

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-10713

(P2022-10713A)

(43)公開日 令和4年1月17日(2022.1.17)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
B 6 0 K 1/04 (2019.01)	B 6 0 K 1/04	Z 3 D 2 0 3
B 6 2 D 25/20 (2006.01)	B 6 2 D 25/20	G 3 D 2 3 5
H 0 1 M 50/20 (2021.01)	H 0 1 M 2/10	K 5 H 0 4 0
	H 0 1 M 2/10	E
	H 0 1 M 2/10	S
	審査請求 未請求 請求項の数 10	O L (全27頁)

(21)出願番号 特願2020-111415(P2020-111415)

(22)出願日 令和2年6月29日(2020.6.29)

特許法第30条第2項適用申請有り 令和1年10月23日に開催の「東京モーターショー2019」において公開 令和1年11月25日に開催の「2019 マツダ・ヨーロッパ・テクノロジー&デザイン・フォーラム」において公開

(71)出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(74)代理人 110001427

特許業務法人前田特許事務所

(72)発明者 山田 守英

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツ

ダ株式会社内

(72)発明者 波多野 和久

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツ

ダ株式会社内

(72)発明者 安久 柁 寿

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツ

ダ株式会社内

(72)発明者 ▲高▼橋 宗成

最終頁に続く

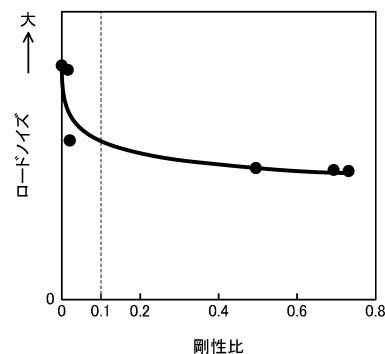
(54)【発明の名称】 電動車両

(57)【要約】

【課題】フロアフレームにバッテリーユニットを取り付ける部位が上下に離間した場合でも、振動騒音および車両の重量増を抑制しながら、これらを適切に連結する。

【解決手段】複数のバッテリーモジュール45を収容するバッテリーユニット40の両側が、一対のフロアフレーム20、20の各々の下面に取り付けられている。バッテリーユニット40は、バッテリーケース60から略水平に張り出すことにより、フロアフレーム20の下面の直下に間隔を隔てて位置する取付ブラケット75を有している。フロアフレーム20へのバッテリーユニット40の取付部位において、特定の剛性比が設定されていて、その剛性比が0.1以上となるように、取付ブラケット75が、中間部100を介してフロアフレーム20の下面に取り付けられている。

【選択図】図12



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の下面を構成するフロアパネルと、
前記車両の両側に離れて前後方向に延びるように配置されて前記フロアパネルの下面に取り付けられることにより、中空角柱状の閉断面構造を構成する一対のフロアフレームと、
前記フロアフレームの各々の下面に両側が取り付けられていて、前記フロアパネルの下方に配置されるバッテリーユニットと、
を備えた電動車両であって、
前記バッテリーユニットは、
複数のバッテリーモジュールと、
前記バッテリーモジュールを収容するバッテリーケースと、
前記バッテリーケースから略水平に張り出すことにより、前記フロアフレームの下面の直下に間隔を隔てて位置する取付ブラケットと、
を有し、
前記フロアフレームへの前記バッテリーユニットの取付部位において、剛性に関する所定の特定値に基づいて、前記フロアフレームの下面よりも上側の部分における車幅方向の剛性（ R_f ）に対する、前記フロアフレームの下面よりも下側の部分における車幅方向の剛性（ R_b ）の比率からなる剛性比（ R_b / R_f ）が設定され、
前記剛性比が 0.1 以上となるように、前記取付ブラケットが、中間部を介して前記フロアフレームの下面に取り付けられている電動車両。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電動車両において、
前記剛性比が、0.1 以上 0.5 以下に設定されている電動車両。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の電動車両において、
前記中間部が、筒状のスペーサーで構成されていて、
ボルトを前記スペーサーに挿通してナットに締結することにより、前記取付ブラケットが前記フロアフレームの下面に取り付けられている電動車両。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の電動車両において、
前記スペーサーが、前記取付ブラケットと一体に構成されている電動車両。

30

【請求項 5】

請求項 3 に記載の電動車両において、
前記スペーサーが、前記取付ブラケットと別体に構成されている電動車両。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の電動車両において、
剛性に関する前記所定の特定値に、イナータンスが用いられている電動車両。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の電動車両において、
前記フロアフレームへの前記バッテリーユニットの取付部位のうち、前記フロアフレームの下面よりも上側の部分、および、前記フロアフレームの下面よりも下側の部分の各々に対し、車幅方向から所定の加振力を入力することによって発生する加速度を計測することにより、前記加振力に対する前記加速度の比からなる前記イナータンスを取得し、
前記フロアフレームの下面よりも上側の部分において取得された前記イナータンスを、前記フロアフレームの下面よりも上側の部分における車幅方向の剛性（ R_f ）とし、前記フロアフレームの下面よりも下側の部分において取得された前記イナータンスを、前記フロアフレームの下面よりも下側の部分における車幅方向の剛性（ R_b ）とすることにより、
前記剛性比（ R_b / R_f ）が設定されている電動車両。

40

【請求項 8】

請求項 7 に記載の電動車両において、

50

前記イナータンスの取得に、 110 Hz 以上 140 Hz 以下の周波数帯の加振力が用いられている電動車両。

【請求項 9】

請求項 1～8 のいずれか 1 つに記載の電動車両において、
前記バッテリーケースは、
前記バッテリーモジュールが載置されるバッテリートレイと、
閉断面構造に構成されていて前記バッテリートレイの周囲を囲むバッテリーフレームと、
を有し、
前記バッテリートレイの下面が前記バッテリーフレームの下面と略同じ高さに位置するように配置されている電動車両。

10

【請求項 10】

請求項 1～9 のいずれか 1 つに記載の電動車両において、
前記フロアパネルのうち、前記バッテリーユニットと上下に対向している部分が、前後方向に延びるトンネル部の無い、フラットパネルで構成されている電動車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

開示する技術は、電力による走行が可能な電動車両に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、内燃機関およびモータで駆動するハイブリッド車、モータのみで駆動する電気自動車など、電力による走行が可能な電動車両が注目されている。これら電動車両には、そのモータを駆動する二次電池（駆動バッテリー）が搭載されている。駆動バッテリーは、常に充電できないので、蓄電した電力で重い車両を動かさなければならない。そのため、駆動バッテリーは大容量が要求される。

20

【0003】

大容量にするために、通常、駆動バッテリーは、電池の集合体からなるバッテリーモジュールを複数個、連結して構成されている。駆動バッテリーはまた、連結されたこれらバッテリーモジュールを、所定形状のバッテリーケースに収容することにより、ユニット化されている（バッテリーユニット）。従って、駆動バッテリーは、サイズが大きく、重量も重い（例えば数 100 Kg ）。そのため、一般に、駆動バッテリーは、前後および左右の方向に大きくなるように、かつ、上下方向に小さくなるように形成し、車体の下側に配置される場合が多い。

30

【0004】

例えば、特許文献 1 の電気自動車では、車体 11 の下部フレームが、車両の両側を前後方向に延びる左右一対のサイドメンバ 31, 32、前後方向に間隔を隔ててこれらサイドメンバ 31, 32 の間に架設された複数のクロスメンバ 33, 34, 35、並びに、これらサイドメンバ 31, 32 およびクロスメンバ 33, 34, 35 の上面に接合されたフロアパネル 70 などで構成されている。

【0005】

駆動バッテリーに相当するバッテリーユニット 14 は、そのようなサイドメンバ 31, 32 の間の、クロスメンバ 33, 34, 35 およびフロアパネル 70 の下側に配置されている。そして、そのバッテリーユニット 14 には、複数のバッテリーモジュールを収容したバッテリーケース 50 と、バッテリーケース 50 の下側に複数取り付けられた中空柱状の桁部材 101, 102, 103, 104 とが備えられている。これら桁部材 101～104 は、バッテリーケース 50 の下側に、前後方向に間隔を隔てて左右方向に延びるように配置されていて、これらの両端は、バッテリーケース 50 の左右両側から突出している。

40

【0006】

各桁部材 101～104 の両端には、挿通孔を形成することにより、締結部 121, 122, 123, 124, 125, 126 が構成されている。また、バッテリーユニット 14 の

50

前端部にも、締結部 210, 211 を構成する一対の前側支持部材 130, 131 が設けられている。

【0007】

各サイドメンバ 31, 32 における、これら締結部 121~126 と対向する部位の各々には、バッテリーユニット取付部が設けられている。各バッテリーユニット取付部は、補強部材 301, 302 で剛性が補強されている。これらバッテリー取付部の各々の下側に、各締結部 121~126 が、直接的に、ボルトで締結して固定されている。締結部 210, 211 は、クロスメンバ 33 にボルトで締結して固定されている。そうして、バッテリーユニット 14 が、車体 11 の下部フレームに取り付けられている。

【0008】

特許文献 2 にも、特許文献 1 の電気自動車と同様に、バッテリーユニットの枠状フレームが、直接的に、左右のフロアフレームに締結して固定されている電動車両が開示されている。

【0009】

また、特許文献 3 には、特許文献 1 の電気自動車の各締結部 121~126 の高さ調整を可能にする技術が開示されている。具体的には、各締結部 121~126 が、横断面が略 U 形状をした一対の金具 220, 221 からなるベース金具 220 で構成されている。金具 220, 221 の位置をずらして閉断面構造を形成し、これらを溶接することで各締結部 121~126 を構成している。それにより、各バッテリーユニット取付部の高さにはばらつきがあっても、均等に近い力で締結できるようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献 1】特開 2009-143446 号公報

【特許文献 2】特開 2011-251620 号公報

【特許文献 3】特開 2012-096789 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

車体およびバッテリーユニットの各々のサイズ、構造、配置などの主な条件は、車体およびバッテリーユニットの各々に要求される機能、性能などを満たすために、設計段階において、ほとんどが決定されてしまう。

【0012】

例えば、バッテリーユニットの下面の位置は、最低地上高によって定まる。バッテリーユニットの上面の位置は、バッテリーモジュールの大きさ、容量などによって定まる。車体においても、例えば、中空筒状のフロアフレーム（サイドメンバ 31, 32 に相当）の横断面の大きさ、形状などは、衝突安全性、走行安定性、快適性（いわゆる NVH）などによって定まる。バッテリーフレーム（桁部材 101~104 に相当）の横断面の大きさ、形状なども、バッテリーユニットに要求される剛性などによって定まる。

【0013】

従って、フロアフレームおよびバッテリーユニットの各々は、これらの連結に適した高さに位置するとは限らない。フロアフレームとバッテリーユニットとを連結する部位が上下に離間し、これらの間に隙間が生じる場合がある。この場合、特許文献 1、2 のように、フロアフレームとバッテリーユニットとを、直接的に締結できないので、強固に固定するのは難しい。

【0014】

そのため、特許文献 3 のように、フロアフレームまたはバッテリーフレームの横断面の大きさを変更して、高さ調整することが考えられる。しかし、この場合、フレームの構成部材を余分に大きくしなければならない。そのため、フレームの重量が増加して車両の重量増を招き、電力消費が増大する。

10

20

30

40

50

【0015】

フロアフレームにバッテリーユニットを取り付けるブラケット（各締結部に相当）を上下方向に折り曲げて、高さ調整することも考えられる。しかし、この場合、ブラケットの車幅方向の剛性が低下する。剛性を高くするためにブラケットの厚みを大きくすれば、車両の重量増を招き、電力消費が増大する。

【0016】

更に、このような取付では、振動騒音も考慮する必要がある。すなわち、車両の走行時に、フロアフレームとバッテリーユニットとが車幅方向に共振して、搭乗者に不快感を与える騒音が発生する場合がある。特に、このような取付では、125 Hz 程度の中周波数帯の振動騒音（ロードノイズ）が問題になる。

10

【0017】

そこで、開示する技術の目的は、フロアフレームにバッテリーユニットを取り付ける部位が上下に離間した場合でも、振動騒音および車両の重量増を抑制しながら、これらを適切に連結できる電動車両を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

開示する技術は、車両の下面を構成するフロアパネルと、前記車両の両側に離れて前後方向に延びるように配置されて前記フロアパネルの下面に取り付けられることにより、中空角柱状の閉断面構造を構成する一対のフロアフレームと、前記フロアフレームの各々の下面に両側が取り付けられていて、前記フロアパネルの下方に配置されるバッテリーユニットと、を備えた電動車両に関する。

20

【0019】

前記バッテリーユニットは、複数のバッテリーモジュールと、前記バッテリーモジュールを収容するバッテリーケースと、前記バッテリーケースから略水平に張り出すことにより、前記フロアフレームの下面の直下に間隔を隔てて位置する取付ブラケットと、を有している。

【0020】

そして、前記フロアフレームへの前記バッテリーユニットの取付部位において、剛性に関する所定の特定値に基づいて、前記フロアフレームの下面よりも上側の部分における車幅方向の剛性（ R_f ）に対する、前記フロアフレームの下面よりも下側の部分における車幅方向の剛性（ R_b ）の比率からなる剛性比（ R_b / R_f ）が設定され、前記剛性比が0.1以上となるように、前記取付ブラケットが、中間部を介して前記フロアフレームの下面に取り付けられている。

30

【0021】

要するに、この電動車両では、フロアパネルに取り付けられて中空角柱状の閉断面構造を構成している一対のフロアフレームの各々の下面に、バッテリーユニットの両側が取り付けられている。そして、その取付部位では、バッテリーケースから略水平に張り出した取付ブラケットが、フロアフレームの下面の直下に間隔を隔てて位置している。

【0022】

つまり、各種の制約により、取付部位に隙間が生じた状態となっており、上述したように、高剛性を確保するために、車両の重量増を回避しながら、取付ブラケットをフロアフレームの下面に、直接的に取り付けることは難しい。しかも、このような取付では、振動騒音も考慮する必要もある。

40

【0023】

そこで、この電動車両では、これら取付部位の特定の剛性比と騒音振動との所定の相関関係に基づいて、剛性比が0.1以上となるように、特定の中間部を介して、取付ブラケットがフロアフレームの下面に取り付けられている。

【0024】

この相関関係は、このような問題を解決するために、本発明者らが見出したものである。相関関係では、剛性比が約0.1となる辺りに変曲点が認められ、そして、剛性比が0.1より小さい領域では、剛性比が小さくなるほど、振動騒音が急激に増大する傾向が認め

50

られている。従って、剛性比を 0.1 以上とすることで、振動騒音を効果的に抑制できる。

【0025】

また、剛性比は小さい方が、バッテリーユニット側の剛性を小さくできる。つまり、取付ブラケットを軽量化にできる。従って、剛性比の値を小さくすることで、軽量化も図れる。このように、この電動車両によれば、フロアフレームにバッテリーユニットを取り付ける部位が上下に離間した場合でも、振動騒音および車両の重量増を抑制しながら、これらを適切に連結できる。

【0026】

前記電動車両はまた、前記剛性比が、0.1 以上 0.5 以下に設定されている、としてもよい。

10

【0027】

本発明者らの知見によれば、剛性比が大きくなると、振動騒音が減少する傾向が認められるが、その減少量は僅かである。剛性比を 0.5 より大きくしても、振動騒音の効率的な抑制効果は得られない。剛性比を 0.1 以上 0.5 以下に設定すれば、振動騒音の抑制と軽量化とを、バランス良く両立できる。

【0028】

前記電動車両はまた、前記中間部が、筒状のスペーサーで構成されていて、ボルトを前記スペーサーに挿通してナットに締結することにより、前記取付ブラケットが前記フロアフレームの下面に取り付けられている、としてもよい。

20

【0029】

スペーサーを介したボルトおよびナットによる締結であれば、既存の部材を用いて、極めて簡単に取付けることができる。従って、効果的なバッテリーユニットの取り付けを、安価かつ簡便に行える。

【0030】

前記スペーサーは、前記取付ブラケットと一体に構成してもよいし、前記取付ブラケットと別体に構成してもよい。

【0031】

スペーサーを取付ブラケットと一体に構成すれば、安定した剛性が確保できる。スペーサーを取付ブラケットと別体に構成すれば、スペーサーの交換により、高さを容易に変更できる。また、取付ブラケットの共用が可能になる。

30

【0032】

剛性に関する前記所定の特定値には、イナータンスを用いることができる。

【0033】

具体的には、前記フロアフレームへの前記バッテリーユニットの取付部位のうち、前記フロアフレームの下面よりも上側の部分、および、前記フロアフレームの下面よりも下側の部分の各々に対し、車幅方向から所定の加振力を入力することによって発生する加速度を計測することにより、前記加振力に対する前記加速度の比からなる前記イナータンスを取得し、前記フロアフレームの下面よりも上側の部分において取得された前記イナータンスを、前記フロアフレームの下面よりも上側の部分における車幅方向の剛性 (R_f) とし、前記フロアフレームの下面よりも下側の部分において取得された前記イナータンスを、前記フロアフレームの下面よりも下側の部分における車幅方向の剛性 (R_b) とすることにより、前記剛性比 (R_b / R_f) が設定されている、とすることができる。

40

【0034】

イナータンスは、剛性に関する公知の伝達関数である。ここで必要なのは、剛性の値そのものではなく、剛性の比（無次元数）である。イナータンスであれば、剛性の比較が可能であり、剛性の値を求めなくても、剛性比を設定できる。しかも、イナータンスであれば、高精度な計測が容易にできる。従って、場所的に計測が困難な場合、計測箇所が多数な場合などにも適切かつ簡便に対応できる。車体の下に位置する取付部位の計測に好適である。

50

【0035】

前記イナータンスの取得には、110Hz以上140Hz以下の周波数帯の加振力を用いるのが好ましい。

【0036】

フロアフレームの振動に起因した振動騒音では、特に、125Hz程度の中周波数帯の振動騒音（ロードノイズ）が問題となる。従って、剛性比を設定するためのイナータンスの取得に、110Hz以上140Hz以下の周波数帯の加振力を用いれば、振動騒音を効果的に抑制することができる。

【0037】

前記電動車両はまた、前記バッテリーケースは、前記バッテリーモジュールが載置されるバッテリートレイと、閉断面構造に構成されていて前記バッテリートレイの周囲を囲むバッテリーフレームと、を有し、前記バッテリートレイの下面が前記バッテリーフレームの下面と略同じ高さに位置するように配置されている、としてもよい。

10

【0038】

バッテリートレイの周囲を囲むバッテリーフレームを閉断面構造で構成すれば、軽量でありながら高剛性なバッテリーフレームを実現できる。そして、バッテリートレイの下面を、そのバッテリーフレームの下面と略同じ高さに配置すれば、バッテリートレイの側方は、全周にわたってバッテリーフレームによって囲まれた状態となる。従って、バッテリートレイの周囲を、高剛性なバッテリーフレームで保護できる。

【0039】

前記電動車両はまた、前記フロアパネルのうち、前記バッテリーユニットと上下に対向している部分が、前後方向に延びるトンネル部の無い、フラットパネルで構成されている、としてもよい。

20

【0040】

前後方向に延びるトンネル部があると、フロアパネルが上方に膨出する。従って、車室が狭くなり、乗り降りの邪魔になる。それに対し、フロアパネルが、そのようなトンネル部の無いフラットパネルで構成されていると、車室が拡がり、利便性に優れる。一方、車体の剛性が低下するので、フロアパネルおよびフロアフレームが振動し易くなる。従って、振動騒音の増加が懸念される。それに対し、この電動車両では、バッテリーユニットが、振動騒音を抑制できる所定の剛性比で、フロアフレームに取り付けられているので、そのような振動騒音の増加も抑制できる。

30

【発明の効果】

【0041】

開示する技術を適用した電動車両によれば、フロアフレームにバッテリーユニットを取り付ける部位が上下に離間した場合でも、振動騒音および車両の重量増を抑制しながら、これらを適切に連結できる。従って、高性能な電動車両を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】電動車両の車体の下側部分を下方から見た概略図である。

【図2A】電動車両の車体の下側部分を斜め前方から見た概略斜視図である。

40

【図2B】電動車両の車体の下側部分を斜め後方から見た概略斜視図である。

【図3】バッテリーユニットが無い状態の車体を下方から見た概略図である。

【図4A】バッテリーユニットを斜め上方から見た概略斜視図である。

【図4B】バッテリーカバーを除いてバッテリーユニットの内部を見た概略斜視図である。

【図4C】バッテリーケースの下側部分を示す概略斜視図である。

【図4D】図4Cにおける矢印Y1で示す方向から見た概略図である。

【図4E】バッテリーケースの下側部分を分解した概略斜視図である。

【図5】間接取付ブラケット（横間接取付ブラケット）を斜め下方から見た概略斜視図である。

【図6】横間接取付ブラケットの取付部位（横間接取付部位）の概略斜視図である。

50

【図 7】横間接取付ブラケットの取付部位（横間接取付部位）の概略断面図である。

【図 8】フロアフレームの内部の構造を示す概略斜視図である。

【図 9】剛性の計測に用いる計測システムの模式図である。

【図 10】車体側のイナータンスの計測について説明するための図である。

【図 11】バッテリーユニット側のイナータンスの計測について説明するための図である。

【図 12】剛性比とフロアフレームに起因した振動騒音との関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0043】

開示する技術を、具体的な実施形態によって説明する。ただし、以下の説明は一例である。説明で用いる前後、左右、および、上下の方向は、各図に矢印で示す。なお、これら方向は車両を基準としている。従って、左右方向は車幅方向に相当する。

10

【0044】

< 電動車両の主な構成 >

図 1、図 2 A、図 2 B に、本実施形態の電動車両 1 を示す。図 1 は、電動車両 1 を構成している車体 10 の下側部分を、下方から見た図である。図 2 A は、電動車両 1 を構成している車体 10 の下側部分を、斜め前方から見た図である。図 2 B は、電動車両 1 を構成している車体 10 の下側部分を、斜め後方から見た図である。これら図は、開示する技術に関連した電動車両 1 の主な構成を示している。

【0045】

この電動車両 1 は、電力で走行する電気自動車である。図示はしないが、電動車両 1 の前部に区画されている機器室には、モータが設置されている。その機器室の後側に隣接して、ドライバー等が搭乗する車室 1 a が区画されている。更にその車室 1 a の後側に隣接して、荷室が区画されている。この電動車両 1 は、モータが前輪を回転駆動することで走行する。なお、電動車両 1 は、モータと共にエンジンを搭載し、これらを併用して走行するハイブリッド自動車であってもよい。

20

【0046】

電動車両 1 にはまた、モータを駆動するための電源として、二次電池（バッテリーユニット 40）が搭載されている。バッテリーユニット 40 は、大容量かつ高重量である。そのため、電動車両 1 に搭載できる箇所は限られる。通常、バッテリーユニット 40 は、上下の方向に小さく、前後および左右の方向に大きくした状態で、車体 10 の下方のスペースに配置されている。

30

【0047】

（車体 10）

図 3 に、バッテリーユニット 40 が無い状態での車体 10 の下側部分を示す。車体 10 の下側部分は、左右一対のサイドシル 11、11、フロアパネル 13 などで構成されている。

【0048】

図 2 A、図 3、図 7 に示すように、各サイドシル 11 は、鋼板で形成された中空角柱状の部分からなり、横断面が略矩形の閉断面構造を有している。各サイドシル 11 は、車体 10 の左右の下縁に沿うように配置されていて、互いに平行して前後方向に延びている。両サイドシル 11、11 の後端部は、車室 1 a の左右の後隅部に位置し、両サイドシル 11、11 の前端部は、車室 1 a の左右の前隅部に位置している。

40

【0049】

図 2 A に示すように、各サイドシル 11 の前端部の上側には、中空角柱状のヒンジピラー 14 が連結されている。図 2 B に示すように、各サイドシル 11 の後端部の上側には、中空角柱状のリヤピラー 15 が連結されている。左右の各々に位置するヒンジピラー 14 およびリヤピラー 15 は、前後に対向した状態で上方に延びている。この電動車両 1 では、いわゆるセンターピラー（サイドシル 11 の中間部分の上側から上方に延びるピラー）は、省略されている。

【0050】

図示しないが、各ヒンジピラー 14 には、フロンドドアが、揺動して開閉可能に取り付け

50

られている。また、各リヤピラー 15 には、リヤドアが、揺動して開閉可能に取り付けられている。そして、これらドアを閉じたとき、フロントドアの先端部とリヤドアの先端部とが密着する。

【0051】

すなわち、この電動車両 1 では、車室 1a の側面を開閉するドアが、いわゆる観音開きするように構成されている。従って、この電動車両 1 の場合、センターピラーが無いので、車室 1a に出入りし易い。利便性に優れる。一方、センターピラーが有る場合に比べて、車体 10 の剛性は低い。

【0052】

図 3、図 7 に示すように、フロアパネル 13 は、プレス加工された鋼板などからなり、主に車室 1a の下面を構成している。フロアパネル 13 は、左右のサイドシル 11, 11 の間に設けられていて、これらの間を覆っている。フロアパネル 13 の前縁部は、車室 1a と機器室との間を区画するダッシュパネル 16 の下縁部に連結されている。図 2A に示すように、ダッシュパネル 16 は、フロアパネル 13 との連結部位から、湾曲しながら斜め上方に拡がっている。

【0053】

ダッシュパネル 16 における車幅方向の中間部分には、上向きに凹んで前後方向に延びる、横断面が逆 U 形状の短トンネル部 16a が形成されている。短トンネル部 16a は、ダッシュパネル 16 から後方のフロアパネル 13 にも延出されている。ただし、この電動車両 1 では、フロアパネル 13 の前端部に、短トンネル部 16a の後端部を構成する傾斜溝 13a (側面視が略三角形の溝) が形成されているだけである。一般的な車両に認められるように、この電動車両 1 のフロアパネル 13 には、前後に延びる長いトンネル部は形成されていない。

【0054】

すなわち、フロアパネル 13 の大部分は、車幅方向の断面が略水平なフラットパネル 13e となっている。従って、この電動車両 1 の場合、車室 1a の内部に膨出する長いトンネル部が無いので、車室 1a が拡がる。利便性に優れる。一方、長いトンネル部が有る場合に比べて、車体 10 の剛性は低い。

【0055】

フロアパネル 13 の後部には、上方に一段高くする段差部 13b が設けられている。それにより、フロアパネル 13 における段差部 13b よりも後側の部分 (後端部 13c) は、上方にシフトした状態で略水平に拡がっている。フロアパネル 13 における段差部 13b の前側には、挿通口が開いた接続凹部 13d が形成されている。

【0056】

フロアパネル 13 の後端部 13c の後側には、荷室の下面を構成するリヤパネル 17 が連結されている。リヤパネル 17 は、一対のサイドシル 11, 11 の後端部よりも後方に位置している。リヤパネル 17 は、互いに平行して後方に延びる一対のリヤサイドフレーム 18, 18 の間に設けられていて、これらの間を覆っている。

【0057】

ダッシュパネル 16、フロアパネル 13、および、リヤパネル 17 の下面には、車体 10 を補強する様々な部材が取り付けられている。具体的には、フロアフレーム 20、フロントフレーム 21、トルクボックス 22、レインフォースメント 23、クロスメンバ 24f, 24r などが取り付けられている。これら部材は、いずれも鋼板のプレス加工品である。これら部材はまた、略ハット形状の横断面を有している。各パネルの下面にこれら部材を溶接して取り付けることにより、中空柱状の閉断面構造が形成されている。

【0058】

例えば、フロアフレーム 20 は、図 6、図 7 に示すように、帯状の下壁部 20a と、下壁部 20a の両縁に対向状に設けられて下壁部 20a に沿って延びる一対の側壁部 20b, 20b と、両側壁部 20b, 20b の上縁に沿って互いに逆向きに張り出す一対のフランジ部 20c, 20c と、を有している。そして、フロアフレーム 20 は、その両側のフラ

10

20

30

40

50

ンジ部 20c, 20c が、フロアパネル 13 の下面に取り付けられることにより、中空角柱状の閉断面構造を構成している。

【0059】

図 3 に示すように、フロアフレーム 20 は、一対からなり、左右対称状に配置されている。すなわち、両フロアフレーム 20, 20 は、フロアパネル 13 の左右両側に離れて、両サイドシル 11, 11 の各々の内側に隣接した位置に配置されている。また、両フロアフレーム 20, 20 は、前後方向に傾斜して延びるように配置されていて、前方に向かうほど、互いに近づき、かつ、隣接するサイドシル 11 から離れるように傾斜している。

【0060】

各フロアフレーム 20 の先端部に、各フロントフレーム 21 の後端部が、連続するように連結されている。各フロントフレーム 21 は、図 2A に示すように、ダッシュパネル 16 の下面に取り付けられていて、湾曲しながら斜め上方に向かって延びている。フロアフレーム 20 とフロントフレーム 21 とが連結されている部分（前側フレーム連結部位 25）の各々と、隣接しているサイドシル 11 との間には、2 つのトルクボックス 22, 22 が、前後に並んで架設されている。

10

【0061】

また、各前側フレーム連結部位 25 と短トンネル部 16a との間には、一対のレインフォースメント 23, 23 が配置されている。各レインフォースメント 23 は、略 J 状に延びる部材からなる。各レインフォースメント 23 の屈曲側の端部がフロアフレーム 20 の側面に連結されている。各レインフォースメント 23 は、その延出側の端部を後方に向けた状態で、ダッシュパネル 16 の後端部およびフロアパネル 13 の前端部の下面に取り付けられている。両レインフォースメント 23 の後部は、短トンネル部 16a の両側に沿ってその途中まで延びている。

20

【0062】

図 2B、図 3 に示すように、2 つのクロスメンバ 24f, 24r が、一対のリヤサイドフレーム 18, 18 の間に架設されている。これらクロスメンバ 24f, 24r は、前後方向に離れて位置し、リヤパネル 17 に取り付けられている。前側のクロスメンバ 24f は、リヤパネル 17 とフロアパネル 13 との連結部位に沿って延びるように配置されている。

【0063】

各サイドシル 11 の後側には、後輪を収容するホイールハウス 26 が取り付けられている。そして、そのホイールハウス 26 の下方に、リヤサスペンション 30 が設置されている。

30

【0064】

図 2B、図 3 に示すように、リヤサスペンション 30 は、後輪の各々を軸支する左右一対のトレーリングアーム 30a, 30a と、これらトレーリングアーム 30a, 30a の間に連結されて、車幅方向に延びるトーションビーム 30b と、を備える（いわゆるトーションビーム式サスペンション）。各トレーリングアーム 30a は、アームブラケット 30c を介して、フロアフレーム 20 とリヤサイドフレーム 18 とが連結されている部分（後側フレーム連結部位 31）の各々に取り付けられている。

40

【0065】

（バッテリーユニット 40）

図 4A に示すように、バッテリーユニット 40 は、それ自体が、車体 10 に取り付けられる単一の部材として構成されている。バッテリーユニット 40 の総重量は、例えば、約 300 kg である。バッテリーユニット 40 は、車体 10 の下側に拡がるスペースに配置されている。

【0066】

すなわち、バッテリーユニット 40 は、フロアパネル 13 に沿って拡がるように、フロアパネル 13 の下方に配置されている。図 1、図 3 に示すように、フロアパネル 13 のうち、バッテリーユニット 40 と上下に対向している部分は、フラットパネル 13e で構成されて

50

いる。その部分には、前後方向に延びる長いトンネル部は無い。従って、広い車室 1 a を確保できる。そして、車体 1 0 の下側の限られたスペースを無駄にすることなく、バッテリーユニット 4 0 を効率よく配置できる。

【0067】

バッテリーユニット 4 0 は、上下方向の厚みが小さいプレート状の部材からなる。バッテリーユニット 4 0 は、上面視が略長方形の形状を有し、左右方向よりも前後方向に長い。バッテリーユニット 4 0 の下面は、略平坦に形成されている。

【0068】

バッテリーユニット 4 0 の上面のうち、その後側の部分は、フロアパネル 1 3 の形状に合わせて、前側および中間の部分よりも一段高く形成されている。バッテリーユニット 4 0 の前端部には、フロアパネル 1 3 の傾斜溝 1 3 a に嵌合する前側膨出部 4 0 a が設けられている。バッテリーユニット 4 0 の中間部分には、フロアパネル 1 3 の接続凹部 1 3 d に嵌合する後側膨出部 4 0 b が設けられている。

【0069】

図 4 A ～図 4 D に示すように、バッテリーユニット 4 0 は、大略、複数（図例では 1 6 個）のバッテリーモジュール 4 5 と、これらバッテリーモジュール 4 5 を収容するバッテリーケース 6 0 とで構成されている。バッテリーケース 6 0 は、バッテリートレイ 6 1、バッテリーカバー 6 4、バッテリーフレーム 6 5 など構成されている。

【0070】

（バッテリーケース 6 0）

図 4 C、図 4 E に示すように、バッテリーケース 6 0 の下面は、バッテリートレイ 6 1 によって構成されている。バッテリートレイ 6 1 は、上面が開放された底の浅い容器状の部材である。具体的に、バッテリートレイ 6 1 は、前後方向に長い略長方形の下面部 6 1 a と、下面部 6 1 a の周囲に連なる枠状の周面部 6 1 b と、周面部 6 1 b の上縁から全周にわたって外側に小さく張り出した下接合部 6 1 c と、複数（図例では 3 つ）の架設フレーム 6 2（区別する場合は、前架設フレーム 6 2 a、中架設フレーム 6 2 b、後架設フレーム 6 2 c ともいう）と、を有している。

【0071】

各架設フレーム 6 2 は、フロアフレーム 2 0 などと同じ、略ハット形状の横断面を有する部材からなる。各架設フレーム 6 2 は、下面部 6 1 a および周面部 6 1 b に溶接して取り付けることにより、閉断面構造を構成している。これら架設フレーム 6 2 により、バッテリートレイ 6 1 の剛性が強化されている。これら架設フレーム 6 2 はまた、バッテリーモジュール 4 5 を支持する支持部材としても利用されている。そのため、これら架設フレーム 6 2 は、前後方向に所定の間隔を隔てて、左右方向に延びるように配置されている。そして、これら架設フレーム 6 2 の上面は、バッテリートレイ 6 1 の上面と略同じ高さに配置されている。

【0072】

図 4 A、図 6、図 7 に示すように、バッテリーカバー 6 4 は、下面が開放されたケース状の部材からなり、バッテリーケース 6 0 の上面および側面を構成している。バッテリーカバー 6 4 の下縁の周囲には、下接合部 6 1 c に対応した形状の上接合部 6 4 a が設けられている。上接合部 6 4 a は、バッテリーカバー 6 4 をバッテリートレイ 6 1 の上に被せた状態で、下接合部 6 1 c にシール材を介して接合される。それにより、バッテリーカバー 6 4 とバッテリートレイ 6 1 とが一体化され、これらの内部が密封される。

【0073】

図 4 E に示すように、バッテリーフレーム 6 5 は、バッテリートレイ 6 1 の周囲を囲む矩形枠状の部材からなる。バッテリーユニット 4 0 は、このバッテリーフレーム 6 5 を介して車体 1 0 に支持される。バッテリーフレーム 6 5 は、左右方向に間隔を隔てて対向して延びる 1 対の側枠部 6 5 a、6 5 a と、これら側枠部 6 5 a、6 5 a の前端部の間に架設された前枠部 6 5 b と、これら側枠部 6 5 a、6 5 a の後端部の間に架設された後枠部 6 5 c と、を有している。

【0074】

これら側枠部65a、前枠部65b、および、後枠部65cの各々は、複数の鋼板によって中空角柱状に形成されている。具体的には、図6、図7に示すように、これらの各々には、折り曲げられた2つの鋼板650、650が用いられている。これら鋼板650は、帯状に延びる縦板部650aと、縦板部650aの両縁から互いに逆向きに張り出す上板部650bおよび下板部650cと、を有し、略Z形状の横断面に折り曲げられている。

【0075】

そして、これら鋼板650、650をずらして、双方の上板部650bどうしおよび下板部650cどうしを接合する。それにより、これら側枠部65a、前枠部65b、および、後枠部65cの各々に、略矩形の閉断面構造が形成されている。従って、バッテリーフレーム65は、軽量かつ高剛性に形成されている。

10

【0076】

バッテリートレイ61は、バッテリーフレーム65に上方から嵌め込まれて一体化されている。具体的には、バッテリーフレーム65の上面（各上板部650bの上面）に、バッテリートレイ61の下接合部61cが載置され、その状態でこれらが溶接して固定されている。それにより、バッテリートレイ61の上面は、バッテリーフレーム65の上面と略同じ高さに位置している。

【0077】

またこのとき、バッテリートレイ61の下面（下面部61aの下面）は、バッテリーフレーム65の下面（各下板部650cの下面）と略同じ高さに位置するように配置されている。バッテリートレイ61の側方は、全周にわたってバッテリーフレーム65によって囲まれている。従って、バッテリートレイ61は、バッテリーフレーム65により、その周囲が保護されている。

20

【0078】

また、バッテリーフレーム65には、車体10に取り付けるために、複数の支持部材が設けられている。具体的には、図4Eに示すように、これら側枠部65aおよび前枠部65bの各々に、前間接取付ブラケット76、横間接取付ブラケット75、および、横直付けブラケット77が設けられている。なお、本実施形態では、横間接取付ブラケット75が「取付ブラケット」に相当する。

【0079】

前間接取付ブラケット76は、前枠部65bに2個設けられている。これら前間接取付ブラケット76、76は、左右両側に離れて配置されている。横間接取付ブラケット75は、各側枠部65aに、左右対称状に4個ずつ設けられている（第1～第4の横間接取付ブラケット75a～75d）。

30

【0080】

具体的には、図4Cに示すように、前架設フレーム62aの両端部と内外に対向する位置に、第1の横間接取付ブラケット75aの各々が配置されている。中架設フレーム62bの両端部と内外に対向する位置に、第3の横間接取付ブラケット75cの各々が配置されている。これら第1および第3の横間接取付ブラケット75a、75cの各々の中間の位置に、第2の横間接取付ブラケット75bの各々が配置されている。そして、後架設フレーム62cの両端部と内外に対向する位置に、第4の横間接取付ブラケット75dの各々が配置されている。

40

【0081】

横直付けブラケット77は、各側枠部65aの後部に、左右対称状に1個ずつ設けられている。各横直付けブラケット77は、前後方向における各側枠部65aの後架設フレーム62cと後枠部65cとの中間の位置に配置されている。これら支持部材の構造および取り付けについては別途後述する。

【0082】

（バッテリーモジュール45）

図4Bに示すように、バッテリーモジュール45の各々は、いずれも同じ部材からなる。各

50

バッテリーモジュール４５は、一方が長い直方体形状を有している。図示はしないが、各バッテリーモジュール４５は、複数のバッテリーセルで構成されている。バッテリーセルは、例えば、所定の定格電圧を有するリチウムイオン電池である。これらバッテリーセルを電氣的に接続することにより、バッテリーモジュール４５は、大容量で高電圧が出力できるように構成されている。１個のバッテリーモジュール４５の重量は、例えば、約１４ｋｇである。

【００８３】

１６個のバッテリーモジュール４５は、後述する支持金具５０などに支持されて、バッテリートレイ６１の上に載置されている。それにより、これらバッテリーモジュール４５は、それらの長手方向を前後方向に一致させた状態で、バッテリーケース６０の内部に、上下二段に整列した状態で収容されている。

【００８４】

これらバッテリーモジュール４５の下段では、左右方向に４個並べられたバッテリーモジュール４５が、前後方向に３列（前列、中連、後列）並べて配置されている。そして、左右方向に並ぶ４個のバッテリーモジュール４５が、後列のバッテリーモジュール４５の上に重ねて配置されることにより、これらバッテリーモジュール４５の上段が構成されている。

【００８５】

図４Ｂ、図４Ｃに示すように、下段の各バッテリーモジュール４５は、所定の支持金具５０（第１～第３の支持金具５１，５２，５３）を介して、バッテリートレイ６１に取り付けられている。支持金具５０の各々は、図４Ｃに示すように、帯板状の支持部５０ａと、支持部５０ａの下縁から略Ｌ状に屈曲した固定部５０ｂと、を有している。支持金具５０は、プレス加工により、鋼板から一体に形成されている。

【００８６】

前架設フレーム６２ａには、２個の支持金具５０（第１の支持金具５１）が、左右に並べた状態で取り付けられている。これら第１の支持金具５１は、支持部５０ａを前架設フレーム６２ａよりも後方に突き出した状態で、固定部５０ｂを前架設フレーム６２ａの上面に締結して取り付けられている。

【００８７】

中架設フレーム６２ｂには、４個の支持金具５０（第１および第２の支持金具５１，５２）が、各々、左右に並べた状態で取り付けられている。すなわち、第１の支持金具５１の各々は、支持部５０ａを中架設フレーム６２ｂよりも前方に突き出した状態で、固定部５０ｂを中架設フレーム６２ｂの上面に締結して取り付けられている。第２の支持金具５２の各々は、支持部５０ａを中架設フレーム６２ｂよりも後方に突き出した状態で、固定部５０ｂを中架設フレーム６２ｂの上面に締結して取り付けられている。

【００８８】

後架設フレーム６２ｃには、４個の支持金具５０（第２および第３の支持金具５２，５３）が、各々、左右に並べた状態で取り付けられている。すなわち、第２の支持金具５２の各々は、支持部５０ａを後架設フレーム６２ｃよりも前方に突き出した状態で、固定部５０ｂを後架設フレーム６２ｃの上面に締結して取り付けられている。第３の支持金具５３の各々は、支持部５０ａを後架設フレーム６２ｃよりも後方に突き出した状態で、固定部５０ｂを後架設フレーム６２ｃの上面に締結して取り付けられている。

【００８９】

そして、後枠部６５ｃには、２個の支持金具５０（第３の支持金具５３）が、左右に並べた状態で取り付けられている。第３の支持金具５３の各々は、支持部５０ａを後枠部６５ｃよりも前方に突き出した状態で、固定部５０ｂを後枠部６５ｃの上面に締結して取り付けられている。

【００９０】

そして、前列の４個のバッテリーモジュール４５は、前後に対向している第１の支持金具５１，５１の２組に、２個ずつ、その前端部および後端部を支持部５０ａに締結して取り付けられている。それと同様に、中列の各バッテリーモジュール４５は、前後に対向している第２の支持金具５２，５２の２組に、その前端部および後端部を支持部５０ａに締結して

10

20

30

40

50

取り付けられている。後列の各バッテリーモジュール４５は、前後に対向している第３の支持金具５３，５３の２組に、その前端部および後端部を支持部５０ａに締結して取り付けられている。

【００９１】

下段の各バッテリーモジュール４５は、図４Ｄに示すように、その下面がバッテリートレイ６１の上面よりも上方に位置するように配置されている。それにより、バッテリートレイ６１の上面と、これらバッテリーモジュール４５の下面との間には、スペースが設けられている。そして、図示しないが、そのスペースに、冷却配管とともに、弾性を有するゴム板が設置されている。従って、各バッテリーモジュール４５の下面は、バッテリートレイ６１により、弾性的に支持されている。

10

【００９２】

そして、バッテリーモジュール４５の共振を抑制するために、本実施形態では、第１の支持金具５１は、第２および第３の支持金具５２，５３よりも、板厚が小さい鋼板で形成されている。固定部５０ｂの締結箇所数も、第１の支持金具５１は、第２および第３の支持金具５２，５３よりも相対的に少なくされている。それにより、前列のバッテリーモジュール４５と、中列および後列のバッテリーモジュール４５とでは、これらの取付部位（モジュール取付部位）の剛性が異なり、固有振動数に差が生じるように設定されている。

【００９３】

なお、電動車両１の仕様により、これらモジュール取付部位の剛性は変更可能である。共振が抑制できるように、予め各モジュール取付部位の剛性を設計し、所定の大きさを固有振動数が異なる複数のモジュール取付部位を設定すればよい。

20

【００９４】

上段の各バッテリーモジュール４５は、台状に構成された支持フレーム５５を介して、バッテリートレイ６１に取り付けられている。図４Ｃ、図４Ｄに示すように、支持フレーム５５は、矩形板状の床部５５ａと、床部５５ａの周囲に取り付けられた矩形枠状の床枠部５５ｂと、床枠部５５ｂから下方に延びる複数の脚部５５ｃと、を有している。支持フレーム５５は、後列のバッテリーモジュール４５の上に被さるように配置されている。

【００９５】

そして、床枠部５５ｂの前縁部に設けられている一対の脚部５５ｃ，５５ｃが、後架設フレーム６２ｃの上面に固定されている。床枠部５５ｂの両側縁部に設けられている左右一対の脚部５５ｃ，５５ｃが、バッテリートレイ６１の上面に固定されている。床枠部５５ｂの後縁部に設けられている複数の脚部５５ｃが、後枠部６５ｃに固定されている。

30

【００９６】

床枠部５５ｂの前縁部および後縁部の各々には、２個の支持金具５０（第３の支持金具５３）が、下段と同様に取り付けられている。そして、上段の各バッテリーモジュール４５が、後列のバッテリーモジュール４５と同様に、床部５５ａに弾性的に支持された状態で、これら２組の第３の支持金具５３に取り付けられている。上段のモジュール取付部位の固有振動数を、下段の各モジュール取付部位の固有振動数と異なるようにしてもよい。

【００９７】

<バッテリーユニット４０の車体１０への取り付け>

40

バッテリーユニット４０は、横間接取付ブラケット７５、前間接取付ブラケット７６、横直付けブラケット７７、および、後直付けブラケット７８により、車体１０に取り付けられている。

【００９８】

（横間接取付ブラケット７５、前間接取付ブラケット７６）

横間接取付ブラケット７５および前間接取付ブラケット７６の各々は、いずれも同じ形状の金具からなる（これらを総称して「間接取付ブラケット７０」ともいう）。間接取付ブラケット７０は、鋼板のプレス加工によって形成されている。

【００９９】

図５に示すように、間接取付ブラケット７０は、１つのボルト孔７１ａが開口する平坦な

50

締結座部 71 が設けられた基部 70 a と、基部 70 a の一端から下方に断面略 L 形状に屈曲した中継部 70 b と、中継部 70 b の突端から基部 70 a と逆方向に突出した突端部 70 c と、基部 70 a および中継部 70 b の間の両隅の部分に対向して拡がる一対の補強部 70 d、70 d と、を有している。なお、間接取付ブラケット 70 には、スペーサー 100 も設けられているが、これについては後述する。

【0100】

基部 70 a および中継部 70 b の縁の部分、並びに、一対の補強部 70 d、70 d は、下方に湾曲する曲面部分と、その曲面の外縁から側方に向かって反る折曲部分とで、立体的に形成されている。それにより、間接取付ブラケット 70 の剛性は、構造的に強化されている。なお、フロアフレーム 20 の傾斜に合わせて、第 1～第 4 の横間接取付ブラケット 75 a～75 d の各々の基部 70 a の長さは、配置位置が後方になるほど長く形成されている。

10

【0101】

各前間接取付ブラケット 76 は、前枠部 65 b に、各横間接取付ブラケット 75 は、側枠部 65 a に、それぞれ、締結および溶接して固定されている。具体的には、図 6、図 7 に示すように、前枠部 65 b および各側枠部 65 a の各々には、これらの上面から側方に、上板部 650 b が略水平に張り出している。そして、基部 70 a の上面は、上板部 650 b の下面に密着され、中継部 70 b の側面は、縦板部 650 a の外面に密着され、突端部 70 c の上面は、下板部 650 c の下面に密着されている。

20

【0102】

その状態で、前枠部 65 b および各側枠部 65 a の各々に、前間接取付ブラケット 76 および横間接取付ブラケット 75 の各々が、締結および溶接して固定されている。それにより、基部 70 a の上面は、バッテリフレーム 65 の上面と略同じ高さに位置で略水平に張り出すので、締結座部 71 は、車幅方向の剛性に優れた構造となっている。

【0103】

(横直付けブラケット 77、後直付けブラケット 78)

横直付けブラケット 77 の基本的な構造は、間接取付ブラケット 70 とほぼ同じである。ただし、横直付けブラケット 77 は、間接取付ブラケット 70 よりも大型の金具からなる。横直付けブラケット 77 は、相対的に大きな基部 70 a、中継部 70 b、補強部 70 d を有している。横直付けブラケット 77 は、各側枠部 65 a に締結および溶接して固定されている。横直付けブラケット 77 の基部 70 a の締結座部 71 には、複数のボルト孔が形成されている。

30

【0104】

後直付けブラケット 78 は、横直付けブラケット 77 よりも更に大きな金具からなる。後直付けブラケット 78 は、図 2 B に示すように、矩形板状の吊り壁部 78 a と、吊り壁部 78 a の上縁から段面略 L 形状に屈曲した横長壁部 78 b と、を有している。後直付けブラケット 78 は、吊り壁部 78 a の下端部を後枠部 65 c の後面に締結することにより、後枠部 65 c に固定される。

【0105】

そして、これら横間接取付ブラケット 75、前間接取付ブラケット 76、横直付けブラケット 77、および、後直付けブラケット 78 の各々は、ボルト B とナット 81 とによる締結により、車体 10 に取り付けられている。

40

【0106】

具体的には、後直付けブラケット 78 の場合、図 2 B に示すように、その横長壁部 78 b が前側のクロスメンバ 24 f の下面に締結して固定されている。各横直付けブラケット 77 の場合、その基部 70 a の締結座部 71 が、ボルト B およびナット 81 による締結により、各後側フレーム連結部位 31 の下面に、直接的に取り付けられている。

【0107】

そして、第 1～第 4 の各横間接取付ブラケット 75 a～75 d は、図 3 に示すように、これらの配置に対応してフロアフレーム 20 の各々の下面の所定部位に設けられたブラケッ

50

ト取付部位 80（区別する場合は、第 1～第 4 の各ブラケット取付部位 80 a～80 d ともいう）に、ボルト B およびナット 81 による締結により、取り付けられている。各前間接取付ブラケット 76 も、これらと同様に、レインフォースメント 23 の各々の下面に取り付けられている。

【0108】

各ブラケット取付部位 80 には、ナット 81 が固定されている。具体的には、図 6、図 7、図 8 に示すように、下壁部 20 a に、ボルト B を挿通するための貫通孔 82 が形成されている。この貫通孔 82 と同軸に、下壁部 20 a の上面（閉断面構造の内部に臨む面）に、ナット 81 が溶接して固定されている。下壁部 20 a とフロアパネル 13 との間の距離は、第 1 のブラケット取付部位 80 a よりも、第 2～第 4 の各ブラケット取付部位 80 b, 80 c, 80 d の方が大きくなっている。

10

【0109】

そのため、第 1 の各ブラケット取付部位 80 a には、高さの低いナット 81 が用いられている。第 2～第 4 の各ブラケット取付部位 80 b, 80 c, 80 d には、高さの高いナット 81（柱状ナット 81）が用いられている。第 2～第 4 の各ブラケット取付部位 80 b, 80 c, 80 d にはまた、両側壁部 20 b の対向面に両端部が溶接されて横断面方向に広がる補強板 83 が設けられている。その補強板 83 に、各柱状ナット 81 の外周面を接合することにより、各柱状ナット 81 のフロアフレーム 20 に対する剛性が強化されている。

20

【0110】

（バッテリーユニット 40 を車体 10 へ取り付ける時の課題）

バッテリーユニット 40 の下面の位置は、最低地上高によって決定される。バッテリーユニット 40 の上面の位置は、バッテリーモジュール 45 の大きさ、容量などによって決定される。また、フロアパネル 13 の傾斜溝 13 a に前側膨出部 40 a を嵌合し、接続凹部 13 d に後側膨出部 40 b を嵌合する必要もある。

【0111】

車体 10 においても、フロアフレーム 20 の横断面の大きさ、形状などは、衝突安全性、走行安定性、快適性など、車体 10 自体に要求される諸条件によって決定される。バッテリーフレーム 65 の横断面の大きさ、形状なども、所定の制約の下で決定される。

【0112】

その結果、この電動車両 1 では、車体 10 に取り付けた状態では、フロアフレーム 20 の下面と横間接取付ブラケット 75 の上面とが、上下に離間し、これらの間に隙間が生じる、という問題が発生した。

30

【0113】

この場合、フロアフレーム 20 に各横間接取付ブラケット 75 を直接的に取り付けることはできない。そこで、フロアフレーム 20 またはバッテリーフレーム 65 の大きさを変更すると、これらフレームの重量が増加して電動車両 1 の重量増を招き、電力消費が増大する。

【0114】

また、基部 70 a を折り曲げて高さ調整すれば、横間接取付ブラケット 75 の車幅方向の剛性が低下する。それに対し、横間接取付ブラケット 75 の厚みを大きくすれば、直付けでき、車幅方向の剛性を向上できる。ところが、横間接取付ブラケット 75 は個数が多いので、そうした場合、電動車両 1 の重量増を招き、電力消費が増大する。そのため、電動車両 1 の重量増を招くことなく、フロアフレーム 20 に、各横間接取付ブラケット 75 を強固に固定するのは難しい。

40

【0115】

更に、振動騒音も考慮しなければならない。すなわち、車両の走行時、各フロアフレーム 20 は、車幅方向に波打つように振動する。バッテリーユニット 4 は、それに伴って横揺れする。それにより、フロアフレーム 20 とバッテリーユニット 40 とが車幅方向に共振し、フロアパネル 13 を通じて、搭乗者に不快感を与える騒音が発生する場合がある。フロア

50

フレーム 20 の振動に起因した振動騒音では、特に、125 Hz 程度の中周波数帯の振動騒音（ロードノイズ）が問題視されている。

【0116】

しかも、この電動車両 1 の場合、フロアパネル 13 がフラットパネル 13 e で構成されている。センタービラーも省略されている。それにより、車体 10 の剛性が相対的に低下し、振動騒音が発生し易くなっている。振動騒音の抑制と軽量化は、相反する事項である。そのため、これらを両立させながら、車体 10 にバッテリーユニット 40 を適切に取り付けることは難しい。

【0117】

そこで、この電動車両 1 では、従来のように、剛性の向上を目的として、フロアフレーム 20 にバッテリーユニット 40 をできる限り強固に取り付けようとするのではなく、振動騒音の抑制と軽量化との双方を配慮し、車幅方向に適切な剛性が得られるように、工夫されている。

【0118】

すなわち、図 6、図 7 に示すように、上下方向に離間しているフロアフレーム 20 へのバッテリーユニット 40 の取付部位（横間接取付部位 90）、つまり、各ブラケット取付部位 80 と各横間接取付ブラケット 75 との連結部分が、各々、特定のスペーサー 100（中間部の一例）を介して取り付けられている。

【0119】

具体的には、スペーサー 100 は、円筒状の金具からなる。本実施形態では、各スペーサー 100 は、ボルト孔 71 a と同軸に各基部 70 a の締結座部 71 の上面に溶接して固定されていて、間接取付ブラケット 70 と一体に構成されている。各スペーサー 100 の高さは、離間距離に合わせて設定されている。

【0120】

スペーサー 100 の内径は、ボルト孔 71 a よりも大きく形成されている。また、スペーサー 100 の厚みは、軽量化の観点からは小さい方が好ましく、剛性の観点からは大きい方が好ましい。これらスペーサー 100 の仕様は、後述する振動騒音の抑制と軽量化との関係に基づいて設定される。なお、スペーサー 100 は円筒状でなく、角筒状であってもよい。

【0121】

横間接取付ブラケット 75 における各締結座部 71 の下側から、ボルト孔 71 a およびスペーサー 100 の各々に、ボルト B を挿通する。そのボルト B を、ブラケット取付部位 80 における貫通孔 82 およびナット 81 の各々にねじ込む。そうすることにより、横間接取付ブラケット 75 が、ブラケット取付部位 80 に取り付けられている。

【0122】

このような構造の横間接取付部位 90 によれば、スペーサー 100 を介在させるだけでよい。従って、安価で実現でき、簡単な変更で対応できる。

【0123】

そして、振動騒音の抑制と軽量化を両立させるために、これら横間接取付部位 90 には、剛性に関する所定の特定値に基づく剛性比が設定されている。後述するように、本発明者らは、これら横間接取付部位 90 の所定の剛性比と、フロアフレーム 20 に起因する騒音振動との間に、変曲点が存在する所定の関係が認められることを見出した。そして、その関係に基づき、振動騒音の抑制と軽量化との両立が可能になる所定の値となるように、横間接取付部位 90 の剛性比が設定されている。

【0124】

<剛性に関する特定値、剛性比>

本実施形態では、剛性に関する特定値として、イナータンス（inertance）が用いられている。イナータンスは、公知の伝達関数であり、入力される加振力（F）と、それによって発生する加速度（A）との比（ A/F ）である。イナータンスが大きいほど、振動は伝わり易い。従って、イナータンスにより、剛性それ自体の値を計測しなくても、剛性の

10

20

30

40

50

客観的な比較が可能になる。そして、イナータンスであれば、後述するように、高精度な計測が容易にできる。

【0125】

剛性比は、横間接取付部位90の各々において、フロアフレーム20の下面よりも上側の部分における車幅方向の剛性（上側剛性、 R_f ）と、フロアフレーム20の下面よりも下側の部分における車幅方向の剛性（下側剛性、 R_b ）との比率（ R_b / R_f ）である。

【0126】

上側剛性は、各横間接取付部位90における車体側の車幅方向の剛性に相当する。具体的には、上側剛性は、各ブラケット取付部位80それ自体の車幅方向のイナータンスである。一方、下側剛性は、各横間接取付部位90におけるバッテリーユニット側の剛性に相当する。具体的には、下側剛性は、スペーサー100を含めた各横間接取付ブラケット75の車幅方向のイナータンスである。

【0127】

（車体側およびバッテリーユニット側の各々の剛性の計測）

イナータンスの計測方法について具体的に説明する。なお、説明する計測方法、計測に用いる装置などは、一例であり、状況に応じて適宜変更できる。

【0128】

図9に、イナータンスの計測に用いる計測システム110を模式的に示す。計測システム110は、加振器111、加速度センサ112、計算ユニット113などで構成されている。加振器111は、加振棒111aにより、特定の方向から任意の周波数で、測定対象に加振力を加えられるように構成されている。加振棒111aには、加振力および周波数を計測して計算ユニット113に出力する加振センサ111bが取り付けられている。

【0129】

加速度センサ112は、測定対象の加速度を計測し、計算ユニット113に出力する。計算ユニット113には、CPUやメモリなどのハードウェアと計算ソフトが装備されている。計算ユニット113は、加振センサ111bおよび加速度センサ112の各々から入力される計測値に基づいて、イナータンスを算出する。

【0130】

（車体側のイナータンスの計測）

バッテリーユニット40が装着されていない状態の車体10が計測対象である。その車体10を、例えば複数の空気パネの上に載置する。それにより、車体10を浮かせた状態で支持する。その状態で、図10に示すように、第1～第4の各ブラケット取付部位80a～80dのいずれか1つにボルトBを締結すると共に、その表面（フロアフレーム20の下面）に加速度センサ112を接着して固定する。そして、そのボルトBに加振棒111aの先端を接触させ、車幅方向に加振力が付与できるように、加振器111をセットする。

【0131】

その後、例えば0Hz～800Hzの間のランダムな周波数により、加振器111で加振力を付与する。それと同時に、加振センサ111bおよび加速度センサ112による計測を行う。計算ユニット113は、これらセンサから入力された計測値に基づいて、イナータンスを算出する。それにより、計測したブラケット取付部位80のイナータンスを取得する。

【0132】

本実施形態では、特に125Hz程度の中周波数帯の振動騒音（ロードノイズ）の抑制が重要視されている。そこで、110Hz以上140Hz以下の周波数帯でのイナータンスを平均化し、その平均値を、剛性比の算出に用いる。

【0133】

このような計測処理を、第1～第4の各ブラケット取付部位80a～80dに対して行い、合計8箇所からなるブラケット取付部位80全てのイナータンスを算出する。そして、これらブラケット取付部位80で算出されたイナータンスの平均値を、更に平均化し、その総合平均値を、車体側のイナータンスとして取り扱う。

【0134】

(バッテリーユニット側のイナータンスの計測)

車体10への装着前のバッテリーユニット40が計測対象である。そのバッテリーユニット40を、車体側での計測と同様に、空気バネなどによって浮かせた状態で支持する。その状態で、図11に示すように、第1～第4の各横間接取付ブラケット75a～75dのいずれか1つにおけるスペーサー100の突端に、加速度センサ112を接着して固定する。そして、加振棒111aの先端をそのスペーサー100に接触させ、車幅方向に加振力が付与できるように、加振器111をセットする。

【0135】

そうして、車体側での計測と同様に、加振器111で加振力を付与する。それと同時に、加振センサ111bおよび加速度センサ112による計測を行う。計算ユニット113は、これらセンサから入力された計測値に基づいて、イナータンスを算出する。それにより、計測した横間接取付ブラケット75のイナータンスを取得する。

10

【0136】

110Hz以上140Hz以下の周波数帯でのイナータンスを平均化し、その平均値を、剛性比の算出に用いる。このような計測処理を、第1～第4の各横間接取付ブラケット75a～75dに対して行い、合計8箇所からなる横間接取付ブラケット75全てのイナータンスを算出する。そして、これら横間接取付ブラケット75で算出されたイナータンスの平均値を、更に平均化し、その総合平均値を、バッテリーユニット側のイナータンスとして取り扱う。

20

【0137】

(剛性比の設定)

このようにして取得された、車体側のイナータンスの総合平均値を、上側剛性(R_f)とする。そして、バッテリーユニット側のイナータンスの総合平均値を、下側剛性(R_b)とする。そうすることにより、剛性比(R_b/R_f)を設定する。

【0138】

図12に、本発明者らの知見に基づくグラフを示す。このグラフは、剛性比とフロアフレーム20に起因した振動騒音(ロードノイズ)との相関関係を示している。縦軸は、125Hzの周波数帯における振動騒音の大小を表している。横軸は、上述した剛性比を表している。

30

【0139】

剛性比が小さくなるほど、振動騒音は大きくなる傾向が認められる。そして、剛性比が約0.1となる辺りに変曲点が認められる。剛性比が0.1より小さい領域では、剛性比が小さくなるほど、振動騒音が急激に増大する傾向が認められる。一方、剛性比が0.1以上の領域では、剛性比が大きくなるほど、振動騒音が減少する傾向が認められるが、その減少量は僅かである。

【0140】

バッテリーユニット側の剛性が大きくなるほど、剛性比は大きくなる。対して、バッテリーユニット側の剛性が小さくなるほど、剛性比は小さくなる。すなわち、剛性比が小さくなるほど、バッテリーユニット側の剛性を小さくできるので、スペーサー100を含めた横間接取付ブラケット75を軽量化にできる。

40

【0141】

そこで、この電動車両1では、変曲点を考慮して、剛性比が、0.1以上となるように設定されている。剛性比が0.1以上であれば、振動騒音を効果的に抑制できる。特に、剛性比を0.1以上0.5以下に設定すれば、振動騒音の抑制と軽量化とを、バランス良く両立することができる。

【0142】

このように、本実施形態の電動車両1は、その下面を構成するフロアパネル13と、その車両の両側に離れて前後方向に延びるように配置されてフロアパネル13の下面に取り付けられることにより、中空角柱状の閉断面構造を構成する一対のフロアフレーム20、2

50

0と、これらフロアフレーム20、20の各々の下面に両側が取り付けられていて、フロアパネル13の下方に配置されるバッテリーユニット40と、を備えている。

【0143】

バッテリーユニット40は、複数のバッテリーモジュール45と、バッテリーモジュール45を収容するバッテリーケース60と、バッテリーケース60から略水平に張り出すことにより、フロアフレーム20の下面（ブラケット取付部位80）の直下に間隔を隔てて位置する横間接取付ブラケット75と、を有している。

【0144】

そして、フロアフレーム20へのバッテリーユニット40の取付部位（横間接取付部位90）において、イナータンスに基づいて、上側剛性（ R_f ）に対する、下側剛性（ R_b ）の比率からなる剛性比（ R_b / R_f ）が設定され、その剛性比が0.1以上となるように、横間接取付ブラケット75が、スペーサー100を介して、ブラケット取付部位80に取り付けられている。

10

【0145】

それにより、本実施形態の電動車両1によれば、各種の制約により、各ブラケット取付部位80と、各横間接取付ブラケット75とが、上下に離間して位置する場合であっても、スペーサー100により、安価かつ簡単な変更で、これらを適切に取り付けることができる。しかも、これら横間接取付部位90が、特定の剛性比に基づいて適切な値に設定されているので、電動車両1の重量増および振動騒音も効果的に抑制できる。従って、高性能な電動車両1を実現できる。

20

【0146】

なお、開示する技術にかかる電動車両は、上述した実施形態に限定されず、それ以外の種々の構成をも包含する。

【0147】

実施形態では、スペーサー100が間接取付ブラケット70と一体に構成されている場合を例示したが、スペーサー100は、間接取付ブラケット70と別体に構成してもよい。

【0148】

すなわち、取付時に、スペーサー100にボルトBを挿通し、そのボルトBを締結することでスペーサー100を固定する。この場合、スペーサー100の高さを容易に変更できるので、利便性に優れる。また、間接取付ブラケット70の共用化が可能になるので、部品点数の削減、部材コストの低減が図れる。

30

【0149】

剛性に関する特定値は、イナータンスに限らない。剛性比（無次元数）が設定できればよい。ため、同じ単位の剛性値であればよい。

【0150】

全ての横間接取付部位90で特定の剛性比を設定することは必須でない。一部の横間接取付部位90で剛性比を設定してもよい。

【0151】

中間部は、基部70aに、別部材のスペーサー100を固定して構成することに限らない。基部70aを膨出させたり基部70aの肉厚を大きくしたりすることにより、横間接取付ブラケット75それ自体に形成してもよい。

40

【符号の説明】

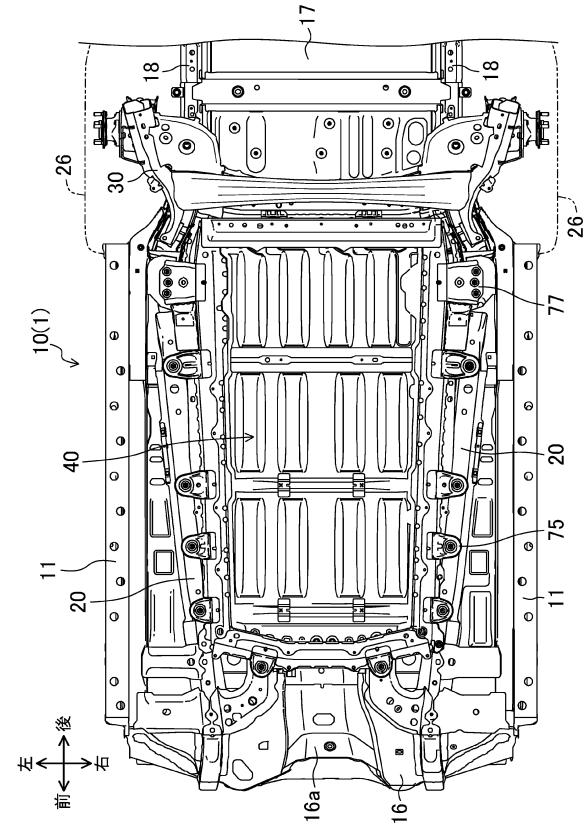
【0152】

- 1 電動車両
- 10 車体
- 11 サイドシル
- 13 フロアパネル
- 13e フラットパネル
- 16 ダッシュパネル
- 16a トンネル部

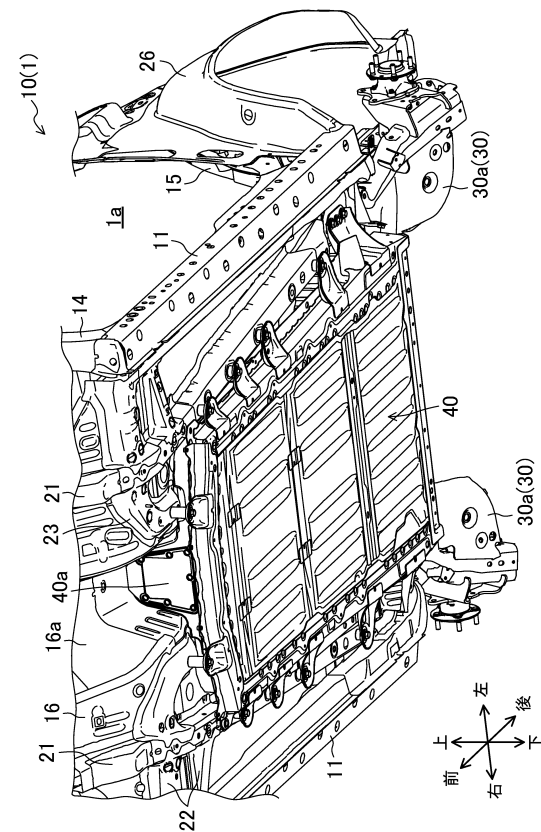
50

1 7	リヤパネル	
1 8	リヤサイドフレーム	
2 0	フロアフレーム	
3 0	リヤサスペンション	
4 0	バッテリーユニット	
4 5	バッテリーモジュール	
5 1	第 1 の支持金具	
5 2	第 2 の支持金具	
5 3	第 3 の支持金具	
5 5	支持フレーム	10
6 0	バッテリーケース	
6 1	バッテリートレイ	
6 2	架設フレーム	
6 4	バッテリーカバー	
6 5	バッテリーフレーム	
6 5 a	側枠部	
6 5 b	前枠部	
6 5 c	後枠部	
7 0	間接取付ブラケット	
7 5	横間接取付ブラケット	20
7 5 a ~ 7 5 d	第 1 ~ 第 4 の横間接取付ブラケット	
7 6	前間接取付ブラケット	
7 7	横直付けブラケット	
7 8	後直付けブラケット	
8 0	ブラケット取付部位	
8 0 a ~ 8 0 d	第 1 ~ 第 4 のブラケット取付部位	
9 0	横間接取付部位	
1 0 0	スペーサー (中間部)	
1 1 0	計測システム	
1 1 1	加振器	30
1 1 2	加速度センサ	
1 1 3	計算ユニット	
B	ボルト	

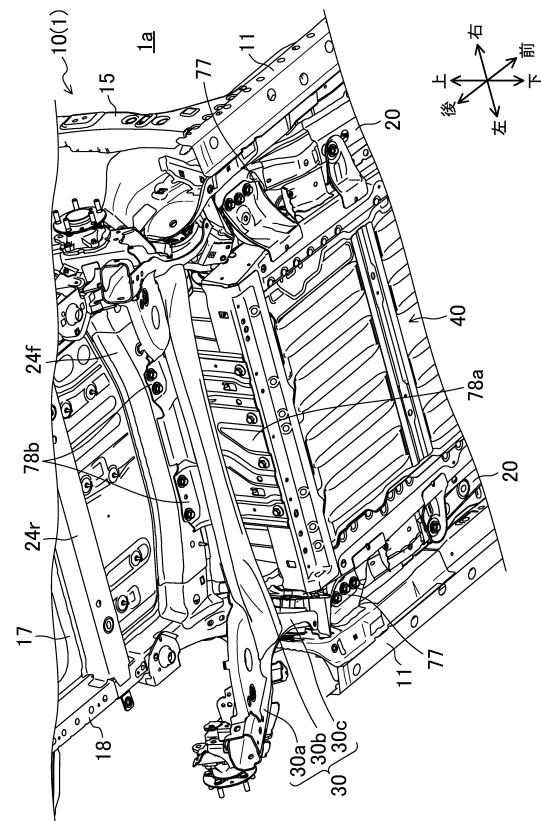
【図面】
【図 1】



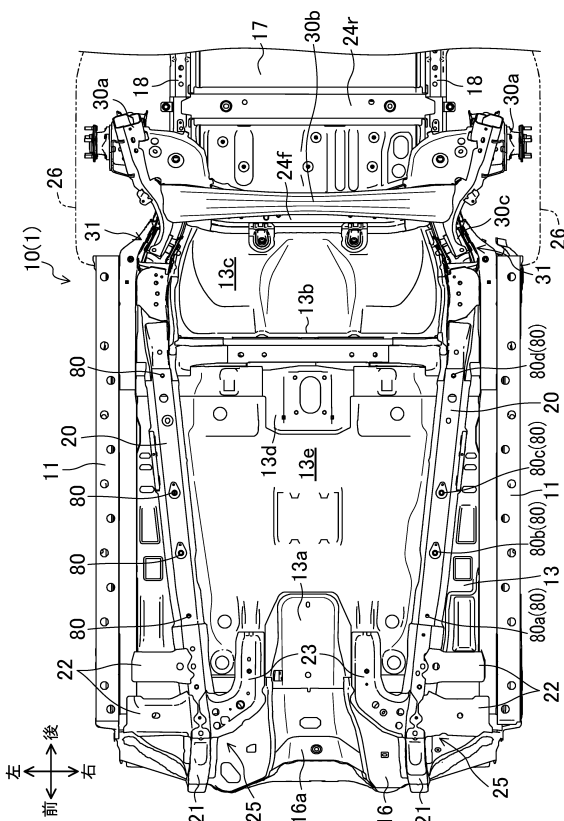
【図 2 A】



【図 2 B】



【図 3】



10

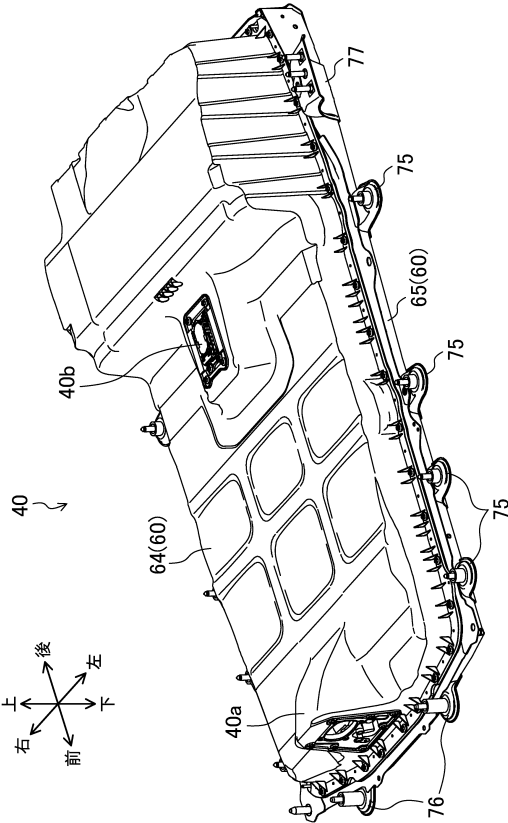
20

30

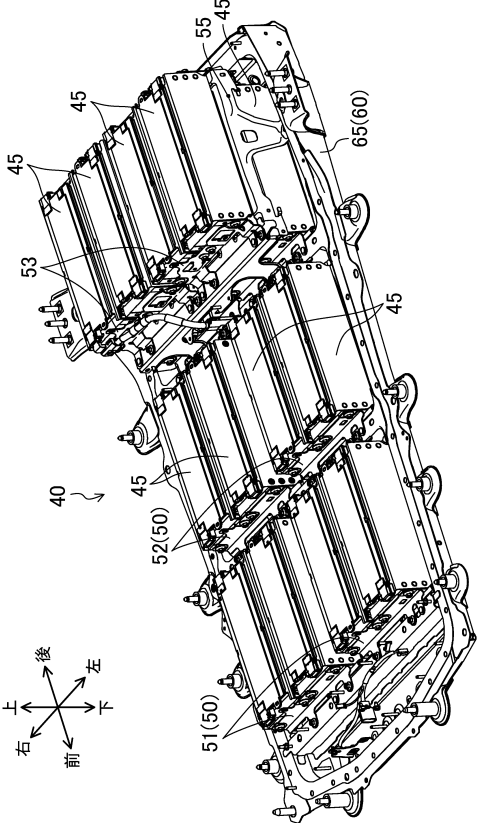
40

50

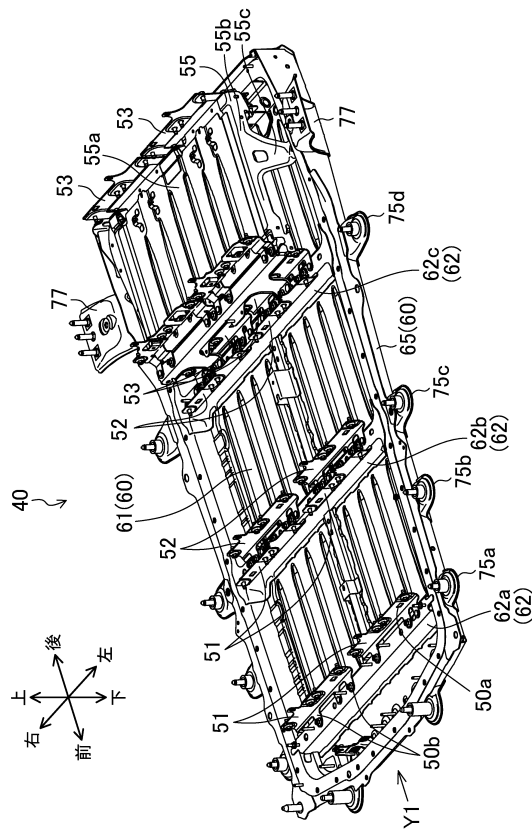
【図 4 A】



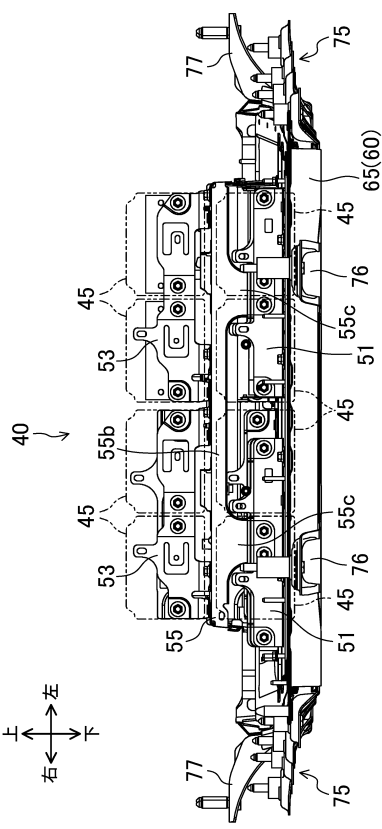
【図 4 B】



【図 4 C】



【図 4 D】



10

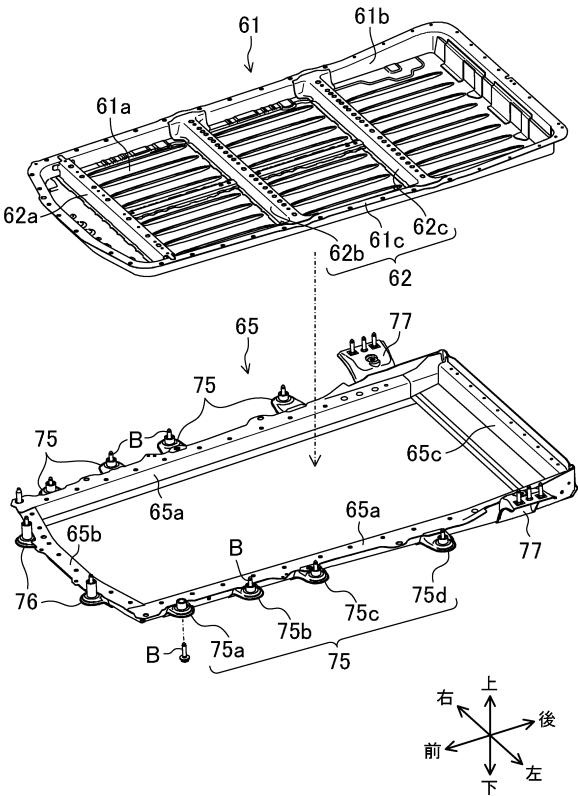
20

30

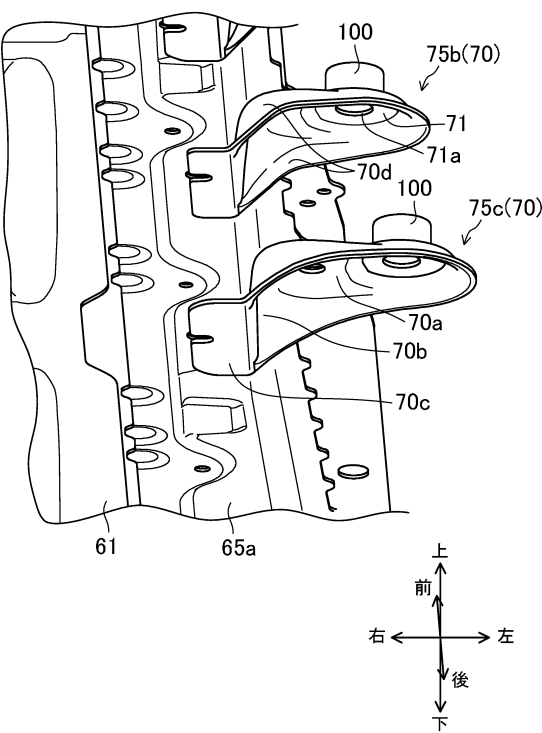
40

50

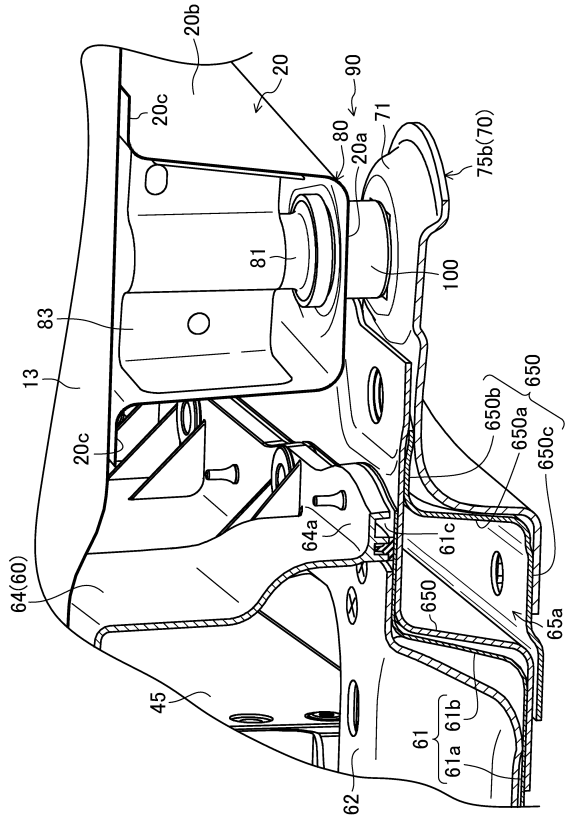
【図 4 E】



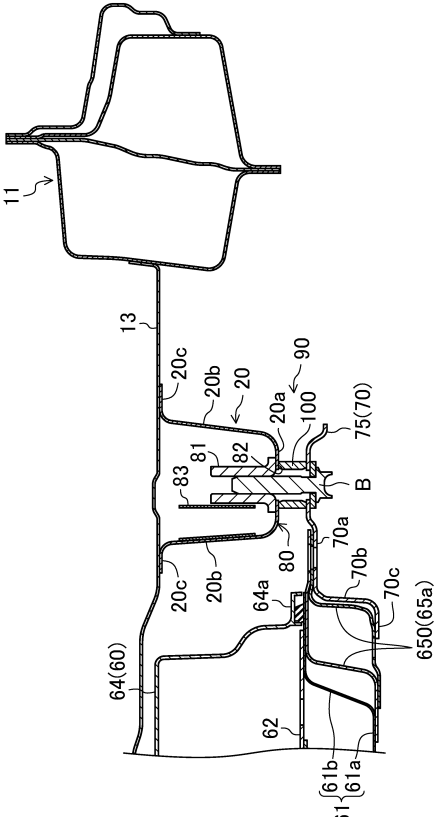
【図 5】



【図 6】



【図 7】



10

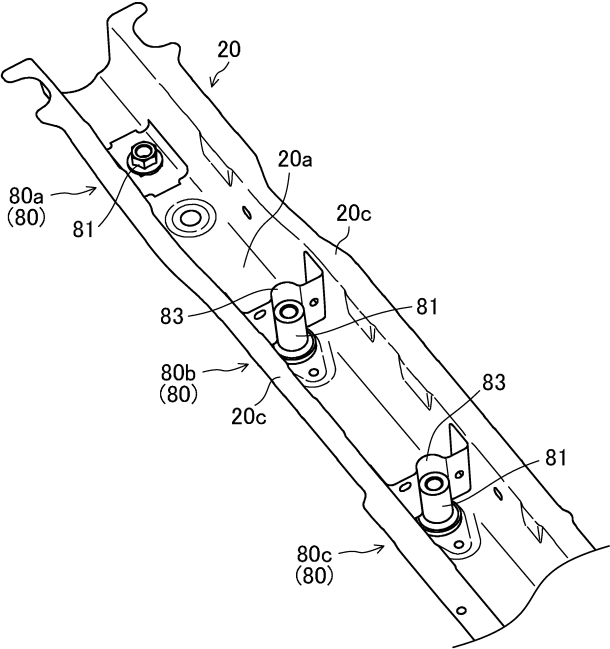
20

30

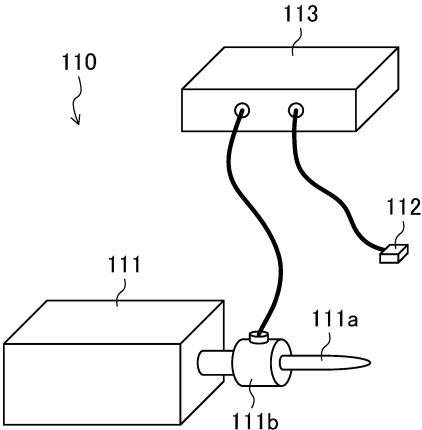
40

50

【図 8】



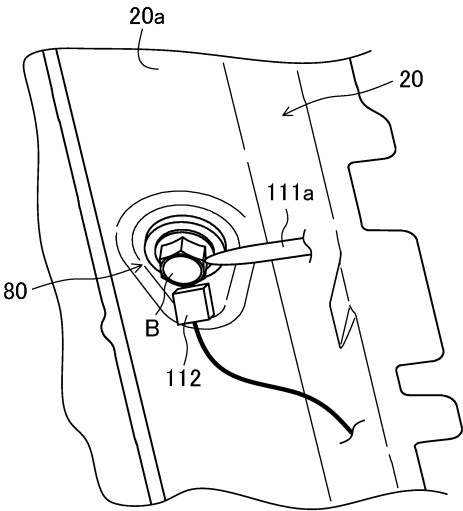
【図 9】



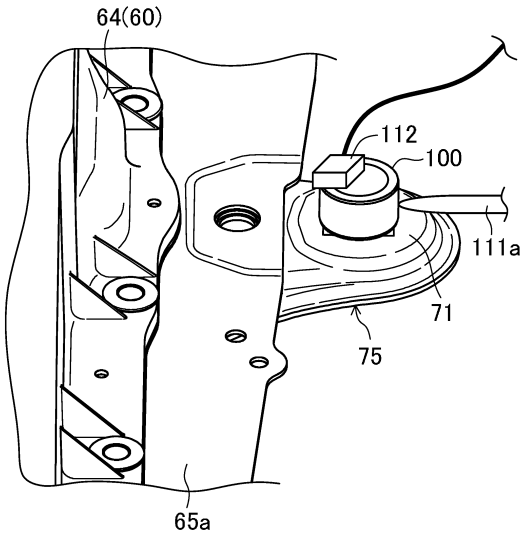
10

20

【図 10】



【図 11】

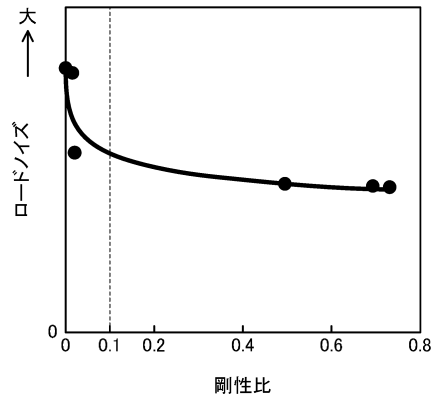


30

40

50

【図 1 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

F ターム (参考) 3D203 AA02 AA31 AA33 BB06 BB12 BB20 CB09 CB19 CB24 DB05
 3D235 AA01 BB18 BB23 CC15 DD35 EE14 EE33 EE46 EE63 EE64
 FF12 HH52 HH62
 5H040 AA01 AA06 AS04 AT06 AY05 AY10 CC01 CC20 CC59