(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer : **0 545 884 A2**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer : **92890244.4**

(22) Anmeldetag : **19.11.92**

(51) Int. Cl.[5] : **C21C 5/56,** C22C 33/02, B22F 9/08

(30) Priorität : **04.12.91 AT 2403/91**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung : **09.06.93 Patentblatt 93/23**

(84) Benannte Vertragsstaaten : **AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU NL PT SE**

(71) Anmelder : **BÖHLER EDELSTAHL GmbH**
Mariazellerstrasse 25
A-8605 Kapfenberg (AT)

(72) Erfinder : **Hribernik, Bruno, Dipl. Ing.**
Gloriettsiedlung 11
A-8600 Bruck/Mur (AT)

(74) Vertreter : **Brauneiss, Leo, Dipl.Ing.**
Patentanwälte Dipl.-Ing. Leo Brauneiss,
Dipl.-Ing. Dr. Helmut Wildhack Postfach 281
Landstrasser Hauptstrasse 50
A-1030 Wien (AT)

(54) Stahl sowie verfahren und Vorrichtung zu seiner Herstellung.

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Eisenbasislegierung mit zumindest Mangan, Kohlenstoff und Schwefel als Legierungszusätze, insbesondere mit guten Gebrauchseigenschaften bei der Kunststoffverarbeitung sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung zu deren Herstellung.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Gegenstände in ihrer Urform aus kompaktiertem Material bestehen bzw. durch Sprühen des flüssigen Metalles oder pulvermetallurgisch hergestellt werden, wobei bei der Herstellung dem Werkstoff eine einen Durchschnittsgehalt von in Gew.-% Ø,Ø5 bis Ø,3 Schwefel bewirkende Menge an Schwefel oder Schwefelverbindung-(en) zugegeben und reagieren gelassen wird und das kompaktierte Material bzw. die Körper in ihrer Urform durch HIPen und/oder Warmumformen weiterverarbeitet sind bzw. werden.

EP 0 545 884 A2

Die Erfindung betrifft einen Stahl bzw. Legierung, insbesondere Kunstofformenstahl, sowie daraus hergestellte Blöcke, Vorformstücke, Werkzeuge, Teile oder dgl., gegebenenfalls im wärmebehandelten bzw. vergüteten Zustand, insbesondere mit guten Gebrauchseigenschaften bei der Kunststoffverarbeitung, mit Eisen als Basiselement und zumindest Mangan, Kohlenstoff und Schwefel als Legierungszusätze.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Stahl bzw. Legierung, insbesondere Kunststofformenstahl, sowie daraus gefertigten Blöcken, Vorformstücken, Werkzeugen, Teilen oder dgl., mit durch Wärmebehandeln bzw. Vergüten eingestellter Mikrostruktur, im gegebenenfalls ausreichend spanabhebend bearbeitbaren Zustand, insbesondere mit guten Gebrauchseigenschaften bei der Kunststoffverarbeitung, mit Eisen als Basiselement und zumindest Mangan, Kohlenstoff und Schwefel als Legierungszusätze.

Schließlich betrifft die Erfindung auch eine Vorrichtung zur Herstellung von Stahl bzw. Legierung, insbesondere Kunststoff-formenstahl, sowie daraus gefertigten Blöcken, Vorformstücken, Werkzeugen, Teilen oder dgl., mit durch Wärmebehandlen bzw. Vergüten eingestellter Mikrostruktur und im gegebenenfalls ausreichend spanabhebend bearbeiteten Zustand, insbesondere mit guten Gebrauchseigenschaften bei der Kunststoffverarbeitung, mit Eisen als Basiselement und zumindest Mangan, Kohlenstoff und Schwefel als Legierungszusätze, insbesondere zur Herstellung eines Stahles bzw. von Gegenständen.

Ziel der Erfindung ist die Erstellung eines Stahles, insbesondere Kunststofformenstahles bzw. ähnlichen Stahltyps, wie er insbesondere zur Herstellung von großen und homogene Struktur aufweisenden, also makroseigerungsfreien Schmiedeblöcken, Werkzeugen, Druckgußformen, Kaltumformwerkzeugen, Kunststoffspritzwerkzeugen, Preßwerkzeugen sowie Elastomerwerkzeugen verschiedenster Art eingesetzt werden kann. Derartige Stähle sollen gute Zerspanbarkeit auch im vergüteten Zustand, ausgezeichnete Polierbarkeit sowie gleichzeitig Photoätzbarkeit und Erodierbarkeit bei gleichzeitiger guter Schweißbarkeit besitzen. Besonders schwierig ist es, derartige Stähle im gehärteten und angelassenen Zustand leicht zerspanbar zu machen, ohne dabei Einbußen in Hinblick auf die Festigkeit und Polierbarkeit bzw. Mikrorißfestigkeit in Kauf nehmen zu müssen. Darüberhinaus sollen diese Stähle eine sehr homogene Mikrostuktur besitzen, da Kornvergröberungen und Makroseigerungen eine nicht erwünschte Strukturbeeinflussung bewirken. Wesentliches Ziel der Erfindung ist es jedoch, derartigen Stählen beste Automatenstahleigenschaften zu verleihen.

Diese Ziele werden mit einem Stahl, einem Verfahren und einer Vorrichtung der eingangs genannten Art im wesentlichen dadurch erreicht, daß der Stahl bzw. die Gegenstände in ihrer Urform aus kompaktiertem Material bestehen, welches zumindest teilweise durch Sprühen bzw. Spritzen des flüssigen Metalles oder pulvermetallurgisch hergestellt ist und insbesondere zur Erreichung verbesserter Zerspanbarkeit des Werkstoffes einen Durchschnittsgehalt von in Gew.- % Ø,Ø5 bis Ø,3, vorzugsweise Ø,Ø7 bis Ø,2, insbesondere Ø,Ø9 bis Ø,14 , Schwefel aufweist und daß das kompaktierte Material gegebenenfalls durch HIPen und /oder Warmumformen, zum Beispiel Walzen oder Schmieden und dgl., verdichtet und/oder verformt ist, und verfahrensgemäß Gegenstände in ihrer Urform aus kompaktiertem Material gebildet werden, welches zumindest teilweise durch Sprühen bzw. Spritzen des flüssigen Metalles oder pulvermetallurgisch hergestellt wird, wobei insbesondere zur Erreichung verbesserter Zerspanbarkeit des Werkstoffes Schwefel mit einem Durchschnittsgehalt von in Gew.-% Ø,Ø5 bis Ø,3, vorzugsweise Ø,Ø7 bis Ø,2, insbesondere Ø,Ø9 bis Ø,14, zugegeben und reagieren gelassen wird und das kompaktierte Material, gegebenenfalls durch HIPen und/oder Warmumformen, zum Beispiel Walzen, Schmieden oder dgl., verdichtet und/oder verformt bzw. weiterverarbeitet wird, und als Vorrichtung eine an sich bekannte Einrichtung zum Spitzen bzw. Verdüsen des flüssigen Metalles bzw. der flüssigen Legierung in eine Aufnahme bzw. Vorform oder in ein Pulversammelgefäß für die Metallteilchen vorgesehen ist, wobei die Einrichtung zur Einbringung in das flüssige Metall und/oder in den Teilchen-Strahl bzw.- Strom, insbesondere im Bereich der Zerstäubeeinrichtung und/oder in die Zuleitung des vorzugsweise inerten Sprühgases zur Zerstäubeeinrichtung mindestens eine Bereitstellungs- und Mischvorrichtung für Schwefel und/oder zumindest eine Schwefelverbindung, z.B. Schwefelkohlenstoff und gegebenenfalls mindestens eine Zufuhreinheit mit Einbringdüse(n) aufweist.

Daß bei im wesentlichen allen Verfahren der Tröpfchenkompaktierung oder pulvermetallurgischen Herstellung eine feine Mikrostruktur, z.B. bei ledeburitischen- oder Schnellstählen geringe Karbidkorngröße und dadurch verbesserte Zähigkeit und Verformbarkeit erreicht wird, ist bekannt. Umso überraschender war, daß, wie gefunden wurde, verkleinerte Sulfideinschlüsse die Zerspanbarkeit des Werkstoffes wesentlich verbessern, wobei jedoch die weiteren Materialeigenschaften wie Homogenität, Schweißbarkeit, Ätzbarkeit und dgl. vorteilhaft beeinflußt werden. Weiters war es für den Fachmann völlig erstaunlich, daß gegebenenfalls trotz einer höheren örtlichen Schwefelkonzentration die Festigkeit des hergestellten Stahles erhalten bleibt und insbesondere eine Ausbildung von Eisensulfid vermeidbar ist, welche für die Stahleigenschaften von Nachteil wäre und insbesondere zum Rotbruch bei der Warmver-

formung führt. Die eingelagerten Sulfidteilchen bewirken trotz geringer Größe völlig unerwartet offensichtlich auf Grund ihrer homogenen Verteilung beim Zerspanen des Stahls, daß die abgehobenen Späne bereits nach sehr kurzen Spanlängen brechen. Es zeigte sich, daß der beim Verdüsen der flüssigen Legierung zugesetzte Schwefel die Metallteilchen unter Ausbildung einer dünnen schwefelhältigen Oberflächenschicht bzw. schwefelhältigen oberflächennahen Schicht umgibt bzw. im Produkt im wesentlichen zwischen den einzelnen Körnern als Schwefelverbindung eingelagert ist und die guten Stahleigenschaften insbesondere im vergüteten Zustand des Teiles nicht beeinflußt, jedoch ein Brechen von abgehobenen Spänen bei kurzer Spanlänge bewirkt.

Durch das Einbringen des Schwefels in möglichst gleichmäßig verteilter Form in Bezug auf die verdüsten Metallteilchen können die in der Urform sprühkompaktierten bzw. im PM- Verfahren hergestellten Stahllegierungen bzw. Gegenstände ohne weiteres durch HIPen oder Schmieden weiter verdichtet und die gewünschten hohen Festigkeiten erreicht werden. Schließlich zeigte es sich auch, daß die bei der Herstellung des Stahles im konventionellen Blockgußverfahren durch Zusatz von Schwefel unvermeidbaren Makro-Seigerungen vermieden werden.

Die hergestellten Stahllegierungen besitzen neben einer ausgezeichneten Zerspanbarkeit auch ein gleichmäßiges Gefüge und weitgehend isotrope mechanische Eigenschaften bei guter Zähigkeit.

Die Konzentration des Schwefels in den oberflächennahen Schichten der kompaktierten Teilchen hängt von der Menge des in den Metallstrahl eingedüsten Schwefels ab und kann entsprechend den vorgegebenen Mengen variiert werden.

Zu bemerken ist ferner, daß der Mangangehalt der Stahllegierung niedrig gehalten werden kann und es ist vorteilhaft, gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 5 vorzugehen. Überraschenderweise zeigte es sich, daß eine örtlich höhere Schwefelkonzentration nicht hohe Mangankonzentrationen bedingt, um die Bildung von Eisensulfid zu verhindern, sondern daß bei der gewählten Vorgangsweise die Mangankonzentrationen gering angesetzt werden können, da wahrscheinlich durch temperaturbedingte Diffusion eine Eisensulfidbildung nicht eintritt.

Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist erfindungsgemäß durch Ergänzung der herkömmlichen Anlagen einfach durchzuführen und erbringt die im Zusammenhang mit dem hergestellten Stahl zuvor beschriebene Vorteile. Der Schwefel wird dabei mit dem flüssigen Stahl bzw. der flüssigen Legierung reagieren gelassen , wobei bedingt durch das Verfahren feine Sulfidteilchen entstehen. Eine Eindüsung des Schwefels und/oder der Schwefelverbindungen in entsprechendem Aggregatzustand kann vom Fachmann ohne weiteres bewerkstelligt werden, indem entweder der Schwefel und/oder die Schwefelverbindungen mit entsprechend hohem Druck in den Strom aus gesprühten Metallteilchen einedüst oder, ähnlich wie bei einer Wasserstrahlpumpe, durch den im Metallstrahl herrschenden Unterdruck in diesen hineingesogen werden.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß der Schwefel und/oder die Schwefelverbindungen in einem Inertgasträgerstrom in die gesprühte Metallegierung eingebracht werden oder die Zerteilung des flüssigen Metalls mit schwefelhältigem Inertgas erfolgt. Zweckmäßig ist es dabei, eine Druckeinbringung vorzusehen, um eine gleichmäßige Verteilung im Sprühstrahl zu erreichen.

Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist erfindungsgemäß durch Einrichtungen zur Einbringung des Schwefels in das Metall bzw. in die Tröpfchen mit zugeordneter Bereitstellungs- und Mischanlage charakterisiert.

Durch die im Düsenbereich für den Metalltröpfchenstrahl vorgesehene Zufuhreinheit können der Schwefel und/oder Schwefelverbindunen unter entsprechendem Druck und in entsprechender gleichmäßiger Verteilung in den Teilchenstrahl eingebracht werden. Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, daß der Zufuhreinheit eine Speichereinheit für den Schwefel und/oder die Schwefelverbindungen vorgeordnet ist, aus der diese z.B. mittels eines Inertgasträgerstromes in den Metalltröpfchenstrahl gefördert werden.

Die Aufbereitung des Schwefels und/oder der Schwefelverbindungen in der Speichereinheit kann z.B. mittels einer entsprechenden Heizeinrichtung erfolgen, die Schwefel in geschmolzene bzw. dampfförmige Form überführt und in entsprechender Menge an der Zufuhrdüse zur Verfügung stellt.
Besonders vorteilhaft im Hinblick auf hohe Produktgüte anwendbar ist eine Anlage, in welcher der Teilchenstrahl durch ein schwefelhältiges Medium, z.B. Inertgas, gebildet wird.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich weiters aus der folgenden Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen.

Im folgenden wird nunmehr die Erfindung anhang der Zeichnung und Beispielen näher erläutert.

In der Zeichnung ist schematisch eine an sich bekannte Einrichtung zum Metallspritzen dargestellt. Diese Einrichtung A umfaßt im wesentlichen einen Behälter 1 für flüssige Metallegierung 2, die durch eine Öffnung Ø1 entweder auf Grund ihres Eigengewichtes oder durch Druckbeaufschlagung ausgeleitet und mittels einer Zerstäubeeinrichtung 6 verdüst bzw. in Tröpfchen zerteilt wird. Der verdüste Metallstrahl 3 kann entweder in einer Vorform 4 aufgefangen werden, wobei sich die nicht vollkommen erstarrten Tröpfchen zu einem geformten Gegenstand 5 niederschlagen oder nach dem Durcherstarren der Tröpfchen in einem Pulversammenbehälter aufgefangen

und zu einer Vorform verarbeitet werden.

Im Bereich der Zerstäubeeinrichtung 6 bzw. vorteilhafterweise in der ersten Hälfte des Tröpfchenstrahles 3 ist eine Zufuhreinrichtung 7 mit entsprechenden Düsen 8, z.B. eine Ringdüse, vorgesehen, mit der Schwefel und/oder Schwefelverbindungen aus einer Speichereinheit bzw. Bereitstellungseinrichtung 9 dem Metallstrahl 3 zugesetzt werden können. In der Speichereinheit 9 können Schwefel und/oder die entsprechenden Schwefelverbindungen 1Ø mit einer entsprechenden Heizeinrichtung 11 auf eine für das Eindüsen entsprechende Temperatur erhitzt werden. Mit 12 ist eine Zufuhreinrichtung für einen Inertgasförder- bzw.- trägerstrom bezeichnet, mit der Schwefel bzw. schwefelhältige Dämpfe in die Zufuhreinheit 7 gefördert werden können. Schwefel bzw. schwefelhältige Medien, welche aus einer Speichereinheit bzw. Bereitstellungsvorrichtung 9 stammen, können über Mischvorrichtungen 91 genau dosiert werden, wobei auch eine Beimischung zum Sprühgas der Zerstäubeeinrichtung 6 möglich ist.

Erfindungsgemäß hergestellte Stähle können z.B. im wesentlichen eine Zusammensetzung der folgenden Art besitzen:

Kohlenstoff Ø,1 bis 2,Ø Gew.-%, vorzugsweise Ø,1Ø bis Ø,14 Gew.-%,
Silizium Ø,1 bis 0,5 Gew.-%, vorzugsweise Ø,2 bis Ø,4 Gew.-%,
Chrom Ø,3 bis 2Ø,Ø Gew.-%, vorzugsweise Ø,4 bis 4,Ø,
Nickel Ø,1 bis 5 Gew.-%, vorzugsweise 3 bis 4 Gew.-%,
Molybdän bis 1,6 Gew.-%,
Aluminium bis 1,Ø Gew.-%
der Rest der Legierung wird von Eisen und den erwähnten Zusätzen von Schwefel und Mangan gebildet, wobei allenfalls auch noch weitere die Zerspanbarkeit fördernde Elemente in entsprechenden Mengen zugesetzt werden können. Es versteht sich, daß einige der zuvor angeführten Legierungselemente auch fehlen können: Kohlenstoff ist jedoch ein zwingend vorgesehenes Legierungselement.

Mit einer Legierungsschmelze enthaltend Ø,12 Gew.-% C, Ø,3 Gew.-& Si, 2,5 Gew.-% Mangan, Ø,35 Gew.-% Chrom, 3,5 Gew.-% Nickel, 1,2 Gew.-% Kupfer, 1,15 Gew.-% Aluminium und 0,13 Gew.-% Schwefel, Rest Eisen, wurde ein Körper als Urform mit einer Gesamtdicke von 11Ø mm gesprüht und durch Schmieden zu einem Vorformmaterial für Werkzeuge warmverformt. Es zeigte sich, daß der zugegebene Schwefel bzw. die kleinen Sulfideinschlüsse insbesondere an den Grenzen der kompaktierten Teilchen verteilt war bzw. waren, wobei die notwendige Feinkörnigkeit gegeben war. Bei spanabhebender Bearbeitung zeigt sich, daß ein Brechen der Späne bei einer Spanlänge von etwa 1 bis 6 mm eintrat.

Der Schwefel wurde in Form von überhitztem Schwefeldampf in den Sprühstrom von Metallteilchen eingeführt; im Zuge von weiteren Versuchen wurden Schwefelverbindungen in geregelter Konzentration in den Inertgasstrom zur Zerstäubeeinrichtung und somit in den Metallstrahl eingeführt.

Vorgenommene Untersuchungen zeigten, daß der in den Metallteilchenstrahl eingedüste bzw. eingebrachte Schwefel bzw. dessen Verbindungen nur mit den Oberflächenbereichen der Teilchen reagiert bzw. reagieren und die Ausbildung eines gewünschten Gefüges fördert, die Zerspanbarkeit verbessert. Trotz der örtlich relativ hohen Schwefelkonzentrationen wird jedoch, da diese eben örtlich beschränkt sind, nur ein insgesamt geringer Schwefelverbrauch verursacht, welcher Schwefel die Gebrauchseigenschaften der Legierung nicht beeinträchtigt sondern insgesamt wesentlich verbessert.

Patentansprüche

1. Stahl bzw. Legierung, insbesondere Kunststofformenstahl, sowie daraus hergestellte Blöcke, Vorformstücke, Werkzeuge, Teile oder dgl., gegebenenfalls im wärmebehandelten bzw. vergüteten Zustand, insbesondere mit guten Gebrauchseigenschaften bei der Kunststoffverarbeitung, mit Eisen als Basiselement und zumindest Mangan, Kohlenstoff und Schwefel als Legierungszusätze, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenstände in ihrer Urform aus kompaktiertem Material bestehen, welches zumindest teilweise durch Sprühen bzw. Spritzen des flüssigen Metalles oder pulvermetallurgisch hergestellt ist und insbesondere zur Erreichung verbesserter Zerspanbarkeit des Werkstoffes einen Durchschnittsgehalt von in Gew.-% Ø,Ø5 bis Ø,3, vorzugsweise Ø,Ø7 bis Ø,2, insbesondere Ø,Ø9 bis Ø,14 Schwefel aufweist und daß das kompaktierte Material gegebenenfalls durch HIPen und/oder Warmumformen, zum Beispiel Walzen oder Schmieden und dgl., verdichtet und/oder verformt ist.

2. Stahl oder Gegenstände nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß, insbesondere zur Verbesserung der Zerspanbarkeit im wärmebehandelten bzw. vergüteten Zustand sowie einer verbesserten Polierbarkeit bei gleichzeitig guter Schweißbarkeit, der in den Werkstoff eingebrachte Schwefel im Bereich der Oberflächen der gesprühten Teilchen, Tröpfchen oder Pulverkörner in Sulfidform angelagert und/oder durch Diffusion eingebracht und/oder zwischen den kompaktierten Teilchen bzw. Körnern eingelagert ist.

3. Stahl oder Gegenstände nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentrationsgradient des Schwefels in den einzelnen Teil-

chen bzw. Körnern des kompaktieren Materials in Richtung zum Zentrum der Teilchen bzw. Körner abnimmt.

4. Stahl oder Gegenstände nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Legierung weitgehend frei von Eisensulfid ist, dessen Gehalt maximal Ø,1 Gew.-% beträgt.

5. Stahl oder Gegenstände nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwefel mit dem im Ausmaß von Ø,5 bis 2,5 Gew.-%, vorzugsweise von 1 bis 2 Gew.-%, insbesondere von den Schwefelgehalt um den Faktor 1Ø übersteigend vorliegenden Mangan als Mangansulfid gebunden bzw. ausreagiert ist und die Konzentration der Sulfidpartikel in das Tröpfchen- bzw. Korninnere des daraus kompaktierten Materials abnehmend ist.

6. Stahl oder Gegenstände nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der in weitgehend kugeliger oder gestreckter Form vorliegenden Sulfide höchstens Ø,4, insbesondere höchstens Ø,2 mal dem mittleren Tröpfchen- oder Pulverkorndurchmesser ist.

7. Stahl oder Gegenstände nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die gefertigten Teile bie Temperaturen bis zu 575 Grad C eine Rockwellhärte von 39 bis 41 HRC besitzen.

8. Verfahren zur Herstellung von Stahl bzw. Legierung, insbesondere Kunststofformenstahl, sowie daraus gefertigte Blöcken, Vorformstücken, Werkzeugen, Teilen oder dgl., mit durch Wärmebehandeln bzw. Vergüten eingestellter Mikrostruktur, im gegebenenfalls ausreichend spanabhebend bearbeitbaren Zustand, insbesondere mit guten Gebrauchseigenschaften bei der Kunststoffverarbeitung, mit Eisen als Basiselement und zumindest Mangan, Kohlenstoff und Schwefel als Legierungszusätze, insbesondere zur Herstellung eines Stahles bzw. Gegenstandes nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenstände in ihrer Urform aus kompaktietem Material gebildet werden, welches zumindest teilweise durch Sprühen bzw. Spritzen des flüssigen Metalles oder pulvermetallurgisch hergestellt wird, wobei insbesondere zur Erreichung verbesserter Zerspanbarkeit des Werkstoffes Schwefel mit einem Durchschnittsgehalt von in Gew.-% Ø,Ø5 bis Ø,3, vorzugsweise Ø,Ø7 bis Ø,2, insbesondere Ø,Ø9 bis Ø,14, zugegeben und reagieren gelassen wird und das kompaktierte Material, gegebenenfalls durch HIPen und/oder Warmumformen, zum Beispiel Walzen, Schmieden oder dgl., verdichtet und/oder verformt bzw. weiterverarbeitet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwefel dem flüssigen Stahl, aus welchem Tröpfchen oder Pulver gebildet werden, zulegiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere zur Verbesserung der Zerspanbarkeit im wärmebehandelten bzw. vergüteten Zustand sowie einer verbesserten Polierbarkeit bei gleichzeitig guter Schweißbarkeit des Stahles, des Vorformstückes oder dgl. der Schwefel in den Bereich der Oberflächen der gesprühten Teilchen, Tröpfchen oder Pulverkörner angelagert und/oder durch Diffusion in diese eingebracht und/oder zwischen die zu kompaktierenden Teilchen eingelagert und in eine Metallsulfidform umgewandelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 8 und 1Ø, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwefel in Form von elementarem Schwefel und/oder von zumindest einer Schwefelverbindung in gasförmiger und/oder flüssiger und/oder fester Form in den Metalltröpfchenstrahl, der bei der Zerteilung des flüssigen Metalles gebildet wird, eingeleitet oder die Zerteilung damit durchgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 8, 1Ø und 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwefel und/oder die Schwefelverbindung(en) in einem Inertgasträgerstrom, zum Beispiel Stickstoff, in den Sprühstrahl des flüssigen Metalls eingebracht oder mit dem den Schwefel und/oder die Schwefelverbindung(en) enthaltenden Inertgasstrom der Sprühstrahl gebildet bzw. das flüssige Metall damit in Tröpfchen zerteilt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 8, 1Ø und 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwefel und/oder die Schwefelverbindung(en) in den Sprühstrahl aus Metalltröpfchen in gleichmäßiger Verteilung eingebracht wird (werden)

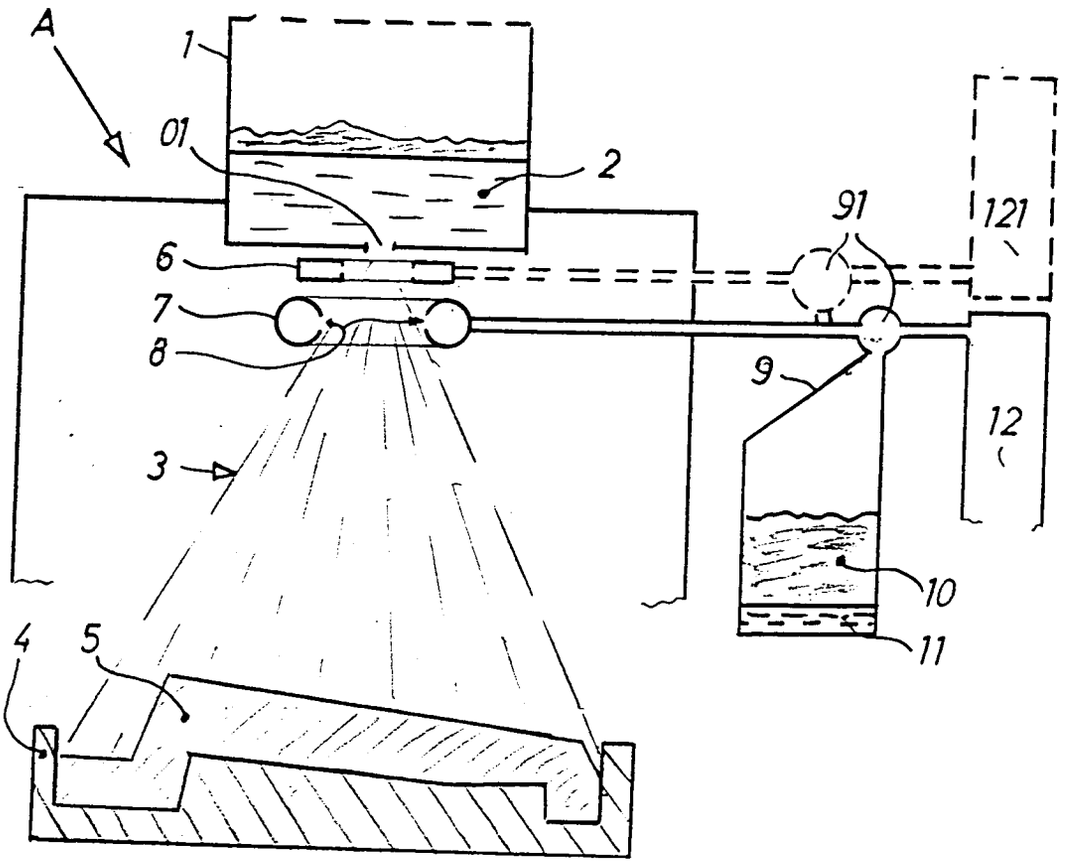
14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß Schwefel und/oder Schwefelverbindungen und-/oder die Zerspanbarkeit des insbesondere vergüteten Werkstoffes fördernde Zusätze in das Metall und/oder in den Metall-sprühstrom bzw. dem Bereich der Oberflächen der Tröpfchen oder Pulverkörner ein- bzw. angelagert wird (werden).

15. Vorrichtung zur Herstellung von Stahl bzw. Legierung, insbesondere Kunststofformenstahl, sowie

daraus gefertigten Blöcken, Vorformstücken, Werkzeugen, Teilen oder dgl., mit durch Wärmebehandeln bzw. Vergüten eingestellter Mikrostruktur und im gegebenenfalls ausreichend spanabhebend bearbeiteten Zustand, insbesondere mit guten Gebrauchseigenschaften bei der Kunststoffverarbeitung, mit Eisen als Basiselement und zumindest Mangan, Kohlenstoff und Schwefel als Legierungszusätze, insbesondere zur Herstellung eines Stahles bzw. von Gegenständen nach den Ansprüchen 1 bis 7, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach den Ansprüchen 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine an sich bekannte Einrichtung (A) zum Spritzen bzw. Verdüsen des flüssigen Metalles bzw. der flüssigen Legierung (2) in eine Aufnahme bzw. Vorform (4) oder in ein Pulversammelgefäß für die Metallteilchen vorgesehen ist, wobei die Einrichtung (A) zur Einbringung in das flüssige Metall und/oder in den Teilchen-Strahl bzw.- Strom insbesondere im Bereich der Zerstäubeeinrichtung (6) und/oder in die Zuleitung des vorzugsweise inerten Sprühgases zur Zerstäubeeinrichtung (6) mindestens eine Bereitstellungs- und Mischvorrichtung (9, 91) für Schwefel und/oder zumindest eine Schwefelverbindung, z.B. Schwefelkohlenstoff und gegebenenfalls eine Zufuhreinheit (7) mit Einbringdüse(n) (8) aufweist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Zufuhreinheit (7) eine Speichereinheit (9) für Schwefel und/oder zumindest eine Schwefelverbindung (1Ø) vorgeordnet ist, in der Schwefel bzw. zumindest eine Schwefelverbindung mit einer Heizeinheit (11) und/oder einer Pulverisiereinheit in flüssiger und/oder gasförmiger Form gehalten ist bzw. sind und/oder in Feinstpulverform aufbereitet vorliegen.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß zum Transport des Schwefels und/oder der Schwefelverbindung(en) (1Ø) zu der (den) Einbringdüse(n) (8) der Zufuhreinheit (7) und/oder in die Zuleitung des Sprühgases zur Zerstäubeeinheit (16) eine in die Zufuhreinheit (7) und/oder Zuleitung mündende Inertgasfördereinheit (12, 121) vorgesehen ist.


A
1
01
2
91
121
6
7
8
9
12
3
10
4
5
11