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

(10) **DE 600 27 687 T2** 2007.01.25

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 123 770 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 27 687.2**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 306 787.3**
(96) Europäischer Anmeldetag: **09.08.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.08.2001**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **03.05.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.01.2007**

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

(30) Unionspriorität:
2000013670 24.01.2000 JP

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

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

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

(72) Erfinder:
Kawasaki, Takeshi, Yamaguchi 744-0006, JP;
Sagawa, Toshiaki, Yamaguchi 742-0021, JP;
Nakamara, Hideyuki, Yamaguchi 744-0002, JP

(54) Bezeichnung: **Drehendes Reibungschweissverfahren und struktureller Körper.**

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 bezieht sich auf ein Reibrührschweißverfahren und einen Strukturkörper mit zwei miteinander verbundenen hohlen Rahmenelementen.

[0002] Die vorliegende Erfindung eignet sich zum Beispiel für ein Reibrührschweißverfahren eines aus einer Aluminiumlegierung hergestellten extrudierten Rahmenelements, das in einem Schienenfahrzeug oder einer Gebäudestruktur oder Ähnlichem verwendet wird.

[0003] Ein Reibrührschweißverfahren ist ein Verfahren, bei dem ein rotierender runder Stab ("rotierendes Werkzeug" genannt) in einen Verbindungsabschnitt eingeführt wird und entlang einer Verbindungslinie extrudierter Rahmenelemente bewegt wird und der Verbindungsabschnitt erhitzt, erweicht und plastisch fluidisiert sowie im festen Zustand verbunden wird.

[0004] Das rotierende Werkzeug umfasst einen Abschnitt kleinen Durchmessers, der in den Verbindungsabschnitt eingeführt wird, und einen Abschnitt großen Durchmessers, der an einem Außenabschnitt des Abschnitts kleinen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs positioniert wird. Der Abschnitt kleinen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs und der Abschnitt großen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs haben dieselbe Achse. Eine Begrenzung zwischen dem Abschnitt kleinen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs und dem Abschnitt großen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs wird ein wenig in den Verbindungsabschnitt eingeführt. Die oben erwähnte Technik ist zum Beispiel in der Japanischen offen gelegten Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. Hei 9-309164 (EP 0797043 A2) offenbart.

[0005] In **Fig.** 9 der Japanischen offen gelegten Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. Hei 9-309164 (EP 0797043 A2) wird das Verbinden zweier Flächen der hohlen extrudierten Rahmenelemente von einer der zwei Flächen des hohlen extrudierten Rahmenelements aus ausgeführt. Insbesondere wird eine Platte der einen Seitenfläche aufgesetzt, und das Reibrührschweißen wird von der anderen Seitenfläche der anderen Platte aus ausgeführt. Eine Außenflächenseite der Platte wird flach verbunden. Ein Endabschnitt der Platte der anderen Flächenseite ist senkrecht auf einer Dickenrichtung.

[0006] **Fig.** 9 der oben erwähnten Japanischen Patentanmeldungsoffenlegungsschrift Nr. Hei 9-309164 (EP 0797043 A2) zeigt einen Fall, bei dem ein hohles Rahmenelement von einer Seite aus mittels Reibrührschweißen verbunden wird. In diesem Fall ist es wichtig, dass der Abstand zwischen Platten **33** und **33** oberer Flächen der zwei hohlen Rahmenelemente **31** und **32** sowie die Breite eines Verbindungselements **60**, das an diesem Abschnitt angeordnet ist, genau bemessen sind.

[0007] Beide Enden des Verbindungselements **60** stoßen an die Platten **33** und **33** und werden miteinander verbunden. Aus diesem Grund ist es, wenn der Abstand zwischen den oberen Deckplatten **33** und **33** kleiner als eine Breite des Verbindungselements **60** ist, unmöglich, das Verbindungselement **60** anzubringen.

[0008] Umgekehrt ist es, wenn der Abstand zwischen den oberen Deckplatten **33** und **33** größer als die Breite des Verbindungselements **60** ist, schwierig, das Reibrührschweißen am Anstoßabschnitt auszuführen. Insbesondere ist es wichtig, dass eine Lücke des Anstoßabschnitts, die zwischen der Platte **33** und dem Verbindungselement **60** gebildet wird, klein ist.

[0009] Allerdings kann entsprechend einer Herstellungstoleranz während der Auspressverarbeitung der hohlen Rahmenelemente **31** und **32** und des Verbindungselements **60** sowie einer Herstellungstoleranz während des Reibrührschweißens eine große Lücke im Anstoßabschnitt leicht auftreten. Im Falle des Verbindens des Waggonkörpers des Schienenfahrzeugs ist die obige große Lücke in dem Fall zu beachten, in dem viele hohle Rahmenelemente miteinander verbunden werden, indem sie Seite an Seite gelegt werden.

[0010] Ähnlich offenbart JP-11267858 ein Verfahren zum Zusammenschweißen zweier hohler Rahmenelemente mittels eines Verbindungselements, wobei alle Schweißungen Reibrührschweißungen mit Anstoßen sind. Diese Druckschrift offenbart den Oberbegriff der Ansprüche 1 und 4.

[0011] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Reibrührschweißverfahren zur Verfügung zu stellen, bei dem eine gute Verbindung des hohlen Rahmenelements unbeachtlich einer Abmessungsgenauigkeit eines hohlen Rahmenelements und ähnlichem von einer Seite der besagten Deckplatten aus ausgeführt wird.

[0012] Vorzugsweise kann die oben erwähnte Aufgabe durch das Verbinden der Deckplatten eines hohlen Rahmenelements mittels eines Verbindungselements bewältigt werden, wobei das Verbinden des einen Endes des Verbindungselements gemäß einer anstoßenden Verbindung und das des anderen Endes gemäß einer überlappenden Verbindung ausgeführt werden.

[0013] Die oben erwähnte Aufgabe kann mit einem wie in Anspruch 1 beschriebenen Reibrührschweißverfahren und mit einem wie in Anspruch 4 beschrie-

benen Strukturkörper bewältigt werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen:

[0014] Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht in Längsrichtung, die einen Verbindungsabschnitt vor der Verbindung zweier Strukturkörper gemäß des Verfahrens der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0015] Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht in Längsrichtung, die einen Verbindungsabschnitt nach der Verbindung der zwei Strukturkörper gemäß des Verfahrens der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0016] Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht in Längsrichtung, die einen Verbindungsabschnitt hohler Rahmenelemente eines Strukturkörpers gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0017] Fig. 4 ist eine Perspektivansicht, die einen Waggonkörper eines Schienenfahrzeugs zeigt;

[0018] Fig. 5A ist eine Querschnittsansicht in Längsrichtung, die einen Verbindungsabschnitt eines Strukturkörpers zeigt; und

[0019] Fig. 5B ist eine Querschnittsansicht in Längsrichtung, die einen anderen Verbindungsabschnitt eines Strukturkörpers zeigt.

Beschreibung der Erfindung:

[0020] Ein Ausführungsbeispiel eines Reibrührschweißverfahrens wird unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis Fig. 4 erklärt werden.

[0021] Fig. 1 ist eine vergrößerte Ansicht, die einen wesentlichen Abschnitt eines seitlichen Strukturkörpers eines Schienenfahrzeugs aus Fig. 3 zeigt. Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht in Längsrichtung, die einen seitlichen Strukturkörper eines Strukturkörpers aus Fig. 4 zeigt.

[0022] Ein Waggonkörper **200** eines Schienenfahrzeugs umfasst einen seitlichen Strukturkörper **201**, der eine Seitenfläche bildet, einen Dachstrukturkörper **202**, der ein Dach bildet, einen Gestellrahmen **203** zum Bilden eines Bodens sowie einen seitlichen Strukturkörper **204** zum Bilden eines Endabschnitts in Längsrichtung.

[0023] Der seitliche Strukturkörper **201**, der Dachstrukturkörper **202** und der Gestellrahmen **203** werden alle jeweils durch das Verbinden mehrerer extrudierter Rahmenelemente gebildet. Eine Längsrichtung des extrudierten Rahmenelements wird zu einer Längsrichtung des Waggonkörpers hin gebildet. Das extrudierte Rahmenelement ist ein aus einer Aluminiumlegierung hergestelltes hohles Rahmenelement.

[0024] Ein Aufbau und ein Verbindungsverfahren hohler extrudierter Rahmenelemente **10** und **20** zum Bilden des seitlichen Strukturkörpers **201** wird erklärt werden. Andere Abschnitte und andere Strukturkörper ähneln dem obigen.

[0025] Die hohlen Rahmenelemente **10** und **20** umfassen zwei lagenartige Deckplatten **11**, **12** und **21**, **22** und mehrere in einer Strebenstruktur angeordnete Rippen **13** und **23**. Die zwei lagenartigen Deckplatten **11** und **12** sind im Wesentlichen parallel zueinander. Die zwei lagenartigen Deckplatten **21** und **22** sind im Wesentlichen parallel zueinander.

[0026] Eine Neigung der Strebenstruktur entsprechend den Rippen **13** und **23** ist dieselbe. Die Strebenstruktur wird durch die Rippen **13** und **23** sowie eine Mittellinie einer Plattendicke der jeweiligen Deckplatten **11**, **12** und **21**, **22** gebildet. An einer Seite der Deckplatten **11**, **12** und **21**, **22** wird ein Scheitelpunkt gebildet.

[0027] In der Nähe des Scheitelpunkts der Strebenstruktur auf einer Innenseite des Fahrzeugs werden Schienen **19** und **29** zur Installation von Maschinen und Vorrichtungen einstückig vorgesehen. Die Schienen **19** und **29** setzen sich aus zwei L-förmigen Elementen zusammen. Die Schienen **19** und **29** werden Auflagen zur Installation der Maschinen und Vorrichtungen wie innerer Grundplatten und Stühle und ähnlichem.

[0028] Endabschnitte der Deckplatten **12** und **22**, die an einer Außenflächenseite des Waggonkörpers positioniert sind, ragen zu einer Seite der angrenzenden hohlen Rahmenelemente **20** und **10** hin von den Endabschnitten der Deckplatten **11** und **21** auf der Innenseite des Waggons des Schienenfahrzeugs aus hervor. Diese hervorragenden Deckplatten werden durch **12b** und **22b** angezeigt.

[0029] Das Reibrührschweißen kann durch das Aufsetzen der Endabschnitte der Deckplatten **12b** und **22b** aufeinander ausgeführt werden. Eine Plattendicke jeder der Deckplatten **12b** und **22b** ist größer als ein anderer Abschnitt der Deckplatten **12** und **22**.

[0030] Die hohlen Rahmenelemente **10** und **20** werden auf einer Unterlage **240** durch Auflegen der Deckplatten **12** und **22** im unteren Abschnitt befestigt. Die Seiten der Deckplatten **11** und **21** werden zum oberen Abschnitt hin gebildet. Durch Einführen eines rotierenden Werkzeugs **250** in den Verbindungsabschnitt vom oberen Abschnitt aus wird das Reibrührschweißen ausgeführt. Das Reibrührschweißen wird von der Innenseite des Schienenfahrzeugs aus ausgeführt.

[0031] Am Endabschnitt (der aufgesetzte Abschnitt) der Deckplatten **12b** und **22b** sind erhabene Ab-

schnitte **16** und **26** vorgesehen, die auf die Innenseite des Waggons (nämlich die Seite der Deckplatten **11** und **21**) hervorragen. Breite und Höhe jeder der erhabenen Abschnitte **16** und **26** sind im Wesentlichen gleich.

[0032] Der Endabschnitt der Deckplatte **11** auf der Innenseite des Waggons und der Endabschnitt der Deckplatte **21** sind über ein Verbindungselement **30** miteinander verbunden. Der Endabschnitt des Verbindungselements **30** ist an den Auflagen **17** und **27**, die am Scheitelpunkt der Strebenstruktur vorgesehen sind, befestigt oder überlappt diese.

[0033] Die Auflage **17** wird am Endabschnitt des hohlen Rahmenelements **10** von einer Normallinie aus, die durch einen Schnittpunkt zwischen der Rippe **13A** und der Rippe **13B** läuft, gebildet. Eine von der Auflage **17** zur Außenfläche (die obere Fläche) der Deckplatte **11** reichende Fläche wird auf der oben erwähnten Normallinie gebildet. An einem Endabschnitt der Deckplatte **11** auf der Seite der Auflage **17** wird ein erhabener Abschnitt **11b** angeordnet, der zur Außenfläche (die obere Fläche) hin hervorragt.

[0034] Der Endabschnitt des Verbindungselements **30** weist einen erhabenen Abschnitt **32** auf, der zur Außenfläche (der oberen Fläche) hin hervorragt. Breite und Höhe der erhabenen Abschnitte **11b** und **32** sind die gleichen wie die der erhabenen Abschnitte **16** und **26**. Die Breite der Auflage **17** ist die gleiche wie die Breite des erhabenen Abschnitts **32**.

[0035] Die Auflage **27** ist an einem Schnittpunkt zwischen den Rippen **23A** und der Rippe **23B** als Mitte angeordnet. Der oben erwähnte Schnittpunkt ist in der Mitte der Breite der Auflage **27** angeordnet. Insbesondere ist der Scheitelpunkt der Strebenstruktur des Endabschnitts an einem zentralen Abschnitt der Breite der Auflage **27** angeordnet. Die von der Auflage **27** zur Deckplatte **22** reichende Fläche ist als eine Nut für eine Elektroschweißung ans Verbindungselement **30** geneigt.

[0036] Ein erhabener Abschnitt **35** ist am Endabschnitt des Verbindungselements **30** angeordnet, das auf der Auflage **27** befestigt ist. Die Höhe des erhabenen Abschnitts **35** ähnelt der der erhabenen Abschnitte **16**, **26**, **11b** und **32**. Die Breite des erhabenen Abschnitts ähnelt einer kombinierten Breite der erhabenen Abschnitte **16** und **26**.

[0037] Das Verbindungselement **30** ist dazu ausgelegt, dass es die Oberflächen der Deckplatten **11** und **21** fortzusetzen beabsichtigt. Der zentrale Abschnitt des Verbindungselements **30** ist abgesehen von den beiden Endabschnitten eine Platte **31**, und eine Plattendicke der Platte ist im Wesentlichen die gleiche wie die Plattendicke der Deckplatten **11** und **21**. Eine obere Fläche des erhabenen Abschnitts **35** hat eine V-förmige Nut **36**.

[0038] Die Nut **36** ist in der Mitte der Breite des erhabenen Abschnitts **35** angeordnet. Eine Breite des erhabenen Abschnitts **35** ist größer als ein Durchmesser eines Abschnitts **252** großen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs **250**. Die Nut **36** wird zum Gegenstand bei der Positionsdetektion zur Führung des rotierenden Werkzeugs **250**.

[0039] Die Nut **36** wird mittels eines Lasersensors detektiert, und der axiale Mittelpunkt des rotierenden Werkzeugs **250** wird in Übereinstimmung mit der Nut **36** gebracht. Eine Erweiterungslinie der Nut **36**, nämlich in der axialen Mitte des rotierenden Werkzeugs **250**, ist der Schnittpunkt der Rippen **23A** und **23B**.

[0040] Die Breite des Verbindungselements **30** ist kleiner als der Abstand zwischen den Deckplatten **11** und **21** der zwei hohlen Rahmenelemente **10** und **20**. Das Verbindungselement **30** ist aus dem extrudierten Rahmenelement mit demselben Material der hohlen Rahmenelemente **10** und **20** hergestellt. Eine Länge des Verbindungselements **30** ist die gleiche wie die Länge der hohlen Rahmenelemente **10** und **20**.

[0041] Eine Entfernung P vom Endabschnitt der Deckplatte **11** zum Endabschnitt der Deckplatte **21** ist dieselbe Neigung P der Strebenstruktur der anderen Stellen. Eine Entfernung vom Scheitelpunkt der Strebenstruktur zum Endabschnitt des hohlen Rahmenelements **10** und dem Scheitelpunkt der Strebenstruktur des Endabschnitts des hohlen Rahmenelements **20** ist die gleiche Neigung P der Strebenstruktur der anderen Stellen.

[0042] Wenn die Seite der Deckplatten **11** und **12**, **21** und **22** der Scheitelpunkt ist, ist die Strebenstruktur des hohlen Rahmenelements ein gleichschenkliges Dreieck. Allerdings ist die Strebenstruktur des Endabschnitts der hohlen Rahmenelemente **10** und **20** kein gleichschenkliges Dreieck.

[0043] Aus dem oben erwähnten Grund ist die Rippe **13A** mit einem Zwischenraum der Deckplatte **12** verbunden, und die Rippe **23A** ist mit einem Zwischenraum der Deckplatte **22** verbunden. Zwischen einem Verbindungsabschnitt zwischen der Rippe **13A** und der Deckplatte **12** und einem Verbindungsabschnitt zwischen der Rippe **23A** und der Deckplatte **22** wird ein Zwischenraum zum Einführen der Reibrührschweißvorrichtung gebildet.

[0044] Das Herstellungsverfahren dieses Strukturkörpers wird nun erklärt. Die hohlen Rahmenelemente **10** und **20** werden auf der Unterlage **240** befestigt. Als Nächstes lässt man die Deckplatten **12b** und **22b** aneinander anstoßen. Als Nächstes werden die Rahmenelemente **10** und **20** auf der Unterlage **240** fixiert.

[0045] Als Nächstes werden die Abschnitte der Endflächen **12b** und **22b** mittels Elektroschweißen zeitweise fixiert. Diese zeitweise Schweißung wird in unterbrochener Weise ausgeführt.

[0046] Eine obere Fläche der Unterlage **240**, auf der der Anstoßabschnitt der Deckplatten **12b** und **22b** befestigt ist, ist flach. Drei Abschnitte, die einen Punkt in der Nähe des Anstoßabschnitts der Deckplatten **12b** und **22b**, einen Schnittpunkt in der Nähe der Rippen **13A** und **23A** und der Deckplatten **12b** und **22b** sowie einen Schnittpunkt in der Nähe der Rippen **13B** und **23B** und der Deckplatten **12** und **22** darstellen, werden auf der Unterlage **240** mit der gleichen Höhe befestigt.

[0047] Unter diesen Bedingungen wird das rotierende Werkzeug **250** der Reibrührschweißvorrichtung vom oberen Abschnitt zum Anstoßabschnitt der erhabenen Abschnitte **16** und **26** eingeführt und wird entlang einer Verbindungslinie bewegt, und dann wird das Reibrührschweißen ausgeführt. Die axiale Mitte des rotierenden Werkzeugs **250** ist eine senkrechte Richtung (die Richtung entlang der Normallinie des Verbindungsabschnitts). Allerdings ist die axiale Mitte gegen eine fortschreitende Richtung des rotierenden Werkzeugs **250**, wie schon bekannt, geneigt.

[0048] Das rotierende Werkzeug **250** umfasst den Abschnitt **252** großen Durchmessers und den Abschnitt **251** kleinen Durchmessers an einem Spitzenende des Abschnitts **252** großen Durchmessers. Das Spitzenende (das untere Ende) des Abschnitts **251** kleinen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs **250** ist in der Nähe der unteren Fläche aus der Richtung der oberen Fläche der Deckplatten **12b** und **22b** angeordnet. Das untere Ende des Abschnitts **252** großen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs **250** ist zwischen dem Scheitelpunkt der erhabenen Abschnitte **16** und **26** und zwischen den Deckplatten **12b** und **22b** auf der Innenseite des Waggons (der Flächenseite der Platten **11** und **21**) angeordnet.

[0049] Ein Durchmesser des Abschnitts **252** großen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs **250** ist kleiner als eine Breite, die sich aus den zwei erhabenen Abschnitten **16** und **26** zusammensetzt. Der Abschnitt **251** kleinen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs **250** bildet ein Schraubenelement.

[0050] Während des Reibrührschweißens wird die Scheitelpunktsfläche der erhabenen Abschnitte **16** und **26** unter einen unteren Abschnitt einer Rolle gedrückt, die das rotierende Werkzeug **250** bewegt.

[0051] Die erhabenen Abschnitte **16** und **26** werden mittels des Lasersensors detektiert. Demgemäß wird eine Höhenposition der erhabenen Abschnitte **16** und **26** erkundet, und ein Einführungsmaß des rotierenden Werkzeugs **250** wird bestimmt. Ferner wird eine Lücke des Anstoßabschnitts der zwei erhabenen Abschnitte **16** und **26** erkundet, und die axiale Mitte des rotierenden Werkzeugs **250** wird an dieser Position damit in Übereinstimmung gebracht.

[0052] Gemäß diesem Reibrührschweißverfahren wird die Lücke des Anstoßabschnitts der Deckplatten **12b** und **22b** eingegraben und verbunden. Das ursprüngliche Material des Metalls zum Eingraben der Lücke sind die erhabenen Abschnitte **16** und **26**. Die Außenflächenseite (die Außenseite des Waggons) der Deckplatten **12b** und **22b** wird flach verbunden. Zur Außenflächenseite der Deckplatten **12b** und **22b** existiert kein vertiefter Abschnitt der Verbindungslinie.

[0053] Die obere Fläche der erhabenen Abschnitte **16** und **26** nimmt eine konvexe Form entsprechend dem Abschnitt **252** großen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs **250** an. An beiden Enden des vertieften Abschnitts bleiben die erhabenen Abschnitte **16** und **26** übrig.

[0054] Als Nächstes wird das Verbindungselement **30** auf den Auflagen **17** und **27** der Deckplatten **11** und **21** befestigt. Ein Ende (ein Endabschnitt des erhabenen Abschnitts **32**) des Verbindungselements **30** wird gegen einen Endabschnitt der Platte **11** (eine Grenze zwischen dem erhabenen Abschnitt **11b** und der Auflage **17**) aufgesetzt.

[0055] Als Nächstes wird der Endabschnitt des Verbindungselements **30** zeitweise an den Deckplatten **11** und **21** mittels Elektroschweißen fixiert. Diese zeitweise Verschweißung wird in unterbrochener Weise ausgeführt.

[0056] Als Nächstes wird das Verbinden des einen Endes des Verbindungselements **30** und des Endabschnitts der Deckplatte **11** unter Verwendung der Reibrührschweißvorrichtung, die zum Reibrührschweißen des Anstoßabschnitts der Deckplatten **12b** und **22b** verwendet wird, ausgeführt. Das ist das Gleiche wie das Verbinden des Anstoßabschnitts der erhabenen Abschnitte **16** und **26**.

[0057] Als Nächstes wird das Verbinden der Auflage **27** und des anderen Endes des Verbindungselements **30** ausgeführt. Während das rotierende Werkzeug **250** in einen Abschnitt eingeführt wird, an dem das Verbindungselement **30** und die Auflage **27** einander überlappen, wird das rotierende Werkzeug **250** entlang der Verbindungslinie bewegt, und das Reibrührschweißen wird ausgeführt. Eine Breite des erhabenen Abschnitts **35** ist größer als der Durchmesser des Abschnitts **252** großen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs **250**.

[0058] In der Mitte des erhabenen Abschnitts **35** wird die Nut **36** vorgesehen. Die Rotationsachsenmit-

te des rotierenden Werkzeugs **250** wird mit der Nut **36** in Übereinstimmung gebracht. Ein Spitzenende des Durchmessers **251** kleinen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs **250** wird tief in die Auflagen **17** und **27** eingeführt. Mit diesem Aufbau wird das überlappende Verbinden ausgeführt. Das untere Ende des Abschnitts **252** großen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs **250** wird zwischen der oberen Fläche des Verbindungselements **30**, die den nicht-erhabenen Abschnitt darstellt, und dem Scheitelpunkt des erhabenen Abschnitts **35** angeordnet.

[0059] Die obere Fläche des erhabenen Abschnitts **35** wird zu einer Vertiefung entsprechend dem Abschnitt **252** großen Durchmessers des rotierenden Werkzeugs **250**. An beiden Enden des vertieften Abschnitts bleibt der erhabene Abschnitt **35** übrig.

[0060] Der oben erwähnte Sensor der Reibrührschweißvorrichtung detektiert die Nut **36**, und das rotierende Werkzeug **250** wird entlang der Nut **36** bewegt.

[0061] Fig. 2 ist eine schematische Ansicht, die einen Zustand des Verbindungsabschnitts des Strukturkörpers nach der Verbindung zeigt. Ein schraffierter Abschnitt zeigt den Verbindungsabschnitt.

[0062] Die axiale Mitte des rotierenden Werkzeugs **250** wird am Scheitelpunkt der Strebenstruktur der zwei Rippen **13A** und **13B** (**23A** und **23B**) oder durch die senkrechte Linie, die in deren Nähe durchläuft, angeordnet. Entgegen der exzentrischen Weise entspricht dies einer Erhöhung der Plattendicke der Rippen **13A** und **13B** (**23A** und **23B**), einer Bogenform zur Verbindung der Rippe und der Deckplatte, einer Dicke des Verbindungselements **30** und der Dicke der Auflagen **17** und **27** usw.

[0063] Wenn zwei rotierende Werkzeuge benutzt werden, kann das Verbinden der beiden Enden des Verbindungselements **30** gleichzeitig ausgeführt werden.

[0064] Gemäß dem oben beschriebenen Aufbau kann die Stärke gemäß einer Verbesserung der Verbindungseffizienz und einer Verringerung einer Spannungskonzentration in einem Krümmungsabschnitt verbessert werden, da eine Verbindung eine überlappende Verbindung und eine weitere eine aufgesetzte Verbindung ist. Da das Elektroschweißen verringert werden kann, kann ferner ein thermisches Verziehen des Strukturkörpers verringert werden, das Aussehen des Strukturkörpers verbessert werden und ferner kann eine Installation eines inneren Befestigungsmaterials leicht ausgeführt werden.

[0065] Entsprechend dem oben erwähnten Aufbau wird das Verbinden der beiden Flächen der hohlen Rahmenelemente von einer Seitenfläche aus ausgeführt. Aus diesem Grund ist es unnötig, den Strukturkörper umzudrehen, mit dem eine Fläche verbunden wird. Entsprechend kann der Strukturkörper mit geringen Kosten und einer hohen Genauigkeit hergestellt werden.

[0066] Ferner kann die Außenfläche des Verbindungsabschnitts der Deckplatten **12b** und **22b** flach verbunden werden. Die erhabenen Abschnitte **16**, **26** und **35** sind auf der Innenseite des Strukturkörpers und der Innenseite des Waggons angeordnet, aber existieren nicht an einem Abschnitt (die Außenflächenseite, die Außenseite des Waggons), an dem eine flache Fläche erforderlich ist.

[0067] Ferner liegt auf der Außenseite des Waggons kein erhabener Abschnitt vor, der durch das Löschen mittels des rotierenden Werkzeugs **250** begründet ist. Aus diesem Grund wird das Abschneiden usw. des erhabenen Abschnitts unnötig, und der Waggonkörper kann mit geringen Kosten hergestellt werden.

[0068] Ferner kann die Unterlage **240** durch ein Stützelement wie eine Rolle usw. ersetzt werden.

[0069] Außerdem wird der Anstoßabschnitt zuerst verbunden und als Nächstes der überlappende Abschnitt. Aus diesem Grund ist es im Vergleich zum umgekehrten Fall ersichtlich, dass eine gute Reibrührschweißung ausgeführt werden kann.

[0070] Es ist ersichtlich, dass die Stärke des Verbindungsabschnitts des überlappenden Abschnitts (der Verbindungsabschnitt der Auflage **27** und des Verbindungselements **30**) und die Stärke des Krümmungsabschnitts der Deckplatte **21** geringer sind als die Stärke des Anstoßabschnitts (der Verbindungsabschnitt der Deckplatte **11** und des Verbindungselements **30**).

[0071] In diesem Fall werden der Endabschnitt des Verbindungselements **30** und der Endabschnitt der Deckplatte **21** mittels Elektroschweißung miteinander verbunden. Diese Elektroschweißung kann an einer Stelle ausgeführt werden, die notwendigerweise eine größere Stärke aufweist, zum Beispiel nur an einer Stelle nahe einer Fensterecke.

[0072] Außerdem kann das Element, das auf die oben erwähnte Weise verbunden wird, als eine Außenfläche (eine für das Auge sichtbare Fläche) des Strukturelements wie eine Gebäudestruktur verwendet werden.

[0073] Der Abschnitt zur Befestigung des Verbindungselements **30** kann an die Struktur und den Abschnitt, in dem es der Belastung während des Reibrührschweißens standhalten kann, gesetzt werden. Zum Beispiel kann die Struktur und der Abschnitt wie

in **Fig.** 9 der oben erwähnten Druckschrift der Japanischen Patentanmeldungsoffenlegungsschrift Nr. Hei 9-309164 (EP 0797043 A2) gesetzt werden.

[0074] Ein weiterer durch das Ausführen von Reibrührschweißen erhaltener Strukturkörper wird in Fig. 5A und Fig. 5B gezeigt und wird nun erklärt werden. Dieser eignet sich für einen Fall, bei dem ein großer Strukturkörper mittels Verbinden dreier oder mehrerer als dreier hohler Rahmenelemente hergestellt wird. Zum Beispiel setzt sich der seitliche Strukturkörper **201** aus drei Rahmenelementen zusammen. Das Verhältnis zwischen dem hohlen Rahmenelement **10** (zum Beispiel einem ersten Rahmenelement) und dem hohlen Rahmenelement **20** (zum Beispiel einem zweiten Rahmenelement und einem mittleren Rahmenelement) auf der linken Seite und dem Verbindungselement **30** ist ähnlich wie beim Ausführungsbeispiel des in Fig. 1 gezeigten Strukturkörpers.

[0075] An einem anderen Ende (das rechte Ende) des mittleren hohlen Rahmenelements **20** (das zweite Rahmenelement) werden das linke Ende eines hohlen Rahmenelements **40** (zum Beispiel ein drittes Rahmenelement) und das Verbindungselement **30B** miteinander verbunden. Das linke Ende des hohlen Rahmenelements **40** (das dritte Rahmenelement) und des Verbindungselements **30B** sind die gleichen wie das linke Ende des mittleren hohlen Rahmenelements **20** (das zweite Rahmenelement) und des Verbindungselements **30**.

[0076] Die Struktur des anderen Endes (das rechte Ende) des mittleren hohlen Rahmenelements **20** (das zweite Rahmenelement) ist die gleiche wie die Struktur des rechten Endes des hohlen Rahmenelements **10** (das erste Rahmenelement). Die Struktur des linken Endes des hohlen Rahmenelements **40** (das dritte Rahmenelement), das mit dem rechten Ende dieses hohlen Rahmenelements **10** (das erste Rahmenelement) verbunden wird, ist die gleiche wie die des rechten Endes des mittleren hohlen Rahmenelements **20** (das zweite Rahmenelement). Die Struktur und die Richtung des Verbindungselements **30B** sind die gleichen wie die des Verbindungselements **30**.

[0077] Das linke Ende des mittleren hohlen Rahmenelements **20** (das zweite Rahmenelement) und des hohlen Rahmenelements **10** (das erste Rahmenelement) werden in Fig. 5A gezeigt. Das rechte Ende des mittleren hohlen Rahmenelements **20** (das zweite Rahmenelement) und des hohlen Rahmenelements **40** (das dritte Rahmenelement) werden in Fig. 5B gezeigt. Das linke Ende des in Fig. 5A gezeigten mittleren hohlen Rahmenelements **20** (das zweite Rahmenelement) erstreckt sich zum rechten Ende des in Fig. 5B gezeigten mittleren Rahmenelements **20** (das zweite Rahmenelement), und ein Zwischenabschnitt des rechten Endes des mittleren Rahmenelements **20** (das zweite Rahmenelement) wird weggelassen.

[0078] Das hohle Rahmenelement **40** (das dritte Rahmenelement) umfasst zwei lagenartige Deckplatten **41** und **42**, mehrere in Strebenstruktur angeordnete Rippen **43A** und **43B** und eine Auflage **47**. Die Deckplatte **42** weist eine herausgehobene Platte **42b** und einen erhabenen Abschnitt **46** auf und die Deckplatte **41** weist eine Neigungsfläche **47b** auf.

[0079] Insbesondere wird, wenn das Verbinden der drei Rahmenelemente **10**, **20** und **40** ausgeführt wird, an einem Ende (das linke Ende) der Deckplatte **21** des mittleren hohlen Rahmenelements **20** (das zweite Rahmenelement), eine Neigungsfläche **27b** vorgesehen, und am anderen Ende (das rechte Ende) der Deckplatte **21** ein erhabener Abschnitt (entsprechend dem erhabenen Abschnitt **11b**) vorgesehen.

[0080] Bei diesem Aufbau sind alle Richtungen des erhabenen Abschnitts **32** der Verbindungselemente **30** und **30B** an den beiden Enden des mittleren hohlen Rahmenelements **20** (das zweite Rahmenelement) im linken Abschnitt der Verbindungselemente, wie in Fig. 5A und Fig. 5B zu sehen.

[0081] Im Ergebnis kann das fehlerhafte Anordnen der Verbindungselemente **30** abgeschwächt werden, da die Richtungen der erhabenen Abschnitte **32** der mehreren Verbindungselemente **30** in die gleiche Richtung zeigen.

[0082] Der Verbindungsvorgang besteht darin, dass die drei hohlen Rahmenelemente **10**, **20** und **40** auf der Unterlage **240** befestigt und eingespannt werden. Danach ist der Vorgang ähnlich dem im Falle von Fig. 1.

[0083] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann unbeachtlich der Abmessungsgenauigkeit des hohlen Rahmenelements und ähnlichem ein gutes Verbinden von einer Seitenfläche des hohlen Rahmenelements aus ausgeführt werden.

Patentansprüche

1. Reibrührschweißverfahren, bei dem
(i) zwei hohle Rahmenelemente (**10**, **20**) vorgesehen werden, deren jedes eine erste (**11**, **12**) und eine zweite (**21**, **22**) Deckplatte aufweist, die in Dickenrichtung des hohlen Rahmenelements in Abstand voneinander angeordnet und über mehrere Rippen (**13**, **23**) verbunden sind, wobei jede Deckplatte (**11**, **12**, **21**, **22**) sich in seitlicher Richtung quer zu der Dickenrichtung erstreckt und an jeder Seitenkante einen Endabschnitt aufweist, und wobei an jedem hohlen Rahmenelement der Endabschnitt (**12b**, **22b**) der zweiten Deckplatte (**12**, **22**) über den Endabschnitt der ersten

Deckplatte (**11**, **21**) hinausragt,
(ii) die Endabschnitte (**12b**, **22b**) der jeweils zweiten Deckplatten (**12**, **22**) durch Reibrührschweißen mittels eines an der Innenseite der Endabschnitte (**12b**, **22b**) angesetzten rotierenden Reibrührschweißwerkzeugs verbunden werden,
(iii) ein Verbindungselement (**30**) mit entgegengesetzten ersten und zweiten Enden vorgesehen wird und diese Enden jeweils an den Endabschnitten der ersten Deckplatten (**11**, **21**) des ersten und des zweiten hohlen Rahmenelements angeordnet werden, wobei die Enden des Verbindungselements (**30**) jeweilige Auflageabschnitte (**17**, **27**) der hohlen Rahmenelemente überlappen,
(iv) das erste Ende des Verbindungselements (**30**) mit dem Endabschnitt der ersten Deckplatte (**11**) des ersten hohlen Rahmenelements (**10**) durch Reibrührschweißen mittels eines rotierenden Reibrührschweißwerkzeugs (**250**) verbunden wird, das an der Außenseite des ersten hohlen Rahmenelements (**10**) und an in der Dickenrichtung verlaufenden aneinanderstoßenden Flächen des Verbindungselements (**30**) und des ersten hohlen Rahmenelements (**10**) angesetzt wird, und
(v) das zweite Ende des Verbindungselements (**30**) und der Endabschnitt der ersten Deckplatte (**21**) des zweiten hohlen Rahmenelements (**20**) durch Reibrührschweißen mittels eines an der Außenseite des zweiten hohlen Rahmenelements (**20**) angesetzten Reibrührschweißwerkzeugs (**250**) verbunden werden,
dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt (v) durch Ansetzen des rotierenden Reibrührschweißwerkzeugs an einer Stelle in Abstand vom äußersten Ende des Verbindungselements (**30**) durchgeführt wird, wobei sich die Reibrührschweißzone über die gesamte Dicke des Verbindungselements (**30**) und in den überlappten Auflagebereich (**27**) hinein erstreckt.

2. Reibrührschweißverfahren nach Anspruch 1, wobei das zweite Ende des Verbindungselements (**30**) einen erhabenen Abschnitt (**35**) aufweist, der an der Stelle der Reibrührverschweißung in Dickenrichtung an seiner Außenseite herausragt.

3. Reibrührschweißverfahren nach Anspruch 2, wobei in der Mitte des erhabenen Abschnitts (**35**) eine Nut (**36**) vorgesehen wird, die zur Platzierung des Reibrührschweißwerkzeugs benutzt wird.

4. Strukturkörper mit zwei miteinander verbundenen hohlen Rahmenelementen (**10**, **20**), wobei
jedes hohle Rahmenelement (**10**, **20**) eine erste (**11**, **12**) und eine zweite (**21**, **22**) Deckplatte aufweist, die in Dickenrichtung des hohlen Rahmenelements in Abstand voneinander angeordnet und über mehrere Rippen (**13**, **23**) verbunden sind, wobei jede Deckplatte (**11**, **12**, **21**, **22**) sich in seitlicher Richtung quer zu der Dickenrichtung erstreckt und an jeder Seitenkante einen Endabschnitt aufweist, und wobei an jedem hohlen Rahmenelement der Endabschnitt (**12b**, **22b**) der zweiten Deckplatte (**12**, **22**) über den Endabschnitt der ersten Deckplatte (**11**, **21**) hinausragt,
die Endabschnitte (**12b**, **22b**) der jeweils zweiten Deckplatten (**12**, **22**) durch Reibrührschweißen miteinander verbunden sind, das mittels eines an der Innenseite der Endabschnitte (**12b**, **22b**) angesetzten Werkzeugs durchgeführt wurde,
ein Verbindungselement (**30**) mit entgegengesetzten ersten und zweiten Enden vorgesehen ist, die mit den jeweiligen Endabschnitten der ersten Deckplatten (**11**, **21**) des ersten und des zweiten Rahmenelements verbunden sind, wobei die Enden des Verbindungselements (**30**) jeweilige Auflageabschnitte (**17**, **27**) der hohlen Rahmenelemente überlappen,
das erste Ende des Verbindungselements (**30**) und der Endabschnitt der ersten Deckplatte (**11**) des ersten hohlen Rahmenelements (**10**) durch Reibrührschweißen verbunden sind, das mittels eines an der Außenseite des ersten hohlen Rahmenelements (**10**) und an in der Dickenrichtung verlaufenden aneinanderstoßenden Flächen des Verbindungselements (**30**) und des ersten hohlen Rahmenelements (**10**) angesetzten rotierenden Reibrührschweißwerkzeugs (**250**) durchgeführt ist, und
das zweite Ende des Verbindungselements (**30**) und der Endabschnitt der ersten Deckplatte (**21**) des zweiten hohlen Rahmenelements (**20**) durch Reibrührschweißen verbunden sind, das mittels eines an der Außenseite des zweiten hohlen Rahmenelements (**20**) angesetzten Reibrührschweißwerkzeugs (**250**) durchgeführt wurde,
dadurch gekennzeichnet, dass die Stelle der Reibrührverschweißung des zweiten Endes des Verbindungselements (**30**) und des Endabschnitts der ersten Deckplatte (**21**) des zweiten hohlen Rahmenelements (**20**) in Abstand vom äußersten Ende des Verbindungselements (**30**) liegt, wobei sich die Reibrührschweißzone über die gesamte Dicke des Verbindungselements (**30**) und in den überlappten Auflagebereich (**27**) hinein erstreckt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

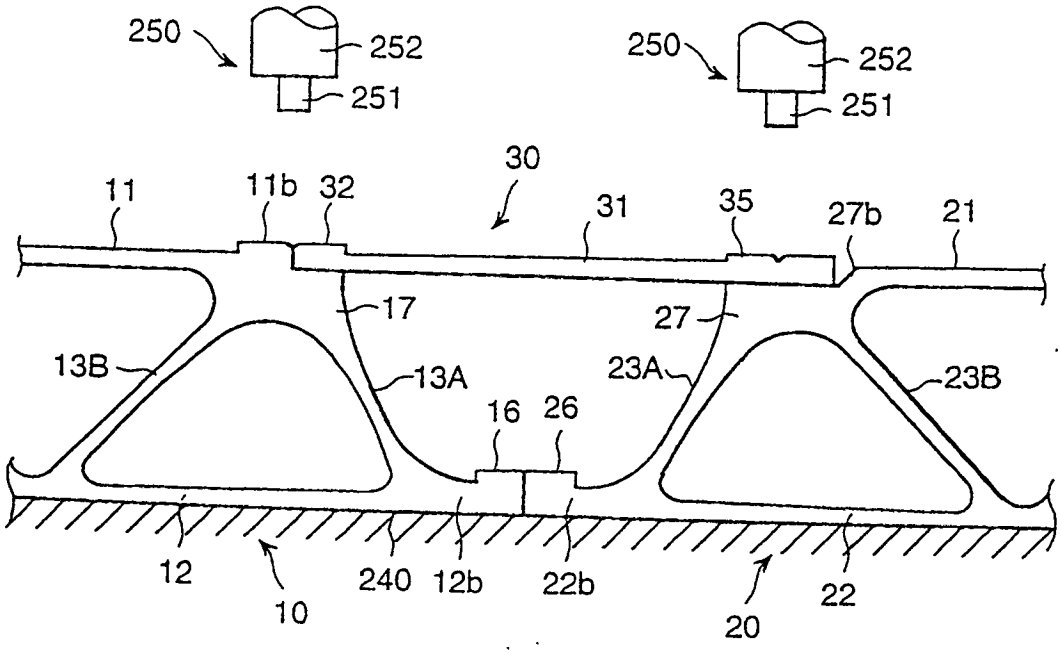


FIG. 2

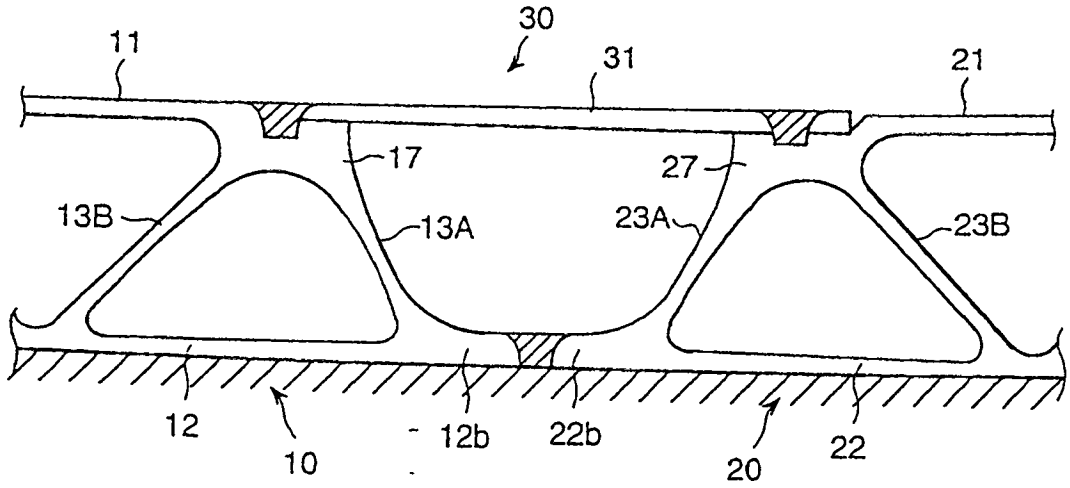


FIG. 3

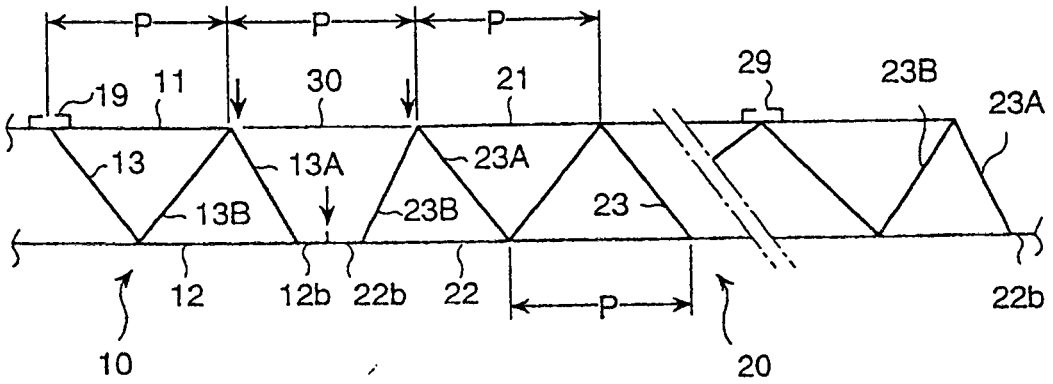

P
P
P
19
11
30
21
29
23B
23A
13
13A
23A
13B
23B
23
12
12b
22b
22
P
22b
10
20

FIG. 4

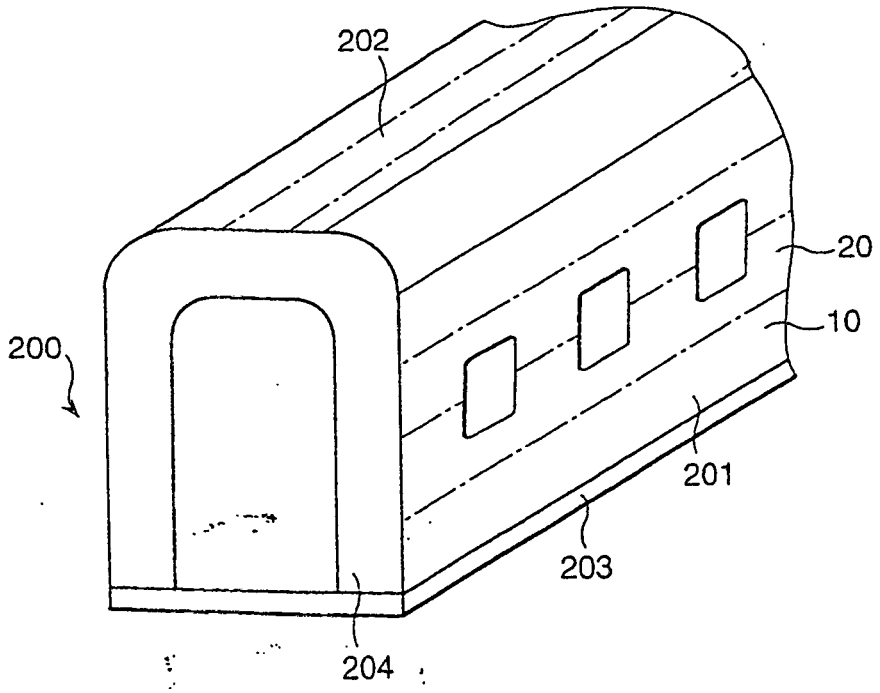

202
20
10
200
201
203
204

FIG. 5A

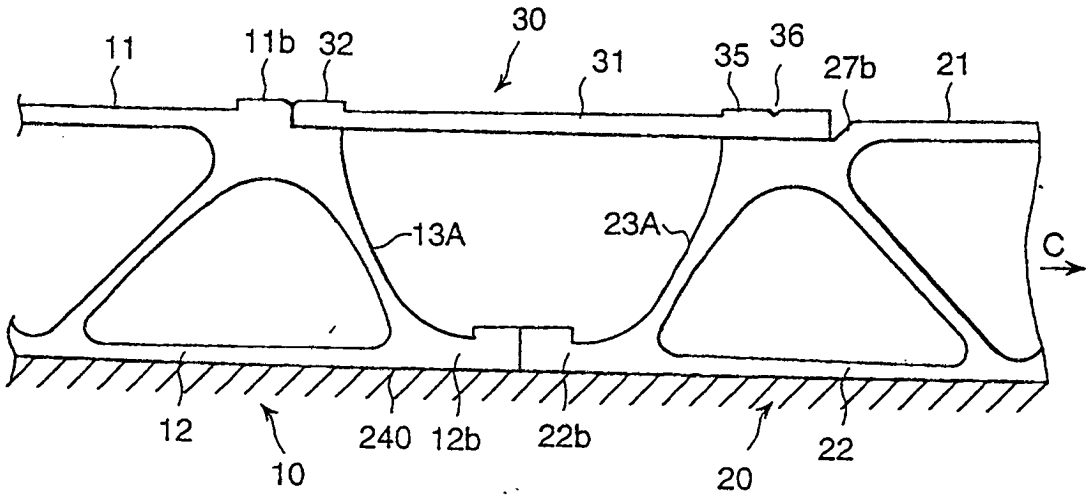
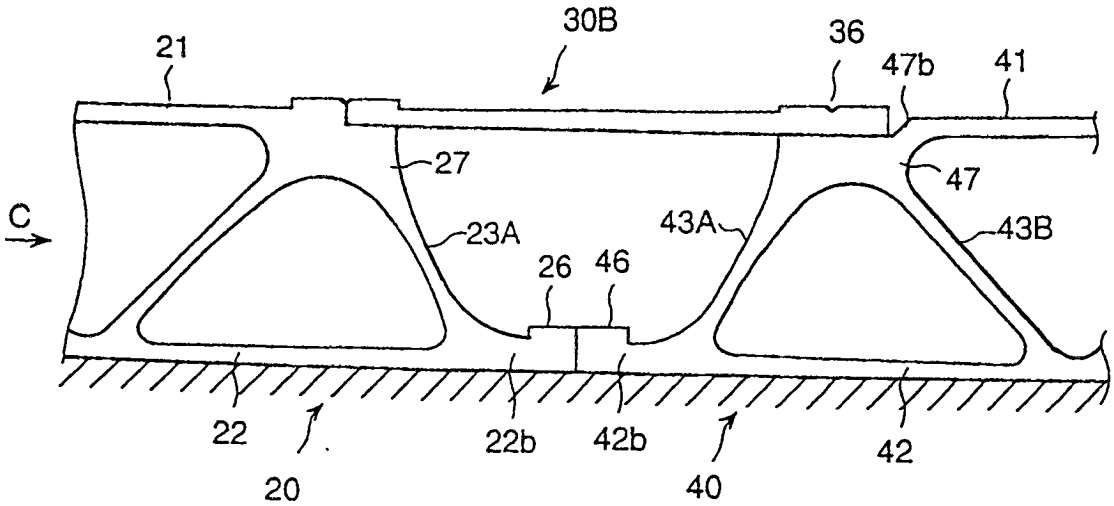

11
11b
32
30
31
35
36
27b
21
13A
23A
C
12
10
240
12b
22b
20
22

FIG. 5B


21
30B
36
47b
41
27
47
C
23A
43A
43B
26
46
22
20
22b
42b
40
42