



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer :

**0 018 445**  
**B2**

(12)

## NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der neuen Patentschrift :  
03.01.90

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **C 22 C 37/04, C 21 D 5/00**

(21) Anmeldenummer : **79200725.4**

(22) Anmeldetag : **05.12.79**

(54) Verfahren zur Herstellung von Gussstücken aus Gusseisen mit Kugelgraphit.

(30) Priorität : **13.12.78 DE 2853870**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
12.11.80 Patentblatt 80/23

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **06.06.84 Patentblatt 84/23**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch : **03.01.90 Patentblatt 90/01**

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
**DE FR GB IT NL SE**

(56) Entgegenhaltungen :

**DE-A- 2 334 992**

**DE-B- 1 054 102**

**DE-B- 1 123 353**

**FR-A- 1 591 761**

**FR-B- 89 010**

**FR-B- 1 286 077**

**GB-B- 630 070**

**US-A- 2 458 760**

**"HÜTTE, TASCHENBUCH FÜR EISENHÜTTEN-LEUTE", 1961, S. 700/701**

**Modern Casting, Mai 1978, S. 60-66**

**Giessereitechnik, 1979, Heft 7, S.205-208**

**Leg. Gusseisen, Band 2, 1974, S. 23-24, Giesserei-verlag, Düsseldorf**

**Giesserei 65, Nr. 4, 1978, S. 73-80**

**Technische Mitteilungen 58, Heft 7, 1965, S. 386-392**

**Giesserei Technisch-wissenschaftliche Beihefte, Heft 18, 1957, S. 943-953**

**Giessereirundschau, 33, Heft 2, 1986, Seite 3**

**Giessereitechnik, 20, Heft 5, S. 155-161**

**Giessereipraxis Sonderdruck, Heft 15/16, 1962, Seite 1**

**Mémoires Scientifiques, Revue Métallurgique LXV Nr. 1, 1968**

(73) Patentinhaber : **Mühlberger, Horst Dr.**  
**Scharderhohlweg 18**  
**D-6240 Königstein/Ts. 2 (DE)**

(72) Erfinder : **Mühlberger, Horst Dr.**  
**Staufenstrasse 29**  
**D-6000 Frankfurt (DE)**  
Erfinder : **Prinz, Bruno Dr.**  
**Sudetenstrasse 16**  
**D-6370 Oberursel (DE)**  
Erfinder : **Wunder, Wolf Dr.**  
**Auf der Entenweide 11**  
**D-6370 Oberursel 5 (DE)**  
Erfinder : **Schäfer, Ulrich, Dipl.-Ing.**  
**Gerbersruhstrasse 141 a**  
**D-6908 Wiesloch (DE)**  
Erfinder : **Bognar, Josef, Ing.**  
**Parkring 76**  
**D-6837 St. Leon-Rot (DE)**

(74) Vertreter : **Müller, Gerd et al**  
**Patentanwälte HEMMERICH-MÜLLER-GROSSE-**  
**POLLMEIER-MEY Hammerstrasse 2**  
**D-5900 Siegen 1 (DE)**

**EP 0 018 445 B2**

**Fonderie, Nr. 367, mai 1977, S. 167-169**  
**Giessereitechnik, 19, Heft 3, 1973, S. 79-83**  
**Transactions of American Society for Metals, Band**  
**30, 1942, S. 1255-1277**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Gußstücken aus Gußeisen mit Kugelgraphit mit austenitisch-bainitischem Mischgefüge aus einer Schmelze mit den üblichen Mengen an Silizium, Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel und Magnesium sowie zusätzlichen Mengen an Mangan, Molybdän, gegebenenfalls Kupfer und gegebenenfalls Nickel, bei dem das Gußstück auf Austenitisierungstemperatur erwärmt sowie bis zur Austenitisierung auf dieser Temperatur gehalten und anschließend auf Bainitisierungstemperatur von 350 bis 400 °C abgekühlt und für eine dem gewünschten Bainitanteil entsprechende Zeit auf dieser Temperatur gehalten wird.

Ein Gußeisen mit Kugelgraphit mit austenitisch-bainitischem Grundgefüge ist, abgesehen von den üblichen Anwendungsfällen, auch als Konstruktionswerkstoff für Bereiche geeignet, in denen bisher ausschließlich Vergütungsstähle eingesetzt wurden, wie z. B. Kurbelwellen für Kraftfahrzeugmotoren, Segmentwellen und Kolben für Hydrolenkungen, Zugsattelzapfen für LKW-Sattelkupplungen, Gelenkwellenköpfe für Kraftfahrzeug-Gelenkwellen, Kupplungskörper für Anhängerkupplungen.

Unter den Gußeisen mit Kugelgraphit sind Sorten mit bainitischem Gefüge seit langem als hochfeste und verschleißbeständige Werkstoffe bekannt und im Einsatz. Dabei werden die Gußstücke bei der Herstellung im allgemeinen auf eine Austenitisierungstemperatur von 920 bis 950 °C erhitzt und auf dieser Temperatur zwei bis fünf Stunden gehalten, bis die Matrix einer etwa gleichmäßigen Kohlenstoffgehalt angenommen hat und evtl. nach dem Gießen vorhandener Ledeburit aufgelöst ist. Nach dem Austenitisieren werden die Gußstücke dann so rasch abgekühlt, daß eine vorzeitige Austenit-Umwandlung zu Perlit vor Erreichen der isothermen Bainit-Umwandlungstemperatur vermieden wird. Auf dieser Temperatur wird das Gußstück so lange gehalten, bis die Bainit-Reaktion abgelaufen ist. Danach wird — wie üblich — auf Raumtemperatur abgekühlt (Gießerei 65 (1978) Nr. 4 Seiten 73 bis 80).

Bekannt ist ferner ein Verfahren zur Herstellung von Gußeisen mit Kugelgraphit mit bainitischem Gefüge, bei dem von einem legierten Gußeisen ausgegangen wird und direkt im Zusammenhang mit dem sich an den Gießprozeß anschließenden Abkühlungsvorgang eine Bainit-Reaktion durch auf die Wandstärke des Gußstückes abgestellten Gehalt an Nickel, Molybdän, Kupfer evtl. auch Chrom und Mangan erzeugt wird (DE-A-1 808 515).

Aus der DE-A-2 334 992 ist ferner ein Verfahren der eingangs genannten Gattung bekannt, bei dem eine schwachlegierte Schmelze verwendet wird, die neben den herkömmlichen Mengen an Kohlenstoff, Silizium, Phosphor, Schwefel und Magnesium 0,10 bis 0,26 % Molybdän sowie 0,3 bis 1,4 % Mangan aufweist. Das daraus bestehende Gußstück wird auf eine Austenitisierungstemperatur von 900 °C erwärmt und nach einer Haltezeit von zwei Stunden in einem Bad von 370 °C abgekühlt. Die Haltezeit auf Bainitisierungstemperatur beträgt 10 Minuten bis 4 Stunden. Infolge dieser Maßnahme läßt sich ein austenitisch-bainitisches Gefüge einstellen, das eine Zugfestigkeit von 1 100 N/mm<sup>2</sup>, eine Bruchdehnung von 10 % und eine Härte von 270 bis 300 HB aufweist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

peratur von 900 °C erwärmt und nach einer Haltezeit von zwei Stunden in einem Bad von 370 °C abgekühlt. Die Haltezeit auf Bainitisierungstemperatur beträgt 10 Minuten bis 4 Stunden. Infolge dieser Maßnahme läßt sich ein austenitisch-bainitisches Gefüge einstellen, das eine Zugfestigkeit von 1 100 N/mm<sup>2</sup>, eine Bruchdehnung von 10 % und eine Härte von 270 bis 300 HB aufweist.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung von Gußstücken aus Gußeisen mit Kugelgraphit mit austenitisch-bainitischem Mischgefüge vorzuschlagen, durch das die für die Anwendung günstigen Werkstoffwerte nicht beeinträchtigt oder sogar verbessert werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird vorgeschlagen, daß die Schmelze weniger als 0,3 % Mangan, 0,25 bis 0,8 % Molybdän, gegebenenfalls 0,1 bis 1,5 % Kupfer und gegebenenfalls bis 3 % Nickel enthält und daß das Gußstück auf eine Austenitisierungstemperatur von 800 bis 860 °C gebracht, 10 bis 60 Minuten auf dieser Temperatur gehalten, danach in einer Zeit von weniger als 2 Minuten auf die Bainitisierungstemperatur abgekühlt und 5 bis 60 Minuten auf dieser Temperatur gehalten wird.

Der Aufwand für die Wärmebehandlung ist beim erfindungsgemäßen Verfahren erheblich geringer als bei den bekannten Verfahren, ohne daß dadurch die guten Werkstoffkennwerte der ein austenitisch-bainitisches Gefüge aufweisenden Gußeisen mit Kugelgraphit beeinträchtigt werden.

Mengenangaben für Mangan, Molybdän und Kupfer, mit denen besonders günstige Ergebnisse erreicht werden können, sind den Patentansprüchen 2 bis 4 entnehmbar.

Der Anteil an Silizium kann 2,0 bis 3,0 %, vorzugsweise 2,2 bis 2,6 %, der Anteil an Kohlenstoff 2,5 bis 3,7 %, vorzugsweise 3,0 bis 3,2 %, betragen.

Als vorteilhaft hat sich erwiesen, mit einer Austenitisierungstemperatur von 820 bis 830 °C zu arbeiten.

Es ist zweckmäßig, das Gußstück 10 bis 25 Minuten auf Austenitisierungstemperatur und 20 bis 25 Minuten auf Bainitisierungstemperatur zu halten.

## Patentansprüche

50

55

60

1. Verfahren zur Herstellung von Gußstücken aus Gußeisen mit Kugelgraphit mit austenitisch-bainitischem Mischgefüge aus einer Schmelze mit den üblichen Mengen an Silizium, Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel und Magnesium sowie zusätzlichen Mengen an Mangan, Molybdän, gegebenenfalls Kupfer und gegebenenfalls Nickel, bei dem das Gußstück auf Austenitisierungstemperatur erwärmt sowie bis zur Austenitisierung auf dieser Temperatur gehalten und anschließend auf Bainitisierungstemperatur von 350 bis 400 °C abgekühlt und für eine dem gewünschten Baini-

tanteil entsprechende Zeit auf dieser Temperatur gehalten wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze weniger als 0,3 % Mangan, 0,25 bis 0,8 % Molybdän, gegebenenfalls 0,1 bis 1,5 % Kupfer und gegebenenfalls bis 3 % Nickel enthält und daß das Gußstück auf eine Austenitisierungstemperatur von 800 bis 860 °C gebracht, 10 bis 60 Minuten auf dieser Temperatur gehalten, danach in einer Zeit von weniger als 2 Minuten auf die Bainitisierungstemperatur abgekühlt und 5 bis 60 Minuten auf dieser Temperatur gehalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze 0,01 bis 0,25 % Mangan enthält.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze 0,25 bis 0,4 % Molybdän enthält.

4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze 0,4 bis 0,6 % Kupfer enthält.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze 2,0 bis 3,0 % Silizium enthält.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze 2,2 bis 2,6 % Silizium enthält.

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze 2,5 bis 3,7 % Kohlenstoff enthält.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze 3,0 bis 3,2 % Kohlenstoff enthält.

9. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Austenitisierungstemperatur 820 bis 830 °C beträgt.

10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gußstück 10 bis 25 Minuten auf Austenitisierungstemperatur gehalten wird.

11. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Gußstück 20 bis 25 Minuten auf Bainitisierungstemperatur gehalten wird.

## Claims

1. Method of producing castings from cast iron with spheroidal graphite with a mixed austenitic-bainitic mixed structure from a melt with the usual amounts of silicon, carbon, phosphorus, sulphur and magnesium and also additional amounts of manganese, molybdenum, possibly copper and possibly nickel, in which the casting is heated to austenitisation temperature and is also maintained, until austenitisation, at this temperature and thereafter is cooled to bainitisation temperature of 350 to 400 °C and is held at this temperature for a time corresponding to the required bainite fraction, wherein the melt contains less than 0,3 % manganese, 0,25 to 0,8 % molybdenum, possibly 0,1 to 1,5 % copper and possibly up to 3 % nickel and wherein the casting is brought to an austenitisation temperature of

800 to 860 °C, is maintained for 10 to 60 minutes at this temperature, is thereafter cooled in a time of less than 2 minutes to the bainitisation temperature and is maintained at this temperature for 5 to 60 minutes.

2. Method according to claim 1, wherein the melt contains 0,01 to 0,25 % of manganese.

3. Method according to claim 1 or 2, wherein the melt contains 0,25 to 0,4 % of molybdenum.

4. Method according to at least one of the claims 1 to 3, wherein the melt contains 0,4 to 0,6 % of copper.

5. Method according to at least one of the claims 1 to 4, wherein the melt contains 2,0 to 3,0 % of silicon.

6. Method according to claim 5, wherein the melt contains 2,2 to 2,6 % of silicon.

7. Method according to at least one of claims 1 to 6, wherein the melt contains 2,5 to 3,7 % of carbon.

8. Method according to claim 7, wherein the melt contains 3,0 to 3,2 % of carbon.

9. Method according to at least one of claims 1 to 8, wherein the austenitisation temperature amounts to 820 to 830 °C.

10. Method according to at least one of the claims 1 to 9, wherein the casting is maintained for 10 to 25 minutes at austenitisation temperature.

11. Method according to at least one of the claims 1 to 10, wherein the casting is maintained for 20 to 25 minutes at bainitisation temperature.

## Revendications

1. Procédé de fabrication de pièces moulées en fonte à teneur en graphite sphéroïdal, à structure mixte austénitique-bainitique, à partir d'une fusion ayant les quantités habituelles de silicium, de carbone, de phosphore, de soufre et de magnésium ainsi que des quantités additionnelles de manganèse, de molybdène, éventuellement de cuivre et éventuellement de nickel, suivant lequel la pièce moulée est portée à la température d'austénitisation, est maintenue à cette température jusqu'à l'austénitisation puis est refroidie à la température de bainitisation de 350 à 400 °C et est maintenue à cette température pendant un temps correspondant à la fraction bainitique désirée, caractérisé en ce que la fusion contient moins de 0,3 % de manganèse, 0,25 à 0,8 % de molybdène, éventuellement 0,1 à 1,5 % de cuivre et éventuellement jusqu'à 3 % de nickel, et en ce que la pièce moulée est portée à une température d'austénitisation de 800 à 860 °C, maintenue à cette température pendant 10 à 60 minutes puis, en un espace de temps inférieur à 2 minutes, refroidie à la température de bainitisation et maintenue à cette température pendant 5 à 60 minutes.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fusion contient de 0,01 à 0,25 % de manganèse.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caracté-

térisé en ce que la fusion contient de 0,25 à 0,4 % de molybdène.

4. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la fusion contient de 0,4 à 0,6 % de cuivre.

5. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la fusion contient de 2,0 à 3,0 % de silicium.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la fusion contient de 2,2 à 2,6 % de silicium.

7. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la fusion contient 2,5 à 3,7 % de carbone.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la fusion contient 3,0 à 3,2 % de carbone.

9. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la température d'austénitisation est de 820 à 830 °C.

10. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la pièce moulée est maintenue 10 à 25 minutes à la température d'austénitisation.

11. Procédé selon au moins l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la pièce moulée est maintenue 20 à 25 minutes à la température de bainitisation.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5