

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02011/074586

発行日 平成25年4月25日 (2013. 4. 25)

(43) 国際公開日 平成23年6月23日 (2011. 6. 23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 1 2 N 1/20 (2006. 01)	C 1 2 N 1/20 Z N A A	4 B O 2 4
C 1 2 N 1/00 (2006. 01)	C 1 2 N 1/20 A	4 B O 6 4
C 1 2 P 3/00 (2006. 01)	C 1 2 N 1/00 F	4 B O 6 5
C O 1 B 25/37 (2006. 01)	C 1 2 N 1/00 T	
C 1 2 N 15/09 (2006. 01)	C 1 2 P 3/00 A	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 26 頁) 最終頁に続く

出願番号 特願2011-546135 (P2011-546135)	(71) 出願人 504147243 国立大学法人 岡山大学 岡山県岡山市北区津島中一丁目1番1号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2010/072503	
(22) 国際出願日 平成22年12月14日 (2010. 12. 14)	
(31) 優先権主張番号 特願2009-284445 (P2009-284445)	(74) 代理人 110000796 特許業務法人三枝国際特許事務所
(32) 優先日 平成21年12月15日 (2009. 12. 15)	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(72) 発明者 高田 潤 岡山県岡山市北区津島中三丁目1番1号 国立大学法人岡山大学大学院自然科学研究科内
(31) 優先権主張番号 特願2010-3269 (P2010-3269)	
(32) 優先日 平成22年1月8日 (2010. 1. 8)	(72) 発明者 澤山 道則 岡山県岡山市北区津島中三丁目1番1号 国立大学法人岡山大学大学院自然科学研究科内
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	

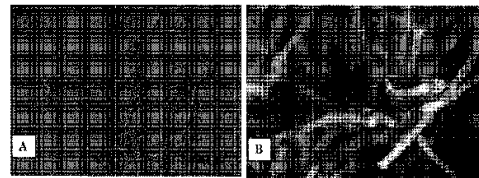
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸化物の生成能を有する新規微生物

(57) 【要約】

開示されているのは、フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有し、且つフェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体である酸化鉄の生成能を有するレプトスリックス属に属する微生物、フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有し、且つフェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体である酸化鉄の生産菌、金属酸化物の生産菌をスクリーニングするための培地、金属酸化物の生産菌のスクリーニング方法、金属酸化物の生産菌を培養するための培地、金属酸化物の生産菌の培養方法、金属酸化物の製造方法、及び酸化鉄である。

【図1】



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フェリハイドライト(ferrihydrite)又はレピドクロサイト(lepidocrocite)の構造を有し、且つフェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体である酸化鉄の生成能を有するレプトスリックス(Leptothrix)属に属する微生物。

【請求項 2】

酸化鉄がリンとケイ素を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の微生物。

【請求項 3】

配列番号 1 で示される塩基配列からなる 16S rDNA を有することを特徴とする、請求項 1 に記載の微生物

10

【請求項 4】

レプトスリックス・コロディニ OUMS1(NITE BP-860)である、請求項 1 に記載の微生物

【請求項 5】

フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有し、且つフェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体である酸化鉄の生産菌。

【請求項 6】

酸化鉄がリンとケイ素を含むことを特徴とする、請求項 5 に記載の生産菌。

【請求項 7】

天然の地下水に無機リン酸化合物及び鉄化合物が添加されたものである金属酸化物の生産菌をスクリーニングするための培地。

20

【請求項 8】

請求項 7 に記載の培地で培養することを特徴とする、金属酸化物の生産菌のスクリーニング方法。

【請求項 9】

培地成分として炭素源、窒素源、ケイ素、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、カリウム、無機リン酸及び鉄を含むことを特徴とする、金属酸化物の生産菌を培養するための培地。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の培地を使用することを特徴とする、金属酸化物の生産菌の培養方法。

30

【請求項 11】

請求項 1 に記載の微生物又は請求項 5 に記載の生産菌を培養し、培養液から金属酸化物を回収することを特徴とする、金属酸化物の製造方法。

【請求項 12】

前記金属酸化物の形状がマイクロチューブ状、ナノチューブ状、中空ひも状、カプセル状、ひも状と球状の凝集体、ひも状、又はロッド状である、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有し、フェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体であり、且つ表面が繊維状又は鱗片状である酸化鉄。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、酸化鉄の生成能を有するレプトスリックス(Leptothrix)属に属する微生物、酸化鉄の生産菌、金属酸化物の生産菌をスクリーニングするための培地、及び金属酸化物の生産菌のスクリーニング方法に関する。更に、本発明は、金属酸化物の生産菌を培養するための培地、及び金属酸化物の生産菌の培養方法に関する。また、本発明は、金属酸化物の製造方法及び新規な金属酸化物に関する。

【背景技術】

【0002】

50

特異な形状・サイズ・組成を有する材料は、革新的な機能を発揮する可能性を有するため重要である。特に、人工的には作れない特異な構造・形状・サイズ・組成を有する材料は大きな潜在能力を秘めている。例えば、レプトスリックス属の微生物は、鉄やマンガンがリッチな湿地や泉に生息し、酸化鉄や酸化マンガンからなる鞘状物質を形成することが知られている。これらの微生物由来の鞘状物質の最近の研究により、独特の微小な管の構造が魅力的な無機材料であり、種々の工業分野に適用され得ることが明らかになった。

【0003】

従来、上記のような鉄バクテリアが生産する微生物由来のセラミックスは、配管を詰まらせたり赤水被害をもたらすために、もっぱら廃棄物として処理されてきた。しかしながら、微生物由来のセラミックスは、生物由来であるため環境に優しく、ユビキタス元素である鉄やケイ素を主成分とするため持続的に入手できる未利用資源であることに注目すべきである。しかも、仮にこのような特異な構造体を人工的に作ろうとすれば膨大な手間、技術及びエネルギーを要するので、自然界から得られる微生物由来のセラミックスを利用した新規材料の開発は、サイエンスとテクノロジーの両面において非常に意義深い。

10

【0004】

特許文献1には、鉄バクテリアを用いた水の浄化方法で生じる凝集物から鞘状酸化鉄を回収する方法であって、鉄細菌を用いたバイオ浄水法によって生じた凝集沈殿物と、分散剤(例えば、ノリウツギ抽出液又はトロロアオイ抽出液)とを作用させることを特徴とする鞘状酸化鉄粒子の生産方法が開示されている。この方法で回収したパイプ状酸化鉄は特異な組成・形状と優れた特性を持ち、磁性材料・触媒・吸着剤・電池材料としての利用が可能である。

20

【0005】

特許文献1に記載の鞘状酸化鉄を回収する方法は、自然界に存在する多様な鉄バクテリアを用いて凝集物を得る方法なので、鞘状酸化鉄以外の物質を完全に除去することが困難である。また、供給される水も天然の水であり、温度や含有イオン等の制御が出来ないため、収量が不安定で同じ組成のものが出来るとは限らない。そして、鞘状物質を工業材料として使用するためには鞘状物質の精製が必要とされる。

【0006】

これらの問題を解決するためには、鞘状酸化鉄を作る鉄バクテリアを単離し、この単離菌を用いて鞘状酸化物を製造させる培養条件を見つけることが最短の方法である。

30

【0007】

レプトスリックス属を代表種とする難培養・好気性鉄酸化細菌からなる群から選ばれる鉄酸化細菌を単離する方法については、低栄養塩の培地を用いたいくつかの方法がこれまで報告されている(非特許文献1)。しかしながら、これらの培地は炭化水素等の有機分を含んでおり、当該細菌以外の多種多様な細菌も増殖可能なため、当該細菌の選択培地とはなり難い。このほかに、自然界での生息環境を模擬した連続培養システムも考案されている(非特許文献2)。この方法を用いると単離の確率は上がるが、システムが非常に大掛かりなものになることや、完全に1種類の菌株を得られないなどの難点がある。

【0008】

このように鞘状酸化鉄を産生する微生物を単離する方法は未だ確立しておらず、当該微生物の特性及び鉄やマンガンの酸化のメカニズムについてもまだ明らかにされていない。

40

【0009】

現在まで、鞘形成株であるレプトスリックス・コロディニ(*Leptothrix cholodnii*) SP-6を単離したことや(非特許文献3及び4)、鞘状酸化鉄を産生するレプトスリックス・コロディニ SA-1株を単離したことが報告されている(非特許文献5及び6)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2005-272251号公報

【非特許文献】

50

【 0 0 1 1 】

【非特許文献1】Spring, S. The genera *Leptothrix* and *Sphaerotilus*. *Prokaryotes* 5, 758-777(2006)

【非特許文献2】Mulder, E. G., and W. L. van Veen Investigations on the *Sphaerotilus-Leptothrix* group. *Ant*, v. *Leeuwhoek* 29, 121-153(1963)

【非特許文献3】Emerson, D. and Ghiorse, W. C. Isolation, Cultural Maintenance, and Taxonomy of a Sheath-Forming Strain of *Leptothrix discophora* and Characterization of Manganese-Oxidizing Activity Associated with the Sheath. *Appl. Environ. Microbiol.* 58, 4001-4010(1992)

【非特許文献4】Spring, S., Kampfner, P., Ludwig, W. and Schleifer, K. H. Polyphasic characterization of the genus *Leptothrix*: new descriptions of *Leptothrix mobilis* sp. nov. and *Leptothrix discophora* sp. nov. nom. rev. and amended description of *Leptothrix cholodnii* emend Syst. *Appl. Microbiol.* 19, 634-643(1996).

【非特許文献5】PROGRAM and ABSTRACT 6th International Symposium on Electron Microscopy in Medicine and Biology 2009 (6th ISEM09)、2009年9月16日、p 50

【非特許文献6】生物工学会大会講演要旨集、第125頁、21a15、発行所 社団法人 日本生物工学会、平成21年8月25日発行

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

しかしながら、非特許文献3及び4に記載のレプトスリックス・コロディニ SP-6には、代謝できる有機物が少ない、細胞の付着性が低い、鞘形成能力が低い、鞘形成能維持力が低い等の問題がある。

【 0 0 1 3 】

また、非特許文献5及び6には、レプトスリックス・コロディニ SA-1株の特性、当該株の単離方法、当該株の培養方法、鞘状物質の製造方法等についての詳細は開示されていない。

【 0 0 1 4 】

そこで、本発明は、従来自然界からの単離が困難であった新規鉄バクテリアを単離することによって、特定の酸化鉄の生成能を有するレプトスリックス属に属する微生物、及び特定の酸化鉄の生産菌を提供すること、並びに金属酸化物の生産菌をスクリーニングするための培地、及び金属酸化物の生産菌のスクリーニング方法を提供することを目的とする。更に、本発明は、金属酸化物の生産菌を培養するための培地、及び金属酸化物の生産菌の培養方法を提供することを目的とする。また、本発明は、金属酸化物の製造方法及び新規な酸化鉄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】

【 0 0 1 5 】

本発明者らは、従来自然界からの単離が困難であった新規鉄バクテリアを、特定の培地を使用することによって、地下水を利用して水道水を製造する浄水場の貯留槽内の地下水沈殿物から単離できるという知見を得た。更に、その生育と酸化鉄の形成を同時に促進できる培地についての知見も得た。

【 0 0 1 6 】

本発明は、これら知見に基づき完成されたものであり、次の酸化鉄の生成能を有するレプトスリックス属に属する微生物、酸化鉄の生産菌、金属酸化物の生産菌をスクリーニングするための培地、金属酸化物の生産菌のスクリーニング方法等を提供するものである。

【 0 0 1 7 】

項1. フェリハイドライト(*ferrhydrite*) 又はレピドクロサイト(*lepidocrocite*)の構造を有し、且つフェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体である酸化鉄の生成能を有するレプトスリックス(*Leptothrix*)属に属する微生物。

【 0 0 1 8 】

10

20

30

40

50

項 2 . 酸化鉄がリンとケイ素を含むことを特徴とする、項 1 に記載の微生物。

【 0 0 1 9 】

項 3 . 配列番号 1 で示される塩基配列からなる 16S rDNA を有することを特徴とする、項 1 又は 2 に記載の微生物。

【 0 0 2 0 】

項 4 . レプトスリックス・コロディニ OUMS1 (NITE BP-860) である、項 1 ~ 3 のいずれかに記載の微生物。

【 0 0 2 1 】

項 5 . フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有し、且つフェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体である酸化鉄の生産菌。

10

【 0 0 2 2 】

項 6 . 酸化鉄がリンとケイ素を含むことを特徴とする、項 5 に記載の生産菌。

【 0 0 2 3 】

項 7 . 天然の地下水に無機リン酸化合物及び鉄化合物が添加されたものである金属酸化物の生産菌をスクリーニングするための培地。

【 0 0 2 4 】

項 8 . 項 7 に記載の培地で培養することを特徴とする、金属酸化物の生産菌のスクリーニング方法。

【 0 0 2 5 】

項 9 . 培地成分として炭素源、窒素源、ケイ素、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、カリウム、無機リン酸及び鉄を含むことを特徴とする、金属酸化物の生産菌を培養するための培地。

20

【 0 0 2 6 】

項 10 . 項 9 に記載の培地を使用することを特徴とする、金属酸化物の生産菌の培養方法。

【 0 0 2 7 】

項 11 . 項 1 ~ 4 のいずれかに記載の微生物又は項 5 若しくは 6 に記載の生産菌を培養し、培養液から金属酸化物を回収することを特徴とする、金属酸化物の製造方法。

【 0 0 2 8 】

項 12 . 前記金属酸化物の形状がマイクロチューブ状、ナノチューブ状、中空ひも状、カプセル状、ひも状と球状の凝集体、ひも状、又はロッド状である、項 11 に記載の方法。

30

【 0 0 2 9 】

項 13 . フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有し、フェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体であり、且つ表面が繊維状又は鱗片状である酸化鉄。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 0 】

本発明により、従来自然界からの単離が困難であった新規鉄バクテリアのスクリーニング方法を提供できた。そして、本発明のレプトスリックス属に属する微生物を用いることで、高純度の酸化鉄を製造することが可能になった。また、本発明のレプトスリックス属に属する微生物又は酸化鉄の生産菌を使用することで、フェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体である酸化鉄を生産することが可能となる。

40

【 0 0 3 1 】

また、1種類の菌株の培養で済む事から、維持・管理や培養制御が容易であり、金属酸化物の安定した収量が得られる。さらに、培地組成を変えたり、物質を新たに添加したりする事で、自然界には無い形状・組成・性質の金属酸化物を製造することが可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 2 】

【 図 1 】 OUMS1 株を GP 液体培地で培養後、形成された鞘状酸化物の光学顕微鏡像 (A) 及び

50

走査型電子顕微鏡 (SEM) 像 (B) である。

【図 2 - A】OUMS1 株 (上段) と既知の鉄酸化細菌レプトスリックス・コロディニ SP-6 株 (下段) の 16S リボゾーマル DNA の塩基配列のホモロジー検索の結果を示す図である。

【図 2 - B】OUMS1 株 (上段) と既知の鉄酸化細菌レプトスリックス・コロディニ SP-6 株 (下段) の 16S リボゾーマル DNA の塩基配列のホモロジー検索の結果を示す図である。

【図 3】OUMS1 株 (A) と鉄酸化細菌レプトスリックス・コロディニ SP-6 株 (B) のゲノム DNA 電気泳動パターンの比較を示す図である。

【図 4】OUMS1 株を SIGP 液体培地で培養後、形成された鞘状酸化物の光学顕微鏡像 (A) 及び SEM 像 (B) である。

【図 5 - A】OUMS1 株が作る酸化鉄の SEM 像である。

10

【図 5 - B】OUMS1 株が作る酸化鉄の SEM 像である。

【図 6】OUMS1 株が作る酸化鉄の TEM 像である。

【図 7】OUMS1 株が作る酸化鉄の X 回折 (XRD) パターンを示す図である。

【図 8】OUMS1 株が作る酸化鉄の高分解 TEM 像である。

【図 9】OUMS1 株を SIGP 液体培地で培養後、形成された鞘状酸化物の光学顕微鏡像である。

【図 10】OUMS1 株が作る酸化鉄の X 回折 (XRD) パターンを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、本発明を詳細に説明する。

20

【0034】

酸化鉄の生産能を有する生産菌

本発明は、低結晶性酸化鉄であるフェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有し、且つフェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体である酸化鉄の生産菌を提供する。

【0035】

フェリハイドライトとは、低結晶性の酸化鉄を意味する。X 線回折パターンに現れるピークの数によって 2-line ferrihydrite や 6-line ferrihydrite 等と呼ばれている。2-line ferrihydrite の組成は $\text{Fe}_4(\text{O}, \text{OH}, \text{H}_2\text{O})$ で 6-line ferrihydrite の組成は $\text{Fe}_{4.6}(\text{O}, \text{OH}, \text{H}_2\text{O})_{12}$ とされている (R. A. Eggleton and R. W. Fitzpatrick, "New data and a revised structural model for ferrihydrite", Clays and Clay Minerals, Vol.36, No. 2, pp 111-124, 1988)。

30

【0036】

レピドクロサイトとは、化学式が $-\text{FeOOH}$ で表される結晶性の酸化鉄である。結晶系は斜方晶系、空間群は Bbmm、格子定数は $a=0.3071$, $b=1.2520$, $c=0.3873$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ である。

【0037】

生産菌により生産される酸化鉄はリンとケイ素を含んでいても良く、フェリハイドライトナノ粒子の一次粒子径は好ましくは 3~5 nm 程度、レピドクロサイトナノ粒子の一次粒子径は好ましくは 30~50 nm 程度である。

40

【0038】

当該生産菌としては、フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造 (又はフェリハイドライト又はレピドクロサイトと同様の構造) を有する酸化鉄の生成能を有するものであれば、いかなるものであってもよいが、好ましくはレプトスリックス属に属する微生物、より好ましくはレプトスリックス・コロディニである。かかる微生物の一例として、浄水場から単離されたレプトスリックス・コロディニ OUMS1 株が挙げられる。当該レプトスリックス・コロディニ OUMS1 株は、フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有する酸化鉄の生成能を有している。以下に、レプトスリックス・コロディニ OUMS1 株の菌学的性質及び遺伝学性質を示す。

【0039】

50

(i) 菌学的性質

形状は、長さ数 μm 、幅約 $1\mu\text{m}$ の桿菌で、単一細胞のときは鞭毛を使い活発に運動する。本菌は増殖するにつれて細胞の両端が連結した状態となり、また菌体の周りに多糖とタンパク質からなる繊維状の物質を作るので、液体培地中では均一に存在せず、凝集・沈殿した状態となる。培地に鉄やマンガンを加えると、それらの酸化物が菌体外の繊維状物質に付着し、鞘状の構造物を形成する。寒天培地上では、白色で不定形の繊維状コロニーを形成し、鉄を添加すると黄褐色、マンガンを添加すると茶色のコロニーとなる。

【0040】

(ii) 遺伝学的性質

レプトスリックス・コロディニ OUMS1株の16S rDNAの塩基配列を配列表の配列番号1に示す。当該16S rDNAの塩基配列についてDDBJのデータベースに対するBLAST検索を行った結果及び上記の菌学的性質から、当該菌株はレプトスリックス・コロディニに属することが分かった。

10

【0041】

レプトスリックス・コロディニ OUMS1株は、代謝できる有機物が多い、細胞の付着性が高い、鞘形成能力が高い、鞘形成能維持力が高い等の性質を有している。結果として、安価な有機物を選択できる、多くの細胞が鉄片に付着し酸化鉄形成に関われる、酸化鉄を安定的に生産が可能等の効果が得られる。

【0042】

当該レプトスリックス・コロディニOUMS1株は、2009年12月25日に、独立行政法人製品評価技術基盤機構特許微生物寄託センター(日本国千葉県木更津市かずさ鎌足2-5-8(郵便番号292-0818))に、受託番号NITE P-860として寄託されている。また、この菌株は、現在国際寄託に移管されており、その受託番号はNITE BP-860である。

20

【0043】

上記レプトスリックス・コロディニOUMS1株以外にフェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有する酸化鉄の生成能を有するレプトスリックス属に属する微生物の具体例としては、配列番号1で示される塩基配列からなる16S rDNAを有するレプトスリックス属に属する微生物が挙げられる。また、フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有する酸化鉄の生産菌の具体例としては、配列番号1で示される塩基配列からなる16S rDNAを有する生産菌が挙げられる。

30

【0044】

金属酸化物の生産菌をスクリーニングするための培地

本発明の金属酸化物の生産菌をスクリーニングするための培地は、天然の地下水に無機リン化合物及び鉄化合物が添加されたものであることを特徴とする。

【0045】

このような炭素源を必須とせず、金属酸化物の構成成分である鉄とリンを添加した培地を使用することにより、金属酸化物の生産菌が優先的に増殖することになる。

【0046】

上記金属酸化物としては、酸化鉄(例えば、フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有する酸化鉄)、酸化マンガン等が挙げられ、ここでの金属にはケイ素、リンが含まれる。また、金属酸化物の形状としては、マイクロチューブ状、ナノチューブ状、中空ひも状、カプセル状、ひも状と球状の凝集体、ひも状、ロッド状等が挙げられる。

40

【0047】

天然の地下水としては、地下から採取されたものであれば、いかなる場所から採取されたものであってもよいが、それぞれ原子として、ケイ素を10~50 ppm、特に15~25 ppm程度、カルシウムを5~50 ppm、特に10~15 ppm程度、ナトリウムを1~100 ppm、特に5~10 ppm程度、マグネシウムを1~15 ppm、特に3~5 ppm程度、カリウムを0.1~10 ppm、特に1~2 ppm程度含むものが望ましい。これらの元素は培地中では、通常ケイ酸イオン、カルシウムイオン、ナトリウムイオン、マグネシウムイオン、カリウムイオンとして存在する。

50

【0048】

尚、本明細書において使用されるppmはイオン濃度(mg/L)を表している。

【0049】

当該培地中の無機リン酸の濃度は、1~50 ppm、特に5~20 ppm、鉄の濃度は、0.01~1 mM、特に0.03~0.1 mMが好ましい。無機リン酸化合物としては、リン酸塩、ポリリン酸、ピロリン酸等が挙げられ、鉄化合物としては、硫酸鉄、硝酸鉄、鉄小片等が挙げられる。

【0050】

本発明のスクリーニングのための培地のpHは中性域、特に7であることが好ましい。また、本発明のスクリーニングのための培地には、HEPES(2-(4-(2-ヒドロキシエチル))-1-ピペラジニル)エスタンスルホン酸)等の緩衝剤が含まれていてもよい。

10

【0051】

このような培地の一例として、天然の地下水(例えばケイ素を15~25 ppm程度、カルシウムを10~15 ppm程度、ナトリウムを5~10 ppm程度、マグネシウムを3~5 ppm程度、カリウムを1~2 ppm程度含む)を基礎成分とし、それに無機リン酸イオンを10 ppm程度、HEPESを培地1Lあたり2.3~2.4 g程度、硫酸鉄(II)を0.01~0.05 mM程度と鉄小片(99.9%純度、約5 mm角)を添加し、pHを7.0に調整した培地が挙げられ、具体的にはGP培地(滅菌地下水1L中、リン酸水素二ナトリウム12水和物0.076 g、リン酸二水素カリウム2水和物0.02 g、HEPES 2.383 g、硫酸鉄0.01 mM、pHを水酸化ナトリウム水溶液で7.0に調整)が挙げられる。

【0052】

本発明の金属酸化物の生産菌のスクリーニング方法は、当該培地で培養することを特徴とする。当該培地を用いて培養することにより、従来自然界からの単離が困難であった金属酸化物の生産菌のスクリーニングが可能になる。

20

【0053】

培養は、固体培養又は液体培養のいずれでもよく、一般の微生物の培養に準じて行うことができる。培養条件は、スクリーニングする微生物の特性に応じて適宜設定することができる。培養温度の一例として、15~30℃、好ましくは20~25℃を挙げることができる。培養時間としては、一律に規定することはできないが、通常、4~35日間、好ましくは7~21日間程度とすることができる。

【0054】

例えば、当該培地で液体培養を何度か繰り返した後、培養液の希釈液を寒天平板培地に点滴・培養し、単コロニーを得ることによってスクリーニングすることができる。

30

【0055】

金属酸化物の生産菌を培養するための培地

本発明の金属酸化物の生産菌を培養するための培地は、培地成分として炭素源、窒素源、ケイ素、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、カリウム、無機リン酸及び鉄を含むことを特徴とする。

【0056】

地下水と類似のミネラル組成にし、増殖のための炭素源、窒素源と、金属酸化物の構成成分の鉄とリンを添加した培地により、酸化鉄の形成と生産菌の増殖の両立が可能になる。

40

【0057】

金属酸化物としては、前記のものが挙げられる。

【0058】

当該培地中の炭素源としては、グルコース、スクロース、フラクトース、マルトース、グリセリン、デキストリン、オリゴ糖、デンプン、糖蜜、コーンステープリカー、麦芽エキス、有機酸等が挙げられる。炭素源の濃度としては、0.01~10 g/L、特に0.1~2 g/Lが好ましい。

【0059】

当該培地中の窒素源としては、コーンステープリカー、酵母エキス、各種ペプトン、

50

大豆粉、肉エキス、フスマエキス、カゼイン、アミノ酸、尿素等が挙げられる。窒素源の濃度としては、0.01~10 g/L、特に0.1~2 g/Lが好ましい。

【0060】

当該培地中のミネラル成分の濃度としては、地下水と類似の組成であることが望ましく、それぞれ原子として、ケイ素を10~50 ppm、特に15~25 ppm程度、カルシウムを5~50 ppm、特に10~15 ppm程度、ナトリウムを1~100 ppm、特に5~10 ppm程度、マグネシウムを1~15 ppm、特に3~5 ppm程度、カリウムを0.1~10 ppm、特に1~2 ppm程度の濃度であることが好ましい。これらの元素は培地中では、通常ケイ酸イオン、カルシウムイオン、ナトリウムイオン、マグネシウムイオン、カリウムイオンとして存在する。

【0061】

当該培地中の無機リン酸の濃度は、1~50 ppm、特に5~20 ppm、鉄の濃度は、0.01~1 mM、特に0.03~0.1 mMが好ましい。無機リン酸は、リン酸塩、ポリリン酸、ピロリン酸等として培地中に添加することができ、鉄は、硫酸鉄、硝酸鉄、鉄小片等として培地中に添加することができる。

【0062】

当該培地のpHは中性域、特に7であることが好ましい。また、本発明のスクリーニングのための培地には、HEPES等の緩衝剤が含まれていてもよい。

【0063】

このような培地の一例として滅菌蒸留水1L中に、グルコース0.01~10 g、ペプトン0.01~10 g、メタケイ酸ナトリウム9水和物0.1~1 g、塩化カルシウム2水和物0.02~0.1 g、硫酸マグネシウム7水和物0.01~0.1 g、リン酸水素二ナトリウム12水和物0.02~0.2 g、リン酸二水素カリウム2水和物0.01~0.05 g、HEPES 1~4 g、硫酸鉄(II)0.01~0.05 mM、及び鉄小片(99.9%純度、約5-10 mm角)を添加し、pHを水酸化ナトリウム水溶液で7.0に調整した培地が挙げられ、具体的にはSIGP液体培地(滅菌蒸留水1L中、グルコース1 g、ペプトン1 g、メタケイ酸ナトリウム9水和物0.2 g、塩化カルシウム2水和物0.044 g、硫酸マグネシウム7水和物0.041 g、リン酸水素二ナトリウム12水和物0.076 g、リン酸二水素カリウム2水和物0.02 g、HEPES 2.383 g、硫酸鉄0.05 mM、pHを水酸化ナトリウム水溶液で7.0に調整)が挙げられる。

【0064】

本発明の金属酸化物の生産菌の培養方法は、当該培地を使用することを特徴とする。当該培地を使用することにより、酸化鉄の形成と生産菌の培養の両立が可能になる。

【0065】

培養は、固体培養又は液体培養のいずれでもよく、一般の微生物の培養に準じて行うことができる。例えば、液体培養の振盪培養によって行うことができる。培養条件は、培養する金属酸化物の生産菌の特性に応じて適宜設定することができる。培養温度としては、15~30、好ましくは20~25を挙げることができる。培養時間としては、一律に規定することはできないが、通常、7~35日間、好ましくは7~21日間程度とすることができる。

【0066】

金属酸化物の製造方法

本発明の金属酸化物の製造方法は、上記のレプトスリックス属に属する微生物又は酸化鉄の生産菌を培養し、培養液から金属酸化物を回収することを特徴とする。

【0067】

金属酸化物としては、酸化鉄(例えば、フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有する酸化鉄)、酸化マンガン等が挙げられ、ここでの金属にはケイ素、リンが含まれる。また、金属酸化物の形状としては、マイクロチューブ状、ナノチューブ状、中空ひも状、カプセル状、ひも状と球状の凝集体、ひも状、ロッド状が挙げられる。金属酸化物の大きさとしては、マイクロチューブ状：直径0.3~4 μm、長さ5~200 μm、ナノチューブ状：直径300~450 nm、長さ5~200 μm、中空ひも状：長さ3~10 μm、カプセル状：長径0.5~7 μm、短径0.5~3 μm、ひも状：長さ0.5~5 μm、ロッド状：長さ5~30 μmが挙げられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

上記微生物の培養方法としては、上記の「金属酸化物の生産菌を培養するための培地」の項目に記載の培地及び培養方法を採用することができる。

【 0 0 6 9 】

培養液から金属酸化物を回収する方法としては、例えば、培地の上澄みを蒸留水で何回か置換しながら培地成分を取り除き、自然乾燥させて回収することができる。

【 0 0 7 0 】

酸化鉄

本発明の酸化鉄は、フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有し、フェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体であり、且つ表面が繊維状又は鱗片状であることを特徴とする。

10

【 0 0 7 1 】

表面とはチューブの外表面のことであり、繊維状とは糸状物質が複雑に絡まりあった表面形状であり、鱗片状とは鱗状の物質で埋め尽くされた表面形状である。

【 0 0 7 2 】

また、上記酸化鉄の形状としては、マイクロチューブ状、ナノチューブ状、中空ひも状、カプセル状、ひも状と球状の凝集体、ひも状、ロッド状が挙げられる。酸化鉄の大きさとしては、マイクロチューブ状：直径0.3~4 μm、長さ5~200 μm、ナノチューブ状：直径300~450 nm、長さ5~200 μm、中空ひも状：長さ3~10 μm、カプセル状：長径0.5~7 μm、短径0.5~3 μm、ひも状：長さ0.5~5 μm、ロッド状：長さ5~30 μmが挙げられる。

20

【 0 0 7 3 】

本発明の酸化鉄の構成成分は、例えばFe, O, Si, Pであり、更にこの酸化鉄には通常炭素原子や水素原子も含まれている。鉄、ケイ素、リンの元素比率は原子数% (at%) で、通常66~87:2~27:1~32程度であることが望ましい。また、本発明の酸化鉄のフェリハイドライトナノ粒子の一次粒子径は好ましくは3~5 nm程度であり、レピドクロサイトナノ粒子の一次粒子径は好ましくは30~50 nm程度である。

【 0 0 7 4 】

当該酸化鉄は、上記の「金属酸化物の製造方法」の項目に記載の方法により製造することができる。

【 0 0 7 5 】

磁性を有する酸化鉄

上記酸化鉄を加熱処理して磁性を付与し、磁性を有する酸化鉄とすることもできる。加熱処理の条件は、上記酸化鉄に含まれる鉄原子が還元、酸化されて、酸化鉄中に含まれる鉄原子が磁性酸化鉄（例えばFe₃O₄、Fe₂O₃等）になれば特に限定されない。なお、当該加熱処理には、酸化を伴う加熱処理、還元を伴う加熱処理や、これらを伴わない加熱処理も含まれる。加熱処理は、例えば、酸素ガス（例えば、大気）の存在下に700~900 ℃で加熱する酸化や、水素ガスの存在下に400~650 ℃程度で加熱する水素還元、さらに、N₂ガスで置換したFe²⁺イオンの存在するアルカリ水溶液中に原料酸化鉄を混合し、還流条件で加熱する方法（例えば、「S. A. Kahani and M. jafari, J.Magn.Magn.Mater., 321 (2009) 1951-1954」等）等により行われる。

40

【 0 0 7 6 】

当該磁性を有する酸化鉄を製造するための好ましい方法（加熱処理）としては、例えば、下記工程（1）及び（2）を含む方法が挙げられる。

（1）：前記酸化鉄を加熱する工程、及び

（2）：工程（1）で得られた酸化鉄を水素ガスの存在下、加熱下に還元する工程

かかる工程（1）及び（2）を有する加熱処理により、主にFe₃O₄を含む磁性を有する酸化鉄が得られる。

【 0 0 7 7 】

当該磁性を有する酸化鉄を製造するための好ましい方法（加熱処理）として、前記工程（1）及び（2）を有する加熱処理に加えて、下記工程（3）を含む方法も挙げられる。

50

(3) : 工程(2)で得られた磁性を有する酸化鉄を酸素ガス存在下に加熱する工程(酸化処理、アニール処理工程)

【0078】

かかる工程(1)~(3)を有する加熱処理により、主に Fe_2O_3 を含む磁性を有する酸化鉄が得られる。

【0079】

上記工程(1)及び(2)を含む方法、及び工程(1)~(3)を含む方法のいずれも、工程(1)を行わなくても、本発明の酸化鉄を磁性化することは可能である。

【実施例】

【0080】

以下、本発明を更に詳しく説明するため実施例を挙げる。しかし、本発明はこれら実施例等になんら限定されるものではない。

【0081】

実施例 1

1. 本発明の微生物の単離

(1) 京都府城陽市浄水場からのOUMS1株の単離

京都府城陽市文化パーク城陽の鉄バクテリア槽内の地下水沈殿物から水を容器に汲み取り、その少量(たとえば、0.5~1 g)を、鉄小片(99.9%純度、約5 mm角)を入れたGP液体培地(滅菌地下水1L中、リン酸水素二ナトリウム12水和物0.076 g、リン酸二水素カリウム2水和物0.02 g、HEPES 2.383 g、硫酸鉄0.01 mM、pHを水酸化ナトリウム水溶液で7.0に調整)に投入し、十分に懸濁した後に、振とう培養器(70rpm)上で20℃で10日間培養した。当該培養中に増加した沈殿物の一部を取り出し、鉄小片を入れた新たなGP液体培地を入れたフラスコに移植し、さらに同条件で10日間振とう培養した。この過程をさらにもう一度繰り返した。フラスコ中の液体を少量採取し、GP液体培地で 10^{-2} ~ 10^{-6} に希釈した。それぞれの希釈液を別個の滅菌ペトリ皿中のGP寒天平板培地上に点滴し、滅菌したガラス棒で培地上に拡散塗布した。これらの培地を20℃の恒温器中で7~10日培養したところ、対象細菌が増殖し、鞘状酸化物を形成した。

【0082】

培養後、形成された単コロニー(菌株)を、殺菌した爪楊枝で個別にくりぬき、新たに調製したGP寒天平板培地に植菌し、20℃で10日間培養したところ、培地上にコロニーが出現した。これらのコロニーの中に淡黄褐色、不整形のコロニーが識別された。低倍光学顕微鏡で観察したところ、淡黄褐色部分の主体は鞘状構造であった。当該性状を有する単離菌株をOUMS1株と称した。

【0083】

上記の識別されたOUMS1株コロニーの一部をかきとり、新たに調製したGP液体培地を入れたフラスコに移植し、振とう培養器(70rpm)上で20℃で10日間培養した後、増加した懸濁物をスライドガラスに載せ、光学顕微鏡及び走査型電子顕微鏡で観察したところ、鞘状酸化物の形成が確認された(図1A、B)。

【0084】

(2) 京都府城陽市浄水場から単離されたOUMS1株の同定

OUMS1株をGP寒天プレート上で23℃、10日間培養し、プレート上にTEバッファー(10 mM Tris/1 mM EDTA)を1 ml加えてセルスクレイパー(TRP社製)で菌体を掻き取り、エッペンドルフチューブに回収した後、5000 x g、10 minの遠心で菌体を回収した。CTAB法によってゲノムDNAを抽出し、16S rDNA領域を次のプライマーでPCR増幅した。

5' -AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG-3'

5' -GGY TAC CTT GTT ACG ACT T-3'

【0085】

増幅断片をTA PCR cloning kit (BioDynamics Laboratory Inc.)を用いてTAクローニングし、ジデオキシ法(サンガー法)に従ってDNA配列を解読した。解読したDNA配列は配列番号1の塩基配列であった。この16SリボゾーマルDNAの塩基配列について、DDBJのBLAST

10

20

30

40

50

を用いてホモロジー検索を行った。

【0086】

このホモロジー検索結果を図2 - A及び図2 - Bに示す。既知の鉄酸化細菌レプトスリックス・コロディニSP-6株（非特許文献3）の16SリボゾーマルDNA塩基配列（非特許文献4）と99%のホモロジーがあるとの検定結果が得られた。

【0087】

OUMS1株をMSVP(非特許文献2参照)液体培地で20℃、4日間培養し、増殖した細菌菌体を回収し、CTAB法によってゲノムDNAを抽出し、増幅断片多型法(RAPD法)にしたがって、ゲノムDNA解析を行い、既知の鉄酸化細菌レプトスリックス・コロディニSP-6株のゲノムDNAとの比較を行った。OUMS1株と既知の鉄酸化細菌レプトスリックス・コロディニSP-6株とのゲノムDNAの電気泳動パターンを図3に示す。

10

【0088】

図3に示すように、用いた6種類のプライマー全てにおいて、OUMS1のゲノムDNA電気泳動パターンは既知のSP-6のそれと増幅断片の長さや数の点で異なっていたため、OUMS1株はSP-6株とは異なる菌株であることが明らかになった。

【0089】

OUMS1株コロニーの一部をかきとり、硫酸鉄の代わりに硫酸マンガンを加えたMSVP液体培地（非特許文献3）を入れたフラスコに移植し、振とう培養器（70rpm）上で20℃で10日間培養した後、増加した懸濁物をスライドガラスに載せ、光学顕微鏡で観察したところ、鞘状酸化物の形成が確認された。

20

【0090】

OUMS1株は、その培養コロニーの形状、鞘状酸化物の形成能、マンガン酸化能に関し、既知の鉄酸化細菌レプトスリックス・コロディニSP-6株の記載と一致し、さらに16SリボゾーマルDNA塩基配列のホモロジー検索の結果、OUMS1株と既知の鉄酸化細菌レプトスリックス・コロディニSP-6株とは99%のホモロジーがあることが確認されたため、OUMS1株は既知の鉄酸化細菌レプトスリックス・コロディニと同定した。また、RAPD法によるゲノムDNAの電気泳動パターン比較によってOUMS1株は、既知の鉄酸化細菌レプトスリックス・コロディニSP-6株とは異なる菌株であることが確認されたため、OUMS1株をレプトスリックス・コロディニOUMS1株(NITE BP-860)と命名した。

30

【0091】

(3)レプトスリックス・コロディニOUMS1株の長期保存

レプトスリックス・コロディニOUMS1株を、GP液体培地又はMSVP液体培地中で4日間培養後、そのうちの1mLを滅菌した50容量%グリセロール液0.5mLと懸濁し、-80℃で凍結保存し、14ヶ月後に融解し、硫酸マンガン含有のMSVP液体培地に移植して振とう培養器（70rpm）で20℃で培養し、その増殖能、鞘状酸化物の形成能の保存を確認した。

【0092】

上記の方法で凍結保存することにより、少なくとも14ヶ月はOUMS1株の増殖能、及び鞘状酸化物の形成能を保持できることが確認された。

【0093】

2. OUMS1株の増殖を促進し、且つ鞘状酸化物の形成を促進する最適培養条件

40

OUMS1株を、鉄小片（99.9%純度、約5mm角）を入れたSIGP液体培地（滅菌蒸留水1L中、グルコース1g、ペプトン1g、メタケイ酸ナトリウム9水和物0.2g、塩化カルシウム2水和物0.044g、硫酸マグネシウム7水和物0.041g、リン酸水素二ナトリウム12水和物0.076g、リン酸二水素カリウム2水和物0.02g、HEPES 2.383g、硫酸鉄0.05mM、pHを水酸化ナトリウム水溶液で7.0に調整）に投入し、十分に懸濁した後に、振とう培養器（70rpm）上で20℃で21日間培養した。培養後、鉄小片表面及び増加した沈殿物を光学顕微鏡及び走査型電子顕微鏡で観察すると、鞘状酸化物を観察することができた（図4A、B）。

【0094】

3. OUMS1が形成する酸化鉄の特性

OUMS1株が形成した酸化鉄の結晶構造をX線回折(XRD)測定、組成分析をエネルギー分

50

散型X線（EDX）分析、微細構造観察を走査型電子顕微鏡（SEM）及び透過型電子顕微鏡（TEM）を用いて評価した。

【0095】

図5-Aの1-14、図5-Bの1、2にOUMS1株が形成した酸化鉄のSEM像を示す。視野中のほとんどの構造物がマイクロチューブのチューブ（マイクロチューブ）形状を有することが明らかとなった。その外径は1.6~3.7 μm 、内径は0.5~0.8 μm 程度であった。また、OUMS1株が形成する酸化鉄の表面形状は大きく3つに分類することができる。すなわち、図5-Aの1-6に示した繊維状（繊維の幅が100-200 nm程度）の粒子が疎に絡まりあったような表面形状、7-11に示した繊維状の粒子（繊維の幅100-300 nm程度）が密に絡まりあったような表面形状、12-14に示した鱗片状の粒子からなる表面形状である。その他にも図5-Bの1に示すような凝集体や図5-Bの2に示した太さ1 μm 程度のロッド状の酸化鉄も確認された。

10

【0096】

図6の1~13にOUMS1が形成した酸化鉄のTEM像を示す。上記SEM像に見られた形状と同様の形状の図6-1~4のマイクロチューブ形状以外に、図6-5、6に示した外径350-400 nm程度のナノチューブ形状、7に示した外径500 nm程度、内径180 nm程度の中空ひものような形状、図6-8~10に示した長径1.5~5 μm 程度、短径0.78~2.0 μm 程度のカプセル形状、図6-11に示した外径350 nm程度、内径230 nm程度のチューブの一端が閉じた形状、図6-12に示したひも状と球状の凝集体のような形状、図6-13に示したひも状の酸化鉄が確認された。この結果からOUMS1は酸化鉄マイクロチューブ以外に、ナノチューブ、中空ひも状、カプセル状、ひも状と球状の凝集体、ひも状のような多彩な形状の酸化鉄を形成することが明らかとなった。

20

【0097】

EDXによる組成分析の結果OUMS1が作る酸化鉄の構成成分はFe, O, Si, Pであることが明らかとなった。表1に24点分析した結果の平均値と標準偏差を示す。酸素を除いた組成はFe:Si:P=79.3:8.8:11.9であった。また、この酸化鉄には炭素原子や水素原子も含まれる。

【0098】

【表1】

※分析点：24

30

元素	平均		標準偏差	
	wt%	at%	wt%	at%
Si K	4.9	8.8	1.5	2.8
P K	7.4	11.9	5.6	8.6
Fe K	87.7	79.3	4.4	6.2

【0099】

図7にOUMS1株が形成した酸化鉄のXRDパターン（一番下）並びに比較サンプルとして2-line ferrihydrite（下から二番目）及び6-line ferrihydrite（下から三番目）のXRDパターンを示す。OUMS1株が形成した酸化鉄は2-line ferrihydriteと6-line ferrihydriteが混ざったようなピークを示した。この結果からOUMS1が作る酸化鉄はferrihydriteであることが明らかとなった。

40

【0100】

図8にOUMS1が作る代表的な酸化鉄マイクロチューブの高分解能透過型電子顕微鏡（HRTM）像を示す。これからOUMS1が形成する酸化鉄の一次粒子径は3~5 nm程度であることが明らかとなった。また、一次粒子について明瞭な格子縞が確認されたことからOUMS1が作る酸化鉄は微結晶の集合体であることが明らかとなった。

【0101】

50

上記XRD測定とHRTEM観察の結果から、OUMS1が作る酸化鉄は一次粒子径が3~5nm程度のferrihydrite微粒子の集合体であることが明らかとなった。

【0102】

実施例2

1. OUMS1株の増殖を促進し、且つ鞘状酸化物レピドクロサイトの形成を促進する最適培養条件

前記実施例1で単離したOUMS1を使用し、下記の培養条件でレピドクロサイトを調製した。

【0103】

OUMS1株を、3枚の鉄小片(99.9%純度、約1cm角)を入れたSIGP液体培地(滅菌蒸留水1L中、グルコース1g、ペプトン1g、メタケイ酸ナトリウム9水和物0.2g、塩化カルシウム2水和物0.044g、硫酸マグネシウム7水和物0.041g、リン酸水素二ナトリウム12水和物0.076g、リン酸二水素カリウム2水和物0.02g、HEPES 2.383g、硫酸鉄0.05mM、pHを水酸化ナトリウム水溶液で7.0に調整)に投入し、十分に懸濁した後に、振とう培養器(70rpm)上で20℃で14日間培養した。培養後、鉄小片表面及び増加した沈殿物を光学顕微鏡及び走査型電子顕微鏡で観察すると、鞘状酸化物を観察することができた(図9)。回収した沈殿物を約10倍量の蒸留水で水洗した後に減圧下で乾燥した。乾燥粉末のXRD測定から、得られた鞘状酸化物がレピドクロサイトであることが明らかとなった(図10)。僅かにゲーサイト(γ -FeOOH)のピークも確認された。XRDパターンの(200)反射の半価幅から計算した結晶子サイズ(200面に垂直な方向の最小結晶粒子サイズ)は30nmであることが明らかとなった。

【0104】

分析に使用した機器

光学顕微鏡：オリンパス(株)社BX-51(図1-A、図4-A、図9)

X線回折(XRD)測定：Rigaku社RINT-2000(図7、図10)

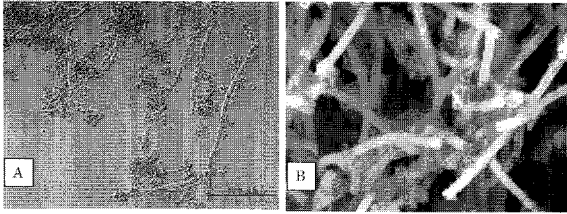
走査型電子顕微鏡(SEM)：(株)日立ハイテクノロジーズ社Miniscope TM-1000(図1-B、図4-B)

走査型電子顕微鏡(SEM)：日本電子(株)JSM-6700F(図5-A、図5-B)

エネルギー分散型X線(EDX)分析：日本電子(株)JED-2200F(表1)

透過型電子顕微鏡(TEM)：日本電子(株)JEM-2100F(図6、図8)

【 図 1 】



【 図 2 - A 】

Go to top
 >X97070.1 L.cholodii 16S rRNA gene.
 Length = 1521
 Score = 2795 bits (1410), Expect = 0.0
 Identities = 1418/1418 (99%)
 Strand = Plus / Plus

Query: 1 catgcttcacacgcaagtcgacgctgagggagcaatccgcagatgagcagcggct 60
 Sbjct: 37 catgcttcacacgcaagtcgacgctgagggagcaatccgcagatgagcagcggct 60

Query: 61 gaaatgtctcggacgtgccacgtatgagggatagccggcgaagccgcatlaata 120
 Sbjct: 97 gaaatgtctcggacgtgccacgtatgagggatagccggcgaagccgcatlaata 120

Query: 121 ccgcatggacgctgagggatgagggcggcgccgacggcgcctccctccctggagcc 180
 Sbjct: 157 ccgcatggacgctgagggatgagggcggcgccgacggcgcctccctccctggagcc 180

Query: 181 ccgcatccagattaggtatgttggctggagggcggcggcggcggcggcggcggcggc 240
 Sbjct: 217 ccgcatccagattaggtatgttggctggagggcggcggcggcggcggcggcggcggc 240

Query: 241 gctcggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 300
 Sbjct: 277 gctcggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 300

Query: 301 aacatggagatgttggcagatggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 360
 Sbjct: 337 aacatggagatgttggcagatggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 360

Query: 381 gaaagcctcggctgtaaaccttttgcagggaagaaatcctttgagtaaacctc 420
 Sbjct: 397 gaaagcctcggctgtaaaccttttgcagggaagaaatcctttgagtaaacctc 420

Query: 421 gggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 480
 Sbjct: 457 gggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 480

Query: 481 atcgtggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 540
 Sbjct: 517 atcgtggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 540

Query: 541 gtagcagagtgagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 600
 Sbjct: 577 gtagcagagtgagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 600

Query: 601 aagatggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 660
 Sbjct: 637 aagatggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 660

【 図 2 - B 】

Query: 681 gggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 720
 Sbjct: 697 gggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 720

Query: 721 gggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 780
 Sbjct: 757 gggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 780

Query: 781 ttggagggcttctcagtcagcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 840
 Sbjct: 817 ttggagggcttctcagtcagcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 840

Query: 841 gggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 900
 Sbjct: 877 gggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 900

Query: 901 gtttaactcagtcagcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 960
 Sbjct: 897 gtttaactcagtcagcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 960

Query: 981 aagatggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1020
 Sbjct: 897 aagatggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1058

Query: 1021 gttcggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1080
 Sbjct: 1057 gttcggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1116

Query: 1081 gggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1140
 Sbjct: 1117 gggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1176

Query: 1141 gttcggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1200
 Sbjct: 1177 gttcggagggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1236

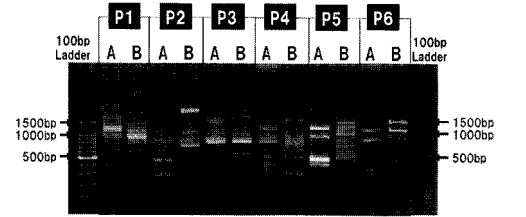
Query: 1201 gggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1250
 Sbjct: 1287 gggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1296

Query: 1261 aactcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1320
 Sbjct: 1287 aactcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1368

Query: 1321 cgttcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1380
 Sbjct: 1357 cgttcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1416

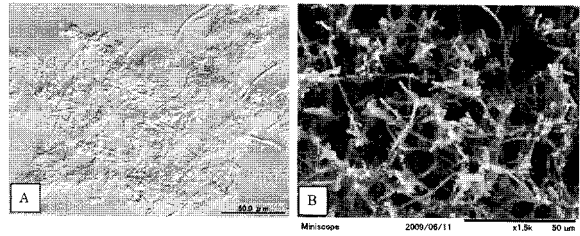
Query: 1381 gtttagcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1418
 Sbjct: 1417 gtttagcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggcggc 1454

【 図 3 】

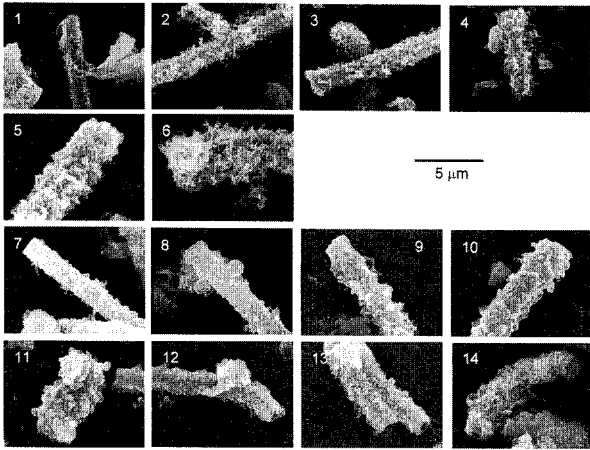


プライマー-1 (P1) 5'-d[GGTGGGGAA]-3' プライマー-4 (P4) 5'-d[AAGAGCCCGT]-3'
 プライマー-2 (P2) 5'-d[GTTTCGCTCC]-3' プライマー-5 (P5) 5'-d[AACGGCGAAC]-3'
 プライマー-3 (P3) 5'-d[GTAGACCCGT]-3' プライマー-6 (P6) 5'-d[CCCGTCAGCA]-3'

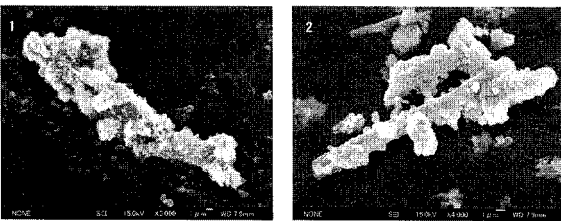
【 図 4 】



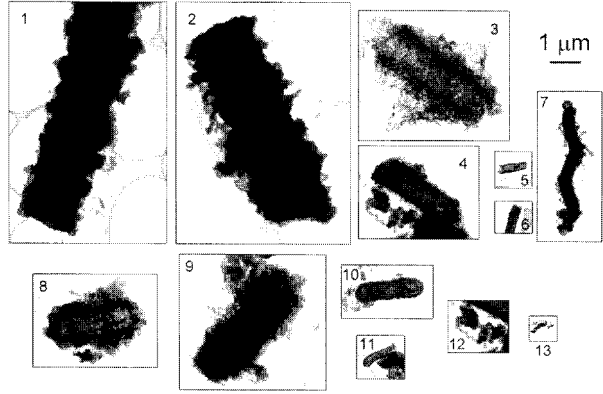
【 図 5 - A 】



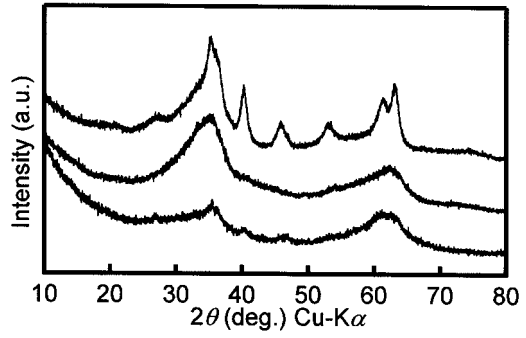
【 図 5 - B 】



【 図 6 】



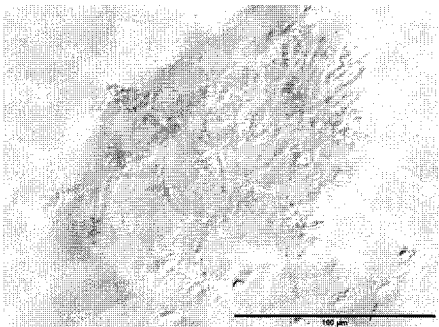
【 図 7 】



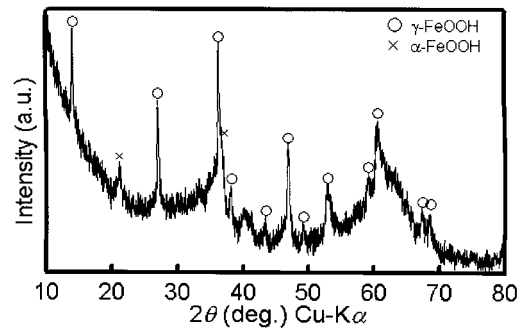
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【配列表】

2011074586000001.app

【手続補正書】

【提出日】平成24年1月24日(2012.1.24)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

フェリハイドライト(*ferrihydroxide*)又はレピドクロサイト(*lepidocrocite*)の構造を有し、且つフェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体である酸化鉄の生成能を有するレプトスリックス(*Leptothrix*)属に属する微生物。

【請求項2】

酸化鉄がリンとケイ素を含むことを特徴とする、請求項1に記載の微生物。

【請求項3】

配列番号1で示される塩基配列からなる16S rDNAを有することを特徴とする、請求項1に記載の微生物。

【請求項4】

レプトスリックス・コロディニ OUMS1(NITE BP-860)である、請求項1に記載の微生物。

【請求項5】

フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有し、且つフェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体である酸化鉄の生産菌。

【請求項6】

酸化鉄がリンとケイ素を含むことを特徴とする、請求項5に記載の生産菌。

【請求項7】

(削除)

【請求項8】

天然の地下水に無機リン酸化合物及び鉄化合物が添加された培地で培養することを特徴とする、請求項1に記載の微生物又は請求項5に記載の生産菌のスクリーニング方法。

【請求項9】

(削除)

【請求項10】

培地成分として炭素源、窒素源、ケイ素、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、カリウム、無機リン酸及び鉄を含む培地を使用することを特徴とする、請求項1に記載の微生物又は請求項5に記載の生産菌の培養方法。

【請求項11】

請求項1に記載の微生物又は請求項5に記載の生産菌を培養し、培養液から金属酸化物を回収することを特徴とする、金属酸化物の製造方法。

【請求項12】

前記金属酸化物の形状がマイクロチューブ状、ナノチューブ状、中空ひも状、カプセル状、ひも状と球状の凝集体、ひも状、又はロッド状である、請求項11に記載の方法。

【請求項13】

フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有し、フェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体であり、且つ表面が繊維状又は鱗片状である酸化鉄。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2010/072503
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>C12N1/20</i> (2006.01)i, <i>C01G49/02</i> (2006.01)i, <i>C12N15/09</i> (2006.01)i, <i>C12P3/00</i> (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) <i>C12N1/20</i> , <i>C01G49/02</i> , <i>C12N15/09</i> , <i>C12P3/00</i> Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CAPLUS/MEDLINE/BIOSIS/WPIDS (STN), JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X/A	JP 2005-272251 A (Japan Science and Technology Agency), 06 October 2005 (06.10.2005), claims; paragraphs [0012], [0034] to [0037], [0052]; fig. 3, 4, 14 (Family: none)	1, 2, 5, 6, 11-13/3, 4, 7-10
X/A	HASHIMOTO H., et al., Characteristics of hollow microtubes consisting of amorphous iron oxide nanoparticles produced by iron oxidizing bacteria, <i>Leptothrix ochracea</i> , <i>Journal of Magnetism and Magnetic Materials</i> , 2007, Vol. 310, pp. 2405-2407	1, 2, 5, 6, 11-13/3, 4, 7-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 10 March, 2011 (10.03.11)		Date of mailing of the international search report 22 March, 2011 (22.03.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer Telephone No.
Facsimile No.		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/072503

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X/A	Michinori SAWAYAMA et al., "Isolation of the genus <i>Leptothrix</i> and culture condition for its iron sheath formation", Dai 61 Kai Abstracts of the Annual Meeting of the Society for Biotechnology, Japan, 25 August 2009 (25.08.2009), page 125, 21a15	7,8/1-6,9-13
A	Jun TAKADA, "Nano Ryushi Sankatetsu ga Irodoru Tasai na Sekai -Bizen'yaki 'Hidasuki Moyo' to Biseibutsu ga Tsukuru Bio Sankatetsu Microtube-", Dai 26 Kai Aerosol Kagaku · Gijutsu Kenkyu Toronkai Ronbunshu, 19 August 2009 (19.08.2009), pages 161 to 162	1-13
A	Hideki HASHIMOTO et al., "Tetsu Bacteria ga Tsukuru Bio Sankatetsu no HEXRD ni yoru Kozo Kaiseki", Dai 23 Kai The Japanese Society for Synchrotron Radiation Research Nenkai · Hoshako Kagaku Godo Symposium Yokoshu, 10 December 2009 (10.12.2009), page 101, 6B006	1-13
A	EMERSON, D., et al., Isolation, Cultural Maintenance, and Taxonomy of a Sheath-Forming Strain of <i>Leptothrix discophora</i> and Characterization of Manganese-Oxidizing Activity Associated with the Sheath., Appl. Environ.Microbiol., 1992, Vol. 58, No.12, pp. 4001-4010	1-13
A	Isaacson L.S., et al., Iron(III) accumulations in inland saline waterways, Hunter Valley, Australia: Mineralogy, micromorphology and pore-water geochemistry, Applied Geochemistry, Oct 2009, Vol. 24, No. 10, pp. 1825-1834	1-13
A	edited by Yoshio UMEZAWA et al., Kiki Bunseki Jikken, 1st edition, 1st print, issued by Kabushiki Kaisha Tokyo Kagaku Dojin, 01 March 2002 (01.03.2002), pages 139 to 149	1-13
A	JP 2001-261506 A (Hakuto Co., Ltd.), 26 September 2001 (26.09.2001), (Family: none)	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/072503

Box No. II	Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)
<p>This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:</p> <p>1. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:</p> <p>3. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).</p>	
Box No. III	Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)
<p>This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows: (See extra sheet.)</p> <p>1. <input checked="" type="checkbox"/> As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.</p> <p>2. <input type="checkbox"/> As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.</p> <p>3. <input type="checkbox"/> As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:</p> <p>4. <input type="checkbox"/> No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:</p> <p>Remark on Protest</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.</p> <p><input type="checkbox"/> The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.</p> <p><input type="checkbox"/> No protest accompanied the payment of additional search fees.</p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/072503

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Document 1 discloses a *Leptothrix* bacterium capable of producing sheath-shaped iron oxide particles each of which has a structure of γ -FeOOH (Lepidocrocite) and which are aggregates of microparticles having sizes of 5 to 10 nm. Document 1 also discloses that each of the sheath-shaped iron oxide particles contains phosphorus and silicon ([0012], [0034]-[0037], [0052], and fig. 14). Therefore, the invention described in claim 1 is not novel over the invention disclosed in document 1 and has no special technical feature. Consequently, the claims include four (groups of) inventions each having a special technical feature as stated below.

In the classification, the invention described in claim 1, which has no special technical feature, is classified into invention 1.

(Invention 1) The inventions described in claims 1-6, 11 and 12.

Inventions relating to: a bacterium capable of producing iron oxide which has a structure of ferrihydrite or lepidocrocite and has a form of aggregates of ferrihydrite nano-particles or lepidocrocite nano-particles; and a process for producing a metal oxide utilizing the bacterium.

(Invention 2) The inventions described in claims 7 and 8.

Inventions relating to a culture medium for use in the screening for a bacterium capable of producing a metal oxide, which comprises natural groundwater, an inorganic phosphoric acid compound and an iron compound.

(Invention 3) The inventions described in claims 9 and 10.

Inventions relating to a culture medium for culturing a bacterium capable of producing a metal oxide, which is characterized by comprising a carbon source, a nitrogen source, ... and iron as the components for the culture medium.

(Invention 4) The invention described in claim 13.

An invention relating to iron oxide which has a structure of ferrihydrite or lepidocrocite, has a form of aggregates of ferrihydrite nano-particles or lepidocrocite nano-particles, and has a fibrous or scale-like surface.

Document 1: JP 2005-272251 A (Japan Science and Technology Agency)
06 October 2005 (06.10.2005)

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2010/072503	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. C12N1/20(2006.01)i, C01G49/02(2006.01)i, C12N15/09(2006.01)i, C12P3/00(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 (IPC)) Int.Cl. C12N1/20, C01G49/02, C12N15/09, C12P3/00			
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			
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) CAPLUS/MEDLINE/BIOSIS/WPIDS (STN), JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)			
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	
X/ A	JP 2005-272251 A (独立行政法人科学技術振興機構) 2005.10.06, 特許請求の範囲、第【0012】、【0034】 - 【0037】、【0052】欄、第3、4、14図 (ファミリーなし)	1, 2, 5, 6, 11-13/ 3, 4, 7-10	
X/ A	HASHIMOTO H., et al., Characteristics of hollow microtubes consisting of amorphous iron oxide nanoparticles produced by iron oxidizing bacteria, Leptothrix ochracea, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2007, Vol. 310, pp. 2405-2407	1, 2, 5, 6, 11-13/ 3, 4, 7-10	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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 10.03.2011		国際調査報告の発送日 22.03.2011	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 千葉 直紀	4N 3434
		電話番号 03-3581-1101 内線 3488	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2010/072503
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
X/ A	澤山道則, 他, Leptothrix 属菌の単離とバイオ酸化鉄生成条件の検討, 第 61 回日本生物工学会大会講演要旨集, 2009.8.25, p. 125, 21a15	7, 8/ 1-6, 9-13
A	高田潤, ナノ粒子酸化鉄が彩る多彩な世界—備前焼「緋櫛模様」と微生物が作るバイオ酸化鉄マイクロチューブ—, 第 26 回エアロゾル科学・技術研究討論会論文集, 2009.8.19, pp. 161-162	1-13
A	橋本英樹, 他, 鉄バクテリアが作るバイオ酸化鉄の HEXRD による構造解析, 第 23 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム予稿集, 2009.12.10, pp. 101, 6B006	1-13
A	EMERSON, D., et al., Isolation, Cultural Maintenance, and Taxonomy of a Sheath-Forming Strain of Leptothrix discophora and Characterization of Manganese-Oxidizing Activity Associated with the Sheath., Appl. Environ. Microbiol., 1992, Vol. 58, No. 12, pp. 4001-4010	1-13
A	Isaacson L.S., et al., Iron(III) accumulations in inland saline waterways, Hunter Valley, Australia: Mineralogy, micromorphology and pore-water geochemistry, Applied Geochemistry, Oct 2009, Vol. 24, No. 10, pp. 1825-1834	1-13
A	梅澤喜夫 他 編集, 機器分析実験, 第 1 版第 1 刷, 株式会社東京化学同人 発行, 2002.3.1, p. 139-149	1-13
A	JP 2001-261506 A (伯東株式会社) 2001.09.26, (ファミリーなし)	1-13

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2010/072503

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査することを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

様式PCT/ISA/210 (第1ページの続葉(2)) (2009年7月)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2010/072503

文献1には、 γ -FeOOH(Lepidocrocite)の構造を有し、5~10nmの微粒子が凝集して構成された鞘状酸化鉄粒子を生成するLeptothrix 属細菌が記載されている。また、この鞘状酸化鉄粒子がリンとケイ素を含むことが記載されている(第【0012】、【0034】-【0037】、【0052】欄、第14図)。したがって、請求項1に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。よって、請求の範囲には、以下の特別な技術的特徴を有する4の発明(群)が含まれる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1に係る発明は、発明1に区分する。

(発明1) 請求項1-6、11、12に係る発明

フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有し、フェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体である酸化鉄の生成菌、及び、この生成菌を利用した金属酸化物の製造方法に関するもの

(発明2) 請求項7、8に係る発明

天然の地下水に無機リン酸化合物及び鉄化合物が添加されたものである金属酸化物の生産菌をスクリーニングするための培地に関するもの

(発明3) 請求項9、10に係る発明

培地成分として、炭素源、窒素源、・・・、及び鉄を含むことを特徴とする、金属酸化物の生産菌を培養するための培地に関するもの

(発明4) 請求項13に係る発明

フェリハイドライト又はレピドクロサイトの構造を有し、フェリハイドライトナノ粒子又はレピドクロサイトナノ粒子の集合体であり、且つ表面が繊維状又は鱗片状である酸化鉄に関するもの

文献1 : JP 2005-272251 A (独立行政法人科学技術振興機構) 2005.10.06

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
C 1 2 R 1/01 (2006.01)	C 0 1 B 25/37	L
	C 1 2 N 15/00	A
	C 1 2 N 1/20	A
	C 1 2 R 1:01	

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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), 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, 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, RO, RS, RU, 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

(72) 発明者 鈴木 智子

岡山県岡山市北区津島中三丁目1番1号 国立大学法人岡山大学大学院自然科学研究科内

(72) 発明者 橋本 英樹

岡山県岡山市北区津島中三丁目1番1号 国立大学法人岡山大学大学院自然科学研究科内

(72) 発明者 藤井 達生

岡山県岡山市北区津島中三丁目1番1号 国立大学法人岡山大学大学院自然科学研究科内

(72) 発明者 中西 真

岡山県岡山市北区津島中三丁目1番1号 国立大学法人岡山大学大学院自然科学研究科内

Fターム(参考) 4B024 AA03 BA80 CA01 CA09 CA11 CA20 DA05 HA11

4B064 AA04 CA02 CB11 DA16

4B065 AA01X AC14 BA22 BA23 BB02 BB03 CA01 CA60

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。