



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 06 450 T2 2004.08.26**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 057 576 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 06 450.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 304 563.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **30.05.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.12.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **12.11.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.08.2004**

(51) Int Cl.⁷: **B23K 20/12**
B61D 17/04

(30) Unionspriorität:

15112999 31.05.1999 JP

15113099 31.05.1999 JP

15113199 31.05.1999 JP

(73) Patentinhaber:

Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT, SE

(72) Erfinder:

**Masakuni, Ezumi, Kudamatsu-shi, Yamaguchi
744-0002, JP; Kazusige, Fukuyori, Kudamatsu-shi,
Yamaguchi 744-0031, JP; Akihiro, Satou,
Hitachi-shi, Ibaraki 316-0006, JP**

(54) Bezeichnung: **Herstellungsverfahren eines strukturellen Körpers mit drehendem Reibungsschweißen**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Strukturkörpers mittels eines Reibrührverbindungsverfahrens und ist zum Beispiel anwendbar bei der Herstellung des Wagenkörpers eines Eisenbahnwaggons.

[0002] Das Reibrührverbinden ist ein Verfahren, bei dem ein rotierender runder Stab (das "Drehwerkzeug"), der in die Verbindungszone eingesetzt wird, die Verbindungslinie entlang bewegt wird und die Verbindungszone dadurch aufgeheizt, erweicht und solidisiertfluidisiert wird, so daß eine Festphasenverbindung erfolgt.

[0003] Das Drehwerkzeug umfaßt einen Abschnitt mit kleinem Durchmesser, der in die Verbindungszone eingesetzt wird, und einen Abschnitt mit großem Durchmesser, der an den Abschnitt mit kleinem Durchmesser angrenzt. Der Abschnitt mit kleinem Durchmesser und der Abschnitt mit großem Durchmesser des Drehwerkzeugs sind coaxial. Der Übergang oder die Schulter zwischen dem Abschnitt mit dem kleinen Durchmesser und dem Abschnitt mit dem großen Durchmesser des Drehwerkzeugs wird ein wenig in die Verbindungszone eingeführt. Die Achse des Drehwerkzeugs kann bezüglich der Vorschubrichtung des Werkzeugs beim Verbinden nach hinten geneigt sein.

[0004] Es ist bekannt, bei der Herstellung des Wagenkörpers eines Eisenbahnwaggons das Reibrührverbinden an extrudierten Rahmenelementen auszuführen, z. B. an Elementen aus einer Aluminiumlegierung. Die Längsrichtung des extrudierten Rahmenelements liegt in der Längsrichtung des Wagenkörpers, während die Breitenrichtung des extrudierten Rahmenelements in der Umfangsrichtung des Wagenkörpers verläuft. In den Seiten des Wagenkörpers mit einem solchen Aufbau kann eine Öffnung, etwa ein Fenster, vorgesehen sein; vgl. die JP-A-09-309164 (EP-A-0797043, die als nächstliegender Stand der Technik betrachtet wird).

[0005] Da die Höhe eines Fensters im Wagenkörper in der Regel größer ist als die Breite eines extrudierten Rahmenelements, ist das Fenster in zwei oder mehr Rahmenelementen ausgebildet. Deshalb werden extrudierte Rahmenelemente mit Ausschnitten oder Abschnitten, die im wesentlichen dem Fenster entsprechen, zusammengelegt und miteinander verbunden.

[0006] Eine Reibrührverbindungsanordnung zur Herstellung des Wagenkörpers umfaßt ein Bett zum Anbringen der extrudierten Rahmenelemente und ein Laufwerk, an dem eine Anzahl von Drehwerkzeugen angebracht ist. Die Anzahl der Drehwerkzeuge wird mit dem Laufwerk bewegt, so daß gleichzeitig eine Anzahl von extrudierten Rahmenelementen miteinander verbunden wird.

[0007] Wenn gleichzeitig eine Anzahl von extrudierten Rahmenelementen durch Drehwerkzeuge miteinander verbunden wird, die unter einem Laufwerk an-

gebracht sind, wird, wenn das erste Drehwerkzeug die Position des Fensters erreicht, dieses Drehwerkzeug aus den extrudierten Rahmenelementen zurückgezogen und das Reibrührverbinden gestoppt, während ein zweites Drehwerkzeug an einer Stelle, an der kein Fenster vorliegt, das Reibrührverbinden fortsetzt. Wenn das Laufwerk das andere Ende des Fensters erreicht, wird das erste Drehwerkzeug in die Verbindungszone eingeführt und beginnt wieder mit dem Reibrührverbinden. Wenn das erste Drehwerkzeug wieder in die Verbindungszone eingesetzt wird, entsteht leicht ein Fehler in der Verbindung. Auch kann zu Beginn der Reibrührverbindung beim Einsetzen des Drehwerkzeugs in die Verbindungszone eine große Einsetzkraft erforderlich sein, da die Temperatur noch nicht erhöht ist. Außerdem wird, da das Drehwerkzeug beim Einsetzen bewegt wird, an einem Lagerelement für das Drehwerkzeug eine schräg wirkende Kraft erzeugt. Das Lagerelement sollte daher groß sein, und die Lebensdauer des Drehwerkzeugs wird dadurch verkürzt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Eine erste Aufgabe der Erfindung ist es, auch in dem Fall eine Verbindung guter Qualität zu erhalten, wenn eine Anzahl von Verbindungslinien gleichzeitig mittels Reibrührverbinden verbunden wird und es einen Abschnitt gibt, in denen die zu verbindenden Elemente längs eines lückenlosen Bereichs eine Lücke aufweisen. Eine zweite Aufgabe ist es, die für eine solche Verbindungsoperation erforderliche Zeit zu verringern.

[0009] Die Erfindung umfaßt ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1. Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0010] **Fig. 1** ist eine Darstellung eines Verfahrens zum Herstellen eines Strukturkörpers nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0011] **Fig. 2** ein Flußdiagramm des Verfahrens nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0012] **Fig. 3** ein Längsschnitt durch Bereiche eines Strukturkörpers, der durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellt wird;

[0013] **Fig. 4** eine perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zum Reibrührverbinden, die bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0014] **Fig. 5** eine perspektivische Ansicht des Wagenkörpers eines Eisenbahnwaggons, der mit der vorliegenden Erfindung hergestellt wird; und

[0015] **Fig. 6** eine Darstellung eines Verfahrens zum Herstellen eines Strukturkörpers nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0016] Die **Fig. 1** bis **5** zeigen die Herstellung des Wagenkörpers eines Eisenbahnwaggon als Beispiel für die Erfindung. Wie in der **Fig. 5** gezeigt, umfaßt der Wagenkörper als Seitenfläche einen strukturellen Seitenkörper **201**, als Dach einen strukturellen Dachkörper **202**, einen Bodenrahmen **203** und als Endabschnitt in der Längsrichtung des Wagenkörpers einen strukturellen Endkörper **204**.

[0017] Der Seitenkörper **201**, der Dachkörper **202** und der Bodenrahmen **203** werden jeweils durch das Verbinden einer Anzahl von extrudierten Rahmenelementen ausgebildet. Die Längsrichtung (Extrusionsrichtung) jedes Rahmenelements ist in der Längsrichtung des Wagenkörpers ausgerichtet. Das Material, aus dem die extrudierten Rahmenelemente bestehen, ist eine Aluminiumlegierung.

[0018] Wie in der **Fig. 5** gezeigt, umfaßt der Seitenkörper **201** extrudierte Rahmenelemente **10**, **20**, **30**, **40**. In den extrudierten Rahmenelementen **20**, **30** liegt ein Fenster **210**. In allen extrudierten Rahmenelementen **10**, **20**, **30**, **40** ist eine Eingangs- und Ausgangsöffnung oder Türöffnung **220** im Seitenkörper **201** vorgesehen. An der Eingangs- und Ausgangstür **220** wird in vielen Fällen, nachdem die extrudierten Rahmenelemente **10**, **20**, **30**, **40** verbunden wurden, ein Rahmen angeschweißt. Das gleiche gilt für das Fenster **210**. Die extrudierten Rahmenelemente **10**, **20**, **30** enden vollständig an der Eingangs- und Ausgangstür **220**.

[0019] Der Seitenkörper **201** besteht in der Darstellung aus den vier extrudierten Rahmenelementen **10**, **20**, **30**, **40**; wenn hohle extrudierte Rahmenelemente verwendet werden, kann der Seitenkörper **201** auch aus extrudierten Rahmenelementen bestehen. Wenn das Fenster **210** von drei extrudierten Rahmenelementen gebildet wird, ist das mittlere Rahmenelement am Fenster an einer Zwischenstelle abgeschnitten.

[0020] Die **Fig. 3** zeigt die extrudierten Rahmenelemente **20**, **30**. Die anderen Rahmenelemente **10**, **40** sind ähnlich. Die extrudierten Rahmenelemente **20**, **30** sind hohle Rahmenelemente.

[0021] Das hohle Rahmenelement **20** umfaßt zwei Seitenplatten **21**, **22**, eine Anzahl Rippen **23**, die die Platten **21**, **22** fachwerkartig verbinden, und eine Halterippe oder -platte **24**, die die beiden Seitenplatten **21**, **22** am Endabschnitt (dem Verbindungsabschnitt) in der Breitenrichtung des hohlen Rahmenelements **20** verbindet. Das hohle Rahmenelement **30** umfaßt zwei Seitenplatten **31**, **32**, eine Anzahl Rippen **33**, die die Platten **31**, **32** fachwerkartig verbinden, und eine Halterippe oder -platte **34**, die die beiden Seitenplatten **31**, **32** am Endabschnitt (dem Verbindungsabschnitt) in der Breitenrichtung des hohlen Rahmenelements **30** verbindet.

[0022] Am Endabschnitt (dem Verbindungsabschnitt) jeder der Seitenplatten **21**, **22** ist ein erhöhter Abschnitt **25** vorgesehen, der nach oben (und davon

weg) von der Seitenplatte vorsteht. Am Endabschnitt (dem Verbindungsabschnitt) jeder der Seitenplatten **31**, **32** ist gleichfalls ein erhöhter Abschnitt **35** vorgesehen, der nach oben von der Seitenplatte vorsteht. Der Endabschnitt des hohlen Rahmenelements **30** weist seitlich vorstehende Rippen **36** auf, die zwischen die Seitenplatten **21**, **22** des gegenüberliegenden hohlen Rahmenelements **20** eingreifen, um Sitze zum Aufnehmen der Einsetzkraft des Drehwerkzeugs **340** zu bilden.

[0023] Die beiden erhöhten Abschnitte **25** und **35** sind gleich breit. Die gegenüberliegenden Endflächen der erhöhten Abschnitte **25**, **35** liegen in der Verlängerung der Plattendicke der Halteplatte **34**. Die Achse des Drehwerkzeugs **340** der Vorrichtung **330** zum Reibrührverbinden liegt in den Endflächen der erhöhten Abschnitte **25**, **35**.

[0024] Die extrudierten Rahmenelemente **10**, **20**, **30**, **40** des Seitenkörpers **201** sind auf einem Bett **310** der Vorrichtung **300** zum Reibrührverbinden angeordnet und am Bett **310** befestigt. Über den festen extrudierten Rahmenelementen läuft auf Schienen **329**, die zu beiden Seiten des Bettes **310** angeordnet sind, ein Laufwerkrahmen **320**. Unter dem Querträger **321** des Rahmens **320** sind drei Einheiten **330** zum Reibrührverbinden angeordnet, an deren unteren Ende sich jeweils die Drehwerkzeuge **340** befinden. Die einzelnen Einheiten **330** zum Reibrührverbinden können sich unabhängig voneinander längs des Trägers **321** bewegen, das Drehwerkzeug **340** absenken und anheben und das Drehwerkzeug **340** in Drehung versetzen.

[0025] Jede Einheit **330** zum Reibrührverbinden weist einen optischen Sensor auf, der den Abstand von der Oberseite der erhöhten Abschnitte **25**, **35** erfaßt und die Einsetztiefe des Drehwerkzeugs **340** auf einen vorgegebenen Wert einstellt. Der optische Sensor erfaßt außerdem die Breitenposition der erhöhten Abschnitte **25**, **35** und stellt die Achse des Drehwerkzeugs **340** so ein, daß sie mit dem Mittelpunkt davon zusammenfällt.

[0026] In den extrudierten Rahmenelementen **20**, **30**, in denen ein Fenster **210** vorgesehen ist, werden vorher durch Ausschneiden der Rahmenelemente **20**, **30** Öffnungen mit im wesentlichen der Fensterform ausgebildet.

[0027] Die Rahmenelemente **10**, **20**, **30**, in denen sich die Tür **220** befindet, werden abgeschnitten und mit einem Abstand für die Tür **220** angeordnet. Im Rahmenelement **40** am oberen Ende der Tür **220** wird durch Ausschneiden des Rahmenelements **40** an der Stelle der Tür **220** eine Öffnung mit im wesentlichen der gewünschten Form ausgeschnitten.

[0028] Die ausgeschnittenen Öffnungen für das Fenster **210** werden näher erläutert. Die Verbindungszone der beiden Rahmenelemente **20**, **30** weist am Fenster **210** einen Beginn und ein Ende der Verbindungslinie auf. Die Rahmenelemente **20**, **30** sind in der Umgebung der Verbindungslinie so geschnitten, daß Flansche **28**, **38** und **29**, **39** stehen-

bleiben, die in das Fenster **210** vorstehen. Die Breite der Flansche **28**, **38** und **29**, **39** wird jeweils so gewählt, daß die Halteplatten **24**, **34** und die erhöhten Abschnitte **25**, **35** eingeschlossen sind. Das Ausschneiden der Tür **220** erfolgt auf die gleiche Weise. Die Rahmenelemente **10**, **20**, **30**, **40** werden so ausgeschnitten, daß jeweils Flansche **28**, **38** und **29**, **39** stehenbleiben. Diese Flansche **28**, **38** und **29**, **39** sind jeweils an beiden Enden in der Längsrichtung des Seitenkörpers **201** vorgesehen.

[0029] Wenn die hohlen Rahmenelemente **10**, **20**, **30**, **40** am Bett **310** befestigt sind, werden die erhöhten Abschnitte **25**, **35** der aneinander anstoßenden Bereiche der Rahmenelemente in Abständen und vorläufig längs der Verbindungslinien durch Bogenschweißen verbunden. Die Endflächen der Chips **28**, **38**, **29**, **39** an den Beginn- und Endpunkten der Verbindungslinie werden vorläufig miteinander verbunden. Das "W" in der **Fig. 1** zeigt diese vorläufigen Schweißpositionen. Insbesondere erfolgt das vorläufige Schweißen W am Startende an den Oberseiten der erhöhten Abschnitte **25**, **35** und an den Endflächen in Längsrichtung der Rahmenelemente **10**, **20**, **30**, **40**. Der Bereich des vorläufigen Schweißens am Ende reicht von den Oberseiten der erhöhten Abschnitte **25**, **35** bis zu den Flanschen **36**. Das vorläufige Befestigungsschweißen "W" ergibt keine V-förmige Nut, sondern eine I-förmige Nut.

[0030] In diesem Zustand wird mit dem Reibrührverbinden an einem Längsende der Rahmenelemente begonnen. Die rotierenden Drehwerkzeuge **340** werden abgesenkt und am Startende der Verbindungslinien in die erhöhten Abschnitte **25**, **35** eingesetzt. Wie die **Fig. 1** an der Linie P4 für das Werkzeug **340A** bei der Fensteröffnung zeigt, ist die Einsetzposition in die Flansche **28**, **29**, **38**, **39** usw. in jedem Fall bezüglich der vorläufigen Schweißung "W" etwas zum Beendigungsende der Verbindungslinie verschoben, d. h. sie ist etwas von der Schweißung "W" entfernt.

[0031] Das Ende des Abschnitts **341** mit kleinem Durchmesser des Drehwerkzeugs **340** wird in die Oberseite der vorstehenden Rippe **36** eingesetzt. Die Position des unteren Endes des Abschnitts **342** mit großem Durchmesser des Drehwerkzeugs **340** liegt zwischen der Höhe der Außenseite der Seitenplatten **21**, **31** und der Oberseite der erhöhten Abschnitte **25**, **35**, d. h. innerhalb der Höhererstreckung der erhöhten Abschnitte. Die Position der Achse des Drehwerkzeugs **340** liegt zwischen den beiden erhöhten Abschnitten **25**, **35**. Der Abschnitt **341** mit kleinem Durchmesser des Drehwerkzeugs **340** ist ein Schraubenelement.

[0032] Wenn die Drehwerkzeuge **340** am Laufwerk **320** in die jeweils vorgegebene Tiefe eingesetzt worden sind, beginnt sich das Laufwerk **320** mit der Anzahl von Vorrichtungen **330** zum Reibrührverbinden zu bewegen, und die Reibrührverbindung wird ausgeführt.

[0033] Anhand der **Fig. 1** und **2** wird nun die Ar-

beitsweise der Vorrichtung **330** zum Reibrührverbinden am Fenster **210** und der Tür **220** erläutert. Das Drehwerkzeug **340** an der Verbindungslinie, die das Fenster **210** schneidet, wird mit "**340A**" bezeichnet, und das Drehwerkzeug **340** an der Verbindungslinie ohne Fenster **210** mit "**340B**". Die Drehwerkzeuge **340A** und **340B** sind auf der gleichen Querlinie angeordnet und bewegen sich in der **Fig. 1** von links nach rechts.

[0034] Beim Fortschreiten des Reibrührverbindens vom linken Ende der extrudierten Rahmenelemente wird, wenn die Drehwerkzeuge **340A** und **340B** die Position P1 in den Flanschen **28** und **38** des Fensters **210** erreichen, das Werkzeug **340A** nach oben abgezogen, während es sich dreht. Der Vorschub der Werkzeuge wird fortgesetzt. Aus diesem Grund wird das Drehwerkzeug **340A** allmählich angehoben. Die Position P1 wird von der Vorschubgeschwindigkeit des Laufwerks **320** bestimmt und vorab festgelegt. Siehe die Schritte S10 und S30 in der **Fig. 2**. Nach dem Reibrührverbinden werden die Flansche **28**, **38** abgeschnitten. Aus diesem Grund wird die Position P1 so gewählt, daß oberhalb davon unter dem Festigkeitsaspekt keine Überlegungen über die Verbindungstiefe angestellt zu werden brauchen.

[0035] Das Drehwerkzeug **340B** fährt mit dem Reibrührverbinden bei der Vorwärtsbewegung fort, da sich dort kein Fenster **210** befindet.

[0036] Da das Drehwerkzeug **340A** während der Vorwärtsbewegung angehoben wird, ohne daß der Vorschub der Werkzeuge **340A** und **340B** angehalten wird, kann Zeit gespart werden.

[0037] Wenn das Drehwerkzeug **340A** in eine vorgegebene Position (die Position P2) angehoben wurde, wird seine Rotation gestoppt. In der angehobenen Position des Werkzeugs **340A** befindet sich das Werkzeug über der Höhe der erhöhten Abschnitte **25**, **35**.

[0038] Wenn sich die Drehwerkzeuge **340A** und **340B** dem anderen Ende des Fensters **210** nähern, das heißt eine vorgegebenen Position P3 vor dem Ende der Flansche **29**, **39** erreichen, wird mit einem flachen Anstieg (einem Zurückziehen) des Drehwerkzeugs **340B** begonnen. Der Vorschub des Laufwerks **320** wird fortgesetzt. Die Verbindungstiefe des Drehwerkzeugs **340B** verringert sich allmählich. Siehe die Schritte S50 und S70 in der **Fig. 2**.

[0039] Wenn die Position P4 erreicht wird, die sich in der Längserstreckung der Flansche **29**, **39** befindet, wird das Laufwerk **320** angehalten. Da das Anheben des Drehwerkzeugs **340B** fortgesetzt wird, wird es vollständig aus der Verbindungsstelle herausgezogen. In der Position P4 kann die Anhebebeschwindigkeit des Drehwerkzeugs **340B** erhöht werden. Die Position P4 liegt nach dem vorläufigen Schweißpunkt W am Ende der Flansche **29**, **39**. Siehe die Schritte **90** und **110** in der **Fig. 2**.

[0040] Der Abstand zwischen der Position P3 und der Position P4 beträgt zum Beispiel 50 mm. Der Anhebeabstand des Drehwerkzeugs **340B** zwischen

der Position P3 und der Position P4 beträgt zum Beispiel 0,5 mm. Die Verbindungstiefe ist verringert, die minimale Verbindungstiefe ist jedoch so gewählt, daß es unter dem Gesichtspunkt der Verbindungsfestigkeit keine Probleme gibt.

[0041] Wenn das Drehwerkzeug **340B** vollständig herausgezogen ist, entsteht an der Verbindungsstelle ein Loch, das dem Durchmesser des Abschnitts des Drehwerkzeugs **340** mit kleinem Durchmesser entspricht. An der Position P4 werden dann alle Drehwerkzeuge **340A** und **340B** in Drehung versetzt und abgesenkt und auf die vorgegebene Tiefe eingesetzt. Siehe Schritt S130. Das Drehwerkzeug **340B** wird in das Loch eingesetzt, das verblieb, und zwar bis in die reguläre Tiefe, die die gleiche ist wie vor der Position P3, d. h. vor dem Start des Anhebens des Werkzeugs **340B**. Das heißt, daß an der Position P4 die Einsetztiefe die ist, bei der das vorherige Reibrührverbinden gestoppt wurde, plus 0,5 mm, d. h. 0,5 mm unter den Boden des Lochs, das erzeugt wurde, als das Drehwerkzeug **340B** herausgezogen wurde.

[0042] In diesem Zustand wird wieder mit dem Vorschub der Drehwerkzeuge begonnen und das Reibrührverbinden mit der regulären Tiefe fortgesetzt. Siehe Schritt S150.

[0043] In der Position P4 wird daher an dem Loch wieder mit dem Reibrührverbinden begonnen, das beim Herausziehen des Drehwerkzeugs **340B** entstand. Aus diesem Grund wird das Loch durch das Metall der erhöhten Abschnitte **25**, **35** vergraben, die eine Materialquelle bilden. Da die Wiederbeginnsposition des unteren Endes des Drehwerkzeugs **340B** unter dem Boden des Lochs liegt und da im unteren Bereich des Lochs eine vollständige Verbindung hergestellt wird, kann das Auftreten eines Defekts an dieser Stelle vermieden werden. Insbesondere läßt sich ein Defekt im Mittenbereich des Bodens des Lochs vermeiden, da das Metall im unteren Bereich des Lochs vollständig durch das Drehwerkzeug **340B** aufgerührt wird. Da somit das Ausmaß der Defekte, die im Mittenbereich des Bodens des Loches auftreten können, nicht groß ist, läßt sich unter dem Aspekt der Festigkeit eine vollständig wirkungsvolle Verbindung erhalten.

[0044] Da die Einsetzposition des Drehwerkzeugs **340A** an einer Stelle nach der vorläufigen Schweißung W am Ende der Flansche **29**, **39** liegt, wird der Spalt an der Verbindungslinie nicht wesentlich erweitert. Entsprechend läßt sich eine gute Verbindung erreichen.

[0045] Am nächsten Fenster **210** wird der Vorgang wiederholt. An der Ein- und Ausstiegstür **220** wird ebenfalls das Anheben und Absenken der Drehwerkzeuge **340** auf eine ähnliche Weise ausgeführt. Es ist nicht notwendig, daß alle Drehwerkzeuge **340** auf derselben Querlinie angeordnet sind.

[0046] Nachdem das Verbindung bis zum entfernten Ende der Struktur ausgeführt wurde, wird der Körper aus der Anzahl von hohlen Rahmenelementen umgedreht, und das Reibrührverbinden wird auf die

gleiche Weise an der anderen Seite an den Seitenplatten **22**, **32** ausgeführt. Die stehenbleibenden erhöhten Abschnitte an der Außenseite des Wagenkörpers werden dann abgeschnitten, damit die Außenseite an den Verbindungszonen mit den angrenzenden Oberflächen der Seitenplatten bündig wird.

[0047] Wenn bei der oben beschriebenen Einsetztiefe des Werkzeugs **340B** an der Position P4 das Risiko eines Defekts besteht, wird das Drehwerkzeug **340B** tiefer eingesetzt, damit der Verbindungsbereich dicker wird. Nachdem der Vorschub wieder begonnen hat, wird an einer nachfolgenden Position P5 (oder nach einer vorgegebenen Zeit) das Drehwerkzeug **340B** auf die reguläre Einsetztiefe angehoben.

[0048] Die Anhebebewegung und die anderen Bewegungen der Drehwerkzeuge **340** werden mit einer Höhenpositionssteuerfunktion der Drehwerkzeuge **340** ausgeführt. Die Höhenpositionssteuerfunktion bestimmt die Höhenposition der erhöhten Abschnitte **25**, **35** mit dem Sensor und leitet daraus die vorgegebene Einsetztiefe von den erhöhten Abschnitten **25**, **35** ab. Auf diese Weise werden alle Drehwerkzeuge **340** in ihren regulären Zustand gebracht.

[0049] Eine alternative Vorgehensweise ist wie folgt. Das Reibrührverbinden wird mit der regulären Einsetztiefe bis zu der Position P4 ausgeführt und an der Position P4 das Drehwerkzeug **340B** herausgezogen. Dann werden an der Position P4 die Drehwerkzeuge **340A** und **340B** wieder eingesetzt. Die Einsetztiefe des Drehwerkzeugs **340A** ist die reguläre Tiefe. Die Einsetztiefe des Drehwerkzeugs **340B** ist zum Beispiel um 0,5 mm größer als die reguläre Tiefe. Es wird wieder mit dem Vorschub der Drehwerkzeuge **340A** und **340B** begonnen, und an einer nachfolgenden Position (oder nach einer vorgegebenen Zeit) beginnt ein Anheben des Drehwerkzeugs **340B**. Die Anhebegeschwindigkeit ist klein, während der Vorschub des Laufwerks **320** fortgesetzt wird. Die Verbindungstiefe des Drehwerkzeugs **340B** wird allmählich flacher. Wenn das Drehwerkzeug **340B** auf die vorgegebene Position angehoben wurde (auf die Einsetztiefe vor der Position P4), wird das Anheben des Drehwerkzeugs **340B** beendet. Entsprechend erreichen alle Drehwerkzeuge **340A** und **340B** den regulären Zustand.

[0050] Die Positionen P1, P2, P3 und P4 können entsprechend gemessenen Zeitspannen oder durch eine Positionsmessung bestimmt werden.

[0051] An der Position, an der das Drehwerkzeug **340B** herausgezogen wurde, kann dann das Drehwerkzeug **340** unmittelbar eingesetzt werden, vorzugsweise werden die Drehwerkzeuge **340A** und **340B** an der Position P4 eingesetzt, nachdem der Laufkörper **320** in Bewegung gesetzt wurde.

[0052] Wie beschrieben wird an der Position P4 das Drehwerkzeug **340B** herausgezogen und dann erneut in das so entstandene Loch eingesetzt. Es ist jedoch auch möglich, das Drehwerkzeug **340B** vor der Position P4 einzusetzen. In diesem Fall ist die Einsetztiefe beim zweiten Einsetzen des Drehwerk-

zeugs **340B** die gleiche wie bei der vorherigen Verbindungsoperation.

[0053] Bei der Ausführungsform der **Fig. 6** wird, wenn die Drehwerkzeuge **340A**, **340B** das hintere Ende des Fensters **210** erreichen, d. h. die Flansche **29**, **39** erreichen, das Drehwerkzeug **340A** abgesenkt, während es sich dreht, und in eine vorgegebene Tiefe eingesetzt. Die Einsetzposition P4 des Drehwerkzeugs **340A** in die Flansche **29**, **39** liegt in Arbeitsrichtung hinter dem vorläufigen Schweißbereich W. Da das Drehwerkzeug **340A** abgesenkt wird, während es vorwärtsbewegt wird, nimmt die Verbindungstiefe allmählich zu. Wenn die Einsetztiefe einen vorgegebenen Wert erreicht hat, wird mit dem Absenken des Drehwerkzeugs **340A** aufgehört (Position P5). Dann erfolgt das Reibrührverbinden mit der regulären Tiefe. Die Position P5, an der die Einsetztiefe des Drehwerkzeugs **340A** regulär wird, liegt in den Flanschen **29** und **39**. Nach dem Verbinden werden die Flansche **29**, **39** weggeschnitten. Die Einsetztiefe des Drehwerkzeugs **340A** wird entsprechend mit dem optischen Sensor gesteuert.

[0054] Da das Drehwerkzeug **340A** bei laufendem Vorschub abgesenkt wird, brauchen die Drehwerkzeuge **340A** und **340B** nicht angehalten zu werden, so daß die Verbindungszeit verkürzt werden kann.

[0055] Da die Einsetzposition P4 des Drehwerkzeugs **340A** nach dem vorläufigen Schweißbereich der Flansche **29**, **39** liegt, wird der Spalt an der Verbindungslinie nicht viel erweitert. Aus diesem Grund läßt sich eine gute Schweißverbindung erreichen. Es besteht das Risiko, daß sich der Spalt zwischen den beiden Elementen an der Einsetzposition (zu Beginn der Verbindungslinie) vergrößert, bei den vorliegenden Ausführungsformen werden jedoch nicht nur die Oberseiten der erhöhten Abschnitte **25**, **35**, sondern auch die Enden der Flansche **29**, **39** in der Dickenrichtung durch die vorläufige Schweißung W verbunden. Entsprechend sind die Flansche fest verbunden, und eine Vergrößerung am Beginn der Reibrührverbindung kann verhindert werden.

[0056] An den ersten Endabschnitten der hohlen Rahmenelemente **20**, **30** können den Flanschen **29**, **39** ähnliche Flansche vorgesehen werden, das heißt an den ersten Einsetzpositionen der Drehwerkzeuge **340A** und **340B**, die ähnlich ausgestaltet sind wie in der **Fig. 6**. Im Vergleich mit dem Fall des vorläufigen Verschweißens nur an der Oberseite der hohlen Rahmenelemente kann die Länge der Flansche verkürzt werden. Entsprechend läßt sich die Länge der hohlen Rahmenelemente verkürzen.

[0057] Erfindungsgemäß kann somit, wenn eine Verbindungslinie mit mehreren Linien einen gleichzeitigen Reibrührverbinden unterworfen wird und ein Bereich existiert, in dem keine Verbindung auszuführen ist, oder ein Bereich, in dem das Reibrührverbinden nicht erforderlich ist, zu Beginn des zweiten Verbindungsvorgangs eine gute Reibrührverbindung erhalten werden, und das Verbinden läßt sich in kurzer Zeit ausführen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Struktürkörpers mit folgenden Schritten: Starten eines Reibrührverbindens mehrerer Elemente (**10**, **20**, **30**, **40**), die Seite an Seite aneinander anstoßen, indem an zwei Verbindungslinien, die quer zur Richtung der Verbindungsbildung einen Abstand voneinander aufweisen, entsprechende Drehwerkzeuge (**340**) eingebracht werden und die Werkzeuge gemeinsam entlang der jeweiligen Verbindungslinien fortbewegt werden, um die Elemente entlang der Verbindungslinien zu verbinden;

das Reibrührverbinden an einer ersten Position (P1) an einer ersten der Verbindungslinien gestoppt wird, indem ein erstes (**340A**) der Werkzeuge (**340**) von der ersten Verbindungslinie zurückgezogen wird, wobei das erste Werkzeug (**340A**) fortfährt, das Fortbewegen eines zweiten (**340B**) der Werkzeuge (**340**) zu begleiten, das mit der Bildung einer Verbindung fortfährt; und

Wiedereinbringen des ersten Drehwerkzeugs (**340A**) in das Verbindungsmaterial an einer zweiten Position (P4), die einen Abstand von der ersten Position aufweist, um dessen Reibrührverbindungs Vorgang wieder aufzunehmen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Fortbewegen der Werkzeuge (**340**) an der genannten zweiten Position (P4) gestoppt wird und das zweite Werkzeug (**340B**) von dem Verbindungsmaterial zurückgezogen wird und das erste und das zweite Werkzeug (**340A**, **340B**) danach an der jeweiligen Verbindungslinie erneut eingebracht werden und das Reibrührverbinden durch Starten des Fortbewegens der Werkzeuge (**340**) erneut gestartet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Werkzeuge (**340A**, **340B**) nach dem Zurückziehen des zweiten Werkzeugs (**340B**) an der zweiten Position (P4) dort wiedereingebracht werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Wiedereinbringtiefe des zweiten Werkzeugs (**340B**) an der zweiten Position (P4) tiefer als seine Einbringtiefe unmittelbar vor seinem Zurückziehen an der zweiten Position (P4) ist.

5. Verfahren nach Anspruch 2, wobei sich die Position des Wiedereinbringens der Werkzeuge (**340A**, **340B**) nach dem Zurückziehen des zweiten Werkzeugs (**340B**) an der zweiten Position (P4) bezüglich der Fortbewegungsrichtung stromaufwärts von der zweiten Position (P4) befindet.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei ein Zurückziehen des zweiten Werkzeugs (**340B**) an einer dritten Position (P3) in Fortbewegungsrichtung stromaufwärts von der zweiten Position (P4) gestartet wird und das Reibrührverbinden durch das zweite

Werkzeug (**340B**) während seines Zurückziehens weitergeführt wird; und an der zweiten Position (P4) das Fortbewegen der Werkzeuge (**340**) gestoppt und das Reibrührverbinden durch das zweite Werkzeug (**340B**) gestoppt wird, indem dieses vollständig von dem Verbindungsmaterial zurückgezogen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Wiedereinbringtiefe des zweiten Werkzeugs (**340B**) tiefer als seine Einbringtiefe vor seinem Zurückziehen an der zweiten Position (P4) ist und die Einbringtiefe des zweiten Werkzeugs (**340B**) danach verringert wird, um sie auf die Einbringtiefe des zweiten Drehwerkzeugs (**340B**) vor dem Stoppen des Fortbewegens an der zweiten Position zu bringen.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das erste Drehwerkzeug (**340A**) wieder eingebracht wird, während es sich dreht und während sein Fortbewegen weitergeführt wird, wobei sein Einbringen weitergeführt wird, bis es eine vorbestimmte Einbringtiefe erreicht.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei nach dem Reibrührschweißen Material an der ersten und der zweiten Position (P1, P4) auf der ersten Verbindungslinie entfernt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei in den aneinander anstoßenden Elementen (**10**, **20**, **30**, **40**) an der ersten Verbindungslinie zwischen der ersten und der zweiten Position (P1, P4) eine Öffnung (**210**) vorliegt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

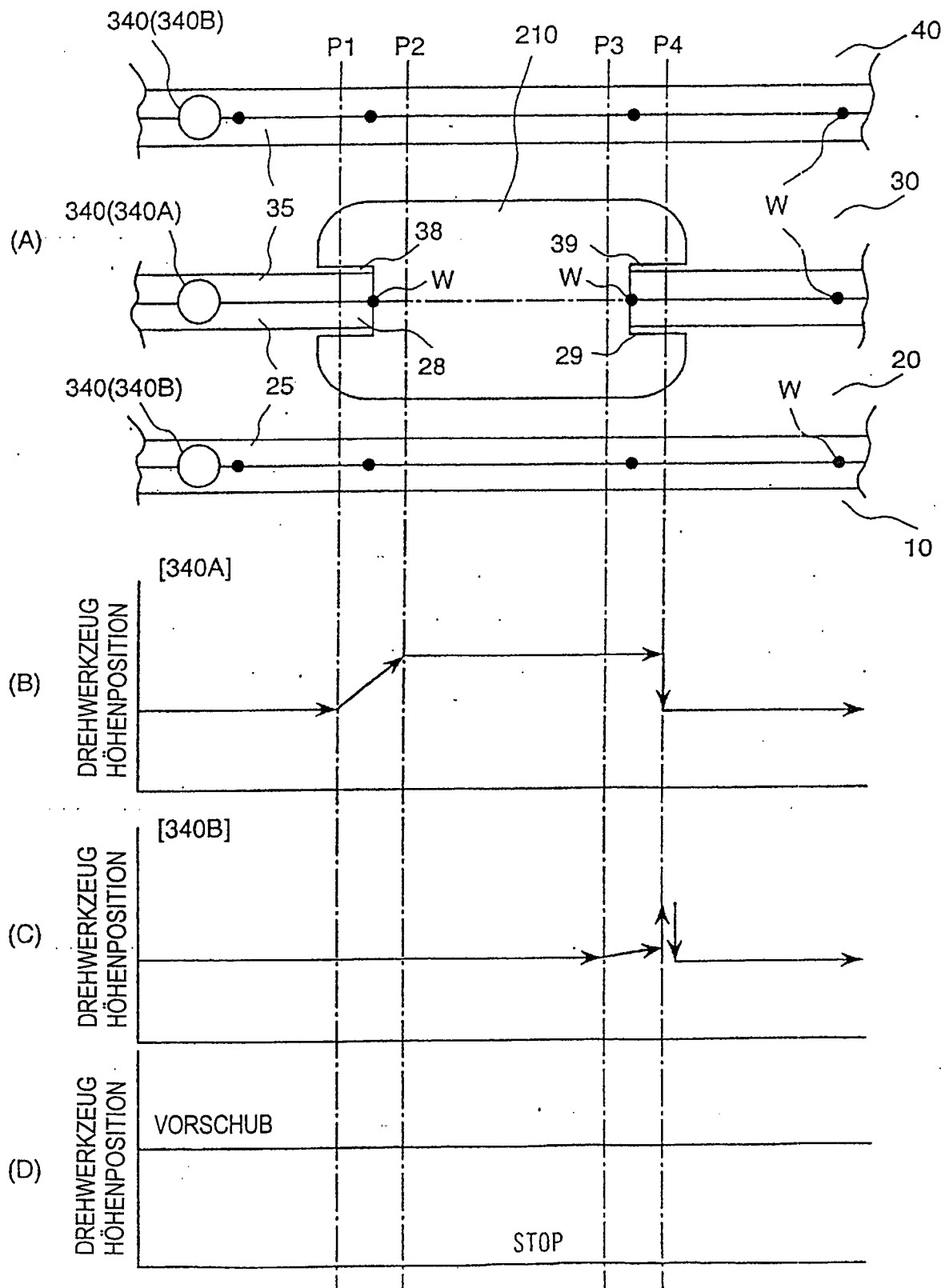


FIG. 2

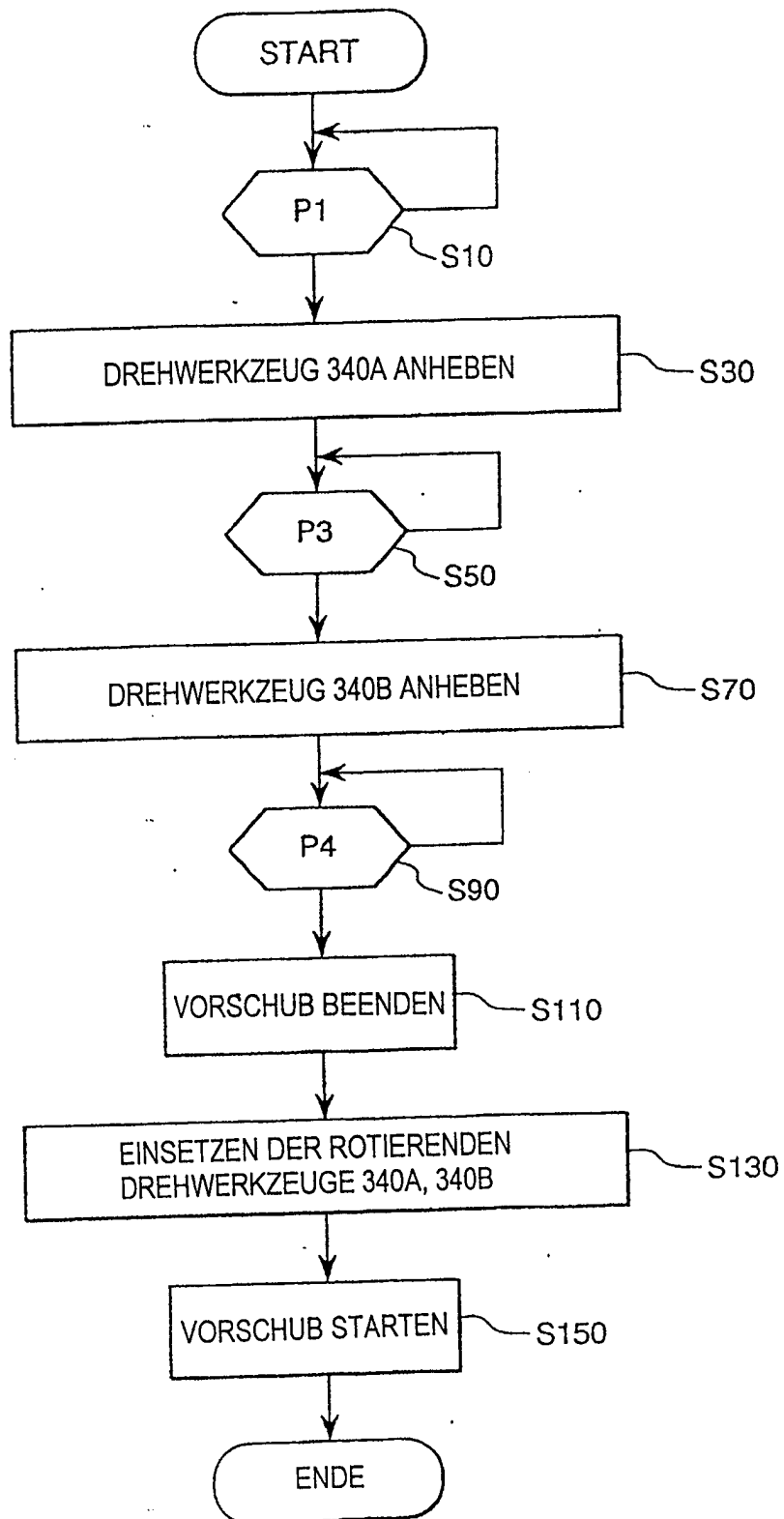


FIG. 3

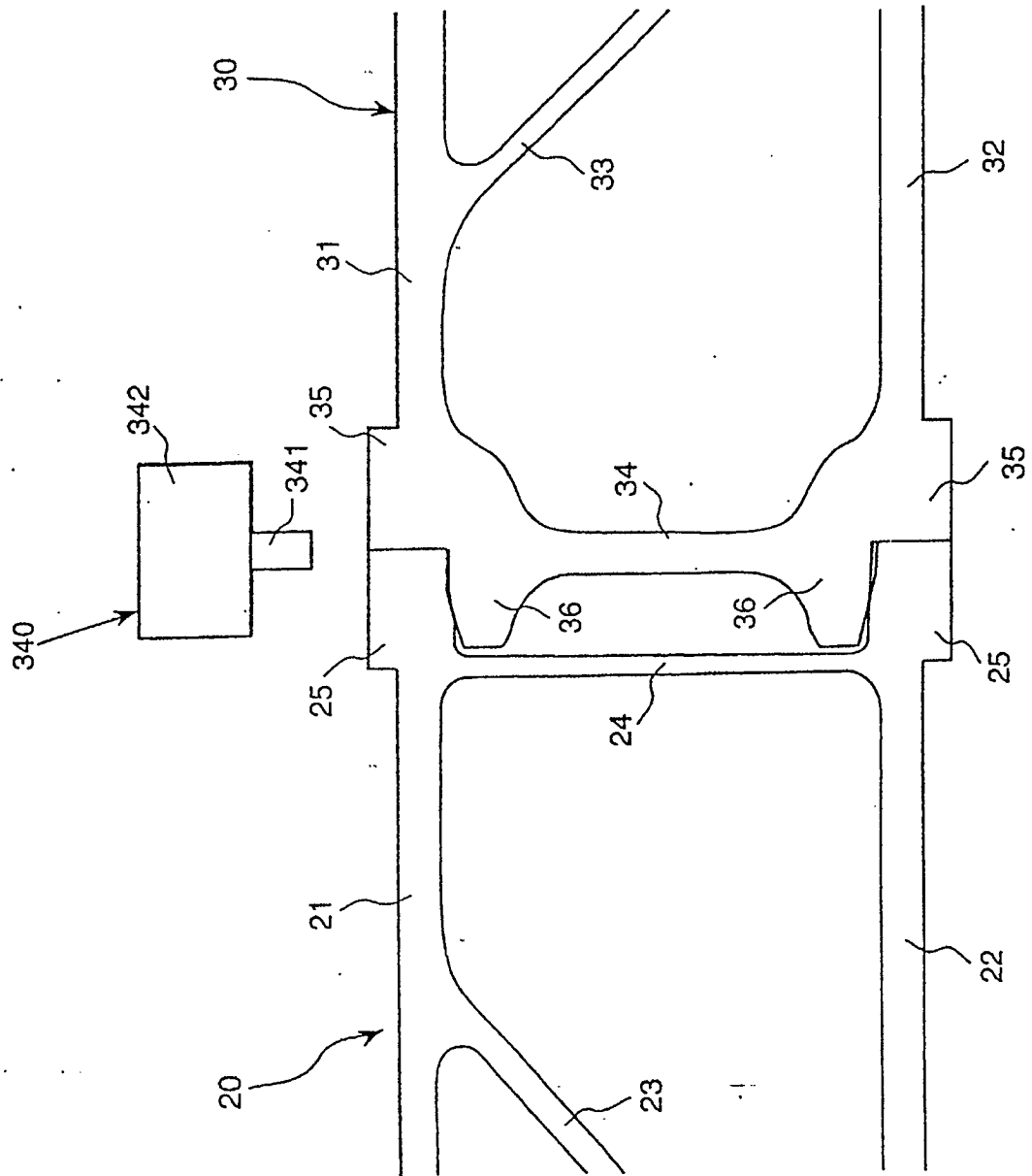


FIG. 4

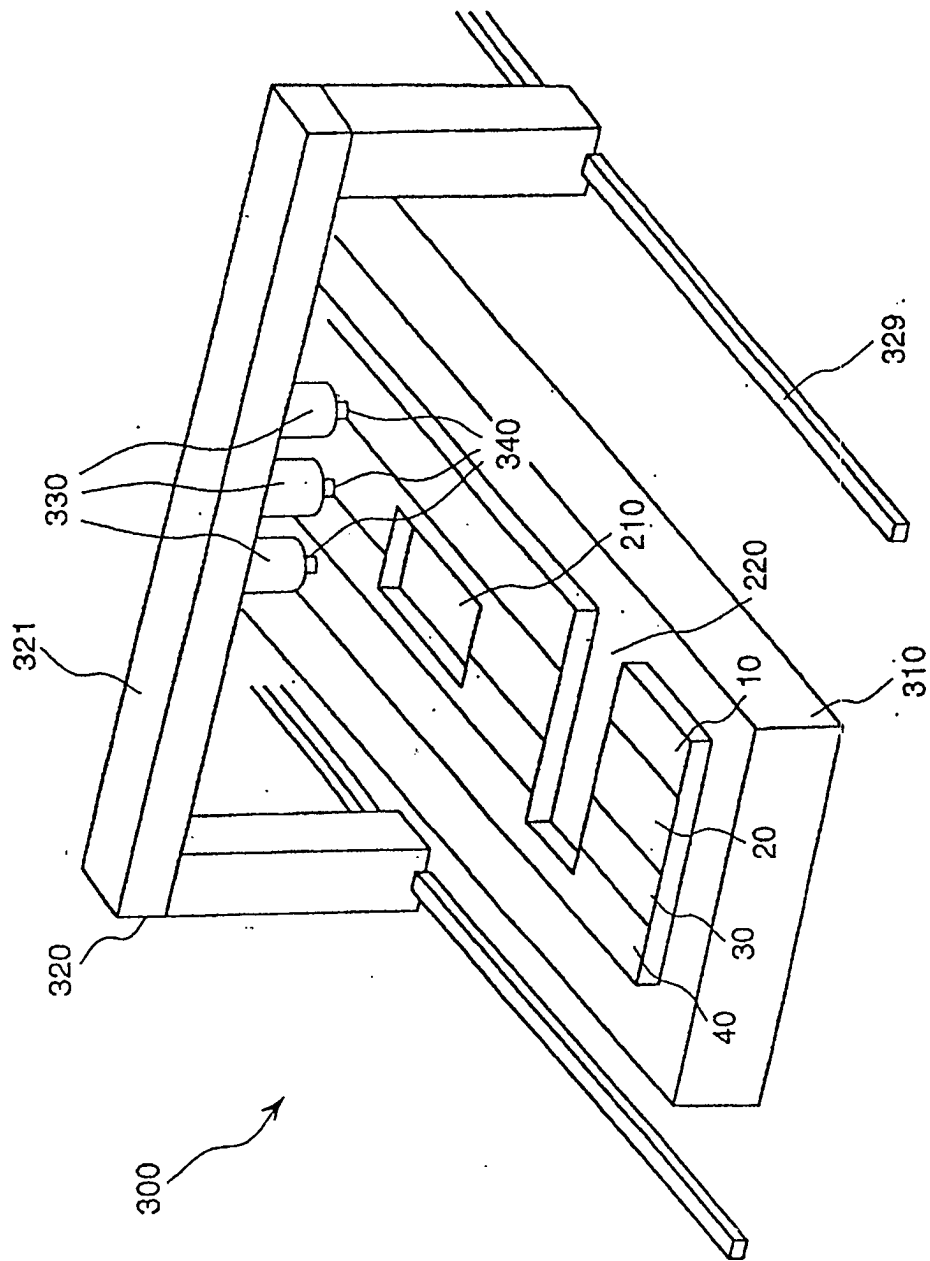


FIG. 5

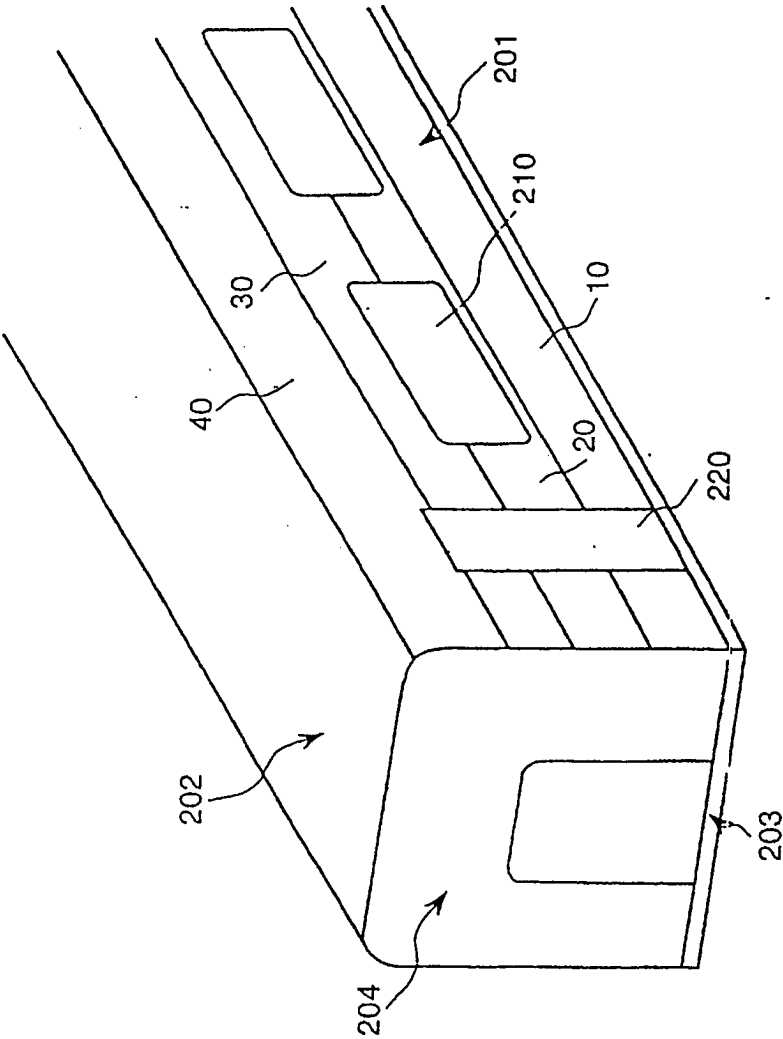


FIG. 6

