

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6064706号
(P6064706)

(45) 発行日 平成29年1月25日 (2017. 1. 25)

(24) 登録日 平成29年1月6日 (2017. 1. 6)

(51) Int. Cl.

F I

C 1 1 D 7/22 (2006. 01)

C O 2 F 1/50 (2006. 01)

B O 1 J 20/26 (2006. 01)

C 1 1 D 7/42 (2006. 01)

H O 1 L 23/473 (2006. 01)

C 1 1 D 7/22

C O 2 F 1/50 5 1 O C

C O 2 F 1/50 5 3 2 H

C O 2 F 1/50 5 3 2 D

C O 2 F 1/50 5 3 2 J

請求項の数 10 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-54671 (P2013-54671)
 (22) 出願日 平成25年3月18日 (2013. 3. 18)
 (65) 公開番号 特開2014-181247 (P2014-181247A)
 (43) 公開日 平成26年9月29日 (2014. 9. 29)
 審査請求日 平成27年10月7日 (2015. 10. 7)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100107515
 弁理士 廣田 浩一
 (72) 発明者 吉野 真
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 木村 孝浩
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

審査官 井上 恵理

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バイオフィルム除去剤、バイオフィルム除去方法、及び情報処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

殺菌剤と、

p Hの変化により前記殺菌剤を放出可能であり、多糖類に吸着可能な吸着部位を有し、かつ前記多糖類を分解する分解酵素を化学結合を介して有するp H応答性ポリマー粒子とを含有することを特徴とするバイオフィルム除去剤。

【請求項 2】

前記p H応答性ポリマー粒子が、酸性条件で膨潤する請求項 1 に記載のバイオフィルム除去剤。

【請求項 3】

前記p H応答性ポリマー粒子の体積膨潤度 (V_{pH4} / V_{pH9}) が、1.5 ~ 10である請求項 1 から 2 のいずれかに記載のバイオフィルム除去剤。

【請求項 4】

前記吸着部位が、カルボキシル基、スルホン酸基、及びリン酸基の少なくともいずれかである請求項 1 から 3 のいずれかに記載のバイオフィルム除去剤。

【請求項 5】

前記分解酵素が、グルコースオキシダーゼである請求項 1 から 4 のいずれかに記載のバイオフィルム除去剤。

【請求項 6】

前記p H応答性ポリマー粒子が、前記p H応答性ポリマー粒子の外表面に前記吸着部位

10

20

を有する請求項 1 から 5 のいずれかに記載のバイオフィルム除去剤。

【請求項 7】

前記 pH 応答性ポリマー粒子が、前記 pH 応答性ポリマー粒子の外表面に前記分解酵素を有する請求項 1 から 6 のいずれかに記載のバイオフィルム除去剤。

【請求項 8】

前記殺菌剤が、前記 pH 応答性ポリマー粒子に内包されている請求項 1 から 7 のいずれかに記載のバイオフィルム除去剤。

【請求項 9】

水冷式冷却装置の配管内に、請求項 1 から 8 のいずれかに記載のバイオフィルム除去剤を添加する工程を含むことを特徴とするバイオフィルム除去方法。

10

【請求項 10】

電子機器と、

前記電子機器を冷却する水冷式冷却装置と、

前記水冷式冷却装置の配管内に含有された請求項 1 から 8 のいずれかに記載のバイオフィルム除去剤とを有することを特徴とする情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件は、バイオフィルム除去剤、バイオフィルム除去方法、及び前記バイオフィルム除去剤を有する情報処理装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

電子計算機では、駆動によって生じる熱を除去するために水冷方式が採用されているものがある。電子計算機の大規模水冷系において、冷却水の水質維持管理は、重要である。水冷の電子計算機の接液部材は、金属配管と樹脂配管とが混在しており、CPU (Central Processing Unit) を冷却するためには、熱伝導率の高い銅製のクーリングプレートを用い、配管は、銅、ステンレスなどを用いることが多い。

【0003】

完全な閉鎖循環系ではない電子計算機の水冷システムでは、大気中に存在する微生物が冷却水中に混入して、微生物が水中で繁殖し、配管内部にバイオフィルムを形成することがある。

30

そして、そのバイオフィルムにより、冷却効率が低下するという問題がある。

また、金属表面に付着したバイオフィルムは、微生物腐食を引き起こすことが知られている。水中の細菌が増えることによって引き起こされる微生物腐食は、銅配管、SUS配管、樹脂配管などを劣化させる。そして、最悪の場合には、配管に貫通穴が生じ、冷却水が漏れ出すという危険性がある。

【0004】

そのため、配管に付着したバイオフィルムを効果的に除去して水冷システムを稼働させることは、水冷の電子計算機にとって重要である。

【0005】

40

従来は、水質管理のために、一定期間ごとに冷却水を所定量サンプリングした後に、培養法によって細菌濃度測定を行い、水質が変化していると判断した場合には必要な量の殺菌剤を投入して、微生物を殺菌してバイオフィルムを除去して水質を回復させる必要があった。

【0006】

水冷系の配管内の前記バイオフィルムを除去するために、例えば、次亜臭素酸、次亜塩素酸などを用いることが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

また、その他に、有機系殺菌剤を用いることも行われている。

【0007】

しかし、これらの殺菌剤は、バイオフィルムを認識して選択的にバイオフィルムに作用

50

するものではないため、効果的にバイオフィルムが除去できるものではなかった。また、殺菌剤が、配管内の水を汚染させることもあった。

【 0 0 0 8 】

したがって、効果的にバイオフィルムを除去でき、かつ水の汚染を低減できるバイオフィルム除去剤、前記バイオフィルム除去剤を用いたバイオフィルム除去方法、及び前記バイオフィルム除去剤を有する情報処理装置の提供が求められているのが現状である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 9 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 2 2 4 6 4 5 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

本件は、従来における前記諸問題を解決し、以下の目的を達成することを課題とする。即ち、本件は、効果的にバイオフィルムを除去でき、かつ水の汚染を低減できるバイオフィルム除去剤、前記バイオフィルム除去剤を用いたバイオフィルム除去方法、及び前記バイオフィルム除去剤を有する情報処理装置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 1 】

前記課題を解決するための手段としては、以下の通りである。即ち、

20

開示のバイオフィルム除去剤は、殺菌剤と、pHの変化により前記殺菌剤を放出可能であり、多糖類に吸着可能な吸着部位、及び前記多糖類を分解する分解酵素を有するpH応答性ポリマー粒子とを含有する。

開示のバイオフィルム除去方法は、水冷式冷却装置の配管内に、開示の前記バイオフィルム除去剤を添加する工程を含む。

開示の情報処理装置は、電子機器と、前記電子機器を冷却する水冷式冷却装置と、前記水冷式冷却装置の配管内に含有された開示の前記バイオフィルム除去剤とを有する。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

開示のバイオフィルム除去剤によれば、従来における前記諸問題を解決し、前記目的を達成することができ、効果的にバイオフィルムを除去でき、かつ水の汚染を低減できるバイオフィルム除去剤を提供できる。

30

開示のバイオフィルム除去方法によれば、従来における前記諸問題を解決し、前記目的を達成することができ、効果的にバイオフィルムを除去でき、かつ水の汚染を低減できるバイオフィルム除去方法を提供できる。

開示の情報処理装置によれば、従来における前記諸問題を解決し、前記目的を達成することができ、効果的にバイオフィルムを除去でき、かつ水の汚染を低減できる情報処理装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

40

【図 1】図 1 は、開示のバイオフィルム除去剤の一例を示す模式図である。

【図 2】図 2 は、pHの変化により膨潤した後の状態の開示のバイオフィルム除去剤の一例を示す模式図である。

【図 3】図 3 は、水冷式冷却装置を備えた情報処理装置の一例の概略図である。

【図 4】図 4 は、ラック内に収納されたシステムボードを表した図である。

【図 5】図 5 は、システムボードの上面図である。

【図 6】図 6 は、CPU上に取り付けられた冷却器の構造を表した断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

(バイオフィルム除去剤)

50

開示のバイオフィルム除去剤は、殺菌剤と、pH応答性ポリマー粒子とを含有し、更に必要に応じて、その他の成分を含有する。

【0015】

ここで、バイオフィルムとは、単独又は複数種の微生物により形成される生物膜をいう。前記生物膜の表面には微生物が分泌する多糖類が付着している。前記多糖類は、前記バイオフィルム内の前記微生物を外部環境から保護する役割を有している。

【0016】

< 殺菌剤 >

前記殺菌剤としては、バイオフィルムに含有される微生物を殺す物質であれば、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、有機系殺菌剤などが挙げられる。

10

前記有機系殺菌剤としては、特に制限はなく、除去対象となるバイオフィルム中の微生物の種類に応じて適宜選択することができ、例えば、イソチアゾリン化合物、メチレンビスチオシアネート、2,2-ジブromo-3-ニトリロプロピオンアミド、2,2-ジブromo-2-ニトロエタノール、ビス-1,4-ブromoアセトキシ-2-ブテン、4,5-ジクロロ-1,2-ジオチオール-3-オン、5-クロロ-2,4,6-トリフルオロイソフタロニトリル、ヘキサブromोजメチルスルホン、3,3,4,4-テトラクロロテトラヒドロチオフェン-1,1-ジオキシド、2-ブromo-2-ニトロプロパン-1,3ジオール、グルタルアルデヒドなどが挙げられる。

前記イソチアゾリン化合物としては、例えば、5-クロロ-2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オン、2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オン、1,2-ベンゾイソチアゾリン-3-オン、2-n-オクチル-4-イソチアゾリン-3-オンなどが挙げられる。

20

前記有機系殺菌剤としては、バイオフィルムの除去性に優れる点から、イソチアゾリン化合物が好ましく、5-クロロ-2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オンがより好ましい。

【0017】

前記殺菌剤は、前記pH応答性ポリマー粒子に内包されていることが、前記殺菌剤が漏れ出して冷却水を汚染することを防ぐ点で好ましい。前記殺菌剤を前記pH応答性ポリマー粒子に内包させる方法としては、例えば、以下の方法などが挙げられる。前記殺菌剤を含有し酸性条件に調整した水溶液を用意する。その水溶液に前記pH応答性ポリマー粒子を投入し、前記pH応答性ポリマー粒子を膨潤させて、前記殺菌剤を前記pH応答性ポリマー粒子内に内包させる。そして、前記水溶液にアルカリを添加して、前記水溶液を中性又はアルカリ性に調整して、前記pH応答性ポリマー粒子を収縮させる。そうすることにより、前記殺菌剤を前記pH応答性ポリマー粒子に内包させることができる。

30

【0018】

前記バイオフィルム除去剤における前記殺菌剤の含有量としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

【0019】

< pH応答性ポリマー粒子 >

40

前記pH応答性ポリマー粒子は、pHの変化により前記殺菌剤を放出可能なポリマー粒子である。

前記pH応答性ポリマー粒子は、多糖類に吸着可能な吸着部位、及び前記多糖類を分解する分解酵素を有する。

【0020】

前記pH応答性ポリマー粒子は、pHの変化により体積変化をし、前記殺菌剤を放出可能である。

前記pH応答性ポリマー粒子は、酸性条件で膨潤することが好ましい。酸性条件で膨潤するとは、前記pH応答性ポリマー粒子を含有する水溶液を、中性条件又はアルカリ性条件から酸性条件に変化させた際に、前記pH応答性ポリマー粒子が膨潤することをいう。

50

ここで、前記酸性条件とは、 pH 6.0 以下の範囲をいい、前記中性条件とは、 pH 6.0 超 pH 8.0 未満の範囲をいい、前記アルカリ性条件とは、 pH 8.0 超の範囲をいう。

【0021】

前記 pH 応答性ポリマー粒子は、バイオフィilm除去性の点から、体積膨潤度 ($V_{\text{pH}4} / V_{\text{pH}9}$) が、1.1 ~ 2.0 であることが好ましく、1.5 ~ 1.0 であることがより好ましく、2.0 ~ 7.0 であることが更に好ましく、2.0 ~ 3.0 であることが特に好ましい。

ここで、前記 $V_{\text{pH}4}$ は、 pH 4.0 における前記 pH 応答性ポリマー粒子の体積平均粒子径から算出される前記 pH 応答性ポリマー粒子の体積を表す。前記 $V_{\text{pH}9}$ は、 pH 9.0 における前記 pH 応答性ポリマー粒子の体積平均粒子径から算出される前記 pH 応答性ポリマー粒子の体積を表す。

前記体積平均粒子径は、例えば、動的光散乱粒径解析装置により測定できる。

【0022】

前記 pH 応答性ポリマー粒子の体積平均粒子径としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、 pH 9.0 において、0.1 μm ~ 100 μm が好ましく、0.5 μm ~ 10 μm がより好ましく、1.0 μm ~ 6.0 μm が更に好ましく、3.0 μm ~ 5.0 μm が特に好ましい。

【0023】

- 多糖類に吸着可能な吸着部位 -

前記多糖類に吸着可能な吸着部位としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、多糖類への吸着性に優れる点からカルボキシル基、スルホン酸基、リン酸基が好ましい。前記 pH 応答性ポリマー粒子は、これらの官能基の1種を有していてもよいし、2種以上を有していてもよい。

【0024】

前記 pH 応答性ポリマー粒子は、例えば、前記多糖類に吸着可能な吸着部位と、前記多糖類との相互作用、共有結合、非共有結合、会合などにより、前記多糖類に吸着する。このような作用は、特開2011-241155号公報などにも紹介されている。

前記吸着の程度としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、水冷式冷却装置の配管内を流れる冷却水により、前記 pH 応答性ポリマー粒子が前記バイオフィilmから離れない程度に吸着されていればよい。

【0025】

前記 pH 応答性ポリマー粒子は、前記 pH 応答性ポリマー粒子の外表面に前記吸着部位を有することが、前記多糖類への吸着性に優れる点から好ましい。

【0026】

- 多糖類を分解する分解酵素 -

前記多糖類を分解する分解酵素としては、特に制限はなく、前記多糖類の種類に応じて適宜選択することができ、例えば、グルコースオキシダーゼ、1,3-β-D-グルカン

グルカノヒドロラーゼ、1,3-(1,3;1,4)-β-D-グルカン 3-グルカノヒドロラーゼ、1,4-β-D-キシラン キシラノヒドロラーゼ、1,4-β-D-マンナン マンナノヒドロラーゼ、1,5-β-L-アラビナン 1,5-β-L-アラビナノヒドロラーゼ、α-D-デキストリン 6-グルカノヒドロラーゼ、β-D-ガラクトシド ガラクトヒドロラーゼ、ヒアルロネート 4-グリカノヒドロラーゼ、ヒアルロノグルクロニダーゼ、ペクチン ペクチルヒドロラーゼ、スクロース α-D-グルコシダーゼなどが挙げられる。

【0027】

これらの中でも、多糖類の分解性に優れる点から、グルコースオキシダーゼが好ましい。

なお、グルコースオキシダーゼは、β-D-グルコースの分解酵素であるが、多糖類を分解することも知られている（例えば、特開平11-32788号公報参照）。

【 0 0 2 8 】

前記 pH 応答性ポリマー粒子における前記分解酵素の含有量としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

【 0 0 2 9 】

前記分解酵素は、例えば、化学結合を介して、前記 pH 応答性ポリマーに含有されている。前記分解酵素を、前記 pH 応答性ポリマー粒子に化学的に結合させる方法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、従来公知の分解酵素の固定化方法などが挙げられる。前記固定化方法としては、例えば、カルボジイミド化法などが挙げられる。

【 0 0 3 0 】

前記 pH 応答性ポリマー粒子は、前記 pH 応答性ポリマー粒子の外表面に前記分解酵素を有することが、前記多糖類への吸着性に優れる点から好ましい。

【 0 0 3 1 】

前記 pH 応答性ポリマー粒子の構造としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、架橋ポリマー粒子であることが好ましい。

前記架橋ポリマー粒子における架橋間分子量としては、特に制限はなく、前記殺菌剤の種類、必要とする前記体積膨潤度などに応じて適宜選択することができるが、前記殺菌剤の内包、及び放出性能の点から、2, 0 0 0 ~ 4, 0 0 0 が好ましい。

前記 pH 応答性ポリマー粒子の前記架橋間分子量を調節することで、前記体積膨潤度を調節できる。

【 0 0 3 2 】

前記架橋ポリマー粒子は、例えば、単官能ビニルモノマーと、多官能ビニルモノマーとを重合することにより得ることができる。

【 0 0 3 3 】

- pH 応答性ポリマー粒子の製造方法 -

前記 pH 応答性ポリマー粒子の製造方法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、母体粒子を製造する工程と、吸着部位を結合する工程と、分解酵素を固定化する工程とを含む製造方法により製造できる。

【 0 0 3 4 】

- - 母体粒子を製造する工程 - -

前記母体粒子を製造する工程としては、例えば、アミノ基含有ビニルモノマー (a)、単官能ビニルモノマー (b)、多官能ビニルモノマー (c)、及び光重合開始剤を含有する水溶液中で、光を照射して重合を行う工程などが挙げられる。この工程により、ビニルモノマーが光重合を行って、架橋した粒子状の前記母体粒子を形成する。

【 0 0 3 5 】

前記アミノ基含有ビニルモノマー (a) としては、アミノ基を含有し、pH 応答性を発現するビニルモノマーであれば、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ジメチルアミノメチルアクリレート、ジメチルアミノメチルメタクリレート、2 - ジメチルアミノエチルアクリレート、2 - ジメチルアミノエチルメタクリレート、3 - ジメチルアミノプロピルアクリレート、3 - ジメチルアミノプロピルメタクリレート、2 - ジエチルアミノエチルアクリレート、2 - ジエチルアミノエチルメタクリレートなどが挙げられる。これらの中でも、2 - ジメチルアミノエチルメタクリレートが好ましい。

前記 pH 応答性ポリマー粒子を構成する前記アミノ基含有ビニルモノマーの量を調節することで、pH 応答性ポリマー粒子の pH 応答性 (例えば、pH の変化による体積変化) を調節することができる。

【 0 0 3 6 】

前記単官能ビニルモノマー (b) としては、前記アミノ基含有ビニルモノマー (a) 以外の単官能のモノマーであれば、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、スチレン類、アクリル酸エステル類、メタクリル酸エステル類、ビニルエステル類などが挙げられる。

10

20

30

40

50

前記アクリル酸エステル類としては、例えば、メチルアクリレート、エチルアクリレート、プロピルアクリレート、2-ヒドロキシエチルアクリレートなどが挙げられる。

前記メタクリル酸エステル類としては、例えば、メチルメタクリレート、エチルメタクリレート、プロピルメタクリレート、2-ヒドロキシエチルメタクリレートなどが挙げられる。

これらの中でも、2-ヒドロキシエチルメタクリレートが好ましい。

【0037】

前記多官能ビニルモノマー(c)としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ジビニルベンゼン、メチレンビスアクリルアミド、メチレンビスメタクリルアミド、エチレングリコールジメタクリレート、ジエチレングリコールジメタ

10

クリレート、トリエチレンジメタクリレート、トリアリルイソシアヌレートなどが挙げられる。これらの中でも、エチレングリコールジメタクリレートが好ましい。

【0038】

前記pH応答性ポリマー粒子を構成する前記アミノ基含有ビニルモノマー(a)と、前記多官能ビニルモノマー(c)とのモル比率(a:c)としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、100:0.1~100:30が好ましく、100:0.5~100:20がより好ましく、100:1~100:10が特に好ましい。

【0039】

前記光重合開始剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、アルキルフェノン光開始剤などが挙げられる。前記アルキルフェノン光開始剤としては、例えば、2,2-ジメトキシ-1,2-ジフェニルエタン-1-オン、2-メチル-2-モルホリノ-1-(4-メチルスルファニルフェニル)プロパン-1-オン、2-ジメチルアミノ-1-(4-モルホリノフェニル)-2-ベンジルブタン-1-オン、2-(ジメチルアミノ)-2-[(4-メチルフェニル)メチル]-1-[4-(4-モルホリニル)フェニル]-1-ブタノン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-[4-(2-ヒドロキシエトキシ)フェニル]プロパン-1-オン、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-(4-イソプロペニルフェニル)プロパン-1-オンのオリゴマー、
、
-ジエトキシアセトフェノン、ベンジルジメチルケタールなどが挙げられる。

20

30

【0040】

前記母体粒子を製造する工程における前記光重合開始剤の使用量としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

【0041】

- 吸着部位を結合する工程 -

前記吸着部位を結合する工程としては、前記多糖類に吸着可能な吸着部位を前記母体粒子に結合する工程であれば、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、前記吸着部位を有するマクロモノマーと、前記母体粒子とを反応させる処理などが挙げられる。

【0042】

40

前記吸着部位を有するマクロモノマーとしては、例えば、前記吸着部位を有し、かつビニル基を有するポリアルキレングリコールの変性体などが挙げられる。

前記吸着部位を有するマクロモノマーの製造方法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ビニル基及び水酸基含有化合物の存在下で、アルキレンオキシドを重合し、得られた重合体にジカルボン酸を反応させる方法などが挙げられる。

前記ビニル基及び水酸基含有化合物としては、例えば、ビニルベンジルアルコールなどが挙げられる。

前記アルキレンオキシドとしては、例えば、エチレンオキシド、プロピレンオキシドなどが挙げられる。

50

前記ジカルボン酸としては、例えば、コハク酸、無水コハク酸などが挙げられる。

【0043】

前記pH応答性ポリマー粒子を構成する前記吸着部位を有するマクロモノマー(d)と、前記アミノ基含有ビニルモノマー(a)とのモル比率(d:a)としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、1:0.1~1:200が好ましく、1:1~1:100がより好ましく、1:4~1:50が特に好ましい。

【0044】

- 分解酵素を固定化する工程 -

前記分解酵素を固定化する工程としては、前記分解酵素を前記母体粒子に固定化する工程であれば、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、カルボジイミド化法などが挙げられる。

10

【0045】

前記分解酵素を固定化する工程は、前記吸着部位を結合する工程の前に行ってもよいし、後に行ってもよい。

【0046】

前記バイオフィーム除去剤は、情報処理装置の水冷式冷却装置の配管内に生成したバイオフィームの除去に好適に用いることができる。

【0047】

(バイオフィーム除去方法)

開示のバイオフィーム除去方法は、水冷式冷却装置の配管内に、開示のバイオフィーム除去剤を添加する工程を少なくとも含み、更に必要に応じて、その他の工程を含む。

20

【0048】

前記配管内に添加される前記バイオフィーム除去剤の量としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

【0049】

前記バイオフィーム除去方法は、情報処理装置の水冷式冷却装置の配管内に生成したバイオフィームの除去に好適に用いることができる。

【0050】

(情報処理装置)

開示の情報処理装置は、電子機器と、水冷式冷却装置と、開示のバイオフィーム除去剤とを少なくとも有し、更に必要に応じて、その他の部材を有する。

30

前記水冷式冷却装置は、前記電子機器を冷却する装置である。

前記バイオフィーム除去剤は、前記水冷式冷却装置の配管内に含有されている。

【0051】

前記電子機器としては、例えば、中央処理装置(CPU: Central Processing Unit)、メモリモジュール、ハードディスク装置等を搭載したシステムボードなどが挙げられる。

【0052】

前記水冷式冷却装置は、例えば、冷却水循環器と、配管と、冷却器とを備える。前記冷却水循環器は、例えば、熱交換器と、ポンプとを備える。

40

【0053】

開示のバイオフィーム除去剤がバイオフィームを除去する一態様について図を用いて説明する。

【0054】

図1は、開示のバイオフィーム除去剤の一例を示す模式図である。図1に示すバイオフィーム除去剤1は、pH応答性ポリマー粒子2と、pH応答性ポリマー粒子2に内包された殺菌剤5とを有している。pH応答性ポリマー粒子2は、その表面に、マクロモノマーを介してpH応答性ポリマー粒子2の表面に結合された、多糖類に吸着可能な吸着部位3を有している。また、pH応答性ポリマー粒子2は、その表面に固定化された多糖類を分解する分解酵素4を有している。

50

【 0 0 5 5 】

図 2 は、開示のバイオフィルム除去剤の一例を示す模式図である。図 2 に示すバイオフィルム除去剤 1 は、pH の変化により膨潤した後の状態である。バイオフィルム除去剤 1 がバイオフィルムに近づくと、多糖類に吸着可能な吸着部位 3 と、バイオフィルムが有する多糖類 6 との相互作用により、バイオフィルム除去剤 1 は、バイオフィルムに吸着する。その結果、pH 応答性ポリマー粒子 2 に固定化された、多糖類を分解する分解酵素 4 により多糖類 6 が分解される。分解された多糖類 6 の分解生成物 7 により、バイオフィルム除去剤 1 周囲の pH が変化する。通常、多糖類 6 の分解生成物 7 には酸が含まれていることから、バイオフィルム除去剤 1 の周辺環境は酸性に変化する。その結果、pH 応答性ポリマー粒子 2 が膨潤する。そのことにより、pH 応答性ポリマー粒子 2 に内包されていた殺菌剤 5 は放出される。その結果、バイオフィルム中の微生物が死滅し、バイオフィルムは除去される。

10

【 0 0 5 6 】

上記のように、開示のバイオフィルム除去剤は、バイオフィルムを認識して殺菌剤を放出し、バイオフィルムを除去することから、殺菌剤を効率的にバイオフィルムに投与できる。また、開示のバイオフィルム除去剤は、バイオフィルムがない環境では殺菌剤を放出しないことから、殺菌剤による冷却水の汚染を防ぐことができる。

【 0 0 5 7 】

次に、開示の情報処理装置について図を用いて説明する。

図 3 ~ 図 6 は、開示の情報処理装置の一例を説明する図である。

20

図 3 は、水冷式冷却装置を備えた情報処理装置の一例の概略図である。図 4 は、ラック内に収納されたシステムボードを表した図である。図 5 は、同じくそのシステムボードの上面図である。図 6 は、CPU 上に取り付けられた冷却器の構造を表した断面図である。

【 0 0 5 8 】

図 3 のように、計算機室には、電子機器を収容した複数のラック 4 1 と、冷却水循環器 4 3 とが設置されている。冷却水循環器 4 3 は、熱交換器とポンプとを内蔵し、熱交換器により冷却された冷却水（冷媒）を吐出する。

【 0 0 5 9 】

冷却水循環器 4 3 から吐出された冷却水は、配管 4 2 を介して各ラック 4 1 内を順番に通じ、冷却水循環器 4 3 に戻る。冷却水循環器 4 3 に戻った冷却水は、再度熱交換器により冷却され、ポンプによりラック 4 1 に向けて送り出される。

30

【 0 0 6 0 】

本実施形態においては、配管 4 2 に三方弁 4 4 が設けられており、配管 4 2 を通る冷却水を随時採取（サンプリング）することができる。また、三方弁 4 4 からバイオフィルム除去剤を含む冷却水、又はバイオフィルム除去剤を配管 4 2 内に添加することができる。

【 0 0 6 1 】

図 4 のように、各ラック 4 1 内にはそれぞれ複数（図 4 の例では 5 台）の電子機器であるシステムボード（計算機）3 5 が高さ方向に並んで収納されている。図 4 及び図 5 のように、各システムボード 3 5 にはそれぞれ複数（図 5 の例では 6 個）の CPU 2 3 が搭載されており、各 CPU 2 3 の上には冷却器 3 3 が取り付けられている。また、システムボード 3 5 の端部には、冷却水供給口及び冷却水排出口となるカプラープラグ 3 4 a 及びカプラーソケット 3 4 b が配置されている。各冷却器 3 3 の間、冷却器 3 3 とカプラープラグ 3 4 a との間、及び冷却器 3 3 とカプラーソケット 3 4 b との間は、それぞれ配管 3 2 により接続されている。

40

【 0 0 6 2 】

ラック 4 1 内には、高さ方向に延びる 2 本のラック内配管（往路配管及び復路配管）3 6 が相互に平行に配置されている。これらのラック内配管 3 6 は、ラック 4 1 間又はラック 4 1 と冷却水循環器 4 3 との間を接続する配管 4 2 に接続されている。

【 0 0 6 3 】

このラック内配管 3 6 の所定の位置には、カプラーソケット 3 7 a 及びカプラープラグ

50

３７ｂが取り付けられている。システムボード３５をラック４１内に配置するときには、システムボード３５側のカプラープラグ３４ａ及びカプラーソケット３４ｂを、ラック内配管３６側のカプラーソケット３７ａ及びカプラープラグ３７ｂに連結する。これにより、ラック内配管３６（往路配管）からシステムボード３５上の冷却器３３に冷却水が供給されて、ＣＰＵ２３が冷却される。また、ＣＰＵ２３を冷却した後の冷却水は、システムボード３５からラック内配管３６（復路配管）に排出される。

【００６４】

以下、図６を参照して冷却器３３の構造を説明する。冷却器３３は、熱交換部２１と、ハウジング部２２と、冷却水供給口２４ａ及び冷却水排出口２４ｂとを有する。

【００６５】

熱交換部２１は、板状のプレート部２１ａと、プレート部２１ａの一方の面側に接合されてプレート部２１ａとの間に冷却水２５が通流する空間を形成する天板部２１ｂとを有する。

【００６６】

プレート部２１ａの一方の面側には、プレート部２１ａと冷却水２５との間の熱交換効率を高くするために、複数の凹凸２１ｃが設けられている。また、プレート部２１ａの他方の面側（天板部２１ｂと反対の側）は平坦になっており、ＣＰＵ２３等の熱を発生する電子部品に熱的に接続される。

【００６７】

冷却水供給口２４ａ及び冷却水排出口２４ｂはその一端側が天板部２１ｂに接続され、他端側はハウジング部２２を貫通して配管３２に接続される。

【００６８】

プレート部２１ａは銅等の熱伝導性が良好な金属により形成されている。また、天板部２１ｂ、冷却水供給口２４ａ及び冷却水排水口２４ｂもプレート部２１ａと同一の金属により形成され、天板部２１ｂはプレート部２１ａに、冷却水供給口２４ａ及び冷却水排水口２４ｂは天板部２１ｂに溶接又はろう付けされている。更に、ハウジング部２２はステンレス等の耐食性が優れた金属により形成され、プレート部２１ａに溶接又はろう付けされている。

【００６９】

なお、プレート部２１ａは、ヒートスプレッドとしての機能を有するため、厚い金属板により形成される。これに対し、天板部２１ｂは、加工性を考慮して、薄い金属板により形成される。

【００７０】

上述の情報処理装置において、冷却水循環器４３から吐出された冷却水は、配管４２を通過して各ラック４１内に供給される。ラック４１内に入った冷却水は、一方のラック内配管３６（往路配管）を通過して各システムボード３５に供給される。そして、システムボード３５に供給された冷却水は、各冷却器３３内を順番に通過してＣＰＵ２３を冷却する。このとき、ＣＰＵ２３の冷却にともなって冷却水の温度が上昇する。

【００７１】

システムボード３５からラック内配管３６（復路配管）に排出された冷却水は、ラック４１間の配管４２を通過して次のラック４１に入り、次のラック４１内のＣＰＵ２３を冷却する。

【００７２】

このようにして各ラック４１内のＣＰＵ２３を冷却して温度が上昇した冷却水は、配管４２を介して冷却水循環器４３に戻る。そして、冷却水循環器４３内の熱交換器により冷却され、再びラック４１に向けて送り出される。

【００７３】

ラック内及びラック外の配管から構成される配管系は、三方弁４４を有しており、閉鎖循環系ではない。そのため、大気中などに存在する微生物が配管系内の冷却水２５に混入し、配管内にバイオフィルムが形成される。

10

20

30

40

50

その際に、開示のバイオフィルム除去剤を配管内に添加する、又は事前に添加しておけば、バイオフィルム除去剤が、バイオフィルムを認識して、バイオフィルム除去剤が有する分解酵素及び殺菌剤によりバイオフィルムを分解し除去する。

【実施例】

【0074】

以下、実施例を挙げて開示のバイオフィルム除去剤、開示のバイオフィルム除去方法などをより具体的に説明するが、開示のバイオフィルム除去剤、開示のバイオフィルム除去方法などは、これらの実施例に何ら制限されるものではない。

【0075】

(実施例1)

< バイオフィルム除去剤の作製 >

< - ビニルベンジル - - カルボキシポリエチレングリコール (c - PEGVB) の合成 >

反応容器に、THF (テトラヒドロフラン) 330 mL と、ビニルベンジルアルコール 16 mmol (6.4 g) と、水素化カリウム 24 mmol (0.96 g) とを加え、30 分間撹拌した。得られた溶液に、エチレンオキシド 340 mmol (15 g) を加え、室温で2日間反応させた。その後、無水コハク酸を 0.75 mmol (0.074 g) 加えて末端修飾した。その後、クロロホルムにより抽出し、飽和食塩水により洗浄し、無水硫酸ナトリウムにより脱水し、更にジエチルエーテルにより再沈を行い、二官能性ポリエチレングリコールマクロモノマーである - ビニルベンジル - - カルボキシポリエチレングリコール (c - PEGVB、数平均分子量 2,000) を得た。

【0076】

< pH 応答性ポリマー粒子の作製 >

- 母体粒子の作製 -

反応容器に、2 - ジメチルアミノエチルメタクリレート (DMAEM) 5 mmol (0.79 g) と、2 - ヒドロキシエチルメタクリレート 20 mmol (2.6 g) と、水 (5 mL) とを加えた。架橋剤のエチレングリコールジメタクリレート (EGDM) 0.05 mmol (0.01 g) を水 (1 mL) に溶解したものを前記反応容器に加えた。0.1 mL のアルキルフェノン光開始剤 (BAS F 社製、Irgacure 651) を水 (0.5 mL) に溶解したものを前記反応容器に加えた。続いて、10 分間の紫外線照射によって重合反応を行い、pH 応答性ポリマー粒子の母体粒子を得た。

【0077】

- 吸着部位の結合 -

続いて、反応容器に、二官能性ポリエチレングリコールマクロモノマーである - ビニルベンジル - - カルボキシポリエチレングリコール 0.1 mmol (0.2 g) と、重合開始剤の過硫酸カリウム 0.03 mmol (8 mg) と、水 (15 mL) とを加えた。

前記母体粒子をシリンジにより前記反応容器に加え撹拌混合した。室温で30分間撹拌した後、60 に昇温して24時間反応させて、前記母体粒子の外表面に二官能性ポリエチレングリコールマクロモノマーを結合させた。得られた生成物をアセトン中に注ぎ、未反応生成物を除去し、沈殿した粒子状生成物を濾過した。

【0078】

- 分解酵素の固定化 -

前記母体粒子への分解酵素の固定化は、カルボジイミド化法により行った。

分解酵素であるグルコースオキシダーゼ (*Aspergillus niger* type X、シグマアルドリッチ社製) の1質量%水溶液 (10 mL) を、緩衝液である 0.1 M モルホリンエタンスルホン酸 (pH: 4.8) 20 mL に溶解させた。これに、前記末端カルボキシル基のついた母体粒子を 1 g と、1 - エチル - 3 (3 - ジメチルアミノプロピル) カルボジイミド塩酸塩の1質量%水溶液 (10 mL) とを加えて、4 で24時間撹拌した。イオン交換水で数回洗浄し、固定化されていない分解酵素を除去した。

【0079】

10

20

30

40

50

以上により、表面にカルボキシル基、及び分解酵素を有する pH 応答性ポリマー粒子を得た。動的光散乱粒径解析装置 (DLS - 7000、大塚電子株式会社製) により測定される得られた pH 応答性ポリマー粒子の体積平均粒子径は、pH 9.0 において $4.0 \mu\text{m}$ 、pH 4.0 において $10 \mu\text{m}$ であり、体積膨潤度 ($V_{\text{pH}4} / V_{\text{pH}9}$) は、16 であった。

【0080】

<< 殺菌剤の内包 >>

前記 pH 応答性ポリマーへの殺菌剤の内包は、系の pH を変化させて行った。

殺菌剤である 5 - クロロ - 2 - メチル - 4 - イソチアゾリン - 3 - オンを 1 L の水に 10 質量 % になるよう分散させ、更に HCl 水溶液を加えて pH 3 の水溶液を調製した。前記 pH 応答性ポリマー粒子 10 g を pH 3 にした前記水溶液に投入して、前記 pH 応答性ポリマー粒子を膨潤させた。引き続き NaOH 水溶液を加えて前記水溶液の pH を 7 に調整し、前記 pH 応答性ポリマー粒子を収縮させることにより前記殺菌剤を前記 pH 応答性ポリマー粒子に内包させた。吸引ろ過操作を行い、前記 pH 応答性ポリマー粒子と、内包しきれなかった殺菌剤とを分離した。

【0081】

以上により、殺菌剤を内包した pH 応答性ポリマー粒子 (バイオフィilm除去剤) を得た。

【0082】

< バイオフィilm除去試験 >

得られたバイオフィilm除去剤 (殺菌剤を内包した pH 応答性ポリマー粒子) を所定量分散させた水 (1 L) 中に、バイオフィilmで被覆された金属板を浸漬させて 25 で 1 週間経過後の金属板を取り出し、表面を観察したときのバイオフィilm被覆面積を見積もり、バイオフィilm残存率 (= 取り出し後のバイオフィilm被覆面積 / 実験初期のバイオフィilm被覆面積) を求めた。結果を表 1 に示す。

具体的な条件は、以下の通りである。

- ・ pH 応答性ポリマー粒子の分散量: 0.5 g/L
- ・ バイオフィilmを被覆させた金属板 (実機冷却水から採取した、コロニー形成数が 2.0×10^5 個 / mL の水を微生物源として用いた。銅板 (大きさ $50 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$ 、厚み 0.5 mm) を前記微生物源の水 (1 L) に浸漬させた。25 で 7 日間浸漬させて前記銅板表面にバイオフィilmを形成させた。バイオフィilmの付着量は、重量計測の結果、 10 mg/cm^2 であった。)

【0083】

(実施例 2 ~ 8)

実施例 1 において、DMAEM と、EGDM とのモル比、及び c - PEGVB と、DMAEM とのモル比を、表 1 及び表 2 に記載のモル比とした以外は、実施例 1 と同様にして、バイオフィilm除去剤を作製した。

作製したバイオフィilm除去剤の性状について、表 1 及び表 2 に示す。

また、実施例 1 と同様にして、バイオフィilm除去試験を行った。結果を表 1 及び表 2 に示す。

【0084】

(比較例 1)

実施例 1 において、バイオフィilm除去剤を用いない以外は実施例 1 と同様にして、試験を行った。結果を表 2 に示す。

【0085】

【表 1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
DMAEM:EGDM (モル比)	100:1	100:2	100:5	100:10
c-PEGVB:DMAEM (モル比)	1:50	1:50	1:50	1:50
DMAEM (mmol)	5	5	5	5
EGDM (mmol)	0.05	0.1	0.25	0.5
体積平均粒子径 (μm) pH9	4.0	4.0	5.0	3.0
体積平均粒子径 (μm) pH4	10	8.0	7.0	3.5
体積膨潤度 $V_{\text{pH4}}/V_{\text{pH9}}$	16	8.0	2.7	1.6
バイオフィルム残存率 (%)	50	30	10	30

10

【0086】

【表 2】

	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	比較例1
DMAEM:EGDM (モル比)	1:1	1:4	1:40	1:100	—
c-PEGVB:DMAEM (モル比)	100:5	100:5	100:5	100:5	—
c-PEGVB (mmol)	5	1.3	0.13	0.05	—
DMAEM (mmol)	5	5	5	5	—
体積平均粒子径 (μm) pH9	0.6	1.0	3.0	6.0	—
体積平均粒子径 (μm) pH4	1.5	2.0	4.0	10	—
体積膨潤度 $V_{\text{pH4}}/V_{\text{pH9}}$	15	8.0	2.4	4.6	—
バイオフィルム残存率 (%)	50	30	10	30	100

20

【0087】

pH 応答性ポリマー粒子の体積膨潤度 ($V_{\text{pH4}}/V_{\text{pH9}}$) が、1.5 ~ 10 の場合、バイオフィルム残存率が低く、バイオフィルムの除去性が非常に優れることが確認できた (例えば、実施例 2 ~ 4、6 ~ 8 参照)。

30

【0088】

(実施例 9、及び 10)

バイオフィルム除去試験を流水条件下で行った。保有水量 2 L の流水中 (流量 0.1 L/min) に、実施例 1 で作製した、バイオフィルムで被覆された銅板を入れた。バイオフィルム除去剤 1 g を流水中に投入して 25℃ で 7 日間流水を保持させた。7 日間経過後の銅板の表面を観察したときのバイオフィルム被覆面積を見積もり、バイオフィルム残存率 (= 取り出し後のバイオフィルム被覆面積 / 実験初期のバイオフィルム被覆面積) を求めた。結果を表 3 に示す。

40

【0089】

(比較例 2)

バイオフィルム除去剤を用いなかった以外は、実施例 9 と同様にして、流水条件下で試験を行った。結果を表 3 に示す。

【0090】

【表 3】

	実施例9	実施例10	比較例2
バイオフィilm除去剤の種類	実施例3	実施例7	—
バイオフィilm残存率 (%)	15	20	100

【0091】

以上の実施例 1 ~ 10 を含む実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

(付記 1) 殺菌剤と、

pH の変化により前記殺菌剤を放出可能であり、多糖類に吸着可能な吸着部位、及び前記多糖類を分解する分解酵素を有する pH 応答性ポリマー粒子とを含有することを特徴とするバイオフィilm除去剤。

10

(付記 2) 前記 pH 応答性ポリマー粒子が、酸性条件で膨潤する付記 1 に記載のバイオフィilm除去剤。

(付記 3) 前記 pH 応答性ポリマー粒子の体積膨潤度 (V_{pH4} / V_{pH9}) が、1.5 ~ 10 である付記 1 から 2 のいずれかに記載のバイオフィilm除去剤。

(付記 4) 前記 pH 応答性ポリマー粒子の体積膨潤度 (V_{pH4} / V_{pH9}) が、2.0 ~ 3.0 である付記 1 から 2 のいずれかに記載のバイオフィilm除去剤。

(付記 5) 前記吸着部位が、カルボキシル基、スルホン酸基、及びリン酸基の少なくともいずれかである付記 1 から 4 のいずれかに記載のバイオフィilm除去剤。

20

(付記 6) 前記吸着部位が、カルボキシル基である付記 1 から 4 のいずれかに記載のバイオフィilm除去剤。

(付記 7) 前記分解酵素が、グルコースオキシダーゼである付記 1 から 6 のいずれかに記載のバイオフィilm除去剤。

(付記 8) 前記 pH 応答性ポリマー粒子が、前記 pH 応答性ポリマー粒子の外表面に前記吸着部位を有する付記 1 から 7 のいずれかに記載のバイオフィilm除去剤。

(付記 9) 前記 pH 応答性ポリマー粒子が、前記 pH 応答性ポリマー粒子の外表面に前記分解酵素を有する付記 1 から 8 のいずれかに記載のバイオフィilm除去剤。

(付記 10) 前記殺菌剤が、前記 pH 応答性ポリマー粒子に内包されている付記 1 から 9 のいずれかに記載のバイオフィilm除去剤。

30

(付記 11) 体積平均粒子径が、pH 9.0 において、0.5 μm ~ 10 μm である付記 1 から 10 のいずれかに記載のバイオフィilm除去剤。

(付記 12) 水冷式冷却装置の配管内に、付記 1 から 11 のいずれかに記載のバイオフィilm除去剤を添加する工程を含むことを特徴とするバイオフィilm除去方法。

(付記 13) 電子機器と、

前記電子機器を冷却する水冷式冷却装置と、

前記水冷式冷却装置の配管内に含有された付記 1 から 11 のいずれかに記載のバイオフィilm除去剤とを有することを特徴とする情報処理装置。

【符号の説明】

【0092】

40

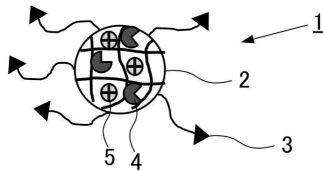
- 1 バイオフィilm除去剤
- 2 pH 応答性ポリマー粒子
- 3 多糖類に吸着可能な吸着部位
- 4 多糖類を分解する分解酵素
- 5 殺菌剤
- 6 多糖類
- 7 分解生成物
- 21 熱交換部
- 21a プレート部
- 21b 天板部

50

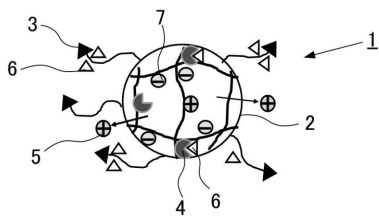
- 2 1 c 凹凸
- 2 2 ハウジング部
- 2 3 C P U
- 2 4 a 冷却水供給口
- 2 4 b 冷却水排出口
- 2 5 冷却水
- 3 2 配管
- 3 3 冷却器
- 3 4 a カプラープラグ
- 3 4 b カプラーソケット
- 3 5 システムボード
- 3 6 ラック内配管
- 3 7 a カプラーソケット
- 3 7 b カプラープラグ
- 4 1 ラック
- 4 2 配管
- 4 3 冷却水循環器
- 4 4 三方弁

10

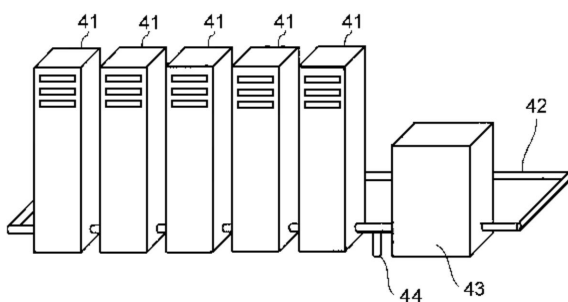
【図 1】



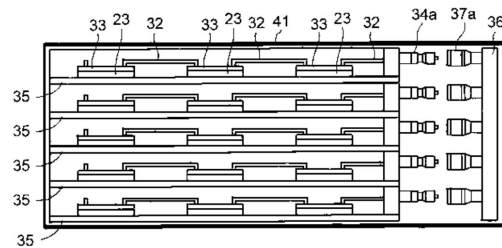
【図 2】



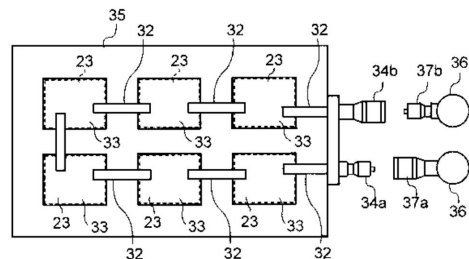
【図 3】



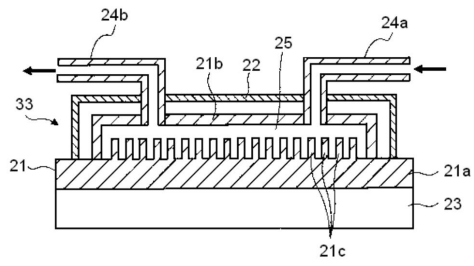
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
A 0 1 N 43/80	(2006.01)	C 0 2 F	1/50	5 4 0 F
A 0 1 N 63/00	(2006.01)	C 0 2 F	1/50	5 6 0 Z
A 0 1 P 3/00	(2006.01)	B 0 1 J	20/26	B
		C 0 2 F	1/50	5 2 0 K
		C 0 2 F	1/50	5 3 2 C
		C 1 1 D	7/42	
		H 0 1 L	23/46	Z
		A 0 1 N	43/80	1 0 2
		A 0 1 N	63/00	D
		A 0 1 P	3/00	

(56)参考文献 国際公開第2011/071904(WO,A1)
 再公表特許第2010/041400(JP,A1)
 特開2006-255536(JP,A)
 特表2006-520910(JP,A)
 特開2012-241189(JP,A)
 特開平05-155719(JP,A)
 国際公開第00/030443(WO,A1)
 国際公開第98/026807(WO,A1)
 特表2012-508295(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

C 1 1 D 1 / 0 0 - 1 9 / 0 0
 A 0 1 N 1 / 0 0 - 6 5 / 4 8
 A 0 1 P 1 / 0 0 - 2 3 / 0 0
 B 0 1 J 2 0 / 0 0 - 2 0 / 3 4