

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5949925号  
(P5949925)

(45) 発行日 平成28年7月13日 (2016. 7. 13)

(24) 登録日 平成28年6月17日 (2016. 6. 17)

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| (51) Int. Cl.                   | F 1            |
| <b>B 6 O R 19/34 (2006. 01)</b> | B 6 O R 19/34  |
| <b>F 1 6 F 7/00 (2006. 01)</b>  | F 1 6 F 7/00 J |
| <b>F 1 6 F 7/12 (2006. 01)</b>  | F 1 6 F 7/12   |

請求項の数 8 (全 22 頁)

|               |                              |           |                     |
|---------------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2014-531607 (P2014-531607) | (73) 特許権者 | 000006655           |
| (86) (22) 出願日 | 平成25年8月15日 (2013. 8. 15)     |           | 新日鐵住金株式会社           |
| (86) 国際出願番号   | PCT/JP2013/071979            |           | 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号   |
| (87) 国際公開番号   | W02014/030592                | (74) 代理人  | 100129838           |
| (87) 国際公開日    | 平成26年2月27日 (2014. 2. 27)     |           | 弁理士 山本 典輝           |
| 審査請求日         | 平成26年12月9日 (2014. 12. 9)     | (74) 代理人  | 100101203           |
| (31) 優先権主張番号  | 特願2012-182490 (P2012-182490) |           | 弁理士 山下 昭彦           |
| (32) 優先日      | 平成24年8月21日 (2012. 8. 21)     | (74) 代理人  | 100104499           |
| (33) 優先権主張国   | 日本国 (JP)                     |           | 弁理士 岸本 達人           |
|               |                              | (72) 発明者  | 田村 憲司               |
|               |                              |           | 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新 |
|               |                              |           | 日鐵住金株式会社内           |
|               |                              | (72) 発明者  | 中澤 嘉明               |
|               |                              |           | 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新 |
|               |                              |           | 日鐵住金株式会社内           |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クラッシュボックス及び自動車車体

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

対向して配置された一对のコーナー部と、該一对のコーナー部同士を結ぶ線に対して 80°以上100°以下の角度で交差して配置された他の一对のコーナー部とを備え、かつ四角形の基本横断面形状を備える横断面形状を有する金属製の筒体から構成され、当該筒体の軸方向の一方の端部から他方の端部へ向けて衝撃荷重を入力されるクラッシュボックスであって、横断面において、

前記一对のコーナー部の成す角度は90°以上150°以下であるとともに前記他の一对のコーナー部の成す角度は30°以上90°以下であること、

該一对のコーナー部の少なくともいずれか一方のコーナーを挟む二つの辺それぞれに設けられる、長手方向へ延びるとともに内部へ向けて凸となる1又は複数の溝部を有すること、

前記一方の端部の側における前記筒体の断面周長は、前記他方の端部の側における当該筒体の断面周長よりも小さいこと、

前記四角形の基本断面形状が前記筒体の軸方向の位置で変形し、前記一对のコーナー部を結ぶ対角線と前記他の一对のコーナー部を結ぶ対角線の比が、前記筒体の軸方向の位置で変化すること、及び

前記溝部を構成する対向する斜面の高さ（横断面内における斜辺の長さ）が異なることによって、前記一方の端部における横断面を構成する全ての辺が、前記他方の端部における横断面を構成する対向辺と平行に形成されること、を特徴とするクラッシュボックス。

10

20

## 【請求項 2】

前記横断面形状は、前記一对のコーナー部を通過する線、及び前記他の一对のコーナー部を通過する線の少なくともいずれか一方に略対称な形状である請求項 1 に記載されたクラッシュボックス。

## 【請求項 3】

前記溝部は 4 つの辺全てに設けられる請求項 1 または請求項 2 に記載されたクラッシュボックス。

## 【請求項 4】

さらに、少なくとも一のコーナー部を含む領域が平面状に形成された接合面を備える請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載されたクラッシュボックス。

10

## 【請求項 5】

前記筒体の断面周長は、前記一方の端部から前記他方の端部に向かって単調に増加する請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載されたクラッシュボックス。

## 【請求項 6】

前記溝部は、前記一对のコーナー部と、前記他の一对のコーナー部とを除く位置に設けられる請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載されたクラッシュボックス。

## 【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載されたクラッシュボックスを、車体の前部又は後部の幅方向へ車幅センターに対して一对または二対対称配置することを特徴とするクラッシュボックスを備える自動車車体。

20

## 【請求項 8】

前記クラッシュボックスは、前記一对のコーナー部を結ぶ線が指向する方向が、略上下方向又は略水平方向となるように、配置される請求項 7 に記載されたクラッシュボックスを備える自動車車体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、クラッシュボックス及び自動車車体に関する。具体的には、本発明は、例えば自動車等の車両の衝突時に発生する衝撃荷重を負荷されて座屈して蛇腹状に塑性変形することによって衝撃エネルギーを吸収するクラッシュボックス及び自動車車体に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

自動車のバンパーの芯材であるバンパーレインフォースメントは、旧来、接合された例えばチャンネル状のブラケットを介して、ボディシールの一部を構成するサイドメンバーの端部に例えば締結等の適宜手段によって脱着自在に装着されていた。これに対して近年、車体の安全性の向上、及び、軽衝突による車体の損傷を略解消することによる修理費の低減を図るために、このブラケットに替えてクラッシュボックスが用いられるようになってきた。クラッシュボックスとは、筒状の本体を有し、その軸方向（本明細書ではクラッシュボックスの長手方向を意味する。）へ負荷される衝撃荷重によって本体が他の部材よりも優先して軸方向へ座屈して蛇腹状（アコーディオン状）に塑性変形することによって

40

## 【0003】

クラッシュボックスに要求される衝撃吸収性能は、具体的には例えば次のようなものが挙げられる。

（a）衝撃荷重が軸方向へ負荷されると軸方向へ繰り返し安定して座屈することにより確実に蛇腹状に塑性変形する。

（b）クラッシュボックスの圧壊時の平均荷重が高い。

（c）圧壊の際に発生する最大反力がクラッシュボックスを支持するサイドメンバーを破壊しない範囲に抑制される。

## 【0004】

50

例えば特許文献 1 乃至 5 には、クラッシュボックスの衝撃吸収性能を向上させるための材質や形状が種々開示される。しかし、これらの従来のいずれの発明によっても、隔壁の追加や板厚の増加による重量の増加を招くことなく、負荷される衝撃荷重によって本体をその軸方向へ繰り返し安定して座屈させて蛇腹状に塑性変形させることは容易ではない。

【 0 0 0 5 】

本出願人は、特許文献 6 により、図 1 3 にその横断面を示すように、軸方向の少なくとも一部の横断面形状が、略多角形からなる閉断面であり、閉断面の外側にフランジを具備しないととも、略多角形を構成する複数の頂点 A 乃至 P のうちの一部を直線で連結して得られる多角形のうちで最大の面積を有する多角形 A - B - C - D - I - J - K - L - A として規定される基本断面の二辺 D - I、L - A の一部の領域であってかつその端点 D、I、L、A を除く位置に基本断面 A - B - C - D - I - J - K - L - A の内側へ凸となる、筒状の本体 2 の軸方向に延びる溝部 3、4 を有する形状に形成されるクラッシュボックス 1 に係る特許発明を提案した。

10

【 0 0 0 6 】

クラッシュボックス 1 によれば、隔壁の追加や板厚の増加による重量の増加や、軸方向での屈曲を招くことなく、軸方向へ負荷される衝撃荷重によって安定して座屈して蛇腹状に塑性変形することによって高い衝撃エネルギーの吸収量を確保できる。

【 0 0 0 7 】

自動車の実際の衝突事故では、衝突による衝撃荷重が、クラッシュボックス 1 の蛇腹状の塑性座屈変形の開始の初期から後期に至るまでの間、継続してクラッシュボックス 1 の軸方向へ向けて入力されることは少なく、クラッシュボックス 1 の軸方向に対して斜め方向へ入力されることが多い。クラッシュボックス 1 は、確かに、本体 2 の軸方向へ向けて負荷される衝撃荷重に対しては軸方向の略全域で安定して蛇腹状に塑性座屈変形することができるものの、軸方向に対して傾斜した方向へ向けて衝撃荷重が入力されると、本体 2 に発生する曲げモーメントにより、蛇腹状の塑性座屈変形の途中の時点で本体 2 全体に大きな曲がり変形を発生し易く、それ以降に蛇腹状に塑性座屈変形することが難しくなるため、その分だけ衝撃エネルギーの吸収能が低下する。

20

【 0 0 0 8 】

そこで、本出願人は、特許文献 7 により、図 1 4 に示す次のようなクラッシュボックス 5 を開示した。すなわち、クラッシュボックス 5 は、対向して配置された一对のコーナー部 6、7 と、コーナー部 6、7 を結ぶ線 L 1 に直交して配置された他の一对のコーナー部 8、9 とを備え、かつ外側にフランジを有さない四角形の横断面形状を有する筒状の本体 1 0 から構成される。ここで一对のコーナー部 6、7 の成す角度  $\gamma_1$  は  $90^\circ$  以上  $150^\circ$  以下である。他の一对のコーナー部 8、9 の成す角度は  $30^\circ$  以上  $90^\circ$  以下である。

30

クラッシュボックス 5 の横断面形状は、一对のコーナー部 6、7 を通過する線に対称な形状であり、かつ一对のコーナー部 6、7 を通過する線 L 1 に対称に配置される 2 組の対をなす辺のうちの少なくとも 1 組の対をなす辺それぞれに設けられる、一对のコーナー部 6、7 と、他の一对のコーナー部 8、9 とを除く位置に長手方向へ延びるとともに内部へ向けて凸となる 1 又は複数の溝部 1 1 乃至溝部 1 4 を有する。また、全ての辺それぞれにおける、板厚  $t$  (mm)、辺の長さ  $W$  (mm)、溝部 1 1 乃至溝部 1 4 の個数  $N$ 、及び  $N$  個の溝部の開口幅の平均値  $W_c$  (mm) が、 $5 < (W - N \times W_c) / (N + 1) / t < 50$  の関係を充足する。

40

【 0 0 0 9 】

さらに、本出願人は、特許文献 8 によりクラッシュボックス 5 のさらなる性能向上を図り、図 1 5 に示す次のようなクラッシュボックス 1 5 を開示した。すなわち、クラッシュボックス 1 5 は、対向して配置された一对のコーナー部 1 6、1 7 と、一对のコーナー部 1 6、1 7 同士を結ぶ線に対して  $80^\circ$  乃至  $100^\circ$  の角度で交差して配置された他の一对のコーナー部 1 8、1 9 とを備えている。さらに、四角形の基本横断面形状を有する金属製の筒体 2 0 から構成され、筒体 2 0 の軸方向の一方の端部から他方の端部へ向けて衝撃荷重を入力される。

50

また、クラッシュボックス 15 では、一对のコーナー部 16、17 の成す角度は 90° 以上 150° 以下であるとともに他の一对のコーナー部 18、19 の成す角度は 30° 以上 90° 以下である。また、一对のコーナー部 16、17 と、他の一对のコーナー部 18、19 とを除く位置に長手方向へ延びるとともに内部へ向けて凸となる 1 又は複数の溝部 21 乃至溝部 24 を有するとともに、一方の端部の側における筒体 20 の断面周長が、他方の端部の側における筒体 20 の断面周長よりも小さい。

【0010】

クラッシュボックス 15 は、その軸方向に対して平行な方向のみならず斜め方向からの衝突による衝撃荷重が入力されても、連続的に安定して蛇腹状に塑性座屈変形することができる。これにより、斜め衝突に対しても優れた衝撃吸収特性（本明細書では「ロバスト性」という。）、すなわち高い衝撃吸収エネルギー吸収量を有する。

10

【0011】

また、クラッシュボックス 15 によれば、衝撃力が筒体 20 に作用したときに衝突端側から確実に筒体 20 の圧壊が進行する。筒体 20 の軸方向に対して斜め方向からの衝突による衝撃荷重が入力された場合においても、衝撃荷重を入力された一方の端部から筒体 20 の軸方向の他方の端部へ向けて筒体 20 の圧壊が進行し、筒体 20 が確実に蛇腹状に座屈変形して効果的に衝撃エネルギーを吸収することが可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

20

【特許文献 1】特開平 8 - 128487 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 277953 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 48569 号公報

【特許文献 4】特開 2002 - 284033 号公報

【特許文献 5】特開平 8 - 108863 号公報

【特許文献 6】特許第 3912422 号明細書

【特許文献 7】特開 2009 - 18447 号公報

【特許文献 8】特開 2011 - 51581 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0013】

自動車の安全性をよりいっそう高めるために、クラッシュボックスに対してはロバスト性をさらに高めることが求められる。

【0014】

本発明の目的は、特許文献 8 により開示されたクラッシュボックスよりもロバスト性をさらに高めたクラッシュボックスと、このクラッシュボックスを装着された自動車車体とを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

40

本発明は、特許文献 8 により開示されたクラッシュボックスにおいて、さらに、溝部を構成する対向する斜面の高さ（横断面内における斜辺の長さ）を異ならせることによって、筒体の一方の端部（衝撃荷重の入力部）における横断面を構成する全ての辺を、筒体の他方の端部における横断面を構成する対向する辺に対して平行に形成することによって、特許文献 8 により開示されたクラッシュボックスよりもロバスト性をさらに高めることができる、という技術思想に基づく。

【0016】

本発明は、対向して配置された一对のコーナー部と、この一对のコーナー部同士を結ぶ線に対して 80° 以上 100° 以下の角度で交差して配置された他の一对のコーナー部とを備え、かつ四角形の基本横断面形状を備える横断面形状を有する金属製の筒体から構成され、筒体の軸方向の一方の端部から他方の端部へ向けて衝撃荷重を入力されるクラッ

50

ュボックスであって、横断面において、( i ) 一对のコーナー部の成す角度 は  $90^{\circ}$  以上  $150^{\circ}$  以下であるとともに前記他の一对のコーナー部の成す角度 は  $30^{\circ}$  以上  $90^{\circ}$  以下であること、( i i ) 一对のコーナー部の少なくともいずれか一方のコーナーを挟む二つの辺それぞれに設けられる、長手方向へ延びるとともに内部へ向けて凸となる 1 又は複数の溝部を有すること、( i i i ) 一方の端部の側における筒体の断面周長は、他方の端部の側における筒体の断面周長よりも小さいこと、( i v ) 四角形の基本断面形状が前記筒体の軸方向の位置で変形し、一对のコーナー部を結ぶ対角線と他の一对のコーナー部を結ぶ対角線の比が、筒体の軸方向の位置で変化すること、及び ( v ) 溝部を構成する対向する斜面の高さ（横断面内における斜辺の長さ）が異なることによって、一方の端部における横断面を構成する全ての辺が、他方の端部における横断面を構成する対向辺と平行に形成されることを特徴とするクラッシュボックスである。

10

#### 【 0 0 1 7 】

また、本発明は、本発明に係るクラッシュボックスを、車体の前部又は後部の幅方向へ車幅センターに対して一对または二対対称配置することを特徴とするクラッシュボックスを備える自動車車体である。

#### 【 発明の効果 】

#### 【 0 0 1 8 】

本発明によれば、特許文献 8 により開示されたクラッシュボックスよりも耐口バスト性をさらに高めたクラッシュボックスと、このクラッシュボックスを装着された自動車車体とを提供することができる。

20

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明に係るクラッシュボックスの形状の一例を示す斜視図である。

【 図 2 】 図 2 ( a ) は本発明に係るクラッシュボックスの一例の一方の端部（衝突端）の端面形状の一例を示す説明図であり、図 2 ( b ) は本発明に係るクラッシュボックスの一例の他方の端部（反衝突端）の端面形状の一例を示す説明図である。

【 図 3 】 一方の端部の一つの形態例を説明する図である。

【 図 4 】 図 4 ( a ) は本発明に係るクラッシュボックスの他の一例の一方の端部（衝突端）の端面形状の一例を示す説明図であり、図 4 ( b ) は本発明に係るクラッシュボックスの他の一例の他方の端部（反衝突端）の端面形状の一例を示す説明図である。

30

【 図 5 】 図 5 は、溝部を構成する対向する斜面の高さが同一である場合にクラッシュボックスが成立しないことを示す説明図である。

【 図 6 】 図 6 は、扁平率が衝突端で大きい本発明に係るクラッシュボックスのさらに他の一例における、一方の端部（衝突端）、中間及び他方の端部（反衝突端）それぞれにおける端面形状を併せて示す説明図である。

【 図 7 】 図 7 は、扁平率が衝突端で小さい本発明に係るクラッシュボックスのさらに他の一例における、一方の端部（衝突端）、中間及び他方の端部（反衝突端）それぞれにおける端面形状を併せて示す説明図である。

【 図 8 】 図 8 は、一つのコーナー部を挟む二つの辺に溝部を設けた場合の横断面を有するクラッシュボックスを示す説明図であり、扁平率が衝突端側で大きい場合を示す。

40

【 図 9 】 図 9 は、一つのコーナー部を挟む二つの辺に溝部を設けた場合の横断面を有するクラッシュボックスを示す説明図であり、扁平率が衝突端側で小さい場合を示す。

【 図 1 0 】 図 1 0 ( a ) はバンパーレインフォースへのクラッシュボックスの装着状況を示す正面図であり、図 1 0 ( b ) はバンパーレインフォースへのクラッシュボックスの装着状況を示す上面図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 ( a ) は発明例 1 のクラッシュボックスの断面形状の一例を示す説明図であり、図 1 1 ( b ) は比較例 1 乃至 3 のクラッシュボックスの断面形状の一例を示す説明図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 は、発明例 1、比較例 1 乃至 3 について、圧壊ストロークが 0 mm、50 mm、100 mm 及び 150 mm における圧壊状況を示す説明図である。

50

【図 1 3】図 1 3 は、特許文献 6 により提案した特許発明に係るクラッシュボックスの断面形状の一例を示す説明図である。

【図 1 4】図 1 4 は、特許文献 7 により開示したクラッシュボックスの断面形状の一例を示す説明図である。

【図 1 5】図 1 5 は、特許文献 8 により開示したクラッシュボックスの断面形状の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、添付図面を参照しながら本発明を説明する。

図 1 は、本発明に係るクラッシュボックス 30 の形状の一例を示す斜視図である。図 2 (a) は本発明に係るクラッシュボックス 30 の一例の一方の端部 (衝突端) 31 a の端面形状の一例を示す説明図であり、図 2 (b) は本発明に係るクラッシュボックス 30 の一例の他方の端部 (反衝突端) 31 b の端面形状の一例を示す説明図である。

【0021】

なお、図 1 では、クラッシュボックス 30 が後述する接合面 40 a、41 a、40 b、41 b を備える場合を示すが、接合面 40 a、41 a、40 b、41 b を有さない場合の輪郭を破線により併せて示す。

【0022】

図 1 に示すように、本発明に係るクラッシュボックス 30 は金属製の筒体 31 を備える。クラッシュボックス 30 は筒体 31 のみにより構成されていてもよいし、筒体 31 の一方又は双方の端部に、バンパーレインフォースメント又はサイドメンバーに装着するために接合された取り付け板を有していてもよい。取り付け板を有することによりクラッシュボックス 30 を脱着自在に装着することができる。

【0023】

クラッシュボックスの一方の端部 31 a には溶接等の適宜手段によってバンパーレインフォースメントが接合される。また、他方の端部 31 b は、直接的にあるいは上記取り付け板を介して間接的に、自動車車体のボディシェルの一部をなすサイドメンバーに望ましくは脱着自在に装着される。

【0024】

クラッシュボックス 30 は、バンパーレインフォースメントを介して筒体 31 の軸方向の一方の端部 31 a から他方の端部 31 b へ向けて衝撃荷重を入力される。

【0025】

筒体 31 は、四角形の基本横断面形状の横断面形状を有する。すなわち、本発明における「基本横断面形状」とは、筒体 31 の横断面において、内部へ向けて凸となる溝部を除く輪郭をなす四角形の横断面形状を意味し、基本的には例えば図 2 (a) 及び図 2 (b) に示すようにコーナー部 32 乃至コーナー部 35 により規定される四角形を意味するが、実際にはコーナー部 32 乃至コーナー部 35 の成形に不可避免的に伴う微小な R 部が形成される場合や、図 1 に示す後述する接合面 40 a、41 a、40 b、41 b が形成される場合には、筒体の輪郭をなす四角形の 4 つの辺の 4 つの交点により規定される仮想の四角形を意味する。

【0026】

筒体 31 では、基本横断面形状とは、対向して配置された一对のコーナー部 32、33 と、一对のコーナー部 32、33 同士を結ぶ仮想線 L1 に対して 80°以上 100°以下の角度で交差して配置された他の一对のコーナー部 34、35 とを備える。

【0027】

交差する角度が 80°未満あるいは 100°を超えると、断面形状の非対称性が大きくなるため、圧壊が不安定になる。交差する角度は 85°以上 95°以下であることが望ましく、略直交することがさらに望ましい。

【0028】

このように、このクラッシュボックス 30 は、一对のコーナー部 32、33 を結ぶ方向

10

20

30

40

50

と、他の一対のコーナー部 34、35 を結ぶ方向に、横断面形状の外郭をなす剛性が高い稜線部であるコーナー部 32 乃至コーナー部 35 を配置する四角形の基本横断面形状を有する。

【0029】

クラッシュボックス 30 では、上述したように、一対のコーナー部 32、33 を結ぶ線と、他の一対のコーナー部 34、35 を結ぶ線とは、本発明の好適態様として略直交するが、80°以上100°以下の角度で交差すればよく、85°以上95°以下の角度で交差することが望ましい。

【0030】

はじめに、本発明に係るクラッシュボックス 30 の原理を簡単に説明する。

10

筒体 31 であるクラッシュボックス 30 の横断面形状である多角形断面は、筒体 31 における稜線部をなす角と、筒体 31 における稜線部間の平面部である辺とにより構成される。この筒体 31 の軸方向へ荷重が負荷されてこの断面に荷重が作用する場合、稜線部と平面部とは面外変形（閉じた断面の外部側に向かう変形）を生じる。

【0031】

この際に、剛性が高い稜線部は、剛性が稜線に対して相対的に低い平面部よりも小さい面外変形を発生するとともに、圧縮ひずみを生じる。その後、負荷される荷重が増大するに伴って、稜線部においても面外変形の量が増加していき、やがて稜線部が座屈して稜線部が折れ、塑性座屈変形が発生する。このクラッシュボックス 30 は、これら一連の変形を数回繰り返すことにより、軸方向に蛇腹状に塑性座屈変形して圧壊することにより、衝撃エネルギーを吸収する。

20

【0032】

この一連の変形挙動は、入力される荷重の方向によって、変化する。例えば、クラッシュボックス 30 の軸方向に対して斜め方向の荷重が入力される場合は、軸方向に荷重が入力される場合に比較して、稜線部の面外変形の量が大きくなるとともに圧縮ひずみが小さくなる。

【0033】

さらに、入力される斜め荷重が大きくなると、稜線部に生じる圧縮ひずみが限りなく小さくなり、大きな面外変形を生じ、稜線部が大きな曲率半径で曲がり、クラッシュボックス 30 全体が折れ曲がる。特に、剛性が低い平面部に作用する斜め方向から入力される荷重が大きくなると、クラッシュボックス 30 は容易に折れ曲がってしまう。

30

【0034】

このため、クラッシュボックス 30 全体での折れ曲がりを抑制して軸方向に対して斜め方向へ向けて負荷される衝撃荷重に対する衝撃吸収性能を高めるためには、以下の観点に基づいて、クラッシュボックス 30 の横断面形状を決定することが有効である。

【0035】

すなわち、斜め方向からの荷重入力に対して曲げ変形の抑制を可能とするためには、

(I) 剛性が高い稜線部における斜め荷重の負担度合いを増加させること、すなわち斜め荷重の入力方向に対して稜線部が配置される横断面形状とすること、及び

(II) 稜線部は、斜め方向から入力される荷重に対して生じる面外変形を小さくし、圧縮ひずみが高まる横断面形状とすること、  
が重要である。

40

【0036】

また、クラッシュボックス 30 を構成する筒体 31 の軸方向に衝撃荷重が入力されると、筒体 31 は複数回の塑性座屈変形を生じ、その際に生じる荷重履歴によって、衝撃吸収エネルギーが決定される。すなわち、連続的に発生する塑性座屈変形の回数によって衝撃エネルギーの吸収量が決定される。

【0037】

まず、筒体 31 に衝撃荷重が入力されると、筒体 31 の横断面を構成する平面部は面外変形を生じ、稜線部は圧縮ひずみを生じる。その後、入力される衝撃荷重の増大に伴って

50

、平面部での面外変形、及び稜線部での圧縮ひずみはいずれも増加し、やがて、稜線部での面外変形を発生するようになり、稜線部で  $n$  回目 ( $n$  は 1 以上の自然数) の座屈を生じる。

【0038】

そして、稜線部で生じた座屈変形によって生成した座屈しわが平面部へと拡大され、平面部で座屈しわが生成する。その後、この平面部で生じた座屈しわを重ね、軸方向の他の部位で生じる次の座屈変形 ( $n + 1$  回目) へと移行する。

【0039】

$n$  回目の座屈発生から ( $n + 1$ ) 回目の座屈発生までの間隔、すなわち座屈波長は、上述したような変形の稜線部の座屈によって生成したしわの大きさに影響される。また、そのしわの大きさは、平面部で生じる面外変形に支配される。したがって、座屈波長が短い塑性座屈挙動によって衝撃エネルギーの吸収性能を向上させるためには、平面部で生じる面外変形を小さくすることが有効である。

【0040】

すなわち、曲げ変形を抑制しつつ、高い衝撃エネルギー吸収性能を得るために、座屈波長が短い連続的な塑性座屈変形を生じさせるためには、

(III) 横断面の面外変形を小さく制御するために横断面における平面部の長さを短くすること、及び

(IV) 横断面において、平面部に稜線が存在する凹部を設けることによって所望の短い平面部の長さとする、ことが重要である。

【0041】

さらに、クラッシュボックス 30 の軸方向に対して平行な方向へ衝撃荷重が入力された場合のみならず、斜め方向からの衝突による衝撃荷重が入力された場合であっても、衝撃荷重を入力された側の一方の端部から筒体 31 の軸方向の他方の端部の側へ向けて圧壊が確実に進行し、最終的に蛇腹状に座屈変形して効果的に衝撃エネルギーを吸収するためには、

(V) 筒体 31 における、衝撃荷重を入力される一方の端部 31a の側における筒体 31 の断面周長を、他方の端部 31b の側における筒体 31 の断面周長よりも小さくすることが重要である。

【0042】

本発明は、特許文献 8 により開示された発明と同様に、これらの原理 I 乃至原理 V を前提とし、さらに、ロバスト性を高める要素を加味したものである。

【0043】

筒体 31 の横断面形状は、一对のコーナー部 32、33 を通過する仮想線 L1、及び他の一对のコーナー部 34、35 を通過する仮想線 L2 の少なくともいずれか一方に略対称な形状であることが好ましい。筒体 31 は、コーナー部 32 乃至コーナー部 35 により規定される四角形の基本横断面形状を備える横断面形状を有する金属製の筒体 31 から構成される。金属製としては、普通鋼製や高張力鋼製が例示されるが、これらに限定されるものではなく、クラッシュボックス 30 として要求するスペックに応じて適宜選定すればよい。

【0044】

このように、クラッシュボックス 30 の基本横断面形状は、一对のコーナー部 32、33 を通過する仮想線 L1 に略対称な形状であることが望ましい。さらに、他の一对のコーナー部 34、35 を通過する仮想線 L2 に略対称な形状であることが望ましい。対称性が高まるほど、それだけ多様な入力方向からの斜め荷重に対する性能が向上するからである。しかし、幾何学的な意味で完全に対称である必要はなく、対称の程度は、クラッシュボックス 30 として要求するスペックに応じて適宜決定すればよい。

【0045】

オフセット衝突の場合、第 1 の方向 (例えば車幅方向) 又は第 1 の方向と略直交する方

10

20

30

40

50



向（例えば上下方向）への斜め荷重が入力されるので、クラッシュボックス 30 に曲げモーメントが生じる。このような斜め方向からの荷重入力に対してもクラッシュボックス 30 が安定して塑性座屈変形を発生するためには、曲げモーメントによって生じる全体での曲げ変形（折れ曲がり）を抑制することと、入力された衝撃荷重によって、筒体 31 の軸方向へ衝撃荷重が入力された場合と同様の座屈波長が短い連続的な塑性座屈変形を発生することが重要である。筒体 31 の全体での曲げ変形を生じる場合は、座屈波長が長い変形となるからである。そこで、荷重が作用する外郭端に該当する位置に剛性が高いコーナ部 34、35 を配置する。

#### 【0046】

一对のコーナ部 32、33 の成す内角の角度  $\theta_1$  は  $90^\circ$  以上  $150^\circ$  以下である。また、他の一对のコーナ部 34、35 の成す内角の角度  $\theta_2$  は  $30^\circ$  以上  $90^\circ$  以下である。この理由を説明する。

#### 【0047】

稜線部であるコーナ部 32 乃至コーナ部 35 の剛性は、稜線部に存在する円弧長によって決定され、コーナ部 32 乃至コーナ部 35 が特定の曲率半径で設定される場合、この円弧長は、コーナ部 32 乃至コーナ部 35 の内角によって変化する。したがって、斜め方向から入力される衝撃荷重により生じる曲げモーメントに対してクラッシュボックス 30 が全体での曲がりを生じることなくこの衝撃荷重により塑性座屈変形を発生するためには、一对のコーナ部 32、33 の成す内角の角度  $\theta_1$  を  $90^\circ$  以上  $150^\circ$  以下とする。

#### 【0048】

角度  $\theta_1$  が  $150^\circ$  を超えると、コーナ R 部の曲率半径が、クラッシュボックスの製造ならびに設計スペースを考慮に入れた範囲で決定される現実的な曲率半径（ $1.5\text{ mm}$  以上  $10.0\text{ mm}$  以下程度）である場合に、コーナ部 32、33 の円弧長が短くなり過ぎて所望の剛性を確保することができなくなり、狙いとする塑性座屈変形を生じることができなくなる。

#### 【0049】

また、他の一对のコーナ部 34、35 の成す内角の角度  $\theta_2$  は、一对のコーナ部 32、33 の成す内角の角度  $\theta_1$  と連動するので、角度  $\theta_1$  を  $90^\circ$  以上  $150^\circ$  以下とすることに伴って、 $30^\circ$  以上  $90^\circ$  以下とする。

#### 【0050】

好ましくは、角度  $\theta_1$  は  $90^\circ$  以上  $120^\circ$  以下で、角度  $\theta_2$  は  $60^\circ$  以上  $90^\circ$  以下である。これにより、角度  $\theta_1$  の稜線の剛性と角度  $\theta_2$  の稜線の剛性とが適正なバランスに保たれ、筒体 31 全体としてより安定した座屈変形が得られる。

#### 【0051】

一对のコーナ部 32、33 に比べ、他の一对のコーナ部 34、35 がより高い曲げ剛性が要求される場合は、一对のコーナ部 32、33 の成す角度  $\theta_1$  が、他の一对のコーナ部 34、35 の成す角度  $\theta_2$  よりも大きいことが望ましい。

#### 【0052】

このクラッシュボックス 30 は、剛性が高い稜線部であるコーナ部 32 乃至コーナ部 35 における斜め荷重の負担度合いを増加させることが可能な形状、すなわち斜め荷重の入力方向に対してコーナ部 32 乃至コーナ部 35 が配置される横断面形状とする。また、コーナ部 32 乃至コーナ部 35 を設ける横断面形状とすることにより、斜め方向から入力される荷重に対して生じる面外変形を小さくできるとともに、コーナ部 32 乃至コーナ部 35 に対する圧縮ひずみを高めることができる。

#### 【0053】

筒体 31 には、一对のコーナ部 32、33 の少なくともいずれか一方のコーナ部 32、33 を挟む二つの辺それぞれに、長手方向へ延びるとともに内部へ向けて凸となる 1 又は複数（本実施の形態では、四つの辺のそれぞれに一つの溝部）の溝部 36、37、38、39 が設けられている。

## 【 0 0 5 4 】

溝部 3 6 乃至溝部 3 9 は 4 つの辺全てに設けられることが好ましいが、一对のコーナー部 3 2、3 3 の少なくともいずれか一方のコーナー部 3 2、3 3 を挟む二つの辺のみに設けられていてもよい。また、溝部 3 6 乃至溝部 3 9 は、一对のコーナー部 3 2、3 3 と、他の一对のコーナー部 3 4、3 5 とを除く位置に設けられることが、衝撃荷重を筒体 3 1 が負荷された場合に軸圧壊して確実に蛇腹状に塑性変形するために望ましい。以下、溝部 3 6 乃至溝部 3 9 を説明する。

## 【 0 0 5 5 】

溝部 3 6 乃至溝部 3 9 は、基本横断面形状である四角形の各辺それぞれにおける、板厚  $t$  (mm)、各辺の長さ  $W$  (mm)、溝部 3 6 乃至溝部 3 9 の個数  $N$ 、及び  $N$  個の溝部 3 6 乃至溝部 3 9 の開口幅の平均値  $W_c$  (mm) が、下記式 (1) の関係、望ましくは下記式 (1') の関係を充足するものである。

## 【 0 0 5 6 】

$$5 < (W - N \times W_c) / (N + 1) / t < 50 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$5 < (W - N \times W_c) / (N + 1) / t < 30 \quad \dots \dots \dots (1')$$

これにより、このクラッシュボックス 3 0 は、座屈後の形状において短い波長で蛇腹状に塑性座屈変形することができ、高い衝撃吸収エネルギー吸収性能を得られる。この理由を説明する。

## 【 0 0 5 7 】

クラッシュボックス 3 0 が連続的な塑性座屈（進行性座屈）を生じ、その変形によって生じる荷重履歴によって決定される衝撃吸収エネルギー吸収量を高めるためには、座屈発生から次の座屈発生までの荷重変動を抑制すること、すなわち、座屈波長を短くすることが有効である。この座屈波長は、クラッシュボックス 3 0 を構成する筒体 3 1 の横断面において衝撃荷重によって生じる面外変形（変位）と密接な関係があり、この面外変形の量が大きいと座屈波長が長くなり、一方面外変形が小さいと座屈波長が短くなる。そのため、クラッシュボックス 3 0 を構成する筒体 3 0 の横断面で生じる面外変形を小さくするためには、横断面を構成する各辺の幅、すなわち隣接するコーナー部 3 2 乃至コーナー部 3 5 間の距離を小さくすればよい。

## 【 0 0 5 8 】

具体的には、コーナー部 3 2 乃至コーナー部 3 5 の間の距離  $W$  を、筒体 3 1 の板厚  $t$  の 50 倍未満とする。すなわち、このクラッシュボックス 3 0 では、溝部 3 6 乃至溝部 3 9 を設けない辺がある場合には、この辺における板厚  $t$  (mm) 及び辺の長さ  $W$  (mm) は、下記式 (2) の関係を充足する。

## 【 0 0 5 9 】

$$5 < (W / t) < 50 \quad \dots \dots \dots (2)$$

これに対し、コーナー部 3 2 乃至コーナー部 3 5 の間の距離  $W$  が板厚  $t$  の 50 倍以上となる辺には、溝部 3 6 乃至溝部 3 9 をそれぞれ設けることによって、平面部の長さを分断し、溝部 3 6 乃至溝部 3 9 を除いた辺が上記式 (2) の関係を充足する。

## 【 0 0 6 0 】

なお、コーナー部 3 2 乃至コーナー部 3 5 の間の距離  $W$  が板厚の 50 倍未満の場合であっても、平面部に溝部 3 6 乃至溝部 3 9 を設けることにより平面部をさらに細かく分断するようにしてもよい。

## 【 0 0 6 1 】

溝部 3 6 乃至溝部 3 9 は、斜め荷重が作用した際における全体での曲がり変形の抑制とともに、その荷重によって塑性座屈変形の起点となるコーナー部 3 2 乃至コーナー部 3 5 を含まない位置に設けることが望ましい。

## 【 0 0 6 2 】

このように、クラッシュボックス 3 0 は、平面部の幅  $W$  が大きい横断面形状である場合に、短い座屈波長を得るために平面部に溝部 3 6 乃至溝部 3 9 を設けて、溝部 3 6 乃至溝部 3 9 により新たな稜線部を形成し、平面部の幅を、短い座屈波長を得られる範囲に制御

10

20

30

40

50

するものである。

【0063】

ここで、上述した効果を確実に得るためには、全ての辺それぞれにおける、板厚  $t$  (mm)、辺の長さ  $W$  (mm)、溝部 36 乃至溝部 39 の個数  $N$ 、及び  $N$  個の溝部 36 乃至溝部 39 の開口幅の平均値  $W_c$  (mm) が、式 (1) :  $5 < (W - N \times W_c) / (N + 1) / t < 50$  の関係を充足することが望ましく、式 (2) :  $5 < (W - N \times W_c) / (N + 1) / t < 30$  の関係を充足することが望ましい。

【0064】

なお、溝部 36 乃至溝部 39 の深さ  $d_c$  が浅過ぎると、上述した辺を分断する効果が弱まるため、溝部 36 乃至溝部 39 の深さ  $d_c$  は 10 mm 超とすることが望ましい。

10

【0065】

このクラッシュボックス 30 では、全てのコーナー部 32 乃至コーナー部 35 の曲率半径  $R$  が、溝部 36 乃至溝部 39 を構成する角部のいずれの曲率半径  $R_c$  より大きいことが望ましい。この理由を説明する。

【0066】

薄肉円環の断面 2 次モーメントは、径及び肉厚によって支配され、径が大きいほど断面 2 次モーメントは大きくなり、曲げ強度に影響を及ぼす断面係数も同様に径が大きいほど増大する。すなわち、クラッシュボックス 30 に対し斜め方向から荷重が作用した際に生じる曲げモーメントに対して曲げ変形を抑制するためには、横断面の外郭に位置して入力される荷重を支持するコーナー部 32 乃至コーナー部 35 の断面 2 次モーメントを大きくとることが有効である。また、溝部 36 乃至溝部 39 を構成する角部の曲率半径を大きくすると、溝部 36 乃至溝部 39 での変形抵抗が過度に高まり、この部分での塑性座屈変形が生じ難くなる。

20

【0067】

以上の理由により、本発明では、クラッシュボックス 30 の全体の曲げ強度を最も支配する全てのコーナー部 32 乃至コーナー部 35 の曲率半径  $R$  を、溝部 36 乃至溝部 39 を構成する角部の曲率半径  $R_c$  より大きくすることが望ましい。

【0068】

筒体 31 の一方の端部 31a の側における筒体 31 の断面周長 (図 2 (a) における筒体 31 の外周長) は、他方の端部 31b の側における筒体 31 の断面周長 (図 2 (b) における筒体 31 の外周長) よりも小さい。

30

【0069】

筒体 31 の断面周長は、一方の端部 31a から他方の端部 31b に向かって単調に一定の比率で増加することが好ましい。これにより、衝撃荷重が筒体 31 に負荷されると、一方の端部 31a の側から圧壊が開始されるようになる。このときには、端部 31a と端部 31b とを結ぶ稜線は直線状となる。

【0070】

図 2 (b) に示すように、筒体 31 は、基本断面形状を構成する多角形の対角線のうち、最も長い対角線の長さ  $W_2$  と最も短い対角線の長さの比である矩形比 (本明細書では「扁平率」という。) が、筒体 31 の軸方向の位置で変化する。

40

【0071】

さらに、溝部 36 乃至溝部 39 を構成する対向する斜面の高さ、すなわち図 2 (a) 及び図 2 (b) における溝部 36 の斜辺 (36a、36b) の長さは相違し、溝部 37 の斜辺 (37a、37b) の長さは相違し、溝部 38 の斜辺 (38a、38b) の長さは相違し、さらに、溝部 39 の斜辺 (39a、39b) の長さは相違する。これにより、筒体 31 は、一方の端部 31a における横断面を構成する全ての辺 46-1 乃至辺 46-22 が、他方の端部 31b における横断面を構成する対向辺 47-1 乃至辺 47-22 と平行に形成される。

【0072】

筒体 31 は、一方の端部 31a から他方の端部 31b に向けて、一对のコーナー部 32

50

、33の成す角度 $\theta_1$ と他の一对のコーナー部34、35の成す角度 $\theta_2$ との差が増加するか、あるいは減少することが好ましい。

【0073】

筒体31は、図1に示すように、第1の鋼板40と第2の鋼板41とを適宜手段（例えばレーザー溶接やスポット溶接等）により接合することにより構成されていてもよい。この場合、第1の鋼板40及び第2の鋼板41を接合するための平面状に形成された接合面40a、41a、40b、41bを、第1の鋼板40及び第2の鋼板41それぞれの端部であって他の一对のコーナー部34、35の近傍に形成してもよい。この場合には、筒体31は、他の一对のコーナー部34、35を仮想点として有することとなる。

【0074】

このように、筒体31は、薄板を曲げ成形した2部品を、例えば溶接や接着等の適宜手段によって組み立てることが好ましい。ただし、これに限定されるものではなく、例えば管状素材を液圧成形や押し出しなどの工法によって一体設計してもよい。

【0075】

クラッシュボックス30は、平面状の接合面40a、41a、40b、41bを備えるものであり、第1の鋼板40及び第2の鋼板41を接合面40a、41a、40b、41bにより重ね合わせて接合することにより、構成される。接合面40a、41a、40b、41bの幅 $W'$ は、クラッシュボックス30をなす筒体31の板厚 $t$ の5倍超50倍未満、望ましくは30倍未満になっている。

【0076】

なお、この接合面40a、41a、40b、41bを設ける場合、上記式(1)、(1')、(2)における辺の長さ $W$ (mm)とは、この接合面40a、41a、40b、41bを形成することにより短くなった後における辺の長さを意味する。

【0077】

接合面40a、41a、40b、41bを具備することにより塑性座屈変形がより安定するが、これらの接合面40a、41a、40b、41bの幅(長さ) $W'$ と板厚 $t$ の比( $W'/t$ )が5倍以下ではその効果が小さく、一方、比( $W'/t$ )が50倍以上では座屈波長が長くなり、衝撃エネルギーの吸収効果が低下する。

【0078】

特に、接合面40a、41a、40b、41bが、一の鋼板の縁部である重ね合わせ接合部、又は複数の鋼板同士の重ね合わせ接合部であると、特に斜め方向からの衝突による衝撃荷重が負荷された際における筒体31の曲げ剛性が向上する。これにより、蛇腹状の塑性座屈変形の途中の時点での筒体31全体の曲がり変形の発生を抑制することが可能となる。さらに、重ね合わせ接合部の接合を、例えば構造接着剤を用いた接着や、例えばレーザー溶接等の連続溶接といった、連続的な接合とすると、例えばスポット溶接といった断続的な接合とする場合よりも、筒体31の曲げ剛性をさらに高めることができるので、望ましい。

【0079】

筒体31の材質も、鉄鋼板に限るものではなく、例えばアルミ合金のような非鉄金属材料や樹脂等の金属以外の素材を用いても構成してもよい。

【0080】

筒体31の断面周長は、衝突端を構成する一方の端部31aの側を他方の端部31bの側よりも小さくすることにより、一方の端部31aの側から確実に圧壊を生じさせることができ、衝突時の衝撃吸収性能の安定性を高めることができる。このため、筒体31全体が軸方向に向けてテーパ状に形成されることが望ましい。

【0081】

クラッシュボックス30では、フロントバンパーレインフォースから衝撃荷重を直接入力される一方の端部31aから他方の端部31bへ向けて、一对のコーナー部32、33の成す角度 $\theta_1$ と、他の一对のコーナー部34、35の成す角度 $\theta_2$ との差が、増加するとともに、一方の端部31aの側における筒体31の断面周長(本明細書では「断面周長

10

20

30

40

50

」とは、筒体の横断面における周長を意味する)が、他方の端部31bの側における筒体31の断面周長よりも小さくなるように、筒体31の各部寸法が設定されている。

【0082】

以上の説明では、筒体31の断面周長が、一方の端部31aの側から他方の端部31bの側へ向けて一定の比率で単調に増加するものであるが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、一方の端部31aと他方の端部31bとの間の途中においては増加したりあるいは減少したりしてもよく、これによっても本発明の効果は損なわれない。要するに、一方の端部31aにおける断面周長が他方の端部31bにおける断面周長よりも小さければよい。

一方の端部と他方の端部との途中において増加したり減少したりする例としては次のようなことが挙げられる。図3に示したように、一方の端部である衝突端近傍の断面が急激に小さくなるよう形成し、衝突の初期に変形し易くする。これにより、初期の変形を適切なものとし、その後の変形もこれに続いて適切に導くことができる。また、他方の端部である固定端は基本的に座屈しないので、断面形状を変化させる必要がなく、一定とすることもできる。

【0083】

ここで、(一方の端部31aの断面周長)/(他方の端部31bの断面周長)として規定される断面周長比は、0.6以上0.9以下であることが望ましい。断面周長比が0.6未満であると、衝突開始後圧壊初期の荷重が過剰に小さくなり、圧壊初期のエネルギー吸収性能が低下し、一方、断面周長比が0.9超であると、本発明の効果である、斜め衝突の際の曲がり変形の抑制による座屈の安定化が小さく、折れ曲がりが発生し易い。

【0084】

また、以上の例では、筒体31の断面周長の増加が車体側面側からみて上下対称となっているが、断面周長の増加はこの形態に限られるものではなく、筒体31の中心を通る水平面よりも上側の領域における断面周長の増加の程度と、この下側の領域における断面周長の増加の程度とが異なってもよい。

【0085】

一方の端部31aの側における筒体31の断面周長が他方の端部31bの側における筒体31の断面周長よりも小さいと、一方の端部31aにフロントバンパーレインフォースにより衝撃荷重を入力されると、この一方の端部31aから他方の端部31bへ向けて圧壊が確実に進行し、最終的に筒体31は蛇腹状に座屈変形して効果的に衝撃エネルギーを吸収することが可能になる。

【0086】

また、筒体31の他方の端部31bの側において一对のコーナー部32、33が略上下方向へ離間して配置されると、上下方向の曲げに対する他方の端部31bの側の近傍の剛性が衝突端側に比べ高まり、これにより、圧壊中にクラッシュボックスに生じる上下方向の曲がり変形が抑制される。その結果、サイドメンバーに伝播する曲げ力が抑制される。さらに、フロントサイドメンバーの上面に配置されるエンジンマウントブラケットを介して伝達されるエンジンの上下方向への振動に起因した車体の振動や騒音を低減することも可能である。

【0087】

また、筒体31に付与するテーパ状は、軸方向への断面全体が相似形状であるよりも、ある方向へ向けて変化する形状、具体的には、上記扁平率を軸方向で変化させることによって、斜め荷重に対するロバスト性を十分に確保することができる。

【0088】

図4(a)は本発明に係るクラッシュボックスの他の一例30-1の一方の端部(衝突端)31aの端面形状の一例を示す説明図であり、図4(b)は本発明に係るクラッシュボックスの他の一例30-1の他方の端部(反衝突端)31bの端面形状の一例を示す説明図である。

【0089】

例えば、図2(a)及び図2(b)に示すように、一方の端部31aの扁平率が他方の端部31bの扁平率よりも大きくなるように設計した場合、一方の端部31aの形状はより扁平形状になる。この場合、クラッシュボックス30に斜め方向に荷重が作用すると、他方の端部31bでは一对のコーナー部32、33と、他の一对のコーナー部34、35のうちで距離が短い方向の剛性が、残りの距離が長い方向の剛性に比較して低下するため、剛性が高い側が、衝撃荷重を負荷された筒体31の早期の倒れ込みを拘束しながら、剛性が低い側が起点となって一方の端部31aから圧壊が開始され易くなる。

【0090】

これに対し、図4(a)及び図4(b)に示すように、一方の端部31aの側の扁平率が他方の端部31bの側の扁平率より小さくなるように設計した場合には、一方の端部31aの側は他方の端部31bの側に比べてより正方形に近づく形状となるため、衝撃荷重の入力方向に対するロバスト性が高まる。

10

【0091】

一方の端部31a、他方の端部31bのいずれの扁平率を大きくするかは、クラッシュボックスとしての用途や確保すべき性能等を勘案して、適宜選択すればよい。

【0092】

図5は、溝部36乃至溝部39を構成する対向する斜面(36a、36b)、(37a、37b)、(38a、38b)、(39a、39b)の高さが同一である場合にクラッシュボックスが成立しないことを示す説明図である。図5では、一方の端部31aにおける筒体31の形状は点線により、他方の端部31bにおける筒体31の形状は実線によりそれぞれ示されており、衝突端である一方の端部31aの扁平率が他方の端部31bの扁平率よりも大きくなっている。

20

【0093】

これに対し、図6は、扁平率が一方の端部31aで大きいクラッシュボックス30の一例における、一方の端部31a(衝突端)、中間及び他方の端部31b(反衝突端)それぞれにおける端面形状を併せて示す説明図であり、図7は、扁平率が一方の端部31aで小さいクラッシュボックス30の一例における、一方の端部31a(衝突端)、中間及び他方の端部31b(反衝突端)それぞれにおける端面形状を併せて示す説明図である。

【0094】

上述したように、筒体31において、溝部36及び溝部39を構成する対向する斜面(36a、36b)、(37a、37b)、(38a、38b)、(39a、39b)の高さ(横断面内における斜辺の長さ)を相違させる理由は、斜面(36a、36b)、(37a、37b)、(38a、38b)、(39a、39b)の高さが同一である場合に、図5に示すように、衝突端側である一方の端部31aと反衝突側である他方の端部31bとにおいて、それぞれの扁平率を変えると筒体31に捻れが不可避免的に生じてしまい、筒体31の製作が難しくなるためである。また、このような筒体31は、各コーナー部32乃至各コーナー部35により構成される筒体31の稜線42乃至稜線45(図1参照)が捻れることとなるため、ロバスト性を要求されるクラッシュボックスには適さない。

30

【0095】

そこで、図1乃至図4、図6及び図7に例示するように、溝部36乃至溝部39を構成する対向する斜面(36a、36b)、(37a、37b)、(38a、38b)、(39a、39b)の高さ(横断面内における斜辺の長さ)を相違させることによって、一方の端部31aにおける横断面を構成する全ての辺46-1乃至辺46-22、及び、他方の端部31bにおける横断面を構成する対向辺47-1乃至辺47-22がそれぞれ捻じれない平行関係となるように設計することが可能となる。

40

【0096】

本発明に係るクラッシュボックス30は以上のように構成される。このクラッシュボックスは、自動車の車体の前部又は後部の幅方向へ車幅センターに対して一对又は二対対称配置されることによって、自動車車体に装着されることが好ましい。

【0097】

50

具体的に説明すると、クラッシュボックス30は、全長が一般的に80mm以上300mm以下程度の閉じた横断面形状を有する金属製の筒体31からなり、バンパーレインフォースに溶接等の適宜手段により接合されることによってバンパーレインフォースを支持する左右のサイドメンバーの端部側に設定される領域に、取り付け板を介して脱着自在に装着される。通常と同様に、クラッシュボックス30は、バンパーレインフォースに対して車幅方向へ一個ずつ合計二個、車体の前後方向へ向けて配置される。

【0098】

この場合、本発明に係るクラッシュボックス30は、一对のコーナー部32、33を結ぶ仮想線L1が指向する方向が、略上下方向又は略水平方向となるように、配置されることが好ましい。

10

【0099】

このようにして、クラッシュボックス30は、正面衝突のみならず斜め衝突の場合であっても、バンパーレインフォースに入力される衝撃荷重によって、ボディシェルをなすサイドメンバーよりも優先して、蛇腹状に塑性座屈変形して圧壊することにより衝撃エネルギーを吸収し、これにより、ボディシェルの損傷を防いで軽衝突時の修理費の低減を図るとともに、サイドメンバーとともに衝撃エネルギーを効果的に吸収して乗員を保護することができる。

【0100】

図1乃至図4、図6及び図7に示す例は、横断面の基本の四つの辺36乃至辺39のそれぞれに溝部が設けられる場合であるが、一つのコーナー部32乃至コーナー部35のいずれかを挟む二つの辺(36, 37)、(38, 39)、(36, 38)または(37, 39)のみに溝部を設けるようにしてもよい。

20

【0101】

図8は、一つのコーナー部32を挟む二つの辺(36, 37)に溝部を設けた場合の横断面を有するクラッシュボックス140を示し、扁平率が衝突端側で大きい場合を示す。また、図9は、一つのコーナー部32を挟む二つの辺(36, 37)に溝部を設けた場合の横断面を有するクラッシュボックス141を示し、扁平率が衝突端側で小さい場合を示す。さらに、図10(a)はバンパーレインフォース142へのクラッシュボックス141の装着状況を示す正面図であり、図10(b)はバンパーレインフォース142へのクラッシュボックス141の装着状況を示す上面図である。

30

【0102】

図8、図9に示す横断面を有するクラッシュボックス140、141は、図10(a)および図10(b)に示すように、バンパーレインフォース142に取り付けられる。クラッシュボックス141を例にとると、クラッシュボックス141-1がバンパーレインフォース142の左側に装着され、クラッシュボックス141-2がバンパーレインフォース142の右側に装着される。

【0103】

図10(b)に示すように、自動車の左前方から衝突した場合、左側に装着されたクラッシュボックス141-1には自動車前方側を時計回りの向きに回転させるようにクラッシュボックス141-1を曲げる衝撃力が負荷されるが、クラッシュボックス141-1は、横断面で溝部を設けた辺(36, 37)の剛性が高いため、曲がることなく衝撃を吸収することができる。

40

【実施例】

【0104】

数値解析を行うことにより本発明に係るクラッシュボックスの効果を検証した。

図1、図2及び図6に示す形状のクラッシュボックス30を15度傾斜して床面に固定し、剛体壁をクラッシュボックス30の軸方向へ16km/hの速度で衝突させて、クラッシュボックス30を軸方向へ150mm圧壊させる解析を行い、クラッシュボックス30の塑性座屈挙動を調査した。

【0105】

50

なお、比較例 1、2 として正方形の基本断面形状を有するクラッシュボックスを用い、同様の解析を行った。なお、各クラッシュボックスの板厚は、いずれも 1.2 mm とし、クラッシュボックスを構成する筒体の軸方向長さは 200 mm とし、解析には、440 MPa 級高張力鋼板を想定した材料特性を用い、さらにひずみ速度依存性は Cowper - Symonds 則により考慮した。

【0106】

ここで、比較例 2 に示す形状が、本発明者らが特許文献 8 の実施例にて開示した発明例 4 に該当するものである。

【0107】

図 11 及び表 1 に、本発明例、比較例 1 及び比較例 2 にかかるクラッシュボックスの形状を示す。また、図 12 に、発明例 1、比較例 1 及び比較例 2 について、圧壊ストロークが 0 mm、50 mm、100 mm 及び 150 mm におけるクラッシュボックスの圧壊状況を示す。

10

【0108】

なお、表 1 には、圧壊初期の変形が安定する圧下量 40 mm 乃至 60 mm の間の圧壊荷重の平均値  $F_1$  と、圧下量 120 mm 乃至 140 mm の間の圧壊荷重の平均値  $F_2$  の圧壊荷重比 ( $F_1 / F_2$ ) を示す。

【0109】



【表 1】

| 区分   | 衝突端側           |             |              |       | 反衝突端側          |             |              |       | 断面周長比<br>(L1/L2) | 圧壊荷重<br>比(F1/F2) |
|------|----------------|-------------|--------------|-------|----------------|-------------|--------------|-------|------------------|------------------|
|      | 断面周長<br>L1(mm) | 溝深さ<br>(mm) | 切欠き幅<br>(mm) | W2/W1 | 断面周長<br>L2(mm) | 溝深さ<br>(mm) | 切欠き幅<br>(mm) | W2/W1 |                  |                  |
| 比較例1 | 483            | 20          | 17           | 1     | 483            | 20          | 17           | 1     | 1.00             | 0.53             |
| 比較例2 | 341            | 15          | 17           | 1     | 483            | 20          | 17           | 1     | 0.71             | 0.49             |
| 発明例1 | 460            | 19          | 17           | 2     | 542            | 20          | 17           | 1     | 0.85             | 0.93             |

## 【0110】

表1及び図12に示すように、比較例1及び比較例2は、いずれも圧壊ストロークの後半において折れ曲がり変形が発生して不安定な座屈となるため、後半の圧壊荷重が著しく低下し、圧壊荷重比が0.5以下であった。

## 【符号の説明】

## 【 0 1 1 1 】

3 0 本発明に係るクラッシュボックス

3 1 筒体

3 1 a 一方の端部（衝突端）

3 1 b 他方の端部（反衝突端）

3 2、3 3、3 4、3 5 コーナー部

3 6、3 7、3 8、3 9 溝部

3 6 a、3 6 b 斜辺

3 7 a、3 7 b 斜辺

3 8 a、3 8 b 斜辺

3 9 a、3 9 b 斜辺

4 0 第1の鋼板

4 1 第2の鋼板

4 0 a、4 1 a、4 0 b、4 1 b 接合面

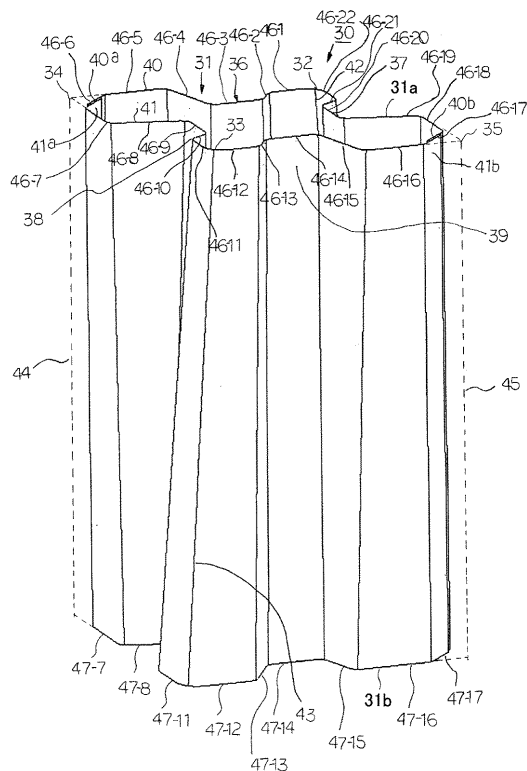
4 2、4 3、4 4、4 5 稜線

4 6 - 1 乃至 4 6 - 2 2 一方の端部における横断面を構成する全ての辺

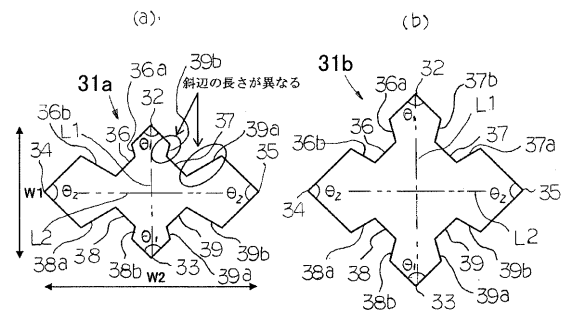
4 7 - 1 乃至 4 7 - 2 2 他方の端部における横断面を構成する対向辺

10

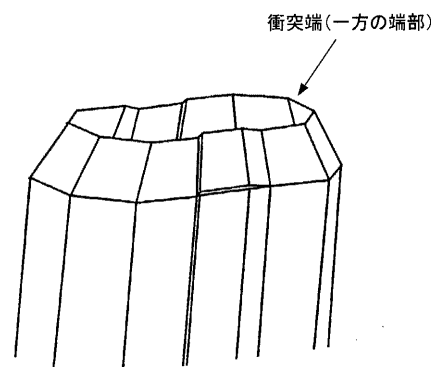
【図 1】



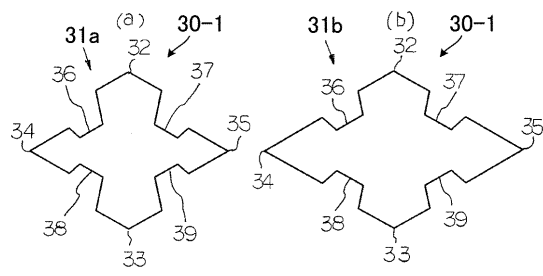
【図 2】



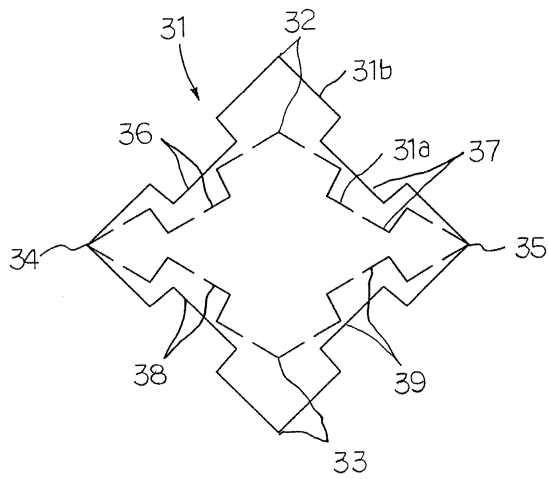
【図 3】



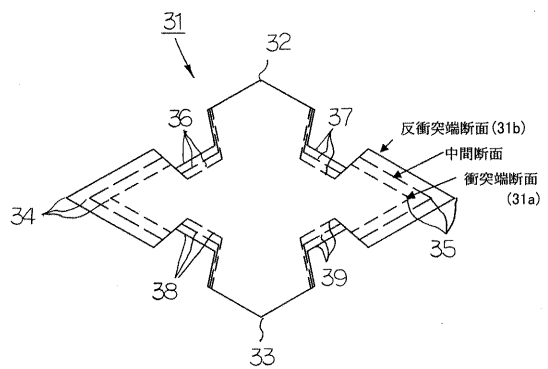
【図 4】



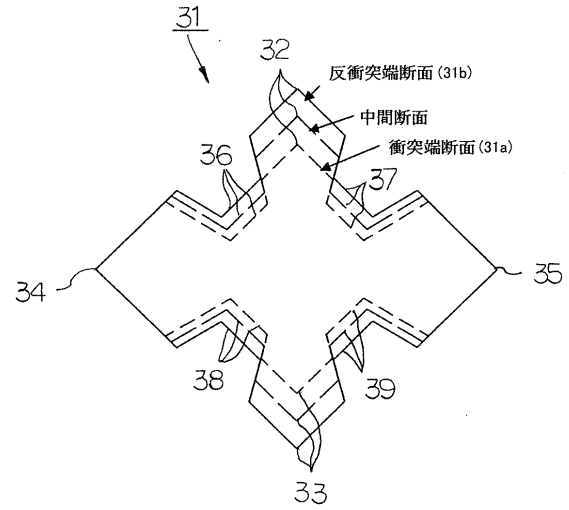
【図 5】



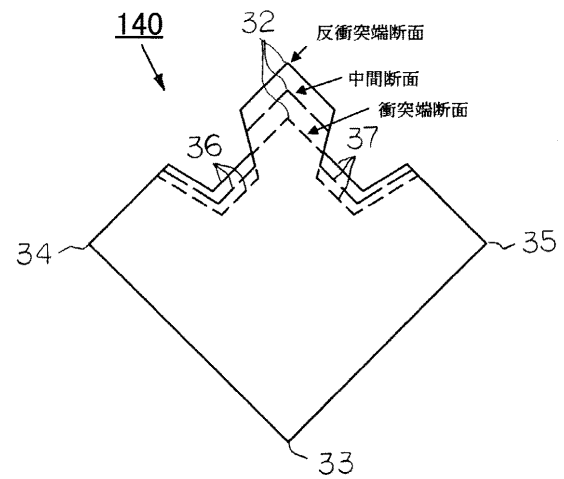
【図 7】



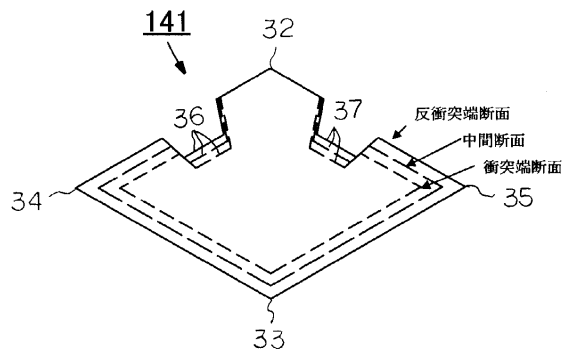
【図 6】



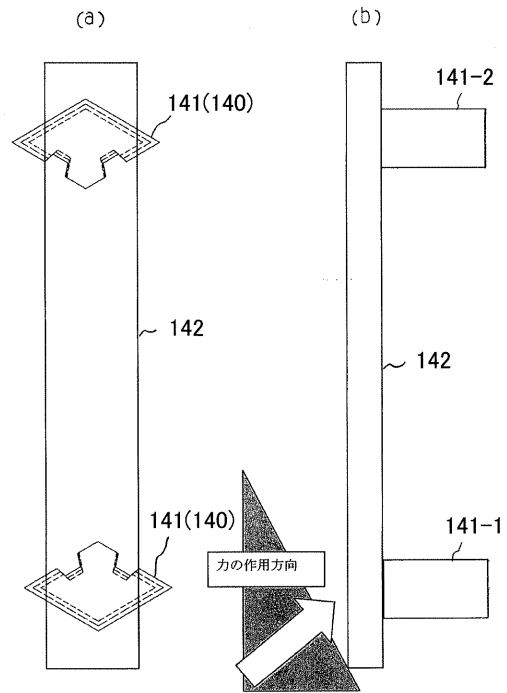
【図 8】



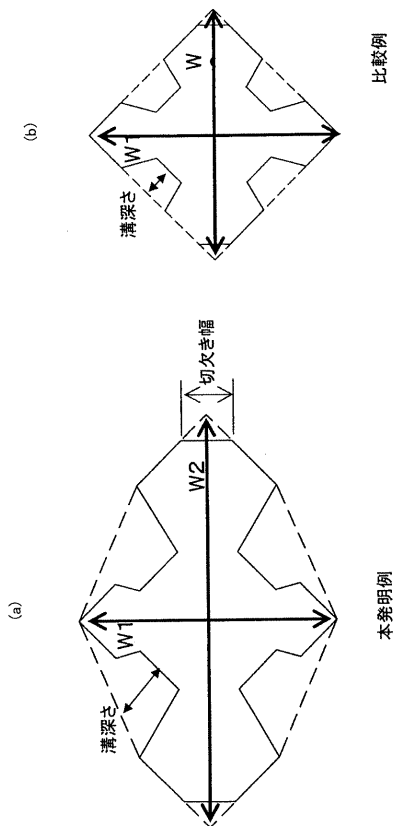
【図 9】



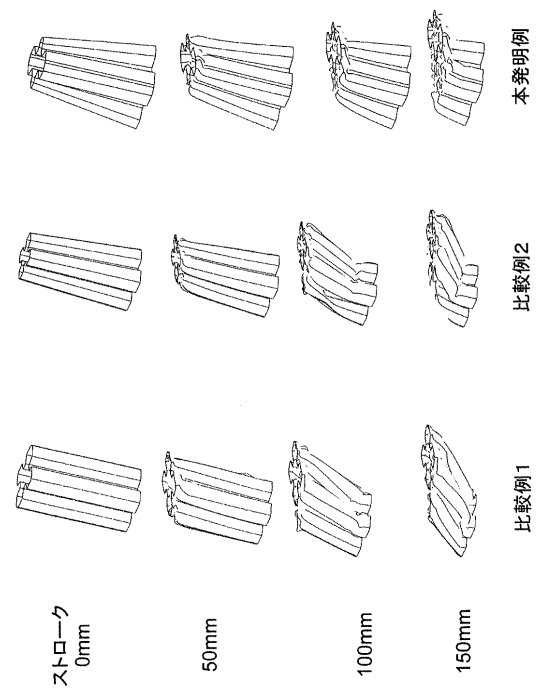
【図 10】



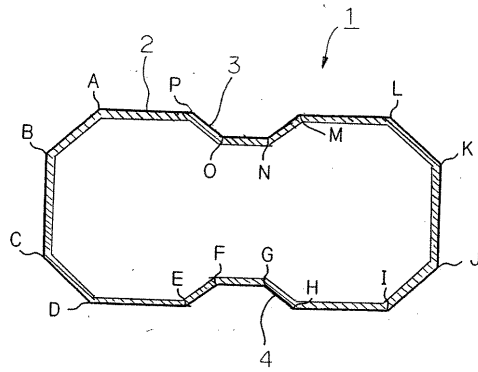
【図 11】



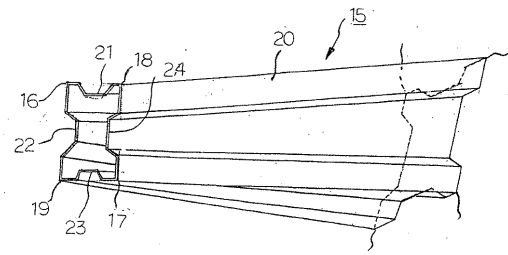
【図 12】



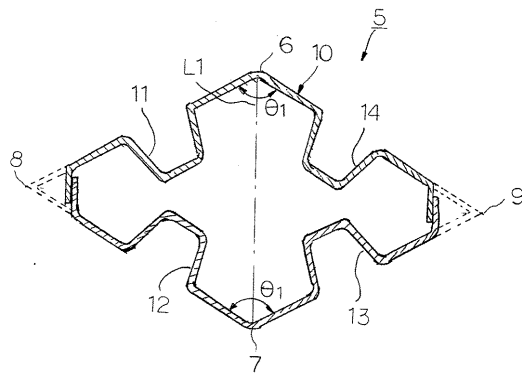
【図 13】



【図 15】



【図 14】



---

フロントページの続き

(72)発明者 田坂 誠均  
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

審査官 畔津 圭介

(56)参考文献 特開2011-051581(JP, A)  
特開2008-247379(JP, A)  
国際公開第2006/068008(WO, A1)  
特開2009-184417(JP, A)  
欧州特許出願公開第00856681(EP, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B60R 19/34  
F16F 7/00  
F16F 7/12