

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3988853号
(P3988853)

(45) 発行日 平成19年10月10日(2007.10.10)

(24) 登録日 平成19年7月27日(2007.7.27)

(51) Int. Cl.		F I		
FO2G	5/04	(2006.01)	FO2G	5/04 S
GO6Q	50/00	(2006.01)	GO6F	17/60 110
GO6Q	10/00	(2006.01)	GO6F	17/60 176Z

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2000-116520 (P2000-116520)	(73) 特許権者	598083485
(22) 出願日	平成12年4月18日 (2000.4.18)		小原 伸哉
(65) 公開番号	特開2001-295700 (P2001-295700A)		北海道札幌市西区平和1条2丁目4番7号
(43) 公開日	平成13年10月26日 (2001.10.26)	(73) 特許権者	500174487
審査請求日	平成16年7月21日 (2004.7.21)		有限会社 シーアンドエー
			北海道札幌市北区北6条西9丁目2
		(74) 代理人	100110766
			弁理士 佐川 慎悟
		(72) 発明者	小原 伸哉
			北海道札幌市西区平和1条2丁目4番7号
		(72) 発明者	高野 裕子
			北海道札幌市北区北6条西9丁目2番
		審査官	稲葉 大紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギー供給システムの制御装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

太陽電池モジュールによる発電手段と、太陽光による熱の供給手段と、燃料電池による発電手段と、エンジンやガスタービンなどの内燃機関や外燃機関で発電した電力やその排熱によるエネルギー供給手段と、ボイラによる熱の供給手段と、商用電力による電力供給手段のすべてあるいはいずれかを設けた多種複数のエネルギー機器を有する住宅や集合住宅などのエネルギー供給システムを制御する制御装置であって、

年間の各日時におけるエネルギー需要量を予測したエネルギー需要マップデータ、およびこのエネルギー需要マップデータにおける予測のエネルギー需要量に応じてエネルギー供給システムを運転動作させるために目的関数に従って作成された運転スケジュールのデータであるシステム運転マップデータとを記憶しているとともに、実際のエネルギー需要量の信号を入力するシステムコントローラを備えており、

前記システムコントローラは、実際のエネルギー需要量と前記エネルギー需要マップデータにおける予測のエネルギー需要量とを比較して、その差が小さい場合には、前記エネルギー需要マップデータに基づく前記システム運転マップデータに従ってスケジュール運転制御を行い、実際のエネルギー需要量と予測されたエネルギー需要量との差が大きい場合には、実際のエネルギー需要量に基づいて負荷追従制御を行うようにしたことを特徴とするエネルギー供給システムの制御装置。

【請求項2】

請求項1において、前記システム運転マップデータは、目的関数として、排気ガスの排

出量等の環境負荷を最小とする関数に従って作成されていることを特徴とするエネルギー供給システムの制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、前記システム運転マップデータをエネルギーコストが最小になる目的関数に従って作成するとともに、前記システムコントローラが、

【数 5】

$C_{\text{System, tk}}$: サンプル時刻におけるシステム全体の運転コスト

E_{utility} : 買電量

C_E : 買電単価

F_H : 熱供給量

C_H : 熱供給単価

δ_{CGS} : 出力供給の切替え

(1 でシステムからの供給、0 で商用電力からの供給)

Δt : サンプル時刻間隔

$$C_{\text{System, tk}} = (C_E \cdot E_{\text{utility}}(t_k) + C_H \cdot F_H(t_k)) \times (1 - \delta_{\text{CGS}}(t_k)) \cdot \Delta t + (\delta_{\text{CGS}}(t_k) \cdot C_{\text{eng}} \cdot F_{\text{eng}}(t_k) + \delta_{\text{Boiler}} \cdot C_{\text{Boiler}} \cdot F_{\text{Boiler}}(t_k)) \cdot \Delta t$$

によりエネルギー供給システムおよび商用電力によるエネルギー供給時のエネルギーコストを計算するとともに、

【数 6】

$C_{\text{System, day}}$: 1 日のエネルギーコスト

$$C_{\text{System, day}} = \min \left[\sum_{k=0}^{N-1} C_{\text{System, tk}} \right]$$

および

10

20

30

40

【数 7】

$C_{\text{System, year}}$: 1 年間のエネルギーコスト

$$C_{\text{System, year}} = \min \left[\sum_{\text{year}} C_{\text{System, day}} \right]$$

10

に従って一日間のエネルギーコストおよび一年間のエネルギーコストが最小値になるように制御することを特徴とするエネルギー供給システムの制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかにおいて、実際のエネルギー需要量は、蓄熱タンクでの蓄熱量、および燃料電池を用いる際に電気分解槽で製造されて貯蔵される水素タンクと酸素タンクの残量をモニタすることにより取得することを特徴とするエネルギー供給システムの制御装置。

20

【請求項 5】

太陽電池モジュールによる発電手段と、太陽光による熱の供給手段と、燃料電池による発電手段と、エンジンやガスタービンなどの内燃機関や外燃機関で発電した電力やその排熱によるエネルギー供給手段と、ボイラによる熱の供給手段と、商用電力による電力供給手段のすべてあるいはいずれかを設けた多種複数のエネルギー機器を有する住宅や集合住宅などのエネルギー供給システムを制御する制御方法であって、

エネルギー需要マップデータにおける予測のエネルギー需要量と実際のエネルギー需要量との差が小さい場合には、その予測のエネルギー需要量に対するエネルギー供給システムの運転動作を目的関数に従って作成されたシステム運転マップデータによってスケジュール運転制御し、前記予測のエネルギー需要量と実際のエネルギー需要量との差が大きい場合には、実際のエネルギー需要量に基づいて負荷追従制御を行うようにしたことを特徴とするエネルギー供給システムの制御方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、特に熱エネルギー需要の多い施設や寒冷地住宅でのエネルギー供給システム、あるいはエネルギー供給のインフラストラクチャが整備されていない僻地でのエネルギー供給システム、あるいは災害時に利用する施設でのエネルギー供給システム、あるいは既設施設での非常用エネルギー供給システムを制御する装置およびその制御方法に関するものである。

40

【0002】

【従来の技術】

従来、自律型エネルギー供給システムとして、太陽電池モジュール、燃料電池、さらに堆肥化装置などを組み合わせたものが提案されている（例えば、特願平 10 - 225155、特願平 10 - 158228、特願平 10 - 141465）。また、コージェネレーションの最適運転方法を演算してエネルギー供給システムを制御する方法として例えば特開平 08 - 086243 が提案されている。

【0003】

50

【発明が解決しようとする課題】

特に寒冷地では暖房、給湯および融雪などの熱利用が多いことから、別途ボイラなどの熱供給機器を付加することが多く、これに際して太陽電池もしくは燃料電池で発電された電力もしくは排熱を熱需要側で満足するような機器の選定を行うと、化石燃料を用いる従来のボイラに比べて高コストとなったり、設備の大型化が伴う。また、特開平08-086243に記されているコージェネレーションシステムの制御手法では、過去の運転実績や季節等のデータ、所定時間経過後の電力負荷を推定する手段、推定電力負荷に基づいた電力負荷追従運転、熱負荷追従運転、複数台定格運転、1台部分負荷運転、原動機停止運転の夫々の運転方式についてのエネルギーシミュレーションを行う手段、エネルギーシミュレーションの結果から各運転方式のエネルギー消費量を算出する手段、算出した夫々の運転方式を比較して、エネルギー消費量、コスト等の最小化すべき目的関数に合致する運転方式を選択する手段と、選択した運転方式に基づいてシステムを運転する手段を要することから、住宅などの小規模なシステムを制御するには煩雑なデータの準備と制御コンピュータでの複雑なアルゴリズムの入力を要し、制御を行うための設備や準備に要するコストが高いという問題がある。

10

【0004】

そこで本発明では太陽電池、燃料電池および内燃機関や外燃機関によるコージェネレーションシステム、ボイラなどの熱供給機器とを組み合わせ、特に寒冷地での熱需要についても十分自律可能なエネルギー供給システムを構築し、エネルギーコストが最小となるような最適化運転、あるいは例えば排気ガスの排出量が最小となるような最適化運転、あるいは従来のエネルギー供給方法と比較して省エネルギーが最も達成されるシステムの最適化運転について、エネルギー需要マップデータと、予め電力需要と熱需要に対するエネルギー供給システムの運転動作を計算したシステム運転マップデータとをシステムコントローラに記憶しておくことで、エネルギー需要マップデータに基づくスケジュール運転制御を行い、エネルギー需要マップデータと実際のエネルギー需要量とが大きく外れる場合には、即座に負荷追従制御に切り替えることで、エネルギー供給システムの最適化制御について低コストで行うことを可能とする。

20

【0005】

本発明の目的は、前述の不都合を解消し、住宅や集合住宅などのエネルギー供給について省コスト、省エネルギー、あるいは低環境負荷の低減を目的関数として、多種複数の既設エネルギー設備、もしくは新設エネルギー設備、もしくは既設設備へのエネルギー設備の付加に対してエネルギー供給システム全体での最適化運転を低コストで行うことを目的とする。

30

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の問題点を解決するために、本発明では、エネルギー供給システム全体をコントロールするシステムコントローラにエネルギーコストが最小となるようなシステム運転マップデータ、あるいは例えば排気ガスの排出量などの環境負荷が最小限となるようなシステム運転マップデータ、あるいは灯油ボイラと商用電力との組み合わせに代表される従来型のエネルギー供給方法や既設のエネルギー設備と比較して省エネルギーが最も多く達成されるシステム運転マップデータを、予めエネルギー供給システムを構成する要素の試験やシミュレーションを行った結果を利用して作成し、システムコントローラに記憶させておく。各システム運転マップデータは、事前に試験やシミュレーションなどで得られた燃料消費量、電力消費量、および動作範囲などについて近似式を用いて数式化しておく。システムコントローラ内部では、スケジュール運転制御を行うためのエネルギー需要マップデータとカレンダーおよびタイマがセットされており、通常エネルギー供給システムの運転動作ではエネルギー需要マップデータと各システム運転マップデータからスケジュール運転制御される。これに対して、エネルギー需要マップデータと実際のエネルギー需要量とが大きくずれるような場合には、即座に各システム運転マップデータと実際のエネルギー需要量に基づいて負荷追従制御を行い、この際のずれの量をシステムコントローラの記憶装置に記憶してエネルギー需要マップデータを更新して負荷の将来予測に用いる。

40

50

【 0 0 0 7 】**【 発明の実施の形態 】****【 実施例 1 】**

図 1 は本発明の運転動作マップによる制御を行うエネルギー供給システムおよびその制御装置の基本概念図であり、燃料電池 4、太陽光発電装置 5、商用電力 6、エンジン発電機 7、太陽光集熱器 8、ボイラ 10、その他のエネルギー機器 11 の付加について、システムコントローラ 1 の演算結果から与えられる指令に基づいてエネルギー供給システム全体の最適化運転制御が行われる。

【 0 0 0 8 】

システムコントローラ 1 内部には、カレンダーおよびタイマが組み込まれており、さらに過去のエネルギー需要の履歴に基づいて補正されるエネルギー需要マップデータ 2、および予め試験評価やシミュレーションなどによって得られたシステム運転マップデータ 3 も記憶されている。システム運転マップデータ 3 は、省エネルギー、低コストおよび排ガスの低減などについて集約したデータであり、エネルギー需要者 17 が必要とする電力需要量と熱需要量の値と、エネルギー需要マップデータ 2 から求められる各需要量とを常に比較しつつ、今後の需要量予測を行う。

【 0 0 0 9 】

この際に、実際のエネルギー需要量は、蓄熱タンク 14 での蓄熱量や、燃料電池 4 を用いる際に電気分解槽 18 で製造されて貯蔵される水素タンク 19 と酸素タンク 20 の残量をモニタするなどしてシステム運転マップデータ 3 と共に最適化されたスケジュール運転制御の計算に用いたエネルギー需要量との差を常時監視して、再度最適化の演算を行ってエネルギー供給システムの運転制御を行う。

【 0 0 1 0 】

電力の供給については、燃料電池 4、太陽光発電装置 5、およびエンジン発電機 7 などによる電力供給システムと商用電力 6 系用とは切替器 13 に個別に接続されており、高速切替器で電力供給システムの選択を行うことから、瞬停は生じない。また、電力の一部を蓄熱タンク 14 内に設置されている電気ヒータ 15 によって熱に変換できることから、内燃機関や外燃機関での最高効率点における運転を行い、余剰電力を熱に変換して蓄熱することができる。エネルギー供給システムからの熱供給量が需要に対して少ない場合には、補助ボイラ 16 によって追い炊きができる。

【 0 0 1 1 】

図 2 はエンジン発電機 7 による燃料消費量とエネルギー出力量の関係を例としたときの、システム運転マップデータ 3 作成時の基本となる要素データである。各種エネルギー機器について電力出力量、熱エネルギー出力量、エネルギー損失量、および燃料消費量を本図の例のように事前に試験もしくはシミュレーションしてデータを得ておく。

【 0 0 1 2 】

図 3 はエンジン発電機 7 のエンジン回転数に対する電力出力、および電力単位出力当りの燃料消費量を例としたときの、システム運転マップデータ 3 作成の基本となる要素データである。この例ではエンジン発電機 7 の回転数に対する電力出力を挙げているが、他のエネルギー機器についても、電力出力や熱出力に対して影響を与える要因とその量との関係を求めておく。

【 0 0 1 3 】

数 1 はサンプリング時刻におけるエンジン発電機 7 の燃料消費量の関係式を示す。ボイラ 10 などのエネルギー供給システムを構成する要素全てについて同様な関係式を導入する。

【 数 1 】

10

20

30

40

t_k : サンプルング時刻

F_{eng} : エンジンの燃料消費量

$E_{eng,out}$: エンジンの発電機の発電電力

$a_{eng,n}$: 近似式の各係数 ($n = 1, 2, 3$)

$$E_{eng,out}(t_k) = a_{eng,1} \cdot (F_{eng}(t_k))^2 + a_{eng,2} \cdot F_{eng}(t_k) + a_{eng,3}$$

数 2 は サンプルング時刻におけるエンジン発電機 7 のジャケット温水熱出力の関係式を示す。ボイラ 10 などのエネルギー供給システムを構成する要素全てについて同様な関係式を導入する。 10

【数 2】

H_j : エンジンのジャケット温水熱出力

$a_{j,n}$: 近似式の各係数 ($n = 1, 2, 3$)

$$H_j(t_k) = a_{j,1} \cdot (F_{eng}(t_k))^2 + a_{j,2} \cdot F_{eng}(t_k) + a_{j,3}$$

数 3 は サンプルング時刻におけるエンジン発電機 7 の排ガス熱出力の関係式を示す。ボイラ 10 などのエネルギー供給システムを構成する要素全てについて同様な関係式を導入する。 20

【数 3】

H_j : エンジンの排ガス熱出力

$a_{e,n}$: 近似式の各係数 ($n = 1, 2, 3$)

$$H_e(t_k) = a_{e,1} \cdot (F_{eng}(t_k))^2 + a_{e,2} \cdot F_{eng}(t_k) + a_{e,3}$$

数 4 は エンジン発電機 7 に投入する燃料量の拘束条件式を示す。ボイラ 10 などのエネルギー供給システムを構成する要素全てについて、燃料消費量、流量、電力消費量などを用いて同様な拘束条件式を与える。 30

【数 4】

$f_{Eng,min}$: エンジンの最低燃料消費量

$f_{Eng,max}$: エンジンの最大燃料消費量

$$f_{Eng,min} \leq F_{Eng}(t_k) \leq f_{Eng,max}$$

【0014】

数 5 は サンプルング時刻間隔における商用電力 6 供給時およびエネルギー供給システムによるエネルギー供給時の運転コスト計算式を示す。別個のボイラ 10 など、他にエネルギー機器を追加する場合には、本式に該当する各式を付与する。この他に省エネルギーや環境負荷などについての式も与えられ、従来型エネルギー供給方法（買電やボイラあるいは既設設備など）と比較演算される。 40

【数 5】

$C_{\text{System, tk}}$: サンプルング時刻におけるシステム全体の運転コスト

E_{utility} : 買電量

C_E : 買電単価

F_H : 熱供給量

C_H : 熱供給単価

δ_{CGS} : 出力供給の切替え

(1 でシステムからの供給、0 で商用電力からの供給)

Δt : サンプルング時刻間隔

10

$$C_{\text{System, tk}} = (C_E \cdot E_{\text{utility}}(t_k) + C_H \cdot F_H(t_k)) \times (1 - \delta_{\text{CGS}}(t_k)) \cdot \Delta t \\ + (\delta_{\text{CGS}}(t_k) \cdot C_{\text{eng}} \cdot F_{\text{eng}}(t_k) + \delta_{\text{Boiler}} \cdot C_{\text{Boiler}} \cdot F_{\text{Boiler}}(t_k)) \cdot \Delta t$$

数 6 は制御動作の目的関数を示す。この場合にはエネルギー供給システムは 1 日間を最低コストで運転するように制御される。この他の目的関数として、省エネルギーや環境負荷などについて与えられ、従来型エネルギー供給方法 (買電やボイラあるいは既設設備など) と比較演算される。

20

【数 6】

$C_{\text{System, day}}$: 1 日のエネルギーコスト

$$C_{\text{System, day}} = \min \left[\sum_{k=0}^{N-1} C_{\text{System, tk}} \right]$$

数 7 は制御動作の目的関数を示す。この場合にはエネルギー供給システムは 1 年間で最低コストで運転するように制御される。この他の目的関数として、省エネルギーや環境負荷などについて与えられ、従来型エネルギー供給方法 (買電やボイラあるいは既設設備など) と比較演算される。

30

【数 7】

$C_{\text{System, year}}$: 1 年間のエネルギーコスト

$$C_{\text{System, year}} = \min \left[\sum_{\text{year}} C_{\text{System, day}} \right]$$

40

【0015】

図 4 は本発明のエネルギー供給システムの最適化運転動作を決める計算のフロー図である。システムコントローラ 1 では、エネルギー需要量の信号を入力し、この値とエネルギー需要予測マップデータ 2とを比較して、その差が小さい場合にはスケジュール運転制御のフローに進み、大きい場合には負荷追従制御のフローに進む。この図のフローに則り、システムコントローラ 1で随時最適化運転動作を演算して、エネルギー供給システムに運転制御信号を発する。

【0016】

50

図5は図4のアルゴリズムを計算して得られた代表日各時刻でのエネルギー供給システムの動作と運転コストとの関係を示したものである。運転コストが最小となるような動作条件を得る場合には、各時刻での縦軸方向に最も低い谷を探索することで決まる。同様にして、省エネルギーや環境負荷などについてもこの図と同様な3次元での関係が得られる。

【0017】

図6は図5に基づいて作成されたシステム動作と、電力および熱出力の関係を示すマップデータである。各動作について供給すべき燃料の発熱量が知れることから、これに燃料単価を乗じるとコストマップとして利用できる。同様にして省エネルギーや環境負荷などについてもこのようなマップデータが与えられる。図7は本発明の実施例1による最適化運転動作に基づくスケジュール運転制御および負荷追従制御を加えたときのシステム運転動作の例である。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本的な概念図である。

【図2】エンジン発電機の燃料消費量とエネルギー出力の関係図である。

【図3】エンジン発電機の回転数と電力出力、および単位発電出力あたりの燃料消費量の関係である。

【図4】本発明による制御アルゴリズムのフロー図である。

【図5】制御アルゴリズムによって求められる、システムの動作と運転コストの結果グラフである。

【図6】システムの動作を最適化したときの運転動作マップデータの例である。

20

【図7】本発明による制御アルゴリズムを搭載したシステムコントローラを持つエネルギー供給システムの制御運転結果の例である。

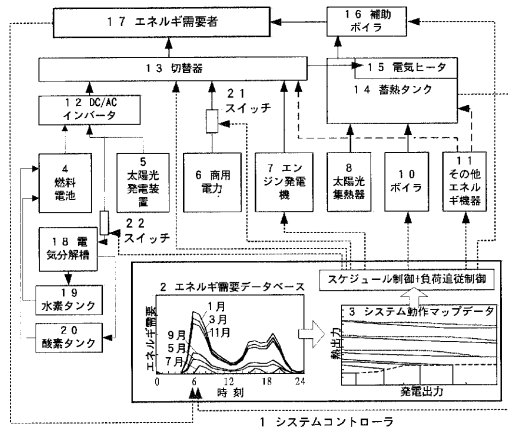
【符号の説明】

- 1 システムコントローラ
- 2 エネルギー需要マップデータ
- 3 システム運転マップデータ
- 4 燃料電池
- 5 太陽光発電装置
- 6 商用電力
- 7 エンジン発電器
- 8 太陽光集熱器
- 10 ボイラ
- 11 その他のエネルギー機器
- 12 DC/ACインバータ
- 13 切替器
- 14 蓄熱タンク
- 15 電気ヒータ
- 16 補助ボイラ
- 17 エネルギー需要者
- 18 電気分解槽
- 19 水素タンク
- 20 酸素タンク
- 22 スイッチ

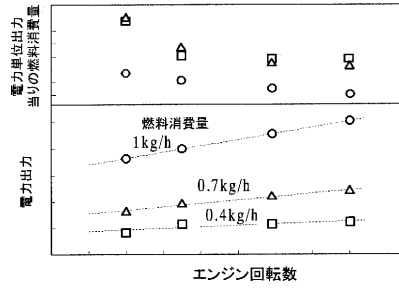
30

40

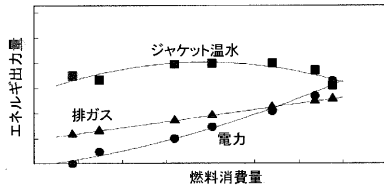
【 図 1 】



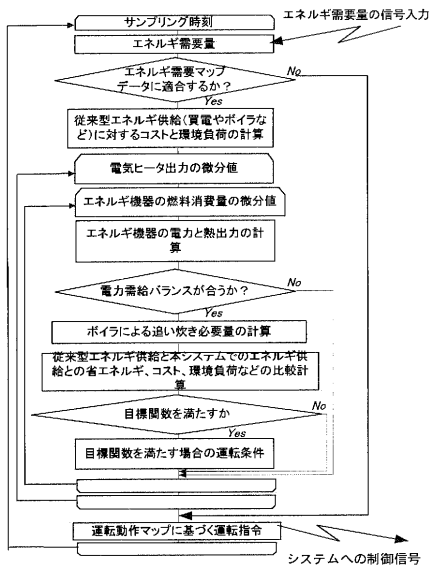
【 図 3 】



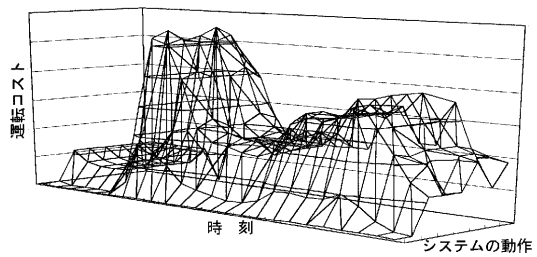
【 図 2 】



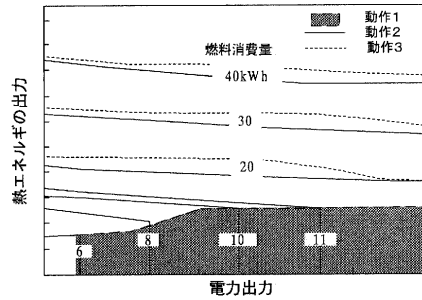
【 図 4 】



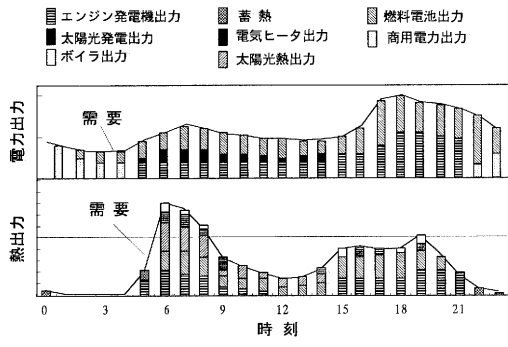
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08-014103(JP,A)
特開平04-086359(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02G 5/04

G06F 17/60