

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4600901号
(P4600901)

(45) 発行日 平成22年12月22日(2010.12.22)

(24) 登録日 平成22年10月8日(2010.10.8)

(51) Int.Cl.	F 1
F 27 B 9/02	(2006.01) F 27 B 9/02
F 27 B 9/04	(2006.01) F 27 B 9/04
C 04 B 35/64	(2006.01) C 04 B 35/64 Z
F 27 B 9/26	(2006.01) F 27 B 9/26

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-523507 (P2000-523507)
(86) (22) 出願日	平成10年11月16日 (1998.11.16)
(65) 公表番号	特表2001-525531 (P2001-525531A)
(43) 公表日	平成13年12月11日 (2001.12.11)
(86) 国際出願番号	PCT/US1998/024385
(87) 国際公開番号	W01999/028689
(87) 国際公開日	平成11年6月10日 (1999.6.10)
審査請求日	平成17年9月29日 (2005.9.29)
(31) 優先権主張番号	60/067,105
(32) 優先日	平成9年12月2日 (1997.12.2)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

(73) 特許権者	397068274 コーニング インコーポレイテッド アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148 31 コーニング リヴァーフロント ブ ラザ 1
(74) 代理人	100073184 弁理士 柳田 征史
(74) 代理人	100090468 弁理士 佐久間 剛
(72) 発明者	ダル, アラン ティー アメリカ合衆国 ニューヨーク州 149 03 エルミラ サバーバン ドライヴ 45

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】セラミックハニカム体焼成用トンネルキルン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セラミックハニカム構造体を焼成するためのトンネルキルンにおいて：

前室領域、前記前室領域の下流に配置された炭素質材料放出領域及び前記炭素質材料放出領域の下流に配置された焼結領域；

焼結される材料を前記キルンを通して搬送するために適合された複数の台車；

前記炭素質材料放出領域または前記前室領域に 20 % より少ない O₂ を含む低酸素含有ガスを導入するための配ガス系統；
を含み、

前記配ガス系統が、燃焼バーナー部、台車下部、天井配置部および側壁部のうちのいずれかを組合せた位置に配置されて前記炭素質材料放出領域の内部に通じる注入部に連通した複数のコンジットを含み、

前記配ガス系統が、前記複数のコンジット内の前記低酸素含有ガスの導入量を独立に調節できるように構成されていることを特徴とするトンネルキルン。

【請求項 2】

前記注入部が、前記炭素質材料放出領域において、前記燃焼バーナー部、前記台車下部、前記天井配置部および前記側壁部に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載のトンネルキルン。

【請求項 3】

前記配ガス系統が、前記前室領域に通じる注入部に通じるコンジットをさらに含むこと

を特徴とする請求項 1 記載のトンネルキルン。

【請求項 4】

前記低酸素含有ガスが濃縮された窒素またはCO₂であることを特徴とする請求項 1 記載のトンネルキルン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本出願は、Alan T. Dull および Thomas S. Hinkle による、セラミックハニカム体焼成用トンネルキルンと題する、1997年12月2日に出願された米国仮特許出願第60/067,105号の特恵を主張する。

【0002】

本発明はセルラ型セラミック体の焼成に適合された焼成キルンに関し、さらに詳しくは、有機物を多量に含有する問題のあるバッチからのセルラ型セラミック体の焼成に適合された焼成キルンに関する。

【0003】

発明の背景

ハニカム形状のセラミック製品ないしセラミックハニカム構造体、すなわちセルラ型セラミック体は、セラミック材料を水並びに、可塑化されたバッチを形成するための押出助剤及び成形助剤を含む種々の炭素質材料と混合することにより生セラミック素地を作成し、この生素地を可塑化バッチの押出しによりハニカム形状のセラミック素地に成形し、最後に焼成炉内でこのハニカム形状セラミック素地を既定の温度で焼成することによりつくられた。

【0004】

ハニカム構造体の上記焼成に用いられる押出助剤及び成形助剤には特に、メチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ポリビニルアルコール、ステアリン酸アルカリ等のような、有機結合剤及び可塑剤及び潤滑剤が含まれる。さらに、グラファイトのようなその他の炭素質材料が細孔形成剤としてバッチに含められてきた。

【0005】

炭素質材料の放出または炭素質材料の分解が、大量の熱を放出する酸化すなわち発熱反応であることが知られている。発熱反応は初め成形品の表層すなわち外側部分でおこり、セラミック体の外側部分がコアより温度が高い初期温度差を生じる。引き続いて、表層すなわち外側部分の発熱反応は終結し、発熱反応領域はウエアの内部に進んでゆく。一般的な基体は良好な絶縁体であるセラミック材料、例えばコーデュライトからなり、多数のチャネルを含むセルラ構造をもつから、伝導または対流のいずれによってもセラミック体から熱を効率的に除去することは容易ではない。さらにセルラ構造のために表面積がかなり大きく結合剤の焼成雰囲気中のO₂との反応が促進されるため、上記の内部発熱の影響がさらに悪化する。その結果、炭素質材料放出中にセラミック体は正または負の温度差をもつ。すなわちセラミック体のコア温度は表面及び/または表面近傍のセラミック温度より高くなるあるいは低くなる。有機結合剤等のような炭素質材料では100~600の温度範囲でおこり、生セラミック素地が例えばグラファイトを含んでいれば、500~1000の温度範囲でおこる上記発熱反応により、成形品の内側と外側の間にかなりの温度差が生じる。成形品内のこの温度差により成形品にクラックを生じさせ得る応力がセラミック体に発生する。この現象は大型セルラセラミック成形品あるいは多量の有機材料を含有する成形品で特に著しい。

【0006】

上記温度差及びその結果生じるクラックの発生及び成長を制御し抑止するための技法がよく知られている。そのような技法の1つは、燃焼バーナーで空気を過剰に用いてバーナー炎の温度を低めて製品の温度勾配を小さくする炎を生じさせ、付随してウエア加熱速度を遅くすることを含む。しかし非常に過剰な空気は雰囲中に含まれる有機物と反応する酸素を望ましくない比率まで高め、よって放出を加速し、内部発熱反応を強める。したがって有機物放出中に発生する温度差の最小化は、非常に時間のかかる焼成スケジュール、ある

10

20

30

40

50

いはまたキルン内の特定のウエアに慎重に適合させた焼成スケジュールにより達成されなければならない。

【0007】

炭素質材料放出に影響を及ぼすための周期キルンにおける雰囲気制御の使用は一般に知られている。例えば、米国特許第4,404,166号（ウィーチ・ジュニア（Wiech, Jr.））、第4,474,731号（ブラウンロー（Brownlow）等）、第4,661,315号（ウィーチ・ジュニア等）、及び第4,927,577号（オオタカ（Ohtaka）等）を参照されたい。これらの特許の方法は周期キルンで用いるに十分有効であることが示されていたが、かなりの大気（酸素20.9%）が焼成雰囲気に流入することから、トンネルキルンでは有効ではないと一般に考えられている。

10

【0008】

比例焼成の代わりとしてのパルス焼成技術の使用も、周期キルンにおいて温度勾配を制御し抑制する方法として開示された。パルス焼成は高温焼成バーナー出力条件及び低温焼成バーナー出力条件のみを使用し、相当量の過剰空気（酸素）を使用することなく加熱速度を下げる。例えば、高出力焼成状態と低出力焼成状態を交互に行うバーナーを有する炉を用いてセラミック成形体を焼成する方法を開示している、ヨーロッパ特許出願第0709638号を参照されたい。この焼成技術の使用は周期キルンである程度有効でありクラックの発生の低減が得られてはいたが、このパルス焼成技法をトンネルキルンに用いる場合には難点がある。トンネルキルンの開放性のため、キルンの有機物放出区域への大気進入を別の方法によって抑制する必要がある。

20

【0009】

したがって本発明の目的は、高品質でクラックのないセラミックハニカム構造体の焼成に用いるための改善されたトンネルキルンを提供することにより、上述した従来技術の問題を解決することにある。

【0010】

発明の概要

本発明の目的は上述の問題を排除し、より短時間の焼成サイクル及び低減された生ハニカム構造体素地の内側部分と外側部分との間の温度差を維持することができ、よって、クラックがより少ないセラミックハニカム構造体を製造できる、セラミックハニカム構造体焼成用トンネルキルンを提供することにある。

30

【0011】

本発明に従うセラミックハニカム構造体焼成用トンネルキルンは、前室領域、前室領域の下流に位置する炭素質材料放出領域及び炭素質材料放出領域の下流に位置する焼結領域を含む。本キルンは、焼成される材料のキルンを通しての搬送に適合した、連結キルン台車を含む。本キルンの独自性は、約20%より少ないO₂を含む、酸素含有量が少ないガスを、キルンの炭素質材料放出領域の焼成雰囲気にそれぞれが運んで導入することができる複数の導入部を有するガス分配及び導入系統にある。

【0012】

上記プロセスにおいては、ガスが運ばれて導入され、よって放出領域の高O₂雰囲気を置換できるようにキルンが設計されているから、本キルンを用いる焼成プロセスでは軽減された生セラミック素地の表層-コア間温度差が得られる。言い換えれば、本キルンは熱変形及びクラック発生がはるかに少ない焼成セラミックハニカム体の製造により一層適合されている。

40

【0013】

発明の詳細な説明

本発明をより良く理解するために、添付図面を参照する。

【0014】

本発明は、炭素質材料放出の結果としてのどのような有害な影響も実質的に与えることのない、ハニカムセラミック構造体を焼成するためのキルン装置を提供する。図1は、本発明に従うトンネルキルンの実施の形態を示す縦方向の略図である。この実施の形態におい

50

て、トンネルキルン 10 は前室領域 12、前室領域の下流に位置する炭素質材料放出領域 14、及び放出領域の下流に位置する焼結領域 16 を含む。図 1 のキルンの内部は、生セラミックハニカム構造体素地を焼成できる一組の燃焼バーナーのような、複数の（図示されていない）ヒーターにより加熱される。セラミックハニカム体は焼成される材料をキルンを通して搬送するように適合された連結キルン台車 18 に載せられる。

【0015】

ここで図 2 を参照すると、トンネルキルンの放出領域 14 及び前室領域 12 の構成の上面図がとりわけ示される。このトンネルキルンはさらに、酸素含有量の少ないガス、好ましくは体積にして約 20% より少ない酸素を含むガスを放出領域 14 に導入するための配ガス系統 20 を含む。また配ガス系統 20 は、前室領域 12 に前記ガスを導入または注入するように構成される。放出領域 14 は定められた温度範囲、例えば有機結合剤を含むセラミック体に対しては 100 ~ 600 での炭素質材料放出をカバ - する。放出領域の温度範囲はトンネルキルンで焼成されるセラミック材料の種類に応じて広げることも狭めることもできる。例えば有機結合剤に加えてグラファイトを含むセラミック材料に対しては、放出領域の温度範囲は（1000 まで）広げられる。

10

【0016】

トンネルキルンの配ガス系統は一般に、それぞれ長さが異なり、個別に配管された、それが少なくとも 1 つの注入部に有効に通じる一連の配ガスコンジットを含み、前記注入部はさらにキルンの炭素質材料放出領域及び / または前室領域の内部に有効に通じる。これらのコンジット及び連結注入部を介することにより、炭素質材料放出領域の焼成雰囲気中に存在する酸素量を減少させるように、酸素含有量の少ないガスを前記領域の焼成雰囲気に導入できる。トンネルキルンの内部と通じるように設計された注入部は、放出領域内の以下の位置：キルン台車下、燃焼バーナー、キルン天井、またはキルン側壁のいずれか 1 つに置かれるかまたはこれらが組み合わせて置かれる。

20

【0017】

図 2 をさらに参照すると、配ガス系統の好ましい実施の形態が示される。配ガス系統 20 は、それが指定された単一の位置で放出領域に通じる複数の注入部を有する一連のコンジット 22, 24, 26, 28, 及び 30、すなわち、同一の総体的領域に配された複数の注入部をそれがもつ別々のコンジットを含む。詳しくは、配ガス系統は：（1）前室に注入位置 32 をもつコンジット 22；（2）台車下配置注入部 34 をもつコンジット 24；（3）入口部分のキルン天井に配された注入部 36 をもつコンジット 26；（4）バーナー内に配された注入部 38 をもつコンジット 28；及び（5）キルン側壁に配された注入部 40 と下流のキルン天井に配された注入部 42 とをもつコンジット 30 を含む。

30

【0018】

（図示されていない）別の実施の形態において、配ガス系統は相異なる位置の組合せで放出領域にそれが通じる複数の注入部を有する複数のコンジットを含むことができるすなわち、それぞれのコンジットは、付随する注入部をバーナー、台車下、キルン天井、及びキルン側壁の位置のそれぞれに有する。

40

【0019】

配ガス系統の実際の構成、それぞれの構成のタイプに対するコンジット数及び注入部の位置は、セラミック体の組成、寸法及び形状、ウエア荷重、並びにセラミック体のもつセル壁体の寸法及びセル数、並びに用いられる焼成スケジュールに基づく。

【0020】

本発明のトンネルキルン構成の利点の 1 つは、焼成雰囲気内の酸素レベル制御に許される自由度の高さである。一般に、従来のトンネルキルンの炭素質材料放出領域における酸素レベルは 12% 酸素をこえることが知られており、この酸素レベルは焼成製品に高率でクラックが発生することから問題であるとみなされている。本装置は設計のままで、問題の炭素質材料放出領域の酸素レベルを 12% 酸素より下げるよう制御できる。さらに本発明のトンネルキルン装置は、それぞれのコンジット内のガスレベルを独立に調節でき、よ

50

つて焼成雰囲気分布を調整して様々な有機物バッチについて最適の焼成雰囲気分布を与えることができるよう、注入部を介して送入されるガスを独立に調節できる。言い換えれば、上記の独立配ガスコンジット及び注入部により、酸素含有量の少ないガスの送入を必要に応じて制御し、計量供給することができる。酸素レベル及び焼成雰囲気は経験的に定められ、焼成されるセラミック体の種類または組成に依存する。

【0021】

図3及び4は、台車下注入部領域をより詳細に示す。好ましい実施の形態は、連結キルン台車18の下で、台車下に位置する注入部24及びコンジット34と有効に通じている、バッフル付“チャンバ”44のキルンへの組込みを含む。この“チャンバ”44は各キルン台車18の底面に側面板46を付け、またキルン入口またはその近くに床置きバッフル48を配置して、台車が次々にキルンを通過する際に台車が床置きバッフル48の上を通りようにすることにより、キルン台車の下に形成される。キルンの床置きバッフルは、台車長の少なくとも1ないし1.5倍をこえて、好ましくは2倍よりも長く、伸びている。例えばキルン台車の側面板間隔が5フィート(約1.5m)であれば、床置きバッフル長は少なくとも10フィート(約3.0m)より長いことが好ましい。上記比率の床置きバッフルにより、常に少なくとも2両の台車のバッフルが床置きバッフル上にあって、常に“封止状態”を形成することが保証される。

【0022】

台車下導入部に関しては、チャンバ形状及びバッフルシステムの設計が良いほど、上記台車下チャンバの封止状態は良好となる。詳しくは、チャンバ形状の設計はキルン台車のバッフル板と床置きバッフルとの間の隙間が最小限に抑えられるようになっていなければならない。すなわち床置きバッフルは、台車バッフルが床置きバッフルの上を通り際に台車バッフルが床置きバッフルに接して滑ることができるよう、(長さ及び形状が)設計される。このことにより、上記2つの封止部品間の隙間の面積は可能な限り小さく保たれ、よって“チャンバ”への導入に必要なガス量の最小化が保証される。

【0023】

ここで図2に示される前室領域、すなわちキルンの内扉と外扉の間に位置する領域について述べれば、前室注入コンジット22が、キルン前室側壁に互いに対向して配置された注入ノズルを含む二組の2つ一組の注入部32と有効に通じる。これらのノズルは独立にあるいは互いに連動して作動することができる。

【0024】

次に図2に示される燃焼バーナー導入部38について述べれば、これらの導入部は燃焼空気と直結の有効な導通、またはそれぞれのバーナーに付随する別の過剰空気用ファンとの有効な導通のいずれを含んでいてもよい。詳しくは、上記のバーナー及びバーナーに付随する燃焼空気源はキルンの放出領域に配置されて、約100～600の焼成温度範囲をカバーする。

【0025】

次に図2に示されるキルン入口天井注入部36について述べれば、コンジット26が一連の注入ノズル36と単純に通じている。これらのキルン天井部ノズルは放出領域の始まり部分に配置されることが好ましい。好ましい実施の形態においては、複数の天井注入ノズルが、天井を横切って配された4個の注入ノズルをそれぞれがもつ5つの区域からなる、放出領域の前部に配置される。このことが図2に区域1～5(Z1～Z5)として示される。屋根上再循環ファンが配置された区域においては1個のノズルがそれぞれのファンの背後に配置され、ファンのない区域ではノズルはその区域の天井を横切って同じ面で等間隔に配置される。屋根上コンジット26は全送気量を制御できる圧力制御装置を有し、一方個々のノズルのそれぞれは、ノズルのそれぞれを個別に制御できるバランス制御システムをもつ。この設計によりガス導入における自由度がさらに高められ、よって適切な焼成雰囲気を放出領域に維持できるように可変及び既定のレベルのガスを焼成雰囲気に送り得ることが保証される。

【0026】

10

20

30

40

50

下流にある別の一連の天井注入部 42 がコンジット 30 と有効に通じ、放出領域の下流部に備えられる。この構成は、区域 6 から 15 (Z6 ~ Z15) として示される、それぞれが互い違いの間隔で配置された 2 個の天井配置ノズルを含む 10 の区域からなることが好ましい。これらの天井ノズルは、トンネルキルンの側壁近くの、それぞれの（図示されていない）上部焼成バーナーの真上の天井位置に配置される。

【0027】

次に側壁導入部 40 について述べれば、側壁導入部は前記の下流に配置された天井導入部と同じコンジット 30 に有効に通じる。これらの側壁導入部は詳しくは、（図示されていない）側壁上部焼成バーナーの位置と同じ位置に配されたノズルを含む。

【0028】

先の説明と同様に、下流の天井導入部及び側壁導入部のためのコンジット 30 も、全送気量を制御する圧力制御装置並びに天井ノズル及び側壁ノズルを個別に制御できるバランス制御システムを備える。これらの側壁及び天井ノズルにより、それぞれのノズルが配置された各区域に導入されるべきガスを個別に制御でき、放出領域の後部に維持される焼成雰囲気の制御における自由度をやはり高める。

【0029】

本トンネルキルンは、同時係属出願の、同時に譲渡された米国仮特許出願第 60/067,154 号に開示される発明に従う焼成プロセス、すなわち有機物を多量に含有する問題となるバッチからのセルラセラミック体の焼成に適した方法の実施に、特に有用である。上記出願に説明される方法は概ね、有機すなわち炭素質材料を含有する生セラミックハニカム構造体素地の焼成を含み、改善された炭素質材料放出工程を特徴とする。さらに詳しくは、前記放出工程は、約 20% より少ない酸素を含む、フッ素を含まないガスを焼成雰囲気に導入または注入しながら、炭素質材料の放出を開始し十分に達成するに足る温度及び時間をもって焼成雰囲気中で生ハニカム構造体素地を焼成することを含む。炭素質材料が十分に放出されてしまえば、さらに生セラミックハニカム構造体素地の焼成ハニカム体への転化を開始し十分に達成するに足る時間及び温度をもって生素地を従来通りに焼成することができる。前記ガスは、焼成雰囲気中に存在する O_2 量が約 12% より少なくなるような速度で導入される窒素を含むことが好ましい。

【0030】

上述した本発明のキルンは、制御されない炭素質材料放出により有害な影響を受け、また前記放出中に酸素の含有量が多い雰囲気にさらされるべきではない、どのようなセラミック材料の焼成への使用にも適している。代表的なセラミック材料には、例えばコーチェライト及びアルミナ含有セラミックがあるが、これらには限定されない。

【0031】

本発明のキルン及び前述の焼成方法に詳述された方法を利用する適当な操作の一例は以下の通りである。窒素に富んだ雰囲気が、図 2 に示される前室領域及びトンネルキルンの放出領域の区域 2 ~ 12 に供給される。ここでトンネルキルンの放出領域は 15 の区域に分けられている。前室領域に、台車下導入部を介して放出領域の区域 2 及び 3 に、天井導入部ノズルを介して放出領域の区域 5 に、また単純な天井ノズルを介して放出領域の区域 6 ~ 12 に導入される窒素量が（1 時間あたりの立方フィート単位 (c f h) 及び立方メートル単位 (m³ / h) で表 I に挙げられている。窒素に富んだ雰囲気ガス、詳しくは、隔膜型酸素分離器に大気を通過させることにより生成された 97.0% の窒素を含む雰囲気ガスが、配ガス系統を介して導入される。表 I には窒素導入の結果として炭素質材料放出区域 (1 ~ 15) のそれぞれに存在する酸素の平均比率も挙げられている。これらの酸素レベルは熱変形及びクラック発生がはるかに少ない焼成セラミック体の製造に適した酸素レベルを表わしている。

【0032】

【表 1】

10

20

30

40

表 I

窒素導入部	注入ポート位置	焼成実験 1 : 窒素導入量 (cfh)	焼成実験 1 : 窒素導入量 (m ³ /h)	O ₂ (%)
前室	前室	10,000	283.2	12.9
区域 2 及び 3	台車下	5,000	141.6	12.0
区域 5	クラウンファン	4,000	113.3	10.1
区域 6	天井	2,000	56.6	--
区域 7	天井	2,000	56.6	8.4
区域 8	天井	2,000	56.6	--
区域 9	天井	2,000	56.6	11.1
区域 10	天井	2,000	56.6	--
区域 11	天井	2,000	56.6	12.0
区域 12	天井	2,000	56.6	--
区域 13				13.8
区域 15				12.8

上記の発明をその好ましい実施の形態に関して説明したが、当業者には本明細書の検討からこの実施の形態の様々な改変が明らかであることは当然であって、そのような改変は特許請求の範囲内に入るとして包含することが意図されていることを注記する。例えば導入ガスの分布及び混合に影響を与えるための様々なノズル形状及び様々な種類の低酸素含有（または無酸素）ガスの使用は、本発明の範囲内にあると見なされる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に従うトンネルキルン装置の縦方向図である

【図 2】 本発明に従うトンネルキルン装置を示す簡略な上面図である

【図 3】 本発明に従うトンネルキルン装置の放出領域の台車下チャンバ構造を示す略図である

【図 4】 本発明に従うトンネルキルン装置の放出領域の台車下チャンバ構造を示す横断面図である

【符号の説明】

- 1 0 トンネルキルン
- 1 2 前室領域
- 1 4 炭素質材料放出領域
- 1 6 焼結領域
- 1 8 キルン台車
- 2 0 配ガス系統
- 2 2 , 2 4 , 2 6 , 2 8 , 3 0 コンジット
- 3 2 前室注入部
- 3 4 台車下注入部
- 3 6 天井注入部
- 3 8 燃焼バーナー注入部
- 4 0 側壁注入部

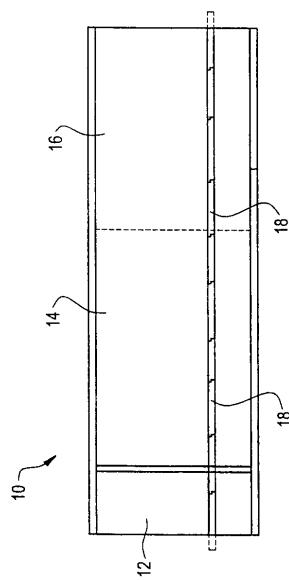
10

20

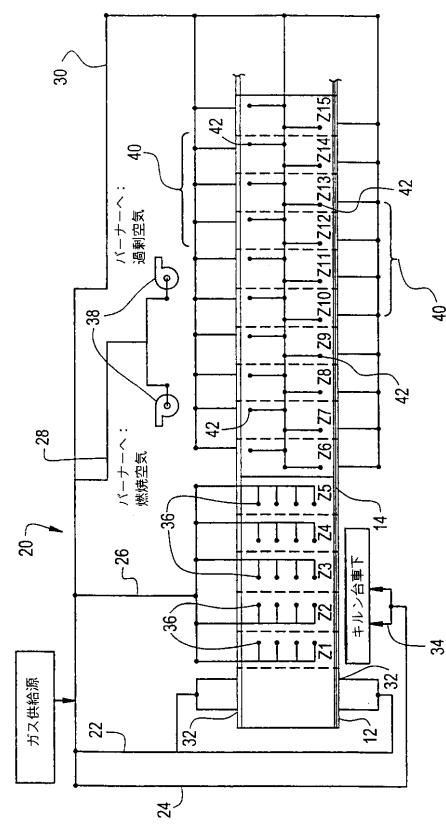
30

40

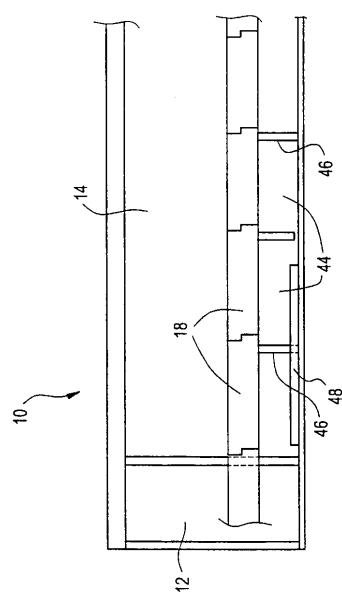
【図1】



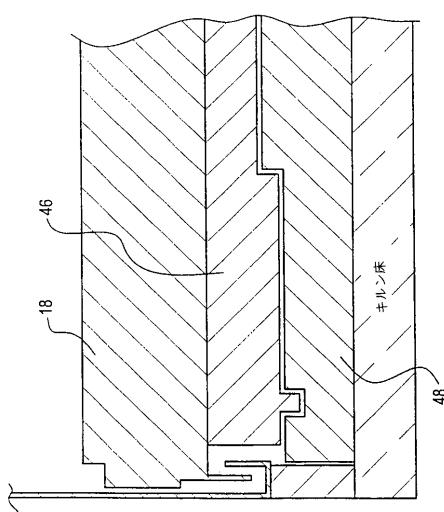
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 ハインクル, トーマス エス
アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 16901 ウエルズボロ ボックス 350 ピー アール
アール 2

審査官 浅井 雅弘

(56)参考文献 特開平07-213921 (JP, A)
特開昭63-210593 (JP, A)
特開平09-188569 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F27B 9/00- 9/40
F27D 7/00- 7/06
C04B33/32
C04B35/64