

(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
2020年7月16日(16.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/145293 A1

(51) 国際特許分類:

B62D 29/04 (2006.01) **B60J 5/04** (2006.01)
B62D 25/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/000267

(22) 国際出願日: 2020年1月8日(08.01.2020)

(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 2019-001129 2019年1月8日(08.01.2019) 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: 澤 靖典(**SAWA Yasunori**); 〒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). 西村 隆一(**NISHIMURA Ryuichi**); 〒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).

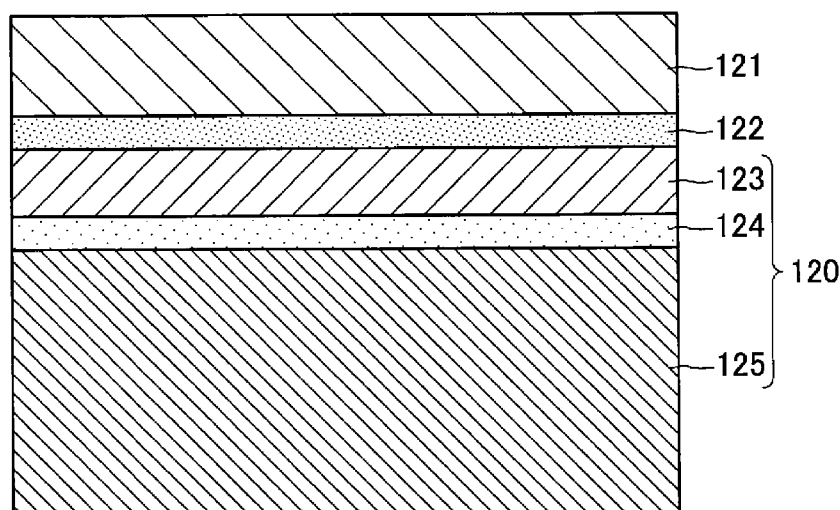
茨木 雅晴(**IBARAGI Masaharu**); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 古賀 敦雄(**KOGA Atsuo**); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 相藤 孝博(**AITOH Takahiro**); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (**TANAI Sumio et al.**); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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,

(54) **Title:** EXTERIOR PANEL AND VEHICLE EQUIPPED WITH EXTERIOR PANEL

(54) 発明の名称: 外装パネルおよび外装パネルを備える自動車



(57) **Abstract:** Provided is an exterior panel including a steel plate, a first adhesive layer, an intermediate layer, a second adhesive layer, and a reinforcing layer, wherein the steel plate and the reinforcing layer sandwich the intermediate layer, the first adhesive layer bonds the steel plate and the intermediate layer, the second adhesive layer bonds the intermediate layer and the reinforcing layer, the thickness of the steel plate is 0.30-0.55 mm, the ultimate yield stress of the steel plate is 350 MPa or more, where the average Young's modulus in the in-plane direction of the reinforcing layer is denoted by E and the average moment of inertia per average unit width in the in-plane direction of the reinforcing layer is denoted by I, a bending rigidity ΔEI per unit width is 45 N·mm or more, and the thickness of the intermediate layer is 0.1-2.0 mm.

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(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: この外装パネルは、鋼板、第1接着層、中間層、第2接着層、および補強層を含み、前記鋼板と前記補強層とは、前記中間層を挟み、前記第1接着層は、前記鋼板と前記中間層とを接着し、前記第2接着層は、前記中間層と前記補強層とを接着し、前記鋼板の厚みは、0.30~0.55mmであり、前記鋼板の到達降伏応力は、350MPa以上であり、前記補強層の面内方向における平均ヤング率をE、前記補強層の面内方向における平均単位幅当たりの断面二次モーメントをIとしたときに、単位幅当たりの曲げ剛性 $\Delta E I$ が45N・mm以上であり、前記中間層の厚みは、0.1~2.0mmである。

明 細 書

発明の名称： 外装パネルおよび外装パネルを備える自動車

技術分野

[0001] 本開示は、外装パネルおよび外装パネルを備える自動車に関する。

本願は、2019年1月8日に、日本に出願された特願2019-001129号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 現在、自動車を軽量化する技術が求められている。自動車を構成するドア又はルーフなどの外装パネルを高強度化することができれば、当該外装パネルを薄くしても十分な強度を維持することができると考えられている。そこで、自動車の軽量化のために、自動車を構成する外装パネルを高強度化する技術の開発が進められている。

[0003] しかし、外装パネルを薄くすると張り剛性不足と耐デント性不足の課題が顕在化する。張り剛性不足対策として例えば、特許文献1には、自動車を構成するドア又はルーフなどの外板部品における、凸状に湾曲したパネル面の内側にCFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastic）の板材を接着することにより、当該外板部品の張り剛性を向上させる技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2018-16171号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、特許文献1では、耐デント性不足への対策は特に言及されていない。一方で、高い耐デント性を有する外装パネルが求められている。耐デント性とは、凹み痕など変形の残りにくさを示す特性である。例えば、小石又は指が自動車等の外板部材に当たったとき、当該外板部材の耐デント性が

低いと、当該外板部材に凹み痕が残りやすい。

[0006] 耐デント性は、外装パネルの厚さを薄くすると、著しく低下する特性である。特許文献1に記載のように、CFRPの板材を外板部品の裏側に接着するだけでは、外板部品の耐デント性を十分に向上させることができない可能性がある。そこで、さらに耐デント性の高い外装パネルとともに、そのような外装パネルを備える自動車等が希求されていた。

[0007] そこで、本開示は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本開示の目的とするところは、軽量であり耐デント性の優れた外装パネル、及び当該外装パネルを備える自動車を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の要旨は下記の通りである。

(1) 本発明の第一の態様は、鋼板、第1接着層、中間層、第2接着層、および補強層を含み、前記鋼板と前記補強層とは、前記中間層を挟み、前記第1接着層は、前記鋼板と前記中間層とを接着し、前記第2接着層は、前記中間層と前記補強層とを接着し、前記鋼板の厚みは、 $0.30 \sim 0.55 \text{ mm}$ であり、前記鋼板の到達降伏応力は、 350 MPa 以上であり、前記補強層の面内方向における平均ヤング率を E 、前記補強層の面内方向における平均単位幅当たりの断面二次モーメントを I としたときに、単位幅当たりの曲げ剛性 ΔEI が $45 \text{ N} \cdot \text{mm}$ 以上であり、前記中間層の厚みは、 $0.1 \sim 2.0 \text{ mm}$ である、外装パネルである。

(2) 上記(1)に記載の外装パネルでは、前記鋼板の厚みは、 $0.30 \sim 0.45 \text{ mm}$ であり、前記鋼板の前記到達降伏応力は、 510 MPa 以上であってよい。

(3) 上記(1)又は(2)に記載の外装パネルでは、前記補強層は、繊維強化樹脂を備えてもよい。

(4) 上記(3)に記載の外装パネルでは、前記補強層は、炭素繊維強化樹脂を備えてもよい。

(5) 上記(1)から(4)のいずれか一項に記載の外装パネルでは、前記

曲げ剛性 $\Delta E I$ が $600\text{ N}\cdot\text{mm}$ 以上であってもよい。

(6) 上記(1)から(5)のいずれか一項に記載の外装パネルでは、前記補強層の降伏応力が 100 MPa 以上であってもよい。

(7) 本発明の第二の態様は、上記(1)から(6)のいずれか一項に記載の外装パネルを備える自動車である。

発明の効果

[0009] 以上説明したように本開示によれば、軽量であり、耐デント性の優れた外装パネル、及び当該外装パネルを備える自動車を提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の一実施形態に係る自動車10を右側から見た図である。

[図2]本開示の一実施形態に係るドア100を示す図である。

[図3]図2に示す領域111における一点鎖線 $I-I'$ に沿ったドアパネル110の断面の一部を拡大して示す図である。

[図4]試験パネル200を上から見た図である。

[図5]図4に示す一点鎖線 $II-II'$ に沿った試験パネル200の断面を示す図である。

[図6]鋼板のSSカーブを示す図である。

[図7]試験パネル200の耐デント性を測定するための試験装置20を示す図である。

[図8]ドアパネルに補強部材120が張り付けられる領域のバリエーションを示す図である。

[図9]ドアパネルに補強部材120が張り付けられる領域のバリエーションを示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0012] まず、図1を参照して、本開示の一実施形態に係る自動車10について説明する。図1は、本開示の一実施形態に係る自動車10を右側から見た図である。自動車10には、ドアアウターパネル（本明細書では、単に「ドアパネル」と称する。）、ルーフパネル、フェンダーパネル、フードアウターパネル、又はリアゲートアウターパネルなどの各種の外装パネルが設けられている。

[0013] 一般に、自動車10の部材の強度（「引張強さ」ともいう。）を高めることにより、当該部材が薄い場合であっても、当該部材の強度を担保することができる。この結果、部材を薄肉化し、当該部材を軽量化することができる。しかし、部材が自動車の外装パネルである場合には、当該外装パネルの強度を高めても、当該外装パネルを薄肉化することができない。なぜなら、自動車の外装パネルに要求される張り剛性は、ヤング率に依存するからである。すなわち、外装パネルの強度を向上させても、張り剛性は向上しない。

[0014] 耐デント性は、部材の降伏応力が高くなると、改善される。すなわち、部材の強度が高くなると、耐デント性は改善される。しかし、部材全体の強度を維持しつつ外装パネルの板厚を薄くした場合、外装パネルの耐デント性は低下する。なぜなら、鋼板の強度は、耐デント性に線形（強度の1乗）で効く。これに対して、鋼板の板厚は、外装パネルの形状によっては、耐デント性に1～3乗で効くからである。

[0015] なお、張り剛性とは、外装パネルのたわみにくさを表す特性である。例えば、自動車の外装パネルに手をついたとき、当該外装パネルの張り剛性が高いと、当該外装パネルはたわみにくい。また、耐デント性とは、上述のように、凹み疵のつきにくさを表す特性である。

[0016] 自動車を軽量化するために、外装パネルに極薄ハイテンを適用し、外装パネルを薄肉化する場合、外装パネルの張り剛性及び耐デント性の向上が課題となる。張り剛性の観点からは、鋼板に軽量素材を張り付けることによって、張り剛性を補てんすることができる。この場合、十分な張り剛性を担保しながら、従来よりも軽量な外装パネルを実現できる。しかし、単純に鋼板に

軽量素材を張り付けるだけでは、耐デント性の向上を実現することはできない。

[0017] 本開示では、従来自動車パネルに使用されてきた鋼板よりも薄く（厚みは、0.30mm～0.55mm）かつ高強度の極薄ハイテンを適正に補強することによって、軽量であり極薄のハイテンを用いた、軽量であり優れた耐デント性を有する外装パネルを作製した。本実施形態では、外装パネルであるドアパネルに本開示に係る技術を適用し、軽量であり優れた耐デント性を有するドアパネルを作製した。

[0018] 以下、図2及び図3を参照して、ドアパネルの構成について説明する。

図2は、本開示の一実施形態に係るドア100を示す図である。ドア100は、ドアパネル110と、窓フレーム112とを備えている。

[0019] ドアパネル110は、斜線で示された領域111の裏側に、補強部材（図2には図示しない）を備えている。ドアパネル110は、補強部材を備えることにより、優れた耐デント性を有している。また、図2の左側には、自動車10の前後方向及び上下方向と、その二つの方向から45°傾いた方向（二つの方向）を矢印で示している。

[0020] 図3は、図2に示す領域111における一点鎖線I-I'に沿ったドアパネル110の断面の一部を拡大して示す図である。ドアパネル110は、鋼板121と補強部材120とを含む。鋼板121と補強部材120とは、第1接着層122により接着されている。補強部材120は、中間層123、第2接着層124、および補強層125を含む。ここで、鋼板121は、ドアパネル110の表側を構成し、表面には塗料が塗布されている。鋼板121と補強層125とは、中間層123を挟んでいる。また、第1接着層122は、鋼板121と中間層123とを接着している。更に、第2接着層124は、中間層123と補強層125とを接着している。

[0021] ドアパネル110が自動車10に組み込まれる際には、まず、例えば鋼板121が成形された後、塗装される。その後、鋼板121の表面に塗布された塗料を乾燥させるために、例えば170℃程度の温度で約20分加熱され

る。このとき、塗料が乾燥するとともに、かかる加熱により鋼板 121 の強度が高められる。その後、鋼板 121 の温度が例えば室温程度になった後に、鋼板 121 に補強部材 120 が接着される。より具体的には、鋼板 121 の裏面（車両内側面）に第 1 接着剤が塗布され、当該第 1 接着剤が塗布された面に中間層 123 が接着される。当該第 1 接着剤が固化すると、第 1 接着層 122 になる。更に、中間層 123 の鋼板 121 と反対側の面に第 2 接着剤が塗布され、当該第 2 接着剤が塗布された面に補強層 125 が接着される。当該第 2 接着剤が固化すると、第 2 接着層 124 になる。なお、予め中間層 123 と補強層 125 とが第 2 接着層 124 で接着された補強部材 120 を形成し、当該補強部材 120 を鋼板 121 に第 1 接着層 122 により接着してよい。

[0022] ここで、鋼板 121 の厚みは、0.30mm～0.55mm である。鋼板 121 の厚みが 0.55mm 以下であることにより、ドアパネル 110 の軽量化を実現することができる。また、厚みが 0.30mm 未満の鋼板は、鋼板製造やプレス加工時の課題により製造が困難である。なお、鋼板 121 の厚みは、好ましくは 0.30mm～0.45mm であり、より好ましくは 0.35mm～0.45mm である。

[0023] また、鋼板の到達降伏応力は、耐デント性に直接的に影響を与える特性である。本開示に係る鋼板の到達降伏応力は、350MPa 以上である。鋼板 121 の到達降伏応力が 350MPa であることにより、ドアパネル 110 の耐デント性が十分に高められる。鋼板 121 の到達降伏応力は、好ましくは 410MPa 以上であり、より好ましくは 500MPa 以上であり、更に好ましくは 510MPa 以上である。なお、到達降伏応力の定義の詳細については後述する。

[0024] また、補強層 125 の面内方向における平均単位幅当たりの曲げ剛性 $\Delta E I$ （以下、単に「曲げ剛性 $\Delta E I$ 」ともいう。）は、45N・mm 以上である。ここで、曲げ剛性 $\Delta E I$ は、下記の式（1）を用いて算出される値である。

[0025] 曲げ剛性 $\Delta E I$ ＝平均ヤング率 $\times$ 平均断面二次モーメント $\div$ 平均断面幅方向の長さ・・・式（１）

[0026] ここで、平均ヤング率は、補強層１２５の面内方向のヤング率の平均値である。より具体的には、平均ヤング率は、図２に示した４方向（自動車１０の前後方向、上下方向、およびこの２つの方向に４５°傾いた２つの方向）のヤング率の平均値である。

[0027] また、平均断面二次モーメントは、面内方向における単位幅当たりの断面二次モーメントの平均値である。より具体的には、平均断面二次モーメントは、図２に示した４方向の単位幅当たりの断面二次モーメントの平均値である。

平均ヤング率は、外装パネルにおける縁部やキャラクタラインを避けてその近傍から試験片を採取し、対象部位を分離して測定することができる。

[0028] 曲げ剛性 $\Delta E I$ が４５Ｎ・ｍｍ以上であることにより、ドアパネル１１０の耐デント性を十分に高めることができる。４５Ｎ・ｍｍの根拠については、後述する実施例で説明する。曲げ剛性 $\Delta E I$ の値は、好ましくは６００Ｎ・ｍｍ以上であり、より好ましくは１０００Ｎ・ｍｍ以上である。

[0029] また、補強層１２５の平均板厚は、補強層１２５の体積を当該補強層１２５が中間層１２３に接着された面積で割ることにより算出される。補強層１２５の体積は、接触式又は非接触式の厚みゲージで補強層の複数個所を測定し、その平均を算出すればよい。

本実施形態では、補強層１２５の板厚に線状又は点状の凹凸があることを考慮して、このような方法で補強層１２５の平均板厚が測定される。なお、補強層１２５の板厚に線状又は点状の凹凸がありミクロ的には厚みが不均一である場合でもマクロ的には厚みは均一とみなすことができる。そのため、補強層１２５の平均板厚は補強層の全領域を対象に平均値を算出しなくても部分的領域（凹凸による厚みの変動周期よりも十分大きい領域）を対象に平均板厚を算出すればよい。

[0030] また、補強層１２５の平均降伏応力 S （以下、単に降伏応力と呼ぶ場合が

ある)は、100MPa以上であることが好ましい。降伏応力Sが100MPa以上であることにより、ドアパネル110の耐デント性を十分に高めることができる。降伏応力Sの値は、更に好ましくは150MPa以上である。

[0031] 補強層125の平均降伏応力Sは、自動車10の前後方向、上下方向、およびこの二つの方向に45°傾いた二つの方向の4方向における、補強層125の降伏応力の平均値である。なお、上記の4方向は、図2に示す4つの方向に対応している。降伏応力は、外装パネルにおける縁部やキャラクタラインを避けてその近傍から試験片を採取し、対象部位を分離して測定することができる。

[0032] また、式(1)の平均断面幅方向長さとは、上記4つの方向の断面における幅方向の長さの平均値である。より詳細には、後述する実施例において説明する。

[0033] ここで、中間層123が有する機能について説明する。例えば、自動車10のユーザの手がドアパネル110の表側を押したり、当該ユーザの指がドアパネル110の表側にぶつかったりした場合には、ドアパネル110の表面を構成する鋼板121に荷重がかかる。このとき、鋼板121に降伏応力を超えた応力集中が発生すれば、凹み痕がつく。中間層123が無く、鋼板121と補強層125の間に接着層しかない場合、凹み痕が付きやすい。荷重が小さい間は、中間層123が無くても接着状態が良好である。このため、鋼板121にかかる荷重により鋼板内に生じる応力が、接着層内のせん断応力を介して、補強層125に伝達される。しかし荷重が大きくなると、接着状態が不良となり、つまり局所的に接着はがれが生じる。そのため、デント痕が0.1mmに達するような大きな荷重域では、鋼板121に生じる応力を補強層125に伝達するために重要な接着層内のせん断応力が効果的に生じなくなる。したがって、ドアパネル110と補強層125の間に接着層しかない場合、鋼板121に生じた応力が伝達しにくいため、凹み痕が付きやすい。一方、鋼板121と補強層125の間に中間層123がある場合、

凹み痕はつきにくい。中間層 1 2 3 はせん断応力によって、鋼板 1 2 1 にかかる荷重により生じる応力を、鋼板 1 2 1 と補強層 1 2 5 の双方に効率的に分散させることで、鋼板 1 2 1 の応力集中の発生を緩和する。この結果、鋼板 1 2 1 に凹み痕がつきにくくなる。すなわち、ドアパネル 1 1 0 の耐デント性が向上する。

[0034] 中間層 1 2 3 の材質は、特に限定されないが、各種の公知の樹脂であってもよい。中間層 1 2 3 の平均ヤング率は、5 MP a ~ 5 0 0 0 MP a であることが好ましい。そうであれば、中間層 1 2 3 は荷重が負荷されても剥がれにくく、なおかつせん断応力によって鋼板 1 2 1 から補強層 1 2 5 に応力を伝達しやすい。そのため、鋼板 1 2 1 に応力集中が生じにくくなる。この結果、ドアパネル 1 1 0 に凹み痕などのデント痕が残りにくくなる。

[0035] ここで、中間層 1 2 3 の厚みは、0. 1 mm ~ 2. 0 mm である。中間層 1 2 3 の厚みが 2. 0 mm 以上であると、中間層 1 2 3 内にせん断応力が生じにくくなるため、中間層 1 2 3 が、鋼板 1 2 1 に生じる応力を補強層 1 2 5 に効果的に伝達することができなくなる。そのため、荷重により生じる応力を、鋼板 1 2 1 と補強層 1 2 5 の双方に効果的に分散できなくなる。このため、外装パネルの表面に荷重が加わると、補強層 1 2 5 が変形せず、鋼板 1 2 1 が変形し易くなる。このため、優れた耐デント性を有するドアパネル 1 1 0 を得ることができない。また、厚み 0. 1 mm 未満の中間層 1 2 3 を高品質に製造することが難しい。なお、中間層 1 2 3 の厚みは、好ましくは 0. 1 mm ~ 1. 0 mm であり、より好ましくは 0. 1 mm ~ 0. 5 mm である。

[0036] 鋼板 1 2 1 の厚みは、0. 3 0 mm ~ 0. 4 5 mm であり、当該鋼板 1 2 1 の到達降伏応力が、5 1 0 MP a 以上であることが好ましい。この場合、鋼板 1 2 1 の厚みが 0. 4 5 mm 以下であるため、鋼板 1 2 1 の総重量が軽くなる。その結果、ドアパネル 1 1 0 が軽量化される。また、鋼板 1 2 1 の到達降伏応力が 5 1 0 MP a 以上であるため、デント痕の残る応力集中の水準が高い。すなわち、耐デント性に有利である。つまり、鋼板 1 2 1 の厚み

が0.30mm~0.45mmであり、当該鋼板121の到達降伏応力が510MPa以上であることにより、より軽量で、優れた耐デント性を有するドアパネル110を得ることができる。

[0037] また、補強層125は、繊維強化樹脂（「FRP（: Fiber Reinforced Plastic）」とも称する。）を備えていることが好ましい。繊維強化樹脂は、一般に降伏応力が高いため、補強層125が繊維強化樹脂を備えることにより、鋼板121から荷重により生じる応力が伝達されたときに、補強層125が塑性変形することが抑止される。この結果、鋼板121に生じる応力が十分に補強層125に伝達されるようになるため、より優れた耐デント性を有するドアパネル110を得ることができる。なお、補強層125の全部が繊維強化樹脂であってもよいし、補強層125の一部が繊維強化樹脂であってもよい。補強層125の一部が繊維強化樹脂である場合には、補強層125の繊維強化樹脂以外の部分は、強化繊維材料を含まない各種の公知の樹脂であってもよい。

[0038] また、補強層125は、炭素繊維強化樹脂（「CFRP」とも称する。）を備えていることが好ましい。炭素繊維強化樹脂は、一般に繊維強化樹脂の中でもより高い降伏応力を有する。このため、補強層125が炭素繊維強化樹脂を備えることにより、鋼板121から荷重により生じる応力が伝達されたときに、補強層125が塑性変形することがより抑止される。この結果、鋼板121に生じる応力がより十分に補強層125に伝達され、鋼板121にデント痕が形成されることが抑止される。つまり、補強層125が炭素繊維強化樹脂を備えることにより、より優れた耐デント性を有するドアパネル110を得ることができる。なお、補強層125の全部が炭素繊維強化樹脂であってもよいし、補強層125の一部が炭素繊維強化樹脂であってもよい。補強層125の一部が炭素繊維強化樹脂である場合には、補強層125の炭素繊維強化樹脂以外の部分は、強化繊維材料である炭素繊維を含まない繊維強化樹脂であってもよいし、強化繊維材料を含まない各種の公知の樹脂であってもよい。

[0039] ここで、補強層 1 2 5 に用いられる F R P について補足する。

[0040] 補強層 1 2 5 に用いられ得る F R P 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樹脂を意味する。

[0041] 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。補強層 1 2 5 に用いられる F R P 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、連続繊維を使用したクロス材、一方向強化繊維基材（U D 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。

[0042] C F R P は、強化繊維材料として炭素繊維を用いた F R P である。炭素繊維としては、例えば、P A N 系またはピッチ系のものが使用できる。C F R P の炭素繊維は弾性率が高いピッチ系炭素繊維であることが好ましい。ピッチ系炭素繊維を含む C F R P を備えた補強層 1 2 5 によれば、より高い反力を得ることができ、張り剛性を向上させることができる。

[0043] G F R P (G l a s s C a r b o n F i b e r R e i n f o r c e d P l a s t i c) は、強化繊維材料としてガラス繊維を用いた F R P である。

[0044] F R P 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 6 6 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。

[0045] 鋼板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。

[0046] 次に、第1接着層122及び第2接着層124（以下、これらをまとめて単に「接着層」ともいう。）について補足する。

[0047] 接着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。

[0048] 接着樹脂組成物は、補強層125が備えるFRPを構成するマトリックス樹脂の特性、補強層125の特性、中間層123の特性、または鋼板121

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。

[0049] このように、上述した接着樹脂層を用いて中間層 1 2 3 を鋼板 1 2 1 に接着させることにより、中間層 1 2 3 と鋼板 1 2 1 との密着性を向上させることができる。そうすると、鋼板 1 2 1 に対し荷重が入力された際の、補強層 1 2 5 の変形追従性を向上させることができる。この場合、鋼板 1 2 1 の変形に対する補強層 1 2 5 の効果をより確実に発揮させることが可能となる。

[0050] 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。

[0051] 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。

[0052] 中間層 1 2 3 の鋼板 1 2 1 への複合化は、種々の方法により実現される。例えば、中間層 1 2 3 となる樹脂と、鋼板 1 2 1 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、中間層 1 2 3 と鋼板 1 2 1 とを複合化させることができる。

[0053] また、中間層 1 2 3 の鋼板 1 2 1 への接着は、部品の成形後に行われ得る。例えば、被加工材である金属材料を所望の形状を有する鋼板 1 2 1 に成形した後に、中間層 1 2 3 を該鋼板 1 2 1 に接着してもよい。

[0054] <鋼板 1 2 1 およびその表面処理>

本開示に係る鋼板 1 2 1 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。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。

[0055] また、鋼板121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。

[0056] また、鋼板121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部材を複合化する前に予め鋼板に施されていてもよいし、FRP部材を複合化した後に鋼板121に施されてもよい。また、予め鋼板121に塗装が施されたのちに中間層123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、水系塗料または粉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、鋼板121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、塗装前に鋼板121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

[0057] 以下では、実施例及び比較例を示しながら、本開示に係るドアパネル11

0について、具体的に説明する。なお、以下に示す実施例は、本開示に係るドアパネル110のあくまでも一例にすぎず、本開示に係るドアパネル110が下記の例に限定されるものではない。

[0058] まず、実施例及び比較例では、図4及び図5に示す形状を有する試験パネル200が用意される。図4は、試験パネル200を上から見た図である。試験パネル200は、一枚の板で構成され、正方形の板である平部202の中央に略正形状の凸部201を有している。当該凸部201の一辺の長さLは、400mmである。また、凸部201の中心203は、後述する試験装置により荷重が加えられ、デント痕が形成される位置である。なお、図4に示す4つの方向は、図2に示す4つの方向に対応している。より具体的には、x方向が図2に示す前方向、y方向が図2に示す上方向に対応している。図5は、図4に示す一点鎖線I-I'に沿った試験パネル200の断面を示す図である。平部202の上面から凸部201の上面までの高さhは、31mmである。

[0059] 実施例では、まず、鋼板をプレス成形する処理（以下、「成形処理」ともいう。）する。その結果、図4及び図5に示す形状の鋼板が成形される。次に、成形された鋼板を170℃で20分間加熱処理する。その後、加熱処理された鋼板の片側面に、中間層と補強層とを接着剤により接着する。このようにして、実施例に係る試験パネル200が作製される。なお、プレス成形により生成される鋼板の相当塑性ひずみ量は、約3%で一定である。

[0060] 本開示が想定している外装パネルは、完成した自動車に取り付けられた外装パネルである。一般に、外装パネルは、自動車に取り付けられた後、焼き付け塗装される。このため、実施例では、鋼板に上述のような加熱処理が施される。また、この加熱処理により鋼板のSS（Stress Strain）カーブが変化する。

[0061] 図6を参照して、鋼板のSSカーブについて説明する。図6には、横軸に公称ひずみ、縦軸に公称応力を示している。図6には、加熱処理前の鋼板に係るSSカーブが、第1カーブC1として実線で示されている。また、公称

ひずみ e_1 を付与後に加熱処理した後の鋼板に係る $S-S$ カーブが、第2カーブ C_2 として破線で示されている。第1カーブ C_1 と第2カーブ C_2 とは、いずれも所定の公称ひずみで応力が極大をもっている。例えば、第1カーブ C_1 では、公称ひずみ e_2 で応力が極大値をとる。なお、このときの極大値を、 TS ($Tensile\ Strength$) という。また、鋼板の塑性変形が開始する応力（第1カーブ C_1 では、公称ひずみが e_0 のときの応力）を、 YP ($Yield\ Point$) という。

[0062] ここで、鋼板は、例えば成形処理により塑性変形しており、このときの鋼板の公称ひずみが e_1 であるとする。このときの鋼板における公称応力から YP を差し引いた値を WH 量という。鋼板に公称ひずみ e_1 を付与後に、加熱処理が施されると、鋼板の $S-S$ カーブは、第1カーブ C_1 から第2カーブ C_2 に変化する。このときの加熱処理による鋼板における降伏応力の変化量を BH 量という。さらに、 YP と WH 量と BH 量との和を到達降伏応力という。この到達降伏応力は、外装パネルの耐デント性に直接的に効く特性である。上述のように、 350 MPa 以上の到達降伏応力を有する鋼板を用いることにより、軽量であり耐デント性に優れた外装パネルを作製することができる。

[0063] 次に、図7を参照して、試験パネル200の耐デント性を測定する方法について説明する。図7は、試験パネル200の耐デント性を測定するための試験装置20を示す図である。試験装置20は、パネル固定部210と荷重部220とデント痕測定機231とを備える。パネル固定部210は、試験パネル200を固定する。荷重部220は、試験パネル200に荷重を加えることが可能である。デント痕測定機231は、試験パネル200に形成されるデント痕の深さを測定することが可能である。

[0064] 試験の際、試験パネル200は、パネル固定部210が備える試験台211の上面に置かれる。このとき、当該試験パネル200の端部が留め具212a及び212bにより試験台211に固定される。このようにして、試験パネル200は、試験台211に固定されている。また、試験パネル200

の凸部の中央には、デント痕測定機 231 に接続された接続線 232 が固定されている。デント痕測定機 231 は、接続線 232 を介して、試験パネル 200 に形成されるデント痕の深さを測定する。

[0065] 荷重部 220 は、2本の支柱 221a 及び 221b を備える。これら2本の支柱 221a 及び 221b は、接続部 222 により接続される。接続部 222 の中央には、圧子棒 224 を上下に稼働可能とする圧子棒保持部 223 が設けられている。圧子棒 224 には、圧子棒保持部 223 の上で支持される被保持部 225 が設けられている。圧子棒 224 がモーター機構等によって下向きに動くことによって、圧子棒 224 の先端に設けられた、鋼製で半径 25 mm の圧子 226 が下に降る。圧子 226 の先端が、試験パネル 200 の凸部の略中央の上面の中心に接触し、当該上面の中心に所定の一定値に制御された荷重がかかることにより、試験パネル 200 にデント痕が形成される。

[0066] ここで、試験パネル 200 にかかる荷重が大きくなるほど、試験パネル 200 に形成されるデント痕が深くなる。本実施形態では、0.1 mm の深さのデント痕が形成されるときに試験パネル 200 にかかる荷重の大きさを用いて、試験パネル 200 の耐デント性を評価する。

[0067] ここでは、耐デント性の優劣を分かりやすくするために、厚さが 0.65 mm であり、J A C 3 4 0 H の規格の鋼板を基準の試験パネル 200 とする。つまり、基準となる試験パネル 200 は、中間層及び補強層を備えておらず、鋼板のみで構成されている。また、後述するように、当該試験パネル 200 は、比較例 1 に係る試験パネル 200 である。当該試験パネル 200 に 0.1 mm のデント痕が形成されるときに、当該試験パネル 200 にかかった荷重の値を基準値として、耐デント性を評価した。より具体的には、試験パネル 200 に 0.1 mm の深さのデント痕が形成されるときに荷重を基準値で割った値を、デント値とする。

[0068] 以下、実施例及び比較例では、1.0 以上のデント値を有する試験パネル 200 を、優れた耐デント性を有する試験パネル 200 として評価する。さ

らに、1.2以上のデント値を有する試験パネルを、より優れた耐デント性を有する試験パネル200として評価する。一方、1.0未満のデント値を有する試験パネル200を、不芳な耐デント性を有する試験パネルとして評価する。さらに、0.8未満のデント値を有する試験パネル200を、より不芳な耐デント性を有する試験パネルとして評価する。

[0069] 以下、実施例と比較例との評価結果を説明する。表1には、実施例と比較例に係る試験パネル200の作製条件と、当該試験パネルのデント値及び重量比とを示す。表1において、実施形態の要件を満たさない値には下線を付している。

[0070] (比較例1)

比較例1では、到達降伏応力が303MPa、厚みが0.65mmの鋼板を試験パネル200として、デント値(「Dent値」とも称する。)を測定した。上述のように当該試験パネル200のデント値を1.0とする。また、以下の実施例及び比較例では、当該試験パネル200の重量を1として、試験パネル200の重量比を計算する。試験パネル200の重量比が1よりも小さい場合に、当該試験パネルの重量が軽量化されていると判定する。なお、重量比は、試験パネル200が備える鋼板の片面の50%の面積の領域に、中間層及び補強層が接着されているものとして計算する。

[0071] (比較例2)

比較例2では、鋼板の厚みを0.40mmに変更し、到達降伏応力が比較例1に係る鋼板の到達降伏応力よりも高い鋼板を適用したこと以外は、試験パネル200の条件は比較例1と同一である。比較例2に係る鋼板の厚みは、比較例1に係る鋼板の厚みに比べて薄くなっている。このため、比較例2に係る試験パネル200は、比較例1に係る試験パネルよりも軽量化されている。また、比較例2のデント値は0.90である。比較例2は、鋼板の到達降伏応力が比較例1に係る鋼板の到達降伏応力より高くなっているものの、鋼板が薄い。このため、比較例2は十分な耐デント性を得ることができなかった。

[0072] このように、鋼板のみで構成された試験パネル 200 では、鋼板の厚みを薄くすると優れた耐デント性が得られない。そこで、本開示では、鋼板に中間層及び補強層を接着することにより、耐デント性に優れた試験パネル 200 を得た。詳細には、実施例を用いて後述する。

[0073] (比較例 3)

比較例 3 では、比較例 2 に係る試験パネル 200 として用いられた鋼板に、補強層として、平均板厚が 0.2 mm、曲げ剛性 $\Delta E I$ が 47 N・mm、ヤング率が 70000 MPa の CFRP (CFRP 1) を張り付けた、試験パネル 200 を作製した。なお、曲げ剛性 $\Delta E I$ の算出には、平均断面幅方向長さとして、試験パネル 200 の中心 203 における補強層を通る、図 4 に示した凸部 201 の補強層における 4 方向の断面に係る幅方向の長さの平均値を用いた。比較例 3 に係る試験パネル 200 には補強層が張り付けられているが、比較例 3 に係る試験パネル 200 のデント値は、0.93 であり十分な高さのデント値ではなかった。

[0074] (実施例 1)

実施例 1 では、図 3 に示した断面構造を有している。つまり、実施例 1 に係る試験パネルは、鋼板と補強層とで、中間層を挟み込んだ構造を有している。なお、鋼板と中間層とは、第 1 接着層により接着されている。また、中間層と補強層とは、第 2 接着層により接着されている。ここで、第 1 接着層と第 2 接着層には、アクリル樹脂が用いられている。また、鋼板の条件は、到達降伏応力が 420 MPa、厚みが 0.50 mm である。また、中間層の条件は、ヤング率 E が 50 MPa、厚みが 1.3 mm、材質がポリウレアである。さらに、補強層の条件は、平均降伏応力が 1000 MPa、平均板厚が 0.2 mm、曲げ剛性 $\Delta E I$ が 47 N・mm、材質が、ヤング率 70000 MPa の CFRP (CFRP 1) である。

[0075] 比較例 3 では、鋼板と補強層とで試験パネルが構成されている。実施例 1 では、鋼板と補強層との間に、中間層が設けられている点が比較例 3 と相違する。実施例 1 では、中間層があるため、鋼板に荷重が負荷されるとき、鋼

板 1 2 1 と補強層 1 2 5 の双方に、応力が効率的に分散される。すなわち、応力集中が緩和される。このため、鋼板にデント痕が残りにくくなる。つまり、試験パネル 2 0 0 の耐デント性が向上する。

[0076] 実施例 1 に係る試験パネルでは、デント値が 1. 4、重量比が 0. 93 であった。このため、実施例 1 に係る試験パネル 2 0 0 は、軽量であり耐デント性に優れた試験パネル 2 0 0 であるといえる。実施例 1 では、到達降伏応力が 4 2 0 M P a の鋼板を用いている。一方で、発明者らは中間層および補強層を適用した場合、鋼板の到達降伏応力は耐デント性に対して 1. 0 乗よりも影響が小さいことがわかっている。したがって、実施例 1 以降の実施例において、到達降伏応力が 3 5 0 M P a 以上の鋼板を用いると、軽量であり耐デント性に優れた試験パネルが実現できる。

[0077] (実施例 2 ～ 6、1 1)

実施例 2 に係る試験パネル 2 0 0 は、実施例 1 と同様に、図 3 に示す断面構造を有している。中間層の条件は、実施例 1 と同一である。実施例 3 は、補強層の厚みが 1. 0 m m、曲げ剛性 $\Delta E I$ が 5 8 3 3 N · m m である点で実施例 1 と相違する。また、実施例 2 は鋼板の厚みが 0. 4 0 m m であり、到達降伏応力が 5 4 0 M P a である点も、実施例 1 と相違する。すなわち、実施例 2 の鋼板は実施例 1 の鋼板より薄く、到達降伏応力が高い。実施例 2 に係る試験パネルの重量比は 0. 8 9 である。すなわち、実施例 2 は、実施例 1 に係る試験パネルの重量比よりも改善されている。

[0078] また、実施例 2 に係る試験パネル 2 0 0 のデント値は 1. 9 であり、実施例 2 に係る試験パネル 2 0 0 は優れた耐デント性を有している。これは、鋼板にかかる応力が中間層を介して補強層に効率的に分散されることと、鋼板の到達降伏応力が 5 4 0 M P a 以上という高い値を有していることから鋼板に塑性変形が生じる応力集中の水準が高くなっていること、とが要因となっていると考えられる。

[0079] 実施例 3 ～ 6 に係る試験パネル 2 0 0 と実施例 2 に係る試験パネル 2 0 0 との相違点は、中間層の厚みである。実施例 3 ～ 6 では、中間層の厚みが 0

、1 mm～1.7 mmの範囲内にある。この中間層の厚みの範囲では、中間層の厚みが薄くなるほど、試験パネル200の耐デント性が向上した。なお、実施例6のデント値は、実施例2～5に係る中間層の厚みとデント値との関係を用いて、外挿することで算出された値である。

[0080] 試験パネル200のデント値が2.1以上であれば、かかる試験パネルは、例えば比較例1に係る試験パネルの耐デント性に対して格段に優れる耐デント性を有しているといえる。そこで、本実施形態では、デント値を最大2.1まで測定している。また、表1の実施例4～6では、デント値として2.1の値が測定又は算出されたため、デント値が2.1以上であるとしている。

[0081] 実施例2～6では、中間層の厚みが薄くなるにつれて、デント値が高くなる傾向がみられた。このため、実施例2～6に係る中間層の厚みの中で、最も薄い厚みである0.1 mmよりも薄い厚みを有する中間層を用いることが考えられる。しかし、0.1 mm未満の中間層を高品質に製造することは困難である。中間層の厚みを0.1 mm以上とすることにより、優れた耐デント性が高い外装パネルを得ることができる。

[0082] 更に、実施例11に係る試験パネル200と実施例5に係る試験パネル200とを比較すると、実施例11は、補強層の厚みが0.6 mm、曲げ剛性 $\Delta E I$ が1260 N・mmである点で実施例5と相違する。

この実施例11では、実施例5と比較して補強層の厚みが小さく、曲げ剛性 $\Delta E I$ が低いものの、デント値は1.3、重量比は0.86である。従って、軽量であり耐デント性に優れた試験パネル200であるといえる。

[0083] (比較例4～6)

比較例4～6では、いずれも中間層の厚みが3.0 mmである。比較例4～6に係る試験パネル200のその他の条件は、表1に記載の通りである。比較例4～6に係る試験パネルは、いずれもデント値が1.0を下回っている。つまり、優れた耐デント性を有する試験パネル200を得ることができなかった。これは、中間層の厚みが、2.0 mmを超えており、厚すぎるこ

とが原因であると考えられる。より具体的には、中間層の厚みが厚すぎるため、鋼板にかかった応力が、中間層内にせん断応力が十分に生じず、十分に補強層に伝達されないことが考えられる。

[0084] (実施例 7)

実施例 7 では、実施例 1 ～ 6 等の他の実施例と異なり、中間層の材質がポリウレタではなく、ポリカーボネートである。中間層の材質がポリカーボネートであっても、軽量であり耐デント性に優れた試験パネル 200 が作製された。

[0085] (実施例 8、9)

実施例 8 及び 9 は、補強層の厚みが、実施例 2 ～ 7 と相違する。実施例 8 及び 9 の補強層の厚みは 0.2 mm であり、実施例 1 の補強層の厚みと同じである。すなわち、実施例 8 及び 9 の補強層の厚みは薄い。補強層の厚みが 0.2 mm であっても、実施例 8 及び 9 に係る試験パネル 200 は、軽量であり優れた耐デント性を有している。

[0086] また、実施例 1、8 及び 9 の補強層の曲げ剛性 $\Delta E I$ は 47 N・mm である。これは全実施例における曲げ剛性 $\Delta E I$ の中で、最も低い値である。実施例 1、8 及び 9 に係る試験パネル 200 のデント値は、1.1 又は 1.4 である。すなわち、これらの実施例に係る試験パネル 200 は、優れた耐デント性を有している。これらの実施例に係る試験パネル 200 のデント値が 1.1 又は 1.4 であることを考慮すると、曲げ剛性 $\Delta E I$ が 47 N・mm よりも少し低い 45 N・mm 以上であれば、優れた耐デント性を有する外装パネルを得られることが推測される。

[0087] (実施例 10)

実施例 10 では、補強層の材質がヤング率 17500 MPa の GFRP である。補強層が GFRP であっても、デント値は 1.2、重量比が 0.70 の試験パネル 200 が得られた。つまり、軽量であり、優れた耐デント性を有する試験パネル 200 を得ることができた。

[0088] 以上のように、鋼板の厚みを 0.30 mm ～ 0.55 mm、到達降伏応力

を350MPa以上、曲げ剛性 $\Delta E I$ を45N・mm以上、中間層の厚みを0.1mm～2.0mmとすることにより、軽量であり耐デント性に優れたドアパネル110を作製することができる。

[0089] また、実施例2～11のように、鋼板の厚みを0.45mm未満、鋼板の到達降伏応力を510MPa以上とすることにより、優れた耐デント性を有し、かつ、より軽量化された外装パネルを提供することができる。

[0090] (実施例12)

実施例12は、補強層としてヤング率8750MPaのCFRP(CFRP2)を用いた例である。この実施例12のように、鋼板の厚みを0.30mm～0.55mm、到達降伏応力を350MPa以上、曲げ剛性 $\Delta E I$ を45N・mm以上、中間層の厚みを0.1mm～2.0mmとし、且つ、補強層の降伏応力を100MPa以上とすることにより、優れた耐デント性を有し、かつ、より軽量化された外装パネルを提供することができる。

[0091] (比較例7)

比較例7では、補強層の平均板厚が0.1mm、曲げ剛性 $\Delta E I$ が5.8N・mmである。従って、比較例7の補強層の曲げ剛性 $\Delta E I$ は、45N・mm未満である。このため、鋼板に荷重がかかり、中間層を介して荷重が補強層に伝達されると、補強層が塑性変形してしまう場合がある。この結果、塑性変形した補強層には、鋼板にかかる荷重が十分に補強層に伝達されない。比較例7に係る試験パネルのデント値は、0.90であり、優れた耐デント性を有する試験パネル200を得ることができなかった。

[0092] (比較例8)

比較例8では、鋼板の到達降伏応力が330MPaである。すなわち、比較例8の鋼板の到達降伏応力は350MPaを下回っている。このため、当該鋼板を備える試験パネルにはデント痕が残りやすい。比較例8の試験パネル200のデント値は、0.70である。比較例8では、優れた耐デント性を有する試験パネル200を得ることができなかった。

[0093]

[表1]

区分	No	鋼板		中間層			補強層				デント値	重量比
		厚み (mm)	到達 降伏応力 (MPa)	厚み (mm)	E (MPa)	材質	平均板厚 (mm)	ΔEI (N・mm)	材質	降伏応力 (MPa)		
実施例	1	0.50	420	1.3	50	ポリウレア	0.2	47	GFRP1	1000	1.4	0.93
	2	0.40	540	1.3	50	ポリウレア	1.0	5833	GFRP1	1000	1.9	0.89
	3	0.40	540	1.7	50	ポリウレア	1.0	5833	GFRP1	1000	1.4	0.93
	4	0.40	540	0.5	50	ポリウレア	1.0	5833	GFRP1	1000	≧2.1	0.81
	5	0.40	540	0.2	50	ポリウレア	1.0	5833	GFRP1	1000	≧2.1	0.78
	6	0.40	540	0.1	50	ポリウレア	1.0	5833	GFRP1	1000	≧2.1	0.77
	7	0.40	540	0.5	2000	ポリカーボネート	1.0	5833	GFRP1	1000	1.8	0.82
	8	0.40	540	0.5	50	ポリウレア	0.2	47	GFRP1	1000	1.1	0.70
	9	0.40	540	2.0	50	ポリウレア	0.2	47	GFRP1	1000	1.1	0.85
	10	0.40	540	0.2	50	ポリウレア	0.4	93.3	GFRP	300	1.2	0.70
	11	0.40	540	0.2	50	ポリウレア	0.6	1260	GFRP1	1000	1.3	0.86
	12	0.40	540	0.2	50	ポリウレア	1.0	729	GFRP2	125	1.1	0.76
比較例	1	0.65	303	－	－	－	－	－	－	－	1.0	1.00
	2	0.40	540	－	－	－	－	－	－	－	0.90	0.62
	3	0.40	540	－	－	－	0.2	47	GFRP1	1000	0.93	0.64
	4	0.40	540	3.0	50	ポリウレア	1.0	5833	GFRP1	1000	0.85	1.06
	5	0.30	540	3.0	50	ポリウレア	1.0	5833	GFRP1	1000	0.92	0.91
	6	0.40	540	3.0	2000	ポリカーボネート	1.0	5833	GFRP1	1000	0.81	1.10
	7	0.40	540	0.2	50	ポリウレア	0.1	5.8	GFRP1	1000	0.83	0.65
	8	0.40	330	1.7	50	ポリウレア	1.0	5833	GFRP1	1000	0.70	0.93

[0094] 以上、表1および添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明した。本開示はかかる例に限定されない。本開示の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、本開示の技術的思想の範疇

内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかである。

これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0095] 例えば、補強部材 120 が鋼板に張り付けられる領域は、図 2 の例に限られない。補強部材 120 が張り付けられる領域の変形例について、図 8 及び図 9 を参照して説明する。図 8 及び図 9 は、ドアパネルに補強部材 120 が張り付けられる領域のバリエーションを示す図である。図 8 に示す例では、ドア 101 のドアパネル 113 の上から略 2/3 までの領域 130 までに補強部材が設けられている。一般的に、自動車のユーザは、ドアパネル 113 の上から略 2/3 の領域 130 をよく触るため、当該領域に補強部材が設けられることにより、有効にドアパネル 113 に凹み痕が生じることが抑止される。また、図 9 に示すように、複数の領域に分割して補強部材が設けられてもよい。図 9 に示す例では、ドア 102 のドアパネル 114 における 8 つの領域 140 (140a ~ 140h) に分割して 8 枚の補強部材が設けられているが、これに限らず、2 ~ 6 つの領域に分割して 2 ~ 6 枚の補強部材が設けられてもよいし、9 つ以上の領域に分割して 9 枚以上の補強部材が設けられてもよい。

[0096] また、上記実施形態では、本開示にかかる技術がドアパネル 110 に適用された。これに限らず、本開示にかかる技術は、ルーフパネル、フェンダーパネル、フードアウターパネル、又はリアゲートアウターパネルなどの各種の外装パネルに適用され得る。また、本開示にかかる技術は、自動車の他、耐デント性が求められる製品にも適用され得る。

産業上の利用可能性

[0097] 本発明によれば、軽量であり、耐デント性の優れた外装パネル、及び当該外装パネルを備える自動車を提供される。

符号の説明

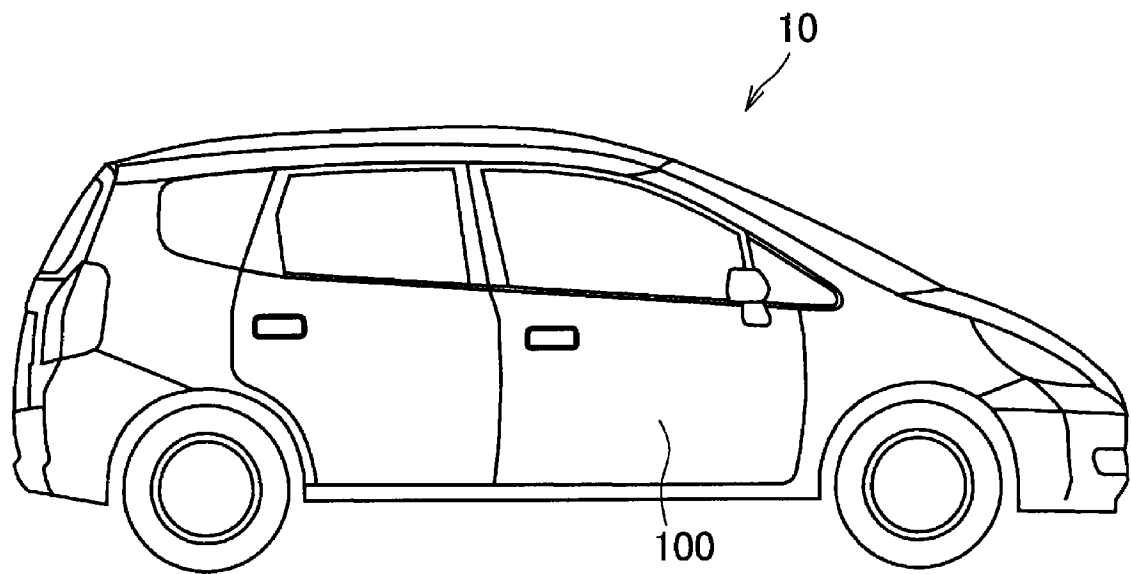
[0098]	10	自動車
	100	ドア
	110	ドアパネル

1 2 1	鋼板
1 2 2	第 1 接着層
1 2 3	中間層
1 2 4	第 2 接着層
1 2 5	補強層
2 0	試験装置
2 0 0	試験パネル

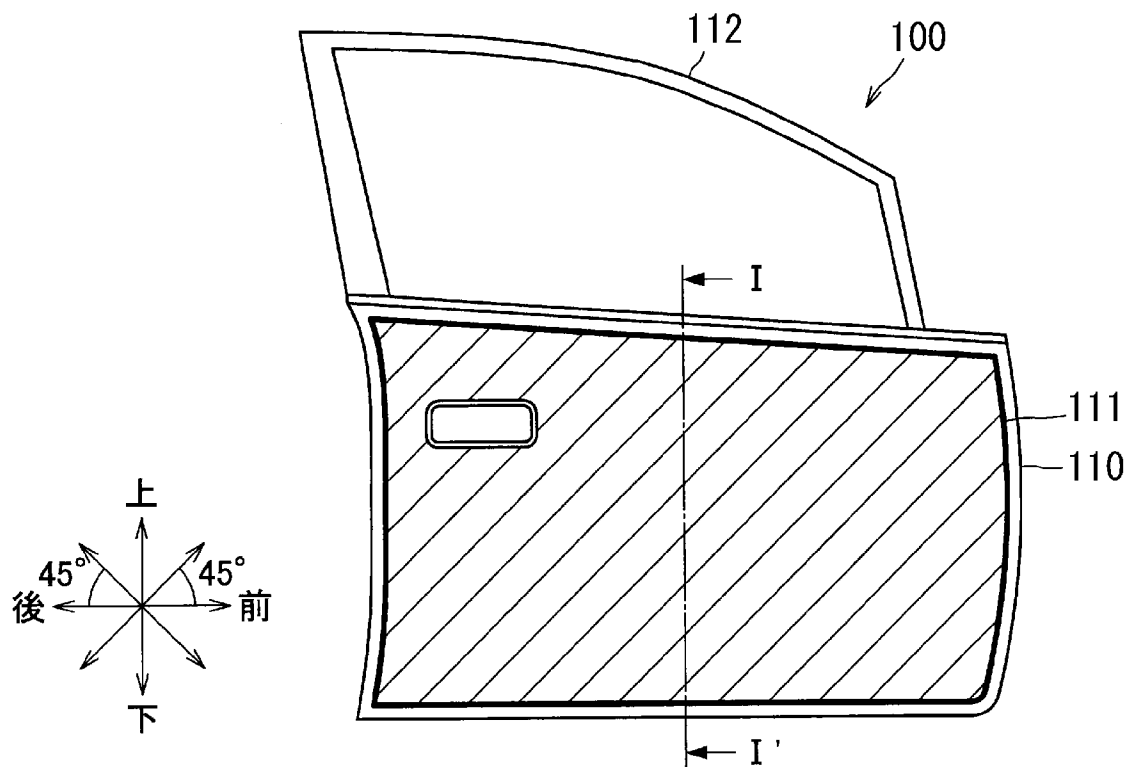
請求の範囲

- [請求項1] 鋼板、第1接着層、中間層、第2接着層、および補強層を含み、
前記鋼板と前記補強層とは、前記中間層を挟み、
前記第1接着層は、前記鋼板と前記中間層とを接着し、
前記第2接着層は、前記中間層と前記補強層とを接着し、
前記鋼板の厚みは、0.30～0.55mmであり、
前記鋼板の到達降伏応力は、350MPa以上であり、
前記補強層の面内方向における平均ヤング率をE、前記補強層の面内方向における平均単位幅当たりの断面二次モーメントをIとしたときに、単位幅当たりの曲げ剛性 ΔEI が45N・mm以上であり、
前記中間層の厚みは、0.1～2.0mmである、
外装パネル。
- [請求項2] 前記鋼板の厚みは、0.30～0.45mmであり、
前記鋼板の前記到達降伏応力は、510MPa以上である、
請求項1に記載の外装パネル。
- [請求項3] 前記補強層は、繊維強化樹脂を備える、請求項1又は2に記載の外装パネル。
- [請求項4] 前記補強層は、炭素繊維強化樹脂を備える、請求項3に記載の外装パネル。
- [請求項5] 前記曲げ剛性 ΔEI が600N・mm以上である、請求項1から4のいずれか一項に記載の外装パネル。
- [請求項6] 前記補強層の降伏応力が100MPa以上である、請求項1から5のいずれか一項に記載の外装パネル。
- [請求項7] 請求項1から6のいずれか一項に記載の外装パネルを備える、自動車。

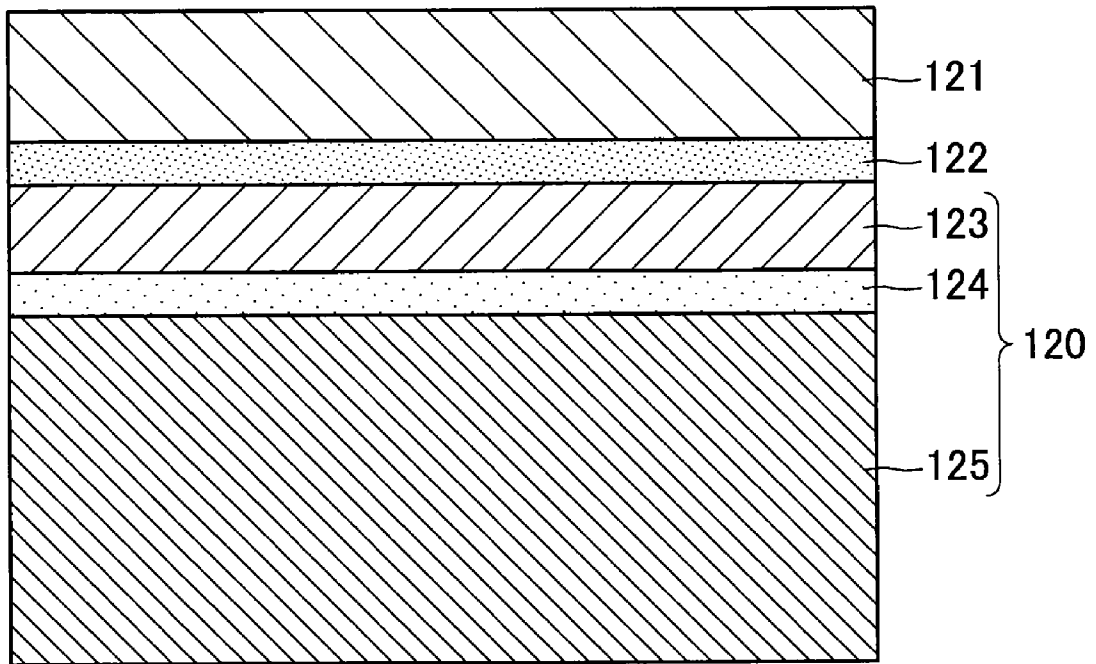
[図1]



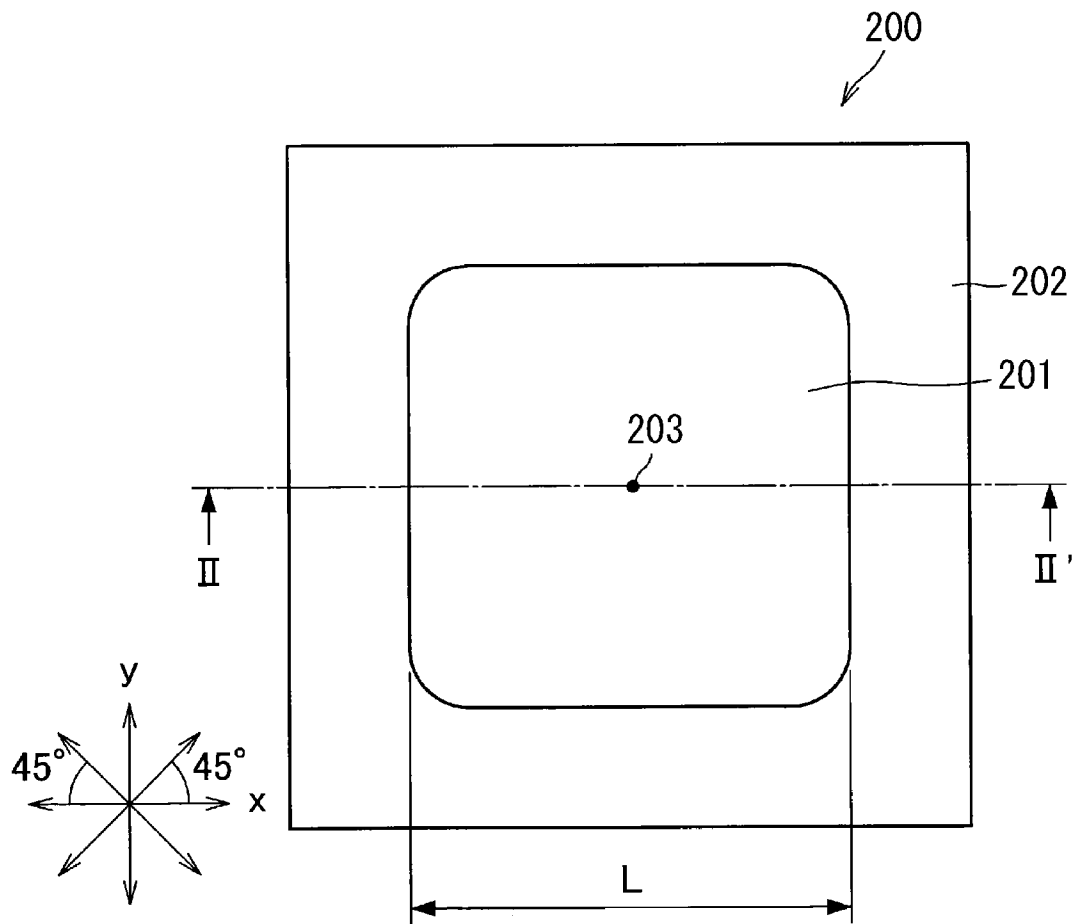
[図2]



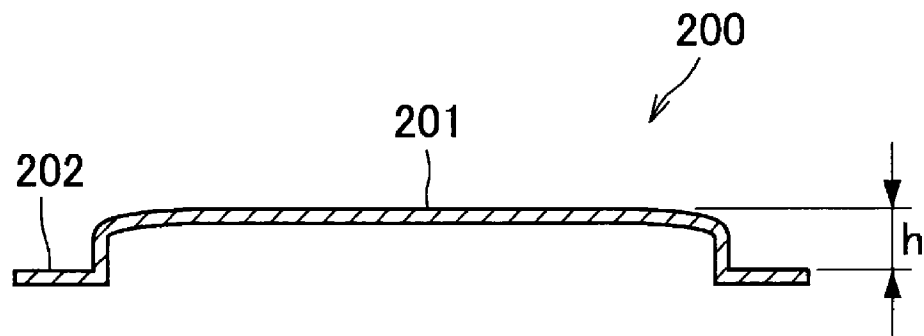
[図3]



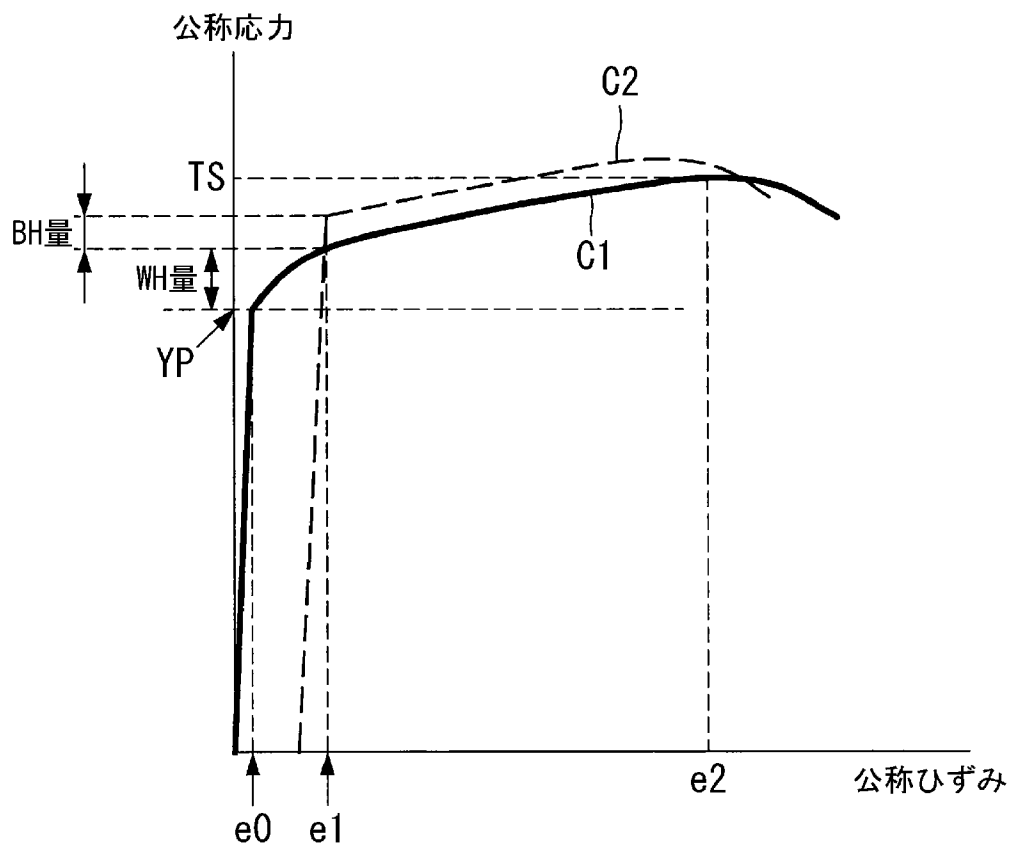
[図4]



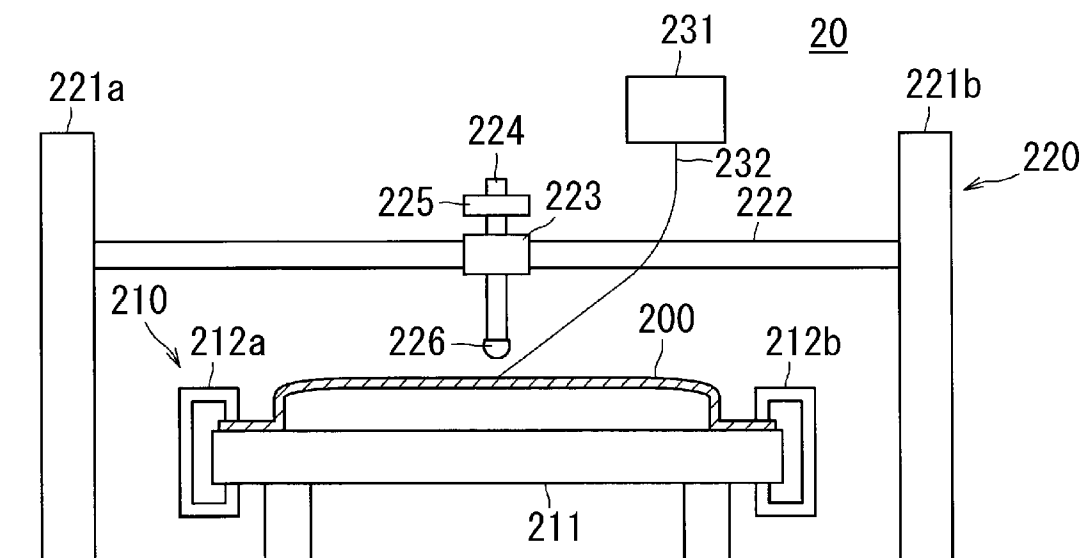
[図5]



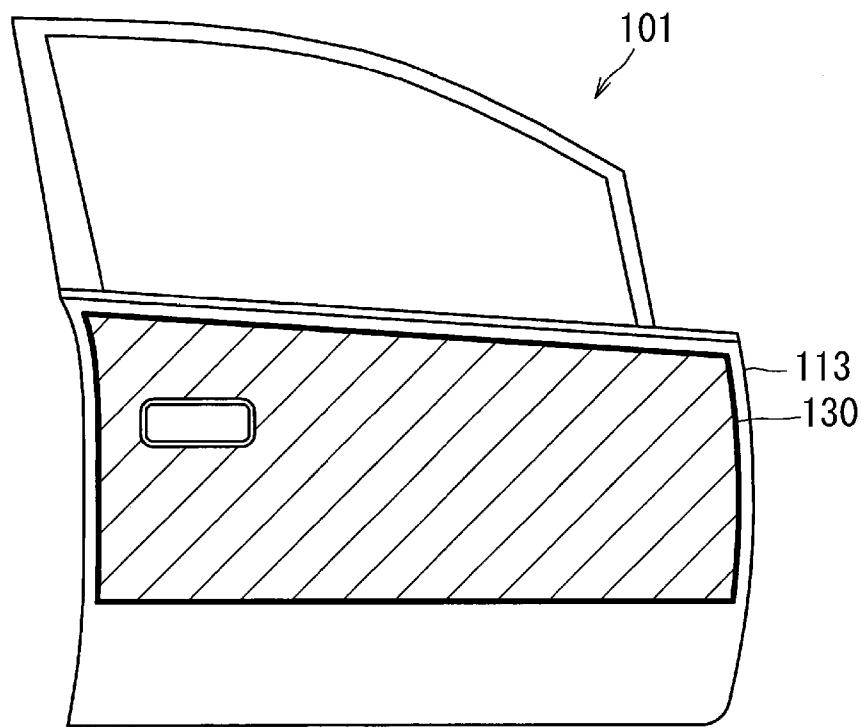
[図6]



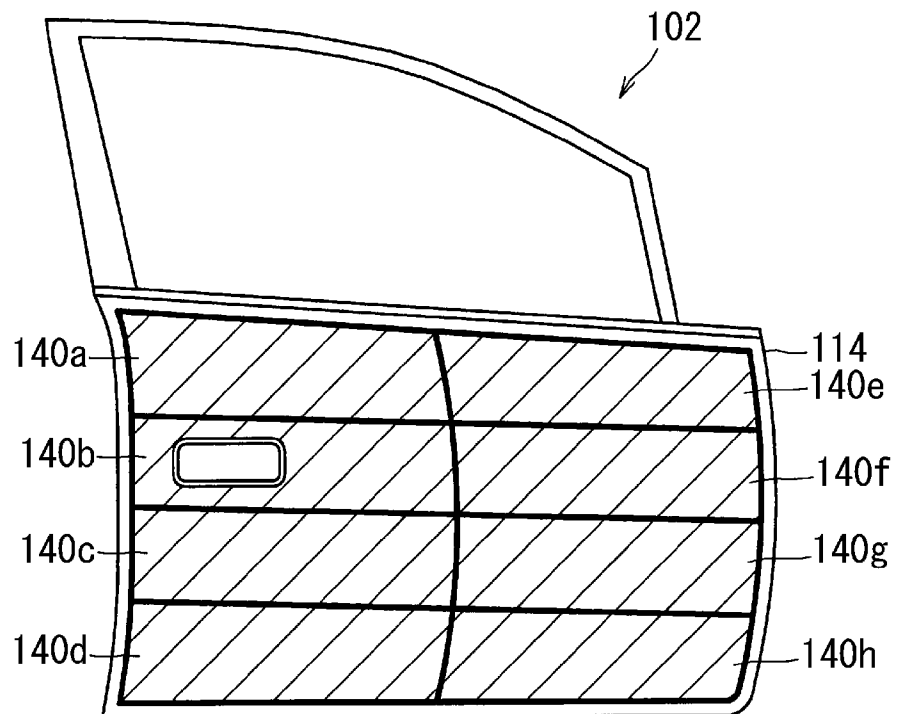
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/000267

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D 29/04 (2006.01) i; B62D 25/02 (2006.01) i; B60J 5/04 (2006.01) i
FI: B62D25/02 B; B62D29/04 A; B60J5/04 R

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)

B62D29/04; B62D25/02; B60J5/04

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
Y A	WO 2018/123560 A1 (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 05.07.2018 (2018-07-05) paragraph [0068], fig. 1-3	1-4, 7 5-6
Y	WO 2013/077083 A1 (HONDA MOTOR CO., LTD.) 30.05.2013 (2013-05-30) paragraphs [0041]-[0042]	1-4, 7
Y	WO 2011/118107 A1 (HONDA MOTOR CO., LTD.) 29.09.2011 (2011-09-29) paragraphs [0069]-[0072]	1-4, 7
Y	JP 2018-16171 A (JFE STEEL CORPORATION) 01.02.2018 (2018-02-01) paragraph [0019], fig. 1	3-4

☐ 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

"I" 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 January 2020 (30.01.2020)

Date of mailing of the international search report
18 February 2020 (18.02.2020)

Name 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/000267

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/123560 A1	05 Jul. 2018	US 2019/0337259 A1 paragraph [0132], fig. 1-3 EP 3564025 A1 CA 304 7222 A1 KR 10-2019-0076055 A CN 110114208 A	
WO 2013/07083 A1	30 May 2013	US 2014/0319877 A1 paragraphs [0057]- [0058] EP 2783949 A1 CN 103906674 A	
WO 2011/118107 A1	29 Sep. 2011	US 2012/0299334 A1 paragraphs [0119]- [0122] EP 2535242 A1 CN 102741110 A	
JP 2018-16171 A	01 Feb. 2018	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B62D 29/04(2006.01)i; B62D 25/02(2006.01)i; B60J 5/04(2006.01)i FI: B62D25/02 B; B62D29/04 A; B60J5/04 R		
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）） B62D29/04; B62D25/02; B60J5/04		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 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 請求項の番号
Y A	WO 2018/123560 A1（新日鐵住金株式会社）05.07.2018（2018-07-05） 段落 [0068]，図1-3	1-4，7 5-6
Y	WO 2013/077083 A1（本田技研工業株式会社）30.05.2013（2013-05-30） 段落 [0041] - [0042]	1-4，7
Y	WO 2011/118107 A1（本田技研工業株式会社）29.09.2011（2011-09-29） 段落 [0069] - [0072]	1-4，7
Y	JP 2018-16171 A（JFEスチール株式会社）01.02.2018（2018-02-01） 段落 [0019]，図1	3-4
☐ 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、一般的な技術水準を示すもの “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 “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） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 30.01.2020		国際調査報告の発送日 18.02.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 森本 哲也 3D 4029 電話番号 03-3581-1101 内線 3341

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/000267

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2018/123560	A1	05.07.2018	US 2019/0337259 A1 段落 [0 1 3 2] , 図 1 - 3 EP 3564025 A1 CA 3047222 A1 KR 10-2019-0076055 A CN 110114208 A	
WO	2013/077083	A1	30.05.2013	US 2014/0319877 A1 段落 [0 0 5 7] - [0 0 5 8] EP 2783949 A1 CN 103906674 A	
WO	2011/118107	A1	29.09.2011	US 2012/0299334 A1 段落 [0 1 1 9] - [0 1 2 2] EP 2535242 A1 CN 102741110 A	
JP	2018-16171	A	01.02.2018	(ファミリーなし)	