



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 682552 A5

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: B 41 J 31/10  
G 11 B 23/04  
B 23 Q 7/14

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

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 3133/90

⑦③ Inhaber:  
SM Engineering AG, Wollerau

㉔ Anmeldungsdatum: 28.09.1990

⑦② Erfinder:  
Stöckli, Xaver, Richterswil  
Messerli, Jürg, Samstägern

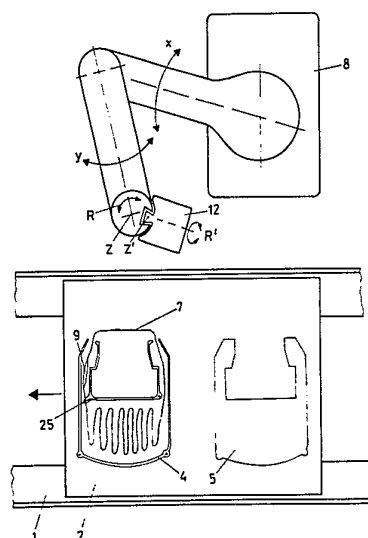
㉕ Patent erteilt: 15.10.1993

④⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 15.10.1993

⑦④ Vertreter:  
PPS Polyvalent Patent Service AG, Baden 2

⑤④ **Vorrichtung zur Serienherstellung von Möbius'schen Bändern, insbesondere Bandkassetten, sowie Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung.**

⑤⑦ Die Serien-Herstellung von Möbius'schen Bändern stösst auf grosse Manipulationsprobleme wegen der geforderten Genauigkeit, und daher ist dies in der Roboterfertigung von beispielsweise Farbbandkassetten eine manuelle Operation geblieben. Dieses Problem wird nun dadurch gelöst, dass dem an sich bekannten Einfädelroboter (8) mit seinen vier Freiheitsgraden (X, Y, Z, R) ein zweiter Roboter (12) mit mindestens zwei Freiheitsgraden (Z', R') in eine Richtung beweglich aufgesattelt ist. Die beiden Roboter arbeiten infolgedessen mit geringst möglichen Positionierungsfehlern zusammen und sind in der Lage, Bänder (7) aus empfindlichem Material einander wechselnd zu übergeben, wobei diese Fähigkeit dazu benutzt wird, dem Band die für die Herstellung des Möbius'schen Bandes erforderliche 180°-Drehung (9) zu vermitteln und es anschliessend aus der Bandkassette (4) auszufädeln.



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Serienherstellung von Möbius'schen Bändern im Ablauf der Fertigung von mit Endlosbändern ausgerüsteten Bandaufnahmen, insbesondere Bandkassetten, sowie ein Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung.

Technische Endlosbänder sind für unterschiedliche Zwecke im täglichen Gebrauch. Sie sind beispielsweise zur Kraftübertragung eingesetzt, z.B. in Transmissionen, für Transportzwecke, als Werkzeuge in Form von Schleifbändern, als Mess-Hilfsmittel sowie als Datenspeicher. Bekannt ist ebenfalls ihr Einsatz als Farbstoffspeicher in Form von Farbbändern für Schreibmaschinen und Drucker.

Endlosbänder werden oft so eingesetzt, dass nur eine der beiden verfügbaren Oberflächen dem gewünschten Zweck wie dem Transport oder der Speicherung dient resp. nur eine Oberfläche dem Verschleiss ausgesetzt ist. Nach A.F. Möbius (1790 bis 1868) entsteht ein endloses Band dadurch, dass man die Schmalseiten eines vorgegebenen ebenen Bandes so miteinander verbindet, dass ursprünglich diagonal gegenüberliegende Ecken zusammenfallen. Das Möbius'sche Band stellt eine einseitige Fläche dar; man kann jeden Punkt der Fläche erreichen resp. für einen gewünschten technischen Zweck benutzen, ohne den Rand zu überschreiten. Möbius'sche Bänder, als Farbbänder zur Ausnutzung beider Seiten des Ausgangsbandes, sind in modernen Schreibmaschinen und Hochleistungs-Druckern (Impact-Printer) eingesetzt. Diese Bänder und Bandkassetten müssen in grossen Serien zu möglichst geringen Fertigungskosten hergestellt werden. Ein hoher Automatisierungsgrad ist dafür unumgängliche Voraussetzung.

Eine kurze Amortisierungszeit der Fabrikations-einrichtungen und hohe Verfügbarkeit ist erst durch den Einsatz von Robotern möglich geworden. Ihr genaues Positionierverhalten, die Möglichkeit der einfachen Programmierung und der Selbstkontrolle (Überwachung) hat sich auch in der Fertigung von Farbbändern und Farbbandkassetten als vorteilhaft erwiesen. Bei veränderter Geometrie der Bandkassette und Materialqualität der Bänder erlaubt die Flexibilität von automatischen Montageeinrichtungen unter Verwendung derartiger Roboter, die erforderlichen Parameter freizügig anzupassen.

Während bisher die Montage von Farbbändern zumindest teilweise von Hand erfolgt, sind auch hierfür in jüngster Zeit Transferstrassen eingesetzt worden, wobei sowohl Linearsysteme als auch Rundtischanlagen zur Anwendung kommen, in welchen insbesondere auch das Einfädeln des Bandes in eine Bandkassette durch einen Roboter ausgeführt wird. Bei Möbius'schen Bändern werden jedoch manuelle Zwischenschritte notwendig, wodurch die Taktzeit der Anlage erheblich reduziert wird und die Fehlerrate, abhängig von der Zuverlässigkeit der Bedienungsperson, relativ hoch ist.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, durch die Weiterentwicklung von an sich bekannten Montage-Robotern ein Möbius'sches Band herzustellen und den Vorgang zu automatisieren. Dabei

ist vor allem zu berücksichtigen, dass die zum Einsatz gelangenden Bänder in der Regel mechanisch empfindlich sind und dass diese auf ihrem vollen, endlosen und beidseitigen Bereich bei gleichbleibender Qualität ein hochwertiges Druckbild gewährleisten müssen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der weiteren vorteilhaften Ausbildung des Bekannten in bezug auf die Akzeptanz von relativ grossen Toleranzen im Montageaufbau, der Realisierung der Ausföhrung zu möglichst niedrigen Herstellungs- und Betriebskosten, der Gewährleistung hoher Verfügbarkeit sowie der Möglichkeit, die Arbeitsparameter, wie Geschwindigkeiten und Kräfte leicht an unterschiedliche Bandqualitäten und Bandkassettengeometrien anzupassen.

Die vorgenannte Aufgabe wird dadurch gelöst, dass auf den oben erwähnten ersten Roboter ein zweiter Roboter mit mindestens zwei Freiheitsgraden aufgesetzt ist, der das Band, in einem vorgesehenen Bandabschnitt, in seiner Längsrichtung um 180° dreht.

Dieser im Patentanspruch 1 erwähnte zweite Roboter ist im einfachsten Fall ein sogenannter Manipulator, welcher auf den ersten Roboter direkt aufgesetzt ist.

Dies ergibt den entscheidenden Vorteil, dass Fertigungstoleranzen der Bandkassette, Toleranzen im Montageaufbau, Abweichungen im Bewegungsablaufes des ersten Roboters und dergleichen jeweils mitberücksichtigt sind, da der Koordinatennullpunkt des zweiten Roboters relativ zum Greifer des ersten Roboters, unabhängig von dessen Position gegeben ist und es erlaubt zudem eine sehr einfache Programmierung des gesamten Systems. Die Tatsache, dass der zweite Roboter mit dem Arm des ersten Roboters mitbewegt wird, sein Greifer also in unmittelbarer Nachbarschaft des Greifers des ersten Roboters in Warteposition bleibt, vermeidet überdies Zwischenzeiten, wie sie durch das Einfahren eines zweiten unabhängigen Roboters erforderlich wären, und führt daher zu kürzest möglicher Taktzeit.

Die erfindungsgemässe Wahl der Bewegungsrichtung des zweiten Roboters relativ zum ersten, nämlich senkrecht zur Kassettenebene nach Anspruch 2, minimiert die Zugriffszeit für die Bewegung aus der Warteposition in die Arbeitsposition und reduziert den erforderlichen Raumbedarf auf ein Minimum, so dass das Band nur wenig aus der Bandkassette nach oben geführt werden muss.

Als eine besonders vorteilhafte Lösung ist die Schlittenführung nach Anspruch 3 anzusehen, die bevorzugt als Rollenführung ausgebildet ist, womit sich die Spiele in diesem Lineartrieb auf absolute Minima reduzieren, bei zulässiger Vorspannung der Wälzkörper sogar auf Null bringen lassen. Mit dieser Methode werden Toleranzeinflüsse vermieden. Diese Lösung führt zudem zu einem besonders vibrations- und reibungsarmen Arbeitsablauf.

Die Wahl eines durch eine pneumatische Betätigungseinheit bewegten Zahnriemens zur Durchführung der Drehbewegung des Greifers des Manipulators nach Anspruch 4 schafft die Möglichkeit, in einheitlicher Weise mit den anderen Bewegungsabläu-

fen auch hier mit einer einfachen pneumatischen Betätigung und vorgeschalteter pneumatischer Steuerung auszukommen und somit ohne die Gefahr von Driftwirkungen eine exakte Positionierung des Greiferschlitzes bei Übernahme des Bandes zu gewährleisten. Der Raumbedarf für den Drehgreifer wird damit besonders klein.

Nach der besonderen Ausführungsform des Anspruchs 5 wird für den ersten Roboter als Werkzeug ein Kniehebelgreifer gewählt, für den zweiten Roboter ein Miniatur-Parallelgreifer. Der Kniehebelgreifer mit seiner filigran ausgebildeten Greiferzange, die nur wenig Raum im eingefahrenen Zustand für den Durchfädelvorgang beansprucht, hat darüber hinaus die Eigenschaft, dass sich diese Zange um bis zu 90° öffnen lässt, so dass das Band, nachdem es durch die Parallelzange des zweiten Roboters gefasst ist, gefahrlos um die geforderten 180° gedreht werden kann, wobei der Kniehebel-Greifer in unmittelbarer Nähe wartet und das Band nach der Drehung in geringer Distanz zum Parallelgreifer wieder übernehmen kann, wodurch Verletzungen des Bandes vermieden werden und Greiferspuren auf ein sehr kurzes Stück des Bandes beschränkt sind.

Gemäss der weiteren Ausgestaltung der Ansprüche 6, 7 und 8 sind Bandsicherungen vorgesehen, die das Band während der Drehung zuverlässig in der Bandkassette niederhalten, nach der Drehung ein Hinauslaufen des Bandes aus dem Bandauslaufschlitz vermeiden und die Position der Drehung solange sichern, bis diese Sicherungsfunktion durch einen Führungsnocken im Deckel der Bandkassette übernommen wird.

Vorteilhaft bezüglich der Flexibilität der gesamten automatischen Montagevorrichtung ist, nach Anspruch 9, die Lösung, die Bandsicherungselemente nicht am Werkstückträger zu befestigen, sondern sie auf einer besonderen Trägerplatte, die ihrerseits am Transfersystem befestigt ist, aufzubauen. Diese Trägerplatte ist pro Kassette auswechselbar, wodurch ein rasches Umrüsten auf andere Kassettentypen gewährleistet ist.

Als ein besonders sicheres Element wird nach Anspruch 11 ein Bewegungsablauf der gegeneinander beweglich gelagerten Roboter so gewählt, dass sie wechselseitig gesteuert und getaktet werden, womit eine selbsttätige Kontrolle des Bewegungsablaufes garantiert und die Gefahr von Manipulator-Kollisionen vermieden wird. So sieht die Steuerung vor, dass der Abschluss eines Arbeitsvorganges den Folgevorgang auslöst.

Im Hinblick auf die Flexibilität der gesamten Montageeinrichtung ist es besonders zweckmässig, die zusätzlichen Betätigungselemente nach Anspruch 12 so zu wählen, dass ausschliesslich pneumatische Steuer- und Betätigungselemente zur Anwendung kommen. Diese Methode ist nicht nur besonders wirtschaftlich, sondern ermöglicht es auch, durch handelsübliche Steuerelemente die Arbeitsgeschwindigkeiten und ihre Ableitungen, die Beschleunigungen, sowie die auftretenden Kräfte mit Rücksicht auf das Material und die wechselnden Geometrien fein gestuft anzupassen.

Besonders vorteilhaft ist die Lösung nach An-

spruch 13, wobei die Möbius'sche Drehung nicht innerhalb der Bandkassette sondern in einer Ebene parallel zur Kassettenebene ausgeführt wird. Dank der miniaturisierten Ausführung der Robot-Werkzeuge liegt diese Ebene nur wenig über der Kassettenebene, so dass kurze Arbeitstakte anfallen und die Deformation des Bandes, die eventuell zu Beschädigungen führen könnte, auf ein Minimum begrenzt wird. Zudem erlaubt diese sehr vorteilhafte Lösung die Montage von beliebig ausgeführten Bandkassettengeometrien, vor allem auch solchen mit sehr knappen Raumverhältnissen.

Es ist ferner zweckmässig, die Einfädeloperation nicht mit dem aktiven Band, also beispielsweise dem Farbband, durchzuführen, sondern, gemäss Anspruch 14, unter Verwendung eines an sich bekannten Führungsbandes, das zur weiteren Sicherheit in zwei am Werkstückträger angebrachten Bandführungen, gemäss Anspruch 10, gehalten ist und so ohne Risiko zu einer nächsten Arbeitsstation der Transfereinrichtung gebracht werden kann, wo vom Führungsband das Aktivband in die Bandkassette nachgezogen wird, wobei sich die Möbius'sche Drehung an der vorgegebenen Stelle bildet.

Als besonders vorteilhaft hat sich die Vorrichtung zur automatischen Herstellung von Farbbandkassetten für «Impact-Printer» gezeigt, da für diese Produkte besonders niedrige Herstellungskosten und eine vollständig automatische Qualitätskontrolle aus wirtschaftlichen Gründen zwingend gefordert werden.

In den folgenden Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes vereinfacht dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 den schematisch dargestellten Erfindungsgegenstand am Beispiel einer Farbbandkassette auf einem Transferband mit dem auf den ersten Montageroboter aufgesattelten zweiten Roboter

Fig. 1a die Möbius'sche Drehung des Bandes innerhalb der Bandkassette als Detail-Darstellung

Fig. 1b die Sicherung der Möbius'schen Drehung durch den Führungsnocken im Bandkassettendeckel und die Möbius'sche Rippe

Fig. 2 den grundsätzlichen Aufbau des ersten Montageroboters mit seinen vier Freiheitsgraden in der Kombination mit dem aufgesattelten zweiten Roboter mit seinen zwei Freiheitsgraden

Fig. 3 den Ablauf der automatischen Drehung des Bandes um 180° in der Zusammenarbeit der beiden Roboter

Fig. 4 den gesamten Einfädelvorgang mit der Möbius'schen Drehung, den Band-Sicherungen, den Ausfädelvorgang und

Fig. 5 eine bevorzugte Ausführung des Erfindungsgegenstandes unter einheitlichem Einsatz pneumatischer Betätigungseinheiten.

In Fig. 1 ist ein erfindungsgemässer Arbeitsplatz schematisch in Draufsicht dargestellt. Das Transfersystem 1 bewegt die Werkstückträger 2 in einem getakteten Ablauf von einer Arbeitsstation zur anderen. Im Werkstückträger ist die hier gezeigte Farbbandkassette eingespannt, in die das Band resp.

das diesem vorangehende Führungsband 7 durch den ersten Roboter 8 eingefädelt werden soll, links das Bandkassettenunterteil 4, rechts der mitgeführte Bandkassettendeckel 5. Der Roboter 8 steht ausserhalb des Transfersystems. Er verfügt über mindestens vier Freiheitsgrade; es sind zwei rotatorische Bewegungen X, Y, eine vertikale Translationsbewegung Z sowie die Drehung R um die Greiferachse dargestellt, wie dies von handelsüblichen Montagerobotern bekannt ist. Durch diese Freiheitsgrade verfügt der Roboter über die Möglichkeit, eine frei programmierbare Bahn abzufahren und während dieses Ablaufs noch Vertikalbewegungen durchzuführen sowie den Greifer des Werkzeuges um eine vertikale Achse zu drehen. Es ist aus dieser Darstellung bereits offensichtlich, dass die relative Bahngenauigkeit – relativ zum Werkstück, also zur Bandkassette – wegen der Addition von Form- und Lagetoleranzen durch die Führung des Transfersystems, die Halterung des Werkstückträgers auf dem Transfersystem, die Lagerung der Bandkassette innerhalb des Werkstückträgers sowie die Formfehler all dieser Teile begrenzt ist. Ein Zusammenarbeiten von getrennt installierten Robotern mit dem Ziel hoher Übergabe-Qualität ist unter solchen Gegebenheiten äusserst schwierig und würde, wenn überhaupt lösbar, einen ausserordentlich hohen Aufwand erfordern.

Diese schematische Darstellung weist daraufhin, dass in einem dem Einfädelvorgang nachzuschaltenden Montageschritt die beiden Bandenden ausserhalb der Bandkassette verschweisst werden, um dadurch schliesslich das endlose Band zu erzeugen. Derartige Schweissverfahren sind ansich bekannt. Die entsprechenden Geräte sind handelsüblich, (SM Engineering AG, Wollerau).

Der verdrehte Bandteil 9, das Charakteristikum des endlosen Möbius'schen Bandes ist in der Position zwischen der Möbius'schen Rippe 25 und dem Bandauslaufschlitz 27 in der Detailfigur 1a in Draufsicht auf das Bandkassettenunterteil dargestellt.

Das Detail der Fig. 1b zeigt den Bereich der Möbius'schen Drehung im Schnitt nach Schliessen des Bandkassettendeckels. Hier übernimmt jetzt ein im Bandkassettendeckel 5 vorgesehener Führungsnocken 6 die Aufgabe, die Banddrehung an der vorgesehenen Stelle zu gewährleisten.

Aus Fig. 2 ist die in Fig. 1 bereits angedeutete Aufsattelung des zweiten Roboters 12 auf den ersten Roboter 8 ersichtlich:

Der zweite Roboter ist mit dem ersten in vertikaler Richtung mechanisch beweglich verbunden. Sein erster Freiheitsgrad besteht somit in der vertikalen Translationsbewegung Z', der zweite Freiheitsgrad in der Drehung R' seines Werkzeuges um eine horizontale Achse.

Es ist gezeigt, dass durch diese Anordnung der beiden Roboter die zangenartig ausgebildeten Werkzeuge ihre Greiferbewegungen G1, G2 mit hoher Präzision in unmittelbarer Nähe ausführen können.

Fig. 3 zeigt schematisch den getakteten Arbeitsablauf im Zusammenspiel der beiden Roboter. Dabei ist mit 10 der Greifer des ersten Roboters mit seiner Greiferzange 11 bezeichnet, wobei dieser

Greifer 10 als Kniehebelgreifer ausgeführt wird; seine Zange öffnet um bis zu 90° und gibt somit das Band vollständig frei. Der zweite Roboter 12 kann mindestens die Vertikalbewegung relativ zum ersten Roboter sowie eine Drehbewegung mit seinem mit einer Miniatur-Parallelgreiferzange 15 ausgerüsteten Drehgreifer 14 ausführen.

Wenn der erste Roboter 8 das in der Zange 11 gefasste Band 7 an seine vorgegebene Position gefahren hat (Fig. 3a), wird durch Ausführung der Vertikalbewegung Z' der Drehmanipulator 12 aus seiner Warteposition C<sub>0</sub> in die Arbeitsposition C<sub>1</sub> gebracht (Fig. 3b). Das Band 7 ragt jetzt in die Greiferzange 15. Diese Zange wird als nächstes geschlossen. Das Band ist also jetzt durch die Zangen 11 und 15 gehalten. Damit dieses dabei keinen Schaden erleidet, müssen die Greiferschlitzbeispielsweise bei mechanisch extrem empfindlichen Bändern möglichst exakt in der gleichen Ebene liegen. Nachdem im nächsten Takt (Fig. 3c) der Greifer 11 geöffnet hat, kann die Drehbewegung des Drehgreifers 14 zwecks Drehung des Bandes einsetzen, wobei je nach Programmierung die Drehrichtung rechts oder links gewählt werden kann.

Fig. 3c zeigt die Situation nach der Drehung R' der Greiferzange 15 um 90°, Fig. 3d nach der gesamten ausgeführten Drehung um 180°. Nun wird die Greiferzange 11 das Band wieder übernehmen (Fig. 3e) und die Greiferzange des Drehgreifers 15 kann es freigeben. Im Anschluss an diese Operation wird der Manipulator, der zweite Roboter 12 durch die Vertikalbewegung Z' aus der Arbeitsposition wieder in die in Fig. 3a dargestellte Warteposition zurückgezogen, um das Ausfädeln des Bandes aus der Bandkassette zu ermöglichen, die nur Platz für die sehr raumsparend ausgeführte Greiferzange 11 des ersten Roboters 8 bietet.

Fig. 4 veranschaulicht nun den gesamten Ablauf mit den erforderlichen Hilfsoperationen. Dabei sind einige Teile mit gleichen Bezeichnungen aus vorhergehenden Figuren entnommen.

Vor Erreichen der Zwischenposition A hat der erste Roboter mit seiner Greiferzange 11 das Band 7 bereits von einer Bandrolle 28 übernommen und durch die Bandführung 29 mit Rolleneinlauf und den Bandeinlaufschlitz 26 in die Bandkassette geführt. Im weiteren Verlauf fädelt der Roboter, sich immer auf der gleichen Ebene bewegend, das Band an der Möbius'schen Rippe 25 vorbei in den Bereich B. In diesem Bereich der Bandkassette soll nun die Möbius'sche Drehung vorgenommen werden. Da die Bandkassette nicht genügend Raum für das Einfahren des Dreh-Manipulators bietet, muss das Band aus der Kassette etwas nach oben gehoben werden. Diese Bewegung schliesst natürlich das Risiko in sich, dass das Band aus der Kassette schlüpft. Um dies zu vermeiden, wird vorgängig eine im Programmablauf eingebundene pneumatisch betätigte erste Bandsicherung 16 aktiviert, wobei die Kolbenstange 17 die Zunge 18 bis in den Bereich der Möbius'schen Rippe schiebt und damit ein Entschlüpfen des Bandes aus der Kassette bei der nun folgenden Vertikalbewegung des ersten Roboters zuverlässig verhindert. Die Tatsache, dass diese Bandsicherung, wie auch die weiter unten be-

schriebenen weiteren Bandsicherungen, auf der Trägerplatte 3 montiert sind, schafft den Vorteil, dass die gesamte Bandsicherungseinheit bei Kassettenwechseln in globo ausgetauscht werden kann, so dass eine kurze Umrüstzeit gewährleistet ist.

Nach Ausführung der oben geschilderten Möbius'schen Drehung fährt der erste Roboter mit dem Band wieder in die Kassetten-Ebene hinunter, führt das Band bis zum Bandauslaufschlitz 27 und fädelt es dort ins Freie hinaus. Während dieses Vorganges besteht die Gefahr, dass die Möbius'sche Drehung aus dem Schlitz hinausläuft. Um dies zu vermeiden, treten die beiden weiteren Bandsicherungen in Kraft: Die sogenannte zweite Bandsicherung 19 sichert durch Verdrehen der Welle 20 mit Hilfe des Niederhalters 21 das Band in der um 90° gedrehten Position im Bereich zwischen der Möbius'schen Rippe und dem Bandauslaufschlitz 27. Die dritte Bandsicherung 22 schliesst mit Hilfe ihrer Zunge 24 den Bandauslaufschlitz 27 nach oben ab. Nachdem der Roboter das Band durch die Bandführung 30 gefädelt hat, kann seine Zange 11 nun gefahrlos geöffnet werden.

Ausserhalb des Werkstückträgers 2 befindet sich, wie in Fig. 4 dargestellt, stirnseitig zu der Bandführung 29 eine an sich bekannte Schneideinheit 31, ausgestaltet als eine Schere, welche das Band nach beendetem Einfädelvorgang von der Rolle trennt.

Bewährt hat sich zusätzlich stirnseitig zur Bandführung 30 das Anbringen einer Lichtschranke 32, welche das Vorhandensein des Bandes überprüft und eine entsprechende Meldung zur Maschinensteuerung weitergibt.

Nach dem Öffnen der drei Bandsicherungen fährt das Transfersystem den Werkstückträger 2 in die nächste Arbeitsposition, in der die weiteren an sich bekannten Arbeits- und Montageschritte erfolgen.

Der Roboter ist nun für einen weiteren Einfädelvorgang mit Bildung der Möbius'schen Drehung bereit. Da alle Operationen völlig automatisch ablaufen, kann dieser komplizierte Vorgang, der sechs Roboter-Freiheitsgrade plus zwei Zangenfunktionen mit hoher Genauigkeit erfordert, in sehr kurzer Zeit abgewickelt werden und ist Dank der an sich bekannten Selbstkontrolle des automatischen Bewegungsablaufes durch eine hohe Reproduzierbarkeit gekennzeichnet.

Die bevorzugte Ausführungsform Fig. 5 zeigt einen für diese Anwendung spezifisch geeigneten Greifer 11 am ersten Roboter 8 sowie einen Drehgreifer 15 am zweiten Roboter 12.

Gleiche Teile sind in sämtlichen Figuren mit gleichen Bezugsziffern versehen; am Arm des ersten Roboters 8 ist der Greifer 10 über ein Zwischenstück 46 mit Hilfe einer Klemme 47 befestigt, wobei die Position der Teile zueinander durch entsprechende Zentrierungen exakt festgelegt ist. Die Greiferzange 11, der Kniehebel-Greifer, hat speziell schlank ausgeführte Finger, die es einerseits ermöglichen, das Band durch die engen Zwischenräume zu führen, andererseits in unmittelbare Nähe der Zangen des Drehgreifers zu gelangen. Der zweite Roboter ist auf den ersten Roboter derart aufgesattelt, dass zwischen beiden eine translatorische

Bewegung  $Z'$  in der vertikalen Richtung möglich ist. Die Führung erfolgt in einer wälzgelagerten Schlittenführung 33, wodurch dank geringster Spiele grösste Präzision der Bewegung bei minimalen Kräften gewährleistet ist. Die doppelt wirkende pneumatische Betätigungseinheit 13, die durch wechselweise Druckluftsteuerung  $p$  die Relativbewegung ausführt, ist über einen Support 34 fest mit dem ersten Roboter 8 verbunden. Die Zangenbewegung des Dreh-Greifers 14 erfolgt ebenfalls durch ein pneumatisch wirkendes Element 35, das beispielsweise in der Form eines handelsüblichen Parallelgreifers (Fritz Schunk GmbH, D-7128 Lauffen/Neckar) ausgeführt ist. Der Drehgreifer 14 ist für die Drehbewegung in zwei Wälzlager, dem Nadellager 36 und dem Kugellager 37 im Gehäuse des zweiten Roboters 12 in allen Richtungen spielfrei abgestützt. Die Drehbewegung selbst wird nun in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel zwecks Minimierung des Bauvolumens im Arbeitsbereich bei geringstem Aufwand für hohe Zuverlässigkeit aus der Längsbewegung einer pneumatischen Betätigungseinheit 45 abgeleitet, die ihre Bewegung über die Stange 44 und die Klemme 43 auf den Zahnriemen 39 überträgt, der zwischen dem gezahnten Rad 38 und dem Gegenrad 40, in Wälzlager 41 und 42 gelagert, läuft. Diese Zahnriemen-Übertragung gewährleistet eine formschlüssige Übertragung der Bewegung, ist damit weitgehend unabhängig von Verschleiss-, Schlupf-, Nullpunktsfehlern oder Drifterscheinungen.

Alle zum unmittelbaren Verständnis des Erfindungsgegenstands nicht notwendigen Konstruktionselemente, wie beispielsweise die Anschlüsse für die pneumatischen Betätigungseinheiten, Schrauben zur Befestigung der Teile untereinander, Magnetventile zur sequentiellen Steuerung und dergl., sind in den Fig. 4 und 5 weggelassen. Auch ist die Darstellung der bevorzugten Ausführung in einem einzigen Schnitt nur zur Vereinfachung und besseren Anschaulichkeit gewählt. In der Praxis kann es vorteilhaft sein, unterschiedliche Ebenen für die Platzierung der einzelnen Elemente zu benutzen, die Bewegung des zweiten Roboters nicht vertikal, sondern horizontal oder schwenkend auszuführen, Gleitlager zu wählen und dergleichen.

Die erfindungsgemässe Lösung zeichnet sich dadurch aus, dass alle Form- und Lagetoleranzen von Transfersystem, Werkstückträger und Bandkassette, relative Abweichungen ihrer Positionen sowie der Koordinatennullpunkte der Roboter umgangen werden und gewährleistet damit eine maximale Positioniergenauigkeit (nach VDI Richtlinie 2861 Blatt 2). Der Raumbedarf im engen Arbeitsbereich der Bandkassette ist auf ein Minimum beschränkt. Bewegungsabläufe und damit zusätzliche Arbeitszeiten, die durch das Einfahren eines getrennten Roboters erforderlich wären, entfallen; nacheinander erforderliche Bewegungen lösen sich unmittelbar ab. Die Kräfte und Geschwindigkeiten lassen sich leicht auf die Materialqualität des Bandes und andere mit dem Produkt wechselnde Parameter abstimmen.

Der Erfindungsgegenstand ist auf das in der Zeichnung Dargestellte selbstverständlich nicht be-

schränkt. So könnte die grundsätzlich beanspruchte Vorrichtung mechanisch anders ausgeführt, durch Motoren anderer Art betätigt oder in gänzlich anderen Ebenen bewegt werden. Auch ist die Anwendung des Verfahrens und der dargestellten Vorrichtung auf das Einfädeln von Farbbändern in Kassetten nicht beschränkt, kann vielmehr in allgemeiner Weise zur Herstellung von Möbius'schen Bändern sowie zum Einfädeln in besonders feinen und unzugänglichen Spalten eingesetzt werden. Im letzteren Fall könnte das Band auch von einem üblichen Flachquerschnitt zu anderen Querschnitten, eventuell sogar zu einem Draht entarten und statt des Einfädelns durch einen nach oben offenen Schlitz ein Durchfädeln durch ein rundum geschlossenes Loch mit Hilfe der Übergabefunktionen der beiden Roboter gelöst werden.

Es ist somit denkbar, die erfindungsgemässe Lösung ganz allgemein für Feinmontagen einzusetzen.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Serienherstellung von Möbius'schen Bändern im Ablauf der Fertigung von mit Endlosbändern ausgerüsteten Bandaufnahmen (4), welche auf einem Werkstückträger (2) gelagert sind, und wobei wenigstens ein erster Roboter (8) zum Einlegen und/oder Einfädeln eines Endes des Bandes in die Bandaufnahme vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass auf diesen ersten Roboter ein zweiter Roboter (12) mit mindestens zwei Freiheitsgraden ( $R'$ ,  $Z'$ ) aufgesetzt ist, der das Band, in einem vorgesehenen Bandabschnitt, in seiner Längsrichtung um  $180^\circ$  dreht. (Fig. 1)

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Roboter (12) relativ zum ersten Roboter (8) in einer Richtung senkrecht zur Bandebene beweglich ausgestaltet ist. (Fig. 2)

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Roboter auf dem ersten Roboter über eine Schlittenführung (33) beweglich ausgestaltet und angeordnet ist. (Fig. 2)

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine pneumatische Betätigungseinheit (45) vorgesehen ist, die auf einen endlosen Zahnriemen (39) eingreift, und welcher eine im Zentrum eines gezahnten Rades (38) gelagerte Greiferzange (15) eines Drehgreifers (14) des zweiten Roboters um  $180^\circ$  dreht. (Fig. 2; Fig. 5)

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Greifer (10) des ersten Roboters als Kniehebel-Greifer mit einer Öffnung der Greiferzange bis  $90^\circ$  ausgebildet ist. (Fig. 3)

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine pneumatisch betätigte Zunge (18) der ersten Bandsicherung (16) das Band in der Position der Möbius'schen Rippe (25) in eine das Band aufnehmende Kassette (4) niedergehalten wird, während der erste Roboter dieses zur Möbius'schen Drehung (9) aus der Bandkassette hebt. (Fig. 4)

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite, pneumatisch betätigte Bandsicherung (19) vorgesehen ist, welche

nach erfolgter Drehung des Bandes dieses mittels eines Niederhalters (21) in seiner Horizontallage hält. (Fig. 4)

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine dritte Bandsicherung (22) mit Hilfe einer pneumatisch betätigten Zunge (24) nach Ausfädeln des Bandes das Band gegen Herauschnellen aus einer das Band aufnehmende Kassette im Bandauslaufschlitz (27) niederhält. (Fig. 4)

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die pneumatischen Betätigungseinheiten für die Bandsicherungen auf der Trägerplatte (3) angeordnet sind. (Fig. 4)

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine zusätzliche Bandführung mit Rolle für den Anfang (29) und eine feste Bandführung für das Ende (30) des Führungsbandes auf dem Werkstückträger (2) ausserhalb einer das Band aufnehmende Kassette vorgesehen ist.

11. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsabläufe der beiden mechanisch miteinander gekoppelten, gegeneinander beweglichen Roboter wechselseitig gesteuert und getaktet werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Roboter durch pneumatische Elemente gesteuert und angetrieben wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehung des Bandes in einer Ebene parallel zur Ebene einer das Band aufnehmende Kassette ausgeführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der gesamte Einfädelvorgang unter Verwendung eines Führungsbandes erfolgt, das in einem weiteren Montageschritt zum Nachziehen des Aktivbandes verwendet wird, wobei die Möbius'sche Drehung an der vorgegebenen Stelle erfolgt.

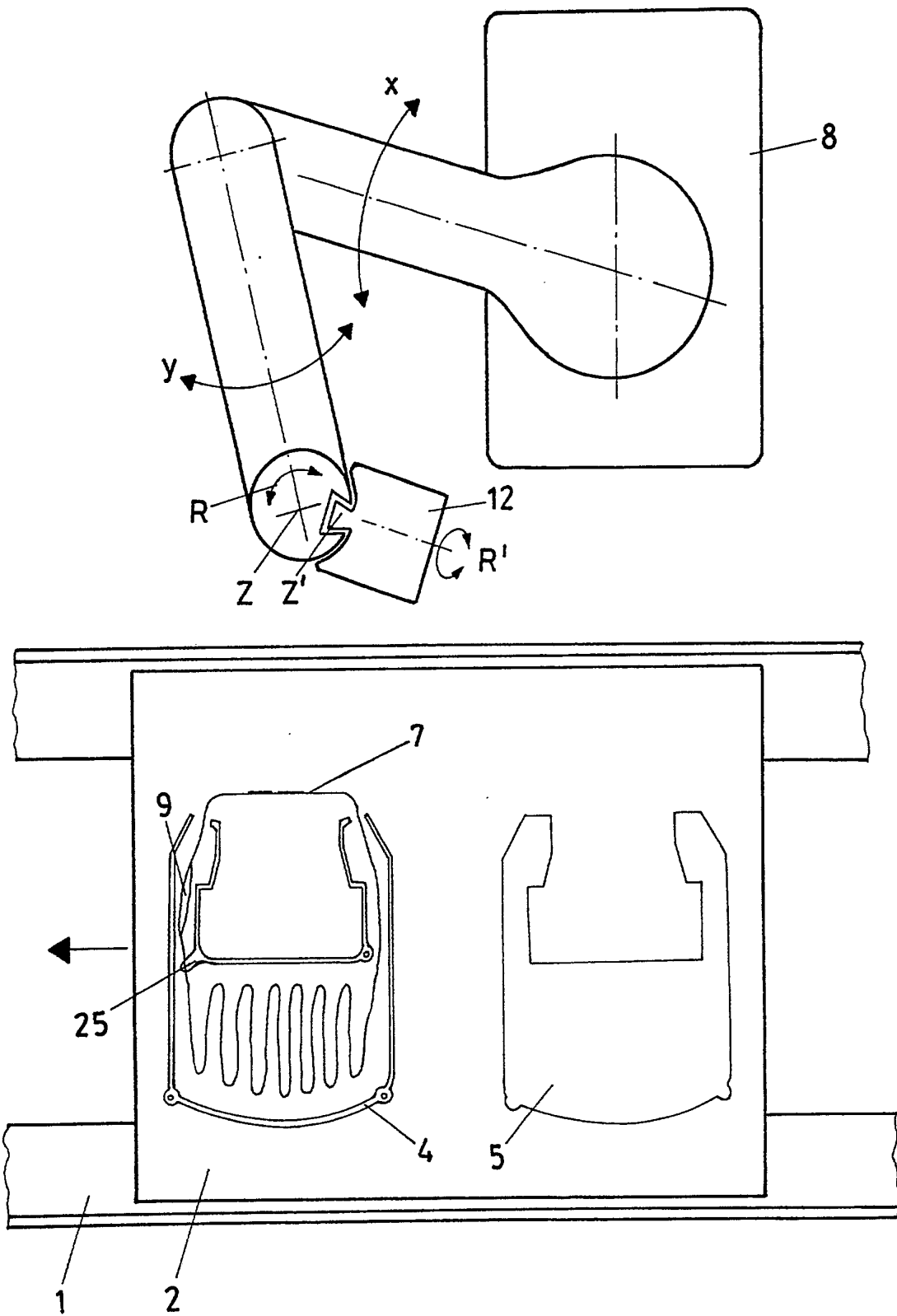


FIG.1

FIG.1a

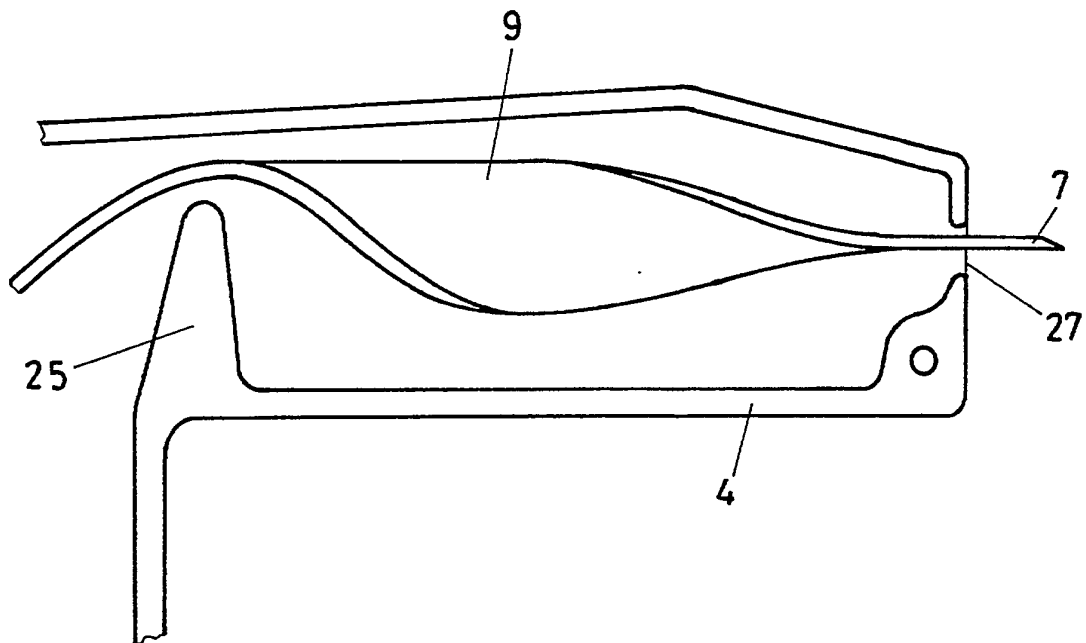
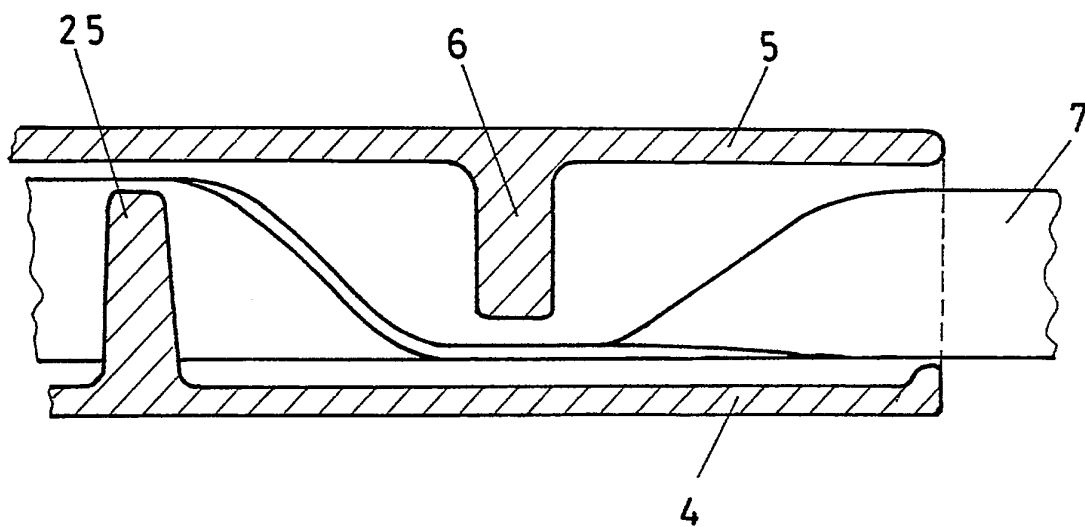


FIG.1b



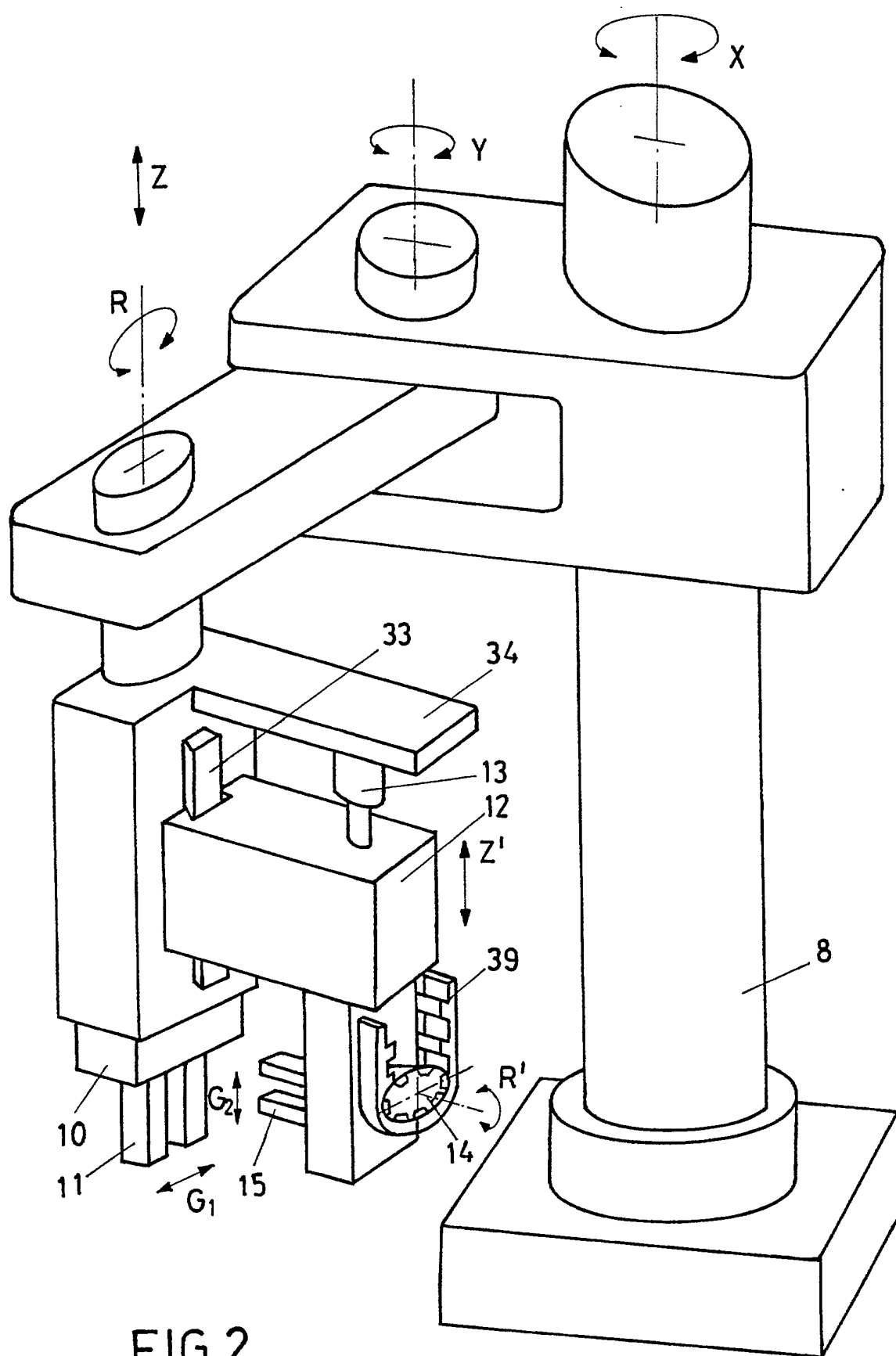


FIG.2

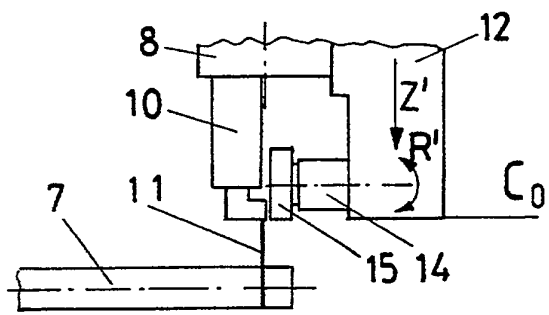


FIG. 3a

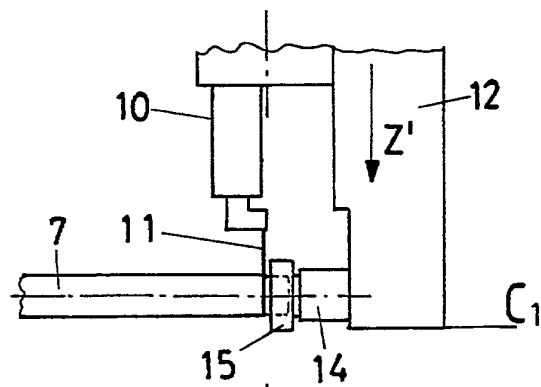
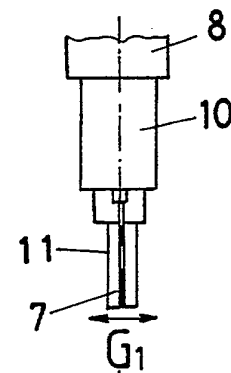


FIG. 3b

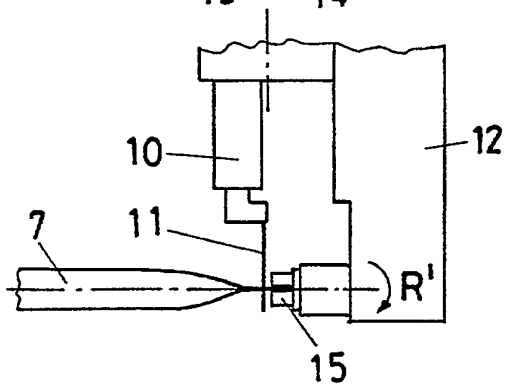
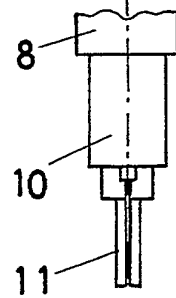


FIG. 3c

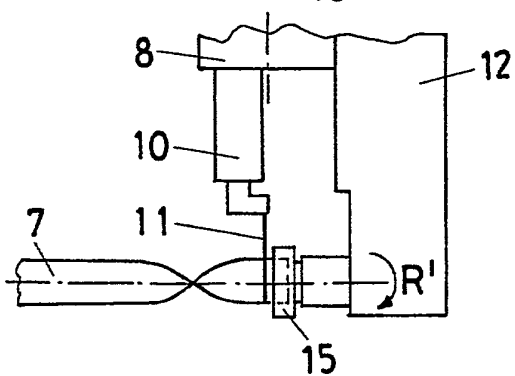
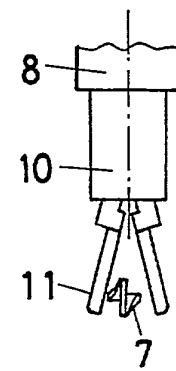


FIG. 3d

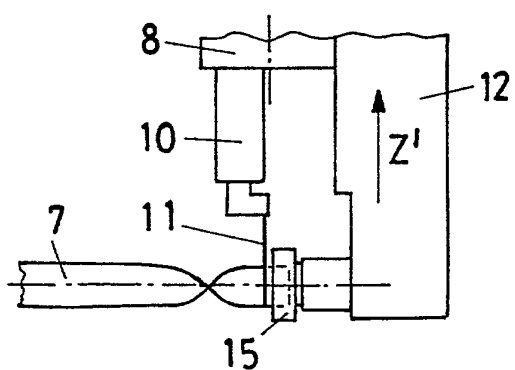
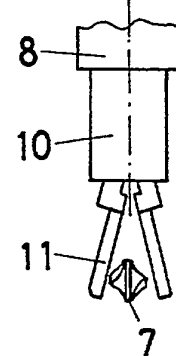
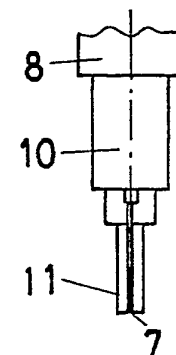


FIG. 3e



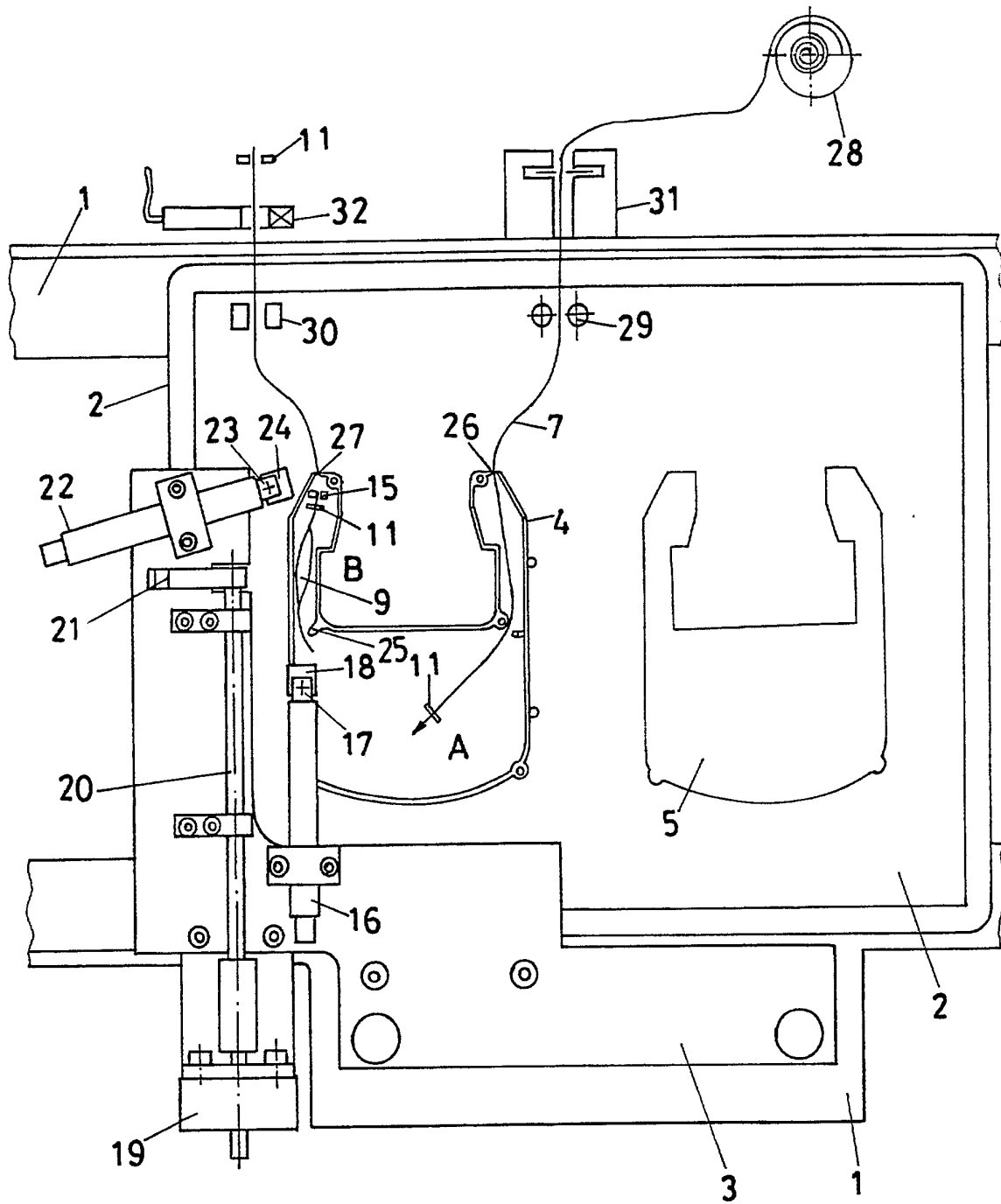


FIG.4

FIG.5

