



(11)

EP 2 481 827 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.04.2014 Patentblatt 2014/18

(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**

(54) **Gussstahllegierung und Gussbauteil**

Cast steel alloy and cast component

Alliage d'acier fondu et composant de fusion

(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

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.08.2012 Patentblatt 2012/31

(73) Patentinhaber: **Eberspächer Exhaust Technology GmbH & Co. KG**
66539 Neunkirchen (DE)

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

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

(56) Entgegenhaltungen:
JP-A- 5 033 105 JP-A- 2008 195 985

- Schubert, 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:CSwiccbzOoMJ:scholar.google.com/+tailored+strips+automotive+systems&hl=nl&as_sdt=0 [gefunden am 2012-05-24]

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Gussbauteil aus einer ferritischen Gussstahllegierung, also aus einer Gussstahllegierung mit ferritischem Gefüge. Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem eine Komponente einer Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, die zumindest ein aus einer derartigen Gussstahllegierung hergestelltes Gussbauteil aufweist.

[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 her-

kömmlichen 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] In Schubert, 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, Germans, werden zwei ferritische Stähle 1.4513 und 1.4521 vorgestellt, die gute Korrosionseigenschaften in SCR-Anlagen aufweisen.

[0008] Weitere ferritische Gussstähle sind zum Beispiel aus der JP 5 033105 A sowie aus der JP 2008 195985 A bekannt.

[0009] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für ein Gussbauteil aus einer 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.

[0010] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0011] 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 er-

führt, 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.

[0012] Bei der Gussstahllegierung handelt es sich um eine ferritische Gussstahllegierung, die also zu Gussbauteilen mit ferritischem Gefüge führt.

[0013] 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.

[0014] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn der Anteil an Kohlenstoff (C) in der Legierung maximal bei 0,05 Gewichtsprozent liegt.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] Besonders vorteilhaft ist es ferner, wenn der Anteil an Titan (Ti) in der Legierung maximal 1 Gewichtsprozent beträgt.

[0018] Zusätzlich oder alternativ ist es vorteilhaft, wenn der Anteil an Niob (Nb) in der Legierung maximal 1 Gewichtsprozent beträgt.

[0019] Besonders vorteilhaft ist dabei eine kumulierte Realisierung der vorstehenden Legierungsanteile. 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.

[0020] 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 der Erfindung ist somit folgende Formel oder Beziehung einzuhalten:

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

[0021] Innerhalb dieser Beziehung oder Gleichung repräsentiert "%" den Begriff "Gewichtsprozent".

[0022] Neben Eisen, Kohlenstoff, Chrom, Molybdän, Titan und Niob kann eine 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 (P), 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.

[0023] Auch hier ist eine kumulierte Realisierung der vorstehend beschriebenen Legierungsbestandteile vorgesehen, so dass die Legierung bei der Erfindung 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.

[0024] Dementsprechend besitzt die Gussstahllegierung des hier vorgestellten erfindungsgemäßen Gussbauteils 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.

[0025] Die vorliegende Erfindung betrifft ein aus einer derartigen Gussstahllegierung hergestelltes 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.

[0026] 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. Gussbauteil einer Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, hergestellt aus einer ferritischen Gussstahllegierung, bestehend aus:

einem Anteil an Kohlenstoff (C) von maximal 0,05 Gewichtsprozent,
 einem Anteil an Chrom (Cr) von einschließlich 17 Gewichtsprozent bis einschließlich 25 Gewichtsprozent,
 einem Anteil an Molybdän (Mo) von einschließlich 1 Gewichtsprozent bis einschließlich 3 Gewichtsprozent,
 einem Anteil von Titan (Ti) von maximal 1 Gewichtsprozent,
 einem Anteil von Niob (Nb) von maximal 1 Gewichtsprozent,
 einem Anteil an Silizium (Si) von maximal 1,00 Gewichtsprozent,
 einem Anteil an Mangan (Mn) von maximal 1,00 Gewichtsprozent,
 einem Anteil an Phosphor (P) von maximal 0,040 Gewichtsprozent,
 einem Anteil an Schwefel (S) von maximal 0,015 Gewichtsprozent,
 einem Anteil an Stickstoff (N) von maximal 0,040 Gewichtsprozent, und
 einem Rest aus Eisen (Fe) und herstellungsbe-

dingten Verunreinigungen,
 - wobei 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.

2. Gussbauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung abgesehen von parasitären Effekten nickelfrei ist.
3. Komponente einer Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem Bestandteil, der als Gussbauteil nach einem der Ansprüche 1 und 2 ausgestaltet ist.

Claims

1. A cast component of an exhaust system for an internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, produced from a ferritic cast steel alloy, consisting of:

a component of carbon (C) of maximally 0.05 percent by weight,
 a component of chromium (Cr) of 17 percent by weight inclusive to 25 percent by weight inclusive,
 a component of molybdenum (Mo) of 1 percent by weight inclusive to 3 percent by weight inclusive,
 a component of titanium (Ti) of maximally 1 percent by weight,
 a component of Niobium (Nb) of maximally 1 percent by weight,
 a component of silicon (Si) of maximally 1.00 percent by weight,
 a component of manganese (Mn) of maximally 1.00 percent by weight,
 a component of phosphorus (P) of maximally 0.040 percent by weight,
 a component of sulphur (S) of maximally 0.015 percent by weight,
 a component of nitrogen (N) of maximally 0.040 percent by weight, and a remainder of iron (Fe) and production-related contaminations, wherein the components by weight of carbon (C), titanium (Ti) and niobium (Nb) are matched to one another so that:
 $\%C/(0.25\%Ti+0.14\%Nb)>3$ is true, wherein % stands for percent by weight.

2. The cast component according to Claim 1, **characterized in that** except for parasitic effects the alloy is free of nickel.

3. A component of an exhaust system for an internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, having at least one constituent part which is configured as a cast component according to any one of the Claims 1 and 2. 5

Revendications

1. Pièce moulée d'une installation de gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne, notamment d'un véhicule automobile, fabriquée dans un alliage d'acier moulé ferritique constitué de : 10
- une fraction de carbone (C) de 0,05 pour cent en poids au maximum, 15
- une fraction de chrome (Cr) de 17 pour cent en poids inclus jusqu'à 25 pour cent en poids inclus, 20
- une fraction de molybdène (M) de 1 pour cent en poids inclus jusqu'à 3% en poids inclus, 25
- une fraction de titane (Ti) de 1 pour cent en poids au maximum, 30
- une fraction de niobium (Nb) de 12 pour cent en poids au maximum, 35
- une fraction de silicium (Si) de 1,00 pour cent en poids au maximum, 40
- une fraction de manganèse (Mn) de 1,00 pour cent en poids au maximum, 45
- une fraction de phosphore (P) de 0,040 pour cent en poids au maximum, 50
- une fraction de soufre (S) de 0,015 pour cent en poids au maximum, 55
- une fraction d'azote (N) de 0,040 pour cent en poids au maximum, et 60
- dans laquelle les fractions en poids de carbone (C), titane (Ti) et niobium (Nb) sont harmonisées les unes aux autres de telle sorte que : 65
- $\%C(0,25\%Ti+0,14\%Nb)>3$, dans laquelle % correspond en pourcentage en poids. 70
2. Pièce moulée selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'alliage est exempt de nickel à l'exception des effets parasites. 75
3. Composants d'une installation de gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne, notamment d'un véhicule automobile, comportant au moins un composant, qui est conçu comme une pièce moulée selon une des revendications 1 et 2. 80

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 5033105 A [0008]
- JP 2008195985 A [0008]