

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年10月8日(08.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/203280 A1

- (51) 国際特許分類:
F27D 17/00 (2006.01) C04B 7/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/011901
- (22) 国際出願日: 2020年3月18日(18.03.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
201910250059.9 2019年3月29日(29.03.2019) CN
- (71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP). 安徽海螺川崎工程有限公司

(ANHUI CONCH KAWASAKI ENGINEERING COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 241070 安徽省蕪湖市九華南路1007号 Anhui (CN). 安徽海螺川崎節能設備製造有限公司 (ANHUI CONCH KAWASAKI ENERGY CONSERVATION EQUIPMENT MANUFACTURING COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 241070 安徽省蕪湖市弋江区火龍崗鎮 Anhui (CN).

(72) 発明者: 竹中 幸弘 (TAKENAKA, Yukihiro). 宮内 寛太 (MIYAUCHI, Kanta). 槇 健良 (MAKI, Takeyoshi). 山本 修示 (YAMAMOTO, Shuji). 野副 拓朗 (NOZOE, Takuro). 田中 寿典 (TANAKA, Toshinori). 雪岡 敦史 (YUKIOKA, Atsushi). 李 大明 (LI, Daming). 張 皓 (ZHANG,

(54) Title: WASTE HEAT RECOVERY SYSTEM

(54) 発明の名称: 排熱回収システム

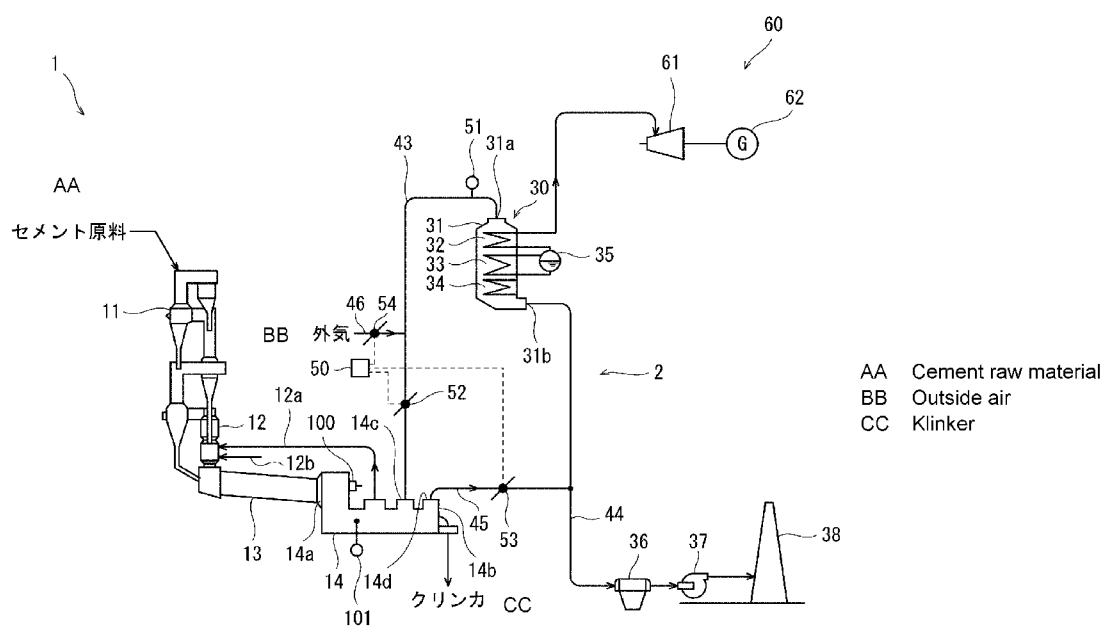


Fig.1

(57) Abstract: This waste heat recovery system comprises: a boiler for recovering heat from exhaust gas generated by an AQC; a first exhaust gas line for leading exhaust gas discharged from a predetermined high-temperature part of the AQC to an inlet of the boiler; an emission apparatus for emitting, to the atmosphere, exhaust gas from which heat has been recovered in the boiler; an emission line for leading exhaust gas discharged from an outlet of the boiler to the emission apparatus; a second exhaust gas line for causing exhaust gas to merge with the emission line, the exhaust gas being discharged from a low-temperature part of the AQC positioned downstream from the high-temperature part in the

Hao). 汪寧(WANG, Ning). 肖杰玉(XIAO, Jieyu). 方偉(FANG, Wei). 周健(ZHOU, Jian).

(74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 Hyogo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

direction in which a burned product is conveyed; a thermometer provided to the first exhaust gas line; at least one flow rate adjustment device for adjusting the flow rate of exhaust gas flowing through at least one of the first exhaust gas line and the second exhaust gas line; and a command generating device for generating a command value for adjusting the at least one flow rate adjustment device so that the measurement value of the thermometer approaches a predetermined set value.

(57) 要約: 排熱回収システムは、AQCで発生した排ガスから熱を回収するボイラと、AQCの所定の高温部から排出した排ガスをボイラの入口に導く第1排ガスラインと、ボイラで熱が回収された後の排ガスを大気に放出する放出設備と、ボイラの出口から排出した排ガスを放出設備に導く放出ラインと、焼成物を搬送する方向における高温部より下流側に位置するAQCの低温部から排出した排ガスを放出ラインに合流させる第2排ガスラインと、第1排ガスラインに設けられた温度計と、第1排ガスラインおよび第2排ガスラインの少なくとも一方を流れる排ガスの流量を調節する少なくとも1つの流量調節装置と、温度計の計測値を所定の設定値に近づけるように少なくとも1つの流量調節装置を調節するための指令値を生成する指令生成装置と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 排熱回収システム

技術分野

[0001] 本発明は、セメント製造プロセスの排ガスから熱を回収する排熱回収システムに関する。

背景技術

[0002] セメント製造プロセスは、大きく分けて、セメント原料を乾燥・粉砕・調合する原料工程、原料から中間製品であるクリンカを焼成する焼成工程、および、クリンカに石こうを加えて粉砕してセメントに仕上げる仕上げ工程から成る。このうち焼成工程では、セメント原料は、先ず、プレヒータで予熱され、次いで、仮焼炉で仮焼され、続いて、キルン炉で焼成され、最後に、エアクエンチングクーラ（以下、「AQC」）で冷却される。AQCでは、250～300℃の排ガスが大量に発生する。従来から、AQCで発生した排ガスをボイラに導入して排熱を回収し、回収した熱で発電する排熱回収システムが知られている。

[0003] 例えば特許文献1の図3には、AQCの高温部と接続された高温排ガスラインとAQCの低温部と接続された低温排ガスラインとを備える排熱回収システムが開示されている。高温排ガスラインは、AQC内の比較的高温（例えば平均360℃）の排ガスを排出し、低温排ガスラインは、AQC内の比較的低温（例えば平均110℃）の排ガスを排出する。高温排ガスラインを通じてAQCから排出された排ガスは、ボイラへ導かれる。ボイラでは、排ガスの熱によって過熱蒸気が発生し、過熱蒸気は、蒸気タービン発電機での発電に利用される。ボイラで熱が回収された排ガスは、低温排ガスラインによりAQCから排出された排ガスと合流した後、集塵機を通過し、煙突から大気に放出される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5897302号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、通常、キルンで焼成されるクリンカは、その自重によってキルンからAQCへ落下投入する。このため、AQCへのクリンカ供給量には振れ幅があり、結果として、AQC内で発生する排ガスの温度に変動が生じていた。このようなAQC内での排ガスの温度変動は、ボイラで回収される熱の増減に影響するため、AQCでの温度変動に依存せず、効率よく熱を回収できるシステムが望まれる。

[0006] そこで、本発明は、AQC内の排ガスの温度が変動する場合でも、AQCボイラで熱を効率よく回収することができる排熱回収システム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

[0007] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る排熱回収システムは、セメント原料を焼成するキルンと、前記キルンから投入された焼成物を搬送しつつ急冷するエアクエンチングクーラ（以下、AQC）とを備えるセメント焼成設備において、前記AQCで発生した排ガスから熱を回収する排熱回収システムであって、前記AQCで発生した排ガスから熱を回収するボイラと、前記AQCの所定の高温部から排出した排ガスを前記ボイラの入口に導く第1排ガスラインと、前記ボイラで熱が回収された後の排ガスを大気に放出する放出設備と、前記ボイラの出口から排出した排ガスを前記放出設備に導く放出ラインと、焼成物を搬送する方向における前記高温部より下流側に位置する前記AQCの低温部から排出した排ガスを前記放出ラインに合流させる第2排ガスラインと、前記第1排ガスラインに設けられた温度計と、前記第1排ガスラインおよび前記第2排ガスラインの少なくとも一方を流れる排ガスの流量を調節する少なくとも1つの流量調節装置と、前記温度計の計測値を所定の設定値に近づけるように前記少なくとも1つの流量調節装置を調節するための指令値を生成する指令生成装置と、を備える。

- [0008] 上記のシステムによれば、A Q C内の排ガスの温度が変動する場合でも、指令生成装置により生成された指令値に従って前記少なくとも1つの流量調節装置を調整することで、ボイラに流入するガス温度を一定に（つまり、設定値に）保つことができる。これにより、A Q C内の排ガスの温度が変動する場合でも、ボイラで熱を効率よく回収することができる。
- [0009] 上記のシステムにおいて、前記指令生成装置は、前記計測値が前記設定値より高い場合には、少なくとも前記第2排ガスラインを流れる排ガスの流量を低減させる前記指令値を生成し、前記計測値が前記設定値より低い場合には、少なくとも前記第2排ガスラインを流れる排ガスの流量を増大させる前記指令値を生成してもよい。
- [0010] 例えば、上記のシステムにおいて、前記指令生成装置は、生成した前記指令値に基づき、前記少なくとも1つの流量調節装置を制御する。
- [0011] あるいは、例えば、上記のシステムは、オペレータの操作を受け付けて操作指令を生成する操作装置と、前記操作指令に基づき、前記少なくとも1つの流量調節装置を制御する制御装置と、前記指令生成装置により生成された前記指令値に対応する操作指示を出力する出力装置と、を更に備える。この構成によれば、少なくとも1つの流量調節装置がオペレータの操作によって調整されるシステムにおいて、指令生成装置により生成された指令値に対応する操作指示を出力装置に出力する。このため、ボイラに流入するガス温度を一定に保つための操作を操作装置に対して行なうようオペレータを誘導することができる。
- [0012] 上記のシステムは、前記第1排ガスラインに接続され、前記A Q Cの前記高温部から排出した排ガスよりも温度が低い低温ガスを前記第1排ガスラインに導入する導入ラインと、前記導入ラインに設けられた開閉装置と、を更に備え、前記指令生成装置は、前記温度計の計測値が、前記設定値より高い所定の閾値以下にあるときは、前記開閉装置を閉じた状態を維持する指令値を生成し、前記温度計により計測された温度が前記閾値を超えたときは、前記開閉装置を開く指令値を生成してもよい。この構成によれば、生成された

開度指令に従って第3ダンパが調整されることで、許容温度を超えるガスがボイラに流入するのを防ぐことができる。

[0013] 上記のシステムにおいて、前記温度計は、第1温度計であり、前記AQCにおける前記高温部より焼成物を搬送する方向における上流側には、第2温度計が設けられており、前記指令生成装置は、前記第2温度計の計測値に基づき、現時点から所定の時間経過後の前記ボイラの入口の排ガスの温度を予測してもよい。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、AQC内の排ガスの温度が変動する場合でも、ボイラで熱を効率よく回収することができる排熱回収システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る排熱回収システムを含むセメント焼成プラントの概略構成を示す図である。

[図2]図2は、図1に示す排熱回収システムにおけるダンパ制御のブロック図である。

[図3]図3は、変形例1に係る排熱回収システムにおけるダンパ制御のブロック図である。

[図4]図4は、変形例2に係る排熱回収システムにおけるダンパ制御のブロック図である。

発明を実施するための形態

[0016] 次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は本実施形態に係る排熱回収システム2を含むセメント焼成設備1の概略構成を示す図である。

[0017] [セメント焼成設備]

上述したように、セメント製造プロセスは、原料工程、焼成工程および仕上げ工程から成る。図1に示すセメント焼成設備1は、このうちの焼成工程を担っており、原料工程で石灰石、粘土などを乾燥・粉砕・調合して得られ

た粉体原料（以下、「セメント原料」と称する。）から、中間製品であるクリンカを焼成する設備である。セメント焼成設備 1 は、プレヒータ 1 1、仮焼炉 1 2、ロータリキルン 1 3、および A Q C 1 4 を備える。

[0018] プレヒータ 1 1 は、直列的に接続された複数段のサイクロンを備える。プレヒータ 1 1 では、ロータリキルン 1 3 からの排熱が最下段のサイクロンから最上段のサイクロンへ向けて順に移動し、セメント原料が最上段のサイクロンから最下段のサイクロンへ向けて順に移動する。プレヒータ 1 1 の最下段のサイクロンは、仮焼炉 1 2 と接続されている。

[0019] 仮焼炉 1 2 では、プレヒータ 1 1 を出たセメント原料が、約 9 0 0 °C の雰囲気中で仮焼される。仮焼炉 1 2 には、A Q C 1 4 から仮焼炉 1 2 へ排熱を送る仮焼炉用抽気ライン 1 2 a と、燃料等を仮焼炉 1 2 へ供給する燃料供給ライン 1 2 b とが接続されている。仮焼炉 1 2 の出口は、ロータリキルン 1 3 の入口と接続されている。

[0020] ロータリキルン 1 3 は、横長の円筒型の回転窯であって、原料入口から原料出口へ向かって僅かに下る勾配を付けて設置されている。ロータリキルン 1 3 では、プレヒータ 1 1 および仮焼炉 1 2 で予熱・仮焼されたセメント原料を、A Q C 1 4 の排熱およびバーナ 1 0 0 の燃焼ガスによって焼成する。ロータリキルン 1 3 の出口は、A Q C 1 4 の入口 1 4 a と接続されている。

[0021] A Q C 1 4 では、ロータリキルン 1 3 から出た高温（例えば約 1 4 0 0 °C）の焼成物が急冷される。具体的には、ロータリキルン 1 3 の出口から A Q C 1 4 内に落下投入された焼成物は、A Q C 1 4 内の図示しないコンベアにより出口 1 4 b へ向かって搬送される。焼成物は、コンベアで搬送される間、コンベアの下から冷却用空気が吹きつけられることによって冷却される。A Q C 1 4 にて冷却された焼成物、すなわちクリンカは、出口 1 4 b から出た後、図示しないクリンカコンベアによりクリンカサイロへ送られる。

[0022] A Q C 1 4 内で高温の焼成物に対し吹き付けられた冷却用空気は、高温の排ガスとなる。A Q C 1 4 内のガス温度は、焼成物の搬送方向に沿って出口 1 4 b に近づくにつれ低くなる分布を形成している。例えば、A Q C 1 4 の

入口 1 4 a 近傍のガス温度は、約 1 3 5 0℃となっており、A Q C 1 4 の出口 1 4 b 近傍のガス温度は、約 1 0 0℃となっている。ただし、上述したように、A Q C 1 4 へのクリンカ供給量には振れ幅があるため、A Q C 1 4 内の排ガスの温度に変動が生じている。

[0023] 〔排熱回収システム〕

セメント焼成設備 1 は、A Q C 1 4 の高温部 1 4 c の排ガスやプレヒータ 1 1 で発生した排ガスから熱を回収する排熱回収システム 2 を更に備える。排熱回収システム 2 は、エアクエンチングクーラボイラ（以下、A Q C ボイラ）3 0、制御装置 5 0、蒸気タービン発電機 6 0 を備える。

[0024] A Q C ボイラ 3 0 は、A Q C 1 4 で発生した排ガスを加熱媒体とするボイラである。A Q C ボイラ 3 0 は、ガス入口 3 1 a およびガス出口 3 1 b を有するボイラ本体 3 1 を備える。ボイラ本体 3 1 内には、熱交換器である過熱器 3 2、蒸発器 3 3、および予熱器（エコノマイザ）3 4 が、ガス入口 3 1 a からガス出口 3 1 b に向かってこの順に設置されている。また、ボイラ本体 3 1 には、蒸気ドラム 3 5 が付属されている。

[0025] ボイラ本体 3 1 のガス入口 3 1 a には、A Q C 1 4 の高温部 1 4 c から延びる第 1 排ガスライン 4 3 が接続されている。A Q C 1 4 の高温部 1 4 c とは、A Q C 1 4 における排ガス温度が比較的高温（例えば約 3 5 0℃）である箇所である。例えば、A Q C 1 4 の高温部 1 4 c の平均温度は、A Q C ボイラ 3 0 の許容温度範囲内にある。第 1 排ガスライン 4 3 の上流側端部が A Q C 1 4 の高温部 1 4 c に位置することで、比較的高温な排ガスが、第 1 排ガスライン 4 3 を通じて A Q C 1 4 から A Q C ボイラ 3 0 に導かれ、A Q C ボイラ 3 0 の加熱媒体として利用される。

[0026] なお、A Q C 1 4 には、上述した仮焼炉用抽気ライン 1 2 a が接続されている。仮焼炉用抽気ライン 1 2 a は、第 1 排ガスライン 4 3 と A Q C 1 4 との接続位置よりも焼成物の搬送方向上流側で A Q C 1 4 と接続している。このため、仮焼炉用抽気ライン 1 2 a からは、第 1 排ガスライン 4 3 から排出される排ガスの温度よりも高い温度（例えば約 6 0 0℃）の排ガスが抽気さ

れる。

[0027] また、AQC14における高温部14cよりも焼成物の搬送方向上流側には、温度計101（本発明の「第2温度計」に対応）が設けられている。温度計101の計測値は制御装置50に送られる。

[0028] ボイラ本体31のガス出口31bには、第2放出ライン44（本発明の「放出ライン」に対応）が接続されている。第2放出ライン44には、集塵機36、排風機37、および煙突38（本発明の「放出設備」に対応）が排ガスの流れの上流から下流に向けてこの順番で設けられている。AQCボイラ30で熱交換された後の排ガスは、集塵機36を通過し、煙突38から大気に放出される。

[0029] AQC14の低温部14dからは、第2排ガスライン45が延びている。AQC14の低温部14dとは、AQC14における排ガス温度が比較的低温（例えば約150℃）である箇所であり、AQC14における高温部14cよりも焼成物搬送方向下流側に位置している。第2排ガスライン45の上流側端部がAQC14の低温部14dに位置することで、比較的低温な排ガスが、第2排ガスライン45を通じてAQC14から排出される。第2排ガスライン45の下流側端部は、第2放出ライン44におけるAQCボイラ30と集塵機36の間につながっている。すなわち、AQC14の低温部14dから排出した排ガスは、第2排ガスライン45を通過して、AQCボイラ30の出口31bから出た排ガスと合流し、その後、集塵機36を通過し、煙突38から大気に放出される。

[0030] 第1排ガスライン43には、AQCボイラ30に導かれる排ガス温度を計測する温度計51（本発明の「温度計」および「第1温度計」に対応）が設けられている。また、第1排ガスライン43における温度計51より上流側には、第1ダンパ52が設けられている。また、第2排ガスライン45には、第2ダンパ53が設けられている。また、第1排ガスライン43における第1ダンパ52と温度計51の間には、導入ライン46が接続されている。導入ライン46には、第3ダンパ54が設けられている。本実施形態では、

第1ダンパ52、第2ダンパ53および第3ダンパ54は、制御装置50により制御され、開度が調整される。制御装置50による制御方法について、詳細は後述する。

[0031] 蒸気タービン発電機60は、蒸気タービン61と発電機62とを備える。蒸気タービン61は、供給される蒸気によって駆動される。

[0032] 制御装置50は、温度計51により計測された温度に基づき、第1ダンパ52、第2ダンパ53および第3ダンパ54を制御する。図2に、排熱回収システム2におけるダンパ制御のブロック図を示す。制御装置50は、プロセッサと、揮発性及び不揮発性のメモリとを備える。プロセッサは、CPU、MPU、GPUなどで構成され、メモリに格納された各種プログラムを読み出して実行することで、制御対象に応じた制御、及び、後述するような各種機能部を実現する。

[0033] 図2には、制御装置50の機能的構成が示されている。制御装置50は、開度指令生成部50aおよびダンパ制御部50bを含み、これらの機能部50a、50bは、上記CPU等のハードウェア及び上記ROM等に記憶されたソフトウェア等を組み合わせて構築される。制御装置50は1つのユニットにより構成されていなくてもよく、複数のユニットにより構成されてもよい。開度指令生成部50aは、温度計51の計測値に基づき、第1ダンパ52、第2ダンパ53および第3ダンパ54の開度情報である開度指令値を生成する。そして、ダンパ制御部50bは、開度指令生成部50aが生成した開度指令に基づき、第1ダンパ52、第2ダンパ53および第3ダンパ54を制御する。

[0034] 以下、制御装置50によるダンパ制御について、より詳細に説明する。

[0035] 仮に第1ダンパ52および第2ダンパ53の開度が一定であるとした場合、第1排ガスライン43を通じてAQCボイラ30に導かれる排ガスの温度も、AQC14内の排ガスの温度変動に依存して変動する。本実施形態では、制御装置50が、AQCボイラ30に導かれる排ガスの温度が予め定めた温度に保たれるよう、第1ダンパ52および第2ダンパ53の少なくとも一

方を制御する。

[0036] 具体的には、開度指令生成部50aは、温度計51の計測値Tを所定の設定値T1に近づけるように第1ダンパ52および第2ダンパ53の少なくとも一方を調節するための指令値（開度指令値）を生成する。つまり、制御装置50は、本発明の「指令生成装置」として機能する。ここで、所定の設定値T1は、できるだけAQC14内の排ガスの熱を回収できるよう、AQCボイラ30の許容上限値（例えば400℃）以下で且つ許容上限値にできるだけ近い値（例えば360℃）に設定される。

[0037] 制御装置50によるダンパ制御の一例を説明する。ここで説明される例では、制御装置50が、第1ダンパ52および第2ダンパ53のうち、第2ダンパ53の開度のみ調整する例を説明する。すなわち、ここで説明される例では、第1ダンパ52の開度が予め定めた開度に固定される。この例では、第2ダンパ53は、第2排ガスライン45を流れる排ガスの流量を調節する流量調節装置として機能し、本発明の「少なくとも1つの流量調節装置」に対応する。

[0038] ダンパ制御部50bは、AQCボイラ30の運転停止時は、第1ダンパ52が全閉となるように、AQCボイラ30の運転時は、第1ダンパ52の開度が予め定めた開度（例えば全開）となるように第1ダンパ52を制御する。また、AQCボイラ30の運転時、開度指令生成部50aは、温度計51の計測値Tが所定の設定値T1より高い場合には、第2ダンパ53の開度を低減させる指令値（開度指令）を生成する。そして、ダンパ制御部50bは、生成された指令値に基づき、第2ダンパ53の開度を調整する。第2ダンパ53の開度が低減することで、第2排ガスライン45を通じてAQC14から比較的低温の排ガスが排出される量が低減する。これにより、第1排ガスライン43を通じてAQC14から排出される排ガスの温度は低減し、温度計51の計測値Tを所定の設定値T1に近づけることができる。

[0039] また、開度指令生成部50aは、温度計51の計測値Tが所定の設定値T1より低い場合には、第2ダンパ53の開度を増大させる指令値（開度指令

）を生成する。そして、ダンパ制御部50bは、生成された指令値に基づき、第2ダンパ53の開度を調整する。第2ダンパ53の開度が増大することで、第2排ガスライン45を通じてAQC14から比較的低温の排ガスが排出される量が増大する。これにより、第1排ガスライン43を通じてAQC14から排出される排ガスの温度は増大し、温度計51の計測値Tを所定の設定値T1に近づけることができる。

[0040] ただし、上述のダンパ制御は、一例にすぎない。例えば、制御装置50は、第1ダンパ52および第2ダンパ53の双方の開度を調整してもよい。この場合、第1ダンパ52は、第1排ガスライン43を流れる排ガスの流量を調節する流量調節装置として機能し、第2ダンパ53は、第2排ガスライン45を流れる排ガスの流量を調節する流量調節装置として機能する。そして、第1ダンパ52および第2ダンパ53が、本発明の「少なくとも1つの流量調節装置」に対応する。

[0041] 制御装置50が、第1ダンパ52および第2ダンパ53の双方の開度を調整する場合、開度指令生成部50aは、温度計51の計測値Tが所定の設定値T1より高い場合には、第2ダンパ53の開度を低減させるとともに第1ダンパ52の開度を増大させる指令値（開度指令）を生成する。そして、ダンパ制御部50bは、生成された指令値に基づき、第1ダンパ52および第2ダンパ53の開度を調整する。また、開度指令生成部50aは、温度計51の計測値Tが所定の設定値T1より低い場合には、第2ダンパ53の開度を増大させるとともに第1ダンパ52の開度を低減させる指令値（開度指令）を生成する。そして、ダンパ制御部50bは、生成された指令値に基づき、第1ダンパ52および第2ダンパ53の開度を調整する。

[0042] あるいは、第2ダンパ53の開度を予め定めた開度に固定し、制御装置50が、第1ダンパ52および第2ダンパ53のうち、第1ダンパ52の開度のみ調整してもよい。この場合、第1ダンパ52は、第1排ガスライン43を流れる排ガスの流量を調節する流量調節装置として機能する。そして、第1ダンパ52が、本発明の「少なくとも1つの流量調節装置」に対応する。

- [0043] 制御装置50が、第1ダンパ52の開度のみ調整する場合、開度指令生成部50aは、温度計51の計測値Tが所定の設定値T1より高い場合には、第1ダンパ52の開度を増大させる指令値（開度指令）を生成する。そして、ダンパ制御部50bは、生成された指令値（開度指令）に基づき、第1ダンパ52の開度を調整する。また、開度指令生成部50aは、温度計51の計測値Tが所定の設定値T1より低い場合には、第1ダンパ52の開度を低減させるという指令値（開度指令）を生成する。そして、ダンパ制御部50bは、生成された指令値に基づき、第1ダンパ52の開度を調整する。
- [0044] さらに、制御装置50は、導入ライン46に設けられた第3ダンパ54を制御する。導入ライン46は、AQC14内の高温部14cから排出した排ガスよりも温度が低い低温ガスを、第1排ガスライン43に導入するためのものである。導入ライン46を通じて第1排ガスライン43に導入される低温ガスは、例えば外気である。
- [0045] 第3ダンパ54は、導入ライン46を開閉する開閉装置として機能する。第3ダンパ54は、AQCボイラ30の運転時、通常、閉じられている。そして、第3ダンパ54は、第2ダンパ53の開度調整にもかかわらず、AQCボイラ30に導かれる排ガス温度がAQCボイラ30の許容上限値を超えそうな場合に開かれる。具体的に、温度計51の計測値Tが、設定値T1より高い所定の閾値T2以下にあるときは、制御装置50は、第3ダンパ54を閉じた状態を維持する。すなわち、開度指令生成部50aは、温度計51の計測値Tが閾値T2以下にあるときは、第3ダンパ54を全閉にする指令値（開度指令）を生成し、ダンパ制御部50bは、生成された指令値に基づき、第3ダンパ54を閉じた状態にする。ここで、所定の閾値T2は、例えばボイラ本体31に流入する排ガスの温度がAQCボイラ30の許容上限値（例えば400℃）を超えないよう、許容上限値と設定値T1の間（例えば390℃）に設定される。ただし、所定の閾値T2をAQCボイラ30の許容上限値に設定してもよい。
- [0046] また、温度計51の計測値Tが閾値T2を超えたときは、制御装置50は

、第3ダンパ54を開く。すなわち、開度指令生成部50aは、温度計51の計測値Tが閾値T2を超えたときは、第3ダンパ54を全開にするまたは所定の開度を開く指令値（開度指令）を生成し、ダンパ制御部50bは、生成された指令値に基づき、第3ダンパ54を開いた状態にする。例えば、開度指令生成部50aは、温度計51の計測値Tが閾値T2を超えたときは、計測値Tに基づく開度に第3ダンパ54を開く指令値を生成してもよい。

[0047] 以上に説明したように、本実施形態に係る排熱回収システム2によれば、開度指令生成部50aは、温度計51の計測値Tを所定の設定値T1に近づけるように第1ダンパ52および第2ダンパ53の少なくとも一方を調節するための指令値（開度指令値）を生成する。そして、ダンパ制御部50bは、生成された指令値に基づき、第1ダンパ52および第2ダンパ53の少なくとも一方を調節する。これにより、AQCボイラ30に流入するガス温度を一定に（つまり、設定値に）保つことができる。これにより、AQC14内の排ガスの温度が変動する場合でも、AQCボイラ30で熱を効率よく回収することができる。

[0048] また、本実施形態では、制御装置50が、温度計51の計測値Tが設定値T1より高い所定の閾値T2以下にあるときは、第3ダンパ54を閉じた状態を維持し、温度計51の計測値Tが閾値T2を超えたときは、第3ダンパ54を開く。これにより、許容温度を超えるガスがAQCボイラ30に流入するのを防ぐことができる。

[0049] （変形例1）

上記実施形態では、制御装置50が、温度計51の計測値Tを所定の設定値T1に近づけるように第1ダンパ52および第2ダンパ53の少なくとも一方を制御すること、いわゆるフィードバック制御を実行することを説明した。制御装置50は、このようなフィードバック制御に加えて、第1ダンパ52および第2ダンパ53の少なくとも一方を温度計51の計測値Tの温度変化に先行して制御するフィードフォワード制御を実行してもよい。

[0050] 図3は、変形例1に係る排熱回収システムにおけるダンパ制御のブロック

図である。制御装置 50 は、開度指令生成部 50 a およびダンパ制御部 50 b の他、温度予測部 50 c を含む。温度予測部 50 c は、制御装置 50 が有する上記 CPU 等のハードウェア及び上記 ROM 等に記憶されたソフトウェア等を組み合わせて構築される。

[0051] 温度予測部 50 c は、AQC 14 における高温部 14 c よりも焼成物の搬送方向上流側に設けられた温度計 101 の計測値に基づき、現時点から所定の時間経過後（例えば 10 分後）の AQC ボイラ 30 の入口 31 a の排ガスの温度を予測する。予測結果は、開度指令生成部 50 a により生成される指令値の補正に利用される。

[0052] 開度指令生成部 50 a は、温度予測部 50 c による予測結果に基づき、現時点の温度計 51 の計測値 T を所定の設定値 T_1 に近づけるための指令値を補正する。この補正は、現時点以降に生じ得る温度計 51 の計測値 T の所定の設定値 T_1 からの逸脱を抑制するための補正である。

[0053] 具体的には、温度予測部 50 c により予測した温度が例えば所定の設定値 T_1 より高い場合、今後、温度計 51 の計測値 T は、所定の設定値 T_1 に比べて高くなる方向に変位することが予想される。このため、開度指令生成部 50 a は、生成した指令値に対し、AQC ボイラ 30 の入口 31 a の排ガスの温度を低下させるように、言い換えれば、第 2 ダンパ 53 の開度を低減させる、および／または、第 1 ダンパ 52 の開度を増大させるよう補正する。温度予測部 50 c により予測した温度が例えば所定の設定値 T_1 より低い場合、今後、温度計 51 の計測値 T は、所定の設定値 T_1 に比べて低くなる方向に変位することが予想される。このため、開度指令生成部 50 a は、生成した指令値に対し、AQC ボイラ 30 の入口 31 a の排ガスの温度を上昇させるように、言い換えれば、第 2 ダンパ 53 の開度を増大させる、および／または、第 1 ダンパ 52 の開度を低減させるよう補正する。

[0054] この変形例 1 によれば、AQC 14 内の排ガスの急な温度変動に対しても、所定の設定値 T_1 からの温度計 51 の計測値 T の逸脱を迅速に抑えることができる。

[0055] (変形例 2)

また、上記実施形態では、制御装置 50 が、温度計 51 の計測値 T を所定の設定値 T1 に近づけるように第 1 ダンパ 52 および第 2 ダンパ 53 の少なくとも一方を調節するための指令値を生成し、当該指令値に基づき、第 1 ダンパ 52 および第 2 ダンパ 53 の少なくとも一方を制御したが、本発明はこれに限定されない。例えば、本発明の排熱回収システムは、オペレータの手動操作によって第 1 ダンパ 52 および第 2 ダンパ 53 の少なくとも一方の開度が調整されるものであってもよい。

[0056] 図 4 は、変形例 2 に係る排熱回収システムにおけるダンパ制御のブロック図である。この排熱回収システムでは、オペレータの手動操作によって第 1 ダンパ 52 および第 2 ダンパ 53 の少なくとも一方の開度が調整される。この排熱回収システムは、指令生成装置 71、出力装置 72、操作装置 73 および制御装置 74 を備える。指令生成装置 71 は、温度計 51 の計測値 T を所定の設定値 T1 に近づけるように第 1 ダンパ 52 および第 2 ダンパ 53 の少なくとも一方を調節するための指令値を生成する。出力装置 72 は、指令生成装置 71 により生成された指令値に対応する操作指示を出力する。操作装置 73 は、オペレータの操作を受け付けて操作指令を生成する。制御装置 74 は、操作装置 73 により生成された操作指令に基づき、第 1 ダンパ 52 および第 2 ダンパ 53 の少なくとも一方を制御する。

[0057] 出力装置 72 および操作装置 73 は、オペレータが出力装置 72 の出力に従って操作装置 73 を操作できるように、同じ空間（例えばセメント焼成設備 1 のオペレータ室）70 に配置される。出力装置 72 は、操作装置 73 に対する操作の指示をオペレータに伝達可能な出力態様であればよく、例えば操作指示画面を出力可能なディスプレイなどでもよいし、音声による操作指示を出力可能なスピーカなどであってもよい。例えば、出力装置 72 および操作装置 73 は、一体的に構成されていてもよく、例えばタッチスクリーンであってもよい。また、指令生成装置 71 は、出力装置 72 と一体的に構成されてもよい。

[0058] この変形例 2 に係る排熱回収システムによれば、指令生成装置 7 1 により生成された指令値に対応する操作指示を出力装置 7 2 に出力する。このため、AQC ボイラ 3 0 に流入するガス温度を一定に保つための操作を操作装置 7 3 に対して行なうようオペレータを誘導することができる。従って、この変形例 2 でも、上記実施形態と同様に、AQC ボイラ 3 0 で熱を効率よく回収することができる。

[0059] 本発明は、上述した実施形態および変形例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

[0060] 例えば、上記の変形例 1 および変形例 2 を組み合わせたものも本発明に含まれる。すなわち、変形例 2 において、指令生成装置 7 1 は、AQC 1 4 における高温部 1 4 c よりも焼成物の搬送方向上流側に設けられた温度計 1 0 1 の計測値に基づき、現時点から所定の時間経過後（例えば 1 0 分後）の AQC ボイラ 3 0 の入口 3 1 a の排ガスの温度を予測してもよく、また、予測結果に基づき、現時点の温度計 5 1 の計測値 T を所定の設定値 T 1 に近づけるための指令値を補正してもよい。

[0061] また、上記実施形態では、第 1 排ガスライン 4 3 および第 2 排ガスライン 4 5 を流れる排ガスの流量を調節する流量調節装置として、それぞれ、第 1 ダンパ 5 2 および第 2 ダンパ 5 3 が説明され、また、導入ライン 4 6 を開閉する開閉装置として第 3 ダンパ 5 4 が説明されたが、本発明における「流量調節装置」および「開閉装置」はダンパに限定されない。例えば、本発明における「流量調節装置」および「開閉装置」は、ダンパに代えて、バルブや送風機等の公知の流量調節装置が用いられてもよい。

符号の説明

- [0062] 1 : セメント焼成設備
2 : 排熱回収システム
1 3 : ロータリキルン
1 4 : エアクエンチングクーラ
3 0 : AQC ボイラ（ボイラ）

- 4 3 : 第 1 排ガスライン
- 4 4 : 第 2 放出ライン (放出ライン)
- 4 5 : 第 2 排ガスライン
- 4 6 : 導入ライン
- 5 0 : 制御装置 (指令生成装置)
- 5 1 : 温度計 (第 1 温度計)
- 5 2 : 第 1 ダンパ (流量調節装置)
- 5 3 : 第 2 ダンパ (流量調節装置)
- 5 4 : 第 3 ダンパ (開閉装置)
- 7 1 : 指令生成装置
- 7 2 : 出力装置
- 7 3 : 操作装置
- 7 4 : 制御装置
- 1 0 0 : バーナ
- 1 0 1 : 温度計 (第 2 温度計)

請求の範囲

- [請求項1] セメント原料を焼成するキルンと、前記キルンから投入された焼成物を搬送しつつ急冷するエアクエンチングクーラ（以下、AQC）とを備えるセメント焼成設備において、前記AQCで発生した排ガスから熱を回収する排熱回収システムであって、
- 前記AQCで発生した排ガスから熱を回収するボイラと、
- 前記AQCの所定の高温部から排出した排ガスを前記ボイラの入口に導く第1排ガスラインと、
- 前記ボイラで熱が回収された後の排ガスを大気に放出する放出設備と、
- 前記ボイラの出口から排出した排ガスを前記放出設備に導く放出ラインと、
- 焼成物を搬送する方向における前記高温部より下流側に位置する前記AQCの低温部から排出した排ガスを前記放出ラインに合流させる第2排ガスラインと、
- 前記第1排ガスラインに設けられた温度計と、
- 前記第1排ガスラインおよび前記第2排ガスラインの少なくとも一方を流れる排ガスの流量を調節する少なくとも1つの流量調節装置と、
- 前記温度計の計測値を所定の設定値に近づけるように前記少なくとも1つの流量調節装置を調節するための指令値を生成する指令生成装置と、を備える、排熱回収システム。
- [請求項2] 前記指令生成装置は、前記計測値が前記設定値より高い場合には、少なくとも前記第2排ガスラインを流れる排ガスの流量を低減させる前記指令値を生成し、前記計測値が前記設定値より低い場合には、少なくとも前記第2排ガスラインを流れる排ガスの流量を増大させる前記指令値を生成する、請求項1に記載の排熱回収システム。
- [請求項3] 前記指令生成装置は、生成した前記指令値に基づき、前記少なくと

も 1 つの流量調節装置を制御する、請求項 1 または 2 に記載の排熱回収システム。

[請求項4] オペレータの操作を受け付けて操作指令を生成する操作装置と、
前記操作指令に基づき、前記少なくとも 1 つの流量調節装置を制御する制御装置と、

前記指令生成装置により生成された前記指令値に対応する操作指示を出力する出力装置と、を更に備える、請求項 1 または 2 に記載の排熱回収システム。

[請求項5] 前記第 1 排ガスラインに接続され、前記 A Q C の前記高温部から排出した排ガスよりも温度が低い低温ガスを前記第 1 排ガスラインに導入する導入ラインと、

前記導入ラインに設けられた開閉装置と、を更に備え、

前記指令生成装置は、前記温度計の計測値が、前記設定値より高い所定の閾値以下にあるときは、前記開閉装置を閉じた状態を維持する指令値を生成し、前記温度計により計測された温度が前記閾値を超えたときは、前記開閉装置を開く指令値を生成する、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の排熱回収システム。

[請求項6] 前記温度計は、第 1 温度計であり、

前記 A Q C における前記高温部より焼成物を搬送する方向における上流側には、第 2 温度計が設けられており、

前記指令生成装置は、前記第 2 温度計の計測値に基づき、現時点から所定の時間経過後の前記ボイラの入口の排ガスの温度を予測する、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の排熱回収システム。

[図1]

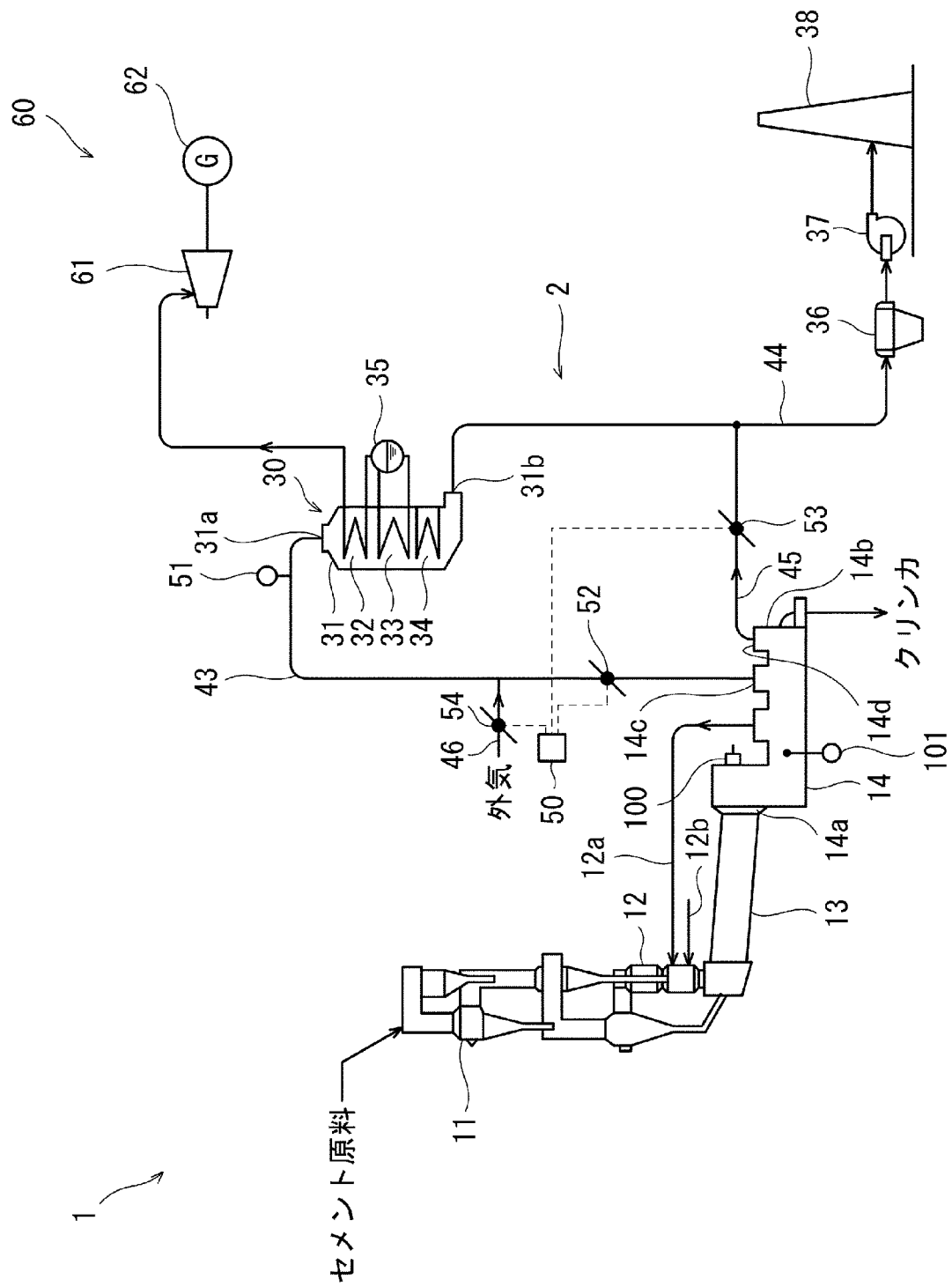


Fig.1

[図2]

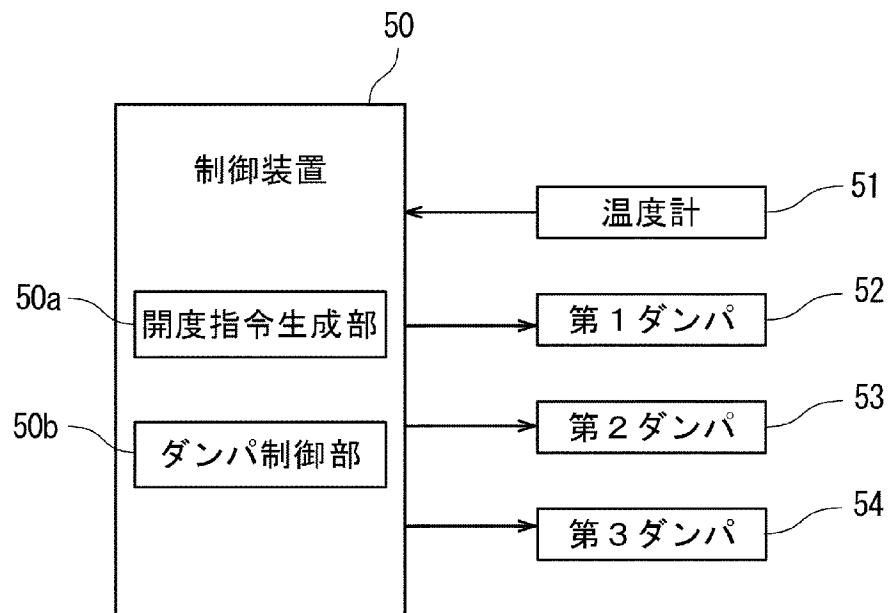


Fig.2

[図3]

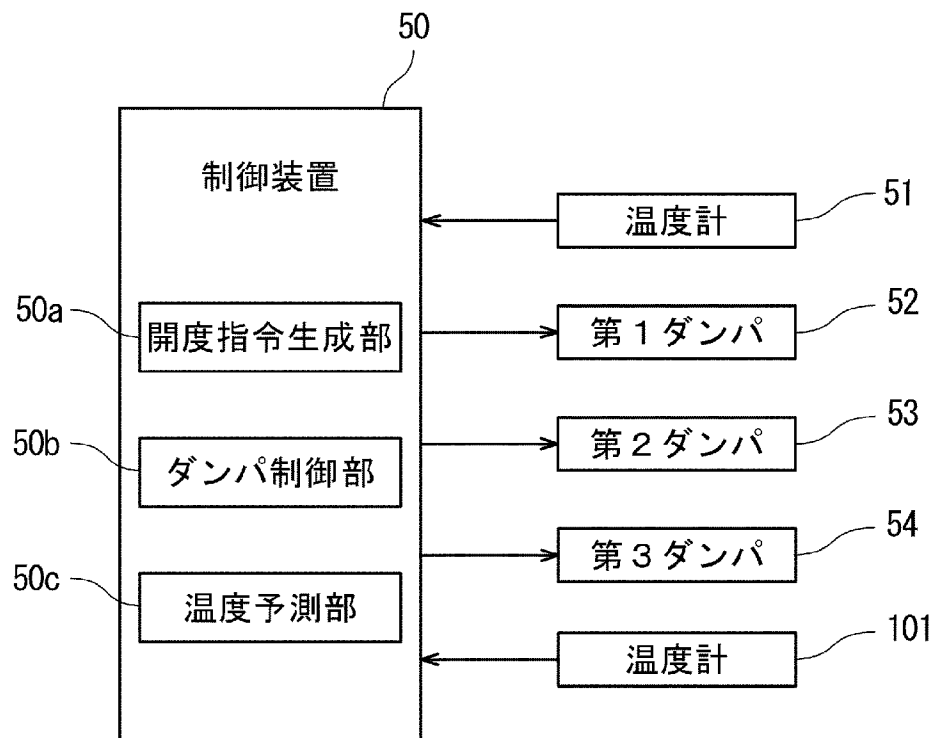


Fig.3

[図4]

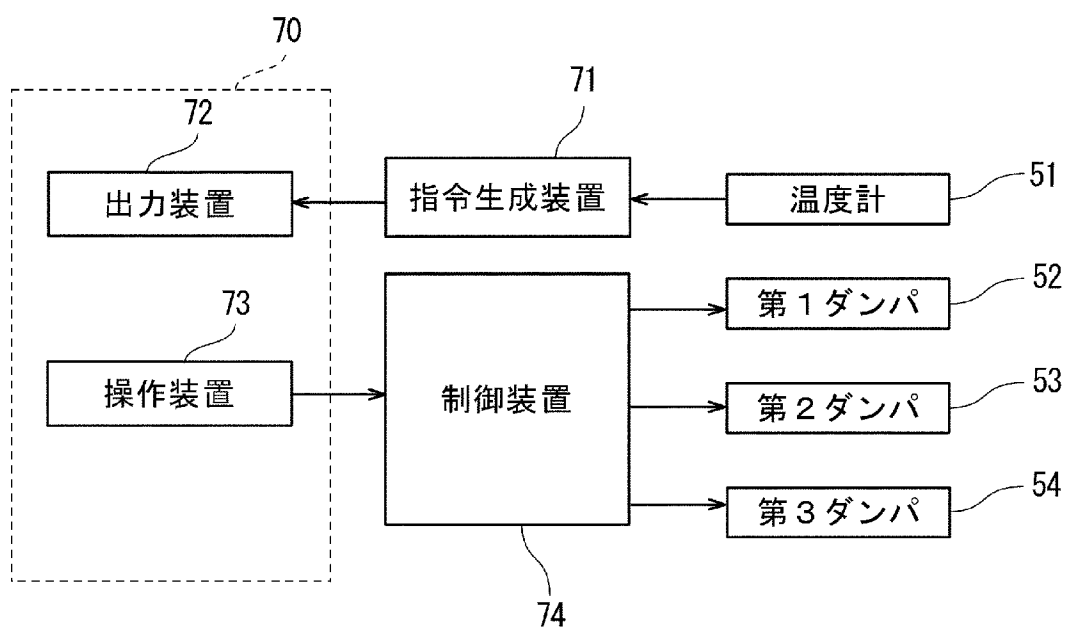


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/011901

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F27D 17/00 (2006.01) i; C04B 7/44 (2006.01) i
FI: F27D17/00 101A; C04B7/44 101

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)

F27D17/00-99/00; C04B7/43-7/47

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	CN 201819571 U (GUANGDONG KAINENG ENVIRONMENTAL PROTECTION & ENERGY CO., LTD.) 04.05.2011 (2011-05-04) claims, paragraphs [0014]-[0023], fig. 1	1, 3-5 2, 6
X A	JP 59-69452 A (KOBE STEEL, LTD.) 19.04.1984 (1984-04-19) claims, page 3, lower left column, line 20 to lower right column, line 17, page 4, upper left column, line 10 to lower left column, line 10, fig. 6	1, 3-4 2, 5-6
A	CN 206817995 U (HEFEI CEMENT RES DESIGN INSTITUTE) 29.12.2017 (2017-12-29)	1-6
A	CN 201787824 U (XIAN SIAN NEW ENERGY CO., LTD.) 06.04.2011 (2011-04-06)	1-6
A	CN 206488639 U (SHANDONG DONGHUA CEMENT CORPORATION LTD.) 12.09.2017 (2017-09-12)	1-6

☐ 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

"E" 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
12 June 2020 (12.06.2020)

Date of mailing of the international search report
23 June 2020 (23.06.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/011901

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 201819571 U	04 May 2011	(Family: none)	
JP 59-69452 A	19 Apr. 1984	(Family: none)	
CN 206817995 U	29 Dec. 2017	(Family: none)	
CN 201787824 U	06 Apr. 2011	(Family: none)	
CN 206488639 U	12 Sep. 2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F27D 17/00(2006.01)i; C04B 7/44(2006.01)i FI: F27D17/00 101A; C04B7/44 101		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） F27D17/00-99/00; C04B7/43-7/47		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	CN 201819571 U (GUANGDONG KAINENG ENVIRONMENTAL PROTECTION & ENERGY CO., LTD.) 04.05.2011 (2011-05-04) 請求の範囲, 段落0014-0023, 図1	1,3-5
A		2,6
X	JP 59-69452 A (株式会社神戸製鋼所) 19.04.1984 (1984-04-19) 特許請求の範囲, 第3頁左下欄第20行-右下欄第17行, 第4頁左上欄第10行-左下欄第10行, 第6図	1,3-4
A		2,5-6
A	CN 206817995 U (HEFEI CEMENT RES DESIGN INSTITUTE) 29.12.2017 (2017-12-29)	1-6
A	CN 201787824 U (XIAN SIAN NEW ENERGY CO., LTD.) 06.04.2011 (2011-04-06)	1-6
A	CN 206488639 U (SHANDONG DONGHUA CEMENT CORPORATION LTD.) 12.09.2017 (2017-09-12)	1-6
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 12.06.2020		国際調査報告の発送日 23.06.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 相澤 啓祐 4K 4799 電話番号 03-3581-1101 内線 3435

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/011901

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
CN	201819571	U	04.05.2011	(ファミリーなし)	
JP	59-69452	A	19.04.1984	(ファミリーなし)	
CN	206817995	U	29.12.2017	(ファミリーなし)	
CN	201787824	U	06.04.2011	(ファミリーなし)	
CN	206488639	U	12.09.2017	(ファミリーなし)	