

(19)



(11)

EP 3 575 008 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.08.2022 Patentblatt 2022/34

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21C 47/00 ^(2006.01) **B21B 37/26** ^(2006.01)
C21D 1/74 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18175239.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21C 47/003; C21D 1/74; C21D 9/67

(22) Anmeldetag: **30.05.2018**

(54) **VERFAHREN ZUR VERMEIDUNG VON BANDKLEBERN AN FLEXIBEL GEWALZTEM BANDMATERIAL**

METHOD FOR AVOIDING BAND STICKING TO FLEXIBLE ROLLED STRIP MATERIAL

PROCÉDÉ PERMETTANT D'ÉVITER LE COLLAGE DE BANDE À UN MATÉRIAU EN BANDE LAMINÉ FLEXIBLE

(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

- **REUTER, Christian**
57413 Finnentrop (DE)
- **SCHARZ, Sven**
57482 Wenden (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.12.2019 Patentblatt 2019/49

(74) Vertreter: **Neumann Müller Oberwalleney**
Patentanwälte PartG mbB
Overstolzenstraße 2a
50677 Köln (DE)

(73) Patentinhaber: **Muhr und Bender KG**
57439 Attendorn (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-03/000438 **WO-A2-2006/024526**
DE-A1- 19 531 447 **DE-A1- 19 750 780**
DE-A1-102005 042 020 **DE-C1- 10 162 702**

(72) Erfinder:
• **BUTZKAMM, Jürgen**
57462 Olpe (DE)
• **EICK, Alexander**
58840 Plettenberg (DE)

EP 3 575 008 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vermeiden von Bandklebern, insbesondere von flexibel gewalztem Metallband.

[0002] Aus der DE 197 50 780 A1 ist ein Arbeitsverfahren zum Aufbringen einer definierten Oberflächenrauheit auf ein Metallband bekannt, Bandkleber während eines nachgelagerten Glühverfahrens zu vermeiden.

[0003] Aus der EP 0 760 396 A1 ist ein Verfahren zum Vermeiden von Klebern beim Glühen von Kaltband bekannt, bei dem die Bandoberfläche während der Haltezeit oberhalb von 600°C oxidiert wird.

[0004] Aus der WO 03/000438 A1 ist ein Verfahren und eine Bandbehandlungsanlage zum Vermeiden von Bandklebern beim Haspeln bekannt, bei dem der axiale Druck über der Brandbreite auf dem Haspeldorn gemessen wird, um mit den Messwerten die Stellwerte der Bandwalzstraße zu regeln.

[0005] Die vorstehend genannten Verfahren beziehen sich jeweils auf die Behandlung von Bandmaterial mit konstanter Dicke über der Länge. Sie sind jedoch nicht hinreichend geeignet, um die Entstehung von Bandklebern an flexibel gewalztem Band zu vermeiden. Flexibel gewalztes Bandmaterial hat eine variable Dicke über der Länge, was beim Aufwickeln beziehungsweise in aufgewickelter Zustand zu einer Coilstruktur mit variablem Radius über dem Umfang und damit gegebenenfalls auch variablen Spannungseigenschaften über dem Umfang führt.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzuschlagen, mit der das Auftreten von Bandklebern, insbesondere auch von flexibel gewalztem Metallband, effektiv reduziert beziehungsweise vermieden werden kann.

[0007] Eine Lösung liegt in einem Verfahren zum Vermeiden von Bandklebern an flexibel gewalztem Metallband, wobei das Metallband nach dem flexiblen Walzen zu einem Coil aufgewickelt wird und einer Wärmebehandlung unterzogen wird, wobei das flexibel gewalzte Metallband vor der Wärmebehandlung zumindest in einem radial außenliegenden Abschnitt des Coils, der sich über ein radial äußeres Drittel des Coils erstreckt, mit einem Aufwickelzug von weniger als 40 N/mm² bezogen auf eine Querschnittsfläche des Metallbands aufgewickelt wird.

[0008] Durch das Aufwickeln des Bandmaterials mit relativ geringen Zugkräften von weniger als 40 N/mm² (= 40 MPa) sind die im aufgewickelten Coil in Umfangsrichtung wirkenden Spannungen relativ gering, so dass die im Coil aufeinander liegenden Bandflächen weniger stark aneinander gepresst werden. Im Rahmen der Wärmebehandlung kommt es somit zu geringeren Hafteffekten, so dass Bandkleber beim erneuten Abwickeln des Coils vermieden werden. Zumindest ein äußerer Abschnitt des Coils, beispielsweise mindestens ein äußeres Drittel, insbesondere mindestens eine äußere Hälfte, vorzugsweise das gesamte Coil werden mit weniger als

40 N/mm² gewickelt.

[0009] Nach einer möglichen Ausgestaltung wird der Aufwickelzug in Abhängigkeit von einer mittleren Dicke des Metallbands über der Länge eingestellt. Die mittlere Dicke des Bandes beziehungsweise von Bandabschnitten kann prinzipiell beliebig erfolgen. Beispielsweise kann der Mittelwert nach einer ersten Möglichkeit basierend auf dem geometrischen Mittelwert des Dickenprofils über der Länge des Bandmaterials beziehungsweise eines oder mehrerer Bandabschnitte ermittelt werden. Alternativ kann der Mittelwert auch als absoluter Mittelwert zwischen einer größten Dicke und einer kleinsten Dicke eines Bandabschnitts oder einer Gesamtlänge des Bandes ermittelt werden. Für die Berechnung des Wickelzugs kann der Mittelwert mit einer der Bandverfestigung entsprechenden Kennzahl multipliziert werden. Ferner kann aus dem Mittelwert der Banddicke multipliziert mit der Bandbreite eine mittlere Querschnittsfläche berechnet werden, die zur Bestimmung der Wickelzüge über der Länge des Bandmaterials verwendet werden kann.

[0010] Beim Flexiblen Walzen wird Bandmaterial mit im Wesentlichen einheitlicher Blechdicke durch Verändern des Walzspalts während des Prozesses zu Bandmaterial mit variabler Blechdicke über der Länge ausgewalzt. Die durch das Flexible Walzen erzeugten Abschnitte unterschiedlicher Dicke erstrecken sich quer zur Längsrichtung beziehungsweise zur Walzrichtung des Bandmaterials. Dabei kann das Flexible Walzen beispielsweise so durchgeführt werden, dass ein erster Abschnitt eine dünnere erste Dicke aufweist, als ein dickerer zweiter Abschnitt, wobei das Verhältnis von erster Dicke zu zweiter Dicke kleiner 0,8, insbesondere kleiner 0,7, insbesondere kleiner 0,6 sein kann. Die absolute Dicke des Bandmaterials kann beispielsweise zwischen 0,7 mm in dünnen Bereichen und 4,0 mm in dicken Bereichen liegen.

[0011] Das Bandmaterial kann unmittelbar nach dem Flexiblen Walzen, das heißt von der Aufhaspel der Walzanlage in der genannten Weise mit geringen Bandzügen aufgewickelt werden. Es ist alternativ auch möglich, dass das Bandmaterial nach dem Flexiblen Walzen zunächst mit höheren Bandzügen aufgewickelt wird, und anschließend im Rahmen eines separaten Umwickelprozesses mit den genannten niedrigen Zugkräften aufgewickelt wird, bevor es anschließend gegläht wird. Wichtig ist jedenfalls, dass die geringen Züge von weniger als 40 N/mm² bezogen auf die Querschnittsfläche anliegen, wenn das Coil in den Ofen überführt wird.

[0012] Das Bandmaterial kann prinzipiell aus jedem beliebigen Metall oder Metalllegierungen hergestellt sein, beispielsweise aus Eisen enthaltenden Metallen, insbesondere Stahl, oder Leichtmetallen, insbesondere Aluminium, Magnesium oder Legierungen, die Leichtmetalle enthalten. Als Stahl kann Warmband oder Kaltband verwendet werden, wobei diese Begriffe im Sinne der Fachsprache für unterschiedliche Bandbreitenbereiche zu verstehen sind. Unter Warmband wird ein Walzstahlfertigerzeugnis (Stahlband) verstanden, das durch Wal-

zen nach vorherigem Erwärmen erzeugt wird. Mit Kaltband ist ein kaltgewalztes Stahlband (Flachstahl) gemeint. Als kaltgewalzt wird Flachstahl bezeichnet, dessen letzte Dickenabnahme durch Walzen ohne vorhergehendes Erwärmen erfolgt. Es können beispielsweise IF-Stähle (Interstitial Free), Dualphasenstähle, Mehrphasenstähle, TRIP-Stähle (TRansformation Induced Plasticity) und mikrolegierte Stähle verwendet werden, ohne hierauf eingeschränkt zu sein.

[0013] Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Bandmaterial mit einer Breite von mindestens 400 mm verwendet, insbesondere von mindestens 500 mm. Durch verhältnismäßig große Bandbreiten ist die Kontaktfläche der aufeinander liegenden Bandlagen im Verhältnis zur Gesamtbreite relativ groß. Je breiter das Bandmaterial ist, umso größer sind die tragenden Anteile beim Aufbringen der Wickelzüge. Hieraus folgt, dass die absolute Flächenpressung zwischen den aufeinander liegenden Bandlagen reduziert wird, was ebenfalls zu einer Verminderung von Bandklebern beiträgt. Das zum Flexiblen Walzen vorgesehene Metallband kann eine maximale Breite von bis zu 2500 mm, insbesondere von bis zu 1300 mm aufweisen, ohne hierauf eingeschränkt zu sein.

[0014] Das Coil aus gewickeltem Bandmaterial kann einen Außendurchmesser von weniger als 2500 mm, insbesondere weniger als 2200 mm aufweisen. Vorzugsweise ist der Außendurchmesser größer als 1500 mm. Der Innendurchmesser des Coils kann beispielsweise größer als 500 mm und/oder kleiner als 700 mm sein.

[0015] Nach einer Ausführungsform kann das flexibel gewalzte Metallband mit einem variablen Aufwickelzug über der Länge des Metallbands aufgewickelt werden. Mit variablem Aufwickelzug ist im Rahmen der vorliegenden Offenbarung gemeint, dass das Coil zumindest in einem ersten Coilabschnitt mit einer anderen Wickelkraft aufgewickelt wird, als in einem hierzu radial beziehungsweise in Umfangsrichtung beabstandeten zweiten Coilabschnitt. Das Metallband kann beispielsweise in Längenabschnitte, beziehungsweise das Coil in Ringabschnitte unterteilt werden, die stufenweise mit unterschiedlichen Zugkräften gewickelt werden. Alternativ ist es auch möglich, das Coil als Funktion über der Länge des Bandes, beziehungsweise des beim Aufwickeln zunehmenden Durchmessers des Coils, kontinuierlich mit sich ändernden Zugkräften zu wickeln, beispielsweise als Linearfunktion.

[0016] Vorzugsweise wird das flexibel gewalzte Metallband in einem radial innen liegenden Abschnitt des Coils mit einem größeren Aufwickelzug aufgewickelt, als in einem radial außen liegendem Abschnitt. Der innen liegende Abschnitt kann ein Teilabschnitt innerhalb eines inneren Drittels des Coils sein, oder sich über das gesamte innere Drittel des Coils erstrecken. Als inneres Drittel des Coils ist der Ringabschnitt zwischen dem Innendurchmesser und einem Zwischendurchmesser des Coils gemeint, wobei der Zwischendurchmesser ein Drittel der Differenz zwischen dem Außendurchmesser und

dem Innendurchmesser beträgt. Alternativ oder in Ergänzung kann der radial außen liegende Abschnitt ein Teilabschnitt innerhalb eines äußeren Drittels des Coils sein, oder sich über das gesamte äußere Drittel des Coils erstrecken. Als äußeres Drittel des Coils ist der Ringabschnitt zwischen dem Außendurchmesser und einem Zwischendurchmesser des Coils gemeint, wobei der Zwischendurchmesser zwei Drittel der Differenz zwischen dem Außendurchmesser und dem Innendurchmesser beträgt.

[0017] Der Wickelzug kann in Abhängigkeit von der Blechdicke und der Festigkeit des Materials eingestellt werden. Beispielsweise kann das Metallband in dem radial innen liegenden Abschnitt einen Aufwickelzug von mindestens 5 N/mm², insbesondere mindestens 10 N/mm², gegebenenfalls auch mindestens 15 N/mm² aufweisen und/oder bis zu bis zu 40 N/mm², insbesondere bis zu 35 N/mm², gegebenenfalls bis zu 30 N/mm², jeweils bezogen auf den Querschnitt des Bandmaterials. Es versteht sich, dass die genannten Werte beispielhaft sind und jeder der genannten oberen Werte mit jedem der genannten unteren Werte kombinierbar ist. Die Wickelzüge können im außen liegenden Abschnitt des Coils beispielsweise um mindestens 10%, insbesondere mindestens 20%, je nach Werkstoff auch mindestens 30% geringer sein als der Wickelzug im inneren Coilabschnitt.

[0018] Die Wickelzugkräfte können umso größer sein, je dicker das Bandmaterial und je höher die Festigkeit des Bandmaterials ist. Bei Metallwerkstoffen mit einer Zugfestigkeit von über 400 MPa im ungewalzten Rohmaterial kann die Wickelzugkraft radial innen beispielsweise zwischen 20 und 30 N/mm² und radial außen zwischen 10 und 25 N/mm² liegen. Bei Metallwerkstoffen mit einer Zugfestigkeit von unter 400 MPa des ungewalzten Rohmaterials kann die Wickelzugkraft radial innen beispielsweise zwischen 10 und 25 N/mm² und radial außen zwischen 5 und 15 N/mm² liegen.

[0019] Nach einer weiteren Verfahrensführung kann vor dem Aufwickeln Schmiermittel, insbesondere Öl auf das flexibel gewalzte Metallband aufgebracht werden, um Bandkleber nach dem Glühen zu vermeiden. Die aufgebrachte Schmiermittelmenge beträgt insbesondere mindestens 0,5 g/m² und/oder bis zu 3 g/m², jeweils bezogen auf die Oberfläche des Bandmaterials.

[0020] Durch das Walzen erfährt das Bandmaterial eine Härtesteigerung, was auch als walzharter Zustand bezeichnet wird. Beispielsweise hat ein mikrolegierter Feinkornbaustahl mit der Bezeichnung S550MC als Rohmaterial eine Streckgrenze von 550 MPa und Zugfestigkeit von 620 MPa. Nach dem Walzen kann die Zugfestigkeit bei über 900 MPa liegen. Um das Material für nachfolgende Bearbeitungsprozesse leichter verarbeitbar zu machen, wird das gewalzte und zum Coil gewickelte Bandmaterial in einem Haubenglühofen geglüht. Hierdurch findet ein Rekristallisationsglühen statt, bei dem die Härte wieder reduziert und die Umformbarkeit wiederhergestellt wird.

[0021] Eine Wärmebehandlung des Coils in einem

Haubenofen umfasst die Phasen Aufheizen, Halten und Abkühlen. Für das Vermeiden von Bandklebern ist es besonders günstig, wenn das Coil während des Aufheizens in einem Temperaturbereich von 100°C bis 600°C mit einer mittleren Aufheizrate von mindestens 0,50°C/min und/oder von maximal 1,8°C/min erwärmt wird, insbesondere mit einer mittleren Aufheizrate von 0,80°C/min bis 1,40°C/min. Besonders vorteilhaft ist, wenn das Coil, zumindest in einem ersten Temperaturbereich nach Verlassen der Haltezeit, mit einer Abkühlrate von weniger als 0,35°C/min abgekühlt wird. Hierdurch werden die durch das Abkühlen des Materials nach radial innen wirkenden Kräfte beziehungsweise Druckspannungen auch beim Abkühlen gering gehalten, was sich günstig auf die Klebeneigung auswirkt. Die angegebenen Temperaturangaben beziehen sich insbesondere auf die am Regelement des Ofens gemessenen Temperaturen.

[0022] Während der Wärmebehandlung, insbesondere während des Aufheizens, kann ein Schutzgas in den Haubenofen eingeleitet werden. Für eine geringe Klebeneigung ist es günstig, wenn die mittlere Schutzgasmenge während der Aufheizzeit in einem Temperaturbereich von 200°C bis 600°C maximal 0,5 m³/h je Tonne des im Ofen befindlichen Bandmaterials beträgt, insbesondere maximal 0,25 m³/h. Bei einer Ofenbefüllung mit Coils mit einem Gesamtgewicht von 40 Tonnen ergibt sich hieraus entsprechend eine auf das Gesamtgewicht bezogene Schutzgasmenge von maximal 20 m³/h, insbesondere maximal 10 m³/h.

[0023] Bevorzugte Ausführungsbeispiele werden nachstehend anhand der Zeichnungsfiguren erläutert. Hierin zeigt:

- Figur 1 ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Vermeidung von Bandklebern von gewalztem Bandmaterial als schematisches Ablaufdiagramm in einer ersten Ausführungsform;
- Figur 2 ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Vermeidung von Bandklebern von gewalztem Bandmaterial als schematisches Ablaufdiagramm in einer abgewandelten Ausführungsform;
- Figur 3 ein Coil aus flexibel gewalztem Bandmaterial in dreidimensionaler Darstellung hergestellt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren;
- Figur 4 ein Detail des Coils aus Figur 3 in Axialansicht in vergrößerter Darstellung;
- Figur 5 das Coil aus Figur 3 in Axialansicht mit eingezeichneten Dimensionen;
- Figur 6 zwei Lagen von aufeinander liegenden Windungen des Coils aus Figur 3 im Längsschnitt durch das Coil in schematischer Darstellung;

Figur 7 beispielhaft ein Dickenprofil eines Bandabschnitts beziehungsweise einer aus dem Metallband geschnittener Platine;

5 Figur 8 den Temperaturverlauf über der Zeit während der Wärmebehandlung eines Coils in einem Ofen mit den Phasen Aufheizen, Halten und Abkühlen; und

10 Figur 9 den Temperaturverlauf über der Zeit gemäß Figur 7 mit weiteren Details über die Schutzgasbehandlung.

[0024] Die Figuren 1 bis 9 werden nachstehend gemeinsam beschrieben.

15 **[0025]** Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Vermeidung von Bandklebern von gewalztem Bandmaterial, insbesondere von flexibel gewalztem Bandmaterial 2. Im Verfahrensschritt S10 wird das Bandmaterial 2, das auch allgemein als Substrat bezeichnet wird und im Ausgangszustand auf einem Coil 3 aufgewickelt ist, walzend bearbeitet, und zwar vorzugsweise mittels Flexiblen Walzen. Hierfür wird das Bandmaterial 2, das vor dem Flexiblen Walzen eine weitestgehend konstante Blechdicke über der Länge aufweist, mittels Walzen 4, 4' derart gewalzt, das es längs der Walzrichtung eine variable Blechdicke d2 erhält. Die Arbeitswalzen 4, 4' werden mittels Stützwalzen 5, 5' abgestützt. Während des Walzens wird der Prozess überwacht und gesteuert, wobei die von einer Blechdickenmessung 6 ermittelten Daten als Eingangssignal zur Steuerung der Walzen 4, 4' verwendet werden. Nach dem Flexiblen Walzen hat das Bandmaterial 2 in Walzrichtung unterschiedliche Dicken. Dabei kann das Bandmaterial, ausgehend vom Substrat mit gleichmäßiger Dicke, mit Abwalzgraden von 3% bis über 40%, insbesondere in Teilabschnitten auch über 50%, ausgewalzt werden. Die Ausgangsdicke des Substrats kann beispielsweise zwischen 0,7 mm und 4,0 mm liegen, ohne hierauf eingeschränkt zu sein. Das flexibel gewalzte Material hat entsprechend dickenreduzierte dickere und dünnere Bandabschnitte, die nach einem vorgegebenen Solldickenprofil hergestellt werden.

20 **[0026]** Das Substrat kann prinzipiell aus jedem beliebigen walzbaren Metall oder Metalllegierung hergestellt sein, beispielsweise aus Eisen enthaltenden Metallen, insbesondere Stahl, oder aus Leichtmetallen, insbesondere Aluminium, Magnesium oder Legierungen, die Leichtmetalle enthalten.

25 **[0027]** Das Bandmaterial 2 kann beispielsweise eine Breite B2 von mindestens 400 mm aufweisen, insbesondere von mindestens 500 mm. Durch verhältnismäßig große Bandbreiten ist die Kontaktfläche 14, 15 der aufeinander liegenden Bandlagen im Verhältnis zur Gesamtbreite B2 relativ groß, wie insbesondere in Figur 6 erkennbar. Das zum Flexiblen Walzen verwendete Metallband kann eine maximale Breite B2 von bis zu 2500 mm, insbesondere von bis zu 1300 mm aufweisen, ohne hierauf eingeschränkt zu sein. Die Länge L2 des Band-

materials ergibt sich dann aus dem vorgegebenen Durchmesser D3 des zum Coil 3 aufgewickelten Bandes 2 und dem Dickenprofil d2 über der Länge L2 des Bandes. Bei einer mittleren Dicke von 1,5 mm kann das Bandmaterial beispielsweise eine Länge von etwa 2000 m haben.

[0028] Das Coil 3 aus gewickeltem Bandmaterial 2 kann beispielsweise einen Außendurchmesser D3o von etwa 2000 mm aufweisen. Der Innendurchmesser D3i des Coils 3 kann beispielsweise größer als 500 mm und/oder kleiner als 700 mm sein.

[0029] Nach dem Walzen kann in einem Schritt S20 optional ein Schmiermittel 22, vorzugsweise Öl oder ein ölhaltiges Mittel mittels einer entsprechenden Auftrags-einrichtung 21 auf das flexibel gewalzte Metallband 2 aufgebracht werden. Die aufgebrachte Ölmenge beträgt insbesondere zwischen 0,5 g/m² und 3 g/m², jeweils bezogen auf die Oberfläche 23 des Bandmaterials 2. Beispielsweise kann das Schmiermittel in Form eines Sprays auf das Bandmaterial 2 aufgesprüht werden.

[0030] Nach dem flexiblen Walzen, beziehungsweise nach dem optionalen Auftragen von Schmiermittel, wird das Metallband 2 zumindest in einem radial außenliegenden Abschnitt 13 des Coils 3 mit einem Aufwickelzug F13 von weniger als 40 N/mm² bezogen auf eine Querschnittsfläche A2 des Metallbands 2 aufgewickelt.

[0031] Das flexibel gewalzte Metallband 2 kann mit unterschiedlichen Aufwickelzügen über der Länge L2 des Metallbands 2 aufgewickelt werden. Insbesondere kann das Metallband 2 in einem radial innen liegenden Abschnitt 11 mit größeren Zügen F11 aufgewickelt werden, die beispielsweise mindestens 10% größer sein können, als die Wickelzüge F13 des radial äußeren Abschnitts 13. Durch das Aufwickeln des Bandmaterials mit relativ geringen Zugkräften F11, F13 von weniger als 40 N/mm² (= 40 MPa) sind die im aufgewickelten Coil 3 in Umfangsrichtung wirkenden Spannungen relativ gering, so dass die im Coil 3 aufeinander liegenden Bandflächen 14, 15 weniger stark aneinander gepresst werden.

[0032] Wie aus Figur 5 hervorgeht, ist der innen liegende Abschnitt 11, der auch als Kern bezeichnet werden kann, in dieser Ausführungsform ein inneres Drittel des Coils 3. Als inneres Drittel des Coils 3 ist der Ringabschnitt zwischen dem Innendurchmesser D3i und einem Zwischendurchmesser D11 des Coils gemeint, wobei der Zwischendurchmesser D11 ein Drittel der Differenz zwischen dem Außendurchmesser D3o und dem Innendurchmesser D3i beträgt, das heißt $D11 = 1/3 \times (D3o - D3i)$. Dieser innen liegende Abschnitt 11 des Coils 3 kann bei einem Stahlwerkstoff mit einer Ausgangsfestigkeit von über 400 MPa im ungewalzten Rohzustand beispielsweise mit einer Zugkraft F11 von weniger als 30 N/mm², insbesondere von 10 bis 25 N/mm², bezogen auf die mittlere Querschnittsfläche ($A_m = B2 \times dm$) des Bandes 2 aufgewickelt werden. Der mittlere Abschnitt 12 und der äußere Abschnitt 13 des Coils 3 werden vorzugsweise mit geringeren Wickelzügen F12, F13 aufgewickelt. Der äußere Ringabschnitt 13 kann bei dem ge-

nannten Stahlwerkstoff beispielsweise mit einer Zugkraft F13 von 20 bis 30 N/mm² bezogen auf die mittlere Querschnittsfläche aufgewickelt werden. Die Wickelzug F12 für den mittleren Ringabschnitt 12 des Coils 3, der sich zwischen dem Durchmesser D11 und D13 erstreckt, kann identisch mit dem Wickelzug F13 für den äußeren Coilabschnitt 13 sein oder großemäßig zwischen dem inneren Wickelzug F11 und dem äußeren Wickelzug F13 gewählt werden.

[0033] Es versteht sich, dass die genannten Werte nur beispielhaft sind. Bei Metallwerkstoffen mit einer Zugfestigkeit von unter 400 MPa des ungewalzten Rohmaterials oder bei Leichtmetall kann die Wickelzugkraft radial innen beispielsweise weniger als 25 N/mm², insbesondere zwischen 10 und 20 N/mm², und radial außen weniger als 15 N/mm², insbesondere 5 und 10 N/mm² liegen.

[0034] Der Aufwickelzug kann in Abhängigkeit von einer mittleren Dicke dm des Metallbands 2 über der Länge L2 eingestellt werden. Die Berechnung der mittleren Dicke dm des Bandes beziehungsweise von Bandabschnitten kann beispielsweise basierend auf dem geometrischen Mittelwert des Dickenprofils d2 über der Länge L2 des Bandmaterials beziehungsweise der Bandabschnitte erfolgen, oder als absoluter Mittelwert zwischen einer größten Dicke und einer kleinsten Dicke des jeweils betrachteten Bandabschnitts und/oder der Gesamtlänge des Bandes ermittelt werden. Figur 7 zeigt ein beispielhaftes Dickenprofil eines Bandabschnitts, beziehungsweise einer hieraus vereinzelt Platine 7. Es ist erkennbar, dass die Platine 7 einen variablen Dickenverlauf D7 über der Länge L7 der Platine aufweist, wobei es sich versteht, dass das Dickenprofil des Bandes beziehungsweise der hieraus herzustellenden Platinen auch jede beliebige andere regelmäßige oder unregelmäßige, symmetrische oder unsymmetrische Form haben kann. Die vorliegende Platine 7 ist symmetrisch gestaltet und hat ausgehend vom ersten Ende verschiedene Abschnitte 8a, 8b, 8c, 8d, 8e mit unterschiedlichen Dicken d8a, d8b, d8c, d8d, d8e, wobei der erste Abschnitt 8a und der letzte Abschnitt 8e am zweiten Ende dieselbe Dicke (d8a = d8e) aufweisen. Zwischen jeweils zwei Abschnitten 8a, 8b, 8c, 8d gleichbleibender Dicke, die auch als Plateaus bezeichnet werden können, ist jeweils ein Übergangsabschnitt 9a, 9b, 9c mit variabler Dicke gebildet, die auch als Rampen bezeichnet werden können. Die mittlere Dicke dm des Bandabschnitts 2 zur Herstellung der vorliegenden Platine 7 kann, wie oben beschrieben, beispielsweise durch den Mittelwert zwischen der größten Dicke d8b und der kleinsten Dicke d8e ermittelt werden. Der Dickenwert dm sowie insbesondere auch die Breite B2 des Bandabschnitts oder Bandes werden dann zur Bestimmung der Bandzugkräfte F für das Aufwickeln verwendet, wobei der errechnete Mittelwert dm mit einer der Bandverfestigung entsprechenden Kennzahl des Materials multipliziert werden kann.

[0035] Nach dem Flexiblen Walzen S10 und Aufwickeln S30 zum Coil 30 wird das aufgewickelte Coil 30 im Verfahrensschritt S40 einer Wärmebehandlung unterzo-

gen, um das durch das Walzen in einen walzharten Zustand versetzte Material wieder weicher zu machen. Diese Form der Wärmebehandlung wird auch als Rekristallisationsglühen bezeichnet. Vorliegend erfolgt die Wärmebehandlung in einem Haubenglühofen 41, ohne hierauf eingeschränkt zu sein.

[0036] In den Figuren 8 und 9 ist eine beispielhafte Heizkurve bei der Wärmebehandlung S40 des zum Coil 3 gewickelten Bandmaterials 2 gezeigt. Es ist erkennbar, dass die Phasen Aufheizen S42, Halten S43 und Abkühlen S44 durchlaufen werden. Die mittlere Aufheizrate R42 während des Aufheizens S42 in einem Temperaturbereich von 100°C bis 600°C liegt für Stahlwerkstoffe vorzugsweise zwischen 0,50°C/min und 1,8°C/min, insbesondere zwischen 0,80°C/min und 1,40°C/min. Es kann ferner vorgesehen sein, dass das Material in einem ersten Temperaturbereich T44 nach Verlassen der Haltezeit S43, mit einer Abkühlrate R44 von weniger als 0,35°C/min abgekühlt wird. Dabei beziehen sich die angegebenen Temperaturen insbesondere auf die gemäß Regelement vom Ofen anliegenden Temperaturen.

[0037] Während der Wärmebehandlung S40, insbesondere während des Aufheizens, kann ein Schutzgas in den Haubenofen 41 eingeleitet werden. Für eine geringe Klebeneigung ist es günstig, wenn die mittlere Schutzgasmenge G42 während der Aufheizphase S42, hier beispielhaft zwischen etwa 2,0 und 8,0 Stunden, in einem Temperaturbereich von 200°C bis 600°C maximal 20m³/h beträgt, insbesondere maximal 10m³/h. Dabei beziehen sich die genannten Schutzgas Mengen G42 auf die gesamte Tonnage der im Ofen befindlichen Coils, die insbesondere zwischen 40 und 60 Tonnen Bandmaterial liegen kann. Bei der Wärmebehandlung von mehreren Coils 3 mit einem Gesamtgewicht von 40 Tonnen in einem Ofen 41 würde sich hieraus entsprechend eine spezifische Schutzgasmenge von bis zu 0,5 m³/h, insbesondere von bis zu 0,25 m³/h je Tonne Bandmaterial 2 ergeben.

[0038] Nach der Wärmebehandlung S40 wird das Bandmaterial 2 im nächsten Verfahrensschritt S50 mittels einer Abwickleinrichtung 50 vom Coil 30 abgewickelt und der weiteren Bearbeitung zugeführt, vorliegend einer Vereinzelung S60 des Bandmaterials 2 zu einzelne Blechplatten 7. Das Vereinzeln des Bandmaterials 2 zu Blechplatten 7 erfolgt beispielsweise mittels eines Stanz- oder Schneidwerkzeugs 61. Je nach Form der zu fertigenden Blechplatten 7 kann diese aus dem Bandmaterial 2 als Formschnitt ausgestanzt werden, wobei ein Rand am Bandmaterial stehen bleibt, der nicht weiterverwendet wird, oder das Bandmaterial 2 kann einfach in Teilstücke abgelängt werden.

[0039] Nach dem Erzeugen von Platinen 7 aus dem Bandmaterial 2 erfolgt im Verfahrensschritt S70 ein Umformen der Platine 7 zum gewünschten Endprodukt. Das Umformen erfolgt in einem geeigneten Formwerkzeug 71 insbesondere mittels Kaltumformen, wobei Warmumformen ebenso möglich ist.

[0040] Die Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Ver-

fahren zur Vermeidung von Bandklebern, beziehungsweise zur Herstellung eines Produkts aus einem Bandmaterial 2 in einer abgewandelten Verfahrensführung. Diese entspricht weitestgehend dem Verfahren nach Figur 1, so dass hinsichtlich der Gemeinsamkeiten auf die obige Beschreibung Bezug genommen wird. Dabei sind gleiche beziehungsweise abgewandelte Einzelheiten mit gleichen Bezugszeichen versehen, wie in Figur 1.

[0041] Bei dem Verfahren gemäß Figur 1 wird das Bandmaterial 2 unmittelbar nach dem Flexiblen Walzen S10, das heißt von der Aufhaspel 31 der Walzanlage in der genannten Weise mit geringen Bandzügen aufgewickelt. Mit anderen Worten erfolgen das Flexible Walzen und das Aufwickeln mit geringen Bandzügen in derselben Anlage.

[0042] Demgegenüber wird das Bandmaterial 2 bei dem Verfahren gemäß Figur 2 nach dem Flexiblen Walzen S10 in einem separaten Schritt S30 mit den geringen Wickelzügen von weniger als 40 N/mm² bezogen auf die Querschnittsfläche aufgewickelt, wobei dem Aufwickeln optional im Schritt S20 ein Besprühen mit Schmiermittel 22 vorgeschaltet sein kann. Dieser Vorgang wird auch als Umwickelprozess bezeichnet. Anschließend erfolgen das Wärmebehandeln S40, wie oben beschrieben, dem das Vereinzeln S50 und Umformen S60 nachgelagert sein können.

[0043] Die oben genannten erfindungsgemäßen Verfahren beziehungsweise die erfindungsgemäß aufgewickelten Coils 3 haben den Vorteil, dass die in Umfangsrichtung wirkenden Spannungen relativ gering sind, so dass die im Coil aufeinander liegenden Bandflächen weniger stark aneinander gepresst werden. Die spezielle Wärmebehandlung kann sich zusätzlich günstig auf die in Umfangsrichtung wirkenden Spannungen auswirken, so dass Bandkleber beim erneuten Abwickeln des Coils vermieden werden.

Bezugszeichenliste

[0044]

- | | |
|----|---------------------|
| 2 | Bandmaterial |
| 3 | Coil |
| 4 | Walze |
| 5 | Stützwalze |
| 6 | Messeinrichtung |
| 7 | Platine |
| 8 | Abschnitt |
| 9 | Übergangsabschnitt |
| 11 | Abschnitt |
| 12 | Abschnitt |
| 13 | Abschnitt |
| 14 | Bandfläche |
| 15 | Bandfläche |
| 21 | Auftragseinrichtung |
| 22 | Schmiermittel |

23 Oberfläche

30 Coil

31 Aufhaspel

41 Ofen

44 Schutzgas

51 Abwickeleinrichtung

61 Schneidwerkzeug

71 Formwerkzeug

A Fläche

B Breite

D Durchmesser

d Dicke

F Kraft/Aufwickelzug

G Gasmenge

L Länge

R Rate

S Schritt

T Temperatur

t Zeit

Patentansprüche

1. Verfahren zum Vermeiden von Bandklebern an flexibel gewalztem Metallband,

wobei ein Metallband (2) nach dem Flexiblen Walzen (S10) zum Coil (3) aufgewickelt und einer Wärmebehandlung (S40) unterzogen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexibel gewalzte Metallband (2) vor der Wärmebehandlung (S40) zumindest in einem radial außenliegenden Ringabschnitt (13) des Coils (3), der sich über ein radial äußeres Drittel des Coils (3) erstreckt, mit einem Aufwickelzug (F13) von weniger als 40 N/mm² bezogen auf eine Querschnittsfläche (A2) des Metallbands (2) aufgewickelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexibel gewalzte Metallband (2) mit einem variablen Aufwickelzug (F11, F12, F13) über der Länge (L2) des Metallbands aufgewickelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufwickelzug (F11, F12, F13) des das flexibel gewalzten Metallbands in Abhängigkeit von einer mittleren Dicke (dm) des Metallbands über der Länge (L2) eingestellt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass das flexibel gewalzte Metallband (2) in einem radial innen liegenden Ringabschnitt (11) des Coils (3) mit einem größeren Aufwickelzug (F11) aufgewickelt wird, als in einem radial außen liegendem Ringabschnitt (13), wobei sich der innen liegende Ringabschnitt (11) über ein radial inneres Drittel des Coils (3) erstreckt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (2) in dem radial innen liegenden Ringabschnitt (11) mit einem Aufwickelzug (F11) von mindestens 10 N/mm² und/oder von maximal 40 N/mm² bezogen auf eine Querschnittsfläche (Am) des Metallbands (2) aufgewickelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (2) in dem radial außen liegenden Ringabschnitt (13) mit einem Wickelzug (F13) von mindestens 5 N/mm² und/oder von maximal 35 N/mm² bezogen auf eine Querschnittsfläche (Am) des Metallbands (2) aufgewickelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Metallband (2) mit einer Breite (B2) von mindestens 400 mm verwendet wird, insbesondere von mindestens 500 mm, und/oder dass ein Metallband (2) mit einer Breite (B2) von maximal 2500 mm verwendet wird, insbesondere von maximal 1300 mm.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Außendurchmesser (D3o) des Coils (3) kleiner als 2500 mm und größer als 1000 mm ist, und/oder, **dass** der Innendurchmesser (D3i) des Coils größer als 500 mm und kleiner als 700 mm ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Metallband (2) mit einer Zugfestigkeit des Rohmaterials vor dem flexiblen Walzen von weniger als 400 MPa verwendet wird, wobei das Metallband (2) mit zumindest im radial außenliegenden Ringabschnitt (13) mit einem Aufwickelzug (F13) von weniger als 20 MPa aufgewickelt wird, und/oder **dass** ein Metallband (2) mit einer Zugfestigkeit des Rohmaterials vor dem flexiblen Walzen von mehr als 400 MPa verwendet wird, wobei das Metallband (2) zumindest im radial außenliegenden Ringabschnitt (13) mit einem Aufwickel-

zug (F13) von weniger als 30 MPa aufgewickelt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass vor dem Aufwickeln (S30) Schmiermittel (22) auf das flexibel gewalzte Metallband (2) aufgebracht wird, insbesondere mindestens 0,5 g/m² und/oder bis zu 3 g/m².
5
10
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Coil (3) in einem Haubenofen (41) einer Wärmebehandlung (S40) mit den Phasen Aufheizen (S42), Halten (S43) und Abkühlen (S44) unterzogen wird.
15
12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Coil (3) während des Aufheizens (S42) in einem Temperaturbereich (T) von 100°C bis 600°C mit einer mittleren Aufheizrate (R42) von mindestens 0,50°C/min und/oder von maximal 1,8°C/min erwärmt wird, insbesondere mit einer mittleren Aufheizrate (R42) von 0,80°C/min bis 1,40°C/min.
20
25
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass während des Aufheizens (S42) ein Schutzgas (44) in den Haubenofen (41) eingeleitet wird, wobei in einem Temperaturbereich (T) von 200°C bis 600°C eine mittlere Schutzgasmenge von maximal 0,5 m³/h, insbesondere von maximal 0,25 m³/h, je Tonne Metallband (2) verwendet werden.
30
35
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Coil (3), zumindest in einem ersten Temperaturbereich (T44) nach Verlassen der Haltezeit (S43), mit einer Abkühlrate (R44) von weniger als 0,35°C/min abgekühlt wird.
40
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Metallband (2) derart flexibel gewalzt wird, dass zumindest zwei Abschnitte (8a, 8b, 8c, 8d, 8e) mit unterschiedlicher Dicke (d8a, d8b, d8c, d8d, d8e) erzeugt werden, wobei eine erste Dicke (d8c) kleiner ist als eine zweite Dicke (d8b) und das Verhältnis von erster Dicke (d8c) zu zweiter Dicke (d8d) kleiner 0,8, insbesondere kleiner 0,7, insbesondere kleiner 0,6 ist.
45
50

Claims

1. Method for avoiding strip adhesion on flexibly rolled metal strip,
55

wherein a metal strip (2) is wound up to a coil (3) after the flexible rolling (S10) and subjected to a heat treatment (S40),

characterised in that the flexibly rolled metal strip (2) is wound up before the heat treatment (S40) at least in a radially outer annular portion (13) of the coil (3), which extends over a radially outer third of the coil (3), with a winding tension (F13) of less than 40 N/mm² relative to a cross-sectional area (A2) of the metal strip (2).

2. Method according to claim 1,
characterised in that the flexibly rolled metal strip (2) is wound up with a variable winding tension (F11, F12, F13) over the length (L2) of the metal strip.

3. Method according to claim 1 or 2,
characterised in that the winding tension (F11, F12, F13) of the flexibly rolled metal strip is set as a function of an average thickness (dm) of the metal strip over the length (L2).

4. Method according to any one of claims 1 to 3,
characterised in

that the flexibly rolled metal strip (2) is wound up in a radially inner ring portion (11) of the coil (3) with a greater winding tension (F11) than in a radially outer ring portion (13), wherein the inner ring portion (11) extends over a radially inner third of the coil (3).

5. Method according to any one of claims 1 to 4,
characterised in that the metal strip (2) is wound up in the radially inner ring portion (11) with a winding tension (F11) of at least 10 N/mm² and/or of at most 40 N/mm² with respect to a cross-sectional area (Am) of the metal strip (2).

6. Method according to any one of claims 1 to 5,
characterised in that the metal strip (2) is wound up in the radially outer ring portion (13) with a winding tension (F13) of at least 5 N/mm² and/or of at most 35 N/mm² with respect to a cross-sectional area (Am) of the metal strip (2).

7. Method according to any one of claims 1 to 6,
characterised in

that a metal strip (2) with a width (B2) of at least 400 mm is used, in particular of at least 500 mm, and/or

that a metal strip (2) with a width (B2) of at most 2500 mm is used, in particular at most 1300 mm.

8. Method according to any one of claims 1 to 7,
characterised in

that the outer diameter (D3o) of the coil (3) is smaller than 2500 mm and larger than 1000 mm, and/or,
that the inner diameter (D3i) of the coil is greater than 500 mm and less than 700 mm.

9. Method according to any one of claims 1 to 8,
characterised in

that a metal strip (2) with a tensile strength of the raw material before flexible rolling of less than 400 MPa is used, wherein the metal strip (2) with at least in the radially outer ring portion (13) is wound up with a winding tension (F13) of less than 20 MPa, and/or
that a metal strip (2) with a tensile strength of the raw material before flexible rolling of more than 400 MPa is used, wherein the metal strip (2) at least in the radially outer ring portion (13) is wound up with a winding tension (F13) of less than 30 MPa.

10. Method according to any one of claims 1 to 9,
characterised in

that lubricant (22) is applied to the flexibly rolled metal strip (2) before winding (S30), in particular at least 0.5 g/m² and/or up to 3 g/m².

11. Method according to any one of claims 1 to 10,
characterised in

that the coil (3) is subjected to a heat treatment (S40) with the phases heating (S42), holding (S43) and cooling (S44) in a bell furnace (41).

12. Method according to claim 11,
characterised in

that the coil (3) is heated during the heating (S42) in a temperature range (T) from 100°C to 600°C at a mean heating rate (R42) of at least 0.50°C/min and/or of at most 1.8°C/min, in particular at a mean heating rate (R42) of 0.80°C/min up to 1.40°C/min.

13. Method according to any one of claims 11 or 12,
characterised in

that a protective gas (44) is introduced into the bell furnace (41) during heating (S42), with an average protective gas quantity of at most 0.5 m³/h, in particular at most 0.25 m³/h, being used per tonne of metal strip (2) in a temperature range (T) of 200°C to 600°C.

14. Method according to any one of claims 11 to 13,
characterised in

that the coil (3), at least in a first temperature range (T44) after leaving the holding time (S43), is cooled

at a cooling rate (R44) of less than 0.35°C/min.

15. Method according to any one of claims 1 to 14,
characterised in

that the metal strip (2) is flexibly rolled in such a way that at least two sections (8a, 8b, 8c, 8d, 8e) with different thicknesses (d8a, d8b, d8c, d8d, d8e) are produced, a first thickness (d8c) being smaller than a second thickness (d8b) and the ratio of the first thickness (d8c) to the second thickness (d8d) being smaller than 0.8, in particular smaller than 0.7, in particular smaller than 0.6.

15 Revendications

1. Procédé pour éviter l'adhérence d'une bande métallique laminée de manière flexible,

dans lequel une bande métallique (2) est enroulée en un coil (3) après le laminage flexible (S10) et est soumise à un traitement thermique (S40), **caractérisé en ce que** la bande métallique laminée de manière flexible (2) est enroulée avant le traitement thermique (S40) au moins dans une partie annulaire (13) radialement extérieure du coil (3), qui s'étend sur un tiers radialement extérieur du coil (3), avec une traction d'enroulement (F13) de moins de 40 N/mm² en référence à une surface de section transversale (A2) de la bande métallique (2).

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que

la bande métallique laminée flexible (2) est bobinée avec une traction de bobinage variable (F11, F12, F13) sur la longueur (L2) de la bande métallique.

3. Procédé selon les revendications 1 ou 2,
caractérisé en ce que

la traction d'enroulement (F11, F12, F13) de la bande métallique laminée de manière flexible est réglée en fonction d'une épaisseur moyenne (dm) de la bande métallique sur la longueur (L2).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que

la bande métallique laminée de manière flexible (2) est enroulée dans une partie annulaire radialement intérieure (11) du coil (3) avec une plus grande traction d'enroulement (F11) que dans une partie annulaire radialement extérieure (13), dans lequel la partie annulaire radialement intérieure (11), s'étend sur un tiers radialement intérieur du coil (3).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,

caractérisé en ce que

la bande métallique (2) est enroulée dans la partie annulaire radialement intérieure (11) avec une traction de bobinage (F11) d'au moins 10 N/mm² et/ou de 40 N/mm² maximum en référence à une surface de section transversale (Am) de la bande métallique (2).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

caractérisé en ce que

la bande métallique (2) est bobinée dans le tronçon annulaire situé radialement à l'extérieur (13) avec une traction d'enroulement (F13) d'au moins 5 N/mm² et/ou de 35 N/mm² maximum en référence à une surface de section transversale (Am) de la bande métallique (2).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,

caractérisé en ce que

une bande métallique (2) est utilisée avec une largeur (B2) d'au moins 400 mm, en particulier d'au moins 500 mm, et/ou

une bande métallique (2) est utilisée avec une largeur (B2) de 2500 mm maximum, en particulier de 1300 mm maximum.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,

caractérisé en ce que

le diamètre extérieur (D3o) du coil (3) est plus petit que 2500 mm et plus grand que 1000 mm, et/ou,

le diamètre intérieur (D3i) du coil est plus grand que 500 mm et plus petit que 700 mm.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,

caractérisé en ce qu'

qu'on utilise une bande métallique (2) avec une résistance à la traction du matériau brut avant le laminage flexible de moins de 400 MPa, sachant que la bande métallique (2) est enroulée avec une traction d'enroulement (F13) de moins de 20 MPa au moins dans la partie annulaire radialement extérieure (13), et/ou

qu'on utilise une bande métallique (2) avec une résistance à la traction du matériau brut avant le laminage flexible de plus de 400 MPa, sachant que la bande métallique (2) est enroulée avec une traction d'enroulement (13) de moins de 30 MPa au moins dans la partie annulaire radiale-

ment extérieure (13).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9,

caractérisé en ce qu'

avant l'enroulement (S30), un lubrifiant (22) est appliqué à la bande métallique laminée flexible (2), en particulier au moins 0,5 g/m² et/ou jusqu'à 3 g/m².

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10,

caractérisé en ce que

le coil (3) est soumise dans un four à hotte (41) à un traitement thermique (S40) avec les phases de chauffe (S42), de maintien (S43) et de refroidissement (S44).

12. Procédé selon la revendication 11,

caractérisé en ce que

le coil (3) est chauffée pendant le chauffage (S42) dans une plage de températures (T) de 100 °C à 600 °C avec une vitesse de chauffe moyenne (R42) d'au moins 0,50 °C/min et/ou de 1,8 °C/min maximum, en particulier avec une vitesse de chauffe moyenne (R42) de 0,80 °C/min à 1,40 °C/min.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12,

caractérisé en ce qu'

un gaz protecteur (44) est introduit dans le four à hotte (41) pendant le chauffage (S42), sachant que dans une plage de températures (T) de 200 °C à 600 °C, une quantité de gaz protecteur moyenne de 0,5 m³/h maximum, en particulier 0,25 m³/h maximum, par tonne de bande métallique (2) est utilisée.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13,

caractérisé en ce que

le coil (3) est refroidie au moins dans une première plage de températures (T44) après avoir quitté la période de maintien (S43), à une vitesse de refroidissement (R44) de moins de 0,35 °C/min.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14,

caractérisé en ce que

la bande métallique (2) est laminée flexible de telle manière qu'au moins deux tronçons (8a, 8b, 8c, 8d, 8e) avec une épaisseur différente (d8a, d8b, d8c, d8d, d8e) sont produits, sachant qu'une première épaisseur (d8c) est plus petite qu'une deuxième épaisseur (d8b) et le rapport entre la première épaisseur (d8c) et la deuxième épaisseur (d8d) est inférieure à 0,8, en particulier inférieure à 0,7, en particulier inférieure à 0,6.

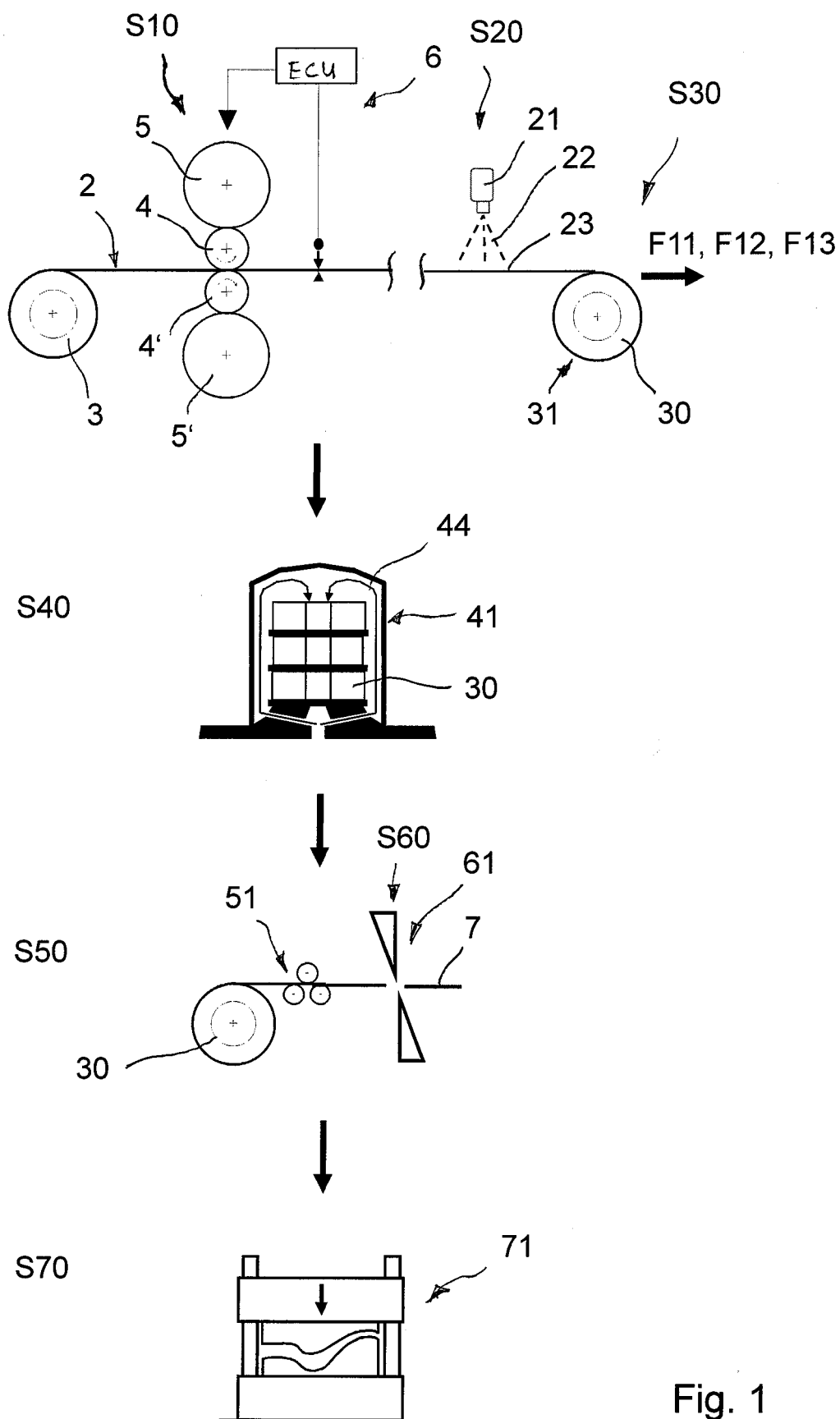


Fig. 1

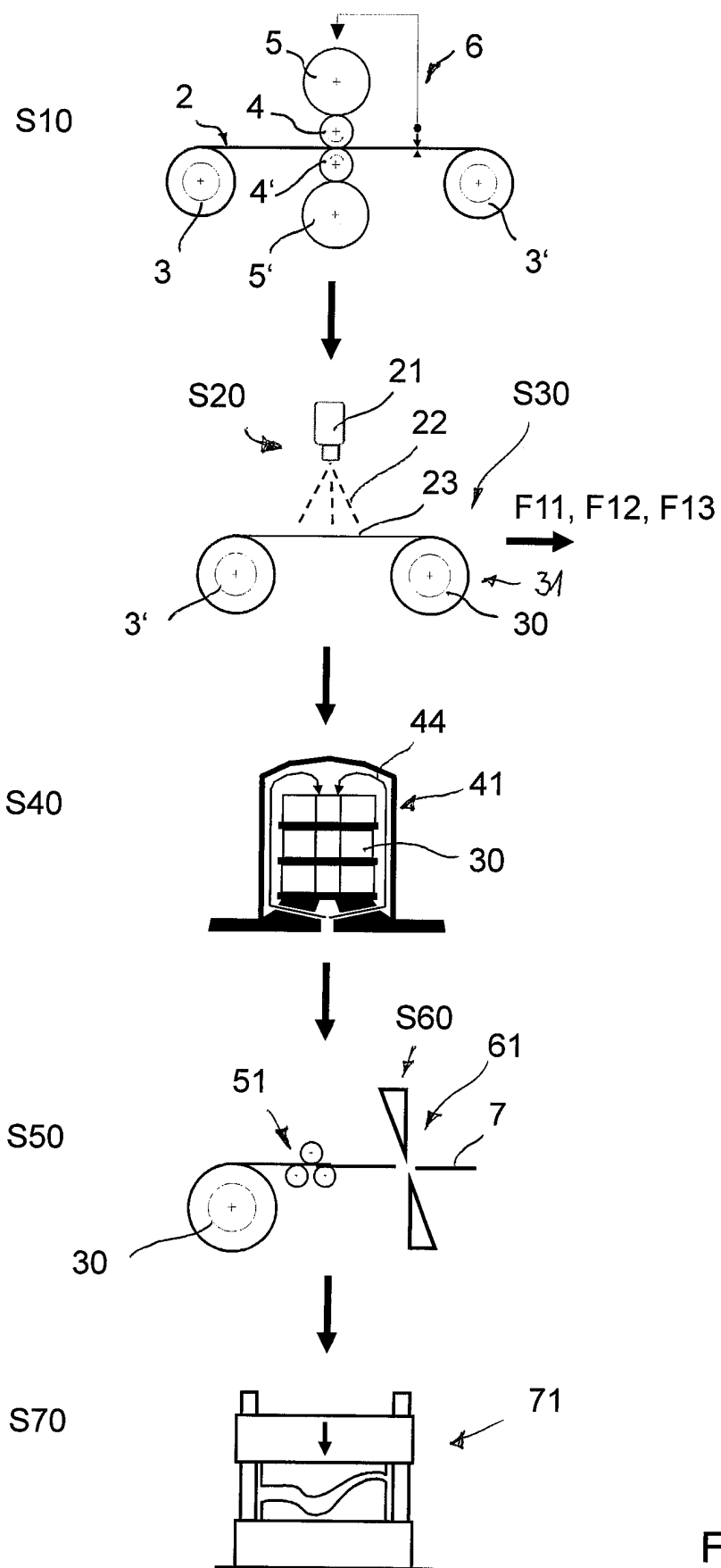


Fig. 2

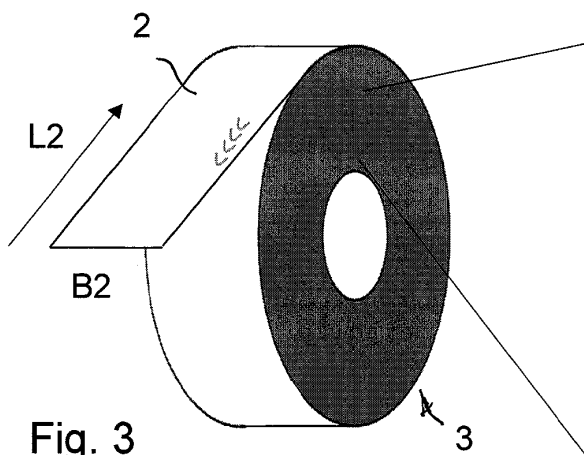


Fig. 3

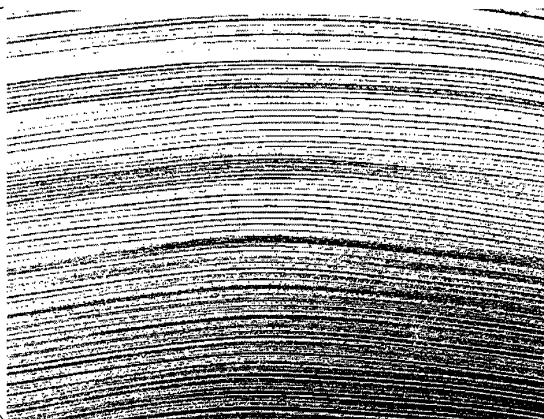


Fig. 4

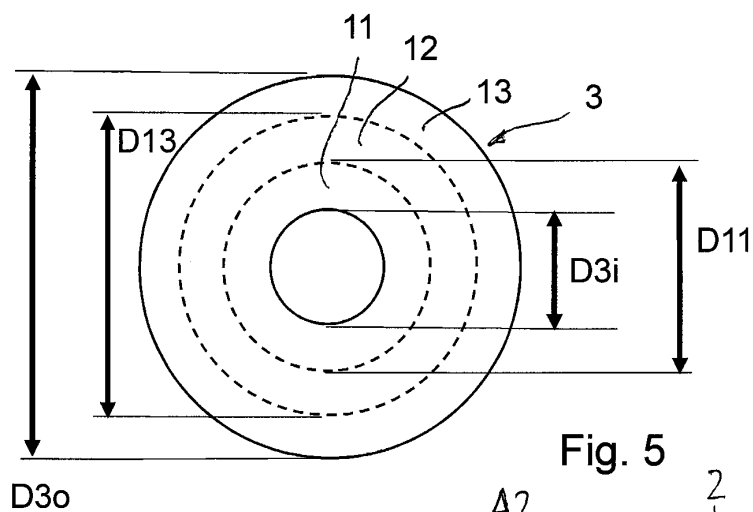


Fig. 5

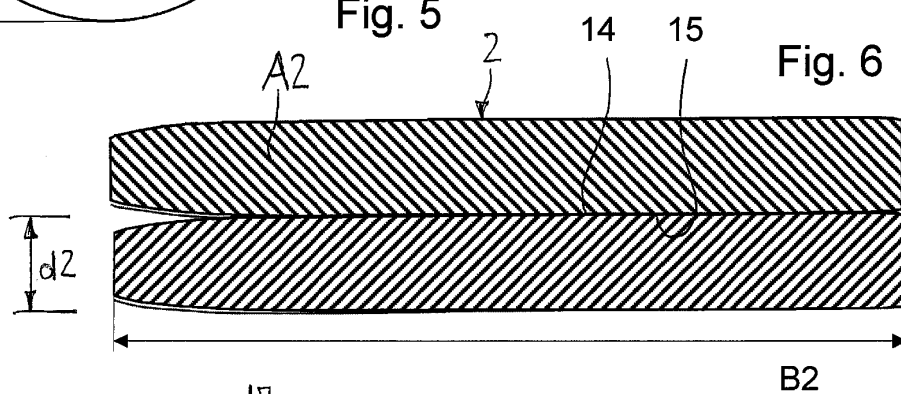


Fig. 6

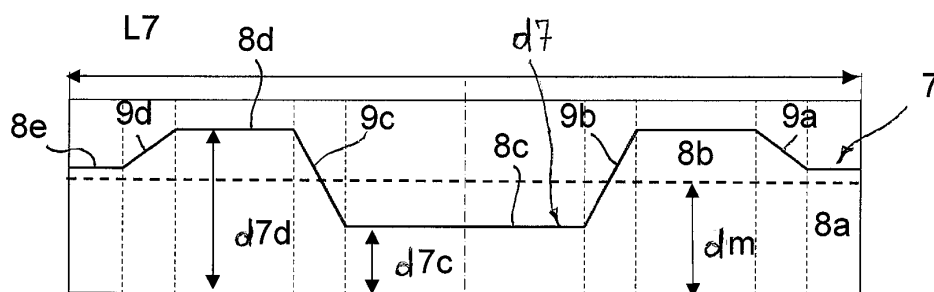


Fig. 7

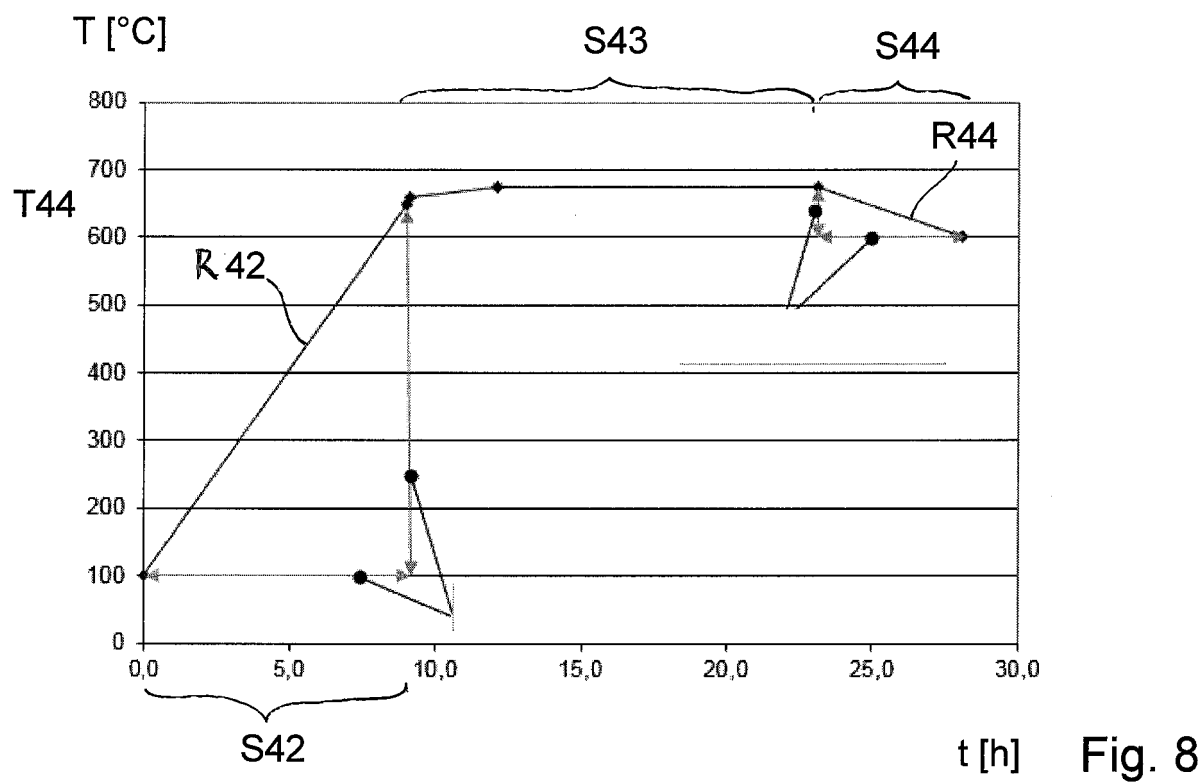


Fig. 8

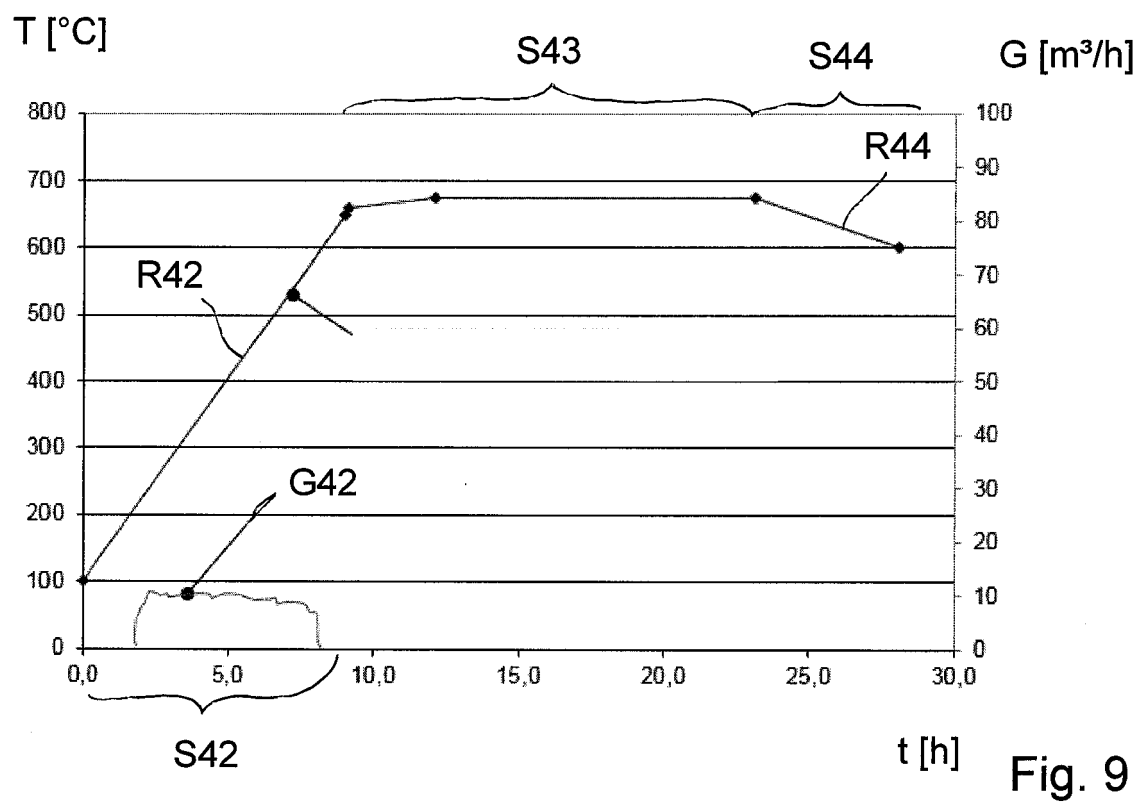


Fig. 9

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

- DE 19750780 A1 [0002]
- EP 0760396 A1 [0003]
- WO 03000438 A1 [0004]