



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.08.2023 Patentblatt 2023/34

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B08B 9/087 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23175558.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B08B 9/087

(22) Anmeldetag: **26.05.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Bauch, Heiko**
04860 Dreiheide (DE)
• **Krahn, Dennis**
25746 Lohe-Rickelshof (DE)

(74) Vertreter: **Weidner Stern Jeschke**
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Universitätsallee 17
28359 Bremen (DE)

(30) Priorität: **03.01.2023 DE 102023100081**

(71) Anmelder: **Recoref GmbH**
25746 Lohe-Rickelshof (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM REINIGEN EINES KAMMERFUSSES EINES OFENS**

(57) Verfahren zum Reinigen eines Kammerfußes (111) eines Ofens (103) zur Glasherstellung, wobei der Kammerfuß zum Aufnehmen von aus dem Ofen anfallendem Kammersediment (116) eingerichtet ist, das Kammersediment bei einem Betrieb des Ofens aus dem Ofen in den Kammerfuß abgeschieden wird und der Kammerfuß eine Zugangsöffnung (113) aufweist, mit folgenden Schritten:

- Einbringen eines robotischen Reinigungssystems (201) in den Kammerfuß durch die Zugangsöffnung, sodass das robotische Reinigungssystem im Kammerfuß angeordnet ist, wobei das robotische Reinigungssystem ein Fahrwerk zum Bewegen des robotischen Reinigungssystems und zumindest einen Endeffektor (207, 211) aufweist,
- Einwirken des robotischen Reinigungssystems auf das Kammersediment mittels des Endeffektors, sodass das Kammersediment aus einem sedimentierten Zustand in einen gelockerten Zustand überführt wird und gelockertes Kammersediment vorliegt,
- Ausbringen des gelockerten Kammersedimentes mittels des Endeffektors, sodass das gelockerte Kammersediment aus dem Kammerfuß durch die Zugangsöffnung ausgebracht wird, sodass der Kammerfuß vom Kammersediment gereinigt ist.

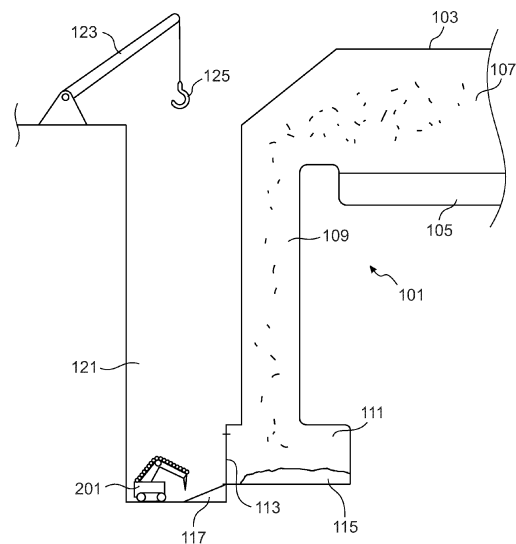


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen eines Kammerfußes eines Ofens zur Glasherstellung, wobei der Kammerfuß zum Aufnehmen von aus dem Ofen anfallendem Kammersediment eingerichtet ist, das Kammersediment bei einem Betrieb des Ofens aus dem Ofen in den Kammerfuß abgeschieden wird und der Kammerfuß eine Zugangsöffnung aufweist.

[0002] Die Reinigung eines sogenannten Kammerfußes eines Ofens zur Glasherstellung stellt besondere Anforderungen sowohl an die Umgebungsbedingungen als auch an die zu erzielende Sauberkeit im Kammerfuß. Dabei sind Temperaturen von 300 °C bis 600 °C im Kammerfuß während des Reinigens durchaus üblich. Das Reinigen eines Kammerfußes erfolgt daher üblicherweise manuell unter hohem, temperaturbedingt wechselndem Personaleinsatz, um unter den gegebenen Bedingungen eine zufriedenstellende Reinigungsleistung zu erzielen. Dabei ist das häufige Abwechseln von Personal sowie obligatorische Anwendung von technisch aufwändiger Hitzeschutzbekleidung notwendig, was den Prozess insgesamt sehr aufwändig, personalintensiv und damit teuer macht. Nach bisheriger Auffassung war jedoch nur so eine zufriedenstellende Reinigung des Kammerfußes, insbesondere eines Bodens des Kammerfußes, möglich.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, den Stand der Technik zu verbessern.

[0004] Gelöst wird die Aufgabe durch ein Verfahren zum Reinigen eines Kammerfußes eines Ofens zur Glasherstellung, wobei der Kammerfuß zum Aufnehmen von aus dem Ofen anfallendem Kammersediment eingerichtet ist, das Kammersediment bei einem Betrieb des Ofens aus dem Ofen in den Kammerfuß abgeschieden wird und der Kammerfuß eine Zugangsöffnung aufweist, mit folgenden Schritten:

- Einbringen eines robotischen Reinigungssystems in den Kammerfuß durch die Zugangsöffnung, sodass das robotische Reinigungssystem im Kammerfuß angeordnet ist, wobei das robotische Reinigungssystem ein Fahrwerk zum Bewegen des robotischen Reinigungssystems und zumindest einen Endeffektor aufweist,
- Einwirken des robotischen Reinigungssystems auf das Kammersediment mittels des Endeffektors, sodass das Kammersediment aus einem sedimentierten Zustand in einen gelockerten Zustand überführt wird und gelockertes Kammersediment vorliegt,
- Ausbringen des gelockerten Kammersedimentes mittels des Endeffektors, sodass das gelockerte Kammersediment aus dem Kammerfuß durch die Zugangsöffnung ausgebracht wird,

sodass der Kammerfuß vom Kammersediment gereinigt ist.

[0005] Dieses, nun robotisch umgesetzte Verfahren reduziert das notwendige Personal auf ein absolutes Minimum, wobei bestenfalls nur ein Bediener für das robotische Reinigungssystem notwendig ist, um den Kammerfuß zu reinigen. Ebenso wird damit die Hitzeeinwirkung auf Personen reduziert oder sogar vermieden, da beispielsweise keine Personen mehr in den Kammerfuß hineingehen müssen, um das Reinigen durchzuführen.

[0006] Folgende Begriffe seien in diesem Zusammenhang erläutert:

Ein "Reinigen" eines Kammerfußes bezeichnet das Entfernen von schmutzartigem Sediment, nämlich sogenanntem "Kammersediment", welches sich insbesondere bei der Glasherstellung aber auch bei anderen schmelztechnischen Herstellungsprozessen in einem solchen Kammerfuß ansammelt. Dabei bezeichnet das Reinigen insbesondere das im Wesentlichen vollständige oder vollständige Entfernen von Kammersediment bis unterhalb einer definierten Nachweisgrenze. Beispielsweise muss entsprechendes Kammersediment so weit entfernt werden, dass eine Durchmischung mit nachfolgendem Sediment ausgeschlossen ist.

[0007] Ein "Ofen zur Glasherstellung" steht dabei synonym für einen Ofen zum Herstellen von schmelztechnisch vorbereiteten Werkstoffen wie beispielsweise zur Herstellung von Glas, jedoch auch zum Herstellen anderer Werkstoffe wie beispielsweise Zement, Gips oder auch Stahl und ist dabei für den Fall der Herstellung von Glas beispielsweise ein auch als "Glasschmelzwanne" bekannter Ofen, in welchem beispielsweise Glasrohmasse geschmolzen wird. An einem solchen Ofen sind sogenannte "Kammerfüße" angegliedert, in die Produktionsabfälle, wie beispielsweise Glaspulver, Zementpulver, Gipspulver, Stahlpulver oder auch jeweilige im Produktionsprozess anfallende produktionsbedingte Schlacke, also sogenanntes "Kammersediment", herabfällt und dort gesammelt wird. Ein solcher Kammerfuß ist dabei zwar aus dem eigentlichen Schmelzprozess örtlich ausgegliedert, weist jedoch aufgrund der örtlichen Nähe zum Ofen und die zumeist heiß eingebrachten Kammersedimente eine hohe Temperaturbeaufschlagung auf. Es sei dazu angemerkt, dass das Kammersediment dabei insbesondere entfernt wird, um vorgeschriebene Abgaswerte einer solchen Anlage zum Zwecke des Umweltschutzes einzuhalten und/oder auch einen energieeffizienten Produktionsprozess dauerhaft aufrecht zu erhalten.

[0008] In diesem Zusammenhang bezeichnet der "Betrieb" des Ofens einen üblichen Produktionsbetrieb bei entsprechend hoher Temperatur zum Aufschmelzen von beispielsweise Glas oder einem anderen Werkstoff. Ebenso kann der Betrieb jedoch auch einen Vorlaufbetrieb oder einen Nachlaufbetrieb mit beispielsweise einem Anstieg der Temperaturen oder einem Abklingen der Temperaturen bezeichnen, währenddessen allerdings üblicherweise auch ein Reinigen des Kammerfußes bei erhöhten Temperaturen durchgeführt wird.

[0009] Eine "Zugangsöffnung", welche üblicherweise

auf dem Niveau eines Bodens des jeweiligen Kammerfußes endet, stellt dabei ein Tor, eine Tür, ein Schott oder eine vergleichbare verschließbare Öffnung dar, durch die ein physischer Zugang zum Kammerfuß sowie ein Verschließen des Kammerfußes wahlweise ermöglicht ist.

[0010] Ein "Einbringen" eines robotischen Reinigungssystems bezeichnet das Hineinkranen, Hineinstellen oder Hineinfahren eines entsprechenden Reinigungssystems in den Kammerfuß durch die geöffnete Zugangsöffnung hindurch. Ein "robotisches Reinigungssystem" ist beispielsweise ein selbstfahrender oder anders selbst beweglicher Roboter, welcher zumindest einen "Endeffektor", also einen beispielsweise beweglichen mechanischen Teil, aufweist, welcher auf das Kammersediment einwirken kann. Dazu weist das robotische Reinigungssystem auch ein "Fahrwerk", also beispielsweise ein Kettenlaufwerk, ein Radfahrwerk oder eine andere Anordnung zum Bewegen des robotischen Reinigungssystems, auf. Das Einbringen kann hierbei auch derart erfolgen, dass anstatt des Roboters lediglich der Endeffektor in den Kammerfuß hineingebracht wird, also ein Einbringen des Endeffektors erfolgt.

[0011] Ein "Einwirken" des robotischen Reinigungssystems auf das Kammersediment bezeichnet eine mechanische Interaktion des Endeffektors auf das Kammersediment, wobei die mechanische Interaktion ausgehend vom robotischen Reinigungssystem gesteuert und bewirkt ist. Hierbei kann das robotische Reinigungssystem mit wesentlichen Bestandteilen auch außerhalb des Kammerfußes angeordnet sein. Damit wird das Kammersediment aus einem "sedimentierten Zustand", also aus einem Ausgangszustand nach dem insbesondere selbsttätigen und/oder prozessbedingten Sedimentieren im Kammerfuß, in einem sogenannten "gelockerten Zustand" überführt. In diesem gelockerten Zustand ist der sedimentierte Zustand zumindest zum Teil aufgebrochen und/oder gelöst, sodass beispielsweise einzelne Partikel, Staubkörner oder Schlackebestandteile mechanisch voneinander gelöst und/oder gelockert sind und damit mechanisch voneinander entkoppelt bewegt oder anderweitig manipuliert werden können. Ist das robotische Reinigungssystem während des Vorgangs innerhalb eines Kammerfußes oder in direkter Nähe des Kammerfußes mit einer entsprechenden Wärmeeinwirkung auf das robotische Reinigungssystem angeordnet, so kann das robotische Reinigungssystem insbesondere zum Schutz des Fahrwerkes in einer oszillierenden und/oder wechselnden Bewegung auf dem Boden des Kammerfußes betrieben werden, bei der mittels eines abwechselnden Bewegen und/oder Fahrens in unterschiedliche Richtungen, beispielsweise vorwärts und rückwärts, ein nur temporäres Kontaktieren des Bodens mit den jeweiligen Fahrwerksteilen erfolgt. Ein solches Oszillieren kann dabei auch automatisch, beispielsweise mittels einer entsprechenden Einstellung einer automatischen Steuerung, erfolgen.

[0012] Das "gelockerte Kammersediment" liegt dann in diesem gelockerten Zustand vor, wobei das Ausgangs-

material das ursprüngliche, sedimentiert vorliegende Kammersediment war.

[0013] Ein "Ausbringen" des gelockerten Kammersediments mittels des Endeffektors bezeichnet insbesondere das mechanische Zusammenwirken des Endeffektors mit dem gelockerten Kammersediment, sodass das gelockerte Kammersediment im Ergebnis aus dem Kammerfuß durch die Zugangsöffnung ausgebracht ist und damit außerhalb des Kammerfußes vorliegt. Das Ausbringen kann beispielsweise im einfachsten Fall durch ein Schieben oder Ziehen des gelockerten Kammersediments mittels eines entsprechend eingerichteten Endeffektors durchgeführt werden, wobei auch andere Möglichkeiten der mechanischen oder teilweise mechanischen Einwirkung inbegriffen sind.

[0014] Um den Produktionsablauf des Ofens nicht zu stören und zudem weitreichende Eingriffe in den Produktionsablauf zu vermeiden, erfolgt das Reinigen bei einer Betriebstemperatur oder einer Leerlauftemperatur des Ofens, sodass ein Abkühlen des Ofens vermindert oder ein Außerbetriebnehmen des Ofens vermieden ist.

[0015] Eine "Betriebstemperatur" bezeichnet dabei die übliche Temperatur, in der beispielsweise der Ofen betrieben wird und beispielsweise Glas in Schmelze vorliegt. Eine "Leerlauftemperatur" hingegen ist eine gegenüber der Betriebstemperatur insbesondere abgesenkte Temperatur, bei der der Ofen in einer betriebsvorbereitenden oder betriebsnachbereitenden Phase eingestellt ist und beispielsweise eine Temperatur eingestellt ist, von der die Betriebstemperatur zügig und ohne übermäßigen Energiebedarf wieder erreicht werden kann. Demgegenüber würde ein "Abkühlen" ein Herunterkühlen des Ofens beispielsweise unterhalb der Betriebstemperatur oder auch unterhalb der Leerlauftemperatur bezeichnen, wobei ein "Außerbetriebnehmen" ein Abkühlen bis weit unter die Betriebstemperatur oder auch weit unter die Leerlauftemperatur, beispielsweise bis auf Raumtemperatur einer entsprechenden Umgebung, bezeichnet.

[0016] In einer Ausführungsform erfolgt das Einwirken auf und/oder das Ausbringen des Kammersedimentes mittels eines gegenüber dem robotischen Reinigungssystem beweglichen Endeffektor.

[0017] Damit kann, beispielsweise wenn das robotische Reinigungssystem mit einem beweglichen Arm ausgestattet ist, der Endeffektor unabhängig vom robotischen Reinigungssystem bewegt und manipuliert werden, was die Qualität der Reinigung deutlich steigert und den Einsatzbereich des robotischen Reinigungssystems vergrößert.

[0018] Um das Kammersediment wirksam aufzulockern und beispielsweise auch fest verbackenes Kammersediment ausbringen zu können, erfolgt das Einwirken und/oder das Ausbringen mittels eines mechanisch wirksamen Endeffektors, insbesondere mittels eines hydraulischen und/oder pneumatischen Stemmwerkzeuges und/oder mittels eines Räumschildes.

[0019] "Mechanisch wirksam" bezeichnet in diesem Zusammenhang ein direktes mechanisches, also physi-

ches, Einwirken des Endeffektors auf das Kammer-
sediment und/oder auf das zumindest teilweise gelockerte
Kammersediment. Ein "Stemmwerkzeug" kann hierbei
beispielsweise ein hydraulischer und/oder pneumati-
scher Stemmhammer oder Stemmmeißel sein, welcher
insbesondere zum Lockern des Kammersedimentes ein-
gesetzt werden kann. Ein "Räumschild" ist insbesondere
eine flächige, beispielsweise im Wesentlichen senkrecht
oder schräg zu einem Kammerboden angeordnete und
insbesondere gegenüber dem robotischen Reinigungs-
system beweglich angeordnete mechanische Einrich-
tung, mittels dessen insbesondere Kammersediment ge-
lockert oder gelockertes Kammersediment abgeschoben
werden kann.

[0020] Gemäß einer Ausführungsform erfolgt das Ein-
wirken und/oder das Ausbringen mittels einer am End-
effektor angeordneten, insbesondere hydraulisch
und/oder pneumatisch angetriebenen Bürste.

[0021] Eine "Bürste" besteht insbesondere aus einem
Grundkörper, welcher beispielsweise auch als rotierende
Welle ausgeführt sein kann, an deren Außenseite ein
Besatz aus Fasern oder auch Draht aufgebracht ist. Ins-
besondere kann eine solche Bürste beispielsweise als
drehende Welle mit Drahtborsten ausgeführt werden,
wobei die Drahtborsten radial zur drehenden Welle an-
geordnet sind. Wird eine solche, rotierend ausgeführte,
Bürste entgegen beispielsweise einer Vorschub- oder
Fahrrichtung des robotischen Reinigungssystems be-
trieben, so kann gleichzeitig ein Ausbringen mittels der
Bürste erfolgen. Ebenso kann die Bürste auch zum Auf-
lockern des Kammersedimentes genutzt werden.

[0022] Um eine besonders gründliche und dabei auch
verschmutzungsarm für die Umgebung ausgeführte Rei-
nigung durchführen zu können, erfolgt das Einwirken
und/oder das Ausbringen mittels eines mittels Unter-
drucks wirksamen Saugsystems zum Saugen des gelo-
ckerten Kammersedimentes. Insbesondere wird dabei
zum Überführen des Kammersediments in den gelockerten
Zustand Luft oder ein anderes Gas mittels einer dem
Saugsystem zugeordneten, auf das Kammersediment
wirkenden Einblaseinrichtung, insbesondere unterstüt-
zend und/oder zusätzlich, eingeblasen.

[0023] "Unterdruck" beschreibt dabei eine zumindest
lokal wirksame Absenkung des Umgebungsdrucks, so-
dass ein "Saugen" aufgrund des Druckgradienten erfolgt
und während des Saugens gelockertes Kammersedi-
ment mittels der bewegten Luft mittransportiert wird.
Hierbei kann insbesondere auch ein "Einblasen" von Luft
erfolgen, sodass beispielsweise mittels Luft, deren Druck
lokal erhöht ist, das Kammersediment gelöst werden
kann. Insbesondere erfolgt hier zusätzlich und insbeson-
dere lokal die Einbringung von Druckluft in das Kammer-
sediment. Es sei zu dieser Vorgehensweise angemerkt,
dass auch ein separat vom robotischen Reinigungssys-
tem angeordnetes, beispielsweise in einem weiteren Ro-
boter angeordnetes, Saugsystem eingesetzt werden
kann.

[0024] Gemäß einer Ausführungsform erfolgt nach

dem Ausbringen des gelockerten Kammersediments ein
Fördern des gelockerten und ausgebrachten Kammer-
sediments mittels einer der Zugangsöffnung und/oder
dem robotischen Reinigungssystem zugeordneten För-
dereinrichtung, insbesondere mittels eines Förderban-
des und/oder mittels eines separaten oder mittels des
vorherig beschriebenen Saugsystems.

[0025] Ein "Fördern" beschreibt dabei ein, insbeson-
dere an das Ausbringen angeschlossenes, Befördern,
also Bewegen, des gelockerten und ausgebrachten
Kammersedimentes weg von der Zugangsöffnung, so-
dass das gelockerte Kammersediment beispielsweise in
Richtung einer Entsorgungsvorrichtung oder einer Auf-
bewahrungsvorrichtung gefördert wird. Eine "Förderein-
richtung" bezeichnet in diesem Zusammenhang eine ins-
besondere mechanische Einrichtung, welche das För-
dern technisch realisiert. Insbesondere wird hierzu ein
"Förderband", also beispielsweise ein Gurtförderer, oder
ein Saugsystem analog zum oben beschriebenen Saugen
des gelockerten Kammersedimentes verwendet.

[0026] Um ein Bedienen des robotischen Reinigungs-
systems besonders einfach zu gestalten, wird das robo-
tische Reinigungssystem mittels einer, insbesondere ka-
bellosen, Fernbedienung von einem Bediener gesteuert.
Eine solche "Fernbedienung" kann dabei sowohl kabel-
gebunden als auch beispielsweise per Funk ausgeführt
sein, sodass der "Bediener", also eine das robotische
Reinigungssystem bedienende Person, außerhalb des
Kammerfußes positioniert bleiben kann. Damit wird der
Bediener vollständig aus dem Einfluss der Hitze im Kam-
merfuß entfernt positioniert und unterliegt damit auch kei-
ner Einwirkung der Hitze, beispielsweise auf seine Ge-
sundheit.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird
das robotische Reinigungssystem anhand einer auf ei-
nem dem robotischen Reinigungssystem zugeordneten
Betriebsspeicher abgelegten Reinigungsstrategie auto-
matisch oder teilautomatisch gesteuert.

[0028] Eine solche "Reinigungsstrategie" kann bei-
spielsweise einen Grundriss eines jeweiligen Kammer-
fußes und eine Anordnung von Wegen innerhalb dieses
Grundrisses umfassen, sodass das robotische Reini-
gungssystem automatisch oder auch teilautomatisch mit
zusätzlichen Eingriffen des Bedieners innerhalb des
Kammerfußes gesteuert wird. So kann beispielsweise
nach einem jeweiligen Abfahren eines Fahrweges der
Reinigungsstrategie eine optische Kontrolle durch den
Bediener erfolgen, wobei dann eine weitere Freigabe für
eine weitere Reinigungsbahn erfolgen kann, insbeson-
dere durch einen Knopfdruck oder eine andere Eingabe
des Bedieners an der Fernbedienung.

[0029] Um das robotische Reinigungssystem einfach
und unter Schonung des Personals für das Reinigen vor-
zubereiten, wird das robotische Reinigungssystem vor
dem Einbringen in den Kammerfuß mittels einer Kranei-
nrichtung von einer Bereitstellungsposition in eine Be-
triebsposition vor der Zugangsöffnung verbracht.

[0030] Eine "Bereitstellungsposition" ist hierbei übli-

cherweise eine Position, in der das robotische Reinigungssystem angeliefert vorliegt, also beispielsweise außerhalb eines Zugangsbereichs eines jeweiligen Kammerfußes. Demgegenüber ist die "Betriebsposition" die Position, in der das robotische Reinigungssystem, insbesondere in räumlicher Nähe zu einem jeweiligen Bediener, in der Nähe des Kammerfußes einsatzbereit bereitgestellt ist. Eine "Kraneinrichtung" kann hierbei beispielsweise ein Seilkran, ein hydraulischer Kran, eine hydraulische Hebevorrichtung, ein Fahrstuhl oder eine andere mechanische oder teilmechanische Einrichtung sein, mittels der das robotische Reinigungssystem insbesondere in Höhenrichtung verbracht werden kann.

[0031] Im Weiteren wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

- Figur 1 eine schematische Darstellung eines Reinigungsverfahrens für einen Kammerfuß eines Glasofens in einer geschnittenen Seitenansicht,
- Figur 2a ein Detail des Kammerfußes sowie eines Roboters aus Figur 1,
- Figur 2b eine alternative Ausführung eines Gelenkarms eines Roboters aus Figur 1 und 2a, sowie
- Figur 3 ein Ablaufdiagramm eines Reinigungsverfahrens.

[0032] Ein Reinigungsverfahren 101 dient dem Reinigen eines Kammerfußes 111 eines Glasofens 103. Der Glasofen 103 weist in einem oberen Bereich eine Schmelzwanne 105 zum Aufschmelzen von Glasrohmasse auf, in der Glasrohmasse in aufgeschmolzenem Zustand vorliegt. Die Schmelzwanne 105 ist in einer Schmelzkammer 107 angeordnet, wobei oberhalb der Schmelzwanne 105 ein Freiraum verbleibt. Während der Herstellung von Glas aus der Schmelzwanne heraustretender Glasstaub, abgeschiedene Schlacke sowie weitere Bestandteile, die beispielsweise durch eine Luftbewegung oder ein gezieltes Überlaufen der Schmelzwanne 105 abgeschieden werden, werden aus der Schmelzkammer 107 herausgetragen und sedimentieren durch einen Sedimentierschacht 109 hindurch in den jeweiligen Kammerfuß 111. Das in den jeweiligen Kammerfuß 111 einfallende Material sammelt sich als Sediment 115 am Boden des jeweiligen Kammerfußes 111. Es sei darauf hingewiesen, dass der Glasofen 103 eine Mehrzahl von zumeist symmetrisch angeordneten Kammerfüßen 111 aufweist, die vorliegend nicht einzeln dargestellt sind.

[0033] Der jeweilige Kammerfuß 111 weist eine Tür 113 auf, welche verschlossen und geöffnet werden kann, um im geöffneten Zustand einen Zugang zum Kammerfuß 111 zu erhalten.

[0034] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass das Sediment 115 in regelmäßigen Abständen entfernt

und entsorgt werden muss. Weiterhin sei erwähnt, dass in dem jeweiligen Kammerfuß 111 während eines Vollbetriebs des Glasofens 103 oder auch eines Teilbetriebs des Glasofens 103 Temperaturen von beispielsweise 300 °C bis 600 °C vorliegen können.

[0035] Zum Reinigen des Kammerfußes 111 von Sediment 115 steht ein Roboter 201 zur Verfügung. Der Roboter 201 kann über eine Rampe 117 in den jeweiligen Kammerfuß 111 eingefahren werden. Dazu weist der Roboter 201 ein Gehäuse 203 sowie ein Kettenlaufwerk 205 auf. In einem Vorderbereich 210 des Roboters 201 ist ein Gelenkarm 207 mit Gelenken 208 angebracht. Der Gelenkarm 207 ist zudem gegenüber dem Gehäuse 203 auf einem Drehteller 209 gelagert, sodass eine mehrdimensionale Bewegung des Gelenkarms 207 gegenüber dem Gehäuse 203 des Roboters 201 ermöglicht ist. Am Gelenkarm 207 ist ein Schild 211 angebracht, welches mittels des Gelenkarms 207 bewegt werden kann. Parallel zum Gelenkarm 207 ist weiterhin ein Saugschlauch 213 angeordnet, welcher zum Absaugen im Bereich des Schildes 211 eingerichtet ist. Dazu ist im Roboter 201 beispielsweise ein hitzefestes Gebläse angeordnet. Ein Bediener 221 kann mittels eines Bedienpultes 223 den Roboter 201 fernsteuern.

[0036] Zum Reinigen des jeweiligen Kammerfußes 111 wird der Roboter 201 vom Bediener 221 mittels des Bedienpultes 223 entlang eines Einfahrweges 281 über die Rampe 117 in den Kammerfuß 111 eingefahren. Mittels eines Bedienens des Gelenkarms 207 kann so das Schild 211 mit dem Sediment 115 in Eingriff gebracht werden und das Sediment 115 damit aufgelockert. Sodann erfolgt ein Herausziehen des Sedimentes 115 in gelockerter Form, nämlich des gelockerten Sedimentes 116, durch ein rückwärtiges Herausfahren des Roboters 201. Somit dient das Schild 211 gleichzeitig als Werkzeug zum Ausbringen des gelockerten Sedimentes 116. Ebenso ist alternativ oder auch unterstützend ein Ausbringen von gelockertem Sediment 116 mittels des Saugschlauches 213 durch ein im Saugschlauch 213 befindliches Vakuum möglich. Damit kann gelockertes Sediment 116 insbesondere ohne unnötige Staubentwicklung direkt abgesaugt werden. Das weitere Abfordern des gelockerten Sedimentes 116 erfolgt dann mittels eines Förderschlauches 231, beispielsweise durch einen starken Luftstrom. Zum Lockern des Sedimentes 115 kann zusätzlich Pressluft auf das Sediment 115 eingeblasen werden (nicht dargestellt).

[0037] Alternativ oder ergänzend sei ein Gelenkarm 237 beschrieben, welcher mittels Gelenken 238 analog zum Gelenkarm 207 beweglich ausgestaltet ist. Ebenso ist parallel zum Gelenkarm 237 ein Saugschlauch 243 analog zur Funktion des Saugschlauches 213 angeordnet. Anstatt des Schildes 211 am Gelenkarm 207 ist als Endeffektor am Gelenkarm 237 ein Stemmvorsatz 241 angeordnet, welcher zum robotischen Auflockern des Sedimentes, beispielsweise von verbackenem Sediment, dient. Somit kann durch unterschiedliche Endeffektoren der Roboter 201 zweckdienlich zum Reinigen

des jeweiligen Kammerfußes 111 eingesetzt werden, ohne dass der Bediener 221 in den Kammerfuß 111 hineintreten muss. Damit wird eine thermische Belastung des Bedieners 221 bestmöglich verhindert.

[0038] Zum Reinigen des Kammerfußes 111 können dabei unterschiedliche Reinigungsstrategien angewandt werden. So kann beispielsweise in jeweiligen Abschnitten in Tiefenrichtung des Kammerfußes 111 zunächst ein Auflockern des Sedimentes 115 erfolgen, welches dann direkt abgesaugt oder abtransportiert wird. Ebenso ist zunächst ein vollständiges Auflockern des Sedimentes 115 mittels des Stemmvorsatzes 241 möglich, wobei dann nachfolgend ein Ausbringen des gelockerten Sedimentes 116 in vollem Umfang erfolgt. Ebenso kann der Roboter 201 vorgespeicherte Bahnen in einer Steuerung aufweisen, die dann automatisch oder teilautomatisch durch den Bediener 221 unterstützt innerhalb des Kammerfußes 111 abgefahren werden, um ein optimales Reinigungsergebnis zu erzielen.

[0039] Im Folgenden sei noch einmal der Ablauf eines Reinigungsverfahrens 301 im Detail beschrieben (vergleiche Figur 3):

[0040] Zunächst erfolgt das Einbringen 303 eines robotischen Reinigungssystems, nämlich des Roboters 201. Nachfolgend wird durch ein Einwirken 305 auf das Sediment 115, beispielsweise mittels des Schildes 211 und/oder des Stemmvorsatzes 241, ein Auflockern des Sedimentes 115 hin zu gelockertem Sediment 116 bewirkt. Nachfolgend erfolgt dann ein Ausbringen 307 des gelockerten Sediments 11, beispielsweise mittels des Schildes 211, des Saugschlauches 213 und/oder des Saugschlauches 243. Nachfolgend kann dann ein Abfordern des gelockerten Sedimentes 216 erfolgen, beispielsweise mittels des Förderschlauches 231 oder eines Förderbandes (nicht dargestellt).

Bezugszeichenliste

[0041]

101	Reinigungsverfahren
103	Glasofen
105	Schmelzwanne
107	Schmelzkammer
109	Sedimentierschacht
111	Kammerfuß
113	Tür
115	Sediment
116	gelockertes Sediment
117	Rampe
121	Zugangsschacht
123	Kran
125	Haken
201	Roboter
203	Gehäuse
205	Kettenlaufwerk
207	Gelenkarm
208	Gelenk

209	Drehteller
210	Vorderbereich
211	Schild
213	Saugschlauch
5 221	Bediener
223	Bedienpult
231	Förderschlauch
237	Gelenkarm
238	Gelenk
10 241	Stemmvorsatz
243	Saugschlauch
281	Einfahrweg
301	Reinigungsverfahren
303	Einbringen
15 305	Einwirken
307	Ausbringen

Patentansprüche

1. Verfahren (301) zum Reinigen eines Kammerfußes (111) eines Ofens (103) zur Glasherstellung, wobei der Kammerfuß (111) zum Aufnehmen von aus dem Ofen (103) anfallendem Kammersediment (115) eingerichtet ist, das Kammersediment (115) bei einem Betrieb des Ofens (103) aus dem Ofen (103) in den Kammerfuß (111) abgeschieden wird und der Kammerfuß (111) eine Zugangsöffnung aufweist, mit folgenden Schritten:

- Einbringen (303) eines robotischen Reinigungssystems in den Kammerfuß (111) durch die Zugangsöffnung, sodass das robotische Reinigungssystem im Kammerfuß (111) angeordnet ist, wobei das robotische Reinigungssystem (201) ein Fahrwerk (205) zum Bewegen des robotischen Reinigungssystems (201) und zumindest einen Endeffektor (207, 211) aufweist,
- Einwirken (305) des robotischen Reinigungssystems (201) auf das Kammersediment (115) mittels des Endeffektors (207, 211), sodass das Kammersediment (115) aus einem sedimentierten Zustand in einen gelockerten Zustand überführt wird und gelockertes Kammersediment (116) vorliegt,
- Ausbringen (307) des gelockerten Kammerse-
dimentes (116) mittels des Endeffektors (207, 211), sodass das gelockerte Kammersediment (116) aus dem Kammerfuß (111) durch die Zugangsöffnung (113) ausgebracht wird, sodass der Kammerfuß (111) vom Kammerse-
diment (115) gereinigt ist.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reinigen bei einer Betriebstemperatur oder einer Leerlauftemperatur des Ofens (103) erfolgt, sodass ein Abkühlen des Ofens (103) vermindert oder ein Ausßerbetriebnehmen des Ofens

(103) vermieden ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einwirken (305) auf das Kammersediment (115) und/oder das Ausbringen (307) des gelockerten Kammersedimentes (116) mittels eines gegenüber dem robotischen Reinigungssystems (201) beweglichen Endeffektors (207, 211) erfolgt. 5
4. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einwirken (305) und/oder das Ausbringen (307) mittels eines mechanischen wirksamen Endeffektors (211, 241), insbesondere mittels eines, insbesondere hydraulischen und/oder pneumatischen, Stemmwerkzeuges (241) und/oder mittels eines Räumschildes (211) erfolgt. 10 15
5. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einwirken (305) und/oder das Ausbringen (307) mittels einer am Endeffektor (207, 211) angeordneten, insbesondere hydraulisch und/oder pneumatisch angetriebenen Bürste erfolgt. 20 25
6. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einwirken (305) und/oder das Ausbringen (307) mittels eines mittels Unterdruck wirksamen Saugsystems (213) zum Saugen des gelockerten Kammersedimentes (116) erfolgt, wobei zum Überführen des Kammersedimentes (115) in den gelockerten Zustand insbesondere Luft mittels einer dem Saugsystem (213) zugeordneten, auf das Kammersediment (115) wirkenden, Einblaseeinrichtung, eingeblasen wird. 30 35
7. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Ausbringen (307) des gelockerten Kammersedimentes (116) ein Fördern des gelockerten und ausgebrachten Kammersedimentes mittels einer der Zugangsöffnung (113) und/oder dem robotischen Reinigungssystem zugeordneten Fördereinrichtung (231), insbesondere mittels eines Förderbandes und/oder mittels eines Saugsystems (231), erfolgt. 40 45
8. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das robotische Reinigungssystem (201) mittels einer, insbesondere kabellosen, Fernbedienung (223), von einem Bediener (221) gesteuert wird. 50
9. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das robotische Reinigungssystem (201) anhand einer auf einem dem robotischen Reinigungssystem (201) zugeordneten Betriebsspeicher abgelegten Reinigungsstra-

tegie automatisch oder teilautomatisch gesteuert wird.

10. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das robotische Reinigungssystem (201) vor dem Einbringen (303) in den Kammerfuß (111) mittels einer Kraneinrichtung (123) von einer Bereitstellungsposition in eine Betriebsposition vor der Zugangsöffnung (113) verbracht wird.

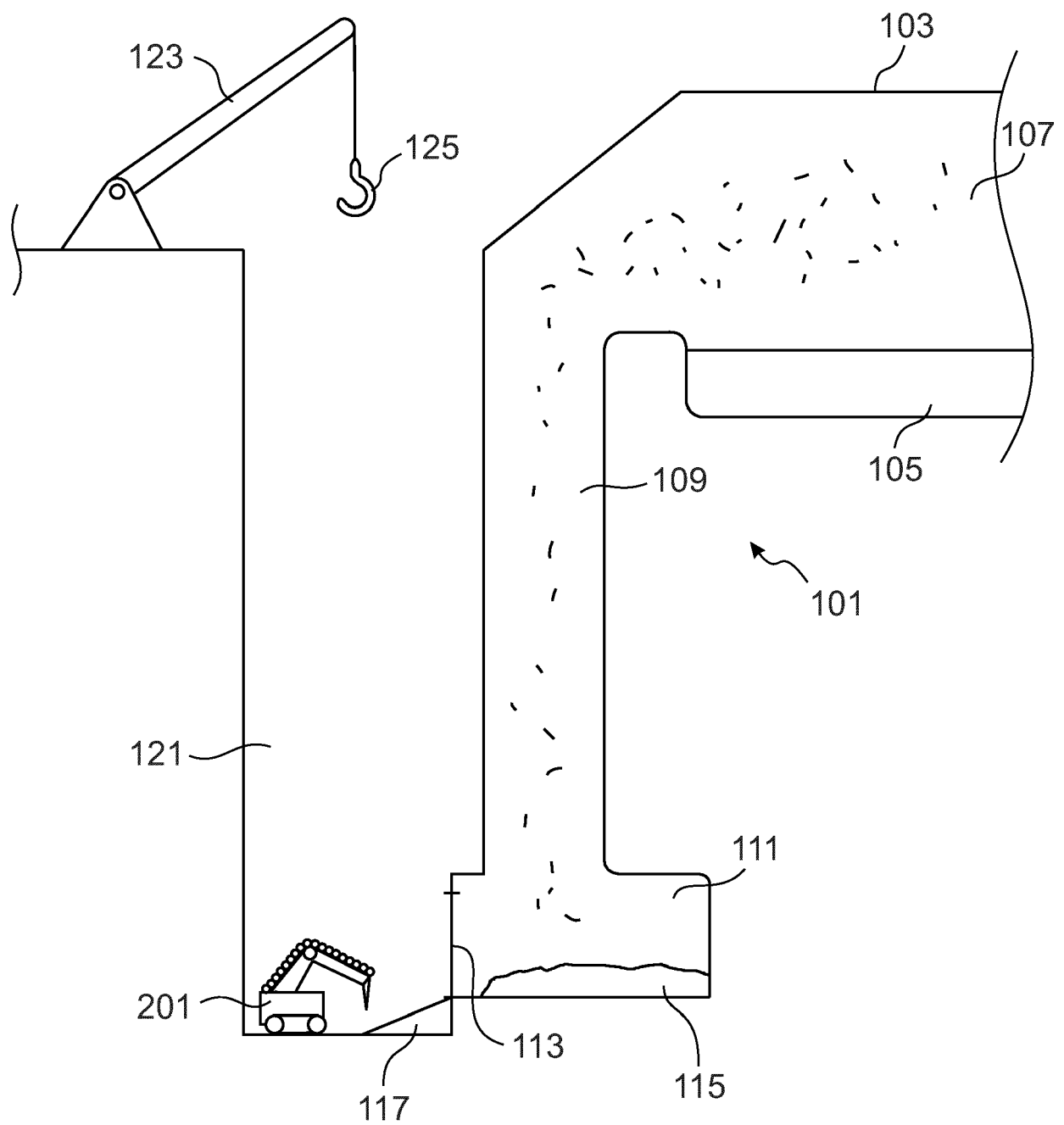


Fig. 1

