



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 504 830 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.02.2005 Patentblatt 2005/06

(51) Int Cl.7: **B22D 2/00**, B22D 46/00,
F27D 21/00, B22D 41/02

(21) Anmeldenummer: **04014674.8**

(22) Anmeldetag: **23.06.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(30) Priorität: **08.08.2003 DE 10336443**
19.11.2003 DE 10354084

(71) Anmelder: **SMS Demag Aktiengesellschaft**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder: **Finthammer, Michael**
58313 Herdecke (DE)

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Hemmerich & Kollegen,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Früherkennung eines Durchbruchs der
Feuerfest-Auskleidung einer Schmelze enthaltenden Pfanne**

(57) Die Erfindung betrifft ein optisches und/oder thermisches Abtasten der Oberfläche einer Pfanne für flüssiges Metall, insbesondere für Stahlschmelze, unter Verwendung einer Prüfeinrichtung zur Feststellung des Zustandes der Ausmauerung zwecks rechtzeitiger Erkennung von stellenweisen kritischen Veränderungen. Zur sicheren Feststellung des Zustandes der Pfannen-ausmauerung wird ein thermographisches bzw. ein visuelles Bild der Abtaststelle erzeugt und dieses in je-

weils eine Sequenz hellerer oder dunklerer Grautöne aufgelöst und mit einer Referenz-Sequenz von Grautönen mit vorgebar abgestufter Helligkeit verglichen, und bei Koinzidenz zweier Grautöne innerhalb eines kritischen Bereichs das Handling der Pfanne unterbrochen und/oder ein Hilfsprogramm eingeschaltet. Die Erfindung betrifft auch eine entsprechende Prüfeinrichtung.

EP 1 504 830 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum optischen und/oder thermischen Abtasten der Oberfläche einer Pfanne für flüssiges Metall, insbesondere für Stahlschmelze, unter Verwendung einer Prüfeinrichtung zur Feststellung des Zustandes der Ausmauerung zwecks rechtzeitiger Erkennung von stellenweisen kritischen Veränderungen. Die Erfindung betrifft auch eine Prüfeinrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Es entspricht festen Regeln der Betriebswirtschaft, dass das System einer Stranggießanlage vom Betreiber entsprechend den bei der Bedienung auftretenden Risiken mit sicherer Steuerungstechnik ausgelegt und ausgerüstet wird.

[0003] Für die Bediener ergibt sich jedoch als größter Schwachpunkt die nicht miterfasste Sicherheit der auswechselbaren Pfanne, die von einem Drehturm der Stranggießanlage zugeführt wird und die den vorerwähnten Aufwand an Sicherheitstechnik zu einem erheblichen Teil wieder zunichte macht.

[0004] Besonders kritisch ist ein Pfannendurchbruch für die Bediener der Anlage deswegen, weil er nur im letzten Moment, Sekunden vor einem Durchbruch, erkannt werden kann.

[0005] Ursachen für einen Durchbruch liegen:

- + einerseits in häufig schlechter Qualität oder Zustand einzelner Feuerfest-Steine der Auskleidung,
- + andererseits in einer unzureichend qualifizierten Organisation bzw. Mannschaft der Pfannenwirtschaft, und
- + in deren zu geringer Konsequenz bei der Umsetzung im Gießbetrieb,
- + an Fehlern oder Missgriffen bei der Einleitung von Gegenmaßnahmen.

[0006] Beim Stand der Technik sind technische Hilfsmittel zur Erkennung von kritischen Veränderungen in den Auskleidungen bzw. der Feuerfest-Ausmauerung von Metall-Gießpfannen zur Vermeidung von Durchbrüchen bekannt.

[0007] Das Dokument JP 03169474 A beschreibt Mittel zur Beurteilung des Endes der Verwendbarkeit der Auskleidung einer hitzebeständigen Wanne bzw. Kessels infolge Erosion der Ausmauerung, nach Maßgabe einer indirekten Messung der übrigbleibenden Dicke der Schicht mittels Temperaturverteilung in einer Infrarot-Thermographie durch einen Infrarot-Sensor, einen Monitor und eine Kamera. Der Infrarot-Sensor wird zur Beobachtung der Außenfläche der Pfanne in eine entsprechende Position gebracht, um ein Bild zu erzeugen. Nach Einfüllen von Schmelze in die Pfanne wird die Aussentemperatur derselben durch den Infrarot-Sensor ermittelt. Sodann wird die Temperaturverteilung am Ausseenumfang des Kessels mittels Infrarot-Thermographie auf dem Monitor abgebildet. Sobald die restliche Dicke der Feuerfestschicht indirekt ermittelt ist, wird von

einem Referenzindex zwischen der Oberflächentemperatur der Aussenfläche der Pfanne und der restlichen Dicke der Ausmauerung, die Erosion der Ausmauerung im Kessel objektiv festgestellt.

[0008] Das Dokument DE 101 52 201 A1 beschreibt ein Verfahren zur Kontrolle der Stahltemperatur vom Gießspiegel einer Stranggießkokille über den Bereich der gesamten Sekundärmetallurgie mit einer endtemperaturbestimmenden Prozessstufe wie einen Pfannenofen bis zum Ofenabstich eines Stahlerzeugungsprozesses. Die Stahltemperatur im Gießspiegel wird kontrolliert in der Weise eingehalten, dass ein Temperatursprung zwischen dem Gießspiegel in der Kokille und einem Verteiler in Abhängigkeit von der Gießgeschwindigkeit für ein vorgegebenes Strangformat erfasst wird sowie die Pfannengeschichte bezüglich der Zeitabschnitte, wie "Pfanne voll", "Pfanne leer", und Pfannenzustand, wie Pfannenausmauerung, Pfannenalter, sowie auch ein Stahltemperatursprung zwischen dem Verteiler und der letzten Pfannenofentemperatur.

[0009] Das Dokument G 90 04 945.4 beschreibt ein metallurgisches Gefäß mit Feuerfest-Auskleidung. Zur Erfassung des Verschleißes ist in der Auskleidung mit Abstand zu deren Oberfläche wenigstens ein Verschleißdetektor in Gestalt eines an eine elektrische Spannungsquelle anschließbaren elektrischen Leiters oder Leiterpaares eingebettet. Diesem wird zweckmäßig ein optischer und/oder akustischer Singalgeber zugeordnet, der bei einem kritischen Verschleißzustand ein Signal liefert.

[0010] Ausgehend vom vorgenannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Kontrollverfahren und eine Prüfeinrichtung anzugeben, mit deren Hilfe der Zustand der Ausmauerung einer Pfanne festgestellt werden kann und durch rechtzeitiges manuelles oder automatisches Eingreifen ein weiteres Handling einer Pfanne mit beschädigter Ausmauerung verhindert und damit eine Gefährdung von Personen oder der Stranggießanlage vermieden werden kann.

[0011] Zur Lösung der Aufgabe werden mit der Erfindung bei einem Verfahren entsprechend dem Oberbegriff von Anspruch 1 Maßnahmen nach dem Kennzeichnungsteil von Anspruch 1 vorgeschlagen sowie eine Prüfeinrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 6.

[0012] Damit ist ein sicheres Erkennen selbst kleinster Unterschiede in der Ausmauerung der Metallpfanne und damit eine Warnung vor dem zu erwartenden Durchbruch möglich. Nach dem Prinzip der Graustufenauswertung besteht die vorteilhafte Möglichkeit, Fehler oder Qualitätsunterschiede der Ausmauerung rechtzeitig festzustellen, und damit Schäden sowie Produktionsausfälle und vor allem Verletzungen der Betriebsmannschaft zu vermeiden. Kleinste geometrische, durchaus charakteristische Abweichungen, die für Fehler in der Ausmauerung typisch sind, werden sichtbar gemacht.

[0013] Weitere Ausgestaltungen von Verfahren und Vorrichtung sind in den jeweils zugehörigen Unteran-

sprüchen angegeben.

Der manuelle Einsatz der Prüfeinrichtung wird wie folgt vorgenommen:

[0014] Sobald eine Pfanne in den Pfannendrehturm eingesetzt ist, wird der Gießler aufgefordert, die Prüfeinrichtung zu starten.

[0015] Die Pfannenoberfläche, d.h. die Oberfläche von Mantel und/oder Boden wird nun optisch abgetastet und die aufbereiteten Bilder auf einem Monitor dargestellt. Die von einer Infrarotkamera erstellten digitalen Schwarz-Weiß-Bilder werden nach dem Prinzip der Grauwertstufen farbig, also Stufe für Stufe in einer anderen Farbe auf dem Bildschirm wiedergegeben.

Hierdurch wird es möglich, feinste Unterschiede zwischen den Graustufen sichtbar zu machen, die mit bloßem Auge nicht zu unterscheiden sind. Durch die Art der Aufbereitung erkennt der Gießler sehr deutlich Unterschiede in der Temperatur der Außenhaut der Pfanne und kann damit direkt den schlechten Zustand einzelner Steine der Ausmauerung erkennen.

[0016] Durch eine mitlaufende Aufzeichnung besteht die Möglichkeit, im Nachhinein Einzelbilder von Schadensereignissen aus dem Digitalfilm als Referenzbilder abzuspeichern.

[0017] Mit Hilfe der Referenzbilder die ihm eingeblendet werden, hat der Gießler nun die Möglichkeit, "Gutbefund" und "Gefahr" voneinander zu unterscheiden und somit die Pfanne im Gefahrfall aus dem Produktionsprozess auszuschleusen und in Sicherheit zu bringen.

[0018] Erst wenn die Prüfeinrichtung den Winkel von 360° "abgetastet" hat, die Ausmauerung der Pfanne vom Gießler als "i. O." befunden wurde und ein hierfür vorgesehener Zustimmungstaster vom Gießler gedrückt wurde, kann die Drehbewegung des Pfannendrehturms eingeleitet werden. Lediglich eine Notfahrt des Pfannendrehturms würde diesen Ablauf unterbrechen dürfen.

Der automatische Einsatz der Prüfeinrichtung wird wie folgt vorgenommen:

[0019] Sobald eine Pfanne in den Pfannendrehturm eingesetzt wurde, startet der Bediener den Prüfvorgang und die Prüfeinrichtung startet mit dem Rundlauf. Der Mantel der Pfanne wird nun optisch abgetastet und die Bilder ausgewertet.

[0020] Ein Computerprogramm vergleicht die Referenzbilder des Pfannenmantels mit den soeben durchgeführten Aufnahmen und erkennt die Unterschiede:

- Im Falle eines unzulässigen Unterschiedes gibt die Steuerung der Anlage eine Warnung aus; ein Drehen des Pfannenturms und damit die Weiterverarbeitung werden zwangsweise verhindert.
- Die Pfanne muss aus dem Produktionsprozess

ausgeschleust und in Sicherheit gebracht werden.

[0021] Erst wenn die Prüfeinrichtung den Winkel von 360° "abgetastet" hat, die Ausmauerung der Pfanne vom Programm als "i. O." befunden wurde, kann die Drehbewegung des Pfannendrehturms eingeleitet werden. Lediglich eine Notfahrt des Drehturms würde die Prozedur unterbrechen dürfen.

[0022] Die Pfannenerkennung kann separat oder zusammen mit dem optischen und/oder thermischen Abtasten der äußeren Oberfläche der Pfanne erfolgen. Zur Erkennung werden die Pfannen mit robusten, stahlwerksgerechten Markierungen am Umfang versehen. Die Prüfeinrichtung ist derart ausgelegt, dass sie diese Markierungen ebenfalls erkennen und damit die Pfanne identifizieren kann.

[0023] Durch die Datenpflege des Personals wird festgehalten, wann eine Pfanne mit einer neuen Ausmauerung versehen wurde.

[0024] Die Pfannenerkennung der Prüfeinrichtung registriert die Anzahl von Gießvorgängen (ggf. chargenabhängig) und vergleicht diese mit einem Sollwert, der von der Pfannenwirtschaft vorgegeben wurde.

[0025] Bei Erreichen der maximal zulässigen Anzahl von Gießvorgängen wird bei den letzten 5 zulässigen Gießvorgängen ein Hinweis und bei den letzten 2 zulässigen Gießvorgängen stattdessen eine Warnung ausgegeben.

[0026] Bei einer Überschreitung der zulässigen Anzahl von Gießvorgängen wird die Pfanne nicht mehr zum Gießvorgang freigegeben.

Patentansprüche

1. Verfahren zum optischen und/oder thermischen Abtasten der Oberfläche einer Pfanne für flüssiges Metall, insbesondere für Stahlschmelze, unter Verwendung einer Prüfeinrichtung zur Feststellung des Zustandes der Ausmauerung zwecks rechtzeitiger Erkennung von stellenweisen kritischen Veränderungen,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein thermographisches bzw. ein visuelles Bild der Abtaststelle erzeugt wird und dieses in jeweils eine Sequenz hellerer oder dunklerer Grautöne aufgelöst und mit einer Referenz-Sequenz von Grautönen mit vorgebar abgestufter Helligkeit verglichen, und bei Koinzidenz zweier Grautöne innerhalb eines kritischen Bereichs das Handling der Pfanne unterbrochen und/oder ein Hilfsprogramm eingeschaltet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Intensität der Wärmestrahlung an einer Abtaststelle auf elektronischem Wege in eine abgestufte Folge von visuellen Grautönen umgewandelt

wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Prüfeinrichtung mit Hilfe einer Kamera und
in Verbindung mit einer Software unter Erkennung
relativ kleinster Abweichungen der Bildsequenz
bzw. der Bildgrautöne, die für Fehler in der Aus-
mauerung typisch sind, eine Differenzierung zwi-
schen Gutbefund und Schlechtbefund vornimmt. 5 10

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Prüfeinrichtung die Pfannenoberfläche im
Winkel von 360° abtastet, ehe das Differenzie-
rungs-Signal die Bewegung der Pfanne freigibt
oder stoppt. 15

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprü-
che 1 bis 4, 20
dadurch gekennzeichnet,
dass die Prüfeinrichtung Markierungen am Umfang
jeder Pfanne zur Pfannenerkennung registriert und
diese Daten mit Sollwerten von der Pfannenwirt-
schaft verglichen werden. 25

6. Prüfeinrichtung zur Durchführung des Verfahrens
zur Erkennung von kritischen Veränderungen der
Ausmauerung einer Schmelzmetallpfanne, zur
Durchführung des Verfahrens nach den vorherge-
henden Ansprüchen, 30
dadurch gekennzeichnet,
dass sie Mittel zum Skannen der Pfannenoberflä-
che und zur Auflösung von damit erhaltenen ther-
mographischen oder visuellen Bildern, insbesonde-
re eine softwaregesteuerte Kamera besitzt. 35

7. Prüfeinrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie Mittel zur abstufbaren Umwandlung der
von der Kamera erzeugten Bilder in eine Sequenz
von Grautönen besitzt. 40

8. Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder
7, 45
dadurch gekennzeichnet,
dass sie eine Referenz-Skala von Grautönen zum
Abgleich mit den von der Kamera erzeugten ther-
mographischen oder visuellen Bildern sowie im Fal-
le der Koinzidenz zweier Grautöne ein Hilfspro-
gramm zur Vermeidung von Maschinenschäden
bzw. Verletzung an Personal besitzt. 50

9. Prüfeinrichtung nach Anspruch 6, 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, 55
dass sie Mittel zur Erfassung bzw. Erkennung von
an der Pfannenoberfläche angeordneten Markie-
rungen sowie Mittel zum Vergleich der von den Mar-

kierungen ausgehenden Werten mit Sollwerten um-
fasst.

10. Prüfeinrichtung nach einem oder mehreren der An-
sprüche 6 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie eine Logikeinheit zur Feststellung des
Gutbefunds oder Schlechtbefunds von Pfannen
umfasst.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 01 4674

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.7)
D, A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0154, Nr. 07 (M-1169), 17. Oktober 1991 (1991-10-17) & JP 3 169474 A (NKK CORP), 23. Juli 1991 (1991-07-23) * Zusammenfassung *	1-10	B22D2/00 B22D46/00 F27D21/00 B22D41/02
A	US 6 002 993 A (YOKOMIZO MASAHIKO ET AL) 14. Dezember 1999 (1999-12-14) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1-10	
A	EP 0 632 291 A (RAUTARUUKKI OY) 4. Januar 1995 (1995-01-04) * Spalte 1, Zeile 48 - Spalte 2, Zeile 17; Abbildungen 1-3 *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.CI.7)
			B22D F27D C21C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14. Oktober 2004	Prüfer Mailliard, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 01 4674

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-10-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 3169474 A	23-07-1991	KEINE	
US 6002993 A	14-12-1999	JP 9275556 A	21-10-1997
		JP 9273995 A	21-10-1997
		JP 3336192 B2	21-10-2002
		JP 9279147 A	28-10-1997
		AU 698585 B2	05-11-1998
		AU 2306797 A	29-10-1997
		BR 9706574 A	20-07-1999
		DE 69723380 D1	14-08-2003
		DE 69723380 T2	29-07-2004
		EP 0832408 A1	01-04-1998
		WO 9738278 A1	16-10-1997
EP 0632291 A	04-01-1995	FI 932339 A	22-11-1994
		AT 205604 T	15-09-2001
		DE 69428234 D1	18-10-2001
		DE 69428234 T2	18-04-2002
		EP 0632291 A2	04-01-1995
		JP 3274021 B2	15-04-2002
		JP 7012541 A	17-01-1995
		US 5546176 A	13-08-1996

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82