Deutsches
Patent- und Markenamt

DPMA München Ref. 2.2.3.

Auftrag:	2021-00036	**Gebiet:**	Metallische Werkstoffe
Auftragsmenge:	29 Dokumente	**Ausgabe am:**	
Auftragsdatum:	14.06.2021	**Rückgabe am:**	
Analyseur:	N.N.	**Rechnungsnr.:**	

	PN	Titel	Gebiet	Analysen
1	DD 000000302011 A9	Glasiges oder glasig-kristallines Material mit sch...	Metallische Werkstoffe	0
2	DE 102015221959 A1	Hitzebeständiger Gussstahl mit verbesserter Hochte...	Metallische Werkstoffe	0
3	DE 112009000462 B4	Hochfeste Stahlplatte mit hervorragender Beständig...	Metallische Werkstoffe	0
4	JP 000H10275820 A	GOLD ALLOY WIRE FOR BONDING SEMICONDUCTOR DEVICE	Metallische Werkstoffe	0
5	JP 000S55103298 A	GOLD BRAZE ALLOY FOR DENTAL	Metallische Werkstoffe	0
6	JP 002001150182 A	GOLD-TIN ALLOY BRAZING FILLER METAL HAVING EXCELLE...	Metallische Werkstoffe	0
7	JP 002004238677 A	GALVANIZED STEEL SHEET AND MANUFACTURING METHOD TH...	Metallische Werkstoffe	0
8	JP 002007277613 A	GOLD POROUS BODY HAVING FINE PORE AND MANUFACTURIN...	Metallische Werkstoffe	0
9	JP 002015063710 A	GALVANIZED STEEL SHEET AND MANUFACTURING METHOD TH...	Metallische Werkstoffe	0
10	JP 002015131986 A	FREE-FOLDING STEEL	Metallische Werkstoffe	0
11	JP 002015160966 A	FORGED COMPONENT FOR PRESSURE-REDUCED HIGH-TEMPERA...	Metallische Werkstoffe	0
12	JP 002015160967 A	FORGED COMPONENT FOR PRESSURE-REDUCED HIGH-TEMPERA...	Metallische Werkstoffe	0
13	JP 002015182094 A	GAS SHIELDED ARC WELDING METHOD	Metallische Werkstoffe	0
14	JP 002015193030 A	FORGING METHOD FOR DISC-SHAPED ARTICLE	Metallische Werkstoffe	0
15	JP 002015209560 A	FULL HARD COLD ROLLED STEEL SHEET	Metallische Werkstoffe	0
16	JP 002016193526 A	GAS BARRIER FILM, AND ELECTRONIC DEVICE USING THE ...	Metallische Werkstoffe	0
17	US 020110030854 A1	HIGH-STRENGTH STEEL SHEET AND METHOD FOR MANUFACTU...	Metallische Werkstoffe	0
18	US 020110076177 A1	HIGH-STRENGTH STEEL SHEET FOR CANS AND METHOD FOR ...	Metallische Werkstoffe	0
19	US 020110076512 A1	HIGH-STRENGTH STEEL SHEET AND METHOD OF PRODUCING ...	Metallische Werkstoffe	0
20	US 020110253271 A1	HIGH-STRENGTH STEEL PLATE AND PRODUCING METHOD THE...	Metallische Werkstoffe	0
21	US 020120160348 A1	HIGH-TEMPERATURE JOINTED ASSEMBLIES AND WEAR-RESIS...	Metallische Werkstoffe	0
22	US 020120282487 A1	HIGH-STRENGTH STEEL SHEET HAVING EXCELLENT PROCESS...	Metallische Werkstoffe	0
23	US 020150354041 A1	HIGHLY CORROSION-RESISTANT, HIGH STRENGTH, A1-CONT...	Metallische Werkstoffe	0
24	US 020160002755 A1	HIGH-STRENGTH STEEL WIRE MATERIAL EXHIBITING EXCEL...	Metallische Werkstoffe	0
25	US 020160002762 A1	HIGH-STRENGTH STEEL SHEET AND PRODUCTION METHOD TH...	Metallische Werkstoffe	0
26	US 020160177427 A1	HIGH-YIELD-RATIO, HIGH-STRENGTH COLD ROLLED STEEL ...	Metallische Werkstoffe	0
27	US 020160186286 A1	HIGH-STRENGTH STEEL SHEET WITH EXCELLENT COMBINATI...	Metallische Werkstoffe	0
28	WO 002014015822 A1	GLASS-ENAMELING HIGH-STRENGTH STEEL PLATE AND MANU...	Metallische Werkstoffe	0
29	WO 002015173368 A2	GELÖTETE ALUMINIUMVORRICHTUNG	Metallische Werkstoffe	0
			Summe:	0

Eine stichprobenartige Überprüfung der abgegebenen Analysen wurde durchgeführt.
Abgerechnet werden: 0 Dokumente a 15,00 €

Datum/Unterschrift:

Komponente	unterer Index-Wert		oberer Index-Wert		Untergrenze in %		Obergrenze in %
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!

Infos

Auftrag:	**2021-00036**
Analyseur:	**N.N.**
PN:	**DE 102015221959 A1**
Titel:	**Hitzebeständiger Gussstahl mit verbesserter Hochtemperaturfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit**
Gebiet:	**Metallische Werkstoffe**

Analyse Nr. 1	**DE 102015221959 A1**
Begriffe	
Info und ergänzende Bemerkungen (Analyse)	

Verbundwerkstoff / Einzelanalyse

Anteile (VERB)								
Dimension (Anteile)	Gewichts-%	☐	Volumen-%	☐	Atom-%	☐	%	☐
Legierung oder Anteil 1 (VERB)								
Dimension (Anteil 1)	Gewichts-%	☐	Volumen-%	☐	Atom-%	☐	%	☐
Anteil 2 (VERB)								
Dimension (Anteil 2)	Gewichts-%	☐	Volumen-%	☐	Atom-%	☐	%	☐

(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2015 221 959 A1** 2016.06.02

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 221 959.3**
(22) Anmeldetag: **09.11.2015**
(43) Offenlegungstag: **02.06.2016**

(51) Int Cl.: ***C22C 37/06*** (2006.01)
C22C 38/18 (2006.01)
C22C 38/22 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
10-2014-0170139 02.12.2014 KR

(71) Anmelder:
HYUNDAI MOTOR COMPANY, Seoul, KR

(74) Vertreter:
HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte PartmbB, 81925 München, DE

(72) Erfinder:
Shin, Ho-Chul, Suwon-si, Gyeonggi-do, KR

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Hitzebeständiger Gussstahl mit verbesserter Hochtemperaturfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit**

(57) Zusammenfassung: Ein hitzebeständiger Gussstahl beinhaltet, basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls, 0,2 bis 0,4 Gew.-% Kohlenstoff, 0,5 bis 1, 0 Gew.-% Silizium, 0,3 bis 0,8 Gew.-% Mangan, 0,7 bis 1,0 Gew.-% Nickel, 17 bis 23 Gew.-% Chrom, 0,5 bis 1,0 Gew.-% Niob, 1,5 bis 2,0 Gew.-% Wolfram, 0,2 bis 0,5 Gew.-% Vanadium, 0,05 bis 0,1 Gew.-% Cer, 0,05 bis 0,1 Gew.-% Stickstoff, und als Rest Eisen.

Beschreibung

QUERVERWEIS ZU ZUGEHÖRIGEN ANMELDUNGEN

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der Koreanischen Patentanmeldung Nr. 10-2014-170139, eingereicht am 2. Dezember 2014 beim Korean Intellectual Property Office, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Bezugnahme in seiner Gesamtheit aufgenommen wird.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft einen hitzebeständigen Gussstahl mit verbesserter Hochtemperaturfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit, spezifischer einen hitzebeständigen Gussstahl der zur Verbesserung der Hochtemperaturfestigkeit, Oxidationsbeständigkeit und dergleichen für einen Abgaskrümmer eines Hochleistungsfahrzeugs oder dergleichen verwendet werden kann.

HINTERGRUND

[0003] Allgemein benennt ein Abgaskrümmer ein Abgasrohr, welches das aus jedem Zylinder ausgestoßene Abgas in einem Strom sammelt. Der Krümmer kann Widerstand aufgrund von Unterschieden des Innendurchmessers einer Dichtung, des Innendurchmessers eines Zylinderkopfes und des Innendurchmessers des Krümmers erfahren.

[0004] Da der Abgaskrümmer an einer Stelle platziert ist, an der ein von einem Zylinderkopf ausgestoßenes Abgas zuerst empfangen wird, kann der Abgaskrümmer, entsprechend der Leistung des Motors, sehr hoher Wärme ausgesetzt sein. Da in dem Abgaskrümmer kein Kühlmittel wie Kühlwasser vorhanden ist, kann die Temperatur durch das Hochtemperaturabgas, im Gegensatz zu dem Kühlwasser aufweisenden Motor, bei der Beschleunigung des Motors auf 800 bis 900°C steigen und kann dann beim Anhalten des Motors schnell zu normalen Temperaturen luftgekühlt werden.

[0005] Da dieser Prozess mehrmals am Tag wiederholt wird, kann der Wärmeeinfluss auf den Abgaskrümmer sehr stark sein, und daher wird unter der Vielzahl von Motorbauteilen eine hohe Haltbarkeit des Abgaskrümmers angestrebt.

[0006] Ein Turbinengehäuse ist ein äußeres Gehäuse eines Turboladers, mit einem Turbinenrad und dergleichen in dem Turbinengehäuse. Da das Turbinengehäuse den hohen Temperaturen des von dem Abgaskrümmer ausgestoßenen Abgases ausgesetzt ist, sollte das Turbinengehäuse ebenso wie der Abgaskrümmer eine hohe Haltbarkeit aufweisen.

[0007] Für hohe Haltbarkeit werden für den Abgaskrümmer und das Turbinengehäuse eines Dieselmotors Materialien wie FCD-HS und SiMo Gusseisen und dergleichen als hochtemperaturoxidationsbeständige Gusseisen verwendet. Diese Materialien werden durch das Hinzufügen von Elementen wie Silizium (Si) und Molybdän (Mo) zu einem bestehenden Gusseisen mit Kugelgraphit zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften und Oxidationsbeständigkeit bei hohen Temperaturen hergestellt.

[0008] Der typische Temperaturbereich eines Abgassystems, bei dem ein hitzebeständiges Gusseisen verwendet wird, beträgt allerdings etwa 630 bis 800°C, und in diesem Temperaturbereich weisen die vorstehend genannten Materialien eine Zugfestigkeit von etwa 60 MPa auf.

[0009] Allerdings haben jüngst aufgrund der Entwicklung von Hochleistungsmotoren für den Trend der gesteigerten Leistung von Fahrzeugen sowie der Verschärfung der Abgasregulierungen die Abgastemperaturen zugenommen. Da der Haltbarkeits- und Qualitätsstandard verschärft wird, erhöht sich schrittweise die auf das Abgassystem ausgeübte Last.

[0010] Demzufolge wurde die vorliegende Offenbarung mit dem Ziel getätigt, einen hitzebeständigen Gussstahl zu entwickeln, der eine verbesserte Festigkeit und Oxidationsbeständigkeit bei hohen Temperaturen aufweist und in einem Abgaskrümmer und einem Turbinengehäuse eines Hochleistungsmotors verwendet werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG

[0011] Die vorliegende Offenbarung wurde mit dem Ziel getätigt, einen hitzebeständigen Gussstahl bereitzustellen, der Eisen (Fe), Kohlenstoff (C), Silizium (Si), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Chrom (Cr), Niob (Nb), Wolfram (W), Vanadium (V), Cer (Ce), Stickstoff (N) und dergleichen in optimalen Gehalten beinhaltet, um eine verbesserte Hochtemperaturfestigkeit, Oxidationsbeständigkeit und dergleichen aufzuweisen.

[0012] Eine beispielhafte Ausführungsform des vorliegenden Erfindungs Konzepts stellt einen hitzebeständigen Gussstahl bereit, der, basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls, 0,2 bis 0,4 Gew.-% Kohlenstoff; 0,5 bis 1,0 Gew.-% Silizium; 0,3 bis 0,8 Gew.-% Mangan; 0,7 bis 1,0 Gew.-% Nickel; 17 bis 23 Gew.-% Chrom; 0,5 bis 1,0 Gew.-% Niob; 1,5 bis 2,0 Gew.-% Wolfram; 0,2 bis 0,5 Gew.-% Vanadium; 0,05 bis 0,1 Gew.-% Cer; 0,05 bis 0,1 Gew.-% Stickstoff; und als Rest Eisen aufweist.

[0013] Eine beispielhafte Ausführungsform des vorliegenden Erfindungs Konzepts kann einen hitzebeständigen Gussstahl bereitstellen, wobei der Kohlenstoffgehalt 0,27 bis 0,38 Gew.-% beträgt; der Siliziumgehalt 0,65 bis 0,95 Gew.-% beträgt; der Mangangehalt 0,35 bis 0,72 Gew.-% beträgt; der Nickelgehalt 0,53 bis 0,94 Gew.-% beträgt; der Chromgehalt 17,5 bis 22,8 Gew.-% beträgt; der Niobgehalt 0,53 bis 0,92 Gew.-% beträgt; der Wolframgehalt 1,52 bis 1,86 Gew.-% beträgt; der Vanadiumgehalt 0,25 bis 0,43 Gew.-% beträgt; der Cergehalt 0,06 bis 0,09 Gew.-% beträgt; und der Stickstoffgehalt 0,05 bis 0,07 Gew.-% beträgt, basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls.

[0014] Eine beispielhafte Ausführungsform des vorliegenden Erfindungs Konzepts kann einen hitzebeständigen Gussstahl bereitstellen, wobei der Kohlenstoffgehalt 0,38 Gew.-% beträgt; der Siliziumgehalt 0,83 Gew.-% beträgt; der Mangangehalt 0,41 Gew.-% beträgt; der Nickelgehalt 0,93 Gew.-% beträgt; der Chromgehalt 22,8 Gew.-% beträgt; der Niobgehalt 0,85 Gew.-% beträgt; der Wolframgehalt 1,79 Gew.-% beträgt; der Vanadiumgehalt 0,43 Gew.-% beträgt; der Cergehalt 0,08 Gew.-% beträgt; und der Stickstoffgehalt 0,07 Gew.-% beträgt, basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls.

[0015] Der hitzebeständige Gussstahl kann in einem Abgaskrümmer, einem Turbinengehäuse, einem integrierten Abgaskrümmerturbinengehäuse und dergleichen verwendet werden.

[0016] Der vorstehend genannte hitzebeständige Gussstahl des vorliegenden erfinderischen Konzepts kann verbesserte physikalische Eigenschaften wie Hochtemperaturfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit aufweisen, die für einen Abgaskrümmer, ein Turbinengehäuse, und ein integriertes Abgaskrümmerturbinengehäuse eines Hochleistungsmotors angewendet werden, die die verbesserten physikalischen Eigenschaften und dergleichen unter harten Bedingungen erforderlich machen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0017] Ausdrücke und Wörter, die in der vorliegenden Beschreibung und den Ansprüchen verwendet werden, sollen nicht auf typische oder lexikalische Bedeutungen beschränkt interpretiert werden, sondern als Bedeutungen und Konzepte umfassend, die mit dem technischen Geist des vorliegenden erfinderischen Konzepts im Einklang sind, basierend auf dem Prinzip, dass ein Erfinder den Begriff des zu beschreibenden Ausdrucks angemessen definieren kann, um sein eigenes erfinderisches Konzept bestmöglich zu beschreiben.

[0018] Nachfolgend wird das vorliegende erfinderische Konzept detailliert beschrieben. Das vorliegende erfinderische Konzept betrifft einen hitzebeständigen Gussstahl mit verbesserter Hochtemperaturfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit.

[0019] Der hitzebeständige Gussstahl gemäß dem vorliegenden erfinderischen Konzept beinhaltet Kohlenstoff (C), Silizium (Si), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Chrom (Cr), Niob (Nb), Wolfram (W), Vanadium (V), Cer (Ce), Stickstoff (N), Eisen (Fe), unvermeidbare Verunreinigungen, und dergleichen.

[0020] Spezifischer kann, basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls, der Gehalt von Kohlenstoff (C) 0,2 bis 0,4 Gew.-% betragen; der Gehalt von Silizium (Si) 0,5 bis 1,0 Gew.-% betragen; der Gehalt von Mangan (Mn) 0,3 bis 0,8 Gew.-% betragen; der Gehalt von Nickel (Ni) 0,7 bis 1,0 Gew.-% betragen; der Gehalt von Chrom (Cr) 17 bis 23 Gew.-% betragen; der Gehalt von Niob (Nb) 0,5 bis 1,0 Gew.-% betragen; der Gehalt von Wolfram (W) 1,5 bis 2,0 Gew.-% betragen; der Gehalt von Vanadium (V) 0,2 bis 0,5 Gew.-% betragen; der Gehalt von Cer (Ce) 0,05 bis 0,1 Gew.-% betragen; der Gehalt von Stickstoff (N) 0,05 bis 0,1 Gew.-% betragen; und Eisen (Fe) kann vom Rest umfasst sein.

[0021] Der hitzebeständige Gussstahl, die vorstehenden konstituierenden Komponenten beinhaltend, kann Kohlenstoff (C), Silizium (Si), Niob (Nb), Wolfram (W), Vanadium (V), Cer (Ce), Stickstoff (N), und dergleichen zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften wie der Hochtemperaturfestigkeit enthalten und kann Chrom (Cr), Vanadium (V), Cer (Ce) und dergleichen zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften wie der Oxidationsbeständigkeit enthalten.

[0022] Der hitzebeständige Gussstahl gemäß dem vorliegenden erfinderischen Konzept kann eine Ferritmatrix aufweisen, da Ferrit einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, der geringer ist als derjenige von Austenit. Ferrit kann bei der Verwendung unter hohen Temperaturen vorteilhaft sein, während Perlit bei Temperatursteigerung oder Kühlung zerfallen könnte, so dass eine Ausdehnung aufgrund von Phasenumwandlungen verhindert werden kann.

[0023] Der hitzebeständige Gussstahl gemäß dem vorliegenden erfinderischen Konzept kann ein Gefüge aufweisen, in dem Karbide in der Ferritmatrix ausgebildet sind, und wenn der hitzebeständige Gussstahl gemäß dem vorliegenden erfinderischen Konzept für einen Abgaskrümmer eines Fahrzeugs und dergleichen verwendet wird, können aufgrund der vorstehend genannten Charakteristik die physikalischen Hochtemperatureigenschaften des Abgaskrümmers und dergleichen verbessert werden.

[0024] Der Abgaskrümmer und dergleichen, für welche der hitzebeständige Gussstahl gemäß dem vorliegenden erfinderischen Konzept verwendet wird, kann bei einer Temperatur von etwa 800 °C verwendet werden und kann einem Hochtemperaturabgas mit einer Temperatur von etwa 850 bis 900 °C standhalten.

[0025] Nachfolgend werden im Detail die Gründe dargelegt, warum die numerischen Werte der konstituierenden Komponenten des hitzebeständigen Gusssstahls gemäß dem vorliegenden erfinderischen Konzept beschränkt sind.

(1) 0,2 bis 0,4 Gew.-% Kohlenstoff (C)

[0026] Kohlenstoff verbessert die Fließfähigkeit des geschmolzenen Metalls und bildet ein eutektisches Karbid mit Niob (Nb) und verbessert daher die Gießfähigkeit und dergleichen. Aufgrund der genannten Effekte kann der Gehalt von Kohlenstoff (C), basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gusssstahls, etwa 0, 2 bis 0,4 Gew.-% betragen.

(2) 0,5 bis 1,0 Gew.-% Silizium (Si)

[0027] Silizium (Si) erhöht die Stabilität der Ferritmatrix und unterdrückt als Desoxidationsmittel das Auftreten von Nadelstichporosität (englisch: pinholes). Aufgrund der genannten Effekte kann der Gehalt von Silizium (Si), basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls, etwa 0,5 bis 1,0 Gew.-% betragen.

(3) 0,3 bis 0,8 Gew.-% Mangan (Mn)

[0028] Mangan unterdrückt, ähnlich wie Silizium, als Desoxidationsmittel das Auftreten von Nadelstichporosität (englisch: pinholes) und verbessert die Gießfähigkeit geschmolzenen Metalls beim Gießen. Aufgrund der genannten Effekte kann der Gehalt von Mangan (Mn), basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls, etwa 0,3 bis 0,8 Gew.-% betragen. Insbesondere kann aus einem Mangangehalt (Mn) von über etwa 0,8 Gew.-% aufgrund der Veringerung der Duktilität des hitzebeständigen Gussstahls und dergleichen eine schlechtere Verarbeitbarkeit sowie eine höhere Sprödigkeit und dergleichen resultieren.

(4) 0,7 bis 1,0 Gew.-% Nickel (Ni)

[0029] Nickel wird verwendet, um die physikalischen Hochtemperatureigenschaften und dergleichen des hitzebeständigen Gussstahls zu optimieren und verbessert die physikalischen Eigenschaften wie prozentuale Bruchdehnung und Duktilität ebenso wie Hochtemperaturfestigkeit des hitzebeständigen Gusssstahls.

[0030] Allerdings sind die Materialkosten für Nickel (Ni) nicht nur außerordentlich hoch, sondern steigen auch, so dass die Herstellungskosten eines Nickel (Ni) beinhaltenden hitzebeständigen Gussstahls regelmäßigen Schwankungen entsprechend den Nickelpreisen (Ni) unterliegen.

[0031] Daher wurde, um den Anteil des kostspieligen Nickels (Ni) zu minimieren und gleichzeitig effektiv die physikalischen Eigenschaften wie die Hochtemperaturfestigkeit zu verbessen, der Nickelgehalt (Ni) auf etwa 0,7 bis 1,0 Gew.-%, basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls, beschränkt.

[0032] Der Nickelgehalt (Ni) ist ein Mindestgehalt, der notwendig ist, um die physikalischen Hochtemperatureigenschaften des hitzebeständigen Gussstahls zu verbessern. Die Verringerung der Korrosionsbeständigkeit, Hitzebeständigkeit und dergleichen, die bei einem Mindestnickelgehalt (Ni) auftreten kann, kann durch das Erhöhen des Chromgehalts (Cr) kompensiert werden, das um 20 bis 40% billiger ist als Nickel (Ni).

(5) 17 bis 23 Gew.-% Chrom (Cr)

[0033] Chrom (Cr) verbessert die physikalischen Eigenschaften wie die Oxidationsbeständigkeit des hitzebeständigen Gussstahls und ergänzt den Einfluss des Nickels (Ni) zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften wie Korrosionsbeständigkeit und Hitzebeständigkeit sowie Hochtemperaturfestigkeit und stabilisiert das Ferritmatrixgefüge. Zur Erzielung des vorstehend genannten Effekts kann der Gehalt von Chrom (Cr), basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls, etwa 17 bis 23 Gew.-% betragen.

(6) 0,5 bis 1,0 Gew.-% Niob (Nb)

[0034] Niob (Nb) verbessert durch das Ausbilden feiner Karbide mittels Reaktion mit Kohlenstoff (C) in dem hitzebeständigen Gussstahl dessen Zugfestigkeit und dergleichen bei hohen Temperaturen. Zur Erzielung des vorstehend genannten Effekts kann der Gehalt von Niob (Nb), basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls, etwa 0,5 bis 1,0 Gew.-% betragen.

(7) 1,5 bis 2,0 Gew.-% Wolfram (W)

[0035] Wolfram (W) erhöht die Festigkeit des Ferritmatrixgefüges und verbessert die physikalischen Eigenschaften wie die Hochtemperaturfestigkeit. Zur Erzielung des vorstehend genannten Effekts kann der Gehalt von Wolfram (W), basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls, etwa 1,5 bis 2,0 Gew.-% betragen.

(8) 0,2 bis 0,5 Gew.-% Vanadium (V)

[0036] Vanadium (V) verbessert die Hochtemperaturzugfestigkeit, den Widerstand gegen die Hochtemperaturermüdung und dergleichen, und unterdrückt durch Reaktion mit Kohlenstoff (C) zur Bildung feiner Karbide in dem hitzebeständigen Gussstahl die Bildung von Chrom(Cr)karbiden, wodurch die Oxidationsbeständigkeit, Zerspanbarkeit und dergleichen verbessert werden. Zur Erzielung des vorstehend genannten Effekts kann der Gehalt von Vanadium (V), basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls, etwa 0,2 bis 0,5 Gew.-% betragen.

(9) 0,05 bis 0,1 Gew.-% Cer (Ce)

[0037] Cer verbessert die Hochtemperaturoxidationsbeständigkeit des hitzebeständigen Gussstahls und dergleichen, verfeinert die Korngröße des Gefüges bei Raumtemperatur zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften wie Zähigkeit und verhindert die Bildung von Nadelstichporosität (englisch: pinholes), Gasblasen, und dergleichen. Zur Erzielung des vorstehend genannten Effekts kann der Gehalt von Cer (Ce), basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls, etwa 0,05 bis 0,1 Gew.-% betragen. Wenn der Gehalt an Cer (Ce) dagegen unter etwa 0,05 Gew.-% liegt, kann keine substantielle Feinung der Korngröße und dergleichen erzielt werden.

(10) 0,05 bis 0,1 Gew.-% Stickstoff (N)

[0038] Stickstoff (N) verbessert, ähnlich wie Kohlenstoff (C), die Hochtemperaturfestigkeit. Zur Erzielung des vorstehend genannten Effekts kann der Gehalt von Kohlenstoff (C), basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls, etwa 0,05 bis 0,1 Gew.-% betragen. Wenn der Gehalt an Kohlenstoff (C) dagegen über etwa 0,1 Gew.-% liegt, können Chrom(Cr)nitride ausgeschieden werden, die die Sprödigkeit des hitzebeständigen Gussstahls erhöhen.

[0039] Da in einem hitzebeständigen Gussstahl, der die vorstehend beschriebene Zusammensetzung des vorliegenden erfinderischen Konzepts aufweist, physikalische Eigenschaften wie die Hochtemperaturfestigkeit

und die Oxidationsbeständigkeit gegenüber einem konventionellem Ferritgussstahl oder Gusseisen verbessert sind, kann der hitzebeständige Gussstahl für Fahrzeugteile verwendet werden, die überlegene physikalische Eigenschaften und dergleichen unter schwersten Bedingungen erfordern. Beispielsweise kann der hitzebeständige Gussstahl für einen Abgaskrümmer, ein Turbinengehäuse, oder ein integriertes Abgaskrümmerturbinengehäuse eines Hochleistungsmotors verwendet werden.

[0040] Ferner kann der hitzebeständige Gussstahl entsprechend dem vorliegenden erfinderischen Konzept angemessen durch ein dem Fachmann bekanntes Gussverfahren hergestellt werden, insbesondere ist es möglich, den hitzebeständigen Gussstahl derart herzustellen, dass er 0,2 bis 0,4 Gew.-% Kohlenstoff (C), 0,5 bis 1,0 Gew.-% Silizium (Si), 0,3 bis 0,8 Gew.-% Mangan (Mn), 0,7 bis 1,0 Gew.-% Nickel (Ni), 17 bis 23 Gew.-% Chrom (Cr), 0,5 bis 1,0 Gew.-% Niob (Nb), 1,5 bis 2,0 Gew.-% Wolfram (W), 0,2 bis 0,5 Gew.-% Vanadium (V), 0,05 bis 0,1 Gew.-% Cer (Ce), 0,05 bis 0,1 Gew.-% Stickstoff (N), sowie als Rest Eisen (Fe), unvermeidliche Verunreinigungen und dergleichen beinhaltet.

[Beispiel]

[0041] Nachfolgend wird das vorliegende erfinderische Konzept detaillierter anhand von Beispielen beschrieben. Diese Beispiele sind lediglich zur Veranschaulichung des vorliegenden erfinderischen Konzepts gedacht, und es ist für den Fachmann offensichtlich, dass der Schutzumfang des vorliegenden erfinderischen Konzepts nicht als durch diese Beispiele beschränkt zu interpretieren ist.

[0042] Um die physikalischen Eigenschaften Hochtemperaturzugfestigkeit und Hochtemperaturoxidationsbeständigkeit des hitzebeständigen Gussstahls gemäß dem vorliegenden erfinderischen Konzept zu untersuchen, wurden die Beispiele 1 bis 9 und die Vergleichsbeispiele 1 bis 5 mit den in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellten Zusammensetzungen hergestellt.

[Tabelle 1]

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Nb	W	V	Ce	Mo	N	Fe
Bsp. 1	0,35	0,72	0,35	0,78	21,5	0,65	1,67	0,27	0,08	-	0,06	Rest
Bsp. 2	0,35	0,74	0,38	0,62	20,0	0,75	1,52	0,35	0,07	-	0,05	Rest
Bsp. 3	0,31	0,65	0,40	0,53	18,5	0,53	1,58	0,29	0,06	-	0,06	Rest
Bsp. 4	0,38	0,83	0,41	0,93	22,8	0,85	1,79	0,43	0,08	-	0,07	Rest
Bsp. 5	0,28	0,95	0,67	0,85	21,5	0,85	1,68	0,38	0,07	-	0,06	Rest
Bsp. 6	0,30	0,62	0,53	0,71	17,5	0,56	1,59	0,25	0,09	-	0,05	Rest
Bsp. 7	0,31	0,85	0,58	0,85	21,5	0,92	1,78	0,38	0,06	-	0,06	Rest

Bsp. 8	0,29	0,79	0,65	0,78	19,8	0,75	1,83	0,33	0,08	-	0,06	Rest
Bsp. 9	0,27	0,89	0,72	0,94	22,0	0,86	1,86	0,43	0,07	-	0,07	Rest
Vgl.-Bsp. 1	0,30	0,62	0,53	0,71	17,5	0,56	1,56	0,25	-	-	0,05	Rest
Vgl.-Bsp. 2	3,10	3,45	0,50	0,25	-	-	-	-	-	0,58	-	Rest
Vgl.-Bsp. 3	3,15	4,30	0,20	-	-	-	-	-	-	0,90	-	Rest
Vgl.-Bsp. 4	2,10	4,95	0,55	36,6	1,85	-	-	-	-	-	-	Rest
Vgl.-Bsp. 5	0,2	2,1	0,8	2,0	25	18	-	-	-	-	-	-
Einheit: Gew.-%												

[0043] Tabelle 1 ist eine Tabelle in der die konstituierenden Komponenten und die Konzentrationen der Beispiele 1 bis 9 im Einklang mit den konstituierenden Komponenten und Konzentrationsbereichen des vorliegenden erfinderischen Konzepts sind. Vergleichsbeispiel 1 hat dieselben konstituierenden Komponenten und Konzentrationen wie Beispiel 6, enthält aber kein Cer (Ce). Die Zusammensetzungen der Vergleichsbeispiele 2 bis 4 entsprechen den konstituierenden Komponenten und Konzentrationen von konventionellem hitzebeständigem Gusseisen und die Zusammensetzung von Vergleichsbeispiel 5 entspricht den konstituierenden Komponenten und Konzentrationen von konventionellem hitzebeständigem Gussstahl.

[Tabelle 2]

Klassifikation	Hochtemperaturzugfestigket (800°C)	Oxidationswert (800°C/200 Stunden)
Beispiel 1	170 MPa	34 mg/cm^2
Beispiel 2	180 MPa	36 mg/cm^2
Beispiel 3	165 MPa	30 mg/cm^2
Beispiel 4	188 MPa	28 mg/cm^2

Beispiel 5	168 MPa	34 mg/cm^2
Beispiel 6	160 MPa	41 mg/cm^2
Beispiel 7	173 MPa	36 mg/cm^2
Beispiel 8	168 MPa	39 mg/cm^2
Beispiel 9	178 MPa	36 mg/cm^2
Vergleichsbeispiel 1	150 MPa	45 mg/cm^2
Vergleichsbeispiel 2	45 MPa	250 mg/cm^2
Vergleichsbeispiel 3	60 MPa	200 mg/cm^2
Vergleichsbeispiel 4	130 MPa	70 mg/cm^2
Vergleichsbeispiel 5	140 MPa	47 mg/cm^2

[0044] Tabelle 2 ist eine Tabelle, in der Hochtemperaturzugfestigkeit und die Oxidationswerte der in Tabelle 1 beschriebenen Beispiele 1 bis 9 und Vergleichsbeispiele 1 bis 5 verglichen werden.

[0045] Dabei wurden die Hochtemperaturfestigkeiten über den Hochtemperaturzugfestigkeitstest beruhend auf ASTM E21 ('Elevated Temperature Tension Tests of Metallic Materials') bei einer Temperatur von etwa 800 °C, ähnlich der Temperatur des Abgassystems eines Fahrzeugs, verglichen. Ein hoher Wert beim Hochtemperaturzugtest bedeutet eine hohe Hochtemperaturfestigkeit.

[0046] Die Hochtemperaturoxidationsbeständigkeiten wurden über den Oxidationswert, beruhend auf ASTM G111-97 ('Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High-Pressure Environment, or Both') bei einer Temperatur von etwa 800 °C, ähnlich der Temperatur des Abgassystems eines Fahrzeugs, nach etwa 200 Stunden verglichen. Ein niedriger Oxidationswert bedeutet eine verbesserte Oxidationsbeständigkeit.

[0047] Die Ergebnisse des Hochtemperaturzugtests und der Oxidationswert wurden verglichen und als Resultat konnte festgestellt werden, dass die durchschnittliche Hochtemperaturzugfestigkeit der Beispiele 1 bis 9 etwa 172,2 MPa betrug und um etwa 64% höher war als die durchschnittliche Hochtemperaturzugfestigkeit der Vergleichsbeispiele 1 bis 5 von etwa 105,0 MPa. Man sieht, dass der durchschnittliche Oxidationswert der Beispiele 1 bis 9 etwa 34,9 mg/cm^2 betrug und um etwa 71,5% niedriger war als der durchschnittliche Oxidationswert der Vergleichsbeispiele 1 bis 5 von etwa 122,4 mg/cm^2.

[0048] Basierend auf den vorstehend genannten Ergebnissen wurde bestätigt, dass die Hochtemperaturfestigkeit der Beispiele 1 bis 9 um etwa 64% besser war als die der Vergleichsbeispiele 1 bis 5, und es wurde bestätigt, dass die Oxidationsbeständigkeit der Beispiele 1 bis 9 um etwa 71,5% besser war als die der Vergleichsbeispiele 1 bis 5.

[0049] Ferner wurde bestätigt, dass angesichts der Hochtemperaturzugfestigkeits- und Oxidationswerte des Beispiels 4, die besser waren als die der übrigen Beispiele und Vergleichsbeispiele, Beispiel 4 vorteilhafte konstituierende Komponenten und Konzentrationen eines hitzebeständigen Gussstahls gemäß dem vorliegenden erfinderischen Konzept aufweist.

[0050] Die Konzentration der übrigen konstituierenden Komponenten des Vergleichsbeispiels 1 entspricht der von Beispiel 6, außer dass Vergleichsbeispiel 1 kein Cer (Ce) enthält. Da die Hochtemperaturzugfestigkeit von Vergleichsbeispiel 1 um etwa 7% niedriger war als diejenige von Beispiel 6, und der Oxidationswert von Vergleichsbeispiel 1 auch um etwa 9% höher war als derjenige von Beispiel 6, war die Hochtemperaturfestigkeit des kein Cer (Ce) enthaltenen Vergleichsbeispiels 1 niedriger als die des Beispiels 6 und insbesondere war die Oxidationsbeständigkeit niedriger. Daher verbessert das Element Cer (Ce) die Hochtemperaturfestigkeit und insbesondere die Oxidationsbeständigkeit des hitzebeständigen Gussstahls.

[0051] Wie vorstehend dargestellt ist das vorliegende erfinderische Konzept mit Bezugnahme zu spezifischen Ausführungsformen der vorliegenden erfinderischen Konzepts beschrieben worden, jedoch sind die Ausführungsformen lediglich zur Darstellung der Erfindung gedacht und das vorliegende erfinderische Konzept ist nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt. Die beschriebenen Ausführungsformen können durch den das erfinderische Konzept betreffenden Fachmann verändert oder modifiziert werden, ohne vom Schutzumfang des vorliegenden erfinderischen Konzepts abzuweichen, und zahlreiche Veränderungen und Modifikatio-

nen sind innerhalb des technischen Geistes des vorliegenden erfinderischen Konzepts und dem äquivalenten Schutzumfang der nachfolgend beschriebenen Ansprüche möglich.

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

- KR 10-2014-170139 [0001]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- ASTM E21 ('Elevated Temperature Tension Tests of Metallic Materials') [0045]
- ASTM G111-97 ('Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High-Pressure Environment, or Both') [0046]

Patentansprüche

1. Hitzebeständiger Gussstahl, der, basierend auf dem Gesamtgewicht des hitzebeständigen Gussstahls,
0,2 bis 0,4 Gew.-% Kohlenstoff,
0,5 bis 1,0 Gew.-% Silizium,
0,3 bis 0,8 Gew.-% Mangan,
0,7 bis 1,0 Gew.-% Nickel,
17 bis 23 Gew.-% Chrom,
0,5 bis 1,0 Gew.-% Niob,
1,5 bis 2,0 Gew.-% Wolfram,
0,2 bis 0,5 Gew.-% Vanadium,
0,05 bis 0,1 Gew.-% Cer,
0,05 bis 0,1 Gew.-% Stickstoff, und
als Rest Eisen aufweist.

2. Hitzebeständiger Gussstahl gemäß Anspruch 1, wobei:
der Kohlenstoffgehalt 0,27 bis 0,38 Gew.-% beträgt,
der Siliziumgehalt 0,65 bis 0,95 Gew.-% beträgt,
der Mangangehalt 0,35 bis 0,72 Gew.-% beträgt,
der Nickelgehalt 0,53 bis 0,94 Gew.-% beträgt,
der Chromgehalt 17,5 bis 22,8 Gew.-% beträgt,
der Niobgehalt 0,53 bis 0,92 Gew.-% beträgt,
der Wolframgehalt 1,52 bis 1,86 Gew.-% beträgt,
der Vanadiumgehalt 0,25 bis 0,43 Gew.-% beträgt,
der Cergehalt 0,06 bis 0,09 Gew.-% beträgt, und
der Stickstoffgehalt 0,05 bis 0,07 Gew.-% beträgt.

3. Hitzebeständiger Gussstahl gemäß Anspruch 1, wobei:
der Kohlenstoffgehalt 0,38 Gew.-% beträgt,
der Siliziumgehalt 0,83 Gew.-% beträgt,
der Mangangehalt 0,41 Gew.-% beträgt,
der Nickelgehalt 0,93 Gew.-% beträgt,
der Chromgehalt 22,8 Gew.-% beträgt,
der Niobgehalt 0,85 Gew.-% beträgt,
der Wolframgehalt 1,79 Gew.-% beträgt,
der Vanadiumgehalt 0,43 Gew.-% beträgt,
der Cergehalt 0,08 Gew.-% beträgt, und
der Stickstoffgehalt 0,07 Gew.-% beträgt.

4. Abgaskrümmer, der den hitzebeständigen Gussstahl gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 enthält.

5. Turbinengehäuse, das den hitzebeständigen Gussstahl gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 enthält.

6. Integriertes Abgaskrümmerturbinengehäuse, das den hitzebeständigen Gussstahl gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 enthält.

Es folgen keine Zeichnungen

Deutsches Patent- und Markenamt

DPMA München Ref. 2.2.3.

Auftrag:	2021-00036	**Gebiet:**	Metallische Werkstoffe
Auftragsmenge:	29 Dokumente	**Ausgabe am:**	
Auftragsdatum:	14.06.2021	**Rückgabe am:**	
Analyseur:	N.N.	**Rechnungsnr.:**	

	PN	Titel	Gebiet	Analysen
1	DD 000000302011 A9	Glasiges oder glasig-kristallines Material mit sch...	Metallische Werkstoffe	0
2	DE 102015221959 A1	Hitzebeständiger Gussstahl mit verbesserter Hochte...	Metallische Werkstoffe	1
3	DE 112009000462 B4	Hochfeste Stahlplatte mit hervorragender Beständig...	Metallische Werkstoffe	1
4	JP 000H10275820 A	GOLD ALLOY WIRE FOR BONDING SEMICONDUCTOR DEVICE	Metallische Werkstoffe	1
5	JP 000S55103298 A	GOLD BRAZE ALLOY FOR DENTAL	Metallische Werkstoffe	1
6	JP 002001150182 A	GOLD-TIN ALLOY BRAZING FILLER METAL HAVING EXCELLE...	Metallische Werkstoffe	1
7	JP 002004238677 A	GALVANIZED STEEL SHEET AND MANUFACTURING METHOD TH...	Metallische Werkstoffe	1
8	JP 002007277613 A	GOLD POROUS BODY HAVING FINE PORE AND MANUFACTURIN...	Metallische Werkstoffe	0
9	JP 002015063710 A	GALVANIZED STEEL SHEET AND MANUFACTURING METHOD TH...	Metallische Werkstoffe	1
10	JP 002015131986 A	FREE-FOLDING STEEL	Metallische Werkstoffe	1
11	JP 002015160966 A	FORGED COMPONENT FOR PRESSURE-REDUCED HIGH-TEMPERA...	Metallische Werkstoffe	1
12	JP 002015160967 A	FORGED COMPONENT FOR PRESSURE-REDUCED HIGH-TEMPERA...	Metallische Werkstoffe	1
13	JP 002015182094 A	GAS SHIELDED ARC WELDING METHOD	Metallische Werkstoffe	1
14	JP 002015193030 A	FORGING METHOD FOR DISC-SHAPED ARTICLE	Metallische Werkstoffe	1
15	JP 002015209560 A	FULL HARD COLD ROLLED STEEL SHEET	Metallische Werkstoffe	1
16	JP 002016193526 A	GAS BARRIER FILM, AND ELECTRONIC DEVICE USING THE ...	Metallische Werkstoffe	2
17	US 020110030854 A1	HIGH-STRENGTH STEEL SHEET AND METHOD FOR MANUFACTU...	Metallische Werkstoffe	1
18	US 020110076177 A1	HIGH-STRENGTH STEEL SHEET FOR CANS AND METHOD FOR ...	Metallische Werkstoffe	1
19	US 020110076512 A1	HIGH-STRENGTH STEEL SHEET AND METHOD OF PRODUCING ...	Metallische Werkstoffe	1
20	US 020110253271 A1	HIGH-STRENGTH STEEL PLATE AND PRODUCING METHOD THE...	Metallische Werkstoffe	1
21	US 020120160348 A1	HIGH-TEMPERATURE JOINTED ASSEMBLIES AND WEAR-RESIS...	Metallische Werkstoffe	4
22	US 020120282487 A1	HIGH-STRENGTH STEEL SHEET HAVING EXCELLENT PROCESS...	Metallische Werkstoffe	1
23	US 020150354041 A1	HIGHLY CORROSION-RESISTANT, HIGH STRENGTH, A1-CONT...	Metallische Werkstoffe	1
24	US 020160002755 A1	HIGH-STRENGTH STEEL WIRE MATERIAL EXHIBITING EXCEL...	Metallische Werkstoffe	1
25	US 020160002762 A1	HIGH-STRENGTH STEEL SHEET AND PRODUCTION METHOD TH...	Metallische Werkstoffe	1
26	US 020160177427 A1	HIGH-YIELD-RATIO, HIGH-STRENGTH COLD ROLLED STEEL ...	Metallische Werkstoffe	1
27	US 020160186286 A1	HIGH-STRENGTH STEEL SHEET WITH EXCELLENT COMBINATI...	Metallische Werkstoffe	2
28	WO 002014015822 A1	GLASS-ENAMELING HIGH-STRENGTH STEEL PLATE AND MANU...	Metallische Werkstoffe	1
29	WO 002015173368 A2	GELÖTETE ALUMINIUMVORRICHTUNG	Metallische Werkstoffe	1
			Summe:	32

Eine stichprobenartige Überprüfung der abgegebenen Analysen wurde durchgeführt.
Abgerechnet werden: 32 Dokumente a 15,00 €

Datum/Unterschrift:

Komponente	unterer Index-Wert		oberer Index-Wert		Untergrenze in %		Obergrenze in %
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!
		bis			#DIV/0!	bis	#DIV/0!

Infos

Auftrag:	**2021-00036**
Analyseur:	**N.N.**
PN:	**DE 102015221959 A1**
Titel:	**Hitzebeständiger Gussstahl mit verbesserter Hochtemperaturfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit**
Gebiet:	**Metallische Werkstoffe**

Analyse Nr. 1 DE 102015221959 A1

Begriffe	KORROSIONSBEST*THERMISCH*TURBINE
Info und ergänzende Bemerkungen (Analyse)	

Verbundwerkstoff / Einzelanalyse

Anteile (VERB)	
Dimension (Anteile)	Gewichts-% ☐ Volumen-% ☐ Atom-% ☐ % ☐
Legierung oder Anteil 1 (VERB)	C:0,2-0,4*SI:0,5-1*MN:0,3-0,8*NI:0,7-1*CR:17-23*NB:0,5-1*W:1,5-2*V:0,2-0,5*CE:0,05-0,1*N:0,05-0,1*FE:REST
Dimension (Anteil 1)	Gewichts-% ☑ Volumen-% ☐ Atom-% ☐ % ☐
Anteil 2 (VERB)	
Dimension (Anteil 2)	Gewichts-% ☐ Volumen-% ☐ Atom-% ☐ % ☐