



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 23 746 T2** 2004.10.07

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 893 189 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 23 746.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 301 177.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **18.02.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.01.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **12.05.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **07.10.2004**

(51) Int Cl.⁷: **B23K 20/12**

B23K 33/00, B29C 65/06, B61D 17/08

(30) Unionspriorität:

19675997 23.07.1997 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:

**Aota, Kinya, Hitachi-shi, Ibaraki 319-1225, JP;
Ezumi, Masakuni, Kudamatsu-shi, Yamaguchi
744-0002, JP; Ishimaru, Yasuo, Kudamatsu-shi,
Yamaguchi 744-0031, JP; Okamura, Hisanori,
Naka-gun, Ibaraki 319-1114, JP; Funyuu, Isao,
Takahagi-shi, Ibaraki 318-0012, JP; Satou, Akihiro,
Kudamutsu-shi, Yamaguchi 744-0002, JP**

(54) Bezeichnung: **Oszillierendes Reibschweissverfahren**

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 Erfindung betrifft ein Reibrührschweißverfahren, das zum Verbinden von Elementen aus verschiedenen Materialien, einschließlich z. B. eines Elements aus einer Aluminiumlegierung usw., geeignet ist.

[0002] Ein Reibrührschweißverfahren ist ein Verfahren, bei dem durch Drehen eines in einen Verbindungsbereich zwischen zwei Elementen (z. B. zwei Metallkörper, wobei jedoch keine Beschränkung besteht, wie zwei Al-Körper) eingeführten Rundkörpers (rotierenden Körpers) und ferner durch Bewegen desselben entlang der Verbindungslinie die zwei Körper im Verbindungsbereich erwärmt werden und zugehöriges Material erweicht wird und plastisch fließt, wodurch die zwei Körper eine Festphasenverbindung erfahren, d. h. im Verbindungsbereich miteinander verschweißt werden.

[0003] Herkömmlicherweise verfügt der rotierende Körper über einen Abschnitt mit kleinem Durchmesser, der in den Verbindungsbereich eingeführt wird, und einen Abschnitt mit großem Durchmesser, der außerhalb desselben positioniert wird. Der Abschnitt mit kleinem Durchmesser und derjenige mit großem Durchmesser sind auf derselben Achse positioniert. Eine Seite des Abschnitts mit großem Durchmesser wird gedreht, wodurch sich die Abschnitte mit großem und mit kleinem Durchmesser beide drehen. Ein Grenzabschnitt zwischen demjenigen mit kleinem Durchmesser und demjenigen mit großem Durchmesser kann ein wenig in den Verbindungsabschnitt eingeführt werden. Eine Verbindung gemäß dem Reibrührschweißverfahren kann für einen Stoßabschnitt und einen Überlappungsabschnitt angewandt werden.

[0004] Die oben angegebene bekannte Technik ist z. B. in der japanischen Patentankündigungs-Offenlegungsveröffentlichung Nr. Hei 7-505090 (EP 0615480 B1); Dawes, "An Introduction to Friction Stir Welding and Its Development", in *Welding & Metal Fabrication* (Januar 1995), Seiten 13, 14 und 16; und in WO 93/10935, deren Inhalte hier durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit eingeschlossen werden, offenbart.

[0005] EP-A-797043 (veröffentlicht am 24. September 1997) beschreibt ein an zwei Kante an Kante auf Stoß aneinander gesetzten Elementen ausgeführtes Reibrührschweißverfahren mittels eines rotierenden Instruments oder Werkzeugs mit einem Endabschnitt mit kleinem Durchmesser und einem zweiten Abschnitt größeren Durchmessers mit einer Stirnfläche, von der der Abschnitt kleinen Durchmessers absteht. Die zwei Elemente verfügen an ihren aneinandergestoßenen Rändern über dickere Abschnitte, die zum Werkzeug vorstehen.

[0006] Diese bekannte Technik ist auch im Artikel von T. Shinoda und Y. Kondoh, "324 Butt Welding of Plate Using Friction Stir Welding; Method Study of Friction Stir Welding", *Welding Associate Japan Lec-*

ture Meeting Outline, Nr. 56 (April 1995), Seiten 208 und 209 beschrieben. Dieser Artikel offenbart einen rotierenden Körper (rotierendes Werkzeug) aus rostfreiem Stahl, miteinander zu verschweißende (zu verbindende) Elemente aus Reinaluminium (A1100), wobei die zu verschweißenden Elemente eine Plattendicke von 6 mm aufweisen. Der rotierende Körper verfügt über einen Abschnitt mit großem Durchmesser mit einem Durchmesser von 20 mm sowie einen Abschnitt mit kleinem Durchmesser (zylindrisch) mit einem Durchmesser von 6 mm und einer Länge (axial) von 5 mm. Im Betrieb dreht sich der rotierende Körper mit 1.000–2.500 U/Min., und er bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 1,0–8,0 mm/s entlang den zwei zu verschweißenden Elementen.

[0007] Beim im vorstehenden Absatz beschriebenen Artikel bestehen die zu verbindenden Elemente aus Aluminium. Aluminiumlegierungen sind auch zum Verschweißen durch Reibrührschweißen geeignet; zu anderen zum Schweißen durch Reibrührschweißen untersuchten Metallen gehören Kupfer, Titan und rostfreier Stahl. Das hier bereits genannte Dokument EP 0615480 B1 offenbart das Reibrührschweißen von (z. B. thermoplastischen) Kunststoffmaterialien. Alle diese Materialien können durch den erfindungsgemäßen Prozess geschweißt werden.

[0008] Gemäß verschiedenen Versuchen zum Reibrührschweißverfahren wird ein Teil einer Oberfläche eines Verbindungsbereichs zweier Elemente durch Drehung des Abschnitts des rotierenden Körpers mit großem Durchmesser spanlösend bearbeitet, und an der Oberfläche des Verbindungsbereichs wird eine Kerbe erzeugt. Zu beiden Seiten der Kerbe kommt es aufgrund der plastischen Verformung der Elemente zu einem verdickten Teil.

[0009] Es ist leicht, den verdickten Teil auszulösen; jedoch ist für die Korrektur der Kerbe eine Verputzarbeit usw. erforderlich, und im Ergebnis kommt es zu hohen Herstellkosten.

[0010] Ferner entsteht dann, wenn vor der Verbindungsverarbeitung zwischen den Stirnflächen der aneinanderstoßenden Flächen der zwei Elemente ein Spalt existiert, ein Fehler wie eine Vertiefung usw. im Verbindungsbereich. Im Ergebnis kommt es zu einer Verringerung der Stabilität, und insbesondere bei einer großen Konstruktion kommt es zu Problemen. Je größer die Elemente sind, desto schwieriger wird die Handhabung beim oben genannten Spalt (je stärker der Spalt auftritt); demgemäß wird die Vertiefung groß und darüber hinaus wird leicht ein Fehler erzeugt.

[0011] Wenn der Verbindungsbereich z. B. mit einem anderen Element bedeckt ist, bildet das Vorliegen einer Vertiefung kein so starkes Problem, und es existiert kein Problem mit Ausnahme des Festigkeitsproblems (das selbstverständlich für sich ein schwerwiegendes Problem sein kann). Jedoch ist es an einer Seitenfläche usw. einer Karosserie von Fahrzeugen (z. B. Schienenfahrzeugen) erforderlich, wegen des äußeren Aussehens eine Vertiefung zu entfer-

nen. Ferner bildet die Vertiefung selbst dann, wenn sie nicht erkennbar ist, aus dem Gesichtspunkt des Funktionsvermögens (z. B. der Stabilität der Schweißnaht) ein Problem.

[0012] Vorzugsweise ist es eine Aufgabe der Erfindung, die Erzeugung einer Vertiefung in einem Verbindungsbereich zu verhindern, wenn zwei Elemente (z. B., wobei jedoch keine Beschränkung hierauf besteht, zwei Metallelemente, wie aus einer Aluminiumlegierung) durch ein Reibrührschweißverfahren verbunden werden.

[0013] Vorzugsweise ist es eine andere Aufgabe der Erfindung, durch Reibrührschweißen zu verbindende Elemente zu schaffen, durch die vermieden wird, dass im Verbindungsbereich zwischen den verbundenen Elemente eine Vertiefung entsteht.

[0014] Vorzugsweise ist es noch eine andere Aufgabe der Erfindung, ein Reibrührschweißverfahren und ein durch dieses hergestelltes Produkt zu schaffen, bei denen im Verbindungsbereich zwischen verbundenen Elementen, wo die verbundenen Elemente aneinander in Kontakt gebracht werden, bevor sie verbunden werden, oder selbst dann, wenn zwischen den Elementen ein kleiner Spalt existiert, bevor sie verbunden werden (wobei jedoch die Elemente nebeneinander angeordnet sind), eine Vertiefung vermieden werden kann.

[0015] Die oben angegebenen Aufgaben werden durch ein Reibrührschweißverfahren gemäß den Ansprüchen gelöst.

[0016] Durch Positionieren des rotierenden Körpers in solcher Weise, dass der Abschnitt desselben mit großem Durchmesser in den verdickten Teil eingeführt wird (mit dem verdickten Teil überlappt), wird eine hervorragende Schweißnaht erzielt, während eine Vertiefung in der Schweißverbindung vermieden wird. Der Abschnitt des Durchmesser des rotierenden Körpers mit großem Durchmesser erstreckt sich nicht unter den überstehenden Abschnitt des verdickten Teils, während der rotierende Körper bewegt wird, um das Reibrührschweißen auszuführen.

[0017] Der verdickte Teil des Elements kann ein integraler Teil desselben sein, und er erstreckt sich z. B. zum Rand (des Elements), der angrenzend an ein anderes Element zu positionieren ist, mit dem das Element zu verschweißen ist.

[0018] Vorzugsweise verfügt der überstehende verdickte Teil über eine Seite, am weitesten entfernt von der Schweißstelle, die, im Querschnitt, schräg ausgebildet ist (z. B. einen spitzen Winkel von weniger als 90° zur Ebene der Oberfläche des Elements (außer im überstehenden Abschnitt) bildet; siehe Θ in der Fig. 4). Wünschenswerterweise bildet diese am weitesten von der Schweißstelle entfernte Seite einen Winkel von 15°–60°, vorzugsweise 30°, zur Oberflächenebene des Elements.

[0019] Die Fig. 1 ist ein Längsschnitt, der einen Teil einer Ausführungsform gemäß der Erfindung zeigt.

[0020] Fig. 2 ist ein Längsschnitt, der einen Zustand nach einem Reibrührschweißen der Struktur der

Fig. 1 zeigt.

[0021] Fig. 3 ist ein Längsschnitt, der einen Zustand zeigt, bei dem nach dem Ausführen eines Reibrührschweißens der Struktur der Fig. 1 ein Endbearbeitungsprozess an einer Seite ausgeführt wird.

[0022] Fig. 4 ist eine Ansicht zum Erläutern von Abmessungen.

[0023] Fig. 5 ist eine perspektivische Ansicht, die eine Karosserie eines Schienenfahrzeugs zeigt.

[0024] Fig. 6 ist ein Längsschnitt, der einen Teil einer anderen Ausführungsform gemäß der Erfindung zeigt.

[0025] Fig. 7 ist eine geschnittene Seitenansicht, die einen Verbindungsbereich einer anderen Ausführungsform gemäß der Erfindung zeigt.

[0026] Fig. 8A ist ein Längsschnitt, der eine Verbindungsvorrichtung einer Ausführungsform gemäß der Erfindung zeigt.

[0027] Fig. 8B ist ein Längsschnitt eines Teils einer anderen Ausführungsform gemäß der Erfindung.

[0028] Fig. 8C ist eine linke Seitenansicht der Fig. 8B.

[0029] Fig. 8D ist ein Längsschnitt eines Teils einer weiteren Ausführungsform gemäß der Erfindung.

[0030] Fig. 9 ist ein Längsschnitt, der einen Verbindungsbereich einer weiteren Ausführungsform gemäß der Erfindung zeigt.

[0031] Fig. 10 ist ein Längsschnitt, der eine verschweißte Struktur nach einem Reibrührschweißen der Struktur der Fig. 9 zeigt.

[0032] Fig. 11 ist ein Längsschnitt, der die sich ergebende Struktur zeigt, nachdem ein dickerer Teil der Struktur der Fig. 10 auf Glätte endbearbeitet wurde.

[0033] Fig. 12 ist ein Längsschnitt eines Verbindungsbereichs einer anderen Ausführungsform gemäß der Erfindung.

[0034] Fig. 13 ist ein Längsschnitt, der die sich ergebende Struktur nach einem Reibrührschweißen der in der Fig. 12 dargestellten Struktur zeigt.

[0035] Fig. 14 ist ein Längsschnitt, der die sich ergebende Struktur zeigt, nachdem ein dickerer Teil der in der Fig. 12 dargestellten Struktur auf Glätte endbearbeitet wurde.

[0036] Fig. 15 ist ein Längsschnitt eines Verbindungsbereichs einer anderen Ausführungsform gemäß der Erfindung.

[0037] Fig. 16 ist ein Längsschnitt, der die sich ergebende Struktur nach einem Reibrührschweißen der in der Fig. 15 dargestellten Struktur zeigt.

[0038] Fig. 17 ist eine Vorderansicht eines Seitenkonstruktionskörpers eines Schienenfahrzeugs.

[0039] Fig. 18 ist eine Schnittansicht entlang der Linie 18-18 in der Fig. 17.

[0040] Fig. 19 ist eine rechte Seitenansicht der Fig. 18.

[0041] Fig. 20 ist ein Längsschnitt eines Teils einer weiteren Ausführungsform gemäß der Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFIN-
DUNG

[0042] Nun wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 1–5** eine Ausführungsform der Erfindung, die eine Anwendung der Erfindung für eine Karosserie von Schienenfahrzeugen ist, erläutert.

[0043] In der **Fig. 5** besteht eine Karosserie eines Schienenfahrzeugs aus einem Seitenkonstruktionskörper **41**, einem Dachkonstruktionskörper **42**, einem Bodenkonstruktionskörper **43** sowie einem Konstruktionskörper **44** eines Stirnabschnitts in der Längsrichtung. Der Seitenkonstruktionskörper **41** wird dadurch hergestellt, dass mehrere hohle, extrudierte Rahmenelemente (**50, 60**) angeordnet werden und Kontaktabschnitte derselben verbunden werden. Die Verbindung wird so ausgeführt, wie es in der **Fig. 1** dargestellt ist.

[0044] Sowohl der Dachkonstruktionskörper **42** als auch der Bodenkonstruktionskörper **43** ist auf ähnliche Weise aufgebaut. Verbindungen zwischen dem Seitenkonstruktionskörper **42** und dem Dachkonstruktionskörper **41** sowie dem Bodenkonstruktionskörper **43** werden unter Verwendung von MIG(Metallelektrode-Inertgas)-Schweißen usw. ausgeführt.

[0045] Die **Fig. 1** zeigt einen Verbindungsabschnitt eines hohlen Rahmenelements, das den Seitenkonstruktionskörper **41** bildet. Die hohlen Rahmenelemente **50** und **60** sind extrudierte Rahmenelemente aus z. B. einer Aluminiumlegierung. Die hohlen Rahmenelemente **50** und **60** verfügen jeweils über zwei Platten **51, 52** und **61, 62** sowie diagonale Platten (Rippen) **53** und **63**, die diese Platten verbinden. Die mehreren diagonalen **53** und **63** sind fachwerkförmig angeordnet. Die Neigungsrichtungen der Platten **53** und **63** wechseln einander ab.

[0046] Ein Endabschnitt eines hohlen Rahmenelements **50** ist in einen Endabschnitt eines anderen hohlen Rahmenelements **60** eingeführt. Eine vertikale Platte **54** zum Verbinden der Platte **51** und der Platte **52** ist in der Nähe des Endabschnitts des hohlen Rahmenelements **50** vorhanden. Eine Bezugszahl **54** entspricht einem extrudierten Element zum Halten des Endabschnitts des hohlen Rahmenelements **50**.

[0047] Auf einer Verlängerungslinie durch das Zentrum in der Dickenrichtung (in der **Fig. 1** die Richtung nach rechts und links) der Platte **54** verfügen die Endabschnitte der zu verbindenden Elemente über verdickte Teile (überstehende Abschnitte) der zwei hohlen Rahmenelemente **50** und **60**. D. h., dass ein Endabschnitt (ein Zentrum eines Schweißbereichs W) jedes hohlen Rahmenelements **50** und **60**, wo die Verbindung ausgeführt wird, verdickt ist, um die überstehenden Abschnitte zu bilden.

[0048] Die Platten **51, 52** und **61, 62** werden nahe am Schweißbereich W (siehe z. B. die **Fig. 2**) positioniert und extrudiert und dick ausgebildet, um an der Seite einer Vorderfläche (einer Außenseite in der Dickenrichtung des hohlen Rahmenelements) oder einer dem Werkzeug zum Ausführen der Verbindungs-

bearbeitung (Verschweißung) zugewandten Seite, d. h. einer Seite, die dem rotierenden Körper **70** zugewandt ist, der ein Werkzeug zum Reibrührschweißen ist, zu bilden.

[0049] Die verdickten Teile **56** und **66** sind jeweils an den Endabschnitten der Platten **51, 52** und **61, 62** ausgebildet. Die Vorderflächen (die Außenflächen) der verdickten Teile **56** und **66** sind gleichmäßig verbunden und zu den Vorderflächen (den Außenflächen) der Platten (der nicht verdickten Abschnitte, die eben sein können) **51, 52** und **61, 62** geneigt. Wenn zwei verdickte Teile **56** und **66** ausgerichtet werden, können sie eine Trapezform bilden, wie es in der **Fig. 1** dargestellt ist, wobei jedoch die Erfindung nicht darauf beschränkt ist, dass die ausgerichteten Teile **56** und **66** eine Trapezform bilden müssten.

[0050] Die rotierenden Körper **70** und **70**, die die Verbindungswerkzeuge zum Reibrührschweißen sind, sind in einem oberen Abschnitt und einem unteren Abschnitt der Verbindungsbereiche des hohlen Rahmenelements angeordnet. Jeder rotierende Körper **70** verfügt über einen Grundstab **72** kleinen Durchmessers (Abschnitt mit kleinerem Durchmesser) am Vorderende eines Rundstabs großen Durchmessers (Abschnitt mit größerem Durchmesser) **71**, der als Basisabschnitt wirkt. Der Abschnitt **71** größeren Durchmessers und der Abschnitt **72** kleineren Durchmessers sind auf derselben Achse angeordnet. [0051] Der rotierende Körper **70** auf der Unterseite ist nach unten im Wesentlichen vertikal unter dem oberen rotierenden Körper **70** positioniert. Die rotierenden Körper **70** und **70** können entlang der Verbindungslinie getrennt sein; um jedoch ein Verbiegen der hohlen Rahmenelemente **50** und **60** zu vermeiden, ist es wünschenswert, den oberen und den unteren rotierende Körper in der Richtung entlang der Verbindungslinie nicht um einen großen Abstand zu trennen. Das Material des rotierenden Körpers **70** ist härter als die Materialien der hohlen Rahmenelemente **50** und **60**.

[0052] Durch Drehen der zwei rotierenden Körper **70** und **70** wird der Abschnitt **72** kleinen Durchmessers in den Verbindungsbereich der hohlen Rahmenelemente **50** und **60** eingeführt. Danach werden die zwei rotierenden Körper **70** und **70** in der horizontalen Richtung entlang der Längsrichtung des Verbindungsbereichs der hohlen Rahmenelemente **50** und **60** bewegt. Die zwei rotierenden Körper **70** und **70** werden gleichzeitig bewegt.

[0053] Während des Reibrührschweißens wird, auf einer Seite des oberen rotierenden Körpers **70**, ein Grenzabschnitt **73** (ein Abschnitt mit im Wesentlichen flacher Form) zwischen dem Abschnitt **71** großen Durchmessers und dem Abschnitt **72** kleinen Durchmessers des rotierenden Körpers in einem oberen Abschnitt **73a** (auf der Seite einer Fläche einer Spitze der verdickten Teile **56** und **66** und eines inneren Abschnitts der verdickten Teile **56** und **66**) gegenüber der Erstreckung der Oberfläche des Hauptabschnitts (des nichtüberstehenden Abschnitts) der Platten **51**

und **61** etwas nach oben beabstandet positioniert. D. h., dass sich der Abschnitt **71** großen Durchmessers des oberen rotierenden Körpers **70**, während er sich unter der Oberfläche des verdickten Teils erstreckt (z. B. in den verdickten Teil) eingeführt ist, nicht unter dem Niveau des nichtüberstehenden Abschnitts der Platten **51** und **61** erstreckt.

[0054] An einer Seite des unteren rotierenden Körpers **70** ist der Grenzabschnitt **73** zwischen dem Abschnitt **71** großen Durchmessers und dem Abschnitt **72** kleinen Durchmessers etwas unter der Erstreckung der Unterseite des Hauptabschnitts (des nichtüberstehenden Abschnitts) der Platten **52** und **62** (zwischen der Fläche der Spitze der verdickten Teile **56** und **66** und einem inneren Abschnitt der verdickten Teile **56** und **66**) positioniert.

[0055] D. h., dass der Grenzabschnitt **73** zwischen dem Abschnitt **71** großen Durchmessers und dem Abschnitt **72** kleinen Durchmessers an der Außenseite der Verlängerungslinie der Fläche der Außenseite des nichtüberstehenden Abschnitts der Platten **51** und **52** positioniert ist, und er ferner im inneren Abschnitt der verdickten Teile **56** und **66** positioniert ist. In der **Fig. 1** kennzeichnet die Linie **73a** die Position des Grenzabschnitts **73**. Anders gesagt, ist der Abschnitt großen Durchmessers an einer Position (in Bezug auf den oberen rotierenden Körper) unter der Spitze des verdickten Teils aber nicht unter der Verlängerungslinie des nichtüberstehenden Abschnitts der Platten **51** und **52** eingeführt; der Abschnitt großen Durchmessers des unteren rotierenden Körpers ist entsprechend eingeführt.

[0056] Wenn das Verschweißen ausgeführt wird, werden die Rahmenelemente **50** und **60** auf einem Maschinenbettgestell montiert und an diesem befestigt. Im Abschnitt, der den verdickten Teil der Unterseite umgibt, existiert kein Maschinenbettgestell. Das Rotationszentrum des rotierenden Körpers **70** ist das Zentrum des Verbindungsbereichs; d. h., dass ein derartiges Zentrum das Dickenzentrum der Platte **54** ist.

[0057] In der **Fig. 4** wird eine Beziehung zu den Abmessungen der jeweiligen Abschnitte erläutert. Die Breite **W1** der Spitze der zwei verdickten Abschnitte **56** und **66** (zwei Schweißabschnitte **56** und **66**), wenn die zwei verdickten Abschnitte **56** und **66** (zwei Schweißabschnitte **56** und **66**) aneinandergesetzt sind, ist größer als der Durchmesser **D** des Abschnitts **72** kleinen Durchmessers, jedoch kleiner als der Durchmesser **D** des Abschnitts **71** großen Durchmessers.

[0058] Die Breite **W2** des Basisabschnitts der zwei verdickten Abschnitte **56** und **66** (zwei Schweißabschnitte **56** und **66**) ist größer als der Durchmesser **D** des Abschnitts **71** großen Durchmessers. Die Höhe **H1** der zwei verdickten Abschnitte **56** und **66** (zwei Schweißabschnitte **56** und **66**) ist größer als die Länge des Abschnitts **72** kleinen Durchmessers.

[0059] Wenn das untere Ende des Abschnitts **71** großen Durchmessers an der Position **73a** der zwei

verdickten Abschnitte **56** und **66** (zwei Schweißabschnitte **56** und **66**) positioniert wird, erreicht das Vorderende des Abschnitts **72** kleinen Durchmessers das Element **55** oder wird in der Nähe desselben positioniert.

[0060] Die **Fig. 2** zeigt einen Zustand, bei dem das Reibrührschweißen abgeschlossen wurde. Die **Fig. 2** zeigt den Verbindungs(Schweiß)bereich **W** an der Oberseite der **Fig. 1**. Der Verbindungsbereich an der Unterseite ist symmetrisch zu dem an der Oberseite. Auf der Seite einer Außenfläche des Verbindungsbereichs **W** kommt es zu einer Vertiefung **K**, die zur Innenseite des hohlen Rahmenelements gerichtet. An den beiden Seiten der Vertiefung **K** befinden sich dicke Teile **56T** und **66T**.

[0061] Die dicken Teile **56T** und **66T** sind Überbleibsel der verdickten Teile **56** und **66**. Die dicken Teile **56T** und **66T** enthalten plastisch verformte Substanz. Die Unterseite der Vertiefung **K** ist im Außenseitenabschnitt **73a**, außerhalb einer Außenfläche der Platte **51** und **61**, positioniert.

[0062] Wenn die obere Seitenfläche in der **Fig. 1** die Außenseitenfläche der Karosserie eines Schienenfahrzeugs ist, wird ein überschüssiger Teil des Verbindungsbereichs an der Oberfläche (ein Teil, der sich von den Flächen der Hauptabschnitte (nicht verdickten Abschnitte) der Platten **51** und **61** nach außen erstreckt) veranschaulichend durch eine Schleifmaschine bearbeitet, und dies wird so ausgeführt, dass dieselbe plane Fläche vorliegt, wie sie den Oberflächen der Hauptabschnitte der Platten **51** und **61** entspricht. Da die Oberflächenseite bearbeitet wird, ist es möglich, auf einfache Weise eine spanabhebende Bearbeitung auszuführen.

[0063] Auf der Unterflächenseite existieren, ähnlich wie oben, die Vertiefung **K** und die dicken Teile **56T** und **66T**; wenn sie jedoch an der Innenseitenfläche der Karosserie existieren, ist es nicht erforderlich, sie zu bearbeiten, da sie durch Verschönerungsplatten abgedeckt sind.

[0064] Die **Fig. 3** zeigt einen Zustand, bei dem die an einem Maschinenbettgestell **111** montierten Rahmenelemente **50** und **60** über die Oberseite und die Unterseite verbunden sind, und dann in einem Zustand, in dem sie auf dem Maschinenbettgestell **111** montiert sind, wobei die dicken Teile **56T** und **66T** an der Oberflächenseite bearbeitet wurden.

[0065] Gemäß der obigen Konstruktion kann das Auftreten einer Vertiefung **K**, die sich auf ein Niveau unter demjenigen der Flächen der Hauptabschnitte (nicht verdickten Abschnitte) der Platten **51** und **61** erstreckt, im Wesentlichen verhindert werden. Im Ergebnis ist es nicht erforderlich, ein Auffüllverschweißen und eine Reparatur unter Verwendung eines Verputzelements auszuführen.

[0066] Ferner stehen bei der oben angegebenen Ausführungsform die Endabschnitte **56a** und **66a** der verdickten Teile **56** und **66** miteinander in Kontakt; wenn jedoch zwischen den verdickten Teilen ein Spalt existiert, wird das Grundmetall der verdickten

Teile **56** und **66**, das durch das Reibrührschweißen fluidisiert wurde, in den Spalt gedrückt. Im Ergebnis wird, wenn ein Spalt vorliegt, im Verbindungsbereich kein Fehler erzeugt.

[0067] Genauer gesagt, können, wenn die Höhe des verdickten Teils (H1 in der **Fig. 4**) 1 mm beträgt, zwei Elemente mit einem Spalt von 1 mm dazwischen fehlerfrei verbunden werden. Ferner ist es möglich, die Vertiefung K außerhalb einer Verlängerungslinie der Außenfläche der Platten **51**, **52** und **61**, **62** zu positionieren. D. h., dass im Wesentlichen und auf einfache Weise verhindert werden kann, dass die Vertiefung so auftritt, dass sie sich über die Flächen der Platten **51**, **52** und **61**, **62** erstreckt.

[0068] Wie es aus dem Vorstehenden erkennbar ist, können gemäß der Erfindung die zwei zu verbindenden Elemente miteinander in Kontakt stehen, was jedoch nicht der Fall sein muss; zwischen den Enden der zwei zu verbindenden Elemente kann ein Spalt existieren. In der ganzen Offenbarung können, wenn es beschrieben ist, dass die zwei zu verbindenden Elemente nebeneinander liegen (aneinanderstoßen), diese in Kontakt stehen, oder es können kleine Spalte zwischen ihnen existieren.

[0069] Veranschaulichend ist die Breite W2 der Basisabschnitte der verdickten Teile **56** und **66** größer als der Durchmesser D des Abschnitts **71** großen Durchmessers. Die Breite W der Spitze der verdickten Teile **56** und **66** ist größer als der Durchmesser D des Abschnitts **72** kleinen Durchmessers. Wenn das Zentrum des rotierenden Körpers **70** gegenüber dem Zentrum der verdickten Teile **56** und **66** verschoben ist, werden die oben angegebenen Abmessungen unter der Berücksichtigung des Spalts zwischen den zwei Rahmenelementen bestimmt.

[0070] Ferner können die verdickten Teile **56** und **66** im Verbindungsbereich, wenn sie verbunden sind, Trapezform zeigen; im Vergleich zum Fall, bei dem die verdickten Teile **56** und **66** mit vierseitigen Formen extrudiert sind, existiert bei der Erfindung kein überschüssiger Teil. Im Ergebnis kann die Erfindung ohne einen kleinen Überschuss des hohlen Rahmenelement auskommen, und ferner ist es möglich, die Herstellkosten zu senken.

[0071] Ferner ist es möglich, den Bearbeitungsaufwand durch die Schleifmaschine zu verringern, da z. B. nur verbliebene Abschnitte der verdickten Teile bearbeitet werden müssen. Ferner ist es, wie es in der **Fig. 6** dargestellt ist, nachdem Seiten **51a** und **61a** der verdickten Teile **56** und **66** etwas von den Außenflächen der nichtverdickten Abschnitte der Platten **51** und **61** nach oben stehenblieben, möglich, für Trapezformen der verdickten Abschnitte **56** und **66** zu sorgen.

[0072] Die Platte **54** verhindert, dass sich die Platten **51** und **61** in den verdickten Teilen **56** und **66** zur Innenseite hin verbiegen, und zwar aufgrund der Kompressionskraft, zu der es durch die rotierenden Körper **70** und **70** kommt.

[0073] In der **Fig. 1** kann die Formkonstruktion des

hohlen Rahmenelements **50** am rechten Ende die Formkonstruktion des hohlen Rahmenelements am linken Ende verwenden, und sie kann auch die Formkonstruktion des hohlen Rahmenelements **60** am rechten Ende verwenden. Die Formkonstruktion des hohlen Rahmenelements **60** kann eine ähnliche Konstruktion verwenden. Kurz gesagt, ist es bevorzugt, die zwei hohlen Rahmenelemente gemeinsam auszubilden.

[0074] Der rotierende Körper **70** wird dadurch gestellt, dass der Stoßabschnitt unter Verwendung eines optischen Sensors erfasst wird. Durch Erfassen der schrägen Flächen **56c** und **66c** der verdickten Teile **56** und **66** wird die Position in der Breitenrichtung des rotierenden Körpers **70** bestimmt. Wie es in der **Fig. 7** dargestellt ist, können die schrägen Flächen **56n** und **66n** zur Erfassung in einem Teil vorhanden sein, in dem die verdickten Teile **56m** und **66m** einander gegenüberstehen. Die schräge Fläche **56n** (**66n**) kann jeweils an beiden verdickten Teilen **56m** und **66m** vorhanden sein, oder sie kann an einem derselben vorhanden sein.

[0075] Bei jeder der oben angegebenen Ausführungsformen verlaufen die zwei Endflächen **56a** und **66a** der zwei Verbindungsbereiche parallel zur Mittelachse des rotierenden Körpers **70**; jedoch können die zwei Endflächen **56a** und **66a** gegen die Mittelachse des rotierenden Körpers **70** geneigt sein. Z. B. ist die End-Fläche **56a** eines Elements **50** geneigt, und mit dieser Endfläche **56a** kann die Endfläche **66a** des anderen Elements **60** an der Oberseite überlappen.

[0076] Gemäß dieser Konstruktion ist es selbst dann, wenn der Spalt zwischen den zwei Endflächen groß ist, entsprechend der Drehung des rotierenden Körpers **70** möglich, ein Herausfließen des fluidisierten Metalls aus dem extrudierten Element **55** zu verhindern. Diese Konstruktion ist zum Verbinden mehrerer Rohre geeignet.

[0077] Nun wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 8A** ein Beispiel einer Verbindungsvorrichtung erläutert, die das beanspruchte Verfahren ausführen kann. Die hohlen Rahmenelemente **50** und **60** werden auf den Maschinenbettgestellen **111**, **111** montiert, und durch eine Klammer **113** fixiert. Die Stoßabschnitte der zwei hohlen Rahmenelemente **50** und **60** werden in geeigneter Weise behelfsmäßig verschweißt.

[0078] Ein oberer rotierender Körper **70** hängt von einem Laufkörper **121** herunter, der in der Breitenrichtung läuft. Der Laufkörper **121** wird entlang einem oberen Abschnittsrahmen eines Portal-Laufkörpers **122** bewegt. Der Laufkörper **122** läuft entlang einer Schiene **123**, die entlang einer Längsrichtung zu beiden Seiten der hohlen Rahmenelemente **50** und **60** angeordnet ist.

[0079] An einem Laufkörper **131**, der zwischen zwei Sitzen **111** und **111** angeordnet ist, ist ein unterer rotierender Körper **70** vorhanden. Der Laufkörper **131** ist am Laufkörper **132** angebracht, und er wird in der Breitenrichtung bewegt.

[0080] Der Laufkörper **132** läuft entlang der Schiene

133 und auch entlang der Längsrichtung der hohlen Rahmenelemente **50** und **60**. Der untere rotierende Körper **70** ist im unteren Abschnitt des oberen rotierenden Körpers **70** vorhanden. Die Laufkörper **121** und **131** bewegen die rotierenden Körper **70** und **70** auch in der vertikalen Richtung.

[0081] An den Laufkörpern **121** und **131** sind mehrere Rollen **124** und **134** vorhanden, um auf die hohlen Rahmenelemente **50** und **60** zu drücken. Die Rollen **124** und **134** sind in einem vorderen Abschnitt der rotierenden Körper **70** und **70** und an den beiden Seiten der verdickten Teile **56** und **66** angeordnet. Die Rollen **124** und **134** sind in mehreren Reihen entlang der Laufrichtung vorhanden, was fallabhängig ist. Rollen können an der Vorder- und der Rückseite des rotierenden Körpers **70** hinzugefügt werden.

[0082] Die Laufkörper **121** und **131** verfügen über einen Sensor (in der Figur nicht dargestellt), der die Verbindungsposition erfassen kann. Die Laufkörper **121** und **131** werden durch den Sensor in der Breitenrichtung verstellt. Wenn ein Laser als Sensor verwendet wird, werden die schrägen Flächen **56c**, **56c** und **66c**, **66c** aufgefunden und es wird das zu verbindende Zentrum erkannt.

[0083] Nach dem Verbinden der Oberseite und der Unterseite der hohlen Rahmenelemente **50** und **60** unter Verwendung der rotierenden Körper **70** und **70** und im Zustand, in dem die hohlen Rahmenelemente **50** und **60** an den Maschinenbettgestellten **111** und **111** montiert sind, werden sie durch Abbearbeiten der dicken Teile der Oberfläche glatt endbearbeitet.

[0084] Wenn die bearbeitende Schleifbearbeitung durch manuelle Bearbeitung ausgeführt wird, kann eine glattere Endbearbeitung erfolgen. Aus diesem Grund ist es möglich, den dicken Teil an der Oberseite anzubringen, um eine spanabhebende Bearbeitung auszuführen.

[0085] Ferner ist es zunächst möglich, die Schneidbearbeitung zu verkürzen, da der dicke Teil unter Verwendung der Maschine bearbeitet wird, wobei wenig zurück bleibt, woraufhin der verbliebene dicke Teil durch Handbearbeitung bearbeitet wird. In diesem Fall belässt der rotierende Körper **70** einen hinteren Abschnitt des Laufkörpers **171** unbelegt, und das Schneidwerkzeug ist am Laufkörper **121** vorhanden. Wenn der rotierende Körper **70** gedreht wird, führt das Schneidwerkzeug die Spanabhebungsbearbeitung aus.

[0086] Z. B. ist, wie es in den **Fig. 8B** und **8C** dargestellt ist, an der Rückseite des rotierenden Körpers **70** an der Oberseite eine Fingerfräsmaschine **126** am oberen Laufkörper **121** vorhanden. Die Fingerfräsmaschine **126** schneidet die dicken Teil **56T** und **66T** ab. Das untere Ende der Fingerfräsmaschine **126** ist in einem oberen Abschnitt etwas gegenüber den Oberflächen der oberen Platten **51** und **61** der hohlen Rahmenelemente **50** und **60** positioniert. Der Durchmesser der Fingerfräsmaschine **126** ist ausreichend größer als die Breiten der dicken Teile **56T** und **66T**, die in der oben genannten Position positioniert

sind. Die Rollen **124** und **134** drücken in der Nähe der Fingerfräsmaschine **126** von einem oberen und einem unteren Abschnitt nach unten, und daher wird das Ausmaß der Spanabhebung durch die Fingerfräsmaschine **126** gleichmäßig gemacht.

[0087] Bei den oben angegebenen Ausführungsformen verfügt jeweils ein Paar der hohlen Rahmenelemente über die verdickten Teile in den Endabschnitten; jedoch ist es möglich, wie es in der **Fig. 8D** dargestellt ist, einen Fall zu bilden, bei dem nur eines der hohlen Rahmenelemente über einen verdickten Teil verfügt. Das Metall des verdickten Teils **66** wird in einen Zwischenraum zwischen den hohlen Rahmenelementen **50** und **60** und der Oberfläche der Platte des hohlen Rahmenelements **50** bewegt. Ferner ist, ähnlich dem Obigen, bei einem hohlen Rahmenelement **60** der verdickte Teil an der oberen Platte **61** ausgebildet, und bei einem anderen hohlen Rahmenelement **50** trägt die Unterseite **52** den verdickten Teil.

[0088] Bei den oben angegebenen Ausführungsformen ist das Rahmenelement (z. B. ein extrudiertes Rahmenelement) beispielhaft ein hohles Rahmenelement; jedoch ist es möglich, die Erfindung bei einem nicht hohlen, z. B. extrudierten, Rahmenelement anzuwenden. Nachfolgend werden derartige Ausführungsformen beschrieben.

[0089] Die **Fig. 9** zeigt ein Beispiel einer Verbindungsstruktur, die die verdickten Teile **34** und **35** in den Endabschnitten der plattenförmigen, extrudierten Rahmenelemente **31** und **32** aufweist, wobei diese dadurch verbunden werden, dass die dicken Teile **34** und **35** aneinandergestoßen werden und ein Reibrührschweißen ausgeführt wird. Während des Schweißvorgangs werden die extrudierten Rahmenelemente **31** und **32** an Stützwerkzeugen (Maschinenbettgestellen) **36** angeordnet. Um zu verhindern, dass die Stützwerkzeuge mit dem Verbindungsbereich **W** verbunden werden, bestehen sie aus Materialien, die härter als diejenigen der extrudierten Rahmenelemente **31** und **32** sind.

[0090] Entlang der Stoßfläche dieser Verbindung kann, da der rotierende Körper **70** gedreht und verstellt wird, der in der **Fig. 10** dargestellte Verbindungsbereich **W** erhalten werden. Die Bedingungen für den rotierenden Körper **70** gegenüber den verdickten Teilen **34** und **35** sind ähnlich wie diejenigen bei den oben angegebenen Ausführungsformen.

[0091] Als Nächstes werden, wie es in der **Fig. 11** dargestellt ist, die Vertiefung **K** und die dicken Teile unter Verwendung einer Schleifmaschine usw. gleichmäßig entfernt. Die Rolle **124** usw. der Verbindungsvorrichtung ist ähnlich denen bei den oben angegebenen Ausführungsformen.

[0092] Ferner kann dann, wenn das extrudierte Rahmenelement usw. nur über einen Verbindungsbereich verfügt, bei der in der **Fig. 8A** dargestellten Ausführungsform anstelle des unteren rotierenden Körpers **70** eine Rolle zum Tragen des extrudierten Rahmenelements vorhanden sein. Bei dieser Kon-

struktion ist es nicht erforderlich, die gesamte Fläche der Rahmenelemente **31** und **32** abzustützen; im Ergebnis kann die Konstruktion des Maschinenbettgestells vereinfacht werden.

[0093] Eine von der **Fig. 12** bis zur **Fig. 14** dargestellte Ausführungsform zeigt einen Fall, bei dem eine Fläche jedes der Rahmenelemente **37** und **38** über mehrere Rippen **39** verfügt und eine Fläche entgegengesetzt zu derjenigen mit den Rippen **39** der extrudierten Rahmenelemente **37** und **38**, mit den verdickten Teilen **34b** und **35b**, durch Reibrührschweißen miteinander verbunden werden. Das Maschinenbettgestell **36b** hält die unteren Enden der Rippen **39** und die Unterseiten der verdickten Teile **34** und **35**. Das Reibrührschweißen wird ähnlich wie bei den oben angegebenen Ausführungsformen ausgeführt.

[0094] Eine von der **Fig. 15** bis zur **Fig. 16** dargestellte Ausführungsform zeigt einen Fall, bei dem die extrudierten Rahmenelemente **37c** und **38c** mit den verdickten Teilen **34b** und **35b** an einer Seite der Rippen **39** vorhanden sind. Bei dieser Konstruktion wird eine Seite eines Maschinenbettgestells **36c** flach.

[0095] Im Ergebnis ist es dann, wenn an der entgegengesetzten Seite der Rippen **39** eine kleine Ungleichmäßigkeit zulässig ist, möglich, den Endbearbeitungsprozess zum glatten Ausbilden der Verbindungsstelle wegzulassen, so dass die verbundene Konstruktion billig hergestellt werden kann. Der Verbindungsbereich **W** ist ein guter Verbindungsbereich, und es kann eine vorbestimmte Dicke desselben erzielt werden.

[0096] Nun wird eine von der **Fig. 17** bis zur **Fig. 19** dargestellte Ausführungsform erläutert. In der **Fig. 17** besteht ein Seitenkonstruktionskörper **416** eines Schienenfahrzeugs aus mehreren extrudierten Rahmenelementen **150** und **160**. Jedes der extrudierten Rahmenelemente **150** und **150** zwischen einer Eintritts- und einer Austrittsöffnung **171** und einem Fenster **172** sowie zwischen dem Fenster **172** und dem Fenster **172** erstreckt sich in der **Fig. 17** in der Längsrichtung (d. h., dass sich ihre Länge in dieser Längsrichtung erstreckt). Jedes der extrudierten Rahmenelemente **160** und **160** in den unteren Abschnitten des Fensters **172** und den oberen Abschnitten des Fensters **172** erstreckt sich in der **Fig. 17** in einer Querrichtung (d. h., ihre Länge erstreckt sich in dieser Querrichtung). D. h., dass sich die extrudierten Rahmenelemente **150** und die extrudierten Rahmenelemente **160** in zueinander rechtwinkligen Richtungen erstrecken (d. h., dass ihre Längen zueinander rechtwinklig sind).

[0097] Die extrudierten Rahmenelemente **150** und **150**, die sich in derselben Richtung erstrecken (deren Längen sich in derselben Richtung erstrecken), werden miteinander verbunden, und die extrudierten Rahmenelemente **160** und **160**, die sich in derselben Richtung erstrecken (deren Längen sich in derselben Richtung erstrecken) werden miteinander verbunden, wodurch, ähnlich wie bei den oben angegebenen

nen Ausführungsformen, die verdickten Teile gebildet werden.

[0098] In der **Fig. 18** ist ein Schnittabschnitt der Richtungen, in denen sich die Rahmenelemente **150** und **160** erstrecken, dargestellt. Die **Fig. 18** zeigt einen Zustand vor dem Reibrührschweißen. Die extrudierten Rahmenelemente **150** und **160** verfügen an einer Seite derselben über eine Rippe **153** und eine Rippe **163**. Die extrudierten Rahmenelemente **150** und **160** sind nicht die hohlen Rahmenelemente. Die extrudierten Rahmenelemente **150** und **160** halten die Platte **151** und die Platte **161** an einem Maschinenbettgestell **36c**. Die Rippen **153** und **163** zeigen zu den oberen Abschnitten hin. Die Seiten der Rippen **153** und **163** befinden sich an der Innenseite des Fahrzeugs, und die Seiten der Platten **151** und **161** befinden sich an der Außenseite des Fahrzeugs.

[0099] Der Endabschnitt des extrudierten Rahmenelements **150** ist zu einer Seite der Rippe **153** extrudiert und bildet einen verdickten Teil **156**. Der verdickte Teil **156** ist ferner zum extrudierten Rahmenelement **160** hin extrudiert, um verschweißt zu werden, und er bildet einen extrudierten Teil **157**. Der extrudierte Teil **157** überlappt mit einer Innenseite der Platte **161** und dem extrudierten Rahmenelement **160** (Seite der Rippe **163**). Die Rippe **163** des Teils des extrudierten Teils **157** wird abgetrennt und entfernt. Gemäß der Darstellung stimmt die Extrusionsgröße **L2** des extrudierten Teils **157** mit der Breite **L1** des verdickten Teils **156** überein. D. h., dass der extrudierte Teil **157** dem verdickten Teil **156** entspricht. Ein Vorderabschnitt des extrudierten Teils **157** verfügt über eine schräge Seitenfläche, ähnlich derjenigen des verdickten Teils **156**.

[0100] Durch Einführen des rotierenden Körpers **70** von einem oberen Abschnitt her, wenn das Reibrührschweißen ausgeführt wird, wird, da der extrudierte Teil **157** nur über einem Zwischenraum **150c** zwischen den Endabschnitten **150b** und **160b** der zwei extrudierten Rahmenelemente **150** und **160** existiert, das Metall des extrudierten Teils **157** usw. in den Zwischenraum **150c** geliefert. Ferner wird das Metall auch in den oberen Abschnitt des extrudierten Rahmenelements **160** geliefert. Im Ergebnis kann im Vergleichsfall mit einer Konstruktion, die nicht über den verdickten Teil **156** und den extrudierten Teil **157** verfügt, und ferner im Vergleich mit einer Konstruktion, die nicht nur über den extrudierten Teil **157** verfügt, eine gute Verschweißung erzielt werden.

[0101] Da durch Abschneiden der Rippe **163** des extrudierten Rahmenelements **160** und durch Überlappung desselben mit dem extrudierten Teil **157** die Platte **161** in der Nähe des extrudierten Teils **157** heruntergedrückt werden kann, kann eine gute Verschweißung erzielt werden.

[0102] An der Außenfläche des verdickten Teils **156**, die zwischen dem Endabschnitt **150b** und dem extrudierten Rahmenelement **150** und dem Endabschnitt **160b** des extrudierten Rahmenelements **160** positioniert ist, ist ein dreiecksförmiger Graben **158** vorhanden.

den. Dieser Graben **158** spielt die Rolle einer Positionsmarkierung zum anfänglichen Bestimmen der Position des rotierenden Körpers **70**. Dieser Graben **158** spielt ferner die Rolle einer Markierung für den Sensor.

[0103] Die **Fig. 20** zeigt einen Fall, bei dem der verdickte Teil **156** und der extrudierte Teil **157** nicht auf der Seite der Rippe **153** vorhanden sind. Die Rippen **153** und **163** sind an einem Maschinenbettgestell **36B** montiert. Der verdickte Teil **156**, der extrudierte Teil **157** und die Platten **151** und **161** um diese Teile herum sind an einem Maschinenbettgestell montiert, das zu einem oberen Abschnitt ausgehend vom Gestell **36B** hochsteht. Die Rippe **163** in der Nähe des Endabschnitts des extrudierten Rahmenelements **160** wird abgeschnitten. Der verdickte Teil **156** und der extrudierte Teil **157** des extrudierten Rahmenelements **150** werden auf der Seite der Platte **151** (der Außenflächenseite des Fahrzeugs) positioniert.

[0104] Wenn ein Verschweißen der extrudierten Rahmenelemente erfolgt, bei dem die Extrusionsrichtung orthogonal ist, ist es möglich, eine Konstruktion nur mit dem verdickten Teil **156** und nicht dem extrudierten Teil **157** zu verwenden. Ferner kann das Anbringen des extrudierten Teils zum benachbarten Teil hin an das hohle, extrudierte Rahmenelement usw. angepasst werden. Ferner kann das Anbringen des extrudierten Teils an die Verbindung zweier extrudierter Rahmenelemente, die nicht orthogonal sind, angepasst werden, d. h. an das Verschweißen zweier paralleler Elemente.

[0105] Das obige Verfahren kann bei wechselseitigen Bienenwabentafeln verwendet werden. Jede Bienenwabentafel verfügt über zweiseitige Platten, zwischen denen ein Bienenwaben-Kernelement angeordnet ist, und einem Flanschelement, das um einen Umgebungsabschnitt des Kernelements angeordnet ist, usw.

[0106] Die zu verbindenden Gegenstände können Rohre usw. sein. In diesem Fall wird die Platte bei den oben angegebenen Ausführungsformen in geeigneter Weise durch einen Zylinder ersetzt.

[0107] Unter Verwendung der Erfindung können Vertiefungen vermieden werden, die sich unter den Flächen der verbundenen Elemente erstrecken. Daher kann die Endbearbeitung an den verbundenen Elementen, um für eine glatte Fläche zu sorgen, die sich über die Verbindungsstelle zwischen den verbundenen Elementen hinweg erstreckt, vereinfacht werden.

[0108] Ferner können selbst dann, wenn zwischen den durch Reibrührschweißen zu verbindenden Elementen ein Spalt (oder Spalte) vorhanden ist und diese Spalte groß sind, Vertiefungen, die sich unter die Oberflächen der verbundenen Elemente erstrecken, vermieden werden, was die Endbearbeitung vereinfacht, wenn für eine glatte Fläche zu sorgen ist, die sich über die Verbindungsstelle hinweg erstreckt.

Patentansprüche

1. Reibrührschweißverfahren, in dem:

- (i) zwei zusammenzuschweißende Elemente (**50**, **60**, **150**, **160**) nebeneinander positioniert werden, so daß ein erstes Ende eines Elements neben einem ersten Ende des anderen liegt, wenigstens ein erstes der Elemente neben seinem ersten Ende einen Abschnitt (**51**, **61**) aufweist, der eine nach außen gerichtete Fläche und eine erste Dicke aufweist, und ferner an seinem ersten Ende einen dicken Abschnitt (**56**, **66**) aufweist, dessen Dicke größer ist als die erste Dicke und der über die nach außen gerichtete Fläche auf ein Instrument (**70**) zum Durchführen der Reibrührschweißung hervorragt,
- (ii) die Reibrührschweißung der ersten Enden durchgeführt wird, indem das Instrument (**70**) um seine Achse rotiert, wobei das Instrument einen ersten und einen zweiten Abschnitt aufweist, die jeweils coaxial zu der Achse stehen, der zweite Abschnitt (**71**) einen größeren Durchmesser hat als der erste Abschnitt (**72**) und eine Stirnseite (**73**) aufweist, von der der erste Abschnitt hervorragt, wobei zum Durchführen der Reibrührschweißung der erste Abschnitt (**72**) des Rotationsinstruments in einen ersten Bereich eingeführt wird, der Abschnitte der beiden ersten Enden der zu verschweißenden Elemente enthält, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweite Abschnitt (**71**) in einen zweiten Bereich eingeführt wird, der einen Teil des dicken Abschnitts (**56**, **66**) des ersten Elements enthält, so daß die Stirnseite (**73**) des zweiten Abschnitts auf einem Niveau (**73a**) über der nach außen gerichteten Fläche des ersten Elements und unter der Oberseite des dicken Abschnitts liegt, und das Rotationsinstrument während seiner Einführung auf diese Weise längs der Verbindungslinie der zwei Elemente bewegt wird, so daß deren erste Enden miteinander verschweißt werden.

2. Reibrührschweißverfahren nach Anspruch 1, wobei nach dem Durchführen der Reibrührschweißung Material der zwei Elemente am Ort des dicken Abschnitts (**56**, **66**) auf einem Niveau über der nach außen gerichteten Fläche des ersten Elements liegt.

3. Reibrührschweißverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erste und der zweite Abschnitt (**71**, **72**) des Instruments jeweils zylindrisch sind.

4. Reibrührschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das andere Element (**50**, **60**, **150**, **160**) neben seinem ersten Ende ebenfalls einen Abschnitt aufweist, der eine nach außen gerichtete Fläche (**51**, **61**) und eine erste Dicke aufweist, und ferner an seinem ersten Ende einen dicken Abschnitt (**58**, **66**) aufweist, dessen Dicke größer ist als seine erste Dicke und der über seiner nach außen gerichteten Fläche hervorragt.

5. Reibrührschweißverfahren nach einem der

Ansprüche 1 bis 4, wobei die benachbarten zwei ersten Enden der zwei Elemente in Kontakt miteinander sind.

6. Reibrührschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die benachbarten zwei ersten Enden der zwei Elemente einen Abstand voneinander aufweisen.

7. Reibrührschweißverfahren nach Anspruch 6, wobei die benachbarten zwei ersten Enden der zwei Elemente voneinander bis zu 3 mm Abstand aufweisen.

8. Reibrührschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der dicke Abschnitt (**56, 66**) zwei Seiten aufweist, von denen die erste Seite am ersten Ende des ersten Elements und die zweite Seite entgegengesetzt der ersten Seite angeordnet ist, und wobei die zweite Seite auf die nach außen gerichteten Fläche des ersten Elements zu verläuft und mit der nach außen gerichteten Fläche einen Winkel von weniger als 90° einschließt.

9. Reibrührschweißverfahren nach Anspruch 8, wobei der Winkel in einem Abschnitt zwischen 15° und 60° liegt.

10. Reibrührschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die zwei Elemente beim Verschweißen zum Bilden eines exponierten Teils eines Körpers angepaßt sind, und die Flächen der zwei Elemente, von denen der dicke Abschnitt (**56, 66**) hervorragt, exponierte Flächen des Körpers darstellen.

11. Reibrührschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei nach dem Reibrührschweißen Material am Ort des dicken Abschnitts (**56, 66**) auf einem höheren Niveau liegt als die nach außen gerichtete Fläche des ersten Elements, und wobei in dem Verfahren ferner nach dem Durchführen des Reibrührschweißens Material am Ort des dicken Abschnitts (**56, 66**) zerspannt wird, so daß eine Fläche des Orts des dicken Abschnitts (**56, 66**) im wesentlichen auf dem gleichen Niveau liegt wie die nach außen gerichtete Fläche des ersten Elements.

12. Reibrührschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei in einem die zwei zusammengeschweißten Elemente verwendenden Produkt die Flächen der zwei Elemente, von denen die verdickten Teile hervorragen, verborgene Flächen in dem Produkt darstellen.

13. Reibrührschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei jedes der zwei Elemente einen dicken Abschnitt (**56, 66**) aufweist.

14. Reibrührschweißverfahren nach Anspruch

13, wobei die dicken Abschnitte (**56, 66**) der zwei Elemente aneinander angrenzend angeordnet werden.

15. Reibrührschweißverfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei die dicken Abschnitte (**56, 66**) der zwei Elemente bis zur selben Höhe der jeweiligen nach außen gerichteten Fläche der zwei Elemente hervorragen, und beim Positionieren der zwei Elemente nebeneinander die dicken Abschnitte (**56, 66**) der zwei Elemente auf dem gleichen Niveau nebeneinander angeordnet werden, wodurch die nach außen gerichteten Flächen jedes der zwei Elemente auf dem gleichen Niveau liegen.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

FIG. 2

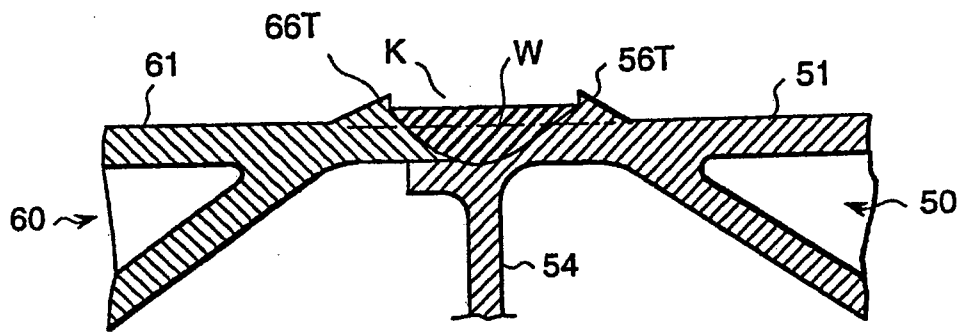


FIG. 3

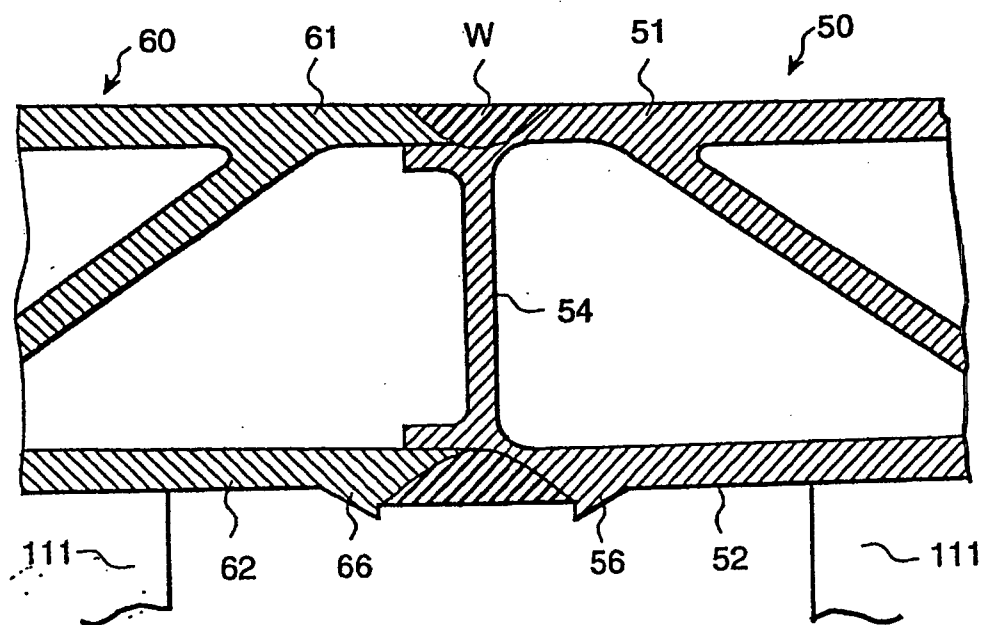


FIG. 4

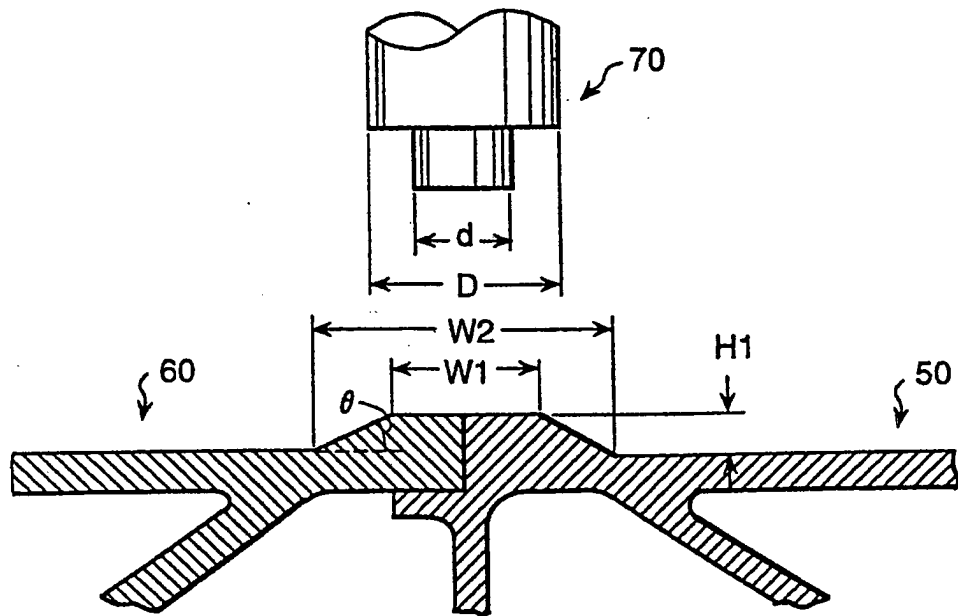


FIG. 5

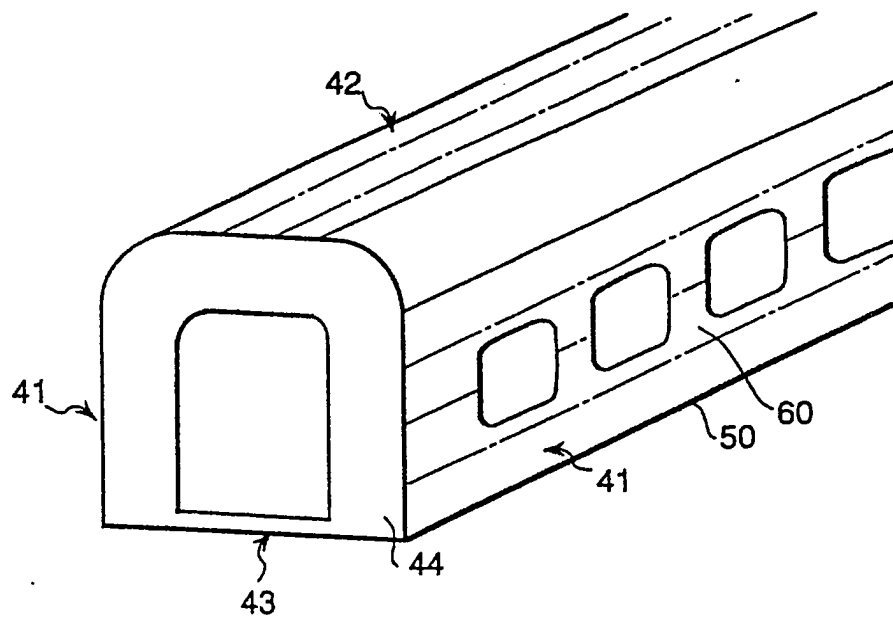


FIG. 6

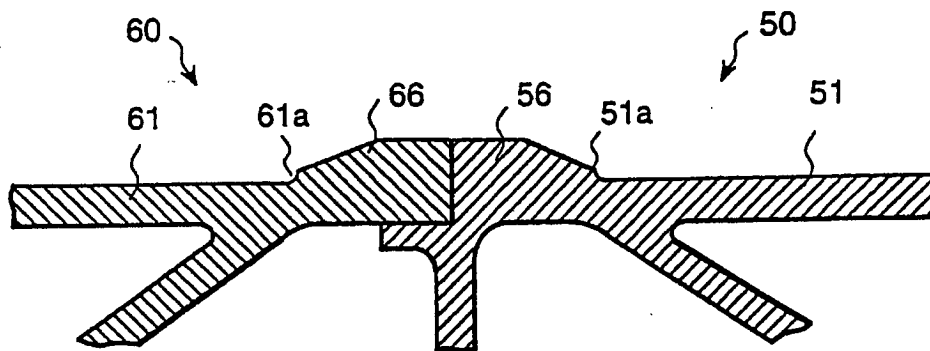


FIG. 7

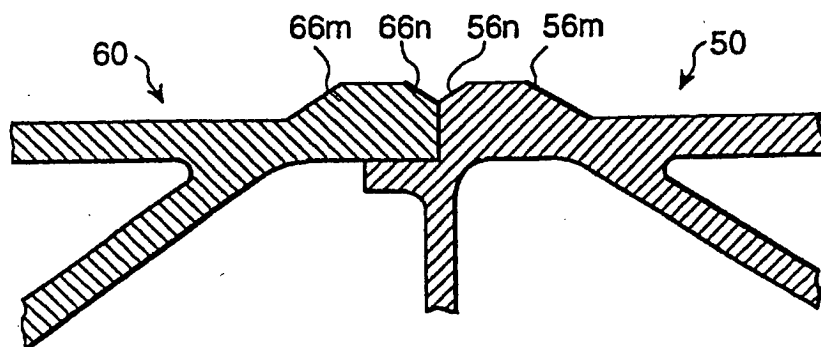


FIG. 8A

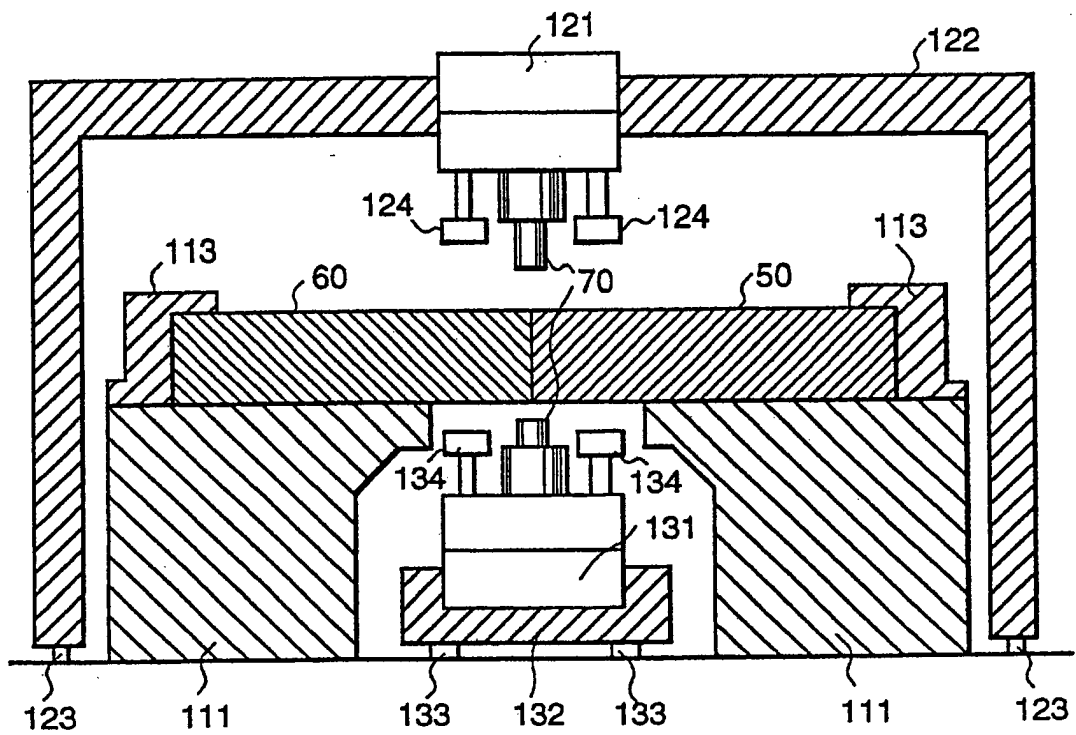


FIG. 8B

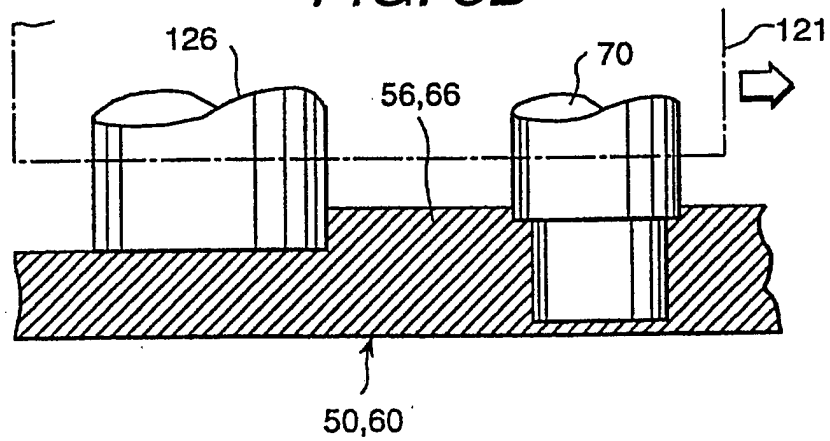


FIG. 8C

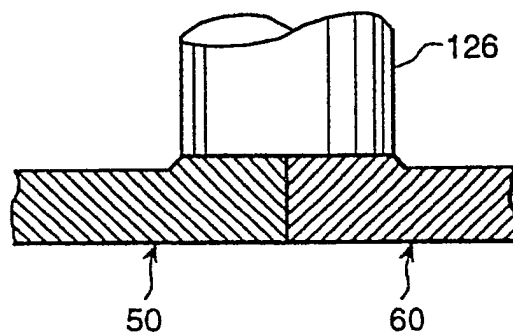


FIG. 8D

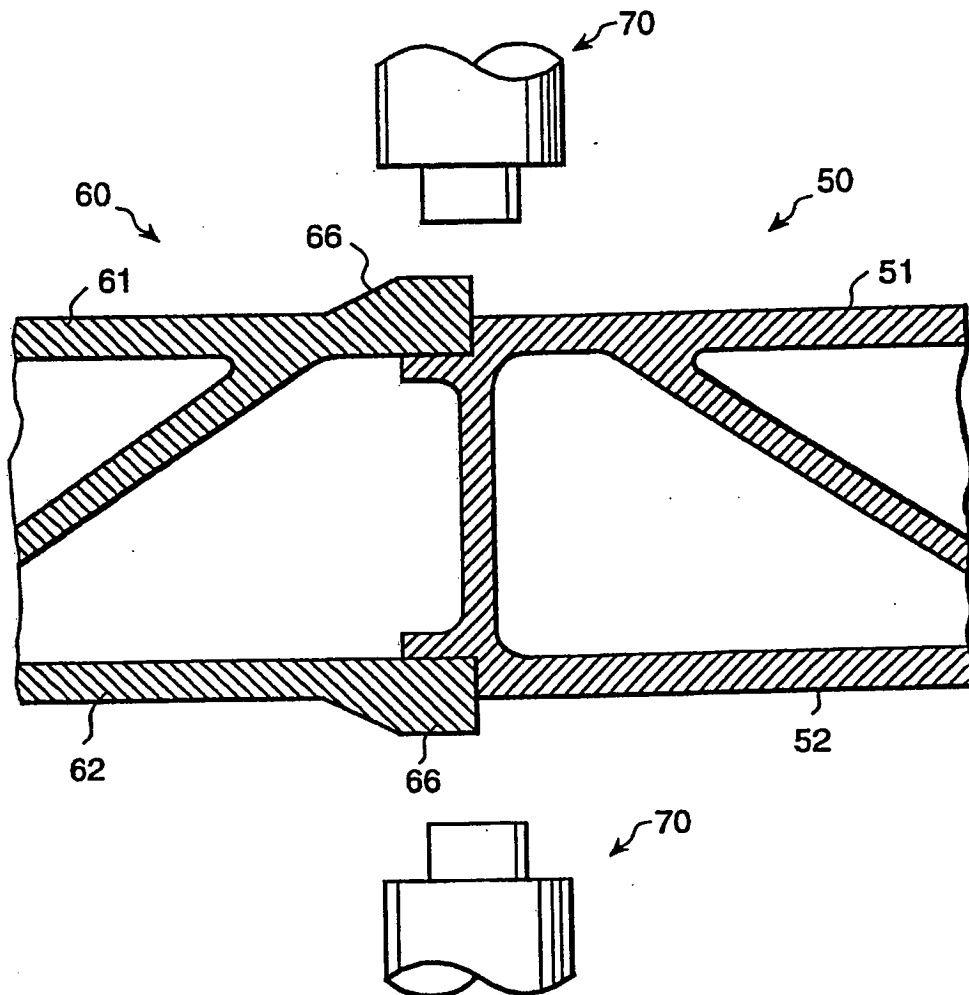


FIG. 9

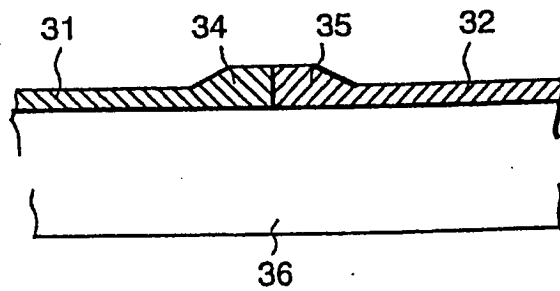


FIG. 10

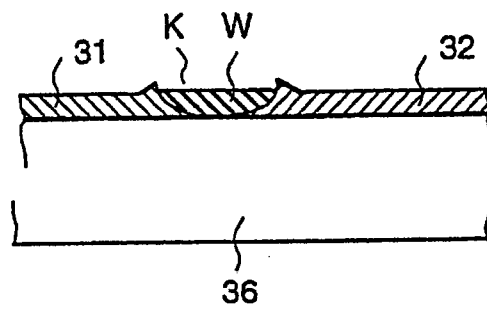


FIG. 11

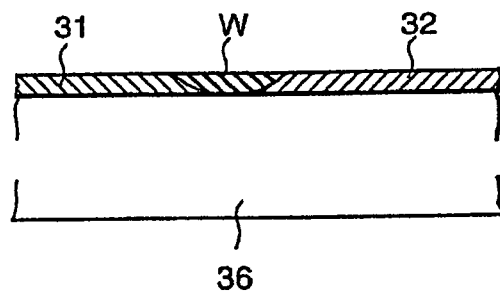


FIG. 12

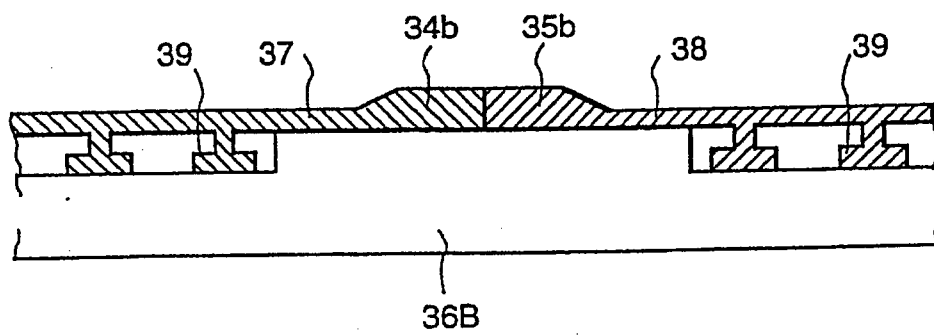


FIG. 13

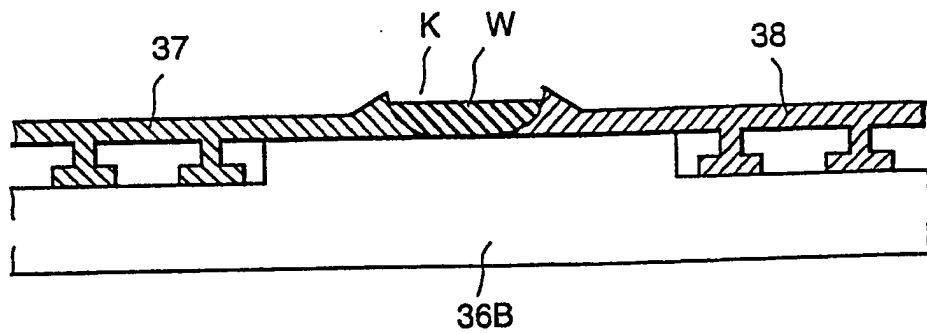


FIG. 14

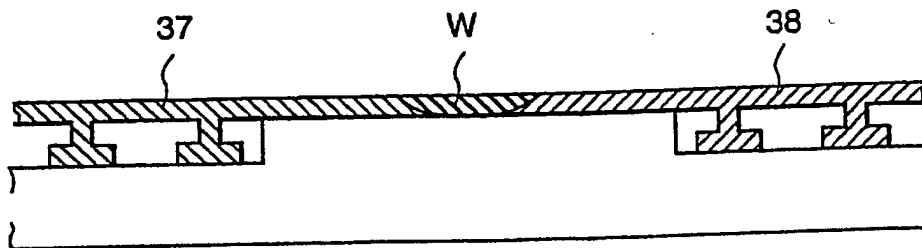


FIG. 15

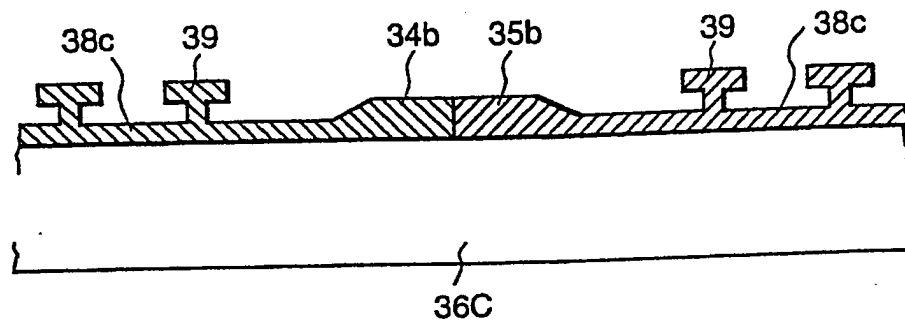


FIG. 16

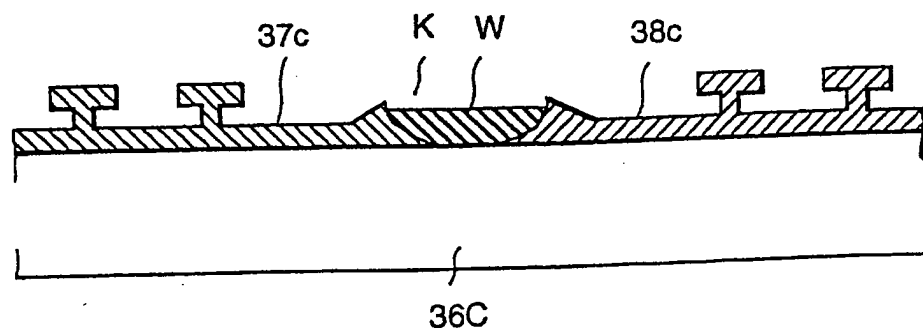


FIG. 17

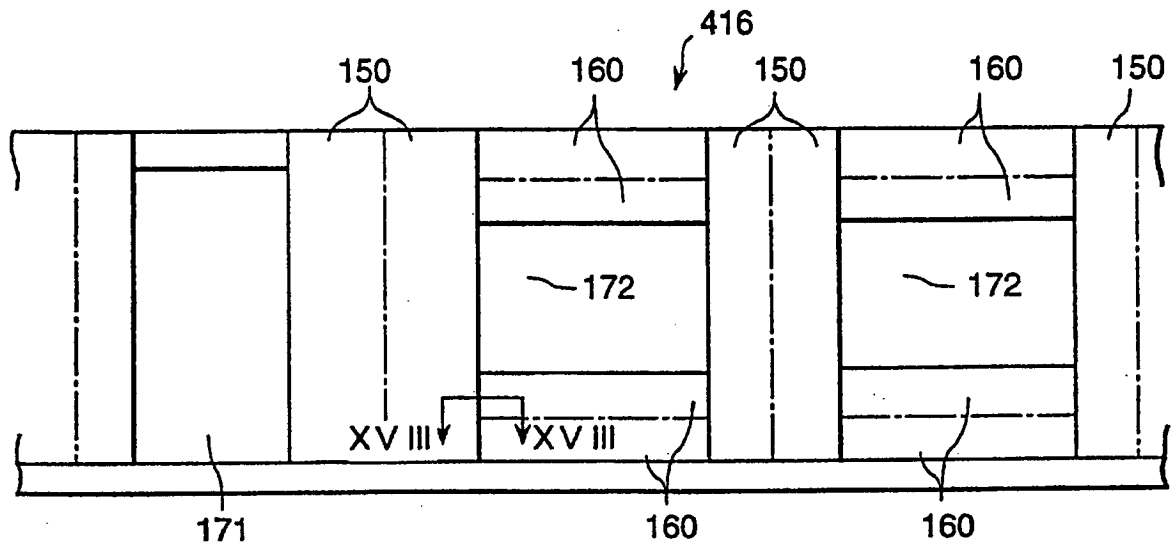


FIG. 18

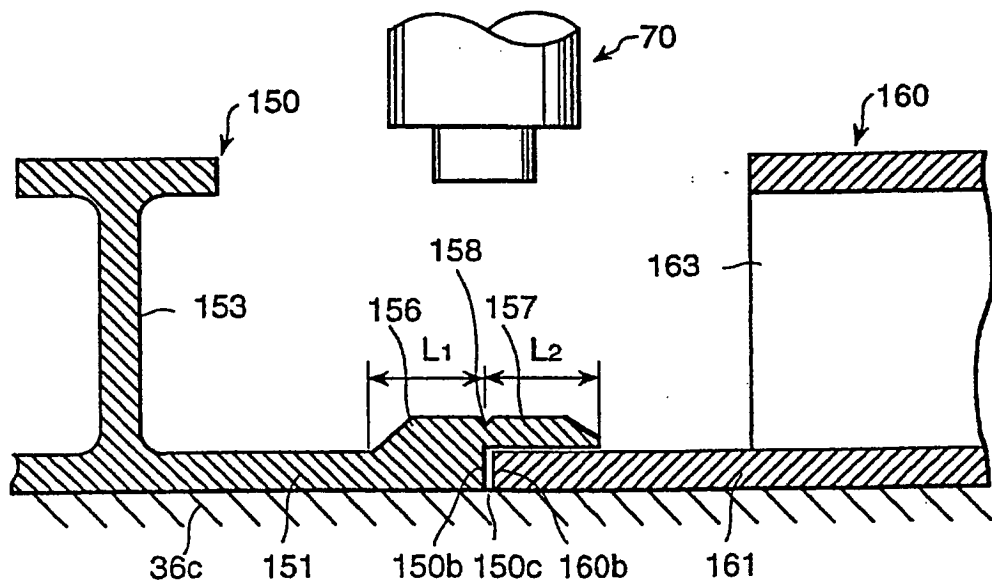


FIG. 19

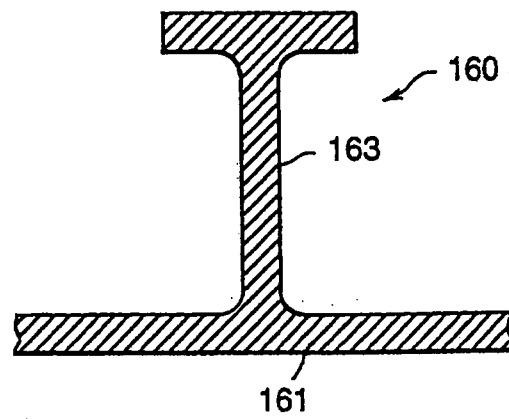


FIG. 20

