

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02019/009071

発行日 令和2年7月9日 (2020. 7. 9)

(43) 国際公開日 平成31年1月10日 (2019. 1. 10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C09K 11/00 (2006.01)	C09K 11/00	4H001
C09K 11/64 (2006.01)	C09K 11/64	
C09K 11/80 (2006.01)	C09K 11/80	
C09K 11/06 (2006.01)	C09K 11/06	
G01R 29/12 (2006.01)	C09K 11/06 660	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 31 頁) 最終頁に続く

出願番号 特願2019-527621 (P2019-527621)	(71) 出願人 301021533 国立研究開発法人産業技術総合研究所 東京都千代田区霞が関1-3-1
(21) 国際出願番号 PCT/JP2018/023414	
(22) 国際出願日 平成30年6月20日 (2018. 6. 20)	
(31) 優先権主張番号 特願2017-133345 (P2017-133345)	(74) 代理人 100132621 弁理士 高松 孝行
(32) 優先日 平成29年7月7日 (2017. 7. 7)	(74) 代理人 100123364 弁理士 鈴木 徳子
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)	(72) 発明者 寺崎 正 佐賀県鳥栖市宿町807-1 国立研究開発法人産業技術総合研究所 九州センター内
	(72) 発明者 菊永 和也 佐賀県鳥栖市宿町807-1 国立研究開発法人産業技術総合研究所 九州センター内

最終頁に続く

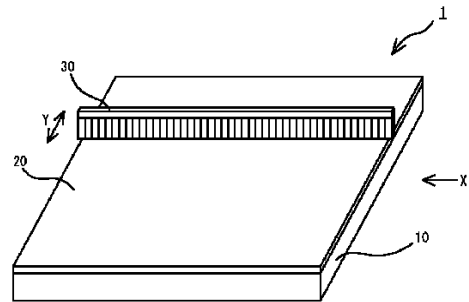
(54) 【発明の名称】 静電気可視化用材料、静電気可視化膜、静電気分布可視化装置および静電気分布可視化方法

(57) 【要約】

【課題】帯電状態を肉眼でも見えるように可視化して、直感的に静電気の分布を理解することができる静電気分布可視化材料、静電気可視化膜、静電気分布可視化装置および静電気分布可視化方法を提供することを目的とする。

【解決手段】蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質および応力発光物質の少なくとも1つを含むように静電気分布可視化材料を作製する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質および応力発光物質の少なくとも一つを含む静電気可視化用材料。

【請求項 2】

蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質および応力発光物質の重量比率が 20 ~ 80 wt %であることを特徴とする請求項 1 に記載の静電気可視化用材料。

【請求項 3】

前記応力発光物質が、 SrAl_2O_4 で表される物質に Eu^{2+} が添加されているもの、 SrAl_2O_4 で表される物質に Eu^{2+} 、 Ho^{3+} 、 Dy^{2+} 、 M_1 、 M_2 および M_3 (M_1 、 M_2 、 $\text{M}_3 = 1 \sim 3$ 価のそれぞれ異なる金属イオン) の少なくとも一つが添加されているもの、または CaYAl_3O_7 で表される物質に Eu^{2+} が添加されているものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の静電気可視化用材料。

【請求項 4】

計測対象物の表面に設けられ、請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の静電気可視化用材料を含むことを特徴とする静電気可視化膜。

【請求項 5】

計測対象物に帯電している静電気分布を可視化することができる静電気分布可視化装置であって、
請求項 4 に記載の静電気可視化膜と、
前記静電気可視化膜の近傍に配置され、前記静電気可視化膜を刺激して前記静電気可視化膜を発光させる可視化部と、
を具備することを特徴とする静電気可視化装置。

【請求項 6】

前記可視化部が、前記静電気可視化膜の表面に接触して前記静電気可視化膜を物理的に刺激する接触部材であることを特徴とする請求項 5 に記載の静電気可視化装置。

【請求項 7】

前記可視化部が、前記静電気可視化膜に磁場を印加する磁石であることを特徴とする請求項 5 に記載の静電気可視化装置。

【請求項 8】

前記可視化部が、前記静電気可視化膜を加熱する加熱装置であることを特徴とする請求項 5 に記載の静電気可視化装置。

【請求項 9】

前記可視化部が、前記静電気可視化膜に音波を照射して前記静電気可視化膜を振動させる音波発生装置であることを特徴とする請求項 5 に記載の静電気可視化装置。

【請求項 10】

前記可視化部が、前記静電気可視化膜が発する光の波長以外の電磁波を照射する電磁波発生装置であることを特徴とする請求項 5 に記載の静電気可視化装置。

【請求項 11】

前記可視化部が、前記静電気可視化膜を前記計測対象物と共に変形させる引張・圧縮機であることを特徴とする請求項 5 に記載の静電気可視化装置。

【請求項 12】

前記電磁波が、可視光であることを特徴とする請求項 10 に記載の静電気可視化装置。

【請求項 13】

前記静電気可視化膜またはその近傍に、前記静電気可視化膜の温度を変更できる膜温度制御部を設けたことを特徴とする請求項 5 ~ 12 の何れか 1 項に記載の静電気可視化装置。

【請求項 14】

前記静電気可視化膜の近傍に配置され、前記静電気可視化膜の発光状態を記録する記録部

10

20

30

40

50

をさらに具備することを特徴とする請求項 5 ~ 13 の何れか 1 項に記載の静電気可視化装置。

【請求項 15】

計測対象物に帯電している静電気分布を可視化することができる静電気分布可視化方法であって、

前記計測対象物の表面に、請求項 4 に記載の静電気可視化膜を形成する工程と、

前記計測対象物の少なくとも表面に静電気を帯電させる工程と、

前記静電気可視化膜を刺激する可視化手段を用いて、前記静電気可視化膜を発光させる発光工程と、

を具備することを特徴とする静電気分布可視化方法。

10

【請求項 16】

前記可視化手段が、前記静電気可視化膜の表面に接触部材を接触させて前記静電気可視化膜を刺激する物理的的刺激であることを特徴とする請求項 15 に記載の静電気分布可視化方法。

【請求項 17】

前記可視化手段が、前記静電気可視化膜に印加される磁場であることを特徴とする請求項 15 に記載の静電気分布可視化方法。

【請求項 18】

前記可視化手段が、前記静電気可視化膜に加えられる熱であることを特徴とする請求項 15 に記載の静電気可視化方法。

20

【請求項 19】

前記可視化手段が、前記静電気可視化膜に照射されて前記静電気可視化膜を振動させる音波であることを特徴とする請求項 15 に記載の静電気可視化方法。

【請求項 20】

前記可視化手段が、前記静電気可視化膜に照射される、前記静電気可視化膜が発する光の波長以外の波長の電磁波であることを特徴とする請求項 15 に記載の静電気可視化方法。

【請求項 21】

前記可視化手段が、前記計測対象物と共に前記静電気可視化膜を変形させる物理的な力であることを特徴とする請求項 15 に記載の静電気可視化方法。

【請求項 22】

前記電磁波が、可視光であることを特徴とする請求項 20 に記載の静電気可視化方法。

30

【請求項 23】

前記発光工程が、前記静電気可視化膜の温度を変更させてから、前記可視化手段を用いて、前記静電気可視化膜を発光させることを特徴とする請求項 15 ~ 22 の何れか 1 項に記載の静電気可視化方法。

【請求項 24】

前記静電気可視化膜の発光状態を記録する記録工程をさらに具備することを特徴とする請求項 15 ~ 23 の何れか 1 項に記載の静電気可視化方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、様々な部品や装置に帯電する静電気の帯電状態を可視化することができる静電気可視化用材料、静電気可視化膜、静電気分布可視化装置および静電気分布可視化方法に関する。

【背景技術】

【0002】

我が国は、半導体製造、電子・電気機器製造、精密機械製造、輸送機械製造、化学品製造、繊維製造、セラミックス製造、薬品製造および食品製造など、産業の根幹を支える様々

50

な製造業を有している。このような製造業における実際の製造を受け持つ工場においては、多くの部品が生産ラインを流れながら、自動工程あるいは人為工程で製品が組み立てられている。

【0003】

ここで、製品を構成する部品に不具合や不良があったり、製造工程に不具合や不良があったりすると、当然ながら製造される製品も不具合や不良品となり、製造の歩留まりが下がる問題がある。あるいは部品に問題がなくとも、製造後の製品に種々の理由で不具合や不良が生じることもある。前者および後者のいずれにもかかわる問題として、自動化された製造工程において、各工程での動作不良が生じると、製造速度（製造効率）が下がったり、製品の製造歩留まりが下がったりする問題がある。

10

【0004】

従来は大企業を中心に、研究、開発、設計、製造、品質管理、販売までの一連の流れが垂直統合的に行われていることが多かった。このような垂直統合型の企業においては、製造現場で生じうる製造品（完成品や半完成品）の品質不足や歩留まり低下と開発や設計での対応は、同一企業内部でフィードバック、フィードフォワードしやすい環境にあった。

【0005】

一方で、近年においては、同一企業において製造コストの問題から製造部門（すなわち製造工場）が子会社化されたり、受託製造だけを行う製造企業が現れたりしている。同様に、研究・開発だけを行って、製造を行わないファブレス企業なども、電気分野、情報通信分野などを中心に興隆している。

20

【0006】

このように、現在の製造業においては、開発や設計を行う領域と実際の製造を行う領域とに、物理的、時間的、技術的、人的な乖離があることが多くなってきている。このような乖離がある場合には、製造現場で生じる品質不足や歩留まり劣化について、製造現場と開発現場との間で、フィードバックやフィードフォワードすることが困難である。この困難によって、我が国の製造業（製造のみを請け負う受託製造会社、製造子会社、ファブレス企業などを含む）における製造力が低下している懸念がある。

【0007】

製造現場における品質や歩留まりの劣化原因には様々なものがある。設計と製造の容易性、製造現場の熟練度、製造工程のフロー、製造設備、人的スキルなどの不可避の原因もあるが、見落とされがちな原因の一つは、静電気である。すなわち、このような部品、製品あるいは製造工程での不具合や不良の原因には、様々なものがあるが、原因の一つとして静電気が考えられる。

30

【0008】

製造工場においては、このような静電気による部品、製品、製造工程などへの悪影響を考慮して、除電、工場の建物、床、壁などの静電気防止、作業者の服装の静電気防止の工夫など、静電気が部品、製品、製造工程へ影響を及ぼさない工夫がなされている。具体的には、床面、壁、コンベアラインなどを、作業開始前に除電したり、除電用のアースが設けられたりして、製造工程で用いられる部品や製品が静電気を帯びないように工夫がなされている。

40

【0009】

また、製造工場においては、製造工程で用いられる部品を予め除電するなどの工夫も行われている。同様に、作業者も、除電を行ってから作業を開始する工夫も行っている。

【0010】

このように、製造工場においては、静電気の悪影響を抑える工夫が様々に施されている。

【0011】

このような工夫にもかかわらず、製造工程で用いられる部品や製品が、静電気を帯びてしまう問題は完全に解決されていない。例えば、製造工場で製造される電子機器、精密機器などは、低消費電力化が進んでいる。低消費電力化に伴い、これら電子機器や精密機器の製造に用いられる部品は、静電気放電能力を低下させてしまっている。このため、これら

50

電子機器や精密機器の製造に用いられる部品は、静電気を帯びて、簡単に故障してしまうことも多い。

【0012】

このような電子機器や精密機器の製造に用いられる部品には、様々な種類のものがある。例えば、樹脂やビニールで作られた部品（コネクタ、画面用カバー、筐体など）も、数多く使用される。これらの部品は、一定の大きさを有しており、静電気を帯びると、予測不能な挙動を生じることがある。

【0013】

例えば、複数の部品が、コンベアラインを流れて一定の位置に配置される工程に入ったり、画像処理による外観検査の工程に入ったりする。このような工程においては、コンベアラインに投入された複数の部品が、投入間隔を保ってコンベアラインを流れることが望まれる。

10

【0014】

しかしながら、このような部品が静電気を帯びていると、コンベアラインにおいて、部品同士が静電気によって近づいたり反発して遠ざかったりなどの挙動を生じさせる。場合によっては、隣接する部品同士がくっついたりする。このような挙動を生じてしまうと、上述の配置工程や外観検査工程において、適切な実施処理ができなくなってしまう、良品にも関わらず、不良品と自動判別されることがある。

【0015】

配置工程や外観検査工程において、このような部品の予測不能な挙動が生じてしまうと、一旦、コンベアラインを停止させる必要がある。この挙動は、静電気に起因しているとの予測は付くものの、対策としては、コンベアラインや工程上の機器、さらにはコンベアラインに投入される部品の全てに、除電を施すしかない。このような除電作業によって、コンベアラインが停止されると、製造工場においては、大きな損害が生じる。除電作業（場合によっては半日や1日を要する）の間、製造作業が停止するからである。

20

【0016】

このような部品が上述のような挙動を生じさせるのは、静電気が原因であろうことは分かっているが、実際の挙動に至るメカニズムはほとんど解明されていない。特に、部品同士が近づいたり遠ざかったりなどの、異なる挙動を示すこともあれば、全く挙動を示さないこともある。このため、部品に帯電している（と考えられる）静電気が、部品においてどのように分布しているのかが分からないことには、挙動に至るメカニズムの解明が困難である。メカニズムの解明が困難であれば、当然に上述のような挙動を防止する対策案の検討もできない。

30

【0017】

また、携帯電話機やスマートフォンなどの画面上に取り付けられる樹脂やビニールなどで形成されるカバーは、その材質や面積の大きさから、静電気を帯びやすい。このような部品が、電子機器や精密機器の組立工程で用いられる場合に、やはり部品が静電気を帯びていると、静電気によって設置位置が勝手にずれたりしてしまうことがある。こうなると当然に組み立てられる機器は、不良品となってしまう。

【0018】

この場合も、部品が静電気を帯びていることが原因であることは予想がつくが、挙動と静電気帯電との関連性が分からない。この関連性が分からないと、問題の解決を図ることができない。すなわち、部品等に、どのような静電気の帯電が起きているかを、明確に把握することが、製造工程で生じる問題解決の前提となる。言い換えれば部品などにおいて、静電気がどのような分布で帯電しているかを確認できることが、部品の挙動解明の前提条件である。

40

【0019】

さらに、プリンタのように静電気を利用する機器においては、静電気帯電を利用する部品の静電気分布が確認されることが必要である。

【0020】

50

このように、製造工程等における静電気に起因すると思われる様々な問題を解決する前提や、静電気を利用する部品の性能や特性を確認する前提において、部品等の静電気の帯電量分布を正確かつ容易に計測できることが望まれている。

【0021】

そして、このような静電気分布を計測するための装置として、計測対象物に振動を与える位置をスキャンし、その振動に伴って発生する電磁波を計測することにより、計測対象物の静電気帯電分布を計測する静電気帯電計測方法が提案されている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0022】

【特許文献1】国際公開第2012/108258号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

しかしながら、上述した静電気帯電計測方法（特許文献1）では、計測対象物を局所的に振動させる必要があることから、局所的に振動させることができない計測対象物には適用できないという問題点があった。また、発生した電磁波を計測し、それをコンピュータ等で可視化しなければならず、計測対象物の表面にどのように静電気が分布しているのか直感的に理解し難いという問題点があった。

【0024】

さらに、特許文献1の静電気帯電計測方法では、比較的平らな面しか計測できず、複雑な3次元形状の静電気分布を計測できないという問題点があった。

【0025】

本発明は、肉眼でも見えるように、帯電領域を発光させることにより、可視化して直感的に静電気の分布を理解することができる静電気可視化用材料、静電気可視化膜、静電気分布可視化装置および静電気分布可視化方法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】

【0026】

本発明の発明者は、静電気に関する研究を続けていたところ、後述する蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質および応力発光物質が、静電気が帯電するとき、または帯電した状態において外部から刺激を加えることにより、発光するという特性を世界で初めて発見した。そして、その特性を利用して、計測対象物の表面上に静電気分布を示すことができる以下のような画期的な静電気可視化用材料、静電気可視化膜、静電気分布可視化装置および静電気分布可視化方法を見出した。

【0027】

本発明の第1の態様は、蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質および応力発光物質の少なくとも1つを含む静電気可視化用材料にある。

【0028】

ここで、「蛍光物質」とは、照射されたX線、紫外線または可視光線等のエネルギーを吸収することで発光する物質をいう。蛍光物質としては、例えば、 $ZnS:Ag+(Zn, Cd)S:Ag$ 、 $Y_2O_2S:Eu+Fe_2O_3$ 、 $ZnS:Cu, Al$ 、 $ZnS:Ag+CoAl_2O_3$ 、 $Zn_2SiO_4:Mn$ 、 $ZnS:Ag, Cl$ 、 $ZnS:Zn$ 、 $(KF, MgF_2):Mn$ 、 $(Zn, Cd)S:Ag$ 、 $(Zn, Cd)S:Cu$ 、 $ZnO:Zn$ 、 $(Zn, Cd)S:Cu$ 、 $ZnS:Cu$ 、 $ZnS:Cu, Ag$ 、 $MgF_2:Mn$ 、 $(Zn, Mg)F_2:Mn$ 、 $Zn_2SiO_4:Mn$ 、 $ZnS:Ag+(Zn, Cd)S:Cu$ 、 $Gd_2O_2S:Tb$ 、 $Y_2O_2S:Tb$ 、 $Y_2O_2S:Tb$ 、 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ 、 $Y_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$ 、 $Y_2SiO_5:Ce$ 、 $Y_3Al_5O_{12}:Tb$ 、 $Y_3(Al, Ga)_5O_{12}:Tb$ 、 $ZnS:Ag, Al$ 、 $InBO_3:Tb$ 、 $InBO_3$

10

20

30

40

50

: Eu、ZnS:Ag、ZnS:Cu, Al、ZnS:Cu, Au, Al、Y₂SiO₅
 : Tb、(Zn, Cd)S:Cu、Cl+(Zn, Cd)S:Ag, Cl、InBO₃:
 Tb+InBO₃:Eu、ZnS:Ag+ZnS:Cu+Y₂O₂S:Eu、InBO₃
 : Tb+InBO₃:Eu+ZnS:Ag、(Ba, Eu)Mg₂Al₁₆O₂₇、(Ce,
 Tb)MgAl₁₁O₁₉、(Y, Eu)₂O₃、(Sr, Eu, Ba, Cf)₅(
 PO₄)₃Cl、(La, Ce, Tb)PO₄、Y₂O₃:Eu、LaPO₄:Ce, T
 b、(Sr, Cf, Ba)₁₀(PO₄)₆Cl₂:Eu、(La, Ce, Tb)PO₄
 :Ce, Tb、Zn₂SiO₄:Mn、Zn₂SiO₄:Mn、Sb₂O₃、Ce_{0.6}
 7Tb_{0.33}MgAl₁₁O₁₉:Ce, Tb、Y₂O₃:Eu(III)、Mg₄(
 F)GeO₆:Mn、Mg₄(F)(Ge, Sn)O₆:Mn、CaWO₄、CaWO₄ 10
 :Pb、(Ba, Ti)₂P₂O₇:Ti、Sr₂P₂O₇:Sn、Cf₅F(PO₄)
 3:Sb、Sr₅F(PO₄)₃:Sb, Mn、BaMgAl₁₀O₁₇:Eu, Mn、
 BaMg₂Al₁₆O₂₇:Eu(II)、BaMg₂Al₁₆O₂₇:Eu(II),
 Mn(II)、Sr₅Cl(PO₄)₃:Eu(II)、Sr₆P₅BO₂₀:Eu、(
 Cf, Zn, Mg)₃(PO₄)₂:Sn、(Sr, Mg)₃(PO₄)₂:Sn、Ca
 SiO₃:Pb, Mn、Cf₅F(PO₄)₃:Sb, Mn、Cf₅(F, Cl)(PO
 4)₃:Sb, Mn、(Cf, Sr, Ba)₃(PO₄)₂Cl₂:Eu、3Sr₃(P
 O₄)₂SrF₂:Sb, Mn、Y(P, V)O₄:Eu、(Zn, Sr)₃(PO₄)
 2:Mn、Y₂O₂S:Eu、(Sr, Mg)₃(PO₄)₂:Sn(II)、3.5M
 gO_{0.5}MgF₂GeO₂:Mn、Cf₃(PO₄)₂CaF₂:Ce, Mn、SrA 20
 l₂O₇:Pb、BaSi₂O₅:Pb、SrFB₂O₃:Eu(II)、SrB₄O₇
 :Eu、Gd₂O₂S:Tb、Gd₂O₂S:Eu、Gd₂O₂S:Pr、Gd₂O₂S
 :Pr, Ce, F、Y₂O₂S:Tb、Y₂O₂S:Tb、Y₂O₂S:Tb、Zn(0
 .5)Cd(0.4)S:Ag、Zn(0.4)Cd(0.6)S:Ag、CdWO₄、
 CaWO₄、MgWO₄、Y₂SiO₅:Ce、YAlO₃:Ce、Y₃Al₅O₁₂:
 Ce、Y₃(Al, Ga)₅O₁₂:Ce、CdS、ZnO:Ga、ZnO:Zn、(Z
 n, Cd)S:Cu, Al、ZnO:Zn、(Zn, Cd)S:Cu, Al、ZnS:Cu,
 Al、ZnCdS:Ag、ZnS:Ag、Zn₂SiO₄:Mn、ZnS:Cu、C
 sI:Tl、LiF/ZnS:Ag、LiF/ZnS:Cu, Al, Auや、フルオレセ
 インイソチオシアネートに代表されるフルオレsein系蛍光物質、ポルフィリン、白金ポ
 ルフィリンに代表されるポルフィリン系蛍光物質、ローダミン、アゾベンゼン誘導体、ア
 ントラセンに代表される有機色素系蛍光物質、ルテニウムトリスピリジルに代表される
 金属錯体系蛍光物質、ポリ(1,4-フェニレンビニレン)、ポリ(1,4-フェニレン)
 、ポリフルオレン、ポリ(チオフェン)に代表される発光ポリマー系蛍光物質、その他に
 Y₂O₂:Eu等が挙げられる。

【0029】

「発光物質」とは、蛍光物質以外の発光物質であり、X線、紫外線若しくは可視光線等により発光する物質および化学変化または生物酵素により発光する物質をいう。発光物質の具体例としては、例えば、Tris(2-phenylpyridinato)iridium(III)に代表されるイリジウム錯体、白金錯体の燐光性発光材料、ルミノール、ロフィン、ルシゲニン、シュウ酸エステルに代表される化学発光物質と感光発光色素9,10-ジフェニルアントラセン、9,10-ビス(フェニルエチニル)アントラセン、テトラセン、1-クロロ-9,10-ビス(フェニルエチニル)アントラセン、5,12-ビス(フェニルエチニル)ナフタセン、ルブレン、ローダミン6G、ローダミンB、ルミノールに代表される生物発光物質等が挙げられる。

【0030】

「エレクトロルミネセンス物質」とは、電場を加えると発光する物質をいう。エレクトロルミネセンス物質の具体例としては、例えば、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム錯体(Alq)や、ビス(ベンゾキノリノラト)ベリリウム錯体(BeBq)、トリ(ジベンゾイルメチル)フェナントロリンユーロピウム錯体(Eu(DBM)₃(Phen))

10

20

30

40

50

)、ジトルイルビニルピフェニル(DTVBi)、ルベンの様な低分子系の発光物質、ポリ(p-フェニレンビレン)や、ポリアルキルチオフェンのような共役高分子の発光物質等が挙げられる。

【0031】

「破壊発光物質」とは、破壊や摩擦などの力学刺激による破壊に伴って発光する物質をいう。破壊発光物質の具体例としては、例えば、苦灰石、白雲母、石英、トリリチア雲母、ベクトライト、蛍石、ポリリチア雲母等の無機材料や、Eu(TTA)₃系、カルバゾール誘導体、アントラニル酸系、砂糖等の有機物等が挙げられる。

【0032】

「フォトクロミック物質」とは、X線や紫外線、可視光線が照射されることで色等の物理的特徴の変化を伴う物質をいう。フォトクロミック物質の具体例としては、例えば、スピロピラン系、ジアリールエテン系、フルギド系に代表される有機色素、バリウムマグネシウムケイ酸塩(BaMgSiO₄)に代表される無機材料等が挙げられる。

10

【0033】

「残光物質」とは、照射された可視光や紫外線等の光(電磁波)を蓄えて、照射を止めても発光する物質をいう。残光物質の具体例としては、例えば、ラジウム化合物やプロメチウム化合物、硫化亜鉛(ZnS系)やアルミン酸ストロンチウム(SrAl₂O₄系)等が挙げられ、DyやEu等の1~3価の金属イオンを任意の割合で添加した硫化亜鉛(ZnS系)やアルミン酸ストロンチウム(SrAl₂O₄系)が好ましい。ここで、「添加」とは、2個以上の物質を同時に添加する「共添加」および「賦活」をも含む概念である。

20

【0034】

「輝尽発光物質」とは、高いエネルギーを持つレーザーや放射線等の照射後、可視または赤外光の励起により、発光する物質をいう。輝尽発光物質の具体例としては、例えば、BaFX:Eu²⁺(XはBrまたはIである。)等が挙げられる。

【0035】

「応力発光物質」とは、機械的な外力により生じる変形によって発光(可視光、紫外光、近赤外光を含む。)する物質をいう。応力発光物質としては、例えば、スピネル構造、コランダム構造、アルミナ構造、ケイ酸塩、欠陥制御型アルミン酸塩、ウルツ鉱型構造と閃亜鉛鉱型構造とが共存する構造を有する酸化物、硫化物、セレン化物またはテルル化物を主成分として構成されるもの等や、これらを構成するアルカリ金属イオンおよびアルカリ土類金属イオンの少なくとも一部が、希土類金属イオンおよび遷移金属イオンの少なくとも1種の金属イオンに置換されているもの等が挙げられる。

30

【0036】

また、応力発光物質としては、例えば、アルミナ系、シリカ系、リン酸系、酸化チタン系、硫化亜鉛系およびその他に分類されるものがある。

【0037】

アルミナ系としては、具体的には、xSrO・yAl₂O₃・zM(O(Mは二価金属、Mg, Ca, Ba, x, y, zは整数である。なお、Mは二価金属であれば限定されるものではないが、Mg, Ca, Baが好ましい。またx, y, zは1以上の整数を表す。))、Al₂O₃:Tb³⁺、SrAl₂O₄:M(M=Eu²⁺, Dy³⁺, Ce³⁺, Ho³⁺のうち、少なくとも1つ以上を添加(doping)したもの)、ZnAl₂O₄:M(M=Eu²⁺, Mn²⁺, Dy³⁺, Ce³⁺, Ho³⁺のうち、少なくとも1つ以上を添加)、SrAl₂O₄:Eu²⁺、SrAl₂O₄:Ce³⁺、SrAl₂O₄:Eu²⁺, Dy³⁺、SrAl₂O₄:Eu²⁺, Ho³⁺、SrAl₂O₄:Ho³⁺, Ce³⁺、XAl₂O₄:M(X=Sr, Ba, Mg, Ca, Znのうち、1~2つを添加、M=Eu²⁺, Dy³⁺, Tb³⁺, Ho³⁺のうち、少なくとも1つ以上を添加)、SrAl₂O₄:Eu²⁺, Cr³⁺, Nd³⁺等が挙げられる。

40

【0038】

また、他のアルミナ系としては、具体的には、一般式Sr{1-(2x+3y+3z)/

50

2 } $Al_2O_4 : xEu^{2+}, yCr^{3+}, zNd^{3+}$ (ただし、 x, y, z は、 $0.25 \sim 10 mol\%$ 、好ましくは $0.5 \sim 2 mol\%$ を表す。)、 $Sr_3Al_2O_6 : Eu^{2+}$ 、 $CaYAl_3O_7 : Eu^{2+}$ 、 $CaYAl_3O_7 : M$ ($M = Eu^{2+}, Ce^{3+}, Dy^{3+}, Ce^{3+}, Ho^{3+}$ のうち1つを添加)、 $SrMgAl_{10}O_{17} : Ce^{3+}$ 等が挙げられる。

【0039】

シリカ系としては、具体的には $xSrO \cdot yAl_2O_3 \cdot zSiO_2$ (x, y, z は整数を表す。)、 $Ca_2Al_2Si_2O_7 : Ce^{3+}$ 、 $X_2Al_2SiO_7 : M$ ($X = Ca, Sr$ のうち1つを添加、 $M = Eu^{2+}, Eu^{3+}, Ce^{3+}, Dy^{3+}$ のうち、少なくとも1つ以上を添加)、 $Ca_2MgSi_2O_7 : Ce^{3+}$ 、 $X_2MgSi_2O_7 : M$ ($X = Ba, Ca, Sr$ のうち1つを添加、または $X_2 = SrCa, SrBa$ のうち1つ、 $M = Eu^{2+}, Dy^{3+}, Ce^{3+}$ のうち、少なくとも1つ以上を添加)、 $CaAl_2Si_2O_8 : Eu^{2+}$ 、 $SrCaAl_2Si_2O_8 : Eu^{2+}$ 、 $Ca_3Y_2Si_3O_{12} : RE^{3+}$ ($RE^{3+} = Dy^{3+}, Eu^{2+}$ のうち、少なくとも1つ以上を添加)、 $BaSi_2O_2N_2 : Eu^{2+}$ 等が挙げられる。

10

【0040】

リン酸系としては、具体的には、 $Li_3PO_4 : RE$ ($RE = Dy^{3+}, Tb^{3+}, Ce^{3+}, Eu^{2+}$)、 $LiXPO_4 : Eu^{2+}$ ($X = Sr, Br$ のうち1つ)、 $Li_2BaP_2O_7 : Eu^{2+}$ 、 $CaZr(PO_4)_2 : Eu^{2+}$ 等が挙げられる。

20

【0041】

酸化チタン系としては、具体的には、 $CaTiO_3 : Pr^{3+}$ 、 $BaCaTiO_3 : Pr^{3+}$ 、 $BaTiO_3 - CaTiO_3 : Pr^{3+}$ 等が挙げられる。

【0042】

硫化亜鉛系としては、具体的には、 $ZnS : M$ (M は二価金属であれば限定されるものではないが、 Mn, Ga, Cu 等が望ましい。 $M = Mn^{2+}, Ga^{2+}, Te^{2+}, Cu^{2+}, CuCl, Al$ のうち、少なくとも1つ以上を添加)、 $XZnOS : M$ ($X = Ca, Ba$ のうち1つ、 $M = Mn^{2+}, Cu^{2+}$ のうち1つを添加)、 $ZnMnTe$ 等が挙げられる。

【0043】

また、その他のものとしては、具体的には、 $CaZrO_3 : Eu^{3+}$ 、 $CaNb_2O_n : Pr^{3+}$ ($n = 6, 7$)、 $(Sr, Ca, Ba)(2)SnO_4 : Sm^{3+}, La^{3+}$ 、 $Sr_{n+1}Sn_nO_{3n+1} : Sm^{3+}$ ($n = 1, 2, \text{それ以上}$)、 $Y_2O_3 : Eu^{2+}$ 、 $ZrO_2 : Ti, XGa_2O_4 : Mn^{2+}$ ($X = Zr, Mg$ のどちらか1つ)等が挙げられる。

30

【0044】

なお、「蛍光物質」、「発光物質」、「エレクトロルミネセンス物質」、「破壊発光物質」、「フォトクロミック物質」、「残光物質」、「輝尽発光物質」および「応力発光物質」は、各物質の特性だけでなく、他の物質の特性を有していてもよい。たとえば、「応力発光物質」が「蛍光物質」の特性を有していてもよい。

【0045】

また、静電気可視化用材料には、上述した物質以外の物質が含まれていてもよい。なお、上述した物質以外の物質は特に限定されない。

40

【0046】

かかる第1の態様の静電気可視化用材料は、その近傍にある物質が帯電していると、刺激を与えることにより発光することができるので、その物質が帯電しているか否かを視覚的にかつ容易に検出することができる。

【0047】

本発明の第2の態様は、蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質および応力発光物質の重量比率が $20 \sim 80 wt\%$ であることを特徴とする第1の態様に記載の静電気可視化用材料にある。

50

【0048】

かかる第2の態様の静電気可視化用材料は、一般的な産業用カメラ等で検出可能なレベルの輝度（強度）で発光することができるので、静電気可視化用材料の近傍にある物質が帯電しているか否かをより容易に検出することができる。

【0049】

本発明の第3の態様は、前記応力発光物質が、 SrAl_2O_4 で表される物質に Eu^{2+} が添加されているもの、 SrAl_2O_4 で表される物質に Eu^{2+} 、 Ho^{3+} 、 Dy^{2+} 、 M_1 、 M_2 および M_3 （ M_1 、 M_2 、 $\text{M}_3 = 1 \sim 3$ 価のそれぞれ異なる金属イオン）の少なくとも一つが添加されているもの、または CaYAl_3O_7 で表される物質に Eu^{2+} が添加されているものであることを特徴とする第1または第2の態様に記載の静電気可視化用材料にある。

10

【0050】

かかる第3の態様の静電気可視化用材料は、より高い輝度（強度）で発光することができるので、静電気可視化用材料の近傍にある物質が帯電しているか否かをさらに容易に検出することができる。

【0051】

本発明の第4の態様は、計測対象物の表面に設けられ、第1～3の態様の何れかに記載の静電気可視化用材料を含むことを特徴とする静電気可視化膜にある。

【0052】

ここで、「静電気可視化膜」は、上述した物質の少なくとも1種類が含まれている材料で構成されていれば特に限定されない。静電気可視化膜としては、たとえばエポキシ樹脂やウレタン樹脂と、これらの樹脂の架橋・硬化反応を制御するための硬化剤と溶剤と、上述した物質およびその物質を均一に分散させるための分散剤・補助剤とを均一に混合し作製したものでよい。また、静電気可視化膜に含まれる上述した物質の濃度（重量比率）は特に限定されないが、 $20\text{wt}\% \sim 80\text{wt}\%$ の範囲であれば目視で発光を確認することができるので好ましく、 $50\text{wt}\% \sim 70\text{wt}\%$ の範囲であれば目視でより明確に発光を確認することができるのでより好ましい。なお、「静電気可視化膜」は、計測対象物の表面に直接形成（溶液塗布・硬化）されてもよいし、既に形成されている「静電気可視化膜」を計測対象物の表面に貼り付けることによって計測対象物の表面に形成されてもよい。

20

【0053】

かかる第4の態様では、計測対象物表面の帯電状態に応じて静電気可視化膜を発光させることができるので、計測対象物表面の静電気（分布）を直感的に理解することができる。また静電気可視化膜は、計測対象物の形状の影響を受けることなく容易に形成したり、貼りつけたりすることができる。その結果、計測対象物が曲面等の複雑な3次元形状をしていたとしても、その表面の静電気（分布）を容易に可視化することができる。

30

【0054】

本発明の第5の態様は、計測対象物の表面に帯電している静電気分布を可視化することができる静電気分布可視化装置であって、計測対象物の表面に形成された、第4の態様に記載の静電気可視化膜と、静電気可視化膜の近傍に配置され、静電気可視化膜を刺激して静電気可視化膜を発光させる可視化部と、を具備することを特徴とする静電気可視化装置にある。

40

【0055】

かかる本発明の第5の態様は、肉眼でも見るように、計測対象物の表面上に静電気分布を表示させることができるので、直感的に静電気分布を理解することができる。

【0056】

また、この態様の静電気可視化膜は、計測対象物の表面を帯電させている時だけでなく、計測対象物の表面を帯電させてからしばらく時間が経過した後でも、可視化部で刺激することにより、帯電している領域を発光させることができる。その結果、帯電時だけでなく、帯電させてからしばらく時間が経過した後でも（リアルタイムではなくても）、計測対

50

象物表面の静電気分布を可視化することができる。

【0057】

なお、静電気可視化膜は、静電気が帯電する瞬間または帯電した状態において外部から刺激を加えた瞬間にのみ発光するため、計測対象物または静電気可視化膜が帯電した（電荷の移動がない）状態では発光することはない。

【0058】

本発明の第6の態様は、可視化部が、静電気可視化膜の表面に接触して静電気可視化膜を物理的に刺激する接触部材であることを特徴とする第5の態様に記載の静電気可視化装置にある。

【0059】

ここで、「接触部材」は特に限定されず、たとえば除電ブラシ、金属やカーボン等を含む導電性（ $10^{-6} \sim 10^6 \text{ } \cdot \text{cm}$ ）の物体でもよい。また、「物理的に刺激する」には、接触部材で静電気可視化膜の表面をなぞることも含まれる。

【0060】

かかる第6の態様では、肉眼でも見ることができるよう、計測対象物の表面上に静電気分布を容易に表示させることができる。

【0061】

本発明の第7の態様は、可視化部が、静電気可視化膜に磁場を印加する磁石であることを特徴とする第5の態様に記載の静電気可視化装置にある。

【0062】

ここで、「磁石」とは、磁場の方向および強さが変化しない永久磁石であってもよいし、磁場の方向および強さを变化させることができる電磁石等（たとえば周期的に磁場の方向および強さが変化する電磁石）であってもよい。

【0063】

また、印加される磁場は、その方向が変化しないものでもよいし、その方向が変化するもの（たとえば周期的に変化するもの）であってもよい。

【0064】

かかる第7の態様では、肉眼でも見ることができるよう、計測対象物の表面上に静電気分布を容易に表示させることができる。

【0065】

本発明の第8の態様は、可視化部が、静電気可視化膜を加熱する加熱装置であることを特徴とする第5の態様に記載の静電気可視化装置にある。

【0066】

ここで、「加熱装置」とは、静電気可視化膜を加熱することができるものであれば、特に限定されない。

【0067】

かかる第8の態様では、肉眼でも見ることができるよう、計測対象物の表面上に静電気分布を容易に表示させることができる。

【0068】

本発明の第9の態様は、可視化部が、静電気可視化膜に音波を照射して静電気可視化膜を振動させる音波発生装置であることを特徴とする第5の態様に記載の静電気可視化装置にある。

【0069】

ここで、「音波発生装置」とは、音波を照射することができる装置であれば限定されず、ヒトの可聴周波数（ $20 \text{ Hz} \sim 20000 \text{ Hz}$ ）の音波を発生させることができる装置だけでなく、 20000 Hz 以上の周波数の超音波を発生させることができる装置、またはパルス波や衝撃波を照射できる装置も含まれる。

【0070】

かかる第9の態様では、肉眼でも見ることができるよう、計測対象物の表面上に静電気分布を容易に表示させることができる。

10

20

30

40

50

【0071】

本発明の第10の態様は、可視化部が、静電気可視化膜が発する光の波長以外の電磁波を照射する電磁波発生装置であることを特徴とする第5の態様に記載の静電気可視化装置にある。

【0072】

ここで、「電磁波発生装置」とは、電磁波を照射することができるものであれば特に限定されず、また発生させることができる電磁波の波長（たとえば、マイクロ波、テラヘルツ波、遠赤外線、赤外線、可視光、紫外線、X線を含む1m～1pmの範囲の波長）も特に限定されない。

【0073】

また、照射される電磁波は、連続した電磁波でもよいし、数秒間照射した後、数秒間照射しない期間があるような電磁波でもよいし、パルス状の電磁波であってもよい。

【0074】

かかる第10の態様では、肉眼でも見ることができるよう、計測対象物の表面上に静電気分布を容易に表示させることができる。

【0075】

本発明の第11の態様は、可視化部が、静電気可視化膜を計測対象物と共に変形させる引張・圧縮機であることを特徴とする第5の態様に記載の静電気可視化装置にある。

【0076】

ここで、「引張・圧縮機」とは、計測対象物に力をかけて、計測対象物と共に静電気可視化膜を変形させることができるものであれば特に限定されない。

【0077】

かかる第11の態様では、肉眼でも見ることができるよう、計測対象物の表面上に静電気分布を容易に表示させることができる。

【0078】

本発明の第12の態様は、照射される電磁波が、可視光であることを特徴とする第10の態様に記載の静電気可視化装置にある。

【0079】

かかる第12の態様では、可視光の照射により励起された静電気可視化膜の残光特性を観察することで、帯電している領域と帯電していない領域とをより明確に区別することができる。

【0080】

本発明の第13の態様は、静電気可視化膜またはその近傍に、静電気可視化膜の温度を変更できる膜温度制御部を設けたことを特徴とする第5～12の態様の何れかに記載の静電気可視化装置にある。

【0081】

ここで、「膜温度制御部」は、静電気可視化膜の温度を変えることができるものであれば特に限定されない。

【0082】

かかる第13の態様では、帯電している領域の輝度と帯電していない領域の輝度との差を大きくすることができる。その結果、帯電している領域と帯電していない領域とをより明確に区別することができる。

【0083】

本発明の第14の態様は、静電気可視化膜の近傍に配置され、静電気可視化膜の発光状態を記録する記録部をさらに具備することを特徴とする第5～13の態様の何れかに記載の静電気可視化装置にある。

【0084】

ここで、「記録部」とは、静電気可視化膜の発光状態を記録できるものであれば特に限定されない。

【0085】

10

20

30

40

50

かかる第14の態様では、静電気可視化膜の発光状態を記録することができるので、静電気可視化膜の発光状態を客観的に分析することが可能となる。

【0086】

本発明の第15の態様は、計測対象物の表面に帯電している静電気分布を可視化することができる静電気分布可視化方法であって、計測対象物の表面に、第4の態様に記載の静電気可視化膜を形成する工程と、計測対象物の少なくとも表面に静電気を帯電させる工程と、静電気可視化膜を刺激する可視化手段を用いて、静電気可視化膜を発光させる発光工程と、を具備することを特徴とする静電気分布可視化方法にある。

【0087】

ここで、「静電気を帯電させる工程」とは、計測対象物の静電気可視化膜が形成された表面に静電気を帯電させることができる工程であれば特に限定されない。静電気を帯電させる工程としては、たとえば、既に帯電している物体を計測対象物に近づけたり、静電気可視化膜を介して計測対象物に接触させたりすることや、帯電していない物体と静電気可視化膜を介して計測対象物とを接触させた状態で擦り合わせることで、帯電していない物体と静電気可視化膜を介して計測対象物とを接触させた状態で剥離させること、コロナ放電を利用した帯電装置から計測対象物の表面に電子等を入射させて計測対象物の静電気可視化膜が形成された表面に静電気を帯電させること、または計測対象物が電圧電流発生装置や接触帯電・摩擦帯電・剥離帯電など電気が発生するものにつながっている状態で静電気可視化膜の裏面に静電気を帯電させること等が挙げられる。

10

【0088】

かかる第15の態様では、肉眼でも見るように、計測対象物の表面上に静電気分布を表示させることができるので、直感的に静電気分布を理解することができる。また静電気可視化膜は、計測対象物の形状の影響を受けることなく容易に形成したり、貼りつけたりすることができる。その結果、計測対象物が曲面等の複雑な3次元形状をしていたとしても、その表面の静電気分布を容易に可視化することができる。

20

【0089】

また、この態様の静電気可視化膜は、計測対象物の表面を帯電させている時だけでなく、計測対象物の表面を帯電させてからしばらく時間が経過した後でも、可視化手段で刺激することにより、帯電している領域を発光させることができる。その結果、帯電時だけでなく、帯電させてからしばらく時間が経過した後でも（リアルタイムではなくても）、計測対象物表面の静電気分布を可視化することができる。

30

【0090】

なお、静電気可視化膜は、静電気が帯電する瞬間または帯電した状態において外部から刺激を加えた瞬間にのみ発光するため、計測対象物または静電気可視化膜が帯電した（電荷の移動がない）状態では発光することはない。

【0091】

本発明の第16の態様は、可視化手段が、静電気可視化膜の表面に物体を接触させて静電気可視化膜を刺激する物理的刺激であることを特徴とする第15の態様に記載の静電気分布可視化方法にある。

【0092】

ここで、「物理的刺激」には、接触部材で静電気可視化膜の表面をなぞることも含まれる。

40

【0093】

かかる第16の態様では、肉眼でも見るように、計測対象物の表面上に静電気分布を容易に表示させることができる。

【0094】

本発明の第17の態様は、可視化手段が、静電気可視化膜に印加される磁場または電場であることを特徴とする第15の態様に記載の静電気分布可視化方法にある。

【0095】

かかる第17の態様では、肉眼でも見るように、計測対象物の表面上に静電

50

気分布を容易に表示させることができる。

【0096】

本発明の第18の態様は、可視化手段が、静電気可視化膜に加えられる熱であることを特徴とする第15の態様に記載の静電気可視化方法にある。

【0097】

かかる第18の態様では、肉眼でも見るように、計測対象物の表面上に静電気分布を容易に表示させることができる。

【0098】

本発明の第19の態様は、可視化手段が、静電気可視化膜に照射されて静電気可視化膜を振動させる音波であることを特徴とする第15の態様に記載の静電気可視化方法にある。

10

【0099】

かかる第19の態様では、肉眼でも見るように、計測対象物の表面上に静電気分布を容易に表示させることができる。

【0100】

本発明の第20の態様は、可視化手段が、静電気可視化膜に照射される、静電気可視化膜が発する光の波長以外の波長の電磁波であることを特徴とする第15の態様に記載の静電気可視化方法にある。

【0101】

かかる第20の態様では、肉眼でも見るように、計測対象物の表面上に静電気分布を容易に表示させることができる。

20

【0102】

本発明の第21の態様は、可視化手段が、計測対象物と共に静電気可視化膜を変形させる物理的な力であることを特徴とする第15の態様に記載の静電気可視化方法にある。

【0103】

かかる第21の態様では、肉眼でも見るように、計測対象物の表面上に静電気分布を容易に表示させることができる。

【0104】

本発明の第22の態様は、電磁波が、可視光であることを特徴とする第20の態様に記載の静電気可視化方法にある。

【0105】

かかる第22の態様では、可視光の照射により励起された静電気可視化膜の残光特性を観察することで、帯電している領域と帯電していない領域とをより明確に区別することができる。

30

【0106】

本発明の第23の態様は、発光工程が、静電気可視化膜の温度を変更させてから、可視化手段を用いて、静電気可視化膜を発光させることを特徴とする第15～22の態様の何れかに記載の静電気可視化方法にある。

【0107】

かかる第23の態様では、帯電している領域の輝度と帯電していない領域の輝度との差を大きくすることができる。その結果、帯電している領域と帯電していない領域とをより明確に区別することができる。

40

【0108】

本発明の第24の態様は、静電気可視化膜の発光状態を記録する記録工程をさらに具備することを特徴とする第15～23の態様の何れかに記載の静電気可視化方法にある。

【0109】

かかる第24の態様では、静電気可視化膜の発光状態を記録することができるので、静電気可視化膜の発光状態を客観的に分析することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0110】

【図1】図1は実施形態1に係る静電気可視化装置の概略斜視図である。

50

【図2】図2は図1に示すX方向から見た際の実施形態1に係る静電気可視化装置の概略側面図である。

【図3】図3は実施形態1に係る静電気可視化装置の動作フローチャートである。

【図4】図4は除電ブラシで静電気可視化膜の表面を掃いた際の写真である。

【図5】図5は特願2016-085485号に開示されている静電気分布計測方法により計測した静電気可視化膜の帯電分布の図である。

【図6】図6は実施形態2に係る静電気可視化装置の概略側面図である。

【図7】図7は実施形態3に係る静電気可視化装置の概略側面図である。

【図8】図8は実施形態4に係る静電気可視化装置の概略側面図である。

【図9】図9は実施形態5に係る静電気可視化装置の概略側面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0111】

以下に添付図面を参照して、本発明に係る静電気分布可視化方法および静電気可視化装置の実施形態を説明する。なお、本発明は、以下の実施形態に限定されるものではない。

(実施形態1)

【0112】

図1に本実施形態に係る静電気可視化装置の概略斜視図を示し、図2に図1に示すX方向から見た際の本実施形態に係る静電気可視化装置の概略側面図を示す。これらの図に示すように、本実施形態に係る静電気可視化装置1は、矩形の平板状の計測対象物10の表面上に、その全面に亘って、静電気可視化用材料である蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質および応力発光物質の少なくとも1つを含む静電気可視化膜20が形成されている。

20

【0113】

そして、静電気可視化膜20上には、計測対象物10および静電気可視化膜の横幅以上の幅を有する除電ブラシ30が、治具(図示しない)により、静電気可視化膜20の一方の端部(右側端部)から他方の端部(左側端部)に亘って静電気可視化膜20の表面に接触するように配置されており、静電気可視化膜20の下側端部と上側端部の間を自由に(Y方向に)平行移動させることができるようになっている。

【0114】

さらに、計測対象物10の上方には、静電気可視化膜20の発光状態を記録する記録部であるカメラ(図示しない)が、治具(図示しない)により固定されている。

30

【0115】

ここで、静電気可視化膜20は、上述した物質の少なくとも1種類が含まれている材料で構成されていれば特に限定されない。また、静電気可視化膜20の厚さは、特に限定されないが、厚さが1 μ m~1mmの範囲が発光強度および取り扱い易さの点から好ましく、厚さが10 μ m~500 μ mの範囲が発光強度および取り扱い易さの点からより好ましい。

【0116】

静電気可視化膜20としては、例えばエポキシ樹脂やウレタン樹脂等と、これらの樹脂の架橋・硬化反応を制御するための硬化剤と溶剤と、上述した物質およびその物質を均一に分散させるための分散剤・補助剤とを均一に混合し、この混合液を計測対象物10の表面に塗布・硬化させて作製したものでよい。静電気可視化膜20に含まれる上述した物質の濃度(重量比率)は特に限定されないが、20wt%~80wt%の範囲であれば目視で発光を確認することができるので好ましく、50wt%~70wt%の範囲であれば目視でより明確に発光を確認することができるのでより好ましい。

40

【0117】

接触部材である除電ブラシ30は、静電気除去機能を有するものであれば特に限定されず、市販のものを用いてもよい。また、計測対象物10は、静電気を帯電することができるものであれば特に限定されない。さらに、カメラは、静電気可視化膜20の発光状態を記録できるものであれば特に限定されず、市販のデジタルカメラやデジタルビデオカメラを

50

用いることができる。

【0118】

次に、本実施形態に係る静電気可視化装置1の動作（静電気可視化方法）について説明する。図3は、本実施形態に係る静電気可視化装置の動作フローチャートである。

【0119】

まず、計測対象物10の表面に静電気可視化膜20を形成する（S1）。次に、帯電装置などを用いて、計測対象物10の表面に静電気を帯電させる（S2）。

【0120】

その後、除電ブラシ30を移動させる（S3）。すなわち、可視化手段として、静電気可視化膜20の表面に除電ブラシ30を接触させて、静電気可視化膜20を刺激する物理的刺激を与える。

10

【0121】

すると、計測対象物10の表面に帯電した静電気の分布に応じて、対応する静電気可視化膜20が発光する。すなわち、計測対象物10の表面の静電気分布に対応する部分の静電気可視化膜20が発光する。また、この際に発光する静電気可視化膜の発光強度は、計測対象物10の帯電量の大きさに応じて強くなる。そして、その発光を計測対象物10の上方に配置されたカメラで撮影する（S4）。

【0122】

このように本実施形態に係る静電気可視化方法および静電気可視化装置を構成することにより、局所的に振動させることができない計測対象物の静電気分布を計測することができる。また、計測対象物の静電気分布に応じて、静電気可視化膜が発光するので、計測対象物の表面にどのように静電気が分布しているのか直感的に理解することができる。さらに、静電気可視化膜の発光強度を測定することにより、計測対象物10の帯電量分布も計測することができる。

20

【0123】

なお、本実施形態では、除電ブラシ30として、計測対象物10および静電気可視化膜20の横幅以上の幅を有するものを用いたが、除電ブラシ30の幅はこれに限定されない。除電ブラシ30として、静電気可視化膜の横幅より短い幅を有するものを用いてもよい。このような除電ブラシを用いる場合には、静電気可視化膜20の表面を走査させる必要があるが、上述した静電気可視化装置と同様の効果が得られる。

30

【0124】

また、本実施形態では、除電ブラシ30を静電気可視化膜20の下側端部と上側端部の間を自由に平行移動させるようにしたが、除電ブラシ30の移動方向も特に限定されない。

【0125】

さらに、本実施形態では、接触部材として除電ブラシ30を用いたが、接触部材はこれに限定されない。接触部材としては、たとえば、金属やカーボン等を含む導電性（ $10^{-6} \sim 10^6 \cdot \text{cm}$ ）の物体を用いてもよい。

（実施例1）

【0126】

アルミニウム箔上に、静電気可視化膜として $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ と光硬化アクリル樹脂（マイクロジェット社製）との混合物（ $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ の重量比率：70%）を塗布・硬化させたものを用い、コロナ放電で静電気可視化膜を9秒間帯電させた後に、除電ブラシで静電気可視化膜の表面を掃いた際の結果と、同様の条件で帯電させた静電気可視化膜を特願2016-085485号に開示されている静電気分布計測方法により計測した際の結果を示す。

40

【0127】

図4は、除電ブラシで静電気可視化膜の表面を掃いた際の写真である。図5は、特願2016-085485号に開示されている静電気帯電計測方法により計測した静電気分布の図である。

【0128】

50

図4および図5から分かるように、アルミニウム箔の静電気分布はほぼ一致することが分かった。すなわち、静電気可視化膜を発光させることにより、静電気分布を計測できることが分かった。

(実施形態2)

【0129】

実施形態1では、可視化手段として、静電気可視化膜を刺激する物理的刺激を用いたが、本発明はこれに限定されない。たとえば、可視化手段として、磁石を用いて静電気可視化膜を刺激するようにしてもよい。

【0130】

図6は、本実施形態に係る静電気可視化装置1Aの概略側面図である。図6に示すように、本実施形態に係る静電気可視化装置1Aは、除電ブラシに代えて、計測対象物10の上方に側面正形状の可視化部である磁石30Aが配置されていること以外は、実施形態1に係る静電気可視化装置と同様の構成となっている。

10

【0131】

この磁石30Aは、計測対象物10および静電気可視化膜20の横幅以上の幅を有し、静電気可視化膜20との相対位置を変更できるように設けられており、静電気可視化膜20に磁場を印加できるようになっている。

【0132】

磁石30Aの移動方向は特に限定されず、磁石30Aが静電気可視化膜20の表面に沿って平行方向(Y方向)に移動するようにしてもよいし、静電気可視化膜20の表面に対して垂直方向(Z方向)に移動するようにしてもよい。

20

【0133】

ここで、磁石30Aは、静電気可視化膜20に磁場を印加することができるものであれば特に限定されず、永久磁石や電磁石であってもよい。

【0134】

そして、実施形態1の静電気可視化装置1と同様の手順で、静電気可視化膜20に磁場を印加することにより、静電気可視化膜20を発光させることができる。このように静電気可視化装置1Aを構成しても実施形態1の静電気可視化装置1と同様の効果が得られる。

【0135】

なお、本実施形態で用いる磁石30Aの幅も、実施形態1の除電ブラシと同様に、特に限定されない。また、磁石30Aの移動方向も特に限定されない。さらに、磁石30Aとして、電磁石を用いる場合には、磁石30Aと静電気可視化膜20との相対位置を固定した上で、電磁石に流す電流の向きや量(大きさ)を変更することで、静電気可視化膜20に磁場を印加するようにしてもよい。

30

(実施形態3)

【0136】

本実施形態では、可視化手段として熱を用いる場合について説明する。図7は、本実施形態に係る静電気可視化装置1Bの概略側面図である。図7に示すように、本実施形態に係る静電気可視化装置1Bでは、除電ブラシがなく、計測対象物10の一方の表面に静電気可視化膜20が形成され、計測対象物10の他方の表面に全面を覆うように加熱装置であるヒータ30Bが取り付けられていること以外は、実施形態1に係る静電気可視化装置と同様の構成となっている。

40

【0137】

ヒータ30Bは電源(図示しない)に接続されており、計測対象物10を加熱することにより、静電気可視化膜を加熱する(刺激を与える)ことができるようになっている。

【0138】

ここで、ヒータ30Bは、静電気可視化膜20を一様に加熱することができるものであれば、形状、材質等は特に限定されず、市販のヒータなどを用いることができる。

【0139】

そして、実施形態1の静電気可視化装置1と同様の手順で、静電気可視化膜20を加熱す

50

ることにより、静電気可視化膜 20 を発光させることができる。

【0140】

このように静電気可視化装置 1 B を構成しても実施形態 1 の静電気可視化装置 1 と同様の効果が得られる。

【0141】

なお、本実施形態では加熱装置としてヒータ 30 B を用いたが、本発明はこれに限定されない。たとえば、静電気可視化膜 20 の上方に、加熱された空気などを放出することができる熱風発生器やハロゲンランプ、キセノン・フラッシュランプ、赤外線ヒータなどを 1 つ以上設け、静電気可視化膜 20 を一様に加熱できるようにしてもよい。このように静電気可視化装置を構成しても、同様の効果が得られる。

10

(実施形態 4)

【0142】

本実施形態では、可視化手段として音波・電磁波を用いる場合について説明する。図 8 は、本実施形態に係る静電気可視化装置 1 C の概略側面図である。図 8 に示すように、本実施形態に係る静電気可視化装置 1 C では、除電ブラシに代えて、計測対象物 10 の上方に側面正方形状の可視化部である音波発生装置 30 C が設置されていること以外は、実施形態 1 に係る静電気可視化装置と同様の構成となっている。

【0143】

音波発生装置 30 C は、音波の照射方向を任意に変更することができるように設けられ、静電気可視化膜 20 の所定の部分に音波を照射して、その部分を振動させる（刺激を与える）ことができるようになっている。

20

【0144】

ここで、音波発生装置は、音波を静電気可視化膜に照射できるものであれば特に限定されず、ヒトの可聴周波数（20 Hz ~ 20000 Hz）の音波を照射できる装置だけでなく、20000 Hz 以上の周波数の超音波を照射できるもの、またはパルス波や衝撃波を照射できるものであってもよい。

【0145】

そして、実施形態 1 の静電気可視化装置 1 と同様の手順で、静電気可視化膜 20 に音波を照射することにより、静電気可視化膜 20 を発光させることができる。

【0146】

このように静電気可視化装置 1 C を構成しても実施形態 1 の静電気可視化装置 1 と同様の効果が得られる。

30

【0147】

なお、本実施形態では、1 つの音波発生装置を設けて静電気可視化装置を構成したが、本発明はこれに限定されず、複数の音波発生装置を設置してもよいのは言うまでもない。

【0148】

さらに、音波発生装置 30 C に代えて、静電気可視化膜 20 が発する光の波長以外の波長の電磁波を照射できる電磁波発生装置を用いて静電気可視化装置 1 C を構成してもよい。

【0149】

ここで、電磁波発生装置は、電磁波を照射することができるものであれば特に限定されず、また発生させることができる電磁波の波長（たとえば、マイクロ波、テラヘルツ波、遠赤外線、赤外線、可視光、紫外線、X 線を含む 1 m ~ 1 pm の範囲の波長）も限定されない。電磁波発生装置としては、赤外線照射装置、紫外線照射装置、X 線照射装置等が挙げられる。

40

【0150】

このように静電気可視化装置を構成しても、実施形態 1 の静電気可視化装置 1 と同様の効果が得られる。

(実施形態 5)

【0151】

本実施形態では、可視化手段として物理的な力を用いる場合について説明する。図 9 は、

50

本実施形態に係る静電気可視化装置 1 D の概略側面図である。図 9 に示すように、本実施形態に係る静電気可視化装置 1 D では、静電気可視化膜 2 0 が表面に形成されている計測対象物 1 0 を挟持するように可視化部である荷重印可装置（圧縮機）3 0 D が設けられており、計測対象物 1 0 と共に静電気可視化膜 2 0 に物理的な力を加えることができるようになっている。

【0152】

ここで荷重印可装置 3 0 D は、計測対象物 1 0 に物理的な力（圧縮力）をかけて、計測対象物 1 0 と共に静電気可視化膜 2 0 を変形させることができるものであれば特に限定されない。荷重印可装置 3 0 D としては、たとえば、圧縮試験機、三点曲げなどが挙げられる。

10

【0153】

そして、実施形態 1 の静電気可視化装置 1 と同様の手順で、荷重印可装置 3 0 D を用いて計測対象物 1 0 と共に静電気可視化膜 2 0 を変形させることにより、静電気可視化膜 2 0 を発光させることができる。このように静電気可視化装置 1 D を構成しても実施形態 1 の静電気可視化装置 1 と同様の効果が得られる。

【0154】

なお、本実施形態では、荷重印可装置 3 0 D を用いて計測対象物 1 0 と共に静電気可視化膜 2 0 を変形させるようにしたが、本発明はこれに限定されない。たとえば、荷重印可装置 3 0 D に代えて引張機を用いて、静電気可視化装置 1 D を構成してもよい。

20

【0155】

引張機も、計測対象物 1 0 に物理的な力（引張力）をかけて、計測対象物 1 0 と共に静電気可視化膜 2 0 を変形させることができるものであれば特に限定されない。引張機としては、たとえば、引張試験機、三点曲げなどが挙げられる。

【0156】

このように静電気可視化装置 1 D を構成しても実施形態 1 の静電気可視化装置 1 と同様の効果が得られる。

（その他の実施形態）

【0157】

実施形態 3 を除く上述した実施形態では、静電気可視化膜の温度を変えるようにしなかったが、静電気可視化膜またはその近傍に、ヒータやペルティエ素子等の膜温度制御部を設け、計測時に静電気可視化膜の温度を上げたり、下げたりしてもよい。ここで、膜温度制御部は、静電気可視化膜の温度を変えることができるものであれば特に限定されない。

30

【0158】

このようにして静電気可視化膜の温度を変えて計測することにより、帯電している領域の発光輝度と帯電していない領域の発光輝度との差を大きくすることができる。その結果、帯電している領域と帯電していない領域とをより明確に区別することができる。

【0159】

また、上述した実施形態では、計測対象物として、矩形平板状のものを用いたが、本発明に係る計測対象物の形状は特に限定されない。その他の計測対象物の形状としては、たとえば、立方体状、直方体状、三角柱、三角錐、球状、楕円回転体状、不定形状など、どのような形状のものであってもよい。どのような形状の計測対象物であっても、その表面の静電気分布を可視化することができる。

40

【0160】

さらに、上述した実施形態では、1 つの可視化手段や可視化部を用いたが、本発明はこれに限定されず、複数の可視化手段や可視化部を組み合わせても同様の効果が得られる。

【0161】

なお、上述した実施形態では、記録部であるカメラを設けて静電気可視化膜の発光状態を記録できるようにしたが、カメラを設けなくても肉眼で静電気可視化膜の発光状態を観察できるのは言うまでもない。

【0162】

50

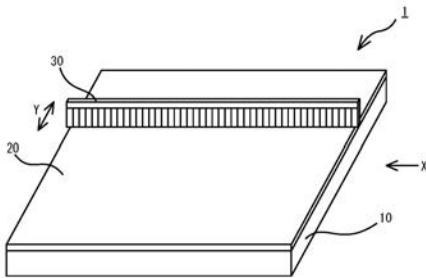
また、上述した実施形態では、蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質および応力発光物質の少なくとも1つを含む静電気可視化用材料および静電気可視化膜を用いたが、これらの物質のうち、複数の物質を混合させた静電気可視化用材料および静電気可視化膜を用いてもよいのは言うまでもない。

【符号の説明】

【0163】

- 1、1A、1B、1C、1D 静電気可視化装置
- 10 計測対象物
- 20 静電気可視化膜
- 30 除電ブラシ
- 30A 磁石
- 30B ヒータ
- 30C 音波発生装置
- 30D 荷重印可装置

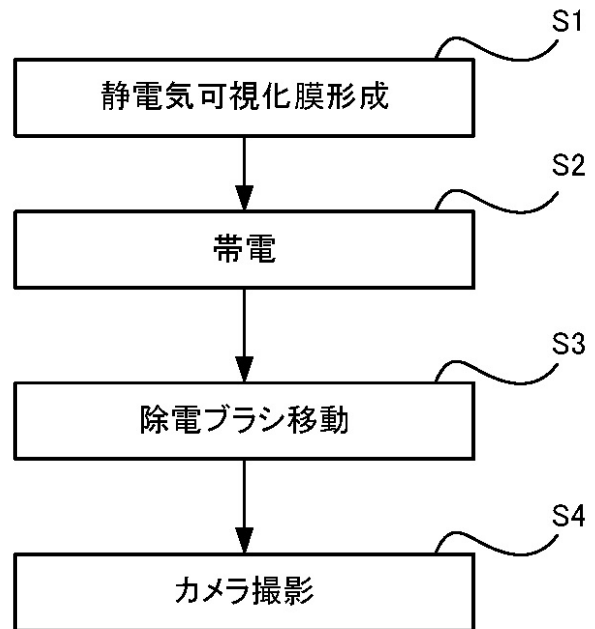
【図1】



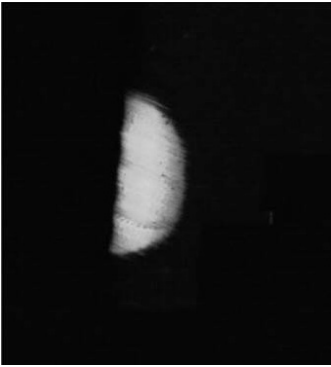
【図2】



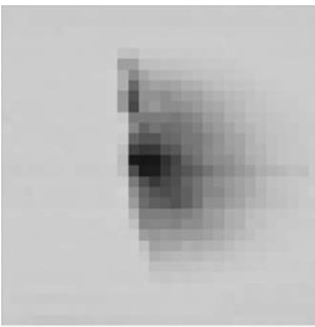
【図3】



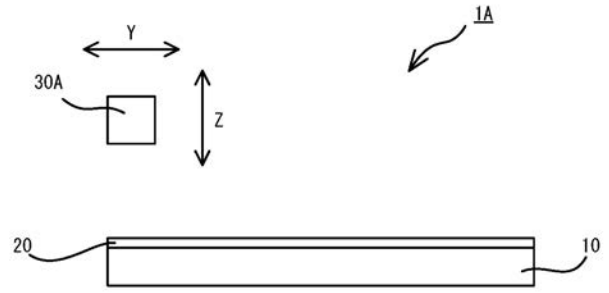
【 図 4 】



【 図 5 】



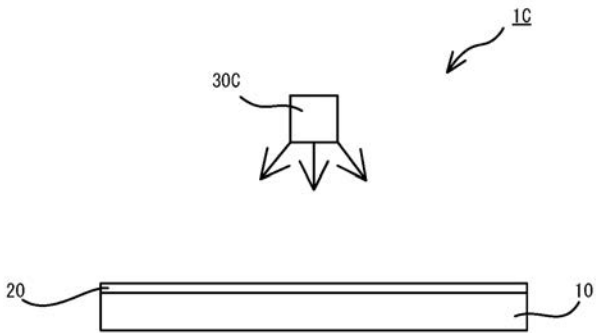
【 図 6 】



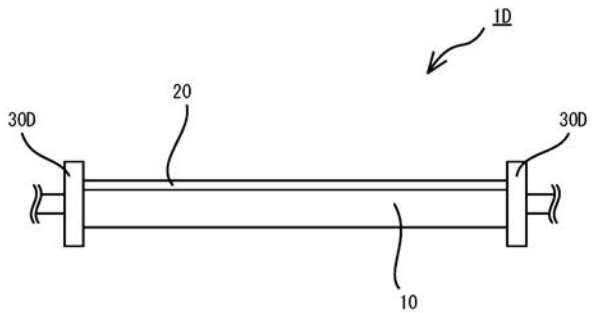
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【手続補正書】

【提出日】令和1年10月16日(2019.10.16)

【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】

刺激を加えて発光させることにより、計測対象物表面またはその近傍の帯電分布状態を可視化することができる静電気可視化用材料であって、

蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質および応力発光物質の少なくとも1つを含むことを特徴とする静電気可視化用材料。

【請求項2】

蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質および応力発光物質の重量比率が20～80wt%であることを特徴とする請求項1に記載の静電気可視化用材料。

【請求項3】

前記応力発光物質が、 SrAl_2O_4 で表される物質に Eu^{2+} が添加されているもの、 SrAl_2O_4 で表される物質に Eu^{2+} 、 Ho^{3+} 、 Dy^{2+} 、 M_1 、 M_2 および M_3 (M_1 、 M_2 、 $\text{M}_3 = 1 \sim 3$ 価のそれぞれ異なる金属イオン)の少なくとも一つが添加されているもの、または CaYAl_3O_7 で表される物質に Eu^{2+} が添加されているものであることを特徴とする請求項1または2に記載の静電気可視化用材料。

【請求項4】

前記破壊発光物質が、サリチル酸メチルまたは $\text{Eu}(\text{T TA})_3\text{Phen}$ であり、前記蛍光物質がエオシンまたはルテニウムトリスピリジン錯体であり、前記エレクトロルミネセンス物質がトリス(8-キノリノラト)アルミニウム錯体であり、前記残光物質が $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ であり、前記応力発光物質が $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Ho}^{3+}$ 、 Ce^{3+} 、 $\text{CaYAl}_3\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、 Cr^{3+} 、 Nd^{3+} 、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、 Mg^{2+} 、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、 Ca^{2+} 、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、 Ho^{3+} 、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、 Nd^{3+} または $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+} \text{Ce}^{3+}$ であることを特徴とする請求項1または2に記載の静電気可視化用材料。

【請求項5】

計測対象物の表面に設けられ、請求項1～4の何れか1項に記載の静電気可視化用材料を含むことを特徴とする静電気可視化膜。

【請求項6】

計測対象物に帯電している静電気分布を可視化することができる静電気分布可視化装置であって、

請求項5に記載の静電気可視化膜と、

前記静電気可視化膜の近傍に配置され、前記静電気可視化膜を刺激して前記静電気可視化膜を発光させる可視化部と、

を具備することを特徴とする静電気可視化装置。

【請求項7】

前記可視化部が、前記静電気可視化膜の表面に接触して前記静電気可視化膜を物理的に刺激する接触部材であることを特徴とする請求項6に記載の静電気可視化装置。

【請求項8】

前記可視化部が、前記静電気可視化膜に磁場を印加する磁石であることを特徴とする請求項6に記載の静電気可視化装置。

【請求項 9】

前記可視化部が、前記静電気可視化膜を加熱する加熱装置であることを特徴とする請求項 6 に記載の静電気可視化装置。

【請求項 10】

前記可視化部が、前記静電気可視化膜に音波を照射して前記静電気可視化膜を振動させる音波発生装置であることを特徴とする請求項 6 に記載の静電気可視化装置。

【請求項 11】

前記可視化部が、前記静電気可視化膜が発する光の波長以外の電磁波を照射する電磁波発生装置であることを特徴とする請求項 6 に記載の静電気可視化装置。

【請求項 12】

前記可視化部が、前記静電気可視化膜を前記計測対象物と共に変形させる引張・圧縮機であることを特徴とする請求項 6 に記載の静電気可視化装置。

【請求項 13】

前記電磁波が、可視光であることを特徴とする請求項 11 に記載の静電気可視化装置。

【請求項 14】

前記静電気可視化膜またはその近傍に、前記静電気可視化膜の温度を変更できる膜温度制御部を設けたことを特徴とする請求項 6 ~ 13 の何れか 1 項に記載の静電気可視化装置。

【請求項 15】

前記静電気可視化膜の近傍に配置され、前記静電気可視化膜の発光状態を記録する記録部をさらに具備することを特徴とする請求項 6 ~ 14 の何れか 1 項に記載の静電気可視化装置。

【請求項 16】

刺激を加えて発光させることにより、計測対象物表面またはその近傍の帯電分布状態を可視化することができる静電気分布可視化方法であって、
前記計測対象物の表面に、請求項 5 に記載の静電気可視化膜を形成する工程と、
前記計測対象物の少なくとも表面に静電気を帯電させる工程と、
前記静電気可視化膜を刺激する可視化手段を用いて、前記静電気可視化膜を発光させる発光工程と、
を具備することを特徴とする静電気分布可視化方法。

【請求項 17】

前記可視化手段が、前記静電気可視化膜の表面に接触部材を接触させて前記静電気可視化膜を刺激する物理的刺激であることを特徴とする請求項 16 に記載の静電気分布可視化方法。

【請求項 18】

前記可視化手段が、前記静電気可視化膜に印加される磁場であることを特徴とする請求項 16 に記載の静電気分布可視化方法。

【請求項 19】

前記可視化手段が、前記静電気可視化膜に加えられる熱であることを特徴とする請求項 16 に記載の静電気可視化方法。

【請求項 20】

前記可視化手段が、前記静電気可視化膜に照射されて前記静電気可視化膜を振動させる音波であることを特徴とする請求項 16 に記載の静電気可視化方法。

【請求項 21】

前記可視化手段が、前記静電気可視化膜に照射される、前記静電気可視化膜が発する光の波長以外の波長の電磁波であることを特徴とする請求項 16 に記載の静電気可視化方法。

【請求項 22】

前記可視化手段が、前記計測対象物と共に前記静電気可視化膜を変形させる物理的な力であることを特徴とする請求項 16 に記載の静電気可視化方法。

【請求項 23】

前記電磁波が、可視光であることを特徴とする請求項 21 に記載の静電気可視化方法。

【請求項 2 4】

前記発光工程が、前記静電気可視化膜の温度を変更させてから、前記可視化手段を用いて、前記静電気可視化膜を発光させることを特徴とする請求項 1 6 ~ 2 3 の何れか 1 項に記載の静電気可視化方法。

【請求項 2 5】

前記静電気可視化膜の発光状態を記録する記録工程をさらに具備することを特徴とする請求項 1 6 ~ 2 4 の何れか 1 項に記載の静電気可視化方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2018/023414
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. C09K11/00 (2006.01) i, C09D7/40 (2018.01) i, C09D7/61 (2018.01) i, C09D201/00 (2006.01) i, C09K11/64 (2006.01) i, C09K11/80 (2006.01) i, G01R29/24 (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) Int.Cl. C09K11/00, C09D7/40, C09D7/61, C09D201/00, C09K11/64, C09K11/80, G01R29/24 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), CAPlus/REGISTRY (STN)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005/097946 A1 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 20 October 2005, paragraphs [0030]-[0077], [0126], [0127], examples, etc. claims & US 2008/0232083 A1, claims, examples, paragraphs [0055]-[0116], [0173]-[0174] & GB 2430441 A & CN 1946828 A	1-24
A	WO 2016/098148 A1 (HITACHI, LTD.) 23 June 2016, paragraph [0095] (Family: none)	1-24
<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 13 September 2018 (13.09.2018)		Date of mailing of the international search report 25 September 2018 (25.09.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/023414

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/092685 A1 (HITACHI, LTD.) 16 June 2016, paragraph [0098] (Family: none)	1-24
A	WO 2015/011942 A1 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 29 January 2015 & US 2016/0154042 A1 & EP 3026448 A1 & CN 105431744 A & KR 10-2016-0033130 A	1-24
A	JP 11-352170 A (TOKAI UNIVERSITY) 24 December 1999 (Family: none)	1-24
P, A	WO 2017/177234 A1 (TREK INC.) 12 October 2017 (Family: none)	1-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/023414

Claim 1 pertains to a material for electrostatic visualization, the material comprising at least one among "a fluorescent material, a luminescent material, an electroluminescent material, a destructive luminescent material, a photochromic material, an afterglow material, a photostimulated luminescent material, and a stress luminescent material", and "the fluorescent material, the luminescent material, the electroluminescent material, the destructive luminescent material, the photochromic material, the afterglow material, the photostimulated luminescent material, and the stress luminescent material" include various groups of compounds.

In addition, it is indicated in the description (paragraph [0026]) of this application that the present invention is an invention obtained using a "property which was discovered for the first time in the world", wherein "the fluorescent material, the luminescent material, the electroluminescent material, the destructive luminescent material, the photochromic material, the afterglow material, the photostimulated luminescent material, and the stress luminescent material" emit light "when charged with static electricity, or when externally stimulated in the charged state".

However, only $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ is indicated in examples of this description as being "a compound which emits light when charged with static electricity, or when externally stimulated in the charged state", and compounds other than this compound are not disclosed. In addition, since the various compounds included in "the fluorescent material, the luminescent material, the electroluminescent material, the destructive luminescent material, the photochromic material, the afterglow material, the photostimulated luminescent material, and the stress luminescent materials" do not all have the same characteristics (e.g., not all stress luminescent materials have characteristics such as electroluminescence, photochromic, or afterglow), the fact that some of the compounds included in said compound group exhibit the specific property of emitting light when "charged with static electricity" or the like does not indicate that all of "the fluorescent materials, luminescent materials, electroluminescent materials, destructive luminescent materials, photochromic materials, afterglow materials, photostimulated luminescent materials, and stress luminescent materials" exhibit said specific property.

Thus, only a material for electrostatic visualization comprising $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ is disclosed within the meaning of PCT Article 5, and thus claim 1 lacks support under the meaning of PCT Article 6.

This also applies to claims 2-24.

Thus, a search was carried out for the scope disclosed in and supported by the specification, in other words, for a material which, among "the fluorescent material, the luminescent material, the electroluminescent material, the destructive luminescent material, the photochromic material, the afterglow material, the photostimulated luminescent material, and the stress luminescent materials", is represented by SrAl_2O_4 and contains the compound specifically stated in the specification; materials similar thereto; and materials obtained by adding at least one among Eu^{2+} , Ho^{3+} , Dy^{2+} , and $\text{M}_1\text{-M}_3$ to said material.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 2 3 4 1 4	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. C09K11/00(2006.01)i, C09D7/40(2018.01)i, C09D7/61(2018.01)i, C09D201/00(2006.01)i, C09K11/64(2006.01)i, C09K11/80(2006.01)i, G01R29/24(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. C09K11/00, C09D7/40, C09D7/61, C09D201/00, C09K11/64, C09K11/80, G01R29/24			
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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), CPlus/REGISTRY (STN)			
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	WO 2005/097946 A1 (独立行政法人産業技術総合研究所) 2005.10.20, [0030]-[0077], [0126], [0127]、実施例等、請求の範囲 & US 2008/0232083 A1 Claims, Examples, [0055]-[0116], [0173]-[0174] & GB 2430441 A & CN 1946828 A	1-24	
A	WO 2016/098148 A1 (株式会社日立製作所) 2016.06.23, [0095] (ファミリーなし)	1-24	
<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、一般的な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情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 13.09.2018		国際調査報告の発送日 25.09.2018	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 古妻 泰一 電話番号 03-3581-1101 内線 3483	4V 3408

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 2 3 4 1 4
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
A	WO 2016/092685 A1 (株式会社日立製作所) 2016.06.16, [0098] (ファミリーなし)	1-24
A	WO 2015/011942 A1 (独立行政法人産業技術総合研究所) 2015.01.29, & US 2016/0154042 A1 & EP 3026448 A1 & CN 105431744 A & KR 10-2016-0033130 A	1-24
A	JP 11-352170 A (学校法人東海大学) 1999.12.24, (ファミリーなし)	1-24
P, A	WO 2017/177234 A1 (TREK INC.) 2017.10.12, (ファミリー なし)	1-24

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 2018/023414

請求項1は「蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質、応力発光物質」の少なくとも1つを含むことを特徴とする静電気可視化用材料であり、「蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質、応力発光物質」には、膨大な群の化合物が包含される。

また、本願明細書には、本願発明は「蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質、応力発光物質」が、「静電気が帯電するとき、或いは帯電した状態において外部から刺激を加えることにより、発光するという」「世界で初めて発見」された特性を利用して得られたものであることが記載されている（[0026]）。

しかしながら、本願明細書の実施例に「静電気が帯電するとき、或いは帯電した状態において外部から刺激を加えることにより、発光する」ものとして記載されているのは、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ のみであり、その他の化合物については記載されていない。また、「蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質、応力発光物質」に包含される膨大な化合物は全ての特性が同一のものではない（例えば全ての応力発光物質がエレクトロルミネセンス、或いはフォトクロミック、残光といった特性を有する訳ではない）から、上記の化合物群に包含される化合物のうちの一部が「静電気が帯電するとき」等に発光するという特定の性質を示すことをもって、「蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質、応力発光物質」の全てが当該特定の性質を示すとはいえない。

してみると、PCT第5条の意味において開示されているのは、明細書に記載された特定の $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ を含む静電気可視化用材料のみであり、PCT第6条の意味での裏付けを欠いている。

請求項2-24についても同様である。

よって、調査は、明細書に裏付けられ、開示されている範囲、すなわち「蛍光物質、発光物質、エレクトロルミネセンス物質、破壊発光物質、フォトクロミック物質、残光物質、輝尽発光物質、応力発光物質」のうち、明細書に具体的に記載される化合物とその類似の物質を含む SrAl_2O_4 で表される物質とそれに Eu^{2+} 、 Ho^{3+} 、 Dy^{2+} 、 M_1-M_3 の少なくとも1つが添加されているものについて行った。

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 R 29/08 (2006.01)	C 0 9 K 11/06	6 1 0
	G 0 1 R 29/12	Z
	G 0 1 R 29/08	F

(81) 指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

Fターム(参考) 4H001 XA08 XA13 XA20 XA38 XA39 YA12 YA24 YA58 YA60 YA63
YA66 YA67

(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。

专利名称(译)	静电可视化材料,静电可视化膜,静电分布可视化装置以及静电分布可视化方法		
公开(公告)号	JPWO2019009071A1	公开(公告)日	2020-07-09
申请号	JP2019527621	申请日	2018-06-20
申请(专利权)人(译)	国立研究开发法人产业技术総合研究所		
[标]发明人	寺崎正 菊永和也		
发明人	寺崎 正 菊永 和也		
IPC分类号	C09K11/00 C09K11/64 C09K11/80 C09K11/06 G01R29/12 G01R29/08		
CPC分类号	C09K11/02 C09K11/7734 C09D7/40 C09D7/61 C09D201/00 C09K11/00 C09K11/64 G01R29/12 G01R29/14 G01R29/24		
FI分类号	C09K11/00 C09K11/64 C09K11/80 C09K11/06 C09K11/06.660 C09K11/06.610 G01R29/12.Z G01R29/08.F		
F-TERM分类号	4H001/XA08 4H001/XA13 4H001/XA20 4H001/XA38 4H001/XA39 4H001/YA12 4H001/YA24 4H001/YA58 4H001/YA60 4H001/YA63 4H001/YA66 4H001/YA67		
代理人(译)	铃木纪子		
优先权	2017133345 2017-07-07 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题:提供静电分布可视化材料,静电可视化膜,静电分布可视化设备和静电分布可视化方法,可以用肉眼可视化静电荷状态以直观地了解静电分布。目标是。制备静电分布可视化材料,以使其包括荧光物质,发光物质,电致发光物质,破坏性发光物质,光致变色物质,余辉物质,受激发光物质和应力发光物质中的至少一种。 [选型图]图1

