

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4901236号  
(P4901236)

(45) 発行日 平成24年3月21日(2012.3.21)

(24) 登録日 平成24年1月13日(2012.1.13)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>F 2 2 B</b>	<b>35/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 2 B 35/00 A
<b>F 2 3 K</b>	<b>3/02</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 3 K 3/02 3 O 2
<b>F 2 3 N</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 3 N 1/00 1 1 3 Z
<b>B O 2 C</b>	<b>25/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B O 2 C 25/00 A

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2006-41948 (P2006-41948)	(73) 特許権者	000211307 中国電力株式会社 広島県広島市中区小町4番33号
(22) 出願日	平成18年2月20日(2006.2.20)	(74) 代理人	100101731 弁理士 井上 春季
(65) 公開番号	特開2007-218548 (P2007-218548A)	(74) 代理人	100130362 弁理士 小川 嘉英
(43) 公開日	平成19年8月30日(2007.8.30)	(72) 発明者	田村 真満 広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内
審査請求日	平成21年2月20日(2009.2.20)	審査官	山城 正機

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボイラユニットの運転制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のミルを稼働させてボイラに微粉炭を供給するプラントにおいて、最適なボイラ出力を得るためのボイラユニットの制御システムであって、

前記ミルに供給される炭種の原炭水分に対するミルの容量補正值 ( f M )、粉砕性指数に対するミルの容量補正值 ( f H )、微粉度に対するミルの容量補正值 ( f F ) をデータベース化して格納した補正值データベースと、

現在供給されている炭種の特性データを入力する特性データ入力手段と、

前記補正值データベースを参照し、現在供給されている炭種の特性に応じて許容される最大給炭量となるように、前記ミルへの給炭量を制御する給炭量制御手段と、

前記ミルから前記ボイラへ供給される微粉炭量に応じて最適なボイラ出力となるように、前記ボイラの出力制御を行うボイラ出力制御手段とを備え、

前記給炭量制御手段は、複数のミルのいずれか1台がトリップした際に、その時点におけるボイラの最大出力を得ることができるように、前記ミルへの給炭量を所定の微粉度を達成できる上限値として制御することを特徴とするボイラユニットの運転制御システム。

【請求項2】

前記給炭量制御手段は、複数のミルのうち、所望のボイラ出力を得るために必要な台数のミルのみを稼働させることを特徴とする請求項1に記載のボイラユニットの運転制御システム。

【請求項3】

前記ミルは、運転可能な給炭量の最大値が設定されており、

前記給炭量制御手段は、現在供給されている炭種の特性に応じて最適なボイラ出力を得ることができる給炭量または前記運転可能な給炭量の最大値のうちのいずれか低い値を上限として、前記ミルへの給炭量を制御することを特徴とする請求項1、2のうちのいずれか1項に記載のボイラユニットの運転制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のミルを稼働させてボイラに微粉炭を供給するプラントにおいて、ボイラへの給炭量を制御して所望のボイラ出力を得るためのボイラユニットの運転制御システムに関し、特に発熱量、含有水分量等が異なる複数の炭種からなる微粉炭を用いる場合に、効率よくボイラを稼働させることができるようにしたボイラユニットの運転制御システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

発電プラントのようにボイラを有する設備では、複数のミルを稼働させてボイラに微粉炭を供給し、所望のボイラ出力を得ている。従来より、ミルの運転台数に応じて最適なボイラ出力を得ることができるようにした技術が種々開示されている。

【0003】

例えば、特開2000-130741号公報「石炭焚火力発電プラントの出力制御方法及び装置」(特許文献1)に、プラント運転時に、その時点におけるミルの運転台数で取り得る出力上限を定めることにより、無理に出力指令を引き上げることが未然に防止するとともに、制御の安定化を図り得るようにした技術が記載されている。

20

【0004】

この特許文献1の「石炭焚火力発電プラントの出力制御方法及び装置」は、石炭種によるミルの負荷や、その時点でのミルの運転台数等を考慮した上で、実質的なミルの全体容量に基づく出力上限が、プラントにおいて予め定められている出力上限値よりも低い場合には、実質的なミルの全体容量に基づく出力上限を実際の出力上限として設定するようにしたものである。

【0005】

30

また、特開2000-257802号公報「石炭/油混焼運転中におけるミルトリップ時のボイラ出力指令算出方法及び装置」(特許文献2)に、石炭/油混焼運転中にミルトリップ(ミルのトリップ)が発生した際、燃焼中の油バーナの使用本数を考慮することにより、ボイラ負荷降下を必要最小限に抑制し得るようにした技術が記載されている。

【0006】

この特許文献2に記載されている「石炭/油混焼運転中におけるミルトリップ時のボイラ出力指令算出方法及び装置」は、ミル運転台数に対し、油バーナ使用本数に基づくミル換算台数を加算して模擬ミル運転台数を求め、ミルトリップ時には、その時点でホールドした模擬ミル運転台数によってミルトリップ後の模擬ミル運転台数を割ることにより制限係数を求め、該制限係数を、ミルトリップ時点でホールドしたボイラ出力指令に対して掛けることによりボイラ負荷制限値を求め、該ボイラ負荷制限値をボイラ出力指令として出力するようにしたものである。

40

【0007】

【特許文献1】特開2000-130741号公報

【特許文献2】特開2000-257802号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、ボイラおよびその付属設備を安全かつ効率的に運転するために、ボイラに微粉炭を供給するためのミルの運転台数に応じて、ボイラの最大負荷が定められている。し

50

たがって、稼働中のミルのうちの1台がトリップした場合には、通常運転中よりもボイラの最大負荷を下げ、運転を続行する必要があった。

【0009】

しかしながら、多炭種に対応したボイラでは、炭種毎に発熱量や含有水分量等が異なるため、一律にボイラの最大負荷を下げたのでは、効率よい運転を行うことができないと言いが難かった。

この点、上述した特許文献1および特許文献2に記載された技術では、燃料として供給する炭種の特性を考慮して、ミルを含めたボイラユニットの制御を行っていないため、ボイラの能力を最大限活用していなかった。

【0010】

本発明は、上述した事情に鑑み提案されたもので、燃料として供給される炭種の特性に応じてミルの駆動を制御することにより、安全性を損なうことなくボイラの能力を最大限引き出すことができるボイラユニットの運転制御システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明のボイラユニットの運転制御システムは、上述した課題を解決するために提案されたもので、以下の特徴点を備えている。

すなわち、本発明のボイラユニットの運転制御システムは、

複数のミルを稼働させてボイラに微粉炭を供給するプラントにおいて、最適なボイラ出力を得るためのボイラユニットの制御システムであって、

前記ミルに供給される炭種の原炭水分に対するミルの容量補正值 (fM)、粉碎性指数に対するミルの容量補正值 (fH)、微粉度に対するミルの容量補正值 (fF) をデータベース化して格納した補正值データベースと、現在供給されている炭種の特性データを入力する特性データ入力手段と、前記補正值データベースを参照し、現在供給されている炭種の特性に応じて許容される最大給炭量となるように、前記ミルへの給炭量を制御する給炭量制御手段と、前記ミルから前記ボイラへ供給される微粉炭量に応じて最適なボイラ出力となるように、前記ボイラの出力制御を行うボイラ出力制御手段とを備え、前記給炭量制御手段は、複数のミルのいずれか1台がトリップした際に、その時点におけるボイラの最大出力を得ることができるよう、前記ミルへの給炭量を所定の微粉度を達成できる上限値として制御することを特徴とするものである。

【0013】

また、前記ボイラユニットの運転制御システムにおいて、前記給炭量制御手段は、複数のミルのうち、所望のボイラ出力を得るために必要な台数のミルのみを稼働させることが好ましい。

【0014】

また、前記ボイラユニットの運転制御システムにおいて、前記ミルは、運転可能な給炭量の最大値が設定されており、前記給炭量制御手段は、現在供給されている炭種の特性に応じて最適なボイラ出力を得ることができるよう給炭量または前記運転可能な給炭量の最大値のうちのいずれか低い値を上限として、前記ミルへの給炭量を制御することが好ましい。

【発明の効果】

【0015】

本発明のボイラユニットの運転制御システムによれば、現在供給されている炭種の特性に応じて最適なボイラ出力を得ることができるようミルの給炭量を制御することにより、ボイラの能力を最大限引き出すことが可能となる。したがって、このようなボイラユニットの運転制御システムを用いた発電プラントでは、必要以上に発電出力を抑制することなく、電力需要に応じて当該発電プラントの発電能力を十分に発揮することが可能となる。

【0016】

また、複数のミルのいずれか1台がトリップした際に、稼働可能な残余のミルを稼働して、その時点におけるボイラの最大出力を得ることができるようミルの給炭量を制御す

10

20

30

40

50

ることにより、不必要な負荷抑制を防止してボイラユニットを効率的に運転することが可能となる。

【 0 0 1 7 】

また、所望のボイラ出力を得るために必要な台数のミルのみを稼働させるにより、ボイラを効率的に運転することが可能となる。

【 0 0 1 8 】

また、現在供給されている炭種の特성에応じて最適なボイラ出力を得ることができる給炭量または運転可能な給炭量の最大値のうちのいずれか低い値を上限として、ミルの駆動制御を行うことにより、安全性を損なうことなくボイラ的能力を最大限引き出すことが可能となる。

10

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 9 】

以下、図面を参照して、本発明に係るボイラユニットの運転制御システムの実施形態を説明する。

本発明の実施形態に係るボイラユニットの運転制御システムは、例えば、複数のミルを稼働させてボイラに微粉炭を供給する発電プラントに適用されるもので、特に多炭種に対応したボイラを備えた発電プラントにおいて、ミルへの給炭量を制御することにより、炭種の特性に応じて最適なボイラ出力を得ることができるようにしたものである。

このようなボイラユニットの運転制御システムは、複数のミルのいずれか1台がトリップした際に、ボイラの負荷を必要以上に抑制することなく、発電プラントの発電能力を十分に発揮させる際に、好適に用いることができる。

20

【 0 0 2 0 】

図1は、本発明の実施形態に係るボイラユニットの運転制御システムの概略構成を示すブロック図、図2は、補正值データベースの構成を示す説明図である。また、図3は本発明の実施形態に係るボイラユニットの運転制御システムを適用するボイラユニットの一部を示す概略構成図である。なお、図3では、ボイラユニットを構成する機器のうち、特に本実施形態の説明に必要なミルおよびボイラのみについて示している。

【 0 0 2 1 】

本実施形態に係るボイラユニットの運転制御システムを適用するボイラユニットは、図3に示すように、ボイラ10へ燃料である微粉炭を粉碎して供給するためのミル20を備えている。

30

【 0 0 2 2 】

ミル20の上方には、バンカ30が配設されており、ミル20内には、石炭を粉碎するためのテーブル21およびローラ22と、微粉炭を分級して所望の粒径とするための回転式分級器23が配設されている。また、ミル20には、原燃料である石炭内に混入した異物を回収するためのパイライトホッパ40と、微粉炭をボイラ10の火炉11内へ移送するための押込送風機50が接続されている。

【 0 0 2 3 】

このミル20は、バンカ30から原燃料である石炭の供給を受けて、テーブル21とローラ22との間に石炭を噛み込ませ、ローラ22をテーブル21に押し付けながらテーブル21を回転させることにより、石炭を粉碎して微粉炭を製造する。また、回転式分級器23の回転速度を調整することにより微粉炭を所望の粒径とすることができる。

40

【 0 0 2 4 】

ミル20で製造された微粉炭は、押込送風機50から供給される燃烧空気とともにボイラ10の火炉11に供給されて燃烧し、火炉11、過熱器および再熱器により水を加熱して蒸気を発生させる。発生した蒸気はタービンに送出されてタービンを回転させるとともに、タービンと同軸に接続された発電機を駆動して発電が行われる。タービンを回転させた後の蒸気は、復水器により水に戻され、再び火炉に供給される。

【 0 0 2 5 】

なお、図3にはバンカ30およびミル20を1機のみ示しているが、本実施例に係るボ

50

イラユニットは合計6機のパンカ30およびミル20を備えている。そして、通常の運転状態では5機のミル20を稼働させて発電を行い、点検時や異常発生時に、予備のミル20を稼働させて発電を行うようになっている。

【0026】

ミル20およびその付属機器には、ミル20の運転状況を監視するための機器類が取り付けられている。図示しないが、機器類は、テーブル21およびローラ22等を駆動させるための駆動部への負荷電流を測定するための電流計、ミル20へ供給される空気量を測定するための流量計、ミル20の出口温度を計測するための温度計、テーブル21の上下位置を測定するための位置測定器、ローラ22の押付油圧を測定するための油圧計、回転式分級器23の回転速度を測定するための回転計等からなる。

10

【0027】

図示しないが、これらの機器類は中央制御室に設けられたコンピュータに接続されており、各機器類における測定値が、パネル表示器や液晶表示器等の表示装置により表示されるようになっている。

【0028】

本発明の実施形態に係るボイラユニットの運転制御システム100は、図1に示すように、補正值データベース110、特性データ入力手段120、給炭量制御手段130、およびボイラ出力制御手段140を備えている。なお、実施例1のボイラユニットの運転制御システム100を構成する各手段は、CPU、ROM、RAM等の機能を有するコンピュータシステムおよびその周辺機器を含んで構成されており、CPU等がアプリケーションプログラムに従って動作することにより各手段としての機能を発揮するようになっている。

20

【0029】

補正值データベース110は、ミルに供給される炭種の特性と給炭量補正值との関係を格納したデータベースであり、例えばコンピュータシステムを構成するハードディスク記憶装置等の大容量記憶手段を含んで構成される。

この補正值データベース110は、図2に示すように、原炭水分に対するミルの容量補正值( $f_M$ )、粉碎性指数に対するミルの容量補正值( $f_H$ )、微粉度に対するミルの容量補正值( $f_F$ )をデータベース化して格納したものである。

【0030】

特性データ入力手段120は、現在供給されている炭種の特性データを入力するための手段であり、例えばコンピュータシステムを構成するキーボードやポインティングデバイス等を含んで構成される。

30

【0031】

給炭量制御手段130は、補正值データベース110を参照し、現在供給されている炭種の特性に応じて最適なボイラ出力を得ることができるよう、ミルへの給炭量を制御するための手段であり、アプリケーションプログラムに従って動作するコンピュータシステムの機能により実現される。

【0032】

ボイラ出力制御手段140は、ミルからボイラへ供給される微粉炭量に応じて最適なボイラ出力となるように、ボイラの出力制御を行うための手段であり、アプリケーションプログラムに従って動作するコンピュータシステムの機能により実現される。

40

【0033】

次に、出力1000MWの発電プラントにおいて、通常運転時に5台のミルを稼働してボイラに微粉炭を供給するボイラユニットで1台のミルがトリップし、残った4台のミルを用いて微粉炭を供給する場合を想定して、ボイラユニットの運転制御について説明する。

【0034】

発明者は、このような発電プラントにおけるボイラユニットの運転制御について種々の考察を行った。

50

このような発電プラントにおいて、回転式分級器（以下、MRSと略記する）の回転数は、給炭量70t/hを境界として80rpmから50rpmまで急激に減少する。MRSの回転数が低下することで、ミル電流およびテーブル差圧は減少するが、ボイラユニットの稼働に必要な微粉度80%を達成できないため、過去の試験データから給炭量78t/h以上は出力できないことが判明した。また、本発明の実施形態に係る発電プラントのボイラは多炭種に対応できるように、ミルの電流値等の状態量変化に応じてミル加圧装置の油圧やミルMRSの回転数を変化させることができるため、どのような炭種であっても給炭量78t/h以下では、200#通過微粉炭度が80%を下回ることがないと判断できる。したがって、給炭量78t/hを上限として、負荷上昇することが可能である。

【0035】

また、一次空気量は給炭量が83t/hとなった時に上限となることが判明しているため、空気流量の制御域である給炭量83t/hを上限とする必要がある。

さらに、4台のミルを稼働した際に負荷上昇を行うときは、ALR運転（自動負荷制御装置を用いた運転）のため急激な負荷変動を考慮する必要はないが、余裕を持たせて1000MW出力時の全給炭量の85%（ECR：Economical Continuous Rating）を制限値とすることが好ましい。したがって、ミル最大容量の85%が現炭種における運転可能給炭量となる。

【0036】

上述した考察に基づいて、本発明の実施形態に係るボイラユニットの運転制御システム100における制御手順を説明する。図4は、本発明の実施形態に係るボイラユニットの運転制御システム100を用いた制御手順を示すフローチャートである。

本発明の実施形態に係るボイラユニットの運転制御システム100を用いてボイラユニットの運転制御を行う手順は、運転可能給炭量を求める工程、給炭量の条件を判断する工程、負荷上昇を開始し、所定の条件が達成されると負荷上昇を終了する工程に大別される。

【0037】

具体的は、図4に示すように、現在、ミルに供給されている炭種の特定データを入力する（S1）。続いて、補正值データベース110を参照してミルの最大容量Mを求める（S2）。なお、ミルの最大容量Mは、以下の式（1）に基づいて求めることができる。

$$M = M_0 \times f_H \times f_M \times f_F \quad \dots \quad (1)$$

ただし、

M：ミルの最大容量

M<sub>0</sub>：ミルの容量基準値

f<sub>H</sub>：粉碎性指数に対するミルの容量補正值

f<sub>M</sub>：原炭水分に対するミルの容量補正值

f<sub>F</sub>：微粉度に対するミルの容量補正值

【0038】

続いて、ミルの給炭量Wを演算する（S3）。なお、ミルの給炭量Wは、以下の式（2）に基づいて求めることができる。

$$W = M \times 85\% \quad \dots \quad (2)$$

ただし、

W：給炭量

M：ミルの最大容量

以上の処理（S1～S3）により運転可能給炭量を求める。

【0039】

続いて、求めた給炭量Wが、所定の微粉度を達成できる上限値未満であるか否かを判断する（S4）。なお、所定の微粉度を達成できる給炭量の上限値は、例えば78t/hである。

ここで、給炭量Wが所定の微粉度を達成できる上限値（78t/h）未満である場合には、給炭量Wをそのまま給炭量の上限値として設定する（S5）。一方、給炭量Wが所定

10

20

30

40

50

の微粉度を達成できる上限値（78 t/h）以上である場合には、給炭量Wが所定の微粉度を達成できる上限値（78 t/h）を給炭量の上限値として設定する（S6）。

以上の処理（S4～S6）により給炭量の条件を判断する。

【0040】

続いて、ボイラ出力を所定値（例えば100 MW）ずつ徐々に上昇させる（S7）。そして、給炭量が所定の微粉度を達成できる上限値（78 t/h）に達するか（S8）、あるいは、ミルを適正に運転可能な緒元を超えると（S9）、負荷上昇を完了する（S10）。なお、ミルを適正に運転可能な緒元は、例えば、ミル電流の電流値が90 A未満、またはテーブル差圧が3.8 KPa未満である。

【0041】

上述したボイラユニットの運転制御手順では、5台のうち1台のミルがトリップしても、残りの4台のミルを稼働したままの状態ではボイラユニットを運転した場合を説明したが、同様の制御手順を用いることにより、複数のミルのうち、所望のボイラ出力を得るために必要な台数のミルのみを稼働させることが可能である。すなわち、上述した例では、最大出力1000 MWの発電プラントにおいて、1台のミルがトリップした際に、850 MWの出力を確保することを目的としてボイラユニットの運転制御を行っているが、通常運転時においても、850 MWの出力を確保するためには、5台ではなく4台のミルを稼働させればよいことになる。

【0042】

なお、上述した緒元は一例であり、ボイラユニットの規模や運転状況等に応じて、適宜変更して実施できることは勿論である。

【産業上の利用可能性】

【0043】

本発明は、主として発電プラントに用いられるボイラユニットの運転制御を行うことにより、ボイラを効率よく運転する際に使用することができるが、発熱量、含有水分量等が異なる複数の炭種からなる微粉炭を用いるボイラユニットであれば、どのようなボイラユニットに対しても適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の実施形態に係るボイラユニットの運転制御システムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態に係るボイラユニットの運転制御システムに用いる補正值データベースの構成を示す説明図である。

【図3】本発明の実施形態に係るボイラユニットの運転制御システムを適用するボイラユニットの一部を示す概略構成図である。

【図4】本発明の実施形態に係るボイラユニットの運転制御システムを用いた制御手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0045】

- 10 ボイラ
- 11 火炉
- 20 ミル
- 21 テーブル
- 22 ローラ
- 23 回転式分級器
- 30 バンカ
- 40 パイライトホッパ
- 50 押込送風機
- 100 運転制御システム
- 110 補正值データベース

10

20

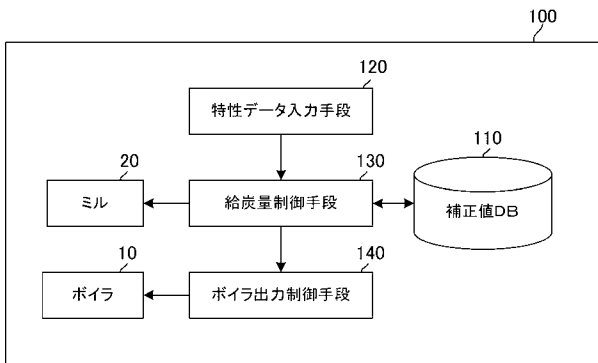
30

40

50

- 1 2 0 特性データ入力手段
- 1 3 0 給炭量制御手段
- 1 4 0 ボイラ出力制御手段

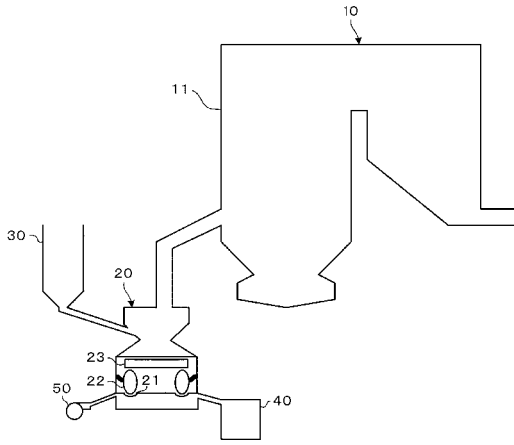
【図 1】



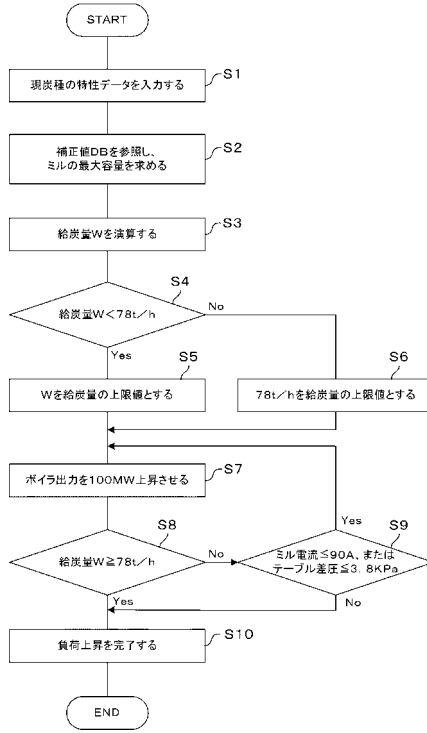
【図 2】

水分に対する容量補正值		粉碎性に対する容量補正值		微粉度に対する容量補正值	
水分	補正係数 (RM)	粉碎性	補正係数 (R-I)	微粉度	補正係数 (R-F)
5	1.075	35	0.60	70	1.107
6	1.052	36	0.63	71	1.097
7	1.028	37	0.66	72	1.087
8	1.005	38	0.69	73	1.077
9	0.981	39	0.72	74	1.067
10	0.958	40	0.75	75	1.057
11	0.934	41	0.78	76	1.046
12	0.911	42	0.81	77	1.034
13	0.887	43	0.84	78	1.023
14	0.864	44	0.87	79	1.011
15	0.841	45	0.90	80	1.000
16	0.817	46	0.92	81	0.989
17	0.794	47	0.94	82	0.977
18	0.770	48	0.96	83	0.966
19	0.747	49	0.98	84	0.954
20	0.723	50	1.00	85	0.943
21	0.700	51	1.02	86	0.934
		52	1.04	87	0.926
		53	1.06	88	0.917
		54	1.08	89	0.909
		55	1.09	90	0.900
		56	1.11	91	0.891
		57	1.12	92	0.883
		58	1.14	93	0.874
		59	1.15	94	0.866
		60	1.16	95	0.857
		61	1.17		
		62	1.18		
		63	1.20		
		64	1.21		
		65	1.22		

【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平02 - 194865 (JP, A)  
特開2000 - 130741 (JP, A)  
特開平08 - 285205 (JP, A)  
特開2003 - 190834 (JP, A)  
特開2000 - 257802 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 2 2 B	3 5 / 0 0
F 2 3 K	3 / 0 2
F 2 3 N	1 / 0 0
B 0 2 C	2 5 / 0 0