

(19)



(11)

EP 3 666 415 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.06.2020 Patentblatt 2020/25

(51) Int Cl.:
B22D 1/00 ^(2006.01) **C21C 1/10** ^(2006.01)
C22C 33/10 ^(2006.01) **C22C 37/04** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18212500.5**

(22) Anmeldetag: **14.12.2018**

(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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder:
• **GF Casting Solutions Leipzig GmbH
04249 Leipzig (DE)**

• **GF Casting Solutions Kunshan Co. Ltd.
Kunshan Jiangsu Province 215300 (CN)**

(72) Erfinder: **Lueben, Mathias
78269 Volkertshausen (DE)**

(74) Vertreter: **Fenner, Seraina
Georg Fischer AG
Amsler-Laffon-Strasse 9
8201 Schaffhausen (CH)**

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON GJS UND GJV GUSSEISEN

(57) Verfahren zur Herstellung von Gusseisen mit Kugel- oder Vermiculargraphit das die folgenden Schritte aufweist:

- Einschmelzen des Rohmaterials zu Basiseisen, vorzugsweise in einem Kupol- oder Elektroofen;
- Umfüllen des Basiseisens in einen Konverter oder eine Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne, wobei dem Basiseisen im Konverter oder in der Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne Magnesium in reiner Form oder eine magnesiumhaltige Legierung zugeführt wird, wobei nach der Magnesiumzugabe im Konverter oder in der Magnesiumbehandlungs-

- und/oder Transportpfanne der Mg-Gehalt in der Schmelze tiefer ist als in der Schmelze welche vergossen wird;
- Einfüllen der mit Magnesium vorbehandelten Schmelze in einen Druckgiessofen an einer Form- und Giessanlage und auf Giesstemperatur halten;
- Umfüllen der mit Magnesium vorbehandelten Schmelze vom Druckgiessofen in eine Giesspfanne der Form- und Giessanlage
- und eine finale Magnesiumzugabe während des Umfüllens der mit Magnesium vorbehandelten Schmelze vom Druckgiessofen in die Giesspfanne erfolgt.

EP 3 666 415 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) oder Vermiculargraphit (GJV), das die folgenden Schritte aufweist:

- Einschmelzen des Rohmaterials zu Basiseisen für die Herstellung von Gusseisen mit Kugel- oder Vermiculargraphit vorzugsweise in einem Kupol- oder Elektroofen;
- Umfüllen der Basisschmelze in eine Magnesiumbehandlungs- und Transportpfanne oder einen Konverter;
- Einfüllen der Schmelze in einen Druckgiessofen an einer Form- und Giessanlage und auf Giesstemperatur halten;
- Umfüllen der Schmelze vom Druckgiessofen in eine Giesspfanne der Form- und Giessanlage.

[0002] Um ein duktilen Gusseisen mit einer kugelförmigen Graphitausbildung zu erhalten wird dem Basiseisen, welches von der Zusammensetzung her unbehandeltem Gusseisen entspricht, Magnesium oder eine magnesiumhaltige Legierung zugegeben. Durch die Behandlung des Basiseisens mit Magnesium scheidet sich der Kohlenstoff nicht in Form von Lamellengraphit, sondern als Kugelgraphit aus. Die Zugabe von Magnesium, welches eine hohe Affinität zu Sauerstoff und Schwefel besitzt, reduziert die in der Schmelze vorhandenen Oxide, es bildet sich Magnesiumoxid und bindet den Schwefel als Magnesiumsulfid. Die Magnesiumoxide und -sulfide steigen über ihre Verweildauer im flüssigen Eisen an die Oberfläche und verschlacken dort. Durch eine Magnesiumbehandlung wird die Oberflächenspannung der Schmelze erhöht, wodurch der Graphit sich tendenziell kugelig ausscheidet.

Um wiederum Gusseisen mit Vermiculargraphit zu erzeugen erfolgt eine Legierung des Basiseisens mit seltenen Erden sowie einer deutlich reduzierten, aber ebenso geregelte Zugabe an Magnesium. Eine andere Möglichkeit zur Erzeugung von GJV ist die Zugabe einer titan- und cerhaltigen Magnesiumlegierung, um die gewünschte vermiculare Graphitform einzustellen.

[0003] Aus dem Stand der Technik ist bekannt das Magnesium vor oder beim Einfüllen in den Druckgiessofen der Schmelze zugegeben wird um die gewünschte Graphitausbildung zu erhalten. Da sich aber über die Zeit in der Schmelze ein Abklingeffekt der Magnesiumbehandlung und demzufolge eine Verschlechterung der Gefügebildung und somit schlechtere mechanische Eigenschaften der Gussteile einstellen, muss die Produktion von Zeit zu Zeit unterbrochen und der Druckgiessofen teilentleert werden, um erneut eine Magnesiumbehandlung durchzuführen.

Durch das notwendige Wiedererwärmen des entleerten Gusseisens wird ein zusätzlicher Energieaufwand benötigt was sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit des Prozesses auswirkt.

[0004] Alternativ besteht auch die aus dem Stand der Technik bekannte Möglichkeit eine unbehandelte Schmelze im Warmhalteofen mit Magnesium zu behandeln und diese zur Formanlage zu transportieren und dort einzufüllen.

[0005] Bei all den bekannten Varianten besteht der Nachteil darin, dass durch die Magnesiumbehandlung und die dadurch entstehende Schlacke die Druckgiessöfen wie auch die Transportgefässe verschlacken. Das heisst, dass sich sowohl das Behältnis stetig verkleinert wie auch die Auslassöffnungen verstopfen. Zur Entfernung der Verschlackung in den Behältnissen sind längere Prozessunterbrüche notwendig und es muss ein hoher Aufwand für die Instandsetzung berücksichtigt werden. Zudem wirken sich die bereits erwähnten Nachbehandlungen der Schmelze mit Magnesium nachteilig auf die metallurgische Qualität der Schmelze aus, außerdem steigt das Risiko der Karbidbildung.

[0006] Es ist Aufgabe der Erfindung ein Verfahren vorzuschlagen, bei dem der Prozess zur Herstellung von Gusseisen mit Kugel- oder Vermiculargraphit optimiert wird bzw. die Prozessunterbreuchszeiten und Instandsetzungskosten verringert werden sowie eine konstantere Qualität der Gussteile zu erreichen.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass dem Basiseisen im Konverter Magnesium in reiner oder in Form einer Legierung zugeführt wird, wobei nach der Magnesiumzugabe im Konverter der Mg-Gehalt in der Schmelze tiefer ist als in der Schmelze, welche vergossen wird und eine finale Magnesiumzugabe bzw. -behandlung der mit Magnesium vorbehandelte Schmelze während des Umfüllens vom Druckgiessofen in die Giesspfanne erfolgt.

[0008] Das erfindungsgemässe Verfahren zur Herstellung von Gusseisen mit Kugel- oder Vermiculargraphit zeichnet sich dadurch aus, dass das Rohmaterial vorzugsweise in einem Kupol- oder Elektroofen zu Basiseisen eingeschmolzen wird. Das Basiseisen weist vorzugsweise eine chemische Analyse mit u.a. folgenden Bestandteilen auf:

C = 3,20% - 3,60%

Si = 1,70% - 3,00%

S = max. 0,080%

[0009] Die Rohmaterialien weisen vorzugsweise einen niedrigen Schwefelgehalt auf, um den Entschwefelungsumfang möglichst gering zu halten. Anschliessend wird das Basiseisen in einen Konverter oder eine Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne umgefüllt.

[0010] Im Konverter oder in der Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne wird dem Basiseisen Magnesium zugeführt, in reiner Form oder einer magnesiumhaltigen Legierung, wobei nach der Magnesiumzugabe im Konverter oder in der Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne der Mg-Gehalt in der Schmelze tiefer ist als in der Schmelze, welche in die Formen vergossen wird. Als nächster Schritt erfolgt das Einfüllen

der mit Magnesium vorbehandelten Schmelze in einen Druckgiessofen an einer Form- und Giessanlage, wobei die Schmelze auf Giesstemperatur gehalten wird. Anschliessend wird die mit Magnesium vorbehandelte Schmelze in die Giesspfanne gefüllt, wobei während des Umfüllens der mit Magnesium vorbehandelten Schmelze vom Druckgiessofen in die Giesspfanne eine finale Magnesiumzugabe vorzugsweise in Form einer Vorbehandlungslegierung auf FeSiMg-Basis erfolgt.

[0011] Durch die anschliessende Zugabe von Magnesium erst bei der Umfüllung in die Giesspfanne wird eine Graphitusbildung mit Kugel- oder Vermiculargraphit und eine Verminderung des Zuwachsens bzw. Verschlacken des Konverters oder der Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne bzw. des Druckgiessofens gewährleistet, da durch den geringeren Mg-Gehalt in der vorbehandelten Schmelze eine geringere Menge an Schlacke gebildet wird, die sich am Konverter oder der Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne oder im Druckgiessofen festsetzt. Somit können Prozessunterbrüche vermieden und Reinigungszyklen verlängert werden. Die Gesamtlebensdauer des Konverters oder der Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne wird verlängert.

[0012] Die Ausbildung des Gefüges kann durch die individuelle Zugabe von Magnesium für die finale Behandlung in die mit Magnesium vorbehandelte Schmelze während des Umfüllens in die Giesspfanne auf den metallurgischen Zustand abgestimmt werden. Es erfolgt eine dynamische, auf den Zustand der Schmelze abgestimmte Zugabe von Magnesium. Das heisst, wenn sich ein Abklingeffekt der mit Magnesium vorbehandelten Schmelze einstellt, kann beim Umfüllen in die Giesspfanne die Magnesiumzugabe erhöht werden, um dies wieder auszugleichen.

[0013] Als vorteilhaft hat sich gezeigt, wenn der Mg-Gehalt in der im Konverter oder der Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne mit Magnesium vorbehandelten Schmelze den Mg-Gehalt von 0,050% nicht überschreitet.

[0014] Vorzugsweise wird während der Mg-Zugabe beim Umfüllen in die Giesspfanne auch die Impfung der Legierung durchgeführt. Dies ermöglicht eine einfache Zugabe des Impfmittels und ist auf geringe Mengen der Schmelze anzupassen, wodurch kleine Chargen mit den entsprechenden Eigenschaften vergossen werden können. Durch die Zugabe des Impfmittels während des Umfüllens bzw. während der Zugabe von Magnesium kann auch auf eine Änderung der metallurgischen Qualität, des Keimzustandes der Schmelze reagiert werden, in dem die Menge an Impfmittel während des Umfüllens dynamisch angepasst wird.

[0015] Vorzugsweise wird die Menge an Magnesium, die für die finale Behandlung während des Umfüllens in die Giesspfanne zugegeben wird mittels thermischer Analyse überwacht und geregelt. Die thermische Analyse muss dafür von jeder Charge durchgeführt werden, um eine lückenlose Regelung zu gewährleisten. Dadurch

kann eine dynamische Anpassung der Menge an Magnesium, welche zugeführt wird erfolgen und gleich auf die Schmelze abgestimmt werden.

[0016] Es ist zu bevorzugen, wenn auch die Menge an Impfmittel, das für die finale Behandlung während des Umfüllens in die Giesspfanne zugegeben wird, mittels thermischer Analyse überwacht und geregelt wird.

[0017] Als bevorzugte Ausführungsform hat sich gezeigt, wenn die finale Magnesiumzugabe und/oder Impfmittelzugabe mindestens 5s vor dem Gießen stattfindet, um eine ausreichende Behandlungszeit zu gewährleisten.

[0018] Vorzugsweise findet die finale Magnesiumzugabe und/oder Impfmittelzugabe höchstens 120s vor dem Giessen statt. Darüber hinaus ist der Abklingeffekt der Magnesium- und Impfbildung zu hoch. Eine Prozesssichere Gefügeausbildung kann in dem Fall nicht sichergestellt werden.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform hat sich gezeigt, dass die Giesspfanne bei jedem Abguss immer vollständig entleert wird. Dadurch wird jede Magnesiumzugabe und/oder Impfmittelzugabe in jeder Giesspfanne bzw. der darin vorhandenen Schmelze individuell abgestimmt. Dies garantiert exakt definierte Bedingungen hinsichtlich Schmelzmenge, Dosierung und metallurgischem Zustand vorzufinden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Gusseisen mit Kugel- oder Vermiculargraphit das die folgenden Schritte aufweist:

- Einschmelzen des Rohmaterials zu Basiseisen, vorzugsweise in einem Kupol- oder Elektroofen;
- Umfüllen des Basiseisens in einen Konverter oder eine Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne, wobei dem Basiseisen im Konverter oder in der Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne Magnesium in reiner Form oder eine magnesiumhaltige Legierung zugeführt wird, wobei nach der Magnesiumzugabe im Konverter oder in der Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne der Mg-Gehalt in der Schmelze tiefer ist als in der Schmelze welche vergossen wird;
- Einfüllen der mit Magnesium vorbehandelten Schmelze in einen Druckgiessofen an einer Form- und Giessanlage und auf Giesstemperatur halten;
- Umfüllen der mit Magnesium vorbehandelten Schmelze vom Druckgiessofen in eine Giesspfanne der Form- und Giessanlage
- und eine finale Magnesiumzugabe während des Umfüllens der mit Magnesium vorbehandelten Schmelze vom Druckgiessofen in die Giess-

pfanne erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mg-Gehalt in der im Konverter oder in der Magnesiumbehandlungs- und/oder Transportpfanne mit Magnesium vorbehandelten Schmelze den Mg-Gehalt von 0,050% nicht überschreitet. 5
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Mg-Zugabe beim Umfüllen in die Giesspfanne auch das Impfmittel zugegeben wird. 10
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Menge an Magnesium, die für die finale Behandlung während des Umfüllens in die Giesspfanne zugegeben wird, mittels thermischer Analyse überwacht und geregelt wird. 15
20
5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Menge an Impfmittel, das für die finale Behandlung während des Umfüllens in die Giesspfanne zugegeben wird, mittels thermischer Analyse überwacht und geregelt wird. 25
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** die finale Magnesiumbehandlung in Form einer Vorbehandlungslegierung auf FeSiMg-Basis und/oder Impfmittelzugabe vorzugsweise mindestens 5s vor dem Gießen stattfindet 30
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** die finale Magnesiumbehandlung und/oder Impfmittelzugabe höchstens 120s vor dem Gießen stattfindet. 35
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gießpfanne bei jedem Abguss immer vollständig entleert wird. 40

45

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 21 2500

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 758 706 A (BAECKERUD STIG LENNA [SE] ET AL) 2. Juni 1998 (1998-06-02) * Spalte 5, Zeile 4 - Spalte 6, Zeile 26 * * Spalte 7, Zeile 20 - Zeile 27 * * Spalte 7, Zeile 49 - Spalte 8, Zeile 35 * * Spalte 8, Zeile 65 - Spalte 9, Zeile 19 * * Abbildung 1 * * Spalte 6, Zeile 27 - Zeile 53 *	1-8	INV. B22D1/00 C21C1/10 C22C33/10 C22C37/04
X	US 6 079 476 A (ANDERSSON CONNY [SE] ET AL) 27. Juni 2000 (2000-06-27) * Spalte 2, Zeile 35 - Spalte 3, Zeile 34 * * Abbildung 1 *	1-8	
A	US 4 396 428 A (LINEBARGER HENRY F) 2. August 1983 (1983-08-02) * Anspruch 1 *	1	
A	US 2008/302503 A1 (FENGLER MANFRED [DE]) 11. Dezember 2008 (2008-12-11) * Absatz [0004] - Absatz [0005] * * Absatz [0017] - Absatz [0018] * * Absatz [0036] - Absatz [0038] * * Abbildungen 1,2 *	1-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B22D C22C C21C
A	US 6 372 180 B1 (KEMENY FRANK L [US]) 16. April 2002 (2002-04-16) * Spalte 1, Zeile 64 - Zeile 65 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. Mai 2019	Prüfer Desvignes, Rémi
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 21 2500

5 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.

06-05-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5758706 A	02-06-1998	AT 170223 T	15-09-1998
		AU 684128 B2	04-12-1997
		BR 9408467 A	26-08-1997
		CA 2177597 A1	13-07-1995
		CN 1136828 A	27-11-1996
		DE 4480476 T1	21-08-1997
		DE 69412861 D1	01-10-1998
		DE 69412861 T2	04-02-1999
		DZ 1843 A1	17-02-2002
		EE 9600098 A	17-02-1997
		EP 0738333 A1	23-10-1996
		FI 962737 A	03-07-1996
		JP 3973168 B2	12-09-2007
		JP H09508176 A	19-08-1997
		KR 100359377 B1	15-01-2003
		LT 4137 B	25-03-1997
		LV 11749 B	20-10-1997
		MA 23413 A1	01-07-1995
		PL 315175 A1	14-10-1996
		RU 2145638 C1	20-02-2000
US 6079476 A	27-06-2000	SI 9420078 A	28-02-1997
		TN SN94142 A1	21-09-1995
		US 5758706 A	02-06-1998
		WO 9518869 A1	13-07-1995
		ZA 9410359 B	05-09-1995
		-----	-----
		AU 7659196 A	05-06-1997
		DE 69603287 D1	19-08-1999
		DE 69603287 T2	03-02-2000
		EP 0861336 A1	02-09-1998
US 4396428 A	02-08-1983	JP 2000500072 A	11-01-2000
		KR 19990067659 A	25-08-1999
		PL 326658 A1	12-10-1998
		US 6079476 A	27-06-2000
		WO 9718337 A1	22-05-1997
		ZA 9608695 B	21-05-1997
		-----	-----
		AU 1296283 A	03-11-1983
US 4396428 A	02-08-1983	BR 8301563 A	06-12-1983
		CA 1214044 A	18-11-1986
		DE 3376571 D1	16-06-1988
		EP 0090653 A2	05-10-1983
		JP S58174515 A	13-10-1983
		KR 840004182 A	10-10-1984
		MX 158524 A	09-02-1989
		PT 76445 A	01-04-1983

EPO FORM P0461

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

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

EP 18 21 2500

5

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.

06-05-2019

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
		US 4396428 A	02-08-1983
US 2008302503 A1	11-12-2008	DE 102005058532 A1	14-06-2007
		EP 1957219 A1	20-08-2008
		US 2008302503 A1	11-12-2008
		WO 2007065651 A1	14-06-2007
US 6372180 B1	16-04-2002	DE 69911590 T2	08-07-2004
		EP 1070147 A1	24-01-2001
		JP 2002505380 A	19-02-2002
		US 6372180 B1	16-04-2002
		WO 9945156 A1	10-09-1999

15

20

25

30

35

40

45

50

EPO FORM P0461

55

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