

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: 86890180.2

⑸ Int. Cl.⁴: **C 21 D 8/00, C 21 D 8/06,**
C 22 C 38/38

⑱ Anmeldetag: 19.06.86

⑳ Priorität: 25.06.85 AT 1879/85

⑦ Anmelder: **VEREINIGTE EDELSTAHLWERKE**
AKTIENGESELLSCHAFT (VEW), Elisabethstrasse 12,
A-1010 Wien (AT)

㉑ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 30.12.86
Patentblatt 86/52

⑦ Erfinder: **Kohl, Heinz, Dr., Moriglgasse 13,**
A-2630 Ternitz (AT)
Erfinder: **Pohl, Helmut, Dipl.-Ing., Stroblgasse 4/2/9,**
A-2620 Neunkirchen (AT)
Erfinder: **Püchl, Alois, Petersbaumgarten 51,**
A-2840 Grimmenstein (AT)

㉒ Benannte Vertragsstaaten: **BE CH DE FR GB IT LI LU NL**
SE

⑦ Vertreter: **Jellinek, Gerhard, Dr., Vereinigte**
Edelstahlwerke AG (VEW) Elisabethstrasse 12,
A-1010 Wien (AT)

⑤④ **Verfahren zur Herstellung von amagnetischen Bohrstrangteilen.**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von amagnetischen Bohrstrangteilen, insbesondere Schwerstangen für Explorationsbohrungen, z.B. für Erdöl- und/oder Erdgas-Vorkommen, wie Richtbohrungen od. dgl., wobei eine Legierung aus in Gew.-%

Kohlenstoff max. 0,15, vorzugsweise max. 0,08

Silizium max. 1,0

Mangan 11,0 bis 25,0, vorzugsweise 12,0 bis 20,0

Chrom 10,0 bis 20,0, vorzugsweise 11,0 bis 16,0

Molybdän bis 1,0, vorzugsweise 0,2 bis 0,8

Nickel bis 6,0, vorzugsweise 1,0 bis 2,5

Niob/Tantal bis 2,0, vorzugsweise 0,4 bis 0,8

Stickstoff 0,05 bis 0,5, vorzugsweise 0,1 bis 0,35

Rest Eisen und Verunreinigungen und gegebenenfalls einem oder mehreren der folgenden Elemente Vanadin, Bor und Aluminium erstarren gelassen wird, einer zumindest zweifachen, insbesondere vier- bis sechsfachen Warmverformung unterzogen, gegebenenfalls abgekühlt und sodann bei 1020 bis 1070° C lösungsgeglüht, anschliessend, z.B. in Wasser abgeschreckt und einer Kaltverformung unterworfen wird, wobei die Kaltverformung bei einer Temperatur über Raumtemperatur, insbesondere über 100° C und unterhalb ca. 700° C, insbesondere des Curiepunktes von Eisen und mit zumindest 5%iger, vorzugsweise zumindest 12%iger, Verformung durchgeführt wird.

EP 0 207 068 A2

Verfahren zur Herstellung von
amagnetischen Bohrstrangteilen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von amagnetischen Bohrstrangteilen, insbesondere Schwerstangen für Explorationsbohrungen, z.B. für Erdöl- und/oder Erdgas-Vorkommen, wie Richtbohrungen od.dgl.

5

Bei der Durchführung von Explorationsbohrungen, insbesondere Richtbohrungen, wird die Lage und Richtung der Bohrungen durch Magnetmessung festgelegt. Obwohl bereits auch Messungen mit Kreiselkompassen bekanntgeworden sind, wird
10 der an sich sehr genauen und bei Vorliegen von geeignetem Material störungsfreien Magnetfeldmessung nach wie vor der Vorzug gegeben. Da derartige Bohrungen sich in immer größere Tiefen erstrecken, wird eine besonders exakte Lagebestimmung erforderlich. Das heißt, die Bohrstrangteile, insbesondere
15 jene Bohrstrangteile, welche in unmittelbarer Nähe des Meßgerätes, beispielsweise einer Förstersonde angeordnet sind, dürfen nur magnetische Anomalien im geringsten Ausmaß aufweisen. So ist es beispielsweise bekannt, wenn Schwerstangen eine größere maximale Kompaßabweichung als
20 $\pm 1/4^\circ$ aufweisen, dann entsprechen sie nicht mehr oder nur in seltenen Fällen den Anforderungen.

25 Neben den, wie bereits oben ausführlich dargelegten amagnetischen Eigenschaften müssen diese Bohrstrangteile eine hohe mechanische Festigkeit aufweisen, und zwar sowohl für Zug- als auch für Druckbeanspruchung, je nachdem ob ein entsprechender Druck auf dem Bohrkopf ausgeübt
30 wird, oder ob der Bohrkopf aus dem Bohrloch gezogen wird. Weiters unterliegen diese Bohrstrangteile einer hohen

Torsionsbeanspruchung, da zumindest teilweise über sie die Drehbewegung am Bohrkopf ausgeführt wird. Weiters müssen die Legierungen für Strangteile für Gewindeverbindungen geeignet sein, welche auch nach langer mechanischen Beanspruchung ohne "Festfressen" lösbar sein müssen.

Ein weiteres sehr wesentliches Kriterium ist die Korrosionsbeständigkeit, insbesondere die Beständigkeit gegen Spannungsrißkorrosion, da derartige Bohrstrangteile oft stark korrosiven Medien, beispielsweise mehrprozentigen Natriumchloridlösungen und/oder Magnesiumchloridlösungen sowie Schwefelwasserstoff und dgl. ausgesetzt sind.

Neben den oben angeführten Kriterien ist eine weitere wesentliche Voraussetzung für den wirtschaftlichen Einsatz derartiger Bohrstrangteile, daß Legierungen zum Einsatz kommen, welche über einen langen Zeitraum eingesetzt werden können, die somit nicht dem Kriterium der Zusammensetzungsänderung aufgrund von Materialverknappungen od. dgl. unterworfen sind.

Aus der AT-PS 214 466 wird die Verwendung einer amagnetischen austenitischen Chrom-Mangan-Stahl-Legierung mit in Gew.-%

25	bis 0,25	Kohlenstoff
	bis 1,0	Silizium
	12 bis 25	Mangan
	10 bis 20	Chrom
	bis 5	Nickel
30	bis 1	Molybdän
	0,05 bis 0,5	Stickstoff

Rest Eisen mit den üblichen Begleitelementen für die Herstellung von amagnetischen Bohrstrangteilen bekannt, die bei der Stärke des Magnetfeldes der Erde

- auch nichtmagnetisierbar ist, bei stärkeren Feldern kann jedoch eine bleibende Remanenz auftreten. Diese Legierung wird bei Raumtemperatur einer Kaltverformung unterworfen, um die erforderlichen mechanischen Eigenschaften zu erhalten. Schwerstangen, die nach diesem Verfahren hergestellt wurden, mußten jeweils einer besonders genauen Ausgangskontrolle unterworfen werden, wobei die Untersuchung gemäß europäischem Patent 14 195 durchgeführt wurde. Ferromagnetische Einschlüsse und
- 5
10 Nester innerhalb der Stangen, welche durch Prüfung ermittelt wurden, führten zum Ausschluß gesamter Stangen, wobei bei hohen magnetischen Feldern eine bleibende Magnetisierung eintreten kann.
- 15 Die vorliegende Erfindung hat sich zum Ziel gesetzt, ein Verfahren zur Herstellung von amagnetischen Bohrstrangteilen zu schaffen, welche eine ausreichend hohe mechanische Festigkeit bei geringer Streuung, insbesondere durch Kaltverformung, aufweisen, welches gleichzeitig
- 20 sicherstellt, daß keine bzw. nur unwesentliche magnetisierbare Inseln im Bohrstrangteil verbleiben, wobei die Bohrstrangteile auch bei hohen magnetischen Feldern keine bleibende Magnetisierung aufweisen sollen.
- 25 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von amagnetischen Bohrstrangteilen, insbesondere Schwerstangen für Explorationsbohrungen, z.B. für Erdöl- und/oder Erdgas-Vorkommen, wie Richtbohrungen od. dgl., wobei eine Legierung aus in Gew.-%
- 30 Kohlenstoff max. 0,15, vorzugsweise max. 0,08
Silizium max. 1,0
Mangan 11,0 bis 25,0, vorzugsweise 12,0 bis 20,0
Chrom 10,0 bis 20,0, vorzugsweise 11,0 bis 16,0
Molybdän bis 1,0, vorzugsweise 0,2 bis 0,8
- 35 Nickel bis 6,0, vorzugsweise 1,0 bis 2,5
Niob/Tantal bis 2,0 vorzugsweise 0,4 bis 0,8
Stickstoff 0,05 bis 0,5, vorzugsweise 0,1 bis 0,35

Rest Eisen und gegebenenfalls einem oder mehreren der folgenden Elemente Vanadin, Bor und Aluminium und herstellungsbedingte Verunreinigungen erschmolzen, erstarren gelassen wird, einer zumindest 2-fachen, insbesondere 4- bis 6-fachen Warmverformung unterzogen, gegebenenfalls abgekühlt und sodann bei 1020 bis 1070°C lösungsgeglüht, anschließend, z.B. in Wasser abgeschreckt und einer Kaltverformung unterworfen wird, besteht im wesentlichen darin, daß die Kaltverformung bei einer Temperatur über Raumtemperatur, insbesondere über 100°C und unterhalb ca. 700°C, insbesondere des Curiepunktes von Eisen und mit zumindest 5%-iger, vorzugsweise zumindest 12%-iger, Verformung durchgeführt wird.

Es war nun durchaus überraschend, daß bei einer Kaltverformung, welche oberhalb der Martensitbildungstemperatur durchgeführt wird, wo Spuren von Verformungsmartensit entstehen können, wodurch Magnetisierbarkeit bedingt ist, welche dadurch vermeidbar wird, daß die Kaltverformung bei einer Temperatur durchgeführt wird, welche oberhalb der Raumtemperatur, jedoch unterhalb einer Warmverformungstemperatur liegt, hohe Festigkeit erreicht werden kann und auch bei hohen magnetischen Außenfeldern keine bleibende Magnetisierbarkeit vorliegt. Es hat sich hierbei herausgestellt, daß zur Erlangung der mechanischen Festigkeit eine Verformung von zumindest 5 % bzw. vorzugsweise von zumindest 8 % erforderlich ist, wobei durchaus auch höhere Verformungen durchgeführt werden können, welche jedoch höhere Verformungszeiten bedingen.

25

Als Kaltverformung hat sich insbesondere eine Kaltschmiedung, insbesondere eine Streckschmiedung bewährt, obwohl unterschiedliche Verformungsgrade vom Mitten- zum Randbereich vorliegen können. Eine mechanische, insbesondere spanabhebende Bearbeitung wird gemäß einem weiteren Merkmal der

30

vorliegenden Erfindung nach der Kaltverformung durchgeführt, ohne daß dadurch wesentliche Bearbeitungsbehinderungen auftreten.

- 5 Zur Erhöhung der Spannungsrißkorrosionsbeständigkeit können auf der Oberfläche Druckeigenspannungen, z.B. durch Kugelstrahlen aufgebracht werden, wobei die Ein-
haltung der Temperaturen gemäß Anspruch 4 eine bleibende
Magnetisierbarkeit auch unter ungünstigen Bedingungen ver-
10 hindern kann.

Die bevorzugten Grenzen für die Kaltverformung liegen bei einer Temperatur über 100°C und unterhalb 550°C , insbesondere unterhalb des Curiepunktes wodurch eine
15 besondere Beständigkeit gegen intra- und interkristalline Spannungsrißkorrosion erreichbar ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Beispiele näher erläutert:

20

Beispiel 1:

Eine Legierung mit der Zusammensetzung 10986 gemäß Tabelle 1, wurde erschmolzen und - wie an sich bekannt - zu einem Block gegossen. Dieser Block wurde unter Streck-
25 schmiedung zwischen $1150 - 900^{\circ}\text{C}$ auf 9 m Länge verformt, welches einer 6-fachen Warmverformung entspricht. Die so erhaltene Rundstange wurde zwei Stunden bei 1050°C lösungs-
geglüht und anschließend in Wasser abgeschreckt. Die 0,2 Dehnungsgrenze betrug $400 \text{ N/mm}^2 \pm 50$. Die so vorbehandelte
30 Stange wurde sodann auf 400°C erhitzt und unter 12%-iger Verformung auf einer Streckschmiedemaschine geschmiedet. Die 0,2-Dehngrenze betrug $830 \pm 30 \text{ N/mm}^2$. Die Prüfung der Magnetisierbarkeit wurde nach dem Verfahren gemäß EU-P 14 195 durchgeführt, wobei vor der Prüfung die

Schwerstange einer Magnetisierung mit 120 kA/m unterworfen wurde. Es konnte kein einziger Meßpunkt ermittelt werden, der über 0,02 Mikrottesla lag.

- 5 Eine analoge Probe wurde einer entsprechenden Kaltschmiedung bei Raumtemperatur unterworfen, wobei die gesamte Stange einen Restmagnetismus von 10 Mikrottesla aufgewiesen hat.

Beispiele 2 bis 4:

- 10 Die weiteren Schmelzen gemäß Tabelle 1 wurden gemäß Tabelle 2 und 3 bearbeitet, mit der Ausnahme, daß Blöcke der Schmelze 56391 gereckt wurden.

Tabelle 1:

Elemente in Massen-%										
Schmelzen-Nr.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	N ₂	
010986	0,063	0,41	17,4	0,040	0,005	12,47	0,50	1,66	0,17	
011226	0,073	0,38	18,07	0,029	0,007	12,54	0,45	1,60	0,19	
056391	0,065	0,60	19,33	0,025	0,010	13,50	0,43	2,0	0,21	
058156	0,061	0,50	19,11	0,045	0,006	13,40	0,44	1,77	0,22	

Tabelle 2:

Schmelzen-Nr.	Schmiede- temperatur	Kaltschmiede- temperatur	0,2 Dehngrenze N/mm ² nach Kalt- verformung	Magneti- sierungs- feldstärke k A / m	Mikrotesla
010986	900-1150	400	830 ± 30	120	0,0
011226	900-1150	300	830 ± 30	120	0,0
056391 *	900-1150	250	760 ± 30	120	0,0
058156	900-1150	100	830 ± 30	120	0,0

Tabelle 3:

Schmelzen-Nr.	Schmiede- temperatur	Kaltschmiede- temperatur	0,2 Dehngrenze N/mm ² nach Kalt- verformung	Magneti- sierungs- feldstärke k A / m	Mikrotesla
010986	900-1150	20	830 ± 60	10	10,0
011226	900-1150	20	830 ± 60	20	3,0
056391*	900-1150	20	760 ± 60	20	1,0
058156	900-1150	20	830 ± 60	50	0,1

* gereckt

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zur Herstellung von amagnetischen Bohrstrangteilen, insbesondere Schwerstangen für Explorationsbohrungen, z.B. für Erdöl- und/oder Erdgas-Vorkommen, wie Richtbohrungen od. dgl., wobei eine Legierung aus in Gew.-%
- | | | |
|----|-------------|---|
| 5 | Kohlenstoff | max. 0,15, vorzugsweise max. 0,08 |
| | Silizium | max. 1,0 |
| | Mangan | 11,0 bis 25,0, vorzugsweise 12,0 bis 20,0 |
| | Chrom | 10,0 bis 20,0, vorzugsweise 11,0 bis 16,0 |
| 10 | Molybdän | bis 1,0, vorzugsweise 0,2 bis 0,8 |
| | Nickel | bis 6,0, vorzugsweise 1,0 bis 2,5 |
| | Niob/Tantal | bis 2,0, vorzugsweise 0,4 bis 0,8 |
| | Stickstoff | 0,05 bis 0,5, vorzugsweise 0,1 bis 0,35 |
- Rest Eisen und Verunreinigungen und gegebenenfalls einem oder mehreren
- 15 der folgenden Elemente Vanadin, Bor und Aluminium erstarren gelassen wird, einer zumindest 2-fachen, insbesondere 4- bis 6-fachen Warmverformung unterzogen, gegebenenfalls abgekühlt und sodann bei 1020 bis 1070⁰C lösungsgeglüht, anschließend, z.B. in Wasser abgeschreckt und einer Kalt-
- 20 verformung unterworfen wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Kaltverformung bei einer Temperatur über Raumtemperatur, insbesondere über 100⁰C und unterhalb ca. 700⁰C, insbesondere des Curiepunktes von Eisen und mit zumindest 5%-iger, vorzugsweise zumindest 12%-iger, Verformung durchgeführt wird.
- 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Kaltverformung kaltgeschmiedet, insbesondere streckgeschmiedet wird.
- 30
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Kaltverformung eine mechanische, insbesondere spanabhebende Bearbeitung erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß in oberflächennahen Randbereichen durch örtliche Kaltverformung bei einer Temperatur über Raumtemperatur, insbesondere über 100°C und unterhalb ca. 5 700°C , insbesondere des Curiepunktes von Eisen Druckeigenspannungen, z.B. durch Kugelstrahlen eingebracht werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kaltverformung bei einer Temperatur über 100°C und unterhalb 550°C , insbesondere unterhalb des Curiepunktes durchgeführt wird. 10