

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6236088号
(P6236088)

(45) 発行日 平成29年11月22日 (2017.11.22)

(24) 登録日 平成29年11月2日 (2017.11.2)

(51) Int. Cl.	F 1
F 2 7 D 7/02 (2006.01)	F 2 7 D 7/02 A
F 2 7 D 7/06 (2006.01)	F 2 7 D 7/06 C
F 2 7 B 17/00 (2006.01)	F 2 7 B 17/00 C
C O 4 B 35/64 (2006.01)	C O 4 B 35/64

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-541912 (P2015-541912)	(73) 特許権者	397068274
(86) (22) 出願日	平成25年11月8日 (2013.11.8)		コーニング インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2016-501356 (P2016-501356A)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148
(43) 公表日	平成28年1月18日 (2016.1.18)		31 コーニング リヴァーフロント プ
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/069066		ラザ 1
(87) 国際公開番号	W02014/078178	(74) 代理人	100073184
(87) 国際公開日	平成26年5月22日 (2014.5.22)		弁理士 柳田 征史
審査請求日	平成28年2月3日 (2016.2.3)	(74) 代理人	100090468
(31) 優先権主張番号	13/675,288		弁理士 佐久間 剛
(32) 優先日	平成24年11月13日 (2012.11.13)	(72) 発明者	ガイスマール, ベルント
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ドイツ連邦共和国 12169 ベルリン
			カーラーフィッシャーヴェーク 3カ
			ー

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次ガス圧力波焼成による改善された雰囲気制御の方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

炉内で物品を焼成する方法において、

複数の物品を少なくとも左右に隣接する前記物品同士が互いに離間するように配置してなる物品スタックを、前記炉の物品用スペース内に位置決めすること、

前記炉の前記物品用スペース内の前記物品スタックを加熱すること、

前記物品スタックを加熱する際、前記物品用スペース内の前記物品スタックの第1の側へと、第1のガスの流れを、前記物品スタックの外周囲に配置されている第1のバーナにより前記物品スタックの側面に沿って第1の流速FR1で導入すること、

前記物品スタックを加熱する際、前記物品用スペース内の前記物品スタックの、前記第1の側に対して前記物品スタックを挟んで対向している第2の側へと、第2のガスの流れを、前記物品スタックの外周囲で前記第1のバーナに対して対角線上に配置されている第2のバーナにより前記物品スタックの側面に沿って第2の流速FR2で導入すること、および

前記第1および第2のガスの流れのフロー条件を調整することにより、前記第1および第2のガスの流れの少なくともいくらかが前記物品スタックを通過して流れるように、前記物品用スペースの少なくとも一部に亘る前記炉内の圧力差を生成すること、を含んでなり、

前記第1の流速FR1と前記第2の流速FR2とは、FR1≠FR2である、方法。

【請求項 2】

10

20

前記第1のガスは、低酸素ガス、窒素、空気、二酸化炭素、一酸化炭素または水蒸気のうちの1つ以上を含む二次ガスである、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記フロー条件の調整は、前記第1の流速FR1および前記第2の流速FR2を調整することにより、前記FR1および前記FR2が10%～95%の流量差の割合を有するように、前記物品用スペースの少なくとも一部に亘る前記圧力差を生成することを含む、請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

前記物品スタックの前記第2の側へと導入される前記第2のガスは、低酸素ガス、窒素、空気、二酸化炭素、一酸化炭素または水蒸気のうちの1つ以上を含む二次ガスである、請求項1から3いずれか1項に記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本出願は、米国特許法第120条の下で、2012年11月13日出願の米国特許出願第13/675288号の優先権を主張するものであり、本明細書は上記出願の内容に依存したものであり、また上記出願の内容は参照によりその全体が本明細書に援用される。

【技術分野】

【0002】

本明細書は、炉内で物品を焼成する方法に関し、より詳細には、物品焼成中の炉の雰囲気を制御する方法に関する。

20

【背景技術】

【0003】

セラミック物品は窯または炉内で加熱される、即ち「焼成される(fired)」ことが多い。物品が正しく焼成されていないと、クラックを生じるか、そうでなければ正確な形状形成に失敗することがあり得る。焼成不良に関わる1つの問題は、各物品間に温度差がある場合等の、不均一な加熱である。これは、加熱されたガスを炉または窯の加熱スペースへと導入する場合に、加熱スペース内において、いくつかの物品が加熱されたガスの入口近くに位置決めされ、他の物品が加熱されたガスが入る場所から更に離れた加熱スペースの内側部分に位置決めされていることにより生じ得る。窯は、物品の過加熱を引き起こす高温領域、および物品の加熱不足を引き起こす低温領域を加熱スペース内に有し得る。極端な過加熱は、物品のクラックを引き起こし得る。反対に、極端な加熱不足は、形成後の物品の最終的な所望の特性に影響し得る。従って、焼成中の窯の加熱スペース全体により均一かつ制御された温度分布を有することが望ましいことがある。

30

【0004】

焼成不良に関わる別の問題は、各物品内の温度差である。焼成サイクル中に酸化および/または燃焼により（焼成を経て）除去される有機化合物を含有する物品は、多量の発熱を生成する傾向がある。この発熱は、各物品内に温度差を生成し得る。また、雰囲気中に存在する酸素は有機化合物と反応しやすいので、これにより放出が加速され、発熱反応が増進される。物品内の大きな温度差は、クラックを引き起こし得る。従って、各物品内の温度差およびクラックを最小化することが望ましいことがある。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

よって、クラックを含まない物品を製造するために、焼成サイクル中の雰囲気制御を提供する代替方法が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

一実施形態によると、炉内で物品を焼成する方法は：少なくとも1つの物品スタックを炉の物品用スペース内に位置決めするステップであって、該物品スタックは複数の物品を

50

含み、これら複数の物品は、少なくとも左右に隣接する物品が離間するよう配置される、ステップ；炉の物品用スペース内の上記少なくとも1つの物品スタックを加熱するステップ；スタックを加熱しながら、物品用スペース内の上記少なくとも1つの物品スタックの第1の側へと少なくとも1つのガスを導入するステップ；並びに上記少なくとも1つのガスのフロー条件を調整することにより、上記少なくとも1つのガスの少なくともいくらかが上記少なくとも1つの物品スタックを通して流れるように、物品用スペースの少なくとも一部に亘る炉内の圧力差を生成するステップを含んでよい。

【0007】

別の実施形態によると、窯内で物品を焼成する方法は：少なくとも1つの物品スタックを窯の物品用スペース内に位置決めするステップであって、該物品スタックは複数の物品を含み、これら複数の物品は、少なくとも左右に隣接する物品が離間するよう配置される、ステップ；窯の物品用スペース内の上記少なくとも1つの物品スタックを加熱するステップ；スタックを加熱しながら、物品用スペース内の上記少なくとも1つの物品スタックの第1の側へと、少なくとも1つのガスを第1の流量FR1で導入するステップ；並びに上記少なくとも1つのガスの第1の流量FR1を調整することにより、上記少なくとも1つのガスの少なくともいくらかが上記少なくとも1つの物品スタックを通して流れるように、上記少なくとも1つの物品スタックの少なくとも一部に亘る圧力差を生成するステップを含んでよい。

【0008】

更なる実施形態によると、窯内で物品を焼成する方法は：少なくとも1つの物品スタックを窯の物品用スペース内に位置決めするステップであって、該物品スタックは複数の物品を含み、これら複数の物品は、少なくとも左右に隣接する物品が離間するよう配置される、ステップ；窯の物品用スペース内の上記少なくとも1つの物品スタックを加熱するステップ；スタックを加熱しながら、物品用スペース内の上記少なくとも1つの物品スタックの第1の側へと、少なくとも1つのガスを第1の流量FR1で導入するステップ；スタックを加熱しながら、物品用スペース内の上記少なくとも1つの物品スタックの第2の側へと、少なくとも1つのガスを第2の流量FR2で導入するステップ；並びに第1の流量FR1を調整することにより、 $FR1 \neq FR2$ となり、かつ上記少なくとも1つのガスの少なくともいくらかが上記少なくとも1つの物品スタックを通して流れるように、上記少なくとも1つの物品スタックの少なくとも一部に亘る圧力差を生成するステップを含んでよい。

【0009】

以下の詳細な説明において、本明細書に記載の方法の更なる特徴および利点について述べるが、その一部は当業者には本説明から容易に明らかとなり、または以下の詳細な説明、請求項、および添付の図面を含む、本明細書に記載の実施形態を実施することにより、当業者には容易に理解されるだろう。

【0010】

前述の概要の説明および以下の詳細な説明の両方は、様々な実施形態を説明するものであり、請求対象の主題の本質および特徴を理解するための概観または枠組みを提供することを意図したものであることを理解されたい。添付の図面は、様々な実施形態の更なる理解を提供するために含まれているものであり、本明細書に援用され、本明細書の一部を構成する。これら図面は本明細書に記載の様々な実施形態を図示しており、説明と併せて請求される主題の原理および動作を説明する役割を果たす。可能な場合、同じまたは同様の部分について言及する際は、図面を通して同じ参照番号を使用する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1A】炉内における、ウェアスタック周りの少なくとも1つのガスの流れを図示した側面図

【図1B】図1Aの炉内における、ウェアスタック周りの少なくとも1つのガスの流れを図示した平面図

10

20

30

40

50

【図 2 A】本出願において図示および記載される 1 つ以上の実施形態による、炉内における、少なくとも 1 つの物品スタックを通る少なくとも 1 つのガスの少なくとも一部の流れを図示した側面図

【図 2 B】本出願において図示および記載される 1 つ以上の実施形態による、図 2 A の炉内における、少なくとも 1 つの物品スタックを通る少なくとも 1 つのガスの少なくとも一部の流れを図示した平面図

【図 3 A】本出願において図示および記載される 1 つ以上の実施形態による、時点 t_0 の炉内における、2 つ以上の物品スタックを通る少なくとも 1 つのガスの少なくとも一部の流れを図示した平面図

【図 3 B】本出願において図示および記載される 1 つ以上の実施形態による、時点 $t_0 + t_n$ の図 3 A の炉内における、2 つ以上の物品スタックを通る少なくとも 1 つのガスの少なくとも一部の流れを図示した平面図

【図 3 C】本出願において図示および記載される 1 つ以上の実施形態による、図 3 A の炉内における、2 つ以上の物品スタックを通る少なくとも 1 つのガスの少なくとも一部の流れを図示した側面図

【図 4 A】本出願において図示および記載される 1 つ以上の実施形態による、時点 t_0 の炉内における、2 つ以上の物品スタックを通る少なくとも 1 つのガスの少なくとも一部の流れを図示した平面図

【図 4 B】本出願において図示および記載される 1 つ以上の実施形態による、時点 $t_0 + t_n$ の図 4 A の炉内における、2 つ以上の物品スタックを通る少なくとも 1 つのガスの少なくとも一部の流れを図示した平面図

【図 4 C】本出願において図示および記載される 1 つ以上の実施形態による、図 4 A の炉内における、2 つ以上の物品スタックを通る少なくとも 1 つのガスの少なくとも一部の流れを図示した側面図

【図 5】本出願において図示および記載される 1 つ以上の実施形態による、バーナ流の変化に応じた焼成中の表面温度の変化を示すグラフ

【発明を実施するための形態】

【0012】

ここで、実施形態を図 2 A および 2 B から始まる図面に示した、物品を焼成するための改善された方法について更に詳細に述べる。

【0013】

図 1 A および 1 B は、窯のウェア用スペース内のセラミックウェア内の温度差および加熱差を最小化するため、並びにウェア用スペースに均一な雰囲気を提供するための従来技術を示す。図 1 A を参照すると、ウェア物品 (102) は、炉のウェア用スペース (106) 内のセッタ (104) 上に、各ウェア物品 (102) の間に上下左右に間隔をあけて積載された状態で示されている。本明細書中で使用する「ウェア (ware)」および「ウェア物品 (ware article)」としては、セラミックハニカムフィルタを含むセラミック物品、並びに、工業用セラミックス、衛生ウェアおよび構造セラミックス等の、通常焼成または加熱されるその他の物品を挙げることができる。ウェア物品の特定の所望のサイズおよび形状は、その用途に応じたものであってよい。「加熱スペース (heating space)」および「ウェア用スペース (ware space)」は、互換的に使用でき、ウェアを配置して加熱または焼成する炉または窯内の領域を指すことができることを更に理解されたい。

【0014】

ウェア物品 (102) は、柱 (108) に支持されるセッタ上に積載され、ウェアスタック (110) を形成する。図 1 B は、ウェア用スペース (106) の一部に亘って延在する焼成レーン (120) の間のウェア用スペース (106) 内に配置されたウェアスタック (110) を更に示す。各焼成レーン (120) は、加熱されたガスをウェア用スペース (106) へと均一に導入する。図 1 A および 1 B において、加熱されたガスの循環を矢印で示す。加熱されたガス (112) をウェア用スペース (106) に均一に導入す

10

20

30

40

50

ることにより、加熱されたガスは、ウェアスタック（１１０）を取り囲むように下向きに流れる。加熱されたガス（１１２）は、送気口（１３０）を通してウェア用スペースを出る。

【００１５】

従来技術に関わる問題は、加熱されたガスがウェア用スペースへと入り、ウェアスタックを取り囲み、その際、ほとんどの加熱されたガスが各ウェア物品の間のスペースを通らないことである。加熱されたガスのこれらのスペースへの循環不良により、いくつかのウェアが他のものよりもバーナからより多くの熱を受けるため、各ウェア物品間の温度分布が変化し得る。また、加熱されたガスの循環不良により、ウェア中に存在する有機化合物を（焼成を経て）除去する際の焼成サイクルの一部の間だけ、発熱の除去が小さくなり得る。その結果、各ウェア内の温度差が大きくなり得、これによって最終的にクラックが発生し得る。最後に、加熱されたガスの循環不足により、ウェア用スペース全体に存在する酸素のレベルが一定でなくなる場合があり、これにより、酸素レベルが高い場所では、窯内のいくつかのウェアは他のウェアよりも高い発熱反応にさらされることがある。

10

【００１６】

一実施形態では、物品を焼成する方法は：少なくとも１つの物品を窯の物品用スペース内に位置決めするステップ；上記少なくとも１つの物品を加熱するステップ；物品用スペース内の上記少なくとも１つの物品の第１の側へと、少なくとも１つのガスを導入し、上記少なくとも１つのガスの少なくともいくらかが少なくとも１つの物品スタックを通して流れるように、上記少なくとも１つの物品に亘る圧力差を生成するステップを含む。添付の図面を具体的に参照しながら、物品を焼成する様々な方法を本明細書で説明する。

20

【００１７】

ここで図２Ａを参照すると、本明細書による物品を焼成する方法が示されている。この方法では、複数の物品（２０５）を、炉の物品用スペース（２００）内のセッタ（２１０）上に位置決めし、少なくとも１つの物品スタック（２１２）を形成する。複数の物品（２０５）を、少なくとも左右に隣接する物品が離間する（２１５）よう配置する。更に複数の物品（２０５）は、複数の物品（２０５）が上下に離間する（２２０）よう配置してよい。物品（２０５）の各階層を隔てるために、セッタ（２１０）を柱（２２５）によって支持してよい。セッタ（２１０）は、より良好な熱分布または階層間の換気のための、１つ以上の貫通孔を備えてよい。あるいは、セッタ（２１０）は中実であってよい。図２Ａに示す実施形態では、セッタ（２１０）は矩形として示されている；しかしながら、他の好適な形状を使用してよく、例えば楕円、円形、正方形等のセッタを挙げることができる。

30

【００１８】

図２Ｂは、少なくとも１つの物品スタック（２１２）を形成する複数の物品（２０５）の平面図を更に示す。物品（２０５）は一般に格子状に位置決めされる。しかしながら、直線状、円形状または単なる不規則なパターンで複数の物品（２０５）を位置決めしてよいことを理解されたい。図２Ｂに示す実施形態では、少なくとも１つの物品スタック（２１２）は、最上階層に９個の物品を有している。当然、各階層が同じまたは異なる数の物品を有するよう、いずれの好適な数の物品を各階層に位置決めしてよい。また、各階層が同じまたは異なる物品の構成を有するよう、物品（２０５）を位置決めしてよいことも理解されたい。更に、炉の物品用スペース（２００）には、いずれの好適な数の少なくとも１つの物品スタック（２１２）が存在してよく、２つ以上の物品スタックを含むことができる。

40

【００１９】

少なくとも１つの物品スタック（２１２）は、第１の焼成レーン（２３０）がスタックの第１の側（２４５）に位置決めされ、第２の焼成レーン（２３５）がスタックの第２の側（２５０）に位置決めされるよう、配置される。焼成レーンは一般に、以下で更に説明するように２つ以上の物品スタックが存在する物品用スペース（２００）全体に位置決めされる。焼成レーン（２３０、２３５）は、少なくとも１つのガス（２４０）を炉の物品

50

用スペース（２００）へと導入する複数のバーナ（２３２、２３７）を備える。いくつかの実施形態では、第１の焼成レーン用バーナ（２３２）および第２の焼成レーン用バーナ（２３７）は、少なくとも１つのガスを反対方向に、かつ物品スタックに対して垂直に、それぞれの焼成レーンへと導入する。他の実施形態では、第１の焼成レーン用バーナ（２３２）および第２の焼成レーン用バーナ（２３７）は少なくとも１つのガスを同じ方向に、かつ物品スタックに対して垂直に、それぞれの焼成レーンへと導入する。各焼成レーン内の複数のバーナ（２３２、２３７）を、互いに隣接するよう配置し、炉内において異なる高さで発火させてよい。いくつかの実施例では、炉の上面付近、かつ少なくとも１つの物品スタックより上の高さに複数のバーナ（２３２、２３７）を配置してよい。しかしながら、いくつかの実施形態では、例えば炉の中央部分、炉の底部等の炉の他の部分に複数のバーナを配置してよいことを理解されたい。各焼成レーン内の複数のバーナ（２３２、２３７）を、１つの焼成レーン内で同じ方向に、または１つの焼成レーン内で反対方向に向けて発火させてよい。

10

【００２０】

バーナ（２３２、２３７）は、一次ガス、即ち燃料油を燃焼し、加熱された燃焼ガスを生成してよい。このガスは、炉の物品用スペースへと配向されるが、物品スタックまたはセッタおよび柱を含む支持設備に対して直接配向されない。バーナ（２３２、２３７）はまた、炉の物品スペースへの加熱されたガスの配向を支援するための余剰の二次ガスを供給してもよく、またはこの二次ガスを専用の非燃焼ノズルまたは開口から直接入力してよい。第１の焼成レーン（２３０）および第２の焼成レーン（２３５）からの少なくとも１つのガスは、同じでも異なってもよい。いくつかの実施形態では、上記少なくとも１つのガスは、低酸素ガス、窒素、空気、二酸化炭素、一酸化炭素または水蒸気のうちの１つ以上を含む二次ガスである。他の実施形態では、少なくとも１つのガスは一次ガスおよび二次ガスを含む。一次ガスは典型的には燃料ガスであってよく、酸素、空気、メタンまたは炭化水素燃料の他の組合せ、酸化剤およびこれらの燃焼副生成物のうちの１つ以上を含む。一般的な炭化水素燃料としては、アセチレン、ブタン、天然ガス、発生炉ガスおよび／またはプロパンが挙げられるが、これらに限定されるものではない。二次ガスは典型的には不活性ガスであり、少量の燃料ガスおよび典型的には燃焼によって発生する他の化合物（例えば一酸化炭素、二酸化炭素、水蒸気等）を更に含んでよい。二次ガスは、低酸素ガス、窒素、空気、二酸化炭素、一酸化炭素または水蒸気のうちの１つ以上を含む。更なる実施形態では、上記少なくとも１つのガスは、酸素、空気、メタンまたは炭化水素燃料の他の組合せ、酸化剤およびこれらの燃焼副生成物のうちの１つ以上を含む一次ガスである。一般的な炭化水素燃料としては、アセチレン、ブタン、天然ガス、発生炉ガスおよび／またはプロパンを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

20

30

【００２１】

図２Ａおよび２Ｂに図示した炉は、下向き通風窯である。しかしながら、本明細書に記載の方法は、上向き通風窯、横向き通風窯、マイクロ波加熱炉、ガス焚炉、輻射加熱炉または電気窯を含むがこれらに限定されない他の種類の窯と併用してもよいことを理解されたい。

【００２２】

40

更に図２Ａおよび２Ｂを参照すると、物品用スペース（２００）内の少なくとも１つの物品スタック（２１２）を、物品を適切に焼成するために必要な焼成サイクルに基づいて加熱または焼成してよい。スタックを加熱しながら、物品用スペース（２００）内の少なくとも１つの物品スタック（２１２）の第１の側（２４５）へと、少なくとも１つのガス（２４０）を導入する。図２Ａおよび２Ｂにおいて、ガスの循環を矢印によって示す。少なくとも１つのガス（２４０）のフロー条件を調整することにより、少なくとも１つのガスの少なくともいくらかが少なくとも１つの物品スタック（２１２）を通して流れるように、物品用スペース（２００）の少なくとも一部に亘る炉内の圧力差を生成する。

【００２３】

いくつかの実施形態では、物品用スペース（２００）内の少なくとも１つの物品スタック

50

ク(212)の第1の側(245)へと、少なくとも1つのガス(240)を第1の流量FR1で導入する。フロー条件の調整は、少なくとも1つのガス(240)の第1の流量FR1を調整することにより、少なくとも1つのガス(240)の少なくともいくらかが、従来の焼成方法のように主として物品スタックを取り囲むのではなく、少なくとも1つの物品スタック(212)を通して流れるように、少なくとも1つの物品スタック(212)の少なくとも一部に亘る圧力差を生成することを含んでよい。他の実施形態では、スタックを加熱しながら、物品用スペース(200)内の少なくとも1つの物品スタック(212)の第1の側(245)へと、少なくとも1つのガス(240)を第1の流量FR1で導入する。スタックを加熱しながら、物品用スペース(200)内の少なくとも1つの物品スタック(212)の第2の側(250)へと、少なくとも1つのガス(240)もまた、第2の流量FR2で導入する。フロー条件の調整は、第1の流量FR1を調整し、 $FR1 \neq FR2$ 、かつ少なくとも1つのガス(240)の少なくともいくらかが少なくとも1つの物品スタック(212)を通して流れるように、少なくとも1つの物品スタック(212)の少なくとも一部に亘る圧力差を生成することを含んでよい。上述のように、第1の焼成レーン(230)および第2の焼成レーン(235)用のバーナから導入される少なくとも1つのガスは、同じであっても異なってもよい。

【0024】

理論に拘束されることなく、圧力波による焼成により物品用スペースに亘る圧力差を生成することにより、各物品間の空間を通るガス流を増加させることができると考えられる。また、各物品間の空間を通るガス流の増加により、窯内の物品を焼成するために必要な全体のガスの量を低減できることも考えられる。ガス流の増加により、より多くの加熱されたガスがバーナから最も遠く離れた位置にある物品まで到達するため、各物品間の加熱差が低減され得る。また、窯の物品用スペース内においてより均一な温度分布が達成され、これにより物品スタックの極端な過加熱および加熱不足が回避される。従って、各物品間の加熱差を最小化することにより、クラックを低減し、黒鉛除去を改善できる。物品用スペース内の酸素レベルがより均一となり、より多量の発熱が各物品から除去されることにより、各物品内の温度差が低減されることも考えられる。各物品間の空間を通るガス流が増加するにつれて、酸素含有ガスの総量は、各物品に対してより均一に分布する。また、各物品間の空間を通るガス流の増加により、発熱除去が改善される。従って、各物品内の温度差を最小化することにより、クラックが低減される。

【0025】

窯の物品用スペース内に物品が高密度に積載される場合、特に各物品の芯領域と表面領域との間の有機化合物除去の発熱特性により、各物品に寸法の歪みが発生し得る。従って、波長による焼成は、高密度な積載条件において寸法の均一性を改善できる。また、波長による焼成によって黒鉛除去を改善できることが考えられる。黒鉛は、芯と表面との間に著しい温度差を引き起こし得る。従って、黒鉛除去は、温度差の低減による各物品のより効率的な加熱により改善され得る。改善された黒鉛除去は、多孔性の改善、および黒鉛が過剰に存在する時の熱膨張による微細構造の歪みの低減をもたらす得る。

【0026】

いくつかの実施形態では、第2の焼成レーン(235)から物品用スペース内のスタックの第2の側へとガスを導入することなく、単に第1の焼成レーン(230)から物品用スペース(200)内のスタック(212、214)の第1の側へとガスを流量FR1で導入することにより、圧力差を生成してよい。他の実施形態では、第1の焼成レーン(230)から物品用スペース内のスタックの第1の側へと、一次および二次ガスを含むガスを流量FR1で導入し、かつ第2の焼成レーン(235)から物品用スペースへと一次ガスのみを導入して、物品用スペース内のスタックの第2の側へと、第1の流量FR1より小さい第2の流量FR2で熱を提供することにより、圧力差を生成してよい。更なる実施形態では、第1の焼成レーン(230)から物品用スペース内のスタックの第1の側へと、少なくとも1つのガスを第1の流量FR1で導入し、かつ物品用スペース内の少なくとも1つの物品スタックの第2の側へと、少なくとも1つのガスを第2の流量FR2で導入

することにより（ここで、 $FR1 \neq FR2$ ）、圧力差を生成してよい。いくつかの実施形態では、 $FR1 \neq FR2$ 、 $FR1 \neq 0$ かつ $FR2 \neq 0$ である。他の実施形態では、 $FR1 \neq FR2$ 、かつ $FR1 = 0$ または $FR2 = 0$ である。

【0027】

いくつかの実施形態では、複数の焼成レーン（例えば3つ以上の焼成レーン）が存在し、少なくとも1つの物品スタックが各焼成レーンに隣接して位置決めされる。図3Aおよび3Bを参照すると、本明細書による物品を焼成する方法が示されている。この方法では、複数の物品（305）が炉の物品用スペース（300）内のセッタ（310）上に位置決めされ、少なくとも1つの物品スタック（312、314、316、318、319）を形成している。複数の物品（305）は、少なくとも左右に隣接する物品が離間するよう配置される。更に複数の物品（305）は、複数の物品（305）が上下に離間するよう配置してよい。物品（305）の各階層を隔てるために、セッタ（310）を柱（325）により支持してよい。

10

【0028】

図3Cは個々の物品スタック（312、314、316、318、319）内の複数の物品（305）の側面図を更に示す。物品スタック（312、314、316、318、319）は、左右に隣接する物品スタックが離間するよう配置される。1つ以上の第1の焼成レーン（330）および1つ以上の第2の焼成レーン（335）を、スタックの間に交互に位置決めする。焼成レーン（330、335）は、少なくとも1つのガス（340）を炉の物品用スペース（300）へと導入する複数のバーナ（332、337）を備える。1つ以上の第1の焼成レーン用バーナ（332）および1つ以上の隣りあう第2の焼成レーン用バーナ（337）は、少なくとも1つのガスを反対方向に、かつ物品スタックに対して垂直に、それぞれの焼成レーンへと導入する。しかしながらいくつかの実施形態では、1つ以上の第1の焼成レーン用バーナ（332）および1つ以上の隣りあう第2の焼成レーン用バーナ（337）は、少なくとも1つのガスを同じ方向に、かつ物品スタックに対して垂直に、それぞれの焼成レーンへと導入してよいことを理解されたい。

20

【0029】

図3Aを参照すると、時点 t_0 において、スタックを加熱しながら、少なくとも1つのガス（340）を、物品用スペース（300）内の1つ以上の第1の焼成レーン（330）へと第1の流量 $FR1$ で導入する。またスタックを加熱しながら、少なくとも1つのガス（340）を、物品用スペース（300）内の1つ以上の第2の焼成レーン（335）へと第2の流量 $FR2$ で導入する。第1の流量 $FR1$ および第2の流量 $FR2$ は、 $FR1 > FR2$ となり、かつ各物品スタック（312、314、316、318、319）の少なくとも一部に亘る炉内の圧力差が生成されるような流量である。図3Bを参照すると、時点 $t_0 + n$ において、少なくとも1つのガスのフロー条件は、 $FR1 < FR2$ となるよう調整される。このようにしてねじれの圧力差効果が達成され、ここでは各物品スタック（312、314、316、318、319）は、別の物品スタックとは異なる別個の圧力差にさらされ得る。いくつかの実施形態では、 $FR1 > FR2$ 、 $FR1 \neq 0$ かつ $FR2 \neq 0$ である。いくつかの実施形態では、 $FR1 < FR2$ 、 $FR1 \neq 0$ かつ $FR2 \neq 0$ である。他の実施形態では、 $FR1 > FR2$ 、かつ $FR1 = 0$ または $FR2 = 0$ である。他の実施形態では、 $FR1 < FR2$ 、かつ $FR1 = 0$ または $FR2 = 0$ である。

30

40

【0030】

図4Aおよび4Bを参照すると、本明細書による物品を焼成する方法が示されている。この方法では、複数の物品（405）が炉の物品用スペース（400）内のセッタ（410）上に位置決めされ、少なくとも1つの物品スタック（412、414、416、418、419）を形成している。複数の物品（405）は、少なくとも左右に隣接する物品が離間するよう配置される。更に複数の物品（405）は、複数の物品（405）が上下に離間するよう配置してよい。物品（405）の各階層を隔てるために、セッタ（410）を柱（425）により支持してよい。

【0031】

50

図4Cは、個々の物品スタック（412、414、416、418、419）内の複数の物品（405）の側面図を更に示す。物品スタック（412、414、416、418、419）は、左右に隣接する物品スタックが離間するよう配置される。炉は、少なくとも1つの一次焼成レーン（430）および少なくとも2つの二次焼成レーン（435）を含む。いくつかの実施形態では、いずれの数的一次および二次焼成レーンを使用してよいことを理解されたい。各焼成レーン（430、435）は、スタックの間に交互に、かつ反対向きに位置決めされた複数のバーナ（432、437）を備える。複数のバーナ（432、437）は、少なくとも1つのガス（440）を反対方向に、かつ物品スタックに対して垂直に、炉の物品用スペース（400）内の各焼成レーン（430、435）へと導入する。しかしながらいくつかの実施形態では、複数のバーナ（432、437）は、少なくとも1つのガスを同じ方向に、かつ物品スタックに対して垂直に導入してよいことを理解されたい。

10

【0032】

図4Aを参照すると、時点 t_0 において、スタックを加熱しながら、少なくとも1つのガス（440）を物品用スペース（400）内の一次焼成レーン（430）へと第1の流量FR1で導入する。またスタックを加熱しながら、少なくとも1つのガス（440）を物品用スペース（400）内の少なくとも2つの二次焼成レーン（435）へと第2の流量FR2で導入する。第1の流量FR1および第2の流量FR2は、 $FR1 > FR2$ となり、かつ一次焼成レーン（430）に隣接する各物品スタック（412、414）の少なくとも一部に亘って炉内に圧力差が主として生成されるような流量である。図4Bを参照すると、時点 $t_0 + n$ において、新規の一次焼成レーン（430）が形成され、かつ時点 t_0 における以前の一次焼成レーン（430）が現時点の二次焼成レーン（435）となるよう、少なくとも1つのガスのフロー条件を全ての焼成レーンに亘って調整する。いくつかの実施形態では、新規の一次焼成レーン（430）は、以前は時点 t_0 における一次焼成レーンに隣接する二次焼成レーンであったものである。他の実施形態では、時点 $t_0 + n$ における新規の一次焼成レーン（430）は、以前は時点 t_0 における一次焼成レーンに隣接しない二次焼成レーンであったものである。第1の流量FR1および第2の流量FR2は、 $FR1 > FR2$ となり、かつ新規の一次焼成レーン（430）に隣接する各物品スタック（414、416）の少なくとも一部に亘って炉内に圧力差がまず生成されるような流量である。いくつかの実施形態では、 $FR1 > FR2$ 、 $FR1 \neq 0$ かつ $FR2 \neq 0$ である。他の実施形態では、 $FR1 > FR2$ 、かつ $FR1 = 0$ または $FR2 = 0$ である。少なくとも1つのガスのフロー条件を、物品用スペース全体に亘る炉内の単一の圧力差が生成されるよう、全ての焼成レーンに亘って連続的に調整してよい。即ち各焼成レーンは、物品用スペースの少なくとも一部を横切って移動する圧力波を生成し、これは物品スタックの全体に亘って高圧から低圧へと進行する。いくつかの実施形態では、各物品スタックに亘る圧力差は同じであってよい。他の実施形態では、各物品スタックに亘る圧力差は異なっていてよい。

20

30

【0033】

本明細書中では、圧力差についてガスの流量を多様に変化させることにより生成されるものとして説明してきたが、圧力差を生成する他の方法も検討できることを理解されたい。

40

【0034】

例として図2Aを参照すると、少なくとも1つのガスは、排気口（255）を通して炉から排出される。炉は、少なくとも1つのガスを炉から十分に排出するためのいずれの数の排気口を有してよく、少なくとも1つの排気口を備えることができる。排気口（255）は、物品スタック（212）の下方に位置するものとして示されている。当然、例えば物品スタック2つにつき1つの排気口、物品スタック3つ以上につき1つの排気口、または炉内に存在する全ての物品スタックにつき1つの排気口といった構成を含むことができる、他の排気口構成があり得る。

【0035】

50

排気口（２５５）は可変開口を備えてよく、これにより焼成サイクルの間に排気口の開口サイズが、完全に開いている、完全に閉じている、または部分的に開いている状態の間で変化することで、排気流量を変化させることができる。従って、フロー条件の調整は、追加でまたは代替として、可変の開口を調整して排気流量を低減または増加させることにより、少なくとも１つのガスの少なくともいくらかが少なくとも１つの物品スタックを流れて流れるように、物品スペースの少なくとも一部に亘る圧力差を生成することを含んでよい。図４Ｃを参照すると、いくつかの実施形態では、少なくとも１つの物品スタックの全体に亘って高圧から低圧へと進行する、物品用スペースの少なくとも一部に亘る単一の圧力差を生成するために、炉の物品用スペース内に複数の排気口（３５５）が位置決めされている。図３Ｃを参照すると、他の実施形態では、少なくとも１つの物品スタックのそれぞれの少なくとも一部に亘る炉内の圧力差を生成するために、少なくとも１つの物品スタックのそれぞれの下方に複数の排気口（３５５）が配置されている。いくつかの実施形態では、上記と同様に、少なくとも１つの物品スタックのそれぞれの少なくとも一部に亘る圧力差は同じである。他の実施形態では、少なくとも１つの物品スタックのそれぞれの少なくとも一部に亘る圧力差は異なる。

10

【００３６】

いくつかの実施形態では、少なくとも１つのガスのフロー条件を調整することにより、第１の流量FR１および第２の流量FR２が約１０％～約９５％、約１０％～約７５％、または約１０％～約４０％の流量差の割合を有するように、物品用スペースのそれぞれの少なくとも一部に亘る圧力差を生成する。

20

【００３７】

流量差の割合は、下記のように計算できる：

【００３８】**【数１】**

$$\% D_{fr} = \frac{|FR1| - |FR2|}{(FR1, FR2) \text{ の大部分}}$$

【００３９】

いくつかの実施形態では、少なくとも１つのガスのフロー条件を調整することにより、第１の流量FR１および第２の流量FR２が約１０％～約９５％、約１０％～約７５％、または約１０％～約４０％の流量差の割合を有するように、少なくとも１つの物品スタックのそれぞれの少なくとも一部に亘る圧力差を生成する。他の実施形態では、少なくとも１つのガスの第１の流量FR１を調整することにより、物品用スペースの少なくとも一部に亘る圧力差を生成する。他の実施形態では、少なくとも１つのガスの第１の流量FR１を調整することにより、少なくとも１つの物品スタックの少なくとも一部に亘る圧力差を生成する。更なる実施形態では、第１の流量FR１および第２の流量FR２を調整することにより、FR１およびFR２が約１０％～約９５％、約１０％～約７５％、または約１０％～約４０％の流量差の割合を有するよう、物品スペースの少なくとも一部に亘る圧力差を生成する。更なる実施形態では、第１の流量FR１および第２の流量FR２を調整することにより、FR１およびFR２が約１０％～約９５％、約１０％～約７５％、または約１０％～約４０％の流量差の割合を有するよう、少なくとも１つの物品スタックのそれぞれの少なくとも一部に亘る圧力差を生成する。更なる実施形態では、排気口の可変の開口を調整することにより、物品用スペースの少なくとも一部に亘る圧力差を生成する。また、更なる実施形態では、排気口の可変の開口を調整することにより、少なくとも１つの物品スタックの少なくとも一部に亘る圧力差を生成する。

30

40

【実施例】**【００４０】**

セラミック物品の製造に好適なセラミックバッチを準備した。セラミックバッチは無機化合物および有機化合物を含有していた。バッチを混合して均質なバッチを形成し、この

50

パッチを押出成形し、セラミックハニカム基材（即ち物品）の素地を形成した。物品を乾燥させ、続いてガス窯内に配置した。積載物の内側の物品および焼成レーン付近に積載された物品の両方の表面中央の近傍に熱電対を配置し、焼成した。

【0041】

図5を参照すると、焼成サイクルの一部の間の、ガス流の変化に応じて物品内で発生する表面温度の変化のグラフが示されている。窯内で複数の物品を含む物品スタックを焼成した。左右の焼成レーンから、これらに対応する左右のガス流を、物品用スペース内のスタックの対向する側へと導入した。約20～25時間の焼成サイクルの間、左右のガス流を調整し、物品スタックの少なくとも一部に亘る炉内の圧力差を生成した。焼成レーン付近の物品および物品スタックの内側の物品の温度は、左右のガス流の変化に対応した温度の変化を呈した。この物品の温度変化は、物品内のガス流の増加（および酸素流の増加）によるものと考えられる。より均一なかつ制御された温度およびガス雰囲気を提供するための圧力差は、セラミック本体の組成、サイズおよび形状、物品用スペースへの物品の積載、ガス組成およびガス流量、窯の構成、並びに利用する焼成スケジュールを含む、数多くの因子に応じて変化することを理解されたい。従って、より均一なかつ制御された温度およびガス雰囲気の提供を開始するために必要な特定の焼成用雰囲気に求められる圧力差は、各セラミック物品／窯システム毎に経験的に決定すべきである。

10

【0042】

本明細書に記載の方法を使用して、物品を焼成するためのより均一な雰囲気を提供できることがここで理解されるであろう。本明細書に記載の方法はまた、温度差および加熱差によって発生し得る物品内のクラックの発生を低減する。本明細書に記載の方法は、より効率的な物品の過熱によって物品の過熱のために使用するガス量を更に低減することにより、製造効率を向上できる。

20

【0043】

請求される主題の精神および範囲から逸脱することなく、様々な修正例および変更例を本明細書に記載の実施形態に施すことができることは、当業者には明らかであろう。従って本明細書は、本明細書に記載の様々な実施形態の修正例および変更例を、上記修正例および変更例が添付の請求項およびその均等物の範囲内である限り、網羅することが意図されている。

30

【符号の説明】

【0044】

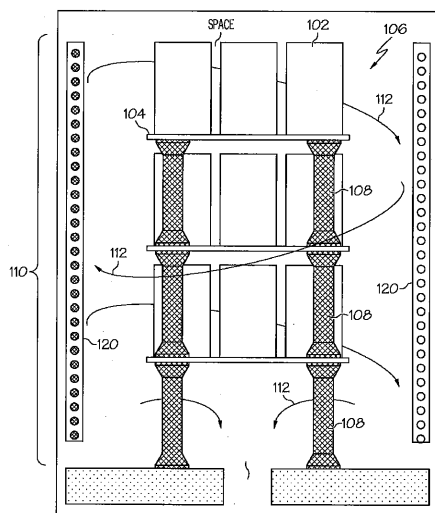
- 102、205、305、405 ウェア物品
- 104、210、310、410 セッタ
- 106、200、300、400 ウェア用スペース
- 108、225、325、425 柱
- 110、212、312、314、316、318、319、412、414、416、418、419 ウェアスタック
- 112 ガス
- 120 焼成レーン
- 130 送気口
- 230、330 第1の焼成レーン
- 235、335 第2の焼成レーン
- 232、332 第1の焼成レーン用バーナ
- 237、337 第2の焼成レーン用バーナ
- 240、340、440 ガス
- 245 第1の側
- 250 第2の側
- 255 排気口
- 430 一次焼成レーン
- 435 二次焼成レーン

40

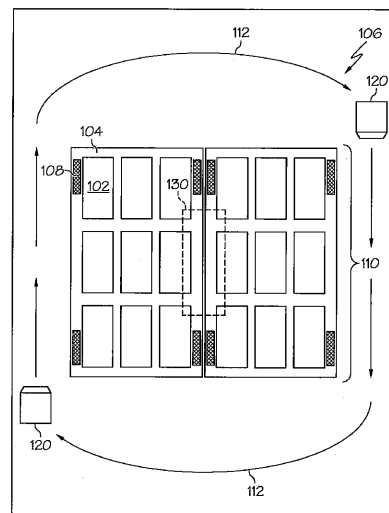
50

4 3 2、4 3 7 バーナ

【図 1 A】

FIG. 1A
(PRIOR ART)

【図 1 B】

FIG. 1B
(PRIOR ART)

【図 2 A】

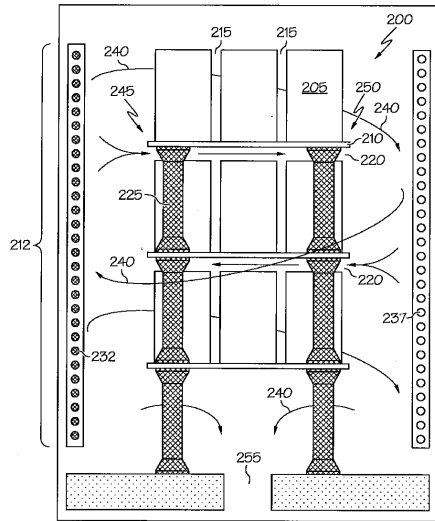


FIG. 2A

【図 2 B】

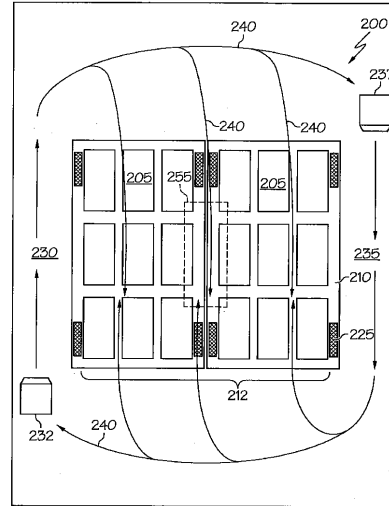


FIG. 2B

【図 3 A】

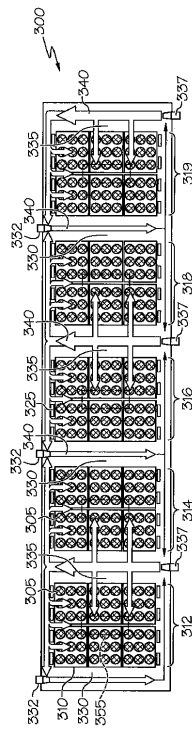


FIG. 3A

【図 3 B】

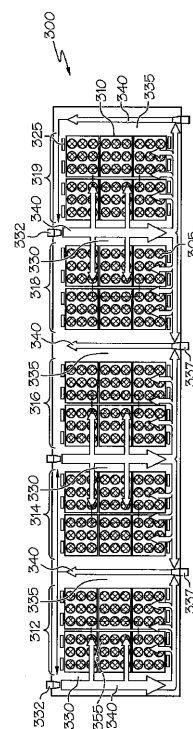


FIG. 3B

【図 3 C】

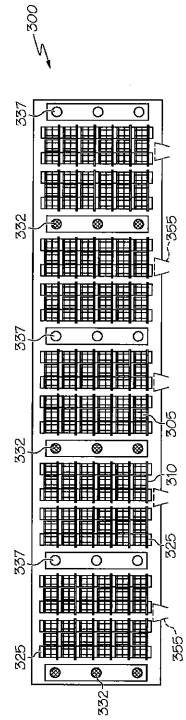


FIG. 3C

【図 4 A】

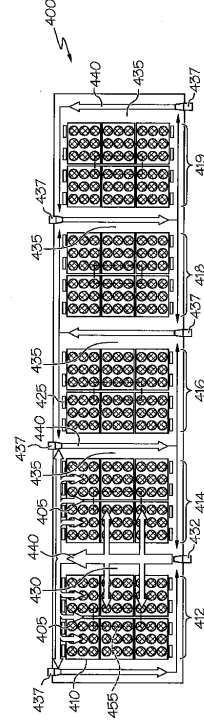


FIG. 4A

【図 4 B】

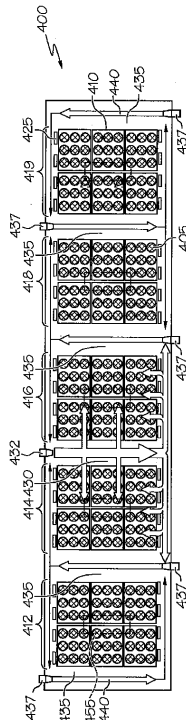


FIG. 4B

【図 4 C】

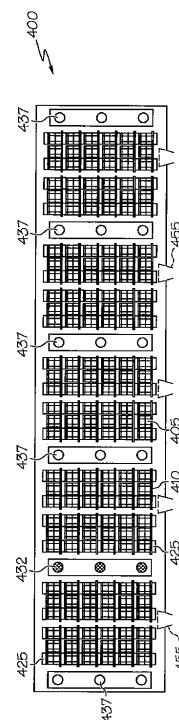
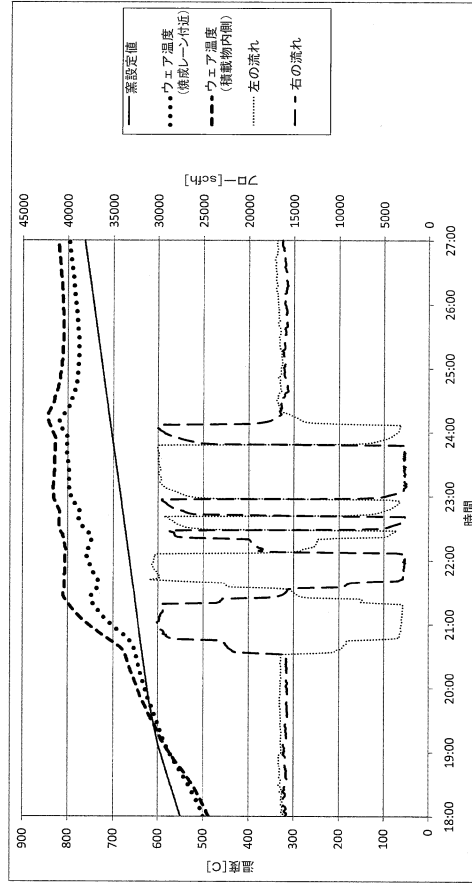


FIG. 4C

【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 テボ, トーマス マディソン サード
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14845 ホースヘッズ ブリード ホロウ ロード 84
8
- (72)発明者 ヴィッテ, クリストファー スティーヴン
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14812 ビーヴァー ダムズ カトリン ヒル ロード
204

審査官 田口 裕健

- (56)参考文献 特開平01-212281 (JP, A)
英国特許出願公告第1213369 (GB, A)
米国特許第4069010 (US, A)
米国特許出願公開第2010/0127421 (US, A1)
特開2010-216753 (JP, A)
特開平10-273366 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F27D 7/00- 7/06
F27B 17/00
C04B 35/64