



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: B 23 P
B 21 C

13/02
3/00



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

PATENTSCHRIFT A5

(11)

625 448

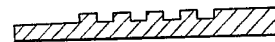
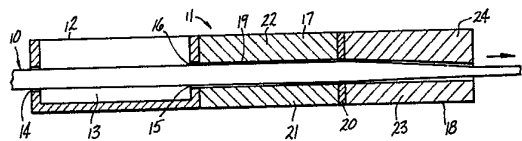
<p>(21) Gesuchsnummer: 16506/76</p>	<p>(73) Inhaber: Olin Corporation, East Alton/IL (US)</p>
<p>(22) Anmeldungsdatum: 31.12.1976</p>	
<p>(30) Priorität(en): 31.12.1975 US 645749</p>	<p>(72) Erfinder: Joseph Winter, New Haven/CT (US) Eugene Shapiro, Hamden/CT (US) Warren F. Smith, Branford/CT (US)</p>
<p>(24) Patent erteilt: 30.09.1981</p>	
<p>(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.09.1981</p>	<p>(74) Vertreter: A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG, Patentanwälte, Basel</p>

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Metallprofilstranges.

(57) Aus einem im wesentlichen rechteckigen Metallstrang wird durch Vorformen ein Metallprofilstrang mit einer im Querschnitt abgestuften Oberfläche hergestellt. Dieser vorgeformte Profilstrang wird unter Anwendung hydrodynamischer Schmierung durch eine Ziehmatrize gezogen, wobei die Querschnittsbreite des Stranges beibehalten wird und seine Dicke eine über den Querschnitt gleichmässig verteilte Ziehabnahme von mindestens 30 % erfährt.

Die Ziehvorrichtung besteht aus einem Schmiermittelbehälter (12), den der Strang (10) durchläuft, einem sich in der Ziehrichtung anschliessenden hydrodynamischen Bereich (17) und einem diesem nachfolgenden Reduktionsabschnitt (18) mit der Ziehmatrize.

Damit kann ein Profilstrang hoher Genauigkeit bei verkürzter Fertigungszeit hergestellt werden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung eines Metallprofilstranges von im wesentlichen rechtwinkligem Querschnitt, welcher Abschnitte von zumindest zwei unterschiedlichen Dicken aufweist, die mindestens an einer der Breitseitenflächen des Stranges eine abgestufte Oberflächenkonfiguration bilden, gekennzeichnet durch Ziehen eines vorgeformten Stranges durch eine dessen Querschnitt formende Ziehmatrize unter Vermeidung eines direkten Kontaktes zwischen dem Strang und der Ziehmatrize, unter Beibehaltung der Querschnittsbreite des Stranges, wobei eine Veränderung des Verhältnisses von der Länge der Umfangslinie zur Querschnittsfläche des Strangquerschnittes von mindestens 30% erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim Vorformen des Stranges eine dem Profilquerschnitt der Ziehmatrize ähnliche Profilkontur ausgebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das genannte Verhältnis in einem Bereich von 30 bis 50% verändert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim Ziehvorgang eine hydrodynamische Schmierung angewendet wird und dass bei einem Ziehdurchgang Ziehabnahmen im Bereich von 39 bis 55% vorgenommen werden.
5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der genannte Strang mittels eines Fräsverfahrens vorgeformt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der genannte Strang mittels eines Hobelverfahrens vorgeformt wird.
7. Metallprofilstrang, hergestellt nach dem Verfahren gemäss Anspruch 1.
8. Metallprofilstrang nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrfachprofilkontur im Mittelbereich einer Strang-Breitseitenfläche drei pyramidenstumpfförmige Vorsprünge umfasst.
9. Metallprofilstrang nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrfachprofilkontur im Mittelbereich einer Strang-Breitseitenfläche vier rechtwinklige Rillen umfasst.
10. Metallprofilstrang nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen durch zwei zueinander parallele Ebenen auf der einen Breitseitenfläche des Stranges festgelegt sind, und dass diese parallelen Ebenen zur gegenüberliegenden Breitseitenfläche konisch angeordnet sind.
11. Metallprofilstrang nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrfachprofilkontur auf einer Strang-Breitseitenfläche einen unsymmetrischen Zentralkanal umfasst und dass die gegenüberliegenden Seiten dieses Kanals unter Winkeln von 45 bzw. 90° zur Breitseitenfläche verlaufen.
12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Behälter (12) zur Aufnahme eines Schmiermittels (13), welcher in seinen Seitenwänden einen Durchlass (14, 15) zur Durchleitung des Metallstranges (10) aufweist, eine an den Behälter (12) angrenzende befestigte Matrizenanordnung (11), welche mit einer Öffnung (16) des Durchlasses (14, 15) eine Mehrfachprofil-Querschnittskontur festlegt und einen hydrodynamischen Bereich (17) sowie einen mit diesem verbundenen Reduktionsbereich (18) umfasst, wobei dieser Reduktionsbereich so ausgestaltet ist, dass eine Strangquerschnittsabnahme an den Strang-Breitseitenflächen vorgenommen wird und prozentual gleich grosse Ziehabnahmen an seinen unterschiedlichen Dicken zustande kommen.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Reduktionsbereich (18) der Matrizenanordnung (11) ein erstes Profilformelement (23) und ein zweites Profilformelement (24) sowie Mittel (27, 28) zur Einstellung der Höhen- und Breitseitenabmessung der von diesen Profilformelementen festgelegten Querschnittsfläche aufweist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellmittel paarweise zusammengehörige Abstandsstücke (27) wählbarer Dicke umfassen, welche zwischen den Profilformelementen (23, 24) zur Einstellung ihres Höhenabstandes angeordnet sind.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellmittel ferner ein Paar Unterlegteile (28) wählbarer Dicke umfassen, welche seitlich zwischen den Abstandsstücken (27) und dem ersten Profilformelement (23) zur Einstellung seiner Breitenabmessung angeordnet sind.
16. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der hydrodynamische Bereich (17) eine einstellbare Eintrittsdüse aufweist, welche eine zum Durchtritt eines schmiermittelbeschichteten Metallstranges ausreichend grosse Querschnittsfläche festlegt.
17. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Reduktionsbereich (18) eine einstellbare, die Mehrfachprofil-Querschnittskontur festlegende Ziehmatrize umfasst.
18. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zwischen dem hydrodynamischen (17) und dem Reduktionsbereich (18) vorgesehene Verbindung lösbar ausgebildet ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die lösbare Verbindung mittels einer zwischen den Stirnflächen der Matrize des Reduktionsbereiches und der Düse des hydrodynamischen Bereiches vorgesehenen Dichtgledes (20) flüssigkeitsdicht ausgebildet ist.
- Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Metallprofilstranges von im wesentlichen rechtwinkligem Querschnitt, welcher Abschnitte von zumindest zwei unterschiedlichen Dicken aufweist, die mindestens an einer der Breitseitenflächen des Stranges eine abgestufte Oberflächenkonfiguration bilden, auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens sowie auf dessen Erzeugnis.
- Für unterschiedliche Anwendungen ist es erforderlich, ein Profil mit mehreren Profildicken, nachstehend «Mehrfachprofil» genannt, aus einem Metallstrang bzw. Stangenmaterial anzufertigen.
- Die Erfindung hat die Aufgabe, ein Verfahren zur Herstellung eines Mehrfachprofil-Stranges zu schaffen, welcher als Endprodukt eine vergleichsweise hohe Genauigkeit besitzt und frei von Strukturfehlern sein soll. Auch soll eine grössere Strangverringering bei einer verkürzten Produktionszeit erreicht werden. Ferner soll eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens geschaffen werden, welche in ihrem praktischen Einsatz auf einfache Weise und rasch an unterschiedliche Änderungen von Grössen und Formabmessungen je nach dem zu fertigenden Endprodukt umgestellt werden kann.
- Die erfindungsgemässe Lösung ist bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art gekennzeichnet durch Ziehen eines vorgeformten Stranges durch eine dessen Querschnitt formende Ziehmatrize unter Vermeidung eines direkten Kontaktes zwischen dem Strang und der Ziehmatrize, unter Beibehaltung der Querschnittsbreite des Stranges, wobei eine Veränderung des Verhältnisses von der Länge der Umfangslinie zur Querschnittsfläche des Strangquerschnittes von mindestens 30% erfolgt.
- Weiterhin umfasst die Erfindung eine Vorrichtung, die gemäss dem Patentanspruch 12 gekennzeichnet ist.
- Das nach dem Verfahren gemäss Patentanspruch 1 hergestellte Strangmaterial wird vor dem Durchführen des Ziehvorganges so vorgeformt, dass beim Vorformen bereits die ungefähre Form des gewünschten Endproduktes vorgezeichnet ist. Das Vorformen kann nach einer Vielzahl unterschiedlicher Ver-

fahren vorgenommen werden, wie z. B. mittels Fräsen oder Hobeln.

Weitere Vorteile des Verfahrens und der Vorrichtung nach der Erfindung bestehen darin, dass beim Ziehen, wenn überhaupt, nur ein geringer Abfall anfallen kann; ferner wird die Fertigungszeit für eine Stranglänge erheblich verkürzt, und der erforderliche Energieaufwand für die Herstellung unterschiedlicher Mehrfachprofilteile wird entschieden gesenkt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Ziehverfahren wird mit einer Herabsetzung der Reibkraft bei der Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens sichergestellt, dass eine grössere Ziehabnahme vorgenommen werden kann, ohne dass ein Verbiegen oder sogar ein Bruch des Profilstranges auftritt, wie dies bei herkömmlichen Ziehverfahren bei vergleichsweise grosser Ziehabnahme häufig der Fall war. Ferner lassen sich auch die Ziehmatrizenanteile auf einfache Weise in die erfindungsgemässe Vorrichtung einbauen und rasch austauschen bzw. verstellen, womit eine hohe Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Abmessungen oder Profilformen der herzustellenden Teile gegeben ist. Schliesslich besitzen die Fertigprodukte eine unerwartet hohe Massgenauigkeit und sind vollständig frei von Strukturfehlern, wie beispielsweise Längsbiegungen, Welligkeiten oder Materialsprüngen.

Nachstehend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ziehgesenkanordnung nach den Merkmalen der Erfindung im Längsschnitt und einen durch diese Anordnung hindurchlaufenden Mehrfachprofil-Strang,

Fig. 2 eine perspektivische auseinandergezogene Darstellung der Gesenkanordnung gemäss Fig. 1 zur Veranschaulichung einzelner Bauteile,

Fig. 3 eine schematische Queransicht des Ziehbereichs der Gesenkanordnung nach der Erfindung und

Fig. 4 und 5 schematische Querschnittsansichten von Mehrfachprofil-Querschnittssträngen, welche nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellt sind.

Mit dem nachstehend noch im einzelnen beschriebenen Verfahren sowie der Vorrichtung zu dessen Durchführung lassen sich Mehrfachprofil-Metallstränge mit einer hohen Massgenauigkeit fertigen, indem beim Ziehvorgang eine hydrodynamische Schmierung vorgenommen wird, wodurch ein unmittelbarer Oberflächenkontakt zwischen dem Strang und dem Ziehgesenk verhindert wird.

Weiterhin wird von dem erwähnten Verfahren das Ziehen eines vorgeformten Stranges durch eine Ziehgesenkanordnung vorgenommen, die eine zum vorgeformten Strang korrespondierende Mehrfachprofil-Konfiguration besitzt, wobei zusätzlich zur Vermeidung des unmittelbaren Oberflächenkontaktes die Breitenabmessung des Stranges unverändert beibehalten bleibt und das Verhältnis von Strangoberfläche zu Strangquerschnittsfläche eine Änderung von zumindest 30% und vorzugsweise in einem Bereich von 30 bis 50% erfährt. Vermittels des Einsatzes einer hydrodynamischen Schmierung kann bei einem Ziehdurchgang eine Ziehabnahme von 39 bis 55% der Dicke erreicht werden. Es wurde bereits eingangs hervorgehoben, dass früheren Bemühungen, Produkte mit einer Mehrfachprofil-Konfiguration herzustellen, nur ein vergleichsweise geringer Erfolg beschieden war, und zwar insbesondere deshalb, weil eine durch Dickenänderung bei einer vorgegebenen Form hervorgerufene Ungleichförmigkeit des Metallflusses zu unregelmässigen Materialspannungen führte und damit zu Belastungen, welche eine Welligkeit, Verdrehung oder sogar einen Bruch des Werkstückes zur Folge hatten. Demgemäss wurden Mehrfachprofile auf dem Wege eines Ziehvorgangs nur in begrenztem Masse und auch nur bei einfachen geometrischen Formen, wie bei Keil- oder Trapezform, verwendet. Im US-Patent 627 558 von White und in der GB-PS 563 820 von Bolton et al. sind Beispiele für Strangfor-

men angeführt, die mittels Ziehverfahren hergestellt wurden. Bei Versuchen zur Herstellung von dünnen Strangprodukten, welche eine Mehrfachprofil-Konfiguration mit zumindest zwei unterschiedlichen Dickenabmessungen aufweisenden und eine abgestufte Oberfläche begrenzenden Bereichen besitzen oder aber eine ähnlich komplexe Form aufweisen sollten, haben sich die vorgenannten Schwierigkeiten bestätigt und die Anwendung eines Ziehverfahrens galt als wirtschaftlich ungünstig. Ein spezieller Grund für diese Annahme lag in der besonderen Grössenordnung der Verhältnisse zwischen der Oberfläche und der Querschnittsfläche, die bei der Herstellung von Strängen der genannten Form verlangt waren, insbesondere für Produkte, die in der elektronischen Industrie derzeit zur Anwendung kommen. Wenn nämlich Stränge mit grossen Verhältniszahlen von Oberfläche zur Querschnittsfläche gezogen werden sollen, steigen die Reibkräfte, welche eine Funktion des Oberflächenkontaktes mit dem Gesenk darstellen, auf einen unzulässig hohen Wert an, was dazu führt, dass eine Ziehkraft benötigt werden würde, die in einer Grössenordnung liegt, welche den Strang praktisch abtrennen würde. Erfindungsgemäss kann aber das Verhältnis von Querschnittsfläche und Oberfläche vergleichsweise gross sein, wobei der erhaltene Strang keine Verringerung seiner Breitenabmessung erfährt, während die Änderung der Querschnittsfläche dieses Stranges auf einen Wert bis zu 55% ansteigen kann. Im einzelnen wird bei dem durch den Ziehvorgang erfolgenden Ausdünnen des Stranges dessen Fähigkeit herabgesetzt, die zur Überwindung der resultierenden Reibkraft an der im wesentlichen gleichbleibenden Oberfläche notwendige Ziehkraft aufzubringen. Es soll hervorgehoben werden, dass weder die Kenntnis dieser Vorgänge noch deren technische Beherrschung in bezug auf die hier in Frage kommenden Formen in einer der vorgenannten Veröffentlichungen erwähnt wurden.

Entsprechend hat es sich erwiesen, dass ein Ziehvorgang auf einen vorgeformten Strang unter Erzielung von Querschnittsreduktionen in der Grössenordnung von 39 bis 55% pro Ziehdurchgang ausgeübt werden kann, ohne dass entweder ein unmittelbarer Oberflächenkontakt zwischen Streifen und Gesenk noch eine Veränderung der Breitenabmessung des erzeugten Stranges erfolgt. Dieses letztgenannte Merkmal ist von gravierender Bedeutung, da grundsätzlich die üblicherweise zum Einsatz kommenden Ziehvorgänge eine Veränderung der Breitenabmessung des Werkstücks entweder in Form einer Verringerung oder einer Ausdehnung je nach dem Metallfluss mit sich bringen. Wenn z. B. eine Breitenverringern gleichförmig und in Relation zur Dickenreduzierung vorgenommen wird, strebt das Verhältnis zwischen der vorgenannten Oberfläche zu der Querschnittsfläche eines Stranges danach, konstant zu bleiben, und die Ziehkräfte werden entsprechend proportional zur Strangfestigkeit bei der verringerten Dicke herabgesetzt. Als Gegensatz soll hervorgehoben werden, dass erfindungsgemäss bei einer nicht gleichförmigen Strangverjüngung ein Ansteigen des Verhältnisses zwischen der Oberfläche und der genannten Querschnittsfläche erreicht werden kann, ohne dass eine Veränderung der Breitenabmessungen während des Ziehvorganges eintritt. Es wird die Realisierbarkeit des erfindungsgemässen Verfahrens zum Teil der hydrodynamischen Schmierung am Ziehgesenk zugeschrieben, insbesondere unter Berücksichtigung der Tatsache, dass es in der Natur einer nicht gleichförmigen Reduktion liegt, dass sie eine grössere Belastung des Werkstückes darstellt. Ein weiteres Merkmal, welches zur erfolgreichen Einsetzbarkeit des vorliegenden Verfahrens beiträgt, besteht in der Formgebung des Ziehwerkzeugs, welches im Reduktionsbereich der Gesenkanordnung untergebracht ist. Im einzelnen legen die Oberflächen dieses Ziehgesenks diejenigen Flächenabschnitte unterschiedlicher Profilabmessungen und im einzelnen abgestimmten Winkel fest, wodurch eine prozentual gleich grosse Ziehabnahme der Stranghöhe über einen gesamten Abschnitt eines Stranges an einem jeden innerhalb einer Deforma-

tionszone betrachteten Querebenen-Bereich erfolgt. Das vorgenannte Merkmal wird nachstehend noch ausführlicher erläutert.

Bei dem erfindungsgemässen Verfahren kommt eine hydrodynamische Schmierung zum Einsatz. Das wesentliche Merkmal, welches eine hydrodynamische Schmierung von einer Dünnfilm- oder Grenzschriftschmierung, wie sie bei herkömmlichen Ziehvorgängen verwendet wird, unterscheidet, besteht darin, dass der Schmiermittelfilm ausreichend dick ist, um eine Berührung zwischen dem zu verformenden Metall und dem Ziehgesenk zu verhindern.

In Fig. 1 ist schematisch eine Vorrichtung zur Durchführung der beschriebenen Verfahrensschritte dargestellt, bei welcher ein Mehrfachprofil-Strang 10 durch eine Ziehwerkzeuvorrichtung 11 hindurchgeleitet wird. Dieser Strang durchquert zunächst einen Behälter 12, in dem eine Menge eines Schmiermittels 13, die für eine vollständige Überdeckung des Stranges ausreicht, enthalten ist. Das Hindurchführen durch den Behälter 12 erfolgt über Öffnungen 14 bzw. 15, die linear in bezug auf einen Einlass 16 eines hydrodynamischen Bereiches 17 ausgerichtet sind. Der in den hydrodynamischen Bereich 17 eintretende Strang trägt somit an seinen Oberflächen Schmiermittel 13, welches während des Hindurchtritts durch den Behälter 12 aufgenommen wurde.

Am hydrodynamischen Bereich 17 ist eine einstellbare Einlassdüse vorgesehen, welche eine Querschnittsfläche umgrenzt, die ausreichend gross ist, um den Durchtritt eines schmiermittelbeschichteten Stranges 10 zuzulassen. Sobald dieser Strang 10 durch den hydrodynamischen Bereich 17 hindurchtritt, wird das aufgenommene Schmiermittel während der Werkstückbewegung zusammengepresst und übt damit einen erheblichen Druck auf den Strang aus. Der innerhalb des Reduktionsbereiches 18 herrschende Schmiermitteldruck muss ausreichend hoch sein, damit die von dem Gesenk vorgegebene Formänderung vorgenommen werden kann, ohne dass es zu einem direkten Oberflächenkontakt zwischen dem Ziehgesenk und dem Strang kommt. Der Aufbau des Schmiermitteldrucks hängt von mehreren Faktoren ab, wie der Viskosität des Schmiermittels, der Länge der Einlassdüse, der Zuggeschwindigkeit, der Toleranz zwischen dem Strang und der Düse des durch den Reduktionsbereich hindurchgeführten Schmiermittels. Diese genannten Faktoren können variiert werden, um die jeweils benötigten Druckverhältnisse zu erzeugen, die bei einer gewünschten Querschnittsreduzierung des Stranges herrschen müssen, worauf jedoch nachstehend noch näher eingegangen wird. Der unter dem Schmiermitteldruck stehende bewegte Strang tritt aus dem hydrodynamischen Bereich 17 in den Reduktionsbereich 18 ein, wo er auf seine endgültige Form gezogen wird. Dieser Reduktionsbereich 18 umfasst ein Ziehgesenk, welches die Mehrfachprofil-Konfiguration festlegt. Wie bereits vorstehend erläutert wurde, findet der Ziehvorgang ohne einen unmittelbaren Oberflächenkontakt zwischen dem Ziehgesenk und dem Strang 10 statt und auch ohne, dass eine Breitenveränderung des Stranges 10 als Folge der Durchführung durch den Reduktionsbereich 18 auftritt. Die jeweilige Ausformung des Mehrfachprofils, welches als Endprodukt den Reduktionsbereich 18 verlässt, kann auf einfache Weise durch einen Austausch unterschiedlich profilierter Gesenkteile erfolgen. Ferner lässt sich mit dem beschriebenen Ziehverfahren ein Ziehvorgang in vergleichsweise kurzer Zeit bei einer gleichzeitigen Erzielung von grösseren Reduktionen pro Ziehdurchgang erreichen, da aufgrund des Einsatzes der hydrodynamischen Schmierung eine starke Reduktion der Reibkomponenten der Ziehkräfte erreicht wird.

Wie bereits ausgeführt, kann über die hydrodynamische Schmierung ein Schmiermitteldruck vorgesehen werden, welcher es ermöglicht, dass das Ziehen des Stranges ohne einen unmittelbaren Oberflächenkontakt zwischen dem Strang und dem Gesenk erfolgen kann. Mehrere Faktoren sind für die Ermittlung eines hinreichenden Schmiermitteldruckes verantwortlich und sollen deshalb nachstehend genauer behandelt werden.

Einer der genannten Faktoren ist die Schmiermittelveiskosität, welche abhängig ist von der Zusammensetzung des gewählten Schmiermittels. Die zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens verwendeten Schmiermittel umfassen herkömmliche Ziehöle und Ziehseifen. Es hat sich gezeigt, dass sich Ziehseifen besser eignen, da sie eine erheblich höhere Viskosität besitzen, wodurch vorteilhafterweise bestimmte Strukturprobleme überwunden werden können, von denen lediglich die Verhinderung eines unerwünschten Schmiermittelverlustes und auch die vorteilhafte Aufrechterhaltung eines genügenden Druckes genannt seien. Die Herstellung lässt sich deshalb einfacher gestalten, und die Abdichtprobleme und -einrichtungen zwischen den einzelnen Teilen der Vorrichtung sind weniger problematisch. Ausserdem werden durch die Schmiermittelveiskosität noch weitere Faktoren der Proportionierung der Vorrichtung beeinflusst, wie z. B. die Länge der Einlassdüse und die Toleranz zwischen dem Strang und dieser Düse. Somit ist es möglich, dann, wenn ein Schmiermittel mit einer hohen Viskosität verwendet wird, die Einlassdüsenlänge geringer zu halten und die Toleranz 19 gemäss Fig. 1 zu vergrössern, was den Vorteil hat, dass die Genauigkeitsvoraussetzungen für die Bemessung des eintretenden Stranges nicht besonders hochwertig angesetzt zu werden brauchen, da die Toleranz eine gewisse Ausgleichsmöglichkeit beinhaltet.

Andere Faktoren, welche den Schmiermitteldruck beeinflussen, wie z. B. die Ziehgeschwindigkeit, die Flussrate des Schmiermittels durch den Reduktionsbereich, stehen in einer positiven Wechselbeziehung zum Optimaldruck. So bringt z. B. eine ansteigende Ziehgeschwindigkeit eine ebenfalls ansteigende Flussrate des Druckmittels mit sich, wobei beide Faktoren den auf den einlaufenden Strang ausgeübten Druck ansteigen lassen.

Wie auch schon erwähnt, besteht ein weiteres Merkmal beim beschriebenen Verfahren in der besonderen Ausführung des Reduktionsbereiches, wobei bestimmte Abmessungskriterien sich als wichtig herausgestellt haben, um sicherstellen zu können, dass als Endprodukt ein Strang erhalten wird, welcher eine hohe Gradrichtung ohne Welligkeit besitzt. Die wesentlichen Kriterien sind im einzelnen:

1. Dasselbe Volumenmaterial, welches dem Ziehgesenk zugeführt wird, muss an dessen Ende ausgetragen werden.
2. Es muss eine prozentual gleich grosse Höhenabnahme des Stranges über dessen gesamten Querschnitt erhalten werden, wobei diese Abnahme gleichförmig an jedem Querebenen-Bereich über die Deformationszone hinweg stattfinden soll. Dies bedeutet, dass dann, wenn man die Querebenen an jedem Punkt längs der Deformationszonen betrachtet, die prozentuale Abnahme über den gesamten Strangbereich einschliesslich sämtlicher variierender Profildbereiche gleich sein soll. Entsprechend dieser Erfordernisse müssen die Oberflächen des Ziehgesenks, welches die Profilveränderung festlegt, zueinander unter leicht unterschiedlichen Winkeln verlaufen und auch im Hinblick auf die Längsrichtung des Stranges. Dieser Gesichtspunkt wird noch im einzelnen anhand der Beschreibung des Ziehgesenks gemäss Experiment I belegt.

3. Weiterhin darf keine Änderung der Breitenabmessung des Stranges infolge des Ziehvorgangs auftreten. Aufgrund dieser Forderung kann nun die Ziehabnahme nicht gleichmässig über die gesamte Oberfläche des Werkstücks hinweg vorgenommen werden, mit dem Ergebnis, dass das Verhältnis zwischen Oberfläche und Querschnittsfläche sich zumindest um 30% verändert und im einzelnen im Bereich zwischen 30 und 50%. Mit dieser Veränderung unterscheidet sich die Herstellung eines Produktes nach dem erfindungsgemässen Verfahren von den bislang bekannten Vielfachprofil-Herstellungen bzw. -Produkten. Weiterhin wird mit der Erhaltung der im wesentlichen selben Oberflächenkomponenten über den Ziehvorgang hinweg eine überraschende Massnahme ergriffen, da die Reibkomponenten während des Ziehvorgangs nicht proportional verringert werden, wie dies bei herkömmlichen Ziehvorgängen der Fall ist, wobei sämt-

liche Abmessungen des Werkstücks gleichzeitig proportional verringert werden. Insbesondere wird mittels der spezifischen Reduzierung der Strangquerschnittsfläche eine erfolgreiche Einsetzbarkeit des beschriebenen Verfahrens möglich, wobei es um so erstaunlicher ist, dass der erkennbar reduzierte Strang nur in einem geringen Umfang durch die an der tatsächlich unveränderten Oberfläche ausgeübten hohen Reibkräfte verworfen wird.

Diese vorgenannten Kriterien legen ferner Richtlinien zur Ermittlung von Ziehwickeln in ihrer grossen Variationsbreite fest, wodurch ein hervorragendes Merkmal des beschriebenen Verfahrens gekennzeichnet ist. Der nach diesen Merkmalen hergestellte Strang ist frei von strukturellen Fehlern und weist gleichförmig enge Toleranzbereiche auf.

Um die vorteilhaften Merkmale in der Praxis zu belegen, wurden die nachstehenden Versuche zur Herstellung eines Mehrfachprofil-Strangprodukts durchgeführt. Das für experimentelle Zwecke am typischsten geformte Profil ist in Fig. 3 gezeigt und besitzt grosse Massdifferenzen in der Dicke 0,813 und 0,457 mm (0.032'' und 0.018''), ferner einen nicht symmetrischen Zentralkanal mit einander gegenüberliegenden Seiten, die zueinander unter einem Winkel von 90° und einem von 45° verlaufen. Es wird hervorgehoben, dass die nachstehenden Versuche lediglich zur Illustration dienen sollen und keineswegs erfindungsbegrenzend sein können.

Versuch I

Strangreduktion bei einem Einfachziehdurchgang

Bei dieser Versuchsreihe wurde ein rechtwinkliger Strang in einer Grösse von 30,56 × 2,44 mm (1.203'' × 0.096'') auf die in Fig. 3 dargestellte Formkontur gefräst. Der hydrodynamische Bereich der Ziehvorrichtung besass eine parallele Einlassdüse

mit einer Länge von 25,4 mm (1'') und einem Spiel zwischen dem Strang und der Düse von 0,254 mm (0.010''). Der Reduktionsbereich umfasste ein Ziehgesenk, welches einen Ziehwinkel von 10° am dickeren Bereich des Stranges und einen Winkel von 1° 16' am dünneren Bereich besass. Der hydrodynamische und der Reduktionsbereich waren abgedichtet miteinander verbunden, und zwar über eine 0,127 mm (0.005'') dicke Flachkupferdichtscheibe, durch welche verhindert wurde, dass unter Druck befindliches Schmiermittel austreten konnte. Unterschiedliche Ausgangskaliber wurden durch eine Einstellung von Breiten- und Höhenabmessungen vorgesehen, indem Abstandsteile und Ausgleichsbleche mit unterschiedlichen Dickenabmessungen verwendet wurden. Drei unterschiedlich grosse Ausgangskaliber wurden wie nachstehend getestet:

Verringerung in %	Kaliber dicker Bereich	Kaliber dünner Bereich
20	2,083 mm (0.082'')	1,168 mm (0.046'')
27	1,70 mm (0.067'')	0,97 mm (0.038'')
39	1,22 mm (0.048'')	0,69 mm (0.027'')

25

Die Verfahren wurden unter Verwendung der drei Kaliber mit der vorstehenden Abmessung in einem einzigen Durchgang vorgenommen, um die Realisierbarkeit derartiger Verfahrensschritte zu ermitteln. Die Ergebnisse dieser Versuche werden in der nachstehenden Tabelle I angegeben.

Tabelle I
Einfachziehdurchgang bei zunehmender Ziehabnahme

Durchschnittliche Eingangsabmessungen (mm)		Durchschnittliche Ausgangsabmessungen (mm)		Durchschnittliche Vol.-%-Abnahme
dicker Bereich	dünner Bereich	dicker Bereich	dünner Bereich	
2,40 (0.0945'')	1,45 (0.0570'')	1,99 (0.0785'')	1,11 (0.0437'')	20
2,4 (0.0945'')	1,45 (0.0570'')	1,76 (0.0693'')	1,04 (0.0408'')	27
2,03 (0.0799'')	1,13 (0.0446'')	1,24 (0.0489'')	0,72 (0.0285'')	39

Aus den vorgenannten Daten ergibt sich, dass eine Verringerung bei den jeweiligen Abmessungen sowohl wie vorausgesagt eintrat als auch gleichförmig war, und dass eine Einfach-Ziehdurchgangverringerng von 39% erzielt werden konnte.

Weitere Experimente haben gezeigt, dass eine 55%ige Verringerung unter Berücksichtigung der theoretischen Überlegung der Vernachlässigung von Reibung und kompensierender Werkstoffhärtung erzielt werden kann und dass sich unter Zugrundelegung der oben genannten Ergebnisse aussagen lässt, dass das Maximum einer Einfach-Ziehreduktion zwischen 39 und 55% Volumenabnahme liegt.

60

Versuch II

Gesamtziehabnahme mittels mehrerer Ziehdurchgänge
Das Ausgangsmaterial, welches ähnlich zu dem im Versuch I verwendeten ausgeformt war, wurde aufeinanderfolgend Verringerungen von 18, 12 und 30% unterzogen, wobei jeweils die Stärken- und Breitenveränderungen gemessen wurden. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der nachstehenden Tabelle II aufgeführt.

Tabelle II
Abmessungen und Dickenänderungen des gezogenen Stranges

Anzahl der Zieh-Durchläufe	Dicke (mm)		Breite (mm)	Zieh-abnahme je Durchgang (%)	Gesamt-zieh-abnahme (%)
	dicker Bereich	dünnere Bereich			
*	2,44 ± 0,05 (0.0960 ± 0.002'')	1,37 ± 0,25 (0.0540 ± 0.010'')	30,63 (1.206'')	—	—
1	1,98 ± 0,003 (0.078 ± 0.0001'')	1,07 ± — (0.0422 ± —)	29,10 (1.181'')	18	18
2	1,73 ± 0,008 (0.0680 ± 0.0003'')	0,95 ± 0,008 (0.0375 ± 0.0003'')	28,97 (1.180'')	12	30
3	1,20 ± 0,02 (0.0472 ± 0.0006'')	0,67 ± — (0.0263 ± —)	29,92 (1.178'')	30	51

Von den vorstehend aufgeführten Werten ist ersichtlich, dass die Dickenschwankungen des gezogenen Werkstücks geringer sind als diejenigen beim Ausgangsmaterial. Im einzelnen waren die Schwankungen geringer als $\pm 0,0254$ mm ($\pm 0.001''$), was geringer ist als die Standardtoleranz bei herkömmlichen gewalzten Strängen, die bei den hier vorliegenden Abmessungen 0,05 mm ($0.002''$) betragen.

Versuch III

Spezifische Mehrfachprofil-Werkstücke

Eine Reihe von speziellen Werkstücken mit unterschiedlich ausgeformten Mehrfachprofil-Konfigurationen wurden zur weiteren Veranschaulichung des beschriebenen Ziehvorgangs erstellt. Diese Teile wurden im wesentlichen mittels Fräsverfahren

vorgeformt, wie sie in der vorgenannten Parallelanmeldung näher beschrieben sind. Bei den meisten Teilen waren zwei grundlegende Profilteile, d. h. Abmessungsveränderungen, ausgebildet mit der Ausnahme der Teile 2 und 5, deren Profilschnitt in den Fig. 4 bzw. 5 gezeigt ist. Der Ziehvorgang wurde bis zu einer etwa 30%igen Verringerung der Strangquerschnittsfläche durchgeführt, und die Masse wurden jeweils an den Werkstücken vor und nach dem Ziehvorgang genommen, um die Querschnittsumfänge und -Flächen aufzuzeichnen, deren Verhältnisse einen Vergleich zwischen der Oberfläche und der Querschnittsfläche (S_L/A) darstellen, die aus diesen Werten zu ermitteln sind. Die Messergebnisse von den Anfangs- und Endgrößen sind in der nachstehenden Tabelle III aufgelistet.

Tabelle III

Teil	S_L^* (mm)		A^{**} (mm ²)		S_L/A		$\Delta S_L/A^{***}$	$\Delta S_L/A$ (%)
	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende		
1	75,18 (2.960'')	74,07 (2.916'')	29,03 (.045'')	20,32 (.0315'')	65,8	92,6	26,8/65,8	40,7
2	65,41 (2.575'')	60,96 (2.400'')	54,58 (.0846'')	38,19 (.0592'')	30,4	40,5	10,1/30,4	33,2
3	77,80 (3.063'')	76,71 (3.020'')	41,03 (.0636'')	28,71 (.0445'')	48,2	67,8	19,6/48,2	40,7
4	92,30 (3.634'')	91,29 (3.594'')	58,77 (.911'')	41,16 (.0638'')	39,9	56,3	16,4/39,9	41,1
5	35,56 (1.400'')	34,34 (1.352'')	8,26 (.0128'')	5,80 (.009'')	109	150	41/109	37,6
6	75,87 (2.987'')	74,57 (2.936'')	37,23 (.0577'')	26,06 (.0404)	51,7	72,7	21/51,7	40,6

* Umfang des Teilequerschnitts

** Querschnittsfläche des Teils

*** $\frac{S_L/A \text{ Ende} - S_L/A \text{ Anfang}}{S_L/A - \text{Anfang}}$

Die vorstehende Tabelle III belegt, dass die Veränderungen von Oberfläche zur Querschnittsfläche, welche durch die Werte unter $\Delta S_L/A$ (mm%) dargestellt sind, innerhalb der vorgenannten Bereiche von 30 bis 50% liegen. Derartige Größenordnungen von Veränderungen sind von entscheidender Bedeutung und untermauern die Erzielbarkeit eines hochqualitativen Strangproduktes mit dem beschriebenen Verfahren.

Die zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens eingesetzte Vorrichtung, welche einen Mehrfachprofil-Metallstrang unter Anwendung hydrodynamischer Schmierung im Ziehver-

fahren herstellen lässt, umfasst eine Ziehgesenkanordnung mit einem veränderbaren Aufbau, so dass eine einfache Anpassmöglichkeit an Größen und/oder Profilveränderungen des herzustellenden Erzeugnisses möglich ist.

Unter erneuter Bezugnahme auf Fig. 1 sei gesagt, dass der Behälter 12, welcher eine Menge eines Schmiermittels 13 aufnimmt, geradlinig in bezug auf den hydrodynamischen Bereich ausgerichtet ist, so dass ein Strang 10 durch die Öffnungen 14 und 15 in den eine Einlassdüse aufweisenden hydrodynamischen Bereich 17 eintreten kann. Gemäss einer abgewandelten Aus-

föhrungsform der Erfindung kann der hydrodynamische Bereich 17 abnehmbar mit dem Reduktionsbereich 18 verbunden sein. Eine derartige Verbindung zwischen dem hydrodynamischen Bereich 17 und dem Reduktionsbereich 18 wird gemäss Fig. 2 flüssigkeitsdicht gehalten mittels eines Dichtungselementes 20, das beispielsweise aus einer etwa 0,15 mm (0.005'') dicken Kupferflachdichtung bestehen kann. Beide, der hydrodynamische Bereich 17 und der Reduktionsbereich 18, umfassen ein erstes und ein zweites Formbegrenzungselement. Im hydrodynamischen Bereich 17 bildet das erste Düsenelement 21 die Basis der Düse und das zweite Düsenelement 22 deren Abdeckung, welche auf der Basis befestigt ist. Auf die entsprechende Weise besitzt der Reduktionsbereich 18 ein erstes Ziehelement 23, das als Basis für das Ziehgesenk dient, und ein zweites Ziehelement 24, welches mit dem ersten verbunden ist.

Zusätzlich zu dem ersten und zweiten Formbegrenzungselement umfasst die Gesenkanordnung Mittel zur Einstellung der Höhen- und Breitenabmessungen der Querschnittsflächen, welche durch die genannten Elemente umgrenzt werden. Bei der Betrachtung der Fig. 2 ist ersichtlich, dass bestimmte Bauteile zwischen den ersten Elementen 21 und 23 und den zweiten Elementen 22 und 24 der jeweiligen Bereiche 17 und 18 vorgesehen sind. Diese Elemente, soweit sie als Einstellmittel für die Höhenabmessung dienen, bestehen aus einem Paar von Abstandsstücken 25 innerhalb des hydrodynamischen Bereichs 17 und einem Paar weiterer Abstandsstücke 27, die im Reduktionsbereich 18 vorgesehen sind. Die Abstandsstücke 25 innerhalb des hydrodynamischen Bereichs 17 sind normalerweise mit parallel zueinander verlaufenden Oberflächen ausgestattet, da eine Streifenverringernng in diesen Bereichen nicht vorgenommen werden soll. Anders sind die Abstandsstücke 27 an ihren horizontalen Aussenflächen geringfügig abgeschrägt, so dass sie mit den korrespondierenden Abschrägungen der Elemente 23 und 24 des Reduktionsbereiches 18 zusammenwirken. Die Abstandsstücke 25 und 27 können in ihrer Dicke veränderbar sein, um eine entsprechende Einstellung in der Höhe dieses Bereiches zu ermöglichen.

Zur Verstellung der Breitenabmessungen ist ein Paar von Unterlegklötzen 26 im hydrodynamischen Bereich 17 und 28 innerhalb des Reduktionsbereiches 18 vorgesehen. Aus der Darstellung gemäss Fig. 3 ist ersichtlich, dass diese Unterlegklötze

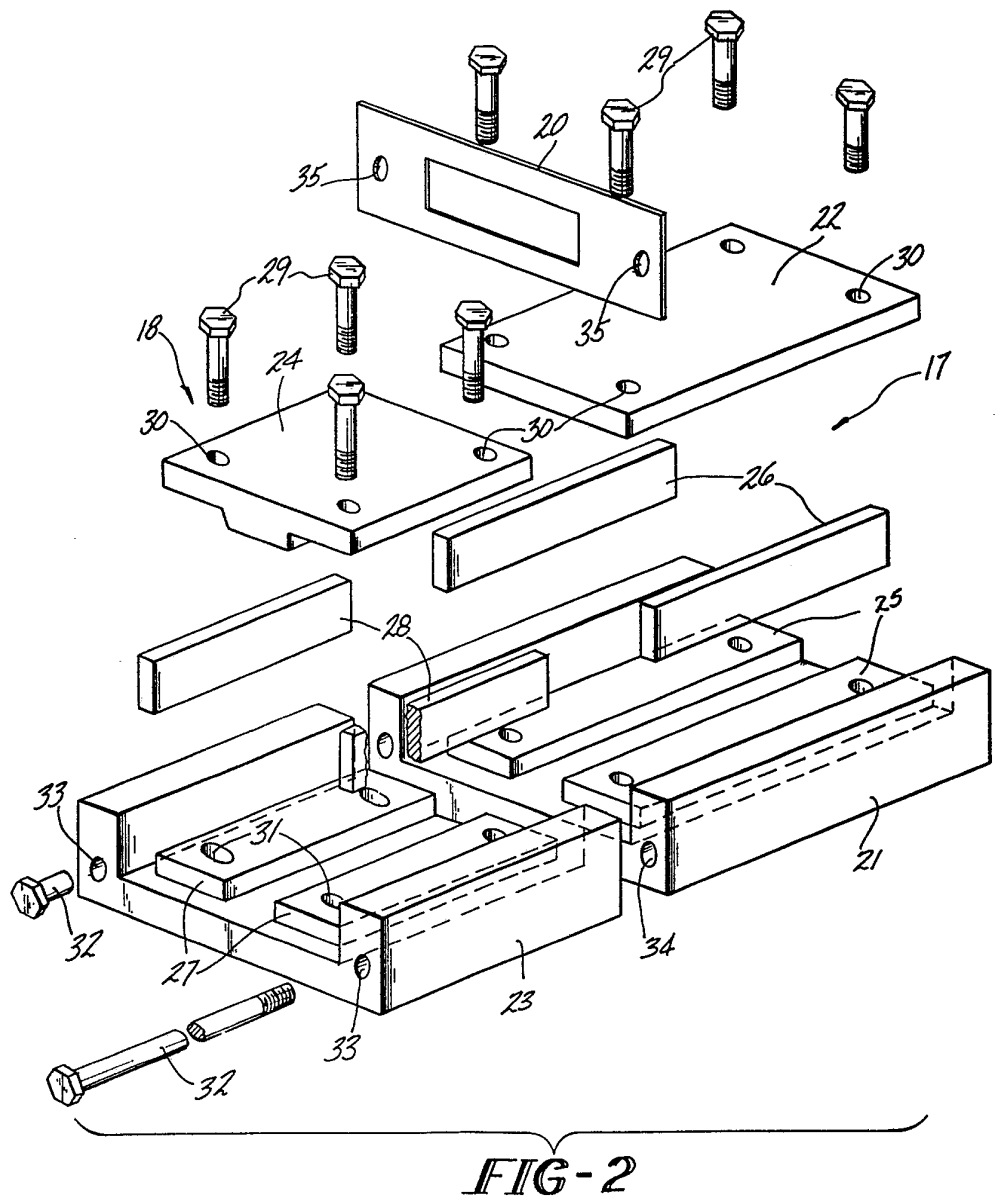
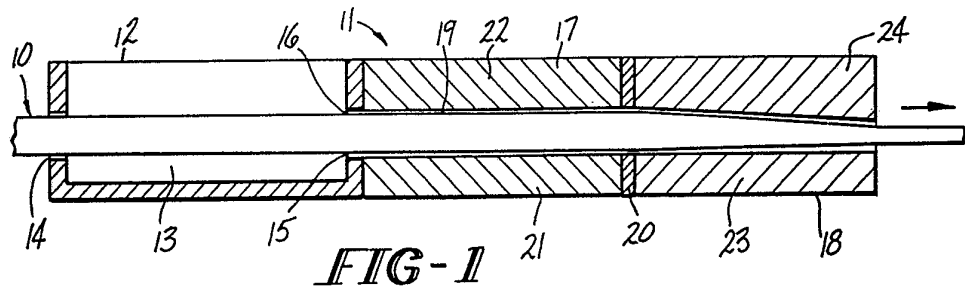
seitlich zwischen den Abstandsstücken, die hier mit 27 bezeichnet sind, und dem ersten Ziehelement angeordnet sind.

Weiterhin ist aus den Darstellungen in den Fig. 2 und 3 zu ersehen, dass beide Bereiche der Ziehanordnung miteinander über Bolzen 29 verbunden sind, wobei zum Durchtritt für diese Bolzen Öffnungen 30 in einer speziellen Weise ausgebildet sind, um die Bolzen in den Formbegrenzungselementen zu verankern. Beide Abstandsstücke 25 und 27 sind mit in spezieller Weise aufgeweiteten Einstellöffnungen 31 versehen, die eine seitliche Verschiebung der Abstandsstücke gestatten, während die Bolzen 29 in ihre Gewinde eingeschraubt, jedoch nicht festgezogen werden, damit die von den einsetzbaren Unterlegklötzen variabler Grösse geforderten Breitenveränderungen vorgenommen werden können.

Die beiden Bereiche der Ziehvorrichtung gemäss den Fig. 1 und 2 werden untereinander mittels der Schrauben 32 befestigt, indem die Schrauben durch Passbohrungen 33 im grösseren Teil des Ziehelements 23 hindurchgeführt und in Bohrungen 34, die im Formbegrenzungselement 21 vorgesehen sind, verankert werden. Entsprechende Öffnungen 35 sind im Dichtungselement 20 vorgesehen, damit die Bolzen 32 auch durch dieses Element hindurchgeführt werden können.

Die vorstehende Beschreibung der Vorrichtung anhand der zeichnerischen Darstellung soll lediglich eine Möglichkeit der Ausbildung einer Ziehgesenkanordnung darstellen und keineswegs als eine abschliessende Aufzählung von Ausführungsbeispielen angesehen werden, die durch Verändern der Grössenabmessungen, Ausformungen der Bauteile u. dgl. von einem berufenen Fachmann im Rahmen der erfindungsgemäss erteilten Lehre hergestellt werden können. Entsprechend kann die vorstehend beschriebene Anordnung aus einer Vielzahl von bekannten und geeigneten Materialien hergestellt werden.

Das nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren hergestellte Produkte besitzt eine matt scheinende Oberflächentextur und ist somit gleichförmig nicht-reflektierend. Diese Oberflächentextur ist auf die Verwendung von hydrodynamischen Schmiermitteln zurückzuführen, da hierbei durch das oberflächliche Eindringen des hochviskosen Schmiermittels geringe Einkerbungen erzeugt werden. Das erhaltene Endprodukt besitzt keinerlei Ähnlichkeit mit der typischen Textur von wärmebehandelten Oberflächen, wie sie bei herkömmlichen Metallbearbeitungsverfahren erscheint.



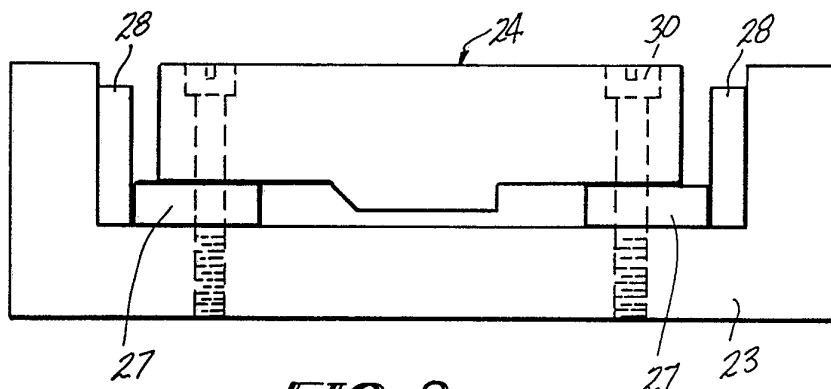


FIG-3



FIG-4



FIG-5