

(19)



(11)

EP 2 386 660 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.11.2011 Patentblatt 2011/46

(51) Int Cl.:
C21D 5/00 (2006.01) **C21D 9/00** (2006.01)
C22C 37/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11165452.1**

(22) Anmeldetag: **10.05.2011**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **10.05.2010 DE 202010006651 U**

(71) Anmelder: **SHW Casting Technologies GmbH**
73433 Aalen (DE)

(72) Erfinder:
• **Severing, Ulrich**
73467 Kirchheim (DE)
• **Eppli, Bernd**
89551 Königsbrunn (DE)
• **Krodel-Teuchert, Lutz**
07774 Camburg (DE)

(74) Vertreter: **Schwabe - Sandmair - Marx**
Patentanwälte
Stuntzstraße 16
81677 München (DE)

(54) **Gusskörper**

(57) Gusskörpers, nämlich ein Werkzeug zum Ur- oder Umformen eines Werkstücks oder ein Übertragungsglied (10) zur Übertragung von Kraft oder Drehmoment auf ein das Werkstück beim Ur- oder Umformen kontaktierendes Werkzeug (12), wobei der Gusskörper
a) aus einer Eisenbasislegierung gegossen ist,
b) die eine innere Zone (5) des Gusskörpers (1; 10) aus grauem Gusseisen (GJS, GJV) und

c) um die innere Zone (5) eine den äußeren Umfang des Gusskörpers (1) enthaltende Umfangsrandzone (6)
d) mit einer Oberflächenhärte größer als 400 HV bildet,
e) wobei die Umfangsrandzone (6) aus fein- oder feinststreifigem Perlit (P) mit eingelagertem freien Graphit, vorzugsweise Kugelgraphit (SG) oder Vermikulargraphit (V), oder aus einem Zwischenstufengefüge (ADI) mit Kugelgraphit oder Vermikulargraphit besteht.

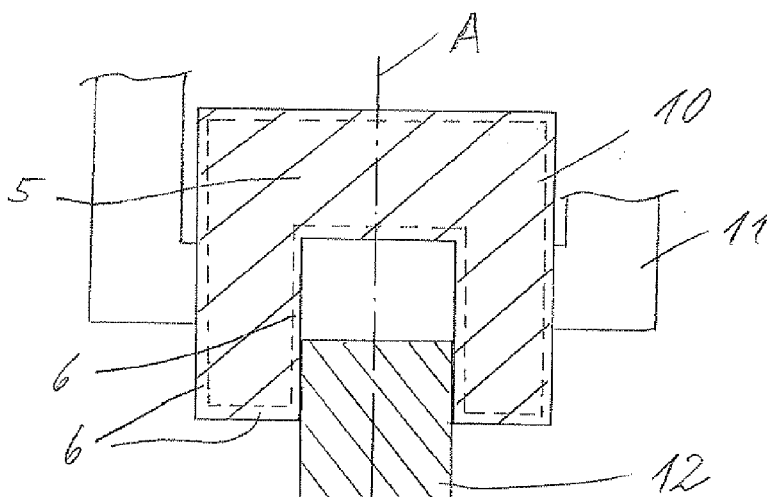


Fig. 9

EP 2 386 660 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Gusskörper. Der Gusskörper kann insbesondere ein Walzenkörper für eine Walze zur Behandlung eines Materials, vorzugsweise eine thermische oder mechanische Behandlung eines Bahnmaterials, oder ein Werkzeug zum Ur- oder Umformen eines Werkstücks oder ein Übertragungsglied zur Übertragung von Kraft oder Drehmoment auf ein das Werkstück beim Ur- oder Umformen kontaktierendes Werkzeug, vorzugsweise ein Kolben oder Stößel, sein. Der Walzenkörper kann bereits Bestandteil einer Walze sein, die an den axialen Enden des Walzenkörpers Zapfenflansche für ihre Drehlagerung aufweist. Das Werkzeug oder Übertragungsglied kann Bestandteil einer Presse zum Umformen oder Urformen des Werkstücks oder eines Schmiedewerkzeugs sein. Die Erfindung betrifft den Walzenkörper oder das Werkzeug oder Übertragungsglied aber auch als solchen oder solches, vor einem Zusammenbau mit weiteren Komponenten.

[0002] In der Papierherstellung, einer bevorzugten Anwendung erfindungsgemäßer Walzenkörper, werden Walzen von mehreren Metern Länge und mehr als einem Meter Durchmesser verwendet, um aus Celluloseschlamm mittels thermischer und mechanischer Behandlung die fertige Papierbahn herzustellen. Zum Einsatz kommen Walzen aus Hartguss, insbesondere Schalenhartguss, oder Schmiedestahl. Die Walzenkörper aus Hartguss werden im Kokillengussverfahren hergestellt, zumeist stehend im statischen Kokillenguss. Durch die Ringkokillen wird erreicht, dass sich in der äußeren Umfangsrandzone, der Schale, ein karbidisches, weißes Gusseisen einstellt. Die Umfangsrandzone beziehungsweise Schale erstarrt metastabil, weiß, der Kohlenstoff ist dort in Form von Karbiden gebunden. Im Kern kommt es zu einer stabilen Erstarrung, die Schmelze erstarrt dort grau, der Kohlenstoff liegt als freier Graphit in der Eisen-Matrix vor. Die erforderliche Härte am äußeren Umfang des Walzenkörpers, die Oberflächenhärte, wird von dem Werkstoff der Schale, dem weißen Gusseisen gewährleistet. Über die Kokille und die Legierungselemente der Eisenbasis-Schmelze wird die Härte an der Oberfläche und im oberflächennahen Tiefenbereich eingestellt. Nachteilig wirken sich beim Schalenhartguss die Schlagsprödigkeit, eine Empfindlichkeit gegenüber plötzlichen Temperaturänderungen und ein aufgrund der im Weißeisen enthaltenen Karbide ungleichmäßiger Verschleiß am äußeren Walzenumfang aus.

[0003] Die EP 0 505 343 A1 schlägt zur Überwindung der genannten Nachteile vor, dass der Walzenkörper aus einer Eisenbasislegierung gegossen wird, sodass eine perlitische oder ferritisch-perlitische Mikrostruktur entsteht, die wenigstens zu 60% perlitisch ist. Die Eisenbasislegierung enthält 3.0 - 3.8% C, 1.5 - 3.0% Si und 0.5 - 0.9% Mn. Für P und S werden Höchstmengen angegeben. Als weitere Legierungselemente werden Cr, Ni, Cu, Mg, Mo, Sn oder Al verwendet. Der Walzengusskörper wird oberflächengehärtet, genannt werden Induktions- und Flammhärten, und nach der martensitischen Umwandlung angelassen, sodass der Walzenkörper in seiner Umfangsrandzone eine Anlassmartensitstruktur erhält. Mit dem martensitischen Gefüge der Umfangsrandzone geht eine beachtliche Rissgefahr einher.

[0004] Mit der Eingangs genannten Alternative, Walzenkörper aus Schmiedestahl, können die genannten Materialprobleme gelöst werden. Oberflächenhärte und Einhärttiefe werden am Walzenkörper durch nachträgliche thermische Oberflächenbehandlung eingestellt. Die Herstellung erfolgt allerdings aus einem Schmiedeblock, dessen Gewicht von der Größe des Walzenkörpers abhängt. Walzenkörper, wie die Erfindung sie betrifft, wiegen viele Tonnen, große Walzenkörper haben beispielsweise ein Gewicht von etwa 50t oder auch mehr. Für derartige Walzenkörper kann das Gewicht des Schmiedblocks bis zu 200t betragen. Ein Hohlschmieden ist in diesem Gewichtsbereich nur mit sehr hohem Aufwand möglich. Zusätzlich werden hohe Anforderungen an die innere Güte des Schmiedestahls hinsichtlich Fehlstellen, Einschlüssen und dergleichen gestellt. Das Ausbringen ist daher sehr gering.

[0005] Die Verhältnisse bei Werkzeugen und Kraft- oder Drehmoment übertragenden Übertragungsgliedern von Ur- oder Umformvorrichtungen, insbesondere zum Formen metallischer Werkstücke, sind vergleichbar. Bei solchen Werkzeugen und Übertragungsgliedern kann es sich etwa um Stempel, Matrizen, Kolben und Stößel von Pressen und Schmiedevorrichtungen handeln.

[0006] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Gusskörper, wie insbesondere einen Walzenkörper, ein Ur- oder Umformwerkzeug oder ein Übertragungsglied für eine Ur- oder Umformvorrichtung, mit gegenüber Schalenhartguss verbesserten mechanischen Eigenschaften zu günstigem Preis bereitzustellen. Der Walzenkörper soll die bekannten Walzenkörper aus Schalenhartguss ersetzen können, insbesondere die geforderte Härte an der Oberfläche und auch im oberflächennahen Tiefenbereich, allerdings nicht die in der Anwendung nachteilige Ungleichmäßigkeit im Verschleiß und Schlagsprödigkeit aufweisen. Die mit einer Martensitschale einhergehende Rissgefahr soll ebenfalls vermieden werden. Für das Ur- oder Umformwerkzeug oder Übertragungsglied für eine Ur- oder Umformvorrichtung gilt sinngemäß das Gleiche.

[0007] Die Erfindung geht von einem Gusskörper aus, der aus einer einzigen Eisenbasislegierung gegossen ist. Die Eisenbasislegierung bildet im Gusskörper eine innere Zone, in einem Walzenkörper eine radial innere Zone des Walzenkörpers, aus grauem Gusseisen, vorzugsweise Sphäroguss, und die innere Zone umschließend eine den äußeren Umfang des Gusskörpers enthaltende Umfangsrandzone, die am äußeren Umfang eine Oberflächenhärte größer als 400HV aufweist, wie dies auch für den bislang überwiegend zur Anwendung gelangenden Schalenhartguss der Fall ist. Der Gusskörper kann im Querschnitt gesehen aus vollem Material bestehen, so dass die innere Zone aus grauem Gusseisen einen zentralen Kern des Gusskörpers bildet. Der Gusskörper kann stattdessen auch ein hohler Mantel sein,

so dass die innere Zone eine Ringzone ist. Die innere Zone und die Umfangsrandzone werden in einem Stück gegossen, die Verwendung der beiden Begriffe soll auf die Unterschiedlichkeit der in den beiden Zonen vorliegenden Mikrogefüge, im folgenden einfach Gefüge, hindeuten.

[0008] Nach der Erfindung besteht die Umfangsrandzone entweder aus feinstreifigem oder feinststreifigem Perlit mit Vermikulargraphit oder vorzugsweise Kugelgraphit oder aus einem Zwischenstufengefüge, vorzugsweise ADI mit Kugel- oder Vermikulargraphit. Den feinstreifigen Perlit bezeichnet man auch als Sorbit und den feinststreifigen als Troostit. Die Erfindung vereint die Vorteile von Gusskörpern mit denen der Werkstücke aus Schmiedestahl und vermeidet die mit einer Martensitschale einhergehende Rissgefahr. Der Gusskörper kann über seine gesamte Abmessung in einem Guss und somit im Vergleich zu einem Schmiedestahlkörper deutlich preiswerter hergestellt werden. Die aus grauem Gusseisen bestehende innere Zone lässt sich gut bearbeiten, beispielsweise spanend. So können in der inneren Zone oberflächennah periphere Bohrungen für die Durchleitung eines Thermalfluids geschaffen werden. Das Härteprofil der Umfangsrandzone, das heißt der über dem Abstand zur äußeren Oberfläche aufgetragene Verlauf der Härte, entspricht zumindest dem Härteprofil konventioneller Walzen oder der Ur- oder Umformung dienender Werkzeuge bzw. Übertragungsglieder und kann durch den Wärmebehandlungsprozess gesteuert werden. Die mechanische Festigkeit ist im Vergleich zum Schalenhartguss jedoch deutlich verbessert, was sich in höheren Werten für die 0.2% - Dehngrenze, die Zugfestigkeit und die Bruchdehnung ausdrückt. Gegenüber einem Anlassmartensitgefüge ist die Bruchdehnung vorteilhafterweise erhöht, insbesondere ist die Rissgefahr deutlich verringert.

[0009] In bevorzugten Ausführungen, in denen der freie Graphit der Umfangsrandzone zumindest im Wesentlichen als Kugelgraphit vorliegt, haben die Graphitkugeln, die den Kugelgraphit in der erstarrten Umfangsrandzone bilden, maximal eine Größe, die einer Richtzahl von wenigstens 5 (0.06 - 0.12 mm) nach EN ISO 945 entspricht. Die Ausscheidung des Graphits in Form nur solch kleiner Graphitkugeln ist ebenfalls vorteilhaft für die mechanische Festigkeit und wird im Gießprozess durch Einstellung der Abkühlgeschwindigkeit der Schmelze erzielt. Die Schmelze wird hierfür von Außen, vom äußeren Umfang her, gekühlt, wobei die Abkühlgeschwindigkeit einerseits so klein ist, dass sich in der Umfangsrandzone bis zum äußeren Umfang oder bis praktisch zum äußeren Umfang ein Sphärogussgefüge einstellt, andererseits aber doch so groß ist, dass die Graphitkugeln der Umfangsrandzone kleiner sind als beim herkömmlichen Sphäroguss, beispielsweise beim Gießen in eine Sandform. Besonders vorteilhaft ist es, wenn in dem durch den Guss in der Umfangsrandzone erhaltenen Grundgefüge der Kugelgraphit nahezu nur, vorzugsweise nur Graphitkugeln mit einer maximalen Größe aufweist, die einer Richtzahl von wenigstens 6 (0.03 - 0.06 mm), noch besser wenigstens 7 (0.015 - 0.03 mm) nach EN ISO 945 aufweist. Die Graphitkugeln des bevorzugt auch in der inneren Zone vorliegenden Sphärogussgefüges können demgegenüber größer sein. In den erläuterten bevorzugten Ausführungen beträgt der Anteil des Kugelgraphits am freien Graphit der erstarrten Umfangsrandzone wenigstens 80%, bevorzugt wenigstens 90%, und von den Graphitkugeln des Kugelgraphits der Umfangsrandzone entsprechen wenigstens 90%, vorzugsweise wenigstens 95%, den vorstehenden Vorgaben für die Größe der Graphitkugeln. Bei der genannten Norm handelt es sich um die zur Zeit gültige EN ISO 945:1994. Soweit der freie Graphit in Vermikularform ausgeschieden ist, gelten für die Vermikular-Graphitteilchen die genannten Angaben zur Größe und den prozentualen Anteilen ebenfalls. Demgemäß weisen die Vermikular-Graphitteilchen, soweit vorhanden, in bevorzugten Ausführungen eine maximale Größe auf, in diesem Fall die Länge, von 0.12 mm, bevorzugt höchstens 0.06 mm und noch bevorzugt höchstens 0.03 mm. Von den insgesamt vorhandenen Vermikular-Graphitteilchen fallen wenigstens 90%, vorzugsweise wenigstens 95%, in diesen Größenbereich.

[0010] Soweit das Gefüge der Umfangsrandzone überhaupt Karbide aufweist, liegt deren Anteil unter 5%, bevorzugt macht der Karbidanteil höchstens 3% aus. Anteilsangaben in % werden stets als Masse-%, d.h. als %-Anteil an der jeweiligen Gesamtmasse verstanden. In Bezug auf einen etwaigen Karbidanteil bedeutet dies, dass dieser von der Masse der Umfangsrandzone im Ganzen, einschließlich des Karbidanteils, weniger als 5 Massen-% ausmacht, bevorzugt höchstens 3 Massen-% beträgt. Zum Vergleich: Ein weißes Gusseisen hat typischerweise einen Karbidanteil von 15% und mehr. Auch aufgrund des deutlich verringerten Karbidanteils und der deshalb verringerten Mikroerbwirkung weist der Werkstoff der Umfangsrandzone des erfindungsgemäßen Gusskörpers im Vergleich zum weißen Gusseisen deutlich verbesserte Festigkeitswerte auf.

[0011] Der Gusskörper mit der erfindungsgemäßen Struktur - innere Zone in Grauguss, bevorzugt in Sphäroguss, und Umfangsrandzone in fein- oder feinststreifigem Perlit oder als Zwischenstufengefüge, jeweils mit Vermikular- oder bevorzugt Kugelgraphit - kann Bestandteil einer Walze für die Materialbehandlung sein, entweder einer Walze noch außerhalb einer Maschine oder einer bereits in einer Maschine, beispielsweise Papiermaschine, eingebauten Walze. Die Walze weist dementsprechend den Walzenkörper und an den beiden axialen Enden des Walzenkörpers jeweils einen Zapfenflansche für ihre Drehlagerung, optional die Einleitung eines Drehmoments oder die Zu- oder Abführung eines Thermalfluids auf. Das Wort "oder" wird im üblichen logischen Sinne und somit als ein "inclusive oder" verstanden, umfasst also sowohl die Bedeutung von "entweder...oder" als auch die Bedeutung von "und", soweit sich aus dem jeweils konkreten Zusammenhang nicht ausschließlich nur eine eingeschränkte Bedeutung erschließt. Bezogen auf die Zapfenflansche einer Walze bedeutet dies beispielsweise, dass die Zapfenflansche entweder nur der Drehlagerung oder der Drehlagerung und zusätzlich nur der Einleitung des Drehmoments oder in einer weiteren Alternative der Drehlagerung

und der Zu- oder Abführung eines Thermalfluids dienen können. Des Weiteren kann beispielsweise einer der Zapfenflansche alle vier Funktionen in Kombination erfüllen, d.h. der Drehlagerung und Einleitung eines Drehmoments, sowie der Zu- und Abführung eines Thermalfluids dienen. Die Erfindung betrifft auch einen Walzenkörper als solchen, der erst für den Zusammenbau mit weiteren Komponenten solch einer Walze vorgesehen ist, beispielsweise den genannten Zapfenflanschen.

[0012] Die Walze beziehungsweise der Walzenkörper kann insbesondere für die thermische oder mechanische Behandlung eines Bahnmaterials, vorzugsweise in der Papierherstellung, verwendet werden, beispielsweise als Glätt- oder Kalandervalze. In der Behandlung von Bahnmaterial kann die Walze beziehungsweise der Walzenkörper auch als Prägewalze verwendet werden, um Bahnmaterial mit einer Gravur zu versehen, beispielsweise ein non-woven Bahnmaterial. Eine weitere bevorzugte Anwendung ist die Materialzerkleinerung. So kann die Walze beziehungsweise der Walzenkörper zum Quetschen beispielsweise von Hopfen oder anderen Früchten verwendet werden, im Beispielfall als Quetschwalze beziehungsweise Quetschwalzenkörper.

[0013] Anstelle einer Walze kann der Gusskörper aber auch ein Werkzeug für eine oder in einer Vorrichtung zum Urformen oder Umformen von Werkstücken sein, insbesondere metallischer Werkstücke. Der Gusskörper kann beispielsweise einen Stempel oder eine Matrize zum plastischen Formen bilden. Besonders vorteilhaft kann er ein Übertragungsglied zur Übertragung von Kraft oder Drehmoment auf ein bei der Formung unmittelbar auf den Werkstoff wirkendes Werkzeug bilden. Kolben und Stößel von oder für Ur- oder Umformvorrichtungen sind bevorzugte Beispiele. Pressen und Schmiedewerkzeuge, insbesondere mit hydraulischer Kraft- oder Drehmomentübertragung, sind bevorzugte Beispiele von Ur- und Umformvorrichtungen, in denen ein erfindungsgemäßer Gusskörper zum Einsatz gelangen kann.

[0014] Der erfindungsgemäße Gusskörper ist zumindest insoweit fertig als er keiner thermischen Behandlung mehr unterworfen werden muss und vorzugsweise auch nicht mehr unterworfen wird, die gezielt der Einstellung des Mikrogefüges dient. Eine etwaige Nachbehandlung, beispielsweise ein Schleifen oder Polieren, optional eine spanende Bearbeitung oder beispielsweise auch ein mechanisches Trainieren und grundsätzlich auch thermische Behandlungen, die insbesondere das für die Umfangsrandzone beanspruchte Gefüge nicht in solch einem Ausmaß ändern, dass es nicht mehr der beanspruchten Erfindung entspricht, sind hiervon allerdings ausgenommen.

[0015] Ein Verfahren zur Herstellung des Gusskörpers umfasst zumindest die folgenden Schritte: der Gusskörper wird aus einer Schmelze einer Eisenbasislegierung gegossen, so dass die Schmelze sowohl in der inneren Zone des Gusskörpers als auch in der sich außen anschließenden und bis zum äußeren Umfang reichenden Umfangsrandzone stabil als Gusseisen und zumindest in der Umfangsrandzone, bevorzugt aber auch in der inneren Zone in einem Sphärogussgefüge oder einem Gussgefüge mit Vermikulargraphit erstarrt. Die Matrix des Gusseisens ist perlitisch/ferritisch, wobei der Anteil des Perlits größer als 90% und der des Ferrits kleiner als 10% sein sollte. Bevorzugt ist der Anteil des Perlits der Gusseisenmatrix größer als 95% und der des Ferrits kleiner als 5%. Ein etwaiger Karbidanteil ist in der Umfangsrandzone kleiner als 5%, vorzugsweise kleiner oder höchstens gleich 3%. Der mit diesem Gussgefüge erhaltene Gusskörper wird mittels einer thermischen Oberflächenbehandlung am äußeren Umfang, d.h. an der Umfangsoberfläche, und in der Umfangsrandzone gehärtet.

[0016] Nach der Erfindung wird die thermische Oberflächenbehandlung so durchgeführt, dass der die Umfangsrandzone bildende Gusswerkstoff, Gusseisen mit Vermikulargraphit oder Kugelgraphit, wobei Kugelgraphit bevorzugt wird, in fein- oder feinststreifigen Perlit mit Vermikular- oder Kugelgraphit oder in ein Zwischenstufengefüge mit Kugelgraphit oder Vermikulargraphit umgewandelt wird. Genauer gesagt wird die Gusseisenmatrix in den genannten Perlit oder das Zwischenstufengefüge umgewandelt, und der bereits durch den Guss als stabile Phase ausgeschiedene freie Graphit bleibt erhalten. Die Schmelze wird ferner nicht in Sand gegossen, sondern gegen Kokille, um die Abkühlgeschwindigkeit kontrollieren zu können. Der Kokillenguss kann statisch oder stattdessen auch dynamisch, also als Schleudergussverfahren, durchgeführt werden. Der Gusskörper wird zweckmäßigerweise stehend, also mit einer Hauptachse in vertikaler Ausrichtung, gegossen. Der Guss gegen Kokille erlaubt eine präzisere Einstellung der Abkühlgeschwindigkeit insbesondere über die Wahl der radial zur Hauptachse des Gusskörpers gemessenen Dicke der Kokille, der spezifischen oder der absoluten Wärmekapazität, der thermischen Leitfähigkeit oder der Masse der Kokille oder einer geeigneten Kombination solcher Einstellparameter seitens der Kokille. Im Vergleich mit dem konventionellen Schalenhartguss, der üblicherweise ebenfalls im Kokillengussverfahren erfolgt, allerdings mit weiß erstarrender Umfangsrandzone, kann die Abkühlgeschwindigkeit beispielsweise mittels einer einzigen oder bevorzugt einer Kombination von mehreren der folgenden Maßnahmen gesteuert werden: geringere Kokilledicke, Verwendung einer Kokille aus einem Werkstoff geringerer Wärmekapazität, Verwendung einer Kokille geringerer thermischer Leitfähigkeit, geringere Kokillenmasse, jeweils im Vergleich mit einer Kokille zum Gießen eines Gusskörpers gleicher Geometrie und gleichem Material im konventionellen Schalenhartguss.

[0017] In bevorzugten Ausführungen wird die Abkühlgeschwindigkeit durch Kühlung an der Kokille nicht nur so klein eingestellt, dass die Schmelze auch in der Umfangsrandzone stabil erstarrt, sondern andererseits so groß, dass wie vorstehend für den bevorzugten Kugelgraphit erläutert der Kugelgraphit in der Umfangsrandzone in Graphitkugeln ausgeschieden wird mit einer maximalen Größe entsprechend der Richtzahl 5, vorzugsweise einer maximalen Größe der

Richtzahl 6, nach EN ISO 945. Besonders bevorzugt liegen die Graphitkugeln im Größenbereich zwischen 7 und 8 nach EN ISO 945, also bei der Richtzahl 7/8 vor. Solch eine feine Graphitausscheidung wirkt sich positiv auf die mechanische Festigkeit aus. Die Feinausscheidung des Graphits erhöht auch die Regelmäßigkeit der umgebenden Gusseisenmatrix, was wiederum für die Umwandlung dieses nach dem Guss vorliegenden Grundgefüges in fein- oder feinststreifigen Perlit oder in ein Zwischenstufengefüge von Vorteil ist.

[0018] Durch die thermische Oberflächenbehandlung wird der Gusskörper bis in eine Tiefe von vorteilhafterweise wenigstens 3mm, bevorzugt wenigstens 5 mm gehärtet, indem die Gusseisenmatrix bis wenigstens in dieser Einhärttiefe in den fein- oder feinststreifigen Perlit oder das Zwischenstufengefüge umgewandelt wird. Für die Größenklasse von Gusskörpern, auf die es die Erfindung in erster Linie abzielt, ist eine Einhärttiefe von 7 mm optimal. Eine Einhärttiefe über 10 mm soll zwar nicht ausgeschlossen werden, große Einhärttiefen erzeugen jedoch bei Temperaturwechsel Materialspannungen verbunden mit der Gefahr, dass die gehärtete Schicht, die Umfangsrandzone, abplatzt. Als Verfahren der thermischen Oberflächenbehandlung kommen insbesondere Flammhärten und Induktionshärten in Frage, wobei Induktionshärten der Vorzug gegeben wird, da Flammhärten auf den unteren Bereich der Einhärttiefe, im Allgemeinen noch unterhalb 3mm, begrenzt ist. Flammhärten kommt daher in erster Linie für Gusskörper mit kleinen Durchmessern von bis zu 600 mm in Betracht, wobei allerdings dem Induktionshärten auch hier der Vorzug gegeben wird. Die Umfangsrandzone wird in Abhängigkeit von der gewünschten Oberflächenhärte und Einhärttiefe kurzzeitig in den austenitischen Bereich, vorzugsweise auf wenigstens 880°C und besonders bevorzugt auf etwa 950°C erwärmt. Das erwärmte Material wird durch eine Oberflächenkühlung, vorzugsweise mittels einer Wasserabschreckung, in kurzer Zeit auf unter 100°C, vorzugsweise unter 50°C, abgekühlt, so dass die isotherme Umwandlung in den fein- oder feinststreifigen Perlit stattfindet. Soll das Gusseisen der Umfangsrandzone in ein Zwischenstufengefüge umgewandelt werden, wird eine höhere Abkühlgeschwindigkeit eingestellt, die aber immer noch nicht so groß ist, dass nennenswert eine martensitische Umwandlung stattfindet. Martensit wird wegen der damit verbundenen Rissgefahr im Idealfall gänzlich vermieden. Das Gusseisen der Umfangsrandzone weist in bevorzugten Ausführungen daher eine Martensitstarttemperatur M_s auf, die unter den vorstehend angegebenen Werten, d.h. unter 100°C, vorzugsweise unter 50°C, liegt. Besonders bevorzugt weist der Werkstoff der Umfangsrandzone eine Martensitstarttemperatur M_s auf, die unterhalb Raumtemperatur, d.h. unterhalb 20°C liegt.

[0019] Der oberflächengehärtete Gusskörper wird vorteilhafterweise angelassen, um Spannungen abzubauen. Die Anlasstemperatur liegt über der Temperatur, die der Gusskörper im späteren Betrieb höchstens erreicht, vorteilhafterweise über 300°C, bevorzugt wird eine Anlasstemperatur aus dem Bereich von 300 bis 350 °C. Auch nach solch einem Anlassen weist der Gusskörper in der Umfangsrandzone das fein- oder feinststreifig perlitische Gefüge mit Kugel- oder Vermikulargraphit oder das Zwischenstufengefüge mit Kugel- oder Vermikulargraphit auf.

[0020] Die Eisenbasislegierung hat einen Kohlenstoffgehalt von vorzugsweise wenigstens 3%, vorzugsweise höchstens 4%. Der Siliziumgehalt beträgt vorzugsweise wenigstens 1.7 und vorzugsweise höchstens 2.4%, wobei auch dies wie stets Masse-% sind. Der Sättigungsgrad Sc der Legierung liegt vorzugsweise im Bereich von 0.97 bis 1.03, bevorzugt ist er geringfügig kleiner als 1.0, so dass die Schmelze leicht untereutektisch ist. Ein bevorzugter Legierungspartner ist Kupfer, als Perlitbildner, und mit einem Anteil von vorzugsweise wenigstens 0.5 und bevorzugt höchstens 1.3%. Ein besonders bevorzugter Legierungspartner ist auch Nickel, das in einem Anteil von vorzugsweise über 0.3%, noch bevorzugter über 0.5%, und vorzugsweise höchstens 1.5% zulegiert ist. Nickel erhöht die Zähigkeit und macht den Werkstoff korrosionsträger. Von besonderem Wert ist Nickel allerdings zur Verhinderung einer Martensitumwandlung beim Härten. Enthält die Eisenbasislegierung sowohl Silizium als auch Nickel, ist es vorteilhaft, wenn der Siliziumgehalt mit steigendem Nickelgehalt und der Nickelgehalt mit steigendem Siliziumgehalt abnehmen. Bevorzugt wird ein Siliziumanteil aus der unteren Hälfte des für Silizium angegebenen Bereichs und ein Nickelanteil aus dem mittleren Teil des für Nickel angegebenen Bereichs. Eine besonders bevorzugte Eisenlegierung enthält als Legierungspartner sowohl Ni als auch Cu mit bevorzugt wenigstens den hierfür jeweils angegebenen Mindestanteilen. Optionale Legierungspartner sind auch Mangan und Zinn, Mangan vorzugsweise aus dem Bereich von 0.3 bis 0.45%, Zinn bevorzugt aus dem Bereich von 0.005 bis 0.015%. Gegenüber den vorstehend genannten anderen Legierungselementen tritt die Bedeutung von Mangan und Zinn aber zurück. Eine bevorzugte Eisenbasislegierung enthält dementsprechend C, Si, Ni und Cu innerhalb der bevorzugten Anteilsgrenzen, gegebenenfalls Mn und Sn, sowie unvermeidbare Restanteile P und S sowie den Rest Fe. Etwaige Anteile von Phosphor und Schwefel liegen vorteilhafterweise jeweils deutlich unter 0.1%, bevorzugter noch deutlich unter 0.05%.

[0021] Vorteilhafte Merkmale werden ferner in den Unteransprüchen und deren Kombinationen offenbart.

[0022] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren erläutert. An den Ausführungsbeispielen offenbar werdende Merkmale bilden je einzeln und in jeder Merkmalskombination die Gegenstände der Ansprüche und auch die vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

- Figur 1 eine Walze mit einem erfindungsgemäßen Walzenkörper;
- Figur 2 den Querschnitt A-A der Figur 1;
- Figur 3 Details zum Mikrogefüge des Walzenkörpers;

- Figur 4 den Walzenkörper während einer thermischen Oberflächenbehandlung;
 Figur 5 ein Schliiffbild des Grundgefüges des Walzenkörpers;
 Figur 6 ein Schliiffbild des Gefüges einer mittels der thermischen Oberflächenbehandlung gehärteten Umfangsrandzone des Walzenkörpers;
 5 Figur 7 den Mikrohärteverlauf in der gehärteten Umfangsrandzone;
 Figur 8 eine Presse mit einem erfindungsgemäßen Kolben; und
 Figur 9 einen erfindungsgemäßen Kolben einer modifizierten Form.

10 **[0023]** Figur 1 zeigt eine Walze für die Behandlung eines Bahnmaterials, beispielsweise eine Kalandervalze, mit einem erfindungsgemäßen Gusskörper 1, nämlich einem Walzenkörper, und zwei Flanschzapfen 2 und 3, von denen der eine an der linken und der andere an der rechten Stirnseite des Gusskörpers 1 montiert ist. Die Walze ist im Bereich der Zapfenflansche 2 und 3 um eine Drehachse R drehbar gelagert oder für die Drehlagerung vorgesehen. Für die thermische Behandlung des Bahnmaterials ist im Gusskörper 1 über einen der Zapfenflansche 2 und 3 ein Thermalfluid zuführbar, das über den anderen oder vorzugsweise den gleichen Zapfenflansch 2 oder 3 wieder abgeleitet werden
 15 kann. Den Gusskörper 1 durchziehen von einem axialen Ende zum anderen durchgehende, nahe des äußeren Umfangs des Gusskörpers 1 gelegene, periphere Temperierkanäle 4, die bei der thermischen Behandlung des Materials von dem Thermalfluid durchströmt werden.

[0024] Figur 2 zeigt den Gusskörper 1 im Querschnitt A-A. Im Gusskörper 1 ist axial durchgehend ein zentraler Hohlraum geformt. Der Gusskörper 1 wird im Kokillenguss, beispielsweise im statischen Kokillenguss, stehend aus einer Schmelze einer Eisenbasislegierung gegossen. Der zentrale Hohlraum wird gleich bei dieser Umformung geformt oder nachträglich eingearbeitet. Als Eisenbasislegierung wird eine Gusseisenlegierung verwendet. Die Abkühlung, die die Schmelze in erster Linie an der Kokille erfährt, wird so gesteuert, dass die Schmelze über die gesamte axiale Länge des Gusskörpers 1 von radial innen bis radial außen zum äußeren Umfang oder nahezu bis zum äußeren Umfang stabil
 25 in einem Sphärogussgefüge erstarrt, d.h. in Form eines Gusseisens mit Kugelgraphit. Die Steuerung der Abkühlung wird durch angepasste Auslegung der Kokille vorgenommen. Die Abkühlgeschwindigkeit kann insbesondere über die radiale Dicke der Kokille, die Wärmekapazität der Kokille, die thermische Leitfähigkeit des Kokillenmaterials oder die Gesamtmasse der Kokille eingestellt werden. Zur Einstellung kann die Kokille nur in Bezug auf einen einzigen der genannten Parameter oder eine Kombination von zwei, drei oder allen vier genannten Parametern durch entsprechende Werkstoffauswahl und Dimensionierung ausgelegt werden.

30 **[0025]** Der Erstarrungsprozess wird so gesteuert, dass die Schmelze nicht nur in einer die Rotationsachse R umgebenden inneren Zone 5 stabil erstarrt, sondern auch in einer die innere Zone 5 umschließenden Umfangsrandzone 6, die den äußeren Umfang des Gusskörpers bildet. Der Gusskörper 1 erstarrt somit über seinen gesamten Querschnitt stabil und nicht weiß. Der Kohlenstoff wird bei der stabilen Erstarrung in Form von Kugelgraphit ausgeschieden. Der durch den Gießprozess unmittelbar erhaltene Gusskörper 1 weist somit überall ein Sphärogussgefüge auf. Aufgrund
 35 der mittels der Kokille gezielt eingestellten Abkühlgeschwindigkeit scheidet sich der Graphit in der Umfangsrandzone 1 jedoch feiner als in der inneren Zone 5 aus. Die Graphit-Sphärolite SG (Sphäro-Graphitteilchen) der Umfangsrandzone 6 haben eine Größe aus dem Bereich der Richtzahlen von 5 bis 8, also eine größte Abmessung von höchstens 0.12 mm. Bevorzugter wird die Abkühlgeschwindigkeit so eingestellt, dass die Graphitteilchen SG der Umfangsrandzone 6 eine Größe aus dem Bereich der Richtzahlen von 7 (0.022 µm) bis 8 nach EN ISO 945 haben, also eine größte Abmessung
 40 von höchstens 0.03 mm. Die Gusseisenmatrix ist auch in der Umfangsrandzone 6 perlitisch mit allenfalls einem geringen Ferritanteil. Der Perlitanteil beträgt wenigstens 90%, bevorzugter wenigstens 95%, und der Ferritanteil höchstens 10%, bevorzugter höchstens 5%. Soweit eine Karbidbildung nicht verhindert werden kann, liegt der Karbidanteil nicht nur in der inneren Zone 5, sondern auch in der mit höherer Abkühlgeschwindigkeit erstarrten Umfangsrandzone 6 unter 5%, bevorzugter unter 3%.

45 **[0026]** Figur 3 zeigt einen Ausschnitt der Figur 2 und ferner, herausgezogen, eine nochmals vergrößerte Darstellung des Mikrogefüges des durch den Guss erhaltenen Gusskörpers. Es handelt sich um die hinsichtlich der Feinheit der ausgeschiedenen Graphitteilchen SG unterschiedlichen Gefüge der inneren Zone 5 und der Umfangsrandzone 6. Die neben dem Querschnitt des Gusskörpers 1 dargestellten Mikrogefüge sind in erster Linie schematischer Natur, verdeutlichen aber qualitativ, dass die Graphitteilchen SG in der Umfangsrandzone 6 kleiner als die Graphitteilchen SG in der
 50 inneren Zone 5 sind und in der Umfangsrandzone, 6 entsprechend in feinerer Verteilung vorliegen.

[0027] Der Gusskörper 1 wird in seiner bereits durch den Guss erhaltenen, härtesten Umfangsrandzone 6 in einem nachfolgenden Härtingsprozess verschleißfest gemacht. Vor oder nach dem Härten werden die peripheren Temperierkanäle 4 eingearbeitet, vorzugsweise gebohrt. Als Umfangsrandzone 6 wird diejenige Ringzone des Gusskörpers 1 verstanden, die nach dem Härten die für die jeweilige Anwendung geforderte Härte überall aufweist, sich also vom
 55 äußeren Umfang bis in die Einhärttiefe erstreckt. Falls die Umfangsrandzone 6 des gehärteten Gusskörpers 1 sich radial einwärts bis zu oder sogar über die Temperierkanäle 4 erstreckt, werden diese zweckmäßigerweise vor dem Härten eingearbeitet. Andernfalls können die Temperierkanäle 4 ebensogut erst nach dem Härten eingearbeitet werden.

[0028] Der Härtingsprozess wird so durchgeführt, dass das unmittelbar aus dem Guss erhaltene Grundgefüge der

Umfangsrandzone 6 in feinstreifigen oder noch vorteilhafter, in feinststreifigen Perlit umgewandelt wird. Die Graphit-sphärolite SG werden hierdurch nicht oder zumindest nicht in einer für die Erfindung maßgeblichen Weise verändert. Alternativ zu der Umwandlung in fein- oder feinststreifigen Perlit, d.h. in Sorbit oder Troostit, kann der Härtingsprozess auch so gestaltet werden, dass sich die Gusseisenmatrix innerhalb der Umfangsrandzone 6 in ein Zwischenstufengefüge umwandelt, vorzugsweise in ADI (austempered ductile iron). In beiden Varianten wird der Gusskörper 1 in der Umfangsrandzone 6 gleichmäßig auf eine Temperatur im austenitischen Bereich erwärmt, beispielsweise auf 950°C, und anschließend abgeschreckt, wobei die Abschreckgeschwindigkeit für die Bildung eines Zwischenstufengefüges höher als für die Umwandlung in den feinen Perlit eingestellt wird, aber immer noch nicht so groß ist, dass eine Martensitumwandlung stattfinden kann. Das Zwischenstufengefüge ähnelt dem Bainit, bevorzugt dem unteren Bainit, ist aber kein Bainit, da es keine oder für die angestrebte Festigkeit nur vernachlässigbar wenig Karbide enthält. Auch für das Zwischenstufengefüge gilt, dass der Karbidanteil vorteilhafterweise weniger als 5%, vorzugsweise höchstens 3% beträgt. Im Sinne der Erfindung wäre es ideal, wenn weder das feinperlitisches Gefüge noch das alternative Zwischenstufengefüge Karbide enthalten würden.

[0029] Figur 4 veranschaulicht einen Härtingsprozess am Beispiel der bevorzugten Induktionshärtung. Zum Härten werden eine Induktionseinrichtung 8 und eine Abschreckeinrichtung 9 axial von einem Stirnende des Gusskörpers 1 zum anderen bewegt. Die Bewegung ist gleichmäßig mit der Geschwindigkeit v und einem während des Härtingsprozesses konstanten axialen Abstand x, um den die Induktionseinrichtung 8 der Abschreckeinrichtung 9 vorausläuft. Die Induktionseinrichtung 8 und die Abschreckeinrichtung 9 umgeben den Gusskörper 1. Mittels der Induktionseinrichtung 8 wird der Gusskörper 1 bis in die vorgegebene Einhärttiefe, d.h. innerhalb der Umfangsrandzone 6 überall gleichmäßig bis in den genannten Temperaturbereich erwärmt und anschließend mittels der Abschreckeinrichtung 9 abgeschreckt. Die Abschreckung wird vorzugsweise mit einem flüssigem Abschreckfluid, beispielsweise Wasser, vorgenommen, das auf den äußeren Umfang des Gusskörpers 1 gespritzt wird. Obgleich das Induktionshärten ein bevorzugtes Verfahren für das Härten durch thermische Oberflächenbehandlung ist, kann die Umfangsrandzone 6 grundsätzlich auch mittels jedes anderen Verfahrens der thermischen Oberflächenbehandlung erwärmt werden, solange nur die erforderliche Temperatur mit der erforderlichen Gleichmäßigkeit eingestellt wird. Als Alternative zum Induktionshärten kommt insbesondere das Flammhärten in Betracht, in erster Linie jedoch nur für geringere Einhärtiefen. Mit zunehmender Einhärttiefe ist das Induktionshärten die bevorzugte Wahl. Die Einhärttiefe und dementsprechend die Dicke der Umfangsrandzone 6 beträgt vorzugsweise wenigstens 3mm, bevorzugter wenigstens 5mm. Andererseits ist es im Hinblick auf Temperaturwechselbeanspruchungen vorteilhaft, wenn die Einhärttiefe 10mm nicht übersteigt. Die Einhärttiefe kann insbesondere durch eine Variation des Abstands x beeinflusst werden, im Falle des Induktionshärtens auch durch Variation der Frequenz der jeweiligen Induktionsspule 8. Weitere Stellparameter zur Beeinflussung der Einhärttiefe sind die Geschwindigkeit v, die Wahl des Abschreckfluids und der Durchsatz an Abschreckfluid.

[0030] Die Figuren 5 und 6 sind Schliffbilder des Gefüges der Umfangsrandzone 6. Figur 5 zeigt das unmittelbar durch den Guss erhaltene Grundgefüge im Maßstab 50:1, und Figur 6 ist ein Schliffbild des Gefüges nach dem Härten, zeigt also das Härtegefüge, ebenfalls im Maßstab 50:1. Im Grundgefüge der Figur 5 sind die Graphitkugeln bzw. Graphit-sphärolite mit SG, der Perlit mit P und Ferritinseln mit α bezeichnet. Wie zu erkennen ist, besteht das Grundgefüge im Wesentlichen aus Perlit und ausgeschiedenem Kugelgraphit sowie geringen Mengen Ferrit, im Ausführungsbeispiel weniger als 10% Ferrit. Das Härtegefüge besteht aus feinstreifigem und feinststreifigem Perlit, also aus Sorbit und Troostit, sowie den eingebetteten Sphäro-Graphitteilchen SG, wobei die Perlitgebiete entsprechend der Feinheit der Lamellen mit S für Sorbit und T für Troostit bezeichnet sind.

[0031] In Figur 7 ist der Mikrohärteverlauf bei einer vorgegebenen Einhärttiefe von 3 mm dargestellt, nämlich die Härte H in HV0,1 über dem Abstand d vom äußeren Umfang des Gusskörpers 1, das heißt über der Tiefe d.

[0032] Der gehärtete Gusskörper 1 wird angelassen, vorteilhafterweise auf eine Anlasstemperatur zwischen 300 und 350°C.

[0033] In der nachfolgenden Tabelle wird eine für das Gießen des Gusskörpers 1 besonders bevorzugte Eisenbasislegierung in der letzten Tabellenspalte spezifiziert. Die zweite und dritte Spalte enthalten bevorzugte Bereiche für den jeweiligen Legierungspartner, wobei die engeren Bereiche innerhalb des jeweils weiteren Bereichs für das gleiche Legierungselement besonders bevorzugt werden. Für den jeweiligen Legierungspartner wird dann wiederum der in der letzten Spalte angegebene Anteil am stärksten bevorzugt. Die Eisenbasislegierung enthält in bevorzugter Ausführung zumindest Kohlenstoff, Silicium, Kupfer und Nickel innerhalb der jeweils spezifizierten Anteilsbereiche. Kupfer als Perlitbildner und Nickel zur Verhinderung einer Martensitumwandlung kommen vorzugsweise in Kombination zum Einsatz. Fe macht den Rest der jeweiligen Legierung aus.

Legierungselement	Anteil in Masse-%	Anteil in Masse-%	Anteil in Masse-%
C	3.0 - 4.0	3.4-3.8	3.6

(fortgesetzt)

Legierungselement	Anteil in Masse-%	Anteil in Masse-%	Anteil in Masse-%
Si	1.7-2.4	1.9 - 2.2	2.1
Cu	0.5-1.3	0.7-1.0	0.90
Ni	0.3-1,5	0.7-1.0	0.85
Mn	≤ 0.5	≤0.5	0.35
Sn	≤ 0.05	≤0.05	0.01
P	<0.1	<0.05	≤ 0.03
S	<0.1	< 0.05	≤ 0.01

Legierungselemente der Eisenbasislegierung

[0034] Die Eisenbasisschmelze der Zusammensetzung der letzten Spalte weist einen Sättigungsgrad Sc von 0.99 bis 1.00 auf. Bevorzugt werden Eisenbasislegierungen mit einem Sättigungsgrad Sc aus dem Bereich von 0.97 bis 1.03, wobei aus diesem Bereich von Legierungen naheutektischer Zusammensetzung solche mit einem Sättigungsgrad Sc aus der unteren Hälfte des angegebenen Bereichs bevorzugt werden.

[0035] An einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gegossenen und gehärteten Probe mit fein- und feinststrei-figem Perlit mit Kugelgraphit, an der auch die Schliffbilder der Figuren 4 und 5 genommen und das Härteprofil der Figur 6 erstellt wurden, ergaben die im Zugversuch vorgenommenen Messungen die folgenden Eigenschaften hinsichtlich der Festigkeit und Härte:

- (i) 0.2%-Dehngrenze R_p , $0.2 > 400 \text{ N/mm}^2$;
- (ii) Zugfestigkeit $R_m > 650 \text{ N/mm}^2$;
- (iii) Bruchdehnung $A > 3\text{-}4\%$.
- (iv) Härte $> 400 \text{ HV}$

[0036] Figur 8 zeigt eine hydraulische Presse mit einem erfindungsgemäßen Gusskörper 10, der einen Kolben der Presse bildet. Der Gusskörper 10 ist in einem Zylinder 11 der Presse längs einer Arbeitsachse A hin und her beweglich geführt. An einer Vorderseite des Gusskörpers 10 ist ein Umformwerkzeug 12, beispielhaft ein Stempel, angeordnet. Die Presse weist dem Stempel 12 axial gegenüberliegend eine Matrize 13 auf. Der Zylinder 11 bildet an der Rückseite des Gusskörpers 10 einen Druckraum mit einem Einlass 14 und einem Auslass 15 für ein hydraulisches Arbeitsfluid, um den Gusskörper 10 zum Pressformen von Werkstücken mit einem Arbeitsdruck P von mehr als 100 bar, vorzugsweise wenigstens 200 bar, in Richtung auf die Matrize 13 beaufschlagen zu können.

[0037] Figur 9 zeigt einen Gusskörper 10 mit einer modifizierten Form. Der modifizierte Gusskörper 10 kann ebenfalls als Kolben einer Presse, vorzugsweise hydraulischen Presse, verwendet werden. Während der Gusskörper 10 des vorherigen Ausführungsbeispiels zumindest im Wesentlichen einfach zylindrisch geformt ist, weist der modifizierte Gusskörper 10 zumindest im Wesentlichen die Form eines Topfs mit einem die Rückseite des Kolbens bildenden Boden und einer Seitenwand auf. Der Stempel 12, der beim Umformen das Werkstück kontaktiert, ragt aus dem vom Gusskörper 10 geformten Topf vor. Eingezeichnet ist auch die Arbeitsachse A für den in einer Presse eingebauten Zustand.

[0038] Die Gusskörper 10 weisen jeweils ein dem Gusskörper 1 entsprechendes Mikrogefüge mit einer grau erstarrten inneren Zone 5 und einer äußeren Umfangsrandzone 6 auf, die die innere Zone 5 über den Umfang und vorzugsweise auch über die Stirnseiten umschließt. Der topfförmige Gusskörper 10 weist eine erfindungsgemäße Umfangsrandzone 6 wie bevorzugt auch an derjenigen äußeren Umfangsfläche auf, die innen umläuft und vorzugsweise auch an der im Topf gelegenen Stirnfläche. Bevorzugt umschließt eine erfindungsgemäße Umfangsrandzone 6 den jeweiligen Gusskörper 10 allseitig. Für die Zonen 5 und 6 der Gusskörper 10 gelten die zu den Zonen 5 und 6 des Gusskörpers 1 gemachten Ausführungen.

[0039] Die Gusskörper 1 und 10 der Ausführungsbeispiele sind jeweils in einem Sphärogussgefüge erstarrt. In alternativen Ausführungen kann der eingelagerte freie Graphit in der inneren Zone 5 und auch in der Umfangsrandzone 6 im Wesentlichen in Form von Vermikulargraphit oder auch in Form von Kugelgraphit und Vermikulargraphit ausgeschieden sein. Der Ausscheidung von Kugelgraphit wird gegenüber der Ausscheidung von Vermikulargraphit allerdings der Vorzug gegeben. In Ausführungen, in denen der freie Graphit als Kugelgraphit und auch als Vermikulargraphit vorliegt, ist es vorteilhaft, wenn der Kugelgraphit den überwiegenden Teil des freien Graphits ausmacht.

Patentansprüche

- 5 1. Gusskörper, nämlich ein Werkzeug zum Ur- oder Umformen eines Werkstücks oder ein Übertragungsglied (10) zur Übertragung von Kraft oder Drehmoment auf ein das Werkstück beim Ur- oder Umformen kontaktierendes Werkzeug (12), wobei der Gusskörper
 - a) aus einer Eisenbasislegierung gegossen ist,
 - b) die eine innere Zone (5) des Gusskörpers (10) aus grauem Gusseisen (GJS, GJV) und
 - c) um die innere Zone (5) eine den äußeren Umfang des Gusskörpers (1) enthaltende Umfangsrandzone (6)
 - 10 d) mit einer Oberflächenhärte größer als 400 HV bildet,
 - e) wobei die Umfangsrandzone (6) aus fein- oder feinststreifigem Perlit (P) mit eingelagertem freien Graphit, vorzugsweise Kugelgraphit (SG) oder Vermikulargraphit (V), oder aus einem Zwischenstufengefüge (ADI) mit Kugelgraphit oder Vermikulargraphit besteht.
- 15 2. Gusskörper nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der eingelagerte freie Graphit zumindest im Wesentlichen Kugelgraphit (SG) ist und die Graphitkugeln dieses Kugelgraphits in der erstarrten Umfangsrandzone (6) eine Größe aufweisen, die einer Richtzahl von wenigstens 5, vorzugsweise höchstens 7, nach EN ISO 945 entspricht.
- 20 3. Gusskörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gusseisen in der Umfangsrandzone (6) wenigstens 95% Perlit und höchstens 5% Ferrit enthält.
4. Gusskörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff der Umfangsrandzone (6) wenigstens einen der folgenden Festigkeitswerte aufweist:
 - 25 (i) 0.2%-Dehngrenze $R_{p, 0.2} > 400 \text{ N/mm}^2$;
 - (ii) Zugfestigkeit $R_m > 600 \text{ N/mm}^2$, vorzugsweise $R_m > 650 \text{ N/mm}^2$;
 - (iii) Bruchdehnung $A > 1,5\%$, vorzugsweise $A > 2\%$.
- 30 5. Gusskörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gusskörper (10) Bestandteil eines Schmiedewerkzeugs oder einer Presse zum Umformen oder Urformen des Werkstücks ist.
6. Gusskörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gusskörper (10) ein Kolben oder Stößel, vorzugsweise für eine hydraulische Kraftbeaufschlagung ist.
- 35 7. Gusskörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:
 - (i) die Eisenbasislegierung enthält wenigstens 0.3% Ni, vorzugsweise höchstens 1.5% Ni;
 - (ii) die Eisenbasislegierung enthält wenigstens 0.5% Cu, vorzugsweise höchstens 1.3% Cu.
- 40 8. Gusskörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eisenbasislegierung wenigstens 1.7% Si, vorzugsweise höchstens 2.4% Si enthält.
9. Gusskörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eisenbasislegierung 3 - 4% C enthält.
- 45 10. Verfahren zur Herstellung eines Gusskörpers nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem:
 - a) der Gusskörper (1; 10) aus einer Schmelze einer Eisenbasislegierung gegen Kokille gegossen wird,
 - 50 b) die Abkühlgeschwindigkeit an der Kokille so klein eingestellt wird, dass die Schmelze auch in einer den äußeren Umfang des Gusskörpers (1; 10) enthaltenden Umfangsrandzone (6) nicht weiß, sondern stabil als Gusseisen (GJS, GJV) mit frei eingelagertem Graphit, vorzugsweise Kugelgraphit (SG) oder Vermikulargraphit (V), erstarrt,
 - c) und der Werkstoff der Umfangsrandzone (6) mittels einer thermischen Oberflächenbehandlung in fein- oder feinststreifigen Perlit (P) mit Kugel- oder Vermikulargraphit (SG, V) oder in ein Zwischenstufengefüge (ADI) mit Kugel- oder Vermikulargraphit umgewandelt wird.
- 55 11. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der eingelagerte freie Graphit

EP 2 386 660 A1

der Umfangsrandzone (6) zumindest im Wesentlichen Kugelgraphit (SG) ist und die Abkühlgeschwindigkeit an der Kokille so groß eingestellt wird, dass die Graphitkugeln dieses Kugelgraphits (SG) in der erstarrten Umfangsrandzone (6) eine Größe aufweisen, die einer Richtzahl von wenigstens 5, vorzugsweise höchstens 7, nach EN ISO 945 entspricht.

- 5
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gusseisen in der Umfangsrandzone (6) vor der Oberflächenbehandlung wenigstens 90% Perlit und höchstens 10% Ferrit enthält.
- 10
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eisenbasislegierung so zusammengesetzt ist, dass die Martensitstarttemperatur (M_s) des Gusseisens kleiner als 20° C ist.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenbehandlung ohne Martensitumwandlung durchgeführt wird.
- 15
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gusskörper (1; 10) nach Ausführung einer Oberflächenbehandlung angelassen wird und ohne Martensitumwandlung wieder abkühlt.

20

25

30

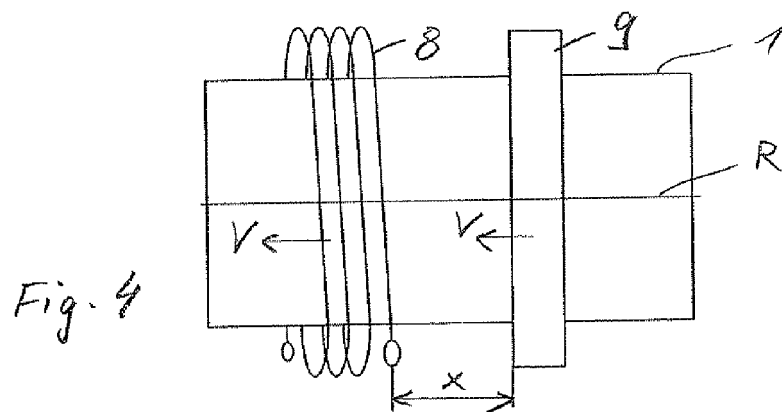
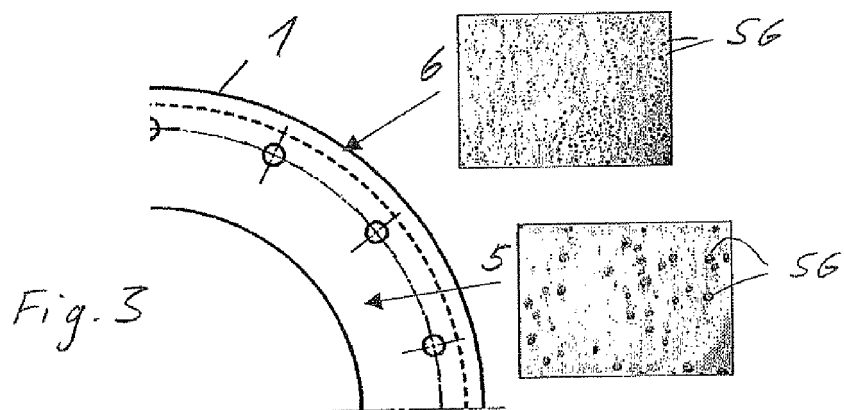
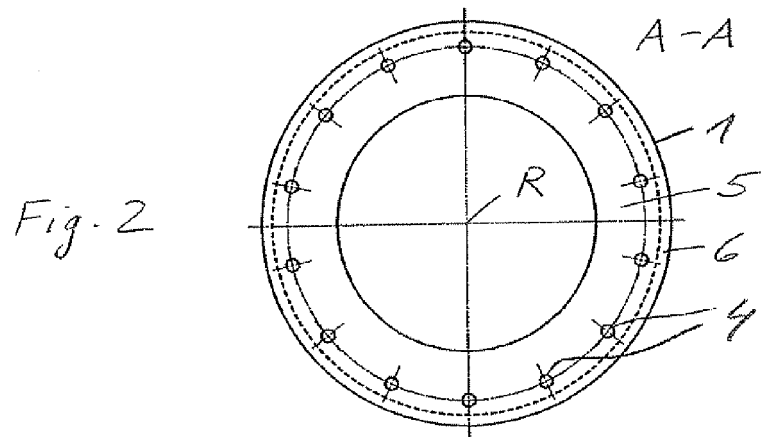
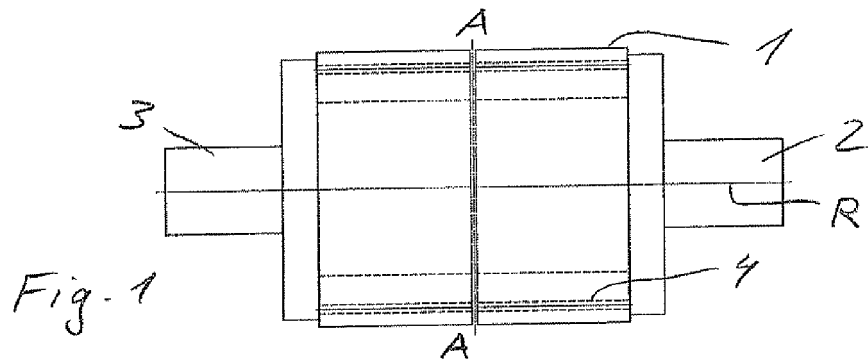
35

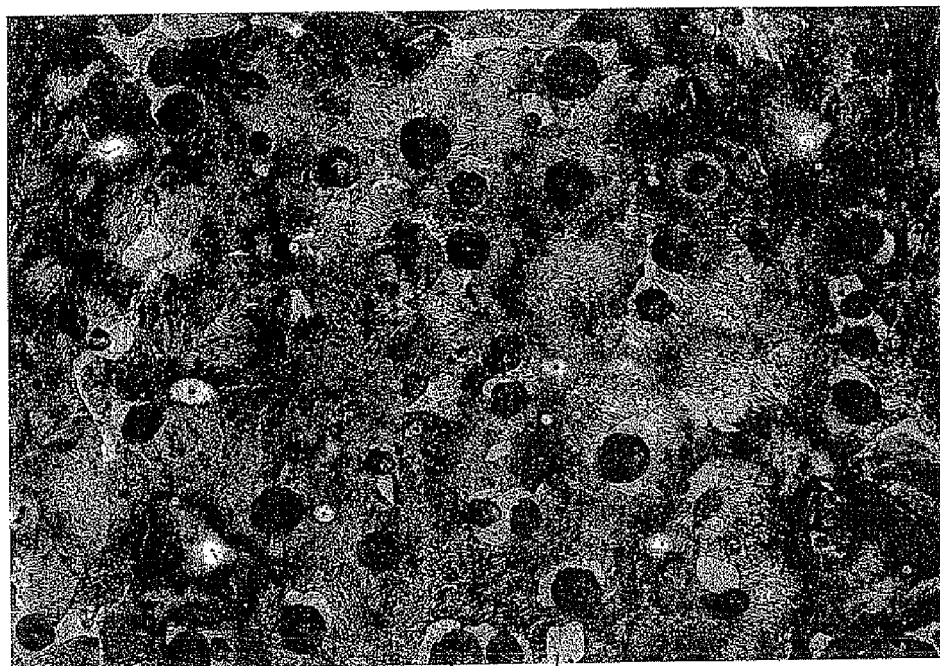
40

45

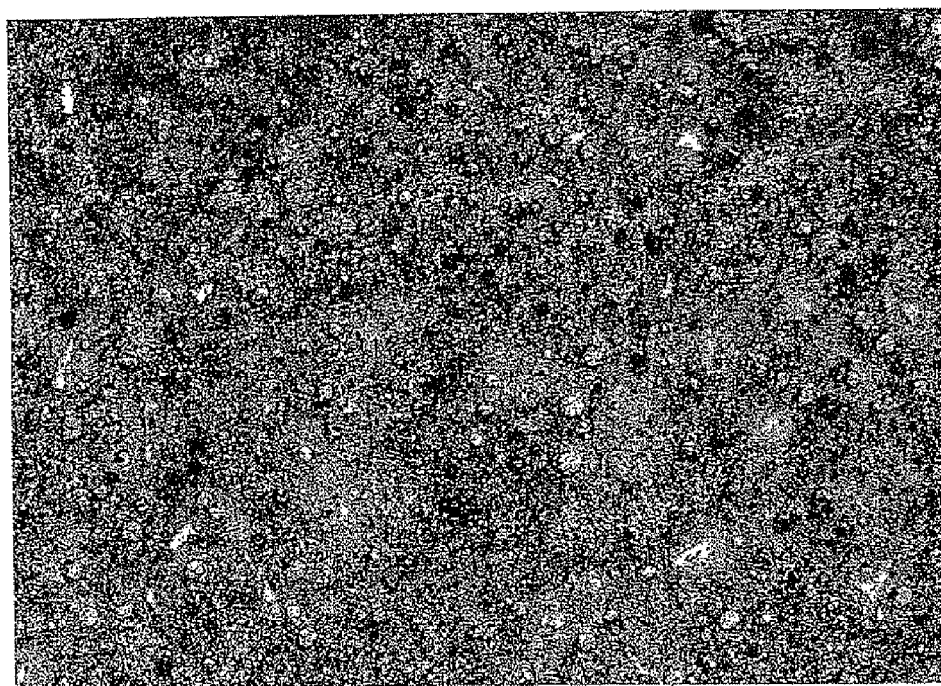
50

55





SG P SG d Fig. 5



T SG S SG Fig. 6

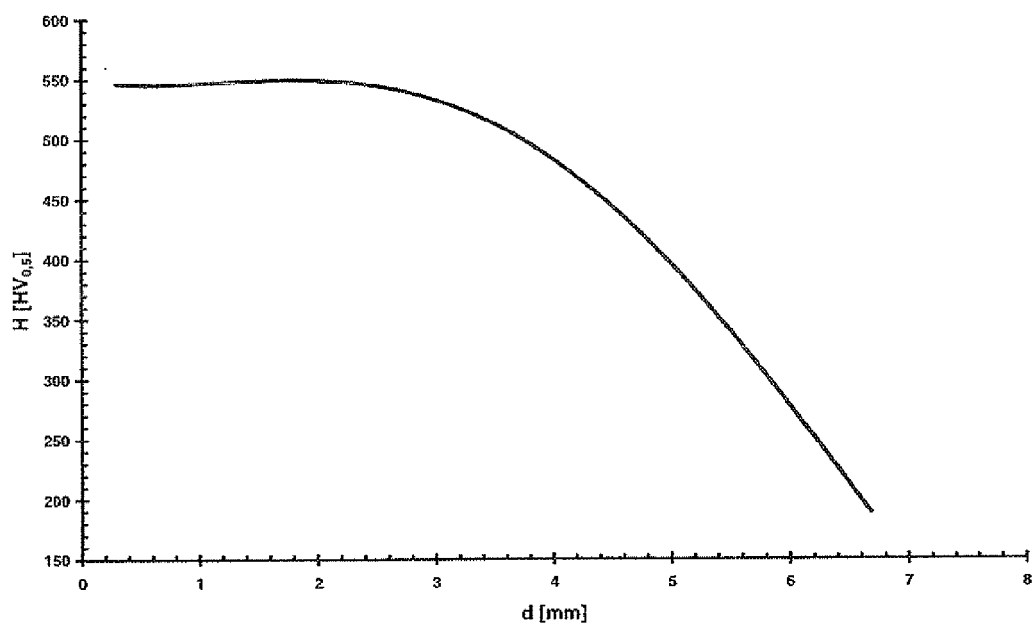
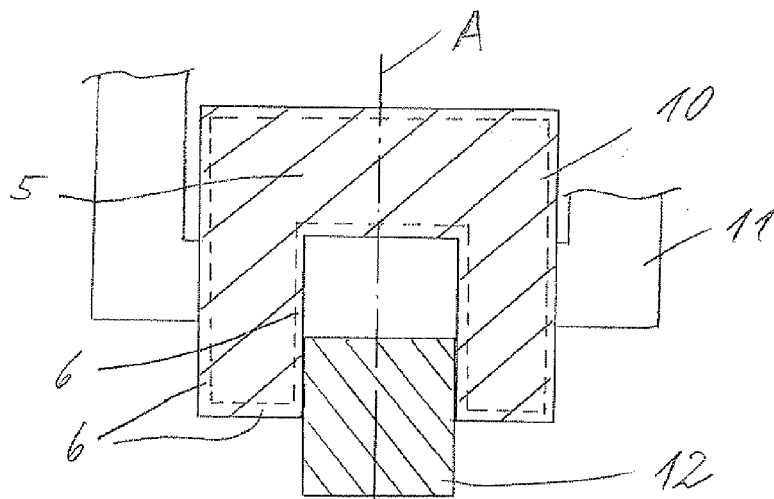
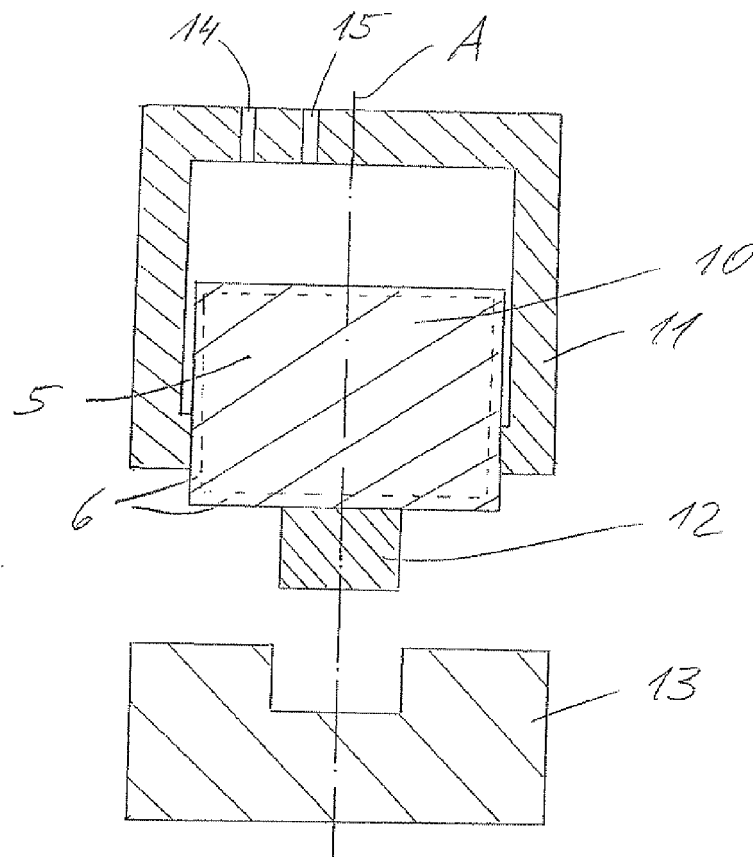


Fig. 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 16 5452

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,P	EP 2 213 790 A1 (SHW CASTING TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 4. August 2010 (2010-08-04)	1-4,7-15	INV. C21D5/00 C21D9/00 C22C37/04
A,P	* das ganze Dokument *	5,6	

X	CH 360 701 A (TIROLER ROEHREN & METALLWERK [AT]) 15. März 1962 (1962-03-15)	10,12,14	
A	* Seite 2, Zeile 29 - Zeile 93 *	1-3,5,6	
	* Seite 2, Zeile 100 - Seite 3, Zeile 17 *		

A	JP 2000 346177 A (HITACHI METALS LTD; HIGH FREQUENCY HEATTREAT) 12. Dezember 2000 (2000-12-12)	1,10	
	* Zusammenfassung *		

A	JP 9 111395 A (TOYOTA MOTOR CORP; KOUGI KK) 28. April 1997 (1997-04-28)	1,5,10	
	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 *		
	* Absatz [0015] - Absatz [0017] *		
	* Absatz [0029] *		

A	US 5 876 523 A (NAGAYOSHI HIDEAKI [JP] ET AL) 2. März 1999 (1999-03-02)	1,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C21D C22C
	* Zusammenfassung; Ansprüche 1-8; Abbildung 1 *		

A	WO 2006/072663 A2 (METSO PAPER INC [FI]; URV UUDENKAUPUNGIN RAUTAVALIMO [FI]; LEINONEN ER) 13. Juli 2006 (2006-07-13)	1,10	
	* Ansprüche 1-13; Abbildungen 6-9 *		

A	JP 60 250815 A (KUBOTA LTD) 11. Dezember 1985 (1985-12-11)	1,3,7-10	
	* Zusammenfassung *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. September 2011	Prüfer Lilimpakis, Emmanuel
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 16 5452

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-09-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2213790 A1	04-08-2010	DE 102009004562 A1	15-07-2010
		US 2010179039 A1	15-07-2010
CH 360701 A	15-03-1962	KEINE	
JP 2000346177 A	12-12-2000	JP 4526616 B2	18-08-2010
JP 9111395 A	28-04-1997	JP 3050368 B2	12-06-2000
US 5876523 A	02-03-1999	JP 3204293 B2	04-09-2001
		JP 9296215 A	18-11-1997
WO 2006072663 A2	13-07-2006	EP 1838888 A2	03-10-2007
		FI 118738 B1	29-02-2008
JP 60250815 A	11-12-1985	JP 1594585 C	27-12-1990
		JP 2019724 B	02-05-1990

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 0505343 A1 [0003]