算出した指定点の圧力[m]

$H_3(k)$: k 回目の増設した注入点からの供給圧力値[m]

なお、上記 k 回目とは、(2)式の演算が k 回目であることをいう。

また、初期値 $H_3(0)$ の値($k=0$)は、入力手段9を介して任意の値が設定されている。

ΔH_3 : 注入点からの供給圧力値の圧力変更量[m](>0)

である。

管網解析停止手段5では、管網解析手段3で算出した指定点15の圧力値と、指定点15に対して設定された設定の圧力値との絶対偏差を求め、この絶対偏差が所定値(許容誤差所定値)より小さくなった場合に管網解析手段3を停止する。さらに管網解析手段3を停止すると、同時に注入点圧力決定手段4を停止する。

【0024】

管網解析停止手段5は、(3)式を用いて管網解析手段3および注入点圧力決定手段4を停止する。

【0025】

【数3】

$$|H_{sv} - \hat{H}| < \epsilon \quad \dots (3)$$

ここで、

ϵ : 許容誤差設定値

である。

なお、許容誤差設定値は予め設定された値であるが、入力手段9を介して任意に設定変更できるようにしてもよい。

【0026】

特性計算手段6では、管網解析手段3で算出した指定点15の圧力値および流量と、注入点圧力決定手段4で算出した供給圧力値および供給流量に基づいて、注入点13に設ける最適な配水ポンプ特性を算出する。ここで、配水ポンプ特性とは、増設した注入点に設ける配水ポンプの台数、各配水ポンプ圧力-流量の特性をいう。

【0027】

特性計算手段6では、以下に述べる手順で配水ポンプ特性を算出する。

【0028】

Step (1)

管網解析手段で算出した指定点15の圧力値および流量と、注入点圧力決定手段4で算出した供給圧力値および供給流量に基づいて、配水管路網10の管路抵抗式を(4)式で近似する。

【0029】

$$H_1 = a Q_m^b + H_0 \quad \dots (4)$$

ここで(4)式の各記号は以下のように定める。

【0030】

H_1 : 配水管路網の圧力 [m]

10

20

30

40

50

Q_m : 配水管路網で消費される流量 (最小流量、最大流量、平均流量)
 $[m^3/h]$

a 、 b : 管路抵抗を決定する定数

H_0 : 流量が 0 のときの配水管路網の圧力 $[m]$

Step (2)

Step (1) で近似した管路抵抗式を用いて、増設した注入点 13 における配水ポンプの定格揚程を決定する。このとき、増設した注入点 13 における配水ポンプの定格揚程は配水管路網 10 で消費される最大流量における圧力以上を設定する。(圧力設定ポイント 1)

Step (3)

次に、配水管路網 10 で消費される最小流量における圧力以上の圧力を設定する。(圧力設定ポイント 2)

Step (4)

流量 0 $[m^3/h]$ から前記最小流量の間で、任意の流量に対応する圧力を設定する。このとき、設定する圧力は圧力設定ポイント 1 および圧力設定ポイント 2 の間の圧力を設定する。(圧力設定ポイント 3)

Step (5)

圧力設定ポイント 1、2、3 で設定した圧力を Step (1) で算出した管路抵抗式に各々代入し、圧力設定ポイント 1、2、3 での流量を算出する。前記設定した圧力と算出した流量の値から (5) 式を用いて、増設した注入点 13 における配水ポンプ特性の近似式を算出する。

【0031】

$$H_p = a Q_n^2 + b Q_n + c \quad \text{--- (5)}$$

ここで、(5) 式の各記号は、以下のように定める。

【0032】

H_p : 増設した注入点における揚程 (圧力) $[m]$

a 、 b 、 c : 増設した注入点における配水ポンプ特性を決定する定数

Q_n : 増設した注入点における配水ポンプ配水量 $[m^3/h]$

Step (6)

Step (5) で算出した、増設した注入点 13 における配水ポンプ特性の近似式を用いて、配水ポンプ定格時の v 割運転時 (例えば $v = 0.7$ 、配水ポンプ定格時の 0.7 割運転時とは、配水ポンプ定格時に対する 70% の運転能力をいう。) における配水ポンプの特性を (6) 式より算出する。

【0033】

【数 4】

$$H_p = a \left(\frac{Q_n}{N} \right)^2 + b \left(\frac{Q_n}{N} \right) v + c v^2 \quad \dots (6)$$

ここで、

N : 増設した注入点における配水ポンプ運転台数 [台]

v : 増設した注入点における配水ポンプ定格時に対する運転能力 $[0 \sim 1]$ である。

Step (7)

(6) 式で算出した、増設した注入点 13 における配水ポンプ運転能力での揚程が配水管路網 10 で消費される最小流量時の圧力以下になるようにする。設定した v に対して増設した注入点 13 における配水ポンプ運転能力での揚程が配水管路網 10 で消費される最小流量時の圧力以下にならない場合は、Step (3) に戻る。

【0034】

10

20

30

40

50

Step (8)

次に、増設した注入点において同容量の配水ポンプ運転台数を増加し（例えば $N = 2$ 、 $v = 1.0$ であれば2台の配水ポンプを定格運転した時の配水ポンプ特性を表している。）
、(6)式によって増設した注入点13における配水ポンプの揚程を算出する。

【0035】

Step (9)

配水管路網10で消費される最大流量において、(1)式によって算出した圧力と(6)式によって算出した配水管路網10で消費される最大流量における2台の配水ポンプの定格運転時の揚程を比較し、(1)式によって算出した圧力の方が高い場合は、 $N = N + 1$ の演算を行ない、 $v = 1.0$ として、Step (8)に戻る。なお、 N の初期値を $N = 1$ とする。

10

【0036】

Step (10)

Step (1)からStep (8)の演算を繰り返し、最終的に得られた N が必要となる配水ポンプ数であり、またStep (6)で算出された式が配水ポンプ特性を示している。つまり、増設した注入点には、Step (6)で算出された配水ポンプ特性を持つ配水ポンプを N 台設置すればよい。

【0037】

図3は、上記演算によって算出された増設した注入点に設置された1台または複数台の同容量の配水ポンプ特性を示している。つまり、上記Step (1)からStep (8)の演算を繰り返し、最終的に得られたStep (6)で算出された配水ポンプ特性の式を示している。図3において縦軸は、増設した注入点13における圧力、横軸は増設した注入点13における流量を示している。また、図3の符号(a)は、同容量の2台の配水ポンプを定格運転時の増設した注入点13における圧力と流量の関係を示している。符号(b)は、同容量の1台の配水ポンプを定格運転時の増設した注入点13における圧力と流量の関係を示している。符号(c)は、同容量の2台の配水ポンプを定格の70%運転時の増設した注入点13における圧力と流量の関係を示している。符号(d)は、同容量の1台の配水ポンプを定格の70%運転時の増設した注入点13における圧力と流量の関係を示している。

20

【0038】

次に、増設した注入点13に異種容量のポンプを設置する場合について、配水ポンプ特性を算出する手順について、図4において説明する。

30

【0039】

なお図4において、縦軸は増設した注入点13における圧力を示し、横軸は増設した注入点13における流量を示している。また図4の符号(f)は、1台の配水ポンプを定格運転時の増設した注入点13における圧力と流量の関係を示している。符号(g)は、符号(f)と異種容量の配水ポンプを定格運転時の増設した注入点13における圧力と流量の関係を示している。符号(h)は、符号(f)の配水ポンプと符号(g)の配水ポンプを組み合わせ設置した場合の増設した注入点13における圧力と流量の関係を示している。符号(i)は、1台の配水ポンプを定格の $v\%$ 運転時の増設した注入点13における圧力と流量の関係を示している。

40

【0040】

増設した注入点13に異種容量のポンプを設置する場合、配水ポンプ特性を算出する手順は、上記同容量の配水ポンプの配水ポンプ特性を算出する手順とStep (1)からStep (7)まで同一である。Step (8)以降の手順については、以下のように行なう。

【0041】

Step (8')

異種容量の配水ポンプを増設した注入点13における定格の $M\%$ （揚程が同一の場合は流量が $M\%$ となる）と仮定する。

50

【0042】

Step (9')

Step (8') において仮定した異種容量ポンプと Step (6) で決定した配水ポンプの合成特性を図4に示すように算出する。合成特性の算出方法は、同揚程(圧力)時における二つの配水ポンプ流量の加算し、プロットすることにより算出する。

【0043】

例えば、図4において、(f)の配水ポンプと(g)の配水ポンプの合成特性は、同揚程時における前記各配水ポンプの流量を加算し、その結果を図4のグラフにプロットすることによって算出する。前記プロットによって、(f)の配水ポンプと(g)の配水ポンプの合成特性(h)が算出される。

10

【0044】

Step (10')

最大流量時の合成特性の揚程が(1)式で算出した圧力以下であれば異種容量ポンプあるいは配水ポンプ台数を増やし、Step (9')に戻る。

【0045】

上述のように、Step (1)からStep (10)およびStep (1)からStep (10')において、増設した注入点13についての配水ポンプ特性を算出したが、入力手段7を介して、配水ポンプ特性を算出したい注入点11、12、13を自由に選択することによって、各注入点における配水ポンプ特性を算出することができる。

20

【0046】

次に、制御方法変更手段7により既設の注入点を圧力設定から流量設定の制御に変更する作用について説明する。

【0047】

制御方法変更手段7は、入力手段9を介して管網解析手段3を圧力設定から流量設定に変更する。

【0048】

図5は、既設の注入点を圧力設定から流量設定の制御に変更する場合を示している。制御方法変更手段7によって、管網解析手段3を圧力設定から流量設定に変更する。管網解析手段3は、配水管路網の指定点圧力を算出する際に、既設の注入点の設定を圧力ではなく流量とし、注入点に設定した流量が流れ込むとして、配水管路網10における指定点15の圧力を算出する。

30

【0049】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、既設または増設した注入点から配水が注入され、複数の接続点を有する管路からなる配水管路網において、注入点に設ける最適な配水ポンプ特性を算出し、1日を通じた運用に対して注入点の圧力-流量特性を検討することができる。それにより、新たに注入点を増設した場合の配水管路網の指定点における圧力および流量を適正化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による配水運用支援装置の一実施例を示す全体構成図

40

【図2】配水管路網を示す図

【図3】同容量の配水ポンプ特性を示す図

【図4】異種容量の配水ポンプ特性を示す図

【図5】注入点の圧力設定から流量設定の制御の変更を示す図

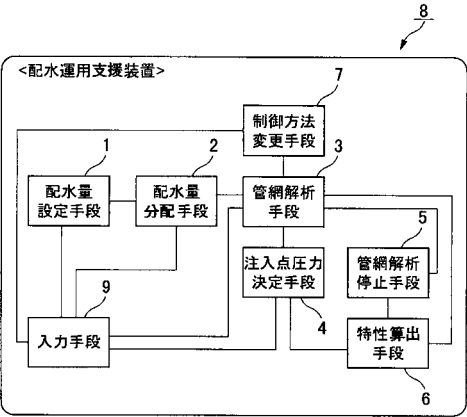
【符号の説明】

- 1 配水量設定手段
- 2 配水量分配手段
- 3 管網解析手段
- 4 注入点圧力決定手段
- 5 管網解析停止手段

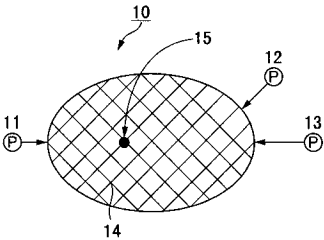
50

- 6 特性算出手段
- 7 制御方法変更手段
- 8 配水運用支援装置

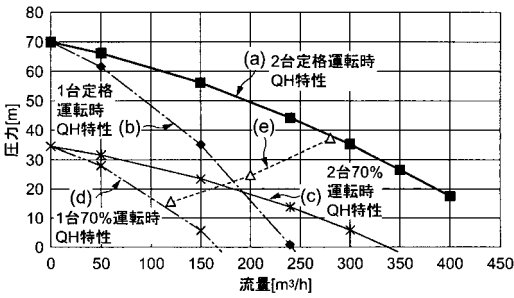
【図 1】



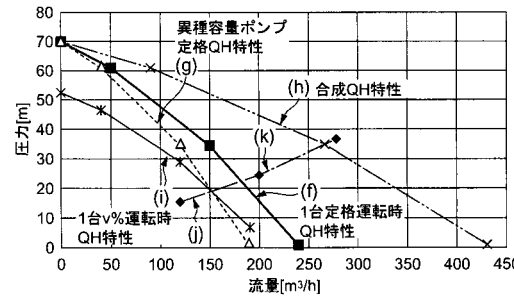
【図 2】



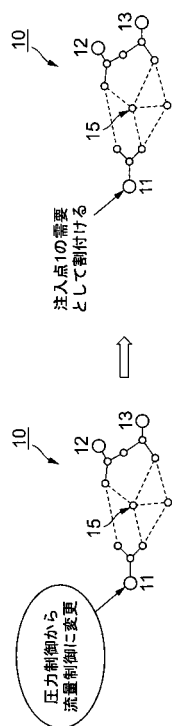
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 黒 川 太
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内
- (72)発明者 野 坂 孝 雄
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内
- (72)発明者 本 蔵 義 弘
愛知県名古屋市中村区名駅南1丁目24番30号 株式会社東芝 中部支社内
- (72)発明者 環 省二郎
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事務所内
- (72)発明者 斉 藤 実
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内

審査官 小山 清二

- (56)参考文献 特開平06-306893 (JP, A)
特開2001-188614 (JP, A)
特開平09-062369 (JP, A)
特公昭60-020761 (JP, B2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E03B 1/00
F17D 3/00