

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2019年10月17日(17.10.2019)



(10) 国際公開番号

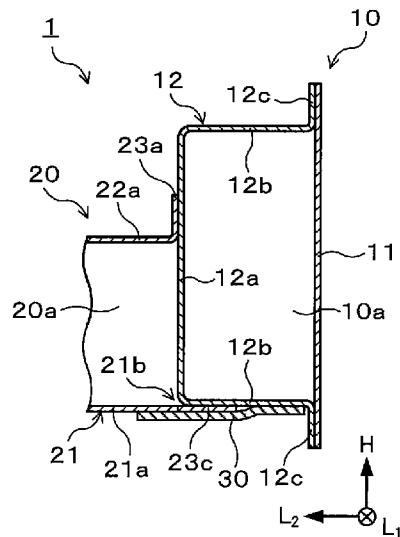
**WO 2019/198673 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*B62D 25/20* (2006.01) *B62D 21/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/015347
- (22) 国際出願日: 2019年4月8日(08.04.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2018-074657 2018年4月9日(09.04.2018) JP
- (71) 出願人: 日本製鉄株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 木本 野樹 (KIMOTO, Naoki); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 萩原 康司, 外 (HAGIWARA, Yasushi et al.); 〒1620065 東京都新宿区住吉町1-20 角張ビル 曙国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: T-SHAPED JOINT STRUCTURE

(54) 発明の名称: T字継手構造



(57) **Abstract:** A T-shaped joint structure comprising: a first member which is a hollow member having a first flat portion and a second flat portion connected to the first flat portion; and a second member which is a hollow member extending perpendicularly to the longitudinal direction of the first member and brought into contact with, and fixed to, the first flat portion of the first member. The second member has a joint portion at which the second member is joined to the second flat portion of the first member. In a cross section perpendicular to the longitudinal direction of the first member, taken so as to include the hollow portion of the second member, the thickness of the second flat portion of the first member is larger than the thickness of the first flat portion of the first member, and the thickness of the joint portion of the second member is larger than the thickness of the portion of the second member other than the joint portion.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 第1の平面部と、第1の平面部に繋がる第2の平面部とを有した中空部材である、第1の部材と、第1の部材の第1の平面部に当接して固定された、該第1の部材の長手方向に対して垂直に延びる中空部材である、第2の部材と、を有し、第2の部材は、第1の部材の第2の平面部に接合される部分である接合部を有し、第2の部材の中空部を含むように切断された、第1の部材の長手方向に垂直な断面において、第1の部材の第2の平面部の厚さが、第1の部材の第1の平面部の厚さよりも厚く、かつ第2の部材の接合部の厚さが、第2の部材の、接合部以外の部分の厚さよりも厚い、T字継手構造。

## 明 細 書

発明の名称： T字継手構造

### 技術分野

[0001] 本発明は、部材同士の接合構造であるT字継手構造に関する。

### 背景技術

[0002] 自動車の車体を構成する部材同士の接合構造として、例えば図1に示すサイドシルとクロスメンバーの接合構造のようなT字継手構造がある。自動車の車体には、走行中の車体の安定性や乗り心地に係る曲げ剛性や、衝突時に乗員を保護するための耐衝撃性が求められることから、上記のような車体のT字継手構造となる箇所においても曲げ剛性や耐衝撃性を向上させることが望まれる。この要求に鑑み、特許文献1にはサイドシルの上面とクロスメンバーの上面を繋ぐように接合されたT字継手構造が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2016／076315号

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 図2はサイドシル10の天板部12aにクロスメンバー20を当接させる従来のT字継手構造50を示す図であるが、特許文献1のT字継手構造は図2に示す従来のT字継手構造50に対して剛性や耐衝撃性を大きく向上させることができる。しかしながら、自動車の車体には剛性や耐衝撃性の向上が求められる一方、燃費向上のために車体重量の軽量化も求められる。この観点において、特許文献1のT字継手構造は、従来のT字継手構造50に対して重量の増加も大きいことから、軽量化の観点からさらに改善の余地がある。

[0005] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、T字継手構造において、十分な曲げ剛性および耐衝撃性の確保と軽量化を両立させることを目的と

する。

### 課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決する本発明の一態様は、Ｔ字継手構造であって、第１の平面部と、前記第１の平面部に繋がる第２の平面部とを有した中空部材である、第１の部材と、前記第１の部材の前記第１の平面部に当接して固定された、該第１の部材の長手方向に対して垂直に延びる中空部材である、第２の部材と、を有し、前記第２の部材は、前記第１の部材の前記第２の平面部に接合される部分である接合部を有し、前記第２の部材の中空部を含むように切断された、前記第１の部材の長手方向に垂直な断面において、前記第１の部材の前記第２の平面部の厚さが、前記第１の部材の前記第１の平面部の厚さよりも厚く、かつ前記第２の部材の前記接合部の厚さが、前記第２の部材の、前記接合部以外の部分の厚さよりも厚いことを特徴としている。

### 発明の効果

[0007] 本発明によれば、Ｔ字継手構造において、十分な曲げ剛性および耐衝撃性の確保と軽量化を両立させることができる。

### 図面の簡単な説明

[0008] [図１]一般的な自動車の車体構造を示す図である。

[図２]従来のサイドシルとクロスメンバーのＴ字継手構造を示す図である。

[図３]本発明の実施形態に係るサイドシルとクロスメンバーのＴ字継手構造の概略構成を示す斜視図である。

[図４]図３を下から見た場合の斜視図である。

[図５]本発明の実施形態に係るＴ字継手構造のサイドシルとクロスメンバーの接合部近傍を下から見た図である。

[図６]本発明の実施形態に係るＴ字継手構造における、クロスメンバーの中空部を含むように切断された、サイドシル長手方向に対して垂直な断面を示す図である。

[図７]サイドシル縦壁部とクロスメンバー平板フランジ部との接合手段の一例を示す図である。

[図8]本発明の別の実施形態に係るＴ字継手構造における、サイドシル縦壁部とクロスメンバー平板フランジ部との接合手段の一例を示す図である。

[図9]本発明の別の実施形態に係るＴ字継手構造における、クロスメンバーの中空部を含むように切断された、サイドシル長手方向に対して垂直な断面を示す図である。

[図10]自動車のラダーフレームを示す図である。

[図11]変形シミュレーションの解析モデルを示す図である。

[図12]図１１に示す解析モデルの平板フランジ部を示す図である。

[図13]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図14]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図15]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図16]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図17]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図18]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図19]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図20]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図21]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図22]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図23]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図24]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図25]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図26]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図27]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図28]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図29]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図30]解析モデルの補強部材の形状を示す図である。

[図31]解析モデルの曲げ剛性を示す図である。

[図32]解析モデルの面外変形量を示す図である。

[図33]解析モデルの曲げ剛性を示す図である。

[図34]解析モデルの面外変形量を示す図である。

[図35]解析モデルの曲げ剛性を示す図である。

[図36]解析モデルの面外変形量を示す図である。

[図37]解析モデルの曲げ剛性を示す図である。

[図38]解析モデルの面外変形量を示す図である。

[図39]変形シミュレーションにおける曲げ剛性と面外変形量の評価領域を示す図である。

[図40]衝突シミュレーション（A）の解析モデルを示す図である。

[図41]C F R Pからなる補強部材の繊維方向が異なる各解析モデルにおける最大荷重を示す図である。

[図42]C F R Pからなる補強部材の繊維方向が異なる各解析モデルにおける吸収エネルギーを示す図である。

[図43]補強部材の厚さが異なる各解析モデルにおける最大荷重を示す図である。

[図44]補強部材の厚さが異なる各解析モデルにおける吸収エネルギーを示す図である。

[図45]衝突シミュレーション（B）の解析モデルを示す図である。

[図46]C F R Pからなる補強部材の繊維方向が異なる各解析モデルにおける最大荷重を示す図である。

[図47]C F R Pからなる補強部材の繊維方向が異なる各解析モデルにおける吸収エネルギーを示す図である。

[図48]補強部材の厚さが異なる各解析モデルにおける最大荷重を示す図である。

[図49]補強部材の厚さが異なる各解析モデルにおける吸収エネルギーを示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、

本明細書および図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0010] 本実施形態ではＴ字継手構造として自動車のサイドシルとクロスメンバー（フロアクロスメンバー）の接合構造の一例を挙げて説明する。図３～図６に示すように本実施形態のＴ字継手構造１は、第１の部材の一例としてのサイドシル１０と、第２の部材の一例としてのクロスメンバー２０と、補強部材３０で構成されている。クロスメンバー２０は、サイドシル１０に当接した状態でサイドシル１０に接合され、サイドシル長手方向 $L_1$ に対して垂直に延びるようにして固定されている。なお、本明細書では、サイドシル長手方向 $L_1$ およびクロスメンバー長手方向 $L_2$ の両方に対して垂直な方向を“高さ方向 $H$ ”と称す。本実施形態のようなサイドシル１０とクロスメンバー２０の接合構造の場合、サイドシル長手方向 $L_1$ が車長方向、クロスメンバー長手方向 $L_2$ が車幅方向、高さ方向 $H$ が車高方向となる。

[0011] 本実施形態のサイドシル１０は、アウター部材として平板１１が用いられ、インナー部材として、サイドシル長手方向 $L_1$ に垂直な断面の形状がハット形状である部材（以下、“ハット状部材１２”）が用いられている。ハット状部材１２は、天板部１２ａと、天板部１２ａの高さ方向 $H$ の両端部から天板部１２ａに対して垂直に延びる縦壁部１２ｂと、縦壁部１２ｂの先端部から高さ方向 $H$ の外側に延びるフランジ部（以下、“ハットフランジ部１２ｃ”）とを有している。平板１１とハットフランジ部１２ｃとは例えばスポット溶接により接合されている。なお、サイドシル１０のアウター部材とインナー部材の構成は本実施形態で説明したものに限定されない。例えばアウター部材はインナー部材と同様、ハット状部材であっても良い。すなわち、サイドシル１０は中空部１０ａを有する中空部材であれば良い。

[0012] 本実施形態のクロスメンバー２０は、アウター部材として平板２１が用いられ、インナー部材として、クロスメンバー長手方向 $L_2$ に垂直な断面の形状がハット形状である部材（以下、“ハット状部材２２”）が用いられている。ハット状部材２２は、天板部２２ａと、天板部２２ａのサイドシル長手方

向 $L_1$ の両端部から天板部22aに対して垂直に延びる縦壁部22bと、縦壁部22bの先端部からサイドシル長手方向 $L_1$ の外側に延びるフランジ部（以下、“ハットフランジ部22c”）とを有している。平板21とハットフランジ部22cとは例えばスポット溶接により接合されている。なお、クロスメンバー20の OUTER 部材と INNER 部材の構成は本実施形態で説明したものに限定されない。例えば OUTER 部材は INNER 部材と同様、ハット状部材であっても良い。また、平板21はフロアパネル（不図示）であっても良い。この場合、フロアパネルの一部とハット状部材とにより中空部が形成されるクロスメンバー20が構成される。すなわち、クロスメンバー20は中空部20aを有する中空部材であれば良い。

[0013] クロスメンバー20の長手方向 $L_2$ における両端部のうち、サイドシル10に当接する側の端部（以下、“当接側端部23”）においては、クロスメンバー20の天板部22aから高さ方向Hに延びるフランジ部（以下、“天板フランジ部23a”）と、縦壁部22bからサイドシル長手方向 $L_1$ の外側に延びるフランジ部（以下、“縦壁フランジ部23b”）と、平板21の板部21aからクロスメンバー長手方向 $L_2$ に延びるフランジ部（以下、“平板フランジ部23c”）とが形成されている。天板フランジ部23aおよび縦壁フランジ部23bは、サイドシル10の天板部12aに当接した状態で例えば片面スポット溶接により接合されている。平板フランジ部23cは、サイドシル10の、高さ方向Hの車外側の縦壁部12bに当接した状態で例えば片面スポット溶接により接合されている。このようにして天板フランジ部23a、縦壁フランジ部23bおよび平板フランジ部23cがサイドシル10に接合されていることで、サイドシル10とクロスメンバー20とが固定されている。

[0014] 本実施形態の補強部材30は、平面視において矩形状であり、サイドシル10の高さ方向Hの車外側の縦壁部12bと、クロスメンバー20の平板21に跨るようにしてサイドシル10およびクロスメンバー20に接合されている。本実施形態においては、補強部材30のクロスメンバー長手方向 $L_2$ の

両端部のうち、一方の端部は、サイドシル10のハットフランジ部12cの近傍に位置し、他方の端部は、クロスメンバー20の平板21の板部21aと平板フランジ部23cとの境界位置に対してクロスメンバー長手方向 $L_2$ の車内側に位置している。

[0015] サイドシル10およびクロスメンバー20に対する補強部材30の接合位置は、両部材10、20に跨るように接合されていれば特に限定されないが、本実施形態のようにクロスメンバー20が平板フランジ部23cを有している場合は、補強部材30のクロスメンバー長手方向 $L_2$ における一方の端部が、平板フランジ部23cの先端に対してクロスメンバー長手方向 $L_2$ の車外側に位置し、補強部材30の他方の端部が平板21の板部21aと平板フランジ部23cとの境界位置に対してクロスメンバー長手方向 $L_2$ の車内側に位置することが好ましい。すなわち、補強部材30が平板フランジ部23cを覆うようにしてサイドシル10およびクロスメンバー20に跨って接合されていることが好ましい。これにより、T字継手構造1の耐衝撃性を向上させることができる。なお、補強部材30のクロスメンバー長手方向 $L_2$ における長さは、要求される曲げ剛性もしくは耐衝撃性、または重量制限等に応じて適宜変更される。

[0016] サイドシル10およびクロスメンバー20に対する補強部材30の接合方法は特に限定されないが、例えば接着剤を用いてサイドシル10およびクロスメンバー20に貼付されることで接合される。このため、本実施形態のT字継手構造1は、例えばサイドシル10にクロスメンバー20を接合した後、クロスメンバー20の平板フランジ部23cを覆うようにして、サイドシル10の縦壁部12bとクロスメンバー20の平板21に跨るように補強部材30を貼付することで製造される。なお、接着剤を用いる場合、サイドシル10またはクロスメンバー20と、補強部材30との接合部分の断面を観察すれば、サイドシル10またはクロスメンバー20と、補強部材30との間に接着剤が存在していることを確認することができる。なお、補強部材30が例えばCFRP（炭素繊維強化樹脂）からなる場合、CFRPは熱硬化

性のものであっても良いが、成形性および接着性の観点から、熱可塑性のものであることが好ましい。

[0017] 本実施形態のＴ字継手構造１は以上のように構成されている。従来のＴ字継手構造の場合、クロスメンバー２０にサイドシル長手方向 $L_1$ の曲げ（以下、“横曲げ”）が加わった際に、クロスメンバー２０の平板フランジ部２３ｃの高さ方向 $H$ への変形（面外変形）が生じることで、サイドシル１０の車外側の縦壁部１２ｂに面外変形が生じやすい。

[0018] 一方、本実施形態のＴ字継手構造１においては、サイドシル１０とクロスメンバー２０に跨るように補強部材３０が接合されていることで、クロスメンバー２０の平板フランジ部２３ｃの面外変形が抑制されるので、その接合部分におけるサイドシル１０の縦壁部１２ｂの面外変形が抑制される。これにより、Ｔ字継手構造１の横曲げに対する曲げ剛性を向上させることができる。これに加え、側面衝突時においてもサイドシル１０の縦壁部１２ｂの面外変形の程度を抑えることができるので、Ｔ字継手構造１としての耐衝撃性を向上させることが可能となる。

[0019] また、本実施形態のＴ字継手構造１によれば、横曲げに対する曲げ剛性および耐衝撃性の向上度合いに対する重量の増加が小さく、横曲げに対する曲げ剛性および耐衝撃性の観点における重量効率が向上する。換言すると、軽量化のためにサイドシル１０とクロスメンバー２０の板厚を薄くした場合でも、十分な曲げ剛性および耐衝撃性を確保することができる。

[0020] ここで、図５に示す補強部材３０のサイドシル長手方向 $L_1$ の長さを“補強部材３０の幅 $W_a$ ”と称し、サイドシル１０と平板フランジ部２３ｃとの接合領域のサイドシル長手方向 $L_1$ の長さを“接合領域の幅 $W_b$ ”と称す。補強部材３０の幅 $W_a$ は、要求される曲げ剛性もしくは耐衝撃性、または重量制限等に応じて適宜変更されるものであるが、 $W_b \leq 2W_a$ を満たすことが好ましい。この条件を満たすことで、サイドシル１０の縦壁部１２ｂの面外変形をさらに抑制することができ、曲げ剛性および耐衝撃性を向上させることができる。なお、図５のようにサイドシル１０の縦壁部１２ｂとクロスメンバー２０の

平板フランジ部23cとがスポット溶接で接合されている場合、接合領域の幅 $W_b$ とは、サイドシル長手方向 $L_1$ に沿って並ぶスポット打点のうちの両端に位置するスポット打点間の距離である。また、図7のように縦壁部12bと平板フランジ部23cとが例えばレーザ溶接、アーク溶接等の連続溶接、または接着で接合されている場合、接合領域の幅 $W_b$ とは、溶接領域または接着領域のサイドシル長手方向 $L_1$ における一端から他端までの長さである。なお、補強部材30の厚さは、要求される曲げ剛性もしくは耐衝撃性、または重量制限等に応じて適宜変更されるものであるが、例えば1～5mmが好ましい。

[0021] また、補強部材30が例えばCFRPからなる場合、本実施形態のようなT字継手構造1に使用される程度の補強部材30の量であれば、補強部材30が接合された部品をスクラップとして溶解して再利用する場合でも、鋼の不純物が過度に増加するようなことはない。すなわち、本実施形態のT字継手構造1は、スクラップとして部品を再利用する際にサイドシル10およびクロスメンバー20と、補強部材30とを分別する必要がないため、リサイクル性に優れたものである。

[0022] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到しうることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

[0023] 例えば、図8に示すように、補強部材30にスリットSが設けられていても良い。スリットSは、補強部材30のクロスメンバー長手方向 $L_2$ に平行であり、図8に示す例では、補強部材30のサイドシル長手方向 $L_1$ における中央部にスリットSが設けられている。すなわち、図8に示す例では、2つの補強部材30a、30bが間隔をおいて、サイドシル10およびクロスメンバー20に対して接合された状態にある。このようなT字継手構造1においても、クロスメンバー20の平板フランジ部23cの面外変形が抑制され、その接合部分におけるサイドシル10の縦壁部12bの面外変形が抑制され

る。これにより、T字継手構造1の横曲げに対する曲げ剛性を向上させることができる。これに加え、側面衝突時においてもサイドシル10の縦壁部12bの面外変形の程度を抑えることができるので、T字継手構造1としての耐衝撃性を向上させることが可能となる。さらに、T字継手構造1としての軽量化を促進することもできる。

[0024] なお、補強部材30に設けられるスリットSのサイドシル長手方向 $L_1$ における位置は、図8で例示する中央部に限定されない。また、スリットSは1つではなく、複数設けられていても良い。本明細書において、スリットSが設けられる場合の補強部材30の幅 $W_a$ とは、サイドシル長手方向 $L_1$ に沿って並ぶ各補強部材（図8の例では補強部材30a、30b）のうち、サイドシル長手方向 $L_1$ における両端に位置する補強部材の、互いに最も離れた端部同士の距離である。スリットSの幅 $W_s$ （サイドシル長手方向 $L_1$ の長さ）は、要求される曲げ剛性もしくは耐衝撃性、または重量制限等に応じて適宜変更されるが、補強部材30の幅 $W_a$ の80%以下であることが好ましい。これにより、さらに効果的にT字継手構造1の曲げ剛性を高めることができる。なお、スリットSが複数設けられる場合のスリットSの幅 $W_s$ は、各スリットSの幅の合計値であり、この場合も補強部材30の幅 $W_a$ の80%以下であることが好ましい。

[0025] また、例えば上記実施形態では、サイドシル10とクロスメンバー20に跨るように補強部材30を接合することで曲げ剛性を向上させたが、例えば図9に示すようにサイドシル10の車外側の縦壁部12bの厚さを、サイドシル10の他の平面部（例えば天板部12a）よりも厚くすると共に、クロスメンバー20の長手方向 $L_2$ における両端部のうち、サイドシル10の縦壁部12bに接合される側の平板21の端部21bを、クロスメンバー20の他の部分（例えば天板部22a）より厚くしても良い。このようなT字継手構造1においても、クロスメンバー20の平板フランジ部23c近傍の面外変形が効果的に抑制されるので、曲げ剛性を向上させることができる。また、曲げ剛性の向上とともに、耐衝撃性を向上させることができる。図9に示

すT字継手構造1の場合、サイドシル10のハット状部材12およびクロスメンバー20の平板21は、例えば鋳造で製造される。なお、サイドシル10の車外側の縦壁部12bの厚さは、クロスメンバー長手方向 $L_2$ における少なくとも一部が例えば天板部12aより厚くなっていれば良い。

[0026] また、上記実施形態のクロスメンバー20の種類としては、サイドシル10に接合されるフロアクロスメンバー、フロントクロスメンバーおよびリアクロスメンバーの他に、例えば図1のようにルーフサイドレールに接合されるルーフクロスメンバーもある。このため、T字継手構造1は例えばルーフサイドレールとルーフクロスメンバーの接合構造であっても良い。T字継手構造がルーフサイドレールとルーフクロスメンバーの接合構造の場合、ルーフサイドレールの長手方向が車長方向、ルーフクロスメンバーの長手方向が車幅方向、高さ方向Hが車高方向となる。また、T字継手構造は井桁型のサブフレームの接合構造であっても良いし、自動車の車体構造に含まれる他の部分のT字継手構造であっても良い。例えばT字継手構造は、図10のようなラダーフレームにおいても採用され得る。さらに、T字継手構造は自動車分野に限らず、他の分野における部材同士のT字継手構造として利用することもできる。この場合でも、上記実施形態と同様に十分な曲げ剛性および耐衝撃性の確保と軽量化を両立させることができる。

[0027] また、上記実施形態で説明したサイドシル10とクロスメンバー20を、“第1の部材”と“第2の部材”で言い換えたとすると、例えば図9に示すT字継手構造は、第2の部材の中空部を含むように切断された、第1の部材の長手方向 $L_1$ に垂直な断面において、第1の部材の第1の平面部（図9の例ではサイドシル10の天板部12a）に繋がる第2の平面部（図9の例ではサイドシル10の縦壁部12b）の厚さが、第1の部材の第1の平面部より厚いと言える。また、図9に示すT字継手構造は、第1の部材の長手方向 $L_1$ に垂直な断面において、第2の部材の、第1の部材の第2の平面部に接合される部分である接合部（図9の例では平板21の端部21b）の厚さが、第2の部材の、接合部以外の部分の厚さよりも厚くなっている構造であると言

える。なお、T字継手構造がルーフサイドレールとルーフクロスメンバーの接合構造の場合にはルーフサイドレールが第1の部材となり、ルーフクロスメンバーが第2の部材となる。

[0028] 本明細書における第1の部材の“第1の平面部”および“第2の平面部”とは、第1の部材が有する平面部のうち、第1の部材の中空部（図6の例ではサイドシル10の中空部10a）を構成する平面部のことを意味する。例えば第1の部材が図6のようなサイドシル10である場合、中空部10aはハット状部材12の天板部12aと、縦壁部12bと、平板11で構成されており、ハットフランジ部12cは平面部であるものの、中空部10aの構成には寄与していない。このため、ハットフランジ部12cは、本明細書における第1の平面部または第2の平面部ではない。

[0029] また、本明細書における第1の部材の“第2の平面部”には、当該平面部が、単一の部材で構成される場合の他、例えば板状部材に補強部材が接合されたような複合部材で構成される場合も含まれる。例えば図6のようなT字継手構造の場合、第1の平面部に相当するサイドシル10の天板部12aに繋がる第2の平面部は、サイドシル10の縦壁部12bと補強部材30が接合された複合部材で構成されている。このため、図6の例における第1の部材の“第2の平面部の厚さ”とは、縦壁部12bの板厚と補強部材30の板厚の総和である。すなわち、補強部材が第1の部材および第2の部材に跨るように接合される場合は、補強部材の厚さ分だけ、第1の部材の第2の平面部の厚さが厚くなる。したがって、第1の部材において、第1の平面部に繋がる板状部材（図6の例では縦壁部12b）の厚さが第1の平面部の厚さ（図6の例では天板部12a）と同一であっても、その板状部材に補強部材が接合されることで、第2の平面部の厚さ（板状部材の板厚と補強部材の板厚の総和）は第1の平面部の厚さよりも厚くなる。一方、例えば図9のようなT字継手構造の場合、第1の部材の第2の平面部は、サイドシル10の縦壁部12bのみで構成されているため、図9の例における第1の部材の“第2の平面部の厚さ”とは、縦壁部12bの板厚である。

[0030] また、本明細書における第2の部材の“接合部”には、当該部分が、単一の部材で構成される場合の他、例えば板状部材に補強部材が接合されたような複合部材で構成される場合も含まれる。例えば図6のようなT字継手構造の場合は、第2の部材に相当するクロスメンバー20の接合部は、平板21の端部21bと補強部材30が接合された複合部材で構成されている。このため、図6の例における第2の部材の“接合部の厚さ”とは、平板21の端部21bの板厚と補強部材30の板厚の総和である。すなわち、補強部材が第1の部材および第2の部材に跨るように接合される場合は、補強部材の厚さ分だけ、第2の部材の接合部の厚さが厚くなる。したがって、第2の部材において、第1の部材の第2の平面部に接合される板状部材（図6の例では平板21）の厚さが一定であっても、その板状部材に補強部材が接合されることで、第2の部材の、第1の部材との接合部における厚さ（板状部材端部の板厚と補強部材の板厚の総和）は、第2の部材の、接合部以外の部分の厚さよりも厚くなる。一方、例えば図9のようなT字継手構造の場合、第2の部材の接合部は、平板21の端部21bのみで構成されているため、図9における第2の部材の“接合部の厚さ”とは、平板21の端部21bの板厚である。

[0031] なお、補強部材の素材は特に限定されない。補強部材は、例えばCFRP（炭素繊維強化樹脂）からなる部材やGFRP（ガラス繊維強化樹脂）からなる部材等のFRP（繊維強化樹脂）からなる部材であっても良い。また、補強部材は、アルミニウム合金部材、マグネシウム合金部材、または鋼材等であっても良い。また、補強部材は、上述した複数の素材からなる複合部材であっても良い。

[0032] ＜FRPからなる補強部材の種類＞

FRPからなる補強部材は、マトリックス樹脂と、該マトリックス樹脂中に含有され、複合化された強化繊維材料からなる、繊維強化樹脂部材を意味する。

[0033] 強化繊維材料としては、例えば、炭素繊維、ガラス繊維を用いることがで

きる。他にも、強化繊維材料として、ボロン繊維、シリコンカーバイド繊維、アラミド繊維等を用いることができる。FRPにおいて、強化繊維材料の基材となる強化繊維基材としては、例えば、チョップドファイバーを使用した不織布基材や連続繊維を使用したクロス材、一方向強化繊維基材（UD材）等を使用することができる。これらの強化繊維基材は、強化繊維材料の配向性の必要に応じて、適宜選択され得る。

[0034] CFRPからなる補強部材は、強化繊維材料として炭素繊維を用いたFRPからなる補強部材である。炭素繊維としては、例えば、PAN系またはピッチ系のものが使用できる。炭素繊維を用いることにより、重量に対する強度等を効率よく向上させることができる。

[0035] GFRPからなる補強部材は、強化繊維材料としてガラス繊維を用いたFRPからなる補強部材である。炭素繊維よりも機械的特性に劣るが、金属部材の電蝕を抑制することができる。

[0036] FRPからなる補強部材に用いられるマトリックス樹脂として、熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂のいずれも使用することができる。熱硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、並びにビニルエステル樹脂等があげられる。熱可塑性樹脂としては、ポリオレフィン（ポリエチレン、ポリプロピレン等）およびその酸変性物、ナイロン6およびナイロン66等のポリアミド樹脂、ポリエチレンテレフタレートおよびポリブチレンテレフタレート等の熱可塑性芳香族ポリエステル、ポリカーボネート、ポリエーテルスルホン、ポリフェニレンエーテルおよびその変性物、ポリアリレート、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、塩化ビニル、ポリスチレン等のスチレン系樹脂、並びにフェノキシ樹脂等があげられる。なお、マトリックス樹脂は、複数種類の樹脂材料により形成されていてもよい。

[0037] 金属部材への適用を考慮すると、加工性、生産性の観点から、マトリックス樹脂として熱可塑性樹脂を用いることが好ましい。さらに、マトリックス樹脂としてフェノキシ樹脂を用いることで、強化繊維材料の密度を高くする

ことができる。また、フェノキシ樹脂は熱硬化性樹脂であるエポキシ樹脂と分子構造が酷似しているためエポキシ樹脂と同程度の耐熱性を有する。また、硬化成分をさらに添加することにより、高温環境への適用も可能となる。硬化成分を添加する場合、その添加量は、強化繊維材料への含浸性、FRPからなる補強部材の脆性、タクトタイムおよび加工性等とを考慮し、適宜決めればよい。

[0038] <接着樹脂層>

補強部材がFRP等により形成される場合、FRPからなる補強部材と金属部材（上記実施形態では、サイドシル10およびクロスメンバー20）との間に接着樹脂層が設けられ、該接着樹脂層によりFRPからなる補強部材と金属部材とが接合されてもよい。

[0039] 接着樹脂層を形成する接着樹脂組成物の種類は特に限定されない。例えば、接着樹脂組成物は、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂のいずれかであってもよい。熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂の種類は特に限定されない。例えば、熱可塑性樹脂としては、ポリオレフィンおよびその酸変性物、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、AS樹脂、ABS樹脂、ポリエチレンテレフタレートやポリブチレンテレフタレート等の熱可塑性芳香族ポリエステル、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリエーテルスルホン、ポリフェニレンエーテルおよびその変性物、ポリフェニレンスルフィド、ポリオキシメチレン、ポリアリレート、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、並びにポリエーテルケトンケトン等から選ばれる1種以上を使用することができる。また、熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、およびウレタン樹脂から選ばれる1種以上を使用することができる。

[0040] 接着樹脂組成物は、FRPからなる補強部材を構成するマトリックス樹脂の特性、補強部材の特性または金属部材の特性に応じて適宜選択され得る。例えば、接着樹脂層として極性のある官能基を有する樹脂や酸変性などを施された樹脂を用いることで、接着性が向上する。

[0041] このように、上述した接着樹脂層を用いてF R Pからなる補強部材を金属部材に接着させることにより、F R Pからなる補強部材と金属部材との密着性を向上させることができる。そうすると、金属部材に対し荷重が入力された際の、F R Pからなる補強部材の変形追従性を向上させることができる。この場合、金属部材の変形体に対するF R Pからなる補強部材の効果をより確実に発揮させることが可能となる。

[0042] なお、接着樹脂層を形成するために用いられる接着樹脂組成物の形態は、例えば、粉体、ワニス等の液体、フィルム等の固体とすることができる。

[0043] また、接着樹脂組成物に架橋硬化性樹脂および架橋剤を配合して、架橋性接着樹脂組成物を形成してもよい。これにより接着樹脂組成物の耐熱性が向上するため、高温環境下での適用が可能となる。架橋硬化性樹脂として、例えば2官能性以上のエポキシ樹脂や結晶性エポキシ樹脂を用いることができる。また、架橋剤として、アミンや酸無水物等を用いることができる。また、接着樹脂組成物には、その接着性や物性を損なわない範囲において、各種ゴム、無機フィラー、溶剤等その他添加物が配合されてもよい。

[0044] F R Pからなる補強部材の金属部材への複合化は、種々の方法により実現される。例えば、F R Pからなる補強部材となるF R Pまたはその前駆体であるF R P成形用プリプレグと、金属部材とを、上述した接着樹脂組成物で接着し、該接着樹脂組成物を固化（または硬化）させることで得られる。この場合、例えば、加熱圧着を行うことにより、F R Pからなる補強部材と金属部材とを複合化させることができる。

[0045] また、補強部材は、肉盛部として肉盛により形成されていてもよい。この場合肉盛に用いられる金属の種類は、金属部材の母材との特性を鑑みて適宜決定される。また、金属部材との接合方法は溶接に限られず、種々の適切な接合方法を用いることができる。

[0046] <金属部材およびその表面処理>

本発明に係る金属部材は、めっきされていてもよい。これにより、耐食性が向上する。特に、金属部材が鋼材である場合は、より好適である。めっき

の種類は特に限定されず、公知のめっきを用いることができる。例えば、めっき鋼板（鋼材）として、溶融亜鉛めっき鋼板、溶融合金化亜鉛めっき鋼板、Zn-Al-Mg系合金めっき鋼板、アルミニウムめっき鋼板、電気亜鉛めっき鋼板、電気Zn-Ni系合金めっき鋼板等が用いられ得る。

[0047] また、金属部材は、表面に化成処理とよばれる皮膜が被覆されていてもよい。これにより、耐食性がより向上する。化成処理として、一般に公知の化成処理を用いることができる。例えば、化成処理として、りん酸亜鉛処理、クロメート処理、クロメートフリー処理等を用いることができる。また、上記皮膜は、公知の樹脂皮膜であってもよい。

[0048] また、金属部材は、一般に公知の塗装が施されているものであってもよい。これにより、耐食性がより向上する。塗装として、公知の樹脂を用いることができる。例えば、塗装として、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂またはふっ素系樹脂等を主樹脂としたものを用いることができる。また、塗装には、必要に応じて、一般に公知の顔料が添加されていてもよい。また、塗装は、顔料が添加されていないクリアー塗装であってもよい。かかる塗装は、FRPからなる補強部材を複合化する前に予め金属部材に施されていてもよいし、FRPからなる補強部材を複合化した後に金属部材に施されてもよい。また、予め金属部材に塗装が施されたのちにFRPからなる補強部材が複合化され、さらにその後塗装が施されてもよい。塗装に用いられる塗料は、溶剤系塗料、水系塗料または紛体塗料等であってもよい。塗装の施工方法として、一般に公知の方法が適用され得る。例えば、塗装の施工方法として、電着塗装、スプレー塗装、静電塗装または浸漬塗装等が用いられ得る。電着塗装は、金属部材の端面や隙間部を被覆するのに適しているため、塗装後の耐食性に優れる。また、塗装前に金属部材の表面にりん酸亜鉛処理やジルコニア処理等の一般に公知の化成処理を施すことにより、塗膜密着性が向上する。

## 実施例

[0049] <変形シミュレーション>

本発明に係るＴ字継手構造の曲げ剛性の評価のため、図１１に示す解析モデルを作成して変形シミュレーションを実施した。解析モデルはサイドシル１０と、サイドシル１０の天板部１２ａに接合されたクロスメンバー２０と、ＣＦＲＰからなる補強部材３０で構成されている。サイドシル１０の縦壁部１２ｂと、クロスメンバー２０の平板フランジ部２３ｃとはスポット溶接で接合されている。サイドシル長手方向 $L_1$ に沿って並ぶスポット打点のうちの両端の打点間の距離、すなわち前述の接合領域 $W_b$ の幅は６０ｍｍである。なお、本シミュレーション含めて以下の各シミュレーションにおいては、サイドシル１０およびクロスメンバー２０の素材は１．５ＧＰａ級の鋼板であり、サイドシル１０の板厚は０．８ｍｍ、クロスメンバー２０の板厚は１．４ｍｍである。また、図１２に示すように平板フランジ部２３ｃの、クロスメンバー２０の長手方向 $L_2$ における長さは２９ｍｍである。

[0050] 本シミュレーションでは、下記表１～４に示すように補強部材の形状やサイズが異なる複数の解析モデルを作成している。なお、表１～４のＣＦＲＰ配向における $0^\circ$ 方向とは、クロスメンバー２０の長手方向 $L_2$ に平行な方向である。また、使用した補強部材は、繊維方向の弾性率１３１．５ＧＰａ、繊維と直交方向の弾性率８．５ＧＰａである。また、繊維方向の破断応力は２４９０ＭＰａ、繊維と直交方向の破断応力は７６ＭＰａとする。

[0051]

[表1]

| 解析モデル                       | 補強なし | 実施例 1 | 実施例 2 | 実施例 3 | 実施例 4 | 実施例 5 | 比較例 6 |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 補強部材形状                      | —    | 図 13  | 図 14  | 図 15  | 図 16  | 図 17  | 図 18  |
| CFRP 配向                     | —    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 補強部材<br>長さ / mm             | —    | 100   | 80    | 59    | 49    | 39    | 29    |
| 補強部材<br>幅 / mm              | —    | 80    | 80    | 80    | 80    | 80    | 80    |
| 補強部材<br>板厚 / mm             | —    | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| 曲げ剛性<br>(補強なしを<br>1 とした場合)  | 1.00 | 1.63  | 1.61  | 1.57  | 1.55  | 1.52  | 1.03  |
| 面外変形量<br>(補強なしを<br>1 とした場合) | 1.00 | 0.17  | 0.16  | 0.15  | 0.16  | 0.18  | 0.82  |

[0052] [表2]

| 解析モデル                       | 補強なし | 実施例 5 | 実施例 7 | 実施例 8 | 実施例 9 | 実施例 10 | 比較例 11 |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 補強部材形状                      | —    | 図 17  | 図 19  | 図 20  | 図 21  | 図 22   | 図 23   |
| CFRP 配向                     | —    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      |
| 補強部材<br>長さ / mm             | —    | 39    | 30    | 20    | 16    | 14     | 10     |
| 補強部材<br>幅 / mm              | —    | 80    | 80    | 80    | 80    | 80     | 80     |
| 補強部材<br>板厚 / mm             | —    | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0    | 1.0    |
| 曲げ剛性<br>(補強なしを<br>1 とした場合)  | 1.00 | 1.52  | 1.42  | 1.24  | 1.23  | 1.19   | 1.01   |
| 面外変形量<br>(補強なしを<br>1 とした場合) | 1.00 | 0.18  | 0.32  | 0.55  | 0.67  | 0.75   | 0.98   |

[0053]

[表3]

| 解析モデル                       | 補強なし | 実施例 1 | 実施例 12 | 実施例 13 | 実施例 14 |
|-----------------------------|------|-------|--------|--------|--------|
| 補強部材形状                      | —    | 図 13  | 図 24   | 図 25   | 図 26   |
| CFRP 配向                     | —    | 0     | 0      | 0      | 0      |
| 補強部材<br>長さ / mm             | —    | 100   | 100    | 100    | 100    |
| 補強部材<br>幅 / mm              | —    | 80    | 60     | 40     | 20     |
| 補強部材<br>板厚 / mm             | —    | 1.0   | 1.0    | 1.0    | 1.0    |
| 曲げ剛性<br>(補強なしを<br>1 とした場合)  | 1.00 | 1.63  | 1.37   | 1.18   | 1.05   |
| 面外変形量<br>(補強なしを<br>1 とした場合) | 1.00 | 0.17  | 0.38   | 0.65   | 0.90   |

[0054] [表4]

| 解析モデル                       | 補強なし | 実施例 1 | 実施例 15 | 実施例 16 | 実施例 17 | 実施例 18 |
|-----------------------------|------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 補強部材形状                      | —    | 図 13  | 図 27   | 図 28   | 図 29   | 図 30   |
| CFRP 配向                     | —    | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 補強部材<br>長さ / mm             | —    | 100   | 100    | 100    | 100    | 100    |
| 補強部材<br>幅 / mm              | —    | 80    | 80     | 80     | 80     | 80     |
| 補強部材<br>スリット幅 / mm          | —    | 0     | 10     | 30     | 50     | 60     |
| 補強部材<br>板厚 / mm             | —    | 1.0   | 1.0    | 1.0    | 1.0    | 1.0    |
| 曲げ剛性<br>(補強なしを 1<br>とした場合)  | 1.00 | 1.63  | 1.61   | 1.59   | 1.55   | 1.48   |
| 面外変形量<br>(補強なしを 1<br>とした場合) | 1.00 | 0.17  | 0.16   | 0.16   | 0.19   | 0.25   |

[0055] 上記表 1 に示す実施例 1 ～ 5、および比較例 6 の解析モデルは、サイドシル 10 の縦壁部 12 b とフランジ部 12 c との接続部の R 止まりを始点として、補強部材 30 の長さを変更したモデルである（図 13 ～ 図 18 参照）。上記表 2 に示す実施例 7 ～ 10、および比較例 11 の解析モデルは、実施例 5 の解析モデルをベースに、補強部材 30 のクロスメンバー 20 側端部の位置を始点として補強部材 30 の長さを変更したモデルである（図 19 ～ 図 23 参照）。上記表 3 に示す実施例 12 ～ 14 の解析モデルは、実施例 1 の解析モデルをベースに、補強部材 30 の幅を変更したモデルである（図 24 ～ 図 26 参照）。なお、比較例 6 の解析モデルにおいては、補強部材 30 はサイドシル 10 の縦壁部 12 b にのみ接合されており、クロスメンバー 20 の平板フランジ部 23 c には接合されていない。また、比較例 11 の解析モデルにおいては、補強部材 30 はクロスメンバー 20 の平板フランジ部 23 c にのみ接合されており、サイドシル 10 の縦壁部 12 b には接合されていない。また、実施例 14 の解析モデルにおいては、補強部材 30 はサイドシル 10 の縦壁部 12 b とクロスメンバー 20 の平板フランジ部 23 c とに跨るように接合されているが、補強部材 30 の幅  $W_a$  と接合領域の幅  $W_b$  の関係において、 $W_b \leq 2 W_a$  を満たしていない。実施例 1 ～ 5、実施例 7 ～ 10、および実施例 12 ～ 13 の解析モデルにおいては、補強部材 30 はサイドシル 10 の縦壁部 12 b とクロスメンバー 20 の平板フランジ部 23 c とを跨るように接合され、かつ、 $W_b \leq 2 W_a$  を満たしている。

[0056] また、上記表 4 に示す実施例 15 ～ 18 の解析モデルは、実施例 1 の解析モデルをベースに、補強部材 30 の中央部にスリット S を設け、当該スリット S の幅を変更したモデルである（図 27 ～ 図 30 参照）。

[0057] 変形シミュレーションにおいて、サイドシル 10 の長手方向  $L_1$  の両端部の断面は完全に拘束されている。また、クロスメンバー 20 の長手方向  $L_2$  の両端部のうち、サイドシル 10 に当接しない側の端部（以下、“非当接側端部”）は高さ方向 H への変位が許容されつつ、断面の面内変形は生じないように拘束されている。このような拘束条件の下、クロスメンバー 20 の非当接

側端部にサイドシル長手方向 $L_1$ の荷重 $F$ （200N）を入力することで、クロスメンバー20の横曲げを想定した変形シミュレーションを実施した。

[0058] シミュレーション結果として、各解析モデルにおける曲げ剛性と面外変形量を図31～図38に示す。なお、曲げ剛性および面外変形量の評価領域は、図39に示すようにクロスメンバー20の平板フランジ部23cにおけるスポット溶接の打点位置から、サイドシル10のフランジ部12c側に8.8mmの領域である。“曲げ剛性”は、各解析モデルに発生する単位変位（mm）あたりの荷重（kN）であり、補強なしの解析モデルにおける結果を1とした場合の値を示している。

[0059] 図31～図38に示すように本発明に係る実施例においては、サイドシル10とクロスメンバー20に跨るように補強部材が設けられていることにより、曲げ剛性が向上し、面外変形量が抑制されている。すなわち、本発明に係るT字継手構造においては、横曲げに対する曲げ剛性の重量効率が大きく向上している。これにより、例えば軽量化のためにサイドシルやクロスメンバーの板厚を薄くした場合でも、本発明に係るT字継手構造によれば十分な曲げ剛性を確保することができる。したがって、本発明に係るT字継手構造によれば、十分な曲げ剛性の確保と軽量化を両立させることができる。

[0060] なお、図35および図36に示すように実施例14の解析モデルにおいても、補強部材が設けられていない解析モデルに対して曲げ剛性が向上し、面外変形抑制の効果が得られている。実施例14のような構造の場合、例えば必要に応じて補強部材の厚さを厚くすることで、効果的に曲げ剛性を向上させることができる。

[0061] また、図37および図38に示すように実施例15～18の解析モデルのように、補強部材にスリットが設けられていても、実施例1と同等の曲げ剛性が発揮される。スリットが設けられていれば、実施例1と同等以上の曲げ剛性を有しつつ、軽量化をさらに促進することも可能となる。本実施例の結果によれば、スリットが設けられる場合にT字継手構造の曲げ剛性をより効果的に向上させるためには、スリットの幅が補強部材の幅の80%以下であ

ることが好ましい。

[0062] 次に、本発明に係るＴ字継手構造の耐衝撃性の評価のため、実施例１の解析モデルを用いて衝突シミュレーションを実施した。衝突シミュレーションでは、サイドシル１０の長手方向 $L_1$ の両端部が完全拘束されている。

[0063] <衝突シミュレーション（Ａ）>

衝突シミュレーション（Ａ）はポール側面衝突を模擬したシミュレーションである。図４０に示すように衝突シミュレーション（Ａ）は、クロスメンバー２０が当接する、平板１１のサイドシル長手方向 $L_1$ の中央部にインパクトを当てることで実施された。詳述すると、クロスメンバー２０の中心線上の位置、かつサイドシル１０の全高にわたって、サイドシル１０の外側から直径２５４ｍｍのインパクトを５００ｍｍ／ｓで衝突させることでシミュレーションが実施された。そして、インパクトのストローク３０ｍｍ時における最大荷重（反力）と吸収エネルギーを評価することで、解析モデルの耐衝撃性を評価した。

[0064] なお、解析モデルとして下記表５に示すものを作成し、シミュレーションを実施した。

[0065]

[表5]

| 解析モデル                         | 補強なし | 実施例 19 | 実施例 20 | 実施例 21                     | 実施例 22 | 実施例 23 |
|-------------------------------|------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|
| 補強部材形状                        | —    | 図 13   | 図 13   | 図 13                       | 図 13   | 図 13   |
| CFRP 配向                       | —    | 0      | 90     | [45/-45/90/0] <sub>s</sub> | 0      | 0      |
| 補強部材<br>長さ / mm               | —    | 100    | 100    | 100                        | 100    | 100    |
| 補強部材<br>幅 / mm                | —    | 80     | 80     | 80                         | 80     | 80     |
| 補強部材<br>板厚 / mm               | —    | 3.0    | 3.0    | 3.0                        | 1.0    | 3.0    |
| 衝突シミュレーション                    | A    | A      | A      | A                          | A      | A      |
| 最大荷重<br>(補強なしを 1<br>とした場合)    | 1.00 | 2.16   | 1.94   | 2.40                       | 1.38   | 2.16   |
| 吸収エネルギー<br>(補強なしを 1<br>とした場合) | 1.00 | 2.06   | 2.00   | 2.23                       | 1.34   | 2.06   |

※0° 方向はクロスメンバー 20 の長手方向  $L_2$  に平行な方向である。

[0066] シミュレーション結果として、CFRP の配向が互いに異なる実施例 19 ～ 21 の解析モデルにおける最大荷重を図 4 1 に示し、実施例 19 ～ 21 の解析モデルにおける吸収エネルギーを図 4 2 に示す。図 4 1 および図 4 2 に示すように本発明に係る T 字継手構造は、補強部材が設けられていない従来の T 字継手構造に対して最大荷重および吸収エネルギーが増加している。

[0067] シミュレーション結果として、補強部材の板厚が互いに異なる実施例 22 ～ 23 の解析モデルにおける最大荷重を図 4 3 に示し、実施例 22 ～ 23 の解析モデルにおける吸収エネルギーを図 4 4 に示す。図 4 3 および図 4 4 に示すように本発明に係る T 字継手構造は、補強部材が設けられていない従来の T 字継手構造に対して最大荷重および吸収エネルギーが増加している。

[0068] <衝突シミュレーション (B)>

衝突シミュレーション (B) はポール側面衝突を模擬したシミュレーションであるが、前述の衝突シミュレーション (A) とはインパクトの位置が異

なっている。図45に示すように衝突シミュレーション（B）では、クロスメンバー20が当接するサイドシル10の平板11の中央部から、サイドシル長手方向 $L_1$ にオフセットした位置にインパクトを当てている。詳述すると、クロスメンバー20の中心線からサイドシル長手方向 $L_1$ に100mmオフセットした位置、かつサイドシル10の全高にわたって、サイドシル10の外側から直径254mmのインパクトを500mm/sで衝突させることでシミュレーションが実施された。なお、解析モデルは、下記表6に示すモデルである。

[0069] [表6]

| 解析モデル                    | 補強なし | 実施例 19 | 実施例 20 | 実施例 21                     | 実施例 22 | 実施例 23 |
|--------------------------|------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|
| 補強部材形状                   | —    | 図 13   | 図 13   | 図 13                       | 図 13   | 図 13   |
| CFRP 配向                  | —    | 0      | 90     | [45/-45/90/0] <sub>s</sub> | 0      | 0      |
| 補強部材<br>長さ / mm          | —    | 100    | 100    | 100                        | 100    | 100    |
| 補強部材<br>幅 / mm           | —    | 80     | 80     | 80                         | 80     | 80     |
| 補強部材<br>板厚 / mm          | —    | 3.0    | 3.0    | 3.0                        | 1.0    | 3.0    |
| 衝突シミュレーション               | B    | B      | B      | B                          | B      | B      |
| 最大荷重<br>(補強なしを1とした場合)    | 1.00 | 1.88   | 1.25   | 1.99                       | 1.18   | 1.88   |
| 吸収エネルギー<br>(補強なしを1とした場合) | 1.00 | 1.47   | 1.20   | 1.63                       | 1.13   | 1.47   |

※0° 方向はクロスメンバー20の長手方向 $L_2$ に平行な方向である。

[0070] シミュレーション結果として、CFRPの配向が互いに異なる実施例19～21の解析モデルにおける最大荷重を図46に示し、実施例19～21の解析モデルにおける吸収エネルギーを図47に示す。図46および図47に示すように本発明に係るT字継手構造は、補強部材が設けられていない従来のT字継手構造に対して最大荷重および吸収エネルギーが増加している。

- [0071] シミュレーション結果として、補強部材の板厚が互いに異なる実施例 22～23 の解析モデルにおける最大荷重を図 48 に示し、実施例 22～23 の解析モデルにおける吸収エネルギーを図 49 に示す。図 48 および図 49 に示すように本発明に係る T 字継手構造は、補強部材が設けられていない従来の T 字継手構造に対して最大荷重および吸収エネルギーが増加している。
- [0072] 本シミュレーションにおけるインパクトの変位と、インパクトが受ける反力との関係性を評価したところ、インパクトの変位が小さい段階、すなわち T 字継手構造の変形初期段階において反力が大きくなっていた。したがって、変形初期段階でサイドシルの縦壁部の面外変形が抑えられたことで、従来の T 字継手構造と比較して反力が大きくなり、吸収エネルギーの向上に寄与したと考えられる。したがって、本発明に係る T 字継手構造によれば、十分な耐衝撃性を確保することができる。
- [0073] 以上の変形シミュレーションおよび衝突シミュレーションの結果を総括すると、本発明に係る T 字継手構造によれば、十分な曲げ剛性および耐衝撃性の確保と軽量化とを両立することができることが示された。
- [0074] なお、実施例 21 の解析モデルの補強部材は、繊維方向が  $45^{\circ}$  方向の CFRP の層、 $-45^{\circ}$  方向の CFRP の層、 $90^{\circ}$  方向の CFRP の層、 $0^{\circ}$  方向の CFRP の層が積層された 4 層の CFRP からなる部材である。前述の衝突シミュレーションでは、サイドシルの、インパクトが衝突した部分において局所的に様々な方向に変形が進むことになるが、実施例 21 の解析モデルにおいては、互いに異なる繊維方向の CFRP の層が複数存在していることにより、一方向の荷重だけでなく複数方向の荷重に対して反力を生じさせることができる。すなわち、実施例 21 の解析モデルにおいては、様々な方向に進む変形を抑えることができるため、衝突シミュレーション (A)～(B) のいずれのシミュレーションにおいても良好な結果が得られた。このような効果は、補強部材の素材が CFRP である場合に限らず、FRP であれば得ることができる。また、補強部材が FRP で構成される場合、FRP の繊維方向は、実施例 21 のような、いわゆる疑似等方と呼ばれる配向で

あることが好ましいが、少なくとも2つの繊維方向があれば、1つの繊維方向のみのFRPからなる補強部材の場合に比べて耐衝撃性を向上させることが可能である。したがって、補強部材がFRPからなる部材である場合、補強部材は、2以上の繊維方向を有していることが好ましい。なお、2以上の繊維方向を有する補強部材は、例えば一の繊維方向からなるFRPの層が互いに異なる向きで重ねられることによって構成されていてもよいし、いわゆるクロス材のように一のFRPの層内において直線状の繊維が交差して編み込まれることによって構成されていてもよい。

### 産業上の利用可能性

[0075] 本発明は、例えば自動車のサイドシルとクロスメンバーの接合構造に利用することができる。

### 符号の説明

- [0076] 1            T字継手構造
- 10            サイドシル
- 10a          サイドシルの中空部
- 11            サイドシルの平板
- 12            サイドシルのハット状部材
- 12a          天板部
- 12b          縦壁部
- 12c          ハットフランジ部
- 20            クロスメンバー
- 20a          クロスメンバーの中空部
- 21            クロスメンバーの平板
- 21a          平板の板部
- 21b          平板の端部
- 22            クロスメンバーのハット状部材
- 22a          天板部
- 22b          縦壁部

|                |                   |
|----------------|-------------------|
| 2 2 c          | ハットフランジ部          |
| 2 3            | クロスメンバーの当接側端部     |
| 2 3 a          | 天板フランジ部           |
| 2 3 b          | 縦壁フランジ部           |
| 2 3 c          | 平板フランジ部           |
| 3 0            | 補強部材              |
| 5 0            | 従来のT字継手構造         |
| F              | 荷重                |
| H              | 高さ方向              |
| L <sub>1</sub> | サイドシル長手方向         |
| L <sub>2</sub> | クロスメンバー長手方向       |
| S              | 補強部材のスリット         |
| W <sub>a</sub> | 補強部材の幅            |
| W <sub>b</sub> | クロスメンバーの天板フランジ部の幅 |
| W <sub>c</sub> | スリットの幅            |

## 請求の範囲

### [請求項1]

T字継手構造であって、

第1の平面部と、前記第1の平面部に繋がる第2の平面部とを有した中空部材である、第1の部材と、

前記第1の部材の前記第1の平面部に当接して固定された、該第1の部材の長手方向に対して垂直に延びる中空部材である、第2の部材と、を有し、

前記第2の部材は、前記第1の部材の前記第2の平面部に接合される部分である接合部を有し、

前記第2の部材の中空部を含むように切断された、前記第1の部材の長手方向に垂直な断面において、前記第1の部材の前記第2の平面部の厚さが、前記第1の部材の前記第1の平面部の厚さよりも厚く、かつ前記第2の部材の前記接合部の厚さが、前記第2の部材の、前記接合部以外の部分の厚さよりも厚い。

### [請求項2]

請求項1に記載のT字継手構造において、

前記第1の部材と前記第2の部材に跨るように接合された補強部材を備え、

前記補強部材が接合されることで、前記第1の部材の前記第2の平面部の厚さが、前記第1の部材の前記第1の平面部の厚さよりも厚くなり、かつ前記第2の部材の前記接合部の厚さが、前記第2の部材の、前記接合部以外の部分の厚さよりも厚くなっている。

### [請求項3]

請求項2に記載のT字継手構造において、

前記第1の部材は、ハット状部材を有し、

前記第1の平面部は、前記ハット状部材の天板部であり、

前記第2の平面部は、前記ハット状部材の縦壁部である。

### [請求項4]

請求項3に記載のT字継手構造において、

前記第2の部材の前記接合部は、前記第2の部材の長手方向に延びるフランジ部を有し、

前記第 2 の部材の前記フランジ部は、前記第 1 の部材の前記縦壁部に接合され、

前記補強部材は、前記第 2 の部材の前記フランジ部を覆うように接合されている。

[請求項 5] 請求項 4 に記載の T 字継手構造において、

前記第 2 の部材の前記中空部は、ハット状部材と、該ハット状部材に接合された平板とで形成され、

前記第 2 の部材の前記フランジ部は、前記第 2 の部材の平板に形成されている。

[請求項 6] 請求項 4 または 5 に記載の T 字継手構造において、

前記補強部材の幅  $W_a$  と、前記第 1 の部材の前記縦壁部と前記第 2 の部材の前記フランジ部との接合領域の幅  $W_b$  とが、 $W_b \leq 2 W_a$  を満たす。

[請求項 7] 請求項 2 ～ 6 のいずれか一項に記載の T 字継手構造において、

前記補強部材は、FRP、アルミニウム合金、マグネシウム合金、および鋼材の少なくともいずれかからなる部材である。

[請求項 8] 請求項 2 ～ 7 のいずれか一項に記載の T 字継手構造において、

前記補強部材は、2 以上の繊維方向を有する、FRP からなる部材である。

[請求項 9] 請求項 7 または 8 に記載の T 字継手構造において、

前記 FRP は、CFRP または GFRP の少なくともいずれかである。

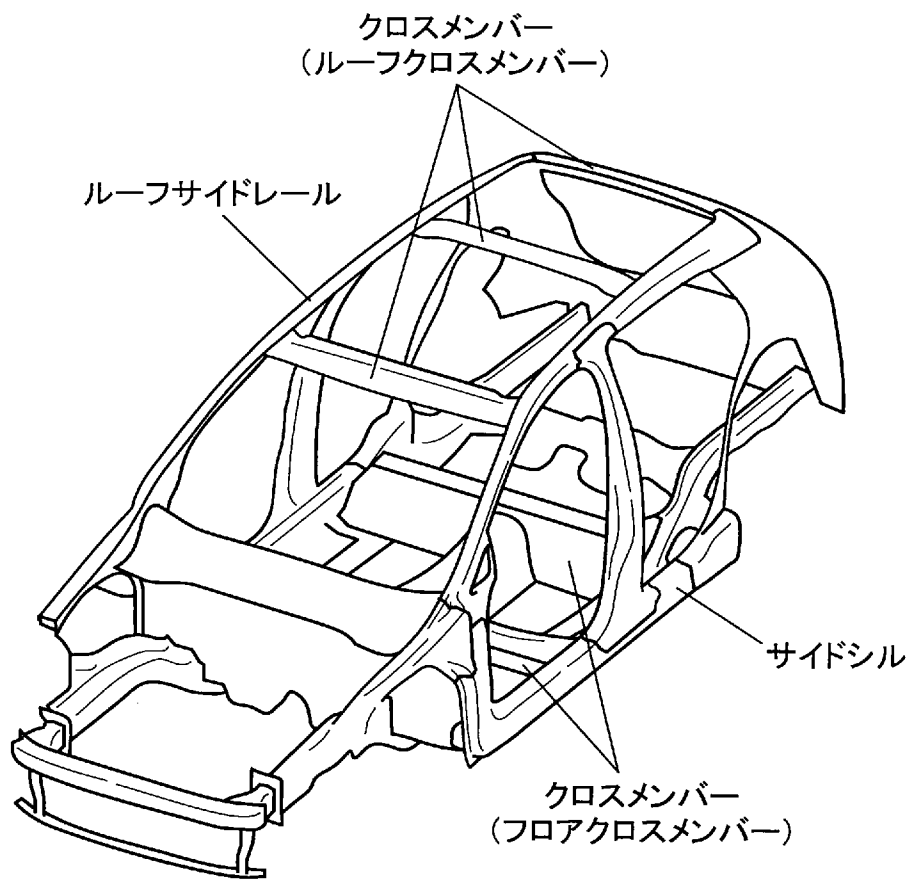
[請求項 10] 請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の T 字継手構造において、

前記第 1 の部材は、自動車のサイドシルであり、前記第 2 の部材は、自動車のフロアクロスメンバーである。

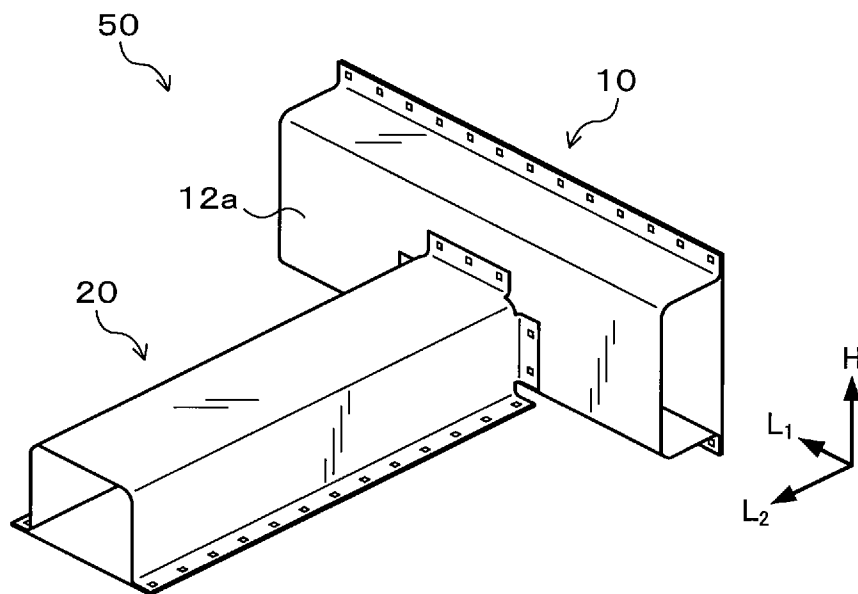
[請求項 11] 請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の T 字継手構造において、

前記第 1 の部材は、自動車のルーフサイドレールであり、前記第 2 の部材は、自動車のルーフクロスメンバーである。

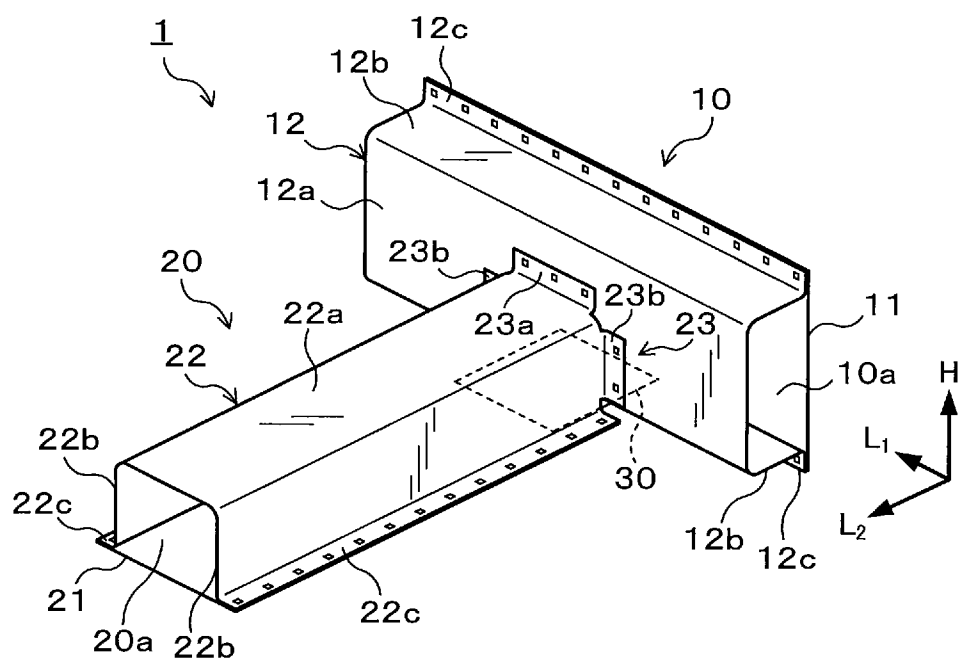
[図1]



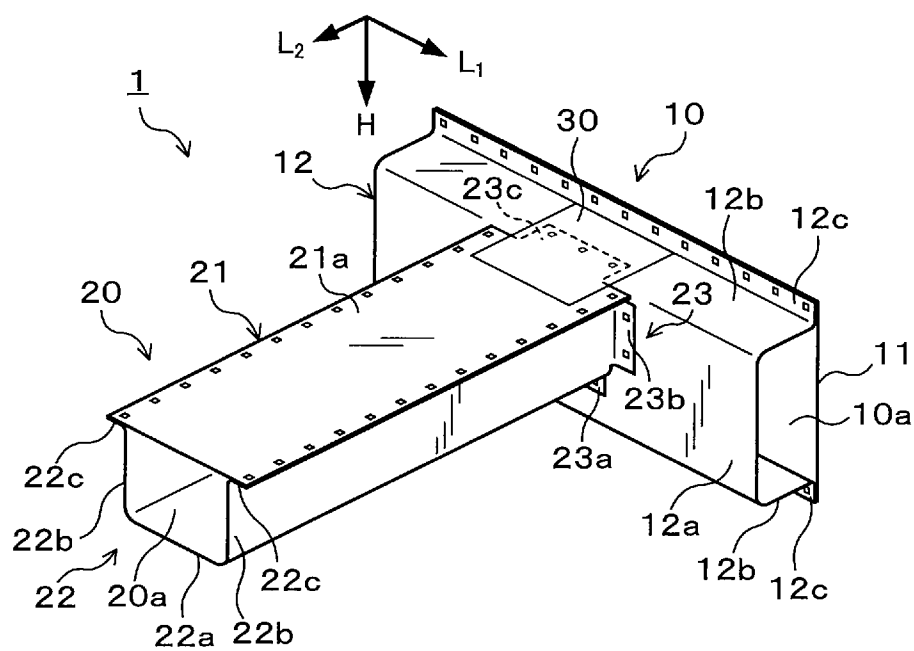
[図2]



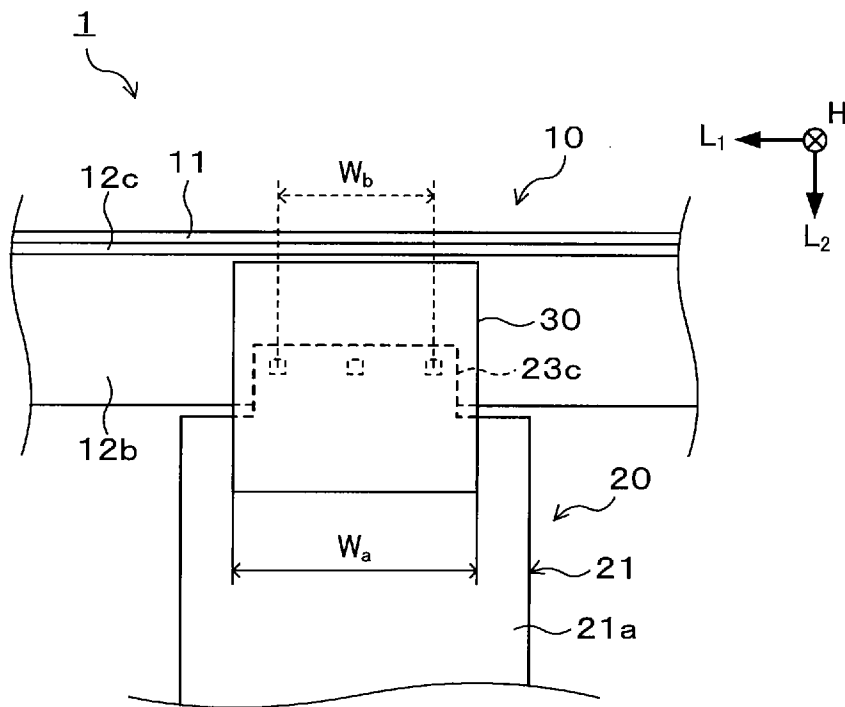
[図3]



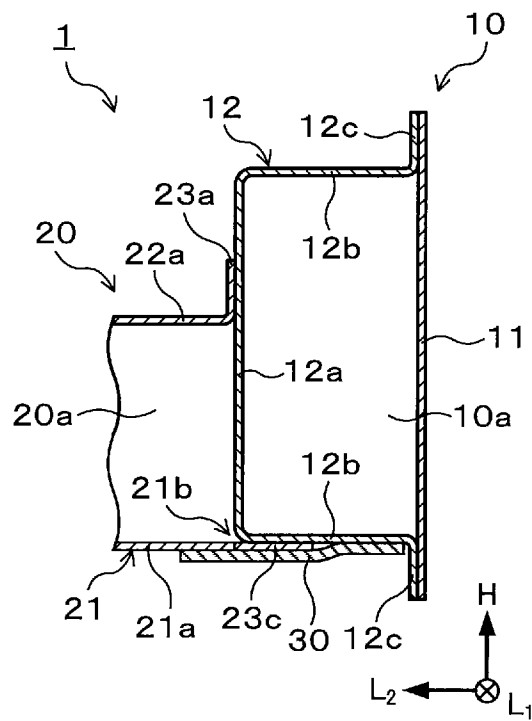
[図4]



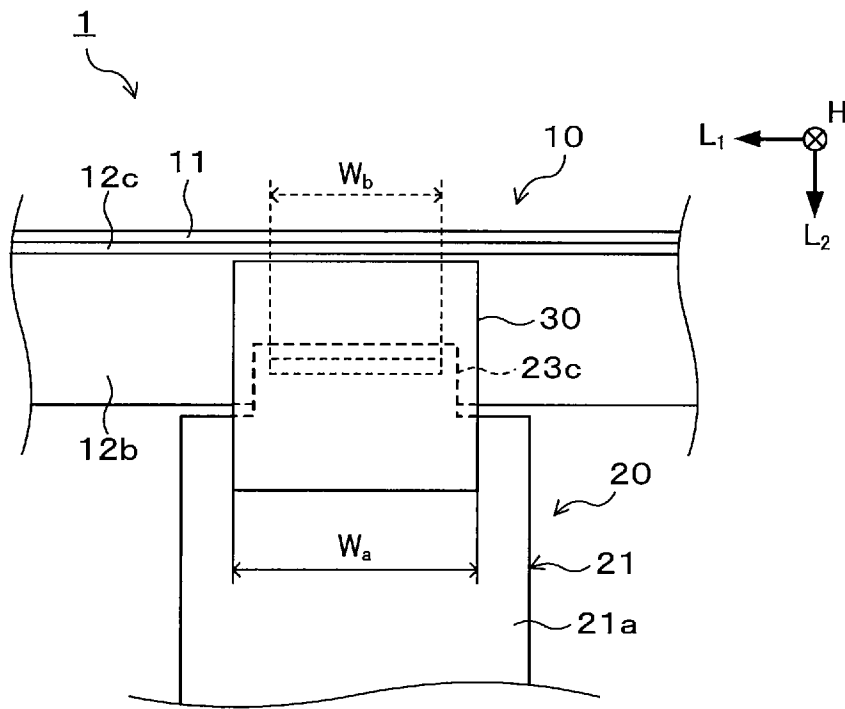
[図5]



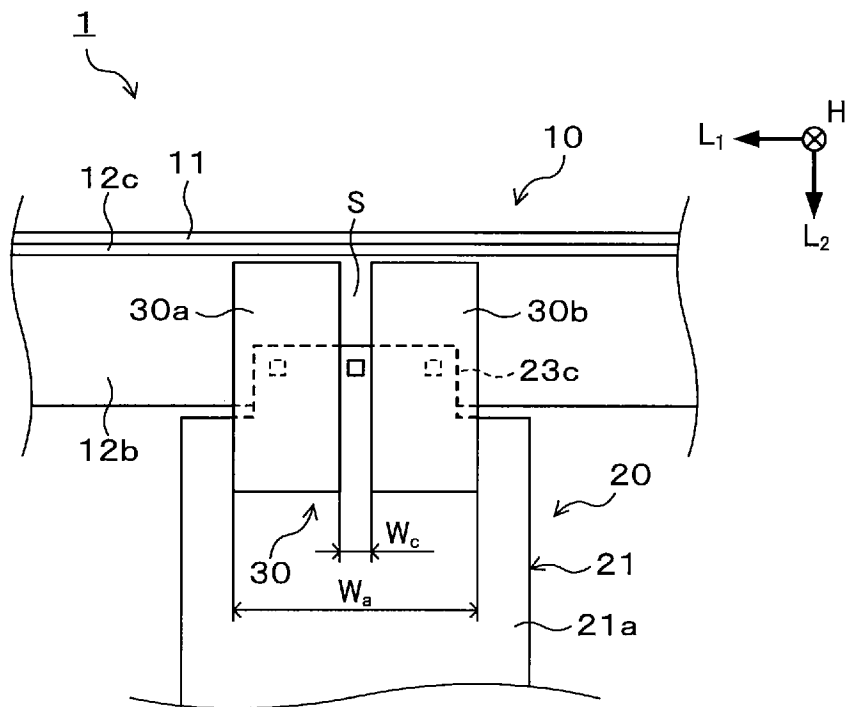
[図6]



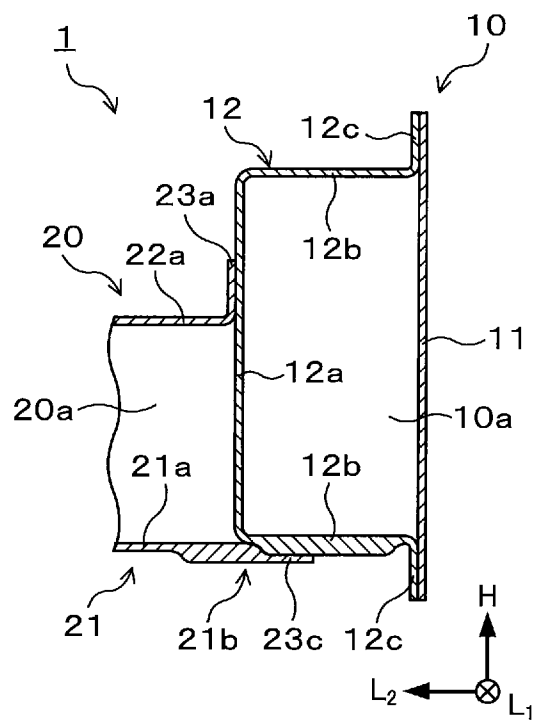
[図7]



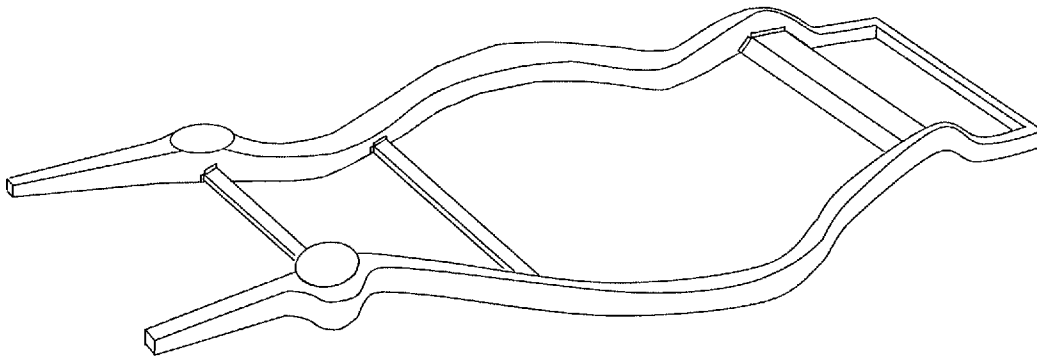
[図8]



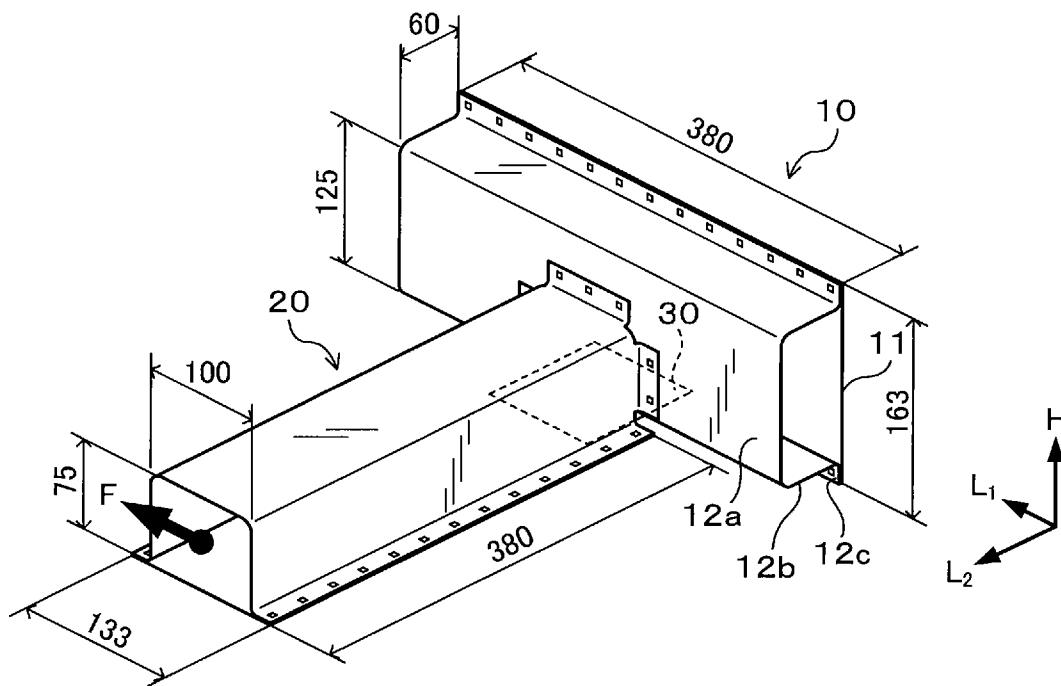
[図9]



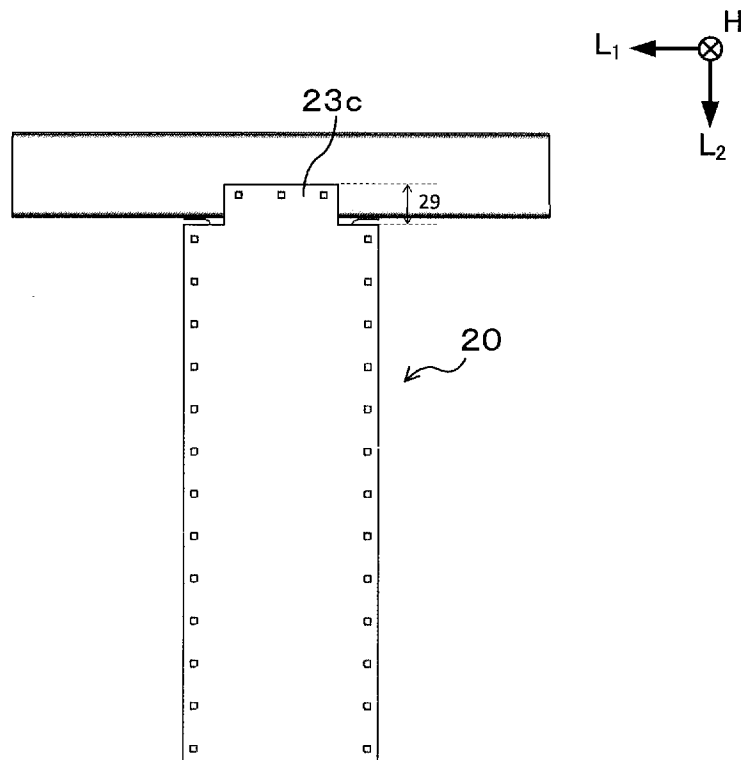
[図10]

ラダーフレーム

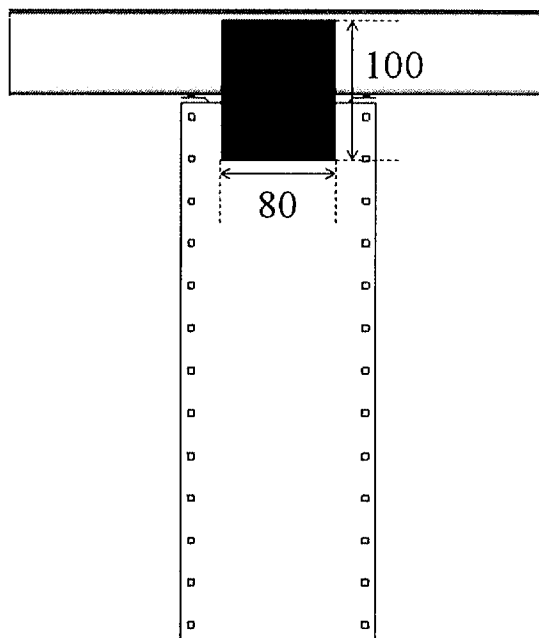
[図11]



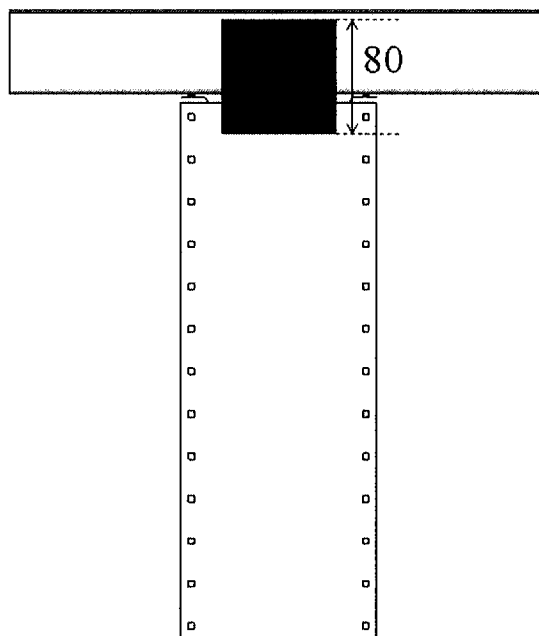
[図12]



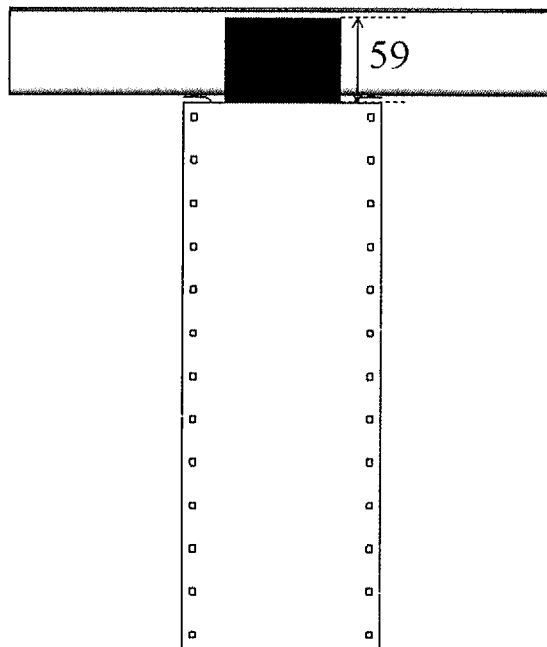
[図13]



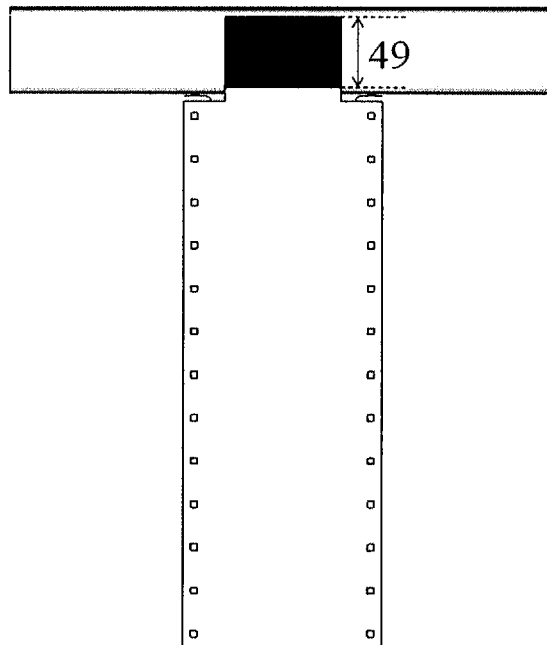
[図14]



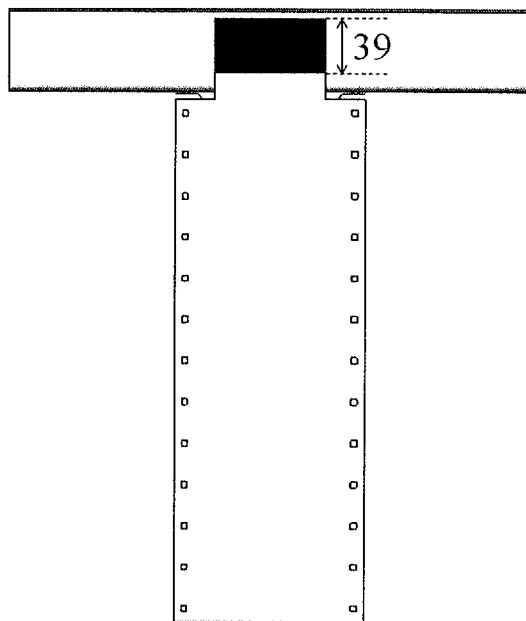
[図15]



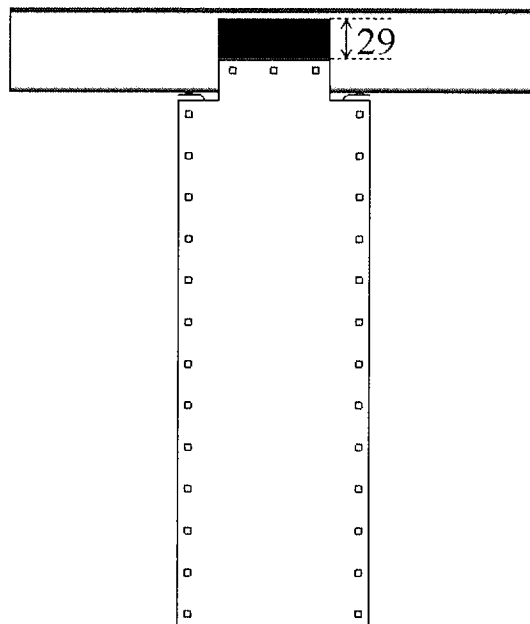
[図16]



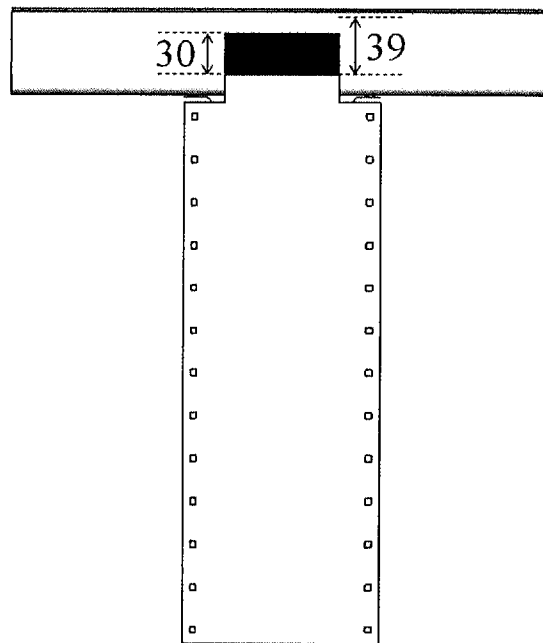
[図17]



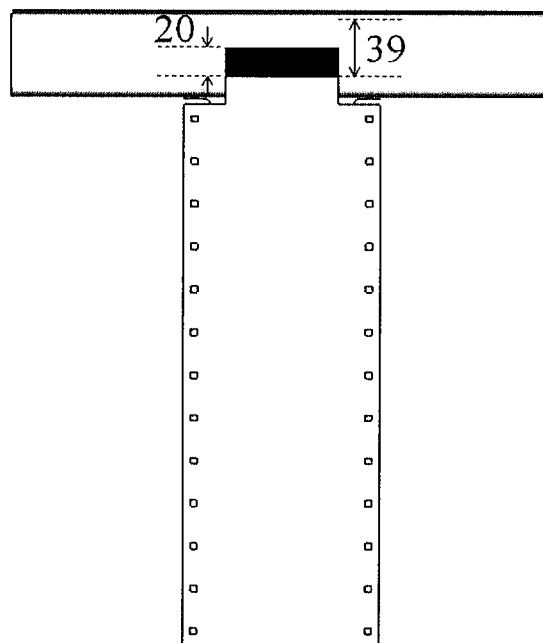
[図18]



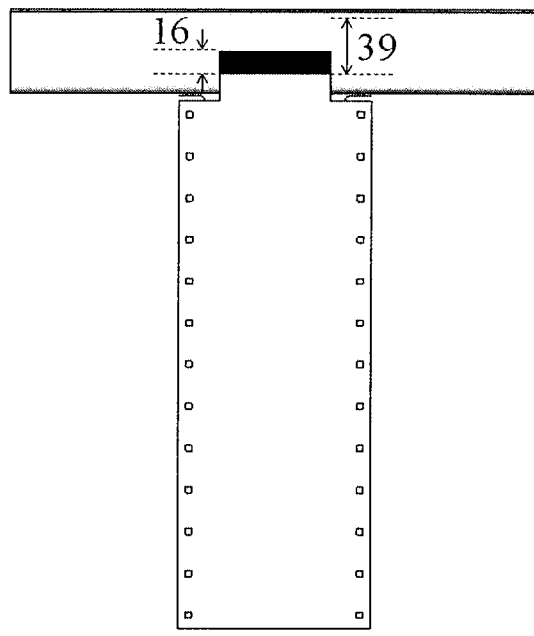
[図19]



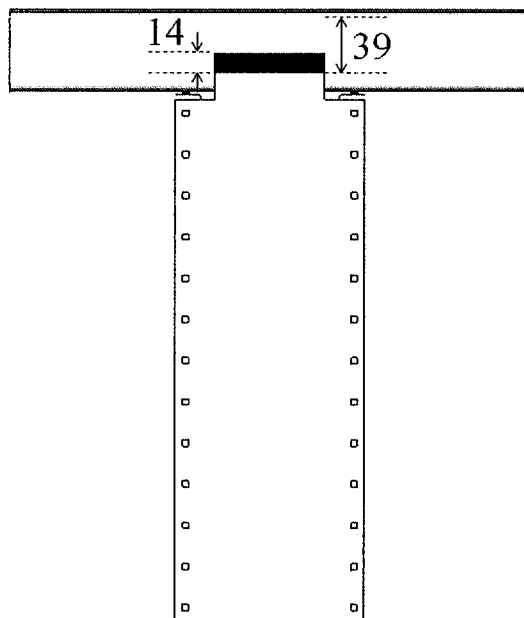
[図20]



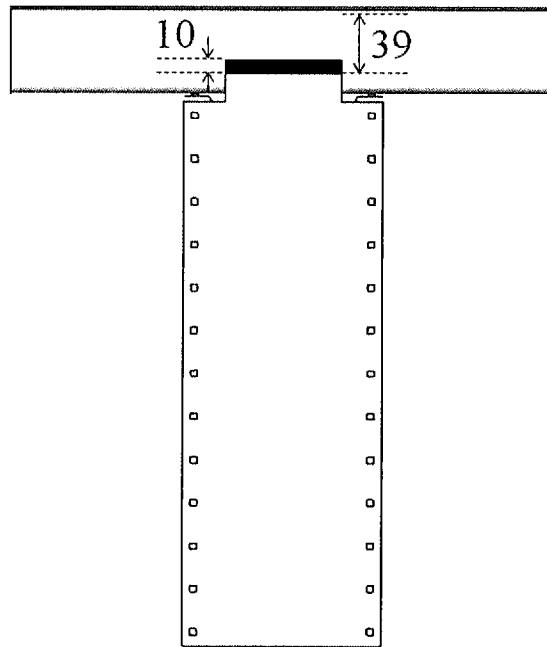
[図21]



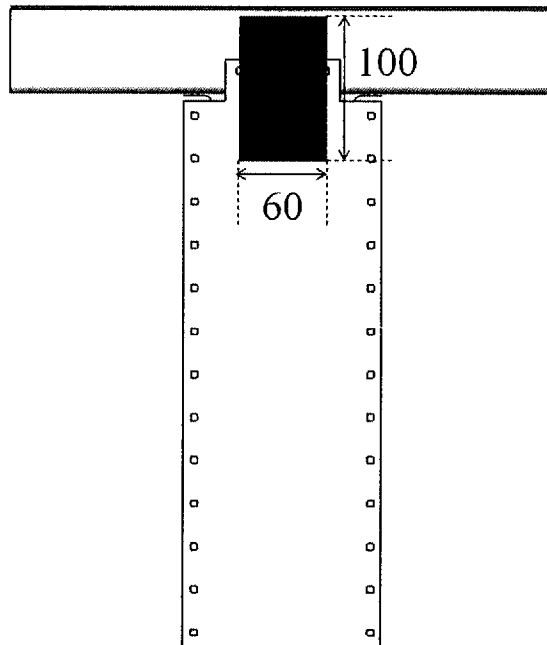
[図22]



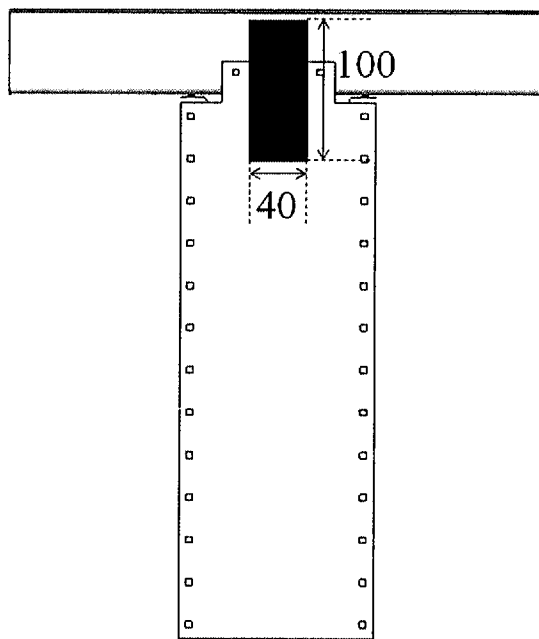
[図23]



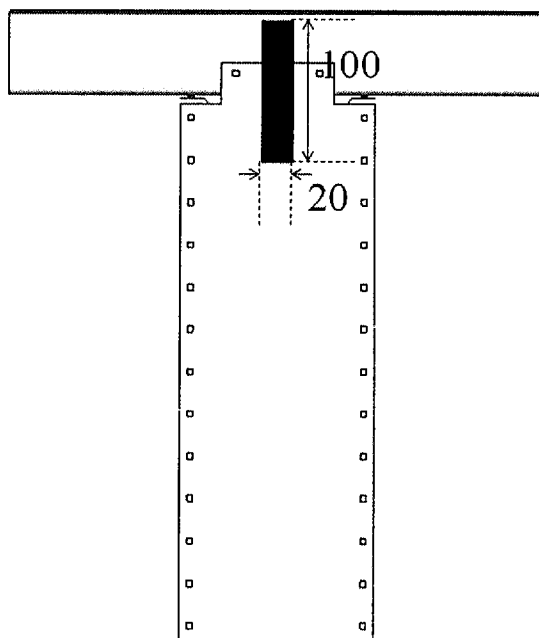
[図24]



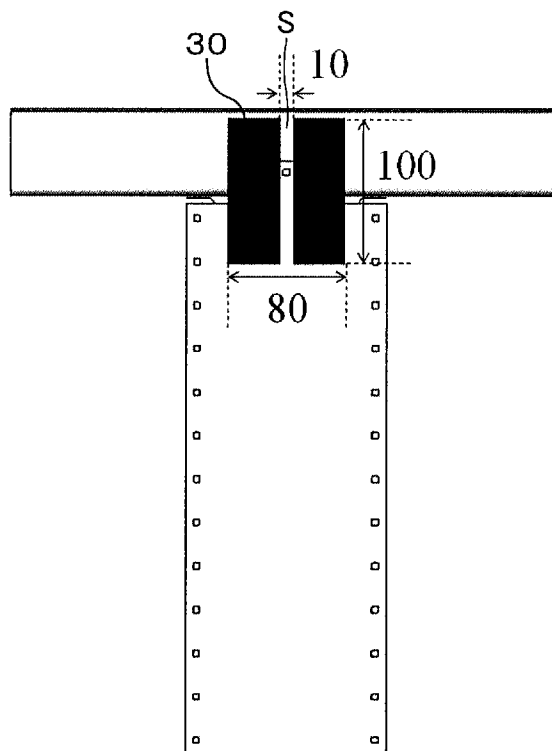
[図25]



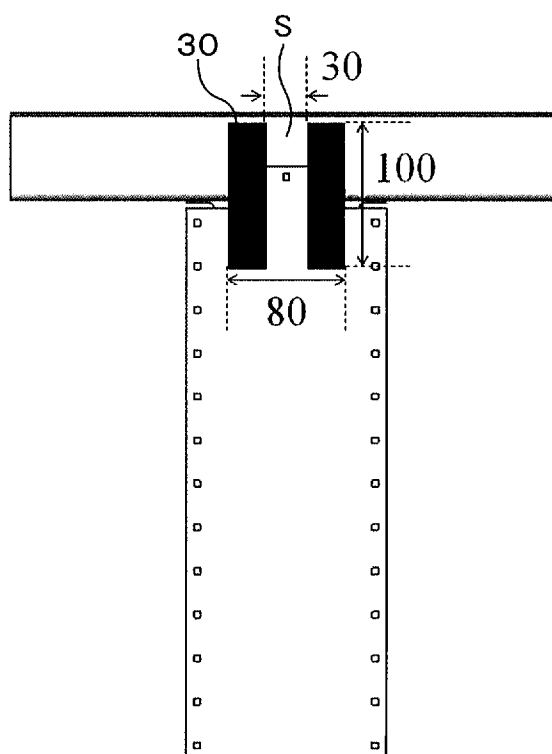
[図26]



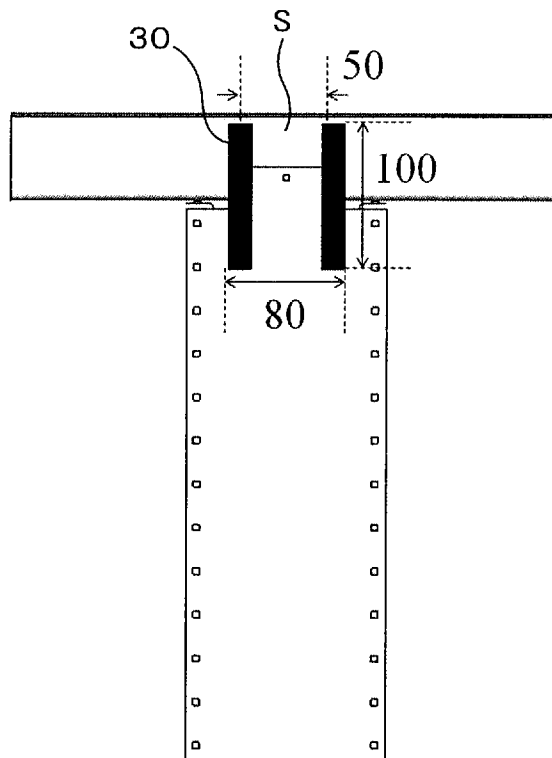
[図27]



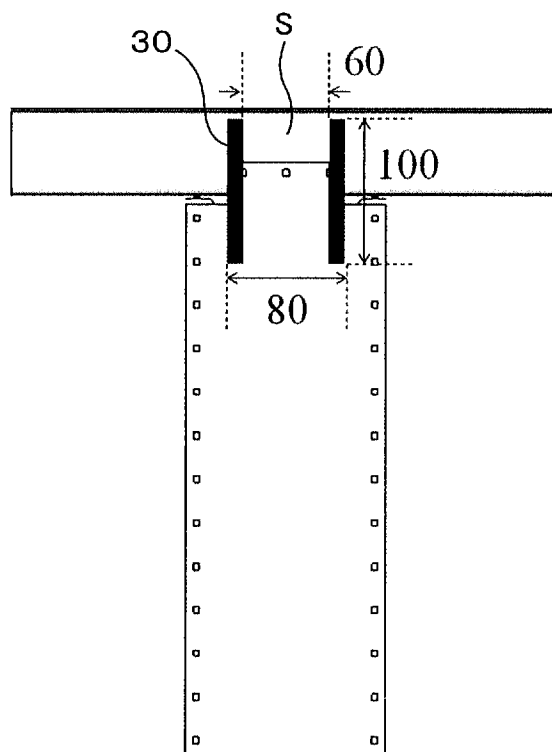
[図28]



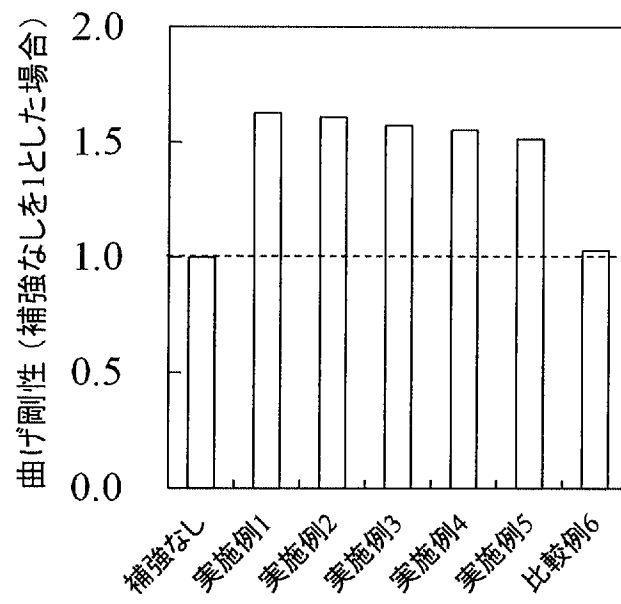
[図29]



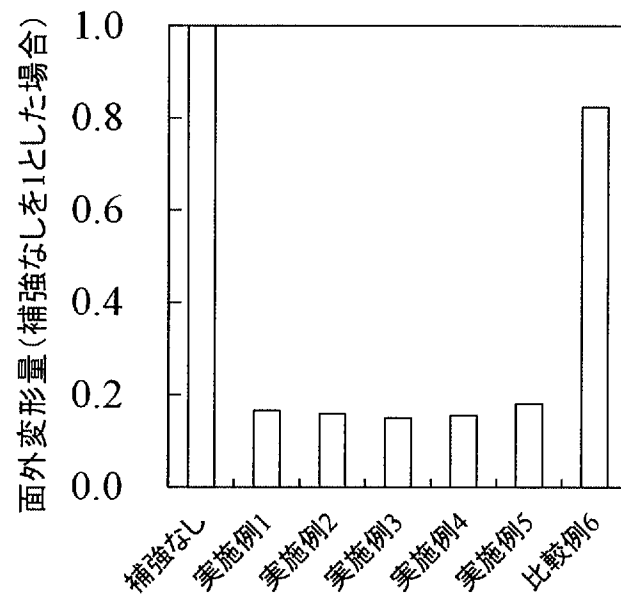
[図30]



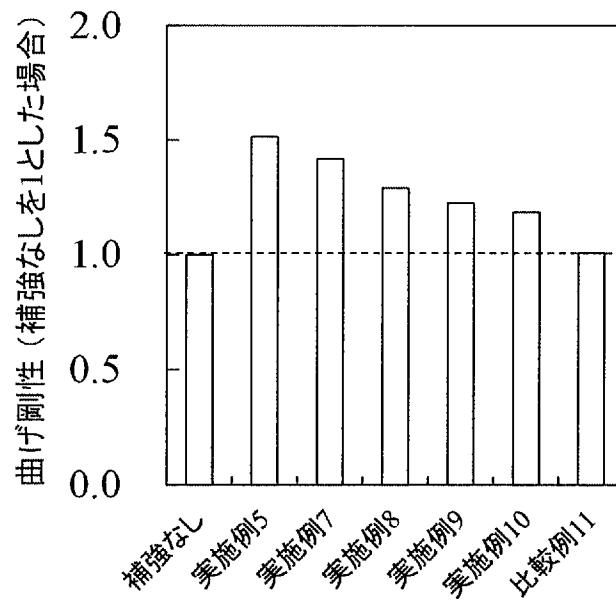
[図31]



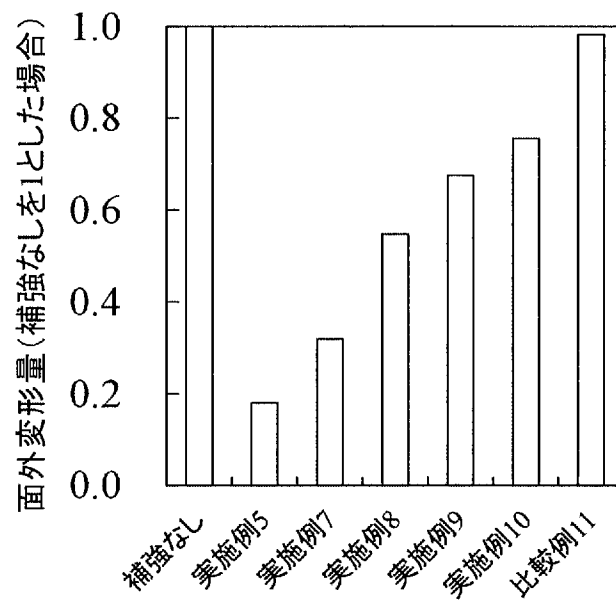
[図32]



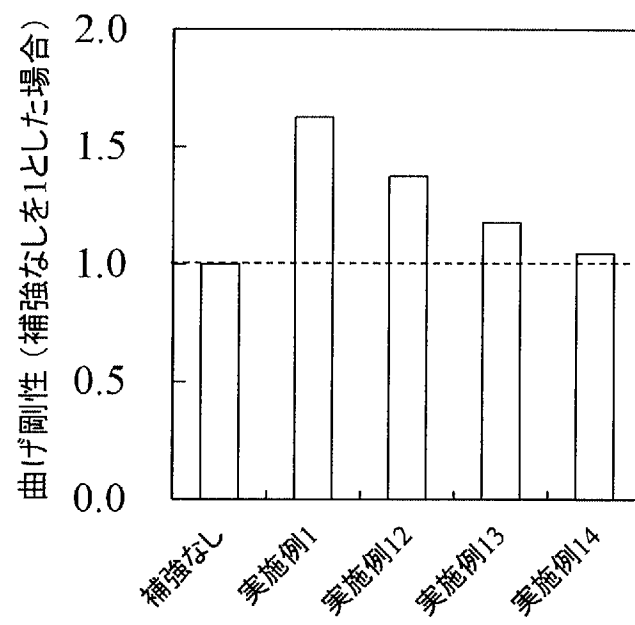
[図33]



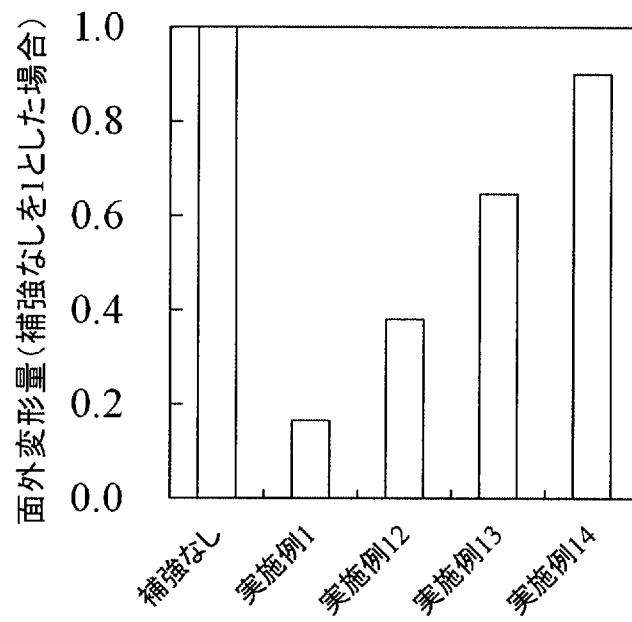
[図34]



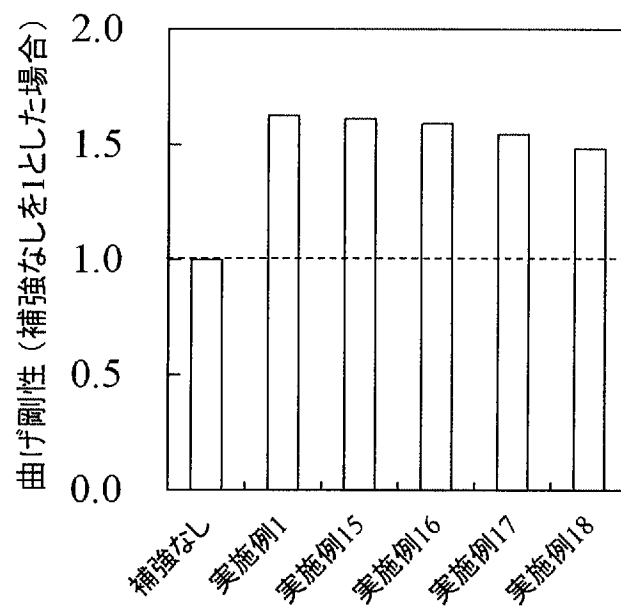
[図35]



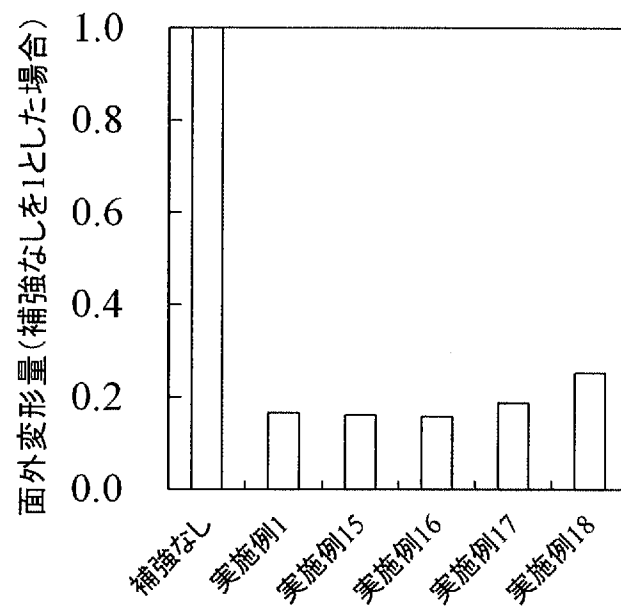
[図36]



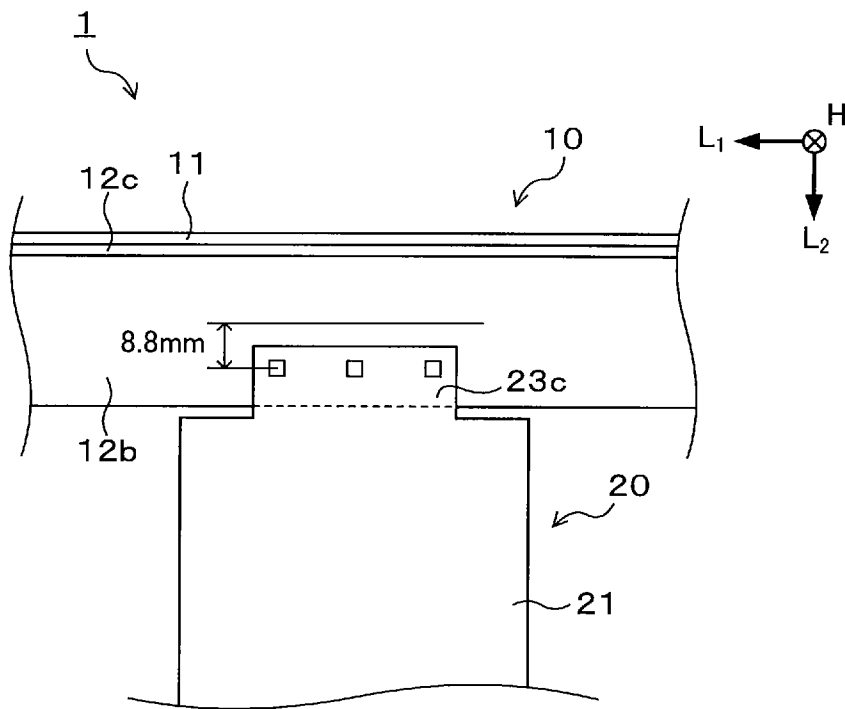
[図37]



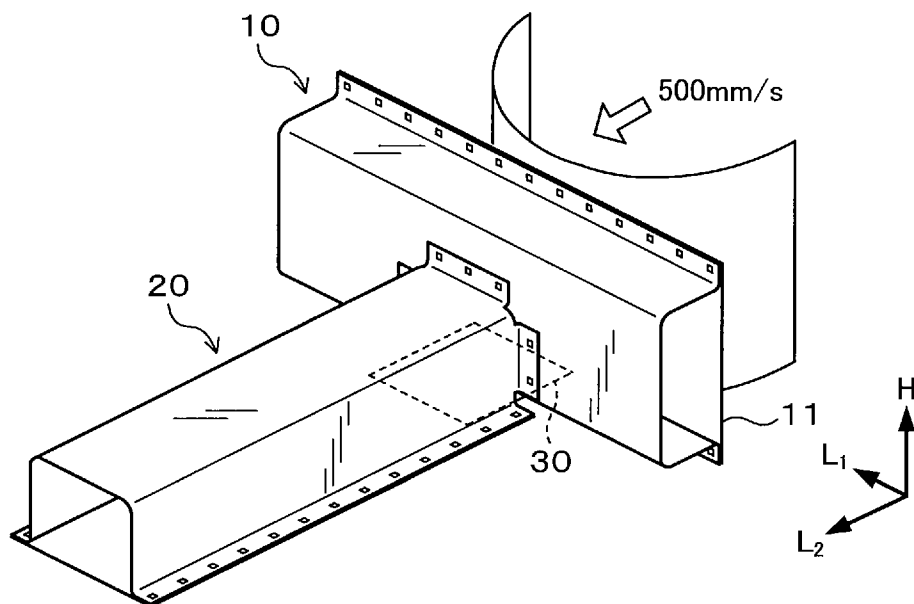
[図38]



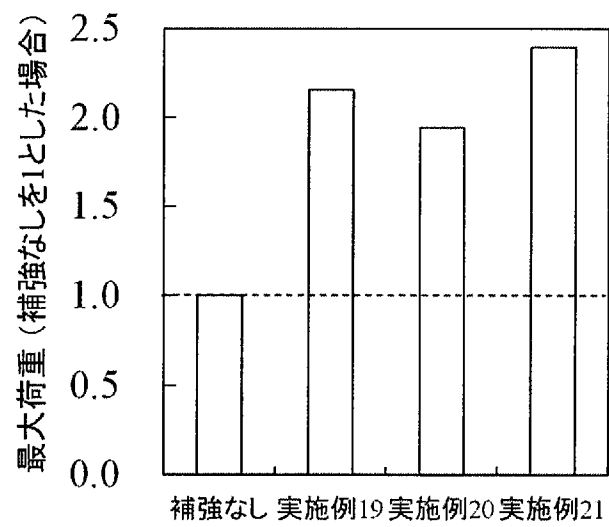
[図39]



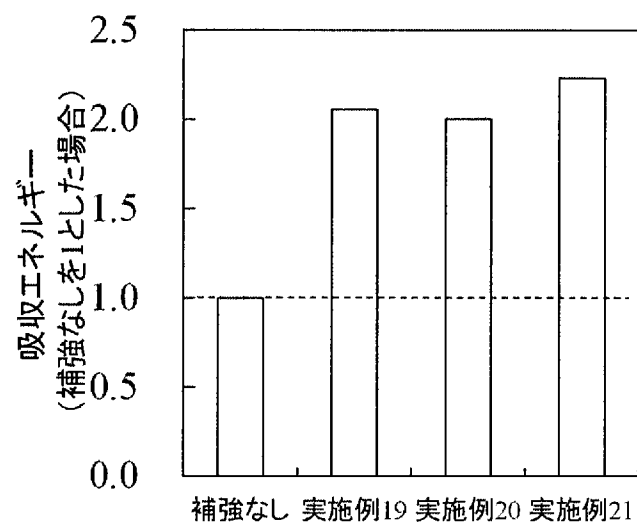
[図40]



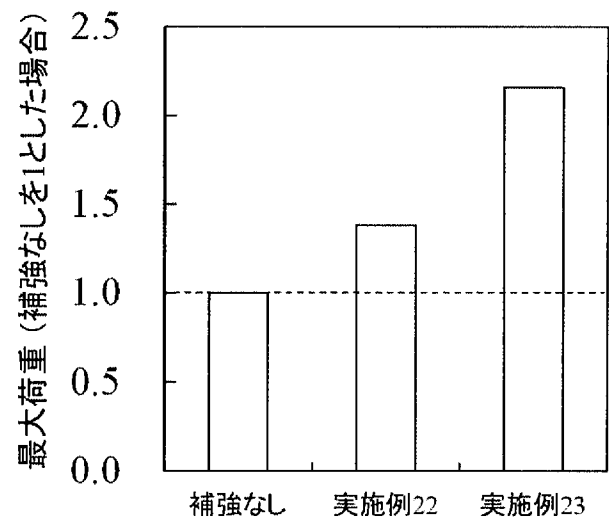
[図41]



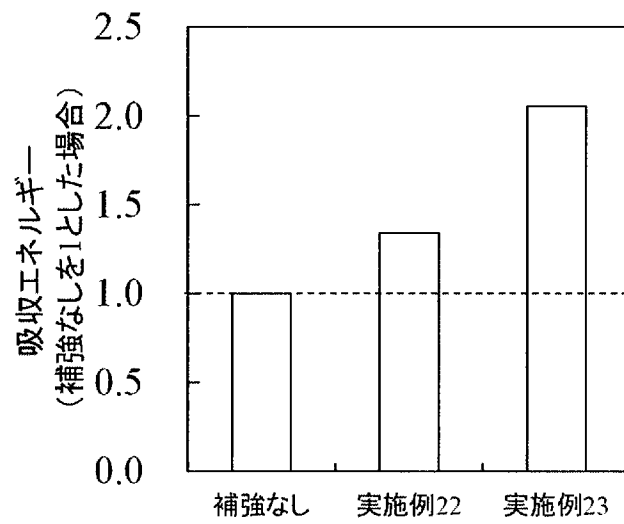
[図42]



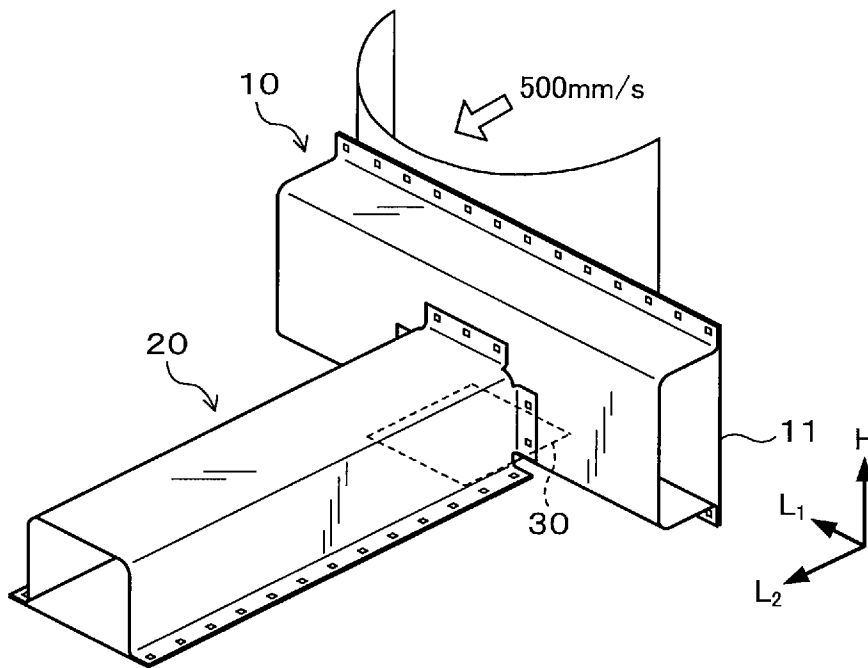
[図43]



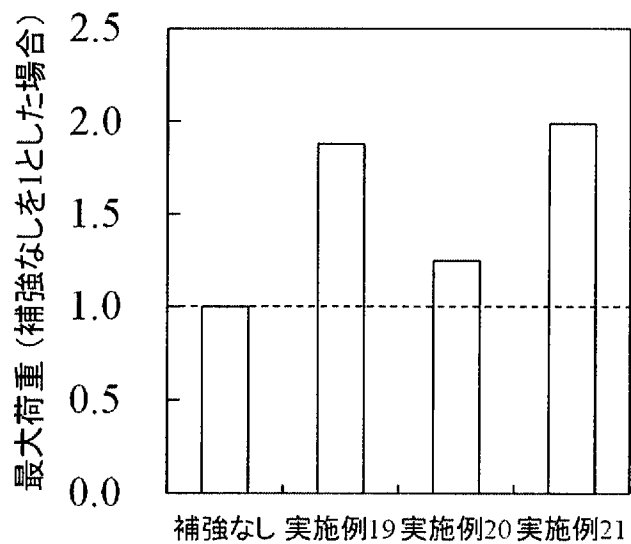
[図44]



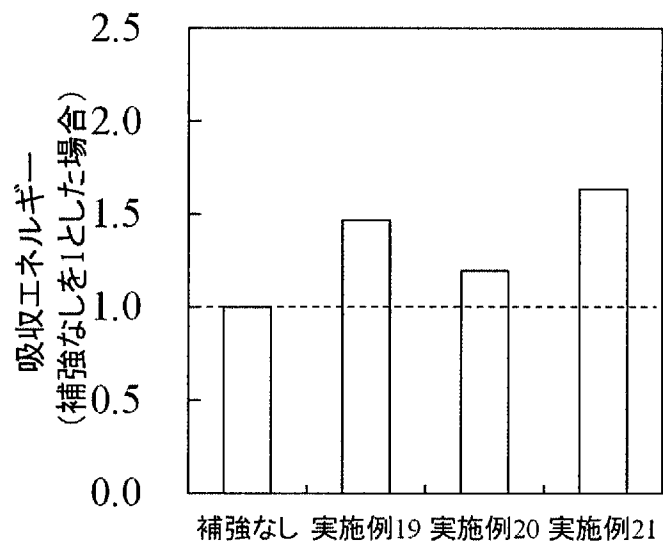
[図45]



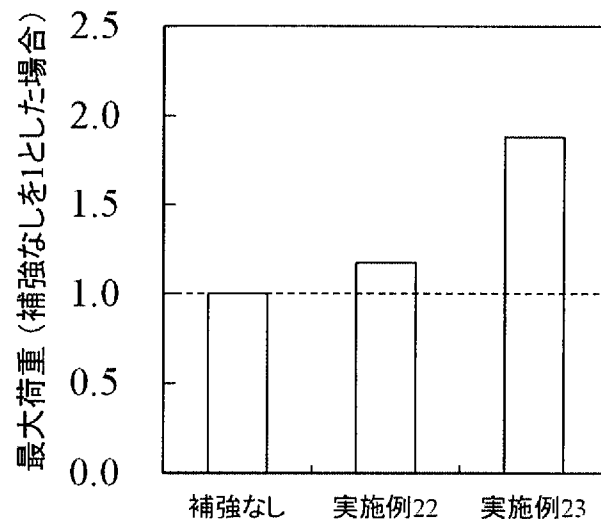
[図46]



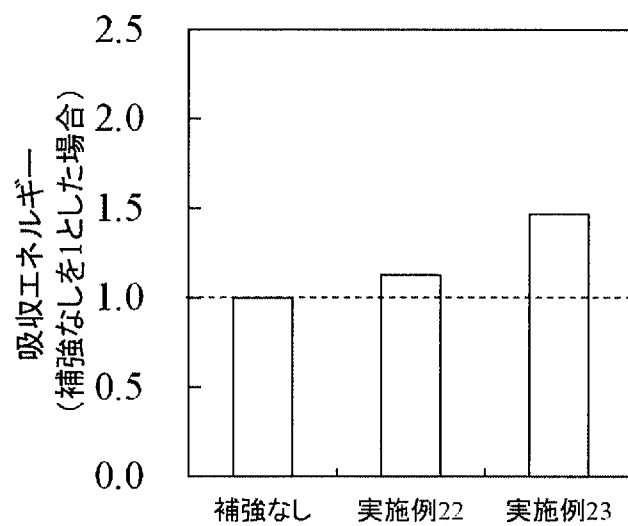
[図47]



[図48]



[図49]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/015347

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B62D25/20 (2006.01) i, B62D21/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. B62D17/00-25/08, B62D25/14-29/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                          | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2002-120754 A (SUZUKI MOTOR CORP.) 23 April                                                                                                                                                                                                                              | 1-2                   |
| Y         | 2002, paragraphs [0008]-[0016], [0018], fig. 1-3, 5, 8 (Family: none)                                                                                                                                                                                                       | 3-11                  |
| Y         | WO 2016/076315 A1 (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORP.) 19 May 2016, paragraphs [0018]-[0036], fig. 3 & US 2017/0349219 A1, paragraphs [0026]-[0044], fig. 3 & EP 3219588 A1 & CA 2967238 A1 & KR 10-2017-0066528 A & CN 107074302 A & MX 2017006099 A & BR 112017009717 A2 | 3-6, 10               |
| Y         | JP 10-338161 A (ISUZU MOTORS LTD.) 22 December 1998, paragraph [0003], fig. 4 (Family: none)                                                                                                                                                                                | 5                     |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
30.05.2019Date of mailing of the international search report  
11.06.2019Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/015347

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | WO 2013/191093 A1 (TORAY INDUSTRIES, INC.) 27 December 2013, paragraphs [0019], [0022], [0044]-[0049], [0051], [0055], fig. 24, 28 & EP 2865582 A1, paragraphs [0019], [0022], [0045]-[0050], [0052], [0056], fig. 24, 28 | 7-9                   |
| Y         | JP 2010-235014 A (MAZDA MOTOR CORP.) 21 October 2010, paragraphs [0016]-[0020], fig. 1, 2 & US 2010/0244497 A1, paragraphs [0063]-[0071], fig. 1, 2 & EP 2236395 A1                                                       | 11                    |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B62D25/20(2006.01)i, B62D21/02(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B62D17/00-25/08, B62D25/14-29/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2019年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2019年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2019年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                                                                                            | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X               | JP 2002-120754 A（スズキ株式会社）2002.04.23,<br>段落 0008-0016, 0018, 図 1-3, 5, 8                                                                                                                                                      | 1-2            |
| Y               | （ファミリーなし）                                                                                                                                                                                                                    | 3-11           |
| Y               | WO 2016/076315 A1（新日鐵住金株式会社）2016.05.19,<br>段落 0018-0036, 図 3<br>& US 2017/0349219 A1, 段落 0026-0044, 図 3 & EP 3219588 A1<br>& CA 2967238 A1 & KR 10-2017-0066528 A & CN 107074302 A<br>& MX 2017006099 A & BR 112017009717 A2 | 3-6, 10        |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

|                                                               |                                                                     |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの                                | 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの     |
| 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの                        | 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの                     |
| 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                                     | 「&」 同一パテントファミリー文献                                                   |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願                                  |                                                                     |

国際調査を完了した日

30.05.2019

国際調査報告の発送日

11.06.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

林 政道

3 D

3 7 2 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3341

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                               |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                             | 関連する<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 10-338161 A (いすゞ自動車株式会社) 1998. 12. 22,<br>段落 0003, 図 4<br>(ファミリーなし)                                                                                        | 5              |
| Y                     | WO 2013/191093 A1 (東レ株式会社) 2013. 12. 27,<br>段落 0019, 0022, 0044-0049, 0051, 0055, 図 24, 28<br>& EP 2865582 A1, 段落 0019, 0022, 0045-0050, 0052, 0056, 図 24, 28 | 7-9            |
| Y                     | JP 2010-235014 A (マツダ株式会社) 2010. 10. 21,<br>段落 0016-0020, 図 1-2<br>& US 2010/0244497 A1, 段落 0063-0071, 図 1-2 & EP 2236395 A1                                  | 11             |