

 EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 Anmeldenummer: **82109487.7**

 Int. Cl.³: **C 22 C 37/04**
C 22 C 33/08

 Anmeldetag: **14.10.82**

 Priorität: **01.12.81 DE 3147461**

 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.06.83 Patentblatt 83/23

 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

 Anmelder: **GOETZE AG**
Bürgermeister-Schmidt-Strasse 17
D-5093 Burscheid 1(DE)

 Erfinder: **Neuhäuser, Hans Jochem, Dr.**
Hufer Weg 13
D-5060 Bergisch-Gladbach 2(DE)

 Erfinder: **Veutgen, Hans-Jürgen**
Akazienweg 3
D-5093 Burscheid(DE)

 **Verschleißfeste Gusseisenlegierung mit sphärolithischer Graphitausscheidung und ihr Herstellungsverfahren.**

 Eine verschleißfeste Gußeisenlegierung mit gleichzeitig hoher Festigkeit für die Herstellung verschleißfester Maschinenteile, wie insbesondere Kleinkolbenringe für Verbrennungskraftmaschinen, mit geringer radialer Wanddicke und ohne Verschleißschuttschicht der Lauffläche besitzt ein Vergütungsgefüge mit mit eingelagerten und durch Zerfall von Ledeburit in sehr feiner Form gebildeten Graphitsphärolithen in einer Zahl von 300.000 bis 900.000/cm² und besteht aus 1,5-3,0 % Kohlenstoff, 3,0-6,0 % Silizium, 0,1-2,0 % Mangan, 0,05-0,5 % Phosphor, bis max. 0,15 % Schwefel, 0,1-1,0 % Chrom, 0-3,5 % Vanadin, 0,1-2,5 % Molybdän, 0,1-3,0 % Nickel und/oder Kobalt, 0,1-3,5 % Kupfer, 0,1-2,5 % Wolfram, 0,1-1,0 % Titan, Niob und/oder Tantal, bis max. 0,15 % Magnesium, bis max. 0,15 % Stickstoff sowie gegebenenfalls bis zu 1,5 % Aluminium, bis zu 1 % Zinn oder Antimon und bis zu 0,5 % Bor, Zirkon und/oder Wismuth, Rest Eisen mit herstellungsbedingten Verunreinigungen. Zur Herstellung wird die Gußeisenschmelze mit nur 0,1-1 % Ferrosilizium mit insgesamt 0,5-2,0 % Magnesium und/oder seltene Erde so geimpft, daß die Schmelze weißerscheinend erstarrt. Die dabei lichtmikroskopisch nicht mehr nachweisbaren entstandenen Graphitausscheidungen bilden beim anschließenden Graphitisierungsglügen, Abschrecken und Anlassen die Keime der sichtbaren und in hoher Zahl vorliegenden sehr feinen Graphitsphärolithen.

- 1 -

Verschleißfeste Gußeisenlegierung mit sphärolithischer Graphitausscheidung und ihr Herstellungsverfahren.

Die Erfindung betrifft eine verschleißfeste Gußeisenlegierung hoher Festigkeit mit sphärolithischer Graphitausscheidung für die Herstellung von auf Verschleiß beanspruchten Maschinenteilen, wie Kolbenringe von Verbrennungskraftmaschinen, und zwar insbesondere von Kleinkolbenringen mit geringer radialer und / oder axialer Wanddicke und ihr Herstellungsverfahren.

Gußeisenlegierungen zur Herstellung mechanisch hoch beanspruchter Maschinenteile, wie Kolbenringe von Verbrennungskraftmaschinen, sind Speziallegierungen, die neben guten Lauf- und Verschleißigenschaften, einem guten elastischen Verhalten zusätzlich auch höhere Festigkeitseigenschaften besitzen sollen. Insbesondere Kleinkolbenringe mit kleinen Durchmessern von beispielsweise bis zu 60 mm haben aufgrund von geringen axialen Wandstärken von meist nur 1 - 2 mm eine geringere absolute Festigkeit, und es kommt bei ihnen häufiger zu Ringbrüchen, auch wenn sie aus sonst für Kolbenringe größerer Durchmesser üblichen Gußeisenlegierungen hergestellt sind. Für solche Kleinkolbenringe müssen daher spezielle Gußeisenlegierungen mit höheren Festigkeitswerten eingesetzt werden.

Nach C. Englisch, Kolbenringe, Band 1, Springer Verlag, Wien, 1958, Seiten 204 und 245, besitzen solche Gußeisenlegierungen bis zu meist je 1,0 % Chrom, Molybdän, Vanadin und Kupfer. Die Kolbenringe werden ledeburitisch weiß erstarrend gegossen, und die gewünschte Graphitausscheidung und das gewünschte Gefüge werden durch anschließendes Glühen, Abschrecken und

Vergüten erhalten. Die beim Graphitisierungsglühen erhaltene Temperkohle fällt dabei in sphärolithischer Form an, und dadurch bedingt wird die Festigkeit der Ringe wesentlich gesteigert. Offensichtlich aber durch die Graphitausscheidung
5 bedingt, sind die Lauf - und Verschleißeigenschaften von Kolbenringen aus diesen Legierungen nicht ausreichend, so daß die Laufflächen der Ringe zusätzlich mit Verschleißschutzschichten versehen werden müssen.

10 Nach der DE - AS 1.172.049 werden derartige Gußeisenlegierungen zusätzlich mit 4,5 bis 5,5 Gewichtsprozent Kupfer legiert. Kupfer liegt dann bei diesen Gehalten in der Form von Einschlüssen vor, die die Rolle von kompakteren Graphitausscheidungen übernehmen. Aus diesen Legierungen gegossene Kolbenringe können daher auch ohne Verschleißschutzschichten eingesetzt werden. Diese Speziallegierungen eignen
15 sich aber nur für Großkolbenringe von Dieselmotoren, und die Festigkeitseigenschaften für Kleinkolbenringe sind nicht ausreichend.

20

Nach der DE - OS 2.428.822 ist eine Gußeisenlegierung für Kolbenringe mit normaler und durch besondere Behandlungsmaßnahmen erzielter Kugelgraphitausscheidung bekannt, die als Legierungselemente außer 1,5 bis 4,5 % Silizium bis
25 3 % Mangan, bis 3,5 % Vanadin und bis 2,5 % Molybdän, auch bis zu 2,5 % Wolfram, bis zu 1 % Titan, bis zu 2 % Kupfer, bis zu 1 % Nickel oder Kobalt und bis zu 2,5 % Niob und / oder Tantal enthalten kann. Diese Legierungen erwiesen sich, insbesondere auch wegen der ausgewogenen Zusammensetzung
30 der Legierungselemente, als ausreichend verschleißfest, der relativ kompakt vorliegende Kugelgraphit wiederum beeinflusste die Festigkeit jedoch derart nachteilig, daß diese

- 3 -

Legierungen zur Herstellung von insbesondere Kleinkolben-
ringen mit geringen axialen Höhen nicht ausreichend bruch-
sicher waren.

- 5 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde,
eine Gußeisenlegierung mit sowohl einer guten Verschleißfe-
stigkeit als auch einer guten Elastizität und einer hohen
Festigkeit zu schaffen, so daß sie für hoch belastete Ma-
schinenteile eingesetzt werden kann. Die Gußeisenlegierung
10 soll vor allem zur Herstellung bruchsischer Kleinkolben-
ringe ohne besonderen Verschleißschutz der Laufflächen und
Flankenflächen verwendet werden können.

- Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Gußeisenlegie-
15 rung gelöst, deren Graphitausscheidungen durch einen Glüh-
prozeß durch Zerfall von Ledeburit in extrem feiner Form
mit hoher Sphärolitzahl (etwa 300.000 bis 900.000 Sphäro-
lithen pro cm² in einer Schliffbildprobe) gebildet sind.
Die Legierung hat die folgende Zusammensetzung:

20

1,5 bis 3,0 % Kohlenstoff

3,0 bis 6,0 % Silizium

0,1 bis 2,0 % Mangan

0,05 bis 0,5 % Phosphor

25

bis max. 0,15 % Schwefel

0,1 bis 1,0 % Chrom

0 bis 3,5 % Vanadin

0,1 bis 2,5 % Molybdän

0,1 bis 2,5 % Nickel und / oder Kobalt

30

0,1 bis 3,5 % Kupfer

0,1 bis 2,5 % Wolfram

0,1 bis 1,0 % Titan, Niob und / oder Tantal

- 4 -

bis max. 0,15 % Magnesium

bis max. 0,15 % Stickstoff

5 Rest Eisen einschließlich herstellungsbedingter Verunreinigungen.

Vor allem zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit kann die Gußeisenlegierung noch bis zu 1,5 % Aluminium und / oder bis zu 1,0 % Zinn und / oder Antimon sowie gegebenenfalls bis zu
10 0,5 % die Elemente Bor, Zirkon und / oder Wismuth enthalten.

Bei der Herstellung verzichtet man bewußt auf eines der zur Kugelgraphitbildung üblicherweise angewendeten Verfahren und impft lediglich die Gußeisenschmelze mit handelsüblichem
15 Ferrosilizium, welches bis zu 0,5 bis 2,0 % Magnesium enthält. Gegebenenfalls ist das Magnesium ganz oder teilweise durch die seltenen Erdmetalle wie Cer, Yttrium, Lanthan, Neodym und / oder Praseodym ersetzt. Es wird mit einer Impfmittelmenge von nur 0,1 bis 1,0 %, geimpft, so daß die
20 Gußeisenlegierung weiß und ledeburitisch erstarrt. Anschliessend erfolgt das Graphitisierungsglühen von bevorzugt 15 Minuten oberhalb 950°C, die Abschreckvergütung auf die gewünschte Härte oberhalb 700°C und das Anlassen oberhalb 300°C.

25 Im Schliffbild erscheint das Gefüge jetzt als Vergütungsgefüge mit hohen Martensitanteilen. Der Graphit ist feinkörnig und sphärolithisch, und die Sphärolithenzahl liegt zwischen 300.000 und 900.000 pro cm². Beim Impfen mit dem geringen
30 magnesiumhaltigen Ferrosilizium scheinen sich beim Erstarren schon sehr feine Graphitsphärolithen gebildet zu haben, die jedoch nicht sichtbar sind, so daß das Gußeisen weiß er-

- 5 -

starrend erscheint. Beim Glühprozeß dienen diese feinen Ausscheidungen als Keime für die in extrem hoher Zahl sich bildenden Sphärolithen. Die Sphärolithenzahl ist somit 5 - 10fach höher als bei normalen kugelgraphitischen Gußeisenlegierungen.

5 Die Phosphorphasen sind nicht netzförmig zusammenhängend, sondern sind punktförmig in der Matrix verteilt.

Aus der erfindungsgemäßen Legierung wurden Kleinkolbenringe mit Außendurchmessern von etwa 60 mm, radialen Wanddicken

10 von 50 mm und axialen Ringhöhen von 1,5 mm gegossen, thermisch behandelt und zu einsatzfähigen Kolbenringen bearbeitet. Die Ringe wurden Motortestläufen ohne vorherige verschleißfeste Laufflächenbeschichtung unterzogen. Sie zeigten sowohl eine gute Verschleißfestigkeit als auch eine

15 gute Festigkeit, und es waren nach dem Laufen keine Ringe durch Ringbruch oder durch Verschleißschäden ausgefallen.

Durch die Erfindung ist somit eine Gußeisenlegierung mit hoher Verschleißfestigkeit als auch hoher Bruchfestigkeit

20 geschaffen worden. In der Legierung sorgt einmal die ausgewogene Zusammensetzung der Legierungselemente für die guten Gleit - und Laufeigenschaften, obwohl der Graphit extrem feinkörnig vorliegt. Die extrem feine Verteilung der Sphärolithen verbessert ihrerseits wiederum die Festigkeits -

25 und Dehnungseigenschaften der Werkstücke.

Obwohl die erfindungsgemäße Legierung bevorzugt zur Herstellung von Kleinkolbenringen mit geringer radialer Wanddicke verwendet werden soll, kann sie genauso für ähnlich beanspruchte und / oder dimensionierte Maschinenteile verwendet

30 werden. Dies können auch Dichtleisten für Kreiskolbenmotoren oder extrem dünnwandige und / oder extrem belastete Mittel -

- 6 -

und Großkolbenringe sein.

Anhand eines Ausführungsbeispiels und der Abbildungen wird die Erfindung näher erläutert:

5

Ausgegangen wird von einer Gußeisenschmelze, die nach dem Impfen mit 0,6 % magnesiumhaltigem Ferrosilizium (47 % Silizium, 5,9 % Calcium, 1,1 % Magnesium, 0,6 % Aluminium, Rest Eisen) die folgende Zusammensetzung zeigte:

10

2,68 % Kohlenstoff

4,48 % Silizium

1,02 % Mangan

0,31 % Phosphor

15

0,041 % Schwefel

0,47 % Chrom

0,25 % Vanadin

0,47 % Molybdän

0,30 % Nickel

20

0,41 % Kupfer

0,17 % Titan

0,11 % Niob

0,006 % Stickstoff

25

Rest Eisen mit herstellungsbedingten Verunreinigungen.

30

Aus der Schmelze wurden 35 Kleinkolbenringe mit einer Rohlingsabmessung von 55,6 mm Außendurchmesser, 48,6 mm radialer Wanddicke und 5,2 mm axialer Ringhöhe unter ledeburitischer Weißerstarrung gegossen. Die Ringe wurden anschließend bei 950°C über 15 Minuten geglüht, aus 1.020°C abgeschreckt und bei 450°C angelassen. Das Schliffbild 1 zeigt in 100facher

- 7 -

Vergrößerung die Graphitausscheidung in sehr feiner sphärolitischer Form mit einer Sphärolithenzahl von etwa 600.000 pro Quadratcentimeter. Schliffbild 2 zeigt das Vergütungsgefüge mit überwiegend martensitischen Anteilen. Die Härte
5 der Ringe liegt bei 109 bis 115 HRB.

Die Ringe wurden dann auf ein Fertigmaß von 52 x 48 x 1,5 mm spanabhebend bearbeitet. Die mittleren Werte sind

10	für das Elastizitätsmodul	185.200 N/mm ²
	für die Biegefestigkeit	1.420 N/mm ²
	für die Bruchaufweitung	38 mm

Anschließend wurden 5 Ringe in einem Versuchsmotor als oberste
15 Ringe des Kolbens über 240 Stunden getestet. Nach dem Probelauf waren weder Ringe gebrochen, noch zeigten die Laufflächen größere Verschleißspuren.

- 1 -

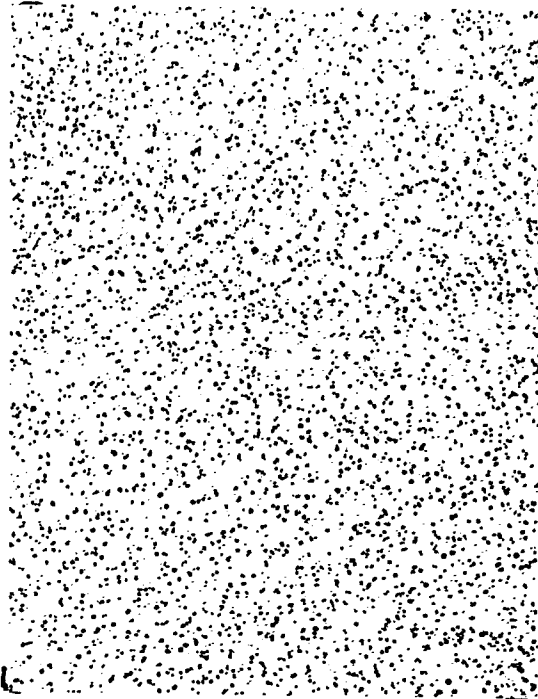
Patentansprüche:

- 1 . Verschleißfeste Gußeisenlegierung hoher Festigkeit mit
sphärolithischer Graphitausscheidung für die Herstel-
5 lung von auf Verschleiß beanspruchten Maschinenteilen,
wie Kolbenringe von Verbrennungskraftmaschinen, und
zwar insbesondere von Kleinkolbenringen mit geringer
radialer und / oder axialer Wanddicke, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Gußeisenlegierung ein Vergütungs-
10 gefüge besitzt, in dem der Graphit durch einen Glüh-
prozeß durch Zerfall von Ledeburit gebildet ist und
in extrem feiner Form mit hoher Sphärolithenzahl von
etwa 300.000 bis 900.000/cm² vorliegt, und daß die
Gußeisenlegierung
15 1,5 bis 3,0 % Kohlenstoff
3,0 bis 6,0 % Silizium
0,1 bis 2,0 % Mangan
0,05 bis 0,5 % Phosphor
20 bis max. 0,15 % Schwefel
0,1 bis 1,0 % Chrom
0 bis 3,5 % Vanadin
0,1 bis 2,5 % Molybdän
0,1 bis 3,0 % Nickel und / oder Kobalt
25 0,1 bis 3,5 % Kupfer
0,1 bis 2,5 % Wolfram
0,1 bis 1,0 % Titan, Niob und / oder Tantal
bis max. 0,15 % Magnesium
bis max. 0,15 % Stickstoff
30
Rest Eisen mit herstellungsbedingten Verunreinigungen ent-
hält.

- 2 -

- 2 . Gußeisenlegierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gußeisenlegierung zusätzlich Aluminium in Mengen von bis zu maximal 1,5 % enthält.
- 5 3 . Gußeisenlegierung nach mindestens einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gußeisenlegierung zusätzlich Zinn und / oder Antimon in einer Gesamtmenge von bis zu maximal 1 % enthält.
- 10 4 . Gußeisenlegierung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gußeisenlegierung zusätzlich die Elemente Bor, Zirkon und / oder Wismuth in einer Gesamtmenge von maximal 0,5 % enthält.
- 15 5 . Verfahren zur Herstellung der Gußstücke aus der Gußeisenlegierung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gußeisenschmelze mit 0,1 bis 1,0 % Ferrosilizium, welches
20 0,5 bis 2,0 % Magnesium enthält, geimpft wird, daß die Gußeisenschmelze ledeburitisch erstarrend gegossen wird, und daß die Gußstücke einem anschließenden Graphitierungsglühen mit nachfolgendem Abschrecken oberhalb 700°C und Anlassen oberhalb 300°C unterzogen
25 wird.
- 30 6 . Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Impfmittel das Magnesium ganz oder teilweise durch mindestens eines der seltenen Erdmetallelemente wie Cer, Yttrium, Lanthan, Neodym und / oder Praseodym ersetzt ist.

4/4



Schliffbild 1



Schliffbild 2