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

(11) **EP 1 306 457 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.12.2007 Patentblatt 2007/49

(51) Int Cl.:
C22C 38/40 *(2006.01)* ***C21D 8/02*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **02023592.5**

(22) Anmeldetag: **23.10.2002**

(54) **Chrom-Stahllegierung**

Chromium steel

Acier au chrome

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

(30) Priorität: **23.10.2001 DE 10152293**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.05.2003 Patentblatt 2003/18

(73) Patentinhaber: **Stahlwerk Ergste Westig GmbH**
58239 Schwerte (DE)

(72) Erfinder:
- **Pacher, Oskar Dr.**
  8041 Granz (AT)
- **Kloss-Ulitzka, Gisbert, Dipl.-Ing.**
  58809 Neuenrade (DE)

(74) Vertreter: **König, Gregor Sebastian et al**
König Szynka Tilmann von Renesse
Patentanwälte Partnerschaft
Postfach 11 09 46
40509 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 106 705
EP-B- 0 750 687

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 306 457 B1

Beschreibung

[0001] Stanzteile wie beispielsweise Rietlamellen für Webmaschinen, Federblätter und Membranen werden üblicherweise aus kaltgewalztem Band hergestellt und je nach Verwendungszweck auch gehärtet und beschichtet.

[0002] Neben hoher Festigkeit und Härte müssen solche Stanzteile eine hohe Oberflächenqualität, insbesondere eine geringe Rauigkeit und gute Planheit besitzen. Dies gilt insbesondere für Rietlamellen, die in Webmaschinen dazu dienen, den Abstand der Kettfäden beim Einschießen der Schußfäden möglichst genau einzustellen. Das erfordert insbesondere bei feinen Geweben im Hinblick auf eine möglichst gleichmäßige Fadendichte auch über große Längen mit einem Abstand der Kettfäden unter 0,5 mm dünne und absolut plane Rietlamellen, deren Dicke 0,15 bis 0,25 mm bei einer Länge von beispielsweise 250 mm beträgt.

[0003] Die notwendige Planheit erfordert bei Stanzteilen ein Richten, weil es beim Stanzen aufgrund freigesetzter innerer Spannungen und einer Anisotropie aus der Vorgeschichte des Bandes zu einem Verzug kommt. Zum Richten werden die Lamellen mehrmals in Richtrollen-Maschinen durch eine Folge von Ober- und Unterrollen bzw. -walzen geführt und dabei gebogen und gereckt, bis die den Verzug verursachenden Spannungen abgebaut sind. Nach jedem Richten muß erneut die Planheit gemessen werden, bis ein weiteres Richten nicht mehr erforderlich ist. Das Richten verursacht daher angesichts des apparativen und zeitlichen Aufwandes hohe Kosten, ergibt aber brauchbare Lamellen für Webmaschinen mit mittleren Fadengeschwindigkeiten.

[0004] Bei modernen Webmaschinen wird der Schußfaden jedoch mit Hilfe eines Luft- oder Wasserstrahls mit einer Geschwindigkeit von beispielsweise 500 m/min durch die von den Rietlamellen aufgespreizten Kettffäden geschossen. Dies führt zu örtlichen Turbulenzen und Schwingungen, denen die Lamellen nur dann gewachsen sind, wenn sie eine ausreichende Dauerfestigkeit besitzen. Versuche haben ergeben, daß das Schwingverhalten gerichteter Rietlamellen sehr unterschiedlich ist. Um das zu vermeiden, werden Rietlamellen in der Praxis üblicherweise höchstens zweimal gerichtet. Ist dann die notwendige Planheit nicht erreicht, gelten die betreffenden Lamellen als unbrauchbar.

[0005] Das Schwingverhalten der Lamellen bestimmt auch den Reibungsverschleiß und kann daher bei Lamellen geringer Dicke zu einem vorzeitigen Ausfall führen. Ein Lamellenausfall bzw. -wechsel erfordert ein Stillsetzen der Webmaschine und ist daher angesichts der hohen Webgeschwindigkeiten stets mit einem erheblichen Produkutionsausfall verbunden. Schließlich kann sich ein ungünstiges Schwingverhalten einzelner Rietlamellen auch nachteilig auf das Gewebe auswirken.

[0006] Um den negativen Einfluß des Schwingverhaltens der Lamellen zu beseitigen, ist es aus der schweizerischen Patentschrift 562 349 bekannt, spezielle Schwingungstilger zu verwenden, die über Federn die Schwingungen der Rietlamellen egalisieren und verringern. Der gewünschte Erfolg ist jedoch ausgeblieben. Die DD-Patentschrift 294 469 schlägt daher vor, die Lamellen eines Webblattes in Paketen anzuordnen und miteinander zu verschweißen, um die Positionierung der Lamellen im Verhältnis zueinander zu verbessern. Dies wirkt sich jedoch nicht auf das unterschiedliche Schwingungsverhalten und den dadurch verursachten Lamellenverschleiß aus.

[0007] Für Blatt- und Lamellenfedern von Ventilen gilt ähnliches; bei ihnen können vom Stanzen oder Schneiden herrührende innere Spannungen zu einer Geräuschbelästigung und zu unerwünschten Resonanzschwingungen führen.

[0008] Aus der europäischen Patentschrift 0 750 687 B1 ist bereits eine Chrom-Stahllegierung mit 11 bis unter 15% Chrom, 0,1 bis 1,5% Nickel, bis 2,0% Mangan, bis 2,0% Silizium, 1,0 bis 3,0% Molybdän, 0,15 bis 0,40% Kohlenstoff, 0,02 bis 0,15% Stickstoff, 0,1 bis 2,0% Kupfer, 0,01 bis 0,03% Aluminium, optional bis 0,25% Titan, Vanadium oder Niob und optional bis 0,10% Bor, Aluminium, Magnesium oder Kalzium, Rest Eisen bekannt. Die Legierung soll eine gute Korrosions- bzw. Lochfraßbeständigkeit und hohe Härte besitzen sowie sich als Werkstoff unter anderem für Nägel, Bolzen und Federn eignen.

[0009] Weiterhin beschreibt die europäische Offenlegungsschrift 1 106 705 A1 eine Chrom-Stahllegierung mit 10 bis 15% Chrom, 0,01 bis 0,5% Niob bis 0,5% Nickel, bis 2% Mangan, bis 1% Silizium, optional 0,1 bis 1% Molybdän oder 0,1 bis 2% Kupfer, 0,01 bis 0,1% Kohlenstoff, höchstens 0,03% Stickstoff, bis 0,03% Aluminium und optional 0,01 bis 0,5% Titan, 0,01 bis 0,5% Vanadium, oder 0,005 bis 0,01% Bor, Rest Eisen, die sich als Werkstoff zum Herstellen von Bremsscheiben eignen soll.

[0010] Das Schwingverhalten läßt sich sehr gut durch die Federkonstante kennzeichnen; sie sollte hoch sein und eine geringe Streubreite besitzen.

[0011] Vor diesem Hintergrund besteht das der Erfindung zugrundeliegende Problem darin, einen Werkstoff zu finden, der sich zum Herstellen von Rietlamellen eignet.

[0012] Die Lösung dieses Problems besteht in der Verwendung einer Chrom-Stahllegierung mit 10,5 bis 20% Chrom, 0,2 bis 9% Nickel, 0,1 bis 3% Mangan, 0,1 bis 1,5% Silizium, 0,01 bis 2,0% Molybdän, 0,05 bis 0,45% Kohlenstoff, 0,02 bis 0,15% Stickstoff, 0,3 bis 0,8% Kupfer, 0,002 bis 0,05% Aluminium, 0,003 bis 0,1% Titan, 0,003 bis 0,1% Vanadium, 0,001 bis 0,05% Niob, 0,01 bis 0,2% (Titan + Vanadium + Niob) und bis 0,006% Bor, Rest Eisen, die der Bedingung

$$10 \times (\%Ti+\%V+\%Nb) = A \times (\%C+\%N)$$
$$A = 1 \text{ bis } 7$$

genügt.

[0013] Die erfindungsgemäße Stahllegierung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß sie sich in der Form von Kaltband als Werkstoff zum Herstellen dünner Lamellen durch Stanzen oder Schneiden eignet. Hinzu kommen eine hohe Zugfestigkeit von 1.400 bis 1.900 N/mm^2 und eine hohe Härte von 430 bis 580 HV sowie eine Dauerzeitfestigkeit >5.10^8 Lastwechsel bei einer Schwingungsamplitude von 2mm pro 30mm Federnlänge. Außerdem ist die Legierung aufgrund ihres Chromgehalts rostbeständig, was bei mit Wasserstrahl arbeitenden Webmaschinen von großer Wichtigkeit ist.

[0014] Besonders geeignet ist eine Legierung mit 16 bis 18% Chrom, 6 bis 8% Nickel, 0,5 bis 1,5% Mangan, 0,3 bis 1,5% Silizium, 0,4 bis 1% Molybdän, 0,1 bis 0,3% Kohlenstoff, 0,05 bis 0,1% Stickstoff, 0,002 bis 0,006% Bor, 0,003 bis 0,1% Titan, 0,003 bis 0,1% Vanadium und 0,001 bis 0,05% Niob bei einem Gesamtgehalt an Titan, Vanadium und Niob von 0,01 bis 0,2%.

[0015] Für die Entwicklung der mechanischen Eigenschaften wirkt sich ein bis zu 200 Minuten dauerndes Entspannungsglühen bei 180 bis 480 besonders günstig aus, dem sich eine weitere Glühstufe mit einer Dauer von 10 bis 160 Minuten bei einer Temperatur von 320 bis 480 Grad anschließen kann. Das Entspannungsglühen findet vorzugsweise im Stapel unter Formzwang, d.h. unter einer statischen Belastung statt. Hierfür eignet sich eine Flächenpressung von 0,5 bis 30 N/cm^2, vorzugsweise von mindestens 1 N/cm^2 oder auch höchstens 10 N/cm^2. Besonders geeignet sind Glühtemperaturen von 150 bis 480°C für die erste und 300 bis 420°C für die zweite Glühstufe.

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen und Ausführungsbeispielen des näheren erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung der bisherigen Verfahrensweise beim Herstellen von Rietlamellen,

Fig. 2 ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung der Verwendung der erfindungsgemäßen Chrom-Stahllegierung zum Herstellen von Rietlamellen und

Fig. 3 eine übliche Rietlamelle.

[0017] Rietlamellen besitzen beispielsweise eine Länge von 120 mm und eine Dicke von 0,2 mm sowie eine einseitige Ausnehmung der Abmessung 15 x 8 mm. Sie werden nach dem Verfahrensschema der Fig. 1 aus Kaltband durch Stanzen oder Feinschneiden hergestellt. Dem schließt sich ein Entgraten und Verrunden der Kanten sowie eine Prüfung auf Planheit an. Je nachdem wie diese Prüfung ausfällt, müssen die Lamellen ein- oder zweimal in einer Rollenrichtmaschine gerichtet werden, ehe sie nach einem Reinigen verwendbar sind. Ergibt sich nach einem zweimaligen Richten immer noch keine ausreichende Planheit, ist eine Verwendung der Lamellen aus Gründen der Qualität nicht mehr möglich.

[0018] Bei der erfindungsgemäßen Stahllegierung entfällt das Richten nach dem Stanzen oder Feinschneiden bzw. Entgraten und Kantenverrunden (Fig. 2). Dem Reinigen kann sich jedoch ein statisches Richten in Gestalt einer Wärmebehandlung unter Vorspannung mit einem Abkühlen an Luft auf Raumtemperatur anschließen.

[0019] Bei Versuchen mit erfindungsgemäßen Stahllegierungen 1 bis 5 und 9 sowie nicht unter die Erfindung fallenden Vergleichslegierungen 6 bis 8 gemäß Tabelle I wurden aus kaltgewalztem Band mit einer sich jeweils aus der Tabelle II ergebenden Dicke Lamellen hergestellt. Die Lamellen wurden nach dem Stanzen entgratet und an den Kanten verrundet. Dabei wurden die Lamellen zusammen mit einem Schleifpulver, Wasser und Füllkörpern aus Keramik in eine Drehtrommel gegeben und mehrere Stunden entgratet und an den Kanten verrundet. Anschließend wurden die Lamellen gereinigt und auf Verzug und Planheit untersucht. Danach wurden jeweils 100 Lamellen in einem Rahmen gestapelt und der Stapel so belastet, daß die Lamellen völlig plan aufeinanderlagen.

[0020] Die auf diese Weise vorgespannten Lamellen wurden unter Aufrechterhaltung der Spannung zweistufig im Temperaturbereich von 150 bis 480°C bzw. 300 bis 420°C mit den sich aus der Tabelle II ergebenden Glühtemperaturen im Einzelfall geglüht.

[0021] Die Versuche wurden an rechteckigen Lamellen 1 der Abmessungen 160 x 6 mm ohne den Schußkanal 2 durchgeführt, um die Verwendung wegen des Schußkanals sehr teurer Stanzwerkzeuge zu vermeiden. Auf den Verzug der Versuchslamellen in Längsrichtung wirkt sich dies jedoch nicht aus.

Tabelle I

Nr.	Cr	Ni	Mn	Si	Mo	C	N	Cu	Al	B	Ti	V	Nb
1	13,65	0,25	0,95	0,79	0,84	0,31	0,08	0,40	0,03	0,002	0,003	0,06	0,008
2	13,88	0,22	0,79	0,62	0,02	0,22	0,05	0,70	0,01	0,002	0,005	0,08	0,003
3	17,60	8,50	1,10	1,00	0,01	0,11	0,06	0,60	0,03	0,004	0,015	0,08	0,008
4	16,50	9,00	1,00	0,38	0,70	0,08	0,08	0,42	0,05	0,003	0,010	0,06	0,006
5	19,60	8,80	1,25	0,96	1,30	0,20	0,06	0,35	0,01	0,003	0,010	0,07	0,010
6	17,50	8,50	1,10	1,00	0,02	0,06	0,02	0,05	0,06	0,006	0,020	0,09	0,008
7	18,20	9,00	1,15	0,86	0,01	0,06	0,03	0,10	0,04	0,008	0,100	0,02	0,005
8	13,55	0,27	0,9	0,85	0,83	0,35	0,1	0,46	0,04	0,002	0,003	0,03	0,004
9	16,85	0,95	0,70	0,45	0,02	0,06	0,02	0,32	0,03	0,002	0,005	0,02	0,002

A	Formel:	Eignung
1,8	erfüllt	gut
3,3	erfüllt	gut
6,1	erfüllt	gut
4,8	erfüllt	gut
3,5	erfüllt	gut
14,8	nicht erfüllt	schlecht
13,9	nicht erfüllt	schlecht
0,8	nicht erfüllt	schlecht
3,4	erfüllt	gut

Tabelle II

						1. Wärmebehandlung		2. Wärmebehandlung			
Vers. Nr.	Legierung Nr.	Dicke D mm	Stück	Beispiel	Flächenpressung N/cm^2	T1/°C	t1/Min	T2/°C	t2/Min	%-Anteil mit Verzug hz >0,05 mm	Anmerkung
1 bis 9	1 bis 9	0,15 ... 0,20	200	1	-	-	-	-	-	94-100	V
10	1	0,16	200	2	-	bisher übliches Richtverfahren	bisher übliches Richtverfahren	bisher übliches Richtverfahren	bisher übliches Richtverfahren	6	typischer "Restverzug"
11	6	0,20	200	2	-	bisher übliches Richtverfahren	bisher übliches Richtverfahren	bisher übliches Richtverfahren	bisher übliches Richtverfahren	12	typischer "Restverzug"
12	1	0,16	100	3	0,5	180	35	320	40	20	E kleine Flächenpressung
13	1	0,16	100	3	1,0	180	35	320	40	4	E gut
14	1	0,16	100	3	3,1	180	35	320	40	3	E gut
15	1	0,16	100	3	3,1	240	30	420	45	2	E gut
16	1	0,16	100	3	3,1	470	100	-	-	5	E gut
17	2	0,18	100	3	3,1	480	120	-	-	2	E gut
18	2	0,18	100	3	3,1	480	180	-	-	2	E gut
19	2	0.18	100	3	4,2	460	80	360	60	1	E gut
20	2	0,18	100	3	2,1	200	40	420	80	1	E gut
21	3	0,15	100	3	1.0	200	20	380	40	3	E gut
22	3	0,15	100	3	2,8	200	20	380	30	2	E gut
23	4	0,16	100	4	0.5	210	20	400	90	12	E kleine Flächenpressung
24	4	0,16	100	4	2,1	210	20	400	90	3	E gut
25	4	0,16	100	4	4,2	210	20	420	60	2	E gut
26	4	0,16	100	4	2,1	210	20	440	40	1	E gut
27	5		100	3	3,1	340	30	480	60	2	E gut

(fortgesetzt)

						1. Wärmebehandlung		2. Wärmebehandlung			
Vers. Nr.	Legierung Nr.	Dicke D mm	Stück	Beispiel	Flächenpressung N/cm^2	T1/°C	t1/Min	T2/°C	t2/Min	%-Anteil mit Verzug hz >0,05 mm	Anmerkung
28	5	0,20	100	3	1,6	340	30	480	70	3	E gut
29	6	0,20	100	3	2,1	210	20	380	40	27	E Formel nicht erfüllt
30	6	0,20	100	3	3,1	210	20	420	60	24	E *
31	6	0,20	100	3	4,2	210	30	480	60	18	E *
32	6	0,20	100	4	3,1	340	30	480	60	15	E *
33	6	0,20	100	4	3,1	200	40	420	120	22	E *
34	7	0,18	100	4	4,2	180	35	380	40	35	E *
35	7	0,18	100	4	4,2	180	35	420	60	30	E *
36	7	0,18	100	4	4,2	210	20	460	120	32	E *
37		0,18	100	4	4,2	210	30	480	160	20	E *
38	7	0,18	100	3	3,1	180	60	400	120	42	E *
39	7	0,18	100	3	3,1	420	120	-	-	39	E *
40	8	0,16	100	4	4,2	200	60	470	180	27	E *
41	9	0,15.	100	4	2,6	200	30	320	30	2	E gut
42	9	0,15	100	4	3,1	180	30	420	40	1	E gut

V: Beurteilung von Verzug im Kaltband nach dem Stanzen. Praktisch zeigen alle Proben Verzug. E: Erfindungsgemäße Behandlung
* auch bei hoher Flächenpressung keine Verbesserung der Ausbringung. Begründung: Bei diesen Legierungen ist die Formel nicht erfüllt.
Die Ergebnisse zeigen, daß eine Flächenpressung größer 0,5 N/cm^2 günstig ist.

Beispiel 1

[0022] Aus Kaltband der Legierungen 1 bis 9 wurden Lamellen mit den in Tabelle II angegebenen Dicken D gestanzt und an jeweils 200 Stück der Verzug gemessen. Nach einem ersten Vermessen wurde bei allen Legierungsvarianten ein Höhenverzug (bauchige Ausbildung der Lamellen) festgestellt. Durchschnittlich konnte bei 94 bis 97% aller Proben eine Höhenverzug mit einem Wert h_z>0,05 mm festgestellt werden. Einzelne Lamellen zeigten sogar einen Höhenverzug h_z>1 mm. Alle Proben wiesen ferner einen umlaufenden Stanzgrat auf.

[0023] Zum Entfernen des Stanzgrates wurden die Lamellen in einen Polyäthylen-Behälter gebracht und mit einem Gemisch aus ca. 8 mm großen keramischen Füllkörpern, 150 g SiC-Schleipfulver und 4 Litern Wasser mit darin gelöstem Verdickungs- und Benetzungsmittel versetzt. Danach wurde der Behälter verschlossen und 5 Stunden einer drehenden Schüttelbewegung ausgesetzt. Nach dieser Behandlung waren die Stranzgrate vollständig abgetragen und die Kanten zeigten eine gleichmäßige Rundung.

[0024] Die Lamellen wurden anschließend gewaschen, getrocknet und einem zweiten Vermessen unterworfen. Dabei wurde festgestellt, daß die Häufigkeit des Höhenverzuges h_z>0,5 mm generell zugenommen hatte. Für den Verzug h_z>1 mm zeigte sich hingegen ein sehr uneinheitliches Bild mit gegenüber dem ersten Vermessen teilweise auch geringeren Häufigkeitswerten.

Beispiel 2

[0025] Zur Beseitigung des Höhenverzuges wurde eine handelsübliche Zwölf-Rollen-Richtmaschine mit zwei angetriebenen Einzugswalzen verwendet. Mittels dieser Einzugswalzen wurden jeweils 200 Lamellen der Legierungen 1 und 6 einzeln in den Richtrollensatz der Richtmaschine eingeführt (Versuche 10 und 11). Durch die unterschiedliche Eintauchtiefe der Rollen des Richtrollensatzes, die zwischen 0,3 und 0,1 mm variiert wurde, kommt es bei dieser Behandlung zu einer Dehnung über den Elastizitätsbereich hinaus, wodurch innere Spannungen abgebaut werden.

[0026] Nach einem ersten Durchlauf von 200 Lamellen der Legierung Nr. 1 zeigten 92 Lamellen einen Höhenverzug unter 0,05 mm und wurden als "gut" befunden. Die restlichen 108 Lamellen wurden ein zweites Mal gerichtet, wonach 45 Lamellen immer noch einen zu großen Verzug zeigten. Nach einer dritten Richtbehandlung verblieben noch 12 Lamellen (6%) mit einem Höhenverzug h_z>0,05 mm. Diese 12 Lamellen wurden als Ausschuß verworfen. Bei der Legierung 6 lag der Ausschuß bei 12%.

Beispiel 3

[0027] 100 Lamellen der Dicke D der in Tabelle I angeführten Legierungen 1, 2, 3, 5, 6 und 7 (Versuche 12 bis 16, 17 bis 20, 21 bis 22, 27 bis 28, 29 bis 31, 38 bis 39) wurden entsprechend der Vorbehandlung nach Beispiel 1 hergestellt und vom Stranzgrat befreit. Die Lamellen wurden danach auf einer Unterlegplatte mit einem seitlich 60 mm überstehenden Anschlag flächendeckend übereinander gestapelt und bündig ausgerichtet. Auf die so gestapelten und ausgerichteten Lamellen wurden eine bzw. mehrere Stahlschienen mit unterschiedlichem Eigengewicht aufgelegt und durch seitliche Führungsleisten am Verrutschen gehindert. Mit Hilfe des unterschiedlichen Eigengewichts der Stahlschienen konnte die Flächenpressung F innerhalb relativ weiter Grenzen variiert werden.

[0028] Die so fixierten und unter Flächenpressung stehenden Lamellen wurden anschließend in einem Ofen unter Schutzgas zunächst bei den aus der Tabelle II ersichtlichen Temperaturen T1 mit einer Haltezeit t1 geglüht.

[0029] Danach wurde die Temperatur mit Ausnahme der Versuche 16 bis 18 und 39 auf den Wert T2 erhöht, die Haltezeit t2 eingestellt und die Proben sodann im Ofen abgekühlt. Danach wurde der Höhenverzug mit den aus der Tabelle II ersichtlichen Ergebnissen gemessen.

Beispiel 4

[0030] 100 Lamellen der Dicke D der Legierungen 4, 6, 7, 8 und 9 (Versuche 23 bis 26, 32 bis 33, 34 bis 37, 40, 41 bis 42) aus Tabelle I wurden entsprechend dem Beispiel 1 hergestellt. Danach wurden der Höhenverzug mit den aus Tabelle II ersichtlichen Werten festgestellt. Dabei zeigten mehr als 94% der Lamellen einen Höhenverzug von h_z>0,05 mm. Das erfindungsgemäße thermische Entspannung geschah wie in Beispiel 3 beschrieben. Davon abweichend wurden jedoch die Unterlegplatte und die Stahlschienen jeweils mit einem Gleitmittel beschichtet, um während des Glühens Unterschiede in der Längenänderung durch Gleiten auszugleichen. Die Lamellen wurden danach in einen Ofen eingebracht und unter Stickstoff, während der in Tabelle II angegebenen jeweiligen Haltezeiten t1, t2 bei den Temperaturen T1 und T2 geglüht. Nach Ablauf der zweiten Haltezeit T2 wurde der Heizstrom abgeschaltet, der Stickstoffdruck auf 4 bar erhöht, und ein Gas-Umwälzventilator zugeschaltet. Durch diese Maßnahmen konnte die Abkühlzeit um bis zu 70% verkürzt werden. Bei einer Ofentemperatur von 80°C wurde der Gas-Umwälzventilator abgeschaltet, der Überdruck weggenommen und der Ofen geöffnet. Nach dem Abkühlen der Lamellen auf Raumtemperatur wurden deren Höhen-

verzug gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle II zusammengestellt.

Beispiel 5

[0031] Aus den Legierungen 2, 3, 5 und 6 wurden Lamellenfedern mit den Abmessungen 35 x 7 mm und der in Tabelle III aufgeführten jeweiligen Dicken d gestanzt und entsprechend dem Beispiel 1 verrundet. Aus Proben jeder Legierung wurden mehrere Lamellen für die Bestimmung und Berechnung der Federkonstanten D entnommen. Die Zahlenwerte für D wurden entsprechend der Formel D=Kraft/Auslenkung aus dem Kraft-Weg-Diagramm für eine Auslenkung von 3,5 mm, unter Berücksichtigung des jeweiligen Höhenverzuges, der nur den Nullpunkt bei der Wegmessung verschiebt, für einseitig eingespannte Proben berechnet. Der Mittelwert der berechneten Federkonstanten wurde für die jeweilige Legierung auf 1 normiert und als Referenzwert betrachtet. Dazu ergänzend wurden die jeweiligen maximalen Abweichungen als Mindest- und Höchstwert bestimmt (Versuche F1, F8, F10 und F13).

[0032] Die Wirkung der erfindungsgemäßen Glühbehandlung auf den Mittelwert und auf die Streuung von D wurde innerhalb der Legierungen 2, 3, 5 und 6 auf den jeweiligen Referenzwert bezogen. Dadurch kommen Verbesserungen oder Verschlechterungen deutlicher zum Ausdruck.

Tabelle III

						1. Wärmebehandlung		2. Wärmebehandlung					
Vers. Nr.	Leg. Nr.	Dicke d mm	Länge mm	Vorbehandlung laut Beispiel	Flächenpr. N/cm^2	T1/°C	t1/Min.	T2/°C	t2/Min.	Anzahl Rollenrichtung N	Federkonstante D Mittelwert	Min.	Max.
F 1	2	0,18	35	nur gestanzt + verrundet	keine	keine		keine		N=0	1,000	0,996	1,005
F 2	2	0,18	35	nur gestanzt + verrundet	keine	keine		keine		N=1	0,986	0,982	0,998
F 3	2	0,18	35	nur gestanzt + verrundet	keine	keine		keine		N=2	0,964	0,955	0,970
F 4	2	0,18	35	nur gestanzt + verrundet	keine	keine		keine		N=3	0,882	0,800	0,902
F 5	2	0,18	35	3	3,1	480	120	-	-	-	1,010	1,008	1,011
F 6	2	0,18	35	3	4,2	460	80	360	60	-	1,011	1,010	1,012
F 7	2	0,18	35	3	2,1	200	40		80	-	1,008	1,007	1,010
F 8	3	0,15	35	nur gestanzt + verrundet	keine	keine		keine		N=0	1,000	0,995	1,003
F 9	3	0,15	35	3	2,6	200	20	380	30	-	1,012	1,011	1,013
F 10	5	0,20	35	nur gestanzt + verrundet	keine	keine		keine		N=0	1,000	0,992	1,008
F 11	5	0,20	35	3	3,1	340	30	480	60	-	1,016	1,014	1,018
F 12	5	0,20	35	3	1,6	340	30	480	70	-	1,015	1,014	1,017
F 13	5	0,20	35	nur gestanzt + verrundet	keine	keine		keine		N=0	1,000	0,980	1,012
F 14	8	0,20	35	4	3,1	200	40	420	120	-	0,988	0,982	0,992

[0033] Aus der Tabelle II ist ersichtlich, daß bei allen Legierungen nach dem Stanzen und Verrunden ein Höhenverzug auftritt (Versuche 1 bis 9 mit 94 bis 100% Verzug). Dies ist verständlich, da im Kaltband nach dem Kaltwalzen immer innere Spannungen vorhanden sind. Es ist nun prinzipiell zu erwarten, daß bei Federlamellen mit hohen inneren Spannungen auch die Federkonstante auch als Federhärte bezeichnet hoch liegt. Dies würde im Umkehrschluß bedeuten, daß der mechanische Abbau von inneren Spannungen - wie beim Rollenrichten üblich - zu einer Abnahme von D führt. Daß dies auch zutrifft, zeigen die Versuche F2 bis F4 im Vergleich zu F1. Da immer die relativen Änderungen interessant sind, wurden die Mittelwerte von D bei den Versuchen F1, F8, F10 und F13 jeweils auf 1 (100%) normiert und für die jeweilige Legierungszusammensetzung als Referenzwert genommen.

[0034] Beim Vergleich der D-Werte der Versuche F2 bis F4 mit F1 wird nun verständlich, warum in der Praxis das Rollenrichten auf einen Wert N<3 (Fig. 1) begrenzt wird. Der Grund liegt in der relativ starken Abnahme von D durch das Rollenrichten. Ein kleinerer D-Wert hat zur Folge, daß eine gegebene Krafteinwirkung einen stärkeren Schwingungsausschlag bewirkt, da Kraft = D x Auslenkung ist. In der Praxis wird deshalb wie oben erwähnt maximal zweimal gerichtet.

[0035] Da die Federkonstanten das Schwingungsverhalten bestimmen, bestimmen sie auch den Reibungsverschleiß. Dies deshalb, weil Lamellen mit einer kleinen Federkonstanten im Betrieb stärker und häufiger an Nachbarlamellen anschlagen, was eine spezielle Variante des Reibkontaktes darstellt. Dadurch bilden sich örtlich scharfe Kanten aus (die Verrundung geht verloren), was wiederum die Turbulenz und Kraftwirkung erhöht. Damit setzt eine Selbstverstärkung beim Reibverschleiß ein, was dazu führen kann, daß der vorbeigeführte Webfaden an scharfkantigen Stellen scheuert und beschädigt wird. Dies ist natürlich sehr unerwünscht, da sich dadurch der Glanz des Webstoffes ändert und auch ein Fadenbruch eintreten kann.

[0036] Auslöser für den Verschleiß ist somit das unterschiedliche Schwingungsverhalten einzelner Rietlamellen (bei kleinem D). Da das Schwingungsverhalten unter praxisnahen Bedingungen schwierig zu testen ist, dienen die Bestimmung der Federkonstanten und deren Streubreite zur Kennzeichnung des Schwingungsverhaltens (Tabelle III).

[0037] Die Ergebnisse in Tabelle II zeigen, daß durch die Erfindung die Planheit (%-Anteil mit Verzug) verbessert wird. Gleichzeitig zeigt Tabelle III, daß auch die Federkonstanten ansteigen und deren Streuung (Minimal- und Maximalwerte) abnimmt. Dies ist generell als Verbesserung des Schwingungsverhaltens anzusehen. Begründung: Rietlamellen mit einer höheren und einheitlicheren Federkonstanten, also mit geringerer Streuung, werden im Einsatz weniger oft aneinander scheuern und damit einen geringeren Reibverschleiß verursachen.

[0038] Aus Tabelle III ist ferner ersichtlich, daß - bezogen auf den jeweiligen Referenzwert - die Federkonstante D bei allen erfindungsgemäßen Legierungen ansteigt. Dies ist ein Vorteil, da "steifere" Federn/Lamellen günstigere Eigenschaften besitzen. Der Anstieg erklärt sich so, daß beim Glühen unter Formzwang zunächst mechanische Spannungen abgebaut werden, sich gleichzeitig aber auch im Gefüge Feinausscheidungen bilden, die den Anstieg des jeweiligen D-Werts bewirken. Diese Ausscheidungen bestehen vermutlich aus Karbonitriden verschiedener Elemente.

Patentansprüche

1. Verwendung einer Chrom-Stahllegierung aus
   10,5 bis 20% Chrom,
   0,2 bis 9% Nickel,
   0,1 bis 3% Mangan,
   0,1 bis 1,5% Silizium,
   0,01 bis 2,0% Molybdän,
   0,05 bis 0,45% Kohlenstoff,
   0,02 bis 0,15% Stickstoff,
   0,3 bis 0,8% Kupfer,
   0,002 bis 0,05% Aluminium,
   0,003 bis 0,1% Titan,
   0,003 bis 0,1 % Vanadium,
   0,001 bis 0,05% Niob,
   0,01 bis 0,2% (Titan + Vanadium + Niob)
   bis 0,006% Bor,
   Rest Eisen, die der Bedingung

$$10 \times (\%Ti+\%V+\%Nb) = A \times (\%C+\%N)$$

$$A = 1 \text{ bis } 7$$

genügt, als Werkstoff zum Herstellen von Rietlamellen.

2. Verwendung einer Chrom-Stahllegierung nach Anspruch 1, die jedoch
16 bis 18% Chrom,
6 bis 8% Nickel,
0,5 bis 1,5% Mangan,
0,3 bis 1,5% Silizium,
0,4 bis 1 % Molybdän,
0,1 bis 0,3% Kohlenstoff,
0,05 bis 0,1% Stickstoff,
0,002 bis 0,006% Bor,
0,003 bis 0,1 % Titan,
0,003 bis 0,1% Vanadium und
0,001 bis 0,05% Niob
enthält, für den Zweck nach Anspruch 1.

3. Verwendung einer Chrom-Stahllegierung nach Anspruch 1 oder 2 nach einem fünfzehnminütigen bis zweistündigen Glühen bei 180 bis 480 °C für den Zweck nach Anspruch 1.

4. Verwendung einer Chrom-Stahllegierung nach Anspruch 1 oder 2 nach einem Schlußglühen bei 320 bis 480 °C für den Zweck nach Anspruch 1.

5. Verwendung einer Chrom-Stahllegierung nach Anspruch 1 oder 2, die nach Anspruch 3 oder 4 unter Last geglüht worden ist, für den Zweck nach Anspruch 1.

6. Verwendung einer Chrom-Stahllegierung, die nach Anspruch 5 in Gestalt von Lamellen im Stapel mit einer Flächenpressung von 0,5 bis 20 N/cm^2 geglüht worden ist, für den Zweck nach Anspruch 1.

Claims

1. Use of a chromium-steel alloy consisting of
10.5 to 20% chromium,
0.2 to 9% nickel,
0.1 to 3% manganese,
0.1 to 1.5% silicon,
0.01 to 2.0% molybdenum,
0.05 to 0.45% carbon,
0.02 to 0.15% nitrogen,
0,3 to 0.8% copper,
0.002 to 0.05% aluminium,
0.003 to 0.1% titanium,
0.003 to 0.1% vanadium,
0.001 to 0.05% niobium,
0.01 to 0.2% (titanium + vanadium + niobium)
up to 0.006% boron
the remainder iron, which satisfies the condition

$$10 \times (\%Ti+\%V+\%Nb) = A \times (\%C+\%N)$$
$$A = 1 \text{ to } 7$$

as a material for the manufacture of reed plates.

2. Use of a chromium-steel alloy according to Claim 1, which, however, contains
16 to 18% chromium,
6 to 8% nickel,

0.5 to 1.5% manganese,
0.3 to 1.5% silicon,
0.4 to 1% molybdenum,
0.1 to 0.3% carbon,
0.05 to 0.1 % nitrogen,
0.002 to 0.006% boron,
0.003 to 0.1% titanium,
0.003 to 0.1 % vanadium, and
0.001 to 0.05% niobium
for the purpose according to Claim 1.

3. Use of a chromium-steel alloy according to Claim 1 or 2, after annealing for fifteen minutes to two hours at 180 to 480°C for the purpose according to Claim 1.

4. Use of a chromium-steel alloy according to Claim 1 or 2, after final annealing at 320 to 480°C for the purpose according to Claim 1.

5. Use of a chromium-steel alloy according to Claim 1 or 2, which has been annealed under load in accordance with Claim 3 or 4, for the purpose according to Claim 1.

6. Use of a chromium-steel alloy which has been annealed according to Claim 5 in a combination arrangement of plates in a stack with a surface pressure of 0.5 to 20 N/cm^2, for the purpose according to Claim 1.

Revendications

1. Utilisation d'un alliage d'acier au chrome constitué de
10,5 à 20 % de chrome,
0,2 à 9 % de nickel,
0,1 à 3 % de manganèse,
0,1 à 1,5 % de silicium,
0,01 à 2,0 % de molybdène,
0,05 à 0,45 % de carbone,
0,02 à 0,15 % d'azote,
0,3 à 0,8 % de cuivre,
0,002 à 0,05 % d'aluminium,
0,003 à 0,1 % de titane,
0,003 à 0,1 % de vanadium,
0,001 à 0,05 % de niobium,
0,01 à 0,2 % de (titane + vanadium + niobium),
jusqu'à 0,006 % de bore,
le reste étant du fer,
et qui satisfait à la condition

$$10 \times (\%Ti + \%V + \% Nb) = A \times (\%C + \%N),\ A = 1 \text{ à } 7,$$

en tant que matériau destiné à la fabrication de lamelles de peigne.

2. Utilisation d'un alliage d'acier au chrome selon la revendication 1, qui est toutefois constitué de
16 à 18 % de chrome,
6 à 8 % de nickel,
0,5 à 1,5 % de manganèse,
0,3 à 1,5 % de silicium,
0,4 à 1 % de molybdène,
0,1 à 0,3 % de carbone,
0,05 à 0,1 % d'azote,

0,002 à 0,006 % de bore,
0,003 à 0,1 % de titane,
0,003 à 0,1 % de vanadium, et
0,001 à 0,05 % de niobium,
pour l'objectif selon la revendication 1.

3. Utilisation d'un alliage d'acier au chrome selon la revendication 1 ou 2, après un recuit de quinze minutes à deux heures à une température entre 180 et 480 °C pour l'objectif selon la revendication 1.

4. Utilisation d'un alliage d'acier au chrome selon la revendication 1 ou 2, après un recuit final à une température entre 320 et 480 °C pour l'objectif selon la revendication 1.

5. Utilisation d'un alliage d'acier au chrome selon la revendication 1 ou 2, ayant été recuit sous contrainte selon la revendication 3 ou 4, pour l'objectif selon la revendication 1.

6. Utilisation d'un alliage d'acier au chrome, ayant été recuit selon la revendication 5 sous forme de lamelles empilées selon une pression superficielle de 0,5 à 20 N/cm^2, pour l'objectif selon la revendication 1.

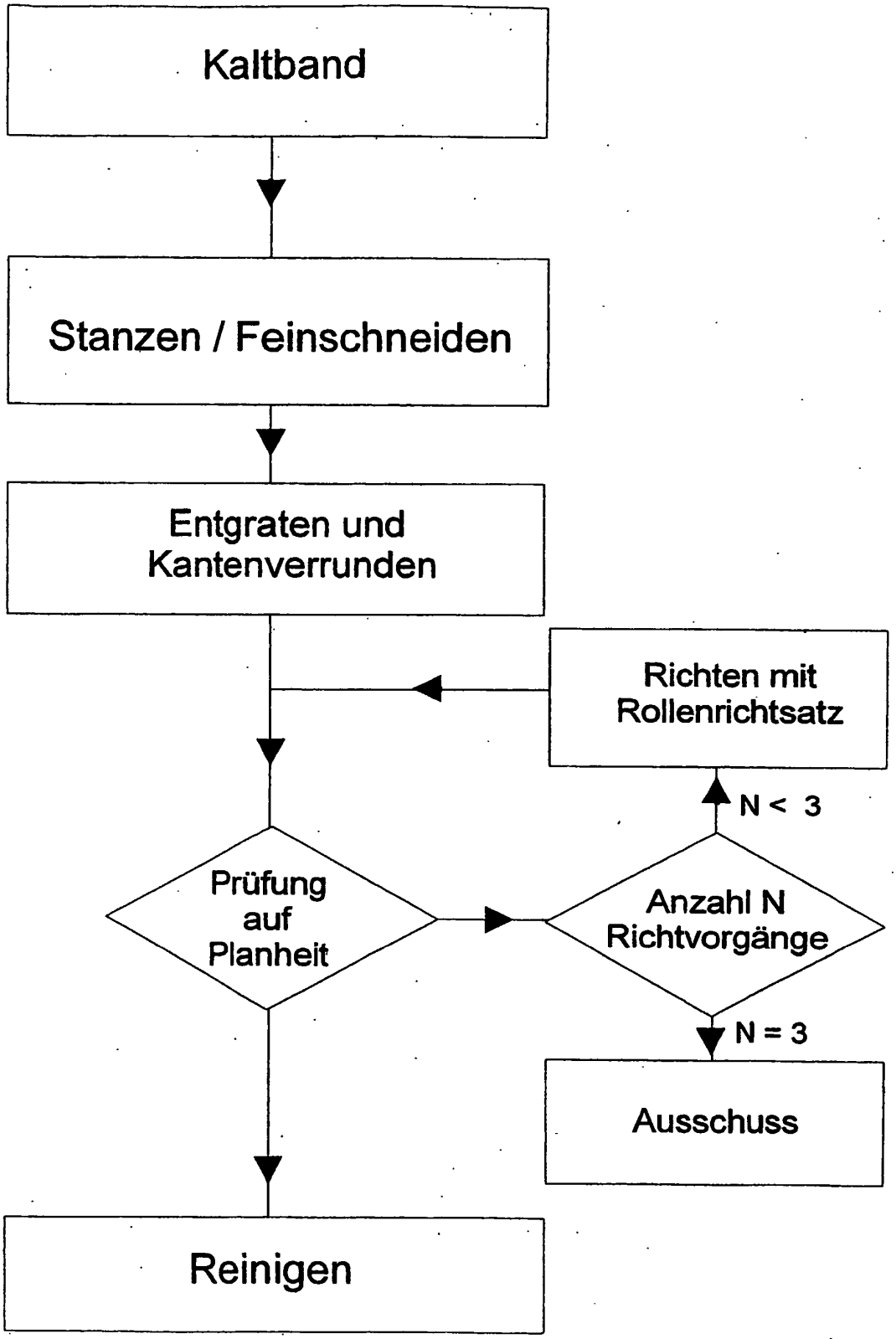

Kaltband
Stanzen / Feinschneiden
Entgraten und Kantenverrunden
Richten mit Rollenrichtsatz
N < 3
Prüfung auf Planheit
Anzahl N Richtvorgänge
N = 3
Ausschuss
Reinigen

Fig. 1

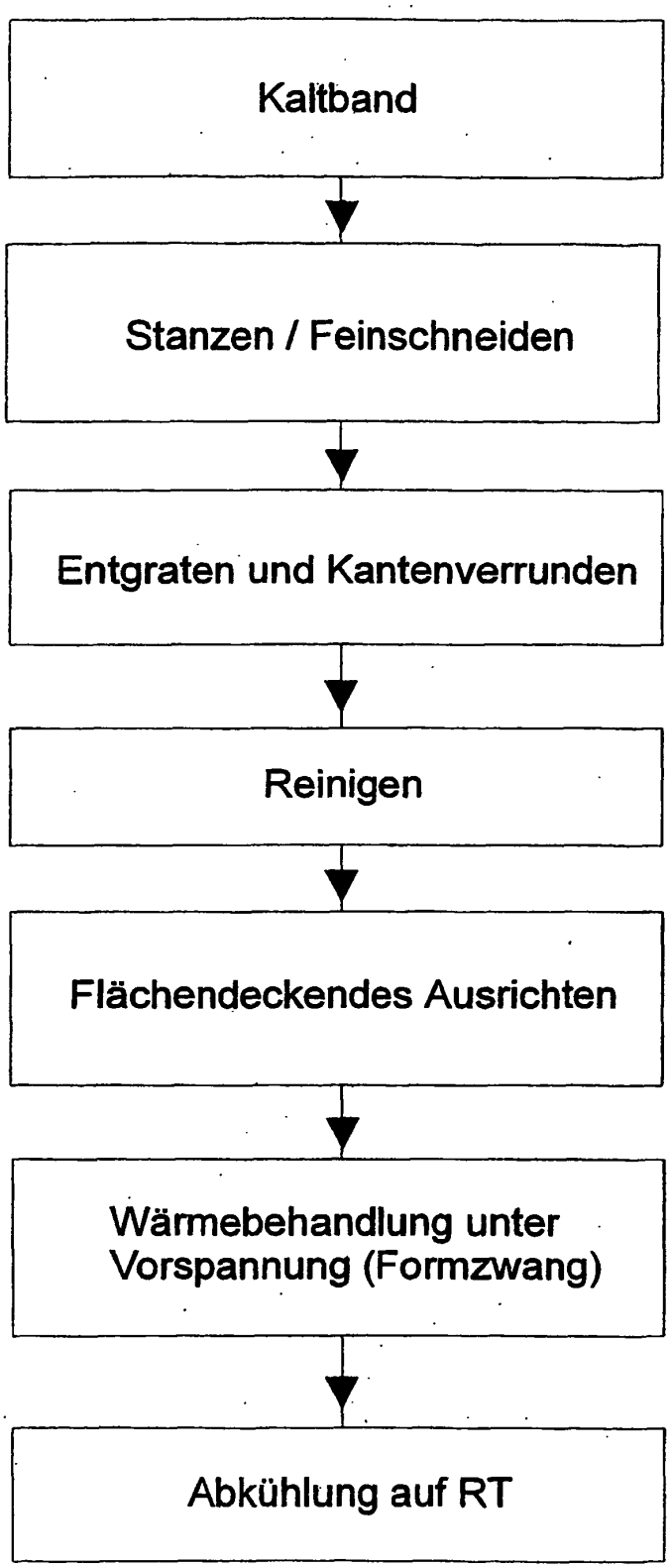

Kaltband
Stanzen / Feinschneiden
Entgraten und Kantenverrunden
Reinigen
Flächendeckendes Ausrichten
Wärmebehandlung unter Vorspannung (Formzwang)
Abkühlung auf RT

Fig. 2

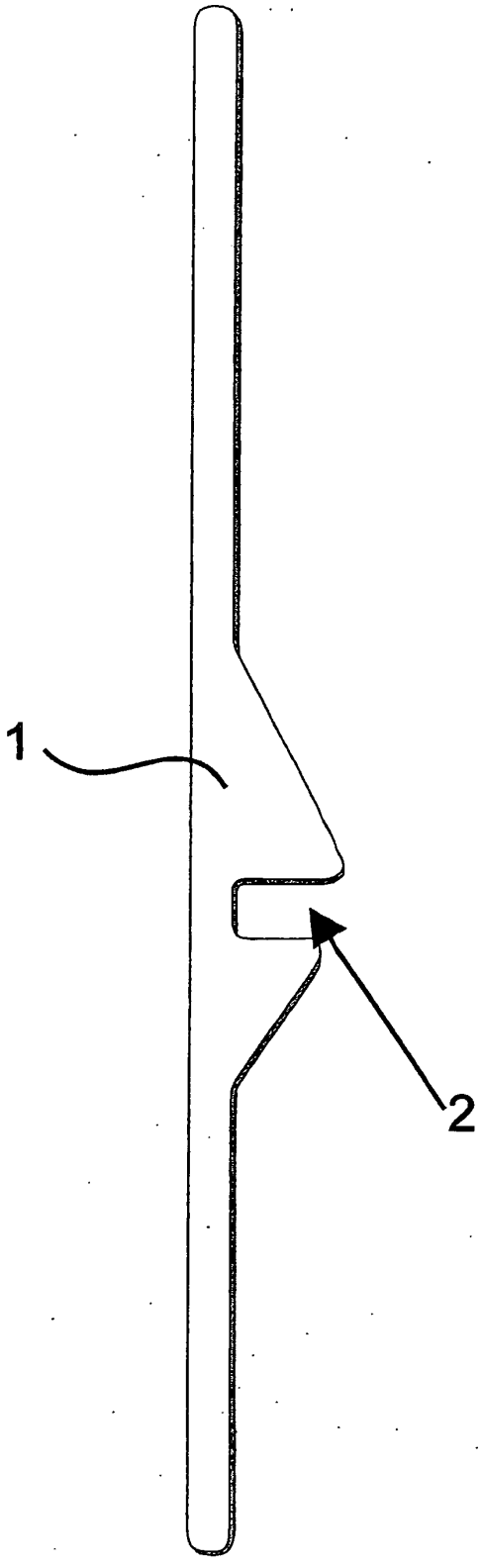


Fig. 3

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

- CH 562349 **[0006]**
- DD 294469 **[0006]**
- EP 0750687 B1 **[0008]**
- EP 1106705 A1 **[0009]**