

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-122178

(P2017-122178A)

(43) 公開日 平成29年7月13日(2017.7.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 1 O B 29/02 (2006.01)	C 1 O B 29/02	2 E 1 7 4
F 2 7 D 1/16 (2006.01)	F 2 7 D 1/16	4 K O 5 1
F 2 7 D 1/00 (2006.01)	F 2 7 D 1/00	K
E O 4 G 21/22 (2006.01)	E O 4 G 21/22	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-1900 (P2016-1900)	(71) 出願人	000001258
(22) 出願日	平成28年1月7日 (2016.1.7)		J F E スチール株式会社
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
		(74) 代理人	100147485
			弁理士 杉村 憲司
		(74) 代理人	100165696
			弁理士 川原 敬祐
		(74) 代理人	100195785
			弁理士 市枝 信之
		(72) 発明者	石田 匡平
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	榎枝 成治
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内

最終頁に続く

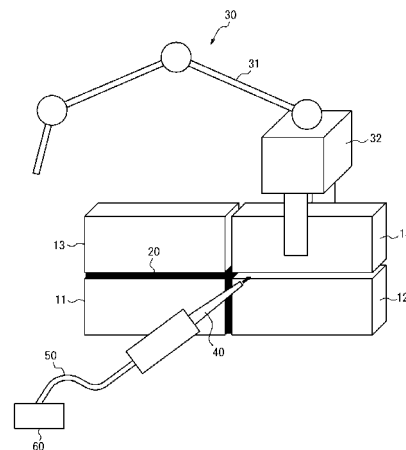
(54) 【発明の名称】 定型耐火物積みシステム、定型耐火物積み方法、およびコークス炉建設方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】長方形、台形、L字型等の複雑な形状を有し、各面にスレ防止用のダボと呼ばれる凹凸を有する定型耐火物を接合させる為及び表面を均一にモルタルを塗布して、定型耐火物を精度よく、効率的に積み上げる定型耐火物積みシステム、定型耐火物積み方法、及びコークス炉建設方法の提供。

【解決手段】コークス炉用定型耐火物 11 ~ 14 を積み上げる定型耐火物積みシステムであって、定型耐火物 14 を把持するハンド 32 を備えた定型耐火物把持用ロボット 30 と、ハンド 32 で把持した定型耐火物 14 を、定型耐火物 14 を積む位置から離れた状態で保持するようロボット 30 を制御する制御手段と、保持された定型耐火物 14 と、定型耐火物 14 に隣接する部材 12 との間にモルタルを注入するためのモルタル注入ノズル 40 と、を備える、定型耐火物積みシステム。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

コークス炉用定型耐火物を積み上げる定型耐火物積みシステムであって、
定型耐火物を把持するハンドを備えた定型耐火物把持用ロボットと、
前記ハンドで把持した定型耐火物を、該定型耐火物を積む位置から離れた状態で保持するよう前記ロボットを制御する制御手段と、
前記保持された定型耐火物と、該定型耐火物に隣接する部材との間隙にモルタルを注入するためのモルタル注入ノズルとを備える、定型耐火物積みシステム。

【請求項 2】

モルタル注入用アームロボットをさらに備え、
前記モルタル注入用アームロボットのアーム先端に前記モルタル注入ノズルが設けられている、請求項 1 に記載の定型耐火物積みシステム。

10

【請求項 3】

前記モルタル注入ノズルの先端における厚さが 8 mm 以下である、請求項 1 または 2 に記載の定型耐火物積みシステム。

【請求項 4】

コークス炉用定型耐火物を積み上げる定型耐火物積み方法であって、
定型耐火物を把持するハンドを備えた定型耐火物把持用ロボットを用いて、前記ハンドで把持した定型耐火物を、該定型耐火物を積む位置から離れた状態で保持し、
モルタル注入ノズルを用いて、前記保持された定型耐火物と、該定型耐火物に隣接する部材との間にモルタルを注入する、定型耐火物積み方法。

20

【請求項 5】

前記モルタル注入ノズルが、モルタル注入用ロボットのアーム先端に設けられている、請求項 4 に記載の定型耐火物積み方法。

【請求項 6】

コークス炉用定型耐火物を積み上げてコークス炉を建設するコークス炉建設方法であって、
定型耐火物を把持するハンドを備えた定型耐火物把持用ロボットを用いて、前記ハンドで把持した定型耐火物を、該定型耐火物を積む位置から離れた状態で保持し、
モルタル注入ノズルを用いて、前記保持された定型耐火物と、該定型耐火物に隣接する部材との間にモルタルを注入する、コークス炉建設方法。

30

【請求項 7】

前記モルタル注入ノズルが、モルタル注入用ロボットのアーム先端に設けられている、請求項 6 に記載のコークス炉建設方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、コークス炉用定型耐火物を積み上げる定型耐火物積みシステムに関するものであり、特に、定型耐火物を精度よく積み上げることができる定型耐火物積みシステムに関するものである。また、本発明は、定型耐火物積み方法およびコークス炉建設方法に関するものである。

40

【背景技術】**【0002】**

製鉄に用いられる冶金用コークスは、室炉式コークス炉で石炭を乾留することによって製造される。室炉式コークス炉は、炭化室と、該炭化室に熱を供給する燃焼室とを炉幅方向に交互に配置することによって構成されており、炭化室と燃焼室とを隔てる耐火レンガ等の定型耐火物を介して燃焼室から炭化室へ熱が供給される。室炉式コークス炉には 100 門以上の炉室を備えるものもあり、その全長は 100 m 以上、高さは 10 m 以上および巨大レンガ構造物といえる。

【0003】

50

また、コークス炉を構成するレンガ等の定型耐火物は、一般的な建築物用のレンガと異なり、上面から見た形状が長方形、台形、L字型など、複雑な形状をしている。さらに、それらレンガの側面、上面、および底面には、ダボと呼ばれる、ズレ防止用の凹凸が設けられている。コークス炉は、このように極めて複雑な形状を有するレンガを組み合わせて建設される。

【0004】

このような複雑さのため、コークス炉の築炉は、現在、築炉工による手積み作業で行われている。手積みによる築炉では、レンガを積む位置にコテを用いて所定の目地厚になるようにモルタルを塗布し、次いで、モルタル上へレンガを積み上げるという作業を繰り返す必要がある。このモルタルは耐火物同士を接合するとともに、その厚み（目地）で耐火物の積み精度を吸収する機能も併せ持つ。このように、複雑な形状のレンガ表面にモルタルを所定の厚みで均一に塗布する必要がある、築炉工には極めて高度な技能が要求されている。しかしながら、そのような技能を有する熟練した築炉工は常に不足している。

10

【0005】

そこで、例えば、特許文献1に記載されているようなロボット等を用いたシステムにより、コークス炉用定型耐火物を積む作業を自動化することが求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特表2009-521630号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、特許文献1に記載されたシステムは、一般的な建築物の建築におけるレンガ積みのために開発されたものであるため、前述したように定型耐火物の形状が複雑であり、かつ、極めて高い精度で定型耐火物を積上げることが要求されるコークスの建設に用いることはできない。

【0008】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、定型耐火物を精度よく、効率的に積み上げることができる定型耐火物積みシステム、定型耐火物積み方法、およびコークス炉建設方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明者らは、コークス炉用定型耐火物の積み作業を、ロボットを利用して精度良く行う方法について鋭意検討を行った結果、以下の知見を得た。

【0010】

図3は、従来築炉工が行っていた作業を、その手順のままロボットを用いて自動化した場合の定型耐火物積み作業を示す模式図である。図3では、3つの定型耐火物100が既に積まれた状態にあり、定型耐火物100同士の間には目地材としてのモルタル110が塗布されている。そこへ、新たな定型耐火物101を積む場合、定型耐火物101はロボットハンド120に把持された状態で、図中に矢印で示したように予め定められた積み位置へ積まれる。

40

【0011】

このとき、通常の手順では、定型耐火物101が積まれる位置に予めモルタル130が塗布される。モルタル130は、通常多めに塗布されており、モルタル130を押しつぶすようにロボットハンド120によって定型耐火物101が位置合わせされる。しかし、このような方法では、モルタルの反力が大きいため、定型耐火物を所定の積み位置に高精度に位置合わせすることが困難となる場合がある。例えば、発明者らの検討によれば、目標とする目地厚を4mmとした場合に初期モルタル厚み8mmとすると、耐火物の押し付け反力は数10kg以上となって耐火物を十分に押し付けられずに所定の位置に固定でき

50

ない場合があった。また、これを避けるために押し付け圧を大きくしようとすると、ロボットを大型化する必要があり、設備の大型化とコストの増加を招く。

【 0 0 1 2 】

さらに、コークス炉の強度を確保するためには、定型耐火物同士の間隙におけるモルタルの充填率を高くする必要がある。そこで、高い充填率を得るために、目地材として必要な量以上のモルタルを塗布しておき、そこに定型耐火物を押し付けることによってモルタルを目地からはみ出させ、はみ出した分を除去することが行われる。この除去工程は作業全体の効率を低下させていた。

【 0 0 1 3 】

以上の知見に基づき検討を行い、本発明を完成するに至った。すなわち、本発明の要旨構成は、次のとおりである。

1．コークス炉用定型耐火物を積み上げる定型耐火物積みシステムであって、
定型耐火物を把持するハンドを備えた定型耐火物把持用ロボットと、
前記ハンドで把持した定型耐火物を、該定型耐火物を積む位置から離れた状態で保持するよう前記ロボットを制御する制御手段と、
前記保持された定型耐火物と、該定型耐火物に隣接する部材との間隙にモルタルを注入するためのモルタル注入ノズルとを備える、定型耐火物積みシステム。

【 0 0 1 4 】

2．モルタル注入用アームロボットをさらに備え、
前記モルタル注入用アームロボットのアーム先端に前記モルタル注入ノズルが設けられている、前記 1 に記載の定型耐火物積みシステム。

【 0 0 1 5 】

3．前記モルタル注入ノズルの先端における短手方向長さが、8 mm 以下である、前記 1 または 2 に記載の定型耐火物積みシステム。

【 0 0 1 6 】

4．コークス炉用定型耐火物を積み上げる定型耐火物積み方法であって、
定型耐火物を把持するハンドを備えた定型耐火物把持用ロボットを用いて、前記ハンドで把持した定型耐火物を、該定型耐火物を積む位置から離れた状態で保持し、
モルタル注入ノズルを用いて、前記保持された定型耐火物と、該定型耐火物に隣接する部材との間にモルタルを注入する、定型耐火物積み方法。

【 0 0 1 7 】

5．前記モルタル注入ノズルが、モルタル注入用ロボットのアーム先端に設けられている、前記 4 に記載の定型耐火物積み方法。

【 0 0 1 8 】

6．コークス炉用定型耐火物を積み上げてコークス炉を建設するコークス炉建設方法であって、
定型耐火物を把持するハンドを備えた定型耐火物把持用ロボットを用いて、前記ハンドで把持した定型耐火物を、該定型耐火物を積む位置から離れた状態で保持し、
モルタル注入ノズルを用いて、前記保持された定型耐火物と、該定型耐火物に隣接する部材との間にモルタルを注入する、コークス炉建設方法。

【 0 0 1 9 】

7．前記モルタル注入ノズルが、モルタル注入用ロボットのアーム先端に設けられている、前記 6 に記載のコークス炉建設方法。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、モルタルを注入する前に定型耐火物を所定の位置に保持するため、極めて高い精度で定型耐火物を積むことができる。また、モルタルを故意にはみ出させ、はみ出したモルタルを除去する必要がないため、効率的に定型耐火物を積むことができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明の一実施形態における定型耐火物積みシステムを示す模式図である。

【図 2】本発明の他の実施形態における定型耐火物積みシステムを示す模式図である。

【図 3】従来築炉工が行っていた作業を、その手順のままロボットを用いて自動化した場合の定型耐火物積み作業を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

次に、本発明を実施する方法について具体的に説明する。本発明の定型耐火物積みシステムは、定型耐火物を把持するハンドを備えた定型耐火物把持用ロボットと、前記ハンドで把持した定型耐火物を、該定型耐火物を積む位置から離れた状態で保持するよう前記ロボットを制御する制御手段と、前記保持された定型耐火物と、該定型耐火物に隣接する部材との間にモルタルを注入するためのモルタル注入ノズルとを備えている。また、本発明の定型耐火物積み方法においては、定型耐火物を把持するハンドを備えた定型耐火物把持用ロボットを用いて、前記ハンドで把持した定型耐火物を、該定型耐火物を積む位置から離れた状態で保持し、モルタル注入ノズルを用いて、前記保持された定型耐火物と、該定型耐火物に隣接する部材との間にモルタルが注入される。

【0023】

[定型耐火物]

前記定型耐火物としては、特に限定されることなく、レンガやプレキャストブロック等、任意の定型耐火物を用いることができる。なかでも、手積みでコークス炉を建設する際に用いられる通常の定型耐火物を用いることが好ましい。通常の定型耐火物を使用することにより、本発明の方法で築炉する場合においても、従来と同様の炉の設計とすることが可能となり、その結果、少なくとも従来と同等の炉の性能を保証することが可能となる。また、大型のモジュールレンガを用いた場合には、亀裂が入った場合にモジュール全体にわたって亀裂が広がるおそれがあるが、通常の定型耐火物を使用すれば、仮に定型耐火物に亀裂が入ったとしても、その亀裂の伝搬を 1 つの定型耐火物内でとどめることができる。なお、ここでいう通常の定型耐火物とは、モジュールレンガではない、手積み用の定型耐火物全般を指すが、その寸法は、一般的には、高さ 10 ～ 15 cm、水平方向の長さが 20 ～ 40 cm である。

【0024】

[定型耐火物把持用ロボット]

上記定型耐火物把持用ロボットとしては、定型耐火物を把持するハンドを備えたものであれば、任意のロボットを使用することができる。作業効率や設置スペースの観点からは、産業用ロボットの一種であるアーム型ロボットを用いることが好ましく、垂直多関節型ロボットを用いることがより好ましい。

【0025】

前記定型耐火物把持用ロボットは、定型耐火物を把持するためのハンドを有している。定型耐火物把持用ロボットとしてアームを有するロボットを用いる場合には、該アームの先端に前記ハンドを備えることが好ましい。ハンドの構造はとくに限定されず、定型耐火物の把持と開放を適切に行えるものであれば任意のものを用いることができる。使用可能なハンドの例としては、平行開閉型ハンド、支点開閉型ハンド、真空吸着型ハンドなどが挙げられる。

【0026】

[制御手段]

本発明の定型耐火物積みシステムは、前記ハンドで把持した定型耐火物を、該定型耐火物を積む位置から離れた状態で保持するよう前記定型耐火物把持用ロボットを制御する制御手段を備えている。このように定型耐火物を保持した状態で、前記保持された定型耐火物と該定型耐火物に隣接する部材との間にモルタルが注入される。前記制御装置は、モルタルの注入が行われている間、定型耐火物が動いてしまわないように前記定型耐火物把持用ロボットを制御することが好ましい。また、前記制御手段は、後述するモルタル注入用アームロボットを制御する制御装置を兼ねていてもよい。

【 0 0 2 7 】

[モルタル注入用ノズル]

本発明の定型耐火物積みシステムは、定型耐火物把持用ロボットによって保持された定型耐火物と、該定型耐火物に隣接する部材との間隙にモルタルを注入するためのモルタル注入ノズルとを備えている。モルタル注入ノズルの形状は特に限定されず、前記間隙にモルタルを注入することができるものであれば任意のノズルを用いることができる。

【 0 0 2 8 】

前記間隙に隙間なくモルタルを注入するという観点からは、モルタル注入用ノズルの厚さを、前記間隙の厚さよりも小さくすることが好ましい。モルタル注入用ノズルの少なくとも先端部分の厚さが、前記間隙の厚さよりも小さければ、該間隙の内部にモルタル注入用ノズルを挿入してモルタルを注入できるため、モルタルが充填されていない部分が生じることを防止することができる。前記間隙の厚さ、すなわち、定型耐火物把持用ロボットによって保持された定型耐火物と、該定型耐火物に隣接する部材との距離は、両者の間に形成する目地厚に応じて決定される。したがって、ノズルの厚さも目地厚に応じて調整すれば良いが、一般的なコークス炉の建設であれば、ノズルの厚さを 8 mm 以下とすることが好ましく、5 mm 以下とすることがより好ましい。一方、ノズルの厚さが小さすぎると、必要な量のモルタルを吐出するのにかかる時間が増加することに加え、モルタルを吐出するために必要な圧力が過大となる場合があるため、ノズルの厚さは 2 mm 以上とすることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

同様に、前記間隙に隙間なくモルタルを注入するという観点からは、モルタル注入用ノズルの長さを、定型耐火物の奥行きの 5 0 % 以上とすることが好ましく、7 0 % 以上とすることが好ましい。これにより、該間隙の奥までモルタル注入用ノズルを挿入してモルタルを注入できるため、モルタルが充填されていない部分が生じることを防止することができる。なお、一般的なコークス炉用定型耐火物の奥行きは 1 0 0 mm 程度であるため、モルタル注入用ノズルの長さは、5 0 mm 以上とすることが好ましく、7 0 mm 以上とすることが好ましい。なお、前記長さの全体にわたって、上述した好適な厚さを有していることがさらに好ましい。

【 0 0 3 0 】

前記モルタル注入用ノズルへのモルタルの供給は任意の方法で行うことができるが、例えば、ホースなどを通じてモルタル注入用ノズルへ接続されたポンプや、スクリーフィーダー等を用いて行うことができる。

【 0 0 3 1 】

前記モルタル注入用ノズルを用いたモルタルの注入は、人手で行ってもよく、ロボットを用いて行ってもよい。人手で行う場合には、定型耐火物把持用ロボットが定型耐火物を積む位置から離れた状態で保持している状態で、作業者がモルタル注入用ノズルを操作して、前記保持された定型耐火物と、該定型耐火物に隣接する部材との間隙にモルタルを注入すれば良い。

【 0 0 3 2 】

図 1 は、本発明の一実施形態における定型耐火物積みシステムを示す模式図であり、作業者がモルタル注入用ノズルを操作する場合を想定したものである。定型耐火物 1 1、1 2、1 3 が既に積まれており、それらの間には目地材としてのモルタル 2 0 が充填されている。そして、次に、定型耐火物 1 2 の上へ新たな定型耐火物 1 4 が積まれる。定型耐火物 1 4 は、定型耐火物把持用ロボット 3 0 のアーム 3 1 先端に設けられたハンド 3 2 によって把持されている。定型耐火物把持用ロボット 3 0 は、図示されない制御手段により制御されており、図に示したように、定型耐火物 1 4 を積む位置、すなわち定型耐火物 1 2、1 3 から目地材の厚みの分だけ離れた位置に定型耐火物 1 4 を保持して停止する。この状態で、作業者はモルタル注入用ノズル 4 0 を操作して、定型耐火物 1 4 と 1 2 の間、および 1 4 と 1 3 の間の間隙に、モルタルを注入する。モルタル注入用ノズル 4 0 にはホース 5 0 とポンプ 6 0 が接続されており、モルタルが供給される。モルタルの注入量は、モ

ルタルの吐出動作をオン/オフするためのスイッチを設けておき、作業者が前記スイッチを操作することで調整しても良いし、モルタルが注入される間隙の体積から必要なモルタルの量を予め求めておき、その量を自動的に吐出するようにすることもできる。後者の場合、吐出量を制御するための吐出量制御手段を設けることができる。

【0033】

また、モルタル注入用ノズルを用いたモルタルの注入を、ロボットを用いて行う場合には、該ロボットとしてはアームロボットを使用し、アーム先端に前記モルタル注入ノズルを設けることが好ましく、前記ロボットとして垂直多関節型ロボットを用いることがより好ましい。

【0034】

図2は、モルタル注入用アームロボットを用いた場合を想定した、本発明の他の実施形態における定型耐火物積みシステムを示す模式図である。なお、図1と共通するものには、同じ番号を付している。本実施形態においては、モルタル注入用ノズル40は、モルタル注入用アームロボット70のアーム71の先端に取り付けられており、人手によらず自動的にモルタルの注入を行うよう制御される。

【0035】

なお、人手とロボットのいずれを用いる場合においても、モルタル注入用ノズルを前記間隙に挿入した状態で注入を行うことが好ましく、さらに前記間隙内でノズル先端を移動させながら注入を行うことが好ましい。また、形状や寸法の異なるモルタル注入用ノズルを複数用意しておき、注入される間隙の形状や寸法に応じて、モルタル注入用ノズルを持ち替えて使用することもできる。その場合、モルタル注入用アームロボットのアーム先端には、モルタル注入用ノズルを持ち替えることができるハンド等の、ノズル把持手段を設けることが好ましい。

【0036】

モルタルの注入を行う際に、定型耐火物把持用ロボットによって定型耐火物を保持する位置は、該定型耐火物を積む位置とすることができる。その場合、該定型耐火物は、既に積まれている定型耐火物や定型耐火物を積むための土台等、隣接する部材から目地厚の分だけ上下左右に離れた位置に浮いた状態で保持されることになる。また、該定型耐火物を積む位置よりも任意の距離上方へずれた位置に保持し、モルタル注入が終了した後、積む位置まで押し込むこともできる。その場合、上方へずらす距離は1～10mmとすることが好ましく、1～5mmとすることがより好ましい。

【0037】

次に、本発明を実施する方法について、実施例に基づいてさらに具体的に説明する。なお、以下の説明は、本発明の好適な例を示すものであり、本発明は以下の説明によって何ら限定されるものではない。

【0038】

(実施例1)

図1に示したように、作業者がモルタル注入用ノズルを操作する形態にて定型耐火物積み作業を行った。使用した耐火物の寸法は250mm×100mm×150mmで、重量は7kgである。耐火物同士の接合面にはダボと呼ばれる凹凸形状が設けられている。

【0039】

定型耐火物把持用ロボットとしては、可搬重量80kg、7軸自由度を有するアーム型ロボットを使用した。アーム先端には、把持板と呼ばれる2枚の板が開閉する構造のハンドが備えられており、該ハンドの把持力は100kgfである。

【0040】

定型耐火物を積み上げて建設するコークス炉の炉体構造の設計寸法はあらかじめロボットシステムに与えられている。目標目地厚は4mmであり、ロボットハンドに把持された耐火物は隣接する耐火物と横方向に4mm、上下方向に4mmの間隙を有して宙に浮いた状態で固定される。

【0041】

10

20

30

40

50

モルタル注入ノズルの先端は直径 2 mm の開口を有しており、4 mm の目地間隙の中央を狙うようにノズル先端が設置され、モルタルが注入される。モルタルは 25 ~ 35 % 程度に水分量が調整されており、注入に支障がない程度の流動性を有している。モルタルを注入しつつ、ノズルを左右あるいは上下に動かし、間隙内にエアポケットのような充填不良が無いようにする。

【0042】

(実施例 2)

第二の実施例

図 2 に示したように、モルタル注入用アームロボットがモルタル注入用ノズルを操作する形態にて定型耐火物積み作業を行った。定型耐火物と定型耐火物把持用ロボットの仕様は実施例 1 と同様とした。

10

【0043】

モルタル注入用アームロボットとしては、可搬重量 15 kg、7 軸自由度を有するアーム型ロボットを使用し、アーム先端にモルタル注入ノズルを設置した。モルタル注入ノズルへは柔軟なホースを通じてモルタルが供給される。

【0044】

上記実施例 1、2 のいずれにおいても、極めて高い精度で、効率的に定型耐火物を積むことができた。

【符号の説明】

【0045】

20

10 ~ 14 定型耐火物

20 モルタル

30 定型耐火物把持用ロボット

31 アーム

32 ハンド

40 モルタル注入用ノズル

50 ホース

60 ポンプ

70 モルタル注入用アームロボット

71 アーム

30

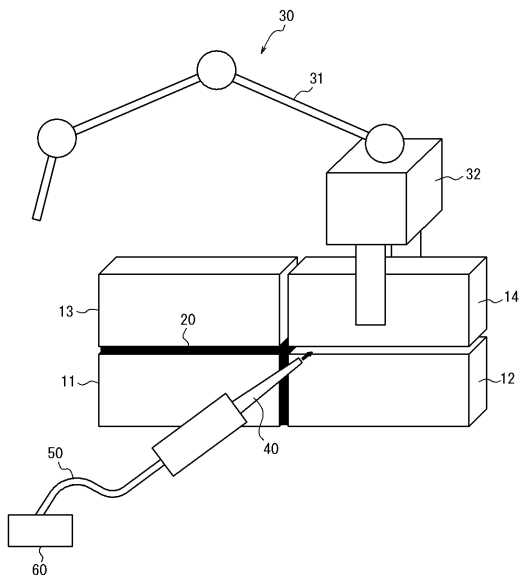
100、101 定型耐火物

110 モルタル

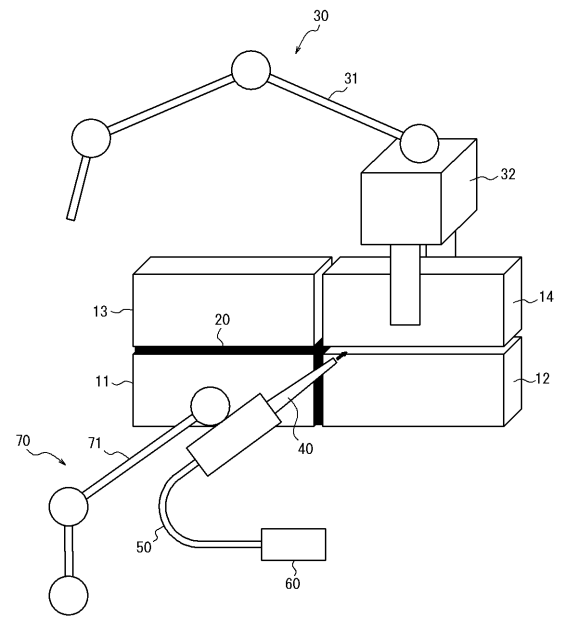
120 ハンド

130 モルタル

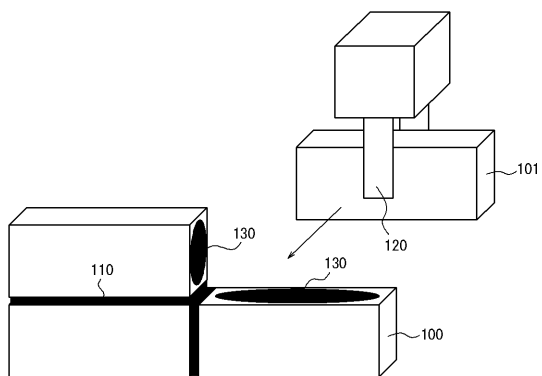
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 小原 祐司
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社内
(72)発明者 小澤 典子
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社内
(72)発明者 石山 和誉
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社内
Fターム(参考) 2E174 BA02 DA15 DA24 DA52 DA53
4K051 AA08 AB03 BD03 LF01 LF06