(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 34 367 T2** 2006.07.27

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 222 996 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 34 367.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 004 623.1**
(96) Europäischer Anmeldetag: **19.03.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.07.2002**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **12.10.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.07.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***B23K 20/12*** (2006.01)
F16S 1/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
6249196 **19.03.1996** **JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, SE

(73) Patentinhaber:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

(72) Erfinder:
Aota, Kinya, Hitachi-shi, Ibaraki 319-1222, JP;
Takenaka, Tsuyoshi, Kumage-gun, Yamaguchi-ken, JP;
Ishimaru, Yasuo, Kudamatsu-shi, Yamaguchi-ken, JP

(54) Bezeichnung: **Plattenstruktur und 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

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Reibschweißverfahren für das Plattenschweißen, wie es zum Beispiel bei Eisenbahnwaggons und Gebäuden aus Aluminiumlegierungen angewendet wird.

[0002] Eine zweiseitige Struktur (eine Platte) für Eisenbahnwaggons mit Hohlformelementen ist in der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 246863/1990 beschrieben, und eine weitere Struktur mit laminierten Platten wie Wabenplatten ist in der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 106661/1994 beschrieben.

[0003] Reibrührschweißen wird durch Rotieren eines runden Werkzeugs ausgeführt, das in den Verbindungsbereich eingeführt wird, um den Verbindungsbereich aufzuheizen und zu verflüssigen und so eine Schweißung zu bilden. Dieses Schweißen wird sowohl bei stumpfen als auch überlappenden Stößen angewendet. Es ist in der WO 93/10935 (die der WO 0615480 B1 und der veröffentlichten japanischen Übersetzung der PCT-Anmeldung aus einem anderen Land Nr. 505090/1995 entspricht) und in Welding & Metal Fabrication, Januar 1995, Seiten 13–16 beschrieben. Ein Verfahren zum Reibrührschweißen von drei Komponenten ist aus der WO-A-9526254 bekannt. Zur Erläuterung des bei der vorliegenden Erfindung angewendeten Reibrührschweißens wird auf diese Literaturstellen verwiesen.

[0004] Beim Reibrührschweißen hat die Reaktion des verflüssigten Metalls, das beim Schweißen von unmittelbar unter dem rotierenden Werkzeug (Rundstab) an die Oberfläche tritt, eine nach unten gerichtete Kraft zur Folge, die auf den Verbindungsbereich einwirkt. Wenn ein solches Schweißverfahren bei einer zweiseitigen Struktur (einer Platte) angewendet wird, bewirkt diese nach unten gerichtete Kraft, daß das Verbindungsmaterial im Verbindungsbereich nach unten fließt und sich die Verbindung verformt. Es wird dadurch unmöglich, eine zufriedenstellende Schweißung zu erhalten.

[0005] Zweiseitige Strukturen umfassen Hohlformelemente aus extrudierten Aluminiumlegierungen und Wabenplatten. Das Verbinden solcher Platten erfolgt mittels MIG-Schweißen oder TIG-Schweißen. Wenn bei solchen Verbindungen ein Reibungsschweißen angewendet wird, biegt sich die Verbindung wegen der beim Reibungsschweißen entstehenden, nach unten gerichteten Kraft nach unten, oder es fließt das Material im Verbindungsbereich nach unten.

[0006] Die Erfinder haben diese Phänomene bei vielen Experimenten festgestellt.

[0007] Vorzugsweise ist es eine erste Aufgabe, eine zufriedenstellende geschweißte Verbindung durch Minimieren der Verformung des Verbindungsbereichs beim Reibschweißen von zwei Seiten zu erhalten.

[0008] Vorzugsweise ist es eine zweite Aufgabe, eine zufriedenstellende geschweißte Verbindung durch Reibschweißen einer Seite zu erhalten.

[0009] Eine dritte Aufgabe ist es zu ermöglichen, daß zwei Seiten in kurzer Zeit und mit nur geringer Verformung zusammengeschweißt werden können.

[0010] Vorzugsweise ist es eine dritte Aufgabe, es zu ermöglichen, daß zwei Seiten mit einem Verbindungselement zusammengeschweißt werden können, das zwei Platten mit zwei Seiten verbindet.

[0011] Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1.

[0012] Fig. 1 ist ein vertikaler Querschnitt durch ein Beispiel, das nicht von der vorliegenden Erfindung abgedeckt ist.

[0013] Fig. 2 ist ein vertikaler Querschnitt wie in der Fig. 1 nach dem Reibschweißen.

[0014] Fig. 3 ist ein vertikaler Querschnitt durch ein weiteres Beispiel, das nicht von der vorliegenden Erfindung abgedeckt ist.

[0015] Fig. 4 ist ein vertikaler Querschnitt wie in der Fig. 3 nach dem Reibschweißen.

[0016] Fig. 5 ist ein vertikaler Querschnitt durch ein weiteres Beispiel, das nicht von der vorliegenden Erfindung abgedeckt ist.

[0017] Fig. 6 ist ein vertikaler Querschnitt wie in der Fig. 5 nach dem Reibschweißen.

[0018] Fig. 7 ist ein vertikaler Querschnitt durch ein weiteres Beispiel, das nicht von der vorliegenden Erfindung abgedeckt ist.

[0019] Fig. 8 ist ein vertikaler Querschnitt wie in der Fig. 7 nach dem Reibschweißen.

[0020] **Fig.** 9 ist ein vertikaler Querschnitt, der den Vorgang des Reibschweißens bei einem Beispiel zeigt, das nicht von der vorliegenden Erfindung abgedeckt ist.

[0021] Fig. 10 ist ein vertikaler Querschnitt durch ein weiteres Beispiel, das nicht von der vorliegenden Erfindung abgedeckt ist.

[0022] Fig. 11 ist ein vertikaler Querschnitt durch

ein weiteres Beispiel, das nicht von der vorliegenden Erfindung abgedeckt ist.

[0023] Fig. 12 ist ein vertikaler Querschnitt durch ein weiteres Beispiel, das nicht von der vorliegenden Erfindung abgedeckt ist.

[0024] Fig. 13 ist ein vertikaler Querschnitt durch eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0025] Fig. 14 ist ein vertikaler Querschnitt durch ein weiteres Beispiel, das nicht von der vorliegenden Erfindung abgedeckt ist.

[0026] Fig. 15 ist eine perspektivische Ansicht des Strukturkörpers eines Eisenbahnwaggons.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0027] Das in der Fig. 1 gezeigte Beispiel weist eine Verbindungskonfiguration vom stumpfen Stoßtyp zwischen Hohlformelementen **31**, **32** als Platten auf. Die Hohlformelemente **31**, **32** weisen an ihren Enden in der Breitenrichtung vertikale Platten **36**, **36** auf. Vor dem Schweißen werden die vertikalen Platten **36**, **36** unmittelbar unter einem rotierenden Werkzeug **50** angeordnet. Die vertikalen Platten **36**, **36** stehen miteinander gegenüberliegend in Kontakt. Wenn sie voneinander beabstandet sind, ist der Abstand klein und beträgt etwa 1 mm. In der Verlängerung der Zwischenfläche zwischen den vertikalen Platten **36**, **36** liegt der Mittelpunkt eines Vorsprungs **52**. Die vertikalen Platten **36**, **36** sind ausreichend steif, um der oben erwähnten, nach unten gerichteten Kraft widerstehen zu können. Die vertikalen Platten **36** verlaufen senkrecht zu zwei Platten **33**, **34**. Die Hohlformelemente **31**, **32** bestehen aus einer extrudierten Aluminiumlegierung. Die Ober- und Unterseiten der Hohlformelemente **31** schließen glatt an die entsprechenden Ober- und Unterseiten des Hohlformelements **32** an. Das heißt, daß die Hohlformelemente **31**, **32** die gleiche Dicke haben. Dies gilt auch für die anderen Beispiele und die folgende Ausführungsform. Beim Reibschweißen befindet sich der Übergang **53** zwischen dem Abschnitt **51** mit großem Durchmesser und dem Abschnitt **52** mit kleinem Durchmesser am rotierenden Werkzeug **50** über den Oberseiten der Hohlformelemente **31**, **32**. Das Bezugszeichen **35** bezeichnet eine Anzahl von Elementen, die die beiden Platten **36**, **36** fachwerkartig verbinden. Die Hohlformelemente **31**, **32** weisen jeweils bilateral symmetrische Endabschnitte auf. Die Hohlformelemente **31**, **32** sind auf einer Auflage (nicht gezeigt) angeordnet und unbeweglich befestigt. Die Auflage liegt auch unter den vertikalen Platten **36**, **36**.

[0028] Das Reibrührschweißen erfolgt durch Rotieren des Werkzeugs **50**, Eintauchen des Vorsprungs **52** in den Verbindungsbereich der Hohlformelemente **31**, **32** und Bewegen des Vorsprungs **52** längs des Verbindungsbereichs. Der Rotationsmittelpunkt des Vorsprungs **52** liegt zwischen den beiden vertikalen Platten **36**, **36**.

[0029] Die Fig. 2 zeigt die beiden Platten nach dem Reibschweißen. Das Bezugszeichen **45** bezeichnet die Form der Schweißraupe nach dem Schweißen. Die Mitte der Schweißraupe **45** in Breitenrichtung liegt auf der Verlängerung der Grenzlinie zwischen den vertikalen Platten **36**, **36**. Die Schweißraupe **45** liegt im Bereich der Verlängerung der Dicke der vertikalen Platten **36**, **36**. Die Tiefe der Schweißraupe **45** wird von der Höhe des Vorsprungs **52** am unteren Ende des rotierenden Werkzeugs **50** bestimmt, der in den Verbindungsbereich eingeführt wird.

[0030] Da bei diesem Aufbau die vertikalen Platten **36**, **36**, die senkrecht zu den Platten **33**, **34** liegen, die beim Reibschweißen entstehenden vertikalen Kräfte aufnehmen, verbiegt sich der Verbindungsbereich nicht, so daß eine zufriedenstellende Verbindung entsteht, wie es in der Fig. 2 gezeigt ist. Die vertikale Platte **36** ist zu den Platten **33**, **34** so vertikal wie möglich.

[0031] Die vertikale Platte **36** kann zur Gewichtsverringerung gelocht sein. Dies gilt auch für die folgenden Beispiele.

[0032] Das Schweißen auf der Unterseite erfolgt nach Umdrehen der Hohlformelemente.

[0033] Das Beispiel der Fig. 3 besitzt eine vertikale Platte **36** am Ende des einen Hohlformelements **31**, aber nicht am gegenüberliegenden Ende des anderen Hohlformelements **32**. Die Ecken in der vertikalen Richtung der vertikalen Platte **36** des Hohlformelements **31** sind so ausgespart, daß sie die Enden von vorspringenden Teilen **38**, **38** des Hohlformelements **32** aufnehmen können. Diese ausgesparten Abschnitte sind in der Richtung der Dicke des Hohlformelements **31** und in der Richtung senkrecht zur Dickenrichtung (zur Seite des Hohlformelements **32** hin) offen. Wenn die vorspringenden Teile **38** in den ausgesparten Abschnitten angeordnet (damit überlagert) werden, weisen sie einen Abstand voneinander auf, obwohl sie in der Zeichnung miteinander in Kontakt stehen. Es gibt auch einen Spalt zwischen den Vorderenden dieser Elemente (d.h. zwischen den vorspringenden Teilen **38**, **38** und den Ecken **33a**, **34b**). Die aneinander anstoßenden Verbindungsabschnitte an der Oberseite der beiden Hohlformelemente **31**, **32** und die vertikale Platte **36** befinden sich direkt unter dem Mittelpunkt des rotierenden Werkzeugs **50**. Der Rotationsmittelpunkt des Vorsprungs **52** des Schweißwerkzeugs **50** befindet sich in der Verlängerung der Mittellinie der Dicke der vertikalen Platte **36**. Das heißt, der Verbindungsbereich der Platte **33** (**34**) und der Platte **33** (**34**) befindet sich in

der Verlängerung der Mittellinie der Dicke der vertikalen Platte **36**. Die Ecken **33b**, **34b**, die sich von den Platten **33**, **34** zu den ausgesparten Abschnitten erstrecken, liegen auf der Verlängerung der Mittellinie der Dicke der vertikalen Platte **36**. Hinsichtlich des Spalts zwischen den Ecken **33b**, **34b** und den vorspringenden Teilen **38** befinden sich die Ecken **33b**, **34b** etwas links von der Verlängerung der Mittellinie der Dicke der vertikalen Platte **36**. Die vertikale Platte **36** ist steif genug, um die nach unten gerichtete Kraft aufzunehmen. Der horizontale Spalt zwischen den Vorderenden der vorspringenden Teile **38** und dem Hohlformelement **31** ist ähnlich dem in der Fig. 1. Die Höhe des Vorsprungs **52** des Schweißwerkzeugs **50** ist etwa gleich der Dicke des vorspringenden Teils **38**. Der Bereich, der weich und flüssig wird, erstreckt sich unter den vorspringenden Teil **38** und weist eine größere Fläche auf als dem Durchmesser des Vorsprungs **52** entspricht, und die beiden Hohlformelemente **31**, **32** werden mittels Reibschweißen verbunden. Die Reibschweißung sollte so ausgebildet sein, daß sie sich über den Kontaktbereich zwischen der Unterseite des vorspringenden Teils **38** und der vertikalen Platte **36** hinaus erstreckt.

[0034] Die Fig. 4 zeigt den Zustand der Verbindung nach dem Schweißen. Die Schweißraupe **45** ist so geformt, daß die Mitte der Schweißraupe **45** in Breitenrichtung in der Verlängerung der Mitte der vertikalen Platte **36** in Breitenrichtung liegt.

[0035] Um die vertikale Kraft aufnehmen zu können, sollte sich der Rotationsmittelpunkt des Werkzeugs **50** in der Verlängerung der Mittellinie der Dicke der vertikalen Platte **36** befinden. Um das Ausmaß der Verbindung am linken und rechten Hohlformelement **31**, **32** gleich zu machen, sollten die Ecken **33b**, **34b** in der Verlängerung der Mittellinie der vertikalen Platte **36** in Dickenrichtung liegen. Während der Vorsprung **52** des Werkzeugs **50** vorzugsweise im Bereich zwischen den Verlängerungslinien der Dicke der vertikalen Platte **36** liegt, wird die Dicke der vertikalen Platte **36** durch die vertikale Kraft, die Position des Vorsprungs **52** und die Festigkeit der vertikalen Platte **36** bestimmt. Es ist daher möglich, daß die Dicke der Platte **36** kleiner ist als der Durchmesser des Vorsprungs **52**. Wegen der möglichen Fehler in der Position des rotierenden Werkzeugs **50** und der Positionen der Ecken **33b**, **34b** sollten die Ecken **33b**, **34b** im Bereich zwischen den Verlängerungslinien der Dicke der vertikalen Platte **36** und zumindest teilweise des Vorsprungs **52** des Werkzeugs **50** in diesem Bereich liegen. Dadurch kann die vertikale Platte **36** wenigstens einen Teil der vertikalen Kraft aufnehmen und verhindern, daß sich die Verbindung verformt. Im Ergebnis kann eine zufriedenstellende Verbindung hergestellt werden. Wenn die Schweißraupe **45** als Bezugspunkt genommen wird, kann das gleiche wie oben gesagt werden, auch wenn die Schweißraupe **45** etwas größer ist als der Vorsprung **52**. Dies gilt auch für die anderen Beispiele.

[0036] Im Vergleich zu der Fig. 1 wird bei dieser Ausgestaltung der Verbindung das Einsinken der Oberfläche im Verbindungsbereich auch dann minimal, wenn der horizontale Spalt zwischen dem vorspringenden Teil **38** und dem Hohlformelement **31** groß ist. Die Verbindung weist daher ein gutes Erscheinungsbild auf, und es ist weniger Spachtelarbeit vor dem Bemalen erforderlich. Der Grund dafür ist, daß der Spalt zwischen den beiden Elementen in einer Tiefe endet, die gleich der Dicke des vorspringenden Teils **38** ist. Auch läßt sich mit dieser Verbindungsausgestaltung das Gewicht verringern. Da das eine der Hohlelemente in das andere eingesetzt wird, lassen sich die beiden Elemente auch leicht in Höhenrichtung ausrichten.

[0037] Die Enden des Hohlformelements **31** sind in der Form bilateral symmetrisch. Das Hohlformelement **32** ist auch bilateral symmetrisch. Alternativ weist das Hohlformelement **31** ein Ende wie in der Fig. 3 auf, und das andere Ende ist wie das Ende des Hohlformelements **32** in der Fig. 3 geformt.

[0038] Bei dem Beispiel der Fig. 5 gibt es unter den Ecken **33b**, **34b** des ausgesparten Abschnitts des Hohlformelements **31** im wesentlichen keine vertikale Platte **36**. Das rechte Ende der vertikalen Platte **36** liegt auf der Verlängerung der Ecken **33b**, **34b**. Auf dieser Verlängerung liegt auch der Rotationsmittelpunkt des Werkzeugs **50**. Der Endabschnitt des Hohlformelements **31** wird dadurch ausreichend steif, um die vertikale Kraft aufnehmen zu können, daß das untere vorspringende Teil **37** an der Verbindungsstelle dicker gemacht wird und die Größe der Bögen erhöht wird, die sich von den Vorderenden der vorspringenden Teile **37** zur Platte **36** erstrecken. Die vorspringenden Teile **38** des anderen Hohlformelements **32** werden von den ausgesparten Abschnitten der vorspringenden Teile **37** aufgenommen, wie bei dem vorherigen Beispiel der Fig. 3. Das zweite Hohlformelement **32** weist in der Nähe der Vorsprünge **38** zur Verbindung der oberen mit der unteren Platte **33**, **34** eine vertikale Platte **36** auf. Mit dieser Anordnung wird verhindert, daß der Verbindungsbereich Fehler aufweist, auch wenn es direkt unter den Ecken der ausgesparten Abschnitte keine vertikale Platte **36** gibt. Unter dem Bereich der Schweißraupe **45** befindet sich jedoch die vertikale Platte **36** der Platte **31**. Die Fig. 6 zeigt den Zustand nach dem Schweißen.

[0039] Bei dem Beispiel der Fig. 5 kann die Platte **36** des Hohlformelements **32** auch weggelassen werden.

[0040] Die Fig. 7 zeigt ein weiteres Beispiel, eine Abwandlung des vorstehenden Beispiels der Fig. 5, wobei der Verbindungsbereich der beiden Hohlformelemente **31**, **32** mit erhöhten Abschnitten **37a**, **38a**

versehen ist, die nach außen vorstehen. Dadurch wird der Verbindungsbereich dicker. Die Höhen der erhöhten Abschnitte **37a**, **38a** sind gleich. Die anderen Teile sind denen in der Fig. 5 ähnlich, mit der Ausnahme, daß die vertikale Platte **36** und die Vorsprünge **37** etwas dünner sind.

[0041] Bei dieser Ausgestaltung wird, wenn es zwischen den erhöhten Abschnitten **37a** und **38a** vor dem Schweißen einen Spalt gibt, der Spalt beim Schweißen mit dem Material der erhöhten Abschnitte **37a**, **38a** gefüllt, wodurch sich das Erscheinungsbild verbessert und das Ausmaß an Spachtelarbeit verringert.

[0042] Bei herkömmlichen Schweißverbindungen weist die Schweißraupe eine Einsenkung auf, die dem Volumen des verlorenen Materials **41** entspricht, das aufgrund der nach unten gerichteten Kraft nach unten geflossen ist. Bei der Verbindungsausgestaltung der Fig. 7 weicht das rotierende Werkzeug **50** die erhöhten Abschnitte **37a**, **38a** auf und zwingt sie nach unten, wodurch das verlorene Volumen des Materials **41** ersetzt wird. Es kann dadurch verhindert werden, daß sich eine Einsenkung ausbildet, mit dem Ergebnis einer zufriedenstellenden Schweißverbindung. Die Fig. 8 zeigt die Form der Schweißraupe **45** nach dem Schweißen. Nach dem Schweißen werden unnötige Teile wie gezeigt abgeschnitten.

[0043] Die erhöhten Abschnitte **37a**, **38a** können auch bei den Fig. 1, Fig. 3 und Fig. 5 und den folgenden Beispielen ausgebildet werden.

[0044] Die **Fig.** 9 zeigt ein weiteres Beispiel, bei dem das Schweißen an der Ober- und Unterseite von einer Seite aus erfolgt. Die Enden der Hohlformelemente **31**, **32** weisen an der Unterseite vorspringende Teile **34a**, **34a** auf, die glatt an die unteren Platten **34**, **34** der gegenüberliegenden Seiten der Hohlformelemente anschließen. Die Vorderenden der vorspringenden Teile **34a**, **34a** stehen praktisch miteinander in Kontakt. Die Vorderenden der oberen Platten **33**, **33** sind gegen die Vorderenden der unteren Platten **34a**, **34a** zurückgesetzt. Die Vorderenden der oberen Platten **33**, **33** sind mit den unteren Platten **34**, **34** über die vertikalen Platten **36**, **36** verbunden. Die vertikalen Platten **36**, **36** sind mit Zwischenabschnitten der unteren Platten **34** verbunden. Die oberen Teile der vertikalen Platten **36**, **36** sind mit ausgesparten Abschnitten **39**, **39** versehen, die ein Verbindungsstück **60** aufnehmen. An den ausgesparten Abschnitten **39**, **39** angebracht schließt die Oberseite des Verbindungsstücks **60** glatt mit der Oberseite der oberen Platten **33**, **33** ab. Der Abstand zwischen den beiden vertikalen Platten **36**, **36** ist groß genug, damit das rotierende Werkzeug **50** eingesetzt werden kann, und er ist so klein wie möglich. Die Beziehung zwischen den vertikalen Platten **36** und den ausgesparten Abschnitten **39** ist die gleiche wie bei dem Beispielen der Fig. 5 und Fig. 7.

[0045] Es wird nun der Schweißvorgang beschrieben. Im Zustand der Fig. 9(A) werden die Vorderenden der unteren Platten **34a**, **34a** durch das rotierende Werkzeug **50** zusammengeschweißt. Dabei sind die Hohlformelemente **31**, **32** einschließlich des Verbindungsbereichs der Platten **34a**, **34a** auf einer Auflage angebracht. Die Oberseite der Auflage (die die Schweißraupe unterstützt) ist flach. Die Höhe des Vorsprungs **52** des rotierenden Werkzeugs **50** ist kleiner als die Dicke der Platten **34a**, **34a**. Dadurch wird sichergestellt, daß die Bodenfläche nach dem Schweißen flach ist. Die Bodenfläche kann daher ohne weiteres als die Außenseite des Aufbaus eines Eisenbahnwaggons oder eines Gebäudes verwendet werden (wobei die Außenseite die Seite ist, an der keine Verkleidungsplatten angebracht werden). Im allgemeinen neigt die Oberseite der Reibschweißverbindung dazu, uneben zu sein (am Übergangsabschnitt **51**).

[0046] Dann wird, wie in der Fig. 9(B) gezeigt, das Verbindungsstück **60** zwischen die beiden Hohlformelemente **31**, **32** eingesetzt. Das Verbindungsstück **60** ist im vertikalen Querschnitt T-förmig. Wenn die beiden Enden des Verbindungsstücks **60** in die ausgesparten Abschnitte **39**, **39** eingesetzt sind, besteht zwischen dem unteren Ende des vertikalen Abschnitts **61** und der Schweißraupe an der unteren Platte ein Abstand. Der vertikale Abschnitt **61** kann auch weggelassen werden.

[0047] Dann wird, wie in der Fig. 9(C) gezeigt, der Verbindungsabschnitt zwischen dem Verbindungsstück **60** und dem Hohlformelement **31** durch das rotierende Werkzeug **50** mittels Reibschweißen zusammengeschweißt. Das rotierende Werkzeug **50** braucht nicht das gleiche zu sein wie in der Fig. 9(A).

[0048] Dann wird, wie in der Fig. 9(D) gezeigt, der Verbindungsabschnitt zwischen dem Verbindungsstück **60** und dem Hohlformelement **32** durch das rotierende Werkzeug **50** mittels Reibschweißen zusammengeschweißt.

[0049] Dadurch kann das Schweißen von einer Seite her erfolgen, und es braucht nichts umgedreht zu werden. Ohne Umdrehen spart man die Zeit dafür und für das Positionieren und auch die Einrichtung dafür, und es steigt auch die Genauigkeit beim Zusammenbau.

[0050] Die Fig. 10 zeigt ein anderes Beispiel, bei dem sowohl die Oberseite als auch die Unterseite der Hohlformelemente **51**, **52** gleichzeitig mittels Reibschweißen zusammengeschweißt werden. Vertikal unter dem Schweißwerkzeug **50** für die Oberseite ist ein rotierendes Werkzeug **50a** für die Unterseite vorgesehen. Der Vorsprung **52** des zweiten Schweiß-

werkzeugs **50a** zeigt nach oben. Die beiden Schweißwerkzeuge **50** und **50a**, die einander gegenüberliegen, werden zum Reibschweißen mit der gleichen Geschwindigkeit bewegt. Mit **70**, **70** sind Auflagen (Tische) bezeichnet. Die Rotationsmittelpunkte der Werkzeuge **50** und **50a** liegen auf der gleichen Linie, auf der sich auch der Verbindungsbereich der Hohlformelemente **31**, **32** befindet.

[0051] Da bei dieser Anordnung der Rotationsmittelpunkt des zweiten Werkzeugs **50a** in der Verlängerung des Rotationsmittelpunkts des ersten Werkzeugs **50** liegt, gleichen sich die Kräfte aus, so daß die Verbindung in kurzer Zeit mit wenig Deformation hergestellt werden kann. Da es auch nicht erforderlich ist, die Hohlformelemente **31**, **32** umzudrehen, kann das Schweißen in kurzer Zeit mit wenig Deformation der Verbindung erfolgen.

[0052] Dieses Prinzip kann auch auf die anderen Beispiele und auf die Ausführungsform angewendet werden.

[0053] Bei den obigen Beispielen wurden für die zu verbindenden Platten Hohlformelemente verwendet. Im folgenden wird die Anwendung des Reibschweißens auf Wabenplatten gezeigt. Wie in der Fig. 11 gezeigt, umfassen die Wabenplatten **80a**, **80b** zwei Oberflächenplatten **81**, **82**, Kernelemente **83** mit wabenartigen Zellen, und Randelemente **84**, die entlang der Ränder der Oberflächenplatten **81**, **82** angeordnet sind, wobei die Kernelemente **83** und die Randelemente **84** an den Oberflächenplatten **81**, **82** festgelötet sind, um eine einheitliche Struktur zu erzeugen. Die Oberflächenplatten **81**, **82**, die Kernelemente **83** und die Randelemente **84** sind aus einer Aluminiumlegierung. Die Randelemente **84** werden durch Extrusion hergestellt und besitzen einen rechteckigen Querschnitt. Alle Seiten dieses rechteckigen Querschnitts haben eine größere Dicke als die Oberflächenplatten **81**, **82**. Die vertikalen Seiten der miteinander in Kontakt stehenden Randelemente **84**, **84** haben die gleiche Dicke wie in der Fig. 1 gezeigt. Die beiden Wabenplatten **80a**, **80b** haben die gleiche Dicke.

[0054] Das Beispiel der Fig. 11 entspricht dem der Fig. 1. Die Höhe des Vorsprungs **52** des rotierenden Werkzeugs **50** ist größer als die Dicke der Seitenplatten **81**, **82**. Dadurch können die Seitenplatten **81**, **82** und die Randelemente **84**, **84** miteinander verschweißt werden. Die auf die Platten **80a**, **80b** einwirkende Last wird hauptsächlich durch die Randelemente **84** übertragen. Nach der Herstellung werden die Platten **80a**, **80b** zusammengesetzt und mittels Reibschweißen miteinander verschweißt.

[0055] Das Beispiel der Fig. 12 entspricht dem der Fig. 3. Das Randelement **84** der Wabenplatte **80a** weist einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt mit Aussparungen an den Ecken auf. Das Randelement **84** der Wabenplatte **80b** ist rinnenförmig, wobei die Öffnung der Rinne zur Wabenplatte **80a** zeigt. Die offenen Enden des Randelements **84** liegen in den ausgesparten Abschnitten des Randelements **84** der Wabenplatte **80a**.

[0056] Die der Fig. 5 entsprechende Wabenplatte kann auf eine ähnliche Weise hergestellt werden.

[0057] Die Fig. 13 zeigt eine Ausführungsform, die der Fig. 7 entspricht. Nach dem Zusammensetzen von zwei Wabenplatten **80a**, **80b** wird eine Platte **86** auf die Seitenplatten **81**, **81** gesetzt und vorübergehend daran festgeschweißt. Die Platte **86** ersetzt das Material, das verflüssigt wird und herausfließt. In der Fig. 12 ist ein vertikales Stück des Randelements der Wabenplatte **80a** weggelassen. Die vertikale Kraft wird von der Dicke des horizontalen Stücks des Randelements **84** und den umgebenden Teilen aufgenommen.

[0058] Die Fig. 14 zeigt ein weiteres Beispiel. Die vorstehenden Beispiele und die Ausführungsform bis zur Fig. 13 umfassen Platten mit zwei Seiten (Seitenplatten), während das Beispiel der Fig. 14 Platten **91**, **92** mit praktisch nur einer einzigen Seitenfläche (Seitenplatten **94**, **94**) umfaßt. An zwei Stellen erfolgt an den zusammenstoßenden Enden der Platten **91**, **92** ein Reibschweißen, nämlich an der Außenseite mit den Seitenplatten **94** und an der Innenseite ohne eine Seitenplatte. Die Verbindungsbereiche an der Innenseite sind daher mit schmalen Seitenplatten (Seitenplatten **93**, **93**) versehen. Die schmalen Seitenplatten **93**, **93** werden von vertikalen Platten **96**, **96** gehalten. Bei diesem Beispiel stehen die vertikalen Platten **96** auch praktisch senkrecht auf den Seitenplatten **93**, **94**. Die Seitenplatten **93**, **94** sind mit erhöhten Abschnitten **37a**, **38a** versehen, die denen in der Fig. 7 ähnlich sind. Die Seitenplatten **94**, **94** weisen in festgesetzten Abständen eine Anzahl von Verstärkungsrippen (Platten) **95**, **95** auf. Die Rippen **95** haben einen T-förmigen Querschnitt. Die Oberseiten der Rippen **95** verlaufen glatt mit denen der Seitenplatten **93** des Verbindungsbereichs. An die Oberseiten können Verstärkungselemente (etwa Stützen) angeschweißt sein, oder die Oberseiten dienen als Befestigungssitze für Gegenstände. Außerdem dienen die Seitenplatten **93**, **93** auch als Sitz zur Kontrolle der Höhe des Werkzeugs **50**. Ein beweglicher Körper, an dem das Werkzeug **50** angebracht ist, läuft die Seitenplatten **93**, **93** entlang. Wegen des Vorsehens der Seitenplatten **93**, **94** kann von den Platten **91**, **92** auch gesagt werden, daß sie eine zweiseitige Struktur bilden. Die Platten **91**, **92** sind extrudierte Formelemente.

[0059] Auch wenn die Fig. 14 die vertikalen Platten **96**, **96** der Platten **91** und **92** im Verbindungsbereich gegenüberliegend zeigt wie beim Aufbau der Fig. 1, ist es möglich, eine der vertikalen Platten über die an-

dere zu setzen, wie es in den Fig. 3, Fig. 5 und Fig. 7 gezeigt ist.

[0060] Die Fig. 15 zeigt eine Anwendung dieses Beispiels auf den Strukturkörper eines Eisenbahnwaggons. Der Strukturkörper weist Seitenkörper **101**, ein Dach **102**, einen Boden **103** und Stirnkörper **104** an den Enden in Längsrichtung auf. Die Seitenkörper **101** und das Dach **102** bestehen aus Platten **31**, **32**, **80a**, **80b**, **91**, **92**, deren Längsseiten in der Längsrichtung des Waggons ausgerichtet sind. Die Verbindung zwischen den Seitenkörpern **101** und dem Dach **102** und zwischen den Seitenkörpern **101** und dem Boden **103** erfolgt durch MIG-Schweißen. Das Dach **102** und die Seitenkörper **101** sind im Querschnitt oft bogenförmig. Wenn für die Seitenkörper **101** die Platten **91**, **92** verwendet werden, zeigt die Seite mit den vertikalen Platten **96** und den Rippen **96** zur Innenseite des Waggons, und die verstärkenden Elemente bilden Stützen.

[0061] Die Platten **31**, **32** der **Fig.** 9 können spiegelbildlich kombiniert werden. Das Ende der vorstehenden Platte **34a** jeder Platte wird auf den ausgesparten Abschnitt **39** der Platte **33** der anderen Platte aufgesetzt. Dadurch wird kein Verbindungsstück **60** benötigt, und es ist ein gleichzeitiges Reibschweißen im Verbindungsbereich sowohl von oben als auch von unten möglich. Die Platten **33**, **34a** können mit erhöhten Abschnitten versehen werden, wie es in der Fig. 7 gezeigt ist.

Patentansprüche

1. Reibrührschweißverfahren zum Verbinden eines ersten mit einem zweiten Teil (**80a**, **80b**), die so angeordnet werden, daß ihre miteinander zu verschweißenden Bereiche aneinanderstoßen, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf den aneinanderstoßenden Bereichen ein drittes Teil (**86**) angeordnet wird, das die Stoßfläche des ersten und des zweiten Teils bedeckt, und daß die Reibrührschweißung mittels eines rotierenden Werkzeugs durch geführt wird, das durch das dritte Teil hindurch in den Werkstoff des ersten und des zweiten Teils eingesetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das dritte Teil (**86**) eine Platte ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das dritte Teil vor dem Reibrührschweißen an dem ersten und dem zweiten Teil festgeschweißt wird.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

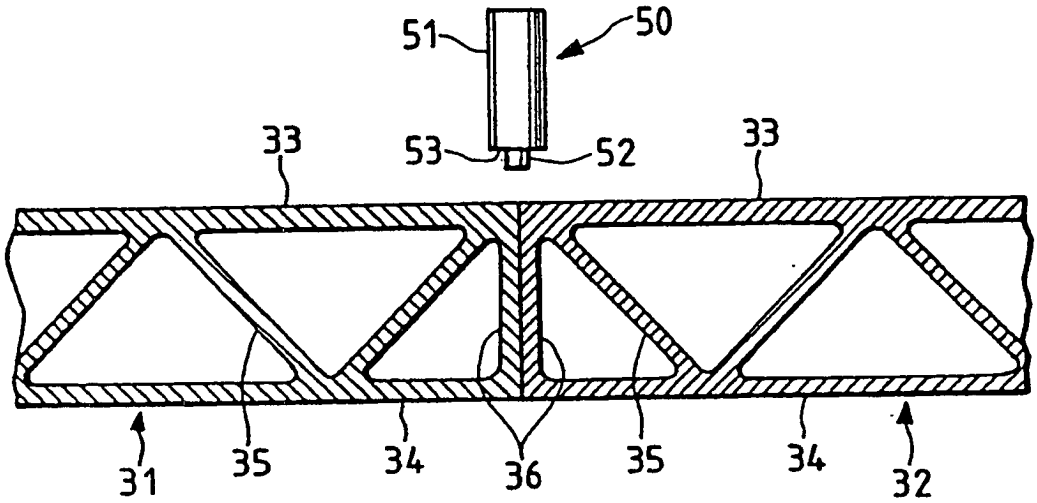


FIG. 2

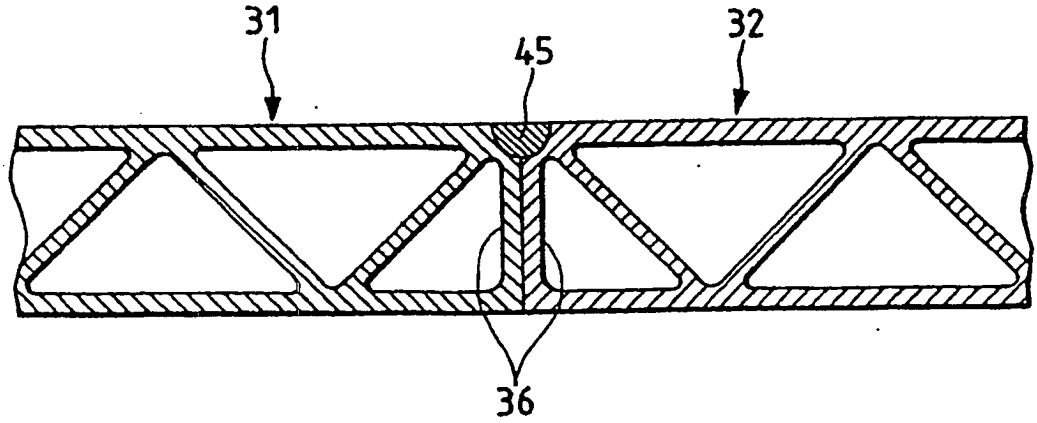


FIG. 3

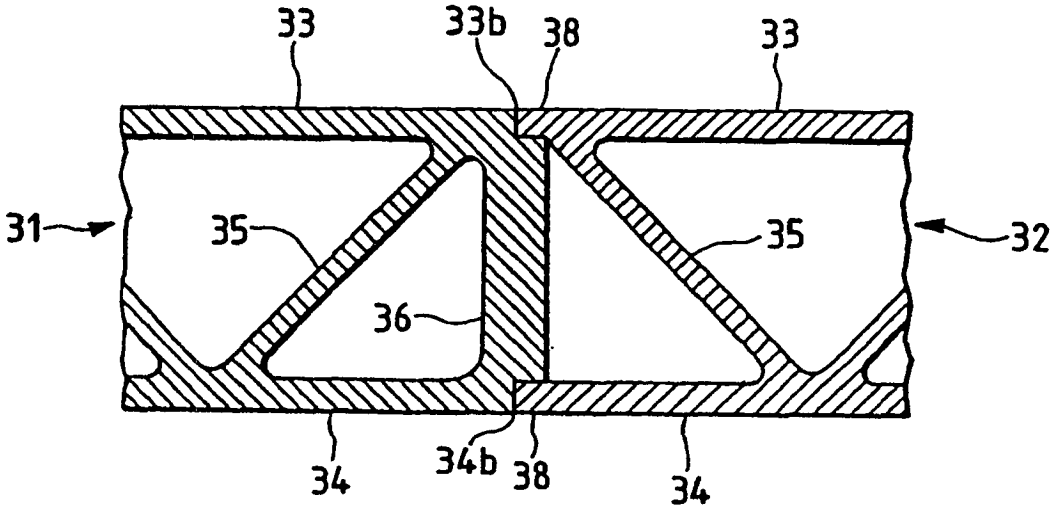


FIG. 4

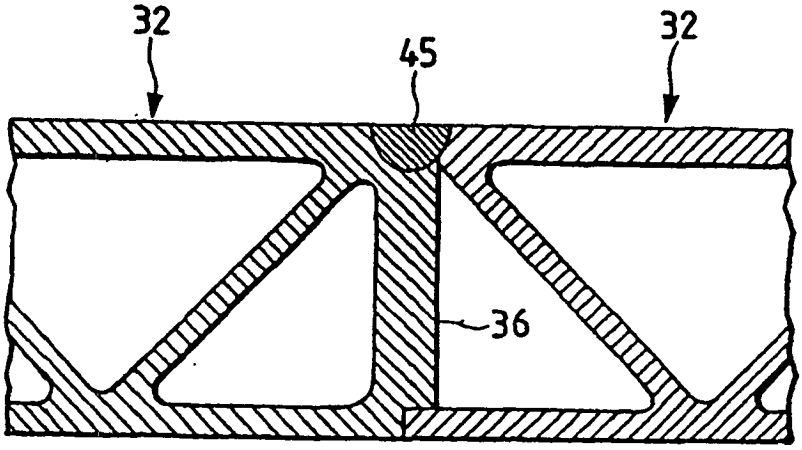


FIG. 5

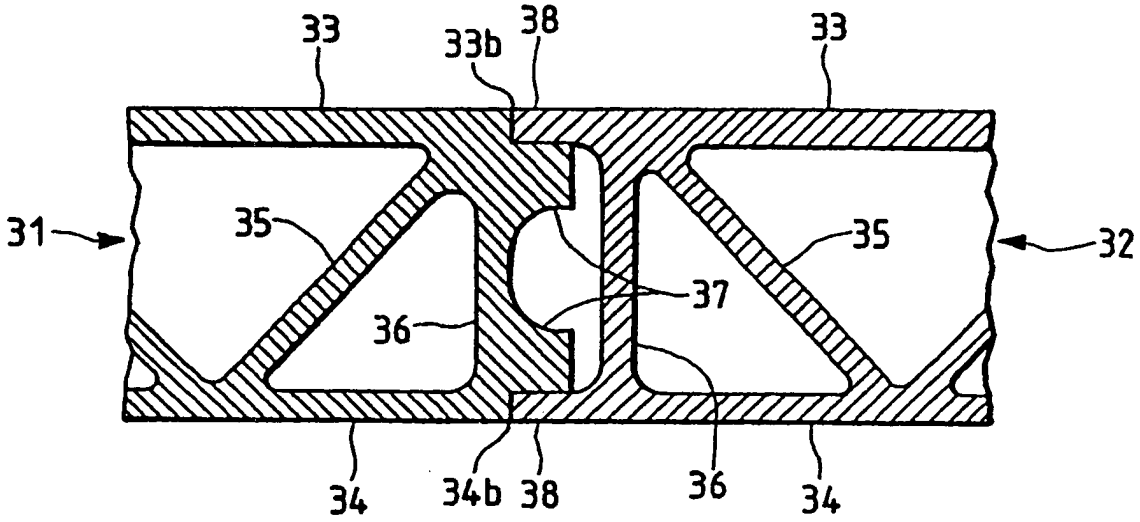


FIG. 6

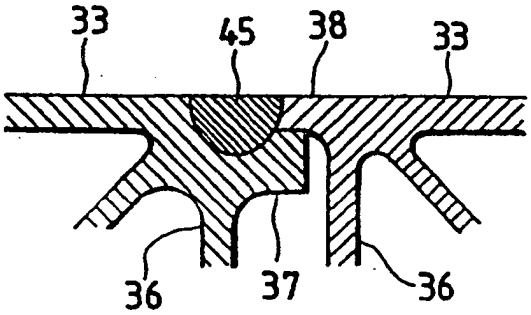


FIG. 7

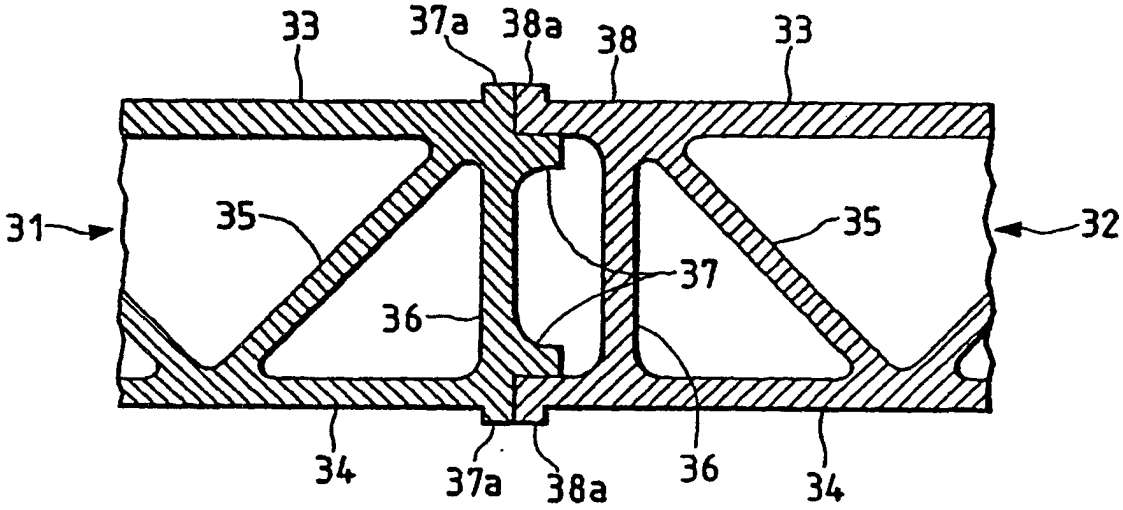

33
37a
38a
38
33
31
35
35
32
37
36
34
37a
38a
36
34

FIG. 8

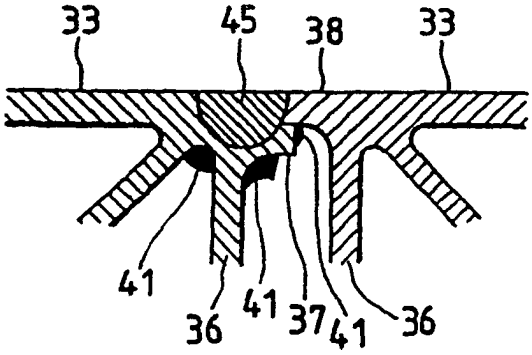

33
45
38
33
41
36
41
37
41
36

FIG. 9(A)

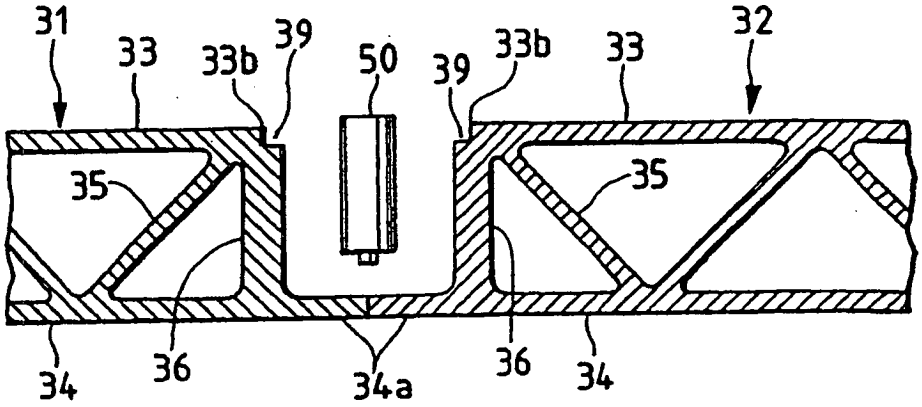


FIG. 9(B)

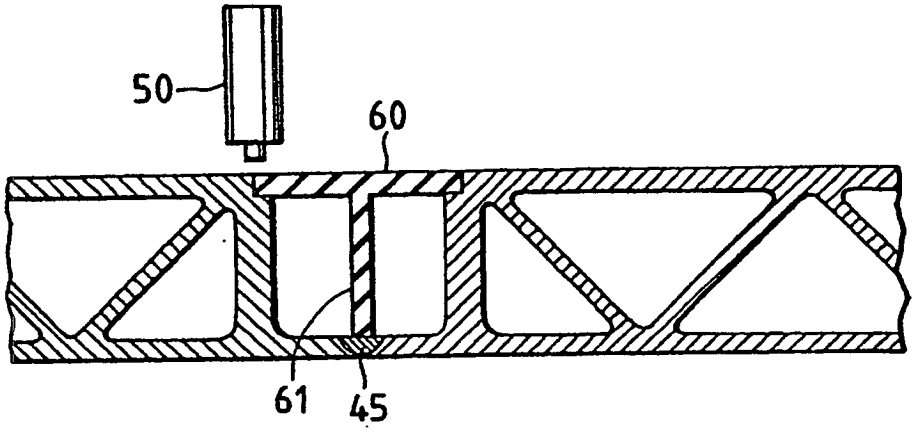


FIG. 9(C)

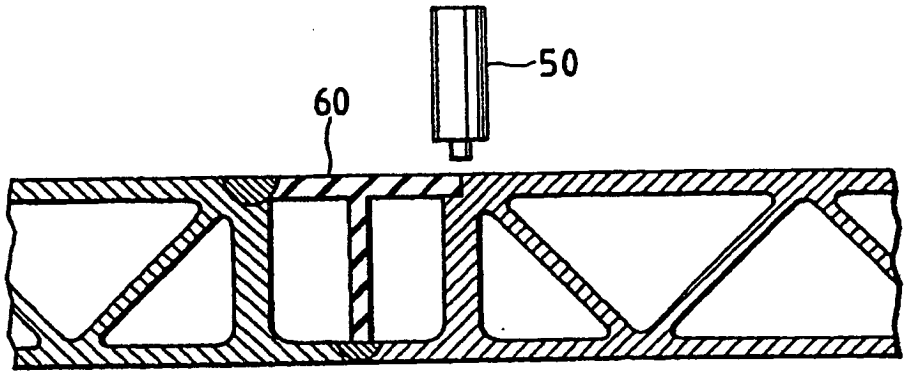


FIG. 9(D)

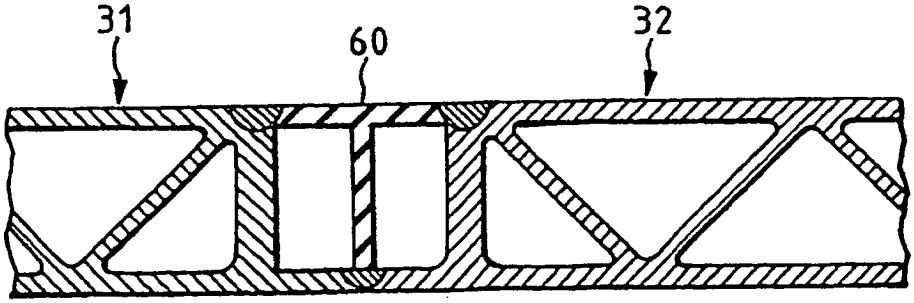


FIG. 10

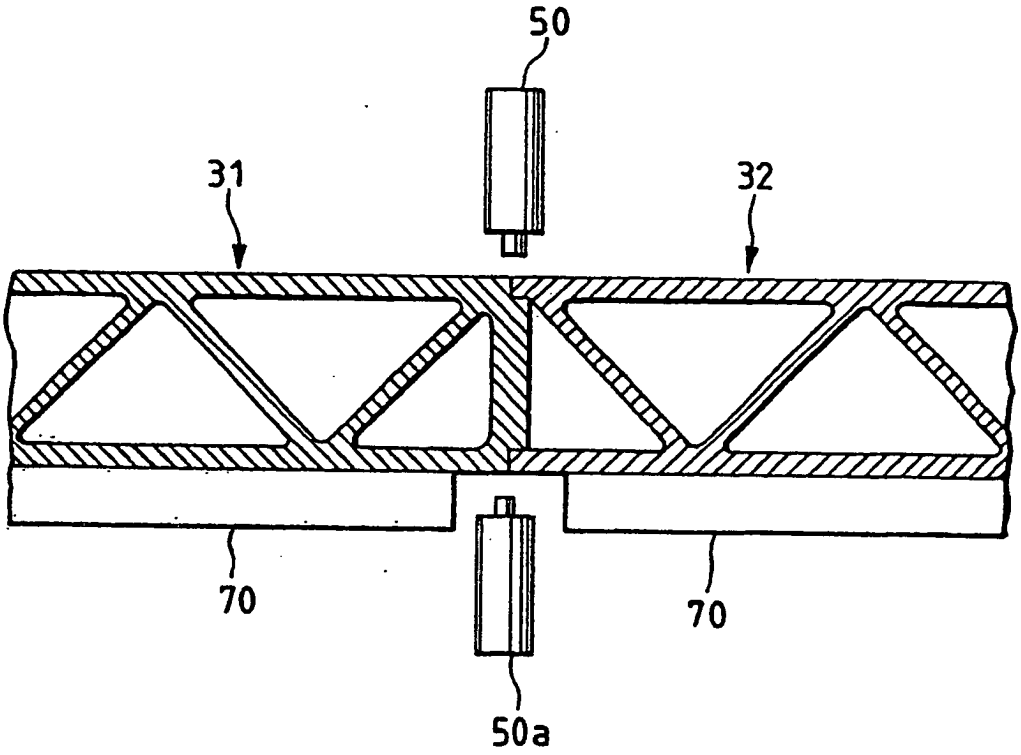


FIG. 11

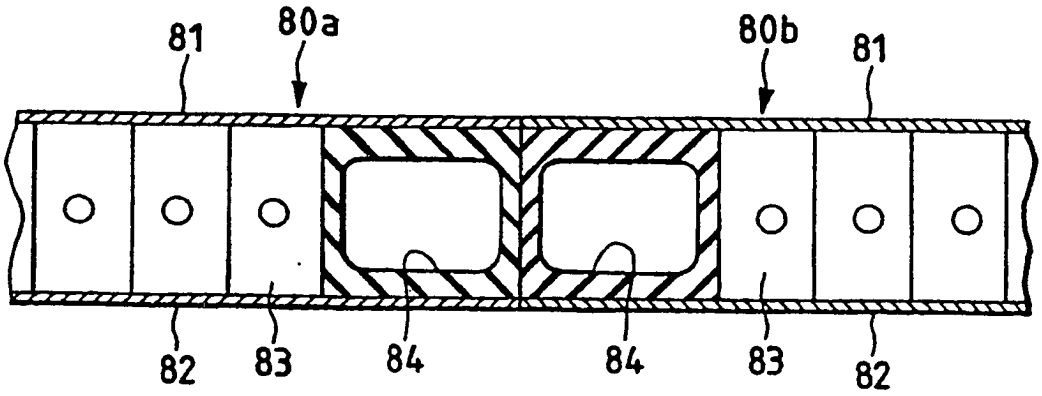


FIG. 12

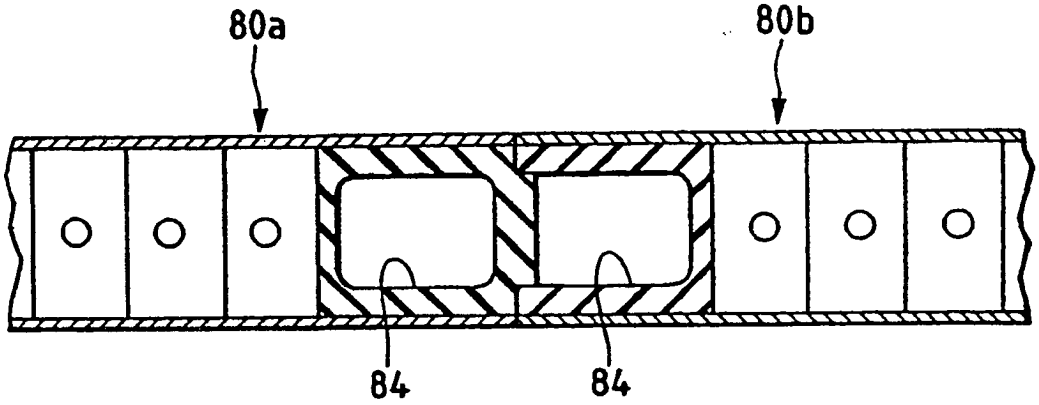


FIG. 13

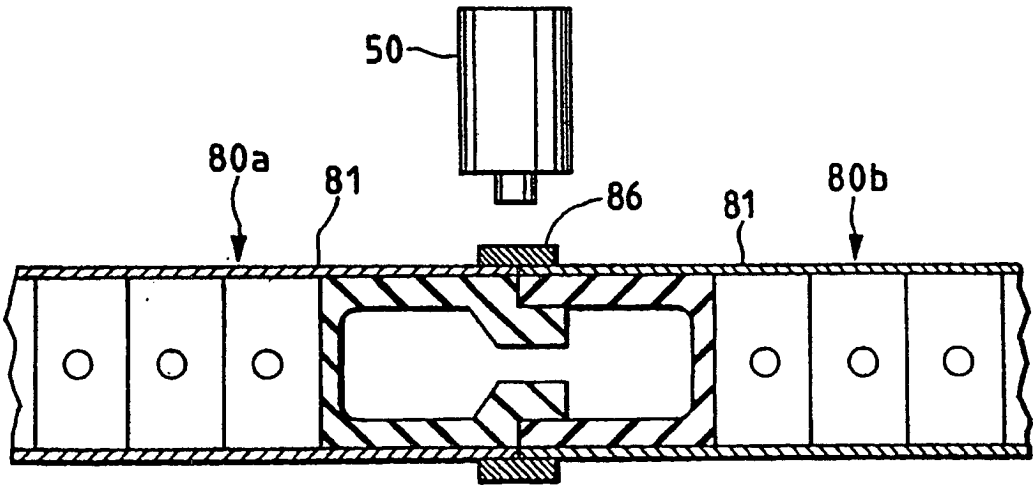


FIG. 14

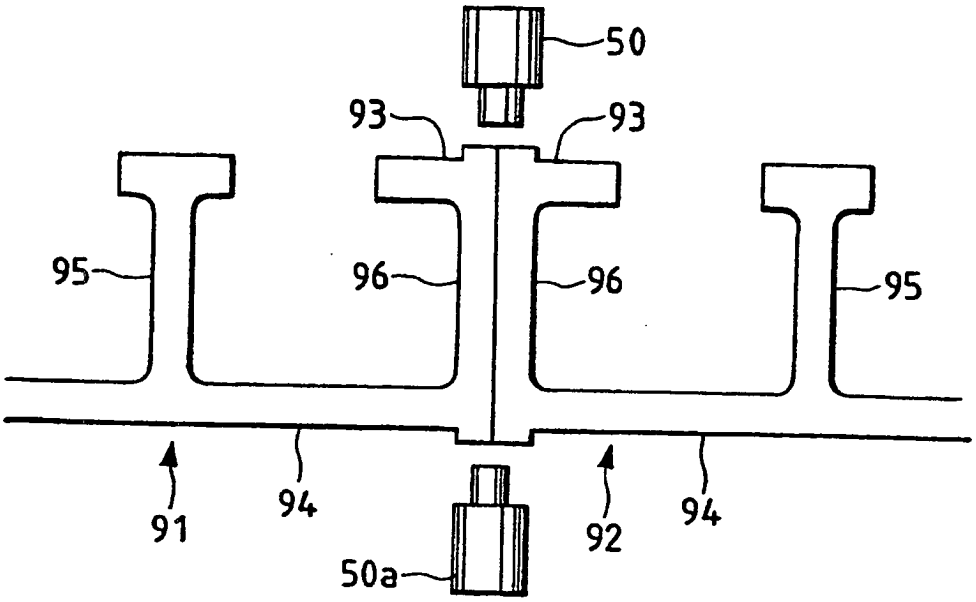


FIG. 15

