

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-155534

(P2015-155534A)

(43) 公開日 平成27年8月27日(2015.8.27)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
C 1 1 D	3/48	(2006.01)	C 1 1 D 3/48	4 D 0 0 6
B 0 1 D	65/06	(2006.01)	B 0 1 D 65/06	4 H 0 0 3
C 0 2 F	1/44	(2006.01)	C 0 2 F 1/44	C 4 H 0 1 1
C 1 1 D	1/04	(2006.01)	C 1 1 D 1/04	
C 1 1 D	3/37	(2006.01)	C 1 1 D 3/37	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

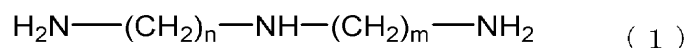
(21) 出願番号	特願2015-7180 (P2015-7180)	(71) 出願人	000002107 住友重機械工業株式会社 東京都品川区大崎二丁目1番1号
(22) 出願日	平成27年1月16日(2015.1.16)	(71) 出願人	504171134 国立大学法人 筑波大学 茨城県つくば市天王台一丁目1番1
(31) 優先権主張番号	特願2014-7294 (P2014-7294)	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(32) 優先日	平成26年1月17日(2014.1.17)	(74) 代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100162640 弁理士 柳 康樹
(出願人による申告) 平成25年度、独立行政法人科学技術振興機構、戦略的創造研究推進事業(先端的低炭素化技術開発)、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願		(72) 発明者	稲葉 英樹 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重機械工業株式会社 横須賀製造所内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バイオフィルム分解剤及びバイオフィルムの分解方法

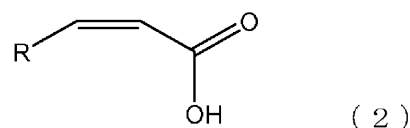
(57) 【要約】

【課題】 バイオフィルム分解剤を提供すること。

【解決手段】 D - アミノ酸及びその塩、下記一般式(1)で表されるポリアミン及びその塩、ニトロプルシドナトリウム、下記一般式(2)で表されるカルボン酸及びその塩、並びに2 - ヘプチル - 3 - ヒドロキシ - 4 - キノロン及びその塩からなる群より選択される少なくとも1種の化合物を有効成分として含むバイオフィルム分解剤。



[一般式(1)中、n及びmは、それぞれ独立に、1~5の整数を示す。]



[一般式(2)中、Rは、直鎖又は分岐の炭素原子数5~15のアルキル基を示す。]

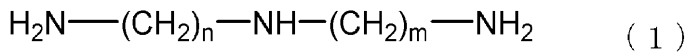
【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

D - アミノ酸及びその塩、下記一般式 (1) で表されるポリアミン及びその塩、ニトロプルシドナトリウム、下記一般式 (2) で表されるカルボン酸及びその塩、並びに 2 - ヘプチル - 3 - ヒドロキシ - 4 - キノロン及びその塩からなる群より選択される少なくとも 1 種の化合物を有効成分として含むバイオフィルム分解剤。

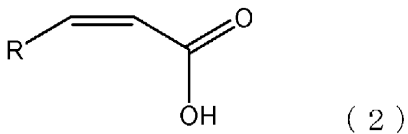
【化 1】



10

[一般式 (1) 中、n 及び m は、それぞれ独立に、1 ~ 5 の整数を示す。]

【化 2】



[一般式 (2) 中、R は、直鎖又は分岐の炭素原子数 5 ~ 15 のアルキル基を示す。]

【請求項 2】

前記一般式 (1) で表されるポリアミンが、N - (3 - アミノプロピル) - 1 , 3 - プロパンジアミンである、請求項 1 に記載のバイオフィルム分解剤。

20

【請求項 3】

前記一般式 (2) で表されるカルボン酸が、シス - 2 - ドデセン酸及びシス - 11 - メチルドデセン酸である、請求項 1 又は 2 に記載のバイオフィルム分解剤。

【請求項 4】

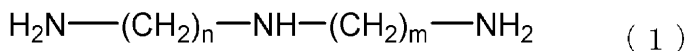
膜洗浄剤である、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のバイオフィルム分解剤。

【請求項 5】

D - アミノ酸及びその塩、下記一般式 (1) で表されるポリアミン及びその塩、ニトロプルシドナトリウム、下記一般式 (2) で表されるカルボン酸及びその塩、並びに 2 - ヘプチル - 3 - ヒドロキシ - 4 - キノロン及びその塩からなる群より選択される少なくとも 1 種の化合物をバイオフィルムに接触させる工程を備える、バイオフィルムの分解方法。

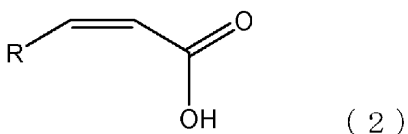
30

【化 3】



[一般式 (1) 中、n 及び m は、それぞれ独立に、1 ~ 5 の整数を示す。]

【化 4】



40

[一般式 (2) 中、R は、直鎖又は分岐の炭素原子数 5 ~ 15 のアルキル基を示す。]

【請求項 6】

前記一般式 (1) で表されるポリアミンが、N - (3 - アミノプロピル) - 1 , 3 - プロパンジアミンである、請求項 5 に記載のバイオフィルムの分解方法。

【請求項 7】

前記一般式 (2) で表されるカルボン酸が、シス - 2 - ドデセン酸及びシス - 11 - メチルドデセン酸である、請求項 5 又は 6 に記載のバイオフィルムの分解方法。

【請求項 8】

50

前記バイオフィームが、膜表面に付着したものである、請求項 5 ~ 7 のいずれか一項に記載のバイオフィームの分解方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バイオフィーム分解剤及びバイオフィームの分解方法に関する。本発明はまた、膜洗浄剤及び膜洗浄方法にも関する。

【背景技術】

【0002】

水処理用の分離膜として、逆浸透膜（RO膜、NF膜）、限外ろ過膜（UF膜）及び精密ろ過膜（MF膜）等が広く利用されている。例えば、RO膜は、海水淡水化及び純水製造等に利用され、NF膜は、硬水の軟水化、及びトリハロメタンの除去等に利用され、UF膜及びMF膜は、上水又は工業用水の製造、及び排水処理等に利用されている。

10

【0003】

ところで、水処理用の分離膜は、使用を続けると膜面に汚れ（例えば、糖及びタンパク質等の有機物、粒子、微生物並びにバイオフィーム等）が堆積し、ろ過性能が低下する問題が生じる。膜面の汚れの除去には、例えば、次亜塩素酸ソーダ、クエン酸等を利用した薬品洗浄、高圧水によるフラッシング洗浄、及び曝気洗浄等の物理的洗浄が行われている。

【0004】

例えば、特許文献 1 には、膜ろ過装置のろ過水側に洗浄化学成分を含む洗浄水を導入し、この洗浄水を前記膜の少なくともケーキ層に接する膜面まで浸透させる浸透ステップ、この洗浄水を前記膜に浸透させた状態を所定時間保持する保持ステップ、および前記保持ステップ終了後、洗浄化学成分を含まない洗浄水で逆圧洗浄を行うステップを少なくとも含むことを特徴とする膜ろ過装置の逆洗方法が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2002 - 052321 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

バイオフィームは、微生物により形成される立体的な構造を有する構造体である。バイオフィームは、ろ過膜のほか、熱交換器、金属配管、食品製造ライン、シンク、風呂場等、微生物が存在すれば、あらゆるところで形成され得る。特に、水処理用の分離膜（ろ過膜）にバイオフィームが形成されると、分離膜の目詰まりを生じ透過水量の低下を招きかねない。したがって、バイオフィームの形成を抑制する、又は形成されたバイオフィームを分解する手段に対する要求が存在する。

【0007】

水処理用の分離膜では、従来薬品洗浄及び物理的洗浄が行われている。従来薬品洗浄では、例えば、塩素系薬品は、膜を損傷させるおそれがあり、また有害物質であるため望ましいとは言えず、酸及びアルカリ系薬品は、特定の汚れにしか効果がなく、洗浄能力が弱いという問題がある。一方、物理的洗浄では、例えば、高圧水によるフラッシング洗浄では装置が大がかりとなること、曝気洗浄では付着力の弱い汚れしか除去できないこと等の問題がある。

40

【0008】

そこで、本発明は、バイオフィーム分解剤及びバイオフィームの分解方法を提供することを目的とする。本発明はまた、膜の損傷のおそれがなく、効率よく膜を洗浄することのできる膜洗浄剤を提供することを目的とする。本発明はまた、膜の損傷のおそれがなく、効率よく膜を洗浄することのできる膜洗浄方法を提供することも目的とする。

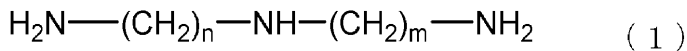
50

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、D-アミノ酸及びその塩、下記一般式(1)で表されるポリアミン及びその塩、ニトロプルシドナトリウム、下記一般式(2)で表されるカルボン酸及びその塩、並びに2-ヘプチル-3-ヒドロキシ-4-キノロン及びその塩からなる群より選択される少なくとも1種の化合物を有効成分として含むバイオフィーム分解剤を提供する。

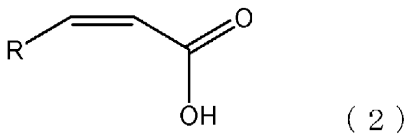
【化1】



10

[一般式(1)中、n及びmは、それぞれ独立に、1~5の整数を示す。]

【化2】



[一般式(2)中、Rは、直鎖又は分岐の炭素原子数5~15のアルキル基を示す。]

【0010】

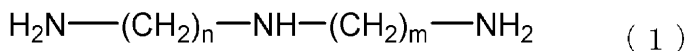
本発明者らは、上記各化合物がバイオフィームを分解する属性を有することを見出した。したがって、上記化合物の少なくとも1種を有効成分として含む本発明のバイオフィーム分解剤は、バイオフィームの分解が可能である。

20

【0011】

本発明は、D-アミノ酸及びその塩、下記一般式(1)で表されるポリアミン及びその塩、ニトロプルシドナトリウム、下記一般式(2)で表されるカルボン酸及びその塩、並びに2-ヘプチル-3-ヒドロキシ-4-キノロン及びその塩からなる群より選択される少なくとも1種の化合物をバイオフィームに接触させる工程を備えるバイオフィームの分解方法ということもできる。

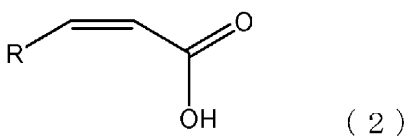
【化3】



30

[一般式(1)中、n及びmは、それぞれ独立に、1~5の整数を示す。]

【化4】



[一般式(2)中、Rは、直鎖又は分岐の炭素原子数5~15のアルキル基を示す。]

40

【0012】

上記一般式(1)で表されるポリアミンは、N-(3-アミノプロピル)-1,3-プロパンジアミンであることが好ましい。これにより、バイオフィームの分解効率がより向上する。

【0013】

上記一般式(2)で表されるカルボン酸は、シス-2-ドデセン酸及びシス-11-メチルドデセン酸であることが好ましい。これにより、バイオフィームの分解効率がより向上する。

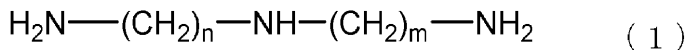
【0014】

上記バイオフィーム分解剤は、膜洗浄剤であることが好ましい。すなわち、本発明はま

50

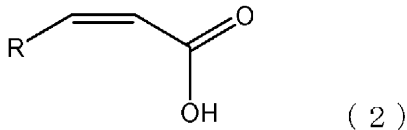
た、D - アミノ酸及びその塩、下記一般式 (1) で表されるポリアミン及びその塩、ニトロプルシドナトリウム、下記一般式 (2) で表されるカルボン酸及びその塩、並びに 2 - ヘプチル - 3 - ヒドロキシ - 4 - キノロン及びその塩からなる群より選択される少なくとも 1 種の化合物を有効成分として含む膜洗浄剤を提供する。

【化 5】



[一般式 (1) 中、n 及び m は、それぞれ独立に、1 ~ 5 の整数を示す。]

【化 6】



[一般式 (2) 中、R は、直鎖又は分岐の炭素原子数 5 ~ 15 のアルキル基を示す。]

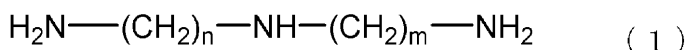
【0015】

本発明の膜洗浄剤は、有効成分として上記化合物の少なくとも 1 種を含んでいるため、膜の損傷のおそれがなく、効率よく膜を洗浄することができる。また、本発明の膜洗浄剤は洗浄効果が高いため、洗浄後の膜の透過水量の回復効果に関して、他の薬品洗浄と同等の効果が得られる。

【0016】

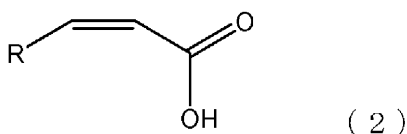
上記バイオフィルムの分解方法は、上記バイオフィルムが膜表面に付着したものであってもよい。すなわち、本発明はまた、D - アミノ酸及びその塩、下記一般式 (1) で表されるポリアミン及びその塩、ニトロプルシドナトリウム、下記一般式 (2) で表されるカルボン酸及びその塩、並びに 2 - ヘプチル - 3 - ヒドロキシ - 4 - キノロン及びその塩からなる群より選択される少なくとも 1 種の化合物を膜表面に付着した物質に接触させる工程を備える膜洗浄方法を提供する。

【化 7】



[一般式 (1) 中、n 及び m は、それぞれ独立に、1 ~ 5 の整数を示す。]

【化 8】



[一般式 (2) 中、R は、直鎖又は分岐の炭素原子数 5 ~ 15 のアルキル基を示す。]

【0017】

本発明の膜洗浄方法は、上記化合物の少なくとも 1 種を膜表面に付着した物質に接触させる工程を備えているため、膜の損傷のおそれがなく、効率よく膜を洗浄することができる。

【0018】

上記一般式 (1) で表されるポリアミンは、N - (3 - アミノプロピル) - 1, 3 - プロパンジアミンであることが好ましい。これにより、膜の洗浄効率がより向上する。

【0019】

上記一般式 (2) で表されるカルボン酸は、シス - 2 - ドデセン酸及びシス - 11 - メチルドデセン酸であることが好ましい。これにより、膜の洗浄効率がより向上する。

【発明の効果】

【0020】

本発明により、バイオフィルム分解剤及びバイオフィルムの分解方法の提供が可能となる。また本発明により、膜の損傷のおそれがなく、効率よく膜を洗浄することのできる膜洗浄剤及び膜洗浄方法の提供が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】MBR (Membrane Bio Reactor) の構造を説明する概略図である。

【図2】実施例1における洗浄後のRO膜表面の蛍光顕微鏡画像である。

10

【図3】(A)実施例2-1における洗浄後のRO膜表面のバイオマスを測定した結果を示すグラフである。(B)実施例2-2における洗浄後のRO膜表面のバイオマスを測定した結果を示すグラフである。

【図4】実施例3における洗浄後のRO膜表面の蛍光顕微鏡画像である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

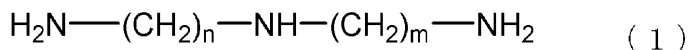
以下、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。ただし、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。

【0023】

本実施形態に係るバイオフィルム分解剤は、D-アミノ酸及びその塩、下記一般式(1)で表されるポリアミン及びその塩、ニトロプルシドナトリウム、下記一般式(2)で表されるカルボン酸及びその塩、並びに2-ヘプチル-3-ヒドロキシ-4-キノロン及びその塩からなる群より選択される少なくとも1種の化合物を有効成分として含む。

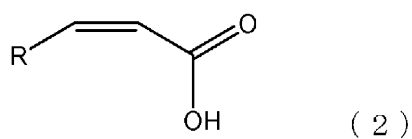
20

【化9】



[一般式(1)中、n及びmは、それぞれ独立に、1～5の整数を示す。]

【化10】



30

[一般式(2)中、Rは、直鎖又は分岐の炭素原子数5～15のアルキル基を示す。]

【0024】

(D-アミノ酸)

D-アミノ酸は、アミノ酸のD型の光学異性体であり、例えば、D-アラニン、D-アルギニン、D-アスパラギン、D-アスパラギン酸、D-システイン、D-グルタミン、D-グルタミン酸、D-ヒスチジン、D-イソロイシン、D-ロイシン、D-リシン、D-メチオニン、D-フェニルアラニン、D-プロリン、D-セリン、D-トレオニン、D-トリプトファン、D-チロシン及びD-バリンが挙げられる。

40

【0025】

D-アミノ酸の塩としては、例えば、カリウム塩及びナトリウム塩等のアルカリ金属塩、マグネシウム塩及びカルシウム塩等のアルカリ土類金属塩、アルミニウム塩等の金属塩、アンモニア塩及び有機アミンとの塩等の塩基類との塩、塩酸塩、リン酸塩、硫酸塩及び硝酸塩等の酸との付加塩、並びにこれらの組み合わせを挙げることができる。

【0026】

D-アミノ酸は、例えば、微生物を用いたアミノ酸発酵、不斉合成及び光学分割等の化学合成等、常法に従い入手することができる。また、D-アミノ酸として、市販されてい

50

るものを購入してもよい。

【0027】

(一般式(1)で表されるポリアミン)

上記一般式(1)で表されるポリアミンとしては、膜の洗浄効率が優れることから、n及びmが、それぞれ独立に、3又は4である化合物が好ましく、N-(3-アミノプロピル)-1,3-プロパンジアミン(ノルスペルミジン)及びN-(3-アミノプロピル)-1,4-ジアミノブタン(スペルミジン)であることがより好ましく、ノルスペルミジンであることが更に好ましい。

【0028】

上記一般式(1)で表されるポリアミンの塩としては、例えば、塩酸塩、リン酸塩、硫酸塩及び硝酸塩等の酸との付加塩、並びにこれらの組み合わせを挙げることができる。

【0029】

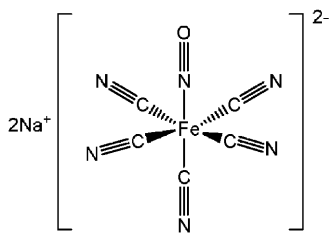
上記一般式(1)で表されるポリアミンは、例えば、生物からの抽出、化学合成等、常法に従い入手することもできるし、市販されているものを購入してもよい。

【0030】

(ニトロプルシドナトリウム)

ニトロプルシドナトリウム(SNP)は、下記式(3)で表される化合物である。

【化11】



20

【0031】

ニトロプルシドナトリウムは、例えば、常法に従い、フェロシアン化カリウムと硝酸との反応によって得た液を炭酸ナトリウムで中和して得ることもできるし、市販されているものを購入してもよい。

【0032】

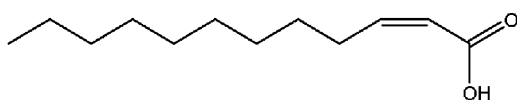
(一般式(2)で表されるカルボン酸)

上記一般式(2)で表されるカルボン酸としては、膜の洗浄効率が優れることから、Rが、直鎖又は分岐の炭素原子数8~12のアルキル基である化合物が好ましく、シス-2-ドデセン酸及びシス-11-メチルドデセン酸であることがより好ましい。

【0033】

シス-2-ドデセン酸は、Burkholderia diffusible signal factor (BDSF)とも呼ばれる、下記式(4)で表される化合物である。

【化12】



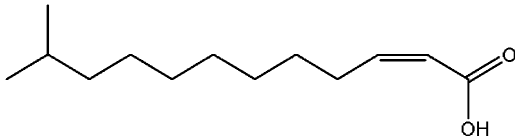
(4)

40

【0034】

シス-11-メチルドデセン酸は、Diffusible signal factor (DSF)とも呼ばれる、下記式(5)で表される化合物である。

【化13】



(5)

【0035】

上記一般式(2)で表されるカルボン酸の塩としては、例えば、カリウム塩及びナトリウム塩等のアルカリ金属塩、マグネシウム塩及びカルシウム塩等のアルカリ土類金属塩、アルミニウム塩等の金属塩、アンモニア塩及び有機アミンとの塩等の塩基類との塩、並びにこれらの組み合わせを挙げることができる。

10

【0036】

上記一般式(2)で表されるカルボン酸は、例えば、生物からの抽出、化学合成等、常法に従い入手することもできるし、市販されているものを購入してもよい。

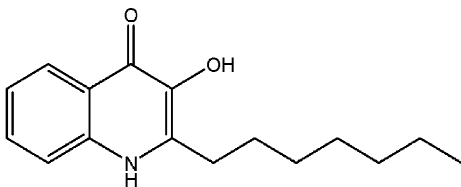
【0037】

(2-ヘプチル-3-ヒドロキシ-4-キノロン)

2-ヘプチル-3-ヒドロキシ-4-キノロンは、Pseudomonas-Quinolone-Signal(PQS)とも呼ばれる、下記式(6)で表される化合物である。2-ヘプチル-3-ヒドロキシ-4-キノロンの塩としては、例えば、塩酸塩、リン酸塩、硫酸塩及び硝酸塩等の酸との付加塩、並びにこれらの組み合わせを挙げることができる。

20

【化14】



(6)

【0038】

2-ヘプチル-3-ヒドロキシ-4-キノロンは、例えば、生物からの抽出、化学合成等、常法に従い入手することもできるし、市販されているものを購入してもよい。

30

【0039】

本実施形態に係るバイオフィーム分解剤は、上述した化合物を1種単独で、又は2種以上を組み合わせ含んでいてもよい。

【0040】

本実施形態に係るバイオフィーム分解剤は、上述した化合物のみからなってもよく、上述した化合物以外の成分を含んでいてもよい。上述した化合物以外の成分としては、例えば、水、アルコール等の担体、界面活性剤、キレート剤、リボソーム、DMSO及びpH調整剤を挙げることができる。

【0041】

本実施形態に係るバイオフィーム分解剤は、固体(例えば、粉末、顆粒、錠剤)、液体(例えば、水溶液、懸濁液)、ペースト等のいずれの形状であってもよい。

40

【0042】

本実施形態に係るバイオフィーム分解剤を適用する対象となるバイオフィームは、例えば、パチルス属細菌等の微生物により形成されるバイオフィームであってよい。適用対象となるバイオフィームは、微生物1種類のみにより形成されるバイオフィームであってもよく、微生物2種類以上を含む複合菌により形成されるバイオフィームであってもよい。本実施形態に係るバイオフィーム分解剤は、複合菌により形成されるバイオフィームも分解することができるため、適用対象となるバイオフィームは、複合菌により形成されるバイオフィームであることが好ましい。複合菌により形成されるバイオフィームとしては、

50

例えば、バチルス属細菌とシュードモナス属細菌とを含む複合菌（バチルス属細菌とビブリオ属細菌とを含む複合菌）により形成されるバイオフィルムが挙げられる。

【0043】

本実施形態に係るバイオフィルム分解剤を適用する対象となるバイオフィルムは、例えば、ろ過膜、熱交換器、金属配管、食品製造ライン、シンク、風呂場に形成されたバイオフィルムが挙げられる。本実施形態に係るバイオフィルム分解剤は膜洗浄効果に優れるため、これらの中でも、ろ過膜に形成されたバイオフィルムが好ましい。

【0044】

本実施形態に係るバイオフィルムの分解方法は、D-アミノ酸及びその塩、上記一般式(1)で表されるポリアミン及びその塩、ニトロプルシドナトリウム、上記一般式(2)で表されるカルボン酸及びその塩、並びに2-ヘプチル-3-ヒドロキシ-4-キノロン及びその塩からなる群より選択される少なくとも1種の化合物をバイオフィルムに接触させる工程を含む。また、一実施形態に係るバイオフィルムの分解方法は、上述したバイオフィルム分解剤をバイオフィルムに接触させる工程を含むものであってよい。

10

【0045】

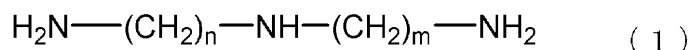
上記化合物をバイオフィルムに接触させる方法は任意である。接触時間は、例えば、1~24時間の範囲で適宜設定することができる。

【0046】

本実施形態に係るバイオフィルム分解剤は、膜洗浄効果に優れることから、膜洗浄剤であることが好ましい。すなわち、本実施形態に係る膜洗浄剤は、D-アミノ酸及びその塩、下記一般式(1)で表されるポリアミン及びその塩、ニトロプルシドナトリウム、下記一般式(2)で表されるカルボン酸及びその塩、並びに2-ヘプチル-3-ヒドロキシ-4-キノロン及びその塩からなる群より選択される少なくとも1種の化合物を有効成分として含む。

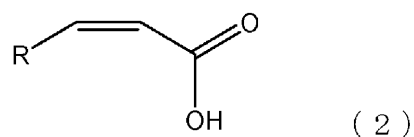
20

【化15】



[一般式(1)中、n及びmは、それぞれ独立に、1~5の整数を示す。]

【化16】



30

[一般式(2)中、Rは、直鎖又は分岐の炭素原子数5~15のアルキル基を示す。]

【0047】

本実施形態に係る膜洗浄剤の有効成分である上記各化合物の具体的な態様等は、バイオフィルム分解剤について説明した態様等と同じである。本実施形態に係る膜洗浄剤は、上述した化合物を1種単独で、又は2種以上を組み合わせ含んでもよい。

40

【0048】

本実施形態に係る膜洗浄剤は、上述した化合物のみからなってもよく、上述した化合物以外の成分を含んでもよい。上述した化合物以外の成分としては、例えば、水、アルコール等の担体、界面活性剤、キレート剤、リボソーム、DMSO及びpH調整剤を挙げることができる。

【0049】

本実施形態に係る膜洗浄剤は、固体（例えば、粉末、顆粒、錠剤）、液体（例えば、水溶液、懸濁液）、ペースト等のいずれの形状であってもよい。

【0050】

洗浄される膜は、膜処理プロセスの分離膜として利用されるものであれば特に限定され

50

ない。膜処理プロセスとしては、例えば、海水淡水化、純水製造、硬水の軟水化、トリハロメタンの除去、上水又は工業用水の製造、膜分離活性汚泥（MBR）法を含めた排水処理を挙げることができる。

【0051】

膜としては、例えば、RO膜、NF膜、UF膜及びMF膜を挙げることができる。

【0052】

膜の素材としては、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、塩素化ポリエチレン等のポリオレフィン系樹脂、ポリフッ化ビニリデン系樹脂、ポリテトラフルオロエチレン、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリアクリロニトリル、酢酸セルロース、芳香族ポリアミド、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン及びセラミック等並びにこれらの組み合わせ

10

【0053】

膜の形態としては、平膜、中空系膜、管状膜（チューブラー膜）、スパイラル膜等が挙げられる。

【0054】

洗浄対象としては、膜表面に付着した物質であれば特に制限はない。このような物質として、例えば、塩類、糖及びタンパク質等の有機物、鉱物等の微粒子、細菌（生菌、死菌）及びウイルス等の微生物並びにバイオフィーム等を挙げることができる。本実施形態に係る膜洗浄剤は、糖及びタンパク質等の有機物、微生物並びにバイオフィームの洗浄効率に優れているため、糖及びタンパク質等の有機物洗浄用、微生物洗浄用、又はバイオフィ

20

【0055】

本実施形態に係る膜洗浄方法は、D-アミノ酸及びその塩、上記一般式（1）で表されるポリアミン及びその塩、ニトロプルシドナトリウム、上記一般式（2）で表されるカルボン酸及びその塩、並びに2-ヘプチル-3-ヒドロキシ-4-キノロン及びその塩からなる群より選択される少なくとも1種の化合物を膜表面に付着した物質に接触させる工程を含む。一実施形態に係る膜洗浄方法は、上述した膜洗浄剤を膜表面に付着した物質に接触させる工程を含むものであってよい。

【0056】

本実施形態に係る膜洗浄剤及び膜洗浄方法の使用方法について、膜分離活性汚泥法（MBR法）を例にとり具体的に説明する。なお、以下に記載する方法はMBR法に限定されるものではなく、他の水処理方法においても同様に適用できる。

30

【0057】

MBRとは、従来排水処理で一般的に使われている標準活性汚泥法と、膜処理技術を組み合わせたものである。

【0058】

MBRには、槽外型及び浸漬型が存在する。図1aは槽外型MBRの概略図である。槽外型MBR100では、汚泥を含む生物反応槽110の外に膜120が設置される。ラインL110を通して汚泥が膜120に供給される。膜120において、汚泥と処理水が分離される。処理水はラインL120を通して取り出され、汚泥はラインL130を通して生物反応槽110に返送される。

40

【0059】

浸漬型MBRとは、汚泥を含む生物反応槽に膜を浸漬して、汚泥と処理水を分離する方式である。浸漬型には、さらに一体型と槽別置型が存在する。図1bは浸漬型MBR（一体型）200の概略図である。浸漬型MBR（一体型）200では、汚泥を含む生物反応槽210内に膜220が設置される。膜220において、汚泥と処理水が分離され、処理水はラインL220を通して取り出される。

【0060】

浸漬型MBR（槽別置型）とは、汚泥を含む生物反応槽と膜を設置する膜分離槽とが分離した方式である。図1cは浸漬型MBR（槽別置型）300の概略図である。浸漬型M

50

BR（槽別置型）300では、汚泥を含む生物反応槽310と、膜320が設置された膜分離槽330とが分離している。生物反応槽310からラインL310を通して汚泥が膜分離槽330に供給される。膜320において、汚泥と処理水が分離される。処理水はラインL320を通して取り出され、汚泥はラインL330を通して生物反応槽310に返送される。

【0061】

一実施形態では、膜洗浄剤を被処理水に供給することによって、膜洗浄剤を膜表面に付着した物質に接触させることができる。この方法によれば、水処理を行いながら膜を洗浄することができるため、膜の寿命が延び水処理の効率が向上する。また、除去されずに洗浄後の膜表面に残った汚泥中に膜洗浄剤が蓄積することから、新たなバイオフィルムの形成を防止する予防効果も得られる。膜の目詰まり防止のために、膜を曝気すること等の物理的洗浄と組み合わせてもよい。

10

【0062】

膜洗浄剤の供給は、膜により近いところで行うことが好ましい。槽外型MBR100では、例えば、ラインL110に別のライン（図示せず）を介して膜洗浄剤を供給してもよい。浸漬型MBR（一体型）200では、例えば、生物反応槽210に別のライン（図示せず）を介して膜洗浄剤を供給してもよい。浸漬型MBR（槽別置型）300では、例えば、ラインL310に別のライン（図示せず）を介して膜洗浄剤を供給してもよいし、膜分離槽330に別のライン（図示せず）を介して膜洗浄剤を供給してもよい。

20

【0063】

また、膜洗浄剤には、新たなバイオフィルムの形成を防止する予防効果もあるため、例えば、膜洗浄後に上述した態様で膜洗浄剤を供給して、バイオフィルムの形成を防止してもよい。この場合、膜洗浄方法は、本実施形態に係る方法によってもよいし、従来行われている薬品洗浄又は物理的洗浄による方法によってもよい。

【0064】

他の実施形態では、MBRから膜を取り出した後、膜洗浄剤を膜表面に付着した物質に接触させてもよい。例えば、膜洗浄剤を含む洗浄液の入った洗浄槽にMBRから取り出した膜を浸漬することができる。

【0065】

洗浄液は、例えば、上述した有効成分を溶解させた水溶液であってよい。洗浄液中の有効成分の含有量は、有効成分の種類、汚れの種類及び程度、膜の材質及び形態等に応じて設定すればよい。

30

【0066】

洗浄液の温度は、例えば、1～99℃であればよく、膜の洗浄効率を向上させるという観点から、15～40℃であることが好ましい。洗浄液に膜を浸漬する時間は、例えば、2～48時間であればよく、膜の洗浄効率を向上させるという観点から、6～8時間であることが好ましい。

【0067】

洗浄液に膜を浸漬させる前、及び浸漬させた後の少なくとも一方で、膜を水等で洗浄する工程を更に設けてもよい。

40

【実施例】

【0068】

以下、実施例に基づいて本発明をより具体的に説明する。ただし、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0069】

〔実施例1〕

表面にバイオフィルムが形成されたRO膜（日東電工社製）を1cm×1cm（1cm²）に切断した。なお、バイオフィルムは、バチルス属細菌とシュードモナス属細菌との複合菌により形成されたものである。これをPBSに入れ、30秒間ボルテックスした。その後、RO膜を洗浄液に浸漬し、37℃で6時間静置した。静置後、RO膜をPBSに

50

入れ、1分間ボルテックスした。RO膜を取り出し、SYTO9 (Invitrogen社製)で染色し、蛍光顕微鏡で観察した。蛍光顕微鏡像を撮影した結果を図2に示す。

【0070】

図2中、(A)は洗浄液としてPBSのみを用いた場合の結果を示す(対照)。(B)は洗浄液として5mM ノルスベルミジン(Sigma社製)を含むPBSを用いた場合の結果を示す。(C)は洗浄液として12.5mM D-ロイシン(和光純薬社製)を含むPBSを用いた場合の結果を示す。(D)は洗浄液として1mM ノルスベルミジン及び0.25mM D-ロイシンを含むPBSを用いた場合の結果を示す。(E)は洗浄液として50 μ M SNP(Sigma社製)を含むPBSを用いた場合の結果を示す。図2中、色が濃くなっている領域は、SYTO9染色で緑色蛍光が観察された領域(すなわち、微生物が残留している領域)に該当する。

10

【0071】

図2に示した結果より、ノルスベルミジン、SNP又はD-ロイシンを含む洗浄液を用いることにより、RO膜表面の汚れ(バイオフィルム)が効率よく洗浄されていることがわかる。

【0072】

〔実施例2-1〕

表面にバイオフィルムが形成されたRO膜1(日東電工社製)を1cm \times 1cm(1cm²)に切断した。なお、バイオフィルムは、バチルス属細菌とシュードモナス属細菌との複合菌により形成されたものである。これをPBSに入れ、30秒間ボルテックスした。その後、RO膜1を洗浄液に浸漬し、37 $^{\circ}$ Cで6時間静置した。静置後、RO膜1をPBSに入れ、1分間ボルテックスした。RO膜1を取り出し、SYTO9(Invitrogen社製)で染色し、蛍光顕微鏡で観察した。得られた蛍光強度をバイオマス(μ m³)に換算し、膜面積(μ m²)あたりのバイオマス量(μ m³/ μ m²)を算出した。

20

【0073】

洗浄液として、PBSのみ(対照)、50 μ M PQS(ナード社製)を含むPBS、100 μ M DSF(Sigma社製)を含むPBS、又は100 μ M BDSF(Sigma社製)を含むPBSを用いた。結果を図3(A)に示す。

【0074】

〔実施例2-2〕

RO膜1に代えてRO膜2(日東電工社製)を用いたこと以外は実施例2-1と同様にして、バイオマス量を算出した。結果を図3(B)に示す。

30

【0075】

図3(A)及び(B)に示した結果より、PQS、DSF又はBDSFを含む洗浄液を用いることにより、RO膜表面の汚れ(バイオフィルム)が効率よく洗浄されていることがわかる。また、RO膜の種類を代えた場合であってもRO膜表面の汚れが効率よく洗浄されていることがわかる。

【0076】

〔実施例3〕

表面にバイオフィルムが形成されたRO膜(日東電工社製)を1cm \times 1cm(1cm²)に切断した。なお、バイオフィルムは、バチルス属細菌とシュードモナス属細菌との複合菌により形成されたものである。これをPBSに入れ、30秒間ボルテックスした。その後、RO膜を洗浄液に浸漬し、37 $^{\circ}$ Cで6時間静置した。静置後、RO膜をPBSに入れ、1分間ボルテックスした。RO膜を取り出し、SYTO9(Invitrogen社製)で染色し、蛍光顕微鏡で観察した。蛍光顕微鏡像を撮影した結果を図4に示す。

40

【0077】

図4中、(A)は洗浄液として超純水のみを用いた場合の結果を示す(対照)。(B)は洗浄液として16mM D-ロイシン(和光純薬社製)を含む超純水を用いた場合の結果を示す。(C)は洗浄液として1mM D-チロシン(和光純薬社製)を含む超純水を用いた場合の結果を示す。(D)は洗浄液として5mM D-アスパラギン酸を含む超純

50

水を用いた場合の結果を示す。図4中、色が濃くなっている領域は、SYTO9染色で緑色蛍光が観察された領域(すなわち、微生物が残留している領域)に該当する。

【0078】

図4に示した結果より、D-ロイシン、D-チロシン又はD-アスパラギン酸を含む洗浄液を用いることにより、バイオフィームが分解されていることがわかる。つまり、対照となる(A)では、緑色蛍光が観察された領域表面が滑らかであり、バイオフィーム内に微生物が分散していることがわかる。一方、(B)~(D)では、緑色蛍光が観察された領域の表面に凹凸があり、バイオフィームが分解され、個々の微生物が分離されていることがわかる。これにより、(B)~(D)の洗浄後のRO膜は、未使用のRO膜に匹敵する透過水量を回復していた(データ示さず)。なお、図4(D)では、微生物が単層とな

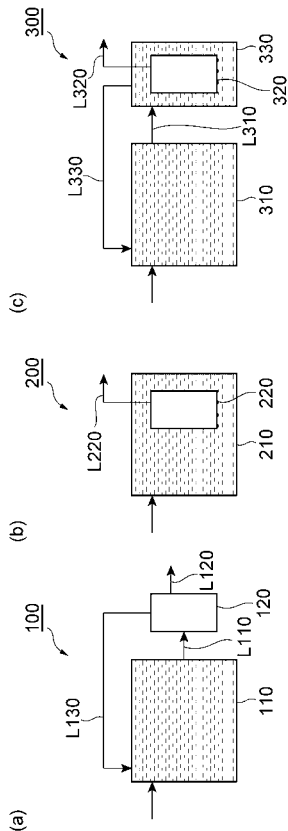
10

【符号の説明】

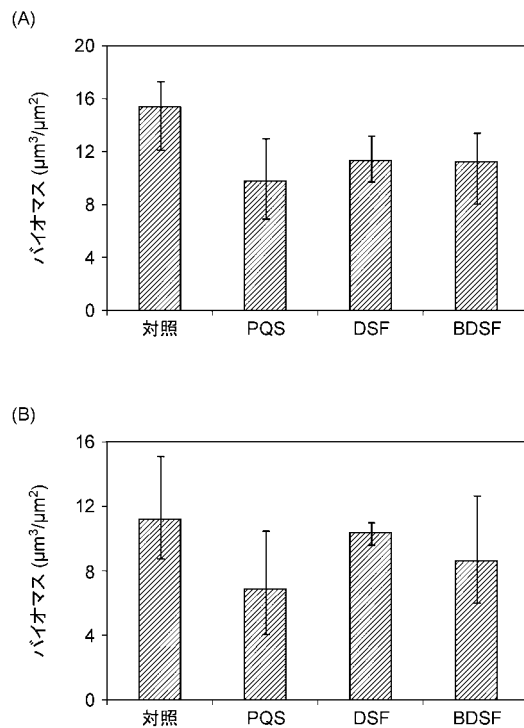
【0079】

100...槽外型MBR、110, 210, 310...生物反応槽、120, 220, 320...膜、L110, L120, L130, L220, L310, L320, L330...ライン、200...浸漬型MBR(一体型)、300...浸漬型MBR(槽別置型)、330...膜分離槽。

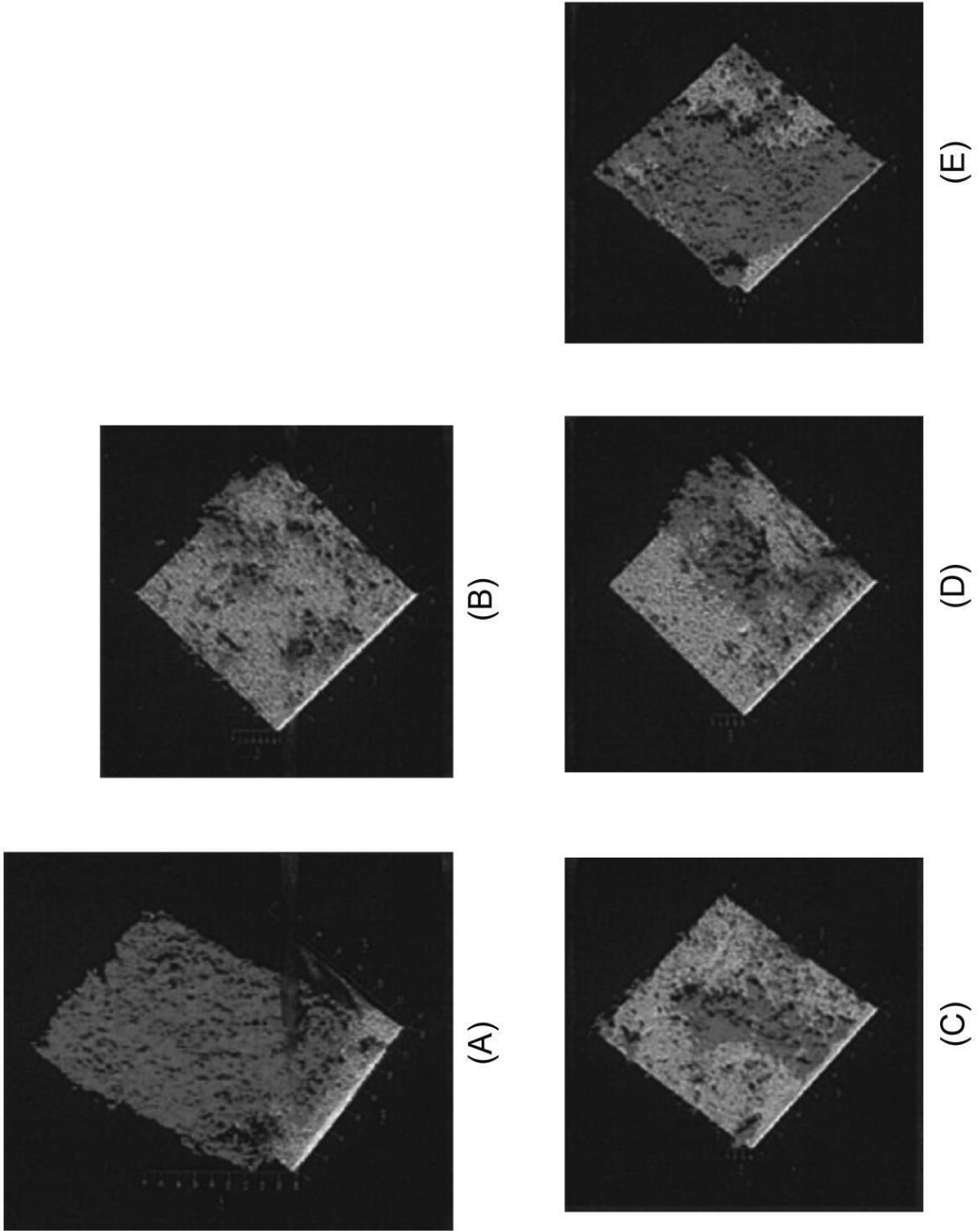
【図1】



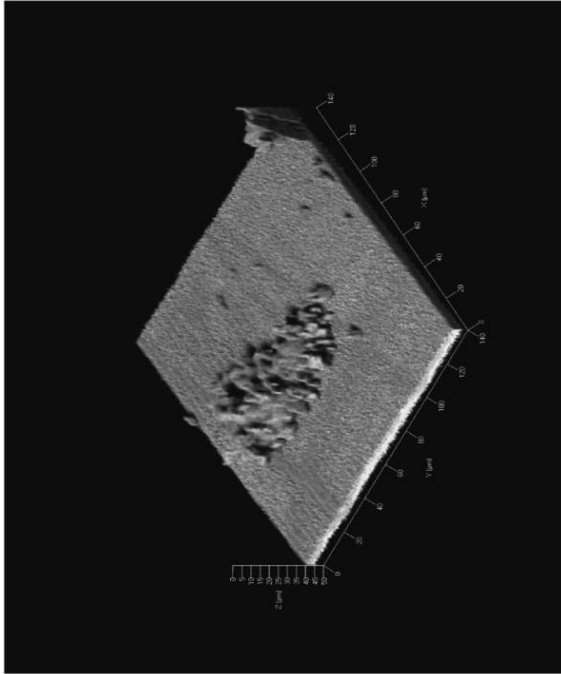
【図3】



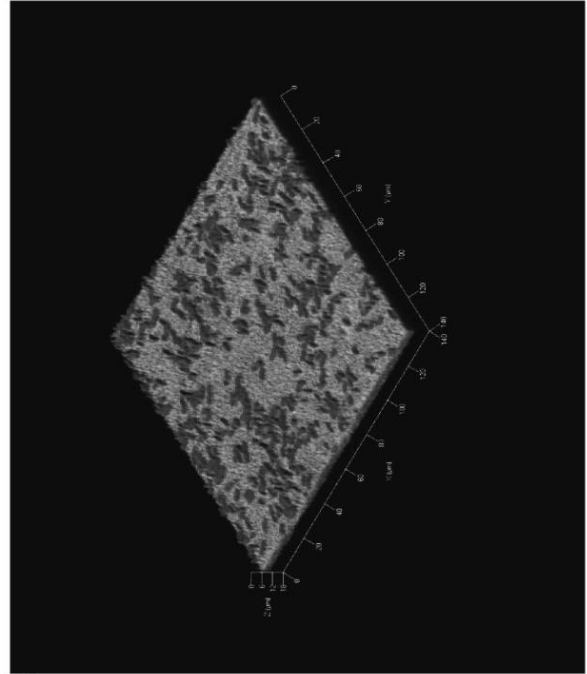
【 図 2 】



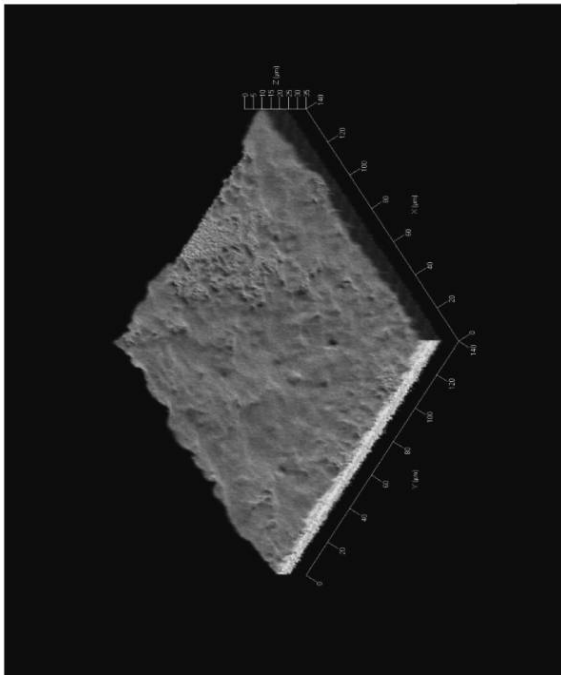
【 図 4 】



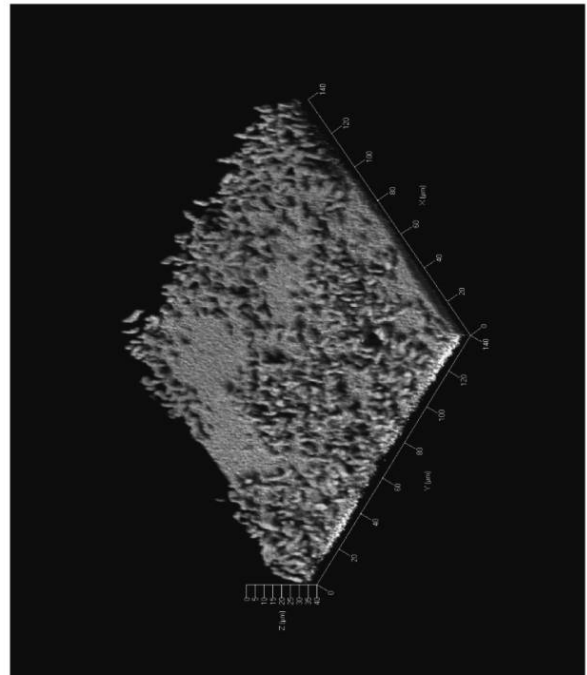
(B)



(D)



(A)



(C)

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 1 D	3/28 (2006.01)	C 1 1 D	3/28	
A 0 1 N	37/44 (2006.01)	A 0 1 N	37/44	
A 0 1 N	43/42 (2006.01)	A 0 1 N	43/42	
A 0 1 N	59/16 (2006.01)	A 0 1 N	59/16	Z
A 0 1 N	33/04 (2006.01)	A 0 1 N	33/04	
A 0 1 P	3/00 (2006.01)	A 0 1 P	3/00	

(72)発明者 橋本 庸平
神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重機械工業株式会社 横須賀製造所内

(72)発明者 野村 暢彦
茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立大学法人筑波大学内

(72)発明者 豊福 雅典
茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立大学法人筑波大学内

(72)発明者 稲葉 知大
茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立大学法人筑波大学内

(72)発明者 長田 啓司
茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立大学法人筑波大学内

Fターム(参考) 4D006 GA03 GA06 GA07 KA31 KA33 KA43 KB22 KC02 KC07 KC16
KD14 KD30 MA01 MA02 MA03 MC03 MC18 MC22 MC23 MC24
MC26 MC29 MC30 MC39 MC49 MC54 MC62 MC63 PA01 PB03
PB08 PC62 PC67 PC80
4H003 AB03 BA12 DA12 DA13 DB01 EB12 EB26 EB28 ED02 FA04
FA34
4H011 AA02 BA01 BA06 BB04 BB06 BB09 BB18 BC18 DA13 DC05
DD01