



(11) **EP 2 481 827 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.08.2012 Patentblatt 2012/31

(51) Int Cl.:
C22C 38/22 (2006.01) **C22C 38/26** (2006.01)
C22C 38/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12151206.5**

(22) Anmeldetag: **16.01.2012**

(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

(30) Priorität: **31.01.2011 DE 102011003388**

(71) Anmelder: **J. Eberspächer GmbH & Co. KG**
73730 Esslingen (DE)

(72) Erfinder: **Hartmann, Sylvia**
66299 Friedrichsthal (DE)

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner**
Rechtsanwälte Notare Patentanwälte
Königstraße 28
70173 Stuttgart (DE)

(54) **Gussstahllegierung und Gussbauteil**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gussstahllegierung zum Herstellen von Gussteilen mit ferritischem Gefüge, wobei die Legierung Eisen (Fe), Kohlenstoff (C), Chrom (Cr) und Molybdän (Mo) enthält.

Eine erhöhte Beständigkeit gegenüber interkristalliner Korrosion ergibt sich, wenn die Legierung außerdem Titan (Ti) und Niob (Nb) enthält.

EP 2 481 827 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine ferritische Gussstahllegierung, also eine Gussstahllegierung zum Herstellen von Gussteilen mit ferritischem Gefüge. Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein abgasführendes Gussbauteil einer Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, das zumindest bereichsweise aus einer derartigen Gussstahllegierung hergestellt ist.

[0002] Bei einer Abgasanlage einer Brennkraftmaschine sind die einzelnen Komponenten der Abgasanlage einer vergleichsweise hohen thermischen Belastung ausgesetzt, so dass in der Regel nur metallische Werkstoffe, insbesondere Stahllegierungen, verwendet werden, um derartige Komponenten einer Abgasanlage herzustellen. Diese Komponenten sind hauptsächlich gasführende Rohre sowie Gehäuse für Abgasbehandlungseinrichtungen, wie z. Bsp. Schalldämpfer, Partikelfilter, Katalysatoren. Bestandteile dieser Komponenten, wie z.B. Flansche, können Gussteile, vorzugsweise Stahlgussteile sein.

[0003] Darüber hinaus schaffen die heißen Verbrennungsabgase eine aggressive Umgebung, die insbesondere in Verbindung mit Wasser oder Wasserdampf zu einer vergleichsweise hohen Korrosionsgefahr für die Komponenten bzw. Gussbauteile führt. Eine besonders hohe Korrosionsgefahr besteht bei einer SCR-Anlage, bei welcher ein vergleichsweise aggressives Reduktionsmittel zum Einsatz kommt. Üblicherweise wird bei einer SCR-Anlage dem Abgasstrom eine wässrige Harnstofflösung zugeführt, wobei der Harnstoff durch Hydrolyse zu Ammoniak reagiert, das in einem SCR-Katalysator zur Reduktion von Stickoxiden verwendet wird. Eine derartige ammoniakhaltige Atmosphäre ist vergleichsweise aggressiv und erhöht für die beteiligten Komponenten und Gussbauteile die Korrosionsgefahr. Korrosionsbeständige Stahllegierungen, also Edelstahllegierungen, sind z.B. austenitisch. Dementsprechend ist es üblich, bei Abgasanlagen zum Herstellen von Gussteilen austenitische Gussstahllegierungen zu verwenden, also Gussstahllegierungen, mit denen sich Gussteile mit austenitischem Gefüge erzeugen lassen. Austenitgussstahl ist jedoch vergleichsweise teuer, was insbesondere auf den Nickelgehalt austenitischer Gussstahllegierungen zurückzuführen ist.

[0004] Es existieren jedoch auch ferritische Gussstahllegierungen. Diese sind jedoch allesamt nicht beständig gegen interkristalline Korrosion. Zu einer derartigen interkristallinen Korrosion kommt es bspw. bei Temperaturen zwischen 300°C und 700°C in Verbindung mit einer entsprechenden aggressiven Umgebung. Die interkristalline Korrosion wird darauf zurückgeführt, dass sich im genannten Temperaturbereich (300°C bis 700°C) die bekannten ferritischen Gussstahllegierungen sensibilisieren, so dass sich Chromkarbide bilden, die sich auf den Korngrenzen ausscheiden und der korngrenznahen Umgebung das Chrom entziehen. Chrom ist jedoch bei

herkömmlichen ferritischen Gussstahllegierungen entscheidend für die Korrosionsbeständigkeit der Legierung. Diese Sensibilisierung erfolgt entweder im Betrieb der Abgasanlage bei den dort herrschenden üblichen Betriebstemperaturen, die im genannten Temperaturfenster liegen, oder bereits beim Verschweißen der einzelnen Gussbauteile oder Komponenten, wenn diese z.B. beim Abkühlen nach dem Schweißvorgang besagtes Temperaturfenster durchlaufen. Eine weitere Folge der Sensibilisierung ist der sogenannte Kornzerfall, wodurch der Zusammenhalt des Werkstoffs im Gefüge gestört ist.

[0005] Ein weiterer Nachteil bekannter ferritischer Gussstahllegierungen ist die Ausbildung von vergleichsweise großen Körnern im Gefüge, was sich ebenfalls negativ auf die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion auswirkt. Außerdem ergeben sich dadurch Festigkeitsnachteile.

[0006] Ferritische Gussstahllegierungen sind deutlich preiswerter als austenitische Gussstahllegierungen, so dass ein hohes Interesse daran besteht, im Rahmen der Großserienfertigung, insbesondere bei der Herstellung von Abgasanlagen für Brennkraftmaschinen, die verwendeten Gussbauteile bzw. Komponenten - soweit möglich - aus ferritischen Gussstahllegierungen herzustellen. Dies ist mit den derzeit verfügbaren ferritischen Gussstahllegierungen jedoch aus den genannten Gründen in vielen Fällen nicht möglich.

[0007] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Gussstahllegierung eine Ausführungsform anzugeben, bei welcher die Gefahr interkristalliner Korrosion auch bei höherer Temperaturbelastung reduziert ist, die beispielsweise beim Fügen, insbesondere beim Schweißen, und/oder im Betrieb einer Abgasanlage an den daraus hergestellten Gussteilen auftritt.

[0008] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0009] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, einer Gussstahllegierung, die ein ferritisches Gefüge erzeugt und Eisen (Fe), Kohlenstoff (C), Chrom (Cr) und Molybdän (Mo) enthält, Titan (Ti) und Niob (Nb) hinzuzufügen bzw. hinzu zu legieren. Durch das Zulegieren von Titan und Niob wird die Gussstahllegierung stabilisiert. Die erfindungsgemäß vorgeschlagene gezielte Stabilisierung der Gussstahllegierung mit Titan und Niob führt dazu, dass das Gefüge eine Kornfeinung erfährt, so dass also kleinere Korngrößen auftreten und dass die Gussstahllegierung eine vergleichsweise hohe und dauerhafte Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion auch im relevanten kritischen Temperaturbereich von ca. 300°C bis ca. 600°C oder ca. 700°C besitzt. Es hat sich gezeigt, dass eine derartige Gussstahllegierung auch durch die üblichen Schweißprozesse nicht sensibilisiert wird und insbesondere auch nicht in den üblichen, bei Abgasanlagen zu erwartenden Temperaturen (300°C bis 600°C oder 700°C) sensibilisiert wird. Somit

wird eine extrem hohe Korrosionsbeständigkeit auch gegenüber interkristalliner Korrosion erreicht. Gleichzeitig bleibt die Gussstahllegierung im Vergleich zu einem austenitischen Werkstoff preiswert.

[0010] Bei der Gussstahllegierung handelt es sich um eine ferritische Gussstahllegierung, die also zu Gussbauteilen mit ferritischem Gefüge führt.

[0011] Entsprechend einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist die Gussstahllegierung nickelfrei gestaltet. Das bedeutet, dass die Gussstahllegierung abgesehen von parasitären Effekten, die sich durch unvermeidliche Verunreinigungen ergeben können, keinen Nickel enthält. Hierdurch wird die hier vorgestellte Gussstahllegierung im Vergleich zu nickelhaltigem Austenitwerkstoffen besonders preiswert.

[0012] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn der Anteil an Kohlenstoff (C) in der Legierung maximal bei 0,05 Gewichtsprozent liegt.

[0013] Zusätzlich oder alternativ ist es vorteilhaft, wenn der Anteil an Chrom (Cr) in der Legierung in einem Bereich von einschließlich 17 Gewichtsprozent bis einschl. 25 Gewichtsprozent liegt.

[0014] Zusätzlich oder alternativ ist es zweckmäßig, wenn der Anteil an Molybdän (Mo) in der Legierung in einem Bereich von einschl. 1 Gewichtsprozent bis einschl. 3 Gewichtsprozent liegt.

[0015] Besonders vorteilhaft ist es ferner, wenn der Anteil an Titan (Ti) in der Legierung maximal 1 Gewichtsprozent beträgt.

[0016] Zusätzlich oder alternativ ist es vorteilhaft, wenn der Anteil an Niob (Nb) in der Legierung maximal 1 Gewichtsprozent beträgt.

[0017] Besonders vorteilhaft ist dabei eine kumulierte Realisierung der vorstehenden vorteilhaften Ausführungsformen. In diesem Fall enthält die Legierung einen Anteil an Kohlenstoff (C) von maximal 0,05 Gewichtsprozent und einen Anteil an Chrom (Cr) von einschl. 17 Gewichtsprozent bis einschl. 25 Gewichtsprozent und einen Anteil an Molybdän (Mo) von einschl. 1 Gewichtsprozent bis einschl. 3 Gewichtsprozent und einen Anteil an Titan (Ti) von max. 1 Gewichtsprozent und einen Anteil an Niob (Nb) von max. 1 Gewichtsprozent.

[0018] Ferner hat sich als besonders vorteilhaft für die interkristalline Korrosionsbeständigkeit herausgestellt, wenn die Gewichtsanteile von Kohlenstoff, Titan und Niob so aufeinander abgestimmt sind, dass der Anteil an Kohlenstoff in Gewichtsprozent geteilt durch die Summe aus dem Produkt von 0,25 mit dem Anteil an Titan in Gewichtsprozent und dem Produkt aus 0,14 mit dem Anteil an Niob in Gewichtsprozent größer ist als 3. Mit anderen Worten, für die Realisierung dieser speziellen Ausführungsform ist folgende Formel oder Beziehung einzuhalten:

$$\%C / (0,25 \times \%Ti + 0,14 \times \%Nb) > 3.$$

[0019] Innerhalb dieser Beziehung oder Gleichung repräsentiert "%" den Begriff "Gewichtsprozent".

[0020] Neben Eisen, Kohlenstoff, Chrom, Molybdän, Titan und Niob kann die hier vorgestellte Gussstahl-Legierung außerdem folgende Elemente enthalten, wobei beliebige Kombinationen realisierbar sind:

Silizium (Si), insbesondere mit einem Anteil von maximal 1,00 Gewichtsprozent, und/oder

Mangan (Mn), insbesondere mit einem Anteil von maximal 1,00 Gewichtsprozent,

Phosphor (B), insbesondere mit einem Anteil von maximal 0,040 Gewichtsprozent,

Schwefel (S), insbesondere mit einem Anteil von maximal 0,015 Gewichtsprozent, und/oder

Stickstoff (N), insbesondere mit einem Anteil von maximal 0,040 Gewichtsprozent.

[0021] Auch hier ist eine kumulierte Realisierung der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen denkbar, so dass die Legierung in diesem Fall maximal 1,00 Gewichtsprozent Silizium und maximal 1,00 Gewichtsprozent Mangan und maximal 0,040 Gewichtsprozent Phosphor und maximal 0,015 Gewichtsprozent Schwefel und maximal 0,040 Gewichtsprozent Stickstoff enthält.

[0022] Entsprechend einer besonders vorteilhaften Ausführungsform besitzt die hier vorgestellte Gussstahllegierung somit folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff (C) mit einem Anteil von maximal 0,05 Gew.-%,

Silizium (Si) mit einem Anteil von maximal 1,00 Gew.-%,

Mangan (Mn) mit einem Anteil von maximal 1,00 Gew.-%,

Phosphor mit einem Anteil von maximal 0,040 Gew.-%,

Schwefel mit einem Anteil von maximal 0,015 Gew.-%,

Stickstoff (N) mit einem Anteil von maximal 0,040 Gew.-%,

Chrom (Cr) mit einem Anteil von einschl. 17 Gew.-% bis einschl. 25 Gew.-%,

Molybdän (Mo) mit einem Anteil von einschl. 1 Gew.-% bis einschl. 3 Gew.-%,

Niob (Nb) mit einem Anteil von mindestens 0,001 Gew.-% bis maximal 1 Gew.-%,

Titan (Ti) mit einem Anteil von mindestens 0,001 Gew.-% bis maximal 1 Gew.-%,

Eisen (Fe) für den Rest bis 100 Gew.-%, wobei Gew.-% für Gewichtsprozent steht.

[0023] Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein

Gussbauteil, insbesondere ein abgasführendes Gussbauteil, einer Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs. Dabei kann das Gussbauteil einen Bestandteil, z.B. einen Anschlussflansch, einer Komponente, z.B. eines Gehäuses, einer solchen Abgasanlage bilden. Dabei ist besagtes Gussbauteil vollständig oder zumindest teilweise aus der hier vorgestellten Gussstahllegierung hergestellt. Zumindest der direkt dem Abgas ausgesetzte Bereich des jeweiligen Gussbauteils ist zweckmäßig aus der hier vorgestellten Gussstahllegierung hergestellt.

[0024] Gussbauteile bzw. Komponenten können bspw. Abgasrohre oder Gehäuse von Abgasbehandlungseinrichtungen sein. Ebenso kann es sich beim Gussbauteil um ein Strömungsführungselement, wie z. Bsp. ein Trichter, ein Rohr, ein Flansch oder dergleichen handeln.

Patentansprüche

1. Ferritische Gussstahllegierung, wobei die Legierung Eisen (Fe), Kohlenstoff (C), Chrom (Cr) und Molybdän (Mo) enthält, wobei die Legierung außerdem Titan (Ti) und Niob (Nb) enthält.

2. Gussstahllegierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung abgesehen von parasitären Effekten nickelfrei ist.

3. Gussstahllegierung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung enthält:

einen Anteil an Kohlenstoff (C) von maximal 0,05 Gewichtsprozent,
einen Anteil an Chrom (Cr) von einschließlich 17 Gewichtsprozent bis einschließlich 25 Gewichtsprozent,
einen Anteil an Molybdän (Mo) von einschließlich 1 Gewichtsprozent bis einschließlich 3 Gewichtsprozent,
einen Anteil von Titan (Ti) von maximal 1 Gewichtsprozent und
einen Anteil von Niob (Nb) von maximal 1 Gewichtsprozent.

4. Gussstahllegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung enthält:

einen Anteil an Kohlenstoff (C) von maximal 0,05 Gewichtsprozent, und/oder einen Anteil an Chrom (Cr) von einschließlich 17 Gewichtsprozent bis einschließlich 25 Gewichtsprozent, und/oder

einen Anteil an Molybdän (Mo) von einschließlich 1 Gewichtsprozent bis einschließlich 3 Gewichtsprozent, und/oder einen Anteil von Titan (Ti) von maximal 1 Gewichtsprozent, und/oder einen Anteil von Niob (Nb) von maximal 1 Gewichtsprozent.

5. Gussstahllegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Gewichtsanteile von Kohlenstoff (C), Titan (Ti) und Niob (Nb) so aufeinander abgestimmt sind, dass gilt: $\%C/(0,25\%Ti+0,14\%Nb)>3$, wobei % für Gewichtsprozent steht.

6. Gussstahllegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Legierung außerdem enthält:

Silizium (Si), insbesondere mit einem Anteil von maximal 1,00 Gewichtsprozent, und/oder

Mangan (Mn), insbesondere mit einem Anteil von maximal 1,00 Gewichtsprozent, und/oder

Phosphor (P), insbesondere mit einem Anteil von maximal 0,040 Gewichtsprozent, und/oder Schwefel (S), insbesondere mit einem Anteil von maximal 0,015 Gewichtsprozent, und/oder Stickstoff (N), insbesondere mit einem Anteil von maximal 0,040 Gewichtsprozent.

7. Gussstahllegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Legierung außerdem enthält:

einen Anteil an Silizium (Si) von maximal 1,00 Gewichtsprozent,
einen Anteil an Mangan (Mn) von 1,00 Gewichtsprozent,
einen Anteil an Phosphor (P) von maximal 0,040 Gewichtsprozent,
einen Anteil von Schwefel von maximal 0,015 Gewichtsprozent,
einen Anteil an Stickstoff (N) von 0,040 Gewichtsprozent.

8. Gussbauteil einer Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, hergestellt aus einer Gussstahllegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

9. Komponente einer Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem Bestandteil, der als Gussbauteil

ausgestaltet ist, das aus einer Gussstahllegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 hergestellt ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 15 1206

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	Schuberth, S., Schael, I., Vogt, H.-P.: "Tailored Strips - A cost and weight saving prospect for automotive exhaust systems", ThyssenKrupp Nirosta GmbH, Germany, ThyssenKrupp Tailored Blanks, Germany , 2008, XP002676567, Gefunden im Internet: URL: http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:CSwiccbz0oMJ:scholar.google.com/+tailored+strips+automotive+systems&hl=en&as_sdt=0 [gefunden am 2012-05-24] * Abstract, Processing und Try-out;Tabelle 1 * -----	1-9	INV. C22C38/22 C22C38/26 C22C38/28
X	JP 5 033105 A (DAIDO STEEL CO LTD) 9. Februar 1993 (1993-02-09) * Tabelle 1 * -----	1-4,6-9	
X	JP 2008 195985 A (HITACHI METALS LTD; HITACHI METAL PREC KK) 28. August 2008 (2008-08-28) * Tabelle 1 * -----	1-4,6-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. Mai 2012	Prüfer Badcock, Gordon
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 : nichtschriftliche 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	

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 15 1206

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.

24-05-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 5033105 A	09-02-1993	KEINE	
JP 2008195985 A	28-08-2008	KEINE	

EPO FORM P0461

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