(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2011-526969
(P2011-526969A)
(43)公表日　平成23年10月20日(2011.10.20)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C22C 38/00	(2006.01)	C22C	38/00	302Z	4K013
C22C 38/58	(2006.01)	C22C	38/58		
C22C 33/06	(2006.01)	C22C	33/06		
C21C 7/00	(2006.01)	C21C	7/00	B	
		C21C	7/00	101Z	

審査請求 有　予備審査請求 未請求　（全 18 頁）

(21)出願番号　特願2011-522918 (P2011-522918)
(86)(22)出願日　平成21年8月20日 (2009.8.20)
(85)翻訳文提出日　平成22年10月26日 (2010.10.26)
(86)国際出願番号　PCT/KR2009/004642
(87)国際公開番号　WO2011/007921
(87)国際公開日　平成23年1月20日 (2011.1.20)
(31)優先権主張番号　10-2009-0063486
(32)優先日　平成21年7月13日 (2009.7.13)
(33)優先権主張国　韓国 (KR)
(31)優先権主張番号　10-2009-0063487
(32)優先日　平成21年7月13日 (2009.7.13)
(33)優先権主張国　韓国 (KR)

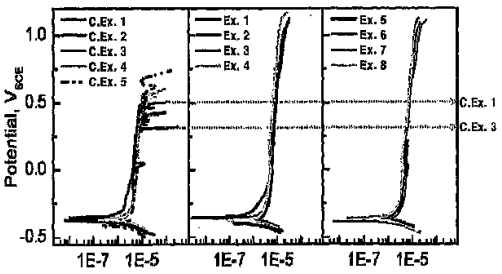
(71)出願人　594058838
コリア　インスティチュート　オブ　マシーナリー　アンド　マテリアルズ
大韓民国　ダエジェオン－シ，ユースン－ク，ジャン－ドン，１７１
(74)代理人　100068755
弁理士　恩田　博宣
(74)代理人　100105957
弁理士　恩田　誠
(74)代理人　100142907
弁理士　本田　淳
(74)代理人　100149641
弁理士　池上　美穂

最終頁に続く

(54)【発明の名称】高強度・高耐食の炭窒素複合添加オーステナイト系ステンレス鋼及びその製造方法

(57)【要約】
本発明は、高強度・高耐食の炭窒素複合添加オーステナイト系ステンレス鋼及びその製造方法に関し、具体的には、８～１２重量%のマンガン（Ｍｎ）と、１５～２０重量%のクロム（Ｃｒ）と、２重量%以下のニッケル（Ｎｉ）と、４重量%以下のタングステン（Ｗ）と、２重量%以下のモリブデンと、合計（Ｃ＋Ｎ）で０．６～１．０重量%の炭素（Ｃ）及び窒素（Ｎ）と、残部である鉄（Ｆｅ）及びその他の不可避な不純物とからなる、炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼及びその製造方法に関する。本発明によって製造されるオーステナイト系ステンレス鋼は、侵入型元素（Ｃ＋Ｎ、Ｃ／Ｎ）と置換型元素（Ｍｎ＋Ｃｒ、Ｍｎ／Ｃｒ、または０．５Ｗ＋Ｍｏ）の含量を制御することを通じて、８５０ＭＰａ以上の引張強度及び４５%以上の均一延伸率を有し、成形加工性が向上するのみならず優れた耐食性を示し、人体に有害な合金元素であるニッケル（Ｎｉ）含量を最小限に抑えることで生体適合性が向上するので、既存のオーステナイトステンレス鋼の適用分野及び高強度・高耐

[Fig.4]



【特許請求の範囲】
【請求項１】
８～１２重量％のマンガン（Ｍｎ）と、
１５～２０重量％のクロム（Ｃｒ）と、
２重量％以下のニッケル（Ｎｉ）と、
合計（Ｃ＋Ｎ）で０．６～１．０重量％の炭素（Ｃ）及び窒素（Ｎ）と、
４重量％以下のタングステン（Ｗ）と、
２重量％以下のモリブデン（Ｍｏ）と、
残部である鉄（Ｆｅ）及びその他の不可避な不純物と
からなることを特徴とする、炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼。
【請求項２】
８～１２重量％のマンガン（Ｍｎ）と、
１５～２０重量％のクロム（Ｃｒ）と、
２重量％以下のニッケル（Ｎｉ）と、
１～４重量％のタングステン（Ｗ）と、
合計（Ｃ＋Ｎ）で０．６～１．０重量％の炭素（Ｃ）及び窒素（Ｎ）と、
残部である鉄（Ｆｅ）及びその他の不可避な不純物と
からなることを特徴とする、請求項１に記載の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼。
【請求項３】
８～１２重量％のマンガン（Ｍｎ）と、
１５～２０重量％のクロム（Ｃｒ）と、
２重量％以下のニッケル（Ｎｉ）と、
２重量％以下のモリブデン（Ｍｏ）と、
合計（Ｃ＋Ｎ）で０．６～１．０重量％の炭素（Ｃ）及び窒素（Ｎ）と、
残部である鉄（Ｆｅ）及びその他の不可避な不純物と
からなることを特徴とする、請求項１に記載の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼。
【請求項４】
８～１２重量％のマンガン（Ｍｎ）と、
１５～２０重量％のクロム（Ｃｒ）と、
２重量％以下のニッケル（Ｎｉ）と、
１～４重量％のタングステン（Ｗ）と、
２重量％以下のモリブデン（Ｍｏ）と、
合計（Ｃ＋Ｎ）で０．６～１．０重量％の炭素（Ｃ）及び窒素（Ｎ）と、
残部である鉄（Ｆｅ）及びその他の不可避な不純物と
からなることを特徴とする、請求項１に記載の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼。
【請求項５】
前記クロム（Ｃｒ）に対する前記マンガン（Ｍｎ）の割合（Ｍｎ／Ｃｒ）が、０．５以上１．０以下であることを特徴とする、請求項１に記載の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼。
【請求項６】
前記マンガン（Ｍｎ）と前記クロム（Ｃｒ）の合計の含量（Ｍｎ＋Ｃｒ）が、３０重量％以下であることを特徴とする、請求項１に記載の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼。
【請求項７】
前記窒素（Ｎ）の含量が、０．３重量％以上であることを特徴とする、請求項１に記載の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系

ステンレス鋼。
【請求項８】
前記タングステン（Ｗ）と前記モリブデン（Ｍｏ）の含量は、０．５Ｗ＋Ｍｏが３重量％以下であることを特徴とする、請求項１に記載の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼。
【請求項９】
引張強度が８５０ＭＰａ以上で均一延伸率が４５％以上の機械的特性を有することを特徴とする、請求項１に記載の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼。
【請求項１０】
請求項１に記載の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼を製造する方法であって、
母合金を真空溶解炉に装入する母合金装入工程と、
前記母合金が装入された真空溶解炉を真空状態に維持する真空維持工程と、
前記真空溶解炉を加熱して母合金を溶融する母合金溶融工程と、
前記真空溶解炉の内部に窒素ガスを注入する窒素含量調整工程と、
溶融された母合金を撹拌する溶融合金撹拌工程と、
前記真空溶解炉の内部で撹拌された溶融合金を出湯して鋳塊を形成する鋳塊形成工程と、
形成された鋳塊を熱間圧延する工程と、
熱間圧延されたステンレス鋼を水冷処理して機械的特性及び耐食性に有害な炭化物の析出を抑制する工程と
を含んでなることを特徴とする方法。
【請求項１１】
前記真空維持工程は、前記真空溶解炉の内部が10^{-3}ｔｏｒｒ（　０．１３Ｐａ）以下の真空度を有するようにする工程であることを特徴とする、炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼を製造する請求項１０に記載の方法。
【請求項１２】
前記窒素含量調整工程は、前記真空溶解炉の内部に窒素ガスを注入する窒素注入工程と、
前記真空溶解炉の内部の窒素分圧を１気圧に調整する圧力調整工程と
からなることを特徴とする、炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼を製造する請求項１０に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、高強度・高耐食の炭窒素複合添加オーステナイト系ステンレス鋼及びその製造方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
一般的にオーステナイト系ステンレス鋼は、多様な加工熱処理工程を用いた相変態及び加工熱処理を通じて優れた強度と柔軟性の組み合わせを具現している炭素鋼とは異なり、熱処理による特性向上を期待しにくいため、鋼の諸般特性の向上を主に合金元素の添加に依存している。
【０００３】
したがって、強度、柔軟性、耐食性など優れた特性を確保すること以外に、高価な合金元素の添加を最小限に抑えたり他の元素で置換したりすることにより製造原価の面で優位を占めることが合金開発において重要な技術的課題である。
【０００４】

既存の研究または発明で報告されたオーステナイト系ステンレス鋼の大部分は、重量％で１６～２０％のクロム（Ｃｒ）、６～１２％のニッケル（Ｎｉ）、０～２％のモリブデン（Ｍｏ）及び０．０３～０．１５％の炭素（Ｃ）を含み、引張強度が５００～６００ＭＰａで延伸率が４０％のレベルの機械的特性を有する。

【０００５】

前記合金元素のうちニッケル（Ｎｉ）は、効率的なオーステナイト安定化元素であり、加工性向上に寄与する長所もあって、需給量全体の６５％以上のオーステナイト系ステンレス鋼において合金元素として使用されている。

【０００６】

しかし、ニッケル（Ｎｉ）の価格が２００１年から６年間に７００％以上上昇し、特に２００７年の１年間には２倍以上に暴騰して、ニッケル価格がステンレス鋼の原価を定める主要指標として作用している。このような経済的側面以外にも、人体アレルギーを誘発することやリサイクル時に有害ガスを排出することなど、人体及び環境親和性に逆行する問題点が提起されている。

【０００７】

そのため、ニッケル（Ｎｉ）含量が高い既存のステンレス鋼が有する多くの問題点を解決するために最近開発された新しいステンレス鋼として、ＳＴＳ２００系合金として知られたＦｅ－Ｃｒ－Ｍｎ系合金と、合金元素としての窒素が有する長所を積極活用して諸般特性を向上させた高窒素ステンレス鋼がある。

【０００８】

窒素は強力なオーステナイト安定化元素であり、固溶強化効果が大きく、強度増加に随伴した柔軟性の減少が少なく、孔食抵抗性を含む耐食性の向上などの多くの長所がある。従来は、鉄鋼材料内に窒素を安定的に確保するための製造工程上の難しさのために高窒素鋼の開発を活発に進めることができなかったが、最近、窒素雰囲気下での加圧誘導溶解、ＰＥＳＲ(pressurized electroslag remelting)、粉末冶金法、固相窒化法などの多様な製造工程技術の発展によって多くの研究開発が進行されている。

【０００９】

しかし、高窒素鋼の汎用化において最も大きな障害要因は、高価な設備と複雑な製造工程が求められる加圧誘導溶解またはＰＥＳＲのような特殊な製造工程を経なければならないという点である。

【００１０】

加圧の工程は、液状状態で高い窒素含量を確保することと同時に、凝固時に窒素固溶度を急激に減少させるδフェライト区間を最小化することができるという長所があり、大型の高窒素鋼鋳塊の製造には必要であるが、既存のステンレス鋼製造に用いられる製造工程設備を改造したり新しい設備を導入したりすることが不可避であるため、商業化には多くの問題点がある。

【００１１】

このような問題点を解決するために、最近、ベルンス（Ｈ．Ｂｅｒｎｓ）らのグループは、ＰＣＴ／ＥＰ２００５／００８９６０（国際公開第２００６／０２７０９１号、特許文献１）において、ニッケル（Ｎｉ）の使用を最小限に抑え、クロム（Ｃｒ）を１６～２１重量％、マンガン（Ｍｎ）を１６～２１重量％、モリブデン（Ｍｏ）を０．５～２重量％、炭素（Ｃ）及び窒素（Ｎ）を合計で０．８重量％以上を含むオーステナイト系ステンレス鋼を発表した。しかし、ベルンスらのグループの特許出願では、マンガン（Ｍｎ）の割合が高くて耐食性が低いという問題がある。

【００１２】

そこで、本発明者らは、侵入型元素である炭素と窒素を複合添加して、侵入型元素（Ｃ＋Ｎ、Ｃ／Ｎ）と置換型元素（Ｍｎ＋Ｃｒ、Ｍｎ／Ｃｒ、または０．５Ｗ＋Ｍｏ）の含量を制御することを通じて、高価で環境及び人体に有害な合金元素であるＮｉ含量を最小限に抑え、加圧溶解法ではなく常圧溶解法によって経済性に優れた高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼を開発して本発明を完成した。

【先行技術文献】
【特許文献】
【００１３】
【特許文献１】国際公開第２００６／０２７０９１号
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１４】
本発明の目的は、前記のような問題点を解決するためのもので、侵入型元素（Ｃ＋Ｎ、Ｃ／Ｎ）と置換型元素（Ｍｎ＋Ｃｒ、Ｍｎ／Ｃｒ、または０．５Ｗ＋Ｍｏ）の含量を制御することを通じて、耐食性を向上させた炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼を提供することにある。
【００１５】
本発明の他の目的は、前記オーステナイト系ステンレス鋼の製造方法を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１６】
前記目的を達成するために、本発明は、侵入型元素である炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）を複合添加することによって、高価で環境及び人体に有害な合金元素であるニッケル（Ｎｉ）含量を最小限に抑え、加圧溶解法ではなく常圧溶解法で製造が可能で経済性に優れたオーステナイト系ステンレス鋼及びその製造方法を提供する。
【発明の効果】
【００１７】
本発明による製造方法は、安価な製造原価で合金の製造を可能にするので、開発鋼種の価格競争力を高めることができる。また、本発明によって製造されたオーステナイト系ステンレス鋼は、侵入型元素（Ｃ＋Ｎ、Ｃ／Ｎ）と置換型元素（Ｍｎ＋Ｃｒ、Ｍｎ／Ｃｒ、または０．５Ｗ＋Ｍｏ）の含量を制御することを通じて、８５０ＭＰａ以上の引張強度及び４５％以上の均一延伸率を有し、成形加工性が向上するのみならず優れた耐食性を示し、人体に有害な合金元素であるニッケル（Ｎｉ）含量を最小限に抑えることによって生体適合性が向上するので、既存のオーステナイトステンレス鋼の適用分野及び高強度・高耐食性が求められる海洋構造物、淡水化設備、オイル及びガス設備／採掘用素材、運送機関用素材などに適用が可能であるばかりか、医療用生体材料、時計などの装身具を含む多様な機能性部品の製造にも有用である。
【図面の簡単な説明】
【００１８】
【図１】本発明の実施例のＦｅ－Ｃｒ－Ｍｎ系とＦｅ－Ｃｒ－Ｍｎ－０．４Ｃ合金系における温度変化による窒素固溶度の変化を示したグラフである。
【図２】本発明の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼の製造方法を示した製造工程図である。
【図３】本発明の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼の製造方法における一工程である窒素含量調整工程を詳細に示した製造工程図である。
【図４】本発明の実施例及び比較例における孔食抵抗性を比較したグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００１９】
以下、本発明を詳しく説明する。
本発明の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋼は、８～１２重量％のマンガン（Ｍｎ）と、１５～２０重量％のクロム（Ｃｒ）と、２重量％以下のニッケル（Ｎｉ）と、４重量％以下のタングステン（Ｗ）と、２重量％以下のモリブデンと、合計（Ｃ＋Ｎ）で０．６～１．０重量％の炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）と、残部である鉄（Ｆｅ）及びその他の不可避な不純物とを含んで構成さ

れることを特徴とする。
【００２０】
前記クロム（Ｃｒ）に対する前記マンガン（Ｍｎ）の割合（Ｍｎ／Ｃｒ）は、０．５以上１．０以下であることを特徴とする。
前記マンガンは、ベルンスらのグループＰＣＴ／ＥＰ２００５／００８９６０）が以前に発表したステンレス鋼に含まれるマンガンの含量（１６～２１重量％）より少なく、本発明によるステンレス鋼の孔食抵抗性を向上させることができる。
【００２１】
前記マンガン（Ｍｎ）と前記クロム（Ｃｒ）の合計の含量（Ｍｎ＋Ｃｒ）は、３０重量％以下であることを特徴とする。
前記窒素（Ｎ）の含量は、０．３重量％以上であることを特徴とする。
【００２２】
前記タングステン（Ｗ）と前記モリブデン（Ｍｏ）の含量は、０．５Ｗ＋Ｍｏが３重量％以下であることを特徴とする。０．５Ｗ＋Ｍｏが３重量％を超えると、製造原価が上昇し、また残存するδフェライト分率を増加させて有害な第２相を形成する問題がある。
【００２３】
以下に本発明によるオーステナイト系ステンレス鋼内の合金元素について詳しく説明する。
ニッケル（Ｎｉ）は、オーステナイト安定化能は大きいが、前述したように高価で環境及び人体に有害な元素であるので、添加量を最小限に抑えた。しかし、オーステナイト系ステンレス鋼にニッケル（Ｎｉ）を少量添加した場合、熱間及び冷間加工性が向上し、また液状からの凝固時にδフェライトの形成を抑制させる能力を有するようになるので、ニッケル（Ｎｉ）の添加量は２重量％以下に設定した。
【００２４】
クロム（Ｃｒ）は、ステンレス鋼に要求される耐食性確保のために必須な合金元素であり、大抵のオーステナイトステンレス鋼に１５重量％以上添加される。しかし、クロム（Ｃｒ）を過剰に添加した場合、凝固後に過多のδフェライトが残存したり、熱処理時に多くの種類の有害な第２析出相の生成が促進されたりしてステンレス鋼の耐食性及び加工性が低下する。したがって、前記ステンレス鋼では、クロム（Ｃｒ）の含量を１５～２０重量％の範囲に制限した。
【００２５】
マンガン（Ｍｎ）は、高価なニッケル（Ｎｉ）の代替となることができるオーステナイト安定化元素であり、ステンレス鋼に添加することにより窒素固溶度を増加させ、材料の強度を増加させる役割をする。しかし、マンガン（Ｍｎ）を過剰に添加した場合、不純物元素である硫黄（Ｓ）や酸素（Ｏ）と結合してマンガン硫化物（ＭｎＳ）やマンガン酸化物（ＭｎＯ）などの非金属介在物を形成する。こうして生成する非金属介在物が孔食の主な発生場所として作用してオーステナイト系ステンレス鋼の孔食抵抗性を低下させるため、マンガンの含量は８～１２重量％の範囲に制限した。
【００２６】
モリブデン（Ｍｏ）は、クロム（Ｃｒ）とともにオーステナイト系ステンレス鋼の耐食性を向上させる合金元素である。しかし、過剰に添加した場合、凝固後に残存するδフェライト分率が増加し、クロム（Ｃｒ）と同様に炭化物、金属間化合物などの有害な第２相を形成して製造原価の上昇の要因になるので、モリブデンの含量は２重量％以下に制限した。
【００２７】
タングステン（Ｗ）は、クロム（Ｃｒ）及びモリブデン（Ｍｏ）とともにステンレス鋼の耐食性を向上させる合金元素であり、タングステン（Ｗ）は、ステンレス鋼でモリブデン（Ｍｏ）の１／２当量にあたるフェライト安定化能と孔食抵抗性向上能を有するので、モリブデン（Ｍｏ）の効果的な代替となることができる元素である。合金元素としてのタングステン（Ｗ）は、ステンレス鋼の高温強度を増加させてクリープ抵抗性を向上させる

。また、非酸化性雰囲気での耐食性を一般に増加させて金属の不動態化を促進し、合金の孔食抵抗性を向上させる効果がある。タングステンもフェライト安定化元素であるので過剰に添加した場合には、δフェライト分率が増加し、製造原価の上昇の要因になるので、タングステンの含量は４重量％以下に制限した。また、優れた耐食性と経済的な製造原価の確保のために、０．５Ｗ＋Ｍｏ含量を３重量％以下に制限した。

【００２８】

窒素（Ｎ）は、炭素（Ｃ）及びマンガン（Ｍｎ）とともにオーステナイト安定化元素として、上述の問題点を有するニッケル（Ｎｉ）の代替の目的で添加され、また柔軟性が大きく低下することなく強度を増加させて孔食抵抗性を含む耐食性を向上させるための元素である。このような効果のために窒素は、０．３重量％以上使用しなければならない。しかし、窒素（Ｎ）は、過剰に添加した場合、柔軟性を減少させるだけでなく脆性を招く問題点がある。

【００２９】

炭素（Ｃ）は、窒素（Ｎ）と同様にオーステナイト安定化を目的に添加され、固溶強化効果を通じてステンレス鋼の強度を向上させる役割をする。ただし、炭素（Ｃ）を過剰に添加した場合、機械的特性（代表的には靭性）が低下し、また$M_{23}C_6$、M_6Cなどの炭化物が臨界生成してオーステナイト系ステンレス鋼の鋭敏化（sensitization）が促進され、結果的に耐食性が低下する。

【００３０】

したがって、本発明のステンレス鋼では、炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）の合計の含量（Ｃ＋Ｎ）を０．６～１．０重量％の範囲に制限した。

一方、図１は、炭素（Ｃ）を添加していない３種類のＦｅ－Ｃｒ－Ｍｎ系（Ｆｅ－１８Ｃｒ－１０Ｍｎ、Ｆｅ－１５Ｃｒ－１５Ｍｎ、Ｆｅ－１３Ｃｒ－２０Ｍｎ）合金と、炭素（Ｃ）を０．４重量％添加した３種類のＦｅ－Ｃｒ－Ｍｎ－０．４Ｃ系合金の、窒素分圧１気圧での窒素固溶度を計算した結果である。図示したように、炭素（Ｃ）の添加によって液状での窒素固溶度は、０．３８重量％から０．３重量％に減少するが、凝固時のδフェライト形成による窒素固溶度の減少が著しく減るため、凝固時に発生し得る窒素損失を減らすことができるという効果をその代わりに得ることができる。これは、炭素（Ｃ）の添加によって高温領域でのオーステナイト相の安定性が増加してフェライト領域が縮小するために現れる現象で、常圧（窒素分圧１気圧）状態で炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）を複合添加した場合に、目標とする窒素固溶度を容易に確保することができることを示している。

【００３１】

また、炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）の合計の含量（Ｃ＋Ｎ）を０．６～１．０重量％の範囲に制限した理由は、下記のとおりである。すなわち、窒素（Ｎ）が合金元素として添加されると、オーステナイト基地の自由電子濃度が増加し、これにより金属結合が促進されてオーステナイト基地内部で短範囲規則度が増大する。窒素添加時に発生するこのような原子結合の特殊性のために、合金元素の偏析による有害な第２相の生成が抑制されるのと同時に、柔軟性及び耐食性が向上する。すなわち、窒素（Ｎ）の添加が鋼の諸般特性を向上させることについての物理学的根拠は、自由電子濃度の増加に起因したものであるといえる。類似の侵入型元素の含量で、炭素（Ｃ）の添加は鋼の自由電子濃度に大きな影響を及ぼさない一方、窒素（Ｎ）は一定の含量範囲で自由電子濃度を効果的に増加させる。しかし、炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）を複合添加した場合、二つの元素のシナジー効果により、窒素（Ｎ）を単独で添加した場合と比較して自由電子濃度が顕著に増加し、炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）の合計の含量（Ｃ＋Ｎ）が０．８５重量％で最大値を示した後、再び減少する。したがって、本発明では、前記の物理学的根拠とともに、炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）を過剰に添加した場合に発生する有害な第２析出相の生成を防止するために、合金元素として添加される炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）の合計の含量（Ｃ＋Ｎ）を０．６～１．０重量％の範囲に制限した。

【００３２】

また、本発明による炭素（Ｃ）と窒素（Ｎ）が複合添加された高強度・高耐食性を有す

るオーステナイト系ステンレス鋼の製造方法は、電解鉄、Ｆｅ－５０％Ｍｎ、Ｆｅ－６０％Ｃｒ、Ｆｅ－５８．８％Ｃｒ－６．６％Ｎ、７５．１％Ｍｎ－１７．４％Ｆｅ－６．８％Ｃ、タングステン及び／またはモリブデンを含む母合金を真空溶解炉に装入する母合金装入工程と、前記母合金が装入された真空溶解炉を真空状態に維持する真空維持工程と、前記真空溶解炉を加熱して母合金を溶融する母合金溶融工程と、前記真空溶解炉の内部に窒素ガスを注入する窒素含量調整工程と、溶融された母合金を撹拌する溶融合金撹拌工程と、前記真空溶解炉の内部で撹拌された溶融合金を出湯して鋳塊を形成する鋳塊形成工程と、形成された鋳塊を熱間圧延する工程と、熱間圧延された合金を水冷処理して機械的特性及び耐食性に有害な炭化物の析出を抑制する工程とを含んで成り立つことを特徴とする。

【００３３】

前記真空維持工程は、真空溶解炉の内部が10^{-3}ｔｏｒｒ（　０．１３Ｐａ）以下の真空度を有するようにする工程であることを特徴とする。

前記窒素含量調整工程は、前記真空溶解炉の内部に窒素ガスを注入する窒素注入工程と、前記真空溶解炉の内部の窒素分圧を１気圧に調整する圧力調整工程とからなることを特徴とする。

【００３４】

このように構成される本発明によると、安価な製造費用及び原材料費用で高い強度及び耐食性を有するオーステナイト系ステンレス鋳造材、鍛造材または圧延材の製造工程まで多様に適用することができる長所がある。

【００３５】

本発明によるオーステナイト系ステンレス鋼は、引張強度が８５０ＭＰａ以上で均一延伸率が４５％以上であることが示された（表２参照）。また、１Ｍ　ＮａＣｌ溶液で電位走査速度（ｄＶ／ｄｔ）２ｍＶ／ｓで電位を増加させながら両極の分極挙動を測定した結果、孔食が発生しないことから優れた耐食性を有することを確認した（表３参照）。

【００３６】

したがって、本発明によるオーステナイト系ステンレス鋼は、炭素（Ｃ）を複合添加することによって、従来は高窒素鋼製造に不可避であった加圧工程を無くし、常圧の誘導溶解で製造することができ、安価な製造原価での合金製造を可能にするので、開発鋼種の価格競争力を向上させることができ、侵入型元素（Ｃ＋Ｎ、Ｃ／Ｎ）と置換型元素（Ｍｎ＋Ｃｒ、Ｍｎ／Ｃｒ、または０．５Ｗ＋Ｍｏ）の含量を制御することを通じて、８５０ＭＰａ以上の引張強度及び４５％以上の均一延伸率を有し、成形加工性が向上するのみならず優れた耐食性を示し、有害な合金元素であるニッケル（Ｎｉ）含量を最小限に抑えることによって生体適合性が向上するので、既存のオーステナイトステンレス鋼の適用分野及び高強度・高耐食性が求められる海洋構造物、淡水化設備、オイル及びガス設備／採掘用素材、運送機関用素材などに適用が可能であるのみならず、医療用生体材料、時計などの装身具を含む多様な機能性部品の製造にも有用である。

【００３７】

以下、実施例及び実験例を通じて本発明を詳しく説明する。但し、下記の実施例及び実験例は本発明を例示するだけのものであって、本発明の内容が下記の実施例によって限定されるのではない。

＜実施例１～８＞本発明によるオーステナイト系ステンレス鋼の製造

本発明によるオーステナイト系ステンレス鋼の製造において、融点が高くて溶解が難しいクロム（Ｃｒ）はＦｅ－６０％Ｃｒ母合金を使用し、蒸気圧が低くて溶解時にガス（fume）生成及び偏析の憂慮があるマンガン（Ｍｎ）はＦｅ－５０％Ｍｎ母合金を使用した。

【００３８】

図２及び図３に示したように、下記表１の成分比によって前記Ｆｅ－５０％Ｍｎ、Ｆｅ－６０％Ｃｒ、電解鉄、窒素含量制御のためのＦｅ－５８．８％Ｃｒ－６．６％Ｎ母合金、炭素含量制御のための７５．１％Ｍｎ－１７．４％Ｆｅ－６．８％Ｃ母合金、タングステン母合金及び／またはモリブデン母合金を真空溶解炉の内部に装入した（Ｓ１００）。

以後、真空溶解炉の内部が10^{-3}ｔｏｒｒ以下の真空度に到達するまで脱気した後、真空を維持しながら（Ｓ２００）、前記真空溶解炉を加熱して真空溶解炉に装入された母合金及び電解鉄を溶融させた（Ｓ３００）。前記母合金及び電解鉄を溶融した後、前記真空溶解炉の内部に窒素ガスを注入して（Ｓ４２０）真空溶解炉の内部の窒素分圧が１気圧になるように圧力を調整して（Ｓ４４０）窒素含量を調整した（Ｓ４００）。以後、電磁誘導撹拌により合金元素の偏析を除去するために溶融合金を撹拌し（Ｓ５００）、溶融合金撹拌工程（Ｓ５００）中、母合金及び電解鉄が溶解して形成される溶湯の温度が１，４５０℃に到達したら真空溶解炉の内部から出湯して鋳塊を形成した（Ｓ６００）。形成された鋳塊を熱間圧延により板材や管、棒、細線などに製造し（Ｓ７００）、水冷処理して機械的特性及び耐食性に有害な炭化物の析出を抑制した（Ｓ８００）。

＜比較例１～３＞一般的なオーステナイト系ステンレス鋼

一般的なオーステナイト系ステンレス鋼（ＡＩＳＩ３０４、ＡＩＳＩ３１６、ＡＩＳＩ３１６Ｌ）を使用した。

＜比較例４～５＞

ベルンスらのグループが以前に発表した特許出願（ＰＣＴ／ＥＰ２００５／００８９６０）の製造方法でオーステナイト系ステンレス鋼を製造した。

【００３９】

前記実施例及び前記比較例のオーステナイト系ステンレス鋼の組成を表１に示した。

【００４０】

【表１】

合金	Ｃｒ	Ｍｎ	Ｎｉ	Ｍｏ	Ｗ	Ｎ	Ｃ	Ｃ＋Ｎ
実施例１	18.10	9.47	-	2.17	-	0.38	0.48	0.86
実施例２	17.85	9.72	1.25	2.05	-	0.42	0.49	0.91
実施例３	17.98	9.79	-	-	2.01	0.39	0.48	0.87
実施例４	17.71	9.85	1.21	-	2.00	0.36	0.55	0.91
実施例５	18.12	9.63	0.10	1.16	2.00	0.38	0.53	0.91
実施例６	17.73	9.97	1.23	1.15	1.99	0.39	0.52	0.91
実施例７	17.68	9.84	-	-	3.80	0.41	0.56	0.97
実施例８	17.65	9.73	1.17	-	3.77	0.43	0.54	0.97
比較例１	18.00	2.00	8.00	-	-	-	0.08	0.08
比較例２	17.00	2.00	12.00	2.50	-	-	0.08	0.08
比較例３	17.00	2.00	12.00	2.50	-	-	0.03	0.03
比較例４	18.54	17.86	0.45	0.52	-	0.54	0.66	1.20
比較例５	17.97	17.8	0.36	0.51	-	0.58	0.48	1.06

＜実験例１＞引張特性測定

前記の工程によって製造された実施例及び比較例の常温引張特性を表２に示した。

【００４１】

【表２】

合金	降伏強度（ＭＰａ）	引張強度（ＭＰａ）	均一延伸率（％）
実施例１	５２９	９８０	６２．１
実施例２	５５９	９７３	４６．３
実施例３	５３７	９６０	５２．３
実施例４	４９３	９０３	５９．３
実施例５	５２３	８９９	５１．１
実施例６	５２８	９２７	４９．４
実施例７	４７６	８６８	５５．７
実施例８	５３２	９３０	５０．８
比較例１	２０５	５１５	４０．０（総延伸率）
比較例２	２０５	５１５	４０．０（総延伸率）
比較例３	１７０	４８０	４０．０（総延伸率）
比較例４	５３３	１０１９	６２．８
比較例５	５００	９４０	５９．０

表２に示したように、一般的なオーステナイト系ステンレス鋼である比較例１～３の場合、降伏強度が１７０～２０５ＭＰａ、引張強度が４８０～５１５ＭＰａ、延伸率が４０％のレベル機械的特性を示す一方、実施例の場合には、降伏強度が４７６～５５９ＭＰａ、引張強度が８６８～９８０ＭＰａ、均一延伸率が４６．３～６２．１％の範囲にある優れた機械的特性を示した。

【００４２】

また、ベルンスらのグループが以前に開発した炭窒素複合添加オーステナイト系ステンレス鋼（比較例４～５）と比較すると（降伏強度５００～５３３ＭＰａ、引張強度９４０～１０１９ＭＰａ、均一延伸率５９．０～６２．８％）、同等のレベルの機械的特性を示すことが分かる。

【００４３】

したがって、本発明によるオーステナイト系ステンレス鋼は、一般的なオーステナイト系ステンレス鋼に比べてニッケル含量を最小限に抑えながら高強度の優れた機械的特性を示すので、従来のオーステナイト系ステンレス鋼の代替として使用することができる。

＜実験例２＞耐食性測定

本発明によるオーステナイト系ステンレス鋼の耐食性を測定するために、実施例と比較例のオーステナイト系ステンレス鋼の試験片を常温の１Ｍ　ＮａＣｌ溶液に浸漬して電位走査速度（ｄＶ／ｄｔ）２ｍＶ／ｓで電位を増加させながら両極の分極挙動を観察し、孔食電位を測定して図４及び表３に示した。

【００４４】

【表３】

合金	孔食電位（E_{pit}），V_{SCE}
実施例１	孔食無（１．０以上）
実施例２	孔食無（１．０以上）
実施例３	孔食無（１．０以上）
実施例４	孔食無（１．０以上）
実施例５	孔食無（１．０以上）
実施例６	孔食無（１．０以上）
実施例７	孔食無（１．０以上）
実施例８	孔食無（１．０以上）
比較例１	０．３１１
比較例２	０．４１７
比較例３	０．４９６
比較例４	０．５５７
比較例５	０．６９２

図４及び表３に示したように、本発明の実施例１～８では孔食が発生しなかった。これに比べて比較例１～３で使用された一般的なステンレス鋼では０．３１１～０．４９６V_{SCE}で孔食が発生し、比較例４及び５の従来の炭窒素複合添加ステンレス鋼ではそれぞれ０．５５７V_{SCE}、０．６９２V_{SCE}で孔食が発生した。このことから、本発明によるオーステナイト系ステンレス鋼の孔食抵抗性は、比較例の孔食抵抗性よりも優秀であることが分かる。

【００４５】

したがって、本発明によるオーステナイト系ステンレス鋼は、一般的なオーステナイトステンレス鋼または従来の炭窒素複合添加オーステナイト系ステンレス鋼に比べてニッケル含量を最小限に抑えながら高耐食性の優れた機械的特性を示すので、従来のオーステナイト系ステンレス鋼の代替として使用することができる。

【００４６】

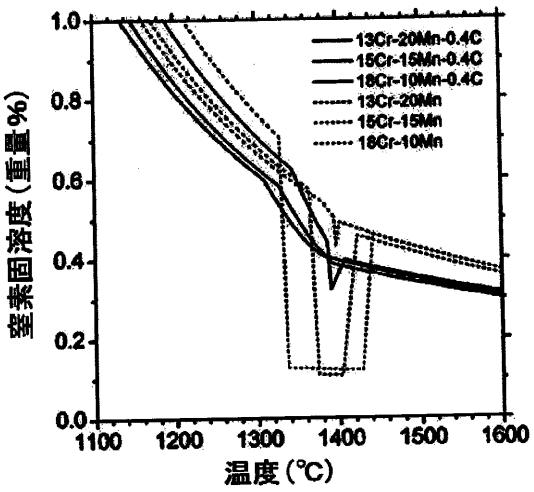
このような本発明の範囲は、前記で例示した実施例に限定されず、前記のような技術範囲中で当業者において、本発明を基礎にする他の多くの変形が可能だろう。

【符号の説明】

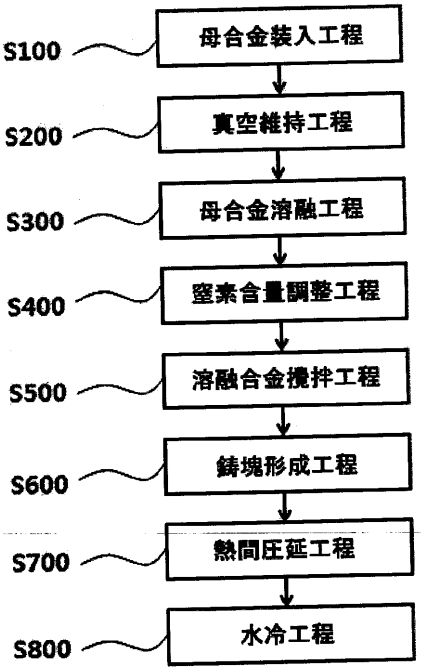
【００４７】

Ｓ１００：母合金装入工程
Ｓ２００：真空維持工程
Ｓ３００：母合金溶融工程
Ｓ４００：窒素含量調整工程
Ｓ４２０：窒素注入工程
Ｓ４４０：圧力調整工程
Ｓ５００：溶融合金撹拌工程
Ｓ６００：鋳塊形成工程
Ｓ７００：熱間圧延工程
Ｓ８００：水冷工程

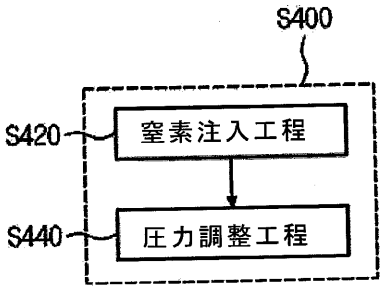
【図１】


窒素固溶度(重量%)
温度(℃)
13Cr-20Mn-0.4C
15Cr-15Mn-0.4C
18Cr-10Mn-0.4C
13Cr-20Mn
15Cr-15Mn
18Cr-10Mn
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
1100
1200
1300
1400
1500
1600

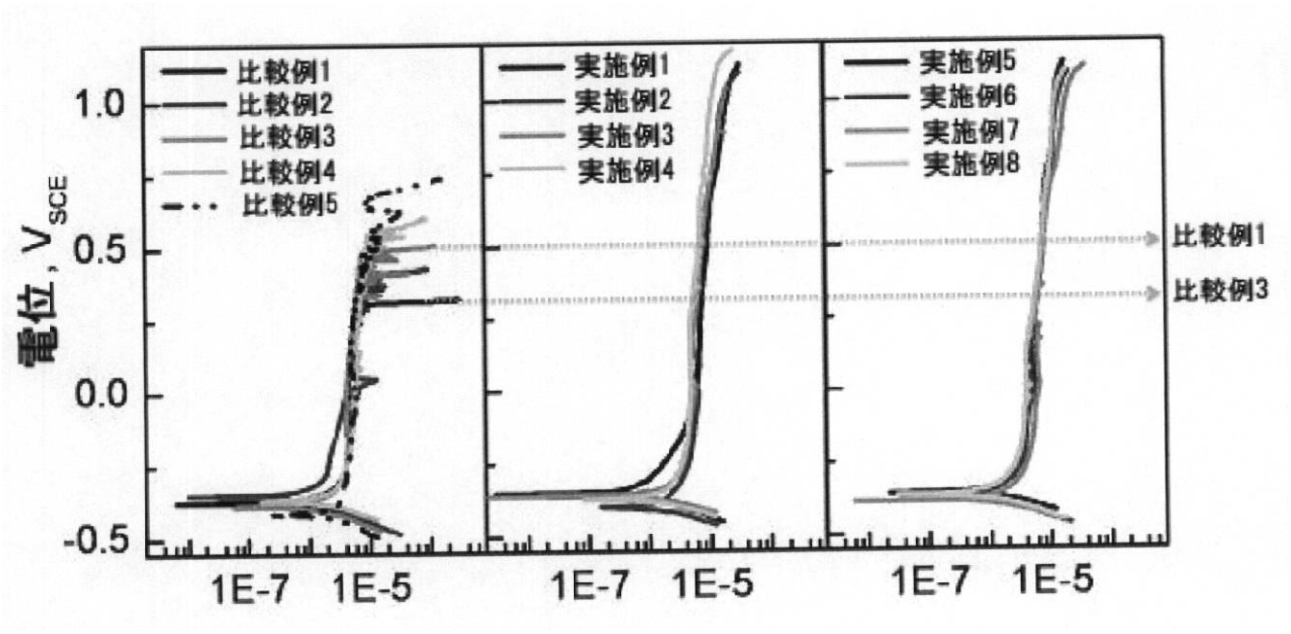
【図２】


S100
母合金装入工程
S200
真空維持工程
S300
母合金溶融工程
S400
窒素含量調整工程
S500
溶融合金攪拌工程
S600
鋳塊形成工程
S700
熱間圧延工程
S800
水冷工程

【図３】


S400
S420
窒素注入工程
S440
圧力調整工程

【図４】


比較例1
比較例2
比較例3
比較例4
比較例5
実施例1
実施例2
実施例3
実施例4
実施例5
実施例6
実施例7
実施例8
電位, V_{SCE}
1.0
0.5
0.0
-0.5
1E-7
1E-5
比較例1
比較例3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2009/004642

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 38/38(2006.01)i, C22C 38/44(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)

C22C 38/38; C21C 7/00; C21D 8/00; C21D 8/02; C21D 9/46; C22C 38/00; C22C 38/40; C22C 38/58

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

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

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: high nitrogen, high manganese, austenitic stainless steel

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2009-0034194 A (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 07 April 2009 See claims 1, 4-8.	1-12
A	KR 10-2005-0055838 A (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 14 June 2005 See claims 1-3.	1-12
A	JP 2001-011579 A (SUMITOMO METAL IND LTD et al.) 16 January 2001 See claim 1.	1-12
A	JP 11-241145 A (NIPPON YAKIN KOGYO CO LTD et al.) 07 September 1999 See claims 1-6.	1-12
A	KR 10-2006-0110103 A (POSCO) 24 October 2006 See claim 1.	1-12
A	JP 09-249940 A (SUMITOMO METAL IND LTD) 22 September 1997 See claims 1, 4-5.	1-12
A	JP 2000-192194 A (HITACHI METALS LTD) 11 July 2000 See claims 1, 4.	1-12

☐ 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	Date of mailing of the international search report
12 AUGUST 2010 (12.08.2010)	**13 AUGUST 2010 (13.08.2010)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2009/004642

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2009-0034194 A	07.04.2009	NONE	
KR 10-2005-0055838 A	14.06.2005	NONE	
JP 2001-011579 A	16.01.2001	JP 4178670 B2	12.11.2008
JP 11-241145 A	07.09.1999	JP 4116134 B2	09.07.2008
KR 10-2006-0110103 A	24.10.2006	NONE	
JP 09-249940 A	22.09.1997	NONE	
JP 2000-192194 A	11.07.2000	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

국제조사보고서

국제출원번호
PCT/KR2009/004642

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C22C 38/38(2006.01)i, C22C 38/44(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
C22C 38/38; C21C 7/00; C21D 8/00; C21D 8/02; C21D 9/46; C22C 38/00; C22C 38/40; C22C 38/58

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 고질소, 고망간, 오스테나이트계 스테인리스강

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2009-0034194 A (한국기계연구원) 2009.04.07 청구항 1,4-8 참조.	1-12
A	KR 10-2005-0055838 A (한국기계연구원) 2005.06.14 청구항 1-3 참조.	1-12
A	JP 2001-011579 A (SUMITOMO METAL IND LTD 외 3명) 2001.01.16 청구항 1 참조.	1-12
A	JP 11-241145 A (NIPPON YAKIN KOGYO CO LTD 외 1명) 1999.09.07 청구항 1-6 참조.	1-12
A	KR 10-2006-0110103 A (주식회사 포스코) 2006.10.24 청구항 1 참조.	1-12
A	JP 09-249940 A (SUMITOMO METAL IND LTD) 1997.09.22 청구항 1,4-5 참조.	1-12
A	JP 2000-192194 A (HITACHI METALS LTD) 2000.07.11 청구항 1,4 참조.	1-12

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2010년 08월 12일 (12.08.2010)	**2010년 08월 13일 (13.08.2010)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 선사로 139,
정부대전청사
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관
이성준
전화번호 82-42-481-5530

서식 PCT/ISA/210 (두 번째 용지) (2009년 7월)

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2009/004642

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2009-0034194 A	2009.04.07	없음	
KR 10-2005-0055838 A	2005.06.14	없음	
JP 2001-011579 A	2001.01.16	JP 4178670 B2	2008.11.12
JP 11-241145 A	1999.09.07	JP 4116134 B2	2008.07.09
KR 10-2006-0110103 A	2006.10.24	없음	
JP 09-249940 A	1997.09.22	없음	
JP 2000-192194 A	2000.07.11	없음	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(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,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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,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,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 キム、ソン－ジュン
大韓民国 ６４１－９３９ キョンサンナム－ド チャンウォン－シ ソンジュ－ドン ユニオン ビレッジ ナンバー１１３－６０４
(72)発明者 イ、テ－ホ
大韓民国 ６３０－７８６ キョンサンナム－ド マサン－シ ネソ－ウップ ホゲ－リ コロン アパートメント ナンバー２１３－１０１
(72)発明者 オ、チャン－ソク
大韓民国 ６４１－７７７ キョンサンナム－ド チャンウォン－シ サンナム－ドン デドン アパートメント ナンバー１２３－７０６
(72)発明者 ハ、ホン－ヨン
大韓民国 ６４１－８３１ キョンサンナム－ド チャンウォン－シ サンナム－ドン ６６ コリア インスティチュート オブ マシーナリー アンド マテリアルズ ナンバー２０３

Ｆターム(参考) 4K013 AA02 BA18 CE00

【要約の続き】
食性が要求される海洋構造物、淡水化設備、オイル及びガス設備／採掘用素材、運送機関用素材などに適用が可能であるばかりか、医療用生体材料、時計などの装身具を含む多様な機能性部品の製造にも有用である。