



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**
veröffentlicht nach Art. 153 Abs. 4 EPÜ

(43) Veröffentlichungstag:
15.10.2014 Patentblatt 2014/42

(51) Int Cl.:
C22C 38/60 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13827542.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/RU2013/000105

(22) Anmeldetag: **12.02.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/025287 (13.02.2014 Gazette 2014/07)

(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**

(72) Erfinder: **VOLOSKOV, Alexander Dmitriyevich**
Omutninsk
Kirovskaya obl. 612740 (RU)

(30) Priorität: **06.08.2012 RU 2012133578**

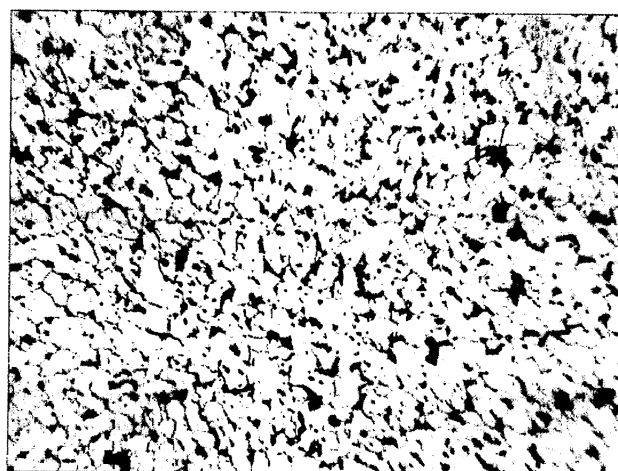
(74) Vertreter: **Jeck, Anton**
Klingengasse 2
71665 Vaihingen/Enz (DE)

(71) Anmelder: **Closed Joint-stock Company**
"Omutninsk Metallurgical Plant"
Kirovskaya obl. 612740 (RU)

(54) **AUTOMATENSTAHL MIT WISMUT**

(57) Die Erfindung ist in der Eisenmetallurgie und zwar bei der Erzeugung von Automatenstahl mit hoher Zerspanbarkeit zur Herstellung von Bauteilen im Kraftwagenbau einsetzbar. Nach der Erfindung wird ein Stahl mit folgender massenanteiligen Zusammensetzung beansprucht: Kohlenstoff - max. 0,16; Silizium - max. 0,15; Mangan 1,2 - 1,68; Schwefel 0,2 - 0,4; Phosphor 0,06 - 0,15; Aluminium - max. 0,01; Bismut 0,06 - 0,12; Sauerstoff 0,003 - 0,015; Eisen und Verunreinigungen - Rest.

Wird eine Preisherabsetzung von Stahl vorausgesetzt, so wird eine sparsame Bismutlegierung von Stahl vorgenommen. Das technische Ergebnis der Erfindung ist die Herstellung von Blankstahlerzeugnissen mit erhöhter Zerspanbarkeit über den gesamten Querschnitt und Umfang von Walzgut, wobei die mechanischen Eigenschaften des bleihaltigen Stahls, die Verbesserung der Umweltsituation in der Hüttenindustrie und variable Stahlpreise aufrechterhalten werden.



400 μm

Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen hochzerspanbaren Automatenstahl mit Kohlenstoff, Silizium, Mangan, Schwefel, Phosphor, Aluminium und Eisen.

[0002] Die Erfindung ist in der Eisenmetallurgie und zwar bei der Herstellung von hochzerspanbarem Automatenstahl für die Herstellung von Bauteilen im Kraftwagenbau einsetzbar.

[0003] Aus dem Stand der Technik ist ein bleihaltiger Automatenstahl AS-14 mit folgender chemischer Zusammensetzung, nach Massenanteilen, bekannt:

10	Kohlenstoff	- 0,10 - 0,17;
	Silizium	- max. 0,12;
	Mangan	- 1,0 - 1,3;
	Schwefel	- 0,15 - 0,30;
	Phosphor	- max. 0,1;
15	Blei	- 0,15 - 0,30;
	Eisen und Verunreinigungen	- Rest [1].

[0004] Dieser Stahl liegt dem erfindungsgemäßen Stahl seinen mechanischen Eigenschaften, seiner Zusammensetzung und seinem Anwendungszweck nach am nächsten und gilt als Prototyp.

[0005] Dieser Stahl hat den Mangel, dass darin stark verformte Dünnschichteinschlüsse dominieren. Diese verursachen schlechtere physikalische und mechanische Eigenschaften, eine schlechtere Verarbeitungsfähigkeit der Metalle und verhindern eine Steigerung der Zerspanbarkeit. Ein weiterer Mangel ist die Giftigkeit von Blei, das zu den Elementen der ersten Gefährdungskategorie gehört. Bei der Herstellung von bleihaltigen Stählen werden in Stahlwerken ziemlich komplizierte Anlagen zur Absaugung von freierwerdenden Bleidämpfen eingesetzt. Das Problem des Schutzes gegen toxische Bleiverbindungen in Walzwerken ist so gut wie nicht lösbar.

[0006] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Schneidbarkeit über den gesamten Querschnitt und Umfang des Walzguts aus Automatenstahl unter Beibehaltung von mechanischen Eigenschaften wie denen der bleihaltigen Stähle zu erhöhen, die Umweltsituation in der Hüttenindustrie zu verbessern und den Preisbereich der Stähle zu erweitern.

[0007] Die gestellte Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Der erfindungsgemäße bismuthaltige Automatenstahl weist folgende massenanteilige Zusammensetzung auf:

35	Kohlenstoff	- max. 0,16;
	Silizium	- max. 0,15;
	Mangan	- 1,2 - 1,68;
	Schwefel	- 0,2 - 0,4;
	Phosphor	- 0,06 - 0,15;
	Aluminium	- max. 0,01;
40	Bismut	- 0,06 - 0,12;
	Gesamtsauerstoff	- 0,003 - 0,015;
	Eisen und Verunreinigungen	- Rest.

[0009] Die Referenzkennzeichnung dieses erfindungsgemäßen Stahls ist AM 14.

[0010] Ein preiswerter Stahl mit einer sparsamen Bismutlegierung ist mit folgenden Massenanteilen vorgeschlagen:

50	Kohlenstoff	- max. 0,16;
	Silizium	- max. 0,15;
	Mangan	- 1,2 - 1,68;
	Schwefel	- 0,2 - 0,4;
	Phosphor	- 0,06 - 0,15;
	Aluminium	- max. 0,01;
	Bismut	- 0,03 - 0,05;
55	Gesamtsauerstoff	- 0,003 - 0,015;
	Eisen und Verunreinigungen	- Rest.

[0011] Die Referenzkennzeichnung dieses erfindungsgemäßen Stahls ist AM 12.

[0012] Die technische Aufgabe ist dadurch gelöst, dass eine Legierung mit Schwefel und Bismut vorgenommen ist und gleichmäßig verteilte ellipsenförmige und runde Sulfideinschlüsse im Metall gebildet sind. Der Umfang der Sulfideinschlüsse hängt vom Schwefelgehalt ab. Ihre Morphologie hängt vom Stahldesoxidationsgrad und Sauerstoffanteil im Stahl sowie von der Abkühlgeschwindigkeit während der Kristallisation ab. Um die Zerspanbarkeit zu erhöhen, sind die Sulfide am besten abgerundet und fast globular und wenig verformt. Sie entstehen im leichtberuhigten Stahl mit einem Gesamtsauerstoffgehalt von 0,0030 - 0,0150 %. Dafür ist die Sauerstoffwirksamkeit im Stahl während der Übergabe zum Stahlguss bei 20 - 70 ppm aufrechterhalten. Das Vorhandensein von fast globularen, wenig verformten Sulfiden im Metall steht gut mit dem Gehalt an wirksamem Sauerstoff und Restaluminium im Einklang: Je höher der Sauerstoffgehalt mit kleinerem Restaluminium-Anteil ist, desto mehr globulare Sulfide sind im Metall vorhanden.

[0013] Der maximale Aluminiumanteil von 0,01 % ist durch eine Verminderung der Schneidbarkeit der Bauteile beschränkt.

[0014] Der Kohlenstoffgehalt von max. 0,16 % sorgt dafür, dass die erforderlichen mechanischen Kenndaten erreicht werden. Ist die obere Grenze des Kohlenstoffanteils überschritten, so nehmen das Fließvermögen ab und die Härte zu. Aus diesem Grund ist es nicht möglich, den Stahl bestimmungsgemäß zu verwenden.

[0015] Die Mangan- und Schwefelanteile sorgen für ein Verhältnis im Bereich von 3,4 bis 8,0. Bei diesem Verhältnis sind die Rotbruch-Effekte im Stahl weniger wahrscheinlich. Ein Schwefelgehalt von unter 0,2 % führt zur Verringerung des annehmbaren Zerspanbarkeitsgrads.

[0016] Die untere Grenze des Phosphoranteils von 0,06 % sorgt für eine Steigerung der Stahlzerspanbarkeit. Überschreitet die Phosphorkonzentration 0,15 %, so wirkt sich dies negativ auf das Metallfließvermögen aus.

[0017] Der minimale Bismutanteil von 0,03 % im Stahl ist dadurch bedingt, dass dabei die dem bleihaltigen Stahl eigene Zerspanbarkeit erreicht ist. Der maximale Bismutanteil von 0,12 % ist erfahrungsgemäß für optimale Gussverhältnisse in einer Stranggussanlage und die Einhaltung von Anforderungen hinsichtlich der höchstzulässigen Bismutkonzentration (HZK) in der Luft gewählt (dieser HZK-Wert liegt erfahrungsgemäß bei 0,5 mg/m³).

[0018] Die Erfindung wird anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Aufnahme eines Kleingefüges eines modifizierten Automatenstahls mit einer Korngröße von 8 - 9 in einer der Schmelzen bei 100-facher Vergrößerung, wobei die anhand einer Messleiste eingestellte Länge 400 µm beträgt,

Fig. 2 eine Aufnahme eines Kleingefüges mit körnigem und streifigem Perlit (wobei der streifige Perlit in diesem Verhältnis dominiert) bei einer 500-fachen Vergrößerung, wobei die anhand einer Messleiste eingestellte Länge 90 µm beträgt,

Fig. 3 die Verteilung und die Form der Sulfideinschlüsse im modifizierten Automatenstahl in einer der Schmelzen, wobei die Oberflächenschicht eines Längsschliffs bei 100-facher Vergrößerung wiedergegeben ist,

Fig. 4 die Verteilung und die Form der Sulfideinschlüsse in der Oberflächenschicht eines Längsschliffs des modifizierten Automatenstahls bei 500-facher Vergrößerung,

Fig. 5 die Verteilung und die Form der Sulfideinschlüsse in der Mitte des Längsschliffs bei 100-facher Vergrößerung aus einer Probe des modifizierten Automatenstahls in einer der Schmelzen und

Fig. 6 die Verteilung und die Form der Sulfideinschlüsse in der Mitte des Längsschliffs bei 500-facher Vergrößerung aus einer Probe des modifizierten Automatenstahls in einer der Schmelzen.

[0019] Die erfindungsgemäßen Stahlsorten sind bei dem Omutninsker Metallurgiewerk ZAO in einer Stahlschmelzanlage hergestellt. Der Stahl ist unter Einsatz von Aluminium am Abstich aus der Stahlschmelzanlage zur Pfanne desoxidiert. Die Komponenten bei einem optimalen Verhältnis $[Mn]/[Si] \leq 3$ für eine Desoxidation sind dem Bodenbereich einer Pfanne zugeführt. Im Pfannenofen wird die Metallbehandlung einschließlich eines Argonaufblasens und einer Kalk-Tonerde-Schlackeneinstellung vorgenommen. Nach einer Verdickung der Schlacke mit Magnesitpulver wird Pulverdraht mit einem Füllstoff Elementarschwefel eingeführt. Anschließend wird ein Draht mit einem Füllstoff Bismut (MnBi) eingeführt. Der Guss erfolgt in der Stranggussanlage nach dem "Unterboden"-Verfahren. Dabei wird der stranggegossene Stahl hergestellt.

[0020] Der Strang wird im Warmwalzwerk nach verfahrenstechnischen Anleitungen und Walzplänen vom Omutninsker Metallurgiewerk ZAO gewalzt. Danach wird das Rohwalzgut in einer Ziehmaschine mit einer Kraft von 10 Tonnen zum Blankstahl-Fertigprofil geformt, und zwar in Kreisen im Bereich von 10 bis 27 mm und in einem Sechskant im Bereich von 14 bis 27 mm.

[0021] Es wurden je drei Schmelzen von Stahl AM 12 und AM 14 mit der erfindungsgemäßen Zusammensetzung hergestellt. Die erzielte chemische Zusammensetzung ist der Tabelle 1 in Gegenüberstellung zum Prototyp zu entnehmen.

[0022] Die mechanischen Eigenschaften und das Gefüge der Stähle AM 12 und AM 14 wurden im Prüfungslabor für Vergleichsprüfungen vom Omutninsker Metallurgiewerk ZAO bewertet. Die mechanischen Eigenschaften wurden in einer 25-Tonnen-Reißmaschine der Fa. QUASAR 250 geprüft. Die Brinell-Härteprüfung wurde in einem Härteprüfer Typ TSch-2M durchgeführt. Die mechanischen Prüfungsergebnisse für den bekannten und den beanspruchten Blankstahl sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Aus den Probeschmelzen wurden einige Lose der Profile in verschiedenen Baugrößen hergestellt. Die gewisse Streuung der Festigkeitseigenschaften ist durch die Reduktionsrate beim Ziehen der Profile verschiedener Größen bedingt.

[0023] Das Stahlkleingefüge, die Form und die Verteilung der Sulfideinschlüsse wurden im NEOPHOT-21-Mikroskop erforscht. Das Kleingefüge von Stahl ist ferritisch-perlitisch mit einem überwiegenden streifigen Perlit und mit einer Korngröße von max. Nr. 5. Die Korngröße wurde am Querschliff des Blankstahlprofils bei 100-facher Vergrößerung nach GOST 5639 (Fig. 1) bewertet. Das Verhältnis von Kornperlit zum streifigen Perlit wurde am Querschliff bei 500-facher Vergrößerung nach GOST 8233 (Fig. 2) bewertet. Unterschiede im Kleingefüge der erfindungsgemäßen Stahlsorten AM 12 und AM 14 liegen nicht vor.

[0024] Die Bewertung der Form von Nichtmetall-Einschlüssen zeigte ein Vorhandensein von gleichmäßig verteilten, abgesonderten, wenig verformten, abgerundeten (ellipsenförmigen) Sulfiden an durch Walzen und Ziehen verformtem Metall sowie fehlende Anhäufungen von Dünnschichteinschlüssen, die die physikalisch-mechanischen und die verfahrenstechnischen Metalleigenschaften vermindern. Das Verhältnis der Länge der Sulfidpartikeln zu ihrer Stärke ist 2 : 4 in der Oberflächenschicht (Fig. 3, 4) und 4 : 6 im Mittelpunkt des Querschnitts (Fig. 5, 6).

[0025] Die resultierende Form der Sulfideinschlüsse stellt eine Minderung der Adhäsionswechselwirkungen zwischen dem Werkstoff und dem Werkzeug sicher. Folglich werden eine Oberflächenrauheit und eine Verschleißrate des Schneidewerkzeugs (die Werkzeugstandzeit) wie bei bleihaltigen Stählen erreicht.

[0026] Die Großversuche der Schneidbarkeit von Walzerzeugnissen aus erfindungsgemäßigem Automatenstahl wurden durchgeführt, um die Standfestigkeit des Schneidewerkzeugs, die Oberflächenrauheit und das Spanverhalten zu prüfen.

[0027] Anhand von Funktionsproben meldeten einige Betriebe (OAO Uljanowsker Autowerk, OAO Avtodetal-Service, OOO Laguna, St. Petersburg, ZAO Okulovsker Möbelbeschlagfabrik usw.) positive Ergebnisse der Drehbearbeitung des Stahls AM 12. Die Standfestigkeit der Schneidewerkzeuge wurde um 15 - 20 % erhöht. Der Span lässt sich leicht klumpen und sammelt sich nicht im Bearbeitungsbereich.

[0028] OOO Avtopartner, Dimitrovgrad, betont eine Verbesserung der Oberflächengüte der behandelten Werkstücke, die um 1 - 2 Klassen höher geworden ist. Nach Einsatz von einem Prüflos hat OOO PROSAM, Ryazan, über eine stabile Genauigkeit der prüfbaaren Bauteilabmessungen mit hoher Oberflächengüte berichtet, wobei das Metall keine Spaltungen beim Gewindewalzen aufweist.

[0029] Die erfindungsgemäße chemische Zusammensetzung, das Desoxidationsverfahren, das Schmelz-, Walz- und Einstellverfahren ermöglichen, Blankstahlerzeugnisse aus zwei Stahlsorten mit einer erhöhten Zerspanbarkeit über den gesamten Querschnitt und Umfang des Walzguts wie bei bleihaltigen Stählen AS 14 in verschiedenen Preisbereichen zu bekommen, wobei die mechanischen Eigenschaften aufrechterhalten und die Umweltsituation in der Hüttenindustrie verbessert sind.

Tabelle 1

Nr.	Stahl	Chemische Zusammensetzung, %									
		C	Mn	Si	P	S	Bi	Al	O	Pb	
1	7780-1	0,11	1,45	0,060	0,072	0,247	0,040	-	0,0037		
2	8317-2	0,1	1,54	0,06	0,062	0,254	0,048	-	0,0021		
3	4397-1	0,1	1,47	0,002	0,076	0,263	0,030	-	0,0035		
	Vorgeschlagener Stahl AM12	≤0,16	1,2- 1,68	≤0,15	0,06-0,15	0,2-0,4	0,03-0,05	≤0,01	0,002- 0,005		
1	7780-2	0,1	1,44	0,05	0,071	0,236	0,05	-	0,0022		
2	4690-1	0,1	1,5	0,03	0,078	0,260	0,06	-	0,0034		
3	8123-1	0,09	1,45	0,05	0,075	0,257	0,09	-	0,0024		
	Vorgeschlagener Stahl AM14	≤0,16	1,3-1,68	≤0,15	0,06-0,15	0,2-0,4	0,06-0,12	≤0,01	0,002-0,005		
	Stand der Technik AS14	0,1-0,17	1,0-1,3	0,12	≤0,1	0,15-0,3	-	-		0,15 -0,3	

Tabelle 2

Nr.	Stahl	Mechanische Eigenschaften des Blankstahls		
		Min. Festigkeitsgrenze G_B , MPa	Min. Dehnungszahl δ , %	Härte HB, max.
1	7780-1	610-620	11	207
2	8317-2	600-605	10	187
3	4397-1	634-639	10-11	197
	Vorgeschlagener Stahl AM 12	490	10	217
1	7780-2	565-570	11,5-12	187
2	4690-1	515-519	12-13	187
3	8123-1	524-535	12-16	179
	Vorgeschlagener Stahl AM 14	490	10	217
	Stand der Technik AS14	490	10	207

Quellennachweis:

Stand der Technik:

[0030]

[1.] GOST 1414-75, Gosstandard Russlands, M., 1992, S. 4-5, 9

Patentansprüche

- Hochzerspanbarer Automatenstahl mit Kohlenstoff, Silizium, Mangan, Schwefel, Phosphor, Aluminium und Eisen, **dadurch gekennzeichnet**,
dass er zusätzlich Bismut und eine geregelte Sauerstoffmenge aufweist, wobei die Sauerstoffwirksamkeit während der Stahlübergabe zum Stahlguss 20 - 70 ppm beträgt,
dass die gleichmäßig verteilten Sulfideinschlüsse eine fast globulare Form haben und leicht verformt sind und
dass der Automatenstahl folgendes massenanteiligen Komponentenverhältnis aufweist:

Kohlenstoff - max. 0,16;
 Silizium - max. 0,15;
 Mangan 1,2 -1,68;
 Schwefel 0,2 - 0,4;
 Phosphor 0,06-0,15;
 Aluminium - max. 0,01;
 Bismut 0,06-0,12;
 Gesamtsauerstoff 0,003-0,015;
 Eisen und Verunreinigungen - Rest.

- Automatenstahl nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
dass er einen verminderten Bismutanteil bei folgendem massenanteiligen Komponentenverhältnis hat:

Kohlenstoff - max. 0,16;
 Silizium - max. 0,15;
 Mangan 1,2 -1,68;
 Schwefel 0,2 - 0,4;
 Phosphor 0,06-0,15;
 Aluminium - max. 0,01;

EP 2 789 710 A1

Bismut 0,03-0,05;
Gesamtsauerstoff 0,003-0,015;
Eisen und Verunreinigungen - Rest.

5

10

15

20

25

30

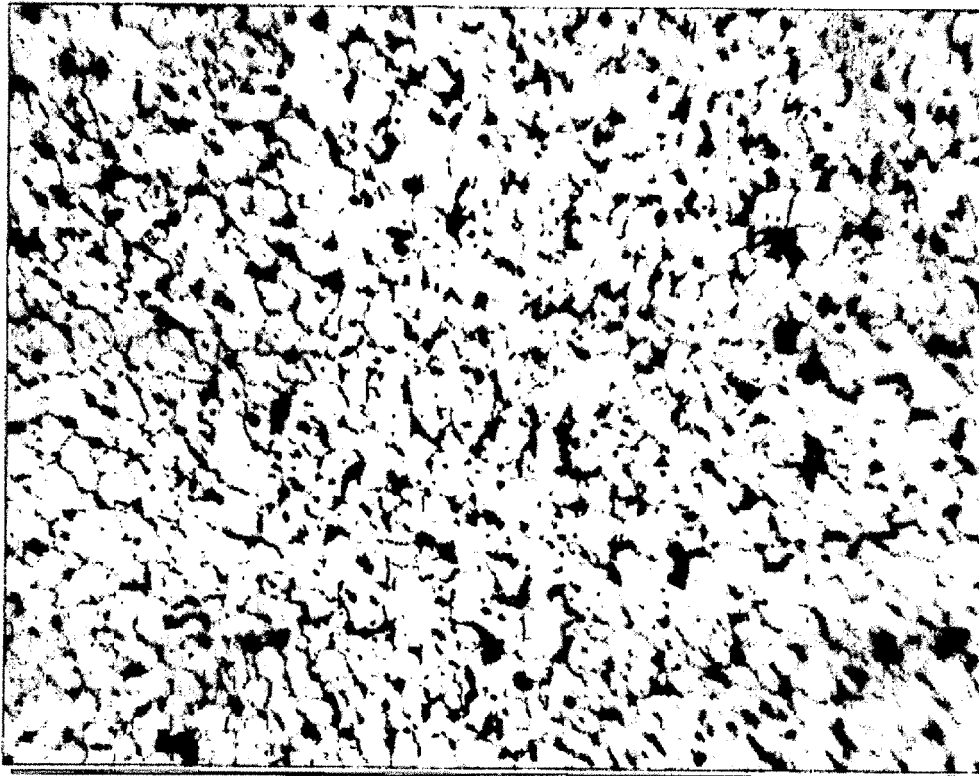
35

40

45

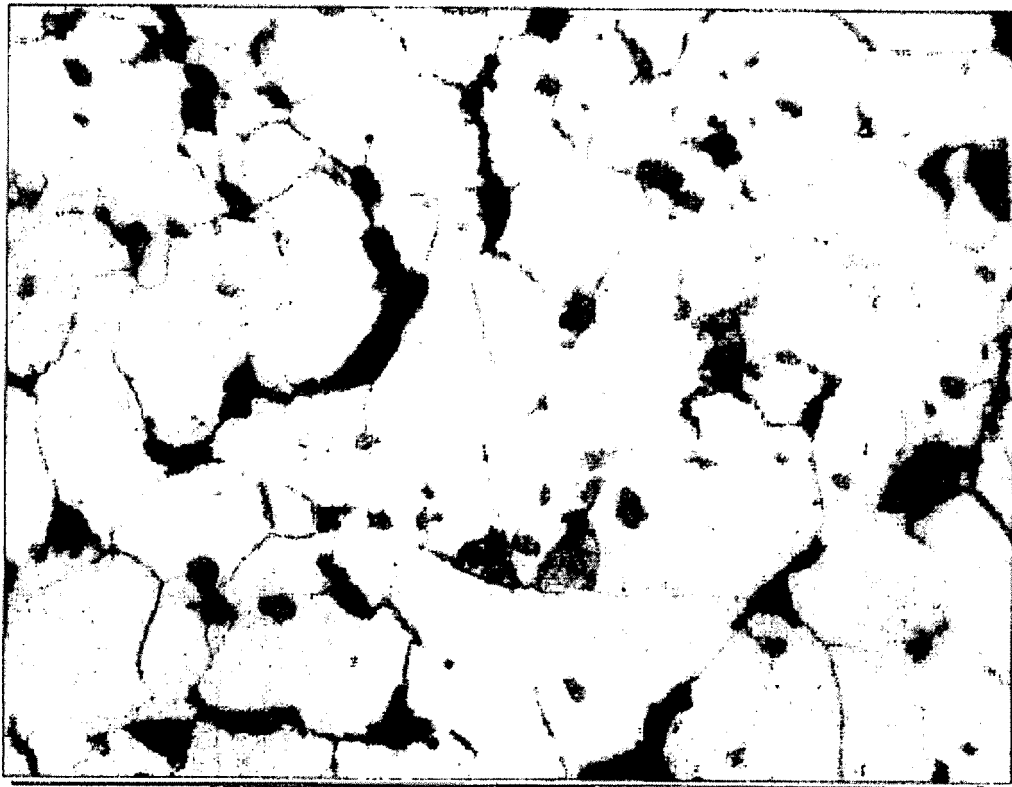
50

55



400 μm

Fig. 1



90 μm

Fig. 2

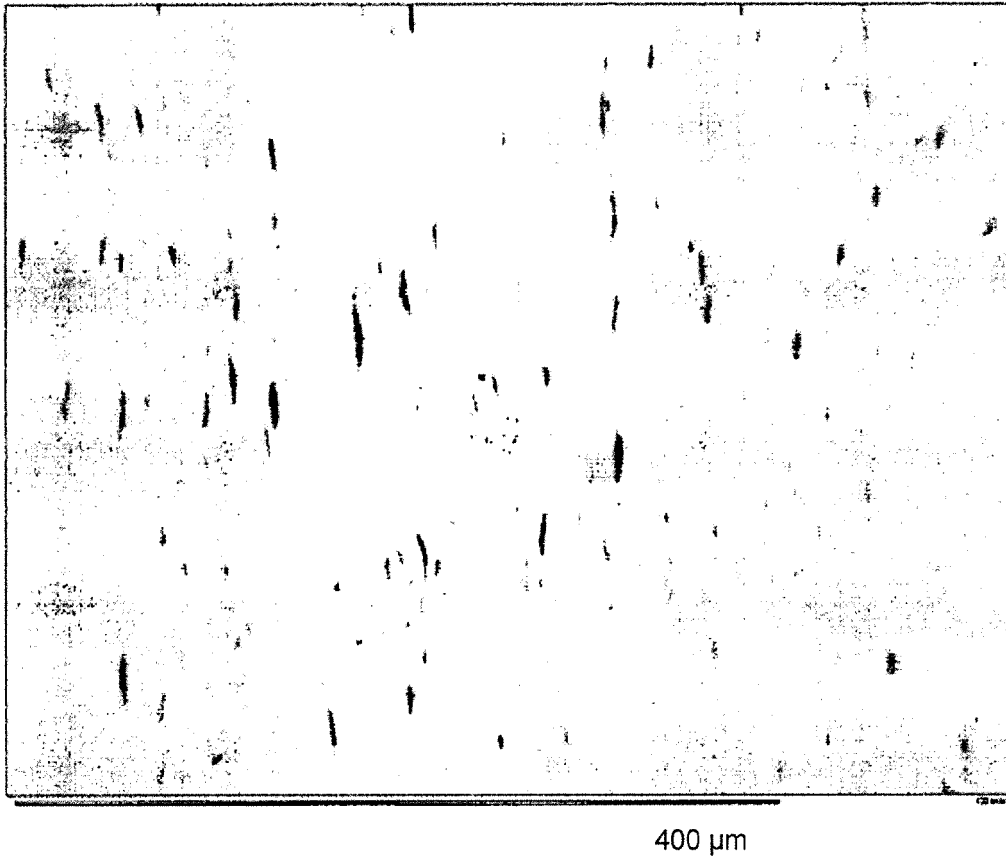
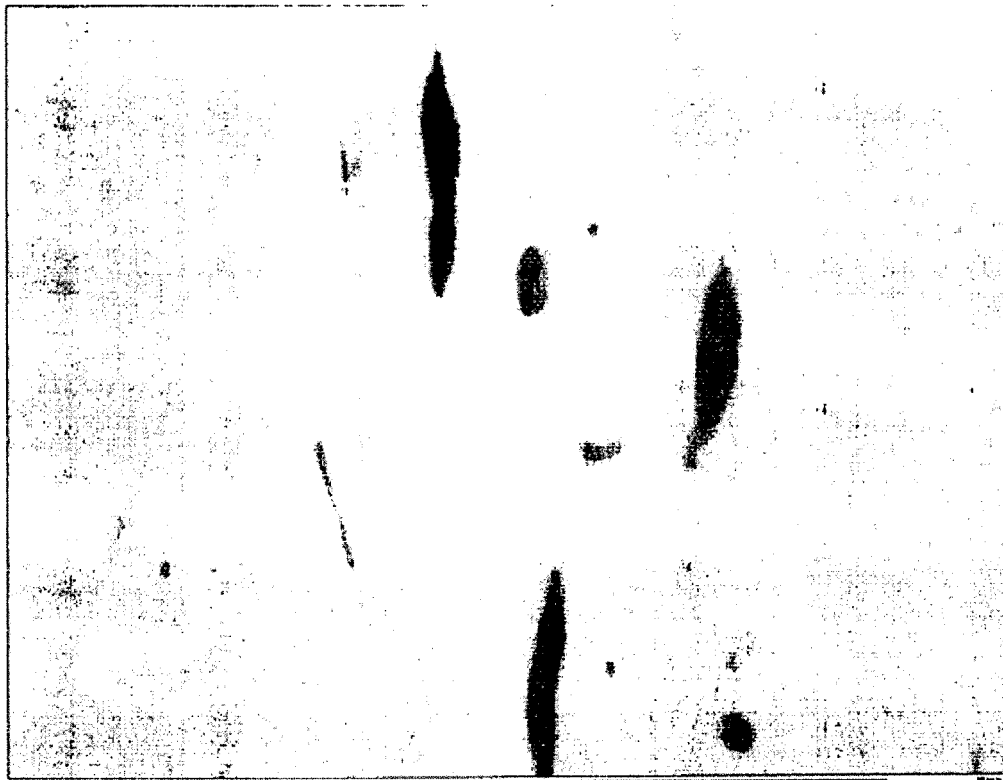


Fig. 3



90 μ m

Fig. 4

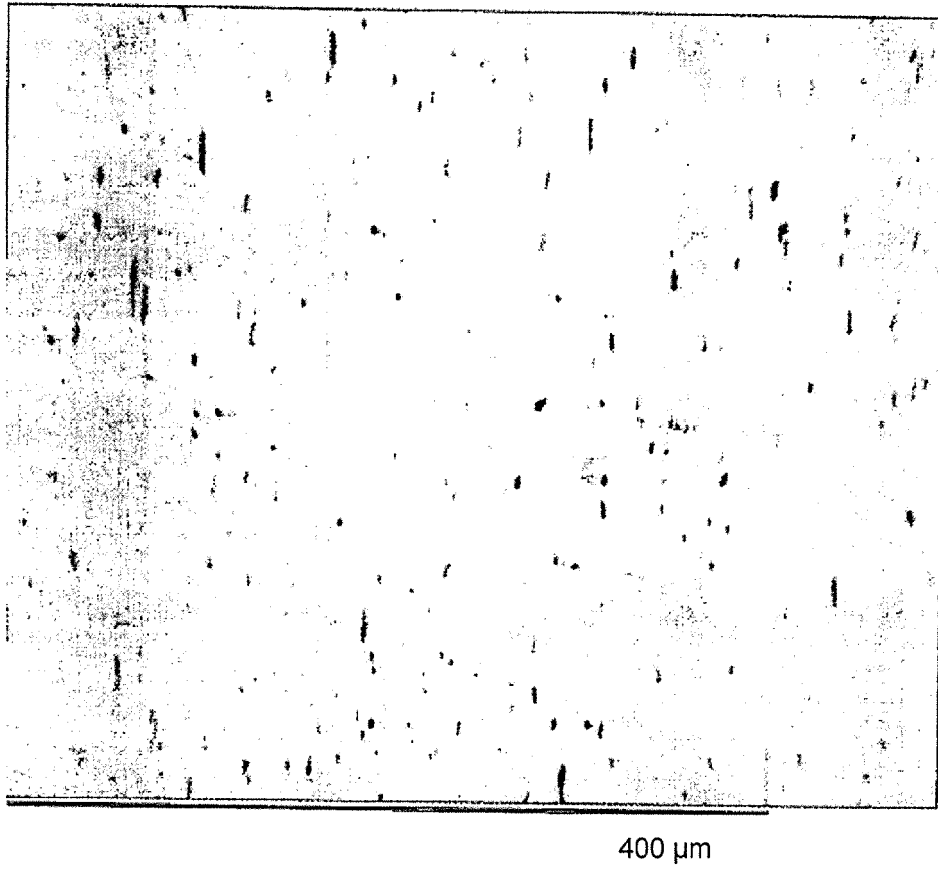


Fig. 5

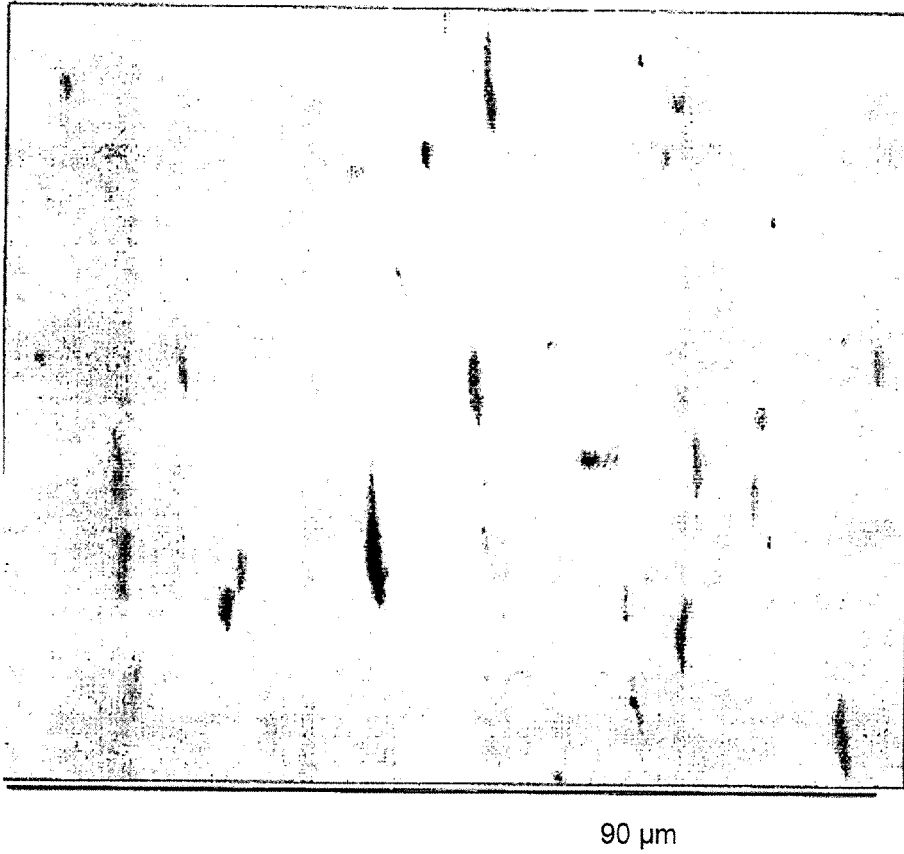


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 2013/000105

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 38/60 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C 38/00-38/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-183770 A (SUMITOMO METAL IND LTD) 03.07.2003	1, 2
A	RU 2437739 C1 (ZAO "OMUTNINSKY METALLURGICHESKY ZAVOD") 27.12.2011	1, 2
A	RU 2135628 C1 (OAO CHELIABINSKY METALLURGICHESKY KOMBINAT "MECHEL") 27.08.1999	1, 2
A	JP 2002-212680 A (NIPPON STEEL CORP) 31.07.2002	1, 2
A	JP 2003-226933 A (SUMITOMO METAL IND LTD) 15.08.2003	1, 2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 May 2013 (27.05.2013)

Date of mailing of the international search report

30 May 2013 (30.05.2013)

Name and mailing address of the ISA/

RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

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 Nicht-Patentliteratur

- **GOSSTANDARD RUSSLANDS, M. GOST 1414-75,**
1992, 4-5, 9 [0030]