

(43) 国際公開日
2007 年 12 月 6 日 (06.12.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/139228 A1

- (51) 国際特許分類:
F16L 9/14 (2006.01) *B29C 63/34* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/061256
- (22) 国際出願日: 2007 年 5 月 29 日 (29.05.2007)
- (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2006-150131 2006 年 5 月 30 日 (30.05.2006) 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 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 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): 三村博幸 (MIMURA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 船津真一 (FUNATSU, Shinichi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 山本和人 (YAMAMOTO, Kazuto) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 仮屋園義久 (KARIYAZONO, Yoshihisa) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 近藤哲己 (KONDOH, Tetsumi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代

田区大手町二丁目 6 番 3 号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 青木篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル青和特許法律事務所 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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, LS, MW, MZ, NA, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

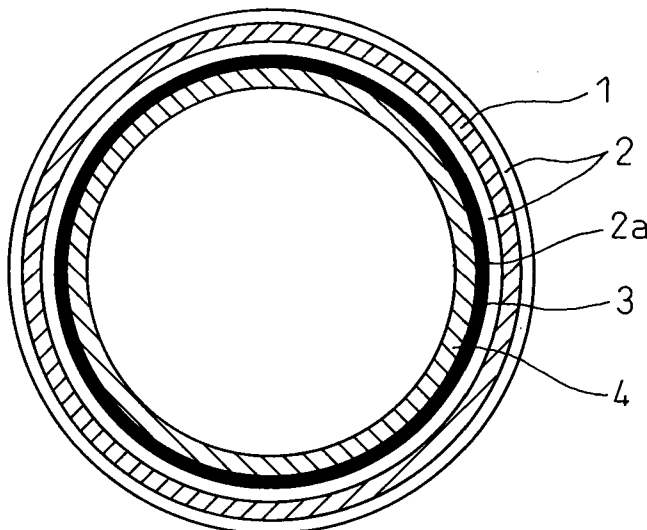
添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: INTERNALLY POLYOLEFIN COATED STEEL PIPE HAVING EXCELLENT DURABILITY, METHOD FOR PRODUCING THE SAME, AND PLATED STEEL PIPE USED FOR THE COATED STEEL PIPE

(54) 発明の名称: 耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管及びその製造方法ならびにその被覆鋼管に使用するめっき鋼管



(57) Abstract: Disclosed is an internally polyolefin coated steel pipe having excellent durability, which is characterized in that the inner surface of a steel pipe, which is internally and externally plated with a zinc plating material containing 0.01-60% by mass of Al, is provided with a polyolefin tube via an adhesive.

(57) 要約: 内面及び外面に、Al を 0.01 ~ 60 質量% 含有する亜鉛めっきを施した鋼管の内面に、接着剤を介して、ポリオレフィン管を被覆したことを特徴とする耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

明 細 書

耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管及びその製造方法ならびにその被覆鋼管に使用するめっき鋼管

技術分野

本発明は、内面と外面に亜鉛めっきを施した鋼管の内面にポリオレフィン管を被覆した内面ポリオレフィン被覆鋼管とその製造方法、及び、それに使用する内面ポリオレフィン被覆鋼管用の亜鉛めっき鋼管とその製造方法に関するものである。

背景技術

従来から、上・下水道用の鋼管として、管内を通過する水が、直接、鋼管に触れて、鋼管が腐食しないように、鋼管の内面にポリ塩化ビニル管やポリエチレン管などの樹脂管を被覆した内面樹脂被覆鋼管が用いられている。

そして、これまで、その製造方法が幾つか開示されている（特開昭55-41246号公報、特開平5-24110号公報、特開平6-285980号公報、特開2003-94522号公報、及び、特開2003-285372号公報、参照）。

特開昭55-41246号公報には、鋼管の内面と、鋼管の内径より僅かに小さい外径のポリ塩化ビニル管の外面に接着剤を塗布し、該ポリ塩化ビニル管を鋼管の内面に挿入し、全体を加熱炉の中で90～130℃に加熱してポリ塩化ビニル管を十分に軟化・膨張させ、ポリ塩化ビニル管の両端を密閉して、管内へ、5～10kg/m²の空気を数秒～数10秒間圧入してポリ塩化ビニル管を鋼管内面へ圧着させ、その後、冷却する内面ポリ塩化ビニル被覆鋼管の製

造方法が開示されている。

この製造方法によれば、ポリ塩化ビニル管を、鋼管の内面に強固に接着することができる。

特開平5-24110号公報には、接着剤を塗布したポリ塩化ビニル管を加熱、加圧し、鋼管の内面に接着させる際に、接着剤として、線膨張係数が鋼管の線膨張係数の2倍以下のものを使用する製造方法が開示されている。

この製造方法によれば、内面被覆の衝撃強度と85℃の剪断接着強度が向上する。

特開平6-285980号公報には、ポリ塩化ビニル管や架橋ポリエチレン管などを縮径加工して得た熱膨張性合成樹脂管の外面にホットメルト型接着剤を塗布して、鋼管内面に挿入し、遠赤外線ヒーターで加熱して膨張させて、鋼管内面に接着させ、熱膨張性合成樹脂管内に加圧流体を圧入して、鋼管内面に圧着しつつ冷却する製造方法が開示されている。

この製造方法によれば、加熱炉に流入する外気の影響を受けずに、金属管を、長手方向にわたる所定の温度勾配の下で加熱することができるので、金属管の内両面と合成樹脂管との間に気泡を介在させることなく、金属管と合成樹脂間を強固に接着することができる。

しかし、内面をポリ塩化ビニル管で被覆した廃棄鋼管を、鉄資源としてリサイクルする場合、ポリ塩化ビニルは、燃焼時にダイオキシンなどの有害物質を発生して環境問題を引き起こす場合があるので、廃棄鋼管のリサイクルに、燃焼工程を含むリサイクルシステムを採用することはできない。

廃棄鋼管をリサイクルするため、廃棄鋼管を加熱して、ポリ塩化ビニル管の接着力を低減し、鋼管がまだ高温状態にある時に、ポリ

塩化ビニル管を引き抜いて分離し、分離後、鋼管とポリ塩化ビニル管を、それぞれのリサイクルシステムで処理する方法がある。しかし、高温状態にある鋼管とポリ塩化ビニル管を分離する作業は、作業業者にとって高負荷の作業である。

そこで、廃棄鋼管のリサイクルに際し、ダイオキシンが発生する懸念のないポリオレフィン管を、内面に被覆する樹脂管として利用する内面ポリオレフィン被覆鋼管が開発された。

特開 2003-94522 号公報には、外面にホットメルト型接着剤を積層したポリオレフィン管を鋼管内に挿入して、ポリオレフィンの結晶化温度以上で、かつ、ホットメルト型接着剤の融点以上に加熱し、ポリオレフィン管内を加圧して鋼管内面に圧着させ、続く冷却工程でも、ポリオレフィン管の温度が結晶化温度未満になるまで、管内を加圧状態に保持する製造方法が開示されている。

この製造方法において、加熱温度は、（ポリオレフィンの結晶化温度 + 30）℃程度で、かつ、接着剤の融点以上が好ましく、加圧圧力は、0.05 ~ 0.5 MPa が好ましい。低密度ポリエチレン管及び変性ポリエチレン系接着剤を使った実施例では、結晶化温度 120℃ に対して、加熱温度を 150℃ とし、加圧圧力を 0.2 MPa とし、冷却途上のポリエチレンの温度が 100℃ に達するまで、加圧状態を保持している。

そして、上記製造方法によれば、85℃ の熱水に 1 ヶ月浸漬しても、ポリオレフィン層は、鋼管から剥離しない。

特開 2003-285372 号公報には、外面にホットメルト型接着剤を積層したポリオレフィン管を鋼管内に挿入して、ポリオレフィン管の融点以下の温度で、管内面を加圧膨張させ、その後、ポリオレフィン管の融点以上で、かつ、接着剤の活性化温度以上に加熱して、ポリオレフィン管を鋼管内面に圧着し、続く冷却工程でも

、ポリオレフィン管の温度が結晶化温度未満になるまで、管内を加圧状態に保持する製造方法が開示されている。

低密度ポリエチレン管（融点 120℃）及び変性ポリエチレン系接着剤（活性化温度 140℃）を使った実施例では、常温で 5 MPa に加圧し、その後、150℃に加熱し、次いで、冷却途上のポリエチレンの温度が 100℃以下になるまで、加圧状態を保持している。

低密度ポリエチレン管（融点 120℃）及び変性ポリエチレン系接着剤（活性化温度 140℃）を使った実施例では、60℃で 4 MPa に加圧し、その後、150℃に加熱し、次いで、冷却途上のポリエチレンの温度が 100℃以下になるまで、加圧状態を保持している。

そして、上記製造方法によれば、ポリオレフィン管の内面の加圧膨張を、ポリオレフィンの融点以下の温度で行うので、内面被覆における偏肉度を小さくすることができる。

しかし、上記従来方法で製造した内面ポリオレフィン被覆鋼管は、水道管の凍結・融解が繰り返し起きる寒冷地において、鋼管の内面に被覆したポリオレフィン管が、鋼管から剥離することがある。

また、鋼管外面を防食する必要がある場合、鋼管として、内・外面を溶融亜鉛めっきした亜鉛めっき鋼管を使用すると、鋼管内部に温水が充満した状態においては、ポリオレフィン管と亜鉛めっきとの間の耐水密着性が劣化することが知られている。

それ故、鋼管内面に被覆する樹脂管としてポリオレフィン管を用いる場合、耐剥離性及び耐水密着性を改善し、鋼管の耐久性を高めることが求められている。

耐久性のよい内面ポリオレフィン被覆鋼管用の溶融亜鉛めっき鋼管を提供する方法としては、塗膜密着性が優れている自動車用鋼板

として広く普及している合金化溶融亜鉛めっき鋼板（GA）を電気抵抗溶接法で溶接して、溶融亜鉛めっき鋼管を製造することが考えられる。

しかし、この場合、鋼管外面の最表層に、鉄－亜鉛合金層が露出して、最表層の光沢が、純亜鉛層を有する溶融亜鉛めっき鋼管の最表層の光沢に比較して、著しく劣るという課題がある。さらに、電気抵抗溶接法で溶接した溶接部の内外面において、めっき層が消失するという課題がある。

したがって、内面ポリオレフィン被覆鋼管用の溶融亜鉛めっき鋼管には、鋼管外面のめっき面として、全面的に均一で、美麗で、かつ、光沢のあるめっき面が求められ、鋼管内面のめっき面として、全面的に均一で、かつ、塗膜密着性が優れているめっき面が求められている。

発明の開示

本発明は、上記従来技術における問題点を解決するため、凍結・融解が繰り返し起きる環境や、常時、温水が充満している状態においても、ポリオレフィン管の剥離が起こり難く、かつ、耐水密着性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管とその製造方法、及び、それに使用する亜鉛めっき鋼管とその製造方法を提供することを目的とする。

亜鉛めっき鋼管の内面にポリオレフィン管を被覆する場合、亜鉛めっき層とポリオレフィン管との界面で高い接着力を確保することが重要である。そこで、本発明者は、ポリオレフィン管の剥離形態から、その原因を調査した。

その結果、本発明者は、従来技術では、接着力が、凍結・融解現象の繰り返しでポリオレフィン管に発生する収縮応力に抗し得る程

度に、十分に大きくなり、その結果、剥離が発生し易いとの発想に至った。

また、加えて、本発明者は、ポリオレフィン管は、ポリ塩化ビニル管に比較して、収縮・膨張が大きいので、加熱圧着前後に、ポリオレフィン管の内部に残留応力が残存し、その結果、接着力が低下し、凍結・融解の繰り返しで剥離が起きるとの発想に至った。

本発明者は、上記発想の下において、上記従来技術の問題点の解決策について鋭意検討した。その結果、次の知見を得るに至った。

(x) 亜鉛めっき鋼管の亜鉛めっき層に、Alを0.01～60質量%添加すると、亜鉛めっき層とポリオレフィン管との界面における接着力を高めることができる。

(y) ポリオレフィン管を、加熱・加圧して、亜鉛めっき鋼管の内面に被覆する際、封入空気（又は、非酸化性ガス）を抜く温度を適正化すると、ポリオレフィン管の内部に残留する応力を、大幅に低減することができる。

(z) (x) 及び (y) の相乗作用で、凍結・融解が繰り返し起きる環境でも、また、温水に長時間接触している状態でも、ポリオレフィン管が剥離しない。

本発明は、上記知見に基づいてなされたもので、その要旨は以下のとおりである。

(1) 内面及び外面に、Alを0.01～60質量%含有する亜鉛めっきを施した鋼管の内面に、接着剤を介して、ポリオレフィン管を被覆したことを特徴とする耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

(2) 前記鋼管の内面が、下地処理を施した内面であることを特徴とする前記(1)に記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

(3) 前記下地処理が、エポキシプライマーを塗布する処理であることを特徴とする前記(2)に記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

(4) 前記鋼管が、S i キルド鋼管又はS i - A l キルド鋼管であることを特徴とする前記(1)～(3)のいずれかに記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

(5) 前記鋼管が、S i キルド鋼管又はS i - A l キルド鋼管の外面に、A l を0.01～0.3質量%含有する亜鉛めっきを施した鋼管であることを特徴とする前記(4)に記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

(6) 前記ポリオレフィン管が、ポリエチレン管であって、かつ、前記接着剤が、無水マレイン酸変性ポリエチレン、又は、エチレン-無水マレイン酸-アクリル酸エステル三元共重合体であることを特徴とする前記(1)～(5)のいずれかに記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

(7) (a) 内面及び外面にA l を0.01～60質量%含有する亜鉛めっきを施した鋼管の内部に、外面に接着剤を積層したポリオレフィン管を挿入し、

(b) 上記ポリオレフィン管の内部に、空気又は非酸化性ガスを加圧して封入し、

(c) 上記鋼管の全体を、最終的に、ポリオレフィンの融点以上に加熱し、その後、

(d) 上記鋼管の温度が、ポリオレフィンの融点以下に低下した時、封入した空気又は非酸化性ガスを抜くことを特徴とする耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管の製造方法。

(8) 前記鋼管が、内面に下地処理を施した鋼管であることを

特徴とする前記（７）に記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管の製造方法。

（９） 前記下地処理が、エポキシプライマーを塗布する処理であることを特徴とする前記（８）に記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管の製造方法。

（１０） 前記鋼管が、Ｓｉキルド鋼管又はＳｉ－Ａｌキルド鋼管であることを特徴とする前記（７）～（９）のいずれかに記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管の製造方法。

（１１） 前記鋼管が、Ｓｉキルド鋼管又はＳｉ－Ａｌキルド鋼管の外面に、Ａｌを０．０１～０．３質量％含有する亜鉛めっきを施した鋼管であることを特徴とする前記（１０）に記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

（１２） 前記（ｄ）において、鋼管の温度が、ポリオレフィンの融点から、少なくとも５５℃以上低下した時、封入した空気又は非酸化性ガスを抜くことを特徴とする前記（７）～（１１）のいずれかに記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管の製造方法。

（１３） 前記ポリオレフィン管が、ポリエチレン管であって、かつ、前記接着剤が、無水マレイン酸変性ポリエチレン、又は、エチレン－無水マレイン酸－アクリル酸エステル三元共重合体であることを特徴とする前記（７）～（１２）のいずれかに記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管の製造方法。

（１４） 前記（１）～（６）のいずれかに記載の亜鉛めっきを施した鋼管であって、外面めっきの最表層が、Ａｌを０．０１～６０質量％含有する亜鉛めっき層であり、かつ、内面めっきの最表層が、Ｆｅを６質量％以上含有する鉄－亜鉛合金層が４０％以上を占めるめっき層であることを特徴とする内面ポリオレフィン被覆鋼管

用熔融亜鉛めっき鋼管。

(15) 鋼管の内面及び外面に、Alを0.01～60質量%含有する亜鉛めっきを施し、その後、該鋼管内面のめっき最表層を、ワイヤーブラシ等で除去し、Feを6質量%以上含有する鉄-亜鉛合金層を露出させることを特徴とする内面ポリオレフィン被覆鋼管用熔融亜鉛めっき鋼管の製造方法。

本発明によれば、凍結・融解が繰り返し起きる環境や、温水に長時間接触している状態においても、内面に被覆したポリオレフィン管の剥離が起こり難い。したがって、本発明は、寒冷地における長期の使用にも耐える耐久性を備えた内面ポリオレフィン被覆鋼管を提供することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の内面ポリオレフィン被覆鋼管の一実施態様を示す図である。

図2は、本発明の内面ポリオレフィン被覆鋼管の別の実施態様を示す図である。

図3は、亜鉛めっき鋼管の内部に、外面に接着剤を積層したポリオレフィン管を挿入し、その後、ポリオレフィン管の内部に、空気又は非酸化性ガスを加圧して封入する態様を示す図である。

図4は、ポリエチレンの温度と比容積の関係の一例を示す図である。

図5は、ポリエチレンの線膨張係数と温度の関係の一例を示す図である。

図6は、ポリエチレンの引張弾性率と温度の関係の一例を示す図である。

図7は、ポリエチレン管の収縮力と内圧開放温度との関係の一例

を示す図である。

図 8 は、本発明の内面ポリオレフィン被覆鋼管の別の実施態様を示す図である。

図 9 は、本発明の内面ポリオレフィン被覆鋼管のさらに別の実施態様を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明を、図面に基づいて詳細に説明する。

図 1 及び図 2 に、本発明の内面ポリオレフィン被覆鋼管（本発明鋼管）の断面構造を示す。

図 1 には、鋼管 1 の内面及び外面に A 1 を 0.01～60 質量％含有する亜鉛めっき 2 を施した亜鉛めっき鋼管の内面 2 a に、接着剤 3 を介して、ポリオレフィン管 4 を被覆した断面構造を示す。

図 2 には、鋼管 1 の内面及び外面に A 1 を 0.01～60 質量％含有する亜鉛めっき 2 を施した亜鉛めっき鋼管の内面 2 a に、エポキシプライマー 5 を塗布して硬化させ、接着剤 3 を介して、ポリオレフィン管 4 を被覆した断面構造を示す。

本発明鋼管において、亜鉛めっきを施す鋼管 1 として、通常の炭素鋼を用いて製造した一般の鋼管を使用することができるが、亜鉛めっき自体の鋼管からの耐剥離性を確保することを考慮すると、亜鉛めっきを施す鋼管は、S i キルド鋼又は S i - A 1 キルド鋼が望ましい。

鋼管 1 の内面及び外面に施す亜鉛めっきは、A 1 を 0.01～60 質量％含有する必要がある。亜鉛めっき中の A 1 が 0.01 質量％未満であると、凍結・融解の繰り返しや、温水充滿状態で、ポリオレフィン管が剥離し易くなるので、A 1 の下限を 0.01 質量％とする。

亜鉛めっき中のA1は、鋼管の耐食性を高める点で、多い方が好ましいが、A1が60質量%を超えると、凍結・融解の繰り返しや、温水充滿状態で、ポリオレフィン管が剥離し易くなるので、A1の上限を60質量%とする。

なお、Siキルド鋼管又はSi-A1キルド鋼管を用いる場合、その外面に、A1を0.01~0.3質量%含有する亜鉛めっきを施すことが好ましい。

亜鉛めっき鋼管については、その使用に先立ち、ポリオレフィン管と亜鉛めっきの密着性を阻害する白錆などの錆が発生していないかどうかを、確認する必要がある。

亜鉛めっき鋼管の内面に、白錆などの錆が発生している場合は、ポリオレフィン管との密着性を確保するため、該錆を、ワイヤーブラシなどで除去し、亜鉛めっきの表面を清浄化する必要がある。

亜鉛めっきの表面の錆を落とすだけで、ポリオレフィン管は、凍結・融解の繰り返しや、温水充滿の環境下で、剥離し難くなるが、ポリオレフィン管の耐剥離性をより高めるため、亜鉛めっき鋼管の内面（亜鉛めっきの表面）に、下地処理を施すことが好ましい。

下地処理としては、めっき表面の研掃、めっき表面の軽い酸洗などを採用できるが、亜鉛めっき鋼管の内面に、エポキシプライマーを塗布し、加熱硬化させ、その上に、ポリオレフィン管を被覆すると、ポリオレフィン管の耐剥離性は、格段に向上する。

エポキシプライマーとしては、市販の液状エポキシプライマーや、粉体エポキシプライマーを使用することができるが、製造工場における環境衛生面から、粉体エポキシプライマーが好ましい。

塗布厚は、特に制限されないが、液状エポキシプライマーの場合は、30~70 μm が好ましく、粉体エポキシプライマーの場合は、50~250 μm が好ましい。

本発明鋼管では、ポリオレフィン管として、ポリエチレン、架橋ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレンープロピレン共重合体などで製造した管を使用することができるが、本発明鋼管を水道管に供する場合には、経済性の点から、ポリエチレン管が好ましい。

この場合、ポリエチレンとしては、防食性の面から、水蒸気や酸素の透過係数が小さい高密度ポリエチレンが好ましい。

ポリオレフィン管の外面に積層する接着剤としては、無水マレイン酸変性ポリエチレンや、エチレンー無水マレイン酸ーアクリル酸エステル三元共重合体などを使用することができる。

これらの接着剤の積層に際しては、接着剤を、予め、丸ダイスなどで、ポリオレフィン管の外面に押出し、被覆して積層する。接着剤の厚みは、特に制限されないが、 $100\mu\text{m}$ 程度（ $80\sim120\mu\text{m}$ ）が好ましい。

次に、本発明鋼管の製造方法（本発明製造方法）について、図面に基づいて説明する。

鋼管1の内面及び外面にAlを0.01～60質量%含有する亜鉛めっき2を施した亜鉛めっき鋼管の内部に、外面に接着剤を積層したポリオレフィン管を挿入し、次いで、ポリオレフィン管の内部に、空気又は非酸化性ガスを加圧して封入する。

また、鋼管1の内面及び外面にAlを0.01～60質量%含有する亜鉛めっき2を施した亜鉛めっき鋼管の内面に、下地処理を施し、その後、該鋼管の内部に、外面に接着剤を積層したポリオレフィン管を挿入し、次いで、ポリオレフィン管の内部に、空気又は非酸化性ガスを加圧して封入する。

接着剤を積層したポリオレフィン管を、亜鉛めっき鋼管の内部に挿入する場合、挿入作業を円滑に行うため、外径が亜鉛めっき鋼管の内径より小さいポリオレフィン管を使用する。

しかし、亜鉛めっき鋼管の内面とポリオレフィン管との間隙が大き過ぎると、ポリオレフィン管が膨張しても、ポリオレフィン管が亜鉛めっき鋼管の内面に密着しないか、又は、密着しても、剥離し易い被覆となるので、ポリオレフィン管の外径は、亜鉛めっき鋼管の内径、ポリオレフィン管の膨張率、及び、密着後の耐剥離性を考慮して、適宜設定する。

本発明者の試算及び実験結果によれば、ポリオレフィン管の外径は、亜鉛めっき鋼管の内径 $\times (0.93 \sim 0.95)$ が、十分な耐剥離性を確保するうえで好ましい。

図3に、亜鉛めっき鋼管7の内部に、外面に接着剤を積層したポリオレフィン管6を挿入した後、ポリオレフィン管の内部に、空気又は非酸化性ガスを加圧して封入する態様を示す。

図3に示すように、ポリオレフィン管6の両端に蓋8をして、一方の蓋8から、空気又は非酸化性ガス9を圧入した後、蓋8を閉じ、加圧空気又は非酸化性ガスをポリオレフィン管6の内部に封入する。この封入状態で、亜鉛めっき鋼管を加熱炉に入れ、最終的に、該鋼管全体を、ポリオレフィン管6の融点以上に加熱する。

ポリオレフィン管の内部に加圧して封入する非酸化性ガスは、特定のガスに限定されないが、アルゴン、窒素の不活性ガス、炭酸ガス等が好ましい。作業性及び経済性を考慮すると、空気がより好ましい。

封入ガスは、ポリオレフィン管を融点以上に加熱した時、ポリオレフィン管を膨張させ、亜鉛めっき鋼管の内面（めっき面）に密着させる作用を担うので、封入時の圧力は、ポリオレフィン管の融点で、上記作用をなす圧力（後述の図7によれば、少なくとも0.3 MPa）に達し得る圧力であればよく、特定の圧力範囲に限定されない。

なお、本発明者の試算によれば、封入時の圧力は、 0.05 MPa 程度で充分である。

封入時の圧力の上限は、特に限定されないが、ポリオレフィン管の融点で、ポリオレフィン管を膨張させ、亜鉛めっき鋼管の内面（めっき面）に密着させる圧力が過大となると、ポリオレフィン管の管端に装着した蓋 8 が外れるので、実用的には、蓋 8 が外れない圧力であればよい。

実用的な封入時の圧力は、市販のコンプレッサーで安定な圧力が得られ、かつ、蓋が外れない $0.3\sim0.6\text{ MPa}$ が好ましい。

亜鉛めっき鋼管 7 全体を、最終的に、ポリオレフィンの融点以上に加熱して、ポリオレフィン管 6 を膨張させ、亜鉛めっき鋼管 7 の内壁に圧着させ、その後、内圧を負荷したまま冷却し、亜鉛めっき鋼管の温度がポリオレフィンの融点以下に低下した時、ポリオレフィン管内の空気 9 又は非酸化性ガスを抜いて、両端の蓋 8 を外す。

本発明製造方法においては、最終的に、鋼管全体をポリオレフィンの融点以上に加熱することが、ポリオレフィン管を、鋼管内面に、均一厚で密着させるうえで、重要である。なお、常温から最終的な加熱に至るまでの加熱態様は、通常の加熱態様でよい。

加熱温度は、ポリオレフィン管の融点、及び、加熱時間に達するまでの加熱時間を考慮して、適宜設定する。

例えば、ポリオレフィン管として、密度が 0.94 の高密度ポリエチレンの管を使う場合、図 4 に示すように、ポリエチレンの融点は 125°C であるので、加熱温度は 125°C 以上でよいが、最終的にポリエチレン管全体を溶融するまでには、長時間を必要とするので、加熱時間を短縮し、生産性や経済性を高めるという点から、好ましくは、 $140\sim170^{\circ}\text{C}$ に、より好ましくは、 $155\sim165^{\circ}\text{C}$ に、加熱する。

亜鉛めっき鋼管の加熱により、ポリオレフィン管の内部に封入された空気又は非酸化性ガスが膨張し、また、ポリオレフィン管の外面に積層した接着剤が溶融し、ポリオレフィン管が、亜鉛めっき鋼管の内面に強力に圧着される。

ポリオレフィン管が、亜鉛めっき鋼管の内面に強力に圧着された後、亜鉛めっき鋼管の冷却を開始する。そして、亜鉛めっき鋼管の温度が、ポリオレフィン管の融点以下に低下した時、ポリオレフィン管の内部に封入した空気又は非酸化性ガスを抜き、内圧を開放する。

内圧を開放すると、ポリオレフィン管は収縮しようとし、さらに、冷却過程でも収縮しようとするが、ポリオレフィン管は、接着剤で亜鉛めっき鋼管に接着されているので、冷却後、管壁に、ポリオレフィン管を剥離させようとする残留応力が発生する。

亜鉛めっき鋼板の耐久性を高める点で、発生する残留応力は、できるだけ小さい方が好ましく、本発明製造方法においては、残留応力の発生を極力抑制することができる温度で、内圧を開放することが重要である。

例えば、図4に示すように、ポリエチレンは、温度降下とともに体積が収縮し、融点直下から急激に収縮する。それ故、ポリエチレン管の冷却過程で、体積が急激に収縮する温度域で封入空気又は非酸化性ガスを抜くと、内圧が開放されて、ポリエチレン管は収縮しようとする。

一方、ポリエチレン管は、接着剤で亜鉛めっき鋼管に接着されているので、内圧開放後は、管壁に、ポリエチレン管を剥離させようとする残留応力が発生する。

ポリエチレン管は、冷却過程でも収縮するから、内圧を開放する温度は、理想的には、常温（25℃程度）であるが、管の冷却には

時間がかかるので、経済的でない。

冷却時間を短縮するため、亜鉛めっき鋼管の外面を水冷することが考えられるが、亜鉛めっき鋼管の外面に白錆が発生する危険があるので、外面水冷は得策でない。

本発明者が、密度 0.94 の高密度ポリエチレン管（融点 125℃）を用いて行った試験結果によれば、ポリエチレン管の温度が 70℃に降下した時点で、即ち、ポリエチレンの融点（125℃）から 55℃低下した時点で、封入空気又は非酸化性ガスを抜いて加圧を終了すると、良好な結果が得られる。

その理由は、次のように推察される。

ポリエチレンの温度降下により発生する収縮応力 σ は、次式で求めることができる。

$$\sigma = \int_{T_1}^{T_2} E(T) \{ \alpha(T) - \alpha_s(T) \} dT$$

但し、 σ ：温度降下によるポリエチレンに発生する収縮応力

T_1 、 T_2 ：ポリエチレンと鋼管の冷却前後の温度

$E(T)$ ：ポリエチレンの引張弾性率

$\alpha(T)$ 、 $\alpha_s(T)$ ：ポリエチレンと鋼管の線膨張係数

ここで、ポリエチレンの線膨張係数 $\alpha(T)$ は、温度 T の関数で、密度が 0.94 の高密度ポリエチレンでは、図 5 に示す通りである。鋼管の線膨張係数 $\alpha_s(T)$ は、ポリエチレンの線膨張係数の $1/30 \sim 1/50$ と十分小さいので、省略することができる。

また、ポリエチレンの引張弾性率 $E(T)$ も、温度 T の関数で、密度が 0.94 の高密度ポリエチレンでは、図 6 に示す通りである。

ポリエチレンの融点直下から各温度に温度降下した時、ポリエチレン管の内圧を開放すると、その各温度から常温までに至る間に、その温度差に相当して、収縮応力が、ポリエチレン管の管壁に発生

する。

上記収縮応力は、ポリエチレン管の内圧を開放する時の温度から常温までの温度の階差毎に積算計算する次式で近似的に求めることができる。

$$\alpha = \sum_{i=1}^{i=n} E_i(T) \cdot \alpha(T) \cdot (T_{i+1} - T_i)$$

ポリエチレン管に発生する収縮力 P は、次式で求めることができる。

$$P = 2 \cdot t \cdot \sigma / D = (2 t / D) \cdot \sum_{i=1}^{i=n} E_i(T) \cdot \alpha(T) \cdot (T_{i+1} - T_i)$$

ここで、 t : ポリエチレン管の肉厚

D : ポリエチレン管の内圧開放前の外径

密度 0.94 の高密度ポリエチレン管について、図 5 の線膨張係数と図 6 の引張弾性率から、上式に基づいて、内圧を開放する温度 T とポリエチレン管に発生する収縮力 P の関係を求めると、図 7 に示す関係が得られる。

図 7 に示す関係に基づけば、温度 T が融点やその直下の時に、内圧を開放すると、ポリエチレン管には、大きな収縮力 P が発生し、ポリエチレン管と亜鉛めっき鋼管との界面における接着力が、その収縮力 P に相当する分、小さくなり、その結果、凍結・融解の繰り返しや、温水充滿状態で、ポリエチレン管が剥離すると考えられる。

しかし、内圧を開放する温度 T が、より低い温度であれば、ポリエチレン管に発生する収縮力 P が小さくなり、この収縮力 P によるポリエチレン管と亜鉛めっき鋼管との界面における接着力の低下も小さくなるので、凍結・融解の繰り返しや、温水充滿状態でも、ポリエチレン管の剥離が起こらないように考えると考えられる。

ポリエチレン管の場合、ポリエチレン管の剥離が起こらない収縮力 P の臨界値は、図 7 に示す 0.17 MPa 近傍であり、この収縮力 P に相当する内圧開放温度 T は、 70°C であると推定することができる。

以上のことから、本発明製造方法においては、ポリオレフィン管の温度が、ポリオレフィンの融点から、少なくとも 55°C 以上低下した時点で、封入空気又は非酸化性ガスを抜いて、加圧を終了することが好ましい。

次に、特に、ポリオレフィンと密着耐久性の良い内面ポリオレフィン被覆鋼管用溶融亜鉛めっき鋼管とその製造方法について説明する。

通常、鋼管に溶融亜鉛めっきを施すと、内面の最表層は、亜鉛を主体とするめっき層となり、該めっき層が、前述のように、所要量の Al を含んでいると、所要のポリオレフィンとの密着耐久性を得ることができる。

本発明者は、さらに検討した結果、亜鉛主体のめっき層が、 Fe を所定量含有していると、さらに、ポリオレフィンとの密着耐久性が向上することを見いだした。

そこで、本発明者は、鋼管内面のめっき層に、意図的に、 Fe を存在させるか、又は、露出させることを検討した。

通常、鋼管に溶融亜鉛めっきを施すと、鋼管側からめっき層へ、 Fe が拡散するので、めっき層の鋼管側では、 Fe 濃度が高くなり、めっき最表層では、 Fe 濃度が低くなっている。

本発明者は、めっき層における Fe 濃度分布を利用し、めっき最表層を、ブラシなどで研掃して、 Fe を 6 質量% 以上含有する $\text{Fe}-\text{Zn}$ 合金層を露出させた。

そして、本発明者は、この露出により、めっき層とポリオレフィ

ンとの密着耐久性を、さらに高めることに成功した。

Fe含有量が6質量%未満のFe-Zn合金層では、所望レベルの密着耐久性を確保することができないので、Feを6質量%以上含有するFe-Zn合金層を露出させる必要がある。

Fe-Zn合金層を露出させる方法としては、ブラスなどによる研掃方法以外にも、例えば、内面めっき層をある程度高温で所定時間保持して、Feの熱拡散を促進させ、最表層に、Feを6質量%以上含有するめっき層を形成する方法も可能である。

図8及び図9に、本発明の耐久性のよい内面ポリオレフィン被覆鋼管用の熔融亜鉛めっき鋼管に、内面ポリオレフィン被覆を施した鋼管（本発明鋼管）の断面構造を示す。

図8に、鋼管1の内面及び外面に熔融亜鉛めっき2を施し、Feを6%質量以上含有するFe-Zn合金層を露出させた亜鉛めっき鋼管の内面2bに、接着剤3を介して、ポリオレフィン管4を被覆した断面構造を示す。

図9に、鋼管1の内面及び外面に熔融亜鉛めっき2を施し、Feを6%質量以上含有するFe-Zn合金層を露出させた亜鉛めっき鋼管の内面2bに、エポキシプライマー5を塗布して硬化させ、接着剤3を介して、ポリオレフィン管4を被覆した断面構造を示す。

実施例

次に、本発明の実施例について説明するが、実施例の条件は、本発明の実施可能性及び効果を確認するために採用した一条件例であり、本発明は、この一条件例に限定されるものではない。本発明は、本発明の要旨を逸脱せず、本発明の目的を達成する限りにおいて、種々の条件を採用し得るものである。

（実施例1）

鋼管（鋼種：S i キルド鋼、S G P 1 0 0 A X 6 0 0 0 m m 長さ）の内面及び外面を熔融亜鉛めっきして、亜鉛めっき鋼管を得た。この時に、亜鉛めっきに含まれるアルミニウムの含有量を、0 ～ 6 0 質量%の間で変化させた。

亜鉛めっき鋼管の内面をワイヤブラシで研掃して、白錆を除去した。次に、この亜鉛めっき鋼管の内径より外径が僅かに小さく、外面に厚さ 1 0 0 μ m の無水マレイン酸変性ポリエチレンを積層した高密度ポリエチレン管を用意した。

高密度ポリエチレン管の厚みは 2 . 0 m m 、融点は 1 2 5 $^{\circ}$ C である。

高密度ポリエチレン管を亜鉛めっき鋼管の内部に挿入し、図 3 に示すように、両端に蓋をし、空気を圧入して封入し、次いで、加熱炉で 1 6 0 $^{\circ}$ C に加熱し、高密度ポリエチレン管を熔融し、亜鉛めっき鋼管の内面に圧着させた。

その後、亜鉛めっき管を加熱炉から取り出して冷却し、温度が 7 0 $^{\circ}$ C になった時点で、封入空気を抜いて、内面に高密度ポリエチレン管を被覆した亜鉛めっき鋼管（本発明鋼管 A）を得た。

本発明鋼管 A を切断して、凍結・融解試験と温水浸漬試験を行った。

凍結・融解試験は、1 5 0 m m の長さに切断して得た試験片を、水道水を入れた容器の中に、長さの約 1 / 3 が水に漬かる状態にして立て、容器ごと - 1 0 $^{\circ}$ C の低温槽に入れて 2 3 時間凍結させ、次に、6 0 $^{\circ}$ C の高温槽に 1 時間入れて解氷する凍結・融解作業を 1 サイクルとして、2 0 サイクル繰返した。

温水浸漬試験は、1 5 0 m m の長さに切断して得た試験片を、水道水を入れた容器の中に浸漬し、容器ごと、4 0 $^{\circ}$ C の恒温槽に入れて、1 ケ月間放置して行った。

凍結・融解試験と温水浸漬試験の後、試験片について、高密度ポリエチレン管の剥離の有無を調査した。その結果を表 1 に示す。

表 1 から、凍結・融解や温水浸漬による高密度ポリエチレン管の剥離を防止するには、亜鉛めっき中に、Al を 0.01 ～ 60 質量 % 添加する必要があることが解る。

表 1

亜鉛めっき中のアルミニウムの含有量 (質量%)	0	0.01	0.1	60
凍結融解試験後の高密度ポリエチレン管の剥離	あり	なし	なし	なし
温水浸漬試験後の高密度ポリエチレン管の剥離	あり	なし	なし	なし

(実施例 2)

鋼管（鋼種：S i キルド鋼、SGP100A X 6000 mm 長さ）の内面及び外面を溶融亜鉛めっきして、亜鉛めっき鋼管を得た。この時、亜鉛めっきに含まれる Al 量を、0.01 質量 % とした。

この亜鉛めっき鋼管の内面をワイヤーブラシで研掃して、白錆を除去し、その後、下地処理として、粉体エポキシプライマーを、厚みが 80 μ m になるように静電塗装し、次いで、加熱して硬化させた。

この亜鉛めっき鋼管の内径より外径が僅かに小さく、外面に厚さ 100 μ m の無水マレイン酸変性ポリエチレンを積層した高密度ポリエチレン管を用意した。高密度ポリエチレン管の厚みは、2.0 mm、融点は、125℃である。

高密度ポリエチレン管を亜鉛めっき鋼管の内部に挿入し、図 3 に示すように、両端に蓋をして、圧力を変えて空気を封入し、その後、加熱炉で 160℃に加熱し、高密度ポリエチレン管を溶融し、亜鉛めっき鋼管の内面に圧着させた。

その後、亜鉛めっき鋼管を加熱炉から取り出して冷却し、温度が 70℃になった時点で、封入空気を抜いて、内面高密度ポリエチレン被覆鋼管（本発明鋼管 B）を得た。

本発明鋼管 B を切断して、凍結・融解試験と温水浸漬試験を行った。凍結・融解試験は、150mm 長さに切断して得た試験片を、水道水を入れた容器の中に、長さの約 1/3 が水に漬かる状態にして立て、容器ごと -10℃ の低温槽に入れて 23 時間凍結させ、次に、60℃ の高温槽に 1 時間入れて解氷する凍結・融解作業を 1 サイクルとし、100 サイクル繰返した。

温水浸漬試験は、150mm 長さに切断して得た試験片を、水道水を入れた容器の中に浸漬して、容器ごと 40℃ の恒温槽に入れて 3 ヶ月間放置して行った。

凍結・融解試験と温水浸漬試験の後、試験片について、高密度ポリエチレン管の剥離の有無を調べた。その結果を表 2 に示す。

表 2 から、高密度ポリエチレン管の内面に印加する内圧を 0.3 ~ 0.6 MPa とすれば、凍結・融解や温水浸漬による高密度ポリエチレン管の剥離を防止することができることが解る。

表 2

亜鉛めっき鋼管に内挿するポリエチレン管の内圧 (MPa)	0.10	0.15	0.3	0.6
凍結融解試験後の高密度ポリエチレン管の剥離	あり	あり	なし	なし
温水浸漬試験後の高密度ポリエチレン管の剥離	あり	あり	なし	なし

（実施例 3）

鋼管（鋼種：S i キルド鋼、SGP100A X 6000mm 長さ）の内面及び外面を溶融亜鉛めっきして、亜鉛めっき鋼管を得た。この時、亜鉛めっきに含まれるアルミニウムの含有量を 0.01 質量%とした。

この亜鉛めっき鋼管の内面をワイヤブラシで研掃して、白錆を除去し、下地処理として、粉体エポキシプライマーを、厚みが80 μm になるように静電塗装し、次いで、加熱し硬化させた。

この亜鉛めっき鋼管の内径より外径が僅かに小さく、外面に厚さ100 μm の無水マレイン酸変性ポリエチレンを積層した高密度ポリエチレン管を用意した。高密度ポリエチレン管の厚みは、2.0 mm、融点は、125℃である。

高密度ポリエチレン管を亜鉛めっき鋼管の内部に挿入し、図3に示すように、両端に蓋をして、内圧が0.3 MPaになるように空気を封入し、その後、加熱炉で160℃に加熱して、高密度ポリエチレン管を溶融し、亜鉛めっき鋼管の内面に圧着させた。

その後、亜鉛めっき鋼管を加熱炉から取り出して冷却したが、冷却過程で、封入空気を抜く温度を変化させて、内面高密度ポリエチレン被覆鋼管（本発明鋼管C）を得た。

本発明鋼管Cを切断して、凍結・融解試験と温水浸漬試験を行った。凍結・融解試験は、150 mm長さに切断して得た試験片を、水道水を入れた容器の中に、長さの約1/3が水に漬かる状態にして立て、容器ごと-10℃の低温槽に入れて23時間凍結させ、次に、60℃の高温槽に1時間入れて解氷する凍結・融解作業を1サイクルとし、100サイクル繰返した。

温水浸漬試験は、150 mm長さに切断して得た試験片を、水道水を入れた容器の中に浸漬し、容器ごと40℃の恒温桶に入れて3ヶ月間放置して行った。

凍結・融解試験と温水浸漬試験の後、試験片について、高密度ポリエチレン管の剥離の有無を調べた。その結果を表3に示す。

表3から、凍結・融解や温水浸漬による高密度ポリエチレン管の剥離を防止するには、冷却工程で、高密度ポリエチレン管の内部の

封入空気を抜く時の温度を、70℃以下の温度、即ち、融点（125℃）から55℃以上低下した温度にすることが好ましいことが解る。

表 3

冷却時の加圧終了温度(℃)	125	100	70	50
凍結融解試験後の高密度ポリエチレン管の剥離	あり	あり	なし	なし
温水浸漬試験後の高密度ポリエチレン管の剥離	あり	あり	なし	なし

(実施例 4)

鋼管（鋼種：S i キルド鋼、SGP100A X 6000 mm 長さ）の内面及び外面を溶融亜鉛めっきして、亜鉛めっき鋼管を得た。この時、亜鉛めっきに含まれるアルミニウムの含有量を、0.01 質量%とした。

この亜鉛めっき鋼管の内面をワイヤーブラシで研掃して、白錆のみを除去し、純亜鉛層を露出させためっき鋼管と、純亜鉛層まで除去し、鉄含有量6%以上の鉄-亜鉛合金層を露出させためっき鋼管を用意した。

次に、この亜鉛めっき鋼管の内径より外径が僅かに小さく、外面に厚さ100 μ mの無水マレイン酸変性ポリエチレンを積層した高密度ポリエチレン管を用意した。高密度ポリエチレン管の厚みは、2.0 mm、融点は、125℃である。

高密度ポリエチレン管を亜鉛めっき鋼管の内部に挿入し、図3に示すように、両端に蓋をし、空気を圧入して封入し、次いで、加熱炉で160℃に加熱し、高密度ポリエチレン管を溶融し、亜鉛めっき鋼管の内面に圧着させた。

その後、亜鉛めっき管を加熱炉から取り出して冷却し、温度が70℃になった時点で、封入空気を抜いて、内面に高密度ポリエチレ

ン管を被覆した亜鉛めっき鋼管（本発明鋼管D）を得た。

本発明鋼管Dを切断して、凍結・融解試験と温水浸漬試験を行った。凍結・融解試験は、150mmの長さに切断して得た試験片を、水道水を入れた容器の中に、長さの約1/3が水に漬かる状態にして立て、容器ごと-10℃の低温槽に入れて23時間凍結させ、次に、60℃の高温槽に1時間入れて解氷する凍結・融解作業を1サイクルとして、100サイクル繰返した。

温水浸漬試験は、150mmの長さに切断して得た試験片を、水道水を入れた容器の中に浸漬し、容器ごと、40℃の恒温槽に入れて、3ヶ月間放置して行った。

凍結・融解試験と温水浸漬試験の後、試験片について、高密度ポリエチレン管の剥離の有無を調査した。その結果を表4に示す。

表4から、凍結・融解や温水浸漬による高密度ポリエチレン管の剥離を防止するには、内面めっきにおいて、鉄含有量6%以上の鉄-亜鉛合金層を露出させることが好ましいことが解る。

表4

鋼管の内面めっき最表層	純亜鉛層	鉄含有量6質量%以上の鉄-亜鉛合金層
凍結融解試験後の高密度ポリエチレン管の剥離	あり	なし
温水浸漬試験後の高密度ポリエチレン管の剥離	あり	なし

産業上の利用可能性

前述したように、本発明によれば、凍結・融解が繰り返し起きる環境や、温水に長時間接触している状態においても、内面に被覆したポリオレフィン管の剥離が起こり難い。したがって、本発明は、寒冷地における長期の使用にも耐える耐久性を備えた内面ポリオレフィン被覆鋼管を提供することができ、産業上の利用可能性が大きい。

いものである。

請 求 の 範 囲

1. 内面及び外面に、Alを0.01～60質量%含有する亜鉛めっきを施した鋼管の内面に、接着剤を介して、ポリオレフィン管を被覆したことを特徴とする耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

2. 前記鋼管の内面が、下地処理を施した内面であることを特徴とする請求の範囲1に記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

3. 前記下地処理が、エポキシプライマーを塗布する処理であることを特徴とする請求の範囲2に記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

4. 前記鋼管が、Siキルド鋼管又はSi-Alキルド鋼管であることを特徴とする請求の範囲1～3のいずれかに記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

5. 前記鋼管が、Siキルド鋼管又はSi-Alキルド鋼管の外面に、Alを0.01～0.3質量%含有する亜鉛めっきを施した鋼管であることを特徴とする請求の範囲4に記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

6. 前記ポリオレフィン管が、ポリエチレン管であって、かつ、前記接着剤が、無水マレイン酸変性ポリエチレン、又は、エチレン-無水マレイン酸-アクリル酸エステル三元共重合体であることを特徴とする請求の範囲1～5のいずれかに記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

7. (a) 内面及び外面にAlを0.01～60質量%含有する亜鉛めっきを施した鋼管の内部に、外面に接着剤を積層したポリオレフィン管を挿入し、

(b) 上記ポリオレフィン管の内部に、空気又は非酸化性ガスを加圧して封入し、

(c) 上記鋼管の全体を、最終的に、ポリオレフィンの融点以上に加熱し、その後、

(d) 上記鋼管の温度が、ポリオレフィンの融点以下に低下した時、封入した空気又は非酸化性ガスを抜く

ことを特徴とする耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管の製造方法。

8. 前記鋼管が、内面に下地処理を施した鋼管であることを特徴とする請求の範囲7に記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管の製造方法。

9. 前記下地処理が、エポキシプライマーを塗布する処理であることを特徴とする請求の範囲8に記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管の製造方法。

10. 前記鋼管が、Siキルド鋼管又はSi-A1キルド鋼管であることを特徴とする請求の範囲7～9のいずれかに記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管の製造方法。

11. 前記鋼管が、Siキルド鋼管又はSi-A1キルド鋼管の外面に、A1を0.01～0.3質量%含有する亜鉛めっきを施した鋼管であることを特徴とする請求の範囲10に記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管。

12. 前記(d)において、鋼管の温度が、ポリオレフィンの融点から、少なくとも55℃以上低下した時、封入した空気又は非酸化性ガスを抜くことを特徴とする請求の範囲7～11のいずれかに記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管の製造方法。

13. 前記ポリオレフィン管が、ポリエチレン管であって、かつ、前記接着剤が、無水マレイン酸変性ポリエチレン、又は、エチレ

ン－無水マレイン酸－アクリル酸エステル三元共重合体であることを特徴とする請求の範囲 7 ～ 12 のいずれかに記載の耐久性に優れた内面ポリオレフィン被覆鋼管の製造方法。

14. 請求の範囲 1 ～ 6 のいずれかに記載の亜鉛めっきを施した鋼管であって、外面めっきの最表層が、Al を 0.01 ～ 60 質量%含有する亜鉛めっき層であり、かつ、内面めっきの最表層が、Fe を 6 質量%以上含有する鉄－亜鉛合金層が 40%以上を占めるめっき層であることを特徴とする内面ポリオレフィン被覆鋼管用溶融亜鉛めっき鋼管。

15. 鋼管の内面及び外面に、Al を 0.01 ～ 60 質量%含有する亜鉛めっきを施し、その後、該鋼管内面のめっき最表層を、ワイヤーブラシ等で除去し、Fe を 6 質量%以上含有する鉄－亜鉛合金層を露出させることを特徴とする内面ポリオレフィン被覆鋼管用溶融亜鉛めっき鋼管の製造方法。

Fig. 1

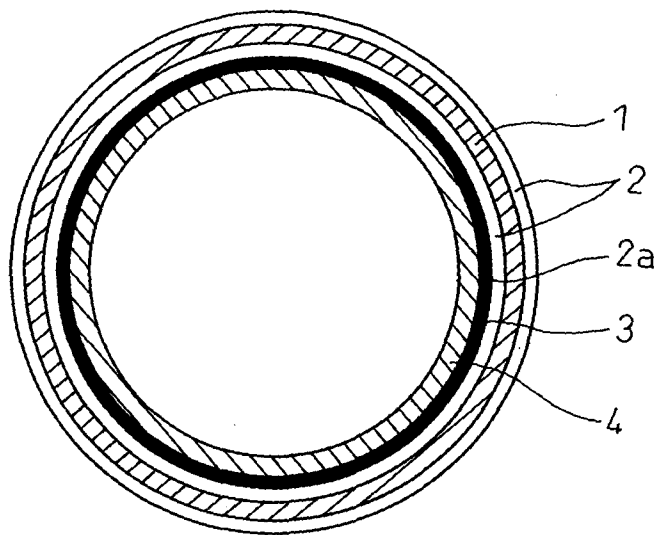


Fig. 2

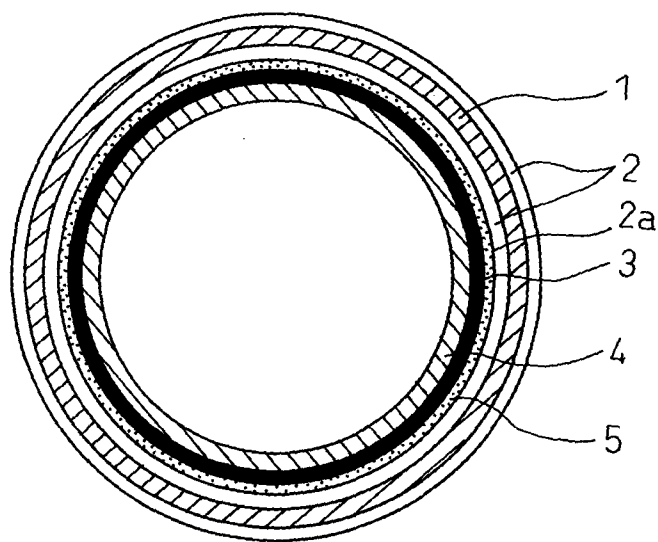


Fig. 3

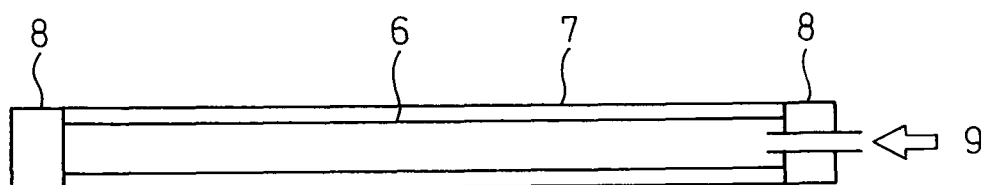


Fig. 4

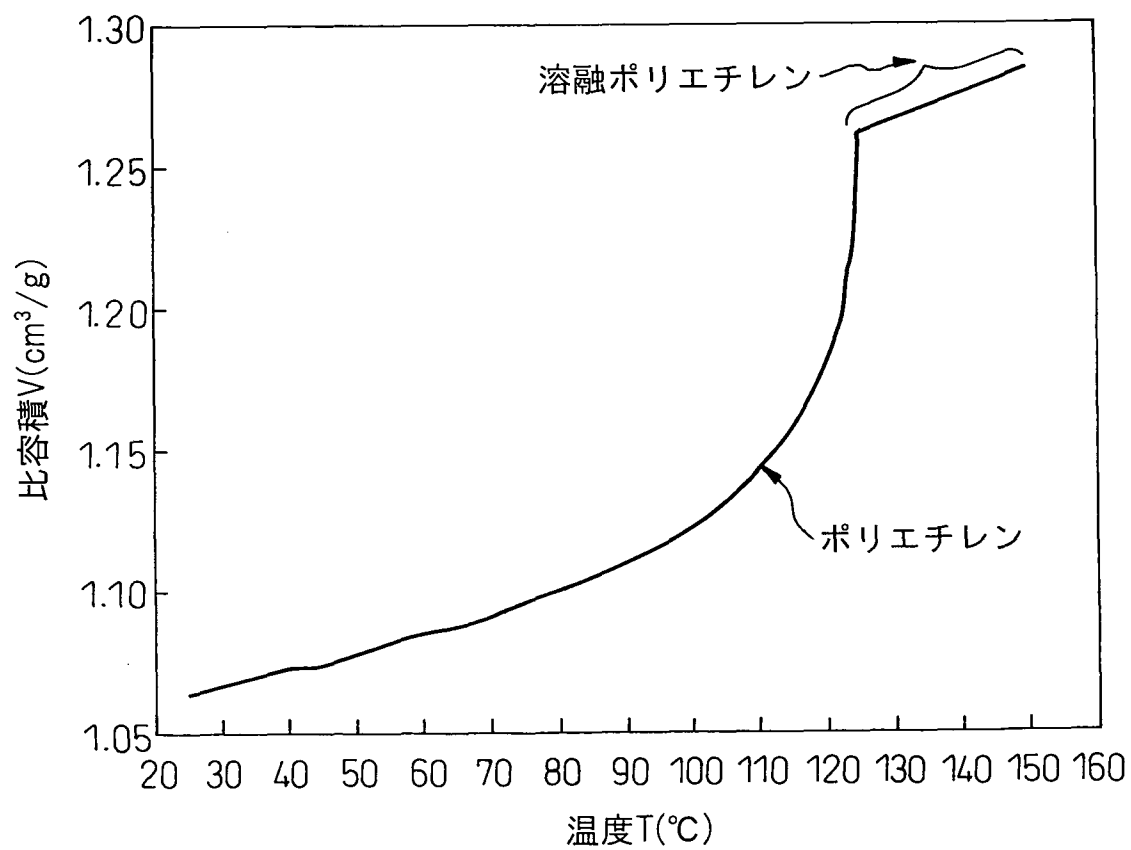


Fig. 5

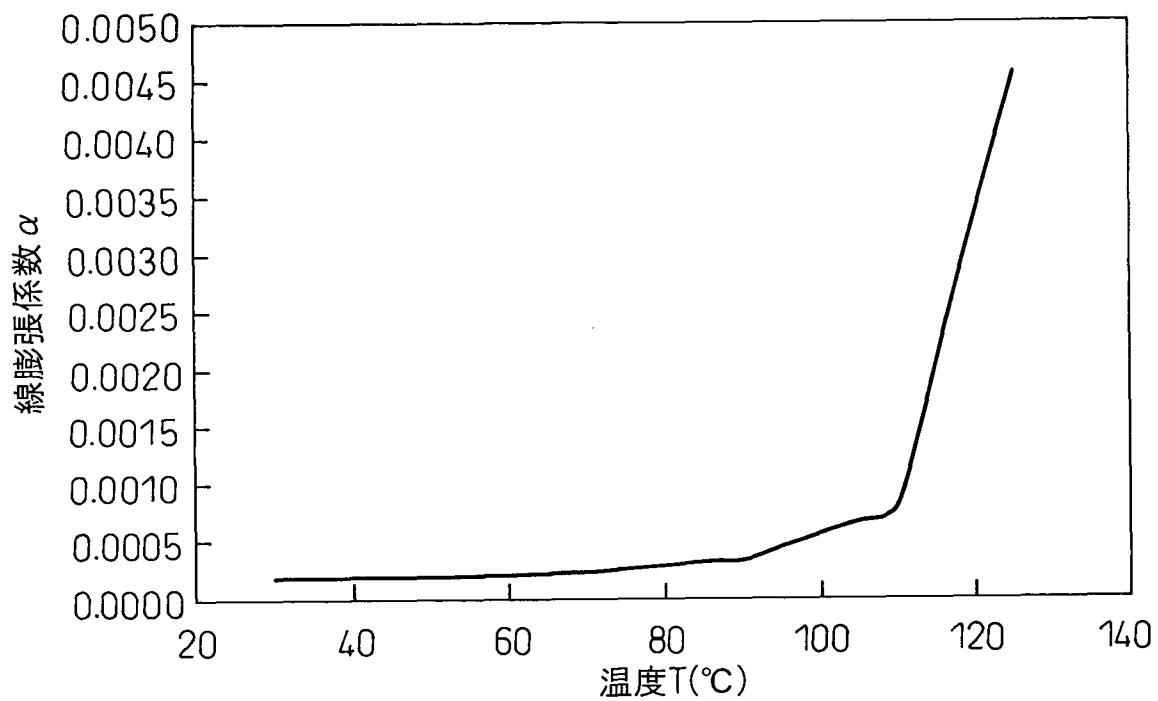


Fig. 6

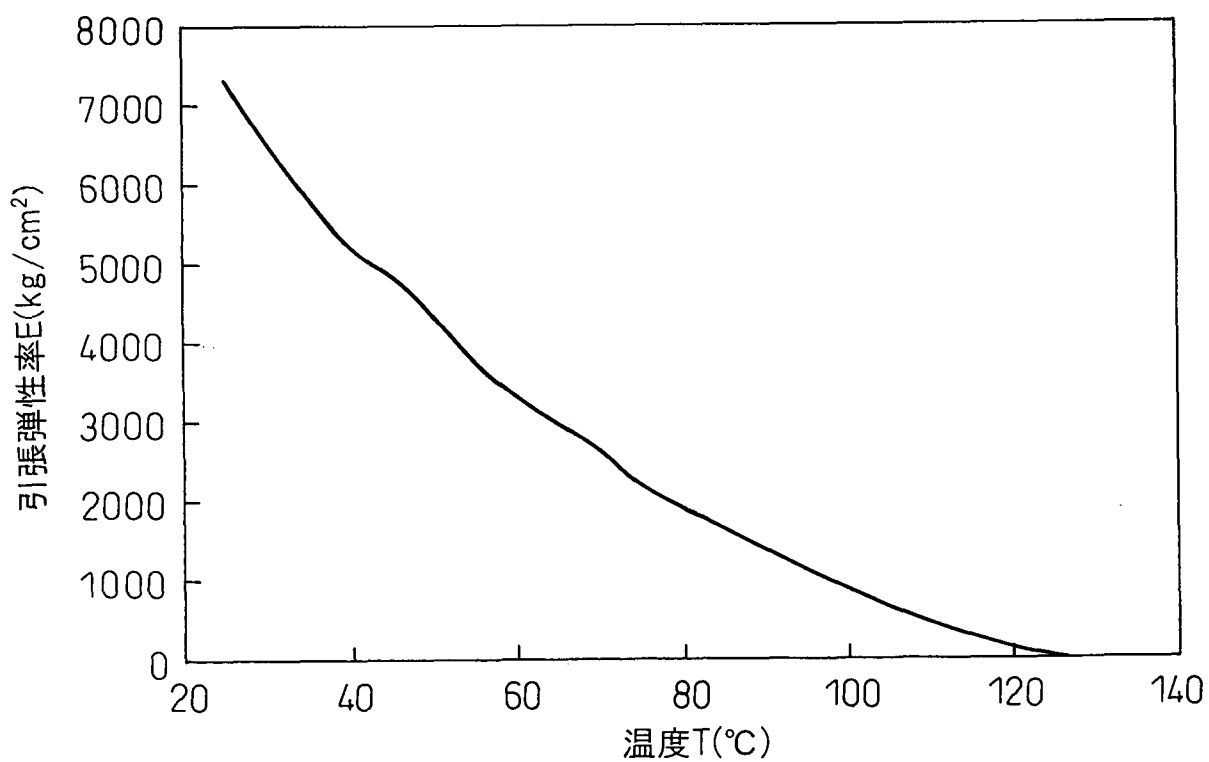


Fig. 7

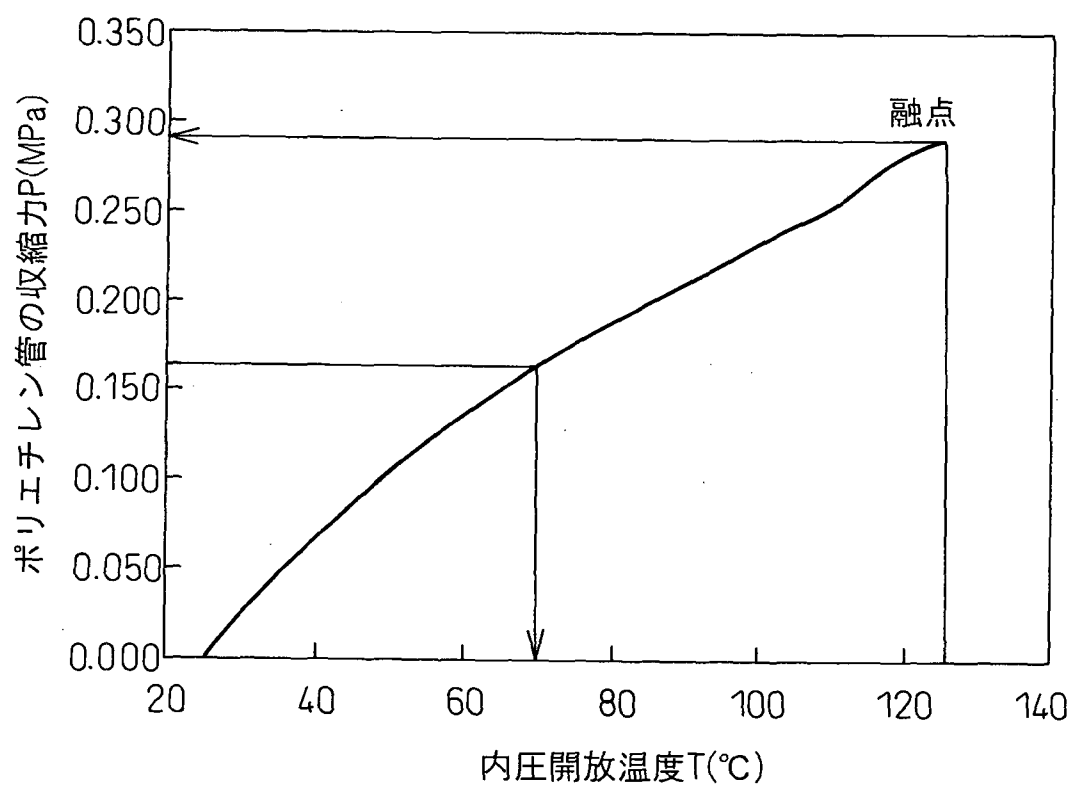


Fig. 8

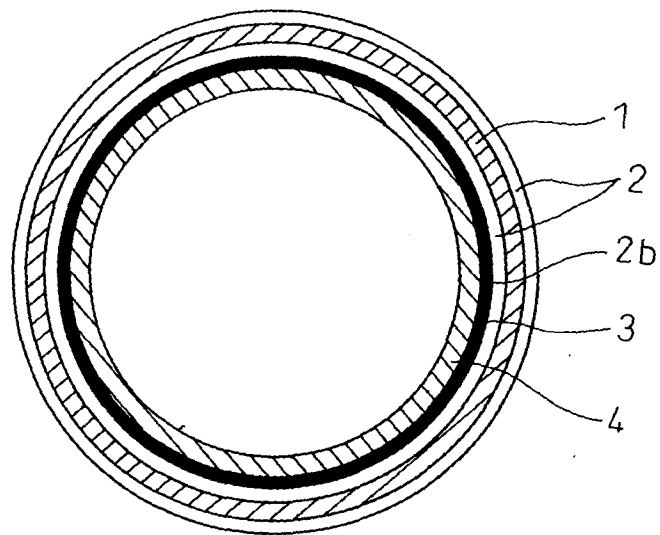
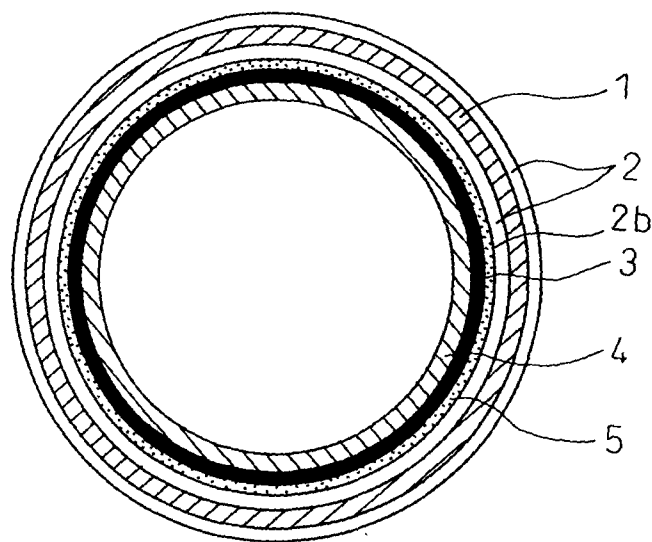


Fig. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/061256

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16L9/14(2006.01)i, B29C63/34(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)

F16L9/14, B29C63/34

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 2001-009912 A (NKK Corp.), 16 January, 2001 (16.01.01), Claims 1 to 3; Par. Nos. [0022], [0009] (Family: none)	1-13 14, 15
Y A	JP 2002-248707 A (NKK Corp.), 03 September, 2002 (03.09.02), Claim 1; Par. Nos. [0002], [0021], [0023] (Family: none)	1-13 14, 15
Y	JP 2003-055750 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 26 February, 2003 (26.02.03), Par. Nos. [0013], [0014] (Family: none)	1-13

☒ 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
04 July, 2007 (04.07.07)

Date of mailing of the international search report
17 July, 2007 (17.07.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/061256

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 2003-206698 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 25 July, 2003 (25.07.03), Par. No. [0011] (Family: none)	1-13
Y	JP 2003-294174 A (Nippon Steel Corp.), 15 October, 2003 (15.10.03), Claim 8 (Family: none)	3,9
Y	JP 2000-144361 A (Hokkai Koki Co., Ltd.), 26 May, 2000 (26.05.00), Par. Nos. [0008], [0009] (Family: none)	4,5,10,11
Y	JP 2003-285372 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 07 October, 2003 (07.10.03), Par. Nos. [0004], [0005], (Family: none)	7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F16L9/14(2006.01)i, B29C63/34(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. F16L9/14, B29C63/34

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007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 請求の範囲の番号
Y A	JP 2001-009912 A（日本鋼管株式会社）2001.01.16, 請求項1-3, 【0022】, 【0009】（ファミリーなし）	1-13 14, 15
Y A	JP 2002-248707 A（日本鋼管株式会社）2002.09.03, 請求項1, 【0002】, 【0021】, 【0023】（ファミリーなし）	1-13 14, 15
Y	JP 2003-055750 A（日新製鋼株式会社）2003.02.26, 【0013】, 【0014】（ファミリーなし）	1-13

☒ 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

04.07.2007

国際調査報告の発送日

17.07.2007

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100-8915
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）

細川 健人

30

9619

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-206698 A (日新製鋼株式会社) 2003. 07. 25, 【0 0 1 1】 (ファミリーなし)	1-13
Y	JP 2003-294174 A (新日本製鐵株式会社) 2003. 10. 15, 請求項 8 (ファミリーなし)	3, 9
Y	JP 2000-144361 A (北海鋼機株式会社) 2000. 05. 26, 【0 0 0 8】, 【0 0 0 9】 (ファミリーなし)	4, 5, 10, 11
Y	JP 2003-285372 A (積水化学工業株式会社) 2003. 10. 07, 【0 0 0 4】, 【0 0 0 5】 (ファミリーなし)	7