(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B1)　(11)特許番号
特許第7936642号
(P7936642)
(45)発行日　令和8年10月16日(2026.10.16)　(24)登録日　令和8年10月7日(2026.10.7)

(51)Int.Cl.　F I
C09D 183/08　(2006.01)　C09D 183/08

請求項の数 3　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2026-98643(P2026-98643)
(22)出願日　令和8年6月12日(2026.6.12)
審査請求日　令和8年6月15日(2026.6.15)

早期審査対象出願

(73)特許権者　507381455
株式会社フェクト
岡山県津山市西吉田５５８番地３
(74)代理人　100118393
弁理士　中西　康裕
(74)代理人　100119747
弁理士　能美　知康
(72)発明者　安田　海人
岡山県津山市西吉田５５８番地３　株式会社フェクト内
(72)発明者　▲高▼田　康哲
岡山県津山市西吉田５５８番地３　株式会社フェクト内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】海洋生物付着抑制防汚塗料

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

２３℃における粘度が０．１～５０Ｐａ・ｓであり、分子鎖両末端にシラノール基を有する直鎖状のオルガノポリシキロサンと、

ビス［２－（トリメトキシシリル）エチル］アミン、ビス［３－（トリメトキシシリル）プロピル］アミン、ビス［４－（トリメトキシシリル）ブチル］アミン、ビス［２－（トリエトキシシリル）エチル］アミン、ビス［３－（トリエトキシシリル）プロピル］アミン、ビス［４－（トリエトキシシリル）ブチル］アミンから選択される少なくとも１種のビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物及びテトラノルマルブチルチタネート、ブチルチタネートダイマー及びテトラオクチルチタネートから選択される少なくとも１種のチタンアルコキシド化合物の反応生成物を含む、室温硬化性の塗料成分と、

前記室温硬化性の塗料成分中にさらに超常磁性流体を含み、

前記超常磁性流体は、粒径が５～２０ｎｍの四三酸化鉄（Fe_3O_4）ナノ粒子を含んでおり、その含有割合が前記室温硬化性の塗料成分１１０質量部に対して５～３０質量部であることを特徴とする、海洋生物付着抑制防汚塗料。

【請求項２】

前記ビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物及び前記チタンアルコキシド化合物の反応生成物は、前記ビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン１モルに対して前記チタンアルコキシド化合物を０．１～０．３モルの割合で反応させたものであることを特徴とする請求項１に記載の海洋生物付着抑制防汚塗料。

【請求項３】
前記ビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物及び前記チタンアルコキシド化合物の反応生成物の含有割合は、前記オルガノポリシロキサンに対して固形比で０．５～１０質量％であることを特徴とする、請求項１又は２に記載の海洋生物付着抑制防汚塗料。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、外部電源を必要とせず、有害な成分の溶出がなく、単に塗布・乾燥するのみで所定の作用効果を奏させることができ、しかも再塗工性を備えた海洋生物付着抑制防汚塗料に関する。
【背景技術】
【０００２】
海洋構造物、船舶、沿岸インフラ、海水を利用する工業プラント等においては、海洋生物の付着(バイオファウリング)を抑制することが重要な課題となっている。たとえば、船舶の船体に付着したフジツボや海藻などの生物群は、流体力学的な摩擦抵抗を著しく増大させ、結果として燃料消費量の増加と、それに伴う温室効果ガスの排出量の急増を引き起こす。歴史的に、この課題に対する最も有効な解決策として、トリブチルスズ（ＴＢＴ）や亜酸化銅（Cu_2O）、ないし各種の有機防汚剤を塗膜から徐々に海水中へ溶出させる自己研磨型防汚塗料（ＳＰＣ：Self-Polishing Copolymer）が採用されていた。
【０００３】
しかし、これらの毒性物質が非標的生物に及ぼす致死的な影響や、海洋底への重金属の蓄積、内分泌撹乱作用などの環境リスクが明らかになるにつれ、国際海事機関（ＩＭＯ）によるＴＢＴの全面使用禁止をはじめとする厳しい国際規制が敷かれることとなった。この規制的背景が、毒性物質の溶出に依存しない、環境調和型の新しい防汚技術（Biocide-free coatings）の開発を強力に推進する原動力となっている。
【０００４】
このような環境調和型の新しい防汚技術として、たとえば特許文献１（米国特許第７９５０４５２号公報）海洋掘削構造物等の周囲に電極を設け、外部電源を用いて海洋掘削構造物等と電極との間の海水中のイオン濃度を所定範囲となるように制御することによって、海洋掘削構造物等の表面に海洋生物が付着しないようにした防汚システムの発明が開示されている。
【０００５】
また、特許文献２（国際公開２０２４－２２４１２０号公報）には、海水と接触する固体表面に、水溶性樹脂中に、表面が二酸化チタン（TiO_2）ナノ粒子で修飾された酸化グラフェン（ＧＯ）シートからなる導電性かつ光触媒的に活性なシート成分（TiO_2／ＧＯシート）と、マグネタイト（Fe_3O_4）ナノ粒子で外部加飾されているポリアニリンナノロッド（ＰＡＮＩ）からなる磁性かつ導電性を有するナノ粒子（ＰＡＮＩ／Fe_3O_4ナノロッド）成分とを含む水性分散液を塗布し、外部磁場（０．０１～０．３２ｍＴ）を用いてＰＡＮＩ／Fe_3O_4ナノロッドをコーティング面に対して垂直方向（面外方向）に配向させ、TiO_2／ＧＯシートはそのまま水平方向（面内方向）に配向させることにより、固体表面の高い防汚性及び長期間の機能性を備えるようにした海洋生物付着抑制防汚塗料の発明が開示されている。
【０００６】
さらに、非特許文献１には、酸化グラフェン（ＧＯ）－Fe_3O_4ハイブリッドナノフィラーをポリジメチルシロキサン樹脂中に分散させてなる塗料を用いて形成した塗膜は、良好な超撥水性及び防汚特性を有し、船舶の海洋生物付着抑制防汚塗料としても使用できることが示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】

【０００７】
【特許文献１】米国特許第７９５０４５２号公報
【特許文献２】国際公開２０２４－２２４１２０号公報
【特許文献３】特許第７４５０８６６号公報
【非特許文献】
【０００８】
【非特許文献１】https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.langmuir.2c03061
【非特許文献２】https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2878482/
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
特許文献１に開示されている発明によれば、外部電源によって海洋掘削構造物等と電極との間の海水中のイオン濃度をフジツボや海藻などの生物群が集積ないし育成し難い範囲に維持できるため、効果的に海洋掘削構造物等の表面に海洋生物が付着しないようにすることが可能となる。しかしながら、特許文献１に開示されている発明は、外部電源と電極とを用いて海洋掘削構造物等と電極との間の海水中のイオン濃度を制御するものであるため、海洋掘削構造物を含む海洋構造物、沿岸インフラ、海水を利用する工業プラント等の固定構造物に対しては良好な効果を奏することができるが、船舶のような移動する物体に対しては船舶の周囲の海水中のイオン濃度を一定に維持することが困難であるため、直ちには採用し難い。
【００１０】
一方、特許文献２に開示されている海洋生物付着抑制防汚塗料の発明においては、ＰＡＮＩ／Fe_3O_4ナノロッドがコーティング面に対して垂直（面外方向）に配向され、ＧＯ／TiO_2シートがコーティング面に沿って水平方向（面内方向）に配向されているので、面内と面外で異なる電気伝導度（電気的異方性）が生じ、これにより細菌や微生物の初期吸着やバイオフィルムの形成が抑制され、しかも、TiO_2の光触媒作用によって形成される活性酸素が有機物や微生物を分解し、長期防汚に繋がり、さらには、水溶性樹脂が徐々に溶解していく際、内部のＰＡＮＩ／Fe_3O_4ナノロッドが新たに露出するが、ＰＡＮＩ／Fe_3O_4ナノロッドは柔軟性を有しているので波や潮流等による微細な振動によって付着物した藻類や貝類が剥離しやすくなるという優れた効果を有している。従って、特許文献２に開示されている防汚塗料の発明では、特に外部電源を設けなくても塗膜の面内と面外との間に電気的異方性が形成されるので、その他の作用効果とも相まって固体表面に高い防汚性及び長期間の機能性を備えさせることができる海洋生物付着抑制防汚塗料が得られるようになる。
【００１１】
しかしながら、この特許文献２に開示されている防汚塗料の発明は、水溶性樹脂成分が徐々に溶解することにより所定の作用・効果が生じるものであるので、時間の経過と共に塗膜の表面からＧＯ／TiO_2シートやＰＡＮＩ／Fe_3O_4ナノロッドも離脱してしまうため、上述した環境調和型の海洋生物付着抑制防汚塗料という概念から外れてしまっている。加えて、特許文献２に開示されている防汚塗料の発明は、Fe_3O_4ナノ粒子をＰＡＮＩと反応させてＰＡＮＩ／Fe_3O_4ナノロッドを調製する必要があり、しかもＰＡＮＩ／Fe_3O_4ナノロッドをコーティング面に対して垂直（面外方向）に配向させるためには、塗膜形成時に外部磁場を用いて所定の方向に配向させる必要があるので、特許文献２に開示されている海洋生物付着抑制防汚塗料を単に塗布・乾燥するのみでは所定の塗膜を形成することができず、塗膜形成に手間がかかるという課題も存在する。
【００１２】
同様に、非特許文献１に開示されている塗料も、酸化グラフェン（ＧＯ）－Fe_3O_4ハイブリッドナノフィラーを用いており、ここにはFe_3O_4ナノ粒子を、特にＧＯのような担体に結合させることなく、単独でポリジメチルシロキサン樹脂中に添加した塗料を用いても、所定の作用効果を奏する塗膜を得ることができるかについては何も示唆されて

いない。

【００１３】

一方、外部電源を使用する必要がなく、しかも塗膜から成分の溶出ないし離脱がない海洋生物付着抑制防汚塗料としてはシリコーン樹脂防汚塗料が広く知られているが、これらのシリコーン樹脂防汚塗料は撥水性・撥油性を有する離型性に優れた塗料が多く、同塗料を再塗装する際は、既に形成されている塗膜を除去する必要があり、重ね塗り（以下、単に「リコート」という）することが困難であるため、用途が非常に限定されてしまっている。

【００１４】

一方、発明者等は、先に特定の直鎖状のオルガノポリシキロサンと、特定のビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物及び特定のチタンアルコキシド化合物の反応生成物を含む室温硬化性の透明防錆塗料の発明を特許出願し、既に特許を取得している（上記特許文献３参照）。

【００１５】

そして、発明者等は、特許文献３に開示されている透明防錆塗料に対して特許文献２ないし非特許文献１に開示されている海洋生物付着抑制防汚塗料の発明の技術思想の適用を検討した。しかしながら、特許文献３に開示されている透明防錆塗料により形成される塗膜は特許文献２に開示されている海洋生物付着抑制防汚塗料の必須の構成要件得ある「徐々に溶解する水溶性樹脂成分」が含まれていないので、そのままでは適用できない。加えて、特許文献２ないし非特許文献１に開示されている海洋生物付着抑制防汚塗料では、ＰＡＮＩ／Fe_3O_4ナノロッド（特許文献２）ないし酸化グラフェン（ＧＯ）－Fe_3O_4ハイブリッドナノフィラー（非特許文献１）を用いているように、Fe_3O_4を他の成分と結合させたものを用いており、構成が複雑となって製造に手間が掛かってします。

【００１６】

そこで、発明者等は特許文献２に開示されている海洋生物付着抑制防汚塗料で用いられているマグネタイト（Fe_3O_4）ナノ粒子の物性について種々知見を重ねてきた。その結果、このマグネタイトは粒径が小さくなると超常磁性を示し、特に従来は医学用とで多く用いられてきた（非特許文献２参照）ものであるが、特許文献3に開示されている透明防錆塗料中に超常磁性を示すマグネタイトナノ粒子をそのまま含有させた塗料を用いて形成した塗膜が、特に外部磁石のような強磁性／磁場発生手段を用いてマグネタイトナノ粒子を所定の方向に配向させなくても、さらにはマグネタイトナノ粒子を他の成分と結合させなくても、良好な海洋生物付着抑制防汚性を奏することを見出し、本発明を完成するに到ったのである。

【００１７】

なお、超常磁性とは、強磁性体やフェリ磁性体のナノ粒子に現れる現象であり、通常の強磁性体やフェリ磁性体では磁化の向きが整列して磁化状態を保つが、これらの粒子がナノスケールの粒子サイズとなると、熱によって磁化の向きがランダムに変動し、巨視的な残留磁化がゼロとなる現象を示すものである。そして、超常磁性ナノ粒子は、表面積と体積の比が非常に大きくなるので、表面の原子や電子の影響を受けやすくなり、特に外部の磁場に対して非常に敏感になり、高い磁気応答性を示すようになるという性質を有しているものである。

【００１８】

すなわち、本発明は、外部電源を必要とせず、塗膜から成分の溶出ないし離脱がなく、しかも、超常磁性流体そのものを添加した塗料を単に塗布・乾燥するのみで所定の海洋生物付着抑制防汚性を奏する塗膜を形成することができ、さらにはリコート性をも備えた海洋生物付着抑制防汚塗料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】

【００１９】

本発明によれば、２３℃における粘度が０．１～５０Ｐａ・ｓであり、分子鎖両末端にシラノール基を有する直鎖状のオルガノポリシキロサンと、

ビス［２－（トリメトキシシリル）エチル］アミン、ビス［３－（トリメトキシシリル）プロピル］アミン、ビス［４－（トリメトキシシリル）ブチル］アミン、ビス［２－（トリエトキシシリル）エチル］アミン、ビス［３－（トリエトキシシリル）プロピル］アミン、ビス［４－（トリエトキシシリル）ブチル］アミンから選択される少なくとも１種のビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物及びテトラノルマルブチルチタネート、ブチルチタネートダイマー及びテトラオクチルチタネートから選択される少なくとも１種のチタンアルコキシド化合物の反応生成物を含む、室温硬化性の塗料成分と、

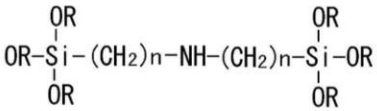
前記室温硬化性の塗料成分中にさらに超常磁性流体を含み、

前記超常磁性流体は、粒径が５ｎｍ～２０ｎｍの四三酸化鉄（Fe_3O_4）を含むものであって、その含有割合が前記室温硬化性の塗料成分１１０質量部質量部に対して５～３０質量部である、海洋生物付着抑制防汚塗料が提供される。

四三酸化鉄の粒径は、２０ｎｍ以下であれば粒径の減少と共に良好な超常磁性を示すようになるが、粒径を５ｎｍ未満とするのは困難であるので、粒径は５ｎｍ～２０ｎｍとすることが好ましい。さらに、前記室温硬化性の塗料成分１１０質量部に対して超常磁性流体の含有割合が５質量部未満であると海洋生物付着抑制防汚性が劣るようになり、また、３０質量部を超えると前記室温硬化性の塗料成分自体が奏する特性が劣化してしまうので、好ましくない。

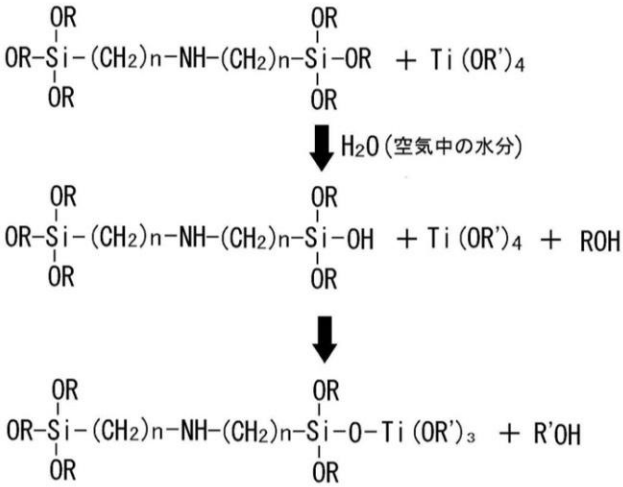
【００２０】

なお、ビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物の一般式を下記に示す。ただし、下記一般式においてＲはアルキル基を示す。



【００２１】

そして、ビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物とチタンアルコキシド化合物の反応は、テトラノルマルブチルチタネート及びテトラオクチルチタネートの一般式を$Ti(OR')_4$で表すと、下記反応式のとおりと推定される。なお、ブチルチタネートダイマーは、テトラノルマルブチルチタネートの加水分解反応により生成する化合物であるので、実質的にテトラノルマルブチルチタネートの場合と同様の反応となると推定される。ただし、下記一般式においてＲはアルキル基を示し、Ｒ’はｎ－ブチル基又はｎ－オクチル基を示す。



【００２２】
なお、チタンアルコキシド化合物自体は、水分と反応して白色のチタン酸化物を形成することが知られているが、本発明で用いているビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物とチタンアルコキシド化合物の反応生成物は、実質的に透明であり、水分に対してもチタンアルコキシドよりも遙かに安定であり、分子鎖両末端にシラノール基を有する直鎖状のオルガノポリシキロサンと組み合わせて用いることにより、長寿命の防錆性をも備えた塗膜が得られるようになる。
【００２３】
また、係る態様の海洋生物付着抑制防汚塗料においては、前記室温硬化性の塗料成分中の分子鎖両末端にシラノール基を有する直鎖状のオルガノポリシキロサンとして、２３℃における粘度が０．１～５０Ｐａ・ｓのものを用いることが好ましい。オルガノポリシキロサンの２３℃における粘度が０．１Ｐａ・ｓ未満であると得られる塗膜の伸びが十分に確保できず、同じく５０Ｐａ・ｓを越えると塗膜形成時の作業性が劣るようになるので、好ましくない。
【００２４】
さらに、本発明の海洋生物付着抑制防汚塗料は、上述の室温硬化性の塗料成分中にさらに超常磁性流体を含んでいる。上述の室温硬化性の塗料自体は、シリコーン樹脂系塗料の一種であるため、その塗膜はある程度の海洋生物付着抑制防汚性を奏するが、これに超常磁性流体を含有させた塗料を用いて形成した塗膜はさらに良好な海洋生物付着抑制防汚性を示すようになる。
【００２５】
その詳細な理由は、今後の研究による解明を待つ必要があるが、おそらくは、本発明の塗膜に含まれている超常磁性流体に対し、船舶の進行や波の影響によって海水の流動（電解質溶液の移動）が生じると電磁誘導的に極微小な電流や磁気勾配が生じ、これがフジツボや海藻、バクテリア等の細胞膜電位を乱し、初期付着（バイオフィルムの形成）を阻害し、結果的に良好な海洋生物付着抑制防汚性を奏するようになるものと推定される。
【００２７】
係る態様の海洋生物付着抑制防汚塗料においては、前記室温硬化性の塗料成分中のビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物としては、ビス［２－（トリメトキシシリル）エチル］アミン、ビス［３－（トリメトキシシリル）プロピル］アミン、ビス［４

－（トリメトキシシリル）ブチル］アミン、ビス［２－（トリエトキシシリル）エチル］アミン、ビス［３－（トリエトキシシリル）プロピル］アミン、ビス［４－（トリエトキシシリル）ブチル］アミンから選択される少なくとも１種を使用することができる。より好ましいアミノビスシラン化合物は、ビス［３－（トリメトキシシリル）プロピル］アミン、ビス［３－（トリエトキシシリル）プロピル］アミンである。

【００２８】

また、係る態様の海洋生物付着抑制防汚塗料においては、前記室温硬化性の塗料成分中のビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物とチタンアルコキシド化合物の反応生成物としては、ビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物１モルに対してチタンアルコキシド化合物を０．１～０．３モルの割合で反応させたものであることが好ましい。これにより、遊離の状態で存在している未反応のビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物ないしチタンアルコキシド化合物の量が少なく、良好な防錆効果をも奏することができる海洋生物付着抑制防汚塗料を得ることができるようになる。

【００２９】

なお、ビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物１モルに対してチタンアルコキシド化合物が０．１モル未満であると、チタンアルコキシド化合物に対して未反応のビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物の量が多くなるので、海洋生物付着抑制防汚塗膜の基材に対す密着性が弱くなる。同じく０．３モルを越えると、ビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物に対して未反応のチタンアルコキシド化合物の量が多くなるので、海洋生物付着抑制防汚塗料の安定性が劣るようになる。

【００３０】

また、係る態様の海洋生物付着抑制防汚塗料においては、前記室温硬化性の塗料成分中のビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物とチタンアルコキシド化合物の反応生成物の含有割合は、前記オルガノポリシロキサンに対して固形比で０．５～１０質量％であることが好ましい。オルガノポリシロキサンに対するビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物とチタンアルコキシド化合物の反応生成物の含有割合が０．５質量％未満であると基材に対する海洋生物付着抑制防汚塗膜の密着性が弱くなって充分な防汚効果が得られなくなり、同じく１０質量％を越えると得られる海洋生物付着抑制防汚塗料が増粘してゲル状態となるので、好ましくない。

【発明の効果】

【００３１】

以上述べたように、本発明によれば、外部電源を必要とせず、塗膜から成分の溶出ないし離脱がなく、しかも、超常磁性流体そのものを添加した塗料を単に塗布・乾燥するのみで所定の海洋生物付着抑制防汚性を奏する塗膜を形成することができ、さらにはリコート性をも備えた海洋生物付着抑制防汚塗料を提供することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【００３２】

【図１】（ａ）は鉄製板への各試験片の固定状態を示す図であり（ｂ）は各種試験片を固定した鉄製板を海中へ設置した場所の概要を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００３３】

以下、本発明に係る海洋生物付着抑制防汚塗料について、各種実験例を用いて詳細に説明する。ただし、以下に示す各種実験例は、本発明の技術思想を具体化するための例を示すものであって、本発明をこれらの各種実験例に示したものに特定することを意図するものではない。本発明は特許請求の範囲に含まれるその他の実施形態のものにも等しく適応し得るものである。

【００３４】

［各実験例の塗料調製］

（実験例１）

酢酸ブチル２０質量部、イソプロピルアルコール６０質量部の混合溶媒に、撹拌しなが

らビス［３－（トリメトキシシリル）プロピル］アミン（モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン合同会社製）を１６質量部加え、次にテトラノルマルブチルチタネート（マツモトファインケミカル(株)製）を４質量部加えて、３０℃で６０分撹拌を続けた後、密封して２５℃で２４時間静置した。反応液は無色透明液から徐々に着色し、濃い透明黄色液に変化した。次いで、この２４時間静置後の反応液を、粘度が６Ｐａ・ｓの分子鎖両末端にシラノール基を有する直鎖状のオルガノポリシキロサン１００質量部に対して１０質量部添加し、実験例１の室温硬化性の塗料成分を調製した。この実験例１の室温硬化性の塗料成分は、実質的に透明であり、超常磁性流体は添加されていない。

【００３５】

（実験例２～４）

さらに、この室温硬化性の塗料成分の硬化前に、超常磁性流体として、主成分が平均粒径１０ｎｍのマグネタイト（Fe_3O_4）（Ｆｅｒｒｏｂｅａｄｓ（登録商標）、(株)フェローテック製ＦＢ－０１ＳＨ（商品名））を固形分換算で２質量部（実験例２）、５質量部（実験例３）及び３０質量部（実験例４）、それぞれ添加し、充分に撹拌・混合して実験例２～４の海洋生物付着抑制防汚塗料を調製した。この実験例２～４の海洋生物付着抑制防汚塗料は、黒色がかった茶色を呈しており、超常磁性流体の含有割合の増大に従って黒色が濃くなっていた。

【００３６】

(実験例５)

メトキシ基を有するシリコーンオリゴマーKR－５００(商品名、信越化学工業(株))９５質量部にチタン系重合触媒Ｄ－２０(商品名、信越化学工業(株))を５質量部添加し、比較例２のシリコーン樹脂防汚塗料を調製した。この実験例５のシリコーン樹脂防汚塗料には超常磁性流体は添加されていない。

【００３７】

(実験例６)

小型船舶用プロペラ防汚塗料として市販されているシリコーン系防汚塗料であるニューペラクリンＰＲＵＳ（商品名、中国塗料（株））をそのまま実験例６のシリコーン系防汚塗料として用いた。なお、ニューペラクリンＰＲＵＳは、本来エポキシ系プライマーと共に使用されるものであるが、ここでは他の実験例との対比の都合上、プライマーは用いずに単独で各種試験を行った。

【００３８】

以下、実験例1～６の各塗料の組成を下記表１にまとめて示した。

【表１】

	実験例１	実験例２	実験例３	実験例４	実験例５	実験例６
室温硬化性の塗料成分	110	110	110	110		
超常磁性流体		2	5	30		
シリコーン樹脂防汚塗料					100	
シリコーン系防汚塗料(市販品)						100
合計	110	112	115	140	100	100

【００３９】

［海浸漬試験］

上述のように調製した実験例１～６の各塗料を用い、海浸漬試験を行った。まず、各試験に共通して使用する試験片として、市販のＦＲＰ製板（１４８×２１０×５ｍｍ）を用い、それぞれローラー塗装法により、実験例１～４では塗布量１５０ｇ／m^2となるように、また実験例５では塗布量１００ｇ／m^2となるように、さらに実験例６では２４０ｇ／m^2となるように塗布し、室温にて２４時間乾燥した後、室温にて２週間養生し、実験例１～６に係る各塗料が塗布された試験片をそれぞれ複数個作製した。このときの各試験

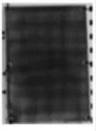
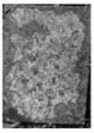
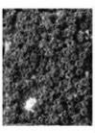
片の外観を下記表２の「海浸漬試験前」の欄に纏めて示した。

【００４０】

次いで、実験例１～６の各塗料が塗布された試験片を、図１（ａ）に示したように、それぞれ鉄製板の表面に並べて固定し、所定期間海水中にロープで吊して貝類の付着状況を測定した。試験場所は岡山県倉敷市玉島の乙島漁港付近（図１（ｂ）参照）であり、試験期間は２０２５年３月２７日～２０２５年１０月８日までの約６か月半であった。取り出した直後の各試験片の外観を下記表２の「海浸漬試験後」の欄にまとめて示した。

【００４１】

【表２】

	実験例１	実験例２	実験例３	実験例４	実験例５	実験例６
海浸漬試験前						
海浸漬試験後						
貝付着性	△	△	○	○	×	○

貝付着性　：　○＝付着なし　△＝わずかに付着　×＝全面に付着

【００４２】

表２に示した結果から、以下のことが分かる。まず、実験例５の試験片は、シリコーン樹脂防汚塗料を塗布したものであって、超常磁性流体は含まれていないものであるが、全面に亘って貝類が付着していた。また、実験例６の試験片は小型船舶用プロペラ防汚システムとして市販されている塗料を塗布したものであり、超常磁性流体は含まれていないものであるが、貝類の付着がほとんど見られない良好な結果が得られている。

【００４３】

それに対し、実験例１の試験片は、本発明の海洋生物付着抑制防汚塗料を構成する室温硬化性の塗料成分のみからなり、超常磁性流体は含まれていない塗料を塗布したものであるが、わずかに貝類の付着が見られた。実験例２の試験片は、本発明の海洋生物付着抑制防汚塗料を構成する室温硬化性の塗料成分１１０質量部に対して超常磁性流体を２質量部添加した塗料を塗布したものであるが、実験例１の試験片の場合よりは少ないがわずかに貝類の付着が見られた。さらに、実験例３及び４の試験片は、それぞれ室温硬化性の塗料成分１１０質量部に対して超常磁性流体の添加割合を、実験例２の試験片よりも多く、５質量部（実験例３）及び３０質量部（実験例４）としたものであるが、貝類の付着は実質的に認められなかった。

【００４４】

これらの実験例２～４の結果を総合的に判断すると、本発明の海洋生物付着抑制防汚塗料を構成する室温硬化性の塗料成分１１０質量部に対する超常磁性流体の添加割合は５質量部～３０質量部が好ましいことが分かる。なお、超常磁性流体の添加割合が室温硬化性の塗料成分１１０質量部に対して５質量部未満であると、実験例２の結果から明らかなよ

うに、超常磁性流体の添加量が少なすぎて海洋生物付着抑制防汚性が劣るようになり、また、３０質量部を超えると、粘度が高くなりすぎる等、前記室温硬化性の塗料成分自体が奏する特性が劣化してしまうので、好ましくない。

【００４５】

［リコート性試験］

上述の「海浸漬試験」で用いたのと同様にして作製した実験例１～６の各試験片を用い、さらに各実験例と同様の塗布条件で同様の塗料をリコートし、室温にて２４時間乾燥した後、室温にて２週間養生して実験例１～６のリコート性試験用試験片をそれぞれ作製した。このリコート性試験用試験片の表面を目視により観察し、全面に剥がれ部分が認められなかったものを「○」と評価し、一部に剥がれ部分が認められたものを「×」と評価した。結果を下記表４にまとめて示した。

【００４６】

さらに、このようにして作製された実験例１～６のリコート性試験用試験片に対してＪＩＳ Ｋ ５６００－５－６：１９９９に示された付着性（クロスカット法）に基づき、付着性試験を行った。なお、付着性試験結果は、このＪＩＳ規格に示されている下記表３に示されている分類表に従って評価し、結果をまとめて表４に示した。

【表３】

分類	説明	はく離（はがれ）が生じているクロスカット部分の表面の状態（6種の並行カットの例）
0	カットの縁が完全に滑らかで，どの格子の目にもはがれがない。	－
1	カットの交差点における塗膜の小さなはがれ。 クロスカット部分で影響を受けるのは，明確に5 %を上回ることはない。	
2	塗膜がカットの縁に沿って，及び/又は交差点においてはがれている。クロスカット部分で影響を受けるのは明確に5 %を超えるが15 %を上回ることはない。	
3	塗膜がカットの縁に沿って，部分的又は全面的に大はがれを生じており，及び/又は目のいろいろな部分が，部分的又は全面的にはがれている。クロスカット部分で影響を受けるのは，明確に15 %を超えるが35 %を上回ることはない。	
4	塗膜がカットの縁に沿って，部分的又は全面的に大はがれを生じており，及び/又は数か所の目が部分的又は全面的にはがれている。クロスカット部分で影響を受けるのは，明確に35 %を超えるが65 %を上回ることはない。	
5	はがれの程度が分類4を超える場合。	

【００４７】

【表４】

	実験例１	実験例２	実験例３	実験例４	実験例５	実験例６
リコート性	○	○	○	○	×	×
	分類：0	分類：0	分類：0	分類：0	分類：5	分類：5

リコート性：　○＝全面に剥がれ部分なし　×＝部分的に剥がれ部分あり

【００４８】

表４に示した結果から、以下のことが分かる。すなわち、実験例５及び実験例６の試験片は、何れもリコート性に劣っていた。このことは、実験例５及び実験例６で用いた塗料は、何れもシリコーン系の塗料であるので、本質的に撥水性・撥油性を有する離型性に優れた塗料であるため、実質的にリコート性がないことを示すものである。それに対し、実験例１～４の試験片は、何れも室温硬化性の塗料成分が共通しており、この室温硬化性の塗料成分がリコート性を備えていることから、超常磁性流体を含有している（実験例２～

４）場合及び含有していない場合（実験例１）の何れにおいてもリコート性を発揮できたものと考えられる。したがって、本発明の海洋生物付着抑制防汚塗料によれば、海洋生物付着抑制防汚効果だけでなく、リコート性も備えていることが確認された。

【産業上の利用可能性】

【００４９】

以上述べたように、本発明の海洋生物付着抑制防汚塗料によれば、海洋構造物、船舶、沿岸インフラ、海水を利用する工業プラント等において、海洋生物の付着を良好に抑制することができるようになる。

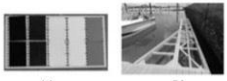
【要約】

【課題】海洋生物付着抑制防汚効果だけでなく、リコート性も備えている海洋生物付着抑制防汚塗料を提供する。

【解決手段】本発明の海洋生物付着抑制防汚塗料は、２３℃における粘度が０．１～５０Ｐａ・ｓであり、分子鎖両末端にシラノール基を有する直鎖状のオルガノポリシキロサンと、ビス（トリアルコキシシリルアルキル）アミン化合物及びテトラノルマルブチルチタネート、ブチルチタネートダイマー及びテトラオクチルチタネートから選択される少なくとも１種のチタンアルコキシド化合物の反応生成物を含む室温硬化性の塗料成分と、超常磁性流体を含むことを特徴とする。超常磁性流体としては、粒径が５～２０ｎｍの四三酸化鉄（Fe_3O_4）ナノ粒子を含んでおり、その含有割合が前記室温硬化性の塗料成分１１０質量部に対して５～３０質量部とすることが好ましい。

【選択図】図１

【図１】



フロントページの続き

(72)発明者　黒木　悠
岡山県津山市西吉田５５８番地３　株式会社フェクト内
(72)発明者　新谷　精豊
岡山県津山市西吉田５５８番地３　株式会社フェクト内

審査官　水島　英一郎

(56)参考文献　米国特許出願公開第２０１５／０３４４７０５（ＵＳ，Ａ１）
国際公開第２０２４／２２４１２０（ＷＯ，Ａ１）
特開２０２５－０８９０６１（ＪＰ，Ａ）
Langmuir, 2023年, 39, 2333-2346

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０９Ｄ，Ｈ０１Ｆ