



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 001 856 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
27.11.2002 Patentblatt 2002/48

(21) Anmeldenummer: **98943664.7**

(22) Anmeldetag: **01.07.1998**

(51) Int Cl.7: **B21C 37/083**, B21C 37/08

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE98/01898

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 99/007491 (18.02.1999 Gazette 1999/07)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON GESCHWEISSTEN ROHREN AUS Cu UND
Cu-LEGIERUNGEN**

METHOD FOR PRODUCING WELDED Cu AND Cu ALLOY PIPES

PROCEDE DE PRODUCTION DE TUYAUX SOUDES EN Cu ET EN ALLIAGE DE Cu

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE ES FI FR GB GR IT SE

(30) Priorität: **06.08.1997 DE 19734780**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.05.2000 Patentblatt 2000/21

(73) Patentinhaber: **SMS Demag AG
40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:
• **ROLLER, Erling
D-45133 Essen (DE)**
• **KALKENINGS, Peter
D-52072 Aachen (DE)**
• **BERENDES, Herbert
D-45472 Mülheim (DE)**

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing.
Meissner & Meissner,
Patentanwaltsbüro,
Hohenzollerndamm 89
14199 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 2 055 061 US-A- 3 858 785

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 005 (M-267), 11. Januar 1984 & JP 58 168429 A (SUMITOMO KINZOKU KOGYO KK), 4. Oktober 1983**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 252 (M-420), 9. Oktober 1985 & JP 60 102224 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 6. Juni 1985**

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 1 001 856 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von geschweißten Rohren aus Kupfer und Kupferlegierungen in einer kombinierten Fertigungslinie bestehend aus einer Vormaterial-Gießanlage, einem Warmwalzwerk, einer Rohreinform- und Schweißstrecke sowie einer Zieheinrichtung für das geschweißte Rohr.

[0002] Bei Kupferrohren und Rohren aus Kupferlegierungen unterscheidet man zwischen nahtlosen Rohren und geschweißten Rohren.

[0003] Nahtlose Rohre werden beispielsweise über die Prozeßrouten: Massivstranggießen, Strangpressen, Kaltpilgern und Ziehen hergestellt, wobei das Kaltpilgern auch entfallen kann. Ebenfalls bekannt ist es, den Massivstrang in einem Schrägwalzlochverfahren zu lochen, kaltzupilgern und im Anschluß auf Fertigmaß zu ziehen. Zu erwähnen sind auch Verfahren, bei denen ein Hohlstrang gegossen wird, der dann nach dem Kaltpilgern dem Ziehverfahren unterzogen wird. Alle beschriebenen Verfahren haben Nachteile; beim Strangpressen entstehen hohe Herstellkosten, beim Hohlstranggießen sind die Rohrqualitäten nicht ausreichend. Nahtlos hergestellte Rohre haben außerdem schlechte Wanddickentoleranzen.

[0004] Geschweißte Rohre werden in der Regel aus stranggegossenen Brammen hergestellt, die in Blechwarmwalzwerken vorgewalzt, anschließend kaltgewalzt, längsgeteilt und geschweißt werden. Im Anschluß an den Schweißvorgang erfolgt ein Ziehen der Rohre nach herkömmlichen Ziehverfahren. Nachteilig bei den Rohrschweißverfahren sind die hohen Bandherstellkosten, die die Rohrerstellung unwirtschaftlich machen.

[0005] Die Bandherstellung erfolgt nach verschiedenen Verfahren. Üblich ist das Stranggießen von Brammen, das Warmwalzen der Brammen, das Fräsen der Oberflächen und anschließendes Kaltwalzen, das Aufcoilen des kaltgewalzten Bandes und anschließendes Längsteilen in Strips, die der weiteren Verarbeitung zugeführt werden. Der Vorteil des so erzeugten Kaltbandes liegt in den hohen erreichbaren Kapazitäten von mehr als 100.000 t/a bei guter Oberflächenqualität. Nachteilig sind der diskontinuierliche Prozeß und die hohen Herstellkosten.

[0006] Ein anderes Verfahren schlägt vor, dünne Brammen zu gießen, die ein Warmwalzen von Breitband entbehrlich machen. Im Anschluß daran werden auch hier die Oberflächen des Bandes gefräst, bevor das Band kaltgewalzt, gecoilt und in Strips längsgeteilt wird. Dieses Verfahren ist kontinuierlich ausführbar, mittlere Kapazitäten von weniger als 100.000 t/a sind bei guter Oberflächenqualität erreichbar. Auch dieses Verfahren hat zum Nachteil, daß die Herstellkosten zu hoch sind.

[0007] Ein drittes Verfahren ist als sogenanntes Hochreduktions-Verfahren bekannt. Hierbei wird das

Band in Graphitkokillen mit einer Gießgeschwindigkeit $v = 1 \text{ m/min}$ gegossen, die Oberflächen werden gefräst, das Band wird mit hoher Stichabnahme kaltgewalzt, gecoilt und in Strips längsgeteilt. Dieses Verfahren kann kontinuierlich betrieben werden, die Oberflächenqualitäten sind gut. Nachteil des Verfahrens sind die kleinen Kapazitäten um 10.000 t/a bei hohen Herstellkosten.

[0008] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Herstellung von kostengünstigen Rohren mit hoher Maßgenauigkeit und Oberflächenqualität aus Kupfer und Kupferlegierungen zu schaffen, bei dem gewalztes Band zu längsnahtgeschweißten Rohren verarbeitet wird. Dabei wird die Wirtschaftlichkeit auch für die Herstellung kleinerer bis größerer Mengen (zwischen 10.000 bis 100.000 t/a) angestrebt.

[0009] Die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte sind im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 durch die Abfolge der Verfahrensschritte a) bis j) beschrieben. Es hat sich herausgestellt, daß beim Gießen eines Vorbandes im angegebenen Abmessungsbereich und der vorgesehenen Gießgeschwindigkeit ein maßgeschneidertes Herstellen der Strips möglich wird, so daß ein Längsteilen eines vorgewalzten Bleches entbehrlich wird. Die Strips weisen gute Oberflächenqualität und günstige Materialwerte bei niedrigen Herstellungskosten auf.

[0010] Das Gießen des Vorbandes kann nach besonderen Merkmalen der Erfindung entweder auf einer Bandgießanlage oder auf einem Gießrad erfolgen. Beide Gießverfahren zeichnen sich durch hohe Gießgeschwindigkeiten aus und sind deshalb zur wirtschaftlichen Herstellung der Strips mit den entsprechenden Abmessungen zur unmittelbaren Weiterverarbeitung besonders geeignet, wobei Gießräder bisher nur bei der Drahtherstellung eingesetzt werden.

[0011] Wenn nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung vorgesehen ist, daß das Warmwalzen des Vorbandes zwischen 600°C und 900°C erfolgt, so ermöglicht das Verfahren Komgrößen im Material von 30-40 µm herzustellen, die nach dem Kaltwalzen bessere Bedingungen beim Einformen der Bänder zu Schweißrohren bieten.

[0012] Dadurch, daß erfindungsgemäß das Besäumen des Zwischenbandes unmittelbar in der Schweißmaschine erfolgt, entfällt neben dem Längsteilen der Bänder auch ein vorbereitendes Besäumen.

[0013] Das Entzundern des warmgewalzten Vorbandes kann in Linie nach konventionellen Entzunderungsverfahren, beispielsweise durch chemisches Beizverfahren erfolgen.

[0014] Günstigerweise wird nach einem weiteren Merkmal der Erfindung zum Schweißen des Längsnahtrohres ein bekanntes Hochfrequenz-, WIG- oder Laserschweiß-Verfahren mit den Schritten Entcoilen, Richten und Stumpfschweißen des Zwischenbandes, Einformen, Schweißen, Innen- und Außenentgraten (falls HF-geschweißt), Kalibrieren, Ablängen, Coilen und Aus-

bringen des Innenspanns eingesetzt.

[0015] Zum Ziehen des Längsnahtrohres kann erfindungsgemäß ein bekanntes Ziehverfahren mit den Schritten Entcoilen, Trommelziehen oder kontinuierliches Geradeausziehen, gegebenenfalls Zwischenglühen (bei den Gütestufen Weich und Halbhart), Fertigziehen und gegebenenfalls Weichglühen (beispielsweise bei Wärmetauscherrohren) eingesetzt werden.

[0016] Alternativ ist es auch denkbar, nach den erfindungsgemäßen Verfahrensschritten, die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 12 angegeben sind, innenverrippte Längsnahtrohre herzustellen, und zwar ebenfalls wirtschaftlich mit guten Oberflächenqualitäten in einem kontinuierlichen bzw. teilkontinuierlichen Prozeß.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren ist vorteilhaft, weil es in einem kontinuierlichen Verfahrensablauf wirtschaftlich in der Lage ist, geschweißte Kupferrohre und Rohre aus Kupferlegierungen in niedriger bis hoher Kapazität (10.000 bis 100.000 t/a) herzustellen, bei innenverrippten Rohren sogar bis hinunter zu 1000 t/a und weniger. Die kontinuierliche Verfahrensabfolge unter Einsatz von Gießmaschinen mit sehr hohen Gießgeschwindigkeiten ermöglicht einerseits die hohe Kapazität, ohne andererseits die Qualität der Rohre negativ zu beeinflussen. Die Oberfläche des gegossenen Bandes entspricht trotz Fehlens des beim bekannten Stand der Technik vorgesehenen Fräsens der Bandoberfläche den Bedingungen für Präzisionskaltbänder für die Rohrerstellung. Die sich beim Warmwalzen einstellende Korngröße von 30 bis 40 µm ermöglicht günstigere Voraussetzungen beim Einformen der Bänder zu Schweißrohren, als dies bei weichem (geglühtem) Material bislang möglich war. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird erstmals ein in der Praxis brauchbares Verfahren zum Herstellen geschweißter Ne-Metallrohre geschaffen, das infolge seiner hohen Kapazität, seiner Flexibilität und seinen niedrigen Kosten die beim Stand der Technik beschriebenen Nachteile nicht aufweist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von geschweißten Rohren aus Cu und Cu-Legierungen in einer kombinierten Fertigungslinie, bestehend aus einer Vormaterialgießanlage, einem Warmwalzwerk, einer Rohreinform- und Schweißstrecke sowie einer Zieheinrichtung für das geschweißte Rohr, **gekennzeichnet durch** die Abfolge folgender Verfahrensschritte:

- a. Gießen eines quasi endlosen Vorbandes im Abmessungsbereich Breite 45 bis 200 mm; Dicke 10 bis 70 mm auf einer Gießmaschine mit hoher Gießgeschwindigkeit bis zu 22 m/min,
- b. Warmwalzen des gegossenen Vorbandes mit einer Walzgeschwindigkeit = Gießge-

- schwindigkeit x Streckung zu einem Zwischenband im Abmessungsbereich Breite 45 bis 200 mm; Dicke 2,0 bis 14 mm,
- c. Abkühlen des Zwischenbandes auf $\leq 100^\circ\text{C}$ bis RT und Entzundern der Zwischenbandoberfläche,
- d. Kaltwalzen des Zwischenbandes zu einem Band im Abmessungsbereich Breite 45 bis 200, Dicke 0,9 bis 6,3 mm,
- e. Coilen des unbesäumten Bandes zu Bunden vorherbestimmter Bundgewichte, wobei die Schritte a bis e als in-line Prozeß verlaufen und anschließend als weitere Arbeitsschritte folgen,
- f. Abwickeln und Einformen des Bandes zu einem Längsnahtrohr,
- g. Schweißen der Längsnaht unmittelbar nach dem Besäumen der Kanten zu einem geschweißten Längsnahtrohr,
- h. Außen- und Innenentgraten des Rohres
- i. Kalibrieren und abschließendes
- j. Ziehen des geschweißten Rohres in mindestens einer Ziehstufe zum Fertigrohr.

2. Verfahren zur Herstellung von geschweißten Rohren aus Cu und Cu-Legierungen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gießen des Vorbandes auf einer Bandgießanlage erfolgt.

3. Verfahren zur Herstellung von geschweißten Rohren aus Cu und Cu-Legierungen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gießen des Vorbandes auf einem Gießrad erfolgt.

4. Verfahren zur Herstellung von geschweißten Rohren aus Cu und Cu-Legierungen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Warmwalzen des Vorbandes zum Erreichen von Korngrößen $<40\text{ }\mu\text{m}$ bei Walztemperaturen zwischen 600 und 900°C erfolgt.

5. Verfahren zur Herstellung von geschweißten Rohren aus Cu und Cu-Legierungen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Besäumen des Zwischenbandes in der Schweißmaschine erfolgt

6. Verfahren zur Herstellung von geschweißten Rohren aus Cu und Cu-Legierungen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Entzundern des Warmbandes durch ein chemisches Beizverfahren erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verfahrensschritte f. bis j. nach einer Zwischenlagerung erfolgen. 5
8. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Verfahrensschritt j. nach einer Zwischenlagerung erfolgt. 10
9. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das abschließende Zehen entfällt, wenn das mit den Verfahrensschritten a. bis i. hergestellt Rohr schon die Fertigabmessung erreicht hat. 15
10. Verfahren zur Herstellung von geschweißten Rohren aus Cu und Cu-Legierungen nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Schweißen des Längsnahtrohres ein bekanntes Hochfrequenz-, WIG- oder Laserschweiß-Verfahren mit den Schritten Entcoilen, Richten und Stumpfschweißen des Zwischenbandes, Einformen, Schweißen, Innen- und Außenentgraten falls HF-geschweißt, Kalibrieren, Ablängen, Coilen und Ausbringen des Innenspanns eingesetzt wird. 20 25
11. Verfahren zur Herstellung von geschweißten Rohren aus Cu und Cu-Legierungen nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß zum Ziehen des Längsnahtrohres ein bekanntes Ziehverfahren mit den Schritten Entcoilen, Trommelziehen oder kontinuierliches Geradeausziehen, ggf. Zwischenglühen, Fertigziehen und ggf. Weichglühen eingesetzt wird. 30 35
12. Verfahren zur Herstellung von geschweißten Rohren aus Cu und Cu-Legierungen in einer kombinierten Fertigungslinie, bestehend aus einer Vormaterialgießanlage, einem Warmwalzwerk, einer Rohreinform- und Schweißstrecke sowie einer Zieheinrichtung für das geschweißte Rohr, **gekennzeichnet durch** die Abfolge folgender Verfahrensschritte: 40 45
- a. Gießen eines quasi endlosen Vorbandes im Abmessungsbereich Breite 45 bis 200 mm; Dicke 10 bis 70 mm auf einer Gießmaschine mit hoher Gießgeschwindigkeit bis zu 22 m/min, 50
- b. Warmwalzen des gegossenen Vorbandes mit einer Walzgeschwindigkeit = Gießgeschwindigkeit x Streckung zu einem Zwischenband im Abmessungsbereich Breite 45 bis 200; Dicke 2,0 bis 14 mm, 55
- c. Abkühlen des Zwischenbandes auf $\leq 100^\circ\text{C}$ bis RT und Entzndern der Zwischenbandoberfläche,
- d. Kaltwalzen des Zwischenbandes zu einem Band im Abmessungsbereich Breite 45 bis 200 mm; Dicke $< 0,9$ mm,
- e. Coilen des unbesäumten Bandes zu Bunden vorherbestimmter Bundgewichte, wobei die Schritte a bis e als in-line Prozeß verlaufen und anschließend als weitere Arbeitsschritte folgen,
- f. Abwickeln,
- g. Verrippen des Bandes,
- h. Einformen und Schweißen und Kalibrieren des verrippten Bandes zu einem innenverrippten Längsnahtrohr in Fertigabmessung.
13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verfahrensschritte f. bis h. nach einer Zwischenlagerung erfolgen.

Claims

1. Method for producing welded pipes from Cu and Cu alloys in a combined production line, comprising a casting installation for precursor material, a hot-rolling mill, a pipe shaping and welding section and a drawing device for the welded pipe, said method being **characterised by** the following sequence of steps:
- a. casting a virtually endless initial strip having dimensions in the range: width 45 to 200 mm, thickness 10 to 70 mm, on a casting machine at a high casting speed of up to 22 m/min,
- b. hot-rolling the cast initial strip at a rolling speed equal to casting speed x extension to form an intermediate strip having dimensions in the range: width 45 to 200 mm, thickness 2.0 to 14 mm,
- c. cooling the intermediate strip to $\leq 100^\circ\text{C}$ to ambient temperature and descaling the surface of the intermediate strip,
- d. cold-rolling the intermediate strip to form a strip having dimensions in the range: width 45 to 200, thickness 0.9 to 6.3 mm,
- e. coiling the untrimmed strip to form coils of predetermined weights, steps a. to e. being carried out as an in-line process which is followed by the following additional operating steps:
- f. unwinding and shaping the strip to form a lon-

- gitudinal seam pipe,
g. welding the longitudinal seam immediately after trimming of the edges, to form a welded longitudinal seam pipe,
h. externally and internally deburring the pipe, 5
i. finishing to size, and finally
j. drawing the welded pipe in at least one drawing stage to form the finished pipe.
2. Method for producing welded pipes from Cu and Cu alloys according to claim 1, 10
characterised in that
the casting of the initial strip takes place on a strip-casting installation. 15
3. Method for producing welded pipes from Cu and Cu alloys according to claim 1, 15
characterised in that
the casting of the initial strip takes place on a casting wheel. 20
4. Method for producing welded pipes from Cu and Cu alloys according to claim 1 or 2, 25
characterised in that
the hot-rolling of the initial strip takes place at rolling temperatures of between 600 and 900°C to achieve grain sizes <40 µm. 25
5. Method of producing welded pipes from Cu and Cu alloys according to one of claims 1 to 4, 30
characterised in that
the trimming of the intermediate strip takes place in the welding machine. 30
6. Method for producing welded pipes from Cu and Cu alloys according to one of claims 1 to 5, 35
characterised in that
the hot strip is descaled by means of a chemical pickling process. 40
7. Method according to claim 1, 40
characterised in that
method steps f. to j. take place after interim storage. 40
8. Method according to claim 1, 45
characterised in that
method step j. takes place after interim storage. 45
9. Method according to claim 1, 50
characterised in that
the final drawing step is dispensed with if the pipe produced by means of method steps a. to i. has already attained the finished dimensions. 50
10. Method for producing welded pipes from Cu and Cu alloys according to claim 1, 55
characterised in that
to weld the longitudinal seam pipe, a known high-frequency, TIG or laser welding method is used which has the steps: uncoiling, straightening and butt-welding of the intermediate strip, shaping, welding, internal and external deburring if HF-welded, finishing to size, cutting to length, coiling and removal of the internal swarf. 55
11. Method for producing welded pipes from Cu and Cu alloys according to claim 1, 60
characterised in that
to draw the longitudinal seam pipe, a known drawing method is used which has the steps: uncoiling, drawing on a bull block or continuous straight-line drawing, if necessary intermediate annealing, finish drawing and, if necessary, soft-annealing. 60
12. Method for producing welded pipes from Cu and Cu alloys in a combined production line, comprising a casting installation for precursor material, a hot-rolling mill, a pipe shaping and welding section and a drawing device for the welded pipe, said method being **characterised by** the following sequence of steps: 65
- a. casting a virtually endless initial strip having dimensions in the range: width 45 to 200 mm; thickness 10 to 70 mm, on a casting machine at a high casting speed of up to 22 m/min, 70
- b. hot-rolling the cast initial strip at a rolling speed equal to casting speed x extension to form an intermediate strip having dimensions in the range: width 45 to 200, thickness 2.0 to 14 mm, 75
- c. cooling the intermediate strip to ≤ 100° to ambient temperature and descaling the surface of the intermediate strip, 80
- d. cold-rolling the intermediate strip to form a strip having dimensions in the range: width 45 to 200 mm, thickness < 0.9 mm, 85
- e. coiling the untrimmed strip to form coils of predetermined weights, steps a. to e. being carried out as an in-line process which is followed by the following additional operating steps: 90
- f. unwinding, 95
- g. ribbing the strip, 100
- h. shaping, welding and finishing to size the ribbed strip to form an internally ribbed longitudinal seam pipe in its finished dimensions. 105
13. Method according to claim 12, 110
characterised in that

method steps f. to h. take place after interim storage.

Revendications

1. Procédé pour fabriquer des tubes soudés en Cu et alliages de Cu dans une ligne de fabrication combinée, constituée d'une installation de coulée de matière brute, d'un laminage à chaud, d'une étendue de mise en forme des tubes et de soudage, ainsi qu'un dispositif d'étréage pour le tube soudé, **caractérisé par** la succession des étapes suivantes de procédé :

- a. coulée d'un pré-feuillard pratiquement sans fin dans la plage dimensionnelle : largeur 45 à 200 mm ; épaisseur 10 à 70 mm, dans une machine de coulée à vitesse de coulée élevée jusqu'à 22 m/mn,
- b. laminage à chaud du pré-feuillard coulé avec une vitesse de laminage = vitesse de coulée x allongement en un feuillard intermédiaire dans la plage dimensionnelle : largeur 45 à 200 mm ; épaisseur 2,0 à 14 mm,
- c. refroidissement du feuillard intermédiaire à $\leq 100^{\circ}\text{C}$ jusqu'à la température ambiante et décalaminage de la surface du feuillard intermédiaire,
- d. laminage à froid du feuillard intermédiaire en un feuillard dans la plage dimensionnelle : largeur 45 à 200, épaisseur 0,9 à 6,3 mm,
- e. bobinage du feuillard non cisailé en bobines de poids prédéterminés, les étapes a à e se déroulant comme procédé en ligne et suivant ensuite comme autres étapes de travail,
- f. déroulement et mise en forme du feuillard en un tube à soudure longitudinale,
- g. soudage de la soudure longitudinale directement après le cisaillement des bords en un tube soudé à soudure longitudinale,
- h. ébarbage interne et externe du tube,
- i. calibrage, et
- j. étréage final du tube soudé en au moins une étape d'étréage en le tube fini.

2. Procédé pour fabriquer des tubes soudés en Cu et alliages de Cu selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la coulée du pré-feuillard est effectuée dans une installation de coulée de feuillards.

3. Procédé pour fabriquer des tubes soudés en Cu et alliages de Cu selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la coulée du pré-feuillard est effectuée sur une roue de coulée.

4. Procédé pour fabriquer des tubes soudés en Cu et

alliages de Cu selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le laminage à chaud du pré-feuillard est effectué pour atteindre des granulométries $< 40 \mu\text{m}$ pour des températures de laminage entre 600 et 900°C .

5. Procédé pour fabriquer des tubes soudés en Cu et alliages de Cu selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le cisaillement du feuillard intermédiaire est effectué dans la machine de soudage.

6. Procédé pour fabriquer des tubes soudés en Cu et alliages de Cu selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le décalaminage du feuillard chaud est effectué par un procédé de décapage chimique.

7. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les étapes de procédé f. à j. sont effectuées après un stockage temporaire.

8. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étape de procédé j. est effectuée après un stockage temporaire.

9. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étréage final est supprimé lorsque le tube fabriqué par les étapes de procédé a. à i. a déjà atteint la dimension finale.

10. Procédé pour fabriquer des tubes soudés en Cu et alliages de Cu selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour souder le tube à soudure longitudinale, on utilise un procédé de soudage connu à haute fréquence, à tungstène et à gaz inerte, ou à laser, avec les étapes : déroulement, dressage et soudage bout à bout du feuillard intermédiaire, mise en forme, soudage, ébarbage interne et externe, dans le cas du soudage HF, calibrage, mise à longueur, enroulement et enlèvement de la limaille interne.

11. Procédé pour fabriquer des tubes soudés en Cu et alliages de Cu selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour étirer le tube à soudure longitudinale, on utilise un procédé d'étréage connu avec les étapes : déroulement, étréage sur tambour ou étréage rectiligne continu, le cas échéant recuit intermédiaire, étréage final et, le cas échéant, recuit.

12. Procédé pour fabriquer des tubes soudés en Cu et alliages de Cu dans une ligne de fabrication combinée, constituée d'une installation de coulée de matière brute, d'un laminage à chaud, d'une étendue de mise en forme des tubes et de soudage, ainsi qu'un dispositif d'étréage pour le tube soudé,

caractérisé par la succession des étapes suivantes de procédé :

- a. coulée d'un pré-feuillard pratiquement sans fin dans la plage dimensionnelle : largeur 45 à 200 mm ; épaisseur 10 à 70 mm, dans une machine de coulée à vitesse de coulée élevée jusqu'à 22 m/mn, 5
- b. laminage à chaud du pré-feuillard coulé à une vitesse de laminage = vitesse de coulée x allongement en un feuillard intermédiaire dans la plage dimensionnelle : largeur 45 à 200 mm ; épaisseur 2,0 à 14 mm, 10
- c. refroidissement du feuillard intermédiaire à $\leq 100^{\circ}\text{C}$ jusqu'à la température ambiante et décalaminage de la surface du feuillard intermédiaire, 15
- d. laminage à froid du feuillard intermédiaire en un feuillard dans la plage dimensionnelle : largeur 45 à 200 mm ; épaisseur $< 0,9$ mm, 20
- e. enroulement du feuillard non cisailé en bobines de poids prédéterminés, les étapes a à e se déroulant comme un procédé en ligne et suivant ensuite comme autres étapes de travail,
- f. déroulement, 25
- g. nervurage du feuillard,
- h. mise en forme et soudage et calibrage du feuillard nervuré en un tube à soudure longitudinale intérieurement nervuré à la dimension finale. 30

13. Procédé selon la revendication 12,

caractérisé en ce que les étapes de procédé f. à h. sont effectuées après un stockage temporaire.

35

40

45

50

55