



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 362 648 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.08.2005 Patentblatt 2005/31

(51) Int Cl.7: **B21B 23/00**

(21) Anmeldenummer: **03010028.3**

(22) Anmeldetag: **02.05.2003**

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumrohres, Aluminiumrohr sowie Verwendung des Aluminiumrohres**

Method of making an aluminum tube, aluminum tube and use of the aluminum tube

Procédé de fabrication d'un tube en aluminium, tube en aluminium et utilisation du tube en aluminium

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

(30) Priorität: **14.05.2002 DE 10221515**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.11.2003 Patentblatt 2003/47

(73) Patentinhaber: **Hydro Aluminium Deutschland
GmbH
51149 Köln (DE)**

(72) Erfinder:
• **Haase, Jens
53123 Bonn (DE)**
• **Opitz, Michael
31855 Aerzen (DE)**
• **Rempe, Wolfgang, Dipl.-Ing.
40667 Meerbusch (DE)**

• **Steimmel, Franz, Dipl.-Ing.
53619 Rheinbreitbach (DE)**
• **Wähner, Frank
30457 Hannover (DE)**

(74) Vertreter: **COHAUSZ & FLORACK
Patent- und Rechtsanwälte
Bleichstrasse 14
40211 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-C- 4 220 625 US-A- 4 634 475

• **SIMAO J M ET AL: "ELECTRICAL DISCHARGE
TEXTURING OF COLD MILL WORK ROLLS
USING DIFFERENT TOOL ELECTRODE
MATERIALS" , IRON AND STEEL ENGINEER,
ASSOCIATION OF IRON AND STEEL
ENGINEERS. PITTSBURGH, US, VOL. 73, NR. 3,
PAGE(S) 42-47 XP000587195 ISSN: 0021-1559 *
das ganze Dokument ***

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 1 362 648 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumrohres, ein Aluminiumrohr zur Weiterverarbeitung in mindestens einem nachfolgenden Umformverfahren sowie eine Verwendung des Aluminiumrohres.

[0002] Es ist bekannt beispielsweise längsnahtgeschweißte oder stranggepresste Aluminiumrohre als Halbzeuge in weiteren Umformprozessen zu verwenden. Insbesondere durch ein Innenhochdruckumformen lassen sich aus Aluminiumrohren Bauteile mit einer komplexen Formgebung, beispielsweise für das Fahrwerk eines Kraftfahrzeuges, herstellen. Die fertigungsbedingt sehr glatte Außenoberfläche - längsnahtgeschweißter und stranggepresster Aluminiumrohre mit einer Rauigkeit in Längsrichtung von unter $R_a = 0,1 \mu\text{m}$ führt allerdings beim Innenhochdruckumformen zu einer erhöhten Reibung am Umformwerkzeug. Daher lassen sich beim Innenhochdruckumformen nur geringe Umformgrade erzielen. Darüber hinaus können in kritischen Umformbereichen des Halbzeugs Produktionsfehler entstehen, sodass ein störungsfreier Produktionsablauf nicht gewährleistet werden kann. Werden nun größere Umformgrade gefordert, müssen die Aluminiumrohre entweder beschichtet oder deren Oberfläche durch Oberflächenstrahlen vor der Verarbeitung aufgeraut werden. Beide Maßnahmen führen zu einem erheblichen Kosten- und Zeitaufwand im Fertigungsprozess.

[0003] Bei herkömmlichen Blechumformprozessen, beispielsweise dem Tiefziehen, ist es bekannt, durch Nachwalzen des flachen Bandmaterials eine genau definierte Textur auf die Bandoberfläche aufzubringen, um den größtmöglichen Umformgrad ohne Reißen, d.h. das Umformpotential, beim Tiefziehen zu steigern. Die Steigerung des Umformgrades resultiert aus den in der Textur des Bandmaterials vorhandenen Rauheitstälern, welche als Schmierstoffreserven beim Umformen dienen, sodass bei kritischen Umformungen genügend Schmierstoff zur Verfügung gestellt werden kann. Die Rauheitstäler werden dazu mittels Dressierwalzen in einem Nachwalzprozess unmittelbar vor dem eigentlichen Umformprozess in das Bandmaterial eingeprägt.

[0004] Ausgehend von dem zuvor beschriebenen Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein einfaches Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumrohres mit erhöhtem Umformpotential bzw. ein entsprechendes Aluminiumrohr zur Weiterverarbeitung in mindestens einem nachfolgenden Umformverfahren zur Verfügung zu stellen sowie eine bevorzugte Verwendung des Aluminiumrohres vorzuschlagen.

[0005] Gemäß einer ersten Lehre der Erfindung wird die zuvor hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe verfahrensmäßig dadurch gelöst, dass die äußere Oberfläche des Aluminiumrohres mit Hilfe von Dressierwalzen texturiert wird. Durch das Aufbringen einer Textur unter

Verwendung von Dressierwalzen wird einerseits eine ausreichend große Rauigkeit auf der Oberfläche des Aluminiumrohres erzielt, sodass der Umformgrad in nachfolgenden Umformprozessen gesteigert werden kann, andererseits kann das Aufräumen der Oberfläche in bestehende Fertigungsprozesse beispielsweise für stranggepresste oder längsnahtgeschweißte Aluminiumrohre integriert werden, sodass eine zügige und einfache Herstellung des Aluminiumrohres möglich wird. Dabei können als Dressierwalzen prinzipiell separate oder in den Kaltwalzprozess integrierte auf das Aluminiumband für längsnahtgeschweißte Aluminiumrohre einwirkende Dressierwalzen oder alle beim Walzprofilieren eingesetzte Walzen, Biegerollen oder Kalibrierwalzen verwendet werden.

[0006] Werden Dressierwalzen mit einer nach dem "Electrical Discharge Texturing" (EDT)-Verfahren oder dem "Lasertex"(LT)-Verfahren bearbeiteten Oberfläche verwendet, so kann, gemäß einer ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung, die Oberfläche mit hoher Reproduzierbarkeit aufgeraut werden. Beim EDT-Verfahren werden Elektroden radial an die rotierende Walzenoberfläche herangefahren und in axialer Richtung oszilliert. Durch einen Erodierimpuls formieren sich Partikel im Dielektrikum zwischen Walze und Elektrode zu einer Dipolbrücke, und es fließt Strom. Ein kleiner Bereich der Walzenoberfläche wird aufgeschmolzen und im Dielektrikum bildet sich eine Gasblase. Bei Ausschalten des Erodierimpulses implodiert die Gasblase und der geschmolzene Walzenwerkstoff wird herausgeschleudert. Die Rauheit kann daher unabhängig von der Walzenhärte über Parameter wie Spannung, Steuerzeiten und Abstand der Elektroden variiert werden. Unabhängig von der Walzenhärte kann die Walzenoberfläche auch mit dem LT-Verfahren texturiert werden. Beim LT-Verfahren wird ein Laserstrahl auf die Walze fokussiert, der einen kleinen Bereich der Oberfläche aufschmilzt. Ein Chopperrad unterbricht den Laserstrahl, wobei die Schmelze durch den Druck des Plasmas und eines Inertgases ausgeblasen wird. Dabei sammelt sich die Schmelze entweder zu einer Wulst um den Kraterand oder wird an einer Seite des Kraters angehäuft und erstarrt dort. Die Rauheit der Oberfläche kann dabei über die Laserleistung, den axialen Vorschub der Walze, sowie der Walzen- und Chopperdrehzahl eingestellt werden. Besonders vorteilhaft sind Dressierwalzen mit hoher Walzenhärte, deren Oberfläche mit einem der oben genannten Verfahren aufgeraut worden ist, da sie beim Dressieren besonders hohe Standzeiten aufweisen. Darüber hinaus sind als mögliche Texturierungsverfahren auch das "Electron Beam Texturing" (EBT)-Verfahren sowie das "Shot Blast Texturing" (SBT)-Verfahren bekannt.

[0007] Wird, gemäß einer nächsten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, ein längsnahtgeschweißtes Aluminiumrohr texturiert und die Textur vor dem Umformwalzen aufgeprägt, so kann ein bereits texturiertes Bandmaterial als Rohmaterial auf bestehen-

den Fertigungsanlagen zur Herstellung des Halbzeugs eingesetzt werden.

[0008] Die Textur der äußeren Oberfläche des längsnahtgeschweißten Aluminiumrohres wird am wenigsten durch nachfolgende Walzprozesse verändert, wenn, gemäß einer nächsten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, alternativ oder kumulativ die Textur vor dem Kalibrierwalzen oder während des Kalibrierwalzens aufgeprägt wird.

[0009] Darüber hinaus ist es, gemäß einer nächsten vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens, möglich, die Textur nach der Fertigstellung des längsnahtgeschweißten Aluminiumrohres also unmittelbar vor dem nächsten Umformschritt einzubringen, indem alternativ oder kumulativ die Textur nach dem Kalibrierwalzen aufgeprägt wird.

[0010] Gemäß der zweiten Lehre der Erfindung wird die zuvor hergeleitete Aufgabe für ein Aluminiumrohr zur Weiterverarbeitung in mindestens einem nachfolgendem Umformverfahren dadurch gelöst, dass die äußere Oberfläche des Aluminiumrohres eine Textur aufweist. Durch die Rauheit der Oberfläche werden bei nachfolgenden Umformprozessen die Reibwerte zwischen Werkstück und Umformwerkzeug verringert. Dies führt, aufgrund des erhöhten Umformpotentials des Aluminiumrohres, zu einem insgesamt verbesserten Umformverhalten in nachfolgenden Umformprozessen, so dass die Prozesssicherheit beim Umformen deutlich gesteigert werden kann.

[0011] In kritischen Umformbereichen kann, gemäß einer nächsten weitergebildeten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Aluminiumrohres, ein sicheres Umformen gewährleistet werden, indem die Textur Rauheitstäler und/oder Schmierstofftaschen zur Speicherung von Schmierstoffen aufweist. Darüber hinaus kann gegebenenfalls die beim Umformen eingesetzte Schmierstoffmenge reduziert werden.

[0012] Weist die Textur napfartige Vertiefungen auf, so ist es, gemäß einer nächsten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Aluminiumrohres, möglich, auf besonders einfache Weise Schmierstoffspeicher auf der Oberfläche des Aluminiumrohres zur Verfügung zu stellen.

[0013] Besonders gute Umformeigenschaften können in einem nachfolgenden Innenhochdruckumformverfahren erzielt werden, wenn gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Aluminiumrohres, die äußere Oberfläche eine gegenüber dressierten Blechhalbzeugen vergrößerte Oberflächenrauigkeit aufweist. Insbesondere kann durch diese Maßnahme der erhöhten Flächenpressung beim Innenhochdruckumformen Rechnung getragen werden.

[0014] Aufgrund des gesteigerten Umformpotentials des Aluminiumrohres und der resultierenden hohen Prozesssicherheit bei nachfolgenden Umformverfahren ist gemäß der dritten Lehre der Erfindung die Verwendung des erfindungsgemäßen Aluminiumrohres in einem Innenhochdruckumformverfahren besonders vor-

teilhaft.

[0015] Es gibt nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumrohres gemäß der ersten Lehre der Erfindung, das Aluminiumrohr gemäß der zweiten Lehre der Erfindung sowie die Verwendung des erfindungsgemäßen Aluminiumrohres gemäß der dritten Lehre der Erfindung auszugestalten und weiterzubilden. Hierzu wird verwiesen einerseits auf die den Patentansprüchen 1 und 5 nachgeordneten Patentansprüche andererseits auf die Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung.

[0016] In der Zeichnung zeigt die einzige Figur schematisch die Textur eines Ausschnittes der äußeren Oberfläche eines Ausführungsbeispiels eines nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Aluminiumrohres.

[0017] Die Figur zeigt schematisch einen Ausschnitt 1 der äußeren Oberfläche eines erfindungsgemäßen Aluminiumrohres mit einer Textur 2, die aus einer Anzahl napfartigen Vertiefungen 3 besteht. Die Textur 2 wurde dabei mit einer mit dem LT-Verfahren texturierten Dressierwalze auf die äußere Oberfläche eines längsnahtgeschweißten Aluminiumrohres aufgeprägt.

[0018] Die napfartigen Vertiefungen 3 weisen zusätzlich vertiefte Schmierstofftaschen 4 auf, welche von auf der Walzenoberfläche befindlichen Wülsten herrühren. Beim LT-Verfahren werden die Wülste durch kurzzeitiges Aufschmelzen des Walzenmaterials erzeugt. Dabei lagert sich das im Kraterbereich aufgeschmolzene Walzenmaterial beim Erstarren am Rand des Kraters in einer Wulst ab.

[0019] In den entsprechend ausgeprägten napfartigen Vertiefungen 3 und den Schmierstofftaschen 4 auf der Oberfläche des Halbzeuges kann der vor einem nachfolgenden Umformschritt auf das Halbzeug gebrachte Schmierstoff gespeichert werden. Werden nun bei einem Umformvorgang die Schmierstofftaschen 4 und/oder 5 die napfartigen Vertiefungen 3 gestreckt bzw. gestaucht, kann der darin enthaltene Schmierstoff in den Zwischenraum zwischen Halbzeug und Umformwerkzeugwand austreten und deren Reibungswerte auch bei starken Umformungen niedrig halten. Insbesondere die Umformung kritischer Bereiche mit erhöhten Umformgraden wird dadurch deutlich erleichtert, so dass einerseits das Formänderungspotential des Aluminium verbessert wird und andererseits die Produktionssicherheit insbesondere beim Innenhochdruckumformen wesentlich gesteigert werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumrohres **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Oberfläche des Aluminiumrohres mit Hilfe von Dressierwalzen texturiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Dressierwalzen mit einer nach dem EDT- oder Lasertex-Verfahren bearbeiteten Oberfläche verwendet werden.

5

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein längsnahtgeschweißtes Aluminiumrohr texturiert wird und die Textur vor dem Umformwalzen aufgeprägt wird.

10

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** alternativ oder kumulativ die Textur vor dem Kalibrierwalzen oder während des Kalibrierwalzens aufgeprägt wird.

15

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** alternativ oder kumulativ die Textur nach dem Kalibrierwalzen aufgeprägt wird..

20

6. Aluminiumrohr zur Weiterverarbeitung in mindestens einem nachfolgenden Umformverfahren, hergestellt mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Oberfläche (1) des Aluminiumrohres eine Textur (2) aufweist.

25

7. Aluminiumrohr nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Textur (2) Rauheitstäler und/oder Schmierstofftaschen (4) zur Speicherung von Schmierstoffen aufweist.

30

8. Aluminiumrohr nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Textur (2) napfartige Vertiefungen (3) aufweist.

35

9. Aluminiumrohr nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Oberfläche eine gegenüber dressierten Blechhalbzeugen vergrößerte Oberflächenrauigkeit aufweist.

40

10. Verwendung eines Aluminiumrohres gemäß einem der Ansprüche 6 bis 9 in einem Innenhochdruckumformverfahren.

45

Claims

1. A method for manufacturing an aluminum tube, **characterized in that** the outer surface of the aluminum tube is textured by means of the temper rolls.

50

2. The method according to claim 1, **characterized in that** temper rolls are used with a surface machined according to the EDT or lasertex procedure.

55

3. The method according to claim 1 or 2, **characterized in that** a straight bead welded aluminum tube is textured, and the texture is engraved prior to form rolling.

4. The method according to claim 3, **characterized in that** the texture is engraved alternatively or cumulatively before calibration rolling or during calibration rolling.

5. The method according to claim 3 or 4, **characterized in that** the texture is engraved alternatively or cumulatively after calibration rolling.

6. An aluminum tube for further processing in at least one ensuing deformation procedure, in particular manufactured using a method according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** the outer surface (1) of the aluminum tube has a texture (2).

7. The aluminum tube according to claim 6, **characterized in that** the texture (2) has roughness valleys and/or lubricant pockets (4) for storing lubricants.

8. The aluminum tube according to claim 6 or 7, **characterized in that** the texture (2) has cup-like recesses (3).

9. The aluminum tube according to one of claims 6 to 8, **characterized in that** the outer surface has an elevated surface roughness relative to temper rolled semi-finished sheet metal products.

10. Use of an aluminum tube according to one of claims 6 to 9 in a hydroforming procedure.

Revendications

1. Procédé pour fabriquer un tube en aluminium, **caractérisé en ce qu'on** texture la surface extérieure du tube en aluminium à l'aide de cylindres de dressage.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** utilise des cylindres de dressage possédant une surface qui est travaillée selon un procédé EDT ou un procédé Lasertex.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'on texture un tube en aluminium soudé avec un joint longitudinal et qu'on applique par gaufrage la texture avant le cylindrage de formage.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'on** imprime par gaufrage la texture, d'une façon alternée ou cumulée, avant le cylindrage de ca-

librage ou pendant le cylindrage de calibrage.

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce qu'on** applique par gaufrage la texture, alternativement ou de façon cumulée, après le cylindrage de calibrage. 5

6. Tube en aluminium destiné à subir un traitement ultérieur selon au moins un procédé de formage aval, réalisé à l'aide d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la surface extérieure (1) du tube en aluminium possède une texture (2). 10

7. Tube en aluminium selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la texture (2) comporte des creux de rugosité et/ou des poches à lubrifiants (4) servant à stocker des lubrifiants. 15

8. Tube en aluminium selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** la texture (2) comporte des renforcements en forme de coupelles (3). 20

9. Tube en aluminium selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** la surface extérieure comporte une rugosité de surface qui est accrue par rapport à des demi-produits en tôle dressés. 25

10. Utilisation d'un tube en aluminium selon l'une des revendications 6 à 9 dans un procédé de formage à haute pression interne. 30

35

40

45

50

55

