

**Übersetzung der neuen europäischen  
Patentschrift**

(12) (97) Veröffentlichungsnummer: EP 1065285

(96) Anmeldenummer: 2000401868  
(96) Anmeldetag: 30.06.2000  
(45) Ausgabetag: 04.09.2019

(51) Int. Cl.: **C21D 8/04** (2006.01)  
**C21D 9/48** (2006.01)

(30) Priorität:  
01.07.1999 FR 9908414 beansprucht.  
  
(97) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
03.01.2001 Patentblatt 01/01  
  
(97) Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
04.09.2002 Patentblatt 02/36  
  
(97) Hinweis auf Einspruchsentscheidung:  
13.01.2016 Patentblatt 16/02  
  
(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI  
LU MC NL PT SE  
  
(56) Entgegenhaltungen:  
Die Entgegenhaltungen entnehmen Sie bitte der  
entsprechenden europäischen Druckschrift.

(73) Patentinhaber:  
SOLLAC  
92800 PUTEAUX (FR)  
  
(72) Erfinder:  
BOUZEKRI, MOHAMED  
57120 ROMBAS (FR)  
  
(74) Vertreter:  
Barger W. Dipl.Ing., Piso E. Dr., Israiloff P.  
Dipl.Ing. Dr. techn.  
1010 Wien (ÖSTERREICH)

(54) **ALUMINIUMBERUHIGTES, NIEDRIGGEKOHLTES STAHLBAND FÜR BEHÄLTER**

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Stähle für eine Anwendung auf dem Gebiet der Metallverpackungen, auf dem Gebiet der Verpackungen auf dem Gebiet der Nahrungsmittel, auf dem Gebiet der Verpackungen, die keine Nahrungsmittel betreffen oder auf dem Gebiet der industriellen Verpackungen.

Die Stähle, die für Verwendungen speziell für Metallverpackungen ausgearbeitet worden sind unterscheiden sich besonders von dünnen Blechen durch ihre physikalischen Kennzeichen.

Die Dicken von Stahlblechen für die Verpackung variieren zwischen 0,12 und 0,25 mm für die größte Mehrheit der Verwendungen, können jedoch größere Dicken bis zu 0,49 mm für besondere Anwendungen erreichen. Das ist zum Beispiel der Fall für gewisse Verpackungen, die für Produkte gedacht sind, die keine Nahrungsmittel sind wie zum Beispiel gewisse Aerosole oder es kann sich zum Beispiel auch in diesem Fall um gewisse industrielle Verpackungen handeln. Sie können auch eine Dicke bis zu 0,08 mm zum Beispiel für den Fall von Nahrungsmittelschachteln erreichen. Die Stahlbleche, die für die Verpackung bestimmt sind, sind gewöhnlich mit einer Metallschicht beschichtet (Zinn, geschmolzen oder nicht oder Chrom), wobei auf der genannten Metallschicht im Allgemeinen eine organische Schicht (Lack, Tinten, klassische Folien) abgeschieden worden ist.

Für den Fall von zweiteiligen Verpackungen werden diese Verpackungen durch ein Tiefziehen unter einem Niederhalter oder durch Tiefziehen/ erneutes Durchführen für die Getränkedosen ausgeführt und sind im Allgemeinen achsensymmetrische, zylindrische oder kegelstumpfförmige Dosen. Die Spezialisten für die Verpackungen zeigen jedoch ein immer größeres Interesse an Stählen mit immer geringeren Dicken zwischen 0,12 und 0,075 mm um sich von den Konkurrenten zu unterscheiden, versuchen sie immer komplexere Formen zu finden. Wir finden jetzt auch Dosen mit originellen Formen, die aus Stahlblechen mit geringen Dicken hergestellt werden und die obwohl sie immer größere Ausformungsschwierigkeiten aufweisen die Verwendungskriterien (mechanische Haltbarkeit der Verpackung und Widerstandsfähigkeit gegenüber der axialen Belastung, der sie bei der stapelförmigen Lagerung ausgesetzt sind, Widerstandsfähigkeit gegenüber dem internen Überdruck dem sie während der Sterilisierungswärmebehandlung ausgesetzt sind und Widerstandsfähigkeit gegenüber dem internen Unterdruck dem sie nach der Abkühlung ausgesetzt sind) erfüllen müssen und müssen aus diesem Grund eine sehr hohe mechanische Festigkeit aufweisen.

So hängt die Ausführung und die Leistung von diesen Verpackungen von einer gewissen Anzahl von mechanischen Kennzeichen des Stahls ab :

- Dem ebenen Anisotropiekoeffizienten  $\Delta c$ ,
- Dem Lankford-Koeffizienten,
- Der Elastizitätsgrenze  $R_e$ ,
- Der maximalen Bruchfestigkeit  $R_m$ ,
- Der Ausdehnung  $A\%$ ,

- Der verteilten Ausdehnung Ag%.

Um der Verpackung eine mechanische Haltbarkeit zu verleihen, der mit der unteren Stahldicke äquivalent ist, ist es erforderlich, dass das Stahlblech eine grössere maximale Bruchfestigkeit aufweist.

Für die Ausführung von Verpackungen ist es bekannt, dass man Standardstähle mit einem niedrigen Kohlenstoffgehalt und einem niedrigen Mangangehalt verwendet, die mit Aluminium beruhigt worden sind.

Der normalerweise für diese Art von Stahl verwendete Kohlenstoffgehalt liegt zwischen 0,020 und 0,040% da Kohlenstoffanteile, die grösser als 0,040% sind zu mechanischen Kennzeichen führen, die weniger günstig für das Tiefziehen sind und Anteile an Kohlenstoff unter 0,020% sind induzieren eine Neigung zur natürlichen Halterung des Bleches zum trotz einer Halterung beim Glühen.

Der Gehalt an Mangan wird wegen einer ungünstigen Wirkung dieses Elements auf den Wert des Lankfordkoeffizienten für nicht im Vakuum entgaste Stelle maximal reduziert. So liegt der betreffende Mangangehalt zwischen 0,15 und 0,25%.

Diese Stahlbleche werden durch kaltwalzen eines Bandes heiß ausgeführt mit einem Kaltwalzanteil zwischen 75% und mehr als 90% gefolgt von einem kontinuierlichen Glühen mit einer Temperatur zwischen 640 und 700°C und ein zweites Kaltwalzen mit einem Ausdehnungsgrad während diesem zweiten Kaltwalzen zwischen 2% und 45% entsprechend der gewünschten maximalen Bruchfestigkeit Rm.

Aber für die Stähle mit einem niedrigen Kohlenstoffgehalt, die mit Aluminium beruhigt worden sind, sind hohe mechanische Kennzeichen mit einer schwachen Ausdehnungsfähigkeit verbunden. Diese schwache Dehnbarkeit zieht außer der Tatsache, dass die für die Ausformung der Verpackung ungünstig ist in dieser Ausführung eine Verdünnung der Wände nach sich, die für die Leistungen der Verpackungen ungünstig sein wird.

GB-A-208685 zeigt ein Verfahren zur Herstellung eines kaltgewalzten Stahlblech, das eine ausgezeichnete Fähigkeit zum Tiefziehen und eine ausgezeichnete Halterungsfestigkeit aufweist, in welchem Verfahren eine Bramme herstellt, die zwischen 0,01 und 0,03% Kohlenstoff, zwischen 0,05 und 0,30% Mangan, zwischen 0,020 und 0,100% lösliches Aluminium, nicht mehr als 0,0005% Stickstoff enthält, wobei der Rest Eisen und unvermeidliche Unreinheiten sind; die Bramme wird warmgewalzt, nach dem Aufrollen des warmgewalzten Stahls wird ein Kaltwalzen in einer kontinuierlichen Glühlinie ausgeführt, man hält den Stahl auf einer Temperatur mehr als 10 Sekunden zwischen den Informationspunkten A1 und A3, man kühlst den Stahl von den Temperaturen, die grösser als 650°C sind auf eine Abkühlgeschwindigkeit ab, die grösser als 200°C pro Sekunde ist und man führt ein beschleunigtes Haltern aus indem man es während mehr als 30 Sekunden auf Temperaturen hält, die zwischen 300 und 500°C liegen.

So weist zum Beispiel ein aluminiumberuhigter Stahl mit einem niedrigen Kohlenstoffgehalt, der eine maximale Bruchfestigkeit in der Größenordnung von 550 MPa aufweist, einen Ausdehnungsgrad A% nur in der Größenordnung zwischen 1 und 3% auf.

Die vorliegende Erfindung hat zum Ziel ein Blech aus aluminiumberuhigtem Stahl mit geringem Kohlenstoffgehalt zur Verpackung, die, was die maximale Bruchfestigkeit, die den aluminiumberuhigten Stählen mit einem niedrigen Kohlenstoffgehalt aus dem Stand der Technik äquivalent ist entspricht einen höheren Dehnungsgrad A% aufweist.

Um diese Kennzeichen zu erhalten hat die vorliegende Erfindung zum Gegenstand ein Verfahren zur Herstellung eines Bandes aus aluminiumberuhigtem Stahl mit geringem Kohlenstoffgehalt zur Verpackung, wobei :

- Ein Band aus warmgewalzten Stahl bereitgestellt wird, welches zwischen 0,022 und 0,035 Gew.-% Kohlenstoff zwischen 0,15 und 0,25 Gew.-% Mangan, zwischen 0,040 und 0,070 Gew.-% Aluminium, zwischen 0,0035 und 0,0060 Gew.-% Stickstoff aufweist, wobei der Rest Eisen und verbleibende unvermeidbare Verunreinigungen sind,
- Ein erstes Kaltwalzen des Bandes durchgeführt wird,
- Das kaltgewalzte Band einer Glühbehandlung unterworfen wird,
- Gegebenenfalls ein zweites Kaltwalzen durchgeführt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass die Glühbehandlung eine kontinuierliche Glühbehandlung ist, deren Zyklus aufweist : einen Temperaturanstieg bis zu einer Temperatur oberhalb der Temperatur des Beginns der perlitischen Umwandlung  $Ac_1$ , eine Aufrechterhaltung des Bandes oberhalb dieser Temperatur für einen Zeitraum grösser als 10 Sekunden und eine schnelle Abkühlung des Bandes bis zu einer Temperatur von unterhalb 350°C mit einer Kühlungsgeschwindigkeit zwischen 100°C pro Sekunde und 500°C pro Sekunde,

Nach anderen Kennzeichen des Verfahrens nach der vorliegenden Erfindung :

- Wird das Band während der Glühbehandlung bei einer Temperatur zwischen  $Ac_1$  und 800°C für einen Zeitraum von 10 Sekunden bis 2 Minuten gehalten;
- Wird das Band auf eine Geschwindigkeit von mehr als 100°C pro Sekunde bis zu der Umgebungstemperatur abgekühlt.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich ebenfalls auf ein Blech aus aluminiumberuhigtem Stahl mit geringen Kohlenstoffgehalt zur Verpackung, welches zwischen 0,022 und 0,035 Gew.-% Kohlenstoff zwischen 0,15 und 0,25 Gew.-% Mangan, zwischen 0,040 und 0,070 Gew.-% Aluminium, zwischen 0,0035 und 0,0060 Gew.-% Stickstoff aufweist, wobei der Rest Eisen und verbleibende unvermeidbare Verunreinigungen sind, hergestellt nach dem oberen Verfahren,

dadurch gekennzeichnet, dass es im Gebrauchszustand eine Dehnungsrate A% aufweist, welche die folgende Gleichung erfüllt :

$$(670 - Rm)/14 \leq A\% \leq (720 - Rm)/17$$

wobei Rm die maximale Bruchfestigkeit des Stahls ausgedrückt in MPa ist).

Nach anderen Kennzeichen des Bleches umfasst der Stahl Kohlenstoff im freien Zustand und/oder bei niedriger Temperatur ausgefällte Carbide, und weist eine Anzahl von Körnern pro mm<sup>2</sup> höher als 20 000 auf.

Die Kennzeichen und Vorteile erscheinen klarer in der folgenden Beschreibung, die nur beispielhaft unter Bezugnahme auf die im Anhang befindlichen Figuren angegeben ist.

Die Figuren 1 und 2 sind Diagramme, die den Einfluss der Glühtemperatur auf die maximale Bruchtemperatur R<sub>m</sub> zeigen.

Die Figur 3 ist ein Diagramm, das den Einfluss der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die maximale Bruchfestigkeit R<sub>m</sub> zeigt.

Die Figur 4 ist ein Diagramm, das den Einfluss der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die maximale Bruchfestigkeit R<sub>m</sub> und den Dehnungsgrad A% zeigt.

Die Figur 5 ist ein Diagramm, das den Einfluss der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die Härte HR30 zeigt.

Es sind mehrere Versuche zuerst im Laboratorium und dann unter industriellen Bedingungen ausgeführt worden, um die Kennzeichen der vorliegenden Erfindung zu validieren. Die vollständigen Ergebnisse von zwei dieser Versuche werden jetzt beschrieben.

Diese Versuche betreffen zwei kalte Rollen aus aluminiumberuhigtem Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt, bei welchen Rollen die Kennzeichen in der folgenden Tabelle 1 reproduziert worden sind.

TABELLE 1

	Gehalt(10 <sup>-3</sup> %)				Warmwalzen			Kaltwalzen	
	C	Mn	Al	N	TFL(°C)	Tbob(°C)	Ep(mm)	Tred(%)	Ep(mm)
A	23	186	50	3,6	860/880	530/565	1,87	89,8	0,20
B	25	203	58	4,6	860/880	530/565	2,00	87	0,28

In der ersten Spalte ist die Rolle angegeben; in der zweiten bis zu der fünften Spalte hat man in 10<sup>-3</sup> Gew.-% die Gehalte der Hauptbestandteile angegeben, die eine Wichtigkeit aufweisen. Die sechste bis zur achten Spalte betreffen die Bedingungen des Warmwalzens : in der sechsten Spalte hat man die Temperatur am Ende des Warmwalzens angegeben; in der siebten Spalte hat man die Temperatur beim Aufrollen angegeben; die in der achten Spalte ist die Dicke des heizgewalzten Bandes angegeben. Schliesslich betrifft die neunte und die zehnte Spalte die Bedingungen beim Kaltwalzen: in der neunten Spalte hat man den Reduzierungsgrad des Kaltwalzens angegeben und in der zehnten Spalte hat man die Dicke am Ende des kaltgewalzten Bandes angegeben.

Diese beiden Standardbänder sind Gegenstand einer differenzierten Glühbehandlung gefolgt von zweiten Kaltwalzvorgängen, die ebenfalls differenziert waren.

Die Haltetemperaturen beim Glühen variieren zwischen 650°C und 800°C, die Abkühlungsgeschwindigkeiten variieren zwischen 40°C pro Sekunde und 400°C pro Sekunde, die Glühtemperaturen bei niedriger Geschwindigkeiten variieren zwischen 150°C und 350°C und die Dehnungsgrade bei dem zweiten Walzen variieren zwischen 1% und 42% mit oder ohne intermediäre plastische Dehnungsverformung.

Außer den mikrographischen Untersuchungen besteht die Kennzeichnung des Metalls, das aus diesen unterschiedlichen Versuchen hervorgegangen ist einerseits daraus das Ziehen an den Proben ISO 12,5 x 500 in der Richtung des Walzens und in der quer verlaufenden Richtung in frischen Zustand und im gehaltenem Zustand nach dem Halten bei 200°C während 20 Minuten auszuführen und andererseits die Härte HR 30T ebenfalls im frischen und im gehaltenen Zustand zu bestimmen. Diese Versuche haben es ermöglicht zu zeigen, dass es möglich ist die maximale Bruchfestigkeit Rm für den selben aluminiumberuhigtem Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt und mit einem Dehnungsgrad für das zweite identische Kaltwalzen beträchtlich zu erhöhen, wenn man zwischen den beiden Kaltwalzvorgängen eine kontinuierliche Kühlungsbehandlung nach den Bedingungen der vorliegenden Erfindung ausführt.

Anders ausgedrückt haben es diese Versuche ermöglicht zu zeigen, dass es möglich ist die Dehnbarkeit A% beträchtlich für den selben aluminiumberuhigtem Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt, mit einer identischen maximalen Bruchfestigkeit Rm beträchtlich zu erhöhen, wenn man zwischen den beiden Kaltwalzvorgängen ein kontinuierliches Glühen nach den Bedingungen der Erfindung ausführt, da dasselbe Niveau von Rm mit einem schwächeren Dehnungsgrad während der zweiten Walzvorgang erreicht wird. So wird es möglich Qualitäten des aluminiumberuhigten Stahls mit niedrigem Kohlenstoffgehalt mit einem Niveau von Rm in der Größenordnung von 380 MPa auszuführen ohne dass man ein zweites Walzen nach dem Glühen außer vielleicht einem leichten Ausziehvorgang den man Skinpass nennt zu benötigen, der es ermöglicht die Stufe der Grenze der Elastizität, die auf dem Metall am Ausgang des Glühens anwesend ist zu unterdrücken.

#### Einfluss der Zusammensetzung des Stahls

Wie es vorher angegeben worden ist liegt die Erfindung nicht in der Zusammensetzung des Stahls, der ein aluminiumberuhigter Standardstahl ist, der wenig Kohlenstoff enthält.

Wie alle aluminiumberuhigtem Stähle mit einem niedrigen Kohlenstoffgehalt sind es im wesentlichen die Kohlenstoffgehalte und die Mangangehalte die wichtig sind :

- Der Kohlenstoffgehalt, der gewöhnlich für diesen Stahltyp gilt liegt zwischen 0,022% und 0,040%, da Gehalte oberhalb von 0,040% zu mechanischen Kennzeichen führen, die weniger günstig für das Tiefziehen sind. Für Gehalte unterhalb von 0,022% gibt es keine perlitische Transformation beim Abkühlen und diese perlitische Transformation ist wichtig und wird gesucht;
- Der Gehalt an Mangan ist wegen einer ungünstigen Wirkung dieses Elements auf den Wert des Lankfordkoeffizienten für im Vakuum nicht entgaste Stähle reduziert; so liegt der betreffende Mangangehalt zwischen 0,15 und 0,25%.
- Der Stickstoff und das Aluminium sind ebenfalls zwei Elemente, die man kontrollieren muss.

- Der Stickstoff wird in Überschuss gebracht, wenn man einen harten und haltenden Stahl erhalten will. Im Allgemeinen liegt der Gehalt des Stickstoffes zwischen 0,0035 und 0,0060%.
- Das Aluminium wird verwendet um den Stahl zu beruhigen. Im Allgemeinen liegt der Gehalt zwischen 0,040 und 0,070%.

Einfluss der Denaturierungsbedingungen beim Warmwalzen

Die aluminiumberuhigtem Stähle mit einem niedrigen Kohlenstoffgehalt, die kontinuierlich geglättet werden, werden im Allgemeinen bei einer Temperatur gewalzt, die über  $Ar_3$  liegt.

Der wesentliche Parameter ist die Temperatur beim Aufrollen, und man zieht ein Kaltaufrollen vorbei einer Temperatur vor, die zwischen 500 °C und 620 °C liegt. In der Tat weist das Warmaufrollen, das bei einer Temperatur stattfindet, die höher als 650 °C ist, zwei Nachteile auf:

- Es erzeugt Unregelmäßigkeiten, der mechanischen Kennzeichen in Verbindung mit den Unterschieden der Abkühlungsgeschwindigkeiten zwischen dem Kern und den Enden des Bandes;
  - Es erzeugt die Gefahr, dass die Körner nicht normal wachsen, wobei dieses nicht normale Wachstum für gewisse Temperaturpaare (Temperatur am Ende des Walzens, Temperatur beim Aufrollen) stattfinden kann und einen immer wiederkehrenden Fehler sowohl bei warmgewalzten als auch bei kaltgewalzten Blechen stattfinden kann.

Nichtsdestoweniger kann ein Aufrollen im warmen Zustand ausgeführt werden, indem man zum Beispiel ein selektives Aufrollen ausüben kann, bei dem die Temperatur an den Enden des Bandes höher ist.

Einfluss der Bedingungen beim Kaltwalzen

Wegen der auszuführenden endgültigen niedrigen Dicken erstreckt sich der Bereich des Reduktionsgrades beim Kaltwalzen zwischen 75 % und mehr als 90 %.

Die hauptsächlichen Faktoren, die bei der Definition des Reduktionsgrades beim Kaltwalzen eingreifen sind natürlich die endgültige Dicke des Produkts, wobei man diesbezüglich auf die Dicke des warmgewalzten Produkts einwirken kann, ebenso wie die metallurgischen Überlegungen.

Die metallurgischen Überlegungen sind auf dem Einfluss des Reduktionsgrades beim Kaltwalzen auf den mikrostrukturellen Zustand basiert und folglich auf den mechanischen Kennzeichen nach der Rekristallisation und dem Glühen basiert. Umso mehr der Reduktionsgrad beim Kaltwalzen zunimmt, umso niedriger die Rekristallisationstemperatur ist, je kleiner die Körner sind, umso grösser sind Re und Rm. Insbesondere kann der Reduktionsgrad einen sehr starken Einfluss auf den Lankford-Koeffizienten haben.

Für den Fall der Bildung von Zipfeln beim Tiefziehen ist es zum Beispiel angebracht, die Stahlqualität und besonders den Kohlenstoffgehalt und den Reduktionsgrad beim Kaltwalzen mit der gewünschten Härte und den gewünschten mechanischen Kennzeichen und zu optimieren, um ein sogenanntes „Metall ohne Zipfel“ zu erhalten.

### Einfluss des Glühvorgangs

Ein wichtiges Kennzeichen der vorliegenden Erfindung beruht auf der Glühtemperatur. Es ist wichtig, dass die Glühtemperatur höher ist als der Anfangspunkt der perlitischen Umformung Ac1 (in der Größenordnung von 720°C für diese Art von Stahl).

Ein anderes wichtiges Kennzeichen der vorliegenden Erfindung liegt in der Abkühlungsgeschwindigkeit, die zwischen 100 und 500°C/Sekunde liegen soll.

Während des Haltens des Bandes auf einer Temperatur von mehr als 700°C bildet sich Austenit, das reich an Kohlenstoff ist. Die schnelle Abkühlung von diesem Austenit ermöglicht es, eine gewisse Menge von Kohlenstoff und Stickstoff in einem freien Zustand und/oder eine feine und verteilte Ausfällung von Carbiden bei niedriger Temperatur aufrechtzuerhalten. Dieser Kohlenstoff in freiem Zustand und/oder diese bei niedriger Temperatur gebildeten Carbide begünstigen die Blockierung der Versetzungen, wodurch es ermöglicht wird, hohe Niveaus von mechanischen Kennzeichen zu erreichen, ohne eine starke Reduktion während des zweiten folgenden Kaltwalzens zu erfordern.

Es ist auch wichtig, eine schnelle Abkühlung auszuführen, die bis zu einer Temperatur unter mindestens 350°C zwischen 100 und 500°C /Sekunde liegt. Wenn die schnelle Abkühlung vor einer Temperatur von 350°C angehalten wird, dann können sich die freien Atome des Kohlenstoffs und des Stickstoffs kombinieren und die gewünschte Wirkung wird nicht erreicht. Es ist offenkundig, dass eine schnelle Abkühlung bis zu der Umgebungstemperatur möglich ist.

Es ist ebenfalls möglich, eine Abkühlung bei einer Geschwindigkeit auszuführen, die höher als 500°C/Sekunde ist, aber der Anmelder der vorliegenden Erfindung hat festgestellt, dass über einer Geschwindigkeit der Abkühlung von 500°C/s der Einfluss der Erhöhung der Abkühlungsgeschwindigkeit nicht sehr bedeutsam ist.

Die Figuren 1 und 2 weisen einen Einfluss der Glühtemperatur mit konstanter Abkühlgeschwindigkeit (Ziel : 100°C/Sekunde und ausgeführt 73 bis 102°C/Sekunde auf der Figur 1; Ziel 300°C/Sekunde und ausgeführt 228 bis 331°C/Sekunde auf der Figur 2) auf die maximale Bruchfestigkeit Rm auf.

Man stellt auf diesen Figuren eine deutliche Erhöhung von Rm mit einem Dehnungsgrad, des zweiten Walzens fest, die für die bei Temperaturen zwischen 740°C und 780°C geglühten Stähle im Bezug auf dieselben bei Temperaturen zwischen 650°C und 680°C geglühten Stähle identisch ist.

Auf jeden Fall ist dieser Einfluss der Glühtemperatur auf die maximale Bruchfestigkeit Rm nicht sehr wahrnehmbar für Dehnungsgrade unter 3% bei dem zweiten Kaltwalzen. Es wird wirklich nicht bedeutsam bei einem Dehnungsgrad von 5% bei dem zweiten Kaltwalzen.

Eine zu hohe Temperatur, die grösser als 800°C ist zieht eine mindestens teilweise Ausfällung des Stickstoffs in der Form von Aluminiumnitriden nach sich. Dieser ausgefällte Stickstoff nimmt nicht mehr am

Härten des Stahles teil, was ein Sinken der maximalen Bruchfestigkeit  $R_m$  zur Folge hat. Dieses Phänomen wird auf der Figur 2 gezeigt auf welcher man für Dehnungsgrade über 10% ein Sinken der Erhöhung der maximalen Bruchfestigkeit  $R_m$  zwischen der geglühten Probe bei 750°C und der geglühten Probe bei 800°C feststellt.

Die Haltezeit des Bandes zwischen 720°C und 800°C muss ausreichend sein um den ganzen Kohlenstoff, der dem Gleichgewicht in der Lösung entspricht hinzufügen zu können. Ein Halten während 10 Sekunden ist ausreichend um diese Zugabe in die Lösung der Menge des Kohlenstoffs, die dem Gleichgewicht entspricht für die Stähle deren Gehalt an Kohlenstoff zwischen 0,022 und 0,035% liegt zu garantieren und ein Halten über zwei Minuten ist unnütz und kostspielig obgleich es möglich ist.

Die Figuren 3 und 4 stellen den Einfluss der Abkühlungsgeschwindigkeit bei einer konstanten Glühtemperatur (750°C), die während 20 Sekunden gehalten wird dar.

Wie man es auf der Figur 3 sehen kann, ist die maximale Bruchfestigkeit  $R_m$  des Stahles bei einer Dehnung von 10% bei dem zweiten Kaltwalzen gleich ungefähr 520 RPa wenn die Abkühlungsgeschwindigkeit gleich 100°C/Sekunde ist, während sie nur 440 MPa erreicht wenn die Abkühlungsgeschwindigkeit gleich 50°C/Sekunde ist.

Man kann also einen aluminiumberuhigten Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt deren Wert von  $R_m$  gleich 520 MPa mit nur 10% Dehnungsgrad beim zweiten Kaltwalzen ausführen wenn die Abkühlungsgeschwindigkeit gleich 100°C/Sekunde ist, während man ein zweites Kaltwalzen mit einem Dehnungsgrad von 25% ausführen muss wenn sich die Abkühlungsgeschwindigkeit nur auf 50°C/Sekunde beläuft.

Dieser beim zweiten Kaltwalzen schwächere Dehnungsgrad ermöglicht es die Dehnbarkeit des Stahls weniger zu degradieren. Man sieht so auf der Figur 4, dass der Stahl bei dem  $R_m$  gleich 520 MPa ist eine Dehnbarkeit  $A\%$  gleich 14 aufweist während die Abkühlungsgeschwindigkeit gleich 100°C/Sekunde ist während die genannte Dehnbarkeit gleich 3,5 ist wenn die Abkühlungsgeschwindigkeit gleich 50°C/Sekunde ist.

Diese Feststellung ist ebenfalls für die Härte des Stahls gültig. Wie man es auf der Figur 5 für einen selben Dehnungsgrad bei dem zweiten Kaltwalzen sieht, steigt die Härte des Stahls an wenn die Abkühlungsgeschwindigkeit gleich 100°C/Sekunde ist. Diese Erhöhung der Härte ist auf einen höheren Gehalt des freien Kohlenstoffes und/oder auf die Anwesenheit von feinen und verteilten Ausfällungen zurückzuführen.

Die mikrographischen Analysen der Proben haben es ermöglicht, festzustellen, dass die Anzahl der Körner pro mm<sup>2</sup> grösser ist (mehr als 20 000) und dass die Carbide wenn sie gebildet worden sind intergranulares Zementit sind.

So erlaubt es dieses Verfahren zur Herstellung für die Verpackung einen aluminiumberuhigten Stahl mit wenig Kohlenstoff auszuführen, der zwischen 0,022 und 0,035 Gewichtsprozentkohlenstoff, zwischen 0,15 und 0,25 Gewichtsprozent Mangan zwischen 0,040 und 0,070 Gewichtsprozent Aluminium, zwischen 0,0035

und 0,0060 Gewichtsprozent Stickstoff umfasst, wobei der Rest Eisen und unvermeidliche Restverunreinigungen sind, wobei der genannte Stahl im gealterten Zustand einen Dehnungsgrad A% aufweist, der die folgende Gleichung zufriedenstellt:

$$(670 - R_m)/14 \leq A\% \leq (720 - R_m)/17$$

## Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bands aus aluminiumberuhigtem Stahl mit geringem Kohlenstoffgehalt zur Verpackung, wobei:
  - ein Band aus warmgewalztem Stahl bereitgestellt wird, welches zwischen 0,022 und 0,035 Gewichts-% Kohlenstoff, zwischen 0,15 und 0,25 Gewichts-% Mangan, zwischen 0,040 und 0,070 Gewichts-% Aluminium, zwischen 0,0035 und 0,0060 Gewicht-% Stickstoff aufweist, wobei der Rest Eisen und verbleibende unvermeidbare Verunreinigungen sind,
  - ein erstes Kaltwalzen des Bands durchgeführt wird,
  - das kaltgewalzte Band einer Glühbehandlung unterworfen wird,
  - gegebenenfalls ein zweites Kaltwalzen durchgeführt wird,dadurch gekennzeichnet, dass die Glühbehandlung eine kontinuierliche Glühbehandlung ist, deren Zyklus einen Temperaturanstieg bis zu einer Temperatur oberhalb der Temperatur, welche dem Eutektoid des Stahls entspricht, eine Aufrechterhaltung des Bands oberhalb dieser Temperatur für einen Zeitraum größer als 10 Sekunden, eine schnelle Abkühlung des Bands bis zu einer Temperatur unterhalb 350 °C mit einer Kühlungsgeschwindigkeit zwischen 100 °C pro Sekunde und 500 °C pro Sekunde aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Band während der Glühbehandlung bei einer Temperatur zwischen 720 °C und 800 °C für einen Zeitraum von 10 Sekunden bis 2 Minuten gehalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Band mit einer Kühlungsgeschwindigkeit größer als 100 °C pro Sekunde bis zur Raumtemperatur abgekühlt wird.

4. Blech aus aluminiumberuhigtem Stahl mit geringem Kohlenstoffgehalt zur Verpackung, welches zwischen 0,022 und 0,035 Gewichts-% Kohlenstoff, zwischen 0,15 und 0,25 Gewichts-% Mangan, zwischen 0,040 und 0,070 Gewichts-% Aluminium, zwischen 0,0035 und 0,0060 Gewicht-% Stickstoff aufweist, wobei der Rest Eisen und verbleibende unvermeidbare Verunreinigungen sind, hergestellt nach dem Verfahren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass es im Gebrauchszustand eine Dehnungsrate A% aufweist, welche die Gleichung erfüllt:

$$(670 - R_m) / 14 \leq A \% \leq (720 - R_m) / 17$$

wobei R<sub>m</sub> die maximale Bruchfestigkeit des Stahls ausgedrückt in MPa ist.

5. Blech aus Stahl nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Stahl Kohlenstoff im freien Zustand und/oder einige bei niedriger Temperatur ausgefällte Carbide aufweist, und eine Anzahl von Körnern pro mm<sup>2</sup> höher als 20000 aufweist.

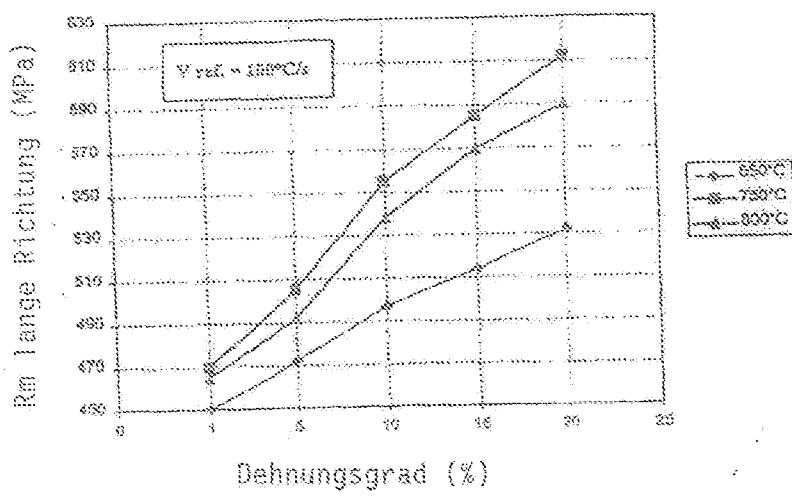


FIG. 1

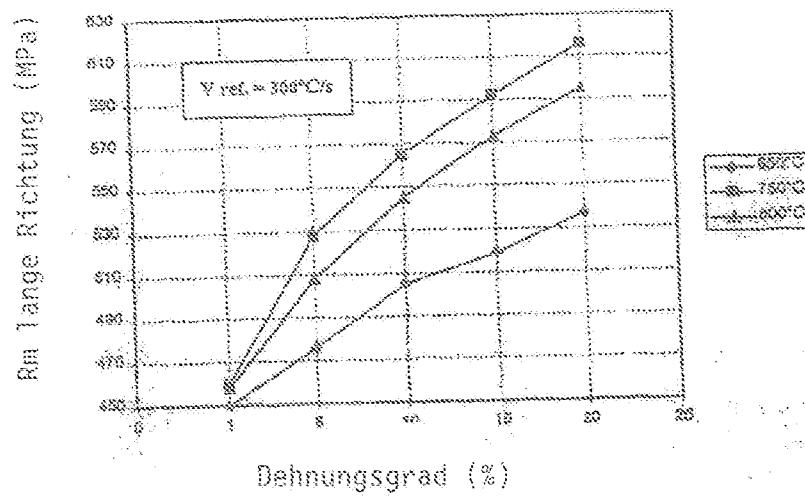


FIG. 2

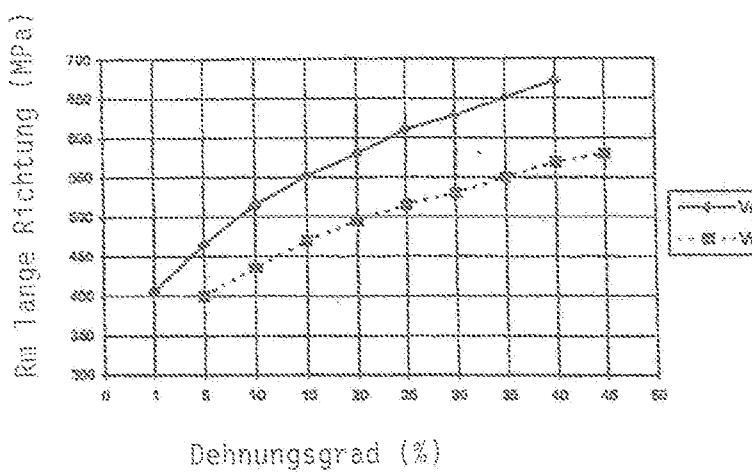


FIG.3

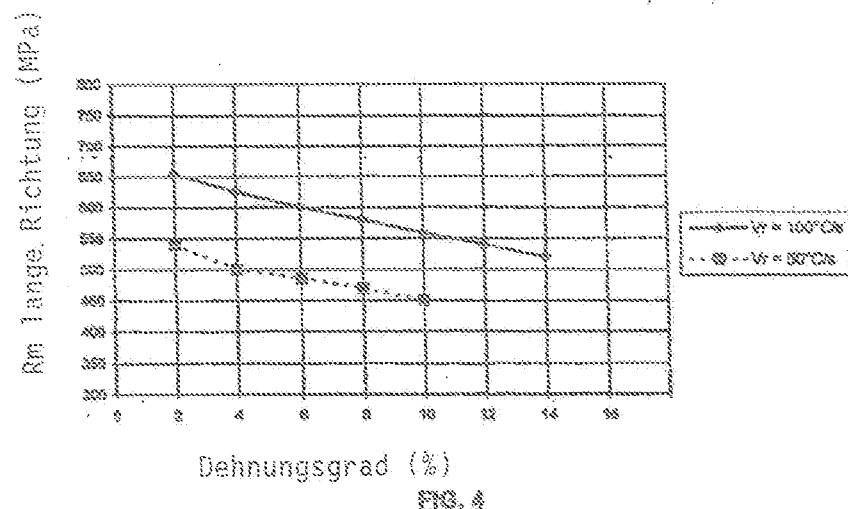


FIG.4

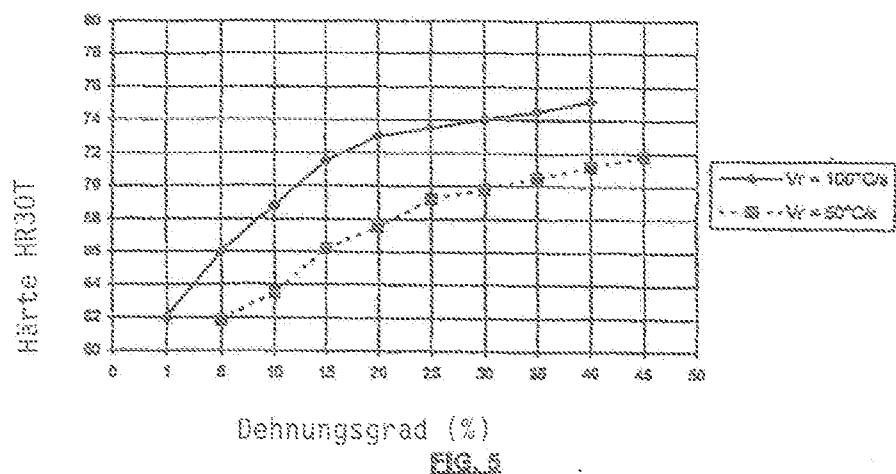


FIG. 5