

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 9 月 7 日(07.09.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/118186 A1

- (51) 国際特許分類:
E02D 5/28 (2006.01) E02D 27/42 (2006.01)
E02D 27/12 (2006.01) F03D 11/04 (2006.01)
E02D 27/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055402
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 2 日(02.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-045761 2011 年 3 月 2 日(02.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日本製鐵株式会社(NIPPON STEEL CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 妙中 真治
(TAENAKA Shinji) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日本製鐵株式会社

内 Tokyo (JP). 松岡 和巳(MATSUOKA Kazumi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 石川 忠(ISHIKAWA Tadashi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP).

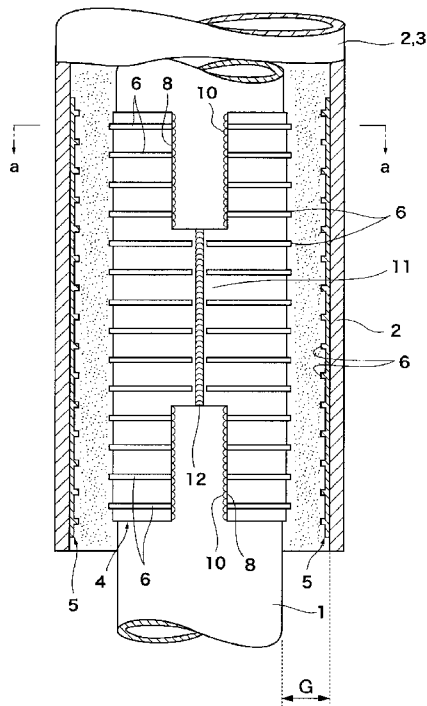
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: CONNECTING STRUCTURE FOR CONNECTING STEEL PIPE PILE AND STEEL OUTER PIPE

(54) 発明の名称: 鋼管杭と鋼製外管との接合構造

[図1]



(57) Abstract: This connecting structure for connecting a steel pipe pile and a steel outer pipe arranged with an intervening gap outside of the steel pipe pile is provided with: a steel plate with multiple outward-facing protrusions which is fixed to the outer circumferential surface of the steel pipe pile by means of a first weld; a steel plate with multiple inward-facing protrusions which is fixed to the inner circumferential surface of the steel outer pipe by means of a second weld; grout filled in the aforementioned intervening gap so as to embed at least the steel plate with the outward-facing protrusions and the steel plate with the inward-facing protrusions. The outward-facing protrusions are spaced from each other in the vertical direction and extend along the circumferential direction of the steel pipe pile, and the inward-facing protrusions are spaced from each other in the vertical direction and extend along the circumferential direction of the steel outer pipe.

(57) 要約: この接合構造は、鋼管杭と前記鋼管杭の外側に間隔をおいて配置された鋼製外管との接合構造であって、複数の外向き突起を有し、第1の溶接部によって前記鋼管杭の外周面に固定された外向き突起付き鋼板と；複数の内向き突起を有し、第2の溶接部によって前記鋼製外管の内周面に固定された内向き突起付き鋼板と；少なくとも前記外向き突起付き鋼板と前記内向き突起付き鋼板とを埋め込むように前記間隔に充填されたグラウトと；を備え、前記複数の外向き突起は、互いに上下方向に間隔をおいて配置され、前記鋼管杭の周方向に渡って延びており；前記複数の内向き突起は、互いに上下方向に間隔をおいて配置され、前記鋼製外管の周方向に渡って延びている。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 鋼管杭と鋼製外管との接合構造

技術分野

[0001] 本発明は、陸上又は海上の風力発電施設等のモノパイル式基礎構造における鋼管杭と鋼製外管との接合構造に関する。

本願は、2011年3月2日に、日本に出願された特願2011-045761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] リニューアブルエネルギー（持続的利用可能エネルギー）の一つとして、風力発電設備による電気エネルギーがある。風力発電設備は、日本国内においては陸上に設置される陸上式発電設備が主流であるが、遠浅である海域を持つ欧州を中心に、海上に設置される洋上式発電設備も実用化されつつある。洋上では、陸上に比して安定的で、かつ風力発電に適した風速の風を確保することが容易であることと、建設用地の問題が陸上に比べて少ないという利点がある。しかし、洋上に発電設備を設置するためには、海面下にある海底地盤に安定的な基礎を築造する必要があり、また陸上と比べるとコスト高になる。

[0003] このような状況から、洋上とする場合の基礎として、ジャケット基礎やケーソン基礎等が考えられる。なかでも海底地盤の沈下や波力による影響を受け難く、その他の基礎構造に比べて安価に構築できる構造として、モノパイル式（単杭式）基礎構造がある（例えば、特許文献1参照）。

[0004] 上記のモノパイル式基礎構造では、まず、直径が3～5 m程度の鋼管杭を打撃工法等で海底地盤に設置する。次に、図16A、16Bに示すように、鋼管杭1の上部に、トランジションピースと呼ばれる鋼製外管ソケット構造部材（以下、鋼製外管ソケット2）を設置する。そして、鋼管杭1と鋼製外管ソケット2とを、これらの間にグラウト13を充填することによって一体に接合する。このような接合方法は、グラウト接合と呼ばれる。一般的に、

モノパイル式基礎構造では、鋼製外管ソケット 2 と、その上に設置される上部構造である支柱（タワー部） 1 6 とは、ボルト接合 2 5 にて結合されることが多い。

[0005] グラウト接合部は、油田開発等で多数の実績があるジャケット洋上構造物で一般的に利用されている。特許文献 2 や特許文献 3 では、その構造形式の構築方法に関する発明が開示されている。このような関連技術にかかるグラウト接合部では、その機能として、上部構造から伝達される荷重を、グラウトを介して外管から鋼管杭へ伝達する必要がある。せん断力の伝達効率を向上させ、この荷重伝達を補助するために、グラウト接合部にシェアキー（せん断力を伝達するためのせん断キー）が設置されることが一般的である。非特許文献 4 には、このようなシェアキーの例として、溶接鉄筋や溶材を直接鋼管表面に設置するオンビードについての記載がある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献 1：日本国特開 2 0 0 6－4 6 0 1 3 号公報

特許文献 2：日本国特開 2 0 0 5－1 3 3 4 8 5 号公報

特許文献 3：日本国特開 2 0 0 3－1 9 3 4 8 6 号公報

特許文献 4：日本国特公平 0 6－6 9 5 6 1 号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献 1：API (American Petroleum Institute) RECOMMENDED PRACTICE 2A-WSD (Working Stress Design), 7.4.4.a Shear key connections (2 0 0 0 年 1 2 月)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 風車発電設備の基礎構造であるモノパイル式基礎構造にも、同様のグラウト接合が使用されているが、シェアキー（せん断キー）が設置されないのが一般的である。この接合構造は、せん断キーを用いた場合に比べて、鋼材表

面摩擦に依存した、せん断耐力の低い構造になっている。これにもかかわらず、シェアキーの設置が一般的でない理由を以下に説明する。風車はそれ自体が振動体である。風車の基礎構造は、上部構造、下部構造とも、特有の動揺や風荷重の影響を受ける。このとき、図 16 A、16 B に矢印で示すような、上下方向の繰り返し振動荷重 A（下方向荷重のみを図示）を鋼製外管ソケット 2 が受ける。同時に、鋼管杭 1 には矢印で示すような反作用 B が発生する。この結果、せん断キーの有無にかかわらず、グラウト 13 には疲労が蓄積する。

[0009] 一方、図 17 A、17 B に鋼管杭 1 と鋼製外管ソケット 2 にせん断キー 22 を設けた場合を示す。この構造では、風車に起因する上下方向の繰り返し振動荷重 A 及び反作用 B が作用するとき、斜め方向の対向するせん断キー 22 間において圧縮領域（圧縮斜材）23 が形成される。この結果、せん断キーがない場合に比べてより高い付着力が発揮される。ところが、せん断キー 22 を設置した場合、上記のグラウト 13 への疲労蓄積に加え、突起を含めた鋼材（鋼管及びそれに対するせん断キーの溶接部）にも疲労の問題が懸念される。

[0010] せん断キー 22 の施工法の具体例としては、図 18 A、18 B に示すような、鉄筋 19 あるいは帯状鋼板 20 等の鋼材を、鋼管杭 1 や鋼製外管ソケット 2 に溶接して設置する場合がある。また、図 18 C に示すような、オンビードによる施工も用いられている。いずれの場合でも溶接部に入熱をする必要があるため、一般的に溶接端に引張残留応力が導入され、耐疲労性能が著しく低下する。このため、構造物の振動に応じて溶接端に繰り返し荷重が載荷されることで、疲労亀裂が生じる恐れが高い。

[0011] このような理由から、風車構造等の、振動が生じる構造物を支持するモノパイル式基礎構造におけるグラウト接合では、鋼材の表面粗度に依拠するせん断性能のみを評価した上で構造設計が行われており、合理的な構造になっていないという問題がある。

[0012] モノパイル式基礎構造における上記の課題を解決するためには、疲労性能

を低下させないような構造のせん断キーを有した鋼板を使うことが望ましい。具体的には、せん断キーの問題点である残留応力を導入してしまう原因である溶接入熱に注目し、溶接以外の方法でせん断キーの設置を行うことが考えられる。

[0013] この点では、鋼管杭1及び鋼製外管ソケット2自体に、表面に凹凸が形成された鋼管を利用する方法等がある。例えば、突起付き単管の利用が考えられる。圧延時に圧延方向と平行した連続した突起を設けた鋼帯を用意し、この鋼帯を、突起が鋼管の内面または外面になるようにスパイラル造管機で成形する。この後、アーク溶接によって鋼管を製造する。この方法は、日本工業規格（J I S A 5 5 2 5）にも規定されている。但し、日本工業規格に規定された製造方法あるいは製造設備では、モノパイルに用いられるような極厚板は製造されておらず、一般的には、鋼板板厚30mm以下がスパイラル鋼管の製造範囲となっている。このため、風車設備における基礎構造には、この方法を適用できない。更に、このJ I S規格の製造方法では、スパイラル部分の溶接管理が難しく、疲労性能を向上させることが難しい。

[0014] また、仮に設備上の制約がなく、板表面に突起が設けられた極厚板が製造された場合においても、モノパイル構造の鋼管を製造するためには、鋼板をロール成形によりベンド（曲げ加工）する必要がある。この曲げ加工の際、鋼板板厚が35mm未満なら鋼板の突起が潰れる恐れはないが、鋼板板厚が40mm程度以上の極厚板になると、ロール圧荷荷重が格段に大きくなり、鋼板の突起を潰してしまう恐れが大きい。このことから関連技術である突起付き単管の延長線上の技術では、本課題を現実的に解決することができない。

[0015] また、上記の風車発電設備のみならず、潮流発電設備の基礎構造でも同様の問題がある。この基礎構造では、鋼管杭の上部に、グラウト接合により鋼製外管を接合し、この鋼製外管に潮流発電設備を設ける。潮流発電設備は、左右対称に配置された回転翼を有するため、鋼製外管及びそのグラウト接合部に振動が作用し、鋼管杭に伝達される。

[0016] 上記のように、風車発電設備あるいは潮力発電設備のいずれの場合も、設置される設備に起因して、鋼製外管及びそのグラウト接合部に振動が生じる。このような場合に、グラウト接合部に作用するせん断力に対して、せん断耐力を確保でき、溶接部の疲労性能の低下を抑制したグラウト接合部が望まれている。

[0017] このような観点から、本発明では、溶接部の疲労性能低下を抑制した上でグラウト接合におけるせん断耐力を向上可能な鋼管杭と鋼製外管との接合構造を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0018] (1) 本発明の一態様は、鋼管杭と前記鋼管杭の外側に間隔をおいて配置された鋼製外管との接合構造であって、複数の外向き突起を有し、第1の溶接部によって前記鋼管杭の外周面に固定された外向き突起付き鋼板と；複数の内向き突起を有し、第2の溶接部によって前記鋼製外管の内周面に固定された内向き突起付き鋼板と；少なくとも前記外向き突起付き鋼板と前記内向き突起付き鋼板とを埋め込むように前記間隔に充填されたグラウトと；を備え、前記複数の外向き突起は、互いに上下方向に間隔をおいて配置され、前記鋼管杭の周方向に渡って延びており；前記複数の内向き突起は、互いに上下方向に間隔をおいて配置され、前記鋼製外管の周方向に渡って延びている。

[0019] (2) 上記(1)に記載の接合構造で、前記第1の溶接部は、前記鋼管杭の軸方向の溶接線を有する隅肉溶接であり、前記第2の溶接部は、前記鋼製外管の軸方向の溶接線を有する隅肉溶接であってもよい。

[0020] (3) 上記(1)または(2)に記載の接合構造で、前記第1の溶接部は、前記鋼管杭の前記軸方向の溶接線のみを持つ隅肉溶接であり、前記第2の溶接部は、前記鋼製外管の前記軸方向の溶接線のみを持つ隅肉溶接であってもよい。

[0021] (4) 上記(1)から(3)のいずれか一項に記載の接合構造で、前記外向き突起付き鋼板は、前記鋼管杭の軸方向と一致する方向の第1縦部分を有

する切欠き又はスリットを備え、前記内向き突起付き鋼板は、前記鋼製外管の軸方向と一致する方向の第２縦部分を有する切欠き又はスリットを備え、前記第１の溶接部は、前記鋼管杭の前記外周面と前記第１縦部分の間に設けられており、前記第２の溶接部は、前記鋼製外管の前記内周面と前記第２縦部分の間に設けられていてもよい。

[0022] (５) 上記(１)から(４)のいずれか一項に記載の接合構造で、前記複数の外向き突起及び前記複数の内向き突起は、圧延加工により形成された突起であってもよい。

[0023] (６) 上記(１)から(５)のいずれか一項に記載の接合構造で、前記外向き突起付き鋼板及び前記内向き突起付き鋼板はそれぞれ、水平方向よりも垂直方向が長い長方形の複数の突起付き板を含み、前記複数の突起付き板は前記鋼管杭又は前記鋼製外管の周方向に互いに間隔をおいて設置されていてもよい。

[0024] (７) 上記(１)から(６)のいずれか一項に記載の接合構造で、前記複数の外向き突起は、前記鋼管杭の周方向と平行に延びており；前記複数の内向き突起は、前記鋼製外管の周方向と平行に延びていてもよい。

[0025] (８) 上記(１)から(６)のいずれか一項に記載の接合構造で、前記複数の外向き突起は、前記鋼管杭の周方向に対して傾斜をなして延びており；前記複数の内向き突起は、前記鋼製外管の周方向に対して傾斜をなして延びていてもよい。

[0026] (９) 上記(１)から(８)のいずれか一項に記載の接合構造で、前記外向き突起付き鋼板及び前記内向き突起付き鋼板の下端部は、前記グラウトの下端部よりも上方に離れた位置に配置されていてもよい。

[0027] (１０) 上記(１)から(９)のいずれか一項に記載の接合構造で、前記複数の外向き突起の間隔と、前記複数の内向き突起の間隔とが、同じであってもよい。

発明の効果

[0028] 上記(１)の接合構造では、関連技術とは違い、鋼管杭あるいは鋼製外管

に対して、突起を直接溶接しない。このため溶接箇所が大きく減少し、溶接熱による残留応力問題を大きく低減でき、疲労性能を改善できる。また、関連技術の鋼材表面摩擦のみに依存したグラウト接合部に比べて、一般的に3～5倍のせん断耐力を確保できる等の効果が得られる。

[0029] 上記（2）の接合構造では、鋼管杭あるいは鋼製外管の軸方向に作用する荷重に対して溶接部の長手方向にせん断力を作用させて抵抗させることができる。このため、上記荷重の方向と異なる方向に引張残留応力を持つように溶接部を構成でき、溶接部の疲労性能を向上できる。

[0030] 上記（3）の接合構造では、鋼管杭あるいは鋼製外管の軸方向を横切る溶接線が存在しない。このため、溶接部における引張残留応力に起因する脆弱性が生じず、接合構造全体の疲労性能を向上できる。

[0031] 上記（4）の接合構造では、切欠き又はスリットを設けることで容易に縦部分を形成することができる。また、周方向に隣り合う突起付き鋼板相互の縦部分が干渉することはないので、突起付き鋼板の縦部分の溶接が容易になる。

[0032] 上記（5）の接合構造では、各突起付き鋼板の突起は、熱間圧延加工時に形成されている。このため、関連技術のように、溶接により突起を鋼管杭あるいは鋼製外管ソケットに固着する形態とは異なり、溶接による残留引張応力の問題もなく、溶接部の疲労性能を確実に向上できる。

[0033] 上記（6）の接合構造では、各突起付き鋼板が細長い長方形とされているので、突起付き鋼板を鋼管杭や鋼製外管の曲率に合わせて加工することが簡易となり、各突起付き鋼板の設置が容易である。

[0034] 上記（7）の接合構造では、上部構造から伝達される荷重を、グラウトを介して、効率よく、外管から鋼管杭へ伝達することができる。

[0035] 上記（8）の接合構造は、ねじりトルクへの耐性が向上する点で有利である。特に、基礎構造の上に設置される設備の特性上、設備から基礎構造へねじりトルクが頻繁に伝達される場合（例えば水流発電設備）に有利な効果を発揮する。

[0036] 上記（９）の接合構造では、各突起付き鋼板の端部の防錆効果を高めることができ、鋼管杭と鋼製外管との接合部の耐食性を高めることができる。

[0037] 上記（１０）の接合構造では、同規格の帯状鋼板から外向き突起付き鋼板および内向き突起付き鋼板を製造できる。また、鋼管の軸方向（上下方向）に渡って、強弱の分布の少ない、一様なせん断耐力を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0038] [図1]本発明の第１実施形態にかかる鋼管杭と鋼製外管との接合構造を示す一部縦断正面図である。

[図2]図１のa－a線断面図である。

[図3A]突起が形成された板を鋼管杭に設置する工程の説明図である。

[図3B]突起が形成された板を鋼管杭に設置する工程の説明図である。

[図3C]突起が形成された板を鋼管杭に設置する工程の説明図である。

[図4]鋼管杭の外面に突起が形成された板を設置した状態を示す正面図である。

[図5]鋼製外管の内側に突起が形成された板を設置した状態を示す縦断正面図である。

[図6]突起が形成された帯状鋼板を示す斜視図である。

[図7]図６における突起が形成された帯状鋼板を拡大して示す正面図である。

[図8]本発明の第２実施形態にかかる鋼管杭と鋼製外管との接合構造を示す一部縦断正面図である。

[図9]図８のb－b線断面図である。

[図10]本発明の第２実施形態にかかる鋼管杭と鋼製外管との接合構造の変形形態を示す一部縦断正面図である。

[図11]図１０のc－c線断面図である。

[図12]本発明の第３実施形態にかかる鋼管杭と鋼製外管との接合構造を示す一部縦断正面図である。

[図13]本発明の第４実施形態にかかる鋼管杭を示す正面図である。

[図14]同実施形態にかかる鋼製外管を示す縦断正面図である。

[図15]鋼管杭の上部に接合された鋼製外管に風車用支柱を設置した風車発電設備を示す正面図である。

[図16A]関連技術にかかる鋼管杭と鋼製外管との接合構造を示す一部縦断斜視図である。

[図16B]図16Aにおける2点鎖線で示す部位を拡大して示す縦断正面図である。

[図17A]別の関連技術にかかる鋼管杭と鋼製外管との接合構造を示す一部縦断斜視図である。

[図17B]図17Aの接合構造に荷重が作用した場合の断面変化を示す説明図で、図17Aにおける2点鎖線で示す付近を示す断面図である。

[図18A]上記関連技術の接合構造の一種で、鉄筋を固着した形態を示す断面図である。

[図18B]上記関連技術の接合構造の一種で、帯鋼板を固着した形態を示す断面図である。

[図18C]上記関連技術の接合構造の一種で、溶接により肉盛りしたオンビードを設けた形態を示す断面図である。

[図19]突起の高さ（ h ）やその個数（ s ）と、付着力との一般的な関係の概略を示す概念図である。各軸の単位はMPa等、強度の単位となる。概念図であるため、 h の単位および各軸のスケールは特定しない。

発明を実施するための形態

[0039] 次に、本発明の各実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

[0040] 図1～図7には、洋上におけるモノパイル式基礎構造におけるグラウト接合部に適用した本発明の第1実施形態にかかる鋼管杭と鋼製外管との接合構造が示されている。

[0041] 図1は、鋼管杭と鋼製外管との接合構造の一部縦断正面図である。図2は、図1のa-a線断面図である。図3Aから3Cは、突起が形成された板を鋼管杭に設置する工程の説明図である。図4は、鋼管杭の外面に突起が形成された板を設置した状態を示す正面図である。図5は、鋼製外管の内側に突

起が形成された板を設置した状態を示す縦断正面図である。図6は、突起が形成された帯状鋼板を示す斜視図である。図7は、図6における突起が形成された帯状鋼板を拡大して示す正面図である。

[0042] 本実施形態にかかる接合構造は、鋼管杭1と鋼管杭1の周囲に間隔をおいて配置された鋼製外管（鋼製外管ソケット2）との接合構造である。この接合構造は、複数の外向き突起（突起6）を有し、鋼管杭1の外周面に溶接部（第1の溶接部）によって固定された外向き突起付き鋼板4と；複数の内向き突起（突起6）を有し、鋼製外管ソケット2の内周面に溶接部（第2の溶接部）によって固定された内向き突起付き鋼板5と；少なくとも外向き突起付き鋼板4と内向き突起付き鋼板5とを埋め込むように、鋼管杭1と鋼製外管ソケット2との間に充填されたグラウト13と；を備える。上記複数の外向き突起（突起6）は、互いに上下方向に間隔をおいて配置され、鋼管杭1の周方向に渡って延びている。上記複数の内向き突起（突起6）は、互いに上下方向に間隔をおいて配置され、鋼製外管ソケット2の周方向に渡って延びている。グラウト13は、鋼管杭1の内周面と鋼管杭1の外周面との間隙に充填されている。この間隙のうち、外向き突起付き鋼板4と内向き突起付き鋼板5とが設置されている場所のみならず、両鋼板4、5が設置されていない場所も含めて充填されていてもよい。

[0043] 上記及び以降の説明において、外向き、内向きとは、鋼管（鋼管杭1または鋼製外管ソケット2）の管軸から離れる方向、及び管軸に近づく方向をそれぞれ示す。

[0044] 上記及び以降の説明において、「突起が周方向に渡って延びている」とは、完全に周方向に一致する方向を必ずしも意味せず、突起の延長方向が、周方向の成分を有することを意味する。この関係を、「突起付き鋼板の特定箇所に対して垂直な視線で見た場合に、その箇所の突起が鋼管の管軸と交差する方向に延びている」と規定してもよい。このとき、突起の延長方向の軸方向成分よりも周方向成分が大きいことが望ましい。具体的には、「複数の外向き突起が鋼管杭の周方向に実質的に沿って延びている」とは、複数の外向

き突起の延長方向が、鋼管杭の周方向成分を有することを意味する。同延長方向が鋼管杭の軸方向よりも周方向に近いことが望ましい。また、「複数の内向き突起が鋼製外管の周方向に実質的に沿って延びている」とは、複数の内向き突起の延長方向が、鋼製外管の周方向成分を有することを意味する。同延長方向が鋼製外管の軸方向よりも周方向に近いことが望ましい。

[0045] 本実施形態にかかるモノパイル式基礎構造では、鋼管杭1と、鋼製外管ソケット2（鋼製スリーブ、トランジションピース、または鋼製外管3とも呼ばれる）とが、グラウト13を用いたグラウト接合部により接合されている。

[0046] 鋼管杭1及び鋼製外管ソケット2を構成する厚鋼板の板厚寸法は、一般的には35mm～110mmの範囲内であり、特に、40mm～110mmの範囲内であることが多い。大型の洋上設備においては、100mm近辺の板厚を持つ鋼板が用いられることが多い。

[0047] 上記鋼管杭1及び鋼製外管ソケット2は、例えば以下のような工程で形成する。まず、所要の板厚の厚鋼板をロール成形によりベンド（曲げ加工）して一定の曲率を与える。その後、これらの鋼板を、鋼管の周方向に沿って数枚並べて溶接接合し、環状の鋼管ユニットを形成する。この鋼管ユニットを複数形成して、互いに長手方向に溶接し、設計上必要な長さの鋼管を形成する。具体的には、鋼製外管ソケット2の長さは、例えば鋼管径の1～2倍程度が必要となる。鋼管杭1の長さは、10m以上、（一般的には50m～60m）が必要となる。

[0048] 関連技術にかかる鋼管杭或は鋼製外管ソケットは、突起付きの厚鋼板を曲げ加工して造管されていた。厚鋼板の造管加工では、鋼板の板厚さに相応する加工圧力が印加されるため、この曲げ加工中に、厚鋼板の突起が潰れる恐れが大きかった。

[0049] これに対して、本発明の各実施形態では、鋼管杭1あるいは鋼製外管ソケット2といった鋼管構造の本体とは別個に、突起付き鋼板が形成される。そして、これらの突起付き鋼板を鋼管杭1の外周面あるいは鋼製外管ソケット

2の内周面に固定する。つまり、鋼管杭1の外周面には、外向き突起付き鋼板4が取り付けられている。また、鋼製外管ソケット2の内周面には、内向き突起付き鋼板5が取り付けられている。外向き突起付き鋼板4と内向き突起付き鋼板5とは、互いの突起の突出方向が向かい合うように、対向して設けられる。

[0050] なお、モノパイル式基礎構造21においては、鋼管杭1の軸方向の全長は、例えば60m程度になる。鋼管杭1の中心軸線は、施工誤差による位置ずれのため、鉛直線に対して傾斜した状態で設置される場合が多い。このため、鋼管杭1の外側の鋼製外管ソケット2を鉛直（水平面に対して垂直）に設置することで、鋼管杭1の打設施工誤差を吸収するように、各部材が設計される。このため、鋼管杭1の外周面と鋼製外管ソケット2の内周面との間に比較的余裕のあるギャップGが形成されている。

[0051] 図3Aから図7に示すように、本発明の各実施形態において用いる上記の外向き突起付き鋼板4と内向き突起付き鋼板5は、帯状鋼板7が適宜、切断及び曲げ加工されて製作される。帯状鋼板7には、圧延加工によって圧延方向と平行した連続した突起6（ここでは圧延突起と呼ぶ）が形成されている。この突起6が、後述の突起6（外向き突起及び内向き突起）となる。

[0052] 図7に示すように、上記の突起付き帯状鋼板7としては、突起6の高さhが2.5mm以上で、突起6の幅Bが4mm以上20mm以下で、突起6の間隔Lが30mm以上40mm以下で、板厚方向の厚さ寸法（突起6の高さを含まない）が35mm未満、例えば、30mm以下の突起付き帯状鋼板を用いる。

[0053] 上記のような外向き突起付き鋼板4あるいは内向き突起付き鋼板5を設置する場合、下記（1）～（5）のようにするのがよい。（1）各突起付き鋼板4、5の板表面の突起6及び突起6間の凹所は片面のみに形成され、板厚は、溶接により各鋼管に設置するに十分であれば、より板厚が小さいものが望ましい。（2）外向き突起付き鋼板4及び内向き突起付き鋼板5は、熱間圧延により製造したものがより望ましい。これは、突起6を設置する工程に

において溶接熱の影響によって疲労性能が低下する可能性を排除できるためである。(3) 各突起付き鋼板 4, 5 は、突起付き帯状鋼板 7 を必要な長さにカットした後に、鋼管の曲率に合わせてバンドする必要がある。各突起付き鋼板 4, 5 の板厚は 3.5 mm 未満であり、鋼管杭 1 及び鋼製外管ソケット 2 の板厚より小さいため、ロール圧延（プレス曲げも可）の圧荷時に突起 6 が潰れるような大きな荷重を作用させる必要がない。(4) 各突起付き鋼板は、主に隅肉溶接により鋼管に設置される。この時の溶接箇所について、鋼管の曲げ発生時に引張が作用する鋼管杭 1 の軸方向と直角をなす溶接線避け、鋼管杭 1 の軸方向に一致する方向での溶接（例えば、隅肉溶接）を行うことが望ましい。このように、鋼管の曲げ発生時に発生するせん断力の方向に沿って溶接線を配置した溶接を、本明細書ではせん断溶接と呼ぶ。このせん断溶接は、疲労に対して問題が少ないことが知られている。(5) 上記の観点から、各突起付き鋼板 4, 5 の材料となる突起付き帯状鋼板 7 を所定のサイズに切断する際、鋼管杭軸方向における溶接部分の長さを多くすることが望ましい。このために、単純な四角形状よりも、管軸方向と一致する辺（端部）である縦部分 8（第 1 縦部分、第 2 縦部分）を有する形状がより望ましい。これらの部分は、縦辺部分と呼ぶことも出来る。望ましい形状の例として、角をカットすることによって縦部分 8 を作った切欠き部 9、又は管軸方向と一致する縦部分 8 を有するスリット（図示を省略した）を有する形状があげられる。また、溶接箇所を増加させることで、溶接脚長の最小化、ひいては各突起付き鋼板 4, 5 の最小化を図ることが可能である。この結果として、より曲率加工しやすくなるとともに、鋼材重量の低減にもなり、コスト低減に貢献する。

[0054] 次に、外向き突起付き鋼板 4 の突起 6（外向き突起）及び内向き突起付き鋼板 5 の突起 6（内向き突起）についてさらに具体的に説明する。外向き突起付き鋼板 4 及び内向き突起付き鋼板 5 に設ける上記の突起 6 の高さ h としては、例えば、2.5 mm～25 mm 程度に形成される。なお、鋼管杭 1 と鋼製外管との間にグラウト 13 が充填された状態（図 1）では、図 19 に示

すように、突起6の高さ h やその個数が大きくなると、付着力が向上する非線形な相関がある。例えば、突起がない関連技術の風車発電におけるモノパイル式基礎構造では、図19の横軸の値が0の部分になり、付着力は小さくなる。図19の縦軸はグラウト接合構造の付着強度（単位は例えばMPa）を表し、横軸は〔グラウト強度〕 $\times h / s$ （単位は例えばMPa）を表す。ここで、 h は突起の高さを表し、 s は突起の個数を表す。図19は一般的な対応関係の概略を示す概念図であるため、各軸のスケール及び各変数の単位は特定しない。

[0055] 外向き突起付き鋼板4の突起6（外向き突起）同士の間隔 L （ピッチ）と、内向き突起付き鋼板5の突起6（内向き突起）同士の間隔 L との関係は、必ずしも同じでなくてもよいが、同じであることが好ましい。この場合、同規格の帯状鋼板7から外向き突起付き鋼板4および内向き突起付き鋼板5を製造できる。

[0056] 上記のような突起付き帯状鋼板7を以下の工程で加工する。まず突起付き帯状鋼板7を所定形状に切断して平板状の突起付き鋼板を形成する。そして、突起6が外側又は内側となり横方向に延びるように突起付き鋼板を配置して、鋼管杭1の外周面の曲率又は鋼製外管ソケット2の内周面に合致するように、ロール成形によりベンド（曲げ加工）する（図3A～3C参照）。これらの工程で、外向き突起付き鋼板4（図4参照）又は内向き突起付き鋼板5（図5参照）が製造される。外向き突起付き鋼板4は、鋼管杭1の外周面に、軸方向の隅肉溶接10（第1の溶接部、軸方向の溶接線を有する隅肉溶接）により固定される。また、内向き突起付き鋼板5は、鋼製外管ソケット2の内周面に、管軸方向の隅肉溶接10（第2の溶接部、軸方向の溶接線を有する隅肉溶接）により固定される。

[0057] 上記のように、外向き突起付き鋼板4及び内向き突起付き鋼板5は、それぞれ鋼管杭1の軸方向及び鋼製外管ソケット2の軸方向と一致する方向の隅肉溶接により固定される。好ましくは、軸方向と一致する方向の隅肉溶接のみを用いて各突起付き鋼板4、5を固定する。これによって、溶接線が上下

方向の振動荷重と同じ方向になり、溶接部のせん断抵抗に、より強く抵抗できる。これに対して、鋼管周方向の隅肉溶接 24（図 18A～18C 参照）により、各突起付き鋼板 4、5 を固定した場合、隅肉溶接によって生じる溶接接合部の残留応力と振動荷重との方向が一致し、溶接部の疲労性能が低下する。そのため、本実施形態においては、外向き突起付き鋼板 4 及び内向き突起付き鋼板 5 の上下部及び切欠き 9 又はスリットにおいて、水平方向（周方向）の溶接を行わないことが好ましい。つまり、外向き突起付き鋼板 4 及び内向き突起付き鋼板 5 は、鋼管の軸方向と平行な溶接線を持つ隅肉溶接のみによって固定されるのが好ましい。つまり、鋼管杭 1 の外周面の上記隅肉溶接 10 と、鋼製外管ソケット 2 の内周面の上記隅肉溶接 10 とは、軸方向の溶接線のみを持つ隅肉溶接であることが望ましい。

[0058] 上記のような溶接接合を可能にするために、図 3A から図 5 に示すように、各外向き突起付き鋼板 4 及び内向き突起付き鋼板 5 の両側部には、鋼管杭あるいは鋼製外管側の管軸方向と一致する方向の縦部分 8（縦辺、鋼板端部）を有する切欠き部 9 又はスリットを備える。その縦部分 8 において、隅肉溶接 10 により、外向き突起付き鋼板 4 は鋼管杭 1 の外周面に固定され、内向き突起付き鋼板 5 は鋼製外管ソケット 2 の内周面に固定されている。つまり、鋼管杭 1 の外周面の隅肉溶接 10（第 1 の溶接部）は、鋼管杭 1 の外周面と外向き突起付き鋼板 4 の縦部分（第 1 縦部分）の間に配置されている。鋼製外管ソケット 2 の内周面の隅肉溶接 10（第 2 の溶接部）は、鋼製外管ソケット 2 の内周面と内向き突起付き鋼板 5 の縦部分（第 2 縦部分）の間に配置されている。これら縦部分のみの溶接で各突起付き鋼板が固定されることが望ましい。

[0059] 図 3A～3C 及び図 4 に示す形態では、鋼管杭の外周面に、周方向に並んだ複数枚（例えば 2 枚）の外向き突起付き鋼板 4 が設けられる。各外向き突起付き鋼板 4 は両側部の上部および下部にそれぞれ切欠き部 9 を備えている。上下の切欠き部 9 の間に位置する中間部は、周方向に突出した中間突出部 11 を備えている。周方向に隣り合う 2 枚の外向き突起付き鋼板 4 の中間突

出部 1 1 同士は、突合せ溶接 1 2 により接合される。この接合によって、複数の外向き突起付き鋼板 4 は、管状に一体化されている。この状態では、隣り合う外向き突起付き鋼板 4 同士の切欠き部 9 により、スリット 9 b が上部及び下部に形成されている。

[0060] 同様に、図 5 に示すように、鋼製外管ソケット 2 の内周面に、周方向に並んだ複数枚（例えば 2 枚）の内向き突起付き鋼板 5 が設けられる。各内向き突起付き鋼板 5 は両側部の上部および下部にそれぞれ切欠き部 9 を備えている。上下の切欠き部 9 の間に位置する中間部は、周方向に突出した中間突出部 1 1 を備えている。周方向に隣り合う 2 枚の内向き突起付き鋼板 5 の中間突出部 1 1 同士は、突合せ溶接 1 2 により接合される。この接合によって複数の内向き突起付き鋼板 5 は、管状に一体化されている。この状態では、上下に切欠き部 9 が合わされたスリットが形成されている。この状態では、隣り合う内向き突起付き鋼板 5 同士の切欠き部 9 により、スリット 9 b が上部及び下部に形成されている。

[0061] 図 4 及び 5 に示すように、外向き突起付き鋼板 4 あるいは内向き突起付き鋼板 5 の両側部に切欠き部 9 を設けてもよい。また、外向き突起付き鋼板 4 あるいは内向き突起付き鋼板 5 の、周方向の中間部における上下部の一方又は両方に、管軸方向のスリット（不図示）を設けてもよい。切欠き部 9 又はスリットによって隅肉溶接により接合するための縦部分 8 を形成できる。

[0062] なお、図 4 及び 5 に示すように、各外向き突起付き鋼板 4 及び内向き突起付き鋼板 5 における中間突出部 1 1 の周方向の先端部では、突起 6 を切除して、突起 6 が周方向の先端から離れた位置から始まるようにしてもよい。この場合、付き合せ溶接が一定の板厚間で行える。また、隣り合う外向き突起付き鋼板 4 同士又は内向き突起付き鋼板 5 同士の中間突出部 1 1 は、周方向の先端の板厚寸法を同じにしておくことが望ましい。

[0063] 次に、上記のような鋼管杭 1 と鋼製外管ソケット 2 とをグラウト 1 3 を用いて接合する工程について、図 1 5 に示す風車発電設備を参照しながら説明する。

[0064] 鋼管杭 1 が水底地盤又は海底地盤 18 に立設するように施工された後、クレーン船により所要枚数の外向き突起付き鋼板 4 を搬送して所定の位置に配置する。そして、鋼管杭 1 の上端部外周面に、仮固定治具等を用いて外向き突起付き鋼板 4 を仮固定する。この後、外向き突起付き鋼板 4 を溶接により固着する。そして、工場又は現場において組立てられた鋼製外管ソケット 2 の内周面に、内向き突起付き鋼板 5 を所要枚数固着する。こののち、内向き突起付き鋼板 5 を備えた鋼製外管ソケット 2 を、外向き突起付き鋼板 4 を備えた鋼管杭 1 の上端部に鉛直に遊嵌状態で配置する。そして、鋼製外管ソケット 2 を、適宜、仮保持治具（図示を省略し）等により鋼管杭 1 に保持する。そして、鋼管杭 1 と鋼製外管ソケット 2 内の空間に、モルタル等のセメント系のグラウト 13 を充填・硬化して、鋼管杭 1 の上端部に鋼製外管ソケット 2 を固着する。その後、関連技術と同様に、鋼製外管ソケット 2 の上部フランジ 14 とタワー（支柱）16 の下部の下部フランジ 15 をボルト接合 25 により接合する。そして、支柱 16 の上部に翼 26 を備えた風車発電機を設置する。

[0065] なお、グラウト 13 を用いたグラウト接合において、突起付き鋼板 4, 5 をグラウト接合の軸方向全長に渡って設置することが、設計せん断耐力の増加面からは望ましいと考えられる。一方、グラウト接合の端部（上端部）はグラウト充填において施工不良が起こる恐れがある。また、風による曲げ荷重作用時には、グラウトの上端部および下端部にクラックが入る恐れがある。このため、上端部および下端部においてせん断耐力を期待しない方がよい。この観点から、突起付き鋼板 4, 5 の設置範囲は、グラウト接合の全長分ではなく、端部部分を省略し、グラウト端部から離れた状態として、端部より中央部分に近いところに設置することが望ましい。

[0066] （第 2 実施形態）

図 8 及び図 9 には、本発明の第 2 実施形態にかかる鋼管杭 1 と鋼製外管ソケット 2 との接合構造が示されている。図 8 は一部縦断正面図、図 9 は図 8 の b-b 線断面図である。

[0067] この第2実施形態にかかる接合構造では、外向き突起付き鋼板4および内向き突起付き鋼板5を水平方向よりも垂直方向が長い長方形（以降細長の長方形と呼ぶ）とする。この場合、複数の突起付き鋼板4、5が、鋼管杭1の外周面及び鋼製外管ソケット2の内周面に、周方向に並べて設置される。この場合、図8に示すように、周方向に隣り合う突起付き鋼板4（5）同士の間隔は開いていてもよい。また、本実施形態の変形形態として、図10及び図11に示すように、周方向に隣り合う突起付き鋼板4（5）同士が、突き合わせ溶接されていると同時に、鋼管杭1の外周面及び鋼製外管ソケット2の内周面に溶接により固定されていてもよい。また、図示を省略するが、突起付き鋼板4、5が、その上下方向の中間部に中間突出部11を備えている場合には、周方向に隣り合う中間突出部11同士を突き合わせ溶接により一体化して、全体として管状の突起付き部材を形成してもよい。その他の構成は、上記第1実施形態と同様であるので、同様な部分には、同様な符号を付している。

[0068] （第3実施形態）

図12は、本発明の第3実施形態にかかる、鋼管杭1と鋼製外管ソケット2との接合構造を示す一部縦断正面図である。

この実施形態では、鋼管杭1の上部に、細長い長方形の複数の外向き突起付き鋼板4を周方向に間隔（等角度間隔）をおいて配置する。さらに、鋼管杭1の下部に、細長い長方形の複数の外向き突起付き鋼板4を周方向に間隔（等角度間隔）をおいて配置する。上部の外向き突起付き鋼板4と下部の外向き突起付き鋼板4とは、鋼管杭1の軸方向に沿って互いに間隔を置いて配置される。同様に、鋼製外管ソケット2の内周面の上部及び下部に、細長い長方形の内向き突起付き鋼板5を周方向に間隔（等角度間隔）をおくと共に、上下に間隔をおいて設置する。外向き突起付き鋼板4及び内向き突起付き鋼板5を細長い長方形の突起付き鋼板とすると、突起付き鋼板を鋼管杭の外周面や鋼製外管の内周面の曲率に合わせて曲げ加工することが簡易となる。また、半筒状の突起付き鋼板とする場合に比べて、搬送及び設置が容易であ

る。その他の構成は、上記第 1 実施形態と同様であるので、同様な部分には、同様な符号を付している。これらの外向き突起付き鋼板 4 及び内向き突起付き鋼板 5 は、水平方向よりも垂直方向が長い長方形であることが好ましい。

[0069] 外向き突起付き鋼板 4 及び内向き突起付き鋼板 5 の突起 6 の延びる方向は、鋼管杭 1 または鋼製外管ソケット 2 の周方向と必ずしも平行である必要はなく、各鋼管の周方向に渡って延びていればよい。具体的には、各鋼管の軸方向よりも周方向に近い角度で突起 6 が延びていることが好ましい。

[0070] 上記実施形態 1 ～ 3 では、外向き突起付き鋼板 4 の突起 6 の延びる方向は、鋼管杭 1 の周方向（鋼管杭 1 の軸方向に垂直な方向）と平行である。また、内向き突起付き鋼板 5 の突起 6 の延びる方向は、鋼製外管ソケット 2 の周方向（鋼製外管ソケット 2 の軸方向に垂直な方向）と平行である。これらの実施形態では、上部構造から伝達される荷重を、グラウトを介して、効率よく、外管から鋼管杭へ伝達することができる。ここで言う平行とは、厳密な平行でなくてもよく、実質的に平行であれば上記の効果が得られる。

[0071] （第 4 実施形態）

図 1 3、1 4 は、本発明の第 4 実施形態にかかる、鋼管杭 1 と鋼製外管ソケット 2 とをそれぞれ示す正面図である。本実施形態では、外向き突起付き鋼板 4 の突起 6 は、鋼管杭 1 の周方向対して傾斜をなして延びている。また、内向き突起付き鋼板 5 の突起 6 は、鋼製外管ソケット 2 の周方向対して傾斜をなして延びている。その他の構成は、上記第 1 実施形態と同様であるので、同様な部分には、同様な符号を付している。

[0072] 突起 6 の傾斜角 α の絶対値は、 50° 以下であることが好ましい。図 1 3、1 4 に示すように、突起 6 の傾斜角度 α は、鋼管の周方向（水平方向）を基準として、鋼管外側から見て反時計回りの傾斜角度を正の値で表し、時計回りの傾斜角度を負の値で表す。図 1 3、1 4 に示す一例では、 α は 30° である。

[0073] 本実施形態では、外向き突起付き鋼板 4 の突起 6 の傾斜角度と、内向き突

起付き鋼板 5 の突起 6 の傾斜角度との関係は、同じ角度（互いに平行）であっても、異なる角度（互いに非平行）であってもよく、同じ符号（例えば正の角度と正の角度）であっても、異なる符号（例えば正の角度と負の角度；互いに交差するように傾斜）であってもよい。圧縮領域（圧縮斜材）23 を効率よく形成し、付着力を高めるためには、外向き突起付き鋼板 4 の突起 6 の傾斜角度と内向き突起付き鋼板 5 の突起 6 の傾斜角度とを同じ角度とし、互いに平行にするのが望ましい。

[0074] 本実施形態では、鋼管杭 1 又は鋼製外管ソケット 2 に対する各突起付き鋼板 4、5 の設置角度の自由度が高くなる。また、本実施形態にかかる接合構造を用いた基礎構造は、ねじりトルクへの耐性が向上する点で有利である。特に、基礎構造の上に設置される設備の特性上、設備から基礎構造へねじりトルクが頻繁に伝達される場合（例えば水流発電設備）に有利な効果を発揮する。

[0075] 図 13、14 に示す第 4 実施形態は、第 1 実施形態を元にした変形例として記載したが、第 2 実施形態または第 3 実施形態を元にして、突起 6 の延びる角度を傾斜させてもよい。

[0076] 以上、本発明の各実施形態を図面を用いて説明したが、本発明は図示した形状には必ずしも限定されない。例えば、細長の長方形の突起付き鋼板の形態としては、管軸方向と一致する縦部分 8 を有すれば、適宜の形態でよい。例えば、中間部に中間突出部 11 とは逆に、中間凹部を有する形態でもよい。

[0077] また、本発明の各実施形態において、外向き突起付き鋼板及び内向き突起付き鋼板の下端部は、グラウトの下端部よりも上方に離れた位置に配置されていてもよい。この場合、各突起付き鋼板の端部の防錆効果を高めることで、鋼管杭と鋼製外管との接合部の耐食性を高めることができる。

産業上の利用可能性

[0078] 本発明にかかる鋼管杭と鋼製外管との接合構造によると、溶接熱による残留応力問題を大きく低減し、疲労性能を改善させた上で、十分なせん断耐力

を確保することができる。

符号の説明

- [0079] 1 鋼管杭
2 鋼製外管ソケット
3 鋼製外管
4 外向き突起付き鋼板
5 内向き突起付き鋼板
6 突起（内向き突起又は外向き突起）
7 突起付き帯状鋼板
8 縦部分
9 切欠き部
10 隅肉溶接
11 中間突出部
12 突合せ溶接
13 グラウト
14 上部フランジ
15 下部フランジ
16 支柱
17 風車発電設備
18 水底地盤又は海底地盤
19 鉄筋
20 帯状鋼板
21 モノパイル式基礎構造
22 せん断キー
23 圧縮領域（圧縮斜材）
24 鋼管周方向の溶接
25 ボルト接合
26 翼

請求の範囲

- [請求項1] 鋼管杭と前記鋼管杭の外側に間隔をおいて配置された鋼製外管との接合構造であって、
- 複数の外向き突起を有し、第1の溶接部によって前記鋼管杭の外周面に固定された外向き突起付き鋼板と；
- 複数の内向き突起を有し、第2の溶接部によって前記鋼製外管の内周面に固定された内向き突起付き鋼板と；
- 少なくとも前記外向き突起付き鋼板と前記内向き突起付き鋼板とを埋め込むように前記間隔に充填されたグラウトと；
- を備え、
- 前記複数の外向き突起は、互いに上下方向に間隔をおいて配置され、前記鋼管杭の周方向に渡って延びており；
- 前記複数の内向き突起は、互いに上下方向に間隔をおいて配置され、前記鋼製外管の周方向に渡って延びている、
- ことを特徴とする接合構造。
- [請求項2] 前記第1の溶接部は、前記鋼管杭の軸方向の溶接線を有する隅肉溶接であり、
- 前記第2の溶接部は、前記鋼製外管の軸方向の溶接線を有する隅肉溶接であることを特徴とする請求項1に記載の接合構造。
- [請求項3] 前記第1の溶接部は、前記鋼管杭の前記軸方向の溶接線のみを持つ隅肉溶接であり、
- 前記第2の溶接部は、前記鋼製外管の前記軸方向の溶接線のみを持つ隅肉溶接であることを特徴とする請求項2に記載の接合構造。
- [請求項4] 前記外向き突起付き鋼板は、前記鋼管杭の軸方向と一致する方向の第1縦部分を有する切欠き又はスリットを備え、
- 前記内向き突起付き鋼板は、前記鋼製外管の軸方向と一致する方向の第2縦部分を有する切欠き又はスリットを備え、
- 前記第1の溶接部は、前記鋼管杭の前記外周面と前記第1縦部分の

間に配置されており、

前記第2の溶接部は、前記鋼製外管の前記内周面と前記第2縦部分の間に配置されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の接合構造。

[請求項5] 前記複数の外向き突起及び前記複数の内向き突起は、圧延加工により形成された突起であることを特徴とする請求項1又は2に記載の接合構造。

[請求項6] 前記外向き突起付き鋼板及び前記内向き突起付き鋼板はそれぞれ、水平方向よりも垂直方向が長い長方形の複数の突起付き板を含み、
前記複数の突起付き板は前記鋼管杭又は前記鋼製外管の周方向に互いに間隔をおいて設置されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の接合構造。

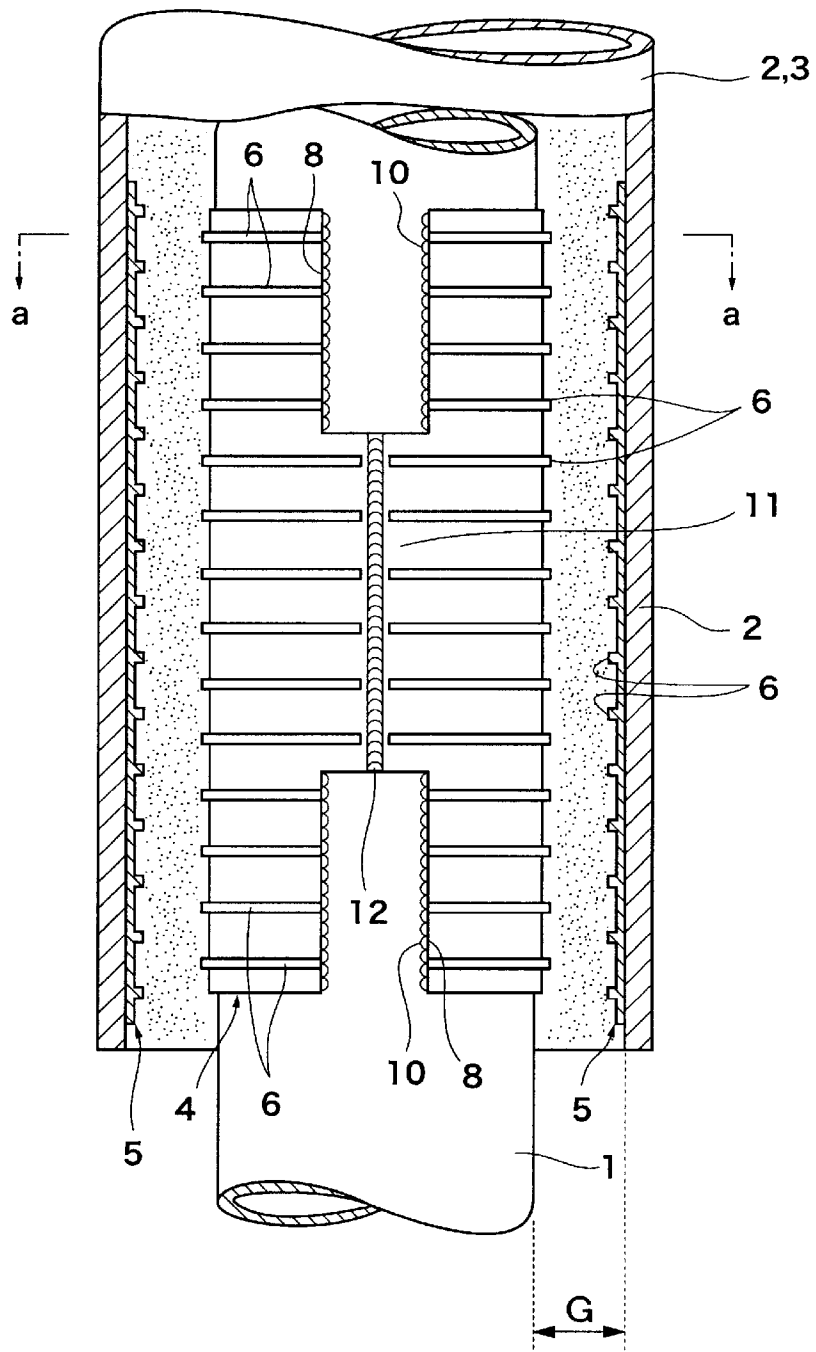
[請求項7] 前記複数の外向き突起は、前記鋼管杭の周方向と平行に延びており；
前記複数の内向き突起は、前記鋼製外管の周方向と平行に延びていることを特徴とする請求項1又は2に記載の接合構造。

[請求項8] 前記複数の外向き突起は、前記鋼管杭の周方向に対して傾斜をなして延びており；
前記複数の内向き突起は、前記鋼製外管の周方向に対して傾斜をなして延びていることを特徴とする請求項1又は2に記載の接合構造。

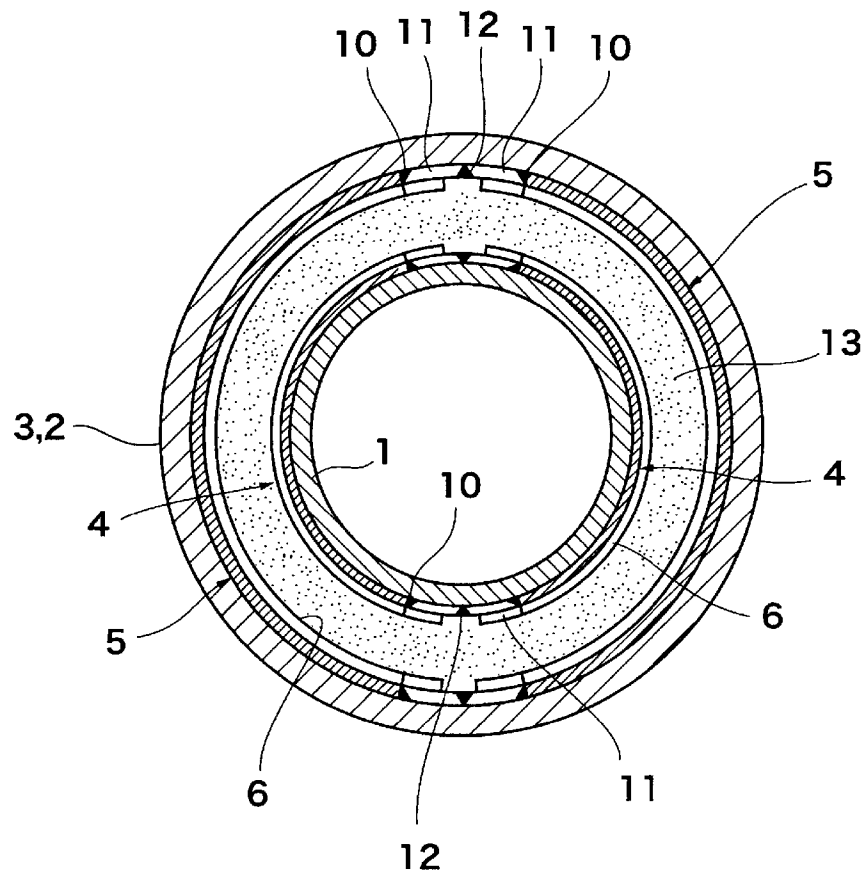
[請求項9] 前記外向き突起付き鋼板及び前記内向き突起付き鋼板の下端部は、前記グラウトの下端部よりも上方に離れた位置に配置されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の接合構造。

[請求項10] 前記複数の外向き突起の間隔と、前記複数の内向き突起の間隔とが、同じであることを特徴とする請求項1又は2に記載の接合構造。

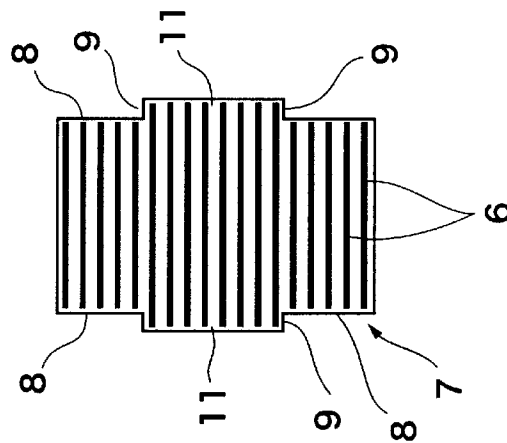
[図1]



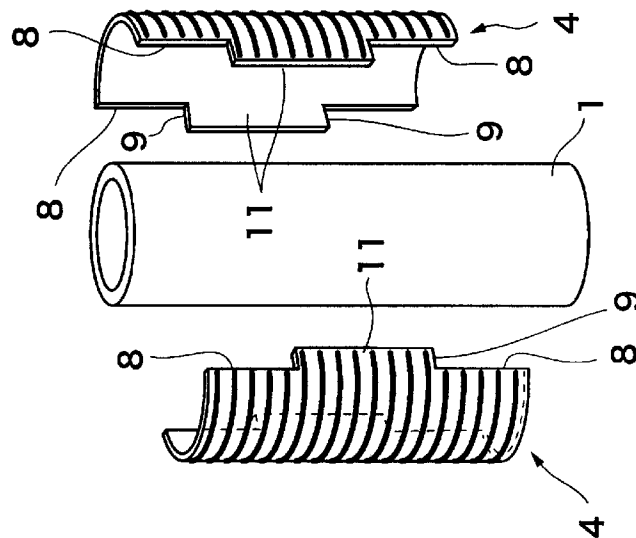
[図2]



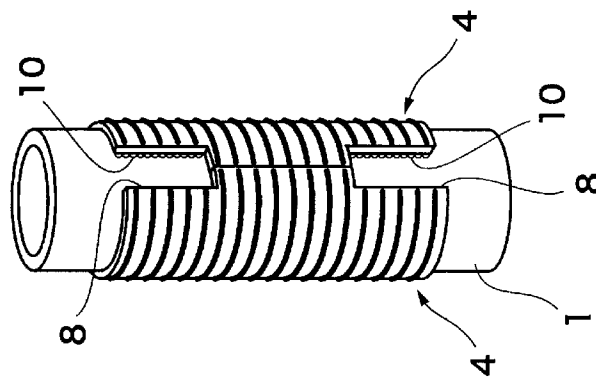
[図3A]



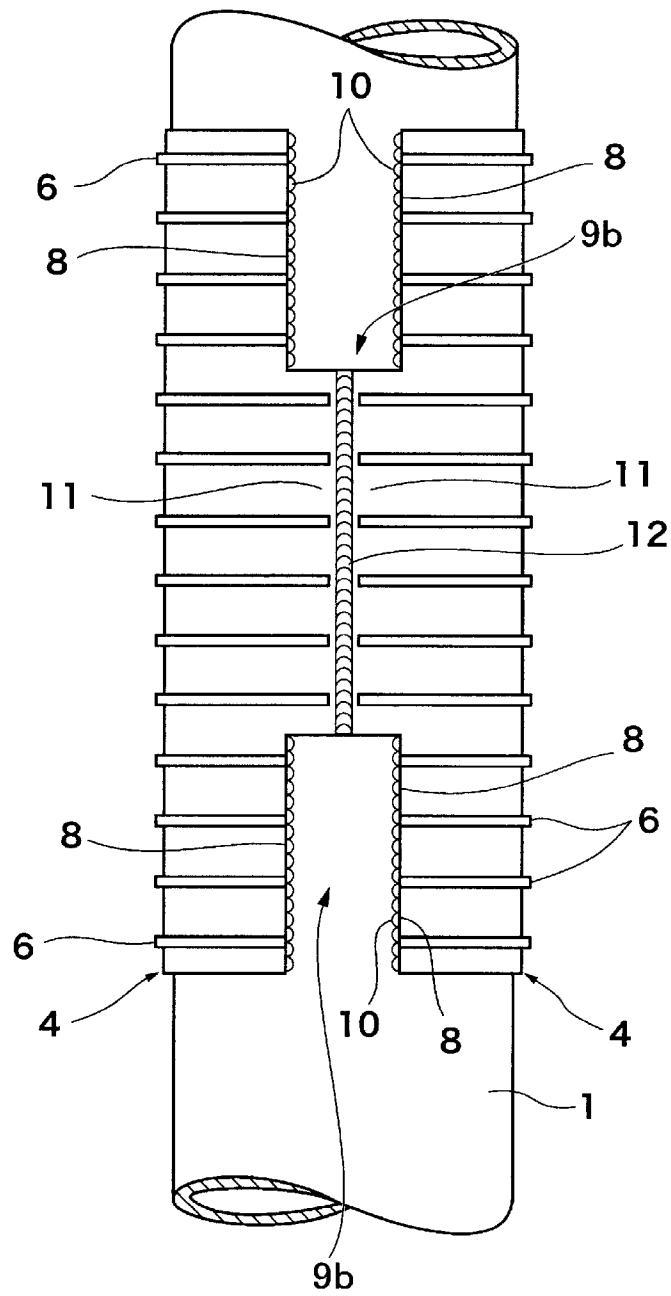
[図3B]



[図3C]

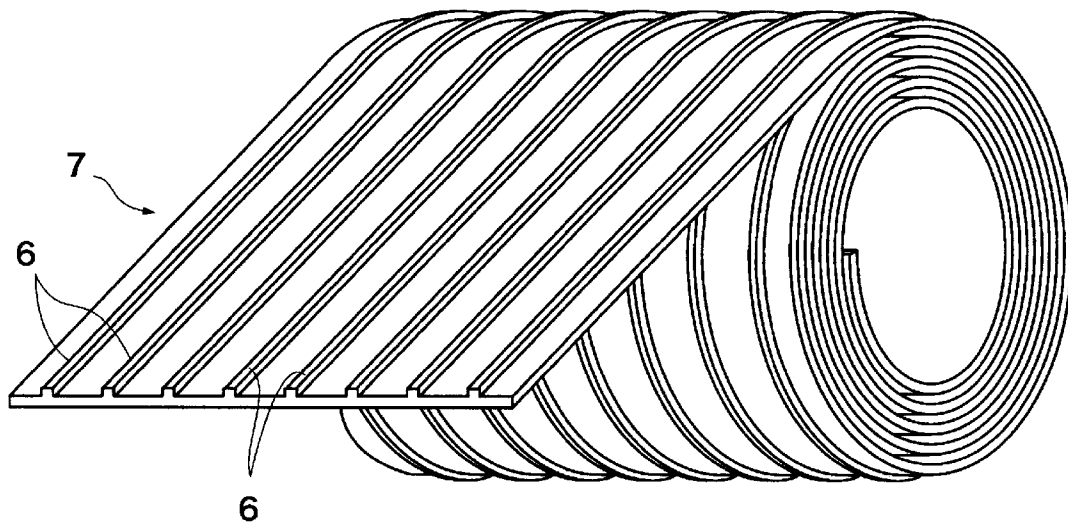


[図4]



This diagram shows a cross-section of a cylindrical device with a central vertical channel. The structure is composed of multiple layers. The outermost layer is labeled 3,2. Inside this, there are layers labeled 6 and 8. A central vertical channel is labeled 9b. The channel is divided into three main sections by two horizontal partitions. The top section contains a stack of layers labeled 6. The middle section contains a stack of layers labeled 11. The bottom section contains a stack of layers labeled 6. The bottom of the device is labeled 5. The central channel is labeled 10. The top of the device is labeled 12. The bottom of the device is labeled 11.

[図6]



[図7]

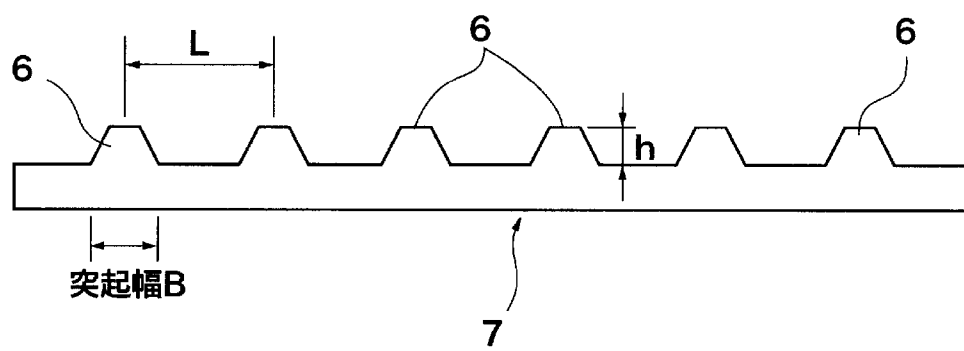
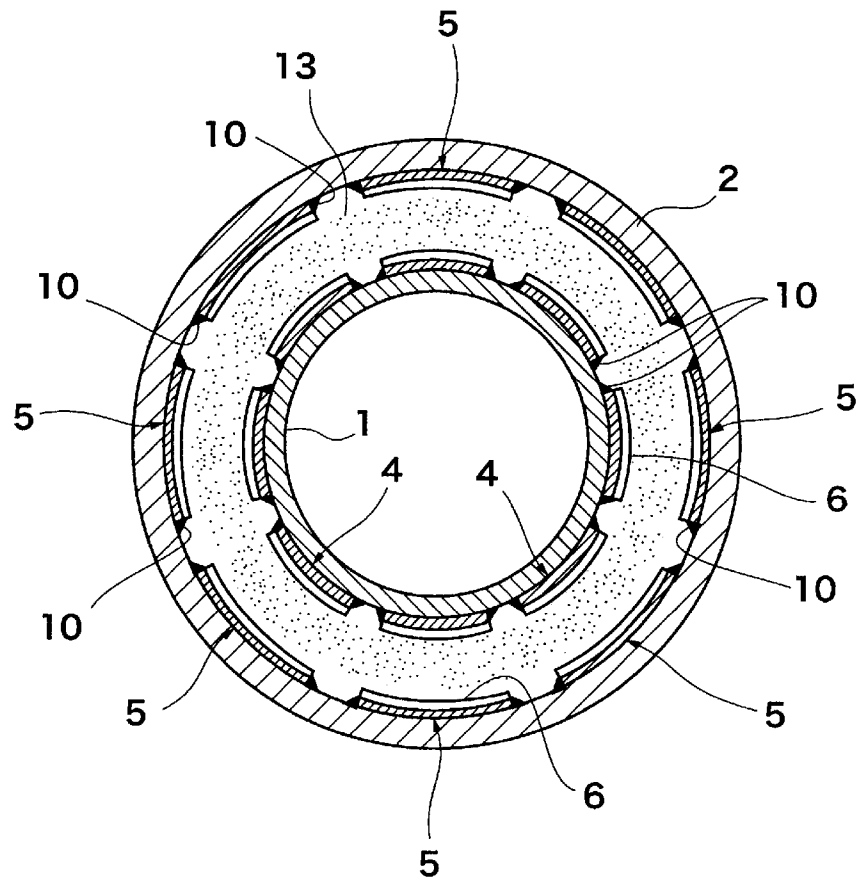
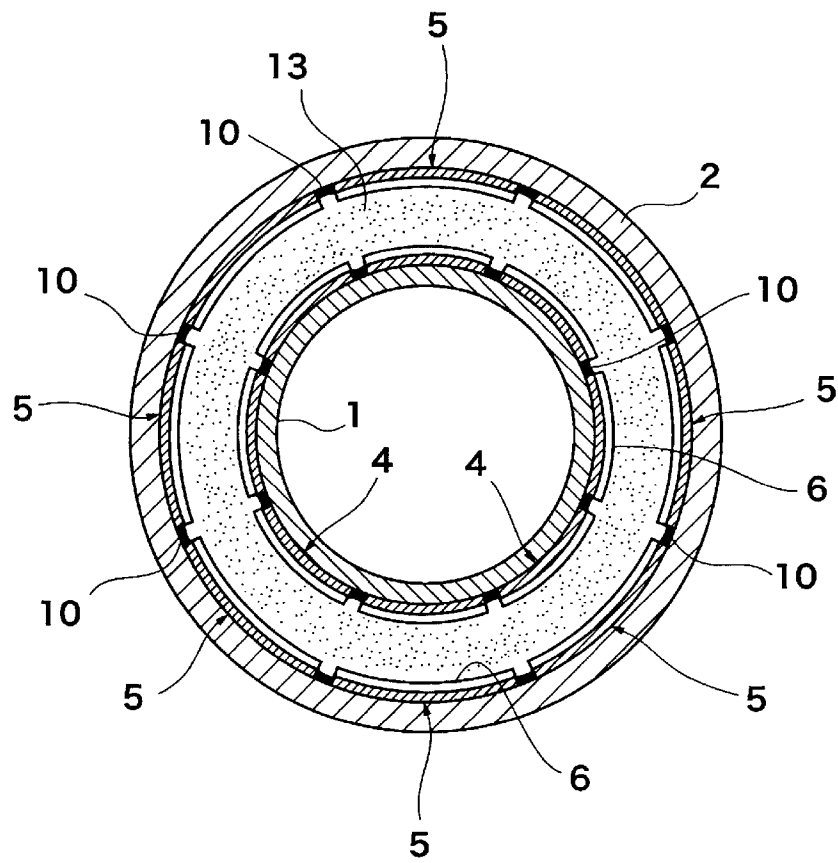


Fig. 1 is a schematic cross-sectional view of a multi-layered cylindrical structure. The structure consists of three main vertical columns (6, 10, 4) and two outer vertical layers (5, 6). The columns are connected by horizontal rings (8). The structure is shown in a perspective view with a top and bottom flange (2,3). Arrows 'b' indicate a cross-section. The structure is labeled with numbers 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10.

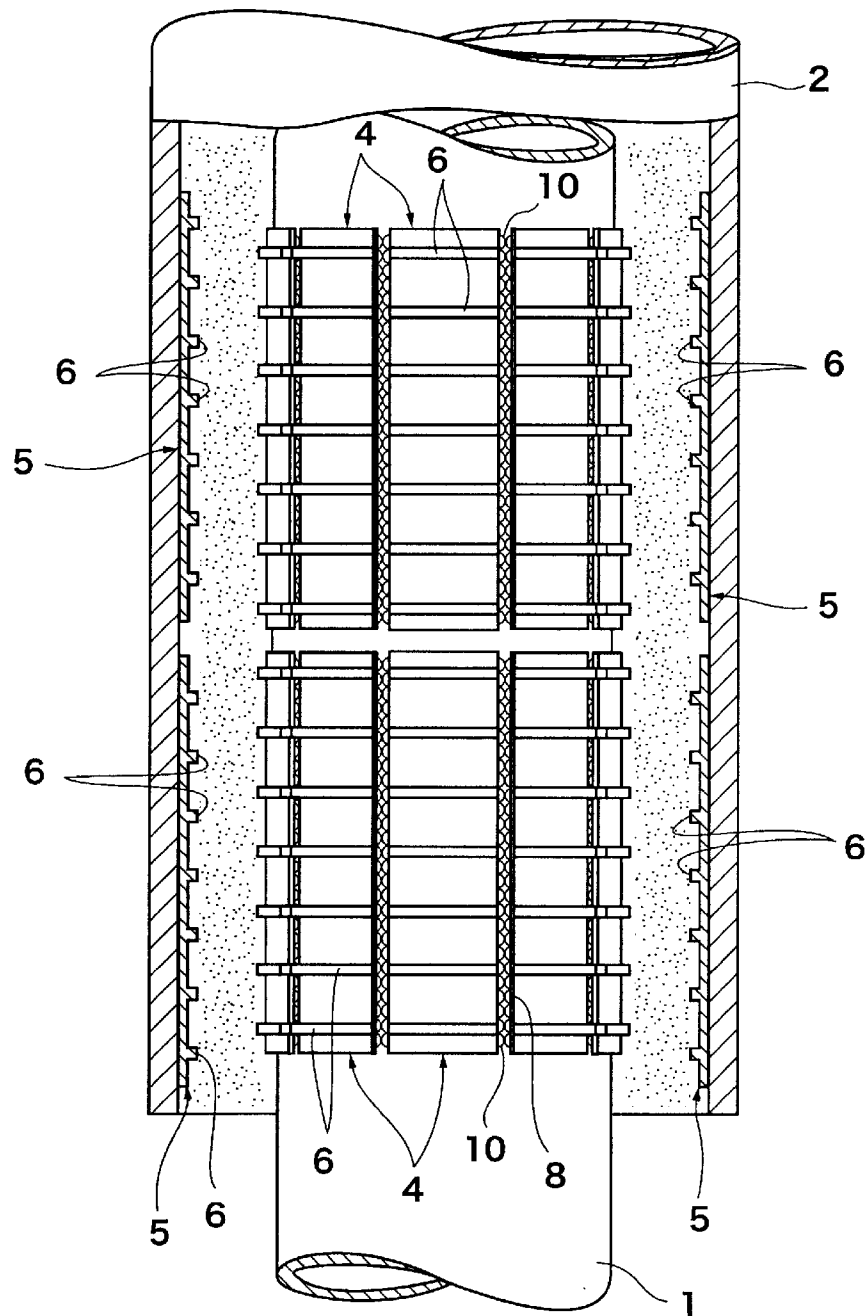
[図9]



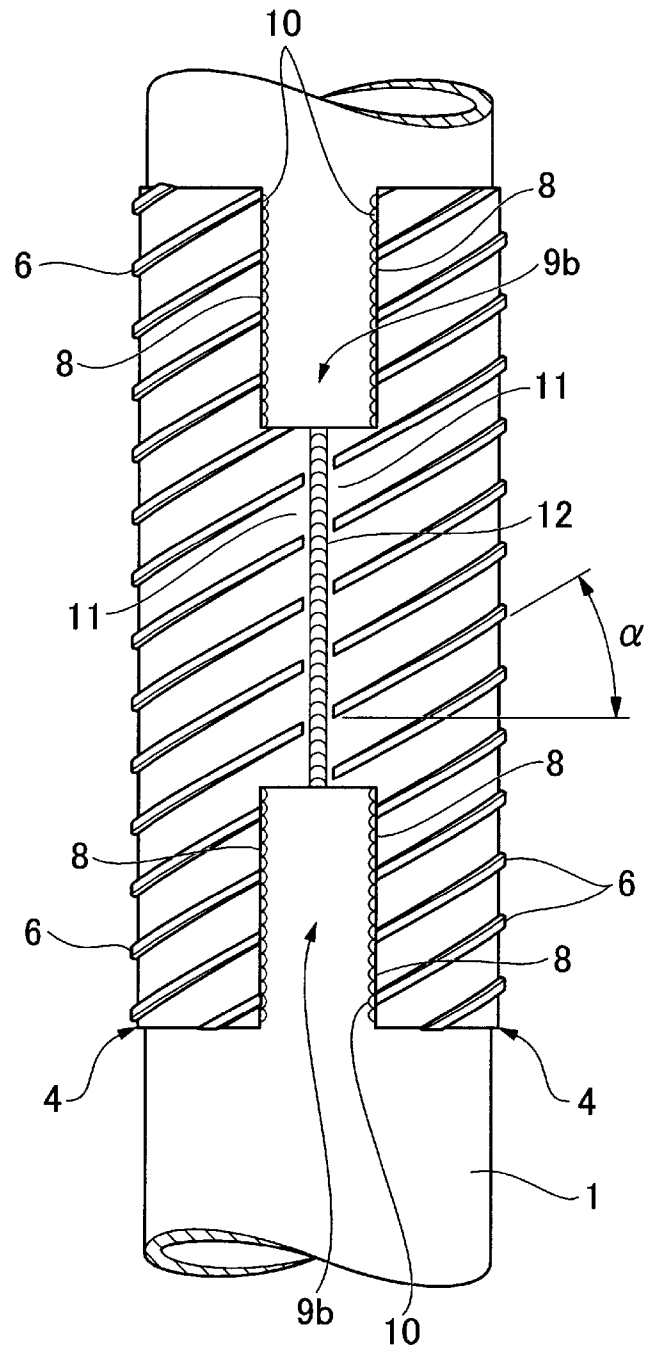
[図11]



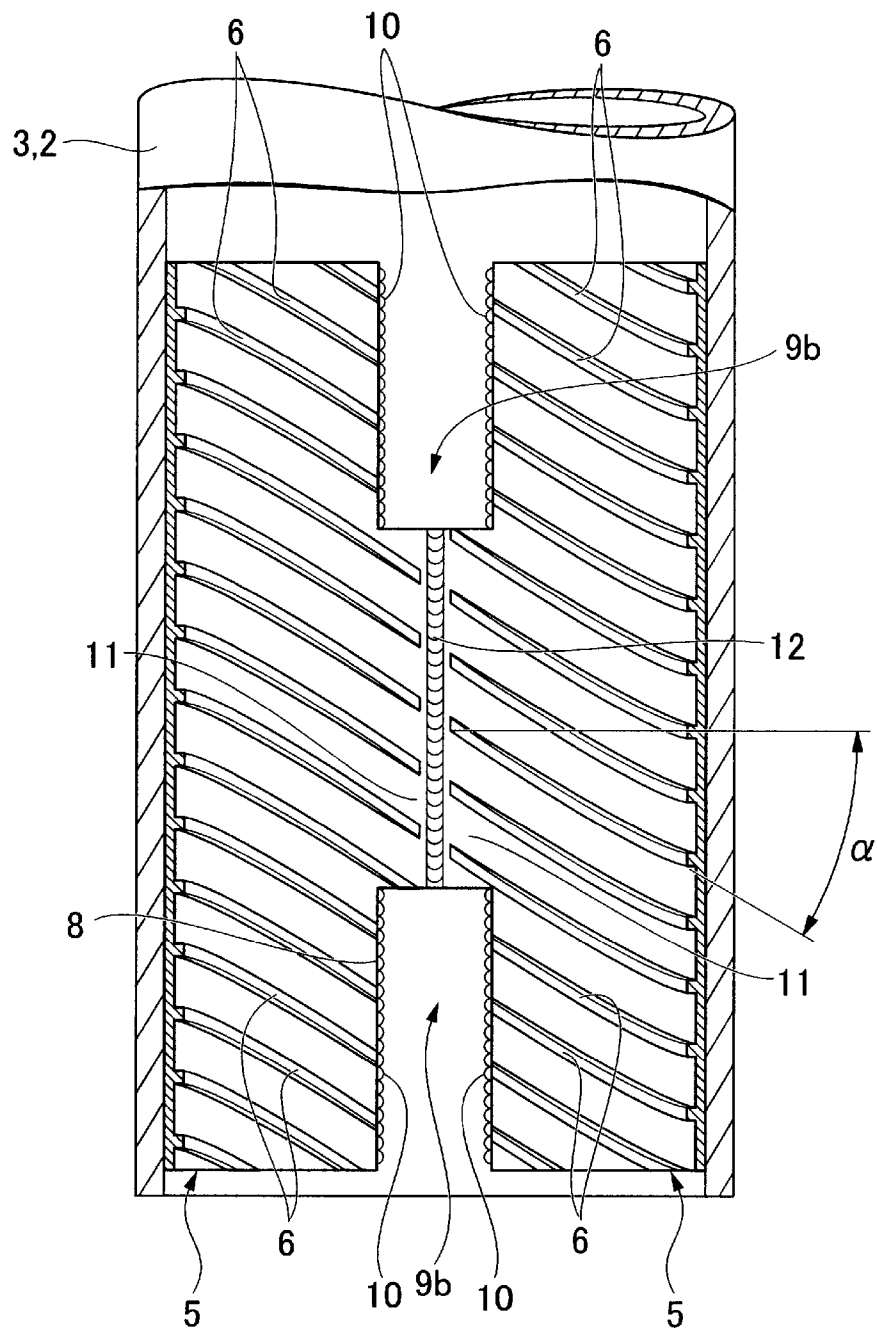
[図12]



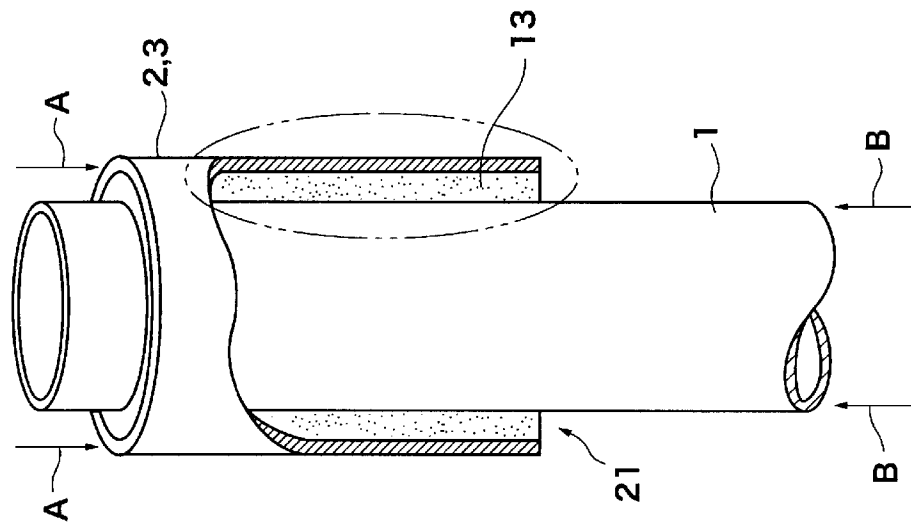
[図13]



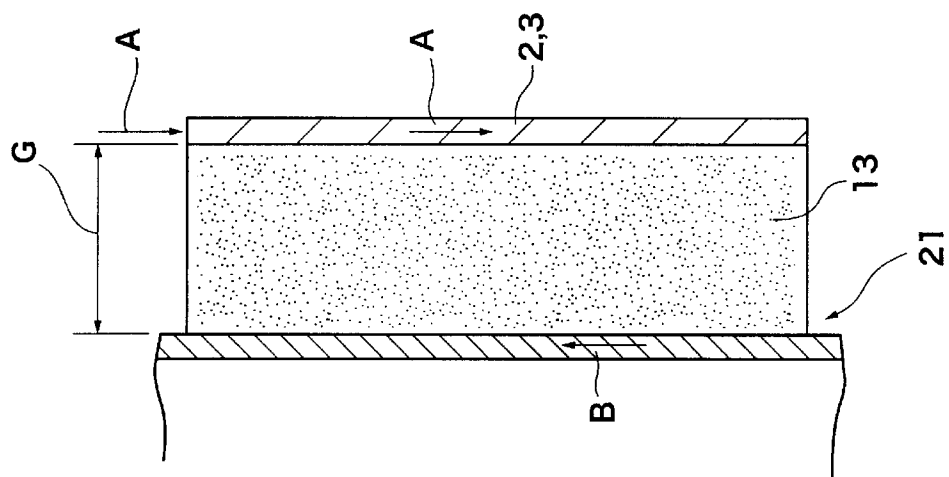
[図14]



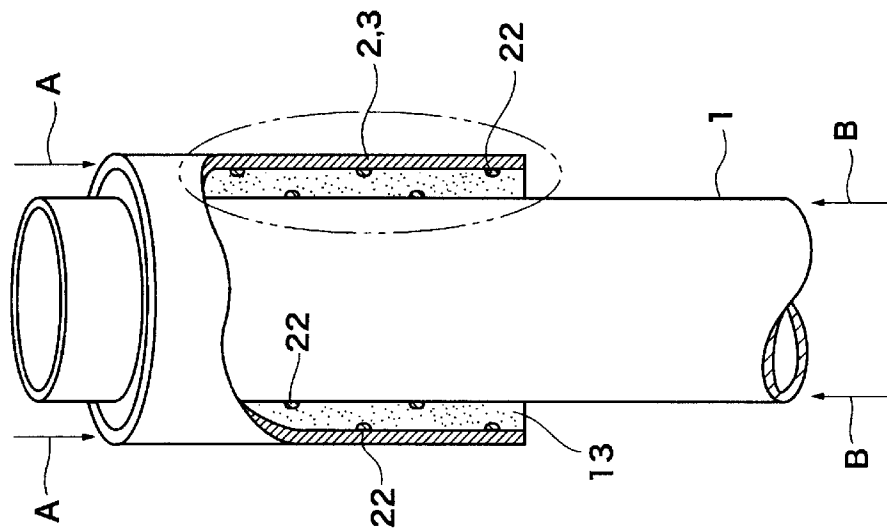
[図16A]



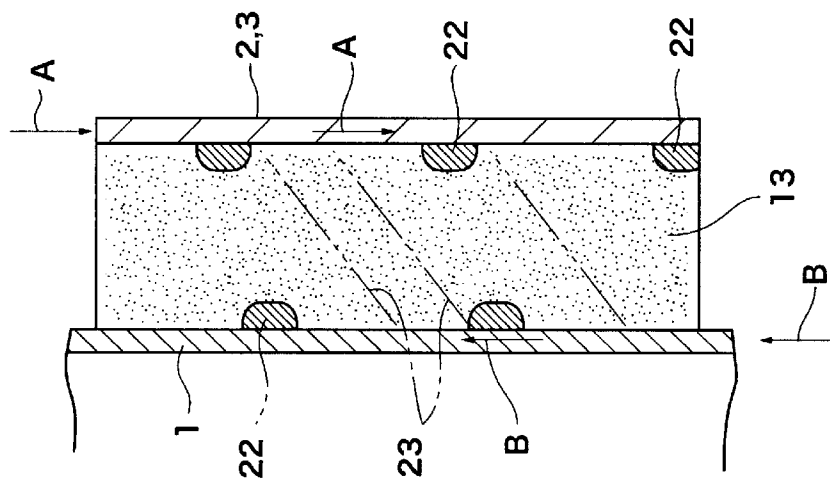
[図16B]



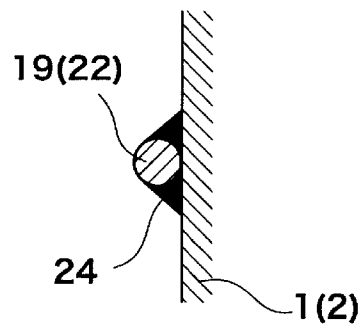
[図17A]



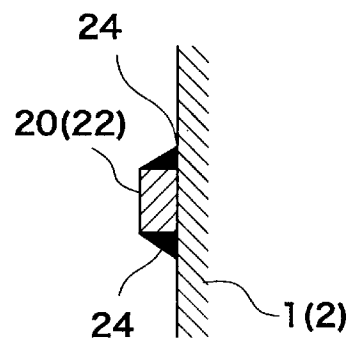
[図17B]



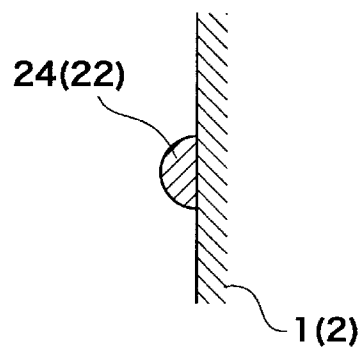
[図18A]



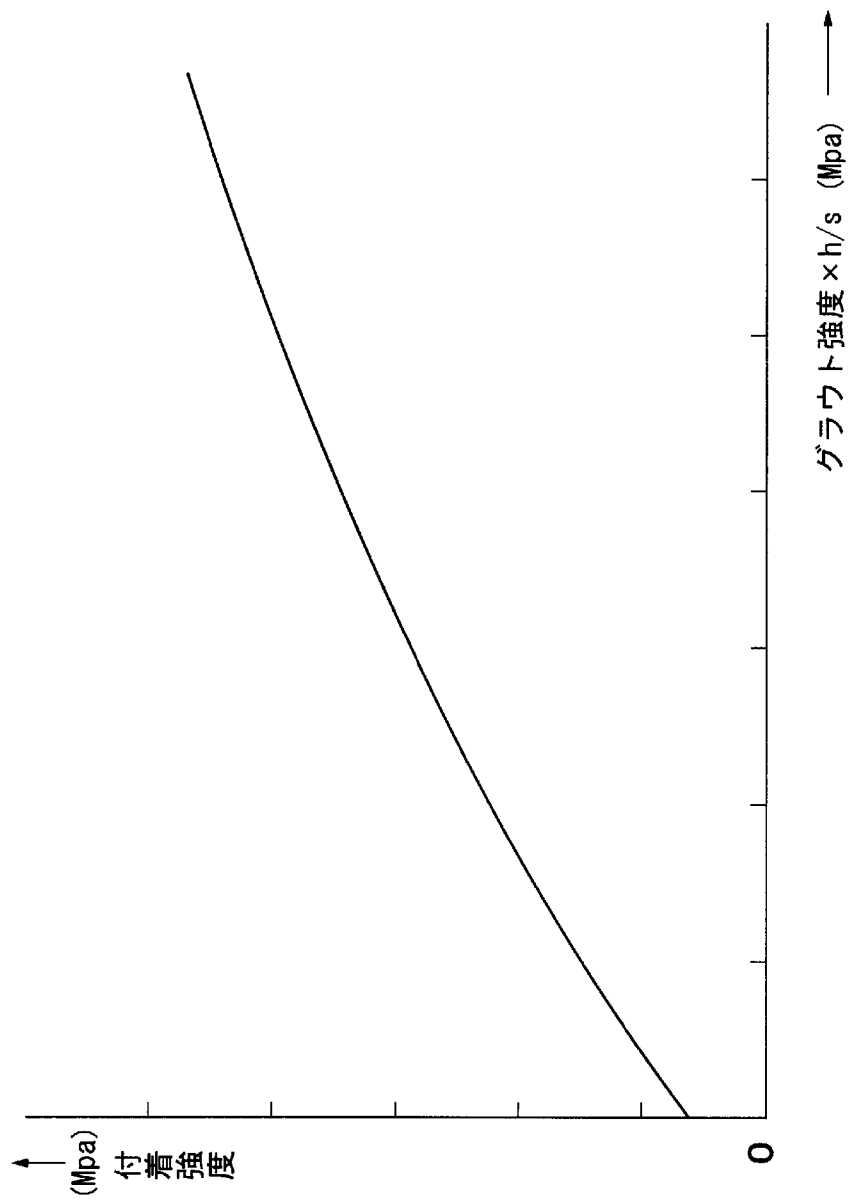
[図18B]



[図18C]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055402

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E02D5/28(2006.01)i, E02D27/12(2006.01)i, E02D27/32(2006.01)i, E02D27/42
(2006.01)i, F03D11/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E02D5/28, E02D27/12, E02D27/32, E02D27/42, F03D11/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 8-284159 A (Nippon Steel Corp.), 29 October 1996 (29.10.1996), paragraphs [0001], [0009] to [0018]; fig. 1, 4 (Family: none)	1-3, 5-10 4
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 109407/1990 (Laid-open No. 65829/1992) (Kubota Corp.), 09 June 1992 (09.06.1992), specification, page 4, line 12 to page 5, line 14; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-3, 5-10 4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 April, 2012 (02.04.12)

Date of mailing of the international search report
10 April, 2012 (10.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055402

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 63-97711 A (NKK Corp.), 28 April 1988 (28.04.1988), specification, page 3, lower right column, line 19 to page 4, upper left column, line 5 (Family: none)	5
A	JP 2001-303558 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 31 October 2001 (31.10.2001), paragraphs [0014], [0017], [0021]; fig. 2(b) (Family: none)	1-10
A	JP 2006-37397 A (Kinsho Bussan Kabushiki Kaisha et al.), 09 February 2006 (09.02.2006), paragraphs [0047] to [0050]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. E02D5/28(2006.01)i, E02D27/12(2006.01)i, E02D27/32(2006.01)i, E02D27/42(2006.01)i,
F03D11/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. E02D5/28, E02D27/12, E02D27/32, E02D27/42, F03D11/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 8-284159 A (新日本製鐵株式会社) 1996. 10. 29, 段落【0001】、	1-3, 5-10
A	【0009】-【0018】、図1、4 (ファミリーなし)	4
Y	日本国実用新案登録出願 2-109407 号 (日本国実用新案登録出願公開	1-3, 5-10
A	4-65829 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイ クロフィルム (株式会社クボタ) 1992. 06. 09, 明細書第4頁第12 行-第5頁第14行、第1-7図 (ファミリーなし)	4
Y	JP 63-97711 A (日本鋼管株式会社) 1988. 04. 28, 明細書第3頁右下 欄第19行-第4頁左上欄第5行 (ファミリーなし)	5

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 2 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

苗村 康造

2 D

3 7 2 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 4 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-303558 A (住友金属工業株式会社) 2001.10.31, 段落【0014】、【0017】、【0021】、図2 (b) (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2006-37397 A (錦昇物産株式会社 外1名) 2006.02.09, 段落【0047】－【0050】、図1－2 (ファミリーなし)	1-10