

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4712048号

(P4712048)

(45) 発行日 平成23年6月29日 (2011. 6. 29)

(24) 登録日 平成23年4月1日 (2011. 4. 1)

(51) Int. Cl.	F 1
F 2 3 N 5/00 (2006. 01)	F 2 3 N 5/00 G
F 2 4 H 1/00 (2006. 01)	F 2 3 N 5/00 S
	F 2 4 H 1/00 E
	F 2 3 N 5/00 C

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-553032 (P2007-553032)	(73) 特許権者	507236225
(86) (22) 出願日	平成18年1月27日 (2006. 1. 27)		キョントン ネットワーク カンパニー
(65) 公表番号	特表2008-528926 (P2008-528926A)		リミテッド
(43) 公表日	平成20年7月31日 (2008. 7. 31)		KYUNG DONG NETWORK
(86) 国際出願番号	PCT/KR2006/000304		CO., LTD.
(87) 国際公開番号	W02006/080811		大韓民国 ソウル特別市 ヨンドンボク
(87) 国際公開日	平成18年8月3日 (2006. 8. 3)		ヨイドン 13-6
審査請求日	平成20年8月21日 (2008. 8. 21)		13-6, Yeouido-dong,
(31) 優先権主張番号	10-2005-0008247		Yeongdeungpo-gu, S
(32) 優先日	平成17年1月28日 (2005. 1. 28)		eoul, Republic of K
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		orea

(74) 代理人 100136630
弁理士 水野 祐啓

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非コンデンシングボイラーの最大効率のための運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

非コンデンシングボイラーの熱交換器に流入する還水温度および熱交換器から流出する供給水の温度をセンサーで感知し、前記感知された温度を制御部に送信し、前記還水温度および供給水温度から平均温度を制御部で算出する工程と、

前記算出された平均温度から、前記制御部に予め入力されたCO₂濃度による露点温度の関係を示す情報に基づいて最大CO₂濃度を算出する工程と、

前記最大CO₂濃度から、使用燃料に依存する燃焼方程式を使用して過剰空気比(λ)を算出する工程と、

前記過剰空気比(λ)が算出されると、前記算出された過剰空気比(λ)から前記過剰空気比(λ)に対する制御目標値を設定する工程と、

前記過剰空気比(λ)に対する制御目標値が設定されると、前記制御目標値から現在の燃料消費量に好適な風量目標値を算出する工程と、

前記風量目標値および風量センサーから入力された値に関してフィードバック制御を実行し、前記風量目標値より多くの空気を供給する工程と、

を備えたことを特徴とする、最大凝縮効率における非コンデンシングボイラーの運転方法。

【請求項 2】

前記過剰空気比(λ)に対する制御目標値を設定する工程は、前記制御部に予め入力された過剰空気比(λ)および一酸化炭素(CO)の関係に対する情報に基づいて、前記最大CO₂濃

10

20

度から算出された過剰空気比(λ)が安定燃焼領域内に存在するか否かを判断する工程を備える、請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記最大CO₂濃度から算出された過剰空気比(λ)が、前記安定燃焼領域内に存在するか否かが判断された後、前記過剰空気比(λ)が前記安定燃焼領域内に存在すると、前記過剰空気比が前記制御目標値に設定され、前記過剰空気比(λ)が前記安定燃焼領域の下限より小さいならば、前記安定燃焼領域の最少過剰空気比が前記制御目標値に設定されることを特徴とする、請求項2記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は非コンデンシングボイラーの非凝縮最大効率のための運転方法に関し、より詳細には、非コンデンシングボイラーを運転するに際し、安定的なバーナーの燃焼のために適正な過剰空気量を供給しながらも、燃料の燃焼によって作られた水蒸気がボイラーの熱交換器に結露して熱交換器を損傷させるのを避けて、これにより効果的に熱効率を高める運転方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般家庭で暖房および温水供給のために主に用いるボイラーは、燃料の種類によってガスボイラーと油ボイラーがある。ガスボイラーは、液化石油ガス(LPG)を原料に用いる場合もあるが、油ボイラーに用いられる軽油や灯油に比べて硫黄(S)成分を殆ど含有していないため、大気汚染を最少化し得る清浄な燃料であるLNGが大部分使用されている

20

【0003】

ボイラーは、熱交換器の種類によってコンデンシングボイラーと非コンデンシングボイラーに分けられる。一般的にガスまたはオイルを燃料に用いるボイラーにおいて、熱効率(Heat Efficiency)を高めるための研究が多角的になされて来て、その結果、最近になって排気ガス中に含まれる燃焼生成物である水蒸気(H₂O)の凝縮潜熱を利用するコンデンシングボイラー(Condensing Boiler)が開発された。

【0004】

コンデンシング熱交換器は、凝縮潜熱の回収原理を利用して放熱損失を減らすことができるようにするもので、バーナーの燃焼熱を利用して直接的に水を加熱する顕熱交換器と共に、顕熱交換器を通過した排気ガスの潜熱を利用して水を加熱する潜熱交換器を有しており、排気ガスの温度を露点温度以下に低くして排気ガス中から凝縮潜熱を吸収し、これにより熱効率を向上させることができる。

30

【0005】

しかし、コンデンシング熱交換器では、凝縮時に生じた水分および排気ガス中の硫化物(油の場合)や窒素酸化物(ガスの場合)が反応して生成されたpH2~4程度の酸性液体と、燃焼熱とにより腐食が生じる。この腐食は、常に問題として現われ、このような問題を解決するため大部分のコンデンシング熱交換器では、熱交換器を構成する熱交換フィンと熱交換チューブなどに特殊なステンレススチール、アルミニウム合金等で成型された鋳物が用いられてきたが、このようなコンデンシング熱交換器は製造も難しく、サイズが大きく重量も重いことにより製造費が高くつく。その結果、このような要因が、熱交換機の簡単な組み立てを実現するのに相当な制約要因として作用して来た。

40

【0006】

コンデンシングボイラーに比べて非コンデンシングボイラーの熱交換器は、顕熱交換器のみ備えているため、比較的製造費用が低く、組み立てが容易であり、サイズを小型化できる構造である。しかし、水蒸気の凝縮を厳密に防ぐことが絶対に必要である。

【0007】

排気ガス中の水蒸気の凝縮を前提とするコンデンシングボイラーとは異なって、一般的なボイラーの熱交換器は、通常銅(Cu)または一般的なステンレススチールなどの材質から

50

製作される。若し、このような材質の熱交換器に凝縮水が接触すると深刻な腐食が発生することにより熱交換の効率が低下し、長期的には熱交換器の機能を喪失させるようになる。

【0008】

従って、非コンデンシングボイラーを運転するためには凝縮することなく最大の熱効率を得ることができる運転方法が必要である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、前記の如き従来技術の問題を解決するためのものであって、非コンデンシングボイラーを運転するにおいて安定的なバーナーの燃焼のために適正な過剰空気量を供給しながらも燃料が燃焼して作られた水蒸気がボイラーの熱交換器に結露して熱交換器を損傷させるのを避け、効果的に熱効率を高める運転方法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】

【0010】

本発明による最大凝縮効率における非コンデンシングボイラーの運転方法は、非コンデンシングボイラーの熱交換器に流入する還水温度および熱交換器から流出する供給水の温度をセンサーで感知し、前記感知された温度を制御部に送信し、前記還水温度および供給水温度から平均温度を制御部で算出する工程と、前記算出された平均温度から、前記制御部に予め入力されたCO₂濃度による露点温度の関係を示す情報に基づいて最大CO₂濃度を算出する工程と、前記最大CO₂濃度から、使用燃料に依存する燃焼方程式を使用して過剰空気比(λ)を算出する工程と、前記過剰空気比(λ)が算出されると、前記算出された過剰空気比(λ)から前記過剰空気比(λ)に対する制御目標値を設定する工程と、前記過剰空気比(λ)に対する制御目標値が設定されると、前記制御目標値から現在の燃料消費量に好適な風量目標値を算出する工程と、前記風量目標値および風量センサーから入力された値に関してフィードバック制御を遂行し、前記風量目標値より多くの空気を供給する工程と、を備えたことを特徴とする。

【0011】

また、前記過剰空気比(λ)に対する制御目標値を設定する工程は、前記制御部に予め入力された過剰空気比(λ)および一酸化炭素(CO)の関係に対する情報に基づいて、前記最大CO₂濃度から算出された過剰空気比(λ)が安定燃焼領域内に存在するか否かを判断する工程を備えることを特徴とする。

【0012】

尚、前記最大CO₂濃度から算出された過剰空気比(λ)が、前記安定燃焼領域内に存在するか否かが判断された後、前記過剰空気比(λ)が前記安定燃焼領域内に存在すると、前記過剰空気比が前記制御目標値に設定され、前記過剰空気比(λ)が前記安定燃焼領域の下限より小さければ、前記安定燃焼領域の最少過剰空気比が前記制御目標値に設定されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

前記の如き形態で非コンデンシングボイラーを運転中に凝縮が生じないことにより、ボイラーの寿命を延長させることができ、製造費用が少なく、組み立てが容易でサイズが小型化され、非凝縮条件で最大の熱効率を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

添付した図面の図1は、本発明の代表的な実施形態に従った燃焼特性曲線(過剰空気比と一酸化炭素(CO)の関係図表)を示した図面であり、図2は、本発明の代表的な実施形態に従ったCO₂濃度と露点温度の関係を示した図面である。

【0015】

図1には、バーナーの安定的な燃焼(即ち、不完全燃焼により発生するCOの発生量が最少

10

20

30

40

50

になる場合の燃焼)のために必要な過剰空気比の範囲が提示されている。

【0016】

図2を説明すると、油燃料を用いる場合において、 CO_2 が10.5 (vol) % (体積%) の場合には約43℃で凝縮水が作られるのであり、過剰空気量が減少して排気ガス中の CO_2 の量が13.5 (vol) %である場合には約47℃で凝縮水が作られる。その結果、凝縮水による水分と排気ガス中の硫化物(油の場合)や窒素酸化物(ガスの場合)とが反応して生成されたpH 2~4程度の酸性液体により、熱交換器の腐食の確率が高まるようになるのである。

【0017】

凝縮水形成可能温度である43℃または47℃は相対的なもので、ボイラーの稼動中の循環水温度が48℃であると、排気ガス中の CO_2 が13.5(vol) %の場合や、10.5(vol) %の場合には凝縮水が作られない。ボイラーの稼動中の循環水温度が45℃であると、排気ガス中の CO_2 が13.5(vol) %の場合には凝縮水が作られ、 CO_2 が10.5(vol) %の場合には凝縮水が作られないのであり、ボイラーの稼動中の循環水温度が40℃であると、排気ガス中の CO_2 の量が13.5 (vol) %の場合や10.5 (vol) %の場合にも凝縮水が作られる。

【0018】

他方、ガス燃料を用いる場合において、 CO_2 が6(vol) %である場合には、約45℃で凝縮水が作られるのであり、過剰空気量が減少して排気ガス中の CO_2 が10.5(vol) %である場合には、約57℃で凝縮水が作られる。その結果、凝縮水による水分が排気ガス中の窒素酸化物と反応したpH2~4程度の酸性液体により熱交換器の腐食の確率が高まる。

【0019】

凝縮水形成可能温度である45℃または57℃は相対的なもので、ボイラー稼動中の循環水の温度が60℃であると、排気ガス中の CO_2 が6(vol) %の場合や10.5(vol) %の場合にも凝縮水が作られない。ボイラーの稼動中の循環水温度が50℃であると、排気ガス中の CO_2 が10.5(vol) %の場合には凝縮水が作られるが、6(vol) %の場合には凝縮水が作られないのであり、ボイラーの稼動中の循環水温度が40℃であると、排気ガス中の CO_2 が6(vol) %の場合や10.5(vol) %の場合には、凝縮水が作られるのである。

【0020】

[運転方法]

以下、添付したそれぞれの図面を参照して非コンデンシングボイラーの詳細な運転方法を説明する。

【0021】

コンデンシングではない一般的なボイラーにおいて、熱効率を高めるためには排気ガスからの熱損失を最小化しなければならない、このような目的を達成するためにはバーナーに供給される空気量をできる限り少なくしなければならない。換言すると、必要以上に多くの空気量を供給する場合には、燃焼後に残った空気が排気ガスの形態で外部へ放出されて熱損失が増加するため、必要以上の空気を供給するのは熱効率を高めることはなく障害要因として作用する。

【0022】

一方、理想的に燃料が完全燃焼されるために必要な正確な空気量(酸素量)は完全燃焼方程式から算定することができるが、これは理想的な燃焼条件下で可能なことであるため、実質的には完全燃焼に必要な空気量より多量の空気を供給して燃焼させる。このような過剰空気比(λ = 実際の空気量 / 理論空気量)と燃焼特性の関係は、バーナーの種類によって異なるが、一般的に図1のような関係を有する。

【0023】

前記図1を参照すると、過剰空気比(λ)が約1.2~3の範囲内でCOの発生量が最少になる安定燃焼領域に属するようになり、バーナーの安定的な燃焼のためには特定の過剰空気以上(図1で λ が1.2以上)が供給されなければならないのが分かる。従って、熱効率を高めるためにバーナーに供給される空気量を減らす場合、所定量を下回った空気を供給することは勧められない。

【0024】

また、バーナーに供給される空気量を減少させることにより最小限の過剰空気(図1で λ が1.2)を供給してバーナーの安定的燃焼を可能にするとしても、熱交換器は他の制約を受ける。即ち、排気ガスによる熱損失を最小化し熱効率を増加させるために過剰空気を特定量以下に供給する場合、排気ガス中の燃焼生成物中 H_2O の比率(%)が増加するようになって、排気ガスの水蒸気圧が相当に高い温度での飽和水蒸気圧より高くなることにより凝縮現象が容易に発生するようになる。

【0025】

従って、この場合には凝縮水の発生を防止するためには、供給される空気量の増加により制御すべき必要性がある。

【0026】

結局、本発明は、燃料の種類および循環水の温度に基づいて熱効率を向上させるために過剰空気比を減少させ、その減少された過剰空気比が安定燃焼領域内であると同時に、凝縮が発生しない最適な過剰空気比を設定し得るようにフィードバック制御することにより、ボイラーの非凝縮条件下で最大の熱効率を得るための非コンデンシングボイラーの運転方法を提供する。

【0027】

次に、本発明によりボイラーが運転される過程で熱効率の上昇と凝縮水の発生に影響を及ぼすパラメータおよび各パラメータ間の関係について説明する。

【0028】

先ず、ボイラーの熱効率を上昇させるためには、前記の通り過剰空気の供給量を減少させなければならない。このように、過剰空気の供給量が減少されると排気ガス中の CO_2 の濃度および H_2O の濃度が増加するようになり、逆に過剰空気の供給量が増加すると排気ガス中の CO_2 の濃度および H_2O の濃度は減少するようになる。

【0029】

図2は、本発明の代表的な実施形態に従った CO_2 濃度と露点温度の関係を示した図面であり、図2から分かる通り、熱効率上昇のために過剰空気の供給量を減少させると、排気ガス中の CO_2 濃度が増加するようになり、この際、露点温度もまた上昇するようになる。これは絶対的な CO_2 の量は一定であるが過剰空気の供給量が減少したため、排気ガスの総体積に対する CO_2 の濃度が増加するようになるのである。熱交換器へ供給される循環水の温度が露点温度を下回る場合、熱交換器の表面で凝縮が発生し、これによって熱交換器の腐食が進行する。露点温度が上昇することは、ボイラーの稼動中に循環水の温度が露点温度以下である可能性も高いことを意味し、従って、熱交換器の耐久性は深刻な水準に低下するであろう。

【0030】

前記過剰空気比(λ)、 CO_2 濃度、および H_2O 濃度の関係を燃焼方程式により説明すると次の通りである。以下、燃料の種類が天然ガス(CH_4 が主成分)である場合について説明する。(1)完全燃焼方程式($\lambda=1$ の場合)

【0031】

【数1】

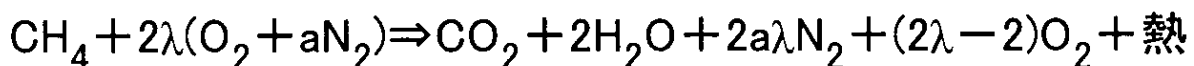


【0032】

(2)過剰空気比(λ)が変わる場合の比例式

【0033】

【数2】



【0034】

前記数式2比例式で $(2\lambda - 2)O_2$ は、過剰空気の供給により反応に供しない残存酸素量を意味し、数式1と数式2で供給される空気の成分は酸素(O_2)と窒素(N_2)のみを考慮したものである。

【0035】

前記数式2で排気ガスの総体積に対する CO_2 の相対濃度は、 $1 / (1 + 2 + 2a\lambda + (2\lambda - 2)) = 1 / (2a\lambda + 2\lambda + 1)$ になり、排気ガスの総体積に対する H_2O の相対濃度は、 $2 / (1 + 2 + 2a\lambda + (2\lambda - 2)) = 2 / (2a\lambda + 2\lambda + 1)$ になる。従って、燃焼反応後の排気ガス中の CO_2 および H_2O の絶対量は過剰空気比(λ)の変動にも拘わらず一定に維持されるが、空気の過剰供給で反応に供されない残存酸素により、全体排気ガス中の CO_2 および H_2O の相対濃度は過剰空気比(λ)に反比例するようになる。

10

【0036】

以下では熱効率を最大限上昇させることができ、凝縮の発生を防ぐボイラーの運転方法について詳述する。

【0037】

先ず、非コンデensingボイラーの熱交換器に流入する還水温度と熱交換器から流出する供給水の温度が、熱交換器入口と出口側に設置されたセンサーに感知されて制御部に送信され、還水温度と供給水温度の平均温度が制御部で算出される。

【0038】

次に、前記制御部で算出された平均温度から CO_2 の最大濃度が算出される。前記最大 CO_2 濃度は、図2のグラフから求めるが、例えば、使用燃料が天然ガスであり、循環水の現在の平均温度が $45^\circ C$ であると仮定すると、この温度で凝縮が発生する排気ガス中の CO_2 濃度は6vol%であるのが分かり、前記最大 CO_2 濃度は6vol%になる。

20

【0039】

即ち、本発明は、凝縮が発生しない範囲内でボイラーの運転ができるように過剰空気比を調節することを目的とする。過剰空気比は、前記の通り燃焼方程式から排気ガス中に存在する CO_2 濃度に反比例するため、循環水の現在温度が得られた後、その温度で凝縮が発生する CO_2 濃度が得られ、凝縮が発生する過剰空気比が前記数式2の燃焼方程式から分かるようになる。従って、過剰空気比を凝縮が発生しない範囲内で調節するのが可能になる。

【0040】

結局、前記最大 CO_2 濃度は、循環水の現在温度で凝縮が生じない最大限の CO_2 濃度を意味するものであるため、凝縮が発生しないようにボイラーを運転するためには、循環水の現在温度が $45^\circ C$ であるとき、 CO_2 濃度は6vol%以下に調節されなければならないことを意味する。

30

【0041】

この場合、図2の情報(CO_2 濃度による露点温度の関係を示した情報)は、制御部にテーブル(Table)または関数(Function)の形態で予め入力されている。前記制御部に入力されているテーブルまたは関数情報は、計算式から得られるものであるが、一つの CO_2 濃度値を選択すると前記燃焼方程式から燃料の種類による H_2O 濃度を見い出すことができ、導出された H_2O 濃度から H_2O 飽和水蒸気圧曲線で露点温度を求めるのである。このように算出された値は、油燃料および天然ガス燃料のそれぞれについての CO_2 濃度に基づいて制御部に予め

40

【0042】

前記の通り最大 CO_2 濃度が制御部で算出されると、用いられる燃料および算出された CO_2 濃度に基づいて、よる燃焼方程式(天然ガスの場合 $CH_4 + 2\lambda(O_2 + aN_2) \Rightarrow CO_2 + 2H_2O + 2a\lambda N_2 + (2\lambda - 2)O_2 + \text{熱}$)から過剰空気比(λ)が算出される。

【0043】

即ち、天然ガスを用いる場合、循環水の現在温度が $45^\circ C$ であるとき最大 CO_2 濃度は6vol%であり、 CO_2 濃度が6vol%である場合には過剰空気比(λ)は次の式から計算される。

【0044】

【数 3】

$$1/(2a\lambda + 2\lambda + 1) = 0.06(\%)$$

【0045】

次に、前記数式3で過剰空気比(λ)が算出されると、過剰空気比(λ)とCOの関係に対する情報が示された図1の燃焼特性曲線から、安定燃焼領域内に過剰空気比(λ)が存在するか否かを確認するのが燃焼の安定性のために望ましい。

【0046】

この場合、前記最大CO₂濃度から算出された過剰空気比(λ)が、安定燃焼領域の下限より小さいならば、安定燃焼領域の最小過剰空気比(λ)(図1では $\lambda = 1.2$)が制御目標値に設定される。しかし、最大CO₂濃度から算出された過剰空気比(λ)が安定燃焼領域(図1の $\lambda = 1.2 \sim 3$)内に存在すればその値が制御目標値に設定される。

10

【0047】

ここで設定された制御目標値である過剰空気比(λ)は、凝縮が発生し始める露点温度でのCO₂濃度から算出された値であるため、ボイラーの運転中に凝縮が発生しないように前記制御目標値より過剰空気比(λ)が大きくなるように空気の供給がなされなければならない。

【0048】

前記の通り、過剰空気比(λ)に対する制御目標値が算出されると、現在の燃料消費量に好適な風量(空気流量)目標値が燃焼方程式から算出される。

20

【0049】

その後、送風機の風量センサーからの測定された風量データと、前期制御目標値に設定された過剰空気比(λ)から算出された風量目標値とを比較しながらフィードバック制御(比例積分微分(PID)制御など)を実行する。

【0050】

この場合、凝縮が発生しないようにするために送風機により供給される空気量が、前記算出された風量目標値より大きくなるよう空気の供給はなされなければならないと共に、過多の空気が供給されると熱効率が減少するため、凝縮が発生しないと共に最大の熱効率を得るためには前記風量目標値が精密に制御されるべき必要がある。

【0051】

30

以上で、本発明の代表的な実施形態による非コンデンシングボイラーを運転するにおいて安定的なバーナーの燃焼のための過剰空気量を供給することができ、凝縮水になってボイラーを損傷することを回避し、効果的に熱効率を高める運転方法について説明したが、本発明の権利範囲はこれに限定されなく、特許請求の範囲に記載された事項と均等な範囲の全ての技術的思想に対し及ぶというべきであろう。

【産業上の利用可能性】

【0052】

前記の通り、本発明は非コンデンシングボイラーに適用してバーナーの燃焼のために適正な過剰空気量を供給しながらも、熱交換器に凝縮水が発生して熱交換器の損傷を回避して効果的に熱効率を高めることができる。

40

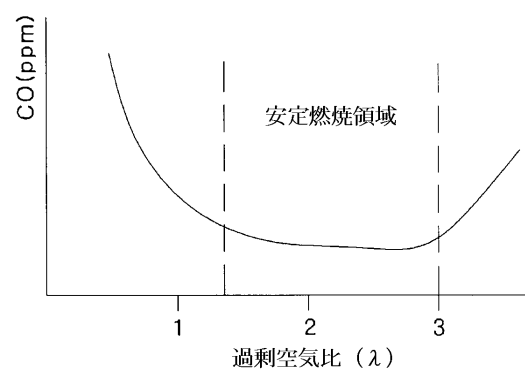
【図面の簡単な説明】

【0053】

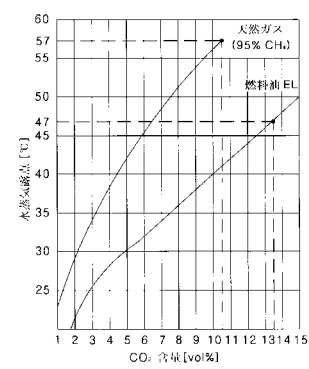
【図1】本発明の代表的な実施形態に従った燃焼特性曲線(過剰空気比と一酸化炭素(CO)の関係図表)を示した図面。

【図2】本発明の代表的な実施形態に従ったCO₂濃度と露点温度の関係を示した図面。

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 ミン タエシク

大韓民国 ソウル特別市 156-858 トンジェギク フクソクドン 79-11 ソヒ ビ
ラ 202

審査官 木村 麻乃

(56)参考文献 特開平10-246433 (JP, A)

特開平6-180117 (JP, A)

特開昭63-99452 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23N 5/00

F24H 1/00