(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2016-132006
(P2016-132006A)
(43)公開日　平成28年7月25日(2016.7.25)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B21K 1/62	(2006.01)	B21K	1/62	A	3J001
B23K 11/20	(2006.01)	B23K	11/20		3J036
B23K 11/34	(2006.01)	B23K	11/34		4E087
B21J 15/00	(2006.01)	B21J	15/00	U	
F16B 5/08	(2006.01)	F16B	5/08	A	

審査請求 有　請求項の数 4　ＯＬ　（全 13 頁）　最終頁に続く

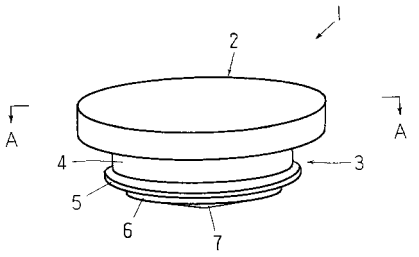
(21)出願番号　特願2015-8435(P2015-8435)
(22)出願日　平成27年1月20日(2015.1.20)

(71)出願人　000001199
株式会社神戸製鋼所
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目２番４号
(74)代理人　100100974
弁理士　香本　薫
(72)発明者　岩瀬　哲
神奈川県藤沢市宮前字裏河内１００番１号
株式会社神戸製鋼所藤沢事業所内

Ｆターム(参考)　3J001 FA02 GA02 GA03 HA02 HA09 JD04 JD11 KA24 KB01
3J036 AA04 BA02 BB05 EA01
4E087 AA10 BA02 CA01 CC01 DB18 DB24 HA58

(54)【発明の名称】異材接合用鍛造リベット及び異材接合方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】素材から製品形状まで鍛造加工で成形され、表面に絶縁層（鋼材より高い抵抗の皮膜）が形成された鋼製の異材接合用リベットにおいて、リベットを軽合金材に打ち込んだとき、リベットに形成した絶縁層が剥がれないようにし、これによりスポット溶接時の電流が軽合金材に流れるのを防止する。
【解決手段】板状の頭部２と軸部３からなり、軸部３が、頭部２から延びる第１軸部４と、第１軸部４の先端部において外周方向に突出する環状の突出部５と、第１軸部４より断面積が小さく、突出部５からさらに先端方向に延びる第２軸部６からなる。軸部２及び頭部３の表面（前記軽合金材に打ち込んだとき前記軽合金材と接する面）に絶縁層９が形成されている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
板状の頭部と前記頭部から延びる軸部からなり、軽合金材に打ち込まれて前記軸部で前記軽合金材を打抜くと同時に前記軽合金材にかしめ接合され、次いで鋼材とスポット溶接される鋼製の異材接合用鍛造リベットにおいて、前記軸部が、前記頭部から延びる第１軸部と、前記第１軸部の先端部において外周方向に突出する環状の突出部と、前記第１軸部より断面積が小さく、前記突出部からさらに先端方向に延びる第２軸部からなり、前記軸部及び前記頭部のうち前記軽合金材と接する面に、前記鋼材より高い抵抗の皮膜が形成されていることを特徴とする鋼製の異材接合用鍛造リベット。
【請求項２】
前記頭部に前記第１軸部を取り囲む環状の溝が形成されていることを特徴とする請求項１に記載された異材接合用鍛造リベット。
【請求項３】
前記第２軸部の先端に突起が形成されていることを特徴とする請求項１又は２に記載された異材接合用鍛造リベット。
【請求項４】
前記請求項１～３のいずれか１項に記載された異材接合用鍛造リベットを使用して、鋼材と軽合金材とを接合する異材接合方法であり、前記リベットを前記軽合金材に打ち込み、前記軸部で前記軽合金材を打抜くと同時に前記軽合金材にかしめ接合し、次いで前記軽合金材を鋼材と重ね、前記リベットの頭部と前記鋼材とを一対の電極で挟み、前記電極で前記リベット及び前記鋼材を加圧しつつ前記電極に通電し、前記リベットの軸部と前記鋼材とをスポット溶接することを特徴とする異材接合方法。
【請求項５】
前記請求項１～３のいずれか１項に記載された異材接合用鍛造リベットが軽合金材にかしめ接合され、前記軽合金材が鋼材に重ねられ、前記リベットの軸部と前記鋼材がスポット溶接で接合された異種接合体であり、前記リベットは前記軽合金材に打ち込まれ、前記頭部と突出部との間で前記軽合金材にかしめ接合されたものであり、前記軽合金材と前記第２軸部の間に隙間が形成されていることを特徴とする異材接合体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、異材（鋼材と軽合金材）を接合するために使用される鍛造リベット、及び前記鍛造リベットを使用した異材接合方法、並びに前記接合方法によって得られる異材接合体に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、排気ガス等による地球環境問題に対して、自動車等の輸送機の車体の軽量化による燃費の向上が図られている。また、この軽量化をできるだけ阻害せず、自動車の車体衝突時の安全性を高めるため、自動車の車体構造に対し、従来から使用されている鋼材の一部を、より軽量でエネルギー吸収性にも優れたアルミニウム合金材及びマグネシウム材等の軽合金材の適用が増加しつつある。
【０００３】
自動車の車体等に使用されるアルミニウム合金材は、圧延板材、押出材、又は鍛造材等の形態がある。自動車のルーフ、フード、フェンダー、ドア、トランクリッド等の大型のパネル構造体のアウタパネル及びインナパネル等として、ＡＡ又はＪＩＳ規格の６０００系（Ａｌ－Ｍｇ－Ｓｉ系）、及び５０００系（Ａｌ－Ｍｇ系）等のアルミニウム合金板の使用が検討されている。
これらのアルミニウム合金材は、車体の全ての部分をアルミニウム合金材で構成しない限り、元々汎用されている鋼板又は型鋼等の鋼材（鋼部材）と組み合わせて使用する必要があり、必然的に、アルミニウム合金材と鋼材とを接合する必要がある。

【０００４】
特許文献１～５には、アルミニウム合金材等の軽合金材に鋼製のリベットを予め接合した後、前記リベットの頭部と鋼材とを一対の電極で挟み、通電して、前記リベットの軸部と鋼材をスポット溶接し、軽合金材と鋼材を接合する技術が開示されている。
特許文献１では、鋼製リベットを軽合金材に打ち込み、軸部で前記軽合金材を打抜くと同時に前記リベットを前記軽合金材にかしめ接合し、次いで前記リベットの軸部と前記鋼材とをスポット溶接している。前記リベットの頭部に凹部（環状溝）が形成されている。
【０００５】
特許文献２でも同様に、鋼製リベットを軽合金材に打ち込み、軸部で前記軽合金材を打抜くと同時に前記リベットを前記軽合金材にかしめ接合し、次いで前記リベットの軸部と前記鋼材とをスポット溶接している。前記リベットは、頭部に凹部（環状溝）が形成され、軸部は先端側に向けて横断面積が大きく形成され、さらに、前記リベットの軸部の先端面に突起（盛り上がり部）が形成されている。
特許文献３には、鋼製リベットの軸部の先端の周面に凹部を形成するとともに、このリベットを軽合金材に打ち込んだとき、前記軽合金材に前記凹部に連なる凹部を形成することが記載されている。また、特許文献３には、前記リベットの頭部及び軸部の表面のうち、前記軽合金材に打ち込み後に前記軽合金材と接触する部分に、前記鋼材より高い抵抗を有する皮膜（絶縁層）を形成することが記載されている。
【０００６】
特許文献４では、鋼製リベットを軽合金材に形成した下穴に押し込んで、前記リベットを前記軽合金材にかしめ接合し、次いで前記リベットの軸部と前記鋼材とをスポット溶接している。前記リベットの軸部は、前記下穴の径より小径の先端部と、下穴の径より大きい基端部と、前記先端部と基端部の間の曲面状の縮径部（前記先端部より小径）からなる。
特許文献５では、鋼製リベットを軽合金材に打ち込み、軸部で前記軽合金材を打抜くと同時に前記リベットを前記軽合金材にかしめ接合し、次いで前記リベットの軸部と前記鋼材とをスポット溶接している。前記リベットは、頭部と軸部先端に隆起部を備える。また、特許文献５には、頭部に凹部（環状溝）を形成すること、前記軽合金材に打ち込み後に前記軽合金材と接触する部分に、前記鋼材より高い抵抗を有する皮膜（絶縁層）を形成することが記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特開２００９－２８５６７８号公報
【特許文献２】特開２０１０－２０７８９８号公報
【特許文献３】特開２０１４－５８０号公報
【特許文献４】特開２０１４－１２１７１０号公報
【特許文献５】特開２０１４－１７３６８３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
特許文献１～５に記載された方法においては、所定の溶接強度を得るため、スポット溶接時に溶接電流を効率よく被接合材である鋼材に流して、所定の大きさの溶融ナゲットを形成させる必要がある。この際、リベットから鋼材に向かわずに軽合金材へ流れる、いわゆる分流を防ぐ必要がある。
このため、特許文献２～５には、リベットを通る電流を中央に集めるように、軸部の先端に突起部又は隆起部を設けたリベットが開示され、特許文献３，５には、軽合金材に打ち込み後に軽合金材と接触する部分に絶縁層を設けたリベットが開示されている。
【０００９】
しかし、鋼製リベットを軽合金材に打ち込み、軸部で軽合金材を打抜くと同時にリベッ

トを軽合金材にかしめ接合する場合、打ち込み時にリベットの軸部が軽合金材を剪断しながら打ち込みがなされる。このため、軸部に形成された絶縁層が軸方向に沿って剥がれ、リベットの素地（鋼材）がむき出しになる場合があり、その場合、溶接電流の分流を有効に防止できず、溶融ナゲットが所定のサイズよりも小さくなる場合がある。

【００１０】

特許文献３，５に記載されたとおり、鋼製リベットは切削、研削等の機械加工又は鍛造加工により成形することができる。しかし、特許文献５に記載されているとおり、リベットの生産性、強度、寸法精度の点から、リベットは鍛造加工で、しかも切削や研削等の機械加工を併用することなく成形することが好ましい。このため、特許文献３，５に記載されたリベットはアンダーカット部を有さず、通常の鍛造加工のみで成形容易な断面形状とされている。

【００１１】

一方、特許文献１，２に記載されたリベットは、軸部の先端部側（軽合金材に打ち込んだとき剪断の刃先になる部分）の径が基端部側の径より大きく形成されている。このリベットに特許文献３，５に記載された絶縁層を形成した場合、軸部の先端部より後方側（基端部側）の部分は、リベットの打ち込み時に軽合金材の剪断に直接関与せず、その結果、同部分の絶縁層が剥がれるのを防止できると考えられる。しかし、この種の異材接合用リベットは、一般に極めて小型（後述する実施例参照）で厚みがごく薄いこともあり、このように深いアンダーカット部を有するリベットは、鍛造加工のみで成形することが困難である。このため、素材から製品形状まで切削や研削等の機械加工のみで成形し、又は素材を半製品（ニアネットシェイプ）まで鍛造加工後、前記機械加工を加えて製品化する必要があるという問題がある。

【００１２】

本発明は、素材から製品形状まで鍛造加工で成形され、表面に絶縁層（鋼材より高い抵抗の皮膜）が形成された鋼製の異材接合用リベットを用いることを前提とし、前記リベットを軽合金材に打ち込んだとき、前記リベットに形成した絶縁層が剥がれないようにし、これによりスポット溶接時の分流を防止することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

本発明に係る鋼製の異材接合用鍛造リベットは、板状の頭部と前記頭部から延びる軸部からなり、軽合金材に打ち込まれて前記軸部で前記軽合金材を打抜くと同時に前記軽合金材にかしめ接合され、次いで鋼材とスポット溶接されるリベットであり、前記軸部が、前記頭部から延びる第１軸部と、前記第１軸部の先端部において外周方向に突出する環状の突出部と、前記第１軸部より断面積が小さく、前記突出部からさらに先端方向に延びる第２軸部からなり、前記軸部及び前記頭部のうち前記軽合金材と接する面に、前記鋼材より高い抵抗の皮膜が形成されていることを特徴とする。

本発明において鍛造リベットとは、素材から鍛造加工のみで最終製品形状（ネットシェイプ）まで成形されたリベットを意味する。

本発明において軽合金材とは、アルミニウム、マグネシウムのほか、チタンを含む。

前記リベットは、好ましくは、前記頭部に前記第１軸部を取り囲む環状の溝が形成され、又は／及び前記第２軸部の先端に突起が形成されている。

【００１４】

本発明に係る異材接合方法は、上記異材接合用鍛造リベットを使用して、鋼材と軽合金材とを接合する異材接合方法であり、前記リベットを前記軽合金材に打ち込み、前記軸部で前記軽合金材を打抜くと同時に前記軽合金材にかしめ接合し、次いで前記軽合金材を鋼材と重ね、前記リベットの頭部と前記鋼材とを一対の電極で挟み、前記電極で前記リベット及び前記鋼材を加圧しつつ前記電極に通電し、前記リベットの軸部と前記鋼材とをスポット溶接することを特徴とする。

【００１５】

本発明に係る異材接合体は、前記異材接合用鍛造リベットが軽合金材にかしめ接合され

、前記軽合金材が鋼材に重ねられ、前記リベットの軸部と前記鋼材がスポット溶接で接合されたものである。前記リベットは前記軽合金材に打ち込まれ、前記軸部で前記軽合金材を打抜き、前記頭部と突出部との間で前記軽合金材にかしめ接合されたものであり、前記軽合金材と前記第２軸部の間に隙間が形成されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【００１６】

本発明に係るリベットは、軸部が、頭部から延びる第１軸部と、前記第１軸部の先端部において外周方向に突出する環状の突出部と、前記第１軸部より断面積が小さく、前記突出部からさらに先端方向に延びる第２軸部からなる。この特徴的な形状に基づき、本発明に係るリベットは、アンダーカット部を有するにも関わらず、後述するように、通常の鍛造加工のみで製品形状まで成形することができる。

【００１７】

前記リベットを軽合金材に打ち込むと、前記軽合金材が前記軸部により打ち抜かれ、同時に打抜き穴の周囲の材料が前記頭部と前記突出部の間に塑性流動し、前記リベットが前記軽合金材にかしめ接合される。塑性流動した軽合金材の材料が、前記頭部と前記突出部の間の凹み（第１軸部）に流動し、充填されることから、かしめ接合しやすい。このため、前記突出部が存在しない場合に比べて前記頭部を薄肉化しても、かしめ接合の強度を確保することができる。なお、前記リベットの頭部が薄肉化すると、軽合金材からの頭部の突出高さが減り、異材接合体の外観性を向上させる。

【００１８】

本発明に係るリベットを軽合金材に打ち込むと、前記第１軸部の先端部に形成された環状の突出部が刃先となって前記軽合金材を打抜く。このとき、前記第１軸部（前記突出部より基端部側）は、その輪郭が軸方向視で前記突出部の輪郭の内側に位置するため、前記軽合金材の剪断に直接関与しない。これにより、前記第１軸部（前記突出部より基端部側の部分）の表面から絶縁層が剥がれるのが防止される。その結果、前記リベットを前記軽合金材とかしめ接合した後も、前記軽合金材と接する面に前記鋼材より高い抵抗の皮膜を維持することができ、スポット溶接時の分流を防止することができる。

以上説明した本発明の効果は、鋼材とアルミニウムの接合のほか、鋼材とマグネシウム及び鋼材とチタンの接合においても奏される。

【図面の簡単な説明】

【００１９】

【図１】本発明に係るリベットの一例を示す斜視図である。

【図２】図１に示すリベットのＡ－Ａ断面図（軸中心を通る断面）である。

【図３】図１に示すリベットの鍛造方法を説明する断面図である。

【図４】本発明に係るリベットの打ち込み工程を示す模式図である。

【図５】本発明に係る抵抗スポット溶接工程を示す縦断面図である。

【図６】本発明の実施形態に係る異材接合体を示す縦断面図である。

【図７】本発明に係るリベットの他の例を示す断面図（軸中心を通る断面）である。

【図８】実施例で製造した本発明に係るリベットの断面模式図（ａ），（ｂ）、及び比較例に係るリベットの断面模式図（ｃ），（ｄ）である。

【発明を実施するための形態】

【００２０】

以下、図１～８を参照して、本発明に係る異材接合用鍛造リベット、前記リベットを使用した異材接合方法、並びに前記接合方法によって得られる異材接合体について、より具体的に説明する。

図１，２に示すリベット１は、板状の頭部２と、頭部２から延びる軸部３からなり、実質的に回転体（軸に対し垂直な断面が円形又はドーナツ型）の立体形状を有する。軸部３は、頭部２から直接延びる第１軸部４と、第１軸部４の先端部において外周方向に突出する環状の突出部５と、第１軸部４より断面積が小さく、突出部５からさらに先端方向に延びる第２軸部６からなり、第２軸部６の先端に低い円錐形の突起７が形成されている。

頭部２の第１軸部４側に、第１軸部４を取り囲む環状の溝８が形成されている。

【００２１】

また、リベット１は、頭部２の端面２ａと第２軸部６の端面（突起７の端面を含む）６ａを除いた表面全体に、絶縁層（鋼材より高い抵抗の皮膜）９が形成されている。絶縁層９は、例えば、ディスゴ（登録商標）、ラフレ（登録商標）、ジオメット（登録商標）、ポリエステル系樹脂プレコート、シリコーンエラストマ等の鋼材より高い抵抗率を有する塗料で形成される。なお、絶縁層９は、少なくとも、リベット１を後述する軽合金材に打ち込んだとき、リベット１と前記軽合金材が接する箇所に形成すればよい。

【００２２】

リベット１の本体部分（絶縁層９を除く部分）は、素材から鍛造加工により成形される。鍛造加工の一例を図３を参照して説明すると、まず、素材（鋼板）から単工程又は複数工程の鍛造加工で、図３（ａ）に示すリベット中間製品１１を成形する。リベット中間製品１１は、頭部１２と軸部１３、及び軸部１３の先端の突起１４からなる。頭部１２及び突起１４は、それぞれリベット１の頭部２及び突起７と実質的に同じ形状とされ、軸部１３は、リベット１の第１軸部４と実質的に同じ直径を有し、長さがやや長い。なお、軸部１３は全長が実質的に同じ直径であるが、若干の抜き勾配を有する。

【００２３】

続いて、上下金型１５，１６により、リベット中間製品１１の軸部１３の先端外周部１３ａ（図３（ａ）にドットでマークした箇所）を軸方向に加圧する鍛造加工（一種のヘッディング加工）を行う。この鍛造加工により、前記外周部１３の材料が横方向に流動して（広がって）環状の突出部５が形成され、その跡に、前記第２軸部６が形成され、図３（ｂ）に示すように、製品であるリベット１が形成される。第１軸部４の輪郭は軸方向視で突出部５の輪郭の内側に位置し、第２軸部４の輪郭は軸方向視で第１軸部の輪郭の内側に位置する。リベット中間製品１１に対するこの鍛造加工は自由鍛造で行うことができるため、鍛造加工後のリベット１にはアンダーカット部があるが、複雑な金型構造なし（上下金型１５，１６のみ）で成形することができる。

【００２４】

次に図４，５を参照して、本発明に係る異種接合方法について説明する。

まず、図４（ａ）に示すように、円筒状の下型２１の上に軽合金材２２を載置し、リベット１を下型２１の上方に配置し、上型（ポンチ）２３によりリベット１を軽合金材２２に打ち込む。リベット１は適宜の支持装置により支持した状態で軽合金材２１の上に配置することもできるが、ポンチ２３を帯磁させ、ポンチ２３にリベット１を磁気的に付着させて、軽合金材２２の上に配置することもできる。

【００２５】

ポンチ２３を軽合金材２２に向けて下降させ、リベット１を軽合金材２２に打ち込むと、図４（ｂ）に示すように、軽合金材は軸部３により打ち抜かれ、抜きカス２４が下型２１内に落下し、軸部３の先端部（第２軸部６と突出部５）が軽合金材２２を貫通する。同時に、軽合金材２２に形成された打抜き穴の周囲の材料が、リベット１の頭部２と下型２１の間に挟まれて塑性流動し、リベット１の頭部３に形成された溝８内に入り込み、さらに頭部２と突出部５の間に入り込み、第１軸部４の周囲に密着する。この打ち込みにより、リベット１が軽合金材２２にかしめ接合される。

第１軸部４は突出部５の径より小さく、その輪郭が軸方向視で突出部５の輪郭の内側に位置するため、軸部３が軽合金材を打ち抜くとき、第１軸部４の表面に形成された絶縁層９が、軽合金材２２の打抜き穴の内周で削り取られることが防止される。

【００２６】

リベット１がかしめ接合された軽合金材２２は、抵抗スポット溶接装置に搬入され、鋼材２５の上に重ねられる。このとき、図５に示すように、スポット電極２６，２７の間にリベット１が位置するように、軽合金材２２と鋼材２５が配置される。リベット１の第２軸部６が軽合金材２２を貫通しているので、第２軸部６の先端の突起７と鋼材２５とが接触する。

次いで、上下の電極２６，２７を相互に接近させ、リベット１の頭部２と鋼材２５と挟んで加圧力を作用させ、電極２６，２７間にパルス電流を印加し、リベット１と鋼材２５とを抵抗スポット溶接する。

【００２７】

スポット溶接時、リベット１の軽合金材２２と接する面に、絶縁層９（図２参照）が剥がれずに存在するため、通電電流がリベット１から軽合金材２２に流れる（分流）することなく、リベット１内を流れ、鋼材２５に向かう。また、第２軸部６の先端の突起７と鋼材２５とが接触しているため、通電電流は、前記突起７を中心とした領域を流れ、同領域においてリベット１の第２軸部６と鋼材２５が溶融し、互いに接合される。

【００２８】

図６（ａ）に、リベット接合及びスポット溶接後の軽合金材２２と鋼材２５（異種接合材）を、上下の電極２６，２７と共に示す。リベット１の軽合金材２２と接する面に絶縁層９（図２参照）が存在し、かつ第２軸部６に突起７が形成されていることにより、溶接電流が突起７を中心とした領域に集中し、溶融ナゲット２８が第２軸部６の中心に所定の大きさで形成されやすい。

第２軸部６と軽合金材２２の間に突出部５が存在することにより、軽合金材２２と第２軸部６の間に隙間２９が形成される。この隙間２９が存在することにより、溶接時の熱が、溶融ナゲット２８が形成された第２軸部６から軸部３周辺の軽合金材２２に伝達しにくく、軸部３の周辺の軽合金材２２が過剰に軟化したり、溶融したりすることがなく、その結果、リベット接合強度が低下するのが防止される。

【００２９】

図６（ａ）では、リベット１の軸が電極２６，２７の軸と一致していたが、図６（ｂ）では、リベット１の軸が電極２６，２７の軸からずれている。図６（ｂ）の場合、リベット１及び鋼材２５に対する電極２６，２７の接触位置が、相対的にリベット１の軸からずれて周縁部になり、通電電流はリベット１の周縁部を通って流れる。このため、溶融ナゲット３１がリベット１の第２軸部６の軸からずれた位置（第２軸部６の周縁部）に形成されやすい。しかし、この場合も、軽合金材２２と第２軸部６の間に隙間３２が形成されるため、軸部３の周辺の軽合金材２２が過剰に軟化したり、溶融したりすることがなく、リベット接合強度が低下するのが防止される。

【００３０】

なお、スポット溶接の条件は、通常の鋼材－鋼材の同種材同士の接合に汎用されている条件をそのまま適用できる。換言すると、本発明は、軽合金材－鉄材の異材接合であるにも拘わらず、通常の鋼材－鋼材の同種材同士のスポット接合に汎用されている条件が適用できる。スポット溶接の好ましい条件としては、一対の電極の間の加圧力を１．０～５．０ｋＮの範囲とすることが好ましい。また、電極間電流を５～１５ｋＡの範囲、好ましくは７～８ｋＡの範囲とし、接合部における軽合金材の厚さｔ（ｍｍ）との関係で、２００×ｔ（ｍｓｅｃ）以下の時間、通電することが好ましい。なお、この通電時間を軽合金材の厚さｔに比例させるのは、リベット１にかしめ接合された軽合金材（熱伝導率が高い）を通して逃げる熱を補償して、接合部に一定のサイズのナゲットを形成するためである。

【００３１】

図７に、本発明に係るリベットの他の例を示す。

図７（ａ）のリベット３３は、第１軸部３４の径が先端部ほど大きくなり、浅いアンダーカットが形成されている点で、リベット１と異なり、その他の点ではリベット１と同じである。第１軸部３４の表面がわずかであるが傾斜していることにより、リベット３３と軽合金材のかしめ接合が強化される。

リベット３３を製造するには、まず第１工程として、内面に勾配が付いた割型で素材の軸部の周囲を保持し、この状態で頭部の据え込み鍛造を行い、軸部が傾斜したリベット中間製品（図３に示すリベット中間製品１１参照）を成形する。次いで第２工程として、前記リベット中間製品の軸部の先端外周部に自由鍛造を加えて（図３参照）、突出部３５及び第２軸部３６を成形する。

【００３２】
図７（ｂ）のリベット３７は、頭部３８の上部外周部３８ａが軸部３９側に傾斜し、頭部３８が全体として薄肉化されている点で、リベット１と異なり、その他の点ではリベット１と同じである。頭部３８が薄肉化したことによりリベット３７が軽量化し、頭部３８の上部外周部３８ａが傾斜していることにより、かしめ接合後の軽合金材との段差が小さくなる。
図７（ｃ）のリベット４１は、本発明に係るリベットの基本形であり、頭部４２に第１軸部４３を取り囲む環状の溝がなく、第２軸部４４の先端に突起が形成されていない点で、リベット１と異なり、その他の点ではリベット１と同じである。なお、リベット１に形成された頭部２の溝８は、リベット打ち込み時に軽合金材の材料が流れ込み、かしめ接合の強度を高める作用がある。また、リベットに形成された第２軸部６の突起７は、スポット溶接時の溶接電流を突起７を中心とした領域に集中させ、溶融ナゲットがリベット中心部に形成されやすくする作用がある。
【実施例】
【００３３】
次に、本発明の実施例について、本発明の範囲から外れる比較例と比較して、その効果を説明する。
＜リベットの鍛造加工性＞
軸中心を通る断面のプロファイルが、図８（ａ），（ｂ），（ｃ），（ｄ）に示す形状のリベット（何れも回転体）を、鍛造加工のみで成形を試みた。これらのリベットは、いずれも頭部の直径が１０ｍｍ、頭部上端から軸部先端（突起を除く）までの高さが３．５ｍｍである。（ａ）のリベットは、本発明に係るリベットであり、第１軸部の直径が５．８ｍｍ、第２軸部の直径が４．８ｍｍである。（ｂ）のリベットは、軸部の直径が５．８ｍｍで、直径が軸方向に実質的に変化していない。（ｃ）のリベットは、軸部の径が先端部ほど大きく形成され、軸部の先端部の直径（最大径）が５．８ｍｍである。このリベットの断面形状は、特許文献１，２に記載されたリベットのものと類似する。（ｄ）のリベットは、軸部の中心部が内向きに湾曲して縮径し、下端の直径が５．８ｍｍである。
【００３４】
上記（ａ），（ｂ）のリベットは、鍛造加工のみで問題なく成形するができた。また、頭部の厚み（t_h）は０．８ｍｍ～１．５ｍｍの範囲で、鍛造加工のみで成形できた。
一方、（ｃ），（ｄ）のリベットは、いずれも軸部に深いアンダーカット部があり、鍛造加工のみで目標形状を得ることができなかった。
【００３５】
＜接合強度試験＞
次に、鍛造加工で形成が可能であった上記（ａ），（ｂ）のリベットを用いて接合試験を行った。リベット頭部の厚み（t_h）はそれぞれ０．８ｍｍ、１．２ｍｍのものを準備した。また、上記（ａ），（ｂ）の各リベットの表面に、図２に示すように、ラフレ（登録商標）により絶縁層を形成した。
板厚１．２ｍｍの６０００系アルミニウム合金材に、上記（ａ），（ｂ）の各リベットを打ち込み、アルミニウム合金材にかしめ接合した。
続いて、板厚１．０ｍｍの冷間圧延鋼板（ＳＰＣＣ）に重ね代３０ｍｍで重ねて、リベットと鋼板をスポット溶接し、アルミニウム合金材－鋼材の異材接合体を作成した。溶接条件としては、電極にはクロム銅合金（直径１６ｍｍ、先端面の曲率半径８０ｍｍ）のＤＲ形電極を使用し、リベットと鋼板を一対の電極で挟持した後、加圧力３ｋＮ、溶接電流７０００Ａ、通電時間２００ｍｓｅｃの条件とした。
次にこのスポット溶接後の異材接合体から、スポット溶接部を中心として幅３０ｍｍ×長さ２００ｍｍの継手試験片を切り出し、鋼板とアルミニウム合金板を把持して破断するまで引張試験を行い、引張強度を測定した。破断はスポット溶接部で発生した。
さらに、引張試験と同じように採取した試験片を用いて、アルミニウム合金板を治具により挟持してリベットとの間に回転が生じるまで捻り、トルク（かしめ力）を測定した。

作製した図８（ａ），（ｂ）の各リベットの頭部の厚みと、スポット溶接の溶融ナゲット径、引張強度（接合強度）、及びトルク（かしめ力）を表１に示す。

【００３６】

【表１】

	頭部厚み（mm）	溶融ナゲット直径（mm）	引張強度（ｋＮ）	トルク（N／m）
図８（ａ）のリベット	1.2	3.5	3.5	1.8
	0.8	3.5	3.3	1.8
図８（ｂ）のリベット	1.2	2.5	2.7	1.3
	0.8	2.5	2.4	0.9

【００３７】

表１に示すように、図８（ａ）のリベットを使用したケースでは、頭部が薄肉化されていても高い引張強度（接合強度）を示し、かしめ力（トルク）はほとんど低下していない。

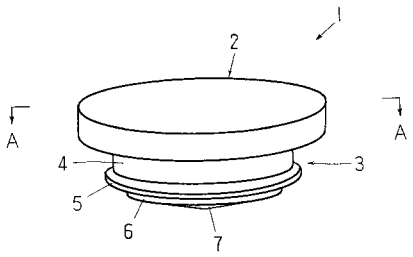
一方、図８（ｂ）のリベットを使用したケースでは、スポット溶接時の分流に起因するとみられる溶融ナゲット径の減少が見られた。引張強度（接合強度）も大幅に低下し、頭部を薄肉化したものでは、かしめ力（トルク）の低下が見られた。

【符号の説明】

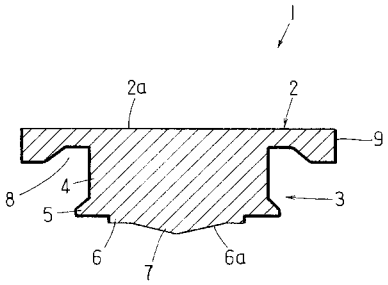
【００３８】

１　異材接合用鍛造リベット
２　頭部
３　軸部
４　第１軸部
５　突出部
６　第２軸部
７　突起
８　溝
９　絶縁層

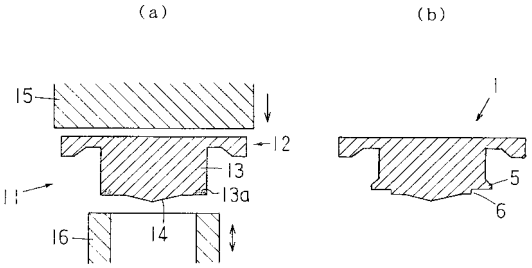
【図１】


1
2
A
A
4
3
5
6
7

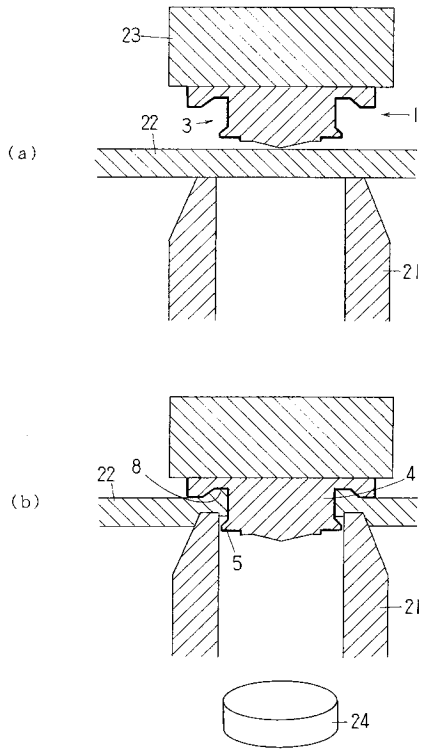
【図２】


1
2a
2
9
8
4
5
3
6
7
6a

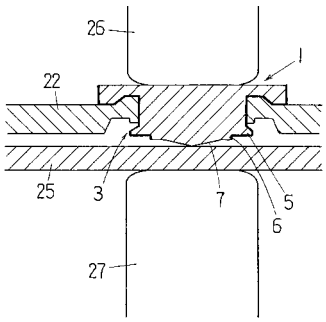
【図３】


(a)
(b)
15
12
13
11
13a
16
14
1
5
6

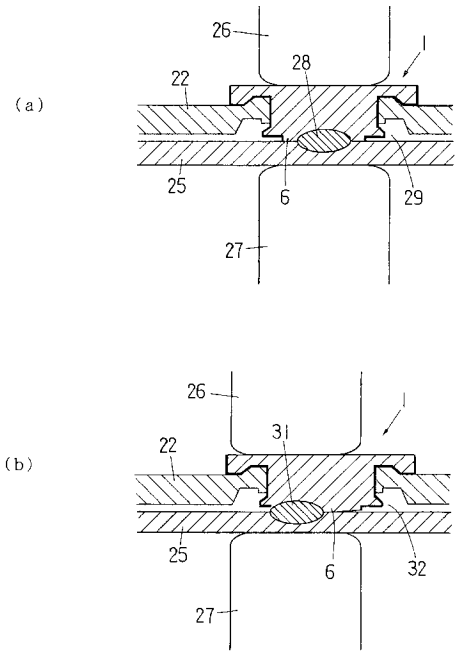
【図４】


(a)
23
22
3
1
21
(b)
22
8
4
5
21
24

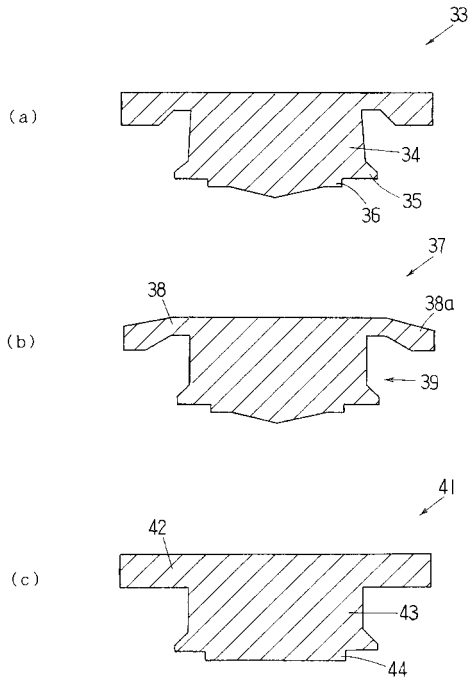
【図５】


26
1
22
25
3
7
5
6
27

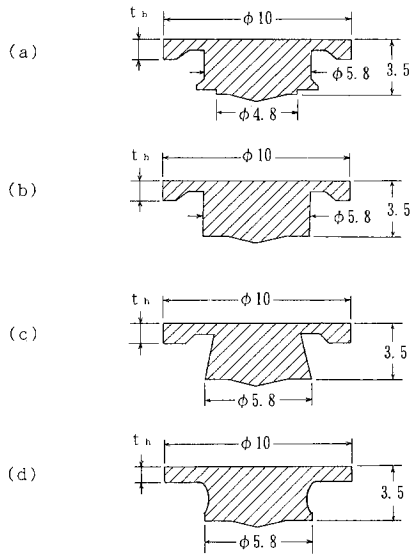
【図６】


(a)
26
28
1
22
25
6
29
27
(b)
26
1
31
22
25
6
32
27

【図７】


(a)
33
34
35
36
(b)
37
38
38a
39
(c)
41
42
43
44

【図８】


(a)
t h
φ10
φ5.8
3.5
φ4.8
(b)
t h
φ10
φ5.8
3.5
(c)
t h
φ10
3.5
φ5.8
(d)
t h
φ10
3.5
φ5.8

【手続補正書】
【提出日】平成28年4月8日(2016.4.8)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
板状の頭部と前記頭部から延びる軸部からなり、軽合金材に打ち込まれて前記軸部で前記軽合金材を打抜くと同時に前記軽合金材にかしめ接合され、次いで鋼材とスポット溶接される鋼製の異材接合用鍛造リベットにおいて、前記軸部が、前記頭部から延びる第１軸部と、前記第１軸部の先端部において外周方向に突出する環状の突出部と、前記第１軸部より断面積が小さく、前記突出部からさらに先端方向に延びる第２軸部からなり、前記軸部及び前記頭部のうち前記軽合金材と接する面に、前記鋼材より高い抵抗の皮膜が形成されていることを特徴とする鋼製の異材接合用鍛造リベット。
【請求項２】
前記頭部に前記第１軸部を取り囲む環状の溝が形成されていることを特徴とする請求項１に記載された異材接合用鍛造リベット。
【請求項３】
前記第２軸部の先端に突起が形成されていることを特徴とする請求項１又は２に記載された異材接合用鍛造リベット。
【請求項４】
前記請求項１～３のいずれか１項に記載された異材接合用鍛造リベットを使用して、鋼材と軽合金材とを接合する異材接合方法であり、前記リベットを前記軽合金材に打ち込み、前記軸部で前記軽合金材を打抜くと同時に前記軽合金材にかしめ接合し、次いで前記軽合金材を鋼材と重ね、前記リベットの頭部と前記鋼材とを一対の電極で挟み、前記電極で前記リベット及び前記鋼材を加圧しつつ前記電極に通電し、前記リベットの軸部と前記鋼材とをスポット溶接することを特徴とする異材接合方法。
【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０００１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０００１】
本発明は、異材（鋼材と軽合金材）を接合するために使用される鍛造リベット、及び前記鍛造リベットを使用した異材接合方法に関する。
【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１５
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００１５】
本発明に係る異材接合方法により得られる異材接合体は、前記異材接合用鍛造リベットが軽合金材にかしめ接合され、前記軽合金材が鋼材に重ねられ、前記リベットの軸部と前記鋼材がスポット溶接で接合されたものである。前記リベットは前記軽合金材に打ち込まれ、前記軸部で前記軽合金材を打抜き、前記頭部と突出部との間で前記軽合金材にかしめ接合されたものであり、前記軽合金材と前記第２軸部の間に隙間が形成されている。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
Ｆ１６Ｂ　5/04	***(2006.01)***	Ｆ１６Ｂ　5/04	Ａ	
Ｆ１６Ｂ　19/05	***(2006.01)***	Ｆ１６Ｂ　19/05		
Ｆ１６Ｂ　19/06	***(2006.01)***	Ｆ１６Ｂ　19/06		