

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3657291号
(P3657291)

(45) 発行日 平成17年6月8日(2005.6.8)

(24) 登録日 平成17年3月18日(2005.3.18)

(51) Int.Cl.⁷

F 2 3 L 1/00

F I

F 2 3 L 1/00

E

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平6-199904
 (22) 出願日 平成6年8月24日(1994.8.24)
 (65) 公開番号 特開平8-61656
 (43) 公開日 平成8年3月8日(1996.3.8)
 審査請求日 平成13年6月15日(2001.6.15)

(73) 特許権者 000005441
 バブコック日立株式会社
 東京都港区浜松町二丁目4番1号
 (74) 代理人 100076587
 弁理士 川北 武長
 (72) 発明者 瀬井 直幸
 広島県呉市宝町6番9号 バブコック日立
 株式会社 呉工場内
 (72) 発明者 森田 茂樹
 広島県呉市宝町6番9号 バブコック日立
 株式会社 呉工場内
 (72) 発明者 木山 研滋
 広島県呉市宝町6番9号 バブコック日立
 株式会社 呉工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボイラの燃焼装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ボイラ火炉壁を構成する水壁の前壁と後壁のいずれか、または両方に、付着性不燃分を含有する燃料を燃焼する複数個のバーナを設け、かつ該バーナへの燃焼用空気供給装置に空気の旋回機構を設けたボイラの燃焼装置において、バーナで燃焼する燃料の性状またはボイラ負荷に応じて燃料中不純物が付着し易い状況下で燃焼用空気供給装置からの供給空気の旋回力を調整する旋回機構制御手段を設けたことを特徴とするボイラの燃焼装置。

【請求項2】

ボイラ火炉壁を構成する水壁の前壁と後壁のいずれか、または両方に、付着性不燃分を含有する燃料を燃焼する複数個のバーナを設け、かつ該バーナへの燃焼用空気供給装置に空気の旋回機構を設けたボイラの燃焼装置において、バーナで燃焼する燃料の性状またはボイラ負荷に応じて燃料中不純物が付着し易い状況下で側壁に最も近いバーナ、またはそのバーナとその次のバーナについて、燃焼用空気供給装置からの供給空気の旋回力を他のバーナについての旋回力より小さくするか、または旋回力をかけないように調整する旋回機構制御手段を設けたことを特徴とするボイラの燃焼装置。

【請求項3】

ボイラ火炉壁を構成する水壁の前壁と後壁のいずれか、または両方に、付着性不燃分を含有する燃料を燃焼する複数個のバーナを設け、かつ該バーナへの燃焼用空気供給装置に空気の旋回機構を設けたボイラの燃焼装置において、側壁に最も近いバーナについて、バーナで燃焼する燃料の性状またはボイラ負荷に応じて燃料中不純物が付着し易い状況下で

10

20

、燃焼用空気供給装置からの供給空気の旋回方向の水壁壁面側の流れと水壁壁面に沿った上昇流が対向するように、供給空気の旋回方向を逆転させて調整する旋回機構制御手段を設けたことを特徴とするボイラの燃焼装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、ボイラの燃焼装置に係り、特に付着性燃焼灰を発生する燃料使用時においても、火炉壁への付着を防止または抑制するのに好適なボイラの燃焼装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

10

図8に従来技術のボイラの燃焼装置の系統図を示す。また、図9は図8に示したボイラのIX-IX線矢視方向水平断面の中段バーナ部についての系統図である。図8および9において、バーナ2を配置した前壁25、後壁26と、前後壁を接続する両側壁14により火炉1が形成される。図8に示すボイラではバーナ2は上中下の各段の前後壁に4個ずつ配置されている。また、バーナ2には、燃料供給装置7から燃料が燃料供給管27を経て供給される。燃料が石炭等の固体の場合は、燃料供給装置7は固体燃料（石炭）粉碎装置またはビン等であり、油などの液体の場合はタンクおよびポンプ等であり、気体燃料の場合はタンク等である。一方、燃焼用空気の供給系統は押し込み送風機10からの燃焼用空気を熱交換器（空気予熱器）9を用いてボイラ排ガスの所定の温度まで加熱したのちに、空気供給管28、ダンパ8を経て燃焼装置の風箱5に供給し、風箱内の旋回羽根3を通過させることで燃焼空気に旋回を与えてバーナ出口で前述の燃料と混合し火炉内に送り込む。

20

【0003】

従来の技術の旋回羽根3は、図10に示すように手動回転機15でコンロッド22を回転させ、旋回羽根角度を変えることができ、燃焼用空気の旋回力を調整することができる。図10において12はリンク、13は燃料管である。

従来の、バーナ2を対向する両壁面25、26に配置したボイラにおいて、微粉炭、重油等の可燃成分以外の成分（以下、不純物と記す）を含有する燃料を使用する際に、バーナ2では低NOx化を目的として、燃料と燃焼空気の混合気（以下、混合気と記す）に旋回を与えている。

【0004】

30

上記したようなボイラでは、対抗する両壁面に設けたバーナの火炎同士は衝突した後、その一部は側壁へ流れて側壁14の水壁に衝突する。水壁に衝突した火炎が不純物を含有し、しかも燃料の性状上、不純物の融点が低く付着力を有する場合は、ここに堆積しスラッシングを形成して水壁管への伝熱を阻害する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記、従来の技術は、側壁への不純物の付着に関して考慮されておらず、側壁へ不純物が付着することで側壁の伝熱特性が低下し、ボイラの熱回収能力が低下するとともに、さらに燃焼ガスが高温のまま火炉出口へ流れるため、出口付近の水壁に対する熱負荷が大きくなりすぎる等の問題があった。

40

【0006】

本発明の目的は、バーナから火炉内へ送り込まれる噴流に与える旋回力を、ボイラ負荷、燃料性状等に応じて制御し、側壁水壁部への混合気（火炎）の衝突量を少なくするか、または衝突を遅らせることで、不純物の水壁への付着量を抑制することができるボイラの燃焼装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため本願で特許請求される発明は以下のとおりである。

（1）ボイラ火炉壁を構成する水壁の前壁と後壁のいずれか、または両方に、付着性不燃分を含有する燃料を燃焼する複数個のバーナを設け、かつ該バーナへの燃焼用空気供給装

50

置に空気の旋回機構を設けたボイラの燃焼装置において、バーナで燃焼する燃料の性状またはボイラ負荷に応じて燃料中不純物が付着し易い状況下で燃焼用空気供給装置からの供給空気の旋回力を調整する旋回機構制御手段を設けたことを特徴とするボイラの燃焼装置。

【0008】

(2) ボイラ火炉壁を構成する水壁の前壁と後壁のいずれか、または両方に、付着性不燃分を含有する燃料を燃焼する複数個のバーナを設け、かつ該バーナへの燃焼用空気供給装置に空気の旋回機構を設けたボイラの燃焼装置において、バーナで燃焼する燃料の性状またはボイラ負荷に応じて燃料中不純物が付着し易い状況下で側壁に最も近いバーナ、またはそのバーナとその次のバーナについて、燃焼用空気供給装置からの供給空気の旋回力を他のバーナについての旋回力より小さくするか、または旋回力をかけないように調整する旋回機構制御手段を設けたことを特徴とするボイラの燃焼装置。

10

【0009】

(3) ボイラ火炉壁を構成する水壁の前壁と後壁のいずれか、または両方に、付着性不燃分を含有する燃料を燃焼する複数個のバーナを設け、かつ該バーナへの燃焼用空気供給装置に空気の旋回機構を設けたボイラの燃焼装置において、側壁に最も近いバーナについて、バーナで燃焼する燃料の性状またはボイラ負荷に応じて燃料中不純物が付着し易い状況下で、燃焼用空気供給装置からの供給空気の旋回方向の水壁壁面側の流れと水壁壁面に沿った上昇流が対向するように、燃焼空気の旋回方向を逆転させて調整する旋回機構制御手段を設けたことを特徴とするボイラの燃焼装置。

20

【0010】

【作用】

ボイラのバーナから噴出される混合気に旋回を与えた場合、バーナ出口から出たときの噴流の方向は、旋回のため混合気に加わる遠心力の強さにより変わってくる。旋回力が強い場合は急激に広がり、中心部は負圧となり、逆流する。通常、側壁に最も近いバーナから噴出された混合気(火炎)は、上記の遠心力のために短時間で側壁へ衝突する。しかし、不純物の融点が高い等の付着しにくい燃料を用いているときは、問題がない。同じ運転条件で、不純物の融点が高い等の不純物の付着し易い燃料を用いたとき、燃料中の不純物が十分に反応しないうちに、不純物が水壁に到達し付着する。

【0011】

しかし、本発明による旋回力の制御装置を用いると、不純物が付着し易い燃料の場合、旋回力を小さくし混合気の噴流の貫通力を強くし、火炉中央部付近で衝突させる。水壁に衝突するまでの時間が長くなるため、水壁衝突時にはすでに不純物は酸化され、付着力を失った状態で衝突し、付着することがない。さらに、前述のように、速やかに火炉中央部に混合気を送られる。火炉中央部では壁部より燃焼ガスの上昇速度が速いため、水壁に衝突する確率は格段に小さくなる。

30

【0012】

ボイラ負荷が高い場合には、当然のことながら火炉内に送り込まれる混合気量は多いため、水壁へ衝突する可能性も高い。このとき、本発明による制御方法では旋回力を適切に調整し、混合気を速やかに火炉中央部へ送り込み、火炉中央部の上昇流とともに混合気を上昇させるため、水壁に衝突するまでの時間を長くとることができる。ボイラ負荷が低い場合には、火炉容積に対する混合気の送り込み量は小さいため、混合気の水壁に到達するまでの時間は高負荷時に比較して長いため、旋回力を弱くして不純物の水壁への付着量を抑制する必要性は薄い。旋回力を強くして、低NO_x化を図る運用を行う。

40

【0013】

これら上記の操作により、ボイラ負荷の変化、燃料性状の変化に対しても、水壁への不純物の付着を抑制する運用を行うことが可能になり、火炉水壁の熱負荷の安定が図られ、安定したボイラの運用が達成できる。

【0014】

【実施例】

50

図 1 に本発明の第 1 の実施例になるボイラの系統図を示す。図 2 に図 1 に示したボイラの II - II 線矢視方向水平断面のバーナ中段部の系統図を示す。本発明のボイラの構成は基本的に火炉 1、バーナ 2、側壁 14 からなる。バーナ 2 には、燃料供給装置 7 から燃料が供給される。燃料が石炭等の固体の場合は、燃料供給装置 7 は粉碎装置（例えば石炭ミル）またはピン等であり、油などの液体の場合はタンクおよびポンプ等であり、気体燃料の場合はタンク等である。一方、燃烧空気の系統は押し込み送風機 10 からの燃烧空気を熱交換器 9 を用いてボイラ排ガスで所定の温度まで加熱したのちに、風箱 5 内に供給して、旋回羽根 3 を通過させることで燃烧空気に旋回を与えてバーナ出口で前述の燃料と混合し火炉内に送り込む。本発明ではバーナ 2 を対抗する前後壁面 25、26 に配置したボイラにおいて、微粉炭、重油等の不純物を含有する燃料を燃料として用いるバーナ 2 では、低 NOx 化を目的として混合気に旋回を与えている。本発明においては旋回羽根 3 は図 3 に示すように電動機 4 で駆動し、制御装置 6 から指令することで旋回羽根 3 の角度を変えることができ、旋回力を調整できる。上記のボイラでは、燃料の性状上、不純物の融点が低く付着力を有する場合、または負荷上昇等、すなわちスラッシング特性が悪い場合に対して旋回力を小さくするように調整する。この動作により、対抗するバーナの混合気と衝突した後、側壁側への流れは前述の動作前よりも軽減されるとともに、側壁到達までの時間が長くなり、十分に燃烧酸化される。この作用で、側壁へ付着する不純物を抑制できる。図 4 は、本実施例における混合気の流れを模式的に示した説明図である。

【0015】

図 5 に本発明の第 2 の実施例の概略図を示し、ボイラにおける各バーナの燃烧空気の旋回方向 17 のパターンを示している。従来のバーナの同一水平段における各バーナの燃烧空気の旋回パターンの例を図 11、12 に示すが、側壁に最も近いバーナのうち図 12 において符号 30 で示すような側壁部の旋回のパターンを持つものがあったが、この場合側壁側の燃烧ガス上昇流 18 がバーナでの旋回流と合成されることで上昇流速が上昇し（図 13 参照）、圧力が下がり、バーナ噴流が側壁側へ移動し水壁に衝突し易くなった。これに対し、本発明では図 5 の実施例で示したように燃料の性状やボイラ負荷に応じて、燃料中不純物が付着し易い状況下において、旋回方向を逆転する。旋回方向を逆転すると図 6 に示す側壁部の旋回パターンのように側壁側に圧力が高い領域 19 が生まれ、バーナからの混合気の噴流 16 は火炉の中心方向 20（低圧力範囲）へ向く。この動作により、不純物の付着を抑制することが可能になる。

【0016】

図 7 に本発明の第 3 の実施例になるバーナの旋回力を示す。燃料中不純物の水壁への付着が特に問題になるのは側壁近傍である。燃料中不純物の付着が懸念される運用については側壁近傍のバーナの旋回流を他のバーナに比し小さくすることで貫通力を強くし、不純物の付着を軽減する。

本発明の運用方法としては、燃料の性状から、例えば石炭の場合、灰の軟化温度および熔融温度とボイラの水壁表面の温度の関係から制御機構を構成することができる。すなわち、灰の軟化温度と熔融温度の中間に水壁の表面温度がある場合、灰の付着力が大きくなるため、旋回力を小さくして混合気の貫通力を大きくし、水壁への衝突する混合気の流量を軽減するとともに、衝突までの時間を長くする。

【0017】

また、ボイラ負荷が高い場合も同様のことがいえ、衝突までの時間が短いため、旋回力を小さくし、衝突までの時間を長くする等の制御方法が考えられる。

旋回力と灰の付着の関係を検証するため、大型試験炉を用いて旋回力と灰の付着量との関係を試験した結果を図 14 に示す。試験結果は横軸に旋回の強さを表わす無時限数であるスワール数（以下、Sw 数と記す）を用い、縦軸に灰の付着量を水壁面積当たりの灰の付着量を用いた。以下に、Sw 数の定義を示す。

【0018】

【数 1】

Sw 数 = 角運動量 / (並進運動量 × 半径)

10

20

30

40

50

本試験に用いた試験装置ではSw数を0.2から0.25の間に設定した場合、石炭が完全に燃焼しきれずに水壁に衝突し、灰付着し易い状態が始まり、これ以上のSw数では灰付着量は多くなる結果となった。また、灰付着量は旋回方向にも大きく影響される。図6と図13に側壁に最も近いバーナでの旋回方向を逆にした場合の旋回方向と上昇流の関係を示しているが、図13の旋回方向では水壁部の上昇流が助長され、流速が上がり、圧力が低下する領域が側壁部に形成される。さらに、隣接するバーナとの間の上昇流は抑制され、流速が下がり、圧力が増加する。このため、水壁部へ噴流が曲がり噴流が水壁へ衝突し易くなる。逆に、本発明になる図6の旋回方向では水壁側の圧力が上がり、隣接するバーナとの間の圧力が下がるため、バーナ噴流は水壁から離れるため、灰の付着が軽減される。前述の試験装置を用いて側壁に近いバーナから噴射される燃焼空気の旋回方向を逆にしたテストを行った。このときの灰の付着量を見ると図15に示すようになった。

10

【0019】

なお、上記説明では燃焼空気の内容については説明しなかったが、燃焼排ガスなどが混合された空気も当然含む。

また、本発明は前後壁とともにバーナを対抗して設けるものにおいて最も効果を発揮するが、前壁または後壁のいずれか一方のみにバーナを設けたものについても効果があることはいうまでもない。

【0020】

【発明の効果】

本発明によれば、水壁への不純物の付着を抑制でき、水壁による熱回収機能を損なうことなくボイラを運用できる。また、ボイラ火炉出口付近の熱負荷が大きくなりすぎるなどの不都合を防止できる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例になるボイラの全体系統図。

【図2】図1に示したボイラの中段バーナ段の水平断面の系統図。

【図3】本発明の実施例における旋回羽根の拡大断面図。

【図4】本発明実施例における混合気流れを模式的に表わす説明図。

【図5】本発明の第2の実施例の説明図であり、バーナの燃焼空気の旋回方向の模式的説明図。

【図6】本発明の第2の実施例になる混合気流れの模式的説明図。

30

【図7】本発明の第3の実施例になる燃焼空気の旋回力を模式的に表わす説明図。

【図8】従来例を示すボイラの系統の説明図。

【図9】図8におけるボイラの中段バーナ段の水平断面の系統説明図。

【図10】従来例を示す旋回羽根の拡大断面図。

【図11】従来例を示す混合気流れの模式的説明図。

【図12】従来例を示す燃焼空気の旋回方向の模式的説明図。

【図13】従来例を示す混合気流れの模式的説明図。

【図14】旋回力と灰付着量の試験結果を表わす説明図。

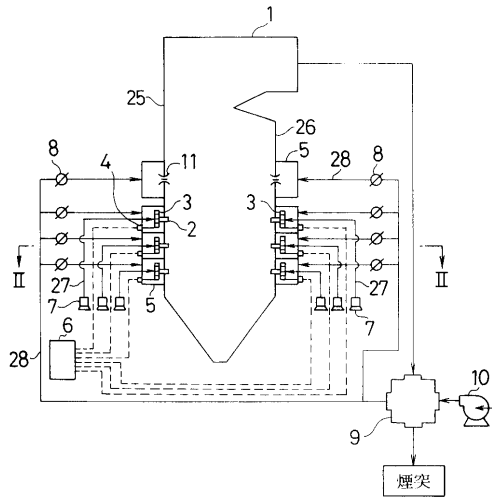
【図15】旋回方向と灰付着量の試験結果を表わす説明図。

【符号の説明】

40

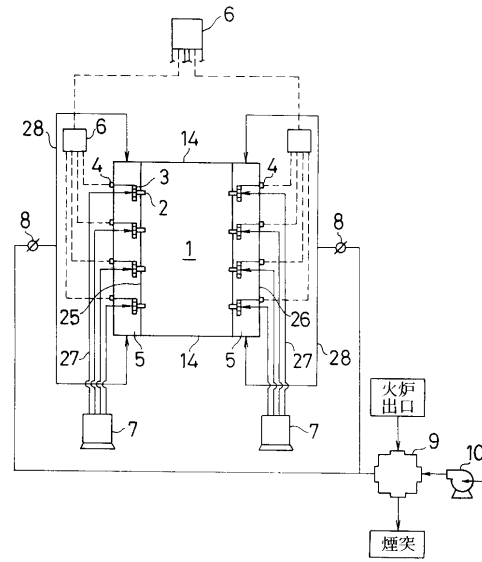
1 ... 火炉、2 ... バーナ、3 ... 旋回羽根、4 ... 電動機、5 ... 風箱、6 ... 制御装置、7 ... 燃料供給装置、8 ... ダンパ、9 ... 熱交換器（空気予熱器）、10 ... 押し込み送風機、11 ... アフタエアポート、12 ... リンク、13 ... 燃料管、14 ... 側壁、15 ... 手動回転機、16 ... 噴流、17 ... 旋回方向、18 ... 上昇流、19 ... 高圧力範囲、20 ... 低圧力範囲、21 ... 測定点、22 ... コンロッド、25 ... 前壁、26 ... 後壁、27 ... 燃料供給管、28 ... 空気供給管。

【図 1】



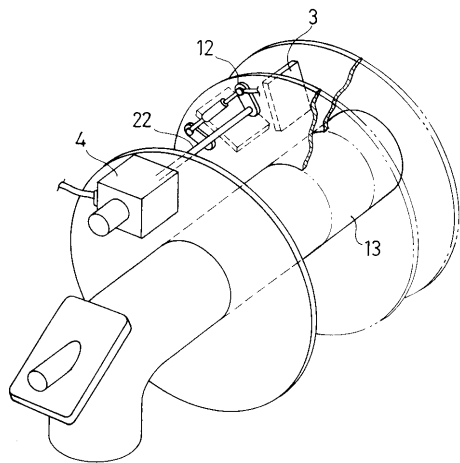
- | | |
|-----------|--------------|
| 1: 火炉 | 8: ダンパ |
| 2: バーナ | 9: 熱交換器 |
| 3: 旋回羽根 | 10: 押込み送風機 |
| 4: 電動機 | 11: アフタエアポート |
| 5: 風箱 | 25: 前壁 |
| 6: 制御装置 | 26: 後壁 |
| 7: 燃料供給装置 | 27: 燃料供給管 |
| | 28: 空気供給管 |

【図 2】



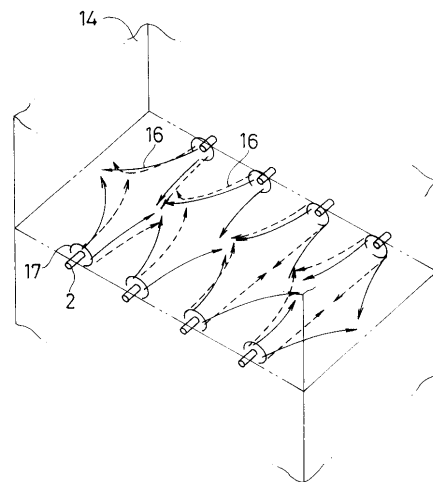
14: 側壁

【図 3】



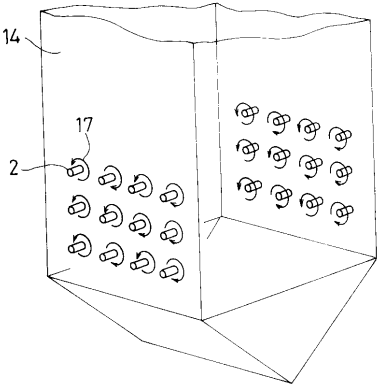
- | |
|-----------|
| 3: 旋回羽根 |
| 4: 電動機 |
| 12: リンク |
| 13: 燃料管 |
| 22: コンロッド |

【図 4】

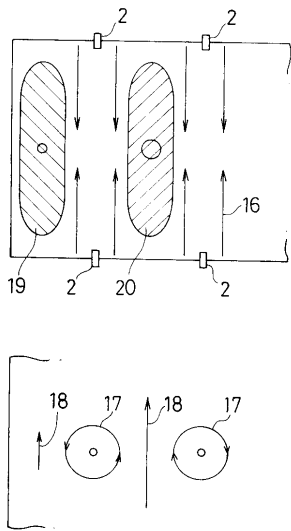


- | |
|----------|
| 2: バーナ |
| 14: 側壁 |
| 16: 噴流 |
| 17: 旋回方向 |

【 図 5 】

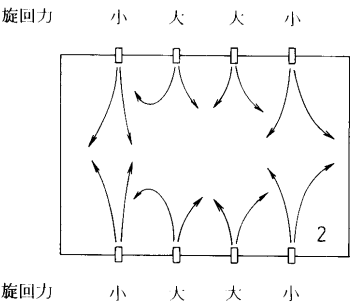


【 図 6 】

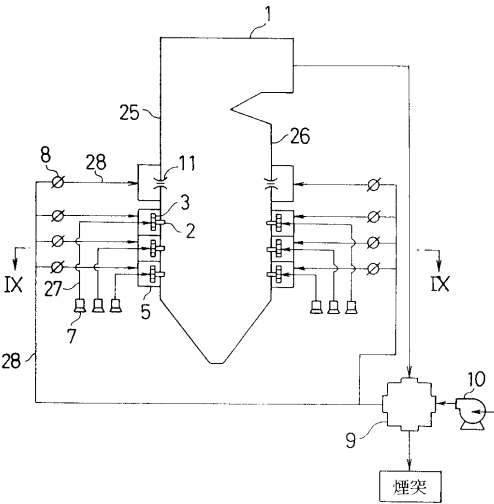


2 : バーナ
16 : 噴流
17 : 旋回方向
18 : 上昇流
19 : 高圧力範囲
20 : 低圧力範囲

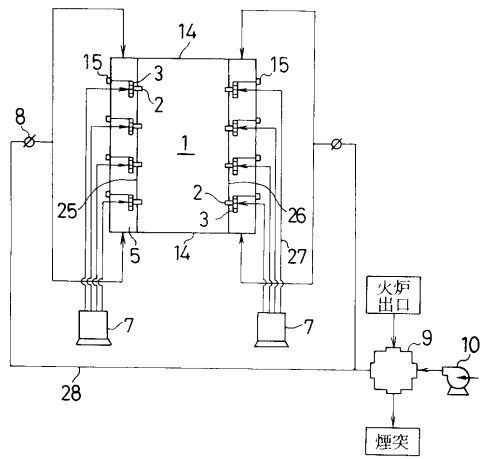
【 図 7 】



【 図 8 】

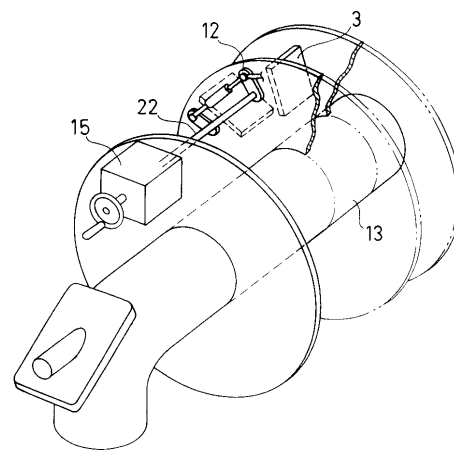


【図 9】



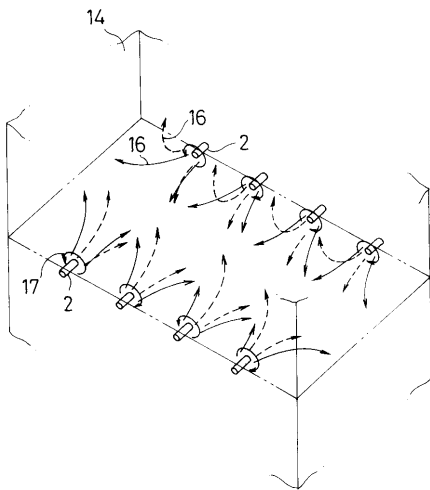
15：手動回転機

【図 10】

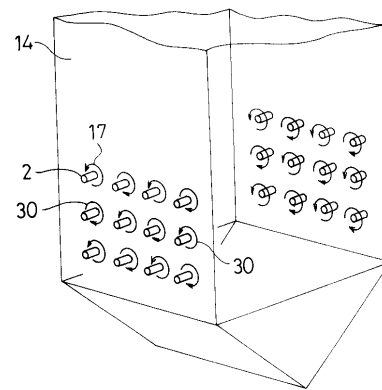


15：手動回転機

【図 11】

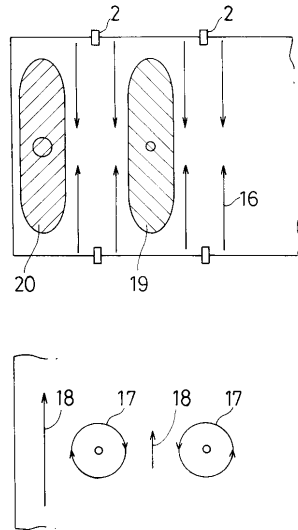


【図 12】

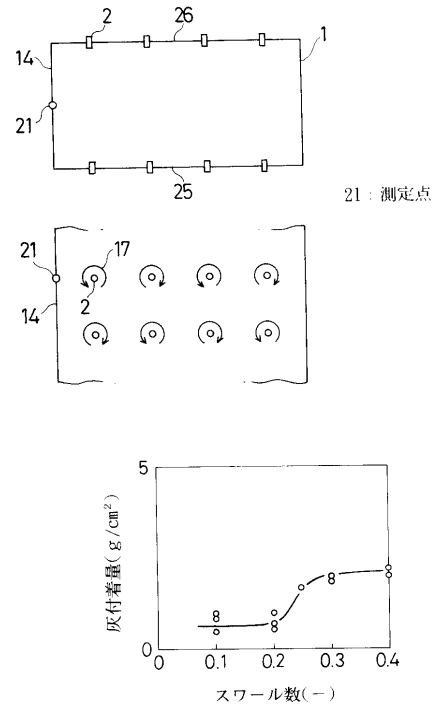


30：旋回パターン

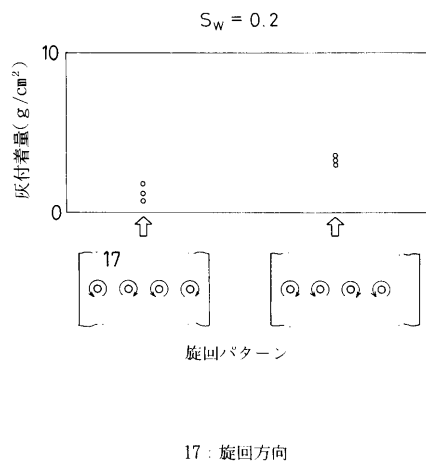
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

審査官 松下 聡

(56)参考文献 特開平04-009511(JP,A)
特開平06-147459(JP,A)
特開昭57-090517(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
F23L 1/00