

(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5月9日(09.05.2019)



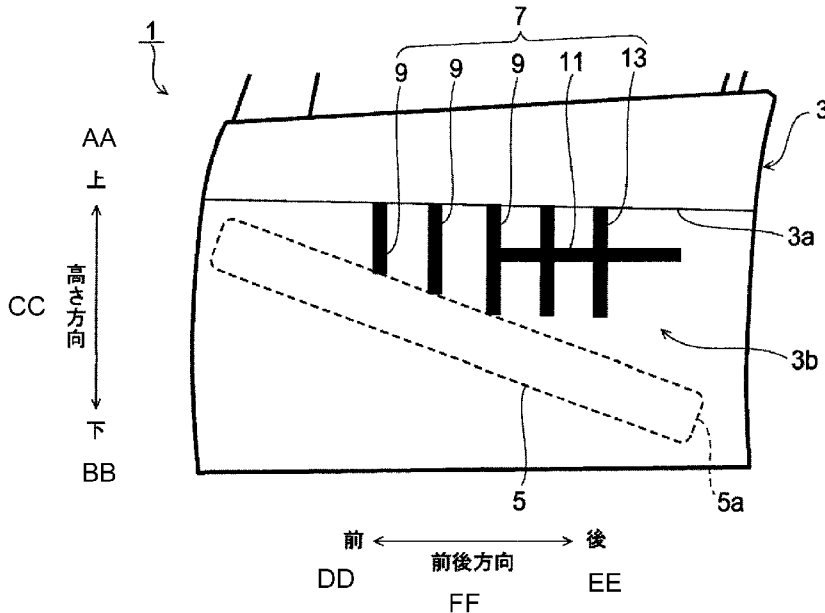
(10) 国際公開番号
WO 2019/087582 A1

- (51) 国際特許分類:
B60J 5/00 (2006.01) B32B 15/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/033969
- (22) 国際出願日: 2018年9月13日(13.09.2018)
- (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 2017-211521 2017年11月1日(01.11.2017) JP
特願 2018-041803 2018年3月8日(08.03.2018) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中川 功一 (NAKAGAWA, Koichi); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 齊藤 孝信(SAITO, Takanobu); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 樋貝 和彦(HIGAI, Kazuhiko); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 玉井 良清(TAMAI, Yoshikiyo); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が

(54) Title: STIFFENING STRUCTURE AND STIFFENING METHOD FOR AUTOMOTIVE DOOR PANEL COMPONENT

(54) 発明の名称: 自動車ドアパネル部品の補剛構造および補剛方法

[図1]



AA Up
BB Down
CC Height direction
DD Front
EE Rear
FF Front-rear direction

(57) Abstract: The stiffening structure for an automobile door panel component according to the present invention comprises a door outer panel 3 formed from a metal sheet, curving along the height direction, and having a character line 3a formed thereon and an impact beam 5 disposed on the inner face-side of the door outer panel 3, and improves the tension stiffness of the door outer panel 3 by adhesively disposing a resin stiffening member 7 on the inner face of the door outer panel 3. The stiffening member 7 has a plurality of vertical rib parts 9 extending in bands from the impact beam 5 to



WO 2019/087582 A1

関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビル
ディング 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, 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.
- (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))

the character line 3a along the curvature of the door outer panel 3. The plurality of vertical rib parts 9 are arranged at predefined intervals along the front-rear direction of the door outer panel 3, and the outer face of each of the vertical rib parts 9 is joined to the inner face of the door outer panel 3.

(57) 要約 : 本発明に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造は、高さ方向に沿って湾曲し、キャラクタライン 3 a が形成された金属板製のドアアウトパネル 3 と、ドアアウトパネル 3 の内面側に配設されたインパクトビーム 5 とを備え、ドアアウトパネル 3 の内面に樹脂製の補剛部材 7 を貼付することによりドアアウトパネル 3 の張り剛性を向上させるものであって、補剛部材 7 は、ドアアウトパネル 3 の前記湾曲に沿ってインパクトビーム 5 からキャラクタライン 3 a まで筋状に延在する複数の縦骨部 9 を有し、該複数の縦骨部 9 は、ドアアウトパネル 3 の前後方向において所定の間隔で配置され、各縦骨部 9 の外面がドアアウトパネル 3 の内面に接合されている。

明 細 書

発明の名称：自動車ドアパネル部品の補剛構造および補剛方法

技術分野

[0001] 本発明は、自動車の (automotive) 金属板 (metal sheet) 製ドアパネル (door panel) 部品 (part) の張り剛性 (tensile rigidity) を向上させる自動車ドアパネル部品の補剛 (stiffening) 構造および補剛方法に関する。

背景技術

[0002] 自動車のドア、ルーフ (roof)、フード (hood) 等の自動車外板 (outer panel) 部品の重要な機能の一つに張り剛性を担保することがある。自動車外板部品の張り剛性を向上させるため、例えば、特許文献1には、ドアやフェンダー (fender) 等の金属板の内側にFRP (Fiber-Reinforced Plastics; 繊維強化プラスチック) 板を感光性接着剤 (photosensitive adhesive) により接着 (adhere) する技術が開示されている。また、特許文献2には、ドアやルーフのような金属板表面にCFRP (Carbon Fiber-Reinforced Plastics; 炭素繊維強化プラスチック) を接着する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開昭56-128273号公報
特許文献2：特表2012-515667号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に開示されている技術は、ドアやフェンダーなどの自動車の側面 (side) に配置される部品を対象とするため、物の角が自動車側面にあたって局部が凹むデント性 (dent resistance) のような集中荷重 (concentrated load) に対しては荷重が集中する箇所を必須としてFRPを接着することで効果を奏する。しかし、ワックス掛け (waxing) のような手のひら全体を外板に押し付ける張り剛性のような広い面積が反転するような分布荷重 (dis

tributed load) について、特許文献 1 に開示されている技術によれば、荷重が加わる箇所にFRPを接着することを必須とする。このため、金属板の内側全面に渡ってFRPを接着することになり、広い面積全体に金属板に比べて数倍から数十倍のコストが掛かるFRPを接着する必要があるため、著しいコスト上昇が避けられないといった問題があった。

[0005] また、特許文献 2 に開示されている技術は、自動車の外観を重視する必要があるため、人目に触れる表側の部品の全面にCFRPを接着しなくてはならず、非常に高コストとなる。そこで、コスト低減のためCFRP層を極薄くする方法も考えられるが、本発明に適用した場合、目的とするドアパネル部品の張り剛性の向上を見込めないという課題があった。

[0006] このように、自動車パネル部品にFRPやCFRPを接着する技術は数多く開示されているものの、分布荷重が作用された時の張り剛性を向上させるとともに、軽量化 (weight reduction of automotive body) を達成する技術はこれまでに提案されていなかった。

[0007] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、自動車のドアパネル部品の張り剛性を向上させつつ、該ドアパネル部品を軽量化することができる自動車ドアパネル部品の補剛構造および補剛方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の第 1 の態様に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造は、高さ方向に沿って湾曲し、キャラクタライン (character line) が形成された金属板製ドアパネル部品と、該ドアパネル部品の内面側に配設されたインパクトビーム (impact beam) とを備え、前記ドアパネル部品の内面に樹脂製の補剛部材を貼付することにより前記ドアパネル部品の張り剛性を向上させるものであって、前記補剛部材は、前記ドアパネル部品の前記湾曲に沿って前記インパクトビームから前記キャラクタラインまで筋状に延在する複数の縦骨部 (vertical bone portion) を有し、該複数の縦骨部は、前記ドアパネル部品の前後方向において所定の間隔で配置され、前記ドアパネル部品の内面に

接合されている。

- [0009] 本発明の第2の態様に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造は、高さ方向に沿って湾曲し、キャラクタラインが形成されたドアパネル部品と、該ドアパネル部品の内面側に配設されたインパクトビームとを備え、前記ドアパネル部品の内面に樹脂 (resin) 製の補剛部材を貼付することにより前記ドアパネル部品の張り剛性を向上させるものであって、前記ドアパネル部品は、ドアアウトパネル (door outer panel) とドアインナパネル (door inner panel) とからなり、該ドアアウトパネルとドアインナパネルの材質は、金属と金属、樹脂と樹脂、金属と樹脂、又は、樹脂と金属のいずれかの組み合わせからなり、前記補剛部材は、前記ドアパネル部品の前記湾曲 (curve) に沿って前記インパクトビームから前記キャラクタラインまで筋状に延在する複数の縦骨部を有し、該複数の縦骨部は、前記ドアパネル部品の前後方向において所定の間隔で配置され、前記ドアパネル部品の内面に接合されている。
- [0010] 本発明に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造は、上記発明において、前記補剛部材は、前記縦骨部と交差する方向に延在する横骨部 (horizontal bone portion) をさらに有する。
- [0011] 本発明に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造は、上記発明において、前記補剛部材は、弾性率 (modulus of elasticity) が10GPa以上の繊維強化樹脂 (fiber-reinforced resin) である。
- [0012] 本発明の第1の態様に係る自動車ドアパネル部品の補剛方法は、高さ方向に湾曲し、内面側にインパクトビームが配設された金属板製ドアパネル部品の前記内面に樹脂製の補剛部材を貼付することにより張り剛性を向上させるものであって、前記ドアパネル部品を平面要素 (two-dimensional element) 及び/又は立体要素 (three-dimensional element) でモデル化 (modeling) したドアパネル部品モデルを取得し、該ドアパネル部品モデルに最適化解析の対象とする補剛部材モデルを結合し、該補剛部材モデルの最適な形状を求める最適化解析を行う最適形状補剛部材取得ステップと、該最適な形状の補剛部材モデルに基づいて、前記ドアパネル部品の内面に接合する (bond)

補剛部材を作製する補剛部材作製ステップと、該作製した補剛部材を前記ドアパネル部品の内面に接合する補剛部材接合ステップと、を含み、前記補剛部材作製ステップで作製する補剛部材は、前記ドアパネル部品の高さ方向の湾曲に沿って前記インパクトビームから前記金属板製ドアパネル部品に形成されたキャラクタラインまで筋状に延在し、前記ドアパネル部品の前後方向において所定の間隔で配置される複数の縦骨部を有する。

[0013] 本発明の第2の態様に係る自動車ドアパネル部品の補剛方法は、高さ方向に湾曲し、内面側にインパクトビームが配設されたドアパネル部品の前記内面に樹脂製の補剛部材を貼付することにより張り剛性を向上させるものであって、前記ドアパネル部品は、ドアアウトパネルとドアインナパネルとからなり、該ドアアウトパネルとドアインナパネルの材質は、金属と金属、樹脂と樹脂、金属と樹脂、又は、樹脂と金属のいずれかの組み合わせからなり、前記ドアパネル部品を平面要素及び／又は立体要素でモデル化したドアパネル部品モデルを取得し、該ドアパネル部品モデルに最適化解析の対象とする補剛部材モデルを結合し、該補剛部材モデルの最適な形状を求める最適化解析を行う最適形状補剛部材取得ステップと、該最適な形状の補剛部材モデルに基づいて、前記ドアパネル部品の内面に接合する補剛部材を作製する補剛部材作製ステップと、該作製した補剛部材を前記ドアパネル部品の内面に接合する補剛部材接合ステップと、を含み、前記補剛部材作製ステップで作製する補剛部材は、前記ドアパネル部品の高さ方向の湾曲に沿って前記インパクトビームから前記ドアパネル部品に形成されたキャラクタラインまで筋状に延在し、前記ドアパネル部品の前後方向において所定の間隔で配置される複数の縦骨部を有する。

[0014] 本発明に係る自動車ドアパネル部品の補剛方法は、上記発明において、前記補剛部材作製ステップで作製する補剛部材は、前記縦骨部と交差する方向に延在する横骨部をさらに有する。

発明の効果

[0015] 本発明においては、高さ方向に沿って湾曲し、キャラクタラインが形成さ

れた金属板製ドアパネル部品と、ドアパネル部品の内面側に配設されたインパクトビームとを備え、ドアパネル部品の内面に樹脂製の補剛部材を貼付することによりドアパネル部品の張り剛性を向上させるものであって、補剛部材は、ドアパネル部品の湾曲に沿ってインパクトビームからキャラクタラインまで筋状に延在する複数の縦骨部を有し、複数の縦骨部は、ドアパネル部品の前後方向において所定の間隔で配置され、各縦骨部の外面がドアパネル部品の内面に接合されていることにより、ドアパネル部品に分布荷重を負荷したときの変形量が低減し、ドアパネル部品の張り剛性を向上させることができる。さらに、本発明によれば、張り剛性の向上とドアパネル部品の軽量化との双方を達成することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、本発明の実施の形態に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造を説明する図である。

[図2]図2は、本実施の形態に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造および補剛方法において、補剛部材の最適な形状を求めるトポロジー最適化解析 (topology optimization analysis) の処理の流れを示す図である。

[図3]図3は、本実施の形態に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造および補剛方法において、トポロジー最適化解析で設定する設計空間および生成した補剛部材モデルを説明する図である。

[図4]図4は、本実施の形態に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造および補剛方法において、補剛部材のトポロジー最適化解析における荷重・拘束条件 (load and constraint condition) の一例を示す図である。

[図5]図5は、本実施の形態に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造および補剛方法において、トポロジー最適化解析により求めた最適な形状の補剛部材モデルの一例を示す解析結果を表す図である。

[図6]図6は、本実施の形態に係る自動車ドアパネル部品の補剛方法の処理の流れを示す図である。

[図7]図7は、実施例1において、張り剛性の評価方法および評価点を説明す

る図である。

[図8]図8は、実施例1において、比較対象とした比較例1に係る張り剛性評価モデルを説明する図である。

[図9]図9は、実施例1において、比較対象とした比較例2に係る張り剛性評価モデルを説明する図である。

[図10]図10は、実施例2において、補剛部材のトポロジー最適化解析における荷重・拘束条件を示す図である。

[図11]図11は、実施例2において、トポロジー最適化解析により求めた最適な形状の補剛部材モデルを示す図である。

[図12]図12は、実施例2において、張り剛性の評価方法および評価点を説明する図である。

[図13]図13は、本実施の形態に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造における補剛部材の他の態様を示す図である（その1）。

[図14]図14は、本実施の形態に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造における補剛部材の他の態様を示す図である（その2）。

[図15]図15は、実施例3において、トポロジー最適化解析により求めた最適な形状の補剛部材モデルを示す図である（アルミニウム板製のドアアウトパネル、板厚0.8mm）。

[図16]図16は、実施例3において、トポロジー最適化解析により求めた最適な形状の補剛部材モデルを示す図である（アルミニウム板製のドアアウトパネル、板厚0.6mm）。

発明を実施するための形態

[0017] <自動車ドアパネル部品の補剛構造>

本発明の実施の形態の一例に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造1は、図1に示すように、高さ方向に沿って湾曲し、前後方向に延在するキャラクタライン3aが形成されたドアアウトパネル3と、ドアアウトパネル3の内面側に配設されたインパクトビーム5とを備え、複数の縦骨部9と、縦骨部9に交差する横骨部11とを有する樹脂製の補剛部材7がドアアウトパネル

3の内面に貼付されたものである。ここで、図1は、ドアアウトパネル3を自動車の幅方向の室外側から側面視したものであり、室内側に配設されているインパクトビーム5は破線で図示した（以下、図3～図5、図7～図9においても同様）。また、樹脂製の補剛部材7も室内側に配設される。

[0018] 縦骨部9は、ドアアウトパネル3の前記高さ方向の湾曲に沿ってインパクトビーム5からキャラクタライン3aまで筋状に延在している。複数の縦骨部9は、ドアアウトパネル3の前後方向において所定の間隔で配置され、各縦骨部9の外面がドアアウトパネル3の内面に接合されている。そして、横骨部11は、縦骨部9と交差する方向に延在するように設けられたものであり、パネル面部3bの高さ方向中央部付近に設けられている。

[0019] 本実施の形態に係る補剛構造1は、トポロジー最適化解析（例えば、特開2013-25533号参照）を行い、その解析結果に基づいて得られたものである。そして、トポロジー最適化解析は、図2に示すステップS1からステップS9を実行することにより行った。そこで、図2に示す各ステップにおける処理について以下に説明する。なお、ステップS1からステップS9は、例えば、コンピュータ上で実行することができる。

[0020] ≪ドアパネル部品モデル取得ステップ≫

ドアパネル部品モデル取得ステップS1は、平面要素及び／又は立体要素を用いて前記ドアパネル部品であるドアアウトパネル3をモデル化したドアアウトパネルモデル23（図3）を取得するステップである。ここで、ドアアウトパネルモデル23は、高さ方向に沿って湾曲し、前後方向に延在するキャラクタライン23aが形成されており、内面側にはインパクトビーム5を平面要素及び／又は立体要素を用いてモデル化したインパクトビームモデル25が配設されている。また、ドアアウトパネルモデル23の内面とは、ドアアウトパネル3を車体に取り付けたときに該車体の室内側となる面のことをいう。

[0021] なお、ドアアウトパネルモデル23の高さ方向に沿った湾曲は、一定の曲率（curvature）で湾曲している形状に限らず、図3（b）に示すように、複

数の湾曲や平面が組み合わされた内面形状であってもよく、また、該内面形状は、内面側に凹状となる湾曲や凸状の湾曲を有するものであってもよい。

[0022] ≪補剛部材モデル生成ステップ≫

補剛部材モデル生成ステップS 3は、立体要素からなりドアアウトパネルモデル23の内面に結合する補剛部材モデル27（図3）を生成するステップである。

[0023] ここで、補剛部材モデル27は、図3に示すように、ドアアウトパネルモデル23の内面に設計空間29を生成し、設計空間29を立体要素で要素分割することにより生成することができる。

[0024] そして、補剛部材モデル生成ステップS 3において生成する補剛部材モデル27は、後述する最適化解析モデル生成ステップS 7におけるトポロジー最適化解析の対象となるものである。トポロジー最適化解析の過程において、補剛に不要な部位に位置する立体要素は消去され、補剛に必要となる部位に位置する立体要素が残存する。

[0025] なお、図3に示す設計空間29は、ドアアウトパネルモデル23とインパクトビームモデル25との間の隙間をも埋めるようにドアアウトパネルモデル23の内面形状に沿って生成した。

[0026] ≪材料特性設定ステップ≫

材料特性設定ステップS 5は、補剛部材モデル生成ステップS 3において生成した補剛部材モデル27の材料特性を設定するステップである。

[0027] 本実施の形態では、樹脂製の補剛部材7により金属板製ドアアウトパネル3を補剛することを対象とし、材料特性（material property）設定ステップS 5において補剛部材モデル27に設定する材料特性としては、樹脂の弾性率、ポアソン比（Poisson's ratio）及び密度（density）などが挙げられる。表1に、本実施の形態において材料特性として設定した弾性率、ポアソン比および密度の値を示す。

[0028]

[表1]

弾性率 (GPa)	ポアソン比 (-)	密度 (g/cm ³)
30	0.4	1.45

[0029] 表1に示す材料特性は、補剛部材7に用いる樹脂が等方性材料 (isotropic material) である場合の一例として補剛部材モデル27に設定するものである。補剛部材7が、例えば面内異方性 (in-plane anisotropy) の材料特性を有するFRP (Fiber Reinforced Plastics; 繊維強化樹脂) の場合には、補剛部材モデル27の材料特性の面内異方性を与える主軸角度 (angle of principal axis) を与え、該主軸角度に対応する前記材料特性の値を設定することで、補剛部材モデル27の材料特性の面内異方性を設定することができる。さらに、補剛部材7を複数の層が積層してなる樹脂製とする場合においては、複数の層が積層する補剛部材モデル27を生成し、該複数の層ごとに主軸角度を設定することも可能である。

[0030] 《最適化解析モデル生成ステップ》

最適化解析モデル生成ステップS7は、補剛部材モデル生成ステップS3において生成した補剛部材モデル27をドアアウトパネルモデル23に結合して最適化解析モデル21 (図3参照) を生成するものである。

[0031] ドアアウトパネルモデル23と補剛部材モデル27との結合は、例えば、ドアアウトパネルモデル23が平面要素でモデル化されている場合、補剛部材モデル27の立体要素のノード (節点) (node) とドアアウトパネルモデル23の平面要素のノードとを共有することにより行うことができる。

[0032] さらに、前述のとおり、本発明では、最適化解析モデル生成ステップS7においては、インパクトビームモデル25と補剛部材モデル27については剛体要素で結合するとよい。

[0033] 《最適化解析ステップ》

最適化解析ステップS9は、最適化解析モデル生成ステップS7において生成した最適化解析モデル21に解析条件を与え、補剛部材モデル27を最

適化の解析処理を行う対象としてトポロジー最適化解析を行い、補剛部材モデル 27 の最適な形状を求めるステップである。

- [0034] 最適化解析モデル 21 に与える解析条件としては、最適化解析モデル 21 に荷重を付加する位置および変位を拘束する位置を与える荷重・拘束条件と、最適化解析の目的に応じて設定する目的関数 (objective function) および制約条件 (constraint condition) がある。
- [0035] 本実施の形態におけるトポロジー最適化解析の例では、図 4 に示す荷重・拘束条件を与えると同時に、目的関数を体積最小、制約条件を荷重点での変位 1.5mm 以下 (剛性値 80N/mm 以上) とした。
- [0036] 荷重・拘束条件は、図 4 に示すように、ドアアウトパネルモデル 23 の高さ方向および前後方向それぞれに 50mm 間隔で格子状に配置した各荷重点において、個別に $\phi 45\text{mm}$ の領域によりドアアウトパネルモデル 23 のパネル面部 23b の法線方向 (normal direction) に 120N の分布荷重を個別に与え、実線の Δ 印の位置においてはドアアウトパネルモデル 23 の外面側を、破線の Δ 印の位置においてはドアアウトパネルモデル 23 の内面側を拘束した。
- [0037] そして、前記格子状に配置した個別の荷重点のうちの一つに荷重を入力した場合の構造解析 (structural analysis) を行い、当該構造解析を全ての荷重点に対して個別に行って、各荷重点に荷重を入力した構造解析を総合した後、補剛部材モデル 27 の体積最小化を行い、補剛部材モデル 27 の最適な形状である最適形状補剛部材モデル 31 を求めた。ここで、各荷重点についての構造解析を総合する際の重みは均等とした。
- [0038] また、最適化解析ステップ S9 においてトポロジー最適化解析に密度法 (density method) を適用する場合、要素 (element) のペナルティ係数 (penalty coefficient) を 2 以上に設定して離散化 (discretization) を行うようにすることが好ましい。もっとも、最適化解析ステップ S9 においては、トポロジー最適化解析により最適化解析を行うものに限らず、他の最適化解析方法により最適化の解析処理を適用することができる。また、最適化の解析処理を行うものとしては、例えば、市販されている有限要素 (finite ele

ment) を用いた解析ソフトを使用することができる。

[0039] 図5に、上記のステップS1からステップS9によりトポロジー最適化解析を実行し、補剛部材モデル27の最適な形状として求められた最適形状補剛部材モデル31を示す。最適形状補剛部材モデル31は、高さ方向に延在する縦骨部33と、縦骨部33に交差する方向に延在する横骨部35を有する魚の骨状 (fish bone) となった。

[0040] そして、縦骨部33は、一端がインパクトビームモデル25に位置し、他端がキャラクタライン23aに位置するように高さ方向に筋状に延在し、複数の縦骨部33が前後方向において所定の間隔で配置されている。そして、隣り合う縦骨部33同士の所定の間隔は、圧子 (indenter) により荷重を入力する荷重点の間隔とほぼ一致している。

[0041] 一方、横骨部35は、ドアアウトパネルモデル23の高さ方向の中央部付近において、縦骨部33に交差するように前後方向に延在している。さらに、インパクトビームモデル25が配置されている部位にもマスチックシーラ (mastic sealer) 状に残存した樹脂 (図5中、点線○印で囲んだ部位) が見られた。

[0042] 最適形状補剛部材モデル31がこのような形状となったのは、トポロジー最適化解析の過程において、変位 (displacement) が小さい部位には立体要素は残存せず、変位が大きい部位を支持するように立体要素が残存したためであると考えられる。

[0043] 特に、インパクトビームモデル25の後端25aが高さ方向中央部よりも下方に位置してインパクトビームモデル25が斜めに配置されている該中央部においてはインパクトビームモデル25により支持されていない範囲が広くて張り剛性が低いため、当該範囲を支持するように横骨部35が残存する結果になったと考えられる。

[0044] また、図5に示す最適形状補剛部材モデル31は、トポロジー最適化解析において荷重を入力する荷重点の配置を格子状とした場合 (図4参照) の解析結果であったが、荷重の配置を変更 (例えば、図10に例を示す最密充填

状 (close-packed) に配置) して同様のトポロジー最適化解析を行った場合に得られた最適形状補剛部材モデルにおいても、インパクトビームモデルからキャラクタラインまで高さ方向に筋状に延在し、前後方向に所定の間隔で配設された複数の縦骨部が見られた。

[0045] 本実施の形態に係る補剛構造 1 における縦骨部 9 および横骨部 1 1 の配置および形状は、上記のトポロジー最適化解析を行って求められた最適形状補剛部材モデル 3 1 の形状に基づいて決定することができる。

[0046] まず、縦骨部 9 の配置に関して、前述のとおり、最適形状補剛部材モデル 3 1 における縦骨部 3 3 の前後方向における所定の間隔が、荷重点の間隔に対応していることから、前後方向における所定の間隔は、ドアパネル設計時に設定した張り剛性の評価において荷重点の配置に合わせて設定することができる。このように、縦骨部 9 の間隔を圧子による荷重点の間隔と一致させることで、各荷重点に入力した荷重を縦骨部 9 を介してインパクトビーム 5 又はキャラクタライン 3 a へと効率的に伝達させることができる。

[0047] 次に、縦骨部 9 の形状に関して、本実施の形態では最適形状補剛部材モデル 3 1 において幅 6.5mm、厚さ 10mm の縦骨部 3 3 が見られることから、縦骨部 9 の幅および厚さを、それぞれ 6.5mm および 10mm に設定することができる。

[0048] さらに、横骨部 1 1 の配置に関しては、図 1 に示すようにインパクトビーム 5 が斜めに配置されている場合、最適形状補剛部材モデル 3 1 の高さ方向中央部付近においては縦骨部 3 3 に交差する方向に延在する横骨部 3 5 が残存していることから、ドアアウトパネル 3 の高さ方向中央部において縦骨部 9 と交差する方向に延在する横骨部 1 1 を設ければよい。

[0049] そして、横骨部 1 1 の形状に関しては、縦骨部 9 と同様、本実施の形態では最適形状補剛部材モデル 3 1 における横骨部 3 5 の幅および厚さがそれぞれ 6.5mm および 10mm であることから、補剛構造 1 においては、横骨部 1 1 の幅および厚さについても、それぞれ 6.5mm および 10mm に設定することができる。

[0050] 本実施の形態に係る補剛構造 1 により、張り剛性が向上する理由は以下のとおりである。補剛構造 1 は、ドアアウトパネル 3 に分布荷重が作用したと

きの変形量を小さくするのに最適な形状である最適形状補剛部材モデル31に基づいて補剛部材7が規定されているため(図1)、分布荷重がパネル面部3bに入力したとき、該荷重をインパクトビーム5やキャラクタライン3aへと伝達させるように縦骨部9がドアアウトパネル3の内面に貼付されている。これにより、荷重点における変形量が低下し、張り剛性が向上することになる。

[0051] なお、上記の説明は、トポロジー最適化解析において補剛部材モデル27の弾性率として30GPaの値を設定して得られた最適形状補剛部材モデル31に基づいたものであるが、本発明に係る補剛部材7の弾性率は10GPa以上とすればよい。弾性率が10GPa未満では補剛部材7の幅や厚みが増し、部材の重量が増加するため、軽量化が困難である。補剛部材7の弾性率を10GPa以上とすることで軽量化ができることに関しては、後述する実施例2において具体的に説明する。

[0052] また、最適形状補剛部材モデル31においては、インパクトビームモデル25からキャラクタライン23aまで延在していないものの、縦骨部33とほぼ等しい間隔で配置し、横骨部35に交差して高さ方向に延在する縦骨部37が見られることから、補剛部材7は、縦骨部9とは別に横骨部11と交差する縦骨部13を設けてもよい(図1)。この場合、縦骨部13の形状は、最適形状補剛部材モデル31における縦骨部37の形状に基づいて決定することができる。

[0053] さらに、トポロジー最適化解析において横骨部35は必ずしも残存するとは限らず、インパクトビームモデル25の配置によっては、縦骨部33に交差する横骨部35に相当する部位が残存しない最適形状補剛部材モデルが得られる場合もあった。このような場合、本発明に係る補剛構造は、前後方向に所定の間隔で配置する複数の縦骨部9のみを有するものであってもよい。また、横骨部は縦骨部と交差する複数の箇所に残存する場合がありますが、本発明に係る補剛構造は、ドアパネル中央の複数箇所に横骨部を有するものでもよい。

- [0054] なお、上記の説明は、縦骨部 9 および横骨部 1 1 の配置および形状をトポロジー最適化解析を行って得られた最適形状補剛部材モデル 3 1 に基づいて決定するものであるが、本発明に係る補剛構造は、縦骨部 9 および横骨部 1 1 の配置および形状を、以下のように適宜設定するものであってもよい。
- [0055] 例えば、複数の縦骨部 9 の前後方向における所定の間隔に関しては、前述のトポロジー最適化解析において、荷重点の間隔と縦骨部 3 3 の間隔が対応していたことから、縦骨部 9 の間隔は、ドアパネル設計時に設定した張り剛性の評価において荷重点の配置に応じて適宜設定することができる。
- [0056] また、前述のトポロジー最適化解析において、補剛部材モデル 2 7 の弾性率を 30GPa とした場合、縦骨部 3 3 および横骨部 3 5 の幅はいずれも約 6.5mm であり、補剛部材モデル 2 7 の弾性率を 10GPa とした場合、縦骨部 3 3 および横骨部 3 5 の幅はいずれも約 15mm であった。このことから、縦骨部 9 および横骨部 1 1 の幅は、補剛部材 7 に用いる樹脂の弾性率に応じて適宜設定することができる。
- [0057] また、縦骨部 9 および横骨部 1 1 の厚さは、上記のトポロジー最適化解析では 10mm に設定していたが、この値に限定されるものではなく、補剛構造 1 の張り剛性および重量の双方を考慮して、適宜設定することができる。
- [0058] さらに、横骨部 1 1 の配置に関しては、図 1 に示すように、インパクトビーム 5 の後端 5 a が高さ方向中央部よりも下方に位置してインパクトビーム 5 が斜めに配設されている場合、該中央部において縦骨部 9 に交差する方向に延在するように設けることが好ましい。
- [0059] これは、前記中央部においてはインパクトビーム 5 により支持されていない範囲が広いため、当該範囲における張り剛性が低いことに起因するためである。このことは、インパクトビーム 5 の配置によって、ドアアウトパネル 3 の内面側がインパクトビーム 5 により支持されていないために張り剛性が低い範囲に、横骨部 1 1 を配置することが望ましいことを意味する。
- [0060] これより、内面側がインパクトビーム 5 により支持されていない部位に縦骨部 9 と交差方向に延在する横骨部 1 1 を設けることにより、当該部位に入

力した分布荷重を分散させることができる。その結果、ドアアウトパネル3のパネル面部3bに分布荷重が作用したときの変形量を小さくすることができる、張り剛性を適切に向上させることができる。

[0061] なお、上記の説明では、インパクトビーム5が高さ方向中央部よりも下方側に位置するように配置され、かつ、キャラクタライン3aが高さ方向上部に形成されているため、補剛部材7の縦骨部9は、インパクトビーム5から高さ方向上部側にキャラクタライン3aまで延在する形状であったが、例えば、インパクトビームが高さ方向上部に配設されてキャラクタラインが高さ方向下部に形成されている場合であっても、ドアアウトパネルの湾曲に沿って前記インパクトビームから前記キャラクタラインまで筋状に延在する複数の縦骨部を設ければよい。

[0062] また、本発明に係る補剛構造は、図1に示すように、横骨部11に交差して高さ方向に筋状に延在する縦骨部13をさらに設けたものであってもよく、縦骨部13は、その端部がインパクトビーム5又はキャラクタライン3aに位置するものでなくてもよい。もっとも、縦骨部13の代わりに、インパクトビーム5からキャラクタライン3aまで延在する縦骨部9を設けてもよい。

[0063] 上記の説明は、ドアパネル部品として金属板製のドアアウトパネルを補剛する場合に関するものであったが、本発明は、ドアアウトパネルとドアインナパネルとからなるドアパネル部品に樹脂製の補剛部材を結合するものであってもよく、ドアアウトパネルとドアインナパネルの材質の組み合わせは、金属と金属、樹脂と樹脂、金属と樹脂、又は、樹脂と金属のいずれであってもよい。

[0064] さらに本発明は、図13に示すように略直線状の縦骨部75と横骨部77とがハニカム形状(honeycomb shape)を形成する補剛部材73を結合した補剛構造71や、図14に示すように縦骨部85と横骨部87とが格子形状を形成する補剛部材83を結合した補剛構造81であってもよい。補剛部材73や補剛部材83のように、インパクトビーム5からキャラクタライン3

aまで筋状に延在する複数の縦骨部と、該縦骨部に交差する横骨部とが規則的に配置された簡単な形状とすることで、補剛部材の製作の点において好ましい。

[0065] また、上記の説明は、図1に示すように、インパクトビーム5よりも上方にあるキャラクタライン3aに向かって縦骨部9が高さ方向の上方に延在するものであったが、本発明に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造は、インパクトビームよりも下方にキャラクタラインが形成されたドアパネル部品（図示なし）においては、例えば図13および図14に示すように、インパクトビーム5から高さ方向の下方に筋状に延在する縦骨部79または縦骨部89を設けたものであってもよい。

[0066] <自動車ドアパネル部品の補剛方法>

次に、本実施の形態に係る自動車ドアパネル部品の補剛方法について説明する。

[0067] 本実施の形態に係る自動車ドアパネル部品の補剛方法は、高さ方向に湾曲し、内面側にインパクトビームが配設された金属板製ドアパネル部品の前記内面に補剛部材を貼付することにより張り剛性を向上させるものであって、図6に示すように、最適形状補剛部材取得ステップS11と、補剛部材作製ステップS13と、補剛部材接合ステップS15と、を備えたものである。

[0068] 以下、ドアパネル部品として図1に示すドアアウトパネル3を対象とした場合について、上記の各ステップを説明する。

[0069] <<最適形状補剛部材取得ステップ>>

最適形状補剛部材取得ステップS11は、ドアアウトパネル3を平面要素及び／又は立体要素でモデル化したドアアウトパネルモデル23を取得し、ドアアウトパネルモデル23に最適化解析の対象とする補剛部材モデル27を結合し、補剛部材モデル27の最適な形状を求める最適化解析を行うステップである。

[0070] 最適化解析は、前述のトポロジー最適化解析方法を適用することができ、図2に示すステップS1からステップS9まで実行することにより、補剛部

材モデル 27 の最適な形状である最適形状補剛部材モデル 31（図 5 参照）が求められる。

[0071] 《補剛部材作製ステップ》

補剛部材作製ステップ S13 は、最適形状補剛部材取得ステップ S11 で求めた最適形状補剛部材モデル 31 に基づいて、ドアアウトパネル 3 の内面に接合する補剛部材 7 を作製するステップである。補剛部材 7 は、ドアアウトパネル 3 の高さ方向の湾曲に沿ってインパクトビーム 5 からキャラクタライン 3a まで筋状に延在し、ドアアウトパネル 3 の前後方向において所定の間隔で配置された複数の縦骨部 9 を有するものである。

[0072] 図 5 に示す最適形状補剛部材モデル 31 において、縦骨部 33 の前後方向における間隔は約 50mm であり、また、幅および厚さはそれぞれ約 6.5mm および 10mm であるので、これらの間隔、幅および厚さを補剛部材 7 の縦骨部 9 の配置および形状として設定することができる。

[0073] また、最適形状補剛部材モデル 31 においては、幅および厚さがそれぞれ約 6.5mm および 10mm の横骨部 35 が高さ方向中央部付近に延在しているので、補剛部材 7 においては、高さ方向中央部付近において縦骨部 9 と交差する方向に延在する横骨部 11 を設け、その幅および厚さをそれぞれ 6.5mm および 10mm に設定することができる。

[0074] なお、最適形状補剛部材モデル 31 は、図 3 に示すドアアウトパネルモデル 23 を解析対象とし、図 4 に示す荷重・拘束条件の下で求めた解析結果の一例であるため、対象とするドアアウトパネル 3 や、張り剛性を評価するための荷重・拘束条件および最適化解析条件など、各種条件が変更された場合には、それらの条件の下でトポロジー最適化解析を行って得られた最適形状補剛部材モデル 31 に基づいて補剛部材 7 の縦骨部 9 および横骨部 11 の配置、形状、厚み、幅を設定すればよい。なお、厚みや幅は、補剛部材の中でも一定でなくてもよい。

[0075] また、上記の説明では、補剛部材 7 は横骨部 11 を有するものであったが、例えば、対象とするドアアウトパネル 3 の内面側におけるインパクトビー

ム5の配置によっては、横骨部35に相当する部位が残存しない最適形状補剛部材モデル31が得られる場合もある。このような場合には、補剛部材7として縦骨部9のみをドアアウトパネル3の内面に接合するものであってもよい。

[0076] なお、最適形状補剛部材モデル31においては、インパクトビームモデル25からキャラクタライン23aまで延在していないものの、縦骨部33とほぼ等しい間隔で配置し、横骨部35に交差して高さ方向に延在する縦骨部37が見られることから、補剛部材作製ステップS13で作製する補剛部材7においては、縦骨部9とは別に横骨部11と交差する縦骨部13を設けてもよい。

[0077] もっとも、縦骨部13の代わりとして、インパクトビーム5からキャラクタライン3aまで延在する縦骨部9を横骨部11に交差させるようにさらに設けてもよく、目標とする張り剛性や重量との兼ね合いから補剛部材7の形状を決定すればよい。

[0078] このように、補剛部材作製ステップS13で作製する補剛部材7は、最適形状補剛部材モデル31と同一形状となるように作製したものに限られるものではなく、複数の縦骨部9と、必用に応じて横骨部11とを有するものであればよい。さらに、縦骨部9は、パネル面部3bに入力した荷重が縦骨部9を介してインパクトビーム5やキャラクタライン3aに伝達するものであれば、断続的に高さ方向に延在するものであってもよい。

[0079] また、縦骨部9のインパクトビーム5側の端部は、ドアアウトパネル3の内面とインパクトビーム5との間の隙間を埋める形状とすることにより、従来用いられていたマスチックシーラを代替することができ、軽量化の面で好ましい。

[0080] ≪補剛部材接合ステップ≫

補剛部材接合ステップS15は、補剛部材作製ステップS13で作製した補剛部材7の外面をドアアウトパネル3の内面に接合するステップである。補剛部材7の接合としては、例えば、接着剤 (adhesive agent) を用いてド

ドアアウトパネル3の内面に貼付することができる。

[0081] 以上、本実施の形態に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造および方法によれば、ドアパネル部品に分布荷重を負荷したときの変形量が低減し、前記ドアパネル部品の張り剛性を向上させることができる。さらに、ドアパネル部品の金属板の板厚を減少させて最適化解析をした結果に基づいて補剛部材の形状を決定した場合、板厚を減少させる前のドアパネル部品よりも張り剛性を向上させつつ、ドアパネル部品全体を軽量化することができる。本発明による張り剛性の向上と軽量化の効果に関しては、後述する実施例1および実施例2にて具体的に示す。

[0082] なお、上記の説明は、前述の本実施の形態に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造と同様に、ドアパネル部品としてドアアウトパネルを対象としたものであったが、本発明に係る自動車ドアパネル部品の補剛方法は、ドアアウトパネルとドアインナパネルとからなるドアパネル部品を対象とするものであってもよい。そして、該ドアパネル部品において、ドアアウトパネルとドアインナパネルの材質の組み合わせは、金属と金属、樹脂と樹脂、金属と樹脂、又は、樹脂と金属、のいずれかとすることができる。

実施例 1

[0083] 本発明の効果を確認する実験を行ったので、これについて説明する。本実施例1では、発明例1として、図1に示すドアアウトパネル3の張り剛性の向上と軽量化を目的とし、板厚を減少した金属板（鋼板）製ドアアウトパネルモデル23の内面に貼付する補剛部材モデル27の最適な形状を求めるトポロジー最適化解析を行い、該トポロジー最適化解析により求めた最適形状補剛部材モデル31をドアアウトパネルモデル23に結合した張り剛性評価モデル41の張り剛性と重量変化を求めた。ここで、補剛部材モデル27の最適な形状は、前述の実施の形態で述べたトポロジー最適化解析方法（図2参照）により得られた最適形状補剛部材モデル31とした。

[0084] 最適形状補剛部材モデル31を求める最適化解析の解析条件は、前述の実施の形態と同様、図4に示す荷重・拘束条件を与え、最適化解析条件として

は、目的関数を体積最小、制約条件を荷重点での変位1.5mm以下とした。また、補剛部材モデル27は等方性材料とし、その材料特性には前述の表1に示す値を設定した。

[0085] 本実施例1において、張り剛性は以下のように評価した。図7に、ドアアウトパネルモデル23の張り剛性を評価する評価点A、評価点Bおよび評価点Cの位置と、張り剛性評価における拘束位置（図中の△）を示す。張り剛性値は、図7に示す各評価点（評価点A～評価点C）において圧子により入力した荷重と、各評価点における変位を用いて次式により算出した。

[0086] 張り剛性値 (N/mm) = 荷重 (N) / 各評価点における変位 (mm)

[0087] そして、トポロジー最適化解析において120Nの荷重を入力したときの変位の制約条件を1.5mm以下としたことから、張り剛性値の基準値を80N/mmとし、この基準値以上の張り剛性値を良好とした。

[0088] また、軽量化の評価に関しては、ドアアウトパネルモデル23の板厚減少と最適形状補剛部材モデル31の結合による重量変化を算出した。本実施例1では、ドアアウトパネルモデル23の板厚を0.6mmから0.5mmにゲージダウンさせるものとし、これによりドアアウトパネルモデル23の重量は603g減少する。したがって、最適形状補剛部材モデル31の結合による重量変化は、ゲージダウンによる減少量 (-603g) に最適形状補剛部材モデル31の重量を加えた値とした。

[0089] なお、本実施例1では、比較対象として、図8に示すように、ドアアウトパネルモデル23の内面に略矩形の補剛部材モデル45を結合した張り剛性評価モデル43を比較例1、図9に示すように、インパクトビームモデル25における前後方向の中央部から高さ方向に延在する縦骨部の一部のみを有する補剛部材モデル49を結合した張り剛性評価モデル47を比較例2とし、張り剛性評価モデル43および張り剛性評価モデル47それぞれについて、発明例1と同様に張り剛性および重量変化を求めた。

[0090] 表2に、板厚を0.5mmにゲージダウンした発明例1、比較例1および比較例2と、従来例として補剛部材モデルを結合せずに板厚を0.6mmのままとしたド

ドアアウトパネルモデル 2 3 について得られた張り剛性値および重量変化の結果を示す。

[0091] [表2]

No	金属板の 板厚 (mm)	補剛部材 形状	張り剛性値 (N/mm)			補剛部材 重量 (g)	重量変化 (g)
			評価点A	評価点B	評価点C		
従来例	0.6	補剛部材なし	38	41	26	0	0
発明例1	0.5	図5	95	113	129	136	-467
比較例1	0.5	図8	1065	930	870	3618	+3015
比較例2	0.5	図9	91	28	18	50	-553

[0092] 比較例 1 は、ドアアウトパネルモデル 2 3 の内面側の全面にわたる形状の補剛部材モデル 4 5 を結合したものであり、張り剛性値はいずれの評価点においても基準値を満たしている。しかしながら、補剛部材モデル 4 5 の重量は 3618g であり、このときの重量変化は +3015g となり、補剛部材モデル 4 5 を用いることにより重量が大幅に増加する結果となった。

[0093] 比較例 2 は、ドアアウトパネルモデル 2 3 の中央部において高さ方向に延在する形状の補剛部材モデル 4 9 を結合したものであり、補剛部材モデル 4 9 の重量は 50g であることから重量変化は -553g となり、従来例に比べて軽量化されている。しかしながら、張り剛性値に関しては、評価点 A はその内面側に補剛部材モデル 4 9 が貼付されているので張り剛性値は従来例を超えて基準値を満たしているものの、評価点 B および評価点 C における張り剛性値が従来例の張り剛性値を下回り大幅に基準値を外れる結果となった。

[0094] 発明例 1 は、トポロジー最適化により最適な形状を求めた最適形状補剛部材モデル 3 1 を板厚を 0.5mm に減少させたドアアウトパネルモデル 2 3 に結合したものであり、張り剛性値はすべての評価点で基準値を超える良好な結果であった。さらに、最適形状補剛部材モデル 3 1 の重量は 136g であり、このときの重量変化は -467g となり、従来例より軽量化された。

[0095] 以上より、本発明に係る自動車ドアパネル部品の補剛構造および補剛方法により、最適な形状の樹脂製の補剛部材を接合するとともに前記金属板製ドアパネル部品の板厚を減少することで、ドアパネル部品の張り剛性の向上と

軽量化の双方を実現できることが示された。

実施例 2

- [0096] 実施例 2 においては、ドアアウトパネルの張り剛性を評価するための荷重点の配置が前述の実施例 1 と異なる場合における最適形状補剛部材モデルを求め、該求めた最適形状補剛部材モデルをドアアウトパネルモデルに結合した張り剛性評価モデルの張り剛性と重量変化を求めた。さらに、該求めた最適形状補剛部材モデルについて、その弾性率を変更したときの張り剛性評価モデルの張り剛性を評価し、補剛部材に用いる樹脂の弾性率の好適範囲を検討した。
- [0097] 実施例 2 では、張り剛性を評価するための荷重点の配置が異なる場合として、図 10 に示す荷重・拘束条件を与えて、前述の実施の形態で述べたトポロジー最適化解析（図 2 参照）を行った。荷重・拘束条件として、図 10 に示すように、格子状に配置した荷重点（図 10 中の破線）と該格子のマス目中央に配置した荷重点（図 10 中の実線）を設定し、これらの各荷重点において、個別に $\phi 45\text{mm}$ の領域によりドアアウトパネルモデル 23 のパネル面部 23b の法線方向に 120N の分布荷重を与え、実線の Δ 印の位置においてはドアアウトパネルモデル 23 の外面側を、破線の Δ 印の位置においてはドアアウトパネルモデル 23 の内面側を拘束した。
- [0098] トポロジー最適化解析において、補剛部材モデル 27 の材料特性には前述の表 1 に示す値を設定した。さらに、最適化解析条件としては、実施例 1 と同様、目的関数を体積最小、制約条件を荷重点での変位 1.5mm 以下とした。そして、図 10 に示すように配置した個別の荷重点のうちの一つに荷重を入力した場合の構造解析を行い、それぞれの構造解析を全ての荷重点に対して個別に行い、各荷重点に荷重を入力した構造解析を総合した後、補剛部材モデル 27（図 3）の体積最小化を行った。ここで、各荷重点の構造解析を総合する際の重み（weighting）は均等とした。
- [0099] 図 11 に、図 10 に示す荷重・拘束条件を与えてトポロジー最適化解析を行って求めた最適形状補剛部材モデル 51 を示す。最適形状補剛部材モデル

51は、図5に示す最適形状補剛部材モデル31と同様に、高さ方向に筋状に延在する縦骨部53と、縦骨部53に交差する方向に延在する横骨部55を有する魚の骨状となった。

[0100] 縦骨部53は、一端がインパクトビームモデル25に位置し、他端がキャラクターライン23aに位置し、ドアアウトパネルモデル23の前後方向に複数の縦骨部53が配置している。さらに、縦骨部53の幅は、ドアアウトパネルモデル23の前方側では4.5mm（図11中の（a））、後方側では14.5mm（図11中の（b））であり、図5の最適形状補剛部材モデル31の場合と異なり、前後方向の位置により縦骨部53の幅が異なる結果となった。

[0101] さらに、図11に示す最適形状補剛部材モデル51は、ドアアウトパネルモデル23の後方側の高さ方向中央部付近において高さ方向に筋状に延在する縦骨部57をさらに有するものである。これは、インパクトビームモデル25の後端25aが高さ方向中央部よりも下方に位置してインパクトビームモデル25が斜めに配置されているため、インパクトビームモデル25により支持されていない範囲が広くて張り剛性が低くなり、当該範囲を支持するようにトポロジー最適化解析において縦骨部57が残存したためであると考えられる。

[0102] 次に、図11に示す最適形状補剛部材モデル51を、板厚を0.5mmに減少させたドアアウトパネルモデル23に結合した張り剛性評価モデル61の張り剛性と軽量化を評価した。

[0103] 張り剛性評価モデル61の張り剛性は、図12に示す各評価点において実施例1と同様の評価点A～Cに評価点Dを加えて、入力した荷重と該荷重を入力したときの各評価点における変位を用いて算出した張り剛性値により評価した。ここで、実施例2においても、トポロジー最適化解析における変位の制約条件から、張り剛性値の基準値を80N/mmとし、この基準値以上の張り剛性値を良好とした。また、軽量化についても実施例1と同様に、板厚を0.6mmから0.5mmにゲージダウンしたドアアウトパネルモデル23に最適形状補剛部材モデル51を結合したときの重量変化により評価した。表3に、張り剛

性評価モデル61の張り剛性値および重量変化の結果を示す。

[0104] [表3]

No	金属板の 板厚 (mm)	補剛部材 形状	弾性率 (GPa)	張り剛性値 (N/mm)				補剛部材 重量 (g)	重量変化 (g)
				評価点A	評価点B	評価点C	評価点D		
従来例	0.6	補剛部材なし	-	38	41	26	83	0	0
発明例2	0.5	図11	30	100	111	106	93	103	-500
発明例3	0.5	図11	10	80	95	83	87	103	-500
発明例4	0.5	図11	50	117	121	124	97	103	-500
発明例5	0.5	図11	200	165	141	171	107	103	-500
比較例3	0.5	図11	8	64	81	65	81	103	-500

[0105] 表3において、従来例は、前述の実施例1と同様、補剛部材モデルを結合せずに板厚を0.6mmのままとしたドアアウトパネルモデル23の結果である。また、発明例2は、補剛部材モデル27に表1に示す材料特性を与えて求めた最適形状補剛部材モデル51を結合した張り剛性評価モデル61の結果である。さらに、発明例3、発明例4および発明例5は、発明例2と同一形状の最適形状補剛部材モデル51をドアアウトパネルモデル23に結合した張り剛性評価モデル61において、該結合した最適形状補剛部材モデル51の弾性率のみを好適範囲である10GPa以上（10GPa、50GPaおよび200GPa）に変更したときの結果である。また、比較例3は、発明例2と同一形状の最適形状補剛部材モデル51を結合した張り剛性評価モデル61の結果であって本発明の範囲内であるが、最適形状補剛部材モデル51の弾性率のみを本発明の好適範囲外である8GPaに設定したときの結果である。

[0106] 表3に示すように、発明例2～発明例5においては、張り剛性値はすべての評価点（評価点A～評価点D）で基準値（=80N/mm）を超える結果となった。さらに、最適形状補剛部材モデル51の重量は103gであり、このときの重量変化は-500gとなり、従来例よりも軽量化された結果が得られた。

[0107] 比較例3は、発明例2と同一形状の最適形状補剛部材モデル51を結合したものであるので、従来例に比べて-500gの重量変化が得られた。しかしながら、張り剛性値に関しては、評価点Bおよび評価点Dについては基準値（=80N/mm）を超えているものの、評価点Aおよび評価点Cについては基準値を下

回り、すべての評価点において基準値を超える結果は得られなかった。

[0108] もっとも、表3に示すように、比較例3における評価点A～評価点Cの張り剛性値は従来例よりも向上し、評価点Dの張り剛性値は従来例とほぼ同等の結果であった。このことから、最適形状補剛部材の弾性率を本発明の好適範囲よりも低い値に設定した場合であっても、従来例よりも全体的に張り剛性を向上させるとともに軽量化できることが示された。

[0109] さらに、表3には、最適形状補剛部材モデル51の弾性率を大きくすると張り剛性値が増加する結果が示されている。このことは、補剛部材に用いる樹脂の弾性率を大きくすることで、張り剛性値が基準値を満たす範囲内で補剛部材の重量を小さくし、ドアパネル部品をさらに軽量化できることを示唆する。そして、補剛部材に用いる樹脂の弾性率を大きくしてさらに軽量化する場合、表3に示した結果から、各評価点における張り剛性値が基準値を満たすように、弾性率が10GPa以上の樹脂を用いることが好ましいことが分かる。弾性率が10GPa以上の樹脂として繊維強化樹脂がある。

[0110] なお、表3に示す発明例3～発明例5および比較例3は、補剛部材モデルの弾性率30GPaに設定したトポロジー最適化解析により最適形状補剛部材モデル51を求め、該求めた最適形状補剛部材モデル51の弾性率のみを変更して張り剛性を評価した結果であるが、この結果から、最適形状補剛部材モデルを求めるトポロジー最適化解析において補剛部材モデルに設定する弾性率を10GPa以上にすればよいことが示唆される。

[0111] 以上より、ドアパネル部品の設計時に設定した張り剛性を評価するための荷重点の配置が異なる場合であっても、ドアパネル部品を補剛するのに最適な形状の補剛部材モデルは、ドアパネル部品の高さ方向に延在する縦骨部であって、さらに該縦骨部に交差する方向に延在する横骨部を有する魚の骨状となると良いことが示され、最適な形状の樹脂製の補剛部材を結合するとともにドアパネル部品の板厚を減少することで、張り剛性の向上と軽量化の双方を達成できることが示された。さらに、最適な形状の補剛部材の弾性率を10GPa以上にすることがドアパネル部品の張り剛性の向上に好ましいことが示

された。

実施例 3

- [0112] 実施例3においては、実施例1および実施例2とは材質の異なる金属板製ドアアウトパネルの材質の張り剛性を評価するため、材質をアルミニウムとした場合の最適形状補剛部材モデルを求め、該求めた最適形状補剛部材モデルをドアアウトパネルモデルに結合した張り剛性評価モデルの張り剛性と重量変化を求めた。さらに、該求めた最適形状補剛部材モデルの弾性率を変化したときの張り剛性評価モデルの張り剛性を評価し、補剛部材に用いる樹脂の弾性率の好適範囲を検討した。
- [0113] 実施例3では、ドアアウトパネルモデル23の材質としたアルミニウムの弾性率および密度はそれぞれ70GPaおよび2.7g/cm³とした。また、ドアアウトパネルモデル23の板厚を0.8mm又は0.6mmとし、それぞれの板厚（thickness）について実施例2と同様にトポロジー最適化解析を行い、最適形状補剛部材モデルを求めた。
- [0114] トポロジー最適化解析において、補剛部材モデル27の弾性率以外の材料特性には前述の表1に示す値を設定した。さらに、荷重拘束条件は、実施例2と同様とし（図10参照）、最適化解析条件は、実施例1と同様、目的関数を体積最小、制約条件を荷重点での変位1.5mm以下とした。
- [0115] 図15に、アルミニウム板製のドアアウトパネルモデル23の板厚を0.8mmとした場合の最適化解析により求めた最適形状補剛部材モデル93を示す。ドアアウトパネルモデル23の材質をアルミニウムとした場合であっても、最適形状補剛部材モデル93は、ドアアウトパネルモデル23の材質を鋼として求めた最適形状補剛部材モデル31（図5）と同様に、インパクトビームモデル25から高さ方向に筋状に延在する縦骨部95と、縦骨部95に交差する方向に延在する横骨部97を有する骨構造となった。
- [0116] 図16に、アルミニウム板製のドアアウトパネルモデル23の板厚を0.6mmとした場合の最適化解析により求めた最適形状補剛部材モデル103を示す。板厚0.8mmのドアアウトパネルモデル23における最適形状補剛部材モデル

93と同様に、最適形状補剛部材モデル103は、インパクトビームモデル25から高さ方向に筋状に延在する縦骨部105と、縦骨部105に交差する方向に延在する横骨部107を有する骨構造となった。

[0117] 次に、板厚を0.8mmとしたアルミニウム板製のドアアウトパネルモデル23に最適形状補剛部材モデル93を結合した張り剛性評価モデル91（図15）と、板厚を0.6mmとしたアルミニウム板製のドアアウトパネルモデル23に最適形状補剛部材モデル103を結合した張り剛性評価モデル101（図16）のそれぞれについて張り剛性と軽量化を評価した。

[0118] 張り剛性評価モデル91および101の張り剛性は、実施例2と同様に、図12に示す各評価点（評価点A～評価点D）に荷重を入力した時の各評価点における変位と入力した荷重を用いて算出した張り剛性値により評価した。ここで、実施例3においても、トポロジー最適化解析における変位の制約条件から、張り剛性の基準値を80N/mmとし、この基準値以上の張り剛性値を良好とした。

[0119] また、軽量化については、板厚を1.1mmから0.8mm又は0.6mmにゲージダウンしたドアアウトパネルモデル23に最適形状補剛部材モデル93又は103を結合したときの重量変化により評価した。表4に、張り剛性評価モデル91および101の張り剛性値および重量変化の結果を示す。

[0120] [表4]

No	アルミニウム板の板厚 (mm)	補剛部材形状	弾性率 (GPa)	張り剛性値 (N/mm)				補剛部材重量 (g)	重量変化 (g)
				評価点A	評価点B	評価点C	評価点D		
従来例2	1.1	補剛部材なし	-	48	48	31	101	0	0
発明例6	0.8	図15	30	121	132	122	132	255	-325
発明例7	0.8	図15	11	85	97	80	117	255	-325
発明例8	0.8	図15	50	144	151	148	139	255	-325
発明例9	0.8	図15	100	179	177	186	146	255	-325
発明例10	0.6	図16	30	147	163	166	115	400	-567
発明例11	0.6	図16	15	116	135	128	101	400	-567
発明例12	0.6	図16	50	172	184	194	125	400	-567
発明例13	0.6	図16	100	206	212	232	137	400	-567

[0121] 表4において、従来例2は、最適形状補剛部材モデル93又は103のい

いずれも結合せずに板厚を1.1mmのままとしたアルミニウム板製のドアアウトパネルモデル23を張り剛性評価モデルとしたときの結果である。発明例6は、板厚0.8mmのドアアウトパネルモデル23に図15に示す最適形状補剛部材モデル93を結合した張り剛性評価モデル91の結果である。さらに、発明例7、発明例8および発明例9は、発明例6と同様に最適形状補剛部材モデル93の弾性率をそれぞれ表4に示す値に変更した結果である。

[0122] また、発明例10は、板厚0.6mmのドアアウトパネルモデル23に図16に示す最適形状補剛部材モデル103を結合した張り剛性評価モデル101の結果である。さらに、発明例11、発明例12および発明例13は、最適形状補剛部材モデル103の弾性率をそれぞれ表4に示す値に変更した結果である。

[0123] 表4に示すように、発明例6～発明例13においては、最適形状補剛部材モデル103の弾性率が10GPa以上であり、張り剛性値はすべての評価点(評価点A～評価点D)で基準値(=80N/mm)を超える良好な結果となった。さらに、重量変化は、いずれも-325g又は-567gとなり、従来よりも軽量化された結果が得られた。

実施例 4

[0124] 実施例4においては、ドアアウトパネルとドアインナパネルとからなるドアパネル部品について、該ドアアウトパネルとドアインナパネルの材質の組み合わせが異なる場合におけるドアパネル部品の張り剛性を評価するために、ドアアウトパネルモデルとドアインナパネルモデルからなるドアパネル部品モデルに最適形状補剛部材モデルを結合した張り剛性評価モデルの張り剛性と重量変化を求めた。

[0125] 実施例4では、ドアパネル部品モデルに結合する最適形状補剛部材モデルは、材質を鋼としたドアアウトパネルモデル23について求めた最適形状補剛部材モデル51(図11)、又は、材質をアルミニウムとしたドアアウトパネルモデル23について求めた最適形状補剛部材モデル93(図15)とした。

[0126] 張り剛性評価モデルにおけるドアアウトパネルモデルとドアインナパネルモデルの材質、板厚、及び、最適形状補剛部材モデルの組み合わせを表5に示す。表5において、インナパネルはドアインナパネルモデルを、アウトパネルはドアアウトパネルモデルを示す。そして、インナパネルおよびアウトパネルの材質は、アルミニウム(Al)、鋼 (Fe) 又は樹脂とし、樹脂の材料特性には表1に示す値を設定した。

[0127] 張り剛性評価モデルの張り剛性値は、実施例2と同様に、図12に示す各評価点（評価点A～評価点D）に荷重を入力した時の各評価点における変位と入力した荷重を用いて算出した張り剛性値により評価した。また、軽量化については、板厚を1.1mmから0.8mm又は0.6mmにゲージダウンしたドアアウトパネルモデル23に最適形状補剛部材モデル93又は103を結合したときの重量変化により評価した。表5に張り剛性評価モデルの張り剛性値および重量変化の結果を示す。

[0128] [表5]

No	インナパネル		アウトパネル		補剛部材形状	弾性率 (GPa)	張り剛性値 (N/mm)				補剛部材重量 (g)	重量変化 (g)
	材質	板厚 (mm)	材質	板厚 (mm)			評価点A	評価点B	評価点C	評価点D		
従来例3	Al	1.1	Fe	0.6	補剛部材なし	-	39	42	27	84	0	0
発明例14	Al	1.1	Fe	0.5	図11	30	101	112	108	94	106	-456
従来例4	樹脂	1.5	Fe	0.6	補剛部材なし	-	39	42	27	84	0	0
発明例15	樹脂	1.5	Fe	0.5	図11	30	101	112	107	94	106	-456
従来例5	Fe	0.65	Al	1.1	補剛部材なし	-	47	48	31	99	0	0
発明例16	Fe	0.65	Al	0.8	図15	30	119	129	119	130	255	-325
従来例6	樹脂	1.5	Al	1.1	補剛部材なし	-	47	48	31	100	0	0
発明例17	樹脂	1.5	Al	0.8	図15	30	121	131	121	132	255	-325
従来例7	Fe	0.65	樹脂	1.5	補剛部材なし	-	43	41	27	89	0	0
発明例18	Fe	0.65	樹脂	1.1	図15	30	108	109	107	111	255	-174
従来例8	Al	1.1	樹脂	1.5	補剛部材なし	-	44	41	27	90	0	0
発明例19	Al	1.1	樹脂	1.1	図15	30	110	111	109	113	255	-174
従来例9	樹脂	1.5	樹脂	1.5	補剛部材なし	-	44	41	27	90	0	0
発明例20	樹脂	1.5	樹脂	1.1	図15	30	109	110	108	112	255	-174

[0129] 表5において、従来例3～従来例9は、最適形状補剛部材モデルを結合せずにドアインナパネルモデルとドアアウトパネルモデルの材質の組合せを変更したドアパネル部品モデルを張り剛性評価モデルとしたときの結果である。また、発明例14および発明例15は、図11に示すドアアウトパネルが鋼 (Fe) の場合の最適形状補剛部材モデル51を結合した張り剛性評価モ

デルにおいて、ドアインナパネルの材質とドアアウトパネルモデルとドアインナパネルモデルの板厚をそれぞれ変更したものである。さらに、発明例 16～発明例 20 は、図 15 に示すドアアウトパネルがアルミニウム (Al) の場合の最適形状補剛部材モデル 93 を結合した張り剛性評価モデルにおいてドアアウトパネルモデルとドアインナパネルの材質の組み合わせ及び板厚をそれぞれ変更したものである。なお、ドアアウトパネルが樹脂の場合も図 15 に示す最適形状補剛部材モデル 93 を適用した。

[0130] 表 5 に示すように、発明例 14～発明例 20 において、張り剛性値はすべての評価点(評価点 A～評価点 D)で基準値(=80N/mm)を超える良好な結果となった。さらに、発明例 14 および発明例 15 はそれぞれ、従来例 3 および従来例 4 に比べて張り剛性値が上昇し、かつ、456g が軽量化された結果が得られた。また、発明例 16 および発明例 17 においてもそれぞれ、従来例 5 および従来例 6 に比べて張り剛性値が上昇し、325g が軽量化された結果が得られた。さらに、発明例 18～発明例 20 はそれぞれ、従来例 7～従来例 9 に比べて張り剛性値が上昇し、174g が軽量化された結果が得られた。

実施例 5

[0131] 実施例 5 においては、縦骨部と横骨部とが規則的に配置した補剛部材モデルをドアアウトパネルモデルとドアインナパネルモデルからなるドアパネル部品モデルに結合した張り剛性評価モデルの張り剛性と重量変化を求めた。

[0132] 実施例 5 では、図 13 に示すハニカム形状の補剛部材 73 と同一形状の補剛部材モデル、又は、図 14 に示す格子形状の補剛部材 83 と同一形状の補剛部材モデルをドアアウトパネルモデルに結合し、張り剛性評価モデルをそれぞれ生成した。

[0133] 張り剛性評価モデルにおけるドアアウトパネルモデルとドアインナパネルモデルの材質は鋼とし、鋼板製ドアアウトパネルモデルの板厚及び補剛部材モデルの組み合わせを表 6 に示す。補剛部材モデルの材質は樹脂とし、樹脂の材料特性には表 1 に示す値を設定した。

[0134] 張り剛性評価モデルの張り剛性値は、実施例 2 と同様に、図 12 に示す各

評価（評価点A～評価点D）点に荷重を入力した時の各評価点における変位と入力した荷重を用いて算出した張り剛性値により評価した。また、軽量化については、板厚を0.6mmから0.5 mmにゲージダウンしたドアアウトパネルモデル23に補剛部材モデル73又は83を結合したときの重量変化により評価した。表6に張り剛性評価モデルの張り剛性値および重量変化の結果を示す。

[0135] [表6]

No	アウトパネルの板厚 (mm)	補剛部材形状	弾性率 (GPa)	張り剛性値 (N/mm)				補剛部材重量 (g)	重量変化 (g)
				評価点A	評価点B	評価点C	評価点D		
従来例10	0.6	補剛部材なし	---	39	41	27	83	0	0
発明例21	0.5	図13	30	169	130	116	150	294	-268
発明例22	0.5	図14	30	216	158	138	131	384	-178

[0136] 表6において、従来例10は、補剛部材モデルを結合しないドアパネル部品モデルを張り剛性評価モデルとしたときの結果である。また、発明例21は、図13に示す補剛部材73と同一形状の補剛部材モデルをドアアウトパネルモデルに結合した張り剛性評価モデルの結果であり、発明例22は、図14に示す補剛部材モデル83をドアアウトパネルモデルに結合した張り剛性評価モデルの結果である。

[0137] 表6に示すように、発明例21および発明例22における張り剛性値はすべての評価点(評価点A～評価点D)で基準値(=80N/mm)を超える良好な結果となり、従来例10に比べて張り剛性値が上昇した。さらに、発明例21では、268gが、また、発明例22では、178gが軽量化された結果が得られた。

産業上の利用可能性

[0138] 本発明によれば、自動車のドアパネル部品の張り剛性を向上させつつ、該ドアパネル部品を軽量化することができる自動車ドアパネル部品の補剛構造および補剛方法を提供することができる。

符号の説明

[0139] 1 補剛構造
3 ドアアウトパネル

- 3 a キャラクタライン
- 3 b パネル面部
- 5 インパクトビーム
- 5 a 後端
- 7 補剛部材
- 9 縦骨部
- 1 1 横骨部
- 1 3 縦骨部
- 2 1 最適化解析モデル
- 2 3 ドアアウトパネルモデル
- 2 3 a キャラクタライン
- 2 3 b パネル面部
- 2 5 インパクトビームモデル
- 2 7 補剛部材モデル
- 2 9 設計空間
- 3 1 最適形状補剛部材モデル
- 3 3 縦骨部
- 3 5 横骨部
- 3 7 縦骨部
- 4 1 張り剛性評価モデル（発明例 1）
- 4 3 張り剛性評価モデル（比較例 1）
- 4 5 補剛部材モデル（比較例 1）
- 4 7 張り剛性評価モデル（比較例 2）
- 4 9 補剛部材モデル（比較例 2）
- 5 1 最適形状補剛部材モデル
- 5 3 縦骨部
- 5 5 横骨部
- 5 7 縦骨部

- 6 1 張り剛性評価モデル
- 7 1 補剛構造
- 7 3 補剛部材（ハニカム形状）
- 7 5 縦骨部
- 7 7 横骨部
- 8 1 補剛構造
- 8 3 補剛部材（格子形状）
- 8 5 縦骨部
- 8 7 横骨部
- 9 1 張り剛性評価モデル
- 9 3 最適形状補剛部材モデル
- 9 5 縦骨部
- 9 7 横骨部
- 1 0 1 張り剛性評価モデル
- 1 0 3 最適形状補剛部材モデル
- 1 0 5 縦骨部
- 1 0 7 横骨部

請求の範囲

[請求項1] 高さ方向に沿って湾曲し、キャラクタラインが形成された金属板製ドアパネル部品と、該ドアパネル部品の内面側に配設されたインパクトビームとを備え、前記ドアパネル部品の内面に樹脂製の補剛部材を貼付することにより前記ドアパネル部品の張り剛性を向上させる自動車ドアパネル部品の補剛構造であって、

前記補剛部材は、前記ドアパネル部品の前記湾曲に沿って前記インパクトビームから前記キャラクタラインまで筋状に延在する複数の縦骨部を有し、

該複数の縦骨部は、前記ドアパネル部品の前後方向において所定の間隔で配置され、前記ドアパネル部品の内面に接合されていることを特徴とする自動車ドアパネル部品の補剛構造。

[請求項2] 高さ方向に沿って湾曲し、キャラクタラインが形成されたドアパネル部品と、該ドアパネル部品の内面側に配設されたインパクトビームとを備え、前記ドアパネル部品の内面に樹脂製の補剛部材を貼付することにより前記ドアパネル部品の張り剛性を向上させる自動車ドアパネル部品の補剛構造であって、

前記ドアパネル部品は、ドアアウトパネルとドアインナパネルとからなり、該ドアアウトパネルとドアインナパネルの材質は、金属と金属、樹脂と樹脂、金属と樹脂、又は、樹脂と金属のいずれかの組み合わせからなり、

前記補剛部材は、前記ドアパネル部品の前記湾曲に沿って前記インパクトビームから前記キャラクタラインまで筋状に延在する複数の縦骨部を有し、

該複数の縦骨部は、前記ドアパネル部品の前後方向において所定の間隔で配置され、前記ドアパネル部品の内面に接合されていることを特徴とする自動車ドアパネル部品の補剛構造。

[請求項3] 前記補剛部材は、前記縦骨部と交差する方向に延在する横骨部をさ

らに有することを特徴とする請求項1又は2に記載の自動車ドアパネル部品の補剛構造。

[請求項4] 前記補剛部材は、弾性率が10GPa以上の繊維強化樹脂であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の自動車ドアパネル部品の補剛構造。

[請求項5] 高さ方向に湾曲し、内面側にインパクトビームが配設された金属板製ドアパネル部品の前記内面に樹脂製の補剛部材を貼付することにより張り剛性を向上させる自動車ドアパネル部品の補剛方法であって、

前記ドアパネル部材を平面要素及び／又は立体要素でモデル化したドアパネル部材モデルを取得し、該ドアパネル部材モデルに最適化解析の対象とする補剛部材モデルを結合し、該補剛部材モデルの最適な形状を求める最適化解析を行う最適形状補剛部材取得ステップと、

該最適な形状の補剛部材モデルに基づいて、前記ドアパネル部材の内面に接合する補剛部材を作製する補剛部材作製ステップと、

該作製した補剛部材を前記ドアパネル部材の内面に接合する補剛部材接合ステップと、を含み、

前記補剛部材作製ステップで作製する補剛部材は、前記ドアパネル部材の高さ方向の湾曲に沿って前記インパクトビームから前記金属板製ドアパネル部材に形成されたキャラクタラインまで筋状に延在し、前記ドアパネル部材の前後方向において所定の間隔で配置される複数の縦骨部を有することを特徴とする自動車ドアパネル部材の補剛方法。

[請求項6] 高さ方向に湾曲し、内面側にインパクトビームが配設されたドアパネル部材の前記内面に樹脂製の補剛部材を貼付することにより張り剛性を向上させる自動車ドアパネル部材の補剛方法であって、

前記ドアパネル部材は、ドアアウトパネルとドアインナパネルとからなり、該ドアアウトパネルとドアインナパネルの材質は、金属と金属、樹脂と樹脂、金属と樹脂、又は、樹脂と金属のいずれかの組み合わせ

せからなり、

前記ドアパネル部品を平面要素及び／又は立体要素でモデル化したドアパネル部品モデルを取得し、該ドアパネル部品モデルに最適化解析の対象とする補剛部材モデルを結合し、該補剛部材モデルの最適な形状を求める最適化解析を行う最適形状補剛部材取得ステップと、

該最適な形状の補剛部材モデルに基づいて、前記ドアパネル部品の内面に接合する補剛部材を作製する補剛部材作製ステップと、

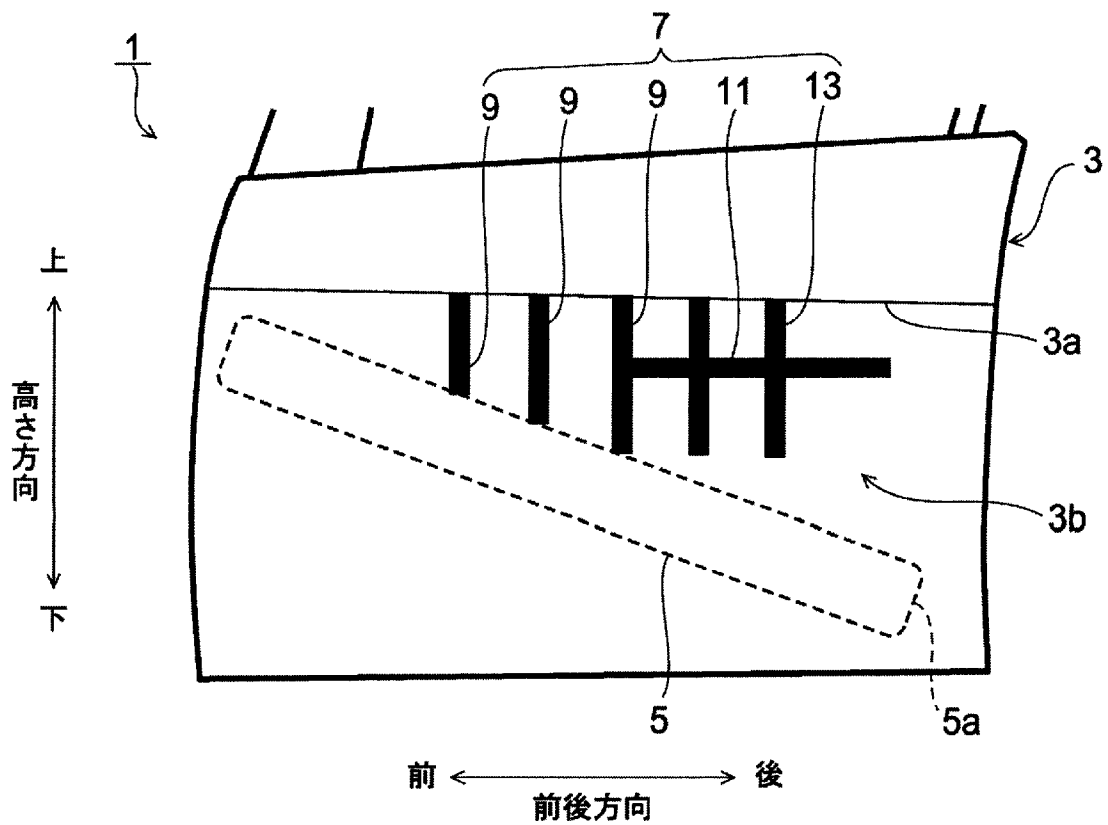
該作製した補剛部材を前記ドアパネル部品の内面に接合する補剛部材接合ステップと、を含み、

前記補剛部材作製ステップで作製する補剛部材は、前記ドアパネル部品の高さ方向の湾曲に沿って前記インパクトビームから前記ドアパネル部品に形成されたキャラクタラインまで筋状に延在し、前記ドアパネル部品の前後方向において所定の間隔で配置される複数の縦骨部を有することを特徴とする自動車ドアパネル部品の補剛方法。

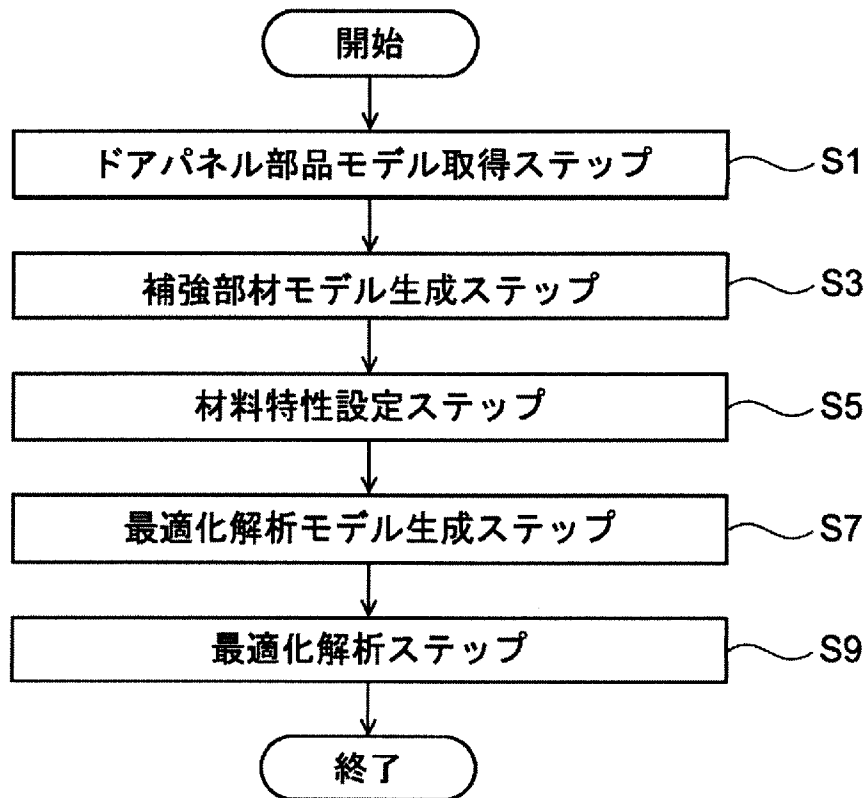
[請求項7]

前記補剛部材作製ステップで作製する補剛部材は、前記縦骨部と交差する方向に延在する横骨部をさらに有することを特徴とする請求項5又は6に記載の自動車ドアパネル部品の補剛方法。

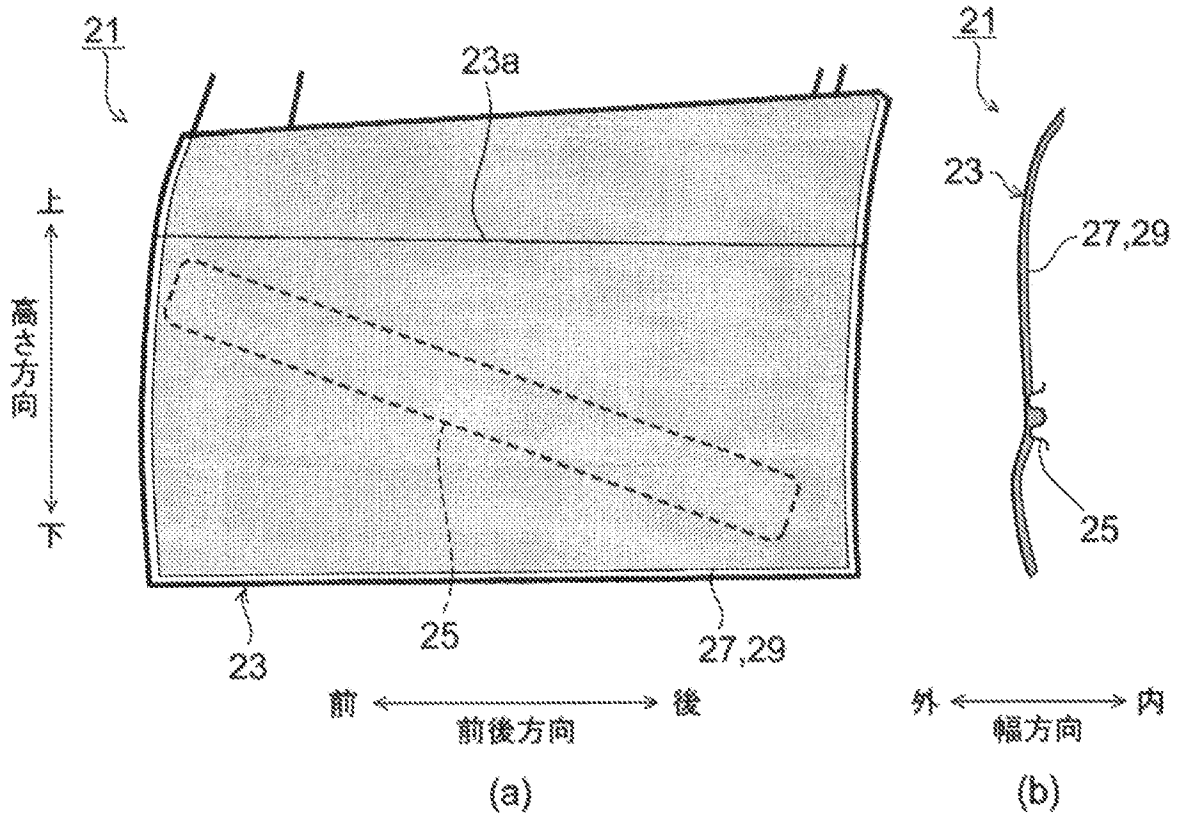
[図1]



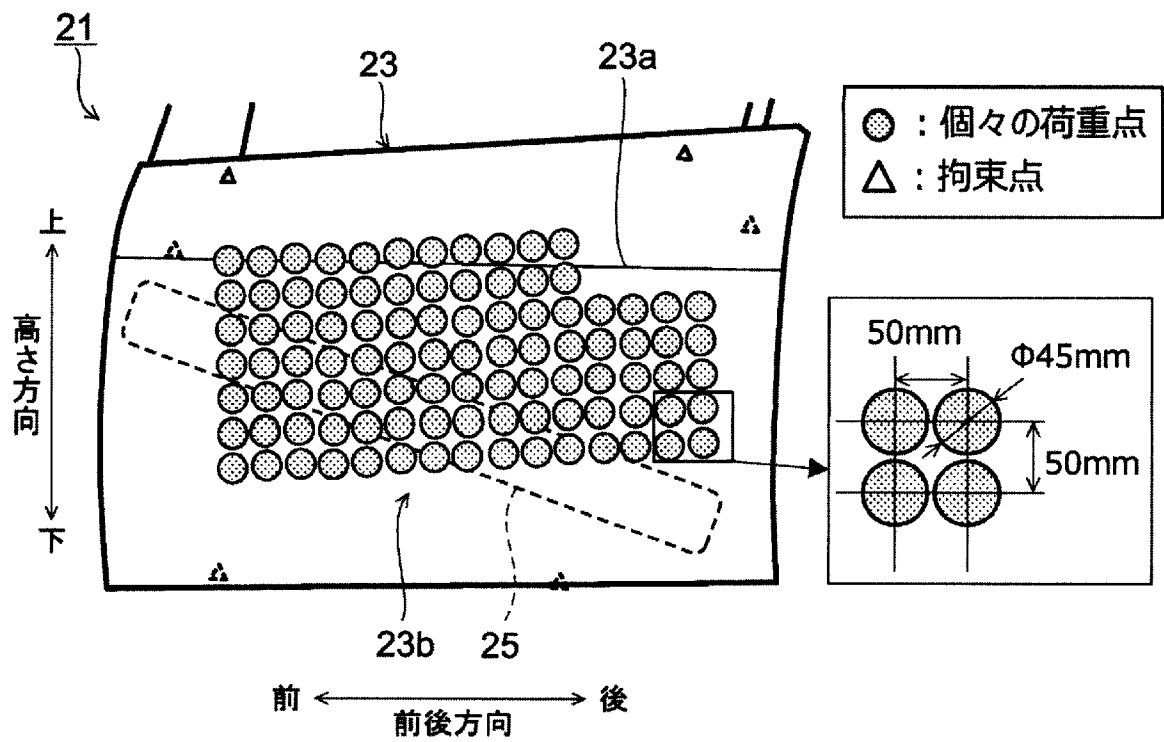
[図2]



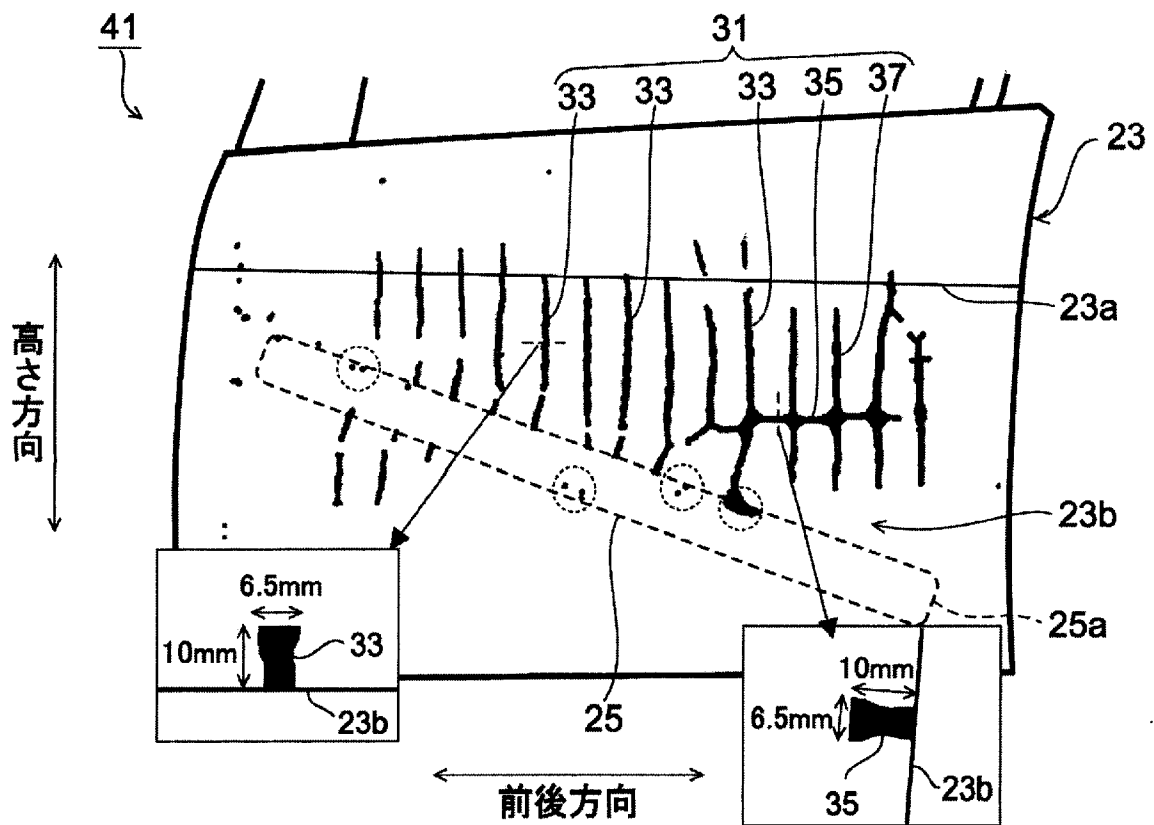
[図3]



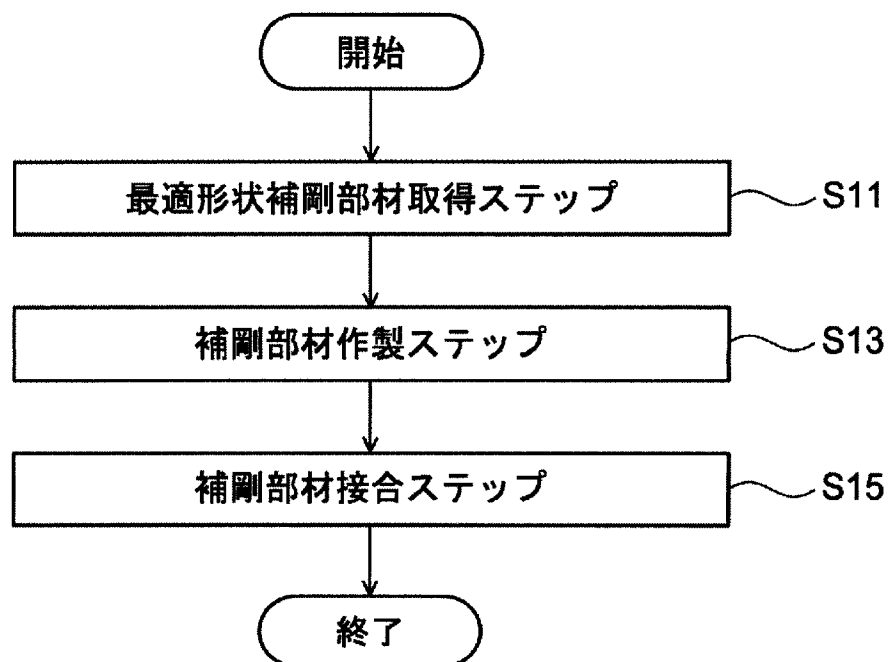
[図4]



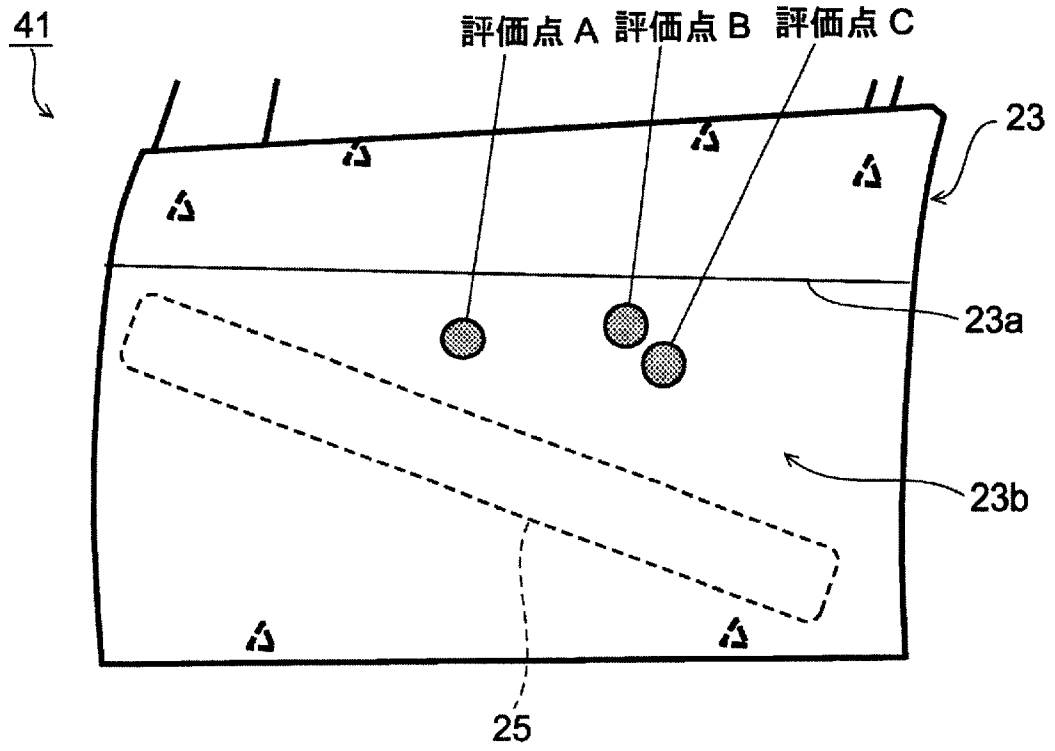
[図5]



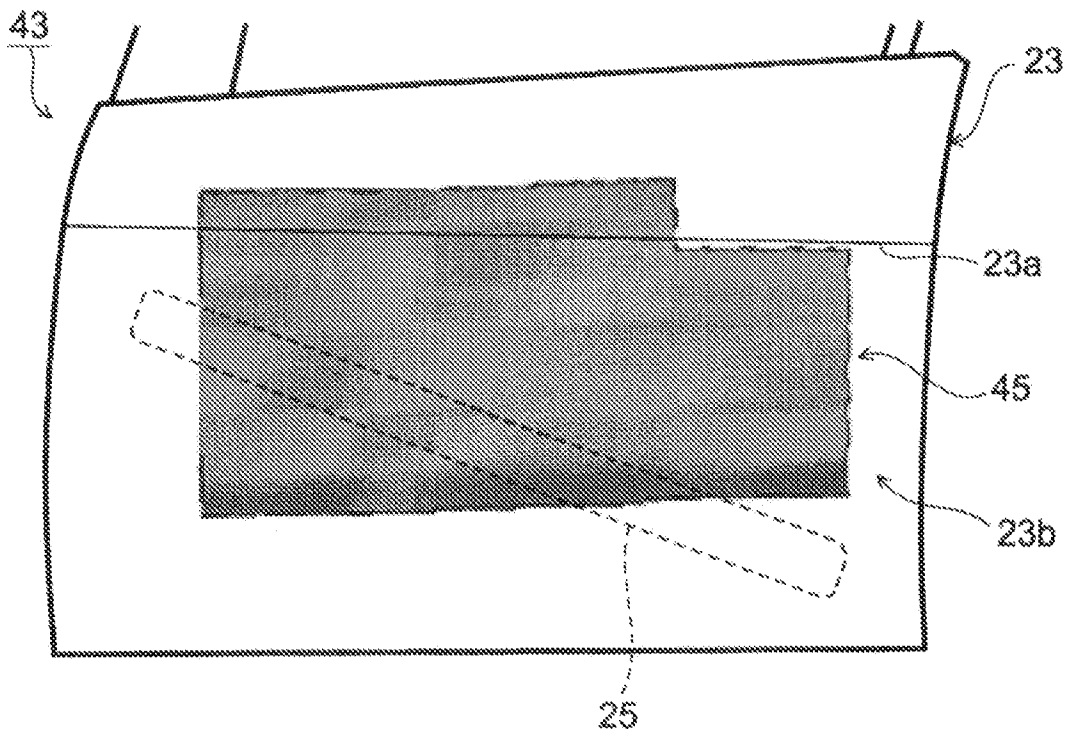
[図6]



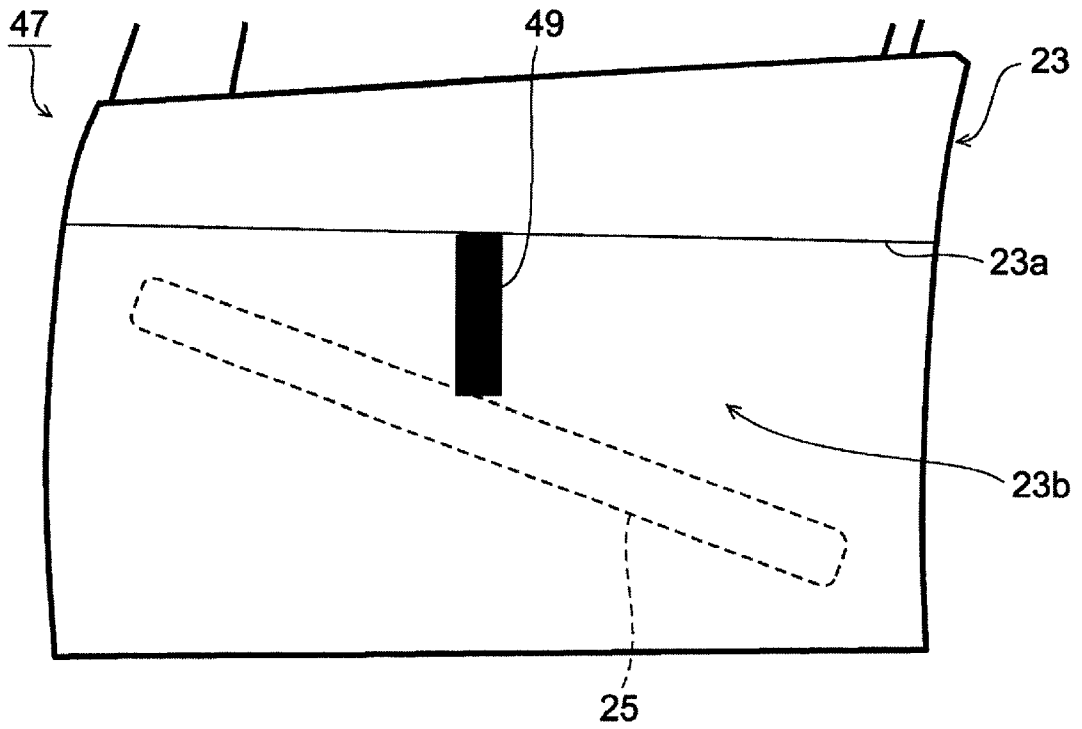
[図7]



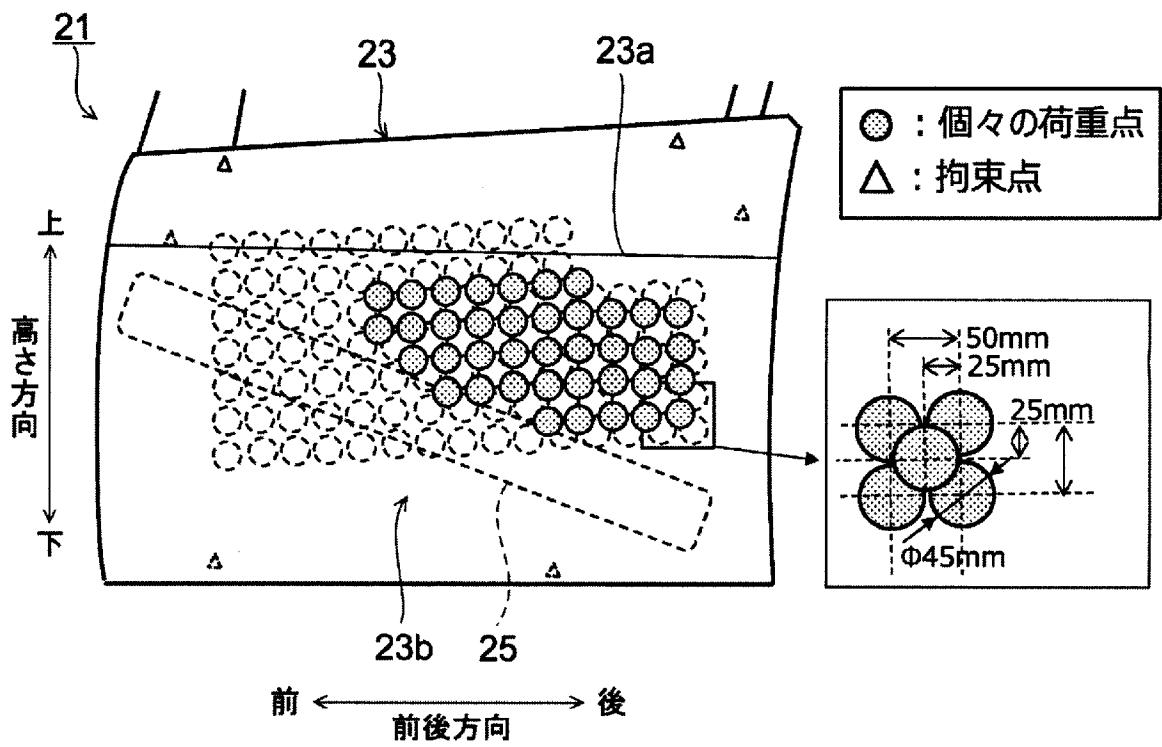
[図8]



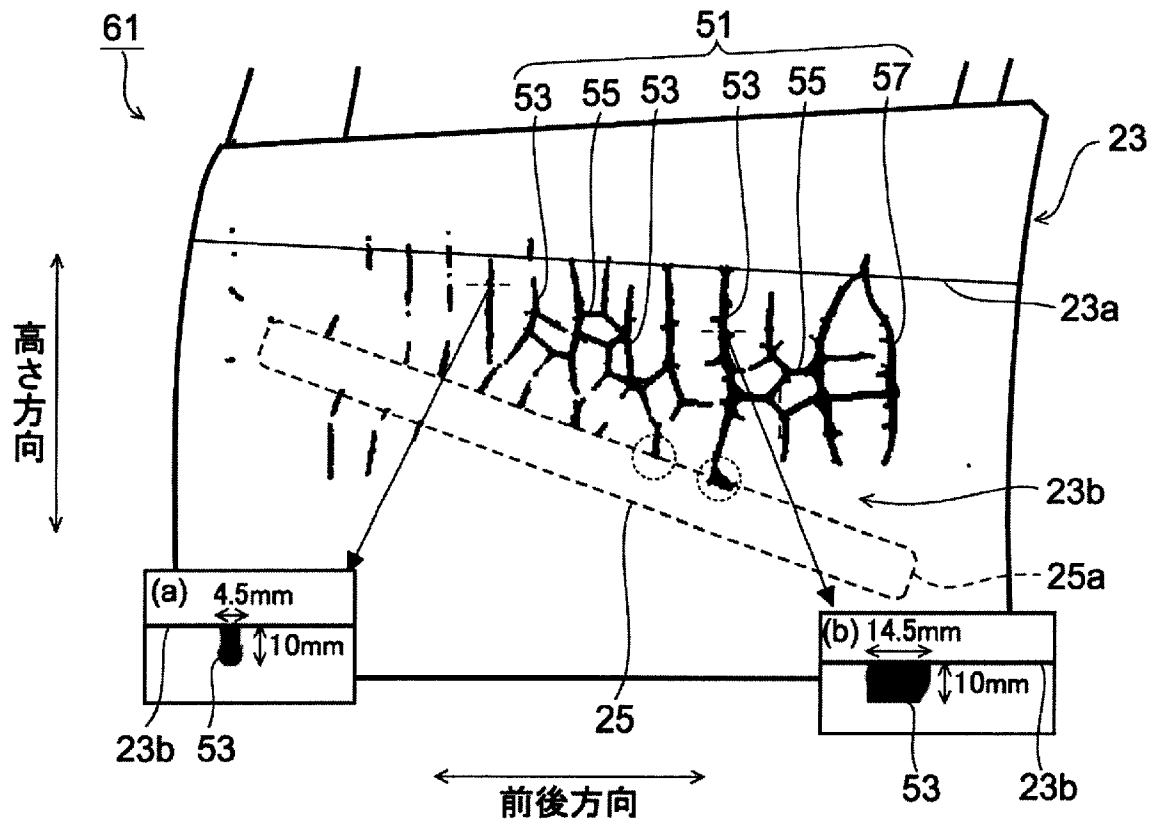
[図9]



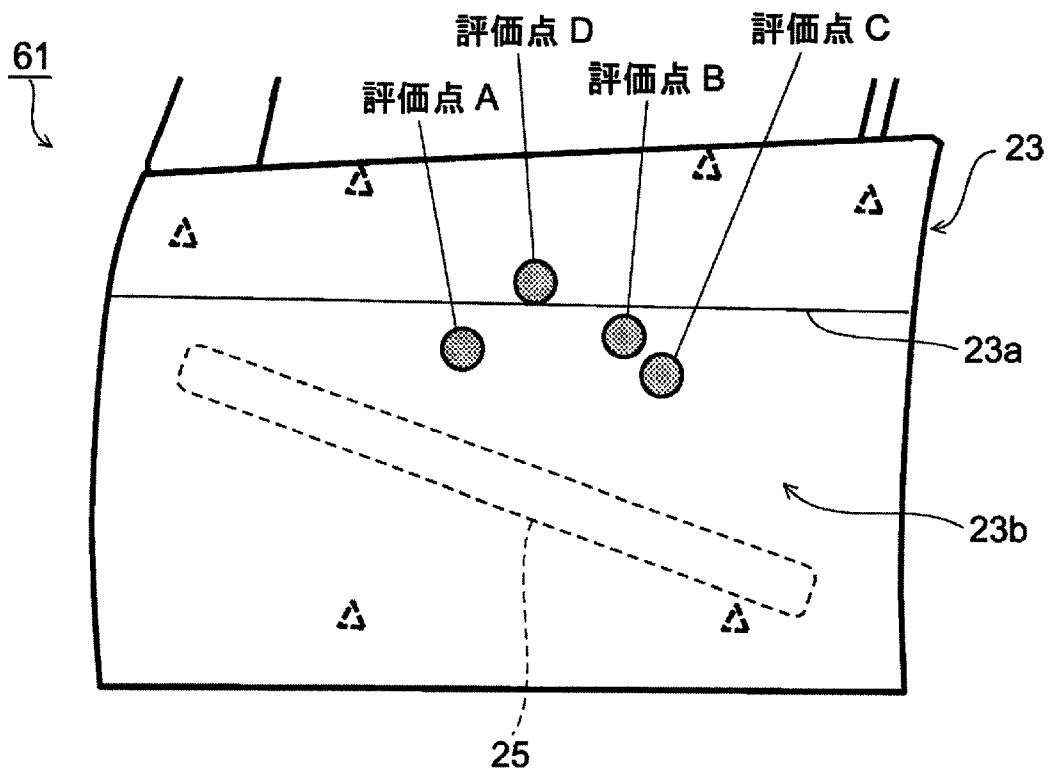
[図10]



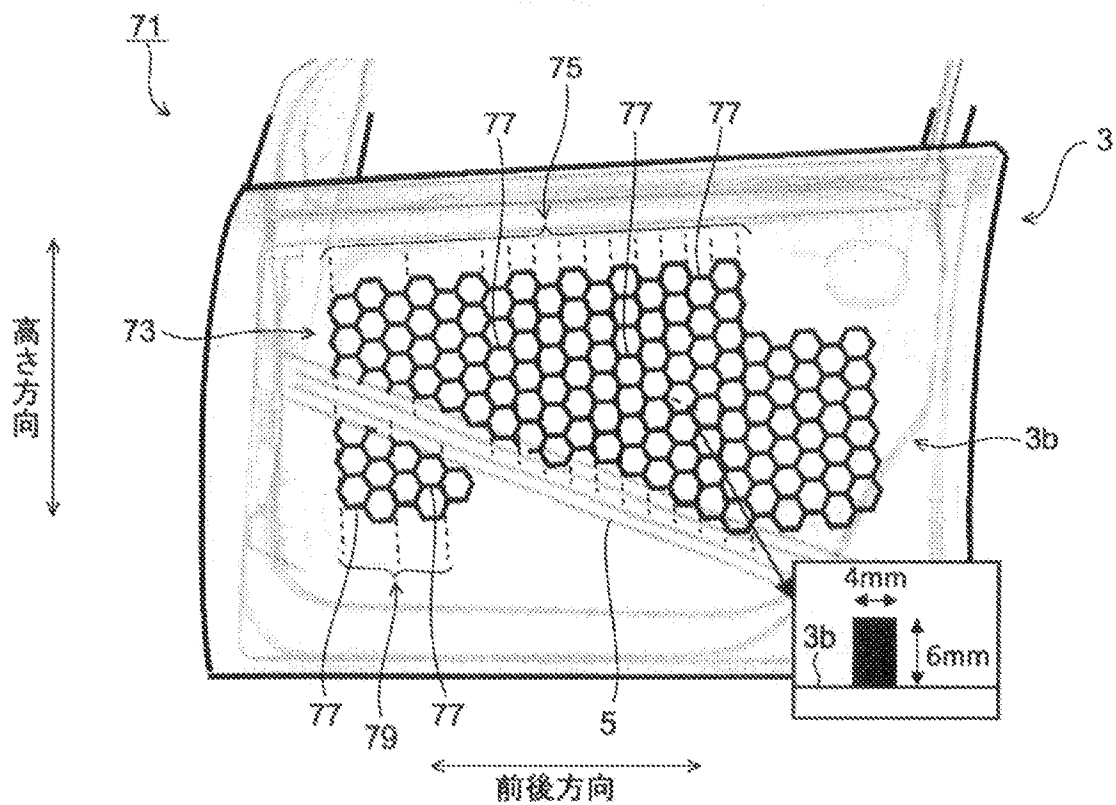
[図11]



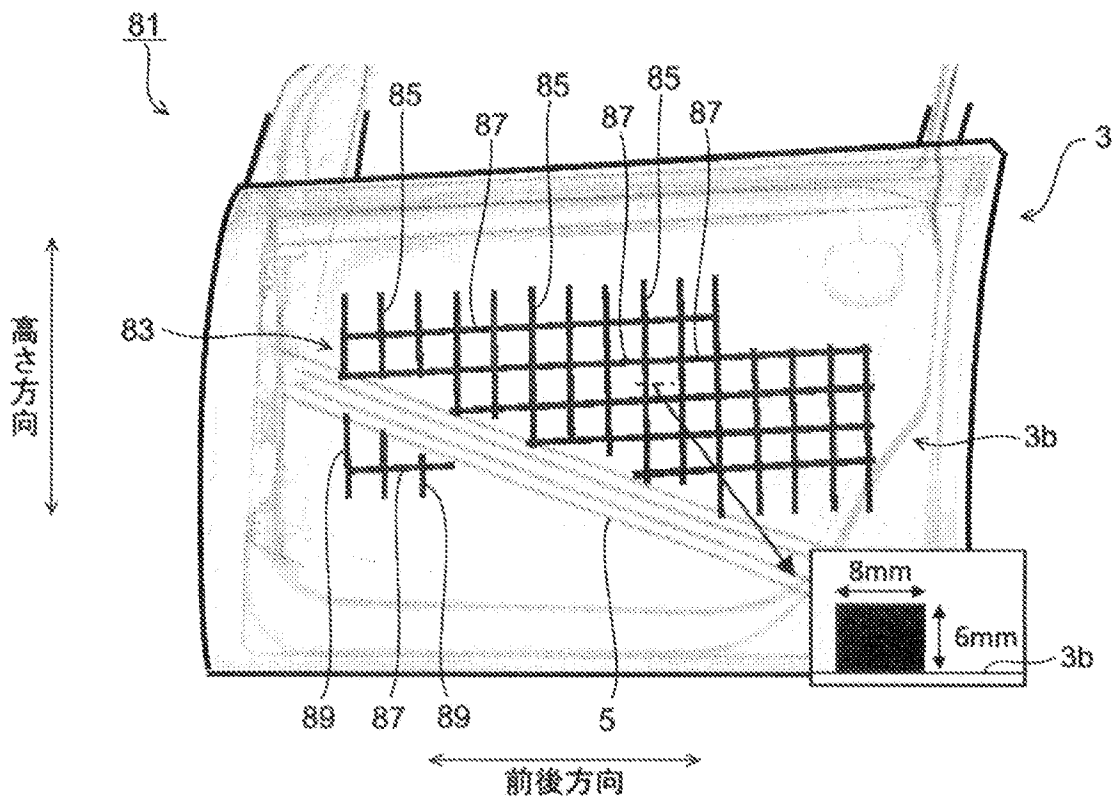
[図12]



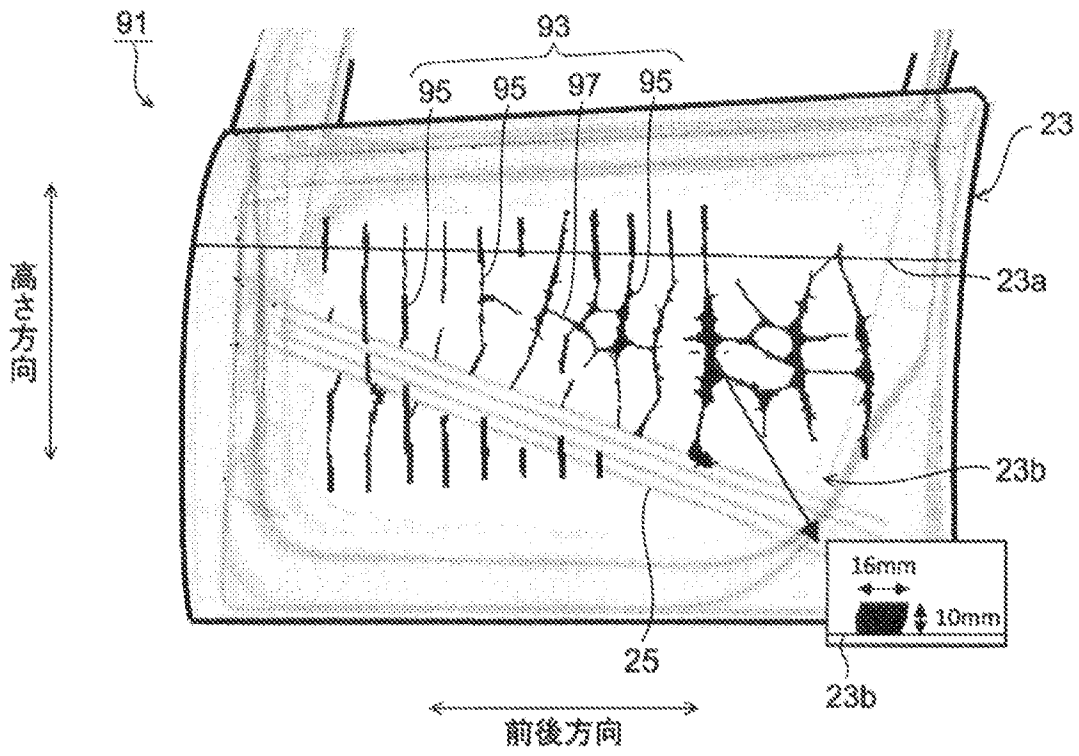
[図13]



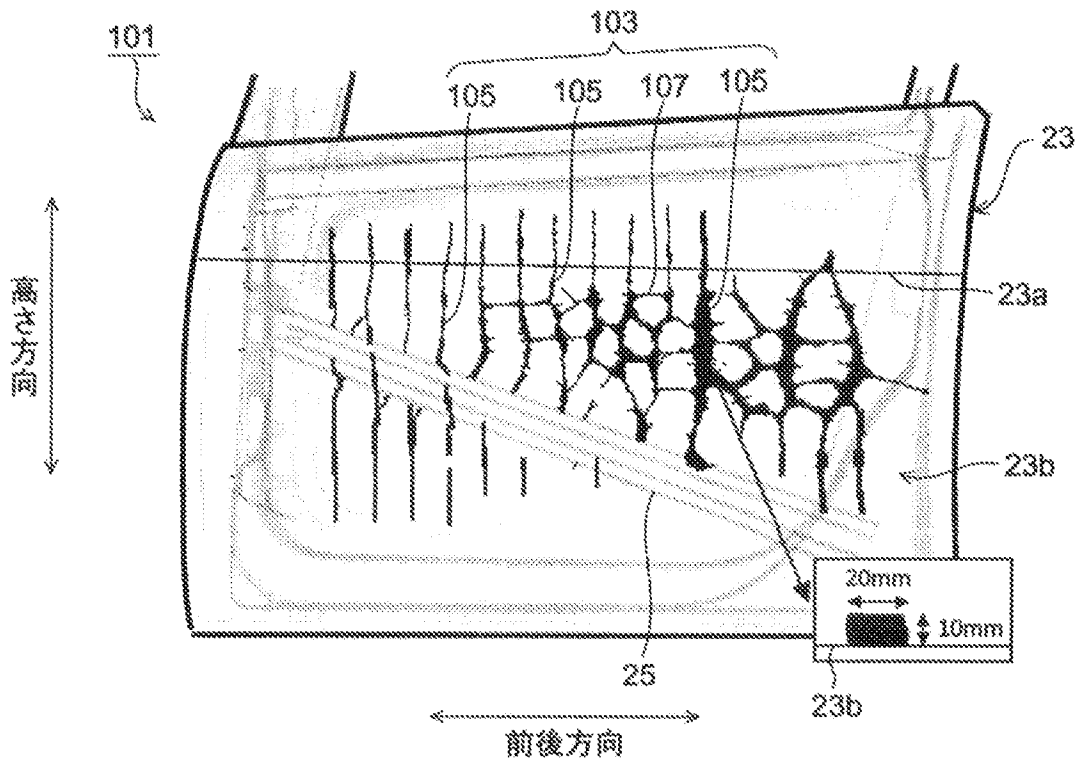
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/033969

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B60J5/00 (2006.01) i, B32B15/08 (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. B60J5/00, B32B15/08

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 1971-2018
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
A	JP 57-151361 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 18 September 1982, page 7, upper right column, line 11, to lower right column, line 2, fig. 4, 5 & US 4378395 A, column 8, line 57, to column 9, line 27, fig. 4, 5 & EP 61132 A2	1-7
A	JP 2016-7927 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 18 January 2016, paragraphs [0027]-[0063], fig. 1-7 (Family: none)	1-7
A	JP 2004-359114 A (KOBE STEEL, LTD.) 24 December 2004, paragraphs [0037]-[0100], fig. 1-27 (Family: none)	1-7

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
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 17.10.2018	Date of mailing of the international search report 30.10.2018
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B60J5/00(2006.01)i, B32B15/08(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. B60J5/00, B32B15/08		
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 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018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
A	JP 57-151361 A（日産自動車株式会社）1982.09.18, 第7頁右上欄 第11行-右下欄第2行, 第4-5図 & US 4378395 A, 第8欄57行-第9 欄27行, 図4-5 & EP 61132 A2	1-7
A	JP 2016-7927 A（トヨタ自動車株式会社）2016.01.18, 段落 0027-0063, 図1-7（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2004-359114 A（株式会社神戸製鋼所）2004.12.24, 段落 0037-0100, 図1-27（ファミリーなし）	1-7
☐ 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 「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 「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 17.10.2018	国際調査報告の発送日 30.10.2018	
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） 宮地 将斗 電話番号 03-3581-1101 内線 3381	3Q 5068