

(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2010-51974

(P2010-51974A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 1 D 39/06 (2006.01)	B 2 1 D 39/06	3 H 0 1 3
B 2 1 D 39/20 (2006.01)	B 2 1 D 39/20	C
F 1 6 L 13/14 (2006.01)	F 1 6 L 13/14	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2008-216568 (P2008-216568)	(71) 出願人	000002004 昭和電工株式会社 東京都港区芝大門1丁目13番9号
(22) 出願日	平成20年8月26日(2008.8.26)	(74) 代理人	100109911 弁理士 清水 義仁
		(74) 代理人	100071168 弁理士 清水 久義
		(74) 代理人	100099885 弁理士 高田 健市
		(72) 発明者	小久保 貞男 栃木県小山市犬塚1丁目480番地 昭和 電工株式会社小山事業所内
		(72) 発明者	川田 齊礼 栃木県小山市犬塚1丁目480番地 昭和 電工株式会社小山事業所内

最終頁に続く

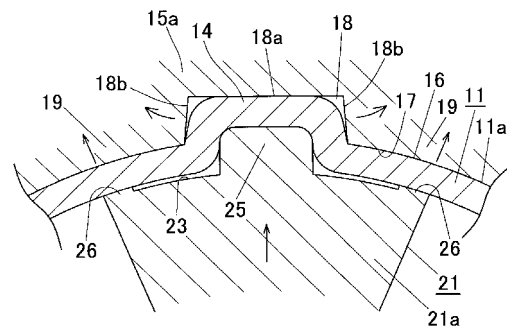
(54) 【発明の名称】 パイプと被接合部材との接合方法

(57) 【要約】

【課題】 パイプと被接合部材との接合強度を向上させるパイプと被接合部材との接合方法を提供する。

【解決手段】 接合方法は、被接合部材15の挿通孔16内にパイプ11を挿通し、その後、パイプ11の中空部13内に配置されたダイ21の各ダイセグメント21aでパイプ11の挿通孔16内への挿通部分12aをパイプの半径外方向に押圧することにより、パイプ11の挿通部分12aをエキスパンド加工し、これによりパイプ11に被接合部材15を接合する方法である。被接合部材11の挿通孔16の内周面17に係合溝部18が設けられている。エキスパンド加工の途中において、被接合部材15の係合溝部18の両側部分19,19をパイプ11を介してダイセグメント21aでパイプ11の半径外方向に押圧することにより弾性的に拡開された係合溝部18に、パイプ11の係合溝部対応部分14を押し込む。

【選択図】 図3 B



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周方向に複数個のダイセグメントに分割されたエキスパンド加工用ダイを用い、
被接合部材に設けられた挿通孔内にパイプが挿通された状態で、前記パイプの中空部内に配置された前記ダイの各ダイセグメントで前記パイプの挿通孔内への挿通部分を前記パイプの半径外方向に押圧することにより、前記パイプの前記挿通部分をエキスパンド加工し、これにより前記パイプに前記被接合部材を接合する、パイプと被接合部材との接合方法であって、

被接合部材の挿通孔の内周面には、係合溝部が設けられており、

パイプの挿通部分をエキスパンド加工する途中において、被接合部材の係合溝部の両側部分をパイプを介してダイセグメントでパイプの半径外方向に押圧することにより弾性的に拡開された係合溝部に、パイプの係合溝部対応部分を押し込むことを特徴とするパイプと被接合部材との接合方法。

10

【請求項 2】

パイプの係合溝部対応部分をダイセグメントに設けられた押込み凸部でパイプの半径外方向に押圧して係合溝部に押し込む請求項 1 記載のパイプと被接合部材との接合方法。

【請求項 3】

パイプの係合溝部対応部分が係合溝部の底面に当接する前に、被接合部材の係合溝部の両側部分をそれぞれパイプを介してダイセグメントに設けられた押圧凸部でパイプの半径外方向に押圧することにより係合溝部を拡開させる請求項 1 又は 2 記載のパイプと被接合部材との接合方法。

20

【請求項 4】

パイプの係合溝部対応部分が係合溝部の底面に当接する前に、被接合部材の係合溝部の両側部分をそれぞれパイプを介してダイセグメントに設けられた押圧凸部でパイプの半径外方向に押圧することにより係合溝部を弾性的に拡開させるとともに、

パイプの係合溝部対応部分をダイセグメントに設けられた押込み凸部でパイプの半径外方向に押圧して係合溝部に押し込み、

パイプの肉厚を t 、

係合溝部の幅を b_1 、

押込み凸部の幅を b_2 とするとき、

30

b_1 と b_2 が次式 (1) を満足している請求項 1 記載のパイプと被接合部材との接合方法。

$$0.8b_1 - 2t \leq b_2 \leq 1.5b_1 - 2t \quad \cdots (1)$$

【請求項 5】

係合溝部の深さを h_1 、

押込み凸部の突出高さを h_2 、

押圧凸部の突出高さを h_3 とするとき、

h_1 と h_2 と h_3 が次式 (2) 及び (3) を満足している請求項 4 記載のパイプと被接合部材との接合方法。

$$h_1 \leq h_2 + t \quad \cdots (2)$$

40

$$h_3 \leq h_2 \quad \cdots (3)$$

【請求項 6】

係合溝部は、軸方向に延びたものである請求項 1～5 のいずれかに記載のパイプと被接合部材との接合方法。

【請求項 7】

周方向に複数個のダイセグメントに分割されたエキスパンド加工用ダイを備え、

被接合部材に設けられた挿通孔内にパイプが挿通された状態で、前記パイプの中空部内に配置された前記ダイの各ダイセグメントで前記パイプの挿通孔内への挿通部分を前記パイプの半径外方向に押圧することにより、前記パイプの前記挿通部分をエキスパンド加工し、これにより前記パイプに前記被接合部材を接合する、パイプと被接合部材との接合装

50

置であって、

被接合部材の挿通孔の内周面には、係合溝部が設けられており、

被接合部材の係合溝部の両側部分をパイプを介してダイセグメントでパイプの半径外方向に押圧することにより弾性的に拡開された係合溝部に、パイプの係合溝部対応部分を押し込むように、パイプの挿通部分をエキスパンド加工するものとなされていることを特徴とするパイプと被接合部材との接合装置。

【請求項 8】

ダイセグメントは、パイプの係合溝部対応部分を押圧して係合溝部に押し込む押込み凸部を有している請求項 7 記載のパイプと被接合部材との接合装置。

【請求項 9】

ダイセグメントは、パイプの係合溝部対応部分が係合溝部の底面に当接する前に、被接合部材の係合溝部の両側部分をそれぞれパイプを介してパイプの半径外方向に押圧することにより係合溝部を弾性的に拡開させる押圧凸部を有している請求項 7 又は 8 記載のパイプと被接合部材との接合装置。

【請求項 10】

ダイセグメントは、パイプの係合溝部対応部分を押圧して係合溝部に押し込む押込み凸部と、パイプの係合溝部対応部分が係合溝部の底面に当接する前に、被接合部材の係合溝部の両側部分をパイプを介してパイプの半径外方向に押圧することにより係合溝部を弾性的に拡開させる押圧凸部と、を有しており、

パイプの肉厚を t 、

係合溝部の幅を b_1 、

押込み凸部の幅を b_2 とするとき、

b_1 と b_2 が次式 (1) を満足している請求項 7 記載のパイプと被接合部材との接合装置。

$$0.8b_1 - 2t \leq b_2 \leq 1.5b_1 - 2t \quad \cdots (1)$$

【請求項 11】

係合溝部の深さを h_1 、

押込み凸部の突出高さを h_2 、

押圧凸部の突出高さを h_3 とするとき、

h_1 と h_2 と h_3 が次式 (2) 及び (3) を満足している請求項 10 記載のパイプと被接合部材との接合装置。

$$h_1 \leq h_2 + t \quad \cdots (2)$$

$$h_3 \leq h_2 \quad \cdots (3)$$

【請求項 12】

係合溝部は、軸方向に延びたものである請求項 7 ～ 11 のいずれかに記載のパイプと被接合部材との接合装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パイプと被接合部材（例：ブラケットやフランジ）との接合方法及び接合装置に関する。

【背景技術】

【0002】

被接合部材に設けられた挿通孔内にパイプを挿通し、その後、パイプの挿通孔内への挿通部分をエキスパンド加工（拡管加工）することにより、パイプに被接合部材を接合する方法は、従来より知られている。この接合方法によってパイプに被接合部材が接合された接合構造体が製作される。

【0003】

この接合方法において、接合構造体のスリップトルクを向上させる方法として次の方法が知られている。すなわち、被接合部材の挿通孔の内周面に、軸方向に延びた係合溝部を

10

20

30

40

50

予め設けておき、この係合溝部にパイプの係合溝部対応部分を押し込むようにパイプの挿通部分をエキスパンド加工する。これによりスリップトルクが向上する。

【0004】

エキスパンド加工方法としては、電磁成形による拡管方法や、あるいは圧力媒体（液体、気体、ゴム等）による拡管方法が知られており（例えば特許文献1参照）、さらに、エキスパンド加工用ダイを用いた拡管方法も知られている（例えば特許文献2～4参照）。ダイとしては、周方向に複数のダイセグメントに分割されたものが用いられている。

【特許文献1】特開平7-116751号公報

【特許文献2】特開平1-125506号公報

【特許文献3】特開平2000-326028号公報

【特許文献4】特開平7-226030号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

而して、電磁成形による拡管方法あるいは圧力媒体による拡管方法には幾つかの欠点があった。この欠点について図14A～14Cを参照して説明すると次のとおりである。

【0006】

これらの図において、115は被接合部材であり、111は断面円形状のパイプである。図14B及び14Cに示すように、被接合部材115は挿通孔116を有するとともに、挿通孔116の内周面117には軸方向に延びた複数の係合溝部118が形成されている。また図14Aに示すように、被接合部材115の挿通孔116の周縁部には、挿通孔116を包囲する態様にして短円筒状の座部115aが一体形成されている。そして、図14A及び14Bに示すように、パイプ111が被接合部材115の挿通孔116内に挿通されており、更にこの状態で、パイプ111の挿通孔116内への挿通部分112aが、パイプ111の中空部113内に充填された圧力媒体130によってパイプ111の半径外方向に加圧されることで、パイプ111の挿通部分112aがエキスパンド加工され、これによりパイプ111に被接合部材115が接合され、もって接合構造体S2が製作される。この接合方法では、図14Cに示すように、パイプ111が被接合部材115の係合溝部118の両エッジ部118d、118dで剪断変形してその肉厚が局部的に薄くなるため、パイプ111に対する被接合部材115のねじり強度（スリップトルク）が低下するという欠点があった。さらに、この接合方法では、図14Aに示すように、パイプ111におけるエキスパンド加工をしない部分を、エキスパンド加工されないように拘束治具120で拘束する必要があるため、拘束治具120などについてコストが高つくという欠点があった。

【0007】

また一般に、パイプと被接合部材との接合強度について高い強度が必要とされる。しかしながら、従来の接合方法では、パイプと被接合部材との接合強度が不足する場合があった。

【0008】

本発明は、上述した技術背景に鑑みてなされたもので、その目的は、パイプと被接合部材との接合強度を向上させることができるパイプと被接合部材との接合方法及び接合装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は以下の手段を提供する。

【0010】

[1] 周方向に複数のダイセグメントに分割されたエキスパンド加工用ダイを用い

、被接合部材に設けられた挿通孔内にパイプが挿通された状態で、前記パイプの中空部内に配置された前記ダイの各ダイセグメントで前記パイプの挿通孔内への挿通部分を前記パ

10

20

30

40

50

パイプの半径外方向に押圧することにより、前記パイプの前記挿通部分をエキスパンド加工し、これにより前記パイプに前記被接合部材を接合する、パイプと被接合部材との接合方法であって、

被接合部材の挿通孔の内周面には、係合溝部が設けられており、

パイプの挿通部分をエキスパンド加工する途中において、被接合部材の係合溝部の両側部分をパイプを介してダイセグメントでパイプの半径外方向に押圧することにより弾性的に拡開された係合溝部に、パイプの係合溝部対応部分を押し込むことを特徴とするパイプと被接合部材との接合方法。

【0011】

〔2〕 パイプの係合溝部対応部分をダイセグメントに設けられた押込み凸部でパイプの半径外方向に押圧して係合溝部に押し込む前項1記載のパイプと被接合部材との接合方法。

10

【0012】

〔3〕 パイプの係合溝部対応部分が係合溝部の底面に当接する前に、被接合部材の係合溝部の両側部分をそれぞれパイプを介してダイセグメントに設けられた押圧凸部でパイプの半径外方向に押圧することにより係合溝部を拡開させる前項1又は2記載のパイプと被接合部材との接合方法。

【0013】

〔4〕 パイプの係合溝部対応部分が係合溝部の底面に当接する前に、被接合部材の係合溝部の両側部分をそれぞれパイプを介してダイセグメントに設けられた押圧凸部でパイプの半径外方向に押圧することにより係合溝部を弾性的に拡開させるとともに、

20

パイプの係合溝部対応部分をダイセグメントに設けられた押込み凸部でパイプの半径外方向に押圧して係合溝部に押し込み、

パイプの肉厚を t 、

係合溝部の幅を b_1 、

押込み凸部の幅を b_2 とするとき、

b_1 と b_2 が次式(1)を満足している前項1記載のパイプと被接合部材との接合方法

。

$$0.8b_1 - 2t \leq b_2 \leq 1.5b_1 - 2t \quad \cdots (1)$$

【0014】

30

〔5〕 係合溝部の深さを h_1 、

押込み凸部の突出高さを h_2 、

押圧凸部の突出高さを h_3 とするとき、

h_1 と h_2 と h_3 が次式(2)及び(3)を満足している前項4記載のパイプと被接合部材との接合方法。

$$h_1 \leq h_2 + t \quad \cdots (2)$$

$$h_3 \leq h_2 \quad \cdots (3)$$

【0015】

〔6〕 係合溝部は、軸方向に延びたものである前項1～5のいずれかに記載のパイプと被接合部材との接合方法。

40

【0016】

〔7〕 周方向に複数のダイセグメントに分割されたエキスパンド加工用ダイを備え、

被接合部材に設けられた挿通孔内にパイプが挿通された状態で、前記パイプの中空部内に配置された前記ダイの各ダイセグメントで前記パイプの挿通孔内への挿通部分を前記パイプの半径外方向に押圧することにより、前記パイプの前記挿通部分をエキスパンド加工し、これにより前記パイプに前記被接合部材を接合する、パイプと被接合部材との接合装置であって、

被接合部材の挿通孔の内周面には、係合溝部が設けられており、

被接合部材の係合溝部の両側部分をパイプを介してダイセグメントでパイプの半径外方

50

向に押圧することにより弾性的に拡開された係合溝部に、パイプの係合溝部対応部分を押し込むように、パイプの挿通部分をエキスパンド加工するものとなされていることを特徴とするパイプと被接合部材との接合装置。

【0017】

〔8〕 ダイセグメントは、パイプの係合溝部対応部分を押圧して係合溝部に押し込む押込み凸部を有している前項7記載のパイプと被接合部材との接合装置。

【0018】

〔9〕 ダイセグメントは、パイプの係合溝部対応部分が係合溝部の底面に当接する前に、被接合部材の係合溝部の両側部分をそれぞれパイプを介してパイプの半径外方向に押圧することにより係合溝部を弾性的に拡開させる押圧凸部を有している前項7又は8記載のパイプと被接合部材との接合装置。

10

【0019】

〔10〕 ダイセグメントは、パイプの係合溝部対応部分を押圧して係合溝部に押し込む押込み凸部と、パイプの係合溝部対応部分が係合溝部の底面に当接する前に、被接合部材の係合溝部の両側部分をパイプを介してパイプの半径外方向に押圧することにより係合溝部を弾性的に拡開させる押圧凸部と、を有しており、

パイプの肉厚を t 、

係合溝部の幅を b_1 、

押込み凸部の幅を b_2 とすると、

b_1 と b_2 が次式(1)を満足している前項7記載のパイプと被接合部材との接合装置

20

。

$$0.8b_1 - 2t \leq b_2 \leq 1.5b_1 - 2t \quad \cdots (1)$$

【0020】

〔11〕 係合溝部の深さを h_1 、

押込み凸部の突出高さを h_2 、

押圧凸部の突出高さを h_3 とすると、

h_1 と h_2 と h_3 が次式(2)及び(3)を満足している前項10記載のパイプと被接合部材との接合装置。

$$h_1 \leq h_2 + t \quad \cdots (2)$$

$$h_3 \leq h_2 \quad \cdots (3)$$

30

【0021】

〔12〕 係合溝部は、軸方向に延びたものである前項7～11のいずれかに記載のパイプと被接合部材との接合装置。

【発明の効果】

【0022】

本発明は以下の効果を奏する。

【0023】

なお本明細書では、パイプに被接合部材が接合された状態において、パイプの周方向の荷重に対するパイプと被接合部材との接合強度を「ねじり強度」といい、パイプの軸方向の荷重に対するパイプと被接合部材との接合強度を「抜け強度」という。

40

【0024】

〔1〕の発明では、パイプの挿通部分をエキスパンド加工する途中において、弾性的に拡開された係合溝部にパイプの係合溝部対応部分を押し込むことにより、係合溝部にパイプの係合溝部対応部分が係合される。これにより、パイプと被接合部材との接合強度が向上する。そして、エキスパンド加工を終了するためにパイプの挿通部分を各ダイセグメントで押圧するのをやめると、係合溝部がその弾性復元力によって元の形状に戻り、これに伴い、係合溝部に押し込まれたパイプの係合溝部対応部分が係合溝部の両内側面の間で挟着保持される。これにより、パイプと被接合部材との接合強度を更に向上させることができる。

【0025】

50

〔２〕の発明では、パイプの係合溝部対応部分を係合溝部に確実に押し込むことができる。

【００２６】

〔３〕の発明では、係合溝部を確実に拡開させることができる。

【００２７】

〔４〕の発明では、上記〔２〕及び〔３〕の発明の効果を奏するし、さらに、係合溝部に押し込まれたパイプの係合溝部対応部分が係合溝部の両内側面の間で確実に挟着保持される。これにより、パイプと被接合部材との接合強度を確実に向上させることができる。

【００２８】

〔５〕の発明では、パイプの係合溝部対応部分を係合溝部に更に確実に押し込むことができるし、係合溝部を更に確実に拡開させることができる。

【００２９】

〔６〕の発明では、係合溝部が軸方向に延びたものであることから、この係合溝部にパイプの係合溝部対応部分を押し込むことにより、この係合溝部にパイプの係合溝部対応部位が周方向に係合される。これにより、パイプと被接合部材との接合強度として特にねじり強度（スリプトルク）を向上させることができる。

【００３０】

〔７〕～〔１２〕の発明では、それぞれ上記〔１〕～〔６〕の発明に好適に用いられるパイプと被接合部材との接合装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３１】

次に、本発明の一実施形態について図面を参照して以下に説明する。

【００３２】

図１Ａ～５は、本発明の実施形態を説明する図である。図１Ａにおいて、２０は本実施形態に係るパイプと被接合部材との接合装置である。

【００３３】

図１Ａ～１Ｃに示すように、パイプ１１は真直な丸パイプであり、したがってパイプ１１の断面形状は円形状である。パイプ１１は弾性変形及び塑性変形可能な材料からなり、例えば金属からなり、詳述すると例えばアルミニウム（その合金を含む。以下同じ）やマグネシウム合金からなる。さらに、パイプ１１は押出材からなり、例えば金属押出材からなり、詳述すると例えばアルミニウム押出材やマグネシウム合金押出材からなる。Ｚはパイプ１１の中心軸である。

【００３４】

パイプ１１の長さは例えば５０～２０００ｍｍの範囲内に設定されており、その外径は例えば２０～１００ｍｍの範囲内に設定されており、その肉厚 t は例えば０．５～５ｍｍの範囲内に設定されている。ただし本発明では、パイプ１１の各寸法は上記の範囲内であることに限定されるものではない。

【００３５】

被接合部材１５は、例えば、他の部材に取り付けられるフランジやブラケットとして用いられるか、あるいはカムローブとして用いられるものである。ただし本発明では、被接合部材１５は、フランジ、ブラケット又はカムローブであることに限定されるものではなく、その他の部材であっても良い。

【００３６】

被接合部材１５は、弾性変形可能な材料からなり、例えば金属からなり、詳述するとアルミニウムやマグネシウム合金からなる。被接合部材１５は板状であり、詳述すると円環板状である。被接合部材１５の中央部には、パイプ１１が挿通される挿通孔１６が設けられている。この挿通孔１６の断面形状は、パイプ１１の断面形状に対応した形状であり、即ち円形状である。

【００３７】

さらに、被接合部材１５の挿通孔１６の周縁部には、挿通孔１６を包囲する態様にして

10

20

30

40

50

短円筒状の座部 15 a がパイプ 11 の軸方向の片側に突出して一体形成されている。この座部 15 a は、被接合部材 15 の挿通孔 16 の周縁部をその全周に亘って短円筒状にプレス曲げ加工することにより、形成されたものである。

【0038】

被接合部材 15 の挿通孔 16 の直径は、パイプ 11 の外径よりも例えば 0.1 ~ 1 mm 程度大きく設定されている。したがって、図 1 C に示すように、被接合部材 15 の挿通孔 16 内にパイプ 11 が挿通された状態では、被接合部材 15 の挿通孔 16 の内周面 17 とパイプ 11 の外周面 11 a との間に、挿通孔 16 の直径とパイプ 11 の外径との寸法差に対応した小さな隙間が形成される。被接合部材 15 の肉厚は例えば 1 ~ 20 mm の範囲内に設定されている。ただし本発明では、被接合部材 15 の各寸法は上記の範囲内であることに限定されるものではない。

10

【0039】

さらに、被接合部材 15 の挿通孔 16 の内周面 17 には、挿通孔 16 の軸方向に延びた複数個の係合溝部 18 がその周方向に等間隔に形成されている。係合溝部 18 の個数は例えば 8 個である。図 1 C に示すように、係合溝部 18 の断面形状は方形状であり、更に、係合溝部 18 の底面 18 a は挿通孔 16 の半径方向に対して垂直な平坦面に形成されている。

【0040】

図 4 A ~ 4 C に示すように、本実施形態の接合構造体 S1 は、被接合部材 15 の挿通孔 16 内にパイプ 11 が挿通された状態で、パイプ 11 の挿通孔 16 内への挿通部分 12 a とその軸方向両側近傍部分 12 b、12 b とからなるエキスパンド加工対象部 12 がエキスパンド加工（拡管加工）されることにより、パイプ 11 に被接合部材 15 が固定状態に接合されてなるものである。

20

【0041】

さらに、図 4 A に示すように、このエキスパンド加工によって、パイプ 11 の両近傍部分 12 b、12 b には、それぞれ外側に局部的に膨出した断面円弧状の抜止め用膨出部 B1 が形成されている。各膨出部 B1 はパイプ 11 の周方向の全周に亘って形成されている。被接合部材 15 は、両膨出部 B1、B1 間でパイプ 11 の軸方向に挟まれた状態にパイプ 11 に接合されており、これによりパイプ 11 に対する被接合部材 15 の抜け強度が向上されている。すなわち、この膨出部 B1 は、パイプ 11 に対する被接合部材 15 の抜止めを図るためのものである。さらに、パイプ 11 の挿通部分 12 a にも外側に少し膨出した膨出部 B2 がパイプ 11 の周方向の全周に亘って形成されており、この膨出部 B2 の外周面に被接合部材 15 の挿通孔 16 の内周面 17 が圧接している（図 4 参照）。

30

【0042】

さらに、図 4 B 及び 4 C に示すように、このエキスパンド加工によって、被接合部材 15 の各係合溝部 18 にパイプ 11 の係合溝部対応部分 14 が押し込まれて周方向に係合されており、これにより、パイプ 11 に対する被接合部材 15 のねじり強度（スリップトルク）が向上されている。さらに、係合溝部 18 に押し込まれたパイプ 11 の係合溝部対応部分 14 は、係合溝部 18 の両内側面 18 b、18 b の間で挟着保持されており、これにより、パイプ 11 に対する被接合部材 15 のねじり強度が更に向上されている。

40

【0043】

なお、全ての膨出部 B1、B1、B2 は、エキスパンド加工によってパイプ 11 のエキスパンド加工対象部 12 が外側に膨出状に塑性変形されて形成されたものである。さらに、被接合部材 15 は、自己の弾性復元力（スプリングバック力）によってパイプ 11 の外周面 11 a に圧接固定されている。

【0044】

次に、本実施形態に係る接合装置 20 の構成について以下に説明する。

【0045】

接合装置 20 は、図 1 A 及び 1 B に示すように、エキスパンド加工用ダイ 21、棒状のマンドレル 28などを備えている。

50

【0046】

マンドレル28は、工具鋼や超硬合金製の楔部28aを有している。この楔部28aはマンドレル28の先端部に先細り状に形成されている。楔部28aは、円錐状又は多角錐状であり、詳述すると正八角錐状である。したがって、楔部28aの断面形状は八角形状である（図1B参照）。

【0047】

また、マンドレル28の基端部には、該マンドレル28をその軸方向に押圧移動又は牽引移動させるマンドレル駆動手段（図示せず）が接続されている。本実施形態では、マンドレル駆動手段は、マンドレル28をその軸方向に押圧移動させるものである。この駆動手段として、例えば、油圧シリンダ等の流体圧シリンダが用いられている。

10

【0048】

ダイ21は、パイプ11よりも高い強度を有しており、例えば工具鋼や超硬合金製である。

【0049】

ダイ21の断面形状は、図1Bに示すように、パイプ11の中空部13の断面形状に対応した形状であり、即ち円形状である。詳述すると、ダイ21は略円柱状に形成されている。

【0050】

ダイ21の中心部には、マンドレル28の楔部28aに対応する楔孔部24がダイ21の中心軸Qと同軸に且つダイ21の軸方向に貫通して設けられている。この楔孔部24の形状は、マンドレル28の楔部28aに対応する形状であり、即ち八角錐状であり、詳述すると正八角錐状である。また、楔孔部24の断面形状は、マンドレル28の楔部28aの断面形状に対応した形状であり、即ち八角形状であり、詳述すると正八角形状である。

20

【0051】

さらに、図1Bに示すように、このダイ21は、その中心軸Qを中心に周方向に複数個のダイセグメント21aに均等に分割されており、すなわち楔孔部28aを中心に周方向に複数個のダイセグメント21aに均等に分割されている。本実施形態では、ダイ21の分割数は8個である。したがって、このダイ21は、互いに同形同寸の8個のダイセグメント21aが互いに組み合わされて構成されたものである。

【0052】

30

ダイセグメント21aは、パイプ11の中空部13内に配置された状態でパイプ11のエキスパンド加工対象部12をパイプ11の半径外方向に押圧して局部的に膨出させるものである。

【0053】

各ダイセグメント21aは、図1Cに示すように、ダイ21の軸方向に延びた1個の押込み凸部25と、押込み凸部25の両側に配置されるとともに軸方向に延びた2個の押圧凸部26、26とを有している。

【0054】

押込み凸部25は、パイプ11の係合溝部対応部分14を押圧して係合溝部18に押し込むためのものである。この押込み凸部25の断面形状は、係合溝部18の断面形状に対応した形状であり、即ち方形形状である。そして、この押込み凸部25は、ダイセグメント21aの外周面23における周方向中間部に、ダイ21の軸方向に延びるとともにパイプ11の半径外方向（即ちダイ21の半径外方向）に局部的に突出して一体形成されている。なお本明細書では、ダイセグメント21aの外周面23とは、ダイセグメント21aのパイプ11側に向いた面を意味する。

40

【0055】

2個の押圧凸部26、26は互いに同形同寸である。両押圧凸部26、26は、パイプ11の係合溝部対応部分14が係合溝部18の底面18aに当接する前に、被接合部材15の係合溝部18の両側部分19、19をパイプ11を介してパイプ11の半径外方向に押圧することにより係合溝部18を弾性的に拡開させるためのものである（図3B参照）

50

。押圧凸部 2 6 の断面形状は方形状である。そして、押圧凸部 2 6 は、ダイセグメント 2 1 a の外面 2 3 における周方向両端部にそれぞれダイ 2 1 の軸方向に延びて一体形成されている。

【0056】

さらに、ダイセグメント 2 1 a は、図 1 A に示すように、パイプ 1 1 の前記両近傍部分 1 2 b、1 2 b をパイプ 1 1 の半径外方向に局部的に押圧する 2 個の第 2 押圧凸部 2 2、2 2 を有している。この第 2 押圧凸部 2 2 は、パイプ 1 1 の前記近傍部分 1 2 b に抜止め用膨出部 B 1 を形成するためのものである。この第 2 押圧凸部 2 2 の断面形状は円弧状である。そして、この第 2 押圧凸部 2 2 は、ダイセグメント 2 1 a の外面 2 3 における軸方向両端部に、それぞれ、周方向に延びるとともにパイプ 1 1 の半径外方向（即ちダイ 2 1 の半径外方向）に局部的に突出して一体形成されている。

10

【0057】

そして、この接合装置 2 0 は、被接合部材 1 5 の係合溝部 1 8 の両側部分 1 9、1 9 をパイプ 1 1 を介してダイセグメント 2 1 a の両押圧凸部 2 6、2 6 でパイプ 1 1 の半径外方向に押圧することにより弾性的に拡開された係合溝部 1 8 に、ダイセグメント 2 1 a の押込み凸部 2 5 でパイプ 1 1 の係合溝部対応部分 1 4 を押し込むように、パイプ 1 1 の挿通部分 1 2 a をエキスパンド加工するものとなされている。

【0058】

次に、この接合装置 2 0 を用いたパイプ 1 1 と被接合部材 1 5 との接合方法について、以下に説明する。

20

【0059】

まず、図 1 A ～ 1 C に示すように、パイプ 1 1 を被接合部材 1 5 の挿通孔 1 6 内に遊挿状態に挿通する。この工程を「パイプ挿通工程」という。この工程により、被接合部材 1 5 の座部 1 5 a がパイプ 1 1 の外周面 1 1 a に少し隙間を空けて重合される。

【0060】

さらに、パイプ 1 1 の中空部 1 3 内における被接合部材 1 5 に対応する位置に、ダイ 2 1 を配置する。

【0061】

その後、マンドレル 2 8 の楔部 2 8 a をダイ 2 1 の楔孔部 2 4 内に差し込むことにより、ダイ 2 1 の各ダイセグメント 2 1 a をパイプ 1 1 の半径外方向に同時に移動させる。これにより、図 3 A 及び 3 B に示すように、各ダイセグメント 2 1 a でパイプ 1 1 の挿通部分 1 2 a と両近傍部分 1 2 b、1 2 b とからなるエキスパンド加工対象部 1 2 をパイプ 1 1 の半径外方向に押圧し、パイプ 1 1 のエキスパンド加工対象部 1 2（即ち挿通部分 1 2 a と両近傍部分 1 2 b、1 2 b）をエキスパンド加工する。この工程を「エキスパンド加工工程」という。この工程により、図 4 A 及び 4 B に示すように、パイプ 1 1 に被接合部材 1 5 が固定状態に接合される。

30

【0062】

このエキスパンド加工の途中では、図 2 A 及び 2 B に示すように、まず、ダイ 2 1 のダイセグメント 2 1 a が半径外方向に移動することにより、パイプ 1 1 の係合溝部対応部分 1 4 がダイセグメント 2 1 a の押込み凸部 2 5 でパイプ 1 1 の半径外方向に押圧されて係合溝部 1 8 に少し押し込まれる。

40

【0063】

引き続きダイセグメント 2 1 a を移動させることにより、パイプ 1 1 の係合溝部対応部分 1 4 が係合溝部 1 8 の底面 1 8 a に当接する前に、被接合部材 1 5 の係合溝部 1 8 の両側部分 1 9、1 9 がパイプ 1 1 を介してダイセグメント 2 1 a の両押圧凸部 2 6、2 6 で半径外方向に同時に押圧される。更に引き続きダイセグメント 2 1 a を移動させることにより、図 3 A 及び 3 B に示すように、被接合部材 1 5 の係合溝部 1 8 が弾性的に拡開される。このように係合溝部 1 8 が拡開されながら、当該係合溝部 1 8 にパイプ 1 1 の係合溝部対応部分 1 4 が押込み凸部 2 5 によって深く押し込まれて係合溝部 1 8 の底面 1 8 a に密着する。

50

【0064】

パイプ11の挿通部分12aと両近傍部分12b、12bとにそれぞれ所定の膨出量の膨出部B2、B1、B1が形成されたとき、エキスパンド加工を終了するためにマンドレル28の楔部28aをダイ21の楔孔部24から拔出し、パイプ11のエキスパンド加工対象部12（即ち挿通部分12aと両近傍部分12b、12b）を各ダイセグメント21aで押圧するのをやめる。すると、図4A～4Cに示すように、係合溝部18が被接合部材15（座部15a）の弾性復元力によって元の形状に戻り、これに伴い、係合溝部18に押し込まれたパイプ11の係合溝部対応部分14が係合溝部18の両内側面18b、18bの間で強く挟着保持される。この状態では、パイプ11の係合溝部対応部分14は係合溝部18の底面18aと両内側面18b、18bとに強く密着しており、非常に大きな摩擦力がパイプ11の係合溝部対応部分14に作用している。

10

【0065】

以上の工程を経て、本実施形態の接合構造体S1が得られる。

【0066】

なお参考までに、本実施形態において被接合部材15の係合溝部18を弾性的に拡開する途中の状態におけるFEM解析図を図5に示す。

【0067】

而して、本実施形態の接合方法には次の利点がある。

【0068】

エキスパンド加工の途中で、弾性的に拡開された係合溝部18にパイプ11の係合溝部対応部分14を押し込むことにより、係合溝部18にパイプ11の係合溝部対応部分14が係合される。これにより、パイプ11と被接合部材15との接合強度が向上する。そして、エキスパンド加工を終了するためにパイプ11のエキスパンド加工対象部12（即ち挿通部分12aと両近傍部分12b、12b）を各ダイセグメント21aで押圧するのをやめると、係合溝部18がその弾性復元力によって元の形状に戻り、これに伴い、係合溝部18に押し込まれたパイプ11の係合溝部対応部分14が係合溝部18の両内側面18b、18bの間で挟着保持される。これにより、パイプ11と被接合部材15との接合強度を更に向上させることができる。

20

【0069】

しかも、係合溝部18は、軸方向に延びたものであるから、この係合溝部18にパイプ11の係合溝部対応部分14を押し込むことにより、この係合溝部18にパイプ11の係合溝部対応部分14が周方向に係合される。これにより、パイプ11と被接合部材15との接合強度として特にねじり強度（スリプトルク）を向上させることができる。

30

【0070】

さらに、エキスパンド加工の途中では、パイプ11の係合溝部対応部分14をダイセグメント21aの押込み凸部25でパイプ11の半径外方向に押圧して係合溝部18に押し込むので、パイプ11の係合溝部対応部分14を係合溝部18に確実に押し込むことができる。

【0071】

さらに、エキスパンド加工の途中では、パイプ11の係合溝部対応部分14が係合溝部18の底面18aに当接する前に、被接合部材15の係合溝部18の両側部分19、19をパイプ11を介してダイセグメント21aの両押圧凸部26、26でパイプ11の半径外方向に押圧することにより係合溝部18を弾性的に拡開させるので、係合溝部18を確実に拡開させることができる。

40

【0072】

また、図14A～14Cに示したように圧力媒体による拡管方法によりパイプ111に被接合部材115を接合した場合には、上述したようにパイプ111の肉厚が局部的に薄くなるため、パイプ111に対する被接合部材115のねじり強度が低下するという欠点があるが、一方、本実施形態の接合方法ではそのような現象は殆ど生じないので、ねじり強度をより一層向上させることができる。

50

【0073】

而して、本実施形態の接合装置20において、図1Cに示すように、パイプ11の肉厚を t 、係合溝部18の幅を b_1 、押込み凸部25の幅を b_2 、係合溝部18の深さを h_1 、押込み凸部25の突出高さを h_2 、押圧凸部26の突出高さを h_3 とすると、各寸法の一般的な範囲は以下のとおりである。ただし本発明では、各寸法は以下の範囲内であることに限定されるものではなく、パイプ11や被接合部材15の使用目的や用途に応じて様々に設定されうるものである。

【0074】

t : 0.5 ~ 5 mm

b_1 : 2 ~ 20 mm

b_2 : 1 ~ 19 mm

h_1 : 1 ~ 5 mm

h_2 : 0.5 ~ 4.5 mm

h_3 : 0.1 ~ 4 mm

10

【0075】

特に b_1 と b_2 は次式(1)を満足していることが望ましい。

【0076】

$$0.8b_1 - 2t \leq b_2 \leq 1.5b_1 - 2t \quad \cdots (1)$$

【0077】

上記式(1)を満足することにより、係合溝部18に押し込まれたパイプ11の係合溝部対応部分14が係合溝部18の両内側面18b、18bの間で確実に挟着保持される。これにより、パイプ11と被接合部材15との接合強度を確実に向上させることができる。

20

【0078】

さらに、特に h_1 と h_2 と h_3 は次式(2)及び(3)を満足していることが望ましい。

【0079】

$$h_1 \leq h_2 + t \quad \cdots (2)$$

$$h_3 \leq h_2 \quad \cdots (3)$$

【0080】

上記式(2)及び(3)を満足することにより、パイプ11の係合溝部対応部分14を係合溝部18に更に確実に押し込むことができるし、係合溝部18を更に確実に拡開させることができる。

30

【0081】

なお本実施形態では、押込み凸部25の突出高さ h_2 と押圧凸部26の突出高さ h_3 は、ともにダイセグメント21aの外表面23からの高さである。ダイセグメント21aの外表面23は、ダイ21の中心軸Qを中心とした円周面からなる。したがって、外表面23の曲率中心軸及び曲率半径は、それぞれダイ21の中心軸Q及び半径に相当している。

【0082】

而して、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、様々に変更可能である。その幾つかの変形例について上記実施形態と異なる点を中心に以下に説明する。

40

【0083】

図6A~6Cは、上記実施形態の第1変形例を示している。この変形例では、図6Cに示すように、被接合部材15の係合溝部18の底面18aは、平坦面ではなく円弧面に形成されており、詳述すると挿通孔16の中心軸を中心に円弧状に湾曲している。さらに、この係合溝部18の底面18aと各内側面18b、18bとの間の角部18c、18cはそれぞれ丸く形成されており、こうすることにより、係合溝部18の拡開時に当該角部18cに応力が集中するのを防止することができる。

【0084】

図7A~7Cは、上記実施形態の第2変形例を示している。この変形例では、図7Cに

50

示すように、被接合部材 15 の係合溝部 18 の底面 18 a 及び両内側面 18 b、18 b は、互いに一つに合体した円弧面に形成されている。さらに、挿通孔 16 の内周面 17 と係合溝部 18 の各内側面 18 b、18 b との間の角部 18 d、18 d はそれぞれ丸く形成されている。

【0085】

図 8 は、上記実施形態の第 3 変形例を示している。この変形例では、ダイ 21 の分割数は 4 個である。ダイ 21 の各ダイセグメント 21 a は、2 個の押込み凸部 25、25 と 3 個の押圧凸部 26、26、26 とを有している。ダイ 21 の楔孔部 24 の断面形状は円形状である。また、被接合部材 15 の係合溝部 18 の底面は、図 6 A～6 C に示した第 1 変形例と同様に円弧面に形成されている。

10

【0086】

図 9 は、上記実施形態の第 4 変形例を示している。この変形例では、被接合部材 15 の係合溝部 18 の個数は 4 個である。ダイ 21 の分割数、即ちそのダイセグメント 21 a の個数は 8 個である。8 個のダイセグメント 21 a のうち、各係合溝部 18 に対応して配置された 4 個のダイセグメント 21 a は、それぞれ 1 個の押込み凸部 25 を有している。その他の 4 個のダイセグメント 21 a は、それぞれパイプ 11 の半径外方向（即ちダイ 21 の半径外方向）に h 3 だけ突出するように長く形成されており、したがって当該ダイセグメント 21 a の外面全体に押圧凸部 26 が形成されている。この変形例では、係合溝部 18 は、押込み凸部 25 を有するダイセグメント 21 a の両側に配置された 2 個のダイセグメント 21 a、21 a の押圧凸部 26、26 によって係合溝部 18 の両側部分が押圧されることにより、拡開される。また、係合溝部 18 の底面は、図 6 A～6 C に示した第 1 変形例と同様に円弧面に形成されている。

20

【0087】

図 10 は、上記実施形態の第 5 変形例を示している。この変形例では、パイプ 11 は断面四角形状の角パイプである。被接合部材 15 の挿通孔 16 の断面形状は、パイプ 11 の断面形状に対応した形状であり、すなわち四角形状である。係合溝部 18 の個数は 8 個である。すなわち、係合溝部 18 は、被接合部材 15 の挿通孔 16 の内周面における 4 つの角部と 4 つの平坦部の幅方向中間部とに 1 個ずつ形成されている。

【0088】

図 11 は、上記実施形態の第 6 変形例を示している。この変形例では、パイプ 11 は断面四角形状の角パイプである。被接合部材 15 の挿通孔 16 の断面形状は、パイプ 11 の断面形状に対応した形状であり、すなわち四角形状である。係合溝部 18 の個数は 4 個である。すなわち、係合溝部 18 は、被接合部材 15 の挿通孔 16 の内周面における 4 つの平坦部の幅方向中間部に 1 個ずつ形成されている。また、8 個のダイセグメント 21 a のうち、各係合溝部 18 に対応して配置された 4 個のダイセグメント 21 a は、それぞれ、1 個の押込み凸部 25 と 2 個の押圧凸部 26、26 とを有している。一方、その他の 4 個のダイセグメント 21 a はいずれも押込み凸部及び押圧凸部を有していない。

30

【0089】

図 12 は、上記実施形態の第 7 変形例を示している。この変形例では、パイプ 11 は断面四角形状の角パイプである。被接合部材 15 の挿通孔 16 の断面形状は、パイプ 11 の断面形状に対応した形状であり、すなわち四角形状である。係合溝部 18 の個数は 4 個である。すなわち、係合溝部 18 は、被接合部材 15 の挿通孔 16 の内周面における 4 つの角部に 1 個ずつ形成されている。また、8 個のダイセグメント 21 a のうち、各係合溝部 18 に対応して配置された 4 個のダイセグメント 21 a は、それぞれ、1 個の押込み凸部 25 と 2 個の押圧凸部 26、26 とを有している。一方、その他の 4 個のダイセグメント 21 a はいずれも押込み凸部及び押圧凸部を有していない。

40

【0090】

以上で本発明の実施形態と幾つかの変形例とを示したが、本発明はこれらに限定されるものでない。

【0091】

50

また本発明では、係合溝部 18 の個数は 8 個であることに限定されるものではなく、1 個以上であれば良いが、係合溝部 18 の個数が多ければ多いほどパイプ 11 に対する被接合部材 15 のねじり強度（スリッパトルク）は向上するため、なるべく多い方が望ましい。一方、ダイ 21 の分割数が多くなるとダイセグメント 21a の強度・耐久性が低下するので、ダイ 21 の分割数は 4、6、8、10、12 程度が妥当である。

【0092】

また本発明では、係合溝部 18 は、本実施形態のように被接合部材 15 の挿通孔 16 の内周面 17 に軸方向に延びて形成されていても良いし、あるいは周方向に延びて形成されていても良い。係合溝部 18 が周方向に延びたものである場合には、パイプ 11 の係合溝部対応部分 14 が係合溝部に軸方向に係合し、これによりパイプ 11 と被接合部材 15 との接合強度として特にパイプ 11 に対する被接合部材 15 の抜け強度が向上する。ただしこの場合、係合溝部を拡開するのに大きな押圧力が必要とされる。

【0093】

また本発明では、パイプ 11 は断面円形状の丸パイプであっても良いし、断面四角形、五角形、六角形などの多角形パイプであっても良いし、異形パイプであっても良い。

【0094】

また本発明では、パイプ 11 の材質と被接合部材 15 の材質は、互いに同じであっても良いし、異なっても良い。

【0095】

また本発明では、パイプ 11 のエキスパンド加工対象部 12 は、少なくともパイプ 11 の挿通部分 12a を含んでいれば良く、したがってパイプ 11 の挿通部分 12a だけでも良い。

【実施例】

【0096】

次に、本発明の具体的な実施例及び比較例を以下に示す。

【0097】

<実施例>

図 1A～5 に示した上記実施形態の接合方法に従ってパイプ 11 に被接合部材 15 を接合して接合構造体 S1 を製造した。この場合の接合条件を以下に示す。この接合条件では、b1 と b2 は上記式（1）を満足しており、且つ、h1 と h2 と h3 は上記式（2）及び（3）を満足している。

【0098】

パイプ 11 の材質：アルミニウム合金（合金番号：6N01）

パイプ 11 の外径：64mm

パイプ 11 の肉厚 t：2mm

被接合部材 15 の材質：アルミニウム合金（合金番号：6N01）

被接合部材 15 の座部 15a の肉厚：20mm

被接合部材 15 の挿通孔 16 の直径：65mm

係合溝部 18 の幅 b1：10mm

係合溝部 18 の深さ h1：3.5mm

押込み凸部 25 の幅 b2：6mm

押込み凸部 25 の突出高さ h2：3mm

押圧凸部 26 の突出高さ h3：0.5mm

【0099】

<比較例>

図 14A～14C に示した圧力媒体による拡管方法によりパイプ 111 に被接合部材 115 を接合して接合構造体 S2 を製造した。この場合に用いたパイプ 111 及び被接合部材 115 は実施例と同じである。圧力媒体としては水圧を用いた。

【0100】

<スリッパトルクの評価>

実施例の接合構造体 S 1 と比較例の接合構造体 S 2 とについて、それぞれスリップトルクの評価試験を行った。その試験結果を図 1 3 に示す。同図に示すように、実施例の接合構造体 S 1 は、比較例の接合構造体 S 2 よりもトルクの立ち上がりが急であり、且つ、最大トルクが大きい。したがって、実施例の接合構造体 S 1 は、比較例の接合構造体 S 2 よりもねじり強度が高いことを確認し得た。

【産業上の利用可能性】

【0101】

本発明は、例えば、自動車のバンパーステイ、ステアリングサポートビーム、ステアリングコラムホルダ、マフラ、フレーム、プロペラシャフト、サスペンションアーム、カムシャフト、その他の自動車の部品を製作する際に用いられ、あるいは、自動車以外の製品として、例えば配管材を製作する際に用いられる、パイプと被接合部材との接合方法、及び前記接合方法に用いられる接合装置に利用可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0102】

【図 1 A】図 1 A は、本発明の一実施形態に係るパイプと被接合部材との接合装置を用いてパイプの所定部位をエキスパンド加工する前の状態を示す縦断面図である。

【図 1 B】図 1 B は、図 1 A 中の X-X 線横断面図である。

【図 1 C】図 1 C は、図 1 B の要部拡大図である。

【図 2 A】図 2 A は、同接合装置を用いてパイプの所定部位をエキスパンド加工する途中の状態を示す、図 1 B に対応する横断面図である。

20

【図 2 B】図 2 B は、図 2 A の要部拡大図である。

【図 3 A】図 3 A は、同接合装置を用いてパイプの所定部位を更にエキスパンド加工する途中の状態を示す、図 1 B に対応する横断面図である。

【図 3 B】図 3 B は、図 3 A の要部拡大図である。

【図 4 A】図 4 A は、同接合装置を用いてパイプの所定部位をエキスパンド加工した後の状態を示す縦断面図である。

【図 4 B】図 4 B は、図 4 A 中の X-X 線横断面図である。

【図 4 C】図 4 C は、図 4 B の要部拡大図である。

【図 5】図 5 は、本実施形態において被接合部材の係合溝部を弾性的に拡開する途中の状態における FEM 解析図である。

30

【図 6 A】図 6 A は、上記実施形態の第 1 変形例に係る被接合部材の正面図である。

【図 6 B】図 6 B は、図 6 A 中の X-X 線断面図である。

【図 6 C】図 6 C は、図 6 A 中の Y 部分の拡大図である。

【図 7 A】図 7 A は、上記実施形態の第 2 変形例に係る被接合部材の正面図である。

【図 7 B】図 7 B は、図 7 A 中の X-X 線断面図である。

【図 7 C】図 7 C は、図 7 A 中の Y 部分の拡大図である。

【図 8】図 8 は、上記実施形態の第 3 変形例を説明する図であって、パイプの所定部位をエキスパンド加工した後の状態を示す、図 1 B に対応する横断面図である。

【図 9】図 9 は、上記実施形態の第 4 変形例を説明する図であって、パイプの所定部位をエキスパンド加工した後の状態を示す、図 1 B に対応する横断面図である。

40

【図 10】図 10 は、上記実施形態の第 5 変形例を説明する図であって、パイプの所定部位をエキスパンド加工した後の状態を示す、図 1 B に対応する横断面図である。

【図 11】図 11 は、上記実施形態の第 6 変形例を説明する図であって、パイプの所定部位をエキスパンド加工した後の状態を示す、図 1 B に対応する横断面図である。

【図 12】図 12 は、上記実施形態の第 7 変形例を説明する図であって、パイプの所定部位をエキスパンド加工した後の状態を示す、図 1 B に対応する横断面図である。

【図 13】図 13 は、実施例と比較例についてのスリップトルク試験結果を示すグラフである。

【図 14 A】図 14 A は、圧力媒体による拡管方法によりパイプに被接合部材を接合する途中の状態を示す縦断面図である。

50

【図 1 4 B】図 1 4 B は、図 1 4 A 中の X-X 線横断面図である。

【図 1 4 C】図 1 4 C は、図 1 4 B 中の Y 部分の拡大図である。

【符号の説明】

【0103】

S 1 : 接合構造体

1 1 : パイプ

1 2 : エキスパンド加工対象部

1 2 a : 挿通部分

1 2 b : 近傍部分

1 4 : 係合溝部対応部分

1 5 : 被接合部材

1 6 : 挿通孔

1 7 : 内周面

1 8 : 係合溝部

1 8 a : 底面

1 8 b : 内側面

1 9、1 9 : 両側部分

2 0 : 接合装置

2 1 : ダイ

2 1 a : ダイセグメント

2 5 : 押込み凸部

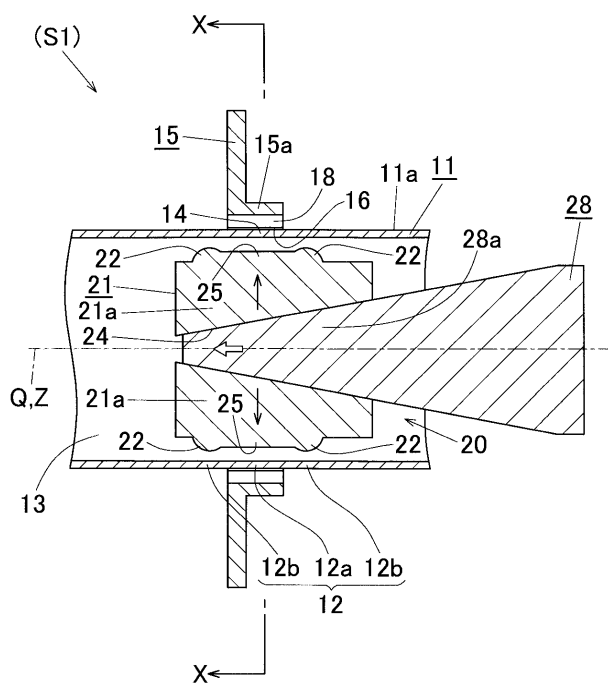
2 6 : 押圧凸部

2 8 : マンドレル

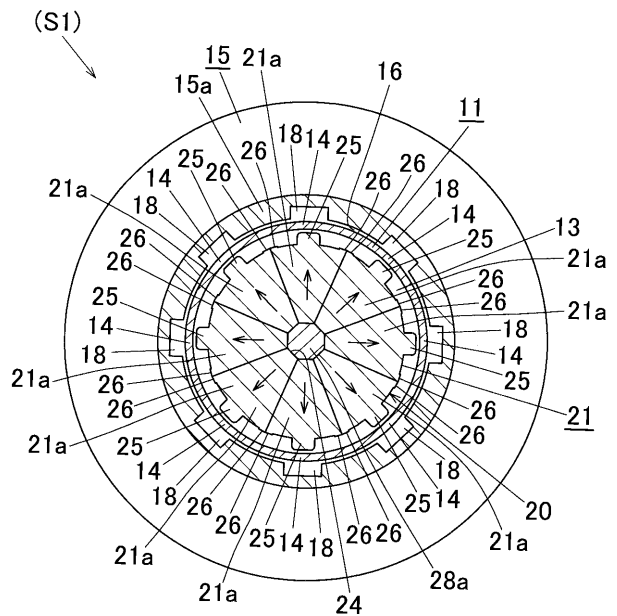
10

20

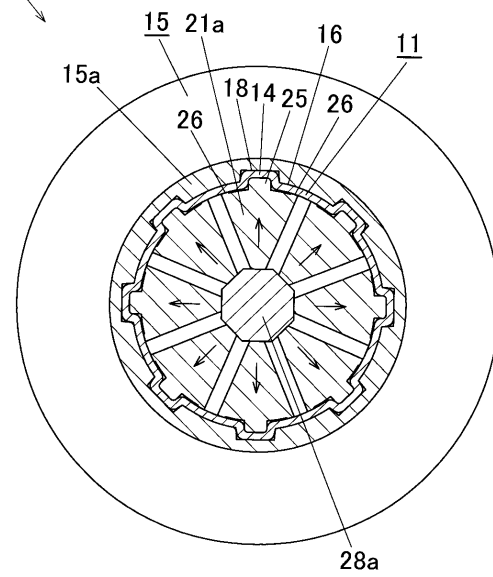
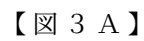
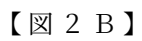
【図 1 A】



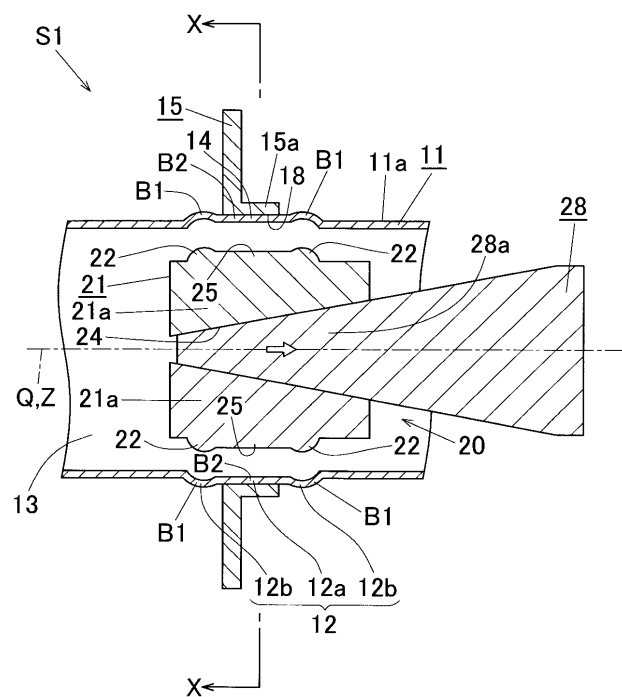
【図 1 B】



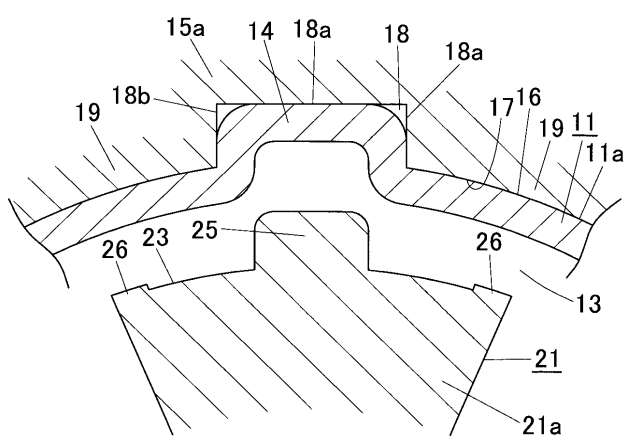
【图 2 A】



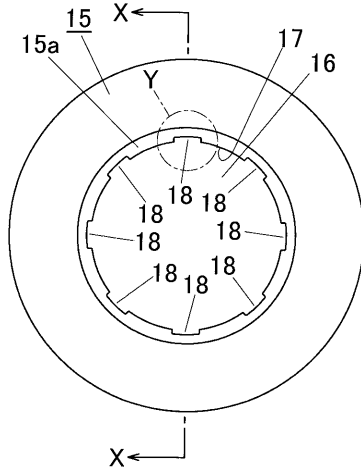
【図 4 A】



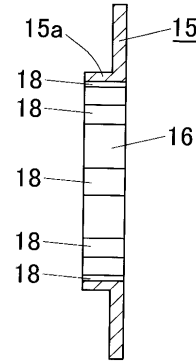
【図 4 C】



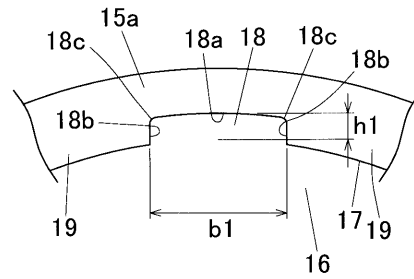
【図 6 A】



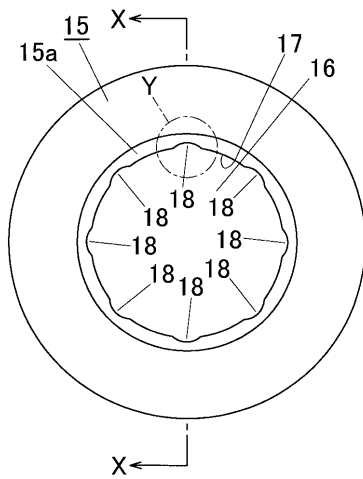
【図 6 B】



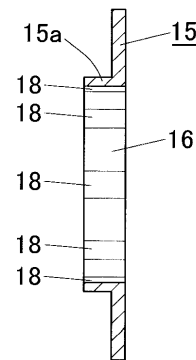
【図 6 C】



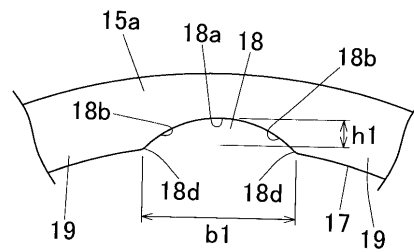
【図 7 A】



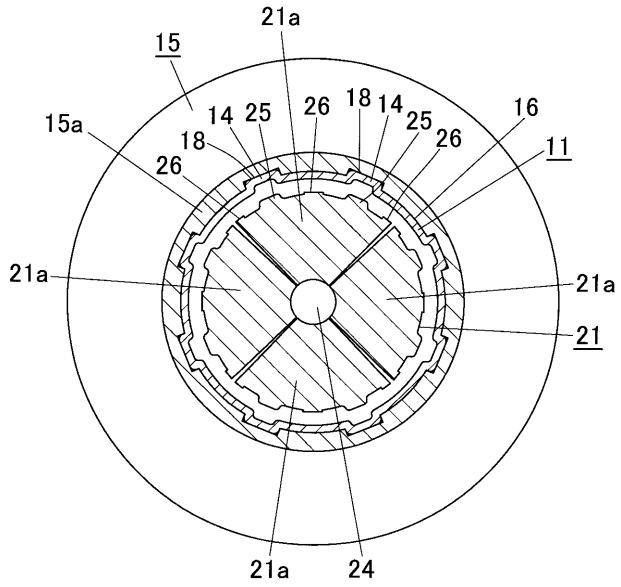
【図 7 B】



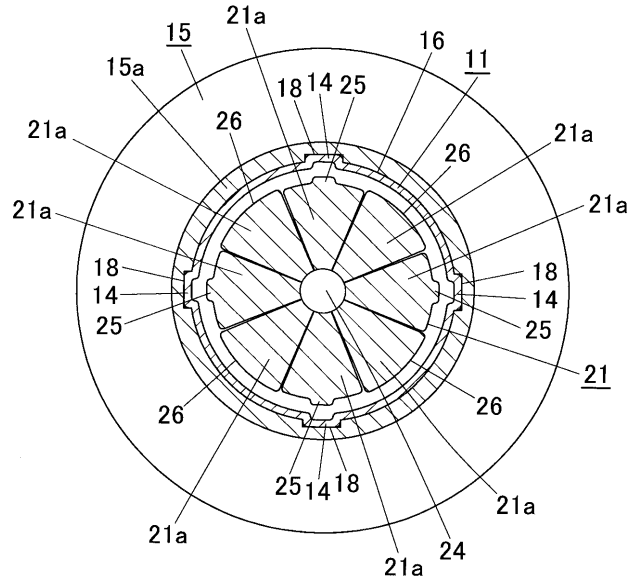
【図 7 C】



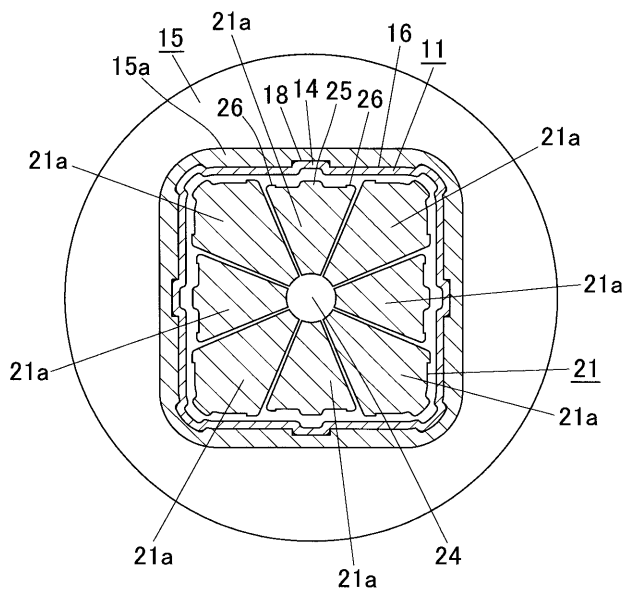
【図 8】



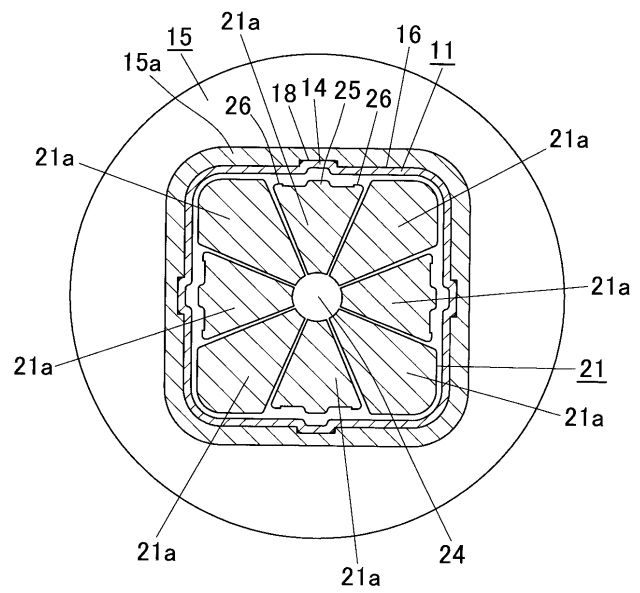
【図 9】



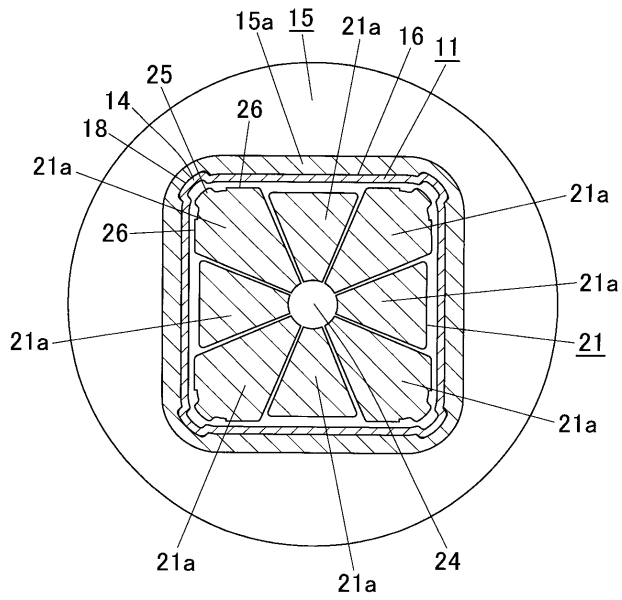
【図 10】



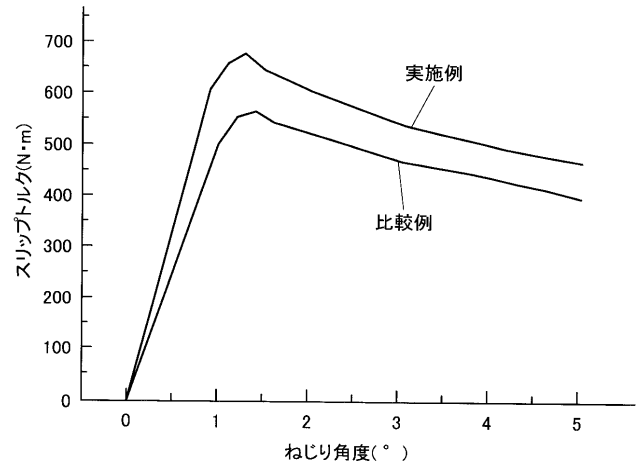
【図 11】



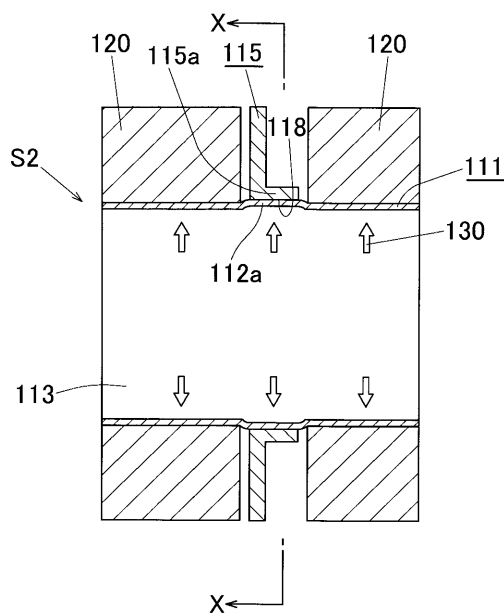
【図 1 2】



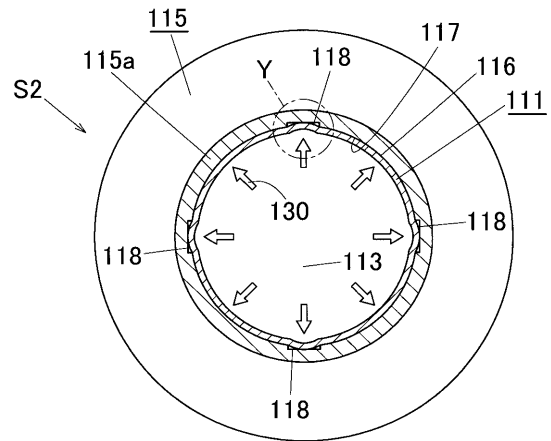
【図 1 3】



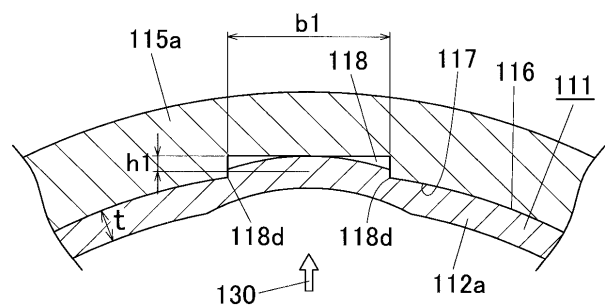
【図 1 4 A】



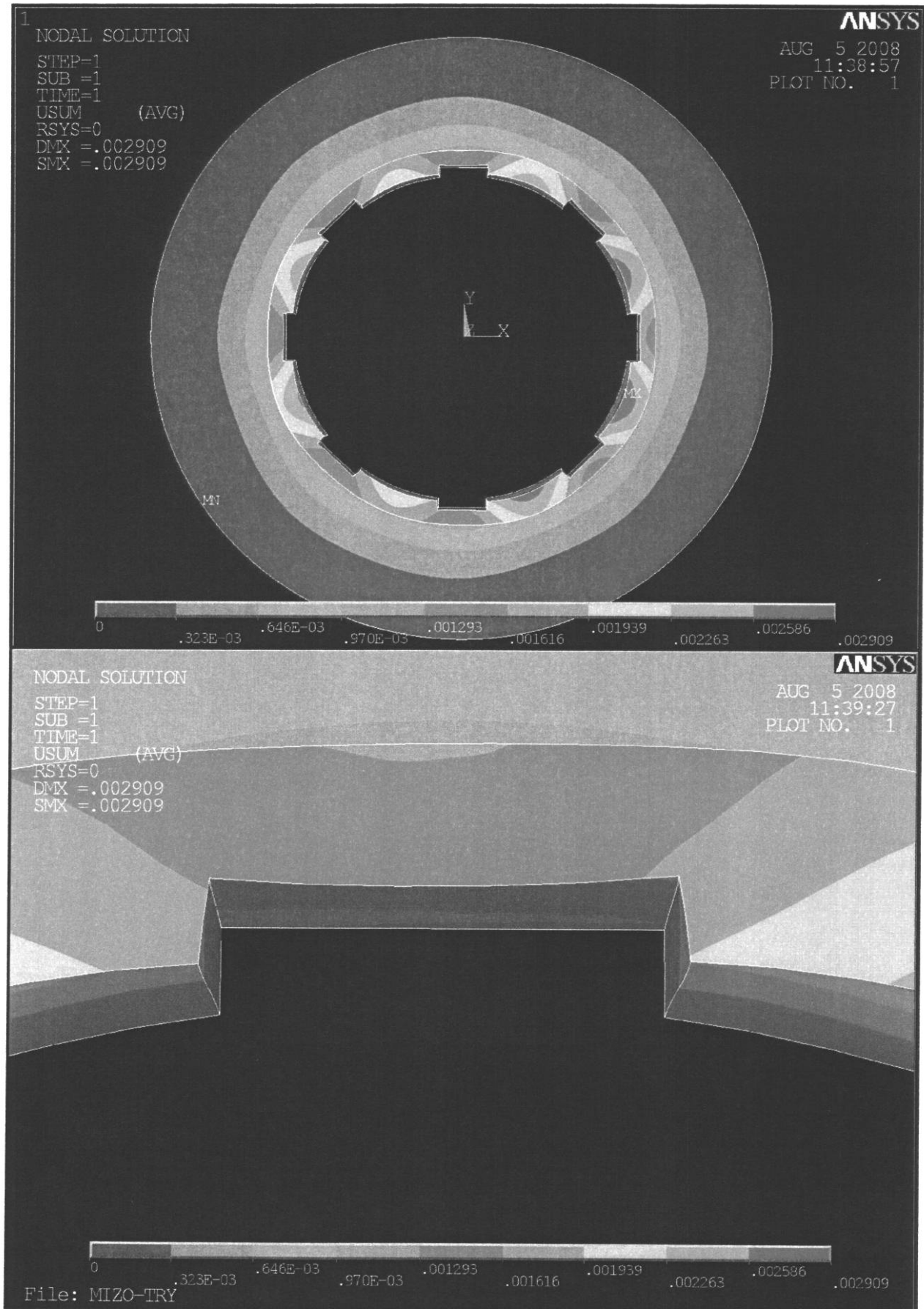
【図 1 4 B】



【図 1 4 C】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 良知

栃木県小山市犬塚1丁目480番地 昭和電工株式会社小山事業所内

(72)発明者 宮崎 雅洋

栃木県小山市犬塚1丁目480番地 昭和電工株式会社小山事業所内

Fターム(参考) 3H013 FA05 FA06