



(10) **DE 10 2012 211 714 A1** 2014.05.22

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 211 714.8**

(22) Anmeldetag: **05.07.2012**

(43) Offenlegungstag: **22.05.2014**

(51) Int Cl.: **C21C 5/46 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Siemens VAI Metals Technologies GmbH, Linz, AT

(74) Vertreter:
**Maier, Daniel Oliver, Dipl.-Ing. Univ., 81739,
München, DE**

(72) Erfinder:
Koubek, Christian, Linz, AT

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE 101 24 784 C1
DE 10 2005 034 409 B3
DE 10 2009 053 169 A1
DE 10 2010 035 910 A1

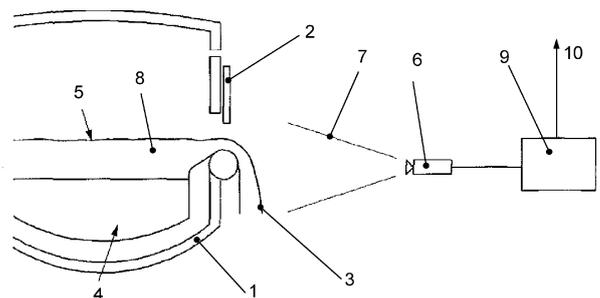
DE 20 2006 020 272 U1
DE 689 22 954 T2
US 5 182 565 A
EP 0 162 949 B1
EP 1 306 451 B1
EP 0 132 296 A1
WO 98/ 14 755 A1
WO 2011/ 036 071 A1
WO 2012/ 022 514 A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Detektion des Schlackepiegels in einem metallurgischen Gefäß**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Verfahren und eine Vorrichtung zur Detektion des Schlackepiegels auf einer metallischen Schmelze in einem metallurgischen Gefäß (1) mittels zumindest einer Signale generierenden Detektionseinrichtung (6), die auf das metallurgische Gefäß (1) und/oder zumindest auf einen aus diesem abfließenden Schlackestrom (3) gerichtet ist. In einer Phase A wird mittels einer Verarbeitungseinheit 8 aus den Signalen ein Schlackepiegel S_{PA} direkt ermittelt und/oder wenn eine direkte Detektion des Schlackepiegels S_{PA} nicht möglich ist, die Breite B_{Mi} des abfließenden Schlackestromes (3) in zumindest einer Richtung i detektiert und mittels der Verarbeitungseinheit der Schlackepiegel S_{PB} über die Menge der abfließende Schlacke S_M ermittelt. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Regelung der Menge an in das metallurgische Gefäß eingebrachten Kohlenstoffträger, zur Einstellung des Schlackepiegels, wobei diese auf Basis der ermittelten Schlackepiegel erfolgt.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Detektion des Schlackepiegels in einem metallurgischen Gefäß bzw. ein Verfahren zur Steuerung der Schlackenbildung auf einer metallischen Schmelze in einem metallurgischen Gefäß. In metallurgischen Prozessen dienen Schlacken oftmals der Abdeckung von metallischen Schmelzen, wobei verringerte thermische Verluste, geringerer Materialverbrauch aber auch geringere Geräuschbelastungen erzielt werden können. Schlacke muss aus einem metallurgischen Gefäß immer wieder abgeführt werden, da in vielen metallurgischen Prozessen ständig neue Schlacke erzeugt wird. Daher kommt der Kenntnis der Menge an vorhandener Schlacke bzw. dem Schlackepiegel im metallurgischen Gefäß eine große Bedeutung zu und ist diese für die Steuerung des metallurgischen Prozesses von Bedeutung.

STAND DER TECHNIK

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Systeme und Verfahren zur Messung der Schlacke, wie z.B. einer Schaum Schlacke in einem Lichtbogenofen oder der Schlacke in einem Konverter bekannt. Diese basieren unter anderem auf indirekten Messmethoden, bei denen die Information über den aktuellen Pegel der Schlacke aus leicht zugänglichen Messsignalen gewonnen wird. Unter anderem werden dabei der Elektrodenstrom, die Elektrodenspannung (Auswertung von Oberwellen, Klirrfaktor) eines Lichtbogenofens, Lärmemissionen, Körperschall oder auch das Temperaturprofil eines wärmeleitenden Elements in der Wand des metallurgischen Gefäßes herangezogen.

[0003] Aus der DD 228 831 A1 ist ein Verfahren zur Einhüllung des Lichtbogens in einem Lichtbogenofen zu entnehmen. Die vom Lichtbogen verursachte Schallemission wird gemessen und mit festgelegten Schallgrenzwerten verglichen. Im Falle einer Überschreitung dieser Schallgrenzwerte wird ein Kohlenstoffträger in den Ofen bzw. in die Ofenschlacke injiziert bis die Schallgrenzwerte wieder unterschritten sind. Da die Schalldämmeigenschaften sich mit der Schlackenzusammensetzung dauernd ändern kommt es zu erheblichen Unschärfen bei derartigen Verfahren.

[0004] Der JP 62224613 A ist ein Verfahren zur Regelung der Schlackenhöhe in einem Ofen zu entnehmen, wobei auf Basis eines gemessenen Schlackenniveaus durch Variation des Gasdruckes im Ofen das Schlackenniveau im Ofen eingestellt wird.

[0005] Die JP 63062812 A lehrt ein Verfahren zur Regelung der Schlackenhöhe in einem Konverter

zur Behandlung einer metallischen Schmelze, wobei über einen Temperatursensor, der in einer Blaslance angeordnet ist, eine Temperaturverteilung im Konverter ermittelt wird, aus der eine Bedeckung der Schmelze mit Schlacke abgeleitet wird.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Detektion des Schlackepiegels in einem metallurgischen Gefäß bzw. ein Verfahren zur Steuerung der Schlackenbildung auf einer metallischen Schmelze in einem metallurgischen Gefäß anzugeben, das eine einfachere und zuverlässigere Detektion ermöglicht.

[0007] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche 1, 11 und 17. Die weiteren Ansprüche sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

[0008] Die Erfassung eines Schlackepiegels in einem metallurgischen Gefäß, z.B. einem Konverter oder einem Lichtbogenofen ist aufgrund der hohen Temperaturen, der mechanischen Belastungen, des erheblichen Lärms und aufgrund von Staub- bzw. Rauchbelastungen schwierig. Für Sensoren und Messeinrichtungen sind diese Bedingungen sehr ungünstig.

[0009] Durch die Erfindung wird die Detektion eines Schlackepiegels in allen Betriebszuständen ermöglicht. Während der Behandlung einer metallischen Schmelze ist es z.B. erforderlich Vorrichtungen wie Lanzen, Elektroden oder Manipulatoren in das Gefäß einzufahren, sodass eine Erfassung des Schlackepiegels durch Sensoren nicht immer möglich ist oder gestört wird. So kann es produktionstechnisch bedingte Prozesszustände geben, bei denen es zu erheblicher Staub- oder Rauchentwicklung kommt.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren, basiert auf zumindest einer Detektionseinrichtung, die Signale erzeugt. Die Detektionseinrichtung kann auf das metallurgische Gefäß und zumindest auf einen aus diesem abfließenden Schlackestrom gerichtet sein. Weiters kann die Detektionseinrichtung auch nur auf das metallurgische Gefäß oder zumindest auf einen aus diesem abfließenden Schlackestrom gerichtet sein.

[0011] In einer Phase A eines metallurgischen Verfahrens, in der eine direkte Aufnahme eines den Schlackepiegel S_{PA} charakterisierenden Signals im metallurgischen Gefäß möglich ist, wird durch eine Verarbeitungseinheit der Schlackepiegel S_{PA} unmittelbar ermittelt. In Betriebsphasen, in denen eine direkte Detektion des Schlackepiegels S_{PA} nicht möglich ist, kann die Breite B_{Mi} des abfließenden Schlacke in zumindest einer Richtung i detektiert und mit-

tels der Verarbeitungseinheit der Schlackepegel S_{PB} über die Menge der abfließende Schlacke S_M ermittelt werden.

[0012] Aus dem Betrieb derartiger Verfahren und Detektionseinrichtungen hat es sich gezeigt, dass es über eine Detektion des aus einem metallurgischen Gefäß abfließenden Schlackestromes möglich ist, den Schlackepegel im metallurgischen Gefäß hinreichend genau zu bestimmen. Dabei hat sich eine Proportionalität zwischen dem Schlackepegel und der Menge an abfließender Schlacke S_M , welche in Form eines Schlackestromes abfließt, gezeigt. Weiters hat sich herausgestellt, dass es möglich ist, die Menge an abfließender Schlacke S_M über den Querschnitt des Schlackestromes zu charakterisieren, sodass auch aufgrund zumindest einer ermittelten Breite des Schlackestromes, eine indirekte Detektion des Schlackepegels möglich ist. Somit ist auch der Querschnitt des Schlackestromes proportional zum Schlackepegel.

[0013] Erfindungsgemäß wird die Breite B_{M1} des abfließenden Schlackestromes in einer Richtung 1 detektiert. Die Menge der abfließenden Schlacke S_M ist proportional zur Breite B_{M1} . Über einen Korrekturfaktor F_{KA} kann der Schlackepegel S_{PB} ermittelt werden. Der Korrekturfaktor F_{KA} wird während der Phase A laufend aus dem Quotienten aus Schlackepegel S_{PA} und Breite B_{M1} ermittelt.

$$S_{PA} \propto B_{M1} \times F_{KA}$$

[0014] Dadurch wird in der Phase A stets der Zustand der Rinne, über die der Schlackestrom abfließt und damit der Querschnitt des Schlackestromes, berücksichtigt, sodass die Messung einer Breite des Schlackestromes ausreicht.

[0015] Dies ist möglich, da sich stets eine charakteristische Form des Schlackestromes einstellt, aus welcher auf den Schlackepegel geschlossen werden kann.

[0016] Bei einer Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Breite des abfließenden Schlackestromes in zwei zueinander im Wesentlichen senkrechten Richtungen 1 und 2 detektiert wird, wobei die Breiten B_{M1} und B_{M2} ermittelt werden, und die Menge der abfließenden Schlacke S_M proportional dem Produkt aus den Breiten B_{M1} und B_{M2} ist. Über einen Korrekturfaktor F_{KB} kann der Schlackepegel S_{PB} ermittelt werden. Der Korrekturfaktor F_{KB} kann empirisch oder während der Phase A laufend aus dem Schlackepegel S_{PA} und dem Produkt aus B_{M1} und B_{M2} ermittelt werden.

$$S_{PA} \propto B_{M1} \times B_{M2} \times F_{KB}$$

[0017] Über die Proportionalität zwischen dem Schlackepegel und der Menge an abfließender Schlacke kann über den Korrekturfaktor F_{KB} in einfacher Weise auf den Schlackepegel S_{PB} geschlossen werden.

[0018] Der Korrekturfaktor berücksichtigt Abweichungen des tatsächlichen Querschnittes des Schlackestromes von der theoretischen Rechteckform. Eine empirische Ermittlung des Korrekturfaktors ist einfach möglich, weil der sich einstellende Querschnitt zumeist konstant bleibt. In diesem Fall kann auf eine zusätzliche direkte Detektion der Schlacke in dem metallurgischen Gefäß verzichtet werden.

[0019] Alternativ kann der Korrekturfaktor auch aus der Messung des Schlackepegels S_{PA} in der Phase A und dem gemessenen Produkt aus B_{M1} und B_{M2} ermittelt werden. Die Ermittlung des Korrekturfaktors muss jedoch nicht ständig erfolgen, da sich die Querschnittsform des Schlackenstromes über die Zeit nicht rasch ändert.

[0020] Eine spezielle Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die Detektion des Schlackepegels S_{PA} in der Phase A im metallurgischen Gefäß erfolgt, insbesondere durch eine geöffnete Schlackentür im metallurgischen Gefäß. Dabei erfasst die Detektionseinrichtung die Schlacke unmittelbar im metallurgischen Gefäß, wobei eine Öffnung des metallurgischen Gefäßes genutzt wird. Durch die Distanz zwischen der Detektionseinrichtung und dem metallurgischen Gefäß kann diese vor den extremen Bedingungen im und direkt um das metallurgische Gefäß geschützt werden. Beim Einsatz durch eine geöffnete Schlackentür kann das Verfahren nur in Phasen mit geöffneter Schlackentür eingesetzt werden.

[0021] Eine weitere Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die Detektion des Schlackepegels S_{PA} in der Phase A durch eine Kantendetektion an der Schlacke im metallurgischen Gefäß erfolgt. Somit wird die Detektion an der Schlackenoberkante durchgeführt und die Schlacke unmittelbar im metallurgischen Gefäß erfasst.

[0022] Nach einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die Detektionseinrichtung einen Detektionsbereich auf, der die Schlacke im metallurgischen Gefäß und den aus dem metallurgischen Gefäß abfließenden Schlackestrom erfasst. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine Detektion der Schlacke im metallurgischen Gefäß und des abfließenden Schlackestromes mit nur einer Detektionseinrichtung. Damit ist auch in Fällen in denen eine direkte Detektion des Schlackepegels im metallurgischen Gefäß nicht möglich ist, dennoch eine Detektion indirekt über den Querschnitt des abfließenden Schlackestromes und damit der Menge an ab-

fließender Schlacke möglich. Somit ist eine Detektion auch unter jenen Betriebszuständen eines metallurgischen Verfahrens in dem metallurgischen Gefäß möglich, die an sich für eine Detektion sehr ungünstig sind.

[0023] Gemäß einer alternativen Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die Detektionseinrichtung einen Detektionsbereich auf, der nur den aus dem metallurgischen Gefäß abfließenden Schlackestrom erfasst. Die zumindest eine Detektionseinrichtung kann z.B. unterhalb des metallurgischen Gefäßes oder unterhalb des Schlackenausstrittes des Gefäßes angeordnet werden oder auch auf eine solche Stelle hin gerichtet werden, sodass die Detektionseinrichtung besser geschützt ist, wie z.B. vor ungünstigen Betriebsbedingungen. Manipulationen im metallurgischen Gefäß oder Rauch bzw. Staub stellt in dieser Anordnung bzw. Ausrichtung kein Problem dar.

[0024] Nach einer speziellen Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, umfasst die Detektionseinrichtung zumindest eine, insbesondere im Nahinfrarotbereich arbeitende, CCD-Kamera, mit der optische Signale, insbesondere Bilder, erzeugt werden. Aufgrund der Beschränkung des Wellenlängenbereiches ist es möglich die Detektion auf für die Schlacke charakteristische Strahlung einzuschränken, sodass unerwünschte Umwelteinflüsse bzw. andere Strahlungsquellen ausgeschlossen werden können. Damit wird eine zusätzliche Sicherheit bei der Erfassung erzielt. CCD-Kameras haben zudem den Vorteil, dass sie kostengünstig verfügbar sind und auch durch entsprechende Schutzmaßnahmen unter schwierigen Umweltbedingungen (Hitze, Staub, Rauch, Erschütterungen) eingesetzt werden können. Zudem gestatten entsprechende Optiken eine Anpassung an die jeweilige Einsatzsituation, sodass der Detektionsbereich bzw. die Einbausituation angepasst werden können.

[0025] Erfindungsgemäß sind die optischen Signale Bilder, wobei der Schlackepegel S_{PA} und die Breiten B_{M1} und/oder B_{M2} jeweils aus separaten Feldern der Bilder ermittelt werden. Dazu werden Bereiche der Bilder verwendet, sodass aus einem Bild zwei oder mehr Felder durch die Verarbeitungseinheit abgegriffen bzw. ausgelesen und umgewandelt werden können. Z.B. kann aus einem Bild mittels eines Feldes der Schlackepegel bestimmt werden und mittels eines anderen Feldes desselben Bildes zusätzlich die Breite des Schlackestromes bestimmt werden, sodass mittels der Verarbeitungseinheit z.B. der Korrekturfaktor F_{KA} ermittelt werden kann. Die Verarbeitungseinheit kann aber auch Felder aus unterschiedlichen Detektionseinrichtungen abgreifen und gemeinsam verarbeiten.

[0026] Eine bevorzugte Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass der ermittelte Schlackepegel S_{PA} und/oder der Schlackepegel S_{PB} zur Regelung der Menge an Kohlenstoff, die zur Schlackenbildung, insbesondere zur Schaumschlackenbildung, in das metallurgische Gefäß zugesetzt wird, herangezogen wird. Es ist bekannt Kohlenstoffträger in ein metallurgisches Gefäß, in dem sich eine metallische Schmelze und Schlacke befindet, einzubringen. Damit wird die Schlackenbildung angeregt bzw. wird durch eine Gasbildung das Volumen der Schlacke vergrößert. Aufgrund der ständigen Detektion des Schlackepegels kann die Zufuhr an Kohlenstoffträger in einfacher Art und Weise gesteuert und so der Schlackepegel auf einem Soll-Zustand gehalten werden. Der detektierte Schlackepegel kann aber grundsätzlich auch für Prozessanpassungen bzw. zur Prozesseinstellung des metallurgischen Prozesses herangezogen werden.

[0027] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Detektion des Schlackepegels auf einer metallischen Schmelze in einem metallurgischen Gefäß, insbesondere einem Lichtbogenofen, umfasst zumindest eine Signale generierende Detektionseinrichtung, die auf das metallurgische Gefäß und/oder zumindest einen aus diesem über eine Rinne abfließenden Schlackestrom gerichtet ist. Mittels einer vorgesehenen Verarbeitungseinheit wird in einer Phase A ein Schlackepegel S_{PA} ermittelt und/oder wenn eine direkte optische Detektion des Schlackepegels S_{PA} nicht möglich ist, die Breite B_{Mi} des abfließenden Schlackestromes in zumindest einer Richtung i detektiert und mittels der Verarbeitungseinheit der Schlackepegel S_{PB} über die Menge an abfließender Schlacke S_M ermittelt. Durch die Proportionalität zwischen der Menge an abfließender Schlacke S_M und dem Schlackepegel S_{PB} und der Proportionalität zwischen der Menge an abfließender Schlacke S_M und dem Querschnitt des Schlackestromes kann vom Schlackestromquerschnitt auf den Schlackepegel im metallurgischen Gefäß geschlossen werden. Zudem kann die Detektionseinrichtung entweder den Schlackepegel oder den Querschnitt des Schlackestromes oder beide Größen gemeinsam erfassen, sodass diese gemeinsam aus demselben Signal durch die Verarbeitungseinheit ermittelt werden können. Vorteilhaft wird damit eine sehr einfache Vorrichtung geschaffen.

[0028] Gemäß einer alternativen Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind zwei zueinander senkrecht, insbesondere Unterflur, angeordnete Detektionseinrichtungen vorgesehen, zur Detektion der Breiten des abfließenden Schlackestromes, wobei die Breiten B_{M1} und B_{M2} ermittelt werden, und die Menge an abfließender Schlacke S_M proportional zum Produkt aus den Breiten B_{M1} und B_{M2} und einem Korrekturfaktor F_{KB} ermittelt wird, wobei der Korrekturfaktor F_{KB} empirisch oder während der Phase A laufend aus dem Schlackepegel S_{PA} und dem Pro-

dukt aus B_{M1} und B_{M2} ermittelt wird. Die Unterfluranordnung unter dem Hüttenflur bietet den Vorteil, dass die Detektionseinrichtungen geschützt angeordnet werden können und zudem zu keiner Einschränkung im Bereich des metallurgischen Gefäßes führen, da hier eine Bedienung bzw. die Manipulation von z.B. Blaslanzen oder auch Elektroden uneingeschränkt möglich sein muss. Zudem können die Detektionseinrichtung ohne Störungen den Schlackestrom detektieren. Der Schlackestrom kann durch die Breiten B_{M1} und B_{M2} so gut detektiert werden, dass über einen Korrekturfaktor auf den Querschnitt des Schlackestromes und damit auf die Menge an abfließender Schlacke ermittelt werden kann. Der Korrekturfaktor kann empirisch ermittelt werden, wobei dies zumeist nur einmal erfolgen muss. Weiters kann der Korrekturfaktor aus dem Schlackepegel S_{PA} und dem Produkt aus B_{M1} und B_{M2} ermittelt werden.

[0029] Eine bevorzugte Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass die Signale optische Signale, insbesondere Bilder, sind und durch die Verarbeitungseinheit jeweils aus separaten Feldern der Bilder der Schlackepegel S_{PA} und die Breiten B_{M1} und B_{M2} ermittelt werden. Optische Signale und insbesondere Bilder sind technisch weit verbreitet, sodass auch die Verarbeitung solcher Signale durch die Verarbeitungseinheit gut beherrscht wird. Dabei werden von der Verarbeitungseinheit separate Felder aus den Bildern abgegriffen, sodass aus einem Bild mehrere Informationen in Form von Feldern erhalten werden. Neben dem Schlackepegel können z.B. somit mit demselben Bild auch noch Informationen zum Schlackestrom, in Form von Breiten abgegriffen werden. Zudem gibt es standardisierte Formate für Bilder, die gut ausgewertet werden können.

[0030] Nach einer speziellen Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Detektionseinrichtung zumindest eine, insbesondere im Nahinfrarotbereich arbeitende, insbesondere einen Tageslichtsperrfilter aufweisende, CCD-Kamera. Derartige Kameras können über die Optik entsprechend eingestellt werden, sodass die gewünschten Bereiche der Schlacke erfasst werden können. Durch Filter und einen definierten Wellenlängenbereich können Umwelteinflüsse für die Detektion weitgehend ausgeblendet und die Schlacke optimal erfasst werden.

[0031] Erfindungsgemäß weist die Detektionseinrichtung einen Detektionsbereich auf, der die Schlacke im metallurgischen Gefäß, insbesondere durch eine Öffnung, bevorzugt durch eine geöffnete Schlackentür, und den aus dem metallurgischen Gefäß abfließenden Schlackestrom erfasst. Dadurch ist es möglich mit einer Detektionseinrichtung gleichzeitig die Schlacke im metallurgischen Gefäß und den Schlackestrom zu erfassen. Bei der Erfassung im metallurgischen Gefäß können Öffnungen genutzt werden, sodass die Detektionseinrichtung abseits der

extremen Bedingungen (Schalldruck, Hitze, Staub, Rauch) angeordnet werden kann und damit weniger belastet wird.

[0032] Nach einer alternativen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist die Detektionseinrichtung einen Detektionsbereich auf, der nur den aus dem metallurgischen Gefäß abfließenden Schlackestrom erfasst. Damit kann die Detektionseinrichtung noch weiter vom metallurgischen Gefäß bzw. in einem geschützten Bereich angeordnet werden. Z.B. ist es möglich die Detektionseinrichtung unterhalb des metallurgischen Gefäßes anzuordnen, so dass die Belastung der Detektionseinrichtung weiter reduziert werden kann.

[0033] Der erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung der Schlackenbildung auf einer metallischen Schmelze in einem metallurgischen Gefäß, insbesondere einem Lichtbogenofen, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Regelung der Menge an Kohlenstoff, welche zur Schlackenbildung, insbesondere zur Schaum Schlackenbildung, in das metallurgische Gefäß zugesetzt wird, aufgrund des Schlackepegels S_{PA} und/oder des Schlackepegels S_{PB} , ermittelt gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1–10, erfolgt. Die Schlacke dient in metallurgischen Verfahren zur Abschirmung der metallischen Schmelze. Dadurch ergeben sich Vorteile hinsichtlich thermischer Verluste aber auch der Belastung der Umgebung durch Lärmemissionen und durch Abgase. Durch die stetige Ermittlung des Schlackepegels wird eine effiziente und zeitnahe Regelung sichergestellt. Auf Basis des ermittelten Schlackepegels können Einblaslanzen, welche zum Einblasen von Kohlenstoffträgern in einen Lichtbogenofen vorgesehen sind, geregelt werden und ein gewünschter Schlackepegel stets eingehalten werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0034] Die Erfindung wird anhand einer schematischen Figur beispielhaft erläutert.

[0035] Fig. 1 zeigt, einen Lichtbogenofen mit der erfindungsgemäßen Detektionseinrichtung für die Schlacke im Ofen und den abfließenden Schlackestrom

[0036] Fig. 2 zeigt, einen Lichtbogenofen mit der erfindungsgemäßen Detektionseinrichtung für den abfließenden Schlackestrom

[0037] Fig. 3 zeigt die Anordnung gemäß Fig. 2 in der Draufsicht

[0038] Fig. 4 zeigt ein Detail zur Fig. 2 ebenfalls in der Draufsicht

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0039] In **Fig. 1** ist ein metallurgisches Gefäß **1**, wie z.B. ein Lichtbogenofen, zu Behandlung einer metallischen Schmelze mit einer geöffneten Schlackentür **2** dargestellt. Durch die Öffnung fließt Schlacke aus und bildet einen Schlackestrom **3**. Im metallurgischen Gefäß **1** befindet sich eine metallische Schmelze **4** und darüberliegend eine Schlacke mit einem Schlackepegel **5**.

[0040] Mittels einer Detektionseinrichtung **6**, welche einen Detektionsbereich **7** aufweist, wird die Schlacke **8** im Lichtbogenofen und der abfließende Schlackestrom erfasst. Als Detektionseinrichtung **6** kann z.B. eine CCD-Kamera eingesetzt werden. Diese arbeitet zumeist im Nahinfrarotbereich und weist einen Tageslichtsperrfilter auf. Die CCD-Kamera erfasst den Schlackepegel **5** im metallurgischen Gefäß **1**, wobei z.B. eine Kantendetektion angewendet wird. Weiters wird durch die CCD-Kamera der Schlackestrom erfasst.

[0041] Die mittels der Detektionseinrichtung **6** erzeugten Signale bzw. Bilder werden einer Verarbeitungseinheit **9** zugeführt. Hier werden die Signale bzw. die Bilder der CCD-Kamera verarbeitet. Dabei wird aus den Signalen ein Schlackepegel ermittelt oder aus der detektierten Breite B_{M1} des abfließenden Schlackestromes über den Korrekturfaktor F_{KA} eine Fläche des Schlackestromes errechnet. Aus dieser Fläche kann die Menge an abfließender Schlacke und daraus wiederum der Schlackepegel im Lichtbogenofen ermittelt werden. Dabei werden Proportionalitäten und/oder empirisch ermittelte Zusammenhänge genutzt. Die ermittelten Regelgrößen **10** können einer nicht dargestellten Regelung zugeführt werden, welche auf Basis des aktuellen Schlackepegels den Eintrag von schlackenbildenden bzw. das Schlackenvolumen erhöhenden Stoffen, wie z.B. Kohlenstoffträgern, regelt, sodass stets ein Soll-Schlackepegel eingehalten werden kann. In der Folge kann der Lichtbogenofen effizienter betrieben werden, z.B. kann der Elektroden- und Feuerfestverbrauch reduziert werden.

[0042] In **Fig. 2** ist ebenfalls ein metallurgisches Gefäß **1** mit einer geöffneten Schlackentür **2** dargestellt. Zur Detektion des abfließenden Schlackestromes **3** sind zwei Detektionseinrichtungen **6** vorgesehen. **Fig. 3** zeigt diese Anordnung in der Draufsicht. Die beiden Detektionseinrichtungen **6** sind ein einem Winkel von 90° zueinander versetzt angeordnet und auf den Schlackestrom **3** gerichtet. Über eine Rinne **12** fließt der Schlackestrom **3** aus dem metallurgischen Gefäß **1** ab.

[0043] Aus **Fig. 2** ist zu entnehmen, dass die Detektionseinrichtungen **6** unterhalb des Hüttenflurs **11** angeordnet sind, sodass eine sehr geschützte Lage

erreicht wird. Die Detektionseinrichtungen **6** sind in vertikaler Richtung auf gleicher Ebene angeordnet, in **Fig. 2** sind die Detektionseinrichtungen **6** axonometrisch aufgekippt dargestellt, dies dient nur der besseren Sichtbarkeit. Weitere räumliche Lagen der Detektionseinrichtungen **6** sind aber möglich.

[0044] Zur Verarbeitung der Signale der Detektionseinrichtungen **6** ist eine Verarbeitungseinheit **9** vorgesehen. Mittels der Detektionseinrichtungen **6** können die Breiten B_{M1} und B_{M2} des Schlackestromes **3** in zwei zueinander senkrechten Richtungen ermittelt werden.

[0045] Dies ist in **Fig. 4** näher dargestellt. Die beiden Detektionseinrichtungen **6** weisen Detektionsbereiche **7** und erfassen die Breiten des Schlackestromes **3**. Dargestellt ist ein typischer Querschnitt des Schlackestromes **3**, wobei die Breite an der Seite des metallurgischen Gefäßes zumeist breiter ist als an der angewandten Seite.

[0046] Die Menge der abfließenden Schlacke S_M ist proportional dem Schlackepegel und somit auch dem Produkt aus den Breiten B_{M1} und B_{M2} und einem Korrekturfaktor F_{KB} . Der Korrekturfaktor F_{KB} kann empirisch ermittelt werden. F_{KB} berücksichtigt die Abweichung des tatsächlichen Schlackestromquerschnittes von der idealen Rechteckform und Änderungen im Querschnitt des Abflusses aus dem metallurgischen Gefäß, wie z.B. der Breite der Schlackenöffnung. Alternativ können die beiden Detektionseinrichtungen **6** mit in einer zusätzlichen, nicht dargestellten Detektionseinrichtung gekoppelt werden. Dessen erfasster Schlackepegel, wobei Detektion in Phasen in denen eine direkte Detektion der Schlackenhöhe im metallurgischen Gefäß möglich ist, erfolgt, kann auch zur Anpassung des Korrekturfaktors herangezogen werden.

[0047] Zusätzlich kann auch ein Zusammenhang zwischen dem Schlackepegel und der Menge an abfließender Schlacke bzw. dem gemessenen Schlackequerschnitt ermittelt werden.

[0048] Es ist aber auch denkbar, dass eine der beiden rechtwinklig zueinander angeordneten Detektionseinrichtungen **6** einen Detektionsbereich aufweist, der neben dem Schlackestrom **3** auch noch die Schlacke **8** und damit den Schlackepegel **5** im metallurgischen Gefäß erfasst. Über die Proportionalität zwischen dem Schlackepegel **5** und der Menge an abfließender Schlacke bzw. dem Schlackequerschnitt kann in einfacher Weise vom Schlackequerschnitt auf den Schlackepegel **5** geschlossen werden. Die ermittelten Regelgrößen **10** können wiederum einer nicht dargestellten Regelung für den Schlackepegel zugeführt werden.

Bezugszeichenliste

1	metallurgisches Gefäß
2	Schlackentür
3	Schlackestrom
4	metallische Schmelze
5	Schlackepegel
6	Detektionseinrichtung
7	Detektionsbereich
8	Schlacke im metallurgischen Gefäß
9	Verarbeitungseinheit
10	Regelgrößen
11	Hüttenflur
12	Rinne

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DD 228831 A1 [0003]
- JP 62224613 A [0004]
- JP 63062812 A [0005]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion des Schlackepiegels (5) auf einer metallischen Schmelze (4) in einem metallurgischen Gefäß (1), insbesondere einem Lichtbogenofen, mittels zumindest einer Signale generierenden Detektionseinrichtung (6), die auf das metallurgische Gefäß (1) und/oder zumindest auf einen aus diesem abfließenden Schlackestrom (3) gerichtet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer Phase A mittels einer Verarbeitungseinheit (9) aus den Signalen ein Schlackepiegel S_{PA} direkt ermittelt wird und/oder wenn eine direkte Detektion des Schlackepiegels S_{PA} nicht möglich ist, die Breite B_{Mi} des abfließenden Schlackestromes (3) in zumindest einer Richtung i detektiert und mittels der Verarbeitungseinheit (9) der Schlackepiegel S_{PB} über die Menge der abfließende Schlacke S_M ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Breite B_{M1} des abfließenden Schlackestromes (3) in einer Richtung 1 detektiert wird und die Menge der abfließenden Schlacke S_M als Produkt aus der Breite B_{M1} und einem Korrekturfaktor F_{KA} ermittelt wird, wobei der Korrekturfaktor F_{KA} während der Phase A laufend aus dem Quotienten aus Schlackepiegel S_{PA} und Breite B_{M1} ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Breite des abfließenden Schlackestromes (3) in zwei zueinander im Wesentlichen senkrechten Richtungen 1 und 2 detektiert wird, wobei die Breiten B_{M1} und B_{M2} ermittelt werden, und die Menge der abfließenden Schlacke S_M proportional dem Produkt aus den Breiten B_{M1} und B_{M2} und einem Korrekturfaktor F_{KB} ermittelt wird, wobei der Korrekturfaktor F_{KB} empirisch oder während der Phase A laufend aus dem Schlackepiegel S_{PA} und dem Produkt aus B_{M1} und B_{M2} ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektion des Schlackepiegels S_{PA} in der Phase A im metallurgischen Gefäß (1) erfolgt, insbesondere durch eine geöffnete Schlacken-tür (2) im metallurgischen Gefäß (1).

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektion des Schlackepiegels S_{PA} in der Phase A durch eine Kantendetektion an der Schlacke (8) im metallurgischen Gefäß (1) erfolgt.

6. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektionseinrichtung (6) einen Detektionsbereich (7) aufweist, der die Schlacke (8) im metallurgischen Gefäß (1) und den aus dem metallurgischen Gefäß (1) abfließenden Schlackestrom (3) erfasst.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektionseinrichtung (6) einen Detektionsbereich aufweist, der nur den aus dem metallurgischen Gefäß (1) abfließenden Schlackestrom (1) erfasst.

8. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektionseinrichtung (6) zumindest eine, insbesondere im Nahinfrarotbereich arbeitende, CCD-Kamera umfasst, mit der optische Signale, insbesondere Bilder, erzeugt werden.

9. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optischen Signale Bilder sind, wobei der Schlackepiegel S_{PA} und die Breiten B_{M1} und/oder B_{M2} jeweils aus separaten Feldern der Bilder ermittelt werden.

10. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der ermittelte Schlackepiegel S_{PA} und/oder der Schlackepiegel S_{PB} zur Regelung der Menge an Kohlenstoff, die zur Schlackenbildung, insbesondere zur Schaum-schlackenbildung, in das metallurgische Gefäß (1) zugesetzt wird, herangezogen wird.

11. Vorrichtung zur Detektion des Schlackepiegels (5) auf einer metallischen Schmelze (4) in einem metallurgischen Gefäß (1), insbesondere einem Lichtbogenofen, mit zumindest einer Signale generierenden Detektionseinrichtung (6), die auf das metallurgische Gefäß und/oder zumindest einen aus diesem über eine Rinne (12) abfließenden Schlackestrom (3) gerichtet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Verarbeitungseinheit (9) vorgesehen ist mittels der in einer Phase A ein Schlackepiegel S_{PA} ermittelt wird und/oder wenn eine direkte optische Detektion des Schlackepiegels S_{PA} nicht möglich ist, die Breite B_M des abfließenden Schlackestromes in zumindest einer Richtung detektiert und mittels der Verarbeitungseinheit der Schlackepiegel S_{PB} über die Menge an abfließender Schlacke S_M ermittelt wird

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei zueinander senkrecht, insbesondere Unterflur, angeordnete Detektionseinrichtungen (6) vorgesehen sind, zur Detektion der Breiten des abfließenden Schlackestromes, wobei die Breiten B_{M1} und B_{M2} ermittelt werden, und die Menge an abfließender Schlacke S_M proportional zum Produkt aus den Breiten B_{M1} und B_{M2} und einem Korrekturfaktor F_{KB} ermittelt wird, wobei der Korrekturfaktor F_{KB} empirisch oder während der Phase A laufend aus dem Schlackepiegel S_{PA} und dem Produkt aus B_{M1} und B_{M2} ermittelt wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Signale optische Signale, insbesondere Bilder, sind und durch die Ver-

arbeitungseinheit jeweils aus separaten Feldern der Bilder der Schlackepegel S_{PA} und die Breiten B_{M1} und B_{M2} ermittelt werden.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektionseinrichtung zumindest eine, insbesondere im Nahinfrarotbereich arbeitende, insbesondere einen Tageslichtsperrfilter aufweisende, CCD-Kamera umfasst.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektionseinrichtung einen Detektionsbereich (7) aufweist, der die Schlacke (8) im metallurgischen Gefäß (1), insbesondere durch eine Öffnung, bevorzugt durch eine geöffnete Schlackentür (2), und den aus dem metallurgischen Gefäß abfließenden Schlackestrom erfasst.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektionseinrichtung (6) einen Detektionsbereich aufweist, der nur den aus dem metallurgischen Gefäß (1) abfließenden Schlackestrom (3) erfasst.

17. Verfahren zur Steuerung der Schlackenbildung auf einer metallischen Schmelze (4) in einem metallurgischen Gefäß (1), insbesondere einem Lichtbogenofen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regelung der Menge an Kohlenstoff, welche zur Schlackenbildung, insbesondere zur Schaum Schlackenbildung, in das metallurgische Gefäß (1) zugesetzt wird, aufgrund des Schlackepegels S_{PA} und/oder des Schlackepegels S_{PB} , ermittelt gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1–10, erfolgt.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

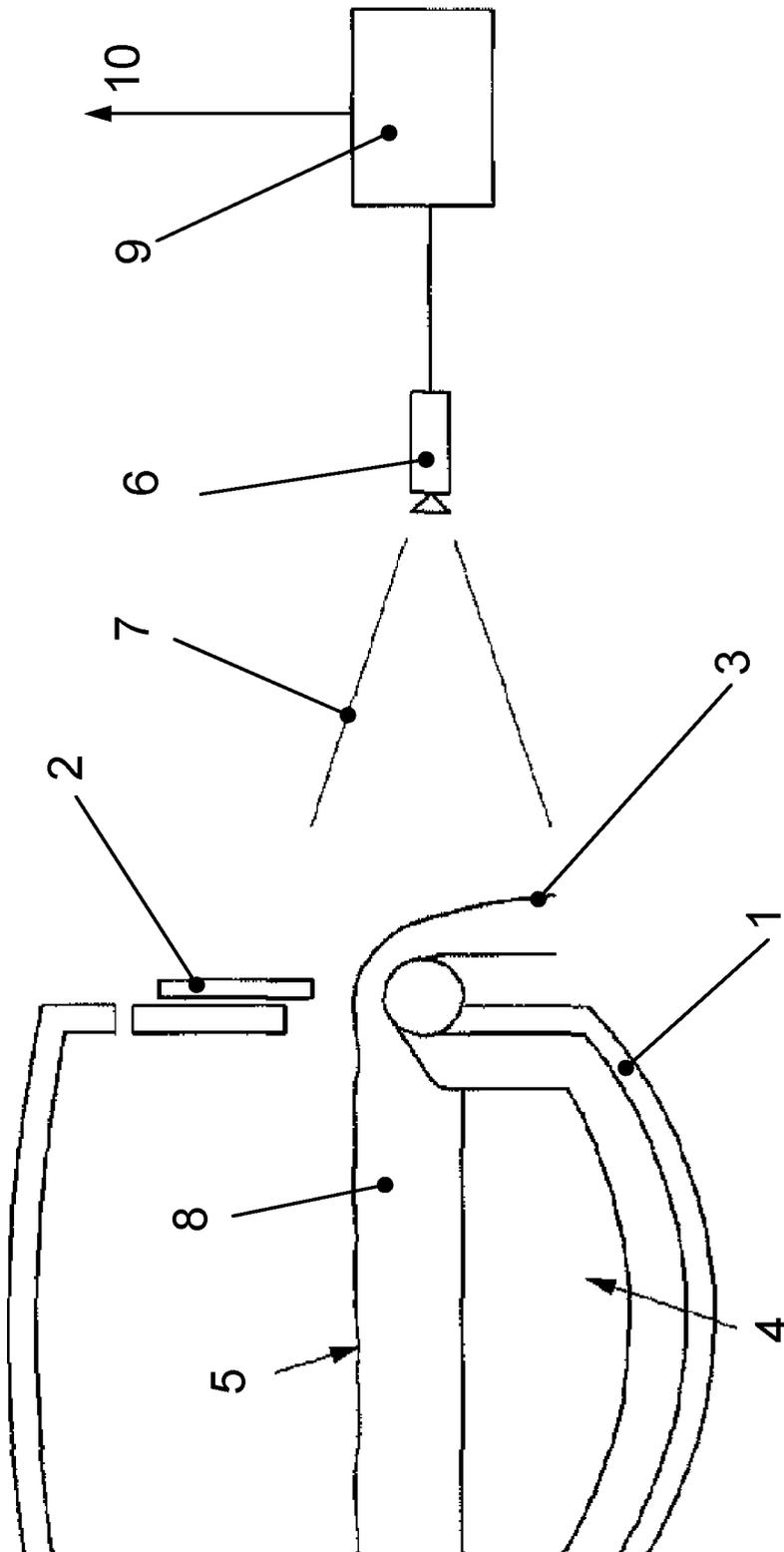


Fig. 2

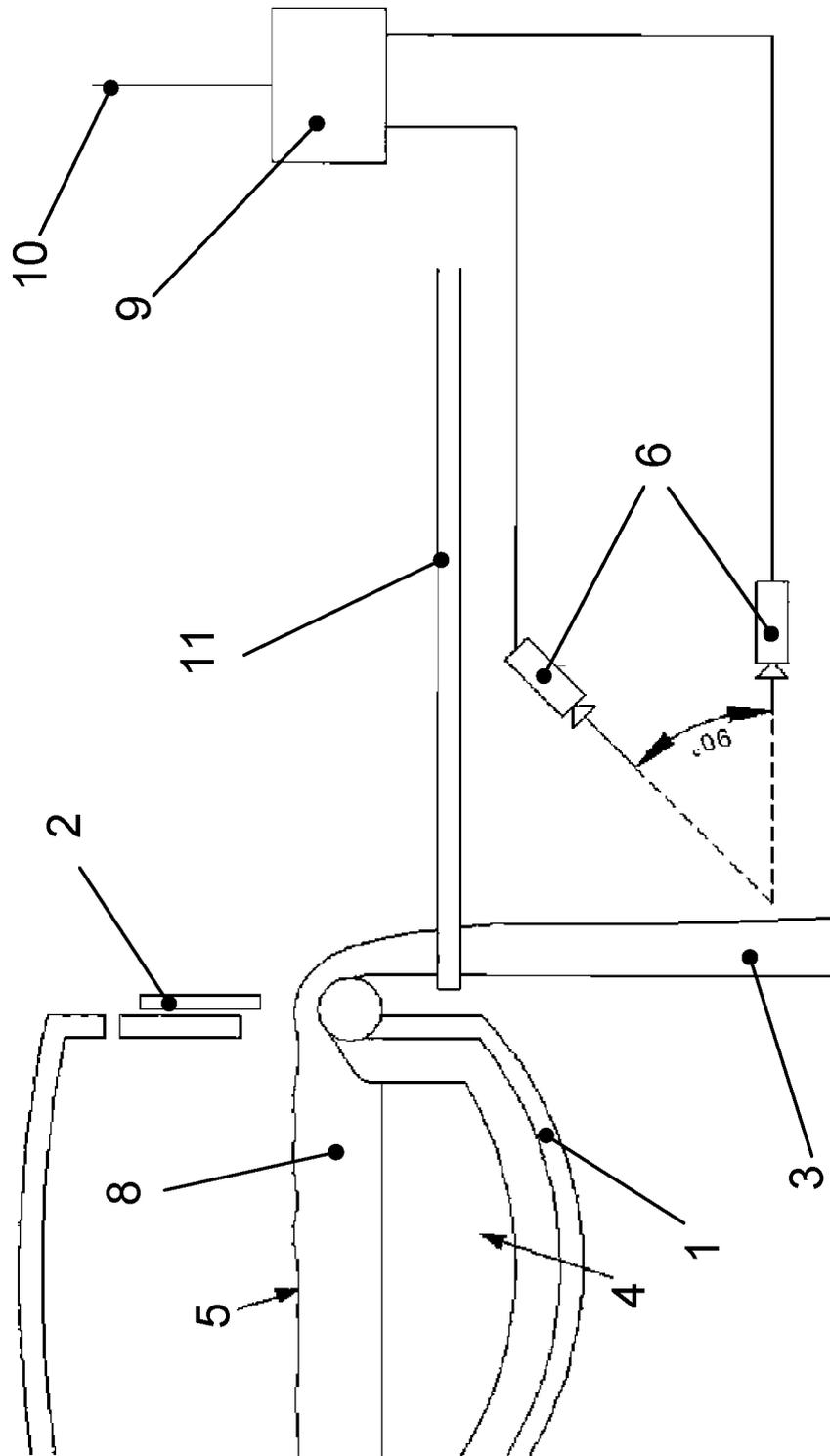


Fig. 3

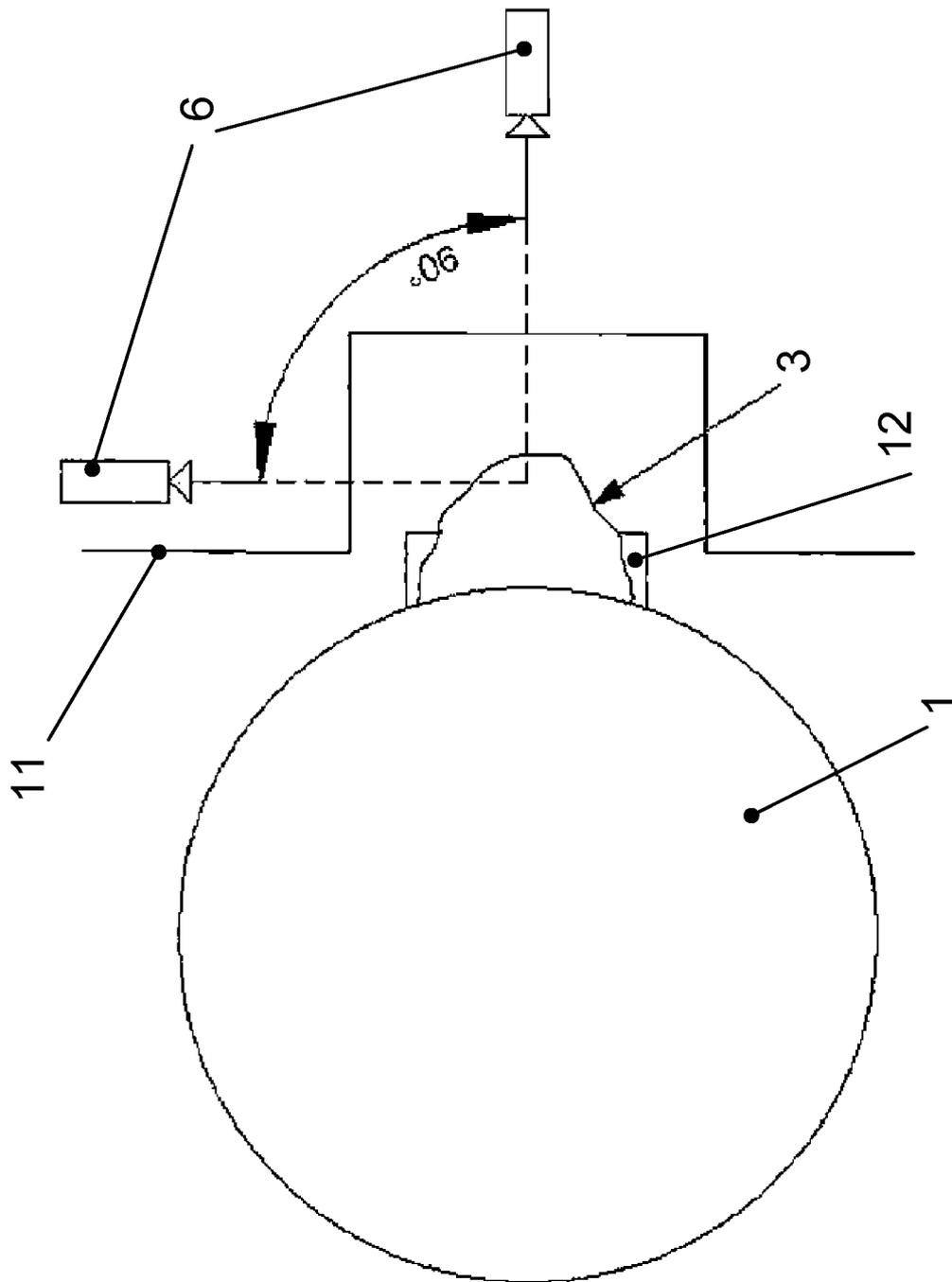


Fig. 4

