

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-507422

(P2004-507422A)

(43) 公表日 平成16年3月11日(2004.3.11)

(51) Int.Cl.⁷

C04B 7/43

F I

C04B 7/43

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2002-521903 (P2002-521903)
 (86) (22) 出願日 平成13年7月19日 (2001.7.19)
 (85) 翻訳文提出日 平成15年2月17日 (2003.2.17)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2001/001296
 (87) 国際公開番号 W02002/016849
 (87) 国際公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)
 (31) 優先権主張番号 PA 200001253
 (32) 優先日 平成12年8月24日 (2000.8.24)
 (33) 優先権主張国 デンマーク (DK)

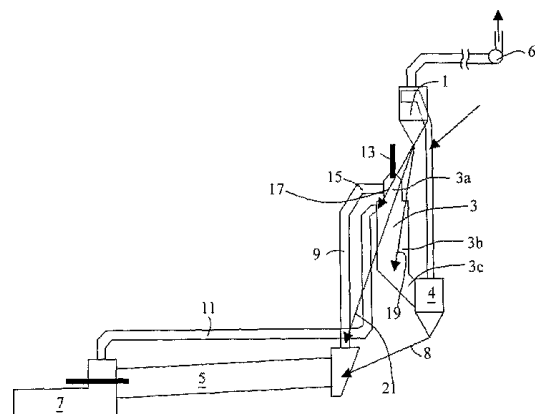
(71) 出願人 503063906
 エフ. エル. シュミット エー/エス
 デンマーク国 ヴァルヴィ DK-250
 O ヴィジェスラヴ アレ 77
 (74) 代理人 100091683
 弁理士 ▲吉▼川 俊雄
 (72) 発明者 スカラップ ジェンセン, ラース
 デンマーク国 ヴァレンスベック DK-
 2625 リュバルケン 24
 (72) 発明者 トムセン, ケント
 デンマーク国 ロスキルド DK-400
 O マグノリアヴェユ 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】セメントクリンカーの製造法および生産設備

(57) 【要約】

セメント調合原料を予熱装置(1)で予熱し、上端(3a)と下端(3b)とを有する仮焼炉(3)で仮焼し、焼成窯(5)で燃焼させてクリンカーとし、それからクリンカー冷却装置(7)で冷却してセメントクリンカーを製造する方法および生産設備について記述する。本発明は焼成窯(5)からの排ガスを仮焼炉の上端(3a)に導入すること、燃料を同様に仮焼炉の上端(3a)に導入すること、排ガス/燃料サスペンションを仮焼炉(3)内を下降させること、クリンカー冷却装置(7)からの予熱空気と予熱装置(1)からの予熱調合原料とを一緒にまたは別々に焼成窯からの排ガスと、燃料とが導入される領域の下で位置で仮焼炉(3)内に導入すること、予熱空気を仮焼炉(3)内を下降させながら排ガス/燃料サスペンションと徐々に混合させること、調合原料を仮焼炉の壁に沿って仮焼炉(3)内を重力で下降させ仮焼炉の下端(3b)で排ガスに懸濁させること、そして排ガス/調合原料サスペンションを仮焼炉の下端(3b)から抜き出して調合原料を分離するための分離手段(4)に運びそれから調合原料を焼成窯(5)へ振り



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セメント調合原料を予熱装置（１）で予熱し上端（３ a）と下端（３ b）とを有する仮焼炉（３）で仮焼し焼成窯（５）で燃焼させてクリンカーとし、それからクリンカー冷却装置（７）で冷却してセメントクリンカーを製造する方法において、焼成窯（５）からの排ガスを仮焼炉の上端（３ a）に導入すること、燃料を同様に仮焼炉の上端（３ a）に導入すること、排ガス／燃料サスペンションを仮焼炉（３）内を下降させること、クリンカー冷却装置（７）からの予熱空気と予熱装置（１）からの予熱調合原料とを一緒にまたは別々に焼成窯からの排ガスと燃料とが導入される領域の下の位置で仮焼炉（３）内に導入すること、予熱空気を仮焼炉（３）内を下降させながら排ガス／燃料サスペンションと徐々に混合させること、調合原料を仮焼炉の壁に沿って仮焼炉（３）内を重力で下降させ仮焼炉の下端（３ b）で排ガスに懸濁させること、そして排ガス／調合原料サスペンションを仮焼炉の下端（３ b）から抜き出して調合原料を分離するための分離手段（４）に運びそれから調合原料を焼成窯（５）へ振り向けることを特徴とする方法。

【請求項 2】

焼成窯排ガスを仮焼炉の上端（３ a）に、放射状、接線方向または軸方向に導入することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

燃料を焼成窯排ガスと一緒に仮焼炉の上端（３ a）に導入することを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

燃料を別個に仮焼炉の上端（３ a）に導入するをすることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

燃料を仮焼炉（３）の頂部から軸方向に噴射することを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

焼成窯排ガスと燃料の混合サスペンションを仮焼炉（３）内を下降させながら炉内中心部で火炎を発生させることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

クリンカー冷却装置（７）からの予熱空気と予熱装置（１）からの予熱された調合原料とを空気／調合原料混合サスペンションとして仮焼炉に導入することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

空気／調合原料サスペンションを接線方向に導入して調合原料を仮焼炉の壁に向かって噴射させ重力作用で炉壁に沿って滑り落とすようにし、火炎の周囲には空気のエアークッションを形成させて火炎を包み空気と排ガス／燃料サスペンションとを徐々に混合させることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

予熱した調合原料を装置の下流方向に沿ういくつかの位置で仮焼炉（３）に導入することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

予熱装置（１）からの予熱調合原料を仮焼炉の下端（３ b）および移行区間（３ c）に導入することを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

予熱装置（１）からの予熱調合原料を焼成窯排ガスと一緒に仮焼炉に導入することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

このようにして導入される予熱調合原料を焼成窯（５）からガスが排出された直後にこの排ガス流れに導入することを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

予熱装置（１）、上端（３a）および下端（３b）を有する仮焼炉（３）、焼成窯（５）および後続するクリンカー冷却装置（７）を具備し焼成窯排ガスを仮焼炉の上端（３a）に導入するための手段（１５）と、燃料を仮焼炉の上端（３a）に導入するための手段（１３）と、焼成窯排ガスと燃料とを導入する領域の下で位置でクリンカー冷却装置（７）からの予熱空気を仮焼炉（３）に導入するための手段（１１）と焼成窯排ガスと燃料とを導入する領域の下で位置で予熱調合原料を仮焼炉（３）に導入するための手段（１７）と、排ガス／調合原料サスペンションを仮焼炉の下端（３b）から抜き出し、それを分離手段（４）に運ぶための手段（６）と、分離した調合原料を焼成窯（５）に運ぶための手段（８）を具備することを特徴とする前記発明の方法を実施するための生産設備。

10

【発明の詳細な説明】

【０００１】

(技術分野)

本発明はセメント調合原料を予熱装置（１）で予熱し、上端（３a）と下端（３b）とを有する仮焼炉（３）で仮焼し焼成窯で燃焼させてクリンカーとし、それからクリンカー冷却装置で冷却してセメントクリンカーを製造する方法に関する。さらに本発明は前記方法を実施するための生産設備に関する。

【０００２】

(背景技術)

セメントを製造するための前記種類の生産設備は文献に記載されよく知られている。ある生産設備では石油コークのような揮発成分の少ない燃料を使用するように仮焼炉が設計されており、また別の生産設備では NO_x 発生量を低く抑えるように仮焼炉が設計されている。今後 NO_x の許容濃度がさらに厳しく規制され、そして揮発性成分含量の低い燃料の使用が有利な状況が続くことは間違いないものと思われる。それゆえこれら二つの有利な効果を同時に実現するためのセメント製造法と生産設備に対する必要性がある。

20

【０００３】

NO_x の発生を抑制するための技術および前記種類の設備で揮発成分の少ない燃料を燃やすための技術に関してはさまざまな技術の利用が可能である。 NO_x の発生量を抑制するには燃焼装置ならびに仮焼炉および予熱装置の設計を工夫する一次的な手法と予熱装置の所定位置にアンモニアや尿素などの添加物質を注入する二次的な手法とが考えられる。

30

【０００４】

たとえばILC低 NO_x タイプの焼成窯生産設備は日本特願昭53-155433号に記載されている。この生産設備は焼成窯と仮焼炉の間に燃焼室が置かれ、実施上その燃焼室は仮焼炉の下部を構成している。 NO_x 発生の抑制はいわゆる還元ゾーンを構成する燃焼室に燃料を注入し燃料の燃焼と同時に焼成窯からの排ガスに含まれる NO_x と反応させることによって実現される。これより新しい方法によれば温度を制限するために予熱装置からの少量の予熱調合原料がこのゾーンに導入される。つづいてクリンカー冷却装置からの予熱空気と、予熱装置からの予熱調合原料が仮焼炉に導入される。この公知の焼成窯では焼成窯からの排ガスは燃焼室の底部に導入される。そうすることによってガスは燃焼室およびそれにつづく仮焼炉の中を上昇することになる。このタイプの仮焼炉では調合原料は仮焼炉を上に向かって流れるガス流れに懸濁される形で仮焼炉の主要部分を通過して上昇しなければならない。このタイプの仮焼炉の場合、ガス／燃料サスペンションが過度に冷却されるために揮発成分の少ない燃料を仮焼炉で燃焼させると NO_x 発生量を低く抑えることができないという明らかな欠点がある。

40

【０００５】

たとえばSLC-Dタイプの焼成窯生産設備が米国特許第4014641号およびPCT/DK97/00029に記載されている。このタイプの生産設備は仮焼炉が組み込まれており、その仮焼炉は下向きのガスダクトとして設計された室を有し前記下向きダクトの下端は上向きガスダクトに接続され、さらに前記上向きダクトは焼成窯の排ガス排出端に接続されている。仮焼は基本的には下向きガスダクトの中で行われる。仮焼炉に使用され

50

る燃料の大部分は仮焼炉の頂部から軸方向に導入される。クリンカー冷却装置からの予熱空気と予熱調合原料は仮焼炉の頂部に接線方向に注入される。このようにすることで仮焼炉燃料の実質的な量の完全燃焼が確保され、それと同時に室の中を下方に向かって通過する間に仮焼される。仮焼炉からの排ガスサスペンション、未燃焼燃料および少なくとも一部仮焼された調合原料は上向きガスダクト内で焼成窯排ガスの上向き流れと合わされる。場合によっては少量の仮焼炉燃料と少量の予熱調合原料が前記焼成窯排ガスに添加される。合わせたまたは混合した排ガス／材料サスペンションは上向きダクト内を貫通して上昇する。クリンカー冷却装置から供給されたことのない調合原料および予熱空気が残っていればそれをこのガスダクトに添加することができる。この公知タイプの生産設備の利点は揮発成分の少ない燃料を使用した場合でも高い燃焼効率の実現を可能にする仮焼炉の実施態様によってこうした燃料を使うことができる点にある。さらに仮焼炉での NO_x の発生もいちじるしく少ない。しかしこのタイプの焼成窯生産設備は焼成窯のスモーク室および／または焼成窯の立ち上がりダクトに被覆層が形成されるのを防止するため未仮焼調合原料の一部を焼成窯から排ガス中へ直接添加する必要があるかもしれないという欠点がある。直接添加が行われた場合、排ガス／燃料サスペンションは過度に冷却されることとなり揮発成分の少ない燃料を使用した場合に焼成窯中に NO_x が発生するのを抑制する可能性が制限されることにつながる。

【0006】

(発明の開示)

本発明の目的は揮発成分の少ない燃料を使用した場合でも高い燃焼効率を実現し、かつ低い NO_x 発生率とを実現しうるセメント製造法および生産設備を提供することにある。

【0007】

この目的は前記序論で説明したような焼成窯からの排ガスを仮焼炉の上端に導入すること、燃料を同様に仮焼炉の上端に導入すること、排ガス／燃料サスペンションを仮焼炉内を下降させること、クリンカー冷却装置からの予熱空気と、予熱装置からの予熱調合原料とを、一緒にまたは別々に焼成窯からの排ガスと燃料とが導入される領域の下で位置で仮焼炉内に導入すること、予熱空気を仮焼炉内を下降させながら排ガス／燃料サスペンションと徐々に混合させること、調合原料を仮焼炉の壁に沿って仮焼炉内を重力で下降させ仮焼炉の下端で排ガスに懸濁させること、そして排ガス／調合原料サスペンションを仮焼炉の下端から抜き出して調合原料を分離するための分離手段に運びそれから調合原料を焼成窯へ振り向けることを特徴とする方法によって達成される。

【0008】

この方法によれば揮発成分の少ない燃料を使用した場合でも焼成窯排ガスと一緒に仮焼炉に導入される NO_x を顕著に減らすと同時に高い燃焼率を実現しさらに燃料と一緒に仮焼炉に導かれる窒素の NO_x への変換率が低く抑えられる。このように揮発成分の少ない燃料を使用して燃焼工程を進める場合でも900ないし1500°Cの高温を維持し NO_x を含む焼成窯排ガスに仮焼炉の燃料を導入しながら NO_x 削減領域を作り出すことが可能になる。このような NO_x 削減領域を実現できれば生成する NO_x 量は従来技術で達成される量よりもはるかに低レベルに抑えることができる。仮焼炉内を下降する調合原料は実質的に重力の下に仮焼炉の壁に沿って下降する経路をとるため高い燃焼温度が実現される。高い燃焼温度の実現は NO_x の正味生成量を抑制するばかりでなく生産設備を安定に運転するために必要な燃料の速やかな燃焼をも可能にする。仮焼炉の壁に沿って下向きに向かう調合原料は高温にさらされるおそれのある壁を高温から守り、その結果、波及効果として壁を覆う被覆物のレベルを低く抑える効果ももたらす。

【0009】

焼成窯排ガスは適当な各種方法により仮焼炉の上端にたとえば放射状に導入したりあるいは接線方向または軸方向に導入することができる。

【0010】

燃料は仮焼炉の上端に焼成窯排ガスと一緒に導入してもよいし別々に導入してもよい。もし燃料を別個に導入する場合は仮焼炉の上端から軸方向に注入する方法で導入することが

好ましい。このような軸方向の注入は仮焼炉の中心線に沿って行ってもよいが中心線から放射状に位置をずらして行うこともできる。しかし燃料を仮焼炉の側面から放射状に注入することもできるし接線方向あるいはそれらとは別のやり方で注入することもできる。もし燃料を焼成窯排ガスと一緒に注入する場合は燃料と排ガス中の NO_x が効果的に接触するような位置で燃料を焼成窯排ガス中に導入することが好ましく、そうすることによって NO_x 還元過程は最適化される。この注入はできれば焼成窯排ガスが導入されるよりも前の適当な位置で行うことが好ましい。

【0011】

焼成窯排ガスと燃料の混合サスペンションは仮焼炉を下向きに通過させ仮焼炉の中央領域に火炎を作ることが好ましい。

10

【0012】

クリンカー冷却装置からの予熱空気と予熱装置からの予熱調合原料はできれば組み合わせた空気／調合原料サスペンションとして仮焼装置に導入することが好ましい。またこの空気／調合原料サスペンションを接線方向に導入して調合原料を仮焼炉の壁に向かって噴射させ、重力作用で炉壁に沿って滑り落とすようにし火炎の周囲には空気のエアークッションを形成させて火炎を包み、空気と排ガス／燃料サスペンションとを徐々に混合させることが好ましい。

【0013】

別の方法としてクリンカー冷却装置からの予熱空気と予熱装置からの予熱調合原料は別々に仮焼炉に導入してもよい。この方法を適用する場合、空気は軸方向に導入してもよいし放射状あるいは別の適当な方式で導入してもよいが、他方、調合原料は1個の導入口または仮焼炉の周辺部に実質的に一様に配置された数個の導入個から導入することが有利であろう。

20

【0014】

仮焼炉の燃焼温度を制御し、たとえば揮発成分の少ない燃料のように高温で比較的長時間を要する燃料に対して満足できる燃焼度を実現するには予熱した調合原料を装置の下流方向に沿ういくつかの位置で仮焼炉に導入すれば有利であろう。したがって予熱した調合原料は仮焼炉の下端に導入することが好ましい。仮焼炉の下端に導入された調合原料は直ちに仮焼を受けるため仮焼工程に使用される水準まで温度を低下させる。

【0015】

また予熱装置からの予熱調合原料はその触媒効果によって $\text{NO} + \text{CO}$ から $\text{N}_2 + \text{CO}_2$ への変換反応を促進し、その結果として NO_x のレベルをさらに引き下げるため焼成窯排ガスと一緒に仮焼炉に導入することもできる。このようにして導入される予熱調合原料は焼成窯から排ガスが排出された直後にそのガス流れに導入すると有利かもしれない。すなわちこうすることにより調合原料が焼成窯排ガスの温度を引き下げるため焼成窯排ガスを焼成窯から仮焼炉に運ぶダクト中でケーキングが起きるのが抑えられる。このシナリオでは調合原料が仮焼炉の壁に密接した状態を保つように排ガス／調合原料サスペンションを仮焼炉の上端に接線方向に導入すると有利である。そうすることにより仮焼炉の還元領域中心部における調合原料の量は十分小さくなる。このことは揮発成分の少ない燃料を使用しても、高温言い換えれば着火と NO_x の削減に有利な条件の実現が可能になることを意味する。

30

40

【0016】

(発明を実施するための最良の形態)

本発明の方法を実施するための生産設備は予熱装置、上端と下端を有する仮焼炉、焼成窯およびその後ろに続くクリンカー冷却装置を具備する種類のものであり、予熱装置、上端および下端を有する仮焼炉、焼成窯および後続するクリンカー冷却装置を具備し焼成窯排ガスを仮焼炉の上端に導入するための手段と燃料を仮焼炉の上端に導入するための手段と、焼成窯排ガスと燃料とを導入する領域の下でクリンカー冷却装置からの予熱空気を仮焼炉に導入するための手段と、焼成窯排ガスと燃料とを導入する領域の下で予熱調合原料を仮焼炉に導入するための手段と、排ガス／調合原料サスペンションを仮焼炉

50

の下端から抜き出しそれを分離手段に運ぶための手段と、分離した調合原料を焼成窯に運ぶための手段を具備することを特徴とする。

【0017】

次に添付図面を参照しながら本発明をさらに詳細に説明するが図面に描かれた図は本発明によってその方法を実施するための生産設備を単に示すためのものものに過ぎない。

【0018】

図にはセメントクリンカーを製造するための焼成窯生産設備を示してある。この生産設備はサイクロン予熱装置（図には最後のサイクロン1のみが描いてある）分離のためのサイクロン4を備えた仮焼炉3、ロータリー焼成窯5およびクリンカー冷却装置7を具備する。さらにこの生産設備は焼成窯排ガスを仮焼炉3に運ぶための焼成窯立ち上がりダクト9と、予熱空気をクリンカー冷却装置7から仮焼装置3まで予熱空気を運ぶためのダクト11とを具備する。原料粉碎設備（図示されていない）からの調合原料は予熱装置で排ガスと向流させながら予熱しそれからサイクロン1中で予熱装置から分離し、仮焼炉3へ運ばれそこで仮焼を受ける。仮焼された調合原料は分離サイクロン4の底部からダクト8を経てロータリー焼成窯5に向かい、そこで燃焼されてセメントクリンカーに成り続いてクリンカー冷却装置7で冷却される。ロータリー焼成窯5および仮焼炉3からの排ガスは概略的に描かれたファン6によりサイクロン4を通して仮焼炉3からそしてさらに予熱装置を通して吸引される。

【0019】

本発明により焼成窯排ガスは燃料と同時にまたは燃料の少なくとも大部分が仮焼炉に導入された直後に仮焼炉3の上端3aに導入される。図示された実施態様では燃料は仮焼炉3の頂部から内部に向かって軸方向に突き出るように取り付けられたバーナー13を通して仮焼炉3に導入され焼成窯排ガスは仮焼炉の上端3aの側面から内部に向かって接線方向に口を開ける導入ダクト15を通して導入される。したがってバーナー13を通して仮焼炉3に導入される燃料の燃焼は酸素を低濃度で含む焼成窯排ガスから成る雰囲気中で始まる。その結果還元領域が形成され、そこでは焼成窯排ガスと一緒に供給される NO_x が燃料と反応し、その結果 NO_x レベルは低下する。

【0020】

適当な長さの還元領域を過ぎて仮焼炉のさらに下流の仮焼炉3の内部に向かって接線方向に口を開けるダクト11を通してクリンカー冷却装置7からの予熱空気が導入される。予熱装置からの予熱調合原料の大部分は冷却装置からの予熱空気と一緒に仮焼炉の矢印17で示す位置に導入される。導入が接線方向に行われるために予熱空気／調合原料サスペンションはらせん状の経路を通りさらに燃焼区間を通過して下方に向かって流れ、調合原料は仮焼炉の壁に向かって放出されそこからは重力作用によってこの壁に沿って滑り落ち他方、予熱された空気は仮焼炉の中心部で火炎を包み次第に排ガス／燃料サスペンションと混ざり合う。その結果仮焼炉中心部における調合原料の量は十分小さくなる。このことは揮発成分の少ない燃料を使用しても、高温言い換えれば高い燃料燃焼率を実現することができることを意味する。仮焼炉の壁に沿って滑落する調合原料は仮焼炉の中心燃焼区間からの熱の蓄積によって仮焼されその結果燃焼区間の広がる高温から仮焼炉の壁を保護する熱遮蔽体として働く。

【0021】

仮焼炉の下端3bでは調合原料は下向きに流れる排ガス流れ中に懸濁される。その結果調合原料はさらに仮焼を受けて排ガスの温度を下げる。つづいて排ガス／調合原料サスペンションは移行区間3cを経て分離サイクロン4まで運ばれそこで調合原料は排ガスから分離されサイクロン4の底部出口からロータリー焼成窯5に運ばれる。

【0022】

燃焼区間の温度を制御しそれと同時に仮焼炉からの排ガスの排出温度を引き下げするために仮焼炉の下端3bの矢印19で示す位置か移行区間3cに予熱した少量の調合原料を導入してもよい。

【0023】

10

20

30

40

50

さらにロータリー焼成窯 5 から排出された直後の排ガス流れの矢印 21 で示す位置に予熱装置からの少量の予熱調合原料を導入してもよい。この調合原料は焼成窯排ガスの温度を引き下げることになる。その結果ダクト 9 の内部に発生するケーキングの問題は軽減される。さらにこの調合原料はその触媒効果のために仮焼炉 3 における NO_x のレベルを下げる効果を示す。この場合仮焼炉の壁に密接して調合原料を維持するため排ガス／調合原料サスペンションは仮焼炉の上端から内部に向かって接線方向に導入される。その結果仮焼炉の還元領域の中心部の調合原料の量は十分少ない。このことは揮発成分の少ない燃料を使用しても高温言い換えれば着火と NO_x の削減に有利な条件の実現が可能になることを意味する。

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
28 February 2002 (28.02.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/16849 A1(51) International Patent Classification⁷: F27B 7/20,
C04B 7/43JENSEN, Lars [DK/DK]; Liljeparken 24, DK-2625
Vallensbæk (DK). THOMSEN, Kent [DK/DK]; Magno-
lavej 5, DK-4000 Roskilde (DK).

(21) International Application Number: PCT/IB01/01296

(74) Agents: HYNELL, Magnus et al.; Hynell Patenttjenest
AB, Patron Carls väg 2, S-683 40 Hagfors/Uddeholm (SE).

(22) International Filing Date: 19 July 2001 (19.07.2001)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
PA 200001253 24 August 2000 (24.08.2000) DK(71) Applicant (for all designated States except US): F.L.
SMIDTH & CO A/S [DK/DK]; Vigerslav Allé 77,
DK-2500 Valby (DK).(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AT
(utility model), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA,
CH, CN, CO, CR, CU, CZ, CZ (utility model), DE, DE
(utility model), DK, DK (utility model), DM, DZ, EC, EE,
EE (utility model), ES, FI, FI (utility model), GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ,
LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,
MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI,
SK, SK (utility model), SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

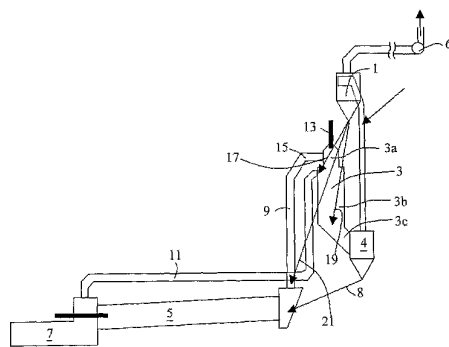
(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): SKAARUP

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian
patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European

[Continued on next page]

(54) Title: METHOD AND PLANT FOR MANUFACTURING CEMENT CLINKER



(57) Abstract: A description is given of a method as well as a plant for manufacturing cement clinker by which method cement raw meal is preheated in a preheater (1), calcined in a calciner (3) comprising an upper end (3a) and a lower end (3b), burned into clinker in a kiln (5) and cooled in a subsequent clinker cooler (7). The invention is peculiar in that exhaust gases from the kiln (5) are introduced into the upper end (3a) of the calciner, in that fuel is likewise introduced into the upper end (3a) of the calciner, in that the exhaust gas/fuel suspension is directed down through the calciner (3), in that preheated air from the clinker cooler (7) and preheated raw meal from the preheater (1) in combination or separately are fed into the calciner (3) at a location under the zone where exhaust gases from the kiln and fuel are introduced, in that the preheated air is directed down through the calciner (3), being gradually mixed with the exhaust gas/fuel suspension, in that the raw meal under the action of gravity is directed down through the calciner (3) along its wall, being suspended in the exhaust gases at the lower end (3b) of the calciner, and in that the exhaust gas/raw meal suspension is extracted from the lower end (3b) of the calciner and conveyed to a separating means (4) for separating the raw meal which is subsequently directed to the kiln (5). Hereby is obtained a significant reduction of the NO_x which is led to the calciner together with the kiln exhaust gases, a high degree of fuel burn out even when using fuels with a low content of volatile constituents, and a low degree of conversion into NO_x of the nitrogen which is led to the calciner together with the fuel.

WO 02/16849 A1

WO 02/16849 A1



patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE,
IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guid-
ance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the begin-
ning of each regular issue of the PCT Gazette.*

Published:
— with international search report

WO 02/16849

1

PCT/IB01/01296

METHOD AND PLANT FOR MANUFACTURING CEMENT CLINKER

The present invention relates to a method for manufacturing cement clinker by which method cement raw meal is preheated in a preheater, calcined in a calciner comprising an upper end and a lower end, burned into clinker in a kiln and cooled in a subsequent clinker cooler. The invention also relates to a plant
5 for carrying out the method.

A plant of the above-mentioned kind for manufacturing cement is well known from the literature. In some plants the calciner is specifically designed for using fuels having a low content of volatile constituents, such as petrocoke, whereas in
10 other plants the calciner is specifically designed for attaining a low NO_x emission level. There is strong evidence that henceforth more stringent requirements will be imposed in terms of acceptable NO_x emission levels and that the utilization of fuels with a low content of volatile constituents will continue to be advantageous. Accordingly, there is a need for a method as well as a plant for manufacturing
15 cement which will embody both of these beneficial effects at one and the same time.

A range of technologies are available for limiting NO_x emission levels and for burning fuels with a low content of volatile constituents in plants of the
20 aforementioned kind. It will be possible to limit NO_x emission levels by primary methods, such as the appropriate design of burner equipment, appropriate design of calciner and preheater, or by secondary methods involving injection of extraneous substances such as ammonia and urea at designated locations in the preheater.

25 For example, a kiln plant of the type ILC low-NO_x is known from Japanese patent application No. 155433-1978. This plant comprises a combustion chamber which is located between the kiln and the calciner and which in practice constitutes the lower part of the calciner. Limitation of NO_x emission is achieved by injecting fuel
30 into the combustion chamber which constitutes a so-called reducing zone, involving a combustion of fuel by reacting with NO_x contained in the exhaust gases from the kiln, thereby reducing the NO_x content. According to more

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

WO 02/16849

PCT/IB01/01296

2

recently known methods a small amount of preheated raw meal from the preheater may be introduced into this zone in order to limit the temperature. Preheated air from the clinker cooler as well as preheated raw meal from the preheater are subsequently fed to the calciner. In this known kiln plant, exhaust
5 gases from the kiln are introduced at the bottom of the combustion chamber, thereby causing the gases to flow upwards through the combustion chamber and the subsequent calciner. In this type of calciner the raw meal must thus be directed up through the main part of the calciner suspended in the gas stream which flows upwards through the calciner. As for this type of calciner, it is a
10 distinct disadvantage that a low NO_x emission cannot be attained when burning fuels with a low content of volatile constituents in the calciner because of the excessive cooling of the gas/fuel suspension.

For example, kiln plants of the type SLC-D is known from US patent No.
15 4014641 and PCT/DK97/00029. This type of plant incorporates a calciner which comprises a chamber configured as a downward-directed gas duct which at its lower end is connected to an upward-directed gas duct which is further connected to the exhaust gas discharge end of the kiln. Calcination essentially takes place in the downward-directed gas duct. The majority of the fuel used in
20 the calciner is introduced axially at the top of the calciner. Preheated air from the clinker cooler and preheated raw meal are directed tangentially into the top of the calciner. Complete combustion of a substantial amount of the calciner fuel is thus attained in the calciner while the raw meal is simultaneously calcined during its passage down through the chamber. The suspension of exhaust gases,
25 unburned fuel and at least partially calcined raw meal from the calciner are joined together in the upward-directed gas duct with an upward flow of kiln exhaust gases, to which should possibly be added a small amount of the calciner fuel and a small amount of preheated raw meal. The combined or intermingled exhaust gas/material suspension subsequently flows up through the upward-
30 directed gas duct where any residual amount of raw meal and preheated air which have not yet been supplied from the clinker cooler can be added. The advantage of this known type of plant is that fuels with a low content of volatile

WO 02/16849

PCT/IB01/01296

3

constituents can be used due to the special embodiment of the calciner which will make it possible to attain a high degree of combustion efficiency even when using such fuels. Further, the production of NO_x in the calciner is quite low.

However, the disadvantage of this type of kiln plant is that it may become

5 necessary to add a proportion of uncalcined raw meal directly into the exhaust gases from the kiln in order to fight coatings in the kiln smoke chamber and/or in the kiln riser duct. As a result the exhaust gas/fuel suspension is cooled excessively which entails limited possibilities of reducing the NO_x which is produced in the kiln, when using fuel with a low content of volatile constituents.

10

It is the objective of the present invention to provide a method as well as a plant for manufacturing cement by means of which it will be possible to attain a high degree of combustion efficiency even when using fuel with a low content of volatile constituents and to attain a low level of NO_x emission.

15

This is obtained by a method of the kind mentioned in the introduction and being characterized in that exhaust gases from the kiln are introduced into the upper end of the calciner, in that fuel is likewise introduced into the upper end of the calciner, in that the exhaust gas/fuel suspension is directed down through the calciner, in that preheated air from the clinker cooler and preheated raw meal from the preheater in combination or separately are fed into the calciner at a location under the zone where exhaust gases from the kiln and fuel are introduced, in that the preheated air is directed down through the calciner, being gradually mixed with the exhaust gas/fuel suspension, in that the raw meal under

20 the action of gravity is directed down through the calciner along its wall, being suspended in the exhaust gases at the lower end of the calciner, and in that the exhaust gas/raw meal suspension is extracted from the lower end of the calciner and conveyed to a separating means for separating the raw meal which is subsequently directed to the kiln.

25

30 Hereby is obtained a significant reduction of the NO_x which is led to the calciner together with the kiln exhaust gases, a high degree of fuel burn out even when

WO 02/16849

PCT/IB01/01296

4

using fuels with a low content of volatile constituents, and a low degree of conversion into NO_x of the nitrogen which is led to the calciner together with the fuel. It will thus be possible to generate a NO_x -reducing zone by introducing calciner fuel into the NO_x -laden kiln exhaust gases while simultaneously ensuring a high combustion temperature within the range 900 and 1500°C even when the combustion process is based on fuels with a low content of volatile constituents. As a result, the resultant NO_x -formation will be at a much lower level than is attainable for prior art. The high combustion temperature is attained due to the fact that the raw meal, because of the downward-directed passage through the calciner, is routed down along the wall of the calciner, substantially under the action of gravity. This will reduce the cooling effect of the raw meal on the exhaust gas/fuel suspension during the combustion of the fuel. The high combustion temperature will also ensure, in addition to a low net formation of NO_x , a rapid combustion of the fuel which is necessary for stable plant operation. The raw meal which is directed down along the wall of the calciner will also protect the latter against the high temperatures which may occur, thus reducing, as a spin-off effect, the level of coatings on the wall.

The kiln exhaust gases may be introduced into the upper end of the calciner according to various suitable methods, such as radially, tangentially or axially.

The fuel may be introduced into the upper end of the calciner, either separately or together with the kiln exhaust gases. If the fuel is introduced separately this will preferably be done by injecting the fuel axially from the top of the calciner. Such axial injection may occur along the centreline of the calciner, but may also be radially displaced relative to the centreline. However, the fuel may also be injected radially, tangentially or in some other way from the side of the calciner. If the fuel is introduced together with the kiln exhaust gases it is preferred that the fuel is introduced into the kiln exhaust gases at such a location where effective contact can be ensured between the fuel and the NO_x in the exhaust gases, thereby optimizing the NO_x reduction process. Preferably, this can be done at an

WO 02/16849

PCT/IB01/01296

5

appropriate location before the kiln exhaust gases are introduced into the calciner.

5 The mixed suspension of kiln exhaust gases and fuel is preferably led down through the calciner, generating a flame in its central zone.

1.0 The preheated air from the clinker cooler and preheated raw meal from the preheater are preferably introduced into the calciner as a combined air/raw meal suspension. It is further preferred that this air/raw meal suspension is introduced tangentially so that the raw meal is slung out towards the calciner wall causing it to slide down along the wall, under the action of gravity, while the air forms an enveloping air cushion around the flame so that the air is gradually mixed with the exhaust gases/fuel suspension.

1.5 Alternatively, the preheated air from the clinker cooler and preheated raw meal from the preheater may be separately introduced into the calciner. In cases where this procedure is applied, the air may also be introduced axially, radially or in any other appropriate manner, while the raw meal may advantageously be introduced via one inlet opening or several inlet openings, arranged in a substantially uniform pattern around the circumference of the calciner.

2.5 For controlling the combustion temperature in the calciner, and thus to ensure a satisfactory degree of burn out of fuels which require a relatively long period of time at high temperatures, such as fuels having a low content of volatile constituents, it would be advantageous if the preheated raw meal is introduced into the calciner at several locations downstream along the unit. Thus, it is preferred that preheated raw meal may be introduced into the lower end of the calciner. Raw meal introduced into the lower end of the calciner will promptly undergo calcination, thus reducing the temperature to the level which applies to the calcination process.

3.0

WO 02/16849

PCT/IB01/01296

6

Preheated raw meal from the preheater may further be introduced into the calciner together with the kiln exhaust gases in order to bring about, due to its catalytic effect, a further reduction of the NO_x level i.a. by promoting the reaction $\text{NO} + \text{CO} \rightarrow \text{N}_2 + \text{CO}_2$. Preheated raw meal which is introduced in this manner

5 may advantageously be introduced into the kiln exhaust gas stream immediately after the discharge of these gases from the kiln. As a consequence hereof, the raw meal will lower the temperature of the kiln exhaust gases, thereby reducing any caking problems in the duct which carry the kiln exhaust gases from the kiln to the calciner. In this scenario, the exhaust gas/raw meal suspension may

10 advantageously be introduced tangentially into the upper end of the calciner so as to ensure that the raw meal is kept close to the wall of the calciner. As a result, the amount of raw meal in the central part of the reducing zone of the calciner will be quite small, and this means that a high temperature, and thus advantageous conditions for ignition and NO_x -reduction, can be attained even

15 when using fuels having a low content of volatile constituents.

The plant for carrying out the method according to the invention is of the kind which comprises a preheater, a calciner comprising an upper end and a lower end, a kiln and a subsequent clinker cooler, and being characterized in that it

20 comprises means for introducing kiln exhaust gases into the upper end of the calciner, means for introducing fuel into the upper end of the calciner, means for introducing preheated air from the clinker cooler into the calciner at a location under the zone for introducing kiln exhaust gases and fuel, means for introducing

preheated raw meal into the calciner at a location under the zone for introducing

25 kiln exhaust gases and fuel, means for extracting exhaust gas/raw meal suspension from the lower end of the calciner and to convey it to a separating means and means for conveying the separated raw meal to the kiln.

The invention will be explained in further details in the following with reference

30 being made to the drawing, the only figure of which shows a plant for carrying out the method according to the invention.

WO 02/16849

PCT/IB01/01296

7

In the figure is shown a kiln plant for manufacturing cement clinker. This plant comprises a cyclone preheater, of which only the last cyclone 1 is shown in the figure, a calciner 3 with separating cyclone 4, a rotary kiln 5, as well as a clinker cooler 7. The plant also comprises a kiln riser duct 9 for conveying kiln exhaust gases to the calciner 3, and a duct 11 for conveying preheated air from the clinker cooler 7 to the calciner 3. Raw meal from a not shown raw mill installation is preheated in the preheater in counterflow with the exhaust gases whereafter it is separated from the preheater in the cyclone 1 and conveyed to the calciner 3 in which it undergoes calcination. From the bottom outlet of the separating cyclone 4, the calcined raw meal is directed via a duct 8 to the rotary kiln 5 in which it is burned into cement clinker which is subsequently cooled in the clinker cooler 7. The exhaust gases from the rotary kiln 5 and the calciner 3 are drawn from the calciner 3 through the cyclone 4 and up through the preheater by means of a schematically depicted fan 6.

According to the invention kiln exhaust gases are introduced into the upper end 3a of the calciner 3 either simultaneously with or immediately after at least the main part of the fuel is introduced into the calciner. In the embodiment shown, fuel is introduced into the calciner 3 via a burner 13 which is arranged so that it protrudes axially into the top of the calciner 3 while the kiln exhaust gases are introduced via an inlet duct 15 which discharges tangentially into the side of the upper end 3a of the calciner. Therefore, the combustion of the fuel which is introduced into the calciner 3 via the burner 13 is initiated in an atmosphere which consists of kiln exhaust gases with a low oxygen content. As a result, a reducing zone will be formed in which the NO_x which is supplied together with the kiln exhaust gases reacts with the fuel, thereby reducing the NO_x level.

Further downstream of the calciner, after a reducing zone of appropriate length, preheated air from the clinker cooler 7 is introduced via the duct 11 which discharges tangentially into the calciner 3. The main part of the preheated raw meal from the preheater is introduced into the calciner as shown at the arrow 17 together with the preheated air from the cooler. Because of the tangential

WO 02/16849

PCT/IB01/01296

8

method of introduction, the preheated air/raw meal suspension will flow downwards through the subsequent combustion zone following a spiral-shaped path, causing the raw meal to be slung out towards the wall of the calciner, whereafter it slides down along this wall under the action of gravity while the preheated air envelops the flame in the central part of the calciner so that it is gradually mixed with the exhaust gas/fuel suspension. As a result, the amount of raw meal in the central part of the combustion zone of the calciner will be quite small, and this means that a high temperature, and thus a high degree of fuel burn out, can be attained even when using fuels having a low content of volatile constituents. The raw meal which slides down along the wall of the calciner is calcined by accumulation of the heat from the central combustion zone of the calciner, and it thus serves as a heat shield which protects the calciner wall against the high temperatures which prevail in the combustion zone.

In the lower end 3b of the calciner, the raw meal is suspended in the downward-directed exhaust gas stream, causing the raw meal to undergo further calcination and lowering the temperature of the exhaust gases. The exhaust gas/raw meal suspension is subsequently conveyed via a transition section 3c to the separating cyclone 4 in which the raw meal is separated from the exhaust gases and conveyed to the rotary kiln 5 via the bottom outlet of the cyclone 4.

For controlling the temperature in the combustion zone and to ensure a simultaneous reduction in the the discharge temperture of the exhaust gases from the calciner, a small amount of preheated raw meal may be introduced into the lower end 3b of the calciner, as shown at the arrow 19, or into the transition section 3c.

A small amount of preheated raw meal from the preheater may further be introduced into the kiln exhaust gas stream immediately after the latter has been discharged from the rotary kiln 5 as shown at the arrow 21. This raw meal will then lower the temperature of the kiln exhaust gases, thereby reducing any caking problems in the duct 9. Also, due to its catalytic effect, this raw meal will

WO 02/16849

9

PCT/IB01/01296

further reduce the NO_x level in the calciner 3. In this case, the exhaust gas/raw meal suspension is introduced tangentially into the upper end of the calciner in order to keep the raw meal close to the wall of the calciner. As a result, the amount of raw meal in the central part of the reducing zone of the calciner will be quite small, which means that a high temperature, and thus advantageous conditions for ignition and NO_x-reduction, can be attained even when using fuels having a low content of volatile constituents.

WO 02/16849

PCT/IB01/01296

1.0

Claims

1. A method for manufacturing cement clinker by which method cement raw meal is preheated in a preheater (1), calcined in a calciner (3) comprising an upper end (3a) and a lower end (3b), burned into clinker in a kiln (5) and cooled in a subsequent clinker cooler (7), **characterized in** that exhaust gases from the kiln (5) are introduced into the upper end (3a) of the calciner, in that fuel is likewise introduced into the upper end (3a) of the calciner, in that the exhaust gas/fuel suspension is directed down through the calciner (3), in that preheated air from the clinker cooler (7) and preheated raw meal from the preheater (1) in combination or separately are fed into the calciner (3) at a location under the zone where exhaust gases from the kiln and fuel are introduced, in that the preheated air is directed down through the calciner (3), being gradually mixed with the exhaust gas/fuel suspension, in that the raw meal under the action of gravity is directed down through the calciner (3) along its wall, being suspended in the exhaust gases at the lower end (3b) of the calciner, and in that the exhaust gas/raw meal suspension is extracted from the lower end (3b) of the calciner and conveyed to a separating means (4) for separating the raw meal which is subsequently directed to the kiln (5).
2. A method according to claim 1, **characterized in** that the kiln exhaust gases are introduced into the upper end of the calciner (3a) radially, tangentially or axially.
3. A method according to claim 2, **characterized in** that fuel is introduced into the upper end (3a) of the calciner together with the kiln exhaust gases.
4. A method according to claim 1, **characterized in** that fuel is introduced separately into the upper end (3a) of the calciner.
5. A method according to claim 4, **characterized in** that the fuel is injected axially from the top of the calciner (3).

WO 02/16849

PCT/IB01/01296

11

6. A method according to claim 1, **characterized in** that the mixed suspension of kiln exhaust gases and fuel is led down through the calciner (3), generating a flame in its central zone.
- 5
7. A method according to claim 1, **characterized in** that preheated air from the clinker cooler (7) and preheated raw meal from the preheater (1) are introduced into the calciner as a combined air/raw meal suspension.
- 10
8. A method according to claim 7, **characterized in** that the air/raw meal suspension is introduced tangentially so that the raw meal is slung out towards the calciner wall causing it to slide down along the wall, under the action of gravity, while the air forms an enveloping air cushion around the flame so that the air is gradually mixed with the exhaust gases/fuel suspension.
- 15
9. A method according to claim 1, **characterized in** that preheated raw meal is introduced into the calciner (3) at several locations downstream along the unit.
- 20
10. A method according to claim 9, **characterized in** that preheated raw meal from the preheater (1) is introduced into the lower end (3b) of the calciner and/or into the transition section (3c).
- 25
11. A method according to claim 1, **characterized in** that preheated raw meal from the preheater (1) is introduced into the calciner together with the kiln exhaust gases.
- 30
12. A method according to claim 11, **characterized in** that the preheated raw meal which is introduced in this manner, is introduced into the kiln exhaust gas stream immediately after the discharge of these gases from the kiln (5).
13. A plant for carrying out the method according to the invention of the kind which comprises a preheater (1), a calciner (3) comprising an upper end (3a) and

WO 02/16849

PCT/IB01/01296

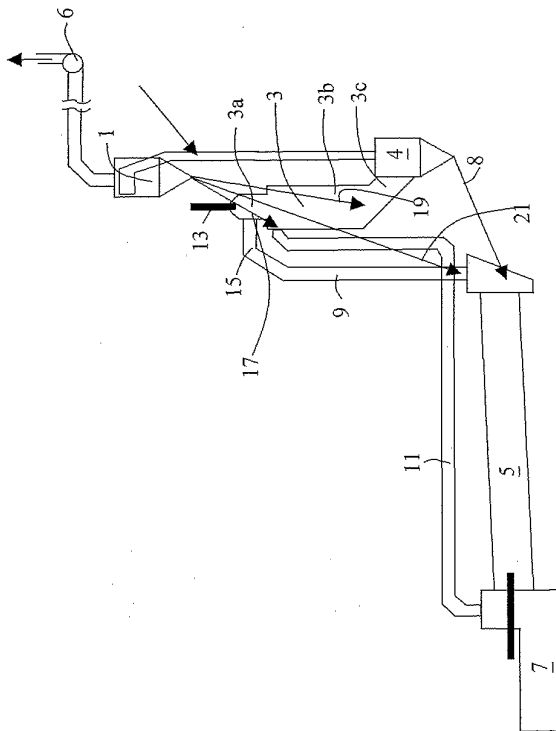
12

a lower end (3b), a kiln (5) and a subsequent clinker cooler (7), and being
characterized in that it comprises means (15) for introducing kiln exhaust gases
into the upper end (3a) of the calciner, means (13) for introducing fuel into the
upper end (3a) of the calciner, means (11) for introducing preheated air from the
5 clinker cooler (7) into the calciner (3) at a location under the zone for introducing
kiln exhaust gases and fuel, means (17) for introducing preheated raw meal into
the calciner (3) at a location under the zone for introducing kiln exhaust gases
and fuel, means (6) for extracting exhaust gas/raw meal suspension from the
lower end (3b) of the calciner and to convey it to a separating means (4) and
10 means (8) for conveying the separated raw meal to the kiln (5).

WO 02/16849

1/1

PCT/IB01/01296



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IB 01/01296
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC7: F27B 7/20, C04B 7/43 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC7: F27B, C04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
SE,DK,FI,NO classes as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
WPI DATA, EPO INTERNAL		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4759711 A (TOSHIKAZU ICHIYANAGI ET AL), 26 July 1988 (26.07.88), figure 2, abstract --	1-13
A	US 5292247 A (CLAUS BAUER), 8 March 1994 (08.03.94), abstract --	1-13
A	US 4014641 A (MIYAMOTO SHIGEYOSHI ET AL), 29 March 1977 (29.03.77), abstract --	1-13
A	US 5919301 A (WOLFGANG ROTHER ET AL), 6 July 1999 (06.07.99), abstract --	1-13
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
25 October 2001		26 -10- 2001
Name and mailing address of the ISA/ Swedish Patent Office Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. +46 8 666 02 85		Authorized officer Ulrika Nilsson/MP Telephone No. +46 8 782 25 00

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IB 01/01296
C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5713734 A (MICHEL MAKRIS ET AL), 3 February 1998 (03.02.98), abstract -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				International application No.	
Information on patent family members				PCT/IB 01/01296	
Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US	4759711 A	26/07/88	CN 1011408 B	30/01/91	
			CN 86107746 A	08/07/87	
			DE 3689876 D,T	08/09/94	
			DK 169916 B	03/04/95	
			DK 534986 A	14/05/87	
			EP 0226329 A,B	24/06/87	
			ES 2053447 T	01/08/94	
			JP 62112984 A	23/05/87	
US	5292247 A	08/03/94	AT 124672 T	15/07/95	
			DE 4123306 A,C	21/01/93	
			DE 59202794 D	00/00/00	
			DK 526770 T	21/08/95	
			EP 0526770 A,B	10/02/93	
US	4014641 A	29/03/77	BR 7504831 A	13/07/76	
			DE 2534438 A,B	04/03/76	
			DK 333075 A	01/02/76	
			FR 2280601 A,B	27/02/76	
			GB 1523621 A	06/09/78	
			JP 925626 C	22/09/78	
			JP 51039720 A	02/04/76	
			JP 53002646 B	30/01/78	
US	5919301 A	06/07/99	DE 19649922 A	04/06/98	
			EP 0854339 A	22/07/98	
US	5713734 A	03/02/98	AT 199592 T	15/03/01	
			AU 699306 B	03/12/98	
			AU 6061496 A	30/01/97	
			CA 2181513 A	22/01/97	
			DE 69611953 D,T	06/09/01	
			DK 754924 T	16/07/01	
			EP 0754924 A,B	22/01/97	
			SE 0754924 T3		
			ES 2156986 T	01/08/01	
			FR 2736910 A,B	24/01/97	
			JP 9173818 A	08/07/97	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZW

【要約の続き】

向けることを特徴とする。この方法によれば揮発成分の少ない燃料を使用した場合でも焼成窯排ガスと一緒に仮焼炉に導入される NO_x を顕著に減らすと同時に高い燃焼率を実現し、さらに燃料と一緒に仮焼炉に導かれる窒素の NO_x への変換率が低く抑えられる。