



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: B 23 P

13/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



PATENT SCHRIFT A5

11

619 628

21 Gesuchsnummer: 6327/77

73 Inhaber:
Olin Corporation, East Alton/IL (US)

22 Anmeldungsdatum: 23.05.1977

30 Priorität(en): 30.08.1976 US 718850

72 Erfinder:
Joseph Winter, New Haven/CT (US)
Eugene Shapiro, Hamden/CT (US)
Warren F. Smith, Branford/CT (US)

24 Patent erteilt: 15.10.1980

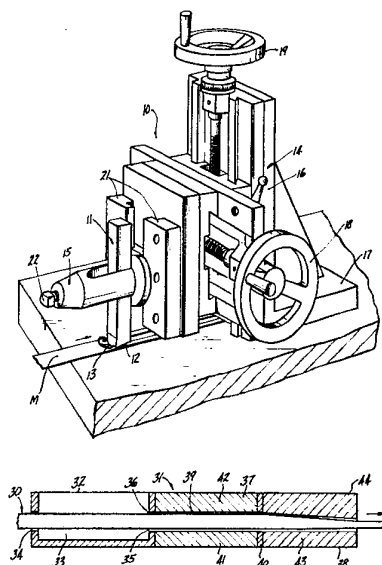
45 Patentschrift
veröffentlicht: 15.10.1980

74 Vertreter:
A. Braun, Basel

54 Verfahren zur Herstellung eines im Querschnitt mit mehreren Profildicken versehenen Metallstreifenerzeugnisses.

57 Metallstreifenmaterial mit im Querschnitt mehreren Profildicken wird dadurch erzeugt, indem in einem ersten Verfahrensschritt das Ausgangsmaterial (M) durch eine Hobeleinrichtung mit einem so eingestellten Hobelwerkzeug (11) gezogen wird, dass dabei eine in Abhängigkeit von der Zugfestigkeit des Ausgangsmaterials maximale Materialabtragung erfolgt. Diese ist auf einen Bereich von 5 bis 50% der Gesamtoberfläche des Ausgangsmaterials (M) begrenzt, und die Volumenreduktion liegt im Bereich von 10 - 60% des ursprünglichen Querschnitts.

In einem zweiten Verfahrensschritt wird der vorprofilierte Metallstreifen (30) durch ein Ziehwerkzeug (31) gezogen, durch welches er seine endgültige Profilform erhält. Der Metallstreifen (30) wird dabei am Eingang des Ziehwerkzeugs mit einem Schmiermittel überzogen, dessen Konsistenz so gewählt wird, dass kein direkter Kontakt zwischen dem Metallstreifen (30) und dem Ziehwerkzeug bzw. dessen Querschnittsreduktionsbereich (38) auftritt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung eines im Querschnitt mit mehreren Profildicken versehenen Metallstreifenerzeugnisses mit einem generell rechtwinkligen Querschnitt, der Abschnitte von zwei oder mehreren unterschiedlichen Dicken besitzt, welche eine allgemein abgestufte Oberflächenkonfiguration ausbilden, gekennzeichnet durch die aufeinanderfolgenden Schritte des Hobelns des Streifens, indem der unter Bremszug stehende Streifen durch eine Hobelvorrichtung gezogen wird, wobei eine Oberflächenverringerng des Streifens auf eine Fläche von 5 bis 50% der Gesamtoberfläche begrenzt wird und eine Volumenabnahme des Streifenmaterials im Bereich von 10% bis 60%, gemessen in bezug auf die Querschnittsfläche des Ausgangsmaterials, liegt, und des Ziehens des gehobelten Streifens durch ein dessen rechteckigen Querschnitt begrenzendes Gesenk, wobei ein unmittelbarer Oberflächenkontakt zwischen diesem Streifen und dem Gesenk vermieden, die Breitenabmessung des Streifens beibehalten und das Verhältnis von Streifenoberfläche zu Streifenquerschnittsfläche zumindest um 30% verändert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenverringerng im Bereich von 10 bis 40% und die Volumenabnahme im Bereich von 15 bis 50% liegen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hobelvorrichtung vor dem Durchziehen des Streifens auf eine grösstmögliche Spanabnahme pro Durchgang, welche sich nach der Werkstoff-Streckgrenze des Streifens bestimmt, eingestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellungen an der Hobelvorrichtung eine Einstellung der Schnitttiefe und des Spanwinkels eines an der Vorrichtung vorgesehenen Hobelwerkzeugs umfassen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanwinkel, bezogen auf eine Vertikalebene, in einem Bereich zwischen 2,5 und 25° liegt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanwinkel in einem Bereich von 5 bis 18° liegt.

7. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Einstellungen ferner eine bezüglich des ankommenden Streifens in vertikaler und horizontaler Richtung wirkende Feineinstellung für die Hobelwerkzeugausrichtung umfassen.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Hobeln in mehr als einem Durchgang erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Hobeln in einem Durchgang erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Streifen während des Ziehens an seinen Breitseiten eine Ziehabnahme erfährt.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine während des Ziehens stattfindende Veränderung des Verhältnisses von Streifenoberfläche zu Streifenquerschnittsfläche mit ansteigender Tendenz erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das genannte Verhältnis um einen im Bereich zwischen 30 und 50% liegenden Betrag verändert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass beim Ziehen eine Vollschrnerung angewandt wird und bei einem Ziehdurchgang im Bereich von 39 bis 55% liegende Querschnittsabnahmen erreicht werden.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Dickenabnahmen des Streifens während des Ziehens gleichförmig über die Streifenbreite bewirkt werden.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines im Querschnitt mit mehreren Profildicken versehenen Metallstreifenerzeugnisses mit einem generell rechtwinkligen Querschnitt, der Abschnitte von zwei oder mehreren unterschiedlichen Dicken besitzt, welche eine allgemein abgestufte Oberflächenkonfiguration ausbilden. Die vorzunehmenden Verfahrensschritte sollen ein Ziehhebeln und einen Ziehvorgang unter Anwendung einer Vollschrnerung umfassen.

Für verschiedene Anwendungen, wie eine Herstellung von Streifen aus einer Kupferlegierung zur Formung elektrischer Verbinder, Stecker u. dgl., ist es notwendig, Profildicken in einem Metallstreifen auszubilden. Bislang wurden herkömmliche Methoden, wie ein kontinuierliches Fräsen, angewandt, um die gewünschten Veränderungen der Profildicken zu erzielen. Diese Verfahren besitzen jedoch den Nachteil, dass sie zeitaufwendig sind und eine hohe Ausschussrate liefern.

Nach einem anderen bekannten Verfahren wird für eine Profildickenabnahme eines Streifens ein Walzvorgang eingesetzt. Walzmethoden sind nachteiligerweise begrenzt auf bestimmte Walzprofilformen, sie benötigen ausserdem kostspielige und komplizierte Werkzeuge, und mit ihnen lassen sich ferner keine Erzeugnisse erhalten, welche völlig frei von Strukturfehlern sind und die üblichen Masstoleranzen genügen.

Eine weitere bekannte Massnahme zur Metallabnahme besteht aus einer kombinierten Methode eines Hobelns mit nachfolgendem Ziehen, wie sie im US-Patent 3 055 102 beschrieben ist. Nach diesem Verfahren erfolgt eine Werkstückabnahme gleichförmig über die gesamte Werkstück-Oberfläche, indem ein Werkzeug mit einem 360°-Schneidkopf oberhalb eines Zieh- oder Strangpressgesenks angeordnet und dazwischenliegend ein Kanal zur Förderung einer Schmiermittelflüssigkeit zum Werkstück vorgesehen wird. In dieser Patentschrift wird ausgeführt, dass die Anwendung der Schmrnerung deshalb erfolgt, um ein Rattern oder Schwingen des Werkstücks während des kombinierten Bearbeitungsverfahrens herabzusetzen oder gar ganz ausschalten zu können, und dass aus diesen Gründen das Schmrnerungsmittel während des Kontakts mit dem Werkstück vorzugsweise unter Druck stehend gehalten werden soll.

Obwohl nach der vorgenannten Patentschrift ein kombiniertes Verfahren zum Einsatz kommen soll, ergeben sich bei seiner Anwendung auf eine Herstellung von Metallstreifen mit mehreren Profildicken bestimmte Schwierigkeiten. Speziell die Einwirkung der Schnittkraft lediglich an einem Abschnitt der gesamten Oberfläche des Werkstücks würde die nach der vorgenannten Patentschrift als gelöst betrachteten Probleme noch verstärkt auftreten lassen, und zwar einerseits, dass sich die vorgeschlagene Lösung als unzulänglich herausstellen würde. Bei einem Werkstück, welches durch die Schneidkante eines Hobelwerkzeugs schwingungserzeugenden Belastungen ausgesetzt ist, lässt sich eine Rattermarken zeigende und unebene Oberfläche nicht ohne weiteres durch die Anwendung einer Kontaktschicht aus einem Druckfluidum vermeiden.

Bezüglich der Anwendung des Ziehens zur Herstellung von Metallstreifen mit mehreren Profildicken ergeben sich gewisse Komplikationen aus der Tendenz des bekannten Metallfließens, worunter beim normalen Ziehvorgang verstanden wird, dass eine Dickenabnahme in einem bestimmten Abschnitt zu dessen Längenzunahme führt. Dann nämlich, wenn sich die Dicke einer vorgegebenen Profilierung über ihre Breite hinweg ändert, ruft der Ziehvorgang innerhalb des Werkstücks unterschiedliche Längenänderungen hervor, was zu einem ungleichförmigen Metallfluss und Materialspannungen führt, was die Ursache für Welligkeiten, Verdrehungen, ein Einreissen oder gar Werkstückbrüche war. Obwohl eine grosse Vielfalt von Ziehverfahren bekannt ist, einschliesslich der Anwendung des hydrodynamischen Prinzips der Vollschrnerung, lassen sich mit keinem dieser Verfahren die vorgenannten Schwierigkei-

ten, welche beim Ziehen komplexer Profildicken auftreten, vermeiden. Speziell mit dem in der vorgenannten Patentschrift beschriebenen Ziehgesenk lassen sich die vorstehend beschriebenen Vorgänge nicht technisch beherrschen und gleichzeitig noch Massnahmen vornehmen, die das Auftreten der vom Hobelvorgang herrührenden Verwerfungen und Rattermarkenbildungen verhindern.

Somit lässt sich sagen, dass bei der Anwendung von in der vorgenannten Patentschrift angegebenen Hobel- und Ziehmassnahmen auf die Herstellung von Metallstreifen mit mehreren Profildicken Einzelprobleme eher verstärkt als verringert werden. Darüber hinaus können die einzelnen bekannten Verfahren des Hobelns und Ziehens unter Vollschrnerung wenn überhaupt, dann nur wenig Hilfestellung bei der Beantwortung der vorgenannten Fragen leisten.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung eines mit mehreren Profildicken versehenen Metallstreifens zu schaffen, welches eine kontinuierliche Produktion eines Metallstreifens hoher Massgenauigkeit gestattet, welches eine verringerte Menge an Metallabfällen produziert und dem Streifenzerzeugnis verbesserte mechanische Eigenschaften verleiht. Ausserdem soll das Verfahren in einem einzigen Arbeitsdurchgang ausgeführt werden können.

Die Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Verfahren der eingangs definierten Art erfindungsgemäss gelöst durch die aufeinanderfolgenden Schritte des Hobelns des Streifens, indem der unter Gegen- bzw. Bremszug stehende Streifen durch eine Hobelvorrichtung gezogen wird, wobei eine Oberflächenverringerung des Streifens auf eine Fläche von 5 bis 50% der Gesamtoberfläche begrenzt wird und eine Volumenabnahme des Streifenmaterials im Bereich von 10 bis 60%, gemessen in bezug auf die Querschnittsfläche des Ausgangsmaterials, liegt und des Ziehens des gehobelten Streifens durch ein dessen rechteckigen Querschnitt begrenzendes Gesenk, wobei ein unmittelbarer Oberflächenkontakt zwischen diesem Streifen und dem Gesenk vermieden, die Breitenabmessung des Streifens beibehalten und das Verhältnis von Streifenoberfläche zu Streifenquerschnittsfläche zumindest um 30% verändert wird.

Diese erfindungsgemässe Verfahren kann in unterschiedlichen Folgen praktiziert werden, indem der zugeführte Streifen auf ein vorgegebenes Kaliber gehobelt und dann unter Anwendung einer Vollschrnerung auf seine Endabmessung in entweder einem einzigen fortwährenden Vorgang oder in zwei oder mehreren getrennten Verfahrensschritten, zwischen denen verschiedene Werkstoffbehandlungen wie ein Zwischenglühen eingeschaltet werden können, gezogen werden. Gemäss einer speziellen Ausführungsform wird der Streifen kontinuierlich gehobelt und danach in einem Durchgang zwischen einem einzigen Paar von Zuführungs- und Abnehmerrollen gezogen. Nach einer weiteren Ausführungsform wird der Streifen auf eine vorgegebene Abmessung gezogen und dann auf sein endgültiges Mass weiter gehobelt.

Mit dem erfindungsgemässen Verfahren wird vorteilhafterweise erreicht, dass eine Spanbildung während des Formens der jeweiligen Streifenkonfiguration herabgesetzt wird, da der Ziehvorgang so arbeitet, dass eine tatsächliche Metallabhebung verhindert wird. Ausserdem ermöglicht die Anwendung der erfindungsgemässen Massnahmen, dem Streifen eine grössere Festigkeit aufgrund eines Kalthärtens zu verleihen.

Eine Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens umfasst eine einstellbare Hobelvorrichtung mit einem an einer horizontal und vertikal verstellbaren Einstellvorrichtung vorgesehenen Hobelwerkzeug, welches ferner auch zur Festlegung eines speziellen Eintritts- bzw. Spanwinkels bezüglich des zugeführten Streifens verstellbar ist, und eine Ziehvorrichtung mit einem Abschnitt für die Vollschrnerung, der eine Menge eines geeigneten Schmiermittels enthält, wobei dieser Abschnitt an einen Reduktionsbereich angrenzt, der in

einem mit der geeigneten Profilkonfiguration versehenen Ziehgesenk endet. Der zugeführte Streifen nimmt somit das Schmiermittel auf, und dieses wird beim weiteren Durchtritt gegen die Streifenoberflächen angepresst, wodurch eine unmittelbare Oberflächenberührung am Ziehgesenk wirksam verhindert wird.

Weitere Vorteile der Erfindung werden in der nachstehenden Beschreibung von Ausführungsformen unter Bezugnahme auf eine zeichnerische Darstellung ausführlich erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Hobelvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit den Merkmalen der Erfindung,

Fig. 2 eine Seitenansicht eines Teils der in Fig. 1 gezeigten Hobelvorrichtung,

Fig. 3 eine schematische Querschnittsansicht einer Ziehgesenkanordnung zur Durchführung des Verfahrens mit den Merkmalen der Erfindung und

Fig. 4, 5 und 6 schematische Querschnittsansichten von unterschiedlichen Streifenkonfigurationen mit mehreren Profildicken, welche nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellt wurden.

Ein mit mehreren Profildicken versehener Metallstreifen mit einem generell rechtwinkligen Querschnitt, der Abschnitte von zwei oder mehreren variablen Ebenen in seiner Dicke aufweist, wird mittels eines Verfahrens gefertigt, welches ein Hindurchziehen des Streifens unter Gegen- bzw. Bremszug durch eine Hobelvorrichtung, wobei ein auf die geeignete Weise geformtes Hobelwerkzeug an der Oberfläche dieses Streifens angreift, um in diesen ein kontinuierliches Muster einzuschneiden. Der gehobelte Streifen kann dann entweder einer Zwischenglübehandlung oder ähnlichem oder unmittelbar einem Ziehgesenk zugeführt werden, in dem der Streifen unter Vollschrnerung so gezogen wird, dass keine Oberflächenberührung zwischen dem zugeführten Streifen und dem Ziehgesenk auftritt.

Mit diesem Hobelverfahren kann eine Oberflächenverringerung des Streifens auf eine Fläche von 5–50% der Gesamtoberfläche erzielt werden und vorzugsweise eine zwischen etwa 10–40% der genannten Fläche liegende Abnahme, wobei eine Abnahme des Streifenvolumens im Bereich von etwa 10 bis etwa 60%, vorzugsweise von etwa 15 bis etwa 50%, gemessen in bezug auf die festgestellte Änderung an der Streifenquerschnittsfläche, liegt.

Das vorgenannte Verhältnis des Prozentsatzes der Gesamtoberfläche des Streifens, an der der Hobelstahl angreift, zu dem dabei abgenommenen Material korrespondiert zu dem Verhältnis von Streifenumfang zu Querschnittsfläche des Streifens vor und nach dem Hobelvorgang, da die Oberfläche gleich ist dem Umfang multipliziert mit der Länge und das Volumen gleich ist der Querschnittsfläche multipliziert mit der Länge.

Beim Ziehvorgang wird, wie vorstehend erläutert, eine hydrodynamische bzw. Vollschrnerung angewandt, weshalb eine Querschnittsabnahme im Bereich von 39–55% der Dicke in einem Durchgang erleichtert stattfinden kann, wobei gleichzeitig die Breitenabmessung des Streifens unverändert bleibt und das Verhältnis von Streifenoberfläche, gemessen am Umfang des Streifens, zur Streifenquerschnittsfläche zumindest um 30% und vorzugsweise von 30–50% verändert wird.

Es ist hervorzuheben, dass bei beiden Verfahrensschritten nur eine vergleichsweise kleine Änderung der Streifenoberfläche gemessen an dessen Umfang stattfindet und dass die grösste Dimensionsverschiebung in der Höhe oder Dicke unter erheblicher Veränderung der Streifenquerschnittsfläche stattfindet.

Wie einleitend erläutert, kann das erfindungsgemässe Verfahren in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten durchgeführt werden, um so Erzeugnisse mit einer komplexen Quer-

schnittskonfiguration erhalten zu können. Der erste Durchgang umfasst die anfängliche Einschneidung des Musters aus mehreren Profildicken durch den Hobelvorgang, danach wird beim unter Vollschmierung stattfindenden Ziehen der vorgeformten Profilierung das Streifenmuster verfeinert und verstärkt. Mit diesem ersten Verfahrensabschnitt lassen sich bereits ein Höchstmass an Wirtschaftlichkeit und eine zufriedenstellende Qualität des Erzeugnisses erreichen, da durch den Hobelvorgang die Hauptmenge des abzuhebenden Materials vom zugeführten Streifen auf wirkungsvolle Weise entfernt wird und der Ziehvorgang die gewünschte Verfeinerung der Masstoleranz und Festigkeit des Erzeugnisses durch eine Kälthärtung liefern kann. Diese Aufeinanderfolge der Arbeitsvorgänge kann für den Fall, dass das Erzeugnis eine Vielfalt komplex ausgebildeter Vertiefungen aufweisen soll, insoweit abgewandelt werden, dass nach dem Ziehvorgang noch ein Nachhobeln vorgenommen wird.

Das bei der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommende Hobelverfahren ist in dem am 23. November 1976 erteilten US-Patent 3 992 977 desselben Anmelders beschrieben, und es wird auf die dort angeführten Einzelheiten Bezug genommen. In diesem Patent ist ein Hobelverfahren beschrieben, bei dem ein Streifen unter Gegen- bzw. Bremszug stehend durch eine Hobelvorrichtung gezogen wird, wobei eine die gewünschte Profilkontur mit mehreren Profildicken tragende Schneidkante eines Hobelwerkzeugs an der Oberfläche des Streifens angreift und dort das gewünschte Muster ausschneidet.

Die Hobelvorrichtung, welche bei der Durchführung des beschriebenen Verfahrens zum Einsatz kommen kann, umfasst ein einstellbares Hobelwerkzeug mit einer Schneidkante, die eine Profilkontur aufweist, welche der herzustellenden, mit mehreren Profildicken versehenen Metallstreifenoberfläche, wie sie am endgültigen Streifenenerzeugnis gewünscht wird, entspricht. Das Hobelwerkzeug ist in erster Linie in zwei Richtungen einstellbar, um eine Spanabnahme vornehmen zu können, die eine erfolgreiche Erzielung von grösstmöglichen Streifenabnahmen, gemessen hauptsächlich in Beträgen von Volumenabnahmen, liefert. Eine maximale Volumenabnahme pro Spanabhebungsdurchgang kann allgemein in bezug auf die Streckgrenze des Streifens ermittelt und dann mit der Querschnittskonfiguration des gewünschten Endproduktes koordiniert werden. Wenn so vorgegangen wird, ist die Vorrichtung dann derart eingestellt, dass mit ihr tatsächlich die gewünschte Volumenabnahme erzielt werden kann.

Eine in Fig. 1 gezeigte Hobelvorrichtung 10 weist einen Vierkanthobelstahl 11 auf, welcher in der Darstellung mit einer Schneidkante 12 angrenzend und an der Oberseite eines Metallstreifens M angreifend angeordnet ist. Wie eingangs erwähnt, besitzt die Schneidkante 12 einen Formstahlzuschnitt 13, dessen Form als Schablone für die Endformgebung des mit mehreren Profildicken versehenen Metallstreifenenerzeugnisses dient. Die in Fig. 2 gezeigte vergrösserte Einzelheit verdeutlicht, dass die Schneidkante 12 einen bestimmten Rückenwinkel mit dem Streifen M einschliesst, wodurch eine kontinuierliche Arbeitsmethode des beschriebenen Verfahrens erleichtert wird.

Nach der Darstellung in Fig. 1 ist der Hobelstahl 11 an einem einstellbaren Werkzeughalter 14 abgestützt, und dieser Werkzeughalter umfasst einen Werkzeugsupport 15, der an einem ebenfalls einstellbaren Maschinenaufbau 16 geführt ist. Der Aufbau 16 ist über eine Bodenplatte 17, in der eine tunnelartige Ausnehmung zum Hindurchführen des Streifens M vorgesehen ist, auf einer flachen Stützfläche befestigt. Auch ist der Aufbau 16 mit einer horizontalen und einer vertikalen Einstellvorrichtung 18 und 19 versehen, welche jeweils spindelgetriebene Präzisionsgleitführungen umfassen. Die Einstellvorrichtungen 18 und 19 sind Feineinstellführungen, welche

zudem noch mit einer Grobeinstellvorrichtung zusammenwirken, welche den innerhalb von Führungsbahnen 21 gleitend geführten Werkzeugsupport 15 umfasst. Wenn nun eine geeignete Vertikalgrobeinstellung vorgenommen worden ist, kann der Werkzeugsupport 15 in seiner Position festgelegt werden, indem eine Gewindeschraube 22 gegen den Hobelstahl 11 gespannt wird, wobei eine nichtdargestellte Gegenplatte des Werkzeughalters 15 an die Führungsbahnen 21 fest gedrückt wird. Im Anschluss an eine derartige Grobeinstellung kann über die vorerwähnten Einstellvorrichtungen 18 und 19 eine Feineinstellung in horizontaler und vertikaler Richtung vorgenommen werden.

Wie vorstehend erläutert, ist durch die jeweilige Streckgrenze des Materialstreifens und die im einzelnen gewünschte Profilarität die Schnitttiefe oder maximale Spanabnahme vorgegeben. Zusätzlich zu den genannten Einstellungen in der Vertikal- und Horizontalposition des Hobelstahls erfolgt eine weitere beachtliche Einstellung des Spanwinkels an der Schneidkante. Dieser Spanwinkel kann als ein Winkel definiert werden, welcher zwischen einer Ebene, in der die vordere vertikale Hobelstahl- oder Schneidklingenfläche liegt, und einer imaginären Vertikalebene, die lotrecht zur Bewegungsrichtung des Streifens steht, gebildet wird.

In Fig. 2, in welcher der Hobelstahl vergrössert dargestellt ist, wird ein Winkel α zwischen einer lotrecht zur Richtung des Streifens M liegenden gestrichelt eingezeichneten Ebene 20 und einer geneigt verlaufenden Oberfläche 23, welche am unteren Abschnitt des Hobelstahls 11 dicht neben dem Streifen M liegend ausgebildet ist, eingeschlossen. Es wurde gefunden, dass ein bestimmter kritischer Spanwinkel existiert, dessen Überschreitung dazu führt, dass die Dicke des Streifenenerzeugnisses nicht mehr mit der gewünschten Genauigkeit eingestellt werden kann. Häufig führt ein Überschreiten des kritischen Spanwinkels zu einem Einfressen des Werkzeugs mit der Folge, dass vom Streifen eine zu grosse Materialmenge abgetragen wird. Der ermittelte Spielraum für einen günstigen Spanwinkel für das beschriebene Verfahren bewegt sich in einem Bereich von etwa 2,5–25° und vorzugsweise von etwa 5 bis etwa 180°. Entsprechend und wie aus Fig. 2 ersichtlich, ist der Hobelstahl 11 derart ausgebildet, dass die gewünschte Ausformung der Schneidkante in die Stahlspitze oder Schneidkante 12 eingearbeitet ist. Dabei verläuft die mit der Schneidkante 12 zusammenfallende vordere vertikale Fläche des Hobelstahls unter einem Winkel, welcher innerhalb des vorstehend angegebenen Spanwinkelbereichs liegt.

Nachdem die geeigneten Einstellungen des Hobelstahls 11 vorgenommen wurden, erfolgt ein Hobeln des Streifens M, indem dieser an der Schneidkante 12 mit der notwendigen Zugkraft, welche den Zerspanungswiderstand am Werkzeugstahl überwinden lässt, vorbeigezogen wird. Wie vorstehend erwähnt, wird der Streifen M zum Teil von der auf den Werkzeughalter 14 abstützenden flachen Oberfläche getragen und geführt. Ausserdem können weitere nicht dargestellte Abstütz- und Leitmittel vorgesehen sein, welche eine seitliche Kantenführung des Streifens vornehmen können, um während des Spanabnahmevorgangs ein seitliches Auswandern der Bearbeitungsbereiche zu verhindern.

Der Hobelvorgang kann, wie eingangs erwähnt, sowohl in einem einzigen Durchgang als auch in mehreren Durchgängen stattfinden, so dass dann, wenn das Volumen des abzuspannenden Materials die maximal mögliche Spanabhebung pro Durchgang überschreitet, eine Unterteilung der Spanabnahme vorgenommen wird, so dass in zwei oder mehreren Durchgängen jeweils geringere Spanmengen abgenommen werden können, wobei eine Aufteilung in jeweils gleich grosse Spanmengen erfolgen kann. Auf diese Weise wird die Werkstoffstreckgrenze des Streifens nicht überschritten und damit auch ein Streifenbruch verhindert. Somit kann der Streifen einem einzi-

gen Hobeldurchgang unterzogen werden, um die gewünschte prozentuale Abnahme zu erhalten, oder er kann in mehreren Hobeldurchgängen bearbeitet werden, und zwar so, dass das Material durch die Hobelvorrichtung bewegt, auf eine Aufnahmespule zurückgewickelt und im Anschluss daran erneut durch die Vorrichtung zur Ausführung eines weiteren Hobeldurchgangs gezogen wird.

Nach dem Beenden des vorstehend beschriebenen Hobelverfahrens kann der Streifen M unter gleichzeitiger Vollschröpfung einem Ziehvorgang unterworfen werden. Auch wäre es möglich, am Streifen den Hobelvorgang vorzunehmen und ihn im selben Arbeitsgang zu ziehen, wobei der gehobelte Streifen das Hobelwerkzeug verlassen und unmittelbar in die Ziehvorrichtung eintreten würde. Wahlweise kann der gehobelte Streifen aber auch aus der Vorrichtung entnommen und einer Zwischenbehandlung wie einem Zwischenglühen unterworfen werden, um vor dem Ziehen einen gewünschten Gefügezustand zu erhalten. Der Ziehvorgang des erfindungsgemässen Verfahrens ist für sich in dem vom 5. April 1977 erteilten US-Patent 4 015 459 des Anmelders beschrieben, in welchem insbesondere die Anwendung einer Vollschröpfung hervorgehoben ist und dabei das grundlegende Merkmal der Ausbildung eines hinreichend dicken Schmierfilms, um einen direkten metallischen Kontakt zwischen dem zu verformenden Metall und dem Gesenk zu verhindern.

Die erfindungsgemässe Verfahrensweise ist anhand der Darstellung gemäss Fig. 3 verdeutlicht, gemäss welcher ein mit mehreren Profildicken versehener Metallstreifen 30 durch eine Ziehwerkzeuqvorrichtung 31 zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens hindurchgeleitet wird. Wie vorstehend erläutert, besitzt der Streifen 30 dabei eine erste mit mehreren Profildicken versehene Konfiguration, welche ihm durch den Hobelvorgang der vorgenannten Art verliehen wurde, woraus sich ergibt, dass der Streifen während des Ziehvorgangs durch die Ziehwerkzeuqvorrichtung 31 in seiner Form nicht einer erheblichen Änderung unterliegt. Der Streifen durchläuft zunächst einen Behälter 32, in dem eine für eine vollständige Überdeckung des Streifens ausreichend grosse Menge eines Schmiermittels 33 enthalten ist. Das Hindurchführen durch den Behälter 32 erfolgt über Öffnungen 34 bzw. 35, die linear in bezug auf einen Einlass 36 eines hydrodynamischen Bereiches 37, in dem die Vollschröpfung ausgebildet wird, ausgerichtet sind. Der in diesen hydrodynamischen bzw. Vollschröpfungsbereich 37 eintretende Streifen trägt somit an seiner Oberfläche Schmiermittel 33, welches er während des Hindurchtritts durch den Behälter 32 aufgenommen hat.

Der die Vollschröpfung schaffende Bereich 37 umfasst eine einstellbare Einlassdüse, welche eine Querschnittsfläche umgrenzt, die ausreichend gross ist, um den Durchtritt eines schmiermittelbeschichteten Streifens 30 zuzulassen. Sobald der Streifen 30 durch den hydrodynamischen bzw. Vollschröpfungsbereich 37 hindurchtritt, wird das aufgenommene Schmiermittel während der Werkstückbewegung zusammengepresst und übt damit einen erheblichen Druck auf den Streifen aus. Der innerhalb des Abnahmebereichs 38 herrschende Schmiermitteldruck muss ausreichend hoch sein, damit die vom Gesenk vorgegebene Formänderung vorgenommen werden kann, ohne dass es zu einem direkten Oberflächenkontakt zwischen dem Ziehgesenk und dem Streifen kommt. Die Ermittlung des nötigen Schmiermitteldrucks hängt von mehreren Faktoren ab, wie der Viskosität des Schmiermittels, der Länge der Einlassdüse, der Ziehgeschwindigkeit und der Toleranz zwischen dem Streifen und der Düse sowie der Fliessrate des Schmiermittels im Abnahmebereich. Diese genannten Faktoren können variiert werden, um die bei einer gewünschten Querschnittsabnahme des Streifens jeweils benötigten Druckbedingungen zu schaffen, und werden nachstehend im einzelnen näher erläutert.

Der bewegte, unter Schmiermitteldruck stehende Streifen 30 tritt aus dem hydrodynamischen bzw. Vollschröpfungsbereich 37 in den Abnahmebereich 38 ein, wo er auf seine endgültige Form gezogen werden soll. Der Abnahmebereich 38 umfasst ein Ziehgesenk, welches die gewünschte Profildickenkonfiguration begrenzt. Wie vorstehend erläutert, findet der Ziehvorgang ohne eine unmittelbare Oberflächenberührung zwischen dem Ziehgesenk und dem Streifen 30 statt und auch ohne eine Breitenveränderung des Streifens.

Das wesentlichste Moment einer Vollschröpfung beim vorzunehmenden Ziehvorgang besteht darin, einen genügend hohen Schmiermitteldruck zu erzeugen, um ein Ziehen ohne das Auftreten einer direkten Oberflächenberührung zwischen dem Streifen und dem Ziehgesenk zu ermöglichen. Einer der diese Bedingungen bestimmenden Faktoren ist die Schmiermittelsviskosität. Es hat sich gezeigt, dass Schmiermittel mit höheren Viskositäten bestimmte Schwierigkeiten in der Anwendung des Vollschröpfungsprinzips überwinden, von denen lediglich die Verhinderung eines unerwünschten Schmiermittelverlustes und auch die vorteilhafte Aufrechterhaltung eines genügenden Schmiermitteldrucks genannt seien. Die Anwendung eines Schmiermittelmaterials wie Ziehseifen lässt ferner die Herstellung des Gesenks einfacher gestalten, da Abdichtprobleme und Einrichtungen zwischen den einzelnen Teilen der Vorrichtung und die Abmessungen, insbesondere diejenigen der Länge der Einlassdüse und die Toleranz zwischen dem Streifen und dieser Düse, weniger problematisch sind. Somit ist es möglich, die Einlassdüsenlänge zu verkürzen und die Toleranz 39 gemäss Fig. 3, welche den Abstand zwischen der Düsenwandung und der Oberfläche des Streifens darstellt, zu vergrössern, mit dem weiteren Vorteil, dass die Genauigkeitsvoraussetzungen an die zugeführten Streifen nicht besonders streng angesetzt werden müssen.

Weitere Faktoren, welche den Schmiermitteldruck beeinflussen, wie die Ziehgeschwindigkeit, die Flussrate des Schmiermittels durch den Abnahmebereich, werden beide in eine positive Wechselbeziehung zueinander gesetzt. So bringt z. B. eine ansteigende Ziehgeschwindigkeit eine ebenfalls ansteigende Flussrate des Schmiermittels mit sich, wobei beide Faktoren den auf den zugeführten Streifen ausgeübten Druck ansteigen lassen.

Wie auch schon erwähnt, besteht ein weiteres Merkmal des beschriebenen Verfahrens in der besonderen Ausgestaltung des Abnahmebereichs, wobei sich bestimmte Abmessungskriterien als wichtig herausgestellt haben, um sicherstellen zu können, dass als Enderzeugnis ein Streifen erhalten wird, welcher eine hohe Geradrichtung ohne Welligkeit besitzt. Diese Kriterien sind im einzelnen:

1. Dasselbe Volumen an Material, welches dem Ziehgesenk zugeführt wird, muss an dessen Ende auch ausgetragen werden.

2. Es muss eine prozentual gleich grosse Höhenabnahme über den gesamten Querschnitt des Streifens erhalten werden und diese Abnahme muss gleichförmig an einem jeden Querebenenbereich über die Deformationszone hinweg stattfinden. Dies bedeutet, dass dann, wenn man die Querebenen an irgendeinem Punkt längs der Deformationszone betrachtet, die prozentuale Abnahme über den gesamten Abschnitt des Streifens einschliesslich sämtlicher variierender Profildickenbereiche gleich sein soll. Entsprechend diesem Erfordernis müssen die Oberflächen des Gesenks, welche die Profildickenveränderungen begrenzen, zueinander unter leicht unterschiedlichen Winkeln verlaufen sowie auch in Längsrichtung des Streifenwerkstücks. Dieser einzelne Aspekt wird noch im einzelnen anhand der Beschreibung des im Experiment I verwendeten Ziehgesenks erläutert.

3. Weiterhin darf keine Änderung der Breitenabmessung des Streifenwerkstücks als Folge des Ziehvorgangs auftreten.

Aufgrund dieser Forderungen kann nun die stattfindende Ziehabnahme nicht gleichförmig über die gesamte Werkstückoberfläche hinweg vorgenommen werden, mit dem Ergebnis, dass das Verhältnis zwischen der Oberfläche und der Querschnittsfläche zumindest um 30% variiert und insbesondere zwischen 30 und 50%. Mit dieser Veränderung unterscheidet sich die Herstellung eines Erzeugnisses mittels des erfindungsgemässen Verfahrens von den bislang bekannten Herstellungsweisen von Metallstreifen mit mehreren Profildicken. Weiterhin wird mit der Aufrechterhaltung der im wesentlichen gleichen Oberflächenkomponenten über den Ziehvorgang hinweg einer der unerwarteten und überraschenden Aspekte der Erfindung erfasst, nämlich dass die Reibkomponenten während des Ziehvorgangs, welche sich normalerweise linear zu den Oberflächenkomponenten verhalten, nicht proportional wie bei herkömmlichen Ziehvorgängen verringert werden, wobei sämtliche Abmessungen des Werkstücks gleichzeitig proportional abnehmen. Speziell die besondere Abnahme der Streifenquerschnittsfläche macht das beschriebene Verfahren erfolgreich einsetzbar, wobei es um so erstaunlicher ist, dass ein Strang trotz einer erheblichen Abnahme nur in einem geringen Umfang durch die an der tatsächlich unveränderten Oberfläche ausgeübten hohen Reibkräfte Verwerfungen erfährt.

Aus Fig. 3 ist weiter ersichtlich, dass die Vorrichtung zur Ausführung des unter Vollschröpfung stattfindenden Ziehvorgangs eine besondere Ausrichtung des Behälters 32, der eine Menge des Schmiermittels 33 aufnimmt, zeigt, wobei dieser geradlinig zum hydrodynamischen bzw. Vollschröpfungsbereich 37 ausgerichtet ist, so dass ein Streifen 30 durch die Öffnungen 34 und 35 in den die Einlassdüse aufweisenden hydrodynamischen bzw. Vollschröpfungsbereich 37 eintreten kann. Der hydrodynamische bzw. Vollschröpfungsbereich 37 ist somit abnehmbar mit dem Abnahmebereich 38 verbunden dargestellt, wobei es vom Erfindungsprinzip mit umfasst ist, dass beide Bereiche zu einer einheitlichen Struktur miteinander verbunden sein können. Die Verbindung zwischen dem hydrodynamischen bzw. Vollschröpfungsbereich 37 und dem Abnahmebereich 38 wird über ein Dichtungselement 40, das beispielsweise aus einer etwa 0,15 mm (0.005") dicken Kupferflachdichtung bestehen kann, flüssigkeitsdicht gehalten. Beide Bereiche, der hydrodynamische bzw. Vollschröpfungsbereich 37 und der Abnahmebereich 38 umfassen ein erstes und ein zweites Formbegrenzungselement. Im hydrodynamischen bzw. Vollschröpfungsbereich 37 wird von dem ersten Düsenelement 41 der Basisabschnitt der Düse und vom zweiten Düsenelement 42 die Düsenabdeckung bzw. Oberseite, welche auf dem Basisabschnitt befestigt ist, gebildet. Entsprechend besteht der Abnahmebereich 38 aus einem ersten Ziehelement 43, das als Basisabschnitt des Gesenks dient, und einem zweiten Ziehelement 44, welches mit dem ersten verbunden ist.

In der Praxis bringt es der Einsatz eines Ziehverfahrens unter Vollschröpfung mit sich, dass ein vorderer Teil oder Anfangsstück des auf eine vom Ziehgesenk begrenzte Dicke zu ziehenden Streifens vorgesehen sein muss. Nach einer Ausführungsform wird der Streifen mit einem Rand über das Ziehgesenk hinausragend eingelegt und auf das zweite Ziehelement 44 eine Belastung ausgeübt, welche den Streifen 30 auf eine in Fig. 3 gezeigte Dicke herunterdrückt. Im Anschluss an diesen Vorgang kann das Ziehen des verbleibenden Streifenmaterials beginnen und kann, ohne dass dies weiter erläutert werden muss, stattfinden.

Um die vorstehend beschriebene Verfahrensweise in vollem Umfang verständlich zu machen und um deren grundlegende Merkmale noch eindeutiger herauszuheben, werden die nachstehend beschriebenen Versuche vorgestellt, bei welchen mit mehreren Profildicken versehene Metallstreifen her-

gestellt wurden, die eine Querschnittsform besaßen, wie sie in den Fig. 4, 5 und 6 dargestellt sind.

Beispiel I

- 5 Ein aus einer Legierung CDA Alloy 260 bestehender rechteckiger Streifen wurde vorbereitet und nach den vorstehend beschriebenen erfindungsgemässen Grundsätzen in einem Verfahren behandelt, welches anfänglich einen Hobelvorgang vornimmt, und zwar mit einem in Fig. 1 gezeigten Hobelwerkzeug, welches zusammenwirkt mit einer Streifenführung sowie Vor- und Rückspulwalzen zum Abgeben und Aufwickeln des Streifens. Eine Steuerung der Abgabewalze erfolgte dabei derart, dass auf den in die Hobelvorrichtung eintretenden Streifen ein Bremszug ausgeübt wurde. Das unbehandelte Streifenmaterial hat eine Querschnittsbreite von 25,4 mm (1") und eine Dicke von 2,032 mm (0.080"). Der Streifen wurde in einem Durchgang gehobelt, um eine Streifenquerschnittsform ähnlich derjenigen in Fig. 4 zu erhalten, welche aus einem flachen, 2,032 mm (0.080") dicken Streifen mit vier 1,58 mm ($1/16$ ") breiten rechtwinkligen Nuten mit einer Tiefe von 0.762 mm (0.030") besteht, wobei etwa 12% der Oberfläche entfernt sind. Die Gesamtvolumenabnahme beim Hobeldurchgang betrug etwa 9%.

- Der auf die vorstehend erläuterte Weise gehobelte Streifen wurde nach dem Hobelvorgang unter Anwendung einer Vollschröpfung auf eine Streifenquerschnittsabnahme von etwa 30% gezogen. Der Ziehvorgang wurde dadurch eingeleitet, dass eine allmählich zunehmende Druckkraft bis zu einem Höchstwert von etwa 30 t auf die vordere Kante des Streifens, welche in den Abnahmebereich der Ziehvorrichtung eingelegt war, ausgeübt wurde. Nach dem Zusammendrücken des Streifens auf die Abmessungen der Ziehgesenköffnung wurde der Ziehvorgang eingeleitet, wobei ein abgestuftes Ziehgesenk Verwendung fand, welches für die grösste Streifendicke einen Ziehwinkel von 10° und für die Aussparungen bzw. Nuten oder geringere Streifendicke einen Ziehwinkel von 2,52° besass. Es wurde eine Ziehabnahme von 30% bei einem einzigen Ziehdurchgang erhalten mit dem Ergebnis, dass die Endabmessungen des Streifens auf eine maximale Dicke von 1,422 mm (0.056") und eine geringste Dicke gemessen zu den Nutensohlen von 0,89 mm (0.035") besass. Das erhaltene Erzeugnis zeigte eine glatte mattscheinende Oberflächentextur und war im allgemeinen gleichförmig und geradlinig.

Beispiel II

- Ein weiteres Probenmaterial aus einer CDA-Alloy 260-Legierung wurde für die Herstellung eines mit mehreren Profildicken versehenen Streifens, wie er in Fig. 5 gezeigt ist, ausgewählt. Die Anfangsabmessungen des Streifens betrugen 30,5 x 2,49 mm (1.201 x 0.098"), und es wurde dieser Streifen mit einer Hobelgeschwindigkeit von 25,92 m pro Minute (85 feet per minute) behandelt. Das Hobelwerkzeug war auf einen Schneidwinkel von 12° eingestellt und es wurde eine Schubbelastung von 2,5 t (5,535 lbs.) eingesetzt. Die erhaltene Schnitttiefe betrug 0,71 mm (0.028") und das abgenommene Volumen lag bei 18%. Die Endabmessungen des gehobelten Streifens wiesen eine grösste Dicke von 2,5 mm (0.098"), eine kleinste Dicke von 1,8 mm (0.071") und eine Breite von 30,48 mm (1.2") auf.

- Dieser vorstehend ermittelte Streifen wurde bei einer Ziehgeschwindigkeit von 2–25,92 m pro Minute (7–85 feet pro Minute) auf eine Abnahme von 29% gezogen. Die auf den Strang ausgeübte Ziehkraft lag im Bereich von 1,12–1,22 t (2,475–2,700 lbs.), und die Schmierfilmdicke des zum Einsatz gekommenen Schmiermittels lag im Bereich von 12,7–38,1 µ (0.0005–0.0015"), wobei die Schmierfilmdicke etwa bei den mittleren Geschwindigkeiten am grössten war. Die Abmessungen des nach dem Ziehvorgang erhaltenen Streifens umfassten

eine grösste Dicke von 1,78 mm (0.070'') , eine kleinste Dicke von 1,35 mm (0.053'') und eine Breite von 30,46 mm (1.1995''). Das gezogene Enderzeugnis wies wiederum eine zufriedenstellende Oberflächentextur und innerhalb der Toleranz liegende Masse auf.

Beispiel III

Bei diesem Versuch soll gezeigt werden, auf welche Art es möglich ist, im Anschluss an einen unter Vollschrnierung stattfindenden Ziehvorgang ein Ziehhobeln vorzunehmen. Der Streifenwerkstoff war bei diesem Versuch ein CDA Alloy 110, und es wurde ein Streifen vorgesehen mit einer Breite von 41,73 mm (1.643'') und einer Dicke von 2,92 mm (0.115''). Das Streifenmaterial besass Federhärte. Die Anfangsprofilierung wies einen Zentralkanal mit einer Tiefe von 1,04 mm (0.041'') und einer Breite von 13,7 mm (0.540'') auf, welcher durch Hobeln eingeschnitten worden war. Die durch den Hobelvorgang erfolgte Flächenabnahme umfasste 18% der Streifenoberfläche. Da ermittelt wurde, dass die grösstmögliche Abnahme fläche pro Durchgang bei 17% liegt, wurden zwei Durchgänge gefahren.

Der gehobelte Streifen wurde dann bei 375 ° C für eine Stunde geglüht und im Anschluss daran unter einer reduzierenden Atmosphäre zur Entfernung gesammelter Oberflächenoxide gereinigt. Der Streifen wurde dann unter Anwendung einer Vollschrnierung gezogen, um eine 5%ige Abnahme zu erzielen und die gewünschte Härte für die Weiterbearbeitung zu erhalten. Der endgültige Streifen besass eine grösste Dicke

von 2,77 mm (0.109'') und eine endgültige Kanaltiefe von 0,99 mm (0.039''). Nach dem Ziehvorgang wurde der Streifen durch einen erneuten Hobelvorgang weiterbehandelt, um die in Fig. 6 gezeigte endgültige Querschnittsprofilform zu erhalten. Hierbei wurden vier V-förmige Rillen in die Kanallfläche des Streifens eingeschnitten, welche eine Tiefe von 10% der Kanaldicke besassen. Dieser letzte Hobelvorgang erfolgte in einem einzigen Durchgang. Die vier Rillen wurden deshalb mittels eines Hobelverfahrens eingeschnitten, da für einen unter Vollschrnierung stattfindenden Ziehvorgang erforderliche Werkzeuge unvertretbar teuer und aufwendig wären. Das erhaltene Streifenerzeugnis besass Festigkeits- und Massgenauigkeitswerte, welche denjenigen mittels herkömmlicher Verfahren hergestellter ähnlicher Erzeugnisse überlegen waren. Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass das dargestellte Verfahren für unterschiedlichste Profilformen von speziellen Mehrfachprofil dicken eingesetzt werden kann. Wahlweise können die jeweiligen Verfahrensgänge entweder in einem kontinuierlichen Arbeitsverfahren oder in aufeinanderfolgenden Arbeitsgängen mit dazwischen liegenden Metallbehandlungsabschnitten vorgenommen werden.

Zwar wurde in dieser Beschreibung nur eine spezielle Vorrichtung erläutert, es wird jedoch festgestellt, dass die vorliegende Erfindung auch auf Vorrichtungen realisiert werden kann, die sich in ihrem Aufbau von der dargestellten Vorrichtung unterscheiden, sich jedoch für die Erreichung der beschriebenen Merkmale eignen.

