



⑪

633 318

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑬ Gesuchsnummer: 14427/77

⑭ Inhaber:  
Kubota, Ltd., Naniwa-ku/Osaka (JP)

⑮ Anmeldungsdatum: 24.11.1977

⑯ Erfinder:  
Hiroshi Izaki, Taisho-ku/Osaka (JP)  
Syoichi Yoshino, Tondabayashi-shi/Osaka (JP)

⑰ Patent erteilt: 30.11.1982

⑱ Vertreter:  
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG,  
Patentanwälte, Basel

⑲ Gusseisen.

⑳ Ein Gusseisen mit hoher Schwingungsdämpfung besteht aus einem grauen Gusseisen mit einem Gesamtkohlenstoffgehalt im Bereich von 3,9 bis 5,0 Gew.-% und einem Siliciumgehalt im Bereich von 0,5 bis 3,0 Gew.-%. Der Wert des Kohlenstoffäquivalentes liegt im Bereich von 4,0 bis 5,5 Gew.-%. Mischmetall ist in einer Menge im Bereich von 0,001 bis 0,5 Gew.-% in dem grauen Gusseisen enthalten. Ein oder mehrere Elemente, die aus Kupfer, Chrom, Vanadin und Molybdän gewählt sind, können in einer Menge im Bereich von 0,1 bis 1,0 Gew.-% in dem geschmolzenen Gusseisen vorhanden sein.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Gusseisen, dadurch gekennzeichnet, dass es ein graues Gusseisen mit einem Gesamtkohlenstoffgehalt im Bereich von 3,9 bis 5,0% und einem Siliciumgehalt im Bereich von 0,5 bis 3,0% ist, wobei der Wert des Kohlenstoffäquivalentes im Bereich von 4,0 bis 5,5% liegt, und dass das Gusseisen Mischmetall in einer Menge im Bereich von 0,001 bis 0,5%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Gusseisens, enthält.

2. Gusseisen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es ausserdem mindestens eines der Elemente Kupfer, Chrom, Vanadin und Molybdän enthält.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Gusseisen mit einem hohen Schwingungsdämpfungsvermögen und einer hohen Zugfestigkeit.

FC10-Gusseisen, dessen Zusammensetzung in den japanischen Industrienormen festgelegt ist, ist bekanntlich ein Gusseisen mit einem hohen Schwingungsdämpfvermögen, und FC25-Gusseisen, dessen Zusammensetzung ebenfalls in den japanischen Industrienormen festgelegt ist, ist bekanntlich ein Gusseisen mit hoher Zugfestigkeit.

Bei manchen Maschinen und Anlagen findet während des Betriebs häufig eine Berührung zwischen Einzelteilen der Maschinen und Anlagen statt, und eine solche Metall-Metall-Berührung erzeugt oft Schwingungen, die eine Quelle von anstossregenden Geräuschen ist. Schwingungen, die eine Quelle von anstossregenden Geräuschen sind, werden auch durch gewisse Formen von Metall-Luft-Berührungen erzeugt, wie bei der Explosion eines Luft-Brennstoff-Gemisches in einem Verbrennungsmotor. Fachleute haben erkannt, dass eine der Hauptursachen für die Erzeugung von Schwingungen mit den Eigenschaften des zur Konstruktion der Maschinen und Anlagen verwendeten metallischen Materials zusammenhängt. Wenn daher ein Gusseisen mit hohem Schwingungsdämpfvermögen als Material für Maschinen und Anlagen verwendet wird, können die von Schwingungen herrührenden Geräusche vermindert werden.

Mit Ausnahme von FC10-Gusseisen haben die meisten Gusseisensorten, von denen allgemein bekannt ist, dass sie ein hohes Schwingungsdämpfvermögen haben, ein Schwingungsdämpfvermögen  $Q^{-1}$  in der Grössenordnung von  $20 \times 10^{-4}$ . Jedoch ist es dem Fachmann wohlbekannt, dass das Schwingungsdämpfvermögen von Gusseisen verbessert werden kann, wenn man während der Herstellung des Gussseins eine verhältnismässig grosse Menge Graphit zusetzt. Anderseits führt der erhöhte Graphitgehalt, d.h. der erhöhte Wert des Kohlenstoffäquivalentes, zu einer Herabsetzung der Zugfestigkeit, weshalb die Anwendungsmöglichkeiten von Gusseisen mit einem verhältnismässig hohen Graphitgehalt beschränkt sind.

Die vorliegende Erfindung hat somit den Zweck, die Nachteile und Schwierigkeiten, die mit herkömmlichem Gusseisen verbunden sind, zu beseitigen und ein verbessertes Gusseisen mit hohem Schwingungsdämpfvermögen und auch hoher Zugfestigkeit zur Verfügung zu stellen. Insbesondere stellt die vorliegende Erfindung ein verbessertes Gusseisen mit einem Schwingungsdämpfvermögen, das annähernd gleich wie oder höher als dasjenige von FC10-Gusseisen ist, und einer Zugfestigkeit, die annähernd gleich hoch wie diejenige von FC25-Gusseisen ist, zur Verfügung.

Die vorliegende Erfindung wird nunmehr im einzelnen im Zusammenhang mit bevorzugten Ausführungsformen und anhand der beiliegenden Zeichnung beschrieben.

In der Zeichnung sind:

Fig. 1 eine Mikrophotographie, die in 100facher Vergrösserung die Mikrostruktur von bekanntem FC10-Gusseisen zeigt, und

Fig. 2 eine Mikrophotographie, die in 100facher Vergrösserung die Mikrostruktur des erfindungsgemässen Gusseisens zeigt.

Das erfindungsgemässen Gusseisen besteht aus einem grauen Gusseisen mit einem Gesamtkohlenstoffgehalt im Bereich von 3,9 bis 5,0% und einem Siliciumgehalt im Bereich von 0,5 bis 3,0%, wobei der Wert des Kohlenstoffäquivalentes in dem Gusseisen im Bereich von 4,0 bis 5,5% liegt. Das graue Gusseisen der obigen Zusammensetzung enthält Mischmetall in einer Menge im Bereich von 0,001 bis 0,5%.  
15 Die Prozentsätze sind auf das Gesamtgewicht des Gusseisens bezogen.

Erfindungsgemäss wird zur Erzielung eines hohen Schwingungsdämpfvermögens der Wert des Kohlenstoffäquivalentes, d.h. die Summe des Gesamtgehaltes an Kohlenstoff plus  $\frac{1}{3}$  des Siliciumgehaltes, der in einem beliebigen herkömmlichen FC-Gusseisen enthalten ist, in den Bereich von 4,0 bis 5,5% gebracht, wenn und nur wenn ein solches herkömmliches FC-Gusseisen einen Gesamtkohlenstoffgehalt im Bereich von 3,9 bis 5,0% und einen Siliciumgehalt im Bereich von 0,5 bis 3,0% hat. Ausserdem ist Mischmetall in einer Menge im Bereich von 0,001 bis 0,5% vorhanden; der Grund für diesen Mischmetallgehalt wird nun angegeben.

Wenn ein geschmolzenes Gusseisen mit hohem Kohlenstoffgehalt ohne Zusatz von Mischmetall in herkömmlicher Weise in eine Form gegossen wird, tritt nicht nur eine Ausscheidung von Garschaumgraphit ein, sondern auch eine Steigerung der Graphitstruktur infolge eines erhöhten Masseneffektes, wodurch die physikalischen Eigenschaften des resultierenden Gusseisens verschlechtert werden. Um die Verschlechterung der physikalischen Eigenschaften zu vermeiden, ohne im wesentlichen eine Herabsetzung des Schwingungsdämpfvermögens herbeizuführen, kann das Mischmetall in der oben angegebenen Menge in das geschmolzene Gusseisen mit hohem Kohlenstoffgehalt zugesetzt werden.

Es sei darauf hingewiesen, dass der Zusatz des Mischmetalls zu einer Unterkühlung des geschmolzenen Gussseins mit hohem Kohlenstoffgehalt führt, die ihrerseits zu einer Verzögerung des Zeitpunktes, in dem eine Ausscheidung von Graphit eintritt, führt, wodurch das Wachstum des Graphits beschränkt wird. Daher kann in dem resultierenden Gusseisen eine feine und gleichmässige Graphitstruktur erhalten werden.

Vorzugsweise kann man ein oder mehrere Elemente, die aus Kupfer, Chrom, Vanadin und Molybdän gewählt sind, zusätzlich zu dem Mischmetall zu dem geschmolzenen Gussseisen zugeben, und zwar in einer Menge im Bereich von 0,1 bis 1,0%. Wenn eines oder mehrere der Elemente Kupfer, Chrom, Vanadin und Molybdän zugesetzt werden, wird bei dem resultierenden Gusseisen die Perlitstruktur stabilisiert; daher wird die Zugfestigkeit weiter verbessert. Der Grund dafür ist, dass eines oder mehrere der Elemente Kupfer, Chrom, Vanadin und Molybdän als Perlitbildner dienen.

Selbst wenn während der Herstellung des erfindungsgemässen Gusseisens Mischmetall zugesetzt wird, besteht die Möglichkeit, dass die Graphitstruktur je nach den Giess- und Schmelzbedingungen eutektisch wird und dass keine Verbesserung der Schwingungsdämpfung und der physikalischen Eigenschaften erwartet werden kann. Diese Möglichkeit kann durch Anwendung eines verbesserten Impfverfahrens vermieden werden, bei dem jeder mögliche Kontakt des geschmolzenen Gusseisens mit der Umgebungsluft vermieden wird, um diesen Effekt zu verhindern, z.B. durch

Anwendung eines Formimpfverfahrens oder eines Strömungsimpfverfahrens. Mit diesem verbesserten Impfverfahren kann die Ausscheidung von eutektischem Graphit vorteilhaft vermieden werden, und es kann eine feine und gleichmässige flockige Graphitstruktur des A-Typs mit Verbesserungen der Schwingungsdämpfung und der physikalischen Eigenschaften erhalten werden.

Im folgenden werden die Gründe für die Obergrenzen und Untergrenzen der Gehalte angegeben.

Wenn der Wert des Kohlenstoffäquivalentes geringer als 4,0% ist, kann keine Verbesserung der Schwingungsdämpfung erwartet werden, während bei einem Wert des Kohlenstoffäquivalentes von mehr als 5,5% eine beträchtliche Verringerung der Festigkeit stattfindet.

Die Untergrenze des Siliciumgehaltes von 0,5% wird im Hinblick auf die geeignete Desoxydation, zu welchem Zweck das Silicium zugesetzt wird, bestimmt. Wenn der Siliciumgehalt grösser als 3,0% ist, hat das resultierende Gusseisen die Neigung, brüchig zu sein.

Wenn der Kohlenstoffgehalt geringer als 3,9% ist, kann keine Verbesserung der Schwingungsdämpfung erwartet werden, während bei einem Kohlenstoffgehalt von mehr als

5,0% eine beträchtliche Herabsetzung der Festigkeit des resultierenden Gusseisens stattfindet.

Wenn der Gehalt an Mischmetall geringer als 0,001% ist, kann keine feine Zerteilung des Graphits erzielt werden, während bei einem Gehalt an Mischmetall von mehr als 0,5% eine Verschwendug des Mischmetalls eintritt, da die feine Zerteilung des Graphits, die durch Zugabe von Mischmetall erzielt wird, einen Sättigungswert erreicht.

Wenn eines oder mehrere der Elemente Kupfer, Chrom, Vanadin und Molybdän verwendet werden, sollten dieses Element oder diese Elemente in einer Menge im Bereich von 0,1 bis 1,0%, bezogen auf das Gesamtgewicht des resultierenden Gusseisens, zugesetzt werden. Wenn die zugesetzte Menge geringer als 0,1% ist, hat die Zugabe dieses oder dieser Elemente keinerlei Wirkung auf die Stabilisierung des Perlits, und wenn die zugesetzte Menge grösser als 1,0% ist, haben dieses oder diese zugesetzten Elemente nicht nur keinerlei Wirkung auf die Stabilisierung des Perlits, sondern es besteht auch die Neigung, dass Probleme im Zusammenhang mit der durch Abschrecken erzielten Struktur auftreten.

Die Ergebnisse von Vergleichsversuchen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Teststücke	C.E	T.C	Si	Mischmetall	Andere	Schwingungsdämpfvermögen Q <sup>-1</sup>	Zugfestigkeit (kg/mm <sup>2</sup> )
FCI0 <sup>a</sup>	4,8	4,1	2,1	—	—	$35 \times 10^{-4}$	11,0
FCI5 <sup>a</sup>	4,4	3,7	2,1	—	—	$19 \times 10^{-4}$	15,3
FC25 <sup>a</sup>	4,0	3,4	1,8	—	—	$9 \times 10^{-4}$	26,1
Nr. 1 <sup>b</sup>	5,3	4,6	2,1	0,1	—	$55 \times 10^{-4}$	22,7
Nr. 2 <sup>b</sup>	4,6	4,2	1,2	0,03	—	$46 \times 10^{-4}$	25,4
Nr. 3 <sup>b</sup>	4,4	4,1	0,9	0,007	—	$40 \times 10^{-4}$	28,5
Nr. 4 <sup>b</sup>	5,3	4,6	2,1	0,1	Cu: 0,5	$51 \times 10^{-4}$	25,0
Nr. 5 <sup>b</sup>	5,3	4,6	2,1	0,1	{ V: 0,2 Cr: 0,2	$48 \times 10^{-4}$	26,7

Fussnote: <sup>a</sup> Stand der Technik  
<sup>b</sup> Erfindungsgemäss

In der obigen Tabelle bedeuten C.E und T.C den Wert des Kohlenstoffäquivalentes (C.E = C% + 1/3 Si%) bzw. den Gesamtkohlenstoffgehalt. Das Schwingungsdämpfvermögen Q<sup>-1</sup> wurde bei allen Teststücken in gleicher Weise mit Hilfe einer «lateral vibration method» getestet, wobei die einzelnen numerischen Werte bestimmt wurden, während die Teststücke einer Belastung von 30 g/mm<sup>2</sup> ausgesetzt waren.

Wie aus der vorstehenden Tabelle leicht ersichtlich ist, haben alle erfindungsgemäss hergestellten Gusseisensorten, die mit Nr. 1 bis Nr. 5 bezeichnet sind, ein höheres Schwingungsdämpfvermögen als die herkömmlichen Gusseisensorten, die gemäss den japanischen Industrienormen als FC10, FC15 und FC25 bezeichnet werden. Obgleich FC25-Gusseisen eine höhere Zugfestigkeit hat als die erfindungsgemässen Gusseisensorten Nr. 1, Nr. 2 und Nr. 4, kann man überdies allgemein annehmen, dass das erfindungsgemäss Guss-eisen ein höheres Schwingungsdämpfvermögen als her-

kömmliches Gusseisen und eine annähernd gleiche Zugfestigkeit wie herkömmliches Gusseisen hat.

Ferner zeigt ein Vergleich der Gusseisensorten Nr. 4 und Nr. 5 mit der Gusseisensorte Nr. 1, dass ein Zusatz von einem oder mehreren der Elemente Chrom, Kupfer, Vanadin und Molybdän für die Verbesserung der Zugfestigkeit vor teilhaft ist.

Die Mikrostruktur des Gusseisens Nr. 2 ist in Fig. 2 dargestellt und die Mikrostruktur von herkömmlichem FC10 in Fig. 1. Das Gusseisen Nr. 2 und das herkömmliche FC10-Gusseisen wurden beide bei 1400 °C gegossen.

Auf jeden Fall sind für den Zusatz von Mischmetall oder Mischmetall und einem oder mehreren der Elemente Vanadin, Chrom, Molybdän und Kupfer keine komplizierten, teuren und zeitraubenden Verfahren erforderlich, so dass der Zusatz leicht ausgeführt werden kann.

633 318

1 Blatt

FIG. 1

x100



FIG. 2

x100

