(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6296211号
(P6296211)

(45)発行日　平成30年3月20日(2018.3.20)　(24)登録日　平成30年3月2日(2018.3.2)

(51)Int.Cl.		F I		
B60G 9/04	(2006.01)	B60G	9/04	
B21D 53/88	(2006.01)	B21D	53/88	Z
B21D 22/02	(2006.01)	B21D	22/02	F
C21D 7/02	(2006.01)	C21D	7/02	Z

請求項の数 15　(全 37 頁)

(21)出願番号　特願2017-539701(P2017-539701)
(86)(22)出願日　平成29年3月14日(2017.3.14)
(86)国際出願番号　PCT/JP2017/010154
(87)国際公開番号　WO2017/169733
(87)国際公開日　平成29年10月5日(2017.10.5)
審査請求日　平成29年7月27日(2017.7.27)
(31)優先権主張番号　特願2016-67929(P2016-67929)
(32)優先日　平成28年3月30日(2016.3.30)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

早期審査対象出願

(73)特許権者　000006655
新日鐵住金株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目６番１号
(74)代理人　100106909
弁理士　棚井　澄雄
(74)代理人　100175802
弁理士　寺本　光生
(74)代理人　100134359
弁理士　勝俣　智夫
(74)代理人　100188592
弁理士　山口　洋
(72)発明者　井口　敬之助
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】トーションビーム製造方法及びトーションビーム製造装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
長手方向に直交する断面が前記長手方向の任意位置において略Ｖ字形状または略Ｕ字形状の閉断面である一定形状閉断面部と、前記一定形状閉断面部に連なってかつ前記閉断面が異なる形状の閉断面を持つ接続領域を有する形状変化部と、を備えたトーションビームを製造する方法であって、
前記一定形状閉断面部及び前記形状変化部が形成されたトーションビーム素材のうちの少なくとも前記接続領域に対し、前記長手方向に沿った引っ張り力を加えて前記トーションビームを得る引張工程を有する
ことを特徴とするトーションビーム製造方法。
【請求項２】
前記引張工程で、前記接続領域よりも前記長手方向に沿った外方部分の内側を内側支持部材で支持してかつ、前記外方部分の外側に外側係止部材を係止させた状態で、前記内側支持部材及び前記外側係止部材を前記一定形状閉断面部から離れる方向に移動させることで、前記引っ張り力を加える
ことを特徴とする請求項１に記載のトーションビーム製造方法。
【請求項３】
前記引張工程で、
前記接続領域の外側を外側支持部材で支持し、
前記内側支持部材及び前記外側係止部材の移動と同方向にかつ同期して、前記外側支

持部材を移動させる
ことを特徴とする請求項２に記載のトーションビーム製造方法。
【請求項４】
前記引張工程で、前記トーションビーム素材の両端間を前記長手方向に沿って相対的に離間させることで、前記引っ張り力を前記トーションビーム素材の全長にわたって加える
ことを特徴とする請求項１に記載のトーションビーム製造方法。
【請求項５】
前記引張工程で、前記トーションビーム素材の少なくとも前記接続領域に対して前記長手方向で１％以上の歪みを付与する
ことを特徴とする請求項１～４の何れか一項に記載のトーションビーム製造方法。
【請求項６】
前記引張工程の前に、素管をプレスして前記トーションビーム素材を得るプレス工程を有する
ことを特徴とする請求項１～５の何れか一項に記載のトーションビーム製造方法。
【請求項７】
長手方向に直交する断面が前記長手方向の任意位置において略Ｖ字形状または略Ｕ字形状の閉断面である一定形状閉断面部と、前記一定形状閉断面部に連なってかつ前記閉断面と異なる形状の閉断面を持つ接続領域を有する形状変化部と、を備えたトーションビームを製造する装置であって、
前記一定形状閉断面部及び前記形状変化部が形成されたトーションビーム素材のうち、前記トーションビーム素材の長手方向における前記接続領域よりも一方側にある部分と、前記接続領域よりも他方側にある部分とを保持する一対の保持機構と；
前記各保持機構が前記トーションビーム素材を保持した状態で前記各保持機構間を前記トーションビーム素材の長手方向に沿って相対的に離間させる第１の駆動機構と；
を備える
ことを特徴とするトーションビーム製造装置。
【請求項８】
前記各保持機構が、前記トーションビーム素材の両端を保持する
ことを特徴とする請求項７に記載のトーションビーム製造装置。
【請求項９】
前記一定形状閉断面部及び前記形状変化部に対応した形状を有する可動金型と；
前記トーションビーム素材に前記一定形状閉断面部及び前記形状変化部を付与する前の素管に対し、前記可動金型を押し付ける第２の駆動機構と；
をさらに備える
ことを特徴とする請求項８に記載のトーションビーム製造装置。
【請求項１０】
前記各保持機構のうちの少なくとも一方が、
前記形状変化部の内側に挿入される内側支持部材と；
前記形状変化部の外側に係止する外側係止部材と；
を備える
ことを特徴とする請求項７に記載のトーションビーム製造装置。
【請求項１１】
前記一定形状閉断面部及び前記形状変化部に対応した形状を有する可動金型と；
前記トーションビーム素材に前記一定形状閉断面部及び前記形状変化部を付与する前の素管に対し、前記可動金型を押し付ける第２の駆動機構と；
をさらに備える
ことを特徴とする請求項１０に記載のトーションビーム製造装置。
【請求項１２】
前記可動金型が、
少なくとも前記一定形状閉断面部に対応した形状を有する可動金型本体部と、

少なくとも前記形状変化部に対応した形状を有してかつ、前記可動金型本体部に対して離間自在に設けられた可動金型端部と、
前記可動金型本体部より前記可動金型端部を離間させる第３の駆動機構と、
を備え；
前記可動金型端部が、前記外側係止部材を兼ねている；
ことを特徴とする請求項１１に記載のトーションビーム製造装置。
【請求項１３】
前記第３の駆動機構が、前記可動金型本体部及び前記可動金型端部間の隙間に挿入されるカムである
ことを特徴とする請求項１２に記載のトーションビーム製造装置。
【請求項１４】
前記トーションビーム素材を支持する支持金型をさらに備え；
前記支持金型が、
前記トーションビーム素材を、前記一定形状閉断面部を含む部分において支持する支持金型本体部と、
前記支持金型本体部に対して離間自在に設けられてかつ、少なくとも前記形状変化部を支持する支持金型端部と、を備える；
ことを特徴とする請求項７～１３の何れか一項に記載のトーションビーム製造装置。
【請求項１５】
前記第１の駆動機構を制御する制御部をさらに備え；
前記制御部が、前記第１の駆動機構を動作させて、前記トーションビーム素材の少なくとも前記接続領域に対して前記長手方向で１％以上の歪みを付与する；
ことを特徴とする請求項７～１４の何れか一項に記載のトーションビーム製造装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、自動車のトーションビーム式サスペンション装置に適用されて金属疲労が抑制されたトーションビームを製造する、トーションビーム製造方法及びトーションビーム製造装置に関する。
本願は、２０１６年3月３０日に、日本国に出願された特願２０１６－０６７９２９号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。
【背景技術】
【０００２】
周知のように、自動車用サスペンションシステムの一形態としてトーションビーム式サスペンション装置が広く普及している。
トーションビーム式サスペンション装置は：左右の車輪を回転自在に支持する左右一対のトレーリングアームがトーションビームによって連結され、さらに、左右一対のスプリング受部がトーションビームの左右端近傍に接合されたトーションビームアッセンブリと；トーションビーム及び車体間を連結するスプリング及びアブソーバと；を備える。トーションビームは、車体の左右から中央側に向かって伸びるピボット軸を介して、車体に対して揺動可能に接続されている。
【０００３】
トーションビームは、例えば、プレス成形やハイドロフォーム成形により金属管を塑性加工することで形成されており、トーションビームの長手方向に直交する断面が、トレーリングアームとの取付部から一定形状閉断面部に向かって、略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の閉断面に形成されている（例えば、特許文献１参照）。
【０００４】
トーションビームは、略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の略一定閉断面を有する一定形状閉断面部と、左右のトレーリングアームに接続される取付部と、一定形状閉断面部及び取付部間に位置する形状変化部（徐変部）とを備えており、車体が路面から外力を受けた場合に

、主としてトーションビームの捻れ剛性により車体のロール剛性を確保している。
【０００５】
一方、トーションビームが充分なロール剛性を有していたとしても、トーションビームは、車輪やトレーリングアームを介して路面から種々の外力を受けるため、このような外力に起因して複雑な応力分布が発生して、金属疲労が進展しやすい。この金属疲労は、例えば、形状変化部及び一定形状閉断面部間の接続部近傍で著しく生じやすい。
【０００６】
そのため、路面から種々の外力を受けた場合でも、金属疲労の進展を抑制する必要があり、このような金属疲労を抑制するために種々の技術が開発されている（例えば、特許文献２、３、４参照）。
【０００７】
特許文献２に記載の技術は、トーションビームをプレス成形した後に、焼き入れ、焼き戻し、ショットピーニングを行って、トーションビームの外側表面を硬化させることにより、トーションビームの疲労特性を向上させる。
【０００８】
特許文献３に記載の技術は、熱処理後に表面硬度が高くなる鋼管を用いることにより、トーションビームの表面硬度を向上させて、トーションビームの疲労特性を向上させる。
【０００９】
特許文献４に記載の技術は、ハイドロフォームによって鋼管の内方から外方に向かう圧力を加えることで引張応力を付与し、その結果として、トーションビームの残留応力を低減させて疲労特性を向上させる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１０】
【特許文献１】日本国特開２０１１－６３５号公報
【特許文献２】日本国特開２００１－１２３２２７号公報
【特許文献３】日本国特開２００８－０６３６５６号公報
【特許文献４】日本国特開２０１３－０９１４３３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１１】
しかしながら、特許文献２～４に記載の技術を適用してトーションビームの疲労特性を向上させることは、必ずしも容易とは言えない上に、設備投資等のイニシャルコストや製造ランニングコストが増大する問題がある。そこで、疲労特性が優れたトーションビームを効率的に製造することが可能なトーションビーム製造技術が望まれている。
【００１２】
本発明は、このような事情を考慮してなされたものであり、疲労特性に優れたトーションビームを効率的に製造することが可能な、トーションビーム製造方法及びトーションビーム製造装置の提供を目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１３】
上記課題を解決するために、この発明は以下の手段を提案している。
（１）本発明の一態様に係るトーションビーム製造方法は、長手方向に直交する断面が前記長手方向の任意位置において略Ｖ字形状または略Ｕ字形状の閉断面である一定形状閉断面部と、前記一定形状閉断面部に連なってかつ前記閉断面が異なる形状の閉断面を持つ接続領域を有する形状変化部と、を備えたトーションビームを製造する方法であって、前記一定形状閉断面部及び前記形状変化部が形成されたトーションビーム素材のうちの少なくとも前記接続領域に対し、前記長手方向に沿った引っ張り力を加えて前記トーションビームを得る引張工程を有する。
この態様に係るトーションビーム製造方法によれば、引張工程において少なくとも接続

領域に引っ張り力を加えるため、残存している残留応力を低減もしくは除去することができる。

その結果、疲労特性に優れたトーションビームを製造することができる。しかも、熱処理等の後処理を必要としないため、効率的に製造できる。

【００１４】

（２）上記（１）に記載のトーションビーム製造方法において、前記引張工程で、前記接続領域よりも前記長手方向に沿った外方部分の内側を内側支持部材で支持してかつ、前記外方部分の外側に外側係止部材を係止させた状態で、前記内側支持部材及び前記外側係止部材を前記一定形状閉断面部から離れる方向に移動させることで、前記引っ張り力を加えてもよい。

この場合、引張工程において、トーションビーム素材の外方部分を内側支持部材で支持した上で、この外方部分の外側に外側係止部材を係止させて引っ張り力を加えるので、同外方部分の変形を抑えた上で容易に引っ張り力を与えることができる。

【００１５】

（３）上記（２）に記載のトーションビーム製造方法において、前記引張工程で、前記接続領域の外側を外側支持部材で支持し、前記内側支持部材及び前記外側係止部材の移動と同方向にかつ同期して、前記外側支持部材を移動させてもよい。

この場合、外側支持部材が、内側支持部材及び外側係止部材の動きと同期して移動するため、引っ張りに伴うトーションビーム素材の延びを阻害しない。したがって、トーションビーム素材へ確実に引っ張り力を付与できるため、確実に残留応力を低減もしくは除去することができる。

【００１６】

（４）上記（１）に記載のトーションビーム製造方法において、前記引張工程で、前記トーションビーム素材の両端間を前記長手方向に沿って相対的に離間させることで、前記引っ張り力を前記トーションビーム素材の全長にわたって加えてもよい。

この場合、トーションビーム素材をその全長にわたって長手方向外方に引っ張るため、漏れなく残留応力を低減もしくは除去することができる。

【００１７】

（５）上記（１）～（４）の何れか一項に記載のトーションビーム製造方法において、前記引張工程で、前記トーションビーム素材の少なくとも前記接続領域に対して前記長手方向で１％以上の歪みを付与してもよい。

この場合、トーションビーム素材の残留応力を除去または低減させるのに十分な引っ張り力を付与することができる。

【００１８】

（６）上記（１）～（５）の何れか一項に記載のトーションビーム製造方法において、前記引張工程の前に、素管をプレスして前記トーションビーム素材を得るプレス工程を有してもよい。

この場合、プレス工程後の時点では、トーションビーム素材に残留応力が残っているが、続く引張工程により、これを除去することができる。

【００１９】

（７）本発明の一態様に係るトーションビーム製造装置は、長手方向に直交する断面が前記長手方向の任意位置において略Ｖ字形状または略Ｕ字形状の閉断面である一定形状閉断面部と、前記一定形状閉断面部に連なってかつ前記閉断面と異なる形状の閉断面を持つ接続領域を有する形状変化部と、を備えたトーションビームを製造する装置であって、前記一定形状閉断面部及び前記形状変化部が形成されたトーションビーム素材のうち、前記トーションビーム素材の長手方向における前記接続領域よりも一方側にある部分と、前記接続領域よりも他方側にある部分とを保持する一対の保持機構と；前記各保持機構が前記トーションビーム素材を保持した状態で前記各保持機構間を前記トーションビーム素材の長手方向に沿って相対的に離間させる第１の駆動機構と；を備える。

この態様に係るトーションビーム製造装置によれば、一対の保持機構及び第１の駆動機

構により、トーションビーム素材のうちの少なくとも接続領域に対して長手方向の引っ張り力を加えることで、トーションビーム素材に残存している残留応力を低減もしくは除去することができる。

その結果、疲労特性に優れたトーションビームを製造することができる。しかも、熱処理等の後処理を必要としないため、効率的に製造することが可能である。

【００２０】

（８）上記（７）に記載のトーションビーム製造装置において、前記各保持機構が、前記トーションビーム素材の両端を保持してもよい。

この場合、一対の保持機構によってトーションビーム素材の両端を保持して引っ張るため、トーションビーム素材の全長にわたって引っ張り力を付与することができる。従って、トーションビーム素材の全長にわたって漏れなく残留応力を低減もしくは除去することができる。

【００２１】

（９）上記（８）に記載のトーションビーム製造装置において、前記一定形状閉断面部及び前記形状変化部に対応した形状を有する可動金型と；前記トーションビーム素材に前記一定形状閉断面部及び前記形状変化部を付与する前の素管に対し、前記可動金型を押し付ける第２の駆動機構と；をさらに備えてもよい。

この場合、第２の駆動機構によって可動金型を素管に押し付けることにより、一定形状閉断面部及び形状変化部を有するトーションビーム素材を得ることが出来る。

【００２２】

（１０）上記（７）に記載のトーションビーム製造装置において、前記各保持機構のうちの少なくとも一方が、前記形状変化部の内側に挿入される内側支持部材と；前記形状変化部の外側に係止する外側係止部材と；を備えてもよい。

この場合、トーションビーム素材の形状変化部の内側を内側支持部材で支持した上で、形状変化部の外側に外側係止部材を係止させて引っ張り力を加えことができるので、形状変化部の変形を抑えた上で容易に引っ張り力を与えることができる。

【００２３】

（１１）上記（１０）に記載のトーションビーム製造装置において、前記一定形状閉断面部及び前記形状変化部に対応した形状を有する可動金型と；前記トーションビーム素材に前記一定形状閉断面部及び前記形状変化部を付与する前の素管に対し、前記可動金型を押し付ける第２の駆動機構と；をさらに備えてもよい。

この場合、第２の駆動機構によって可動金型を素管に押し付けることにより、一定形状閉断面部及び形状変化部を有するトーションビーム素材を得ることが出来る。

【００２４】

（１２）上記（１１）に記載のトーションビーム製造装置において、以下の構成を採用してもよい：前記可動金型が、少なくとも前記一定形状閉断面部に対応した形状を有する可動金型本体部と、少なくとも前記形状変化部に対応した形状を有してかつ、前記可動金型本体部に対して離間自在に設けられた可動金型端部と、前記可動金型本体部より前記可動金型端部を離間させる第３の駆動機構と、を備え；前記可動金型端部が、前記外側係止部材を兼ねている。

この場合、可動金型によってプレスされる素管に対し、可動金型本体部によって少なくとも一定形状閉断面部に対応した形状を与えるとともに、可動金型端部によって少なくとも形状変化部に対応した形状を与える。このようにして得たトーションビーム素材の形状変化部の内側に内側支持部材を挿入し、また形状変化部の外側に可動金型端部を係止させた状態で、トーションビーム素材に引っ張り力を加える。この構成によれば、可動金型端部が、前記外側係止部材を兼ねているので、素管をプレス加工して得たトーションビーム素材を他の装置に移し替えることなく、そのまま継続して引っ張り力を加えることができる。

【００２５】

（１３）上記（１２）に記載のトーションビーム製造装置において、前記第３の駆動機構

が、前記可動金型本体部及び前記可動金型端部間の隙間に挿入されるカムであってもよい。

この場合、まず、可動金型本体部及び可動金型端部によって素管をプレスしてトーションビーム素材に加工する。続いて、カムを隙間に押し込むことで、可動金型本体部と可動金型端部との隙間を押し広げる。すると、可動金型本体部より可動金型端部が離れる方向に移動するため、トーションビーム素材に対して引っ張り力を付与して、残留応力を低減もしくは除去することができる。

【００２６】

（１４）上記（７）～（１３）の何れか一項に記載のトーションビーム製造装置において、以下の構成を採用してもよい：前記トーションビーム素材を支持する支持金型をさらに備え；前記支持金型が、前記トーションビーム素材を、前記一定形状閉断面部を含む部分において支持する支持金型本体部と、前記支持金型本体部に対して離間自在に設けられてかつ、少なくとも前記形状変化部を支持する支持金型端部と、を備える。

この場合、トーションビーム素材に引っ張り力を加える際には、支持金型端部が支持金型本体部に対して離間自在であるため、引っ張りに伴うトーションビーム素材の延びを阻害しない。したがって、トーションビーム素材へ確実に引っ張り力を付与できるため、確実に残留応力を低減もしくは除去することができる。

【００２７】

（１５）上記（７）～（１４）の何れか一項に記載のトーションビーム製造装置において、以下の構成を採用してもよい：前記第１の駆動機構を制御する制御部をさらに備え；前記制御部が、前記第１の駆動機構を動作させて、前記トーションビーム素材の少なくとも前記接続領域に対して前記長手方向で１％以上の歪みを付与する。

この場合、トーションビーム素材の残留応力を除去または低減させるのに十分な引っ張り力を付与することができる。

【００２８】

本発明は、上記態様に加えて下記態様を採用してもよい。

（ａ）本発明の他の態様は、トーションビーム式サスペンション装置に用いられ左右一対のアームが長手方向の両端部に連結され、前記長手方向と直交する断面が車体の前後方向における前端及び後端の間が上側又は下側に突出する略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の略一定閉断面形状とされた一定形状閉断面部と取付閉断面部と前記一定形状閉断面部と前記取付閉断面部との間に位置される形状変化部とを有するトーションビームを製造するトーションビーム製造方法であって、金属材料管をプレスして前記一定形状閉断面部と前記形状変化部とを有するトーションビーム素材を成形するプレス加工工程と、前記トーションビーム素材の少なくとも前記一定形状閉断面部と前記形状変化部とを接続する接続部を長手方向に引張する引張処理工程と、を備える。

【００２９】

この態様に係るトーションビーム製造方法によれば、金属材料管をプレスして一定形状閉断面部と形状変化部とを有するトーションビーム素材を成形するプレス加工工程と、トーションビーム素材の少なくとも一定形状閉断面部と形状変化部とを接続する接続部を長手方向に引張する引張処理工程とを備えているので、接続部から引張残留応力を低減もしくは除去することができる。

その結果、疲労特性が優れたトーションビームを効率的に製造することができる。

【００３０】

この明細書において、一定形状閉断面部とは、略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の略一定閉断面形状（例えば、略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の凹側を構成する壁部の谷部（底部））が長手方向に沿って連続して形成されている部分を言う。なお、略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の凹側を構成する壁部の谷部（底部）が継続して漸次浅くなる形状変化部に至るまでは、部分的に凹凸が形成されていても一定形状閉断面部に含まれる。

【００３１】

また、この明細書において、形状変化部とは、略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の凹側を構成

する壁部の谷部（底部）が漸次浅くなる形態が継続して形成されている部分を言う。なお、形状変化部の途中に谷部（底部）が部分的に浅くなる部分が形成されていてもよい。

【００３２】

また、この明細書において、取付閉断面部とは、形状変化部の長手方向外方（車両幅方向外方）に位置されて、略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状をなす凹部が形成されていない部分を言う。

【００３３】

また、この明細書において、一定形状閉断面部と形状変化部とを接続する接続部とは、一定形状閉断面部と形状変化部の境界を含む部分をいい、一定形状閉断面部において長手方向に沿って形成された略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の凹側を構成する壁部の谷部（底部）が、形状変化部において継続して漸次浅くなり長手方向に対して傾斜する形態に移行する部位を含む部分である。なお、接続部の範囲は、引張残留応力の分布等に基づいて任意に設定することができる。

【００３４】

（ｂ）上記（ａ）に記載のトーションビーム製造方法であって、前記引張処理工程において、前記トーションビーム素材の形状変化部の内方に内方支持部材を挿入するとともに前記形状変化部に形状変化部支持部材を係止して、前記接続部を長手方向に引張する。

【００３５】

このトーションビーム製造方法によれば、引張処理工程において、トーションビーム素材の形状変化部の内方に内方支持部材を挿入するとともに形状変化部に形状変化部支持部材を係止して、接続部を長手方向に引張するので、トーションビーム素材の接続部を容易に長手方向外方に引張しつつ形状変化部の変形を確実に抑制することができる。

その結果、疲労特性が優れたトーションビームを効率的に製造することができる。

【００３６】

（ｃ）上記（ａ）に記載のトーションビーム製造方法であって、前記引張処理工程において、前記トーションビーム素材の取付閉断面部を保持して、前記接続部を長手方向に引張する。

【００３７】

このトーションビーム製造方法によれば、引張処理工程において、トーションビーム素材の取付閉断面部を保持して、接続部を長手方向に引張するので、トーションビーム素材の全長にわたって長手方向外方に引張することができる。

その結果、疲労特性が優れたトーションビームを効率的に製造することができる。

【００３８】

（ｄ）本発明のさらに他の態様は、トーションビーム式サスペンション装置に用いられ左右一対のアームが長手方向の両端部に連結され、前記長手方向と直交する断面が車体の前後方向における前端及び後端の間が上側又は下側に突出する略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の略一定閉断面形状とされた一定形状閉断面部と取付閉断面部と前記一定形状閉断面部と前記取付閉断面部との間に位置される形状変化部とを有するトーションビームを製造するトーションビーム製造装置であって、前記形状変化部と相補的に形成された外形保持形状部を有する形状変化部外方保持部材と、前記成形型に設けられ前記形状変化部を長手方向内側から係止して支持する形状変化部支持部材と、前記取付閉断面部保持部材をトーションビーム素材の長手方向に進退する駆動部と、制御部と、を備え、前記制御部は、前記トーションビーム素材を成形した後に、前記形状変化部外方保持部材と前記内方支持部材により前記形状変化部を保持した状態で前記形状変化部支持部材を前記トーションビーム素材の長手方向外方に移動させるように構成されている。

【００３９】

このトーションビーム装置によれば、形状変化部と相補的に形成された外形保持形状部を有する形状変化部外方保持部材と、成形型に設けられ前記形状変化部を長手方向内側から係止して支持する形状変化部支持部材によって形状変化部を保持した状態で、形状変化部支持部材をトーションビーム素材の長手方向外方に移動して接続部を長手方向に引張す

るので、形状変化部が変形するのを抑制して安定して引張処理することができる。
その結果、疲労特性が優れたトーションビームを効率的に製造することができる。
【００４０】
（ｅ）本発明のさらに他の態様は、トーションビーム式サスペンション装置に用いられ左右一対のアームが長手方向の両端部に連結され、前記長手方向と直交する断面が車体の前後方向における前端及び後端の間が上側又は下側に突出する略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の略一定閉断面形状とされた一定形状閉断面部と取付閉断面部と前記一定形状閉断面部と前記取付閉断面部との間に位置される形状変化部とを有するトーションビームを製造するトーションビーム製造装置であって、前記取付閉断面部を保持する取付閉断面部保持部材と、前記取付閉断面部保持部材をトーションビーム素材の長手方向に進退する駆動部と、制御部と、を備え、前記制御部は、前記取付閉断面部保持部材が前記取付閉断面部を保持した状態で、前記トーションビーム素材を長手方向に引張するように構成されている。
【００４１】
このトーションビーム装置によれば、トーションビーム素材の取付閉断面部を保持して、接続部を長手方向に引張するので、トーションビーム素材の全長にわたって長手方向外方に引張することができる。
その結果、疲労特性が優れたトーションビームを効率的に製造することができる。
【００４２】
（ｆ）本発明のさらに他の態様は、トーションビーム式サスペンション装置に用いられ左右一対のアームが長手方向の両端部に連結され、前記長手方向と直交する断面が車体の前後方向における前端及び後端の間が上側又は下側に突出する略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の略一定閉断面形状とされた一定形状閉断面部と取付閉断面部と前記一定形状閉断面部と前記取付閉断面部との間に位置される形状変化部とを有するトーションビームを製造するトーションビーム製造装置であって、金属材料管をプレスして前記一定形状閉断面部と前記形状変化部とを有するトーションビーム素材を成形する成形型と、前記成形型に設けられ前記形状変化部を長手方向内側から係止して支持する形状変化部支持部材と、前記成形型に設けられ前記形状変化部支持部材を前記長手方向に進退する形状変化部支持部材駆動部と、前記形状変化部の内方に挿入可能とされ、前記形状変化部支持部材と協働して前記形状変化部を保持する内方支持部材と、制御部と、を備え、前記制御部は、前記トーションビーム素材を成形した後に、前記形状変化部支持部材と前記内方支持部材により前記形状変化部を保持した状態で前記形状変化部支持部材を前記トーションビーム素材の長手方向外方に移動させるように構成されている。
【００４３】
このトーションビーム製造装置によれば、制御部は、金属材料管をプレスしてトーションビーム素材を成形した後に、形状変化部支持部材と内方支持部材が協働して形状変化部を保持した状態で、トーションビーム素材を駆動部により長手方向外方に引張するので、接続部から引張残留応力を低減もしくは除去することができる。
その結果、疲労特性が優れたトーションビームを効率的に製造することができる。
【００４４】
（ｇ）トーションビーム式サスペンション装置に用いられ左右一対のアームが長手方向の両端部に連結され、前記長手方向と直交する断面が車体の前後方向における前端及び後端の間が上側又は下側に突出する略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の略一定閉断面形状とされた一定形状閉断面部と取付閉断面部と前記一定形状閉断面部と前記取付閉断面部との間に位置される形状変化部とを有するトーションビームを製造するトーションビーム製造装置であって、金属材料管をプレスして前記一定形状閉断面部と前記形状変化部とを有するトーションビーム素材を成形する成形型と、前記成形型に設けられ前記形状変化部を長手方向内側から係止して支持する形状変化部支持部材と、前記成形型に設けられ前記形状変化部支持部材を前記長手方向に進退する形状変化部支持部材駆動部と、前記形状変化部の内方に挿入可能とされ、前記形状変化部支持部材と協働して前記形状変化部を保持する内方支持部材と、を備え、前記駆動部は、前記成形型がトーションビーム素材を成形する際のスト

ロークによって作動するカム機構により構成されている。
【００４５】
このトーションビーム製造装置によれば、金属材料管をプレスしてトーションビーム素材を成形した後に、トーションビーム素材を成形する際のストロークによってカム機構が作動することにより、形状変化部支持部材と内方支持部材が協働して形状変化部を保持した状態でトーションビーム素材を駆動部により長手方向外方に引張するので、接続部から引張残留応力を低減もしくは除去することができる。
その結果、疲労特性が優れたトーションビームを効率的に製造することができる。
【００４６】
（ｈ）上記（ｄ）～（ｇ）のいずれか１項に記載のトーションビーム製造装置であって、前記トーションビーム素材を長手方向に引張する際に、長手方向の形状変化とともに変位する形状変化吸収手段を備えている。
【００４７】
このトーションビーム製造装置によれば、トーションビーム素材を長手方向に引張する際に、長手方向の形状変化とともに変位する形状変化吸収手段を備えているので、トーションビームの長手方向中央側の形状が大きい場合であっても、容易に引張処理することができる。
また、引張処理する際にトーションビーム素材が傷つくのを抑制して、効率的に残留応力を低減することができる。
【発明の効果】
【００４８】
上記各態様に係るトーションビーム製造方法及びトーションビーム製造装置によれば、疲労特性に優れたトーションビームを効率的に製造することができる。
【図面の簡単な説明】
【００４９】
【図１】本発明の第１実施形態に係るトーションビーム式リアサスペンション装置の概略構成を説明する斜視図である。
【図２】同実施形態に係るトーションビームアッセンブリの概略構成を説明する図であって、下方より見た斜視図である。
【図３】同実施形態に係るトーションビームの概略構成を説明する斜視図である。
【図４】同実施形態に係るトーションビームの形状変化部の概略構成を説明する斜視図である。
【図５Ａ】同実施形態に係るトーションビームの概略構成を示す図であって、図４の矢視ＶＡ－ＶＡで見た場合の閉断面図である。
【図５Ｂ】同実施形態に係るトーションビームの概略構成を示す図であって、図４の矢視ＶＢ－ＶＢで見た場合の閉断面図である。
【図５Ｃ】同実施形態に係るトーションビームの概略構成を示す図であって、図４の矢視ＶＣ－ＶＣで見た場合の閉断面図である。
【図６】同実施形態に係るトーションビームの製造工程の一例を説明するフローチャートである。
【図７】同実施形態に係るトーションビーム製造装置の概略構成を説明する正面図である。
【図８】同実施形態に係るトーションビームの製造工程における各引張処理工程を図８（Ａ）～図８（Ｅ）の流れに沿って説明する図であって、図７のＡ部に相当する図である。
【図９】同実施形態における引張処理の効果を説明するための、図５Ａに対応する閉断面における応力分布を示す図であって、図９（Ａ）が引張処理前の応力分布を示し、図９（Ｂ）が引張処理後の応力分布を示す。
【図１０】同実施形態における引張処理の効果を説明するための、図５Ｂに対応する閉断面における応力分布を示す図であって、図１０（Ａ）が引張処理前の応力分布を示し、図１０（Ｂ）が引張処理後の応力分布を示す。

【図１１】同実施形態における引張処理の効果を説明するための、図５Ｃに対応する閉断面における応力分布を示す図であって、図１１（Ａ）が引張処理前の応力分布を、図１１（Ｂ）が引張処理後の応力分布を示す。
【図１２】本発明の第２実施形態に係るトーションビーム製造装置の概略構成を説明する正面図である。
【図１３】同実施形態に係るトーションビームの各製造工程を図１３（Ａ）～図１３（Ｄ）の流れに沿って説明する図であって、図１２のＢ部に相当する図である。
【図１４】本発明の第３実施形態に係るトーションビームの製造工程を説明するフローチャートである。
【図１５】同実施形態に係るトーションビーム製造装置の概略構成を説明する正面図である。
【図１６】同実施形態に係るトーションビームの各製造工程を図１６（Ａ）～図１６（Ｅ）の流れに沿って説明する図であって、図１５のＣ部に相当する図である。
【図１７】本発明の第４実施形態に係るトーションビーム製造装置の概略構成を説明する正面図である。
【図１８】同実施形態に係るトーションビームの各製造工程を図１８（Ａ）～図１８（Ｅ）の流れに沿って説明する図であって、図１７のＤ部に相当する図である。
【図１９】本発明の第５実施形態に係るトーションビーム製造装置の概略構成を説明する正面図である。
【図２０】同実施形態に係るトーションビームの各製造工程を図２０（Ａ）～図２０（Ｅ）の流れに沿って説明する図であって、図１９のＥ部に相当する図である。
【図２１】本発明の変形例を上記第２実施形態に適用した場合を示す図であって、図１２のＧ部に相当する部分を示す。図２１（Ａ）が管端に段差部を形成して把持する工程を示し、図２１（Ｂ）が把持後の管端を引っ張る工程を示している。
【発明を実施するための形態】
【００５０】
＜第１実施形態＞
以下、図１から図１１（Ｂ）を参照して、本発明の第１実施形態について説明する。
図１は、本実施形態に係るトーションビーム式リアサスペンション装置（トーションビーム式サスペンション装置）の概略構成を示す図であり、符号１はトーションビーム式リアサスペンション装置を示し、符号２はトーションビームアッセンブリを示し、符号１０はトーションビームを示している。なお、図１に示した符号Ｆは、このトーションビーム式リアサスペンション装置１が搭載される車両（不図示）の前方を示し、符号Ｒは後方を示している。
【００５１】
トーションビーム式リアサスペンション装置１は、図１に示すように、トーションビームアッセンブリ２と、トーションビームアッセンブリ２及び車体（不図示）間を連結するスプリング３及びアブソーバと４と、を備えている。
【００５２】
トーションビームアッセンブリ２は、左右の車輪ＷＬ、ＷＲを左右一対のトレーリングアーム５によって支持するとともに、前記車体の左右から少し前方中央側に向かって伸びるピボット軸ＪＬ、ＪＲを介して前記車体と連結されている。そして、トーションビームアッセンブリ２は、前記車体に対して揺動可能に構成されている。
【００５３】
トーションビームアッセンブリ２は、図２に示すように、例えば、左右一対のトレーリングアーム（アーム）５と、これらトレーリングアーム５間を連結するトーションビーム１０と、スプリング３を支持する左右一対のスプリング受部３Ａとを備えている。また、緩衝装置であるアブソーバ４の一端側が、図示しない緩衝受部に接続されている。
なお、本実施形態において、トーションビーム１０は、図１、図２に示すように、上側に凸とされた略Ｖ字形状の閉断面形状を有している。

【００５４】
トレーリングアーム５は、図２に示すように、例えば、トレーリングアーム本体５Ａと、トレーリングアーム本体５Ａのフロント側端に接続されてピボット軸Ｊを介して前記車体に支持されるピボット取付部材５Ｆと、トレーリングアーム本体５Ａのリア側端に連結されて車輪ＷＬ、ＷＲを支持する車輪取付部材５Ｒとを備えている。
【００５５】
スプリング受部３Ａは、トーションビーム１０を間に挟んでピボット取付部材５Ｆの反対側に配置されており、スプリング３の一端側が取付けられる。路面から受けた荷重は、車輪ＷＬ、ＷＲ、トレーリングアーム５、及びスプリング３を介して前記車両に伝達する。
【００５６】
以下、図３～図５Ｃを参照して、本実施形態に係るトーションビーム１０について説明する。
図３は、本実施形態に係るトーションビーム１０の概略構成を説明する斜視図である。図４は、トーションビーム１０の形状変化部近傍の概略を説明する斜視図である。図５Ａ、図５Ｂ、図５Ｃは、トーションビーム１０を示す断面図であり、図５Ａが図４における矢視ＶＡ－ＶＡでの断面図を示し、図５Ｂが図４における矢視ＶＢ－ＶＢでの断面図を示し、図５Ｃが図４における矢視ＶＣ－ＶＣにおける断面図を示している。
【００５７】
トーションビーム１０は、図３、図４に示すように、長手方向の中央側に形成され略Ｖ字形状の一定形状の閉断面を有する一定形状閉断面部１１と、形状変化部１２と、取付閉断面部１３と、取付閉断面部１３の外側端部に形成されて略楕円形の閉断面形状を有し、トレーリングアーム５が取付けられる取付部１４とを備えている。
【００５８】
一定形状閉断面部１１は、トーションビーム１０をその長手方向に垂直な断面で見た場合に、略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の略一定閉断面形状が前記長手方向に沿って連続して形成されている部分である。なお、一定形状閉断面部１１において、略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の凹側を構成する壁部の谷部（底部）に、部分的な凹凸が形成されていてもよい。
【００５９】
形状変化部１２は、略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の凹側を構成する壁部の谷部（底部）の深さが、長手方向外方（車両幅方向外方）に向かって漸次浅くなる部分である。なお、形状変化部１２の途中に、谷部（底部）が一段と浅くなる箇所が部分的に形成されていてもよい。
【００６０】
取付閉断面部１３は、形状変化部１２の長手方向外方（車両幅方向外方）に配置され、略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状をなす凹部が形成されていない部分を言う。
【００６１】
一定形状閉断面部１１、形状変化部１２、取付閉断面部１３、取付部１４は、トーションビーム１０の長手方向中央から両端に向かってこの順に配置されている。そして、一定形状閉断面部１１と形状変化部１２とは、図４に示す接続部１２Ａにより接続されている。
【００６２】
一定形状閉断面部１１は、図３、図４に示すように、トーションビーム１０の長手方向の中央に位置していて、その長手方向両端において各形状変化部１２と接続されている。
一定形状閉断面部１１は、トーションビーム１０の長手方向と直交する断面が略Ｖ字形状の一定形状に形成されるとともに、この実施形態では、例えば、車体前後方向で対称となる形状を有している。
【００６３】
一定形状閉断面部１１の断面は、例えば、図５Ａに示す略Ｖ字形状の閉断面において、凹側内面をなす第１壁部Ｓ１１０Ａと、凸側外面をなす第２壁部Ｓ１２０Ａと、これら第

１壁部Ｓ１１０Ａ及び第２壁部Ｓ１２０Ａそれぞれの両端間を接続するとともに前記閉断面において外方に膨出する二つの折返し壁部Ｓ１３０Ａとを備えている。第１壁部Ｓ１１０Ａの周方向中央部は、一定形状閉断面部１１において略Ｖ字形状の凹側の谷部（底部）Ｓ１１１Ａとされている。

そして、第１壁部Ｓ１１０Ａと第２壁部Ｓ１２０Ａとは、密着部Ｓ１５０Ａを介して互いに接している。

【００６４】

各折返し壁部Ｓ１３０Ａは、図５Ａにおいて矢印で示す範囲であり、それぞれが第１壁部側折返し点ａと第２壁部側折返し点ｂとの間に形成されている。

第１壁部側折返し点ａは、第１壁部Ｓ１１０Ａの端縁と折返し壁部Ｓ１３０Ａの端縁との接続点である。また、第２壁部側折返し点ｂは、第２壁部Ｓ１２０Ａの端縁と折返し壁部Ｓ１３０Ａの端縁との接続点である。

【００６５】

図４に示す接続部１２Ａ（接続領域）は、一定形状閉断面部１１と形状変化部１２との間を接続し、一定形状閉断面部１１と形状変化部１２の境界を含む部分である。すなわち、接続部１２Ａは、図４に示すように、一定形状閉断面部１１及び形状変化部１２間の境界である断面Ｓ１２Ａから、形状変化部１２の長手方向途中位置（例えば、形状変化部１２において略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の凹側を構成する壁部の谷部（底部）が漸次浅くなり、長手方向に対して傾斜する形態に移行する断面Ｓ１２Ｃの位置）にかけての部分である。なお、接続部１２Ａの範囲は、引張残留応力の分布等に基づいて任意に設定できる。

【００６６】

接続部１２Ａに含まれる断面Ｓ１２Ｂは、例えば図５Ｂに示すように、略Ｖ字形状の閉断面において凹側内面をなす第１壁部Ｓ１１０Ｂと、閉断面において凸側外面をなす第２壁部Ｓ１２０Ｂと、これら第１壁部Ｓ１１０Ｂ及び第２壁部Ｓ１２０Ｂの両端間を接続するとともに前記閉断面において外方に膨出する二つの折返し壁部Ｓ１３０Ｂとを備えている。また、第１壁部Ｓ１１０Ｂの周方向中央部は、接続部１２Ａにおいて略Ｖ字形状の凹側の谷部（底部）Ｓ１１１Ｂとされている。

そして、第１壁部Ｓ１１０Ｂ及び第２壁部Ｓ１２０Ｂ間には、中空部１５０Ｂが形成されている。

【００６７】

各折返し壁部Ｓ１３０Ｂは、図５Ｂにおいて矢印で示す範囲であり、それぞれが第１壁部側折返し点ａ１と第２壁部側折返し点ｂ１との間に形成されている。

第１壁部側折返し点ａ１は、第１壁部Ｓ１１０Ｂの端縁と折返し壁部Ｓ１３０Ｂの端縁との接続点である。また、第２壁部側折返し点ｂ１は、第２壁部Ｓ１２０Ｂの端縁と折返し壁部Ｓ１３０Ｂの端縁との接続点である。

【００６８】

図４に示すように、形状変化部１２は、トーションビーム１０の長手方向中央寄りが一定形状閉断面部１１に接続され、長手方向外方が取付閉断面部１３に接続されている。

また、形状変化部１２は、トーションビーム１０の長手方向と直交する閉断面の形状が、一定形状閉断面部１１から取付閉断面部１３に向かって次第に移行するようになっている。

【００６９】

形状変化部１２は、例えば、図５Ｃに示すように、略Ｖ字形状の閉断面において凹側内面をなす第１壁部Ｓ１１０Ｃと、前記閉断面において凸側外面をなす第２壁部Ｓ１２０Ｃと、第１壁部Ｓ１１０Ｃ及び第２壁部Ｓ１２０Ｃそれぞれの両端間を接続するとともに前記閉断面において外方に膨出する二つの折返し壁部Ｓ１３０Ｃとを備えている。また、第１壁部Ｓ１１０Ｃの周方向中央部は、略Ｖ字形状の凹側の谷部（底部）Ｓ１１１Ｃとされている。

そして、第１壁部Ｓ１１０Ｃ及び第２壁部Ｓ１２０Ｃ間には、中空部１５０Ｃが形成されている。

【００７０】
折返し壁部Ｓ１３０Ｃは、図５Ｃにおいて矢印で示す範囲であり、それぞれが第１壁部側折返し点ａ２と第２壁部側折返し点ｂ２との間に形成されている。
第１壁部側折返し点ａ２は、第１壁部Ｓ１１０Ｃの端縁と折返し壁部Ｓ１３０Ｃの端縁との接続点である。また、第２壁部側折返し点ｂ２は、第２壁部Ｓ１２０Ｃの端縁と折返し壁部Ｓ１３０Ｃの端縁との接続点である。
【００７１】
図４に示すように、取付閉断面部１３は、例えば、形状変化部１２の長手方向外方（車両幅方向外方）に位置しており、略Ｖ字形状又は略Ｕ字形状の凹部を持たない略楕円形の閉断面を有している。
【００７２】
次に、図６を参照して、第１実施形態に係るトーションビーム１０の製造工程の一例について説明する。図６は、トーションビーム１０の製造工程の一例を示すフローチャートである。
【００７３】
以下、図６を参照して、トーションビーム１０の製造工程について説明する。
（１）金属材料管を準備する（ステップＳ１０１）。
準備する金属材料管としては、例えば、肉厚が均一の円形鋼管を用いることが可能である。
（２）次に、プレス加工工程において、金属材料管をプレス加工する（ステップＳ１０２）。
金属材料管をプレス加工することによりトーションビーム素材を成形する。プレス加工は、周知のプレス加工機を使用することが可能である。
（３）ステップＳ１０２におけるプレス加工によって、トーションビーム素材が形成される（ステップＳ１０３）。トーションビーム素材は、一定形状閉断面部と、形状変化部と、取付閉断面部とを有し、一定形状閉断面部と形状変化部とを接続する接続部（接続領域）が形成されている。
（４）次いで、引張処理工程において、トーションビーム素材を引張処理する（ステップＳ１０４）。この引張処理では、トーションビーム素材に、その軸方向で１％以上の歪みを与えることで、確実に、板厚方向の表裏面における残留応力を解除することが可能となる。なお、引張力は、トーションビーム素材の長手方向で、特に残留応力を低減させたい部位のみに加えてもよいが、本実施形態のように全長にわたって加えた方が、残留応力を全体的に漏れなく低減できる点でより好ましい。
（５）ステップＳ１０４においてトーションビーム素材を引張処理することにより、トーションビーム１０が成形される（ステップＳ１０５）。
【００７４】
次に、図７を参照して、第１実施形態に係るトーションビーム製造装置の概略構成について説明する。図７は、第１実施形態に係るトーションビーム製造装置１００の概略構成を説明する正面図である。
【００７５】
トーションビーム製造装置１００は、トーションビーム素材Ｗ１０を載置するトーションビーム素材支持台１１０と、トーションビーム素材Ｗ１０をその長手方向に引っ張る二つの引張処理ユニット１２０と、制御部（不図示）とを備えている。
【００７６】
トーションビーム素材支持台１１０は、上部にトーションビーム素材Ｗ１０の外形に対応する凹部１１０Ｕが形成されていて、この凹部１１０Ｕ上に載置されたトーションビーム素材Ｗ１０を安定して支持する。
なお、以下のトーションビーム素材Ｗ１０に関する説明では、トーションビーム１０と区別するために、トーションビーム１０の一定形状閉断面部１１、形状変化部１２、取付閉断面部１３、取付部１４の各部位に対応する部位を、それぞれ、一定形状閉断面部１１

W、形状変化部１２W、取付閉断面部１３W、取付部１４Wと符合を変えて説明する。
【００７７】
引張処理ユニット１２０は、図７に示すように、トーションビーム素材W１０の取付閉断面部１３Wを保持する取付閉断面部保持部材１２１と、取付閉断面部保持部材１２１を矢印Ｔ１２０に沿ってトーションビーム素材W１０の長手方向に進退させる油圧シリンダ（駆動部）１２５と、前記制御部とを備えている。引張処理ユニット１２０の動作は、前記制御部によって制御される。
【００７８】
取付閉断面部保持部材１２１は、凹部１２１Uの底部からトーションビーム素材W１０の長手方向に沿って取付閉断面部１３Wの内部形状に対応する形状の凸部が形成された取付閉断面部保持部材本体１２１Aと、互いに対向配置された複数組のクランプ部材１２１B及びクランプ部材１２１Cと、を備えている。
【００７９】
クランプ部材１２１Bは、アクチュエータ等の駆動部（不図示）に接続されていて、取付閉断面部保持部材本体１２１Aの壁部から内方に向かって進退可能である。
【００８０】
クランプ部材１２１Cは、アクチュエータ等の駆動部（不図示）に接続されていて、取付閉断面部保持部材本体１２１Aの前記凸部から外方に向かって進退可能である。
【００８１】
クランプ部材１２１Bとクランプ部材１２１Cは、トーションビーム素材W１０の取付閉断面部１３Wの取付部１４W近傍を、その外方及び内方から協働して挟んで保持する。
【００８２】
油圧シリンダ（駆動部）１２５は、前記制御部からの指示を受けた場合に、取付閉断面部保持部材１２１を、矢印Ｔ１２０に沿ってトーションビーム素材W１０の長手方向に進退させる。
【００８３】
すなわち、前記制御部により、一対の取付閉断面部保持部材１２１がトーションビーム素材W１０の両端にある取付閉断面部１３Wをそれぞれ保持した状態で長手方向に引っ張る。なお、本実施形態では、トーションビーム素材W１０の両端を引っ張る形態としたが、この形態のみに限らず、一対の取付閉断面部保持部材１２１がトーションビーム素材W１０の両端にある取付閉断面部１３Wをそれぞれ保持した後、一対の取付閉断面部保持部材１２１のうちの一方の位置を固定し、他方を前記一方に対して相対的に離間させることで、トーションビーム素材W１０に引っ張りを加える形態も採用可能である。この点は、他の実施形態も同様である。
【００８４】
次に、図８（Ａ）～図８（Ｅ）を参照して、トーションビーム製造装置１００を用いた引張処理工程の概略を説明する。図８（Ａ）～図８（Ｅ）は、トーションビームの製造工程における各引張処理工程を図８（Ａ）～図８（Ｅ）の流れに沿って説明する図であって、図７のＡ部に相当する図である。なお、下記の引張処理工程は、前記制御部により全て自動的に行われるようにしても良い。
【００８５】
（１）まず、図８（Ａ）に示すように、トーションビーム素材W１０を前記トーションビーム素材支持台１１０上に配置して支持し、取付閉断面部保持部材１２１を矢印Ｔ１２０Ｆ方向に前進させる。
（２）次に、図８（Ｂ）に示すように、取付閉断面部保持部材１２１がトーションビーム素材W１０の取付閉断面部１３Wの取付部１４Wの近傍に位置したら、取付閉断面部保持部材１２１を停止させる。
そして、クランプ部材１２１B及びクランプ部材１２１Cを矢印に示すように突出させて、取付閉断面部１３Wを保持する。
（３）次いで、図８（Ｃ）に示すように、クランプ部材１２１B及びクランプ部材１２１

Ｃにより取付閉断面部１３Ｗを保持したら、油圧シリンダ（不図示）を作動させてトーションビーム素材Ｗ１０をその長手方向に沿って矢印Ｔ１２０Ｐ方向に引っ張る。この引張処理では、トーションビーム素材Ｗ１０に、その軸方向で１％以上の歪みを与えることで、確実に、板厚方向の表裏面における残留応力を解除させることが可能となる。

（４）トーションビーム素材Ｗ１０の引っ張りが終了したら、トーションビーム１０が出来上がっている。その後、図８（Ｄ）に示すように、クランプ部材１２１Ｂ及びクランプ部材１２１Ｃを矢印に示すように後退させる。これにより、取付閉断面部保持部材１２１による取付閉断面部１３Ｗの保持が解除される。

（５）クランプ部材１２１Ｂ及びクランプ部材１２１Ｃが所定の位置まで後退したら、図８（Ｅ）に示すように、取付閉断面部保持部材１２１を矢印Ｔ１２０Ｒ方向に後退させて、引張処理が完了する。

【００８６】

以下、図９（Ａ）～図１１（Ｂ）を参照して、第１実施形態に係る引張処理の効果を説明する。

図９（Ａ）～図１１（Ｂ）は、第１実施形態に係る引張処理の効果を説明する図である。図９（Ａ）及び図９（Ｂ）が図５Ａと同じ位置での閉断面における応力分布を示し、図１０（Ａ）及び図１０（Ｂ）が図５Ｂと同じ位置での閉断面における応力分布を示し、図１１（Ａ）及び図１１（Ｂ）が図５Ｃと同じ位置での閉断面における応力分布を示す。図９（Ａ）～図１１（Ｂ）において、黒色部分は引張残留応力が高い部分を示し、網掛部分は引張残留応力が中程度の部分を示し、無色部分は引張残留応力がほとんど存在しない部分を示している。

【００８７】

まず、図９（Ａ）、図９（Ｂ）を参照して、一定形状閉断面部１１における引張処理の効果を説明する。図９（Ａ）は引張処理前の応力分布を、図９（Ｂ）は引張処理後の応力分布を示している。

一定形状閉断面部１１における残留応力は、トーションビーム素材Ｗ１０を成形した時点での状態では、図９（Ａ）の断面に示すように、高い引張応力が密着部Ｓ１５０Ａのほぼ全周にわたって板厚方向に広く分布している。

また、引張残留応力がほとんど存在しない部分である、凸側外面をなす第２壁部Ｓ１２０Ａ側では、板厚方向の外方から内方に向かって引張残留応力が１／３程度の領域に存在している。一方、凹側内面をなす第１壁部Ｓ１１０Ａ側には引張残留応力がほとんど存在していない。

これに対して、引張処理をした後は、図９（Ｂ）の断面に示すように、高い引張残留応力は、密着部Ｓ１５０Ａの第１壁部Ｓ１１０Ａ側、第２壁部Ｓ１２０Ａ側ともに非常に分布が縮小しており、引張残留応力がほとんど存在しなくなっている。従って、疲労特性を向上させることができる。

【００８８】

次に、図１０（Ａ）、図１０（Ｂ）を参照して、接続部１２Ａにおける引張処理の効果を説明する。図１０（Ａ）は引張処理前の応力分布を、図１０（Ｂ）は引張処理後の応力分布を示している。

接続部１２Ａにおける残留応力は、トーションビーム素材Ｗ１０を成形した時点での状態では、図１０（Ａ）の断面Ｓ１２Ｂに示すように、閉断面内方Ｓ１５０Ｂの折り返し壁部Ｓ１３０Ｂ近傍から幅方向中央側の途中位置まで高い引張残留応力が分布している。

また、引張残留応力のほとんど存在しない部分が、凸側外面をなす第２壁部Ｓ１２０Ｂ側の幅方向ほぼ中央位置の外方に存在しているが、凹側内面をなす第１壁部Ｓ１１０Ｂ側にはほとんど存在していない。

これに対して、引張処理をした後は、図１０（Ｂ）の断面Ｓ１２Ｂに示すように、ほぼ全範囲にわたって、引張残留応力がほとんど存在しなくなっている。

図１０（Ａ）及び図１０（Ｂ）に示す断面についても、上述の図９（Ａ）及び図９（Ｂ）に示す断面での疲労特性向上と同様の効果を得ることが出来る。すなわち、本実施形態

では、トーションビーム素材Ｗ１０をその長手方向に引っ張ることで、図１０（Ｂ）に示すように、残留応力を低減させることができるため、疲労特性を向上させることができる。

【００８９】

次に、図１１（Ａ）、図１１（Ｂ）を参照して、形状変化部１２における引張処理の効果を説明する。図１１（Ａ）は引張処理前の応力分布を示し、図１１（Ｂ）は引張処理後の応力分布を示している。

形状変化部１２における残留応力は、トーションビーム素材Ｗ１０を成形した状態では、図１１（Ａ）の断面に示すように、閉断面内方Ｓ１５０Ｃの凸側外面をなす第２壁部Ｓ１２０Ｃ側では板厚方向の内方にわずかに分布し、凹側内面をなす第１壁部Ｓ１１０Ｃ側では、折り返し壁部Ｓ１３０Ｃ近傍から幅方向中央側の途中まで高い引張残留応力が板厚方向の全範囲にわたって分布している。

また、引張残留応力がほとんど存在しない部分は、第１壁部Ｓ１１０Ｃ側、第２壁部Ｓ１２０Ｃ側とも、非常に小さい。

これに対して、引張処理をした後は、図１１（Ｂ）に示す断面のように、引張残留応力がほとんど存在しない部分が大幅に拡大して、高い引張残留応力の部分は存在しなくなる。

図１１（Ａ）及び図１１（Ｂ）に示す断面についても、上述の図９（Ａ）及び図９（Ｂ）に示す断面での疲労特性向上と同様の効果を得ることが出来る。すなわち、本実施形態では、トーションビーム素材Ｗ１０をその長手方向に引っ張ることで、図１１（Ｂ）に示すように、残留応力を低減させることができるため、疲労特性を向上させることができる。

【００９０】

第１実施形態に係るトーションビーム製造方法、及びトーションビーム製造装置１００によれば、疲労特性が優れたトーションビーム１０を効率的に製造することができる。

【００９１】

また、第１実施形態に係るトーションビーム製造方法、及びトーションビーム製造装置１００によれば、トーションビーム素材Ｗ１０の取付閉断面部１３Ｗを保持して、接続部１２Ａを長手方向に引っ張るので、トーションビーム素材Ｗ１０の全長にわたって引っ張れる。その結果、トーションビーム素材Ｗ１０の一定形状閉断面部１１Ｗ、形状変化部１２Ｗの全範囲で漏れなく引張残留応力を除去することができる。

【００９２】

＜第２実施形態＞

次に、図１２及び図１３（Ａ）～図１３（Ｄ）を参照して、本発明の第２実施形態について説明する。

図１２は、本発明の第２実施形態に係るトーションビーム製造装置の概略構成を説明する正面図であり、図１３（Ａ）～図１３（Ｄ）は第２実施形態に係るトーションビームの製造工程の概略を説明する図である。図１２において、符号１００Ａはトーションビーム製造装置を示している。

第２実施形態が第１実施形態と異なるのは、トーションビーム素材Ｗ１０を引張処理する際のトーションビーム素材Ｗ１０の保持方法が異なる点である。

【００９３】

以下、図１２を参照して、第２実施形態に係るトーションビーム製造装置１００Ａの概略構成について説明する。

トーションビーム製造装置１００Ａは、図１２に示すように、トーションビーム素材Ｗ１０を載置するトーションビーム素材支持台１１０と、トーションビーム素材Ｗ１０を長手方向に引っ張る一対の引張処理ユニット１２０Ａと、制御部（不図示）とを備えている。

【００９４】

引張処理ユニット１２０Ａは、図１２に示すように、形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面

部１３Ｗを外方から保持する形状変化部外方保持部材１２１０と、形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗを内方から支持する形状変化部支持ポンチ（内方支持部材）１２２と、形状変化部支持ポンチ１２２をトーションビーム素材Ｗ１０の長手方向に沿って矢印Ｔ１２０方向に進退させる油圧シリンダ１２５とを備えている。

【００９５】

形状変化部外方保持部材１２１０は、トーションビーム素材Ｗ１０の形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗの上側外形に対応して形成された上側外形保持部１２１１と、形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗの下側外部形状に対応して形成された下側外形保持部１２１２と、これら上側外形保持部１２１１及び下側外形保持部１２１２を矢印Ｔ１２１Ｙ方向（引張方向）及び矢印Ｔ１２１Ｚ（保持方向）に進退させるアクチュエータ等の駆動部（不図示）とを備えている。

【００９６】

上側外形保持部１２１１は、形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗの上側外形と相補的に形成された上側外形保持形状部を備え、駆動部（不図示）に接続されている。

【００９７】

下側外形保持部１２１２は、形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗの下側外形と相補的に形成された下側外形保持形状部を備え、駆動部（不図示）に接続されている。

【００９８】

形状変化部支持ポンチ１２２は、例えば、形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗの内方形状に対応して形成されていて、形状変化部１２Ｗの内方に挿入可能であるとともに形状変化部１２Ｗをその内方から支持する。

具体的には、形状変化部支持ポンチ１２２は、形状変化部１２Ｗの内方形状と相補的に形成された形状変化部内方側保持形状を有している。

【００９９】

引張処理ユニット１２０Ａは、制御部（不図示）によって制御される。

具体的には、油圧シリンダ１２５は、前記制御部からの指示を受けて、形状変化部支持ポンチ１２２を矢印Ｔ１２０方向に進退させる。

【０１００】

以下、図１３（Ａ）～図１３（Ｄ）を参照して、トーションビーム製造装置１００Ａによるトーションビーム製造工程の概略の一例について説明する。図１３（Ａ）～図１３（Ｄ）は、第２実施形態に係るトーションビームの製造工程の概略を説明する図である。

【０１０１】

（１）まず、図１２及び図１３（Ａ）に示すように、トーションビーム素材Ｗ１０をトーションビーム素材支持台１１０上に配置して支持し、形状変化部外方保持部材１２１０を所定位置に配置させる。

（２）次に、図１３（Ｂ）に示すように、形状変化部支持ポンチ１２２を矢印Ｔ１２０Ｆ方向に前進させて形状変化部１２Ｗの内方まで挿入し、形状変化部支持ポンチ１２２が形状変化部１２Ｗを内方から支持したら停止させる。

（３）次いで、図１３（Ｃ）に示すように、駆動部（不図示）によって、上側外形保持部１２１１及び下側外形保持部１２１２を矢印Ｔ１２１Ｚ方向に前進させて、これら上側外形保持部１２１１及び下側外形保持部１２１２によって形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗを上下方向から保持する。

（４）次いで、図１３（Ｄ）に示すように、形状変化部支持ポンチ１２２によって形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗを内方から支持するとともに、上側外形保持部１２１１及び下側外形保持部１２１２によって形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗを保持した状態で矢印Ｔ１２１Ｐ方向に引っ張り、トーションビーム１０を形成する。この時、形状変化部支持ポンチ１２２は、上側外形保持部１２１１及び下側外形保持部１２１２と同期又は追従して矢印Ｔ１２０Ｒ方向に移動する。この引張処理では、トーションビーム素材Ｗ１０に、その軸方向で１％以上の歪みを与えることで、確実に、板厚方向の表裏面における引張残留応力を解除することが可能となる。

【０１０２】
第２実施形態に係るトーションビーム製造方法、トーションビーム製造装置１００Ａによれば、接続部１２Ａの残留応力を低減して、疲労特性が優れたトーションビーム１０を効率的に製造することができる。
【０１０３】
また、トーションビーム製造装置１００Ａによれば、形状変化部支持ポンチ１２２を形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗの内方に挿入することで、形状変化部支持ポンチ１２２によって形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗをその内方から支持する。そして、上側外形保持部１２１１及び下側外形保持部１２１２によって形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗを保持した状態で、トーションビーム素材Ｗ１０をその長手方向に引っ張るので、形状変化部１２Ｗが潰れるように変形するのを抑制して安定した引張処理を行える。
【０１０４】
＜第３実施形態＞
次に、図１４～図１６（Ｅ）を参照して、本発明の第３実施形態について説明する。
図１４は、本発明の第３実施形態に係るトーションビームの製造工程を説明するフローチャートである。また、図１５は、本実施形態に係るトーションビーム製造装置の概略構成を説明する正面図であり、図１６（Ａ）～図１６（Ｅ）は本実施形態に係るトーションビームの製造工程の概略を説明する図である。図１５において、符号１００Ｂはトーションビーム製造装置を示している。
【０１０５】
上記第１実施形態では、予めプレス加工工程を行ってトーションビーム素材Ｗ１０を成形しておき、その後に、トーションビーム製造装置１００によりトーションビーム素材Ｗ１０を引張処理してトーションビーム１０を製造していた。これに対し、本実施形態では、プレス加工と引張処理との両方をトーションビーム製造装置１００Ａによって実施する。なお、本実施形態のその他の点については、上記第１実施形態と同様である。
【０１０６】
以下、図１４を参照して、本実施形態に係るトーションビーム製造工程について説明する。
（１）金属材料管を準備する（ステップＳ２０１）。
準備する金属材料管としては、例えば、肉厚が均一の円形鋼管を用いることが可能である。
（２）次に、プレス加工・引張処理工程において、金属材料管をプレス加工及び引張処理をする（ステップＳ２０２）。
プレス加工・引張処理工程では、金属材料管をプレス加工することによりトーションビーム素材Ｗ１０を成形し、その後、その設置状態のまま、引き続きトーションビーム素材Ｗ１０を引張処理する。この引張処理では、トーションビーム素材Ｗ１０に、その軸方向で１％以上の歪みを与えることで、確実に、板厚方向の表裏面における引張残留応力を解除させることが可能となる。
（３）ステップＳ２０２においてプレス加工・引張処理することにより、トーションビーム１０が成形される（ステップＳ２０３）。
【０１０７】
次に、図１５を参照して、本実施形態に係るトーションビーム製造装置１００Ｂの概略構成について説明する。
トーションビーム製造装置１００Ｂは、図１５に示すように、プレス成形固定型１１０Ａと、一対の引張処理ユニット１２０と、プレス成形可動型駆動装置１３０Ａと、制御部（不図示）とを備えている。
トーションビーム製造装置１００Ｂにおいて、プレス成形固定型１１０Ａとプレス成形可動型駆動装置１３０Ａはプレス加工機を構成し、一対の引張処理ユニット１２０は引張処理加工機を構成している。

引張処理ユニット１２０の構成及び動作については、第１実施形態と同様であるので、同じ符号を付して重複説明を省略する。

【０１０８】

プレス成形固定型（成形型）１１０Ａは、金属材料管をプレス加工してトーションビーム素材Ｗ１０を得る際に用いられる凹部１１０ＡＵが形成されている。すなわち、プレス成形固定型１１０Ａには、トーションビーム素材Ｗ１０の下面に対応した形状の凹部１１０ＡＵが、上方を向いて形成されている。

また、プレス成形固定型１１０Ａは、一対の引張処理ユニット１２０によりトーションビーム素材Ｗ１０を引張処理する際に、このトーションビーム素材Ｗ１０を支持するトーションビーム素材支持台でもある。

【０１０９】

プレス成形可動型駆動装置１３０Ａは、プレス成形可動型（成形型）１３１と、プレス成形可動型１３１を矢印Ｔ１３０方向に進退（昇降）させる油圧シリンダ（駆動部）１３５とを備えている。

プレス成形可動型１３１は、トーションビーム素材Ｗ１０を成形するための形状部が形成されていて、プレス成形固定型１１０Ａと協働してトーションビーム素材Ｗ１０を成形する。プレス成形可動型１３１の下面には、トーションビーム素材Ｗ１０の上面に対応した形状が、下方を向いて形成されている。

【０１１０】

前記制御部（不図示）は、各引張処理ユニット１２０及びプレス成形可動型駆動装置１３０Ａに、プレス加工及び引張処理に関する動作を指示する。

【０１１１】

以下、図１６（Ａ）～図１６（Ｅ）を参照して、トーションビーム製造装置１００Ｂによるトーションビーム製造工程の概略について説明する。図１６（Ａ）～図１６（Ｅ）は、本実施形態に係るトーションビームの製造工程を図１６（Ａ）～図１６（Ｅ）の流れに沿って説明する図であって、図１５のＣ部に相当する図である。

【０１１２】

（１）まず、図１６（Ａ）に示すように、金属材料管Ｗ０をプレス成形固定型１１０Ａ上に載置し、プレス成形可動型１３１を矢印Ｔ１３０Ｆ方向（下方）に移動させる。

（２）次に、図１６（Ｂ）に示すように、トーションビーム素材Ｗ１０が成形されたら、プレス成形可動型１３１を矢印Ｔ１３０Ｒ方向（上方）に移動させる。そして、取付閉断面部保持部材１２１を矢印Ｔ１２０Ｆ方向に前進させる。

（３）次いで、図１６（Ｃ）に示すように、取付閉断面部保持部材１２１がトーションビーム素材Ｗ１０の取付閉断面部１３Ｗの取付部１４Ｗ近傍に位置したら、取付閉断面部保持部材１２１の前進を停止させる。

そして、クランプ部材１２１Ｂ及びクランプ部材１２１Ｃを、互いに接近するように矢印方向に突出させる。

（４）次いで、図１６（Ｄ）に示すように、クランプ部材１２１Ｂ及びクランプ部材１２１Ｃにより取付閉断面部１３Ｗを挟むことで、トーションビーム素材Ｗ１０の取付部１４Ｗ近傍を保持する。

（５）次いで、図１６（Ｅ）に示すように、クランプ部材１２１Ｂ及びクランプ部材１２１Ｃにより取付閉断面部１３Ｗを保持した状態のまま、油圧シリンダ（図１５に示す油圧シリンダ１２５）を作動させてトーションビーム素材Ｗ１０をその長手方向に沿って矢印Ｔ１２０Ｐ方向に引張処理してトーションビーム１０を形成する。この引張処理では、トーションビーム素材Ｗ１０に、その軸方向で１％以上の歪みを与えることで、確実に、板厚方向の表裏面における引張残留応力を解除させることが可能となる。

トーションビーム１０を形成した後は、第１実施形態において図８（Ｄ）、図８（Ｅ）を用いて説明した動作と同様であるので、ここでは重複説明を省略する。

【０１１３】

本実施形態に係るトーションビーム製造方法、トーションビーム製造装置１００Ｂによ

れば、疲労特性が優れたトーションビーム１０を効率的に製造することができる。
【０１１４】
また、本実施形態に係るトーションビーム製造装置１００Ｂによれば、金属材料管Ｗ０をプレスしてトーションビーム素材Ｗ１０を成形した後に、このトーションビーム素材Ｗ１０を他の装置に移し替えずに、引き続きトーションビーム素材Ｗ１０を引っ張ってトーションビーム１０を製造するので、生産性を向上させることができる。
【０１１５】
＜第４実施形態＞
次に、図１７～図１８（Ｅ）を参照して、本発明の第４実施形態について説明する。
図１７は、本実施形態に係るトーションビーム製造装置１００Ｃの概略構成を説明する正面図である。図１８（Ａ）～図１８（Ｅ）は、本実施形態に係るトーションビームの製造工程の概略を図１８（Ａ）～図１８（Ｅ）の流れに沿って説明する図であって、図１７のＤ部に相当する図である。
【０１１６】
以下、図１７を参照して、本実施形態に係るトーションビーム製造装置１００Ｃの概略構成について説明する。
トーションビーム製造装置１００Ｃは、プレス成形固定型（成形型）１１０Ｂと、一対の引張処理ユニット１２０Ｂと、プレス成形可動型駆動装置１３０Ｂと、制御部（不図示）とを備えている。
トーションビーム製造装置１００Ｃにおいて、プレス成形固定型１１０Ｂとプレス成形可動型駆動装置１３０Ｂはプレス加工機を構成し、一対の引張処理ユニット１２０Ｂは引張処理加工機を構成している。
【０１１７】
プレス成形固定型（成形型）１１０Ｂは、金属材料管Ｗ０をプレス加工してトーションビーム素材Ｗ１０を得る際に用いられる凹部１１０ＢＵが形成されている。すなわち、プレス成形固定型１１０Ｂには、トーションビーム素材Ｗ１０の下面に対応した形状の凹部１１０ＢＵが、上方を向いて形成されている。
また、プレス成形固定型１１０Ｂは、一対の引張処理ユニット１２０Ｂによりトーションビーム素材Ｗ１０を引張処理する際に、このトーションビーム素材Ｗ１０を支持するトーションビーム素材支持台でもある。
【０１１８】
プレス成形固定型１１０Ｂは、トーションビーム素材Ｗ１０の一定形状閉断面部１１Ｗに対応した形状を有する第１支持部１１１Ｂと、形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗに対応した形状を有する一対の第２支持部１１２Ｂと、第１支持部１１１Ｂ内に配置され、第１支持部１１１Ｂに対して第２支持部１１２Ｂを矢印Ｔ１１２方向に進退させる油圧シリンダ等のアクチュエータ（形状変化吸収手段）１１３Ｂとを備えている。アクチュエータ１１３Ｂは、各第２支持部１１２Ｂのそれぞれに一つずつ設けられている。
【０１１９】
プレス成形可動型駆動装置１３０Ｂは、プレス成形可動型（成形型）１３２と、プレス成形可動型１３２を矢印Ｔ１３０方向に進退（昇降）させる油圧シリンダ（駆動部）１３５とを備えている。
プレス成形可動型１３２の下面には、トーションビーム素材Ｗ１０の上部形状に対応した形状が形成されていて、プレス成形固定型１１０Ｂと協働して金属材料管Ｗ０をプレス加工してトーションビーム素材Ｗ１０を得る。
【０１２０】
各引張処理ユニット１２０Ｂは、それぞれ、図１７に示すように、形状変化部支持ポンチ（内方支持部材）１２２と、形状変化部支持ポンチ１２２をトーションビーム素材Ｗ１０の長手方向に沿った矢印Ｔ１２０方向に進退させる油圧シリンダ１２５とを備えている。
【０１２１】

各形状変化部支持ポンチ１２２は、それぞれ、形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗの内部形状に対応する形状に形成されていて、形状変化部１２Ｗの内方に挿入されて形状変化部１２Ｗをその内方から支持する。

具体的には、各形状変化部支持ポンチ１２２は、形状変化部１２Ｗの内部形状と相補的に形成された形状変化部内方側保持形状部をそれぞれ備えている。

【０１２２】

各油圧シリンダ１２５は、それぞれ、前記制御部（不図示）からの指示によって、形状変化部支持ポンチ１２２を矢印Ｔ１２０方向に進退させる。

【０１２３】

プレス成形可動型駆動装置１３０Ｂは、プレス成形可動型（成形型）１３２と、プレス成形可動型１３２を矢印Ｔ１３０方向に進退（昇降）させる油圧シリンダ（駆動部）１３５とを備えている。

【０１２４】

プレス成形可動型１３２は、図１７に示すように、第１成形部１３２Ａと、第１成形部１３２Ａの長手方向両側にそれぞれ配置された２つの第２成形型（形状変化部支持部材）１３２Ｂと、これら第２成形部１３２Ｂを矢印Ｔ１３２方向に進退させる一対の油圧シリンダ（形状変化部支持部材駆動部）１３２Ｃとを備えている。

プレス成形可動型１３２の下面には、トーションビーム素材Ｗ１０の上部形状に対応した形状が形成されていて、プレス成形固定型１１０Ｂと協働してトーションビーム素材Ｗ１０をプレス成形する。

【０１２５】

前記制御部（不図示）は、プレス成形固定型１１０Ｂの各アクチュエータ１１３Ｂ、各引張処理ユニット１２０Ｂ、及びプレス成形可動型駆動装置１３０Ｂに対し、プレス加工及び引張処理に関する動作を指示する。

【０１２６】

各アクチュエータ１１３Ｂは、トーションビーム素材Ｗ１０の成形過程に伴う長手方向の形状変化（伸び）に対応して変位する。具体的には、各油圧シリンダ（形状変化部支持部材駆動部）１３２Ｃの動きと同期又は追従して作動する。

【０１２７】

前記制御部は、プレス成形固定型１１０Ｂの各アクチュエータ１１３Ｂと、プレス成形可動型１３２に配置された各油圧シリンダ（形状変化部支持部材駆動部）１３２Ｃとを同期して進退させる。

各油圧シリンダ１２５は、各アクチュエータ１１３Ｂ及び各油圧シリンダ１３２Ｃと同期又は追従して作動する。

【０１２８】

以下、図１８（Ａ）～図１８（Ｅ）を参照して、トーションビーム製造装置１００Ｃによるトーションビーム製造工程の概略について説明する。図１８（Ａ）～図１８（Ｅ）は、本実施形態に係るトーションビームの各製造工程を図１８（Ａ）～図１８（Ｅ）の流れに沿って説明する図であって、図１７のＤ部に相当する図である。

【０１２９】

（１）まず、図１８（Ａ）に示すように、金属材料管Ｗ０をプレス成形固定型１１０Ｂ上に載置し、プレス成形可動型１３２を矢印Ｔ１３０Ｆ方向に移動させる。

このとき、第１支持部１１１Ｂと第２支持部１１２Ｂとが一体となり、トーションビーム素材Ｗ１０の下部形状と対応する形状の凹部１１０ＢＵを形成するように、各アクチュエータ１１３Ｂは後退している。

（２）そして、図１８（Ｂ）に示すように、プレス成形固定型１１０Ｂ及びプレス成形可動型１３２間に金属材料管Ｗ０を挟み込むことによってトーションビーム素材Ｗ１０がプレス成形される。

（３）次に、図１８（Ｃ）に示すように、形状変化部支持ポンチ１２２を矢印Ｔ１２０Ｆ方向に前進させて形状変化部１２Ｗの内部に至るまで挿入する。その結果、形状変化部支

持ポンチ１２２がトーションビーム素材Ｗ１０の形状変化部１２Ｗに当接し、形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗをそれらの内方から支持する。
（４）そして、図１８（Ｄ）に示すように、シリンダ１３２Ｃ及びアクチュエータ１１３Ｂを協働させて、第２成形部１３２Ｂを矢印Ｔ１３２Ｐ方向に前進させて、形状変化部支持ポンチ１２２と第２成形部１３２Ｂにより形状変化部１２Ｗを支持した状態でトーションビーム素材Ｗ１０を長手方向に引っ張る。また、第２支持部１１２Ｂが第２成形部１３２Ｂと同期して矢印Ｔ１１２Ｐ方向に前進してトーションビーム１０を形成する。このとき、形状変化部支持ポンチ１２２は、第２成形部１３２Ｂ及び第２支持部１１２Ｂと同期して矢印Ｔ１２０Ｒ方向に後退する。
この引張処理では、トーションビーム素材Ｗ１０に、その軸方向で１％以上の歪みを与えることで、確実に、板厚方向の表裏面における引張残留応力を解除させることが可能となる。
（５）トーションビーム１０を形成したら、図１８（Ｅ）に示すように、シリンダ１３２Ｃにより第２成形部１３２Ｂを矢印Ｔ１３２Ｒ方向に後退させるとともにアクチュエータ１１３Ｂにより第２支持部１１２Ｂを矢印Ｔ１１２Ｒ方向に後退させる。また、形状変化部支持ポンチ１２２が矢印Ｔ１２０Ｒ方向に後退する。また、プレス成形可動型１３２が矢印Ｔ１３０Ｒ方向に移動（上昇）する。
【０１３０】
本実施形態に係るトーションビーム製造方法、トーションビーム製造装置１００Ｃによれば、疲労特性が優れたトーションビーム１０を効率的に製造することができる。
【０１３１】
また、トーションビーム製造装置１００Ｃによれば、形状変化部支持ポンチ１２２と第２成形部１３２Ｂが協働して形状変化部１２Ｗを保持した状態でトーションビーム素材Ｗ１０をその長手方向に引っ張るので、接続部１２Ａの引張残留応力を低減もしくは除去することができる。
【０１３２】
また、トーションビーム製造装置１００Ｃによれば、トーションビーム素材Ｗ１０を長手方向に引っ張る際に、トーションビーム素材Ｗ１０の引張加工に伴う長手方向への形状変化とともに変位するアクチュエータ１１３Ｂを備えているので、トーションビームＷ１０の長手方向中央側の外形状がその両隣より大きい場合であっても、容易に引張処理することができる。
【０１３３】
また、トーションビーム製造装置１００Ｃによれば、アクチュエータ１１３Ｂを備えているので、引張処理する際にトーションビーム素材Ｗ１０が傷つくのを抑制して、効率的に残留応力を低減することができる。
【０１３４】
また、トーションビーム製造装置１００Ｃによれば、金属材料管Ｗ０をプレス加工してトーションビーム素材Ｗ１０を成形した後に、他の装置に移し替えることなく引き続きトーションビーム素材Ｗ１０を引っ張ってトーションビーム１０を製造できるので、生産性を向上することができる。
【０１３５】
また、トーションビーム製造装置１００Ｃによれば、油圧シリンダ（形状変化部支持部材駆動部）１３２Ｃにより第２成形部１３２Ｂを矢印Ｔ１３２方向に進退させるので、第２成形部１３２Ｂの移動速度や移動タイミングを容易かつ効率的に制御することができる。
【０１３６】
＜第５実施形態＞
次に、図１９～図２０（Ｅ）を参照して、本発明の第５実施形態について説明する。
図１９は、本実施形態に係るトーションビーム製造装置１００Ｄの概略構成を説明する正面図である。図２０（Ａ）～図２０（Ｅ）は、本実施形態に係るトーションビームの製

造工程を図２０（Ａ）～図２０（Ｅ）の流れに沿って説明する図であって、図１９のＥ部に相当する図である。

【０１３７】

以下、図１９を参照して、本実施形態に係るトーションビーム製造装置１００Ｄの概略構成について説明する。

トーションビーム製造装置１００Ｄは、プレス成形固定型（成形型）１１０Ａと、一対の引張処理ユニット１２０Ｂと、プレス成形可動型駆動装置１３０Ｃと、制御部（不図示）とを備えている。

トーションビーム製造装置１００Ｄにおいて、プレス成形固定型１１０Ａとプレス成形可動型駆動装置１３０Ｃはプレス加工機を構成し、一対の引張処理ユニット１２０Ｂは引張処理加工機を構成している。

なお、プレス成形固定型１１０Ａの構成及び動作については第３実施形態と同様であり、また、引張処理ユニット１２０Ｂの構成及び動作については第４実施形態と同様であるので、同じ符号を付して重複説明を省略する。

【０１３８】

プレス成形可動型駆動装置１３０Ｃは、プレス成形可動型（成形型）１３３と、プレス成形可動型１３３を矢印Ｔ１３０方向に進退（昇降）させる油圧シリンダ（駆動部）１３５とを備えている。

【０１３９】

プレス成形可動型１３３は、図１９に示すように、第１成形部１３３Ａと、第１成形部１３３Ａの長手方向両側にそれぞれ配置された２つの第２成形型（形状変化部支持部材）１３３Ｂと、カム面（カム機構）１３３Ｃと、第２成形部１３３Ｂが第１成形部１３３Ａに対して水平方向に移動するのをガイドするガイド部材１３３Ｄと、プレス成形可動型ベース部材１３４と、カムフォロア支持部材１３３Ｅと、カムフォロア（カム機構）１３３Ｆと、スプリング１３３Ｓと、第２成形部１３３Ｂを第１成形部１３３Ａ側に移動させる復元手段（不図示）と、を備えている。

また、プレス成形可動型１３３の下面には、トーションビーム素材Ｗ１０の上部形状に対応した形状が形成されていて、プレス成形固定型１１０Ａと協働してトーションビーム素材Ｗ１０をプレス成形する。

【０１４０】

カム面１３３Ｃは、第２成形部１３３Ｂの内側面に形成され、カムフォロア１３３Ｆと離間する側が第１成形部１３３Ａに向かって近付くように傾斜する傾斜面である。そして、このカムフォロア１３３Ｆ及びその対向面間に形成される隙間が、プレス成形可動型１３３のプレス方向に向かって先細りとなっている。

カムフォロア支持部材１３３Ｅは、プレス成形可動型ベース部材１３４の下面よりカム面１３３Ｃ側に向かって延在するように形成されている。

カムフォロア１３３Ｆは、例えば、ローラにより構成され、カムフォロア支持部材１３３Ｅの先端側に回転可能に設けられている。

カム面１３３Ｃ及びカムフォロア１３３Ｆは、第２成形部１３３Ｂをトーションビーム素材Ｗ１０の長手方向に移動させるカム機構を構成している。

【０１４１】

スプリング１３３Ｓは、ガイド部材１３３Ｄとプレス成形可動型ベース部材１３４との間に複数設けられている。第１成形部１３３Ａ及び第２成形部１３３Ｂによりトーションビーム素材Ｗ１０が形成された後に、プレス成形可動型ベース部材１３４をさらに下降させることで、プレス成形可動型ベース部材１３４とガイド部材１３３Ｄとの間の距離が変化して、カム面１３３Ｃに対するカムフォロア１３３Ｆの位置を変位可能である。

【０１４２】

制御部（不図示）は、引張処理ユニット１２０Ｂ及びプレス成形可動型駆動装置１３０Ｃに、プレス加工及び引張処理に関する動作を指示する。

【０１４３】

以下、図２０（Ａ）～図２０（Ｅ）を参照して、トーションビーム製造装置１００Ｄによるトーションビーム製造工程の概略について説明する。図２０（Ａ）～図２０（Ｅ）は、第５実施形態に係るトーションビームの各製造工程を図２０（Ａ）～図２０（Ｅ）の流れに沿って説明する図であって、図１９のＥ部に相当する図である。

【０１４４】

（１）まず、図２０（Ａ）に示すように、金属材料管Ｗ０をプレス成形固定型１１０Ａ上に配置し、プレス成形可動型１３３を矢印Ｔ１３０Ｆ方向に移動させる。

（２）図２０（Ｂ）に示すように、プレス成形固定型１１０Ａ及びプレス成形可動型１３３を用いたプレス成形により、トーションビーム素材Ｗ１０が成形される。

（３）次に、図２０（Ｃ）に示すように、形状変化部支持ポンチ１２２を矢印Ｔ１２０Ｆ方向に前進させる。

（４）次いで、図２０（Ｄ）に示すように、形状変化部支持ポンチ１２２がトーションビーム素材Ｗ１０の形状変化部１２Ｗの内側に当接したら、プレス成形可動型ベース部材１３４をさらに矢印Ｔ１３３Ｆ方向に下降させる。

プレス成形可動型ベース部材１３４をさらに矢印Ｔ１３３Ｆ方向に下降させると、カムフォロア１３３Ｆがカム面１３３Ｃと当接し、カムフォロア１３３Ｆがカム面１３３Ｃに沿って移動することで第２成形部１３３Ｂを矢印Ｔ１３２Ｆ方向に前進させる。その結果、形状変化部支持ポンチ１２２と第２成形部１３３Ｂにより形状変化部１２Ｗを支持した状態でトーションビーム素材Ｗ１０をその長手方向に引っ張ってトーションビーム１０を形成する。この引張処理では、トーションビーム素材Ｗ１０に、その軸方向で１％以上の歪みを与えることで、確実に、板厚方向の表裏面における引張残留応力を解除させることが可能となる。

（５）トーションビーム１０を形成したら、図２０（Ｅ）に示すように、プレス成形可動型ベース部材１３４を矢印Ｔ１３０Ｒ方向に上昇させて、プレス成形可動型ベース部材１３４を第１成形部１３３Ａ、第２成形部１３３Ｂから離間させる。これにより、カムフォロア１３３Ｆがカム面１３３Ｃの上方側に移動することで第２成形型復元手段（不図示）により第２成形型が矢印Ｔ１３２Ｒ方向に後退する。

また、形状変化部支持ポンチ１２２を矢印Ｔ１２０Ｒ方向に後退させる。

【０１４５】

第５実施形態に係るトーションビーム製造方法、トーションビーム製造装置１００Ｄによれば、疲労特性が優れたトーションビーム１０を効率的に製造することができる。

【０１４６】

また、トーションビーム製造装置１００Ｄによれば、プレス成形可動型１３３を矢印Ｔ１３０Ｆ方向に移動させるストロークによってカム機構が作動する。そして、形状変化部支持ポンチ１２２と第２成形部１３３Ｂにより形状変化部１２Ｗを保持した状態でトーションビーム素材Ｗ１０を長手方向外方に引っ張るので、接続部１２Ａから効率的に残留応力を低減もしくは除去することができる。

【０１４７】

また、トーションビーム製造装置１００Ｄによれば、金属材料管Ｗ０をプレスしてトーションビーム素材Ｗ１０を成形した後に、他の装置に移し替えることなく引き続きトーションビーム素材Ｗ１０を引っ張れるので、トーションビーム１０を製造する際の生産性を向上することができる。

【０１４８】

また、トーションビーム製造装置１００Ｄによれば、カム機構により第２成形部１３３Ｂを矢印Ｔ１３３方向に前進させるので、簡単な構造により第２成形部１３３Ｂを作動することができる。

【０１４９】

なお、本発明は、上記の各実施形態のみに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、種々の変更をすることが可能である。

【０１５０】

例えば、第１実施形態においては、トーションビーム製造装置１００が取付閉断面部保持部材１２１により取付閉断面部１３Ｗの取付部１４近傍を保持してトーションビーム素材Ｗ１０を長手方向に引っ張る場合について説明した。しかしながら、この形態のみに限るものではなく、取付閉断面部保持部材１２１の構成、トーションビーム素材Ｗ１０を保持する位置については、接続部１２Ａを引っ張り可能な範囲で任意に設定できる。

【０１５１】

また、上記各実施形態においては、プレス成形可動型（成形型）１３１、１３２、１３３が油圧シリンダ１３５により進退する場合について説明したが、例えば、クランク機構や油圧シリンダ以外のアクチュエータにより進退する構成（不図示）を採用してもよい。

【０１５２】

また、上記第１、第３実施形態においては、トーションビーム製造装置１００、１００Ｂが取付閉断面部保持部材１２１により取付閉断面部１３Ｗを保持して油圧シリンダ（駆動部）１２５によりトーションビーム素材Ｗ１０を長手方向に引っ張る場合について説明した。しかしながら、この形態のみに限らず、取付閉断面部保持部材１２１の構成、取付閉断面部保持部材１２１により保持する位置、駆動部の構成については、接続部１２Ａを引っ張り可能であれば任意に設定できる。

【０１５３】

また、上記第２、第４実施形態においては、トーションビーム製造装置１００Ａ、１００Ｃが第２成形部１３２Ｂ、１３３Ｂと形状変化部支持ポンチ（内方支持部材）１２２により形状変化部１２Ｗを保持して、トーションビーム素材Ｗ１０を長手方向に引っ張る場合について説明した。また、トーションビーム製造装置１００Ｂが、形状変化部外方保持部材１２１０と形状変化部支持ポンチ（内方支持部材）１２２とによって形状変化部１２Ｗを保持して、トーションビーム素材Ｗ１０を長手方向に引っ張る場合について説明した。しかしながら、これら形態のみに限らず、形状変化部１２Ｗを保持するための保持部材の構成、トーションビーム素材Ｗ１０を保持する位置、駆動部の構成については、接続部１２Ａを引っ張り可能であれば任意に設定できる。

【０１５４】

また、上記第２実施形態においては、形状変化部外方保持部材１２１０が、上側外形保持部１２１１と下側外形保持部１２１２とを備えている場合について説明したが、例えば、トーションビーム素材Ｗ１０の長手方向に沿って見たときに３つ以上に分割されていてもよい。

また、上記第２実施形態においては、形状変化部外方保持部材１２１０が形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗを保持する場合について説明したが、接続部１２Ａを引っ張り可能であれば形状変化部１２Ｗだけを保持してもよい。

【０１５５】

また、上記第２実施形態においては、上側外形保持部１２１１、下側外形保持部１２１２が、それぞれ形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗの双方と相補的に形成された外形保持形状を備える場合について説明した。しかしながら、この形態のみに限らず、接続部１２Ａを引っ張り可能な範囲で、形状変化部１２Ｗ及び取付閉断面部１３Ｗの外形形状の一部のみと相補的に形成してもよく、外形保持形状部については任意に設定できる。

【０１５６】

また、上記第４実施形態においては、トーションビーム製造装置１００Ｃがアクチュエータ（形状変化吸収手段）１１３Ｂを備えている場合について説明したが、アクチュエータ１１３Ｂを備えるかどうかは任意に設定できる。また、他の実施形態のトーションビーム製造装置に、アクチュエータ１１３Ｂを備えてもよい。

【０１５７】

また、形状変化部支持ポンチ（内方支持部材）１２２、アクチュエータ１１３Ｂ、油圧シリンダ（形状変化部支持部材駆動部）１３２Ｃの相互の作動を同期させるか追従させるかは、任意に設定できる。

【０１５８】

また、上記各実施形態においては、一定形状閉断面部１１を構成する第１壁部Ｓ１１０Ａと第２壁部Ｓ１２０の閉断面における内方側とが密着して形成されている場合について説明したが、第１壁部Ｓ１１０Ａと第２壁部Ｓ１２０の内方側とを密着させるかどうかは任意に設定できる。

【０１５９】

また、上記各実施形態においては、トーションビーム１０が、車体に搭載した場合に下側に凸とされた略Ｖ字形状である場合について説明したが、略Ｕ字形状に形成されたトーションビームに適用してもよいし、車体に対して上側に突出する構成であってもよい。

【０１６０】

また、上記各実施形態においては、トーションビーム素材Ｗ１０を形成する際に用いる金属材料管Ｗ０が、均一な肉厚の丸鋼管である場合について説明した。この金属材料管Ｗ０としては、例えば、疲労緩和厚肉形状対応部が形成された鋼板（金属材料板）をプレス成形やロールフォーミングして形成した溶接管を塑性加工して形成した金属管や、押出し成形、引抜き成形により形成した金属管を用いてもよい。

【０１６１】

また、上記各実施形態においては、トーションビーム１０の製造に用いる金属材料管が鋼管である場合について説明したが、鋼管以外の金属管であってもよい。

【０１６２】

また、上記各実施形態においては、図４に示したように、取付閉断面部１３の形状が長手方向にストレートである場合について説明したが、段差付き形状としてもよい。すなわち、取付閉断面部１３に対し、まず段差を形成し、続いてこの段差に形状変化部外方保持部材１２１０を係止させた状態で引張力を加える変形例を採用してもよい。

【０１６３】

この変形例を上記第２実施形態に対して適用した場合について説明すると、まず図２１（Ａ）に示すように、形状変化部支持ポンチ１２２Ａ（内側支持部材）をトーションビーム素材Ｗ１０の端部内に押し込んでいく。形状変化部支持ポンチ１２２Ａは、相対的に外径寸法が小さい先端部１２２Ａ１と、相対的に外径寸法が大きい基端部１２２Ａ２と、これら先端部１２２Ａ１及び基端部１２２Ａ２間に形成された段差部１２２Ａ３とを有している。先端部１２２Ａ１の外径寸法は取付閉断面部１３内に挿通可能な寸法である一方、基端部１２２Ａ２の外径寸法は取付閉断面部１３の内径寸法よりも少し大きめになっている。

【０１６４】

形状変化部支持ポンチ１２２Ａがこのような段付形状であるため、上述したように取付閉断面部１３に対して押し込んだ際、取付閉断面部１３の管端である取付部１４が、段差部１２２Ａ３及び基端部１２２Ａ２によって拡径される。その結果、図２１（Ａ）に示すように、取付閉断面部１３のうちの取付部１４の部分の外径寸法が他の部分よりも大きくなり、係止部ｓｔが形成される。

続いて、上側外形保持部１２１１と下側外形保持部１２１２とによって取付閉断面部１３を上下より挟み込む。その際、上側外形保持部１２１１及び下側外形保持部１２１２が係止部ｓｔを潰さぬように予め位置決めされている。

【０１６５】

続いて、図２１（Ｂ）に示すように、上側外形保持部１２１１及び下側外形保持部１２１２と形状変化部支持ポンチ１２２Ａとを、一定形状閉断面部１１から離れる方向に同期して移動させる。すると、上側外形保持部１２１１及び下側外形保持部１２１２それぞれの側端面１２１１ａ，１２１２ａが係止部ｓｔに係止するため、これら上側外形保持部１２１１及び下側外形保持部１２１２による引張力を確実にトーションビーム素材Ｗ１０の少なくとも接続部１２Ａに付与することが可能となる。

【０１６６】

さらに言うと、上記第２実施形態では、トーションビーム素材Ｗ１０を引っ張る際に、上側外形保持部１２１１及び下側外形保持部１２１２に対して滑らないよう、把持力を強

めに設定していた。そして、この把持力を受けても過度に変形しないよう、形状変化部支持ポンチ１２２を中子として併用していた。これに対し、本変形例では、摩擦ではなく主に係止により取付閉断面部１３を引っ張るため、上側外形保持部１２１１及び下側外形保持部１２１２による把持力を比較的弱めにしても確実に引張力を加えられる。したがって、形状変化部支持ポンチ１２２を中子として併用する必要が無いため、図２１（Ｂ）のように引張力を加える際に形状変化部支持ポンチ１２２の使用を省略することが可能である。なお、係止部ｓｔの形成は、トーションビーム製造装置上で行っても良いし、または、トーションビーム製造装置に載せる前に予め行っておいても良い。

なお、以上説明では、本変形例を上記第２実施形態に適用した場合について説明したが、その他の実施形態に適用してもよいことは勿論である。

【０１６７】

以上説明の各実施形態に基づく本発明の骨子を、以下に纏める。

（１）本発明の一態様に係るトーションビーム製造方法は、長手方向に直交する断面が前記長手方向の任意位置において略Ｖ字形状または略Ｕ字形状の閉断面である一定形状閉断面部１１と、一定形状閉断面部１１に連なってかつ前記閉断面が異なる形状の閉断面を持つ接続部１２Ａ（接続領域）を有する形状変化部１２と、を備えたトーションビーム１０を製造する方法である。そして、例えば図８（Ａ）～図８（Ｅ）に示すように、一定形状閉断面部１１及び形状変化部１２が形成されたトーションビーム素材Ｗ１０のうちの少なくとも接続部１２Ａに対し、前記長手方向に沿った引っ張り力を加えてトーションビーム１０を得る引張工程を有する。

この態様に係るトーションビーム製造方法によれば、引張工程において少なくとも接続部１２Ａに引っ張り力を加えるため、残存している残留応力を低減もしくは除去することができる。

その結果、疲労特性に優れたトーションビーム１０を製造することができる。しかも、熱処理等の後処理を必要としないため、効率的に製造することが可能である。

【０１６８】

（２）例えば図１３（Ａ）～図１３（Ｄ）に示したように、前記引張工程で、接続部１２Ａよりも前記長手方向に沿った外方部分の内側を形状変化部支持ポンチ１２２（内側支持部材）で支持してかつ、前記外方部分の外側に上側外形保持部１２１１（外側係止部材）を係止させた状態で、形状変化部支持ポンチ１２２及び上側外形保持部１２１１を一定形状閉断面部１１から離れる方向に移動させることで、前記引っ張り力を加えてもよい。

この場合、引張工程において、トーションビーム素材Ｗ１０の外方部分の内側を形状変化部支持ポンチ１２２で支持した上で、この外方部分の外側に上側外形保持部１２１１を係止させて引っ張り力を加えるので、同外方部分の変形を抑えた上で容易に引っ張り力を与えることができる。

【０１６９】

（３）例えば図１３（Ａ）～図１３（Ｄ）に示したように、前記引張工程で、接続部１２Ａの外側を下側外形保持部１２１２（外側支持部材）で支持し、形状変化部支持ポンチ１２２及び上側外形保持部１２１１の移動と同方向にかつ同期して、下側外形保持部１２１２を移動させてもよい。

この場合、下側外形保持部１２１２が、形状変化部支持ポンチ１２２及び上側外形保持部１２１１の動きと同期して移動するため、引っ張りに伴うトーションビーム素材Ｗ１０の延びを阻害しない。したがって、トーションビーム素材Ｗ１０へ確実に引っ張り力を付与できるため、確実に残留応力を低減もしくは除去することができる。

【０１７０】

（４）例えば図８（Ａ）～図８（Ｅ）に示したように、前記引張工程で、トーションビーム素材Ｗ１０の両端間を前記長手方向に沿って相対的に離間させることで、前記引っ張り力を前記トーションビーム素材Ｗ１０の全長にわたって加えてもよい。

この場合、トーションビーム素材Ｗ１０をその全長にわたって長手方向外方に引っ張るため、漏れなく残留応力を低減もしくは除去することができる。

【０１７１】
（５）上記各実施形態で述べたように、前記引張工程で、トーションビーム素材Ｗ１０の少なくとも接続部１２Ａに対して前記長手方向で１％以上の歪みを付与してもよい。
この場合、トーションビーム素材Ｗ１０の残留応力を除去または低減させるのに十分な引っ張り力を付与することができる。
【０１７２】
（６）例えば図１６（Ａ）～図１６（Ｃ）に示したように、前記引張工程の前に、金属材料管Ｗ０（素管）をプレスしてトーションビーム素材Ｗ１０を得るプレス工程を有してもよい。
この場合、このプレス工程後の時点では、トーションビーム素材Ｗ１０に残留応力が残っているが、続く引張工程により、これを除去することができる。
【０１７３】
（７）例えば図１５に示したように、本発明の一態様に係るトーションビーム製造装置１００Ｂは、長手方向に直交する断面が前記長手方向の任意位置において略Ｖ字形状または略Ｕ字形状の閉断面である一定形状閉断面部１１と、一定形状閉断面部１１に連なってかつ前記閉断面と異なる形状の閉断面を持つ接続部１２Ａ（接続領域）を有する形状変化部１２と、を備えたトーションビーム１０を製造する装置である。そして、一定形状閉断面部１１及び形状変化部１２が形成されたトーションビーム素材Ｗ１０のうち、トーションビーム素材Ｗ１０の長手方向における接続部１２Ａ（接続領域）よりも一方側にある部分と、接続部１２Ａよりも他方側にある部分とを保持する一対の引張処理ユニット１２０（保持機構）と；各引張処理ユニット１２０間を相対的に離間させる油圧シリンダ１２５（第１の駆動機構）と；を備える。
この態様に係るトーションビーム製造装置１００Ｂによれば、一対の引張処理ユニット１２０及び油圧シリンダ１２５により、トーションビーム素材Ｗ１０のうちの少なくとも接続部１２Ａ（接続領域）に対して長手方向の引っ張り力を加えることで、トーションビーム素材Ｗ１０に残存している残留応力を低減もしくは除去することができる。
【０１７４】
（８）例えば図１５に示したトーションビーム製造装置１００Ｂのように、各引張処理ユニット１２０が、トーションビーム素材Ｗ１０の両端を保持してもよい。
この場合、一対の引張処理ユニット１２０によってトーションビーム素材Ｗ１０の両端を保持して引っ張るため、トーションビーム素材Ｗ１０の全長にわたって引っ張り力を付与することができる。従って、トーションビーム素材Ｗ１０の全長にわたって漏れなく残留応力を低減もしくは除去することができる。
【０１７５】
（９）例えば図１５に示したトーションビーム製造装置１００Ｂのように、一定形状閉断面部１１及び形状変化部１２に対応した形状を有するプレス成形可動型１３１（可動金型）と；トーションビーム素材Ｗ１０に一定形状閉断面部１１及び形状変化部１２を付与する前の金属材料管Ｗ０（素管）に対し、プレス成形可動型１３１を押し付ける油圧シリンダ１３５（第２の駆動機構）と；をさらに備えてもよい。
この場合、油圧シリンダ１３５によってプレス成形可動型１３１を金属材料管Ｗ０に押し付けることにより、一定形状閉断面部１１及び形状変化部１２を有するトーションビーム素材Ｗ１０を得ることが出来る。
【０１７６】
（１０）例えば図１７に示したトーションビーム製造装置１００Ｃのように、引張処理ユニット１２０（各保持機構）のうちの少なくとも一方が、形状変化部１２の内側に挿入される形状変化部支持ポンチ１２２（内側支持部材）と；形状変化部１２の外側に係止する第２成形部１３２Ｂ（外側係止部材）と；を備えてもよい。
この場合、トーションビーム素材Ｗ１０の形状変化部１２の内側を形状変化部支持ポンチ１２２で支持した上で、形状変化部１２の外側に第２成形部１３２Ｂを係止させて引っ張り力を加えことができるので、形状変化部１２の変形を抑えた上で容易に引っ張り力を

与えることができる。

【０１７７】

（１１）例えば図１７に示したトーションビーム製造装置１００Ｃのように、以下の構成を採用してもよい：プレス成形可動型１３２（可動金型）が、少なくとも一定形状閉断面部１１に対応した形状を有する第１成形部１３２Ａ（可動金型本体部）と、少なくとも形状変化部１２に対応した形状を有してかつ、第１成形部１３２Ａに対して離間自在に設けられた第２成形型１３２Ｂ（可動金型端部）と、第１成形部１３２Ａより第２成形型１３２Ｂを離間させる油圧シリンダ１３２Ｃ（第３の駆動機構）と、を備え；第２成形型１３２Ｂが、前記外側係止部材を兼ねている。

この場合、プレス成形可動型１３２によってプレスされる金属材料管Ｗ０（素管）に対し、第１成形部１３２Ａによって少なくとも一定形状閉断面部１１に対応した形状を与えるとともに、第２成形型１３２Ｂによって少なくとも形状変化部１２に対応した形状を与える。このようにして得たトーションビーム素材Ｗ１０の形状変化部１２の内側に形状変化部支持ポンチ１２２を挿入し、また形状変化部１２の外側に第２成形型１３２Ｂを係止させた状態で、トーションビーム素材Ｗ１０に引っ張り力を加える。この構成によれば、第２成形型１３２Ｂが前記外側係止部材を兼ねているので、トーションビーム素材Ｗ１０を他の装置に移し替えることなくそのまま継続して引っ張り力を加えることができる。

【０１７８】

（１２）例えば図１９に示したトーションビーム製造装置１００Ｄのように、前記第３の駆動機構が、第１成形部１３２Ａの端部及び第２成形型１３２Ｂ間の隙間に挿入されるカムフォロア１３３Ｆ（カム）であってもよい。

この場合、まず、第１成形部１３３Ａ及び各第２成形部１３３Ｂによって金属材料管Ｗ０をプレスしてトーションビーム素材Ｗ１０に加工する。続いて、カムフォロア１３３Ｆを隙間に押し込むことで、第１成形部１３３Ａと第２成形部１３３Ｂとの隙間を押し広げる。すると、第１成形部１３３Ａより第２成形部１３３Ｂが離れる方向に移動するため、トーションビーム素材Ｗ１０に対して引っ張り力を付与して、残留応力を低減もしくは除去することができる。

【０１７９】

（１３）例えば図１７に示したトーションビーム製造装置１００Ｃのように、以下の構成を採用してもよい：トーションビーム素材Ｗ１０を支持するプレス成形固定型１１０Ｂ（支持金型）をさらに備え；プレス成形固定型１１０Ｂが、トーションビーム素材Ｗ１０を、一定形状閉断面部１１を含む部分において支持する第１支持部１１１Ｂ（支持金型本体部）と、第１支持部１１１Ｂに対して離間自在に設けられてかつ、少なくとも形状変化部１２を支持する第２支持部１１２Ｂ（支持金型端部）と、を備える。

この場合、トーションビーム素材１０に引っ張り力を加える際には、第２支持部１１２Ｂが第１支持部１１１Ｂに対して離間自在であるため、引っ張りに伴うトーションビーム素材Ｗ１０の延びを阻害しない。したがって、トーションビーム素材Ｗ１０へ確実に引っ張り力を付与できるため、確実に残留応力を低減もしくは除去することができる。

【０１８０】

（１４）上記各実施形態において、以下の構成を採用してもよい：油圧シリンダ１２５を制御する制御部をさらに備え；前記制御部が、油圧シリンダ１２５を動作させて、トーションビーム素材Ｗ１０の少なくとも接続部１２Ａに対して前記長手方向で１％以上の歪みを付与する。

この場合、トーションビーム素材Ｗ１０の残留応力を除去または低減させるのに十分な引っ張り力を付与することができる。

【産業上の利用可能性】

【０１８１】

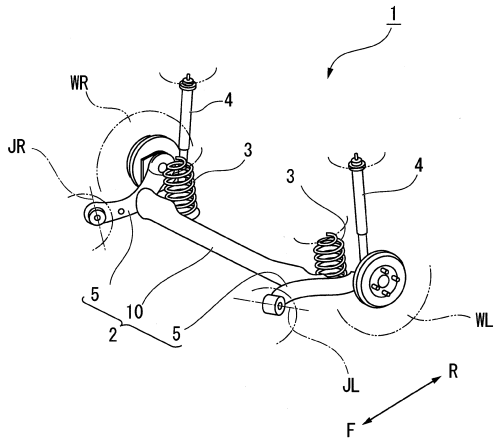
本発明に係るトーションビーム製造方法及びトーションビーム製造装置によれば、疲労特性が優れたトーションビームを効率的に製造することができるので、産業上の利用可能性は大である。

【符号の説明】

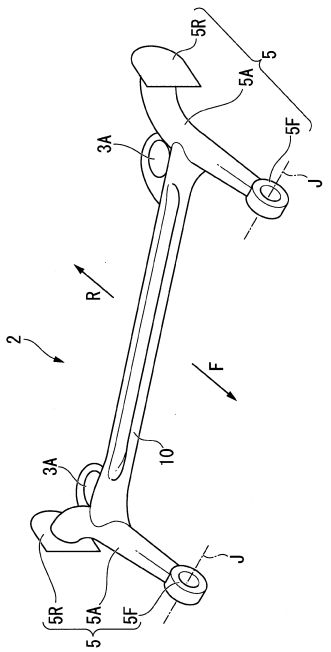
【０１８２】

１０　トーションビーム
１１　一定形状閉断面部
１２　形状変化部
１２Ａ　接続部（接続領域）
１００，１００Ａ，１００Ｂ，１００Ｃ，１００Ｄ　トーションビーム製造装置
１１０Ｂ　プレス成形固定型（支持金型）
１１１Ｂ　第１支持部（支持金型本体部）
１１２Ｂ　第２支持部（支持金型端部）
１２０，１２０Ａ，１２０Ｂ　引張処理ユニット（保持機構）
１２１Ｂ，１２１Ｃ　クランプ部材（挟持部）
１２２　形状変化部支持ポンチ（内側支持部材）
１２５　油圧シリンダ（第１の駆動機構）
１３１，１３２，１３３　プレス成形可動型（可動金型）
１３２Ａ　第１成形部（可動金型本体部）
１３２Ｂ　第２成形部（外側係止部材，可動金型端部）
１３３Ｆ　カムフォロア（第３の駆動機構，カム）
１３５　油圧シリンダ（第２の駆動機構）
１２１１　上側外形保持部（外側係止部材）
１２１２　下側外形保持部（外側支持部材）
Ｗ０　金属材料管（素管）
Ｗ１０　トーションビーム素材

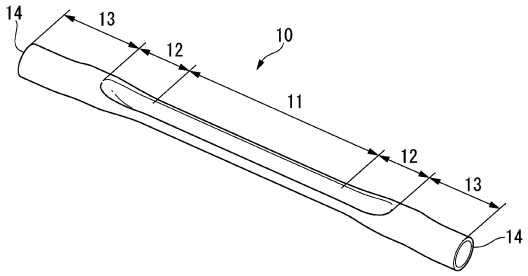
【図１】



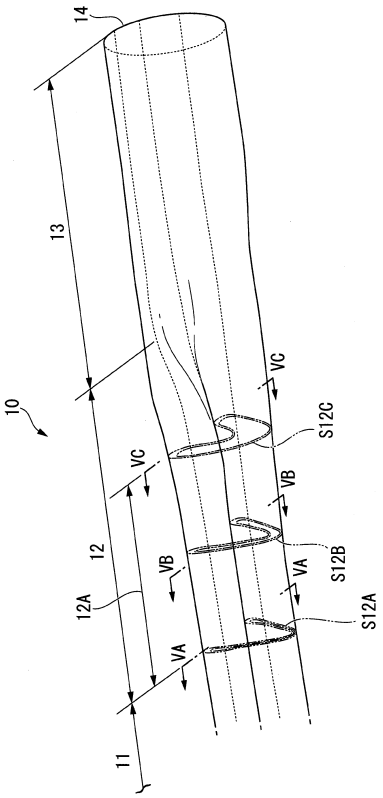
【図２】



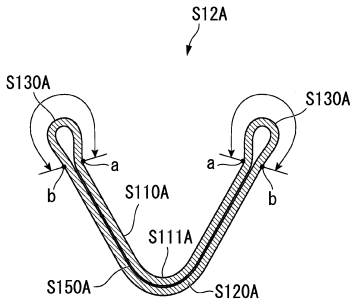
【図３】



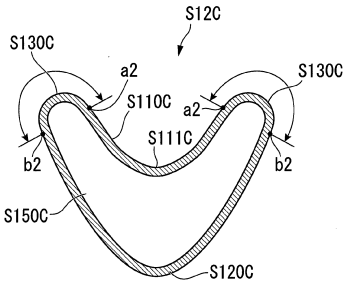
【図４】



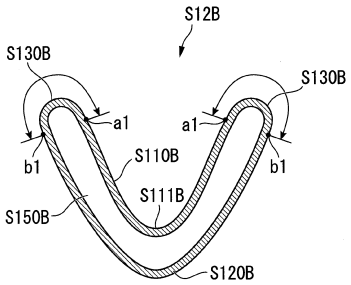
【図５Ａ】



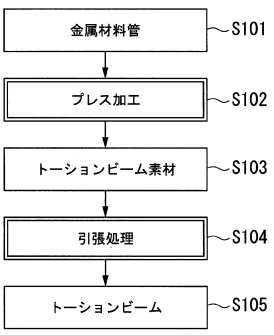
【図５Ｃ】



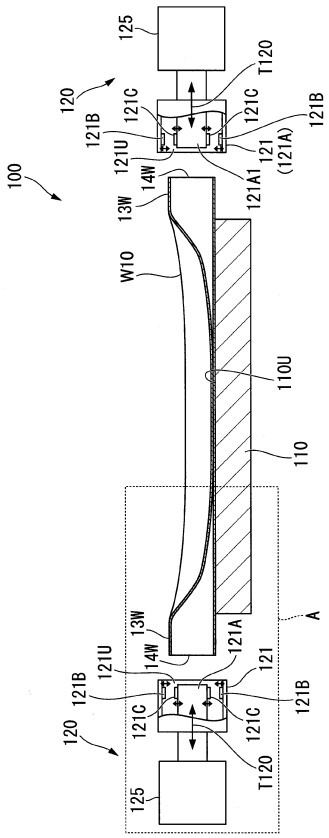
【図５Ｂ】



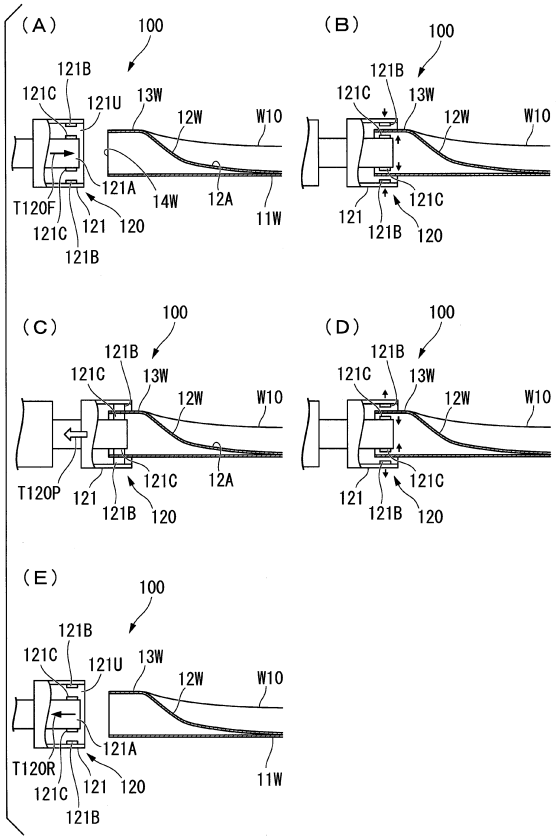
【図６】



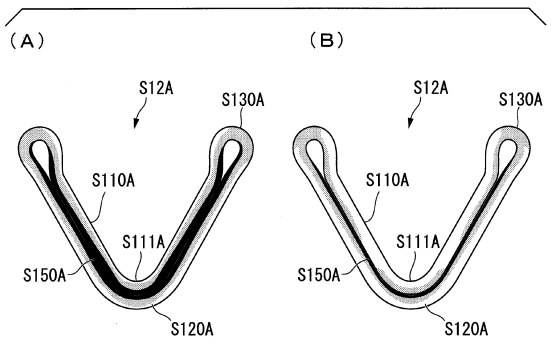
【図７】



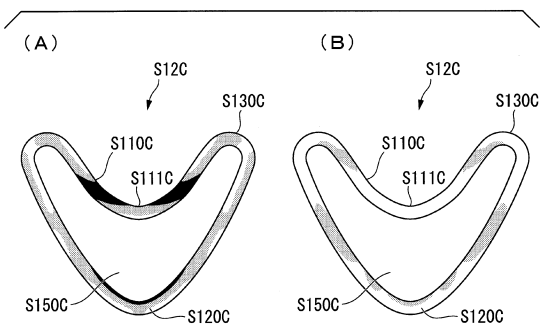
【図８】



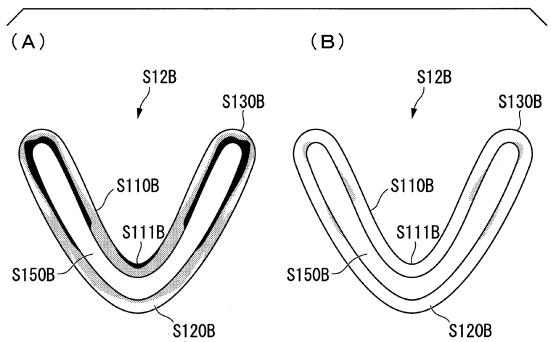
【図９】



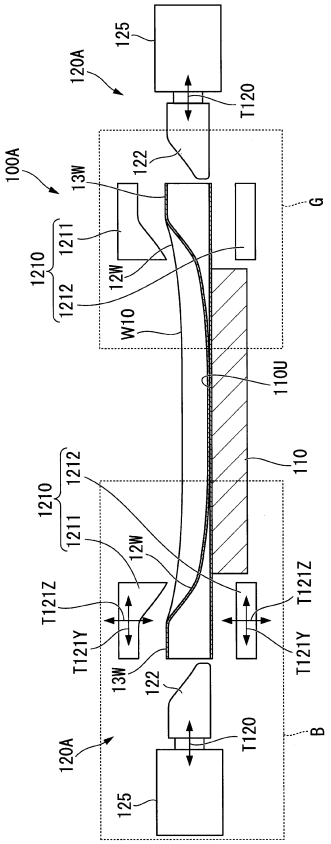
【図１１】



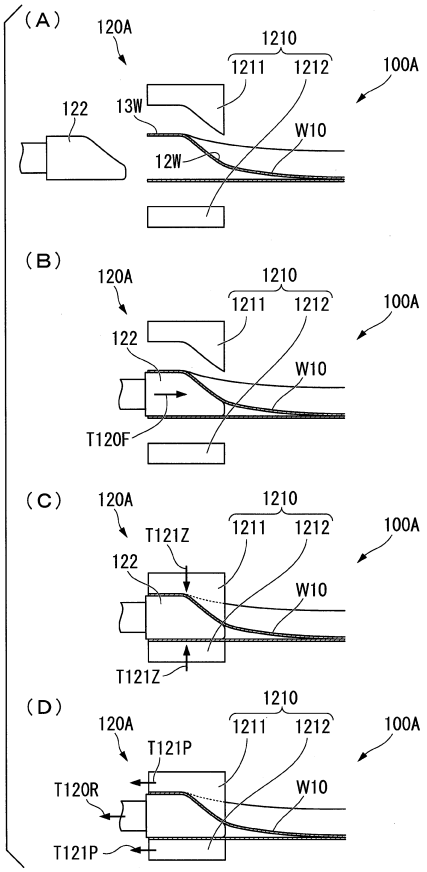
【図１０】



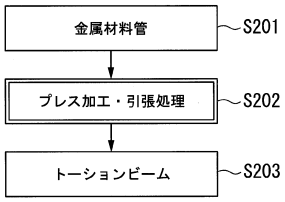
【図１２】



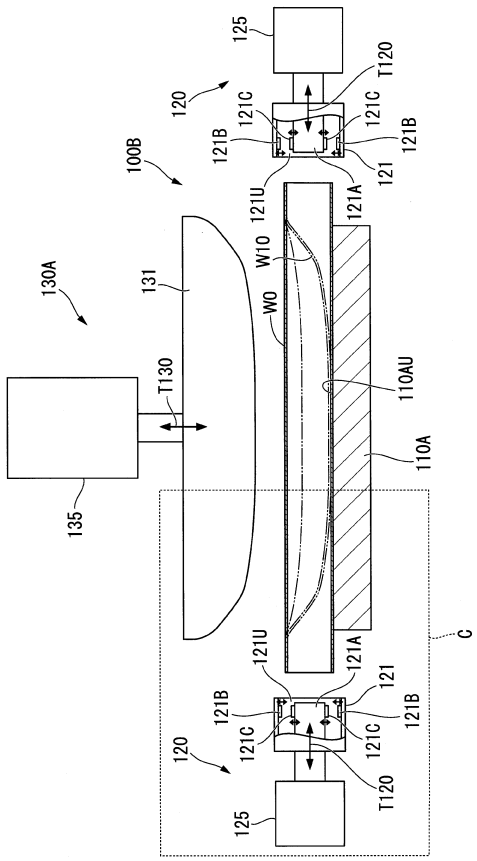
【図１３】



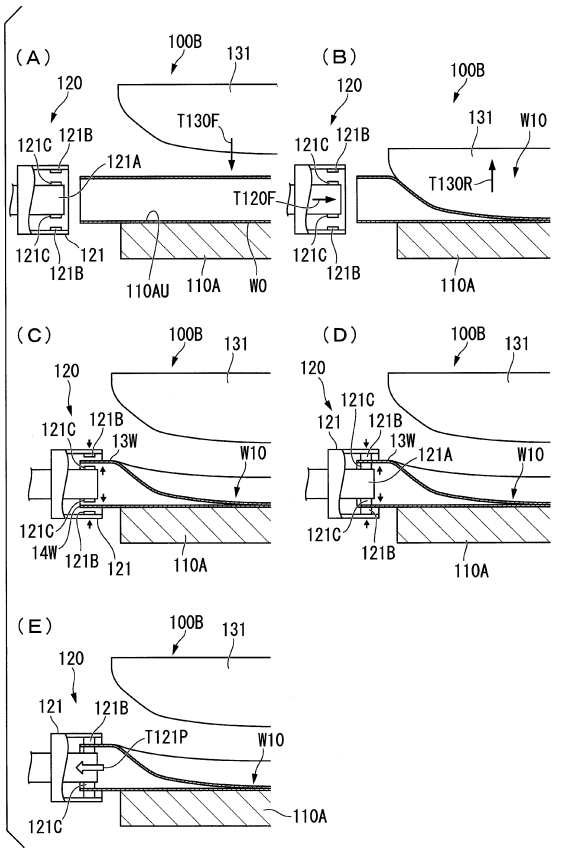
【図１４】



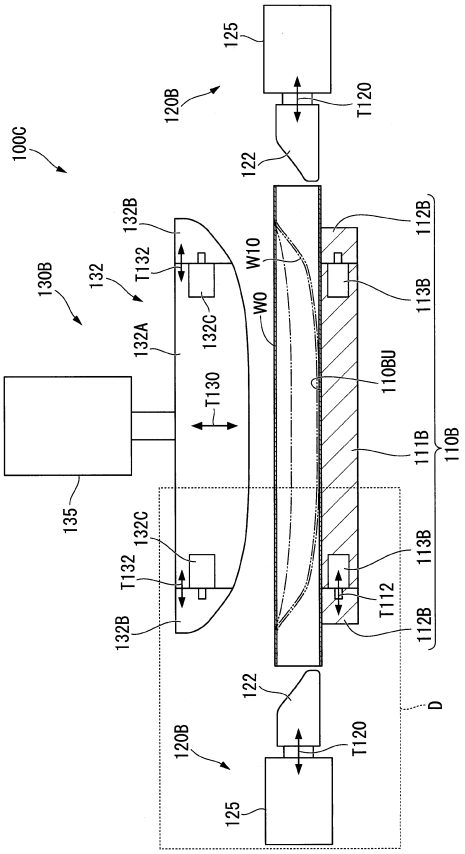
【図１５】



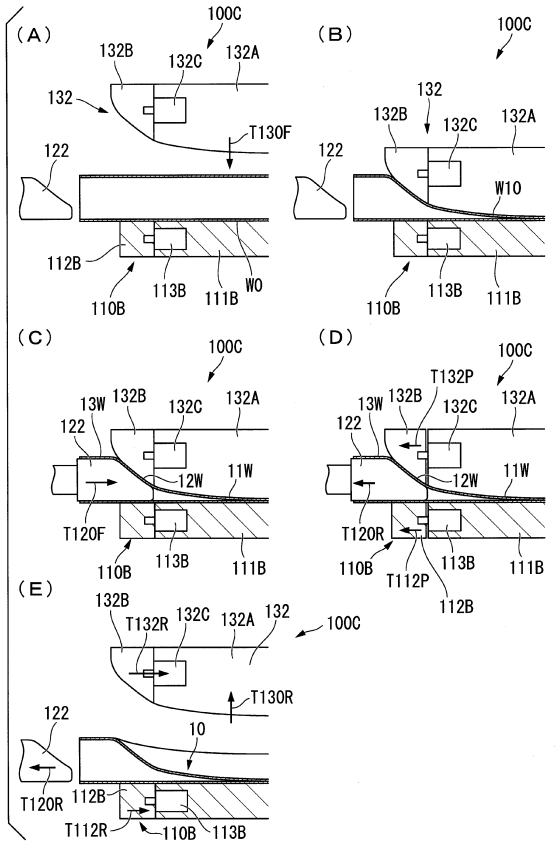
【図１６】



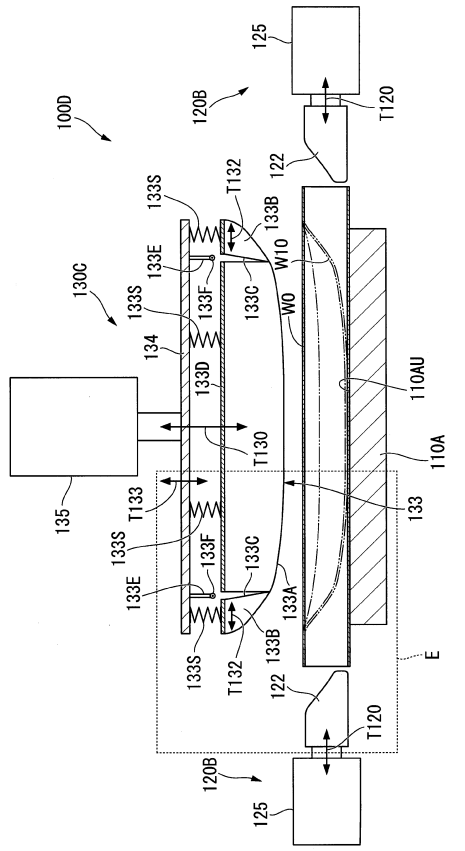
【図１７】



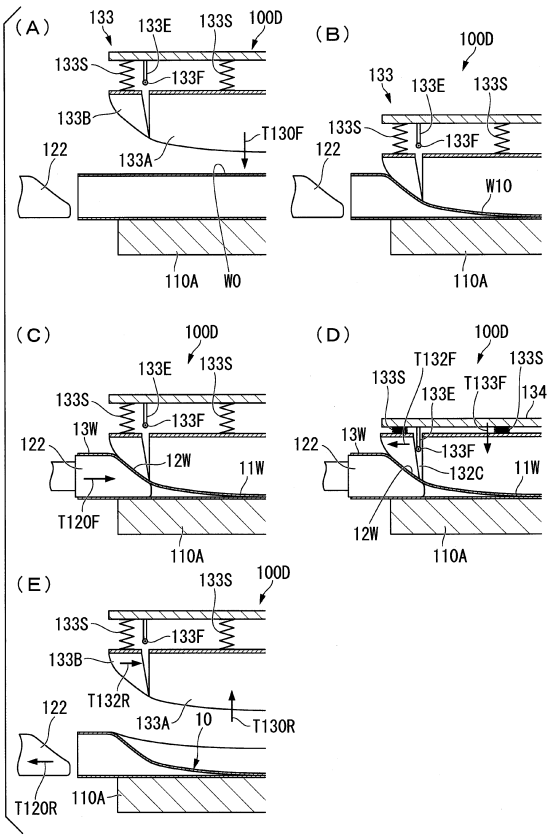
【図１８】



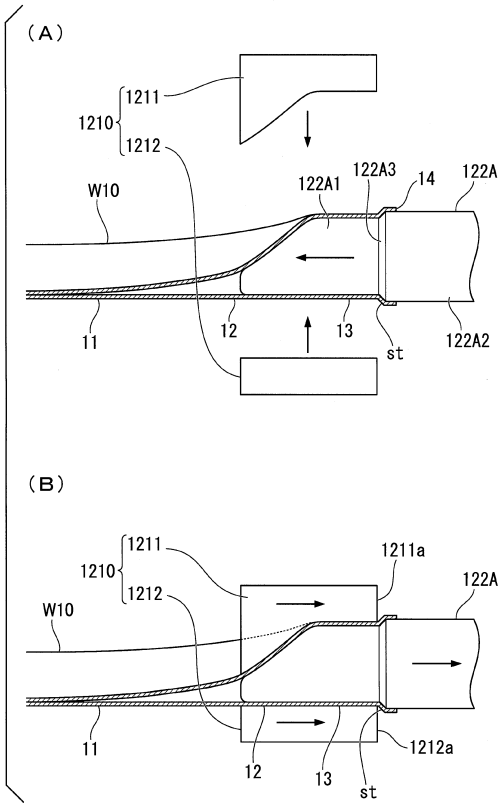
【図１９】



【図２０】


(A)
133
133E
133S
100D
133S
133F
133B
T130F
122
133A
110A
WO
(B)
100D
133
133E
133S
133S
133F
122
W10
110A
(C)
100D
133E
133S
133S
133F
13W
122
12W
11W
T120F
110A
(D)
100D
T132F
133S
133S
133E
T133F
134
13W
122
133F
132C
11W
12W
110A
(E)
133S
100D
133S
133F
133B
T132R
122
133A
10
T130R
T120R
110A

【図２１】


(A)
1211
1210
1212
W10
122A1
122A3
14
122A
11
12
13
st
122A2
(B)
1211
1211a
1210
1212
122A
W10
11
12
13
st
1212a

フロントページの続き

(72)発明者　水村　正昭
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　岡▲さき▼　潤

(56)参考文献　特表２００９－５０９７７４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－０２５７７３（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－０８９０３１（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－０９４５２１（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１６／０００１３４１（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６０Ｇ　　９／０４
Ｂ２１Ｄ　２２／０２
Ｂ２１Ｄ　５３／８８
Ｃ２１Ｄ　　７／０２