

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6074906号  
(P6074906)

(45) 発行日 平成29年2月8日 (2017.2.8)

(24) 登録日 平成29年1月20日 (2017.1.20)

(51) Int.Cl.

GO2F 1/167 (2006.01)

F I

GO2F 1/167

請求項の数 14 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2012-88855 (P2012-88855)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成24年4月9日 (2012.4.9)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-218121 (P2013-218121A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成25年10月24日 (2013.10.24)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	平成27年4月8日 (2015.4.8)		弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	青木 敬
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	小松 晴信
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 電気泳動粒子、電気泳動粒子の製造方法、電気泳動分散液、電気泳動シート、電気泳動装置および電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

母粒子と、  
前記母粒子の表面に結合した重合開始基を有する重合開始剤と、前記重合開始基に連結する、モノマーに由来するリビングラジカル重合部とを備えるポリマーとを有し、  
前記ポリマーは、前記重合開始剤と、前記重合開始剤と連結した、架橋基を有するモノマーを含む第1モノマーに由来するリビングラジカル第1重合部と、前記リビングラジカル第1重合部と連結した、架橋基を有するモノマーを含まない第2モノマーに由来するリビングラジカル第2重合部とからなり、前記ポリマー同士は、前記リビングラジカル第1重合部の前記架橋基において架橋剤を介して連結していることを特徴とする電気泳動粒子

10

【請求項 2】

前記第1モノマーは、前記架橋基としてエポキシ基を備えるものを含む請求項1に記載の電気泳動粒子。

【請求項 3】

前記第2モノマーは、非イオン性モノマーを含む請求項1または2に記載の電気泳動粒子。

【請求項 4】

前記第2モノマーは、陽イオン性モノマーを含む請求項1ないし3のいずれかに記載の電気泳動粒子。

20

## 【請求項 5】

前記第 2 モノマーは、陰イオン性モノマーを含む請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の電気泳動粒子。

## 【請求項 6】

前記重合開始剤は、シランカップリング剤である請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の電気泳動粒子。

## 【請求項 7】

前記重合開始基は、原子移動ラジカル重合開始基である請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の電気泳動粒子。

## 【請求項 8】

前記ポリマーは、前記母粒子の表面への結合度が  $0.01 \text{ chain/nm}^2$  以上、 $0.5 \text{ chain/nm}^2$  以下である請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の電気泳動粒子。

## 【請求項 9】

母粒子と、前記母粒子にポリマーが連結する電気泳動粒子の製造方法であって、

前記母粒子を用意し、前記母粒子の表面に、重合開始基を有する重合開始剤を複数結合させる第 1 の工程と、

架橋基を有する第 1 モノマーをリビングラジカル重合により前記重合開始基に重合させて、リビングラジカル第 1 重合部を形成した後、架橋基を有しない第 2 モノマーをリビングラジカル重合により前記リビングラジカル第 1 重合部に重合させて、リビングラジカル第 2 重合部を形成するとともに、前記架橋基同士を架橋剤を介して連結することにより、前記リビングラジカル第 1 重合部と前記リビングラジカル第 2 重合部とを有する重合部を形成してポリマーを得る第 2 の工程とを有することを特徴とする電気泳動粒子の製造方法。

## 【請求項 10】

前記第 2 の工程において、前記第 2 モノマーを重合させるのに先立って、前記架橋基同士を前記架橋剤を介して連結させる請求項 9 に記載の電気泳動粒子の製造方法。

## 【請求項 11】

請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の電気泳動粒子を含有することを特徴とする電気泳動分散液。

## 【請求項 12】

基板と、

前記基板には、請求項 11 に記載の電気泳動分散液を収納する複数の構造体が設けられていることを特徴とする電気泳動シート。

## 【請求項 13】

請求項 12 に記載の電気泳動シートを備えることを特徴とする電気泳動装置。

## 【請求項 14】

請求項 13 に記載の電気泳動装置を備えることを特徴とする電子機器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電気泳動粒子、電気泳動粒子の製造方法、電気泳動分散液、電気泳動シート、電気泳動装置および電子機器に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、液体中に微粒子を分散させた分散系に電界を作用させると、微粒子は、クーロン力により液体中で移動（泳動）することが知られている。この現象を電気泳動といい、近年、この電気泳動を利用して、所望の情報（画像）を表示させるようにした電気泳動表示装置が新たな表示装置として注目を集めている。

この電気泳動表示装置は、電圧の印加を停止した状態での表示メモリー性や広視野角性を有することや、低消費電力で高コントラストの表示が可能であること等の特徴を備えて

10

20

30

40

50

いる。

#### 【0003】

また、電気泳動表示装置は、非発光型デバイスであることから、ブラウン管のような発光型の表示デバイスに比べて、目に優しいという特徴も有している。

このような電気泳動表示装置には、電気泳動粒子を溶媒中に分散させたものを、電極を有する一対の基板間に配置される電気泳動分散液として備えるものが知られている。

かかる構成の電気泳動分散液では、電気泳動粒子として、正帯電性のものと、負帯電性のもの、および必要に応じて無帯電の粒子とを含むものが用いられ、これにより、一対の基板（電極）間に電圧を印加することで、所望の情報（画像）を表示させることができるようになる。

10

ここで、電気泳動粒子としては、一般的に、基材粒子に対して高分子が連結された被覆層を備えるものが用いられ、このような被覆層（高分子）を備える構成とすることで、電気泳動分散液中において、電気泳動粒子を分散および帯電させることが可能となる。

#### 【0004】

また、かかる構成の電気泳動粒子は、例えば、原子移動ラジカル重合反応（atom transfer radical polymerization：ATRP）を用いて、以下のようにして製造される。

すなわち、基材粒子を用意し、この基材粒子の表面に、重合開始基を有する重合開始剤を結合させた後、この重合開始基を起点として、モノマーがリビングラジカル重合により重合した重合部を形成して高分子（ポリマー）を設けることで、帯電性や分散性等の性質が付与されることにより電気泳動粒子が製造される（例えば、特許文献1参照。）。

20

#### 【0005】

しかしながら、このようなATRPを用いて製造した電気泳動粒子では、高分子は、その一端部においてのみ、基材粒子に対して連結している。そのため、電気泳動装置の製造途中や電気泳動装置の使用過程において、振動等に起因して電気泳動粒子同士が衝突したりする物理的な影響や、電気泳動粒子が分散する溶媒に由来する化学的な影響を受けることに起因して、高分子の一端部と基材粒子とが連結する連結部を起点として、高分子が基材粒子から脱離してしまう。その結果、電気泳動装置の製造時および使用時において、電気泳動分散液中に含まれる複数の電気泳動粒子間において帯電性および分散性等にバラツキが生じるという問題がある。

#### 【先行技術文献】

30

#### 【特許文献】

#### 【0006】

【特許文献1】特開2007-225732号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

本発明の目的の一つは、電気泳動分散液中において帯電性および分散性が長期的に安定な電気泳動粒子、かかる機能を発揮し得る電気泳動粒子を製造することができる電気泳動粒子の製造方法、かかる電気泳動粒子を用いた信頼性の高い、電気泳動分散液、電気泳動シート、電気泳動装置および電子機器を提供することにある。

40

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の電気泳動粒子は、母粒子と、

前記母粒子の表面に結合した重合開始基を有する重合開始剤と、前記重合開始基に連結する、モノマーに由来するリビングラジカル重合部とを備えるポリマーとを有し、

前記ポリマーは、前記重合開始剤と、前記重合開始剤と連結した、架橋基を有するモノマーを含む第1モノマーに由来するリビングラジカル第1重合部と、前記リビングラジカル第1重合部と連結した、架橋基を有するモノマーを含まない第2モノマーに由来するリビングラジカル第2重合部とからなり、前記ポリマー同士は、前記リビングラジカル第1

50

重合部の前記架橋基において架橋剤を介して連結していることを特徴とする。

これにより、電気泳動分散液中において帯電性および分散性が長期的に安定な電気泳動粒子とすることができる。

【0009】

本発明の電気泳動粒子では、前記第1モノマーは、前記架橋基としてエポキシ基を備えるものを含むことが好ましい。

エポキシ基は、特に反応性が高いものであることから、架橋剤を介して架橋基同士をより確実に架橋することができる。

本発明の電気泳動粒子では、前記第2モノマーは、非イオン性モノマーを含むことが好ましい。

10

これにより、電気泳動分散液中において、電気泳動粒子を凝集させることなく分散させることができるようになる。

【0010】

本発明の電気泳動粒子では、前記第2モノマーは、陽イオン性モノマーを含むことが好ましい。

これにより、電気泳動分散液中において、電気泳動粒子に正帯電性を付与することができるようになる。

本発明の電気泳動粒子では、前記第2モノマーは、陰イオン性モノマーを含むことが好ましい。

これにより、電気泳動分散液中において、電気泳動粒子に負帯電性を付与することができるようになる。

20

【0011】

本発明の電気泳動粒子では、前記重合開始剤は、シランカップリング剤であることが好ましい。

シランカップリング剤であれば、このものが有するアルコキシシリル基のような結合基を介して、母粒子の表面に、重合開始基を確実に結合させることができる。

本発明の電気泳動粒子では、前記重合開始基は、原子移動ラジカル重合開始基であることが好ましい。

これにより、重合開始基と、モノマーとが反応するリビングラジカル重合をより低コストで制御性良く、簡便に効率よく進行させることができる。

30

本発明の電気泳動粒子では、前記ポリマーは、前記母粒子の表面への結合度が  $0.01 \text{ chain/nm}^2$  以上、 $0.5 \text{ chain/nm}^2$  以下であることが好ましい。

これにより、架橋基同士をより確実に架橋することができ、電気泳動分散液中において優れた分散能および移動能の双方を発揮する電気泳動粒子とすることができる。

【0012】

本発明の電気泳動粒子の製造方法は、母粒子と、前記母粒子にポリマーが連結する電気泳動粒子の製造方法であって、

前記母粒子を用意し、前記母粒子の表面に、重合開始基を有する重合開始剤を複数結合させる第1の工程と、

架橋基を有する第1モノマーをリビングラジカル重合により前記重合開始基に重合させて、リビングラジカル第1重合部を形成した後、架橋基を有しない第2モノマーをリビングラジカル重合により前記リビングラジカル第1重合部に重合させて、リビングラジカル第2重合部を形成するとともに、前記架橋基同士を架橋剤を介して連結することにより、前記リビングラジカル第1重合部と前記リビングラジカル第2重合部とを有する重合部を形成してポリマーを得る第2の工程とを有することを特徴とする。

40

これにより、電気泳動分散液中において帯電性および分散性が長期的に安定な電気泳動粒子を形成することができる。

【0013】

本発明の電気泳動粒子の製造方法では、前記第2の工程において、前記第2モノマーを重合させるのに先立って、前記架橋基同士を前記架橋剤を介して連結させることが好まし

50

い。

これにより、母粒子側に位置する第1重合部にまで架橋剤をより容易に到達させることができるため、複数の第1重合部が有する架橋基同士を架橋剤を介してより確実に連結させることができる。

【0014】

本発明の電気泳動分散液は、本発明の電気泳動粒子を含有することを特徴とする。

これにより、優れた分散能および移動能の双方を発揮する電気泳動粒子を備える電気泳動分散液とすることができる。

本発明の電気泳動シートは、基板と、前記基板には、本発明の電気泳動分散液を収納する複数の構造体が設けられていることを特徴とする。

10

これにより、性能および信頼性の高い電気泳動シートが得られる。

本発明の電気泳動装置は、本発明の電気泳動シートを備えることを特徴とする。

これにより、性能および信頼性の高い電気泳動装置が得られる。

本発明の電子機器は、本発明の電気泳動装置を備えることを特徴とする。

これにより、性能および信頼性の高い電子機器が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の電気泳動粒子の実施形態を示す縦断面図である。

【図2】図1に示す電気泳動粒子が有するポリマーの模式図である。

【図3】電気泳動表示装置の実施形態の縦断面を模式的に示す図である。

20

【図4】図3に示す電気泳動表示装置の作動原理を示す模式図である。

【図5】本発明の電子機器を電子ペーパーに適用した場合の実施形態を示す斜視図である。

【図6】本発明の電子機器をディスプレイに適用した場合の実施形態を示す図である。

【図7】電気泳動分散液中の電気泳動粒子の泳動移動度を測定するために用いた封止セルの構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の電気泳動粒子、電気泳動粒子の製造方法、電気泳動分散液、電気泳動シート、電気泳動装置および電子機器を添付図面に示す好適実施形態に基づいて詳細に説明する。

30

<電気泳動粒子>

まず、本発明の電気泳動粒子について説明する。

【0017】

図1は、本発明の電気泳動粒子の実施形態を示す縦断面図、図2は、図1に示す電気泳動粒子が有するポリマーの模式図である。

電気泳動粒子1は、母粒子2と、母粒子2の表面に設けられた被覆層3とを有している。

母粒子2には、例えば、顔料粒子、樹脂粒子またはこれらの複合粒子のうちの少なくとも1種が好適に用いられる。これらの粒子は、製造が容易である。

40

【0018】

顔料粒子を構成する顔料としては、例えば、アニリンブラック、カーボンブラック、チタンブラック等の黒色顔料、二酸化チタン、三酸化アンチモン、硫酸バリウム、硫化亜鉛、亜鉛華、二酸化珪素等の白色顔料、モノアゾ、ジスアゾ、ポリアゾ等のアゾ系顔料、イソインドリノン、黄鉛、黄色酸化鉄、カドミウムイエロー、チタンイエロー、アンチモン等の黄色顔料、モノアゾ、ジスアゾ、ポリアゾ等のアゾ系顔料、キナクリドンレッド、クロムパーミリオン等の赤色顔料、フタロシアニンブルー、インダスレンブルー、紺青、群青、コバルトブルー等の青色顔料、フタロシアニングリーン等の緑色顔料等が挙げられ、これらのうち1種または2種以上を組み合わせ用いることができる。

【0019】

50

また、樹脂粒子を構成する樹脂材料としては、例えば、アクリル系樹脂、ウレタン系樹脂、尿素系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリスチレン、ポリエステル等が挙げられ、これらのうちの１種または２種以上を組み合わせる用いることができる。

また、複合粒子としては、例えば、顔料粒子の表面を樹脂材料で被覆することでコート処理されたもの、樹脂粒子の表面を顔料で被覆することでコート処理されたもの、顔料と樹脂材料とを適当な組成比で混合した混合物で構成される粒子等が挙げられる。

#### 【 0 0 2 0 】

なお、母粒子２として用いる顔料粒子、樹脂粒子および複合粒子の種類を適宜選択することにより、電気泳動粒子１の色を所望のものに設定することができる。

なお、母粒子２は、後述する重合開始基を有する重合開始剤３１（以下、単に「重合開始剤３１」ともいう）と結合（連結）し得る官能基を備えている必要がある。しかしながら、顔料粒子、樹脂粒子および複合粒子の種類によっては官能基を有していない場合があるため、この場合、予め、酸処理、塩基処理、ＵＶ処理、オゾン処理、プラズマ処理等の官能基導入処理を施して、母粒子２の表面に官能基が導入されている。また、官能基としては、例えば、水酸基等が挙げられる。

#### 【 0 0 2 1 】

母粒子２は、その表面の少なくとも一部（図示の構成では、ほぼ全体）が被覆層３により被覆されている。

本発明では、被覆層３は、母粒子２の表面に結合した重合開始基を有する重合開始剤３１と、この重合開始基を起点として、モノマーがリビングラジカル重合により重合した重合部３４とを備えるポリマー３５を複数含む構成をなし、さらに、重合部３４は、重合開始剤３１と連結し、架橋基を有するモノマーを含む第１モノマーがリビングラジカル重合により重合した第１重合部３２と、第１重合部３２の重合開始剤３１が連結するのと反対側の端部と連結し、架橋基を有しない第２モノマーがリビングラジカル重合により重合した第２重合部３３とを有し、かつ、ポリマー３５同士は、第１重合部３２の架橋基において架橋剤を介して連結している構成となっている。

#### 【 0 0 2 2 】

すなわち、ポリマー３５は、重合開始剤３１と、この重合開始剤３１と連結した、架橋基を有するモノマーを含む第１モノマーがリビングラジカル重合により重合した第１重合部３２と、第１重合部３２と連結した架橋基を有するモノマーを含まない第２モノマーがリビングラジカル重合により重合した第２重合部３３とからなり、ポリマー３５同士は、第１重合部３２の架橋基において架橋剤を介して連結している構成となっている（図２（a）参照。）。

#### 【 0 0 2 3 】

重合開始基を有する重合開始剤３１は、母粒子２の表面に結合するとともに、この重合開始基を起点として重合した重合部３４に結合している。

すなわち、重合開始基を有する重合開始剤３１は、母粒子２と、重合部３４とを接続（連結）する接続部として機能する。

この重合開始剤３１としては、重合開始基を有し、さらに、母粒子２の表面に結合し得る機能を有するものであれば、特に限定されるものではないが、例えば、重合開始基を有するシランカップリング剤が挙げられる。シランカップリング剤であれば、このものが有するアルコキシシリル基のような結合基を介して、母粒子２の表面に、重合開始剤（シランカップリング剤）３１を確実に結合させることができる。

#### 【 0 0 2 4 】

重合開始基としては、原子移動ラジカル重合（ＡＴＲＰ）により重合するもの、ニトロキシド媒介重合（ＮＭＰ）により重合するもの、可逆的付加開裂型連鎖移動重合（ＲＡＦＴ）、有機テルル化合物を用いるリビングラジカル重合（ＴＥＲＰ）により重合するもの等が挙げられるが、中でも、原子移動ラジカル重合により重合するものであるのが好ましい。これにより、重合開始基と、モノマーとが反応するリビングラジカル重合をより低コストで制御性良く、簡便に効率よく進行させることができる。

10

20

30

40

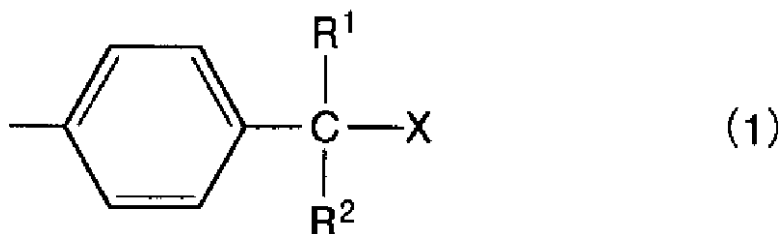
50

## 【 0 0 2 5 】

原子移動ラジカル重合により重合する重合開始基としては、例えば、有機ハロゲン化物およびハロゲン化スルホニル化合物に由来するものが挙げられ、有機ハロゲン化物に由来するものとしては、下記一般式（１）で表わされるベンジル誘導体を備えるもの、下記一般式（２）で表わされる - ハロエステル基を備えるもの、および下記一般式（３）で表わされる - ハロアミド基を備えるものが挙げられる。さらに、ハロゲン化スルホニル化合物に由来するものとしては、下記一般式（４）で表わされるものが挙げられる。

## 【 0 0 2 6 】

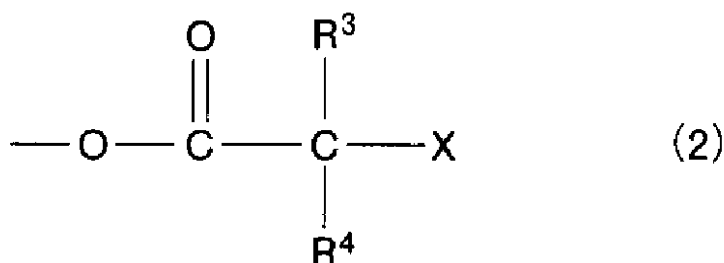
## 【 化 １ 】



[ 式中、 $R^1$  および  $R^2$  は、それぞれ独立して、水素、 $X$ 、および炭素原子の数が 1 ~ 20 であり任意の  $\text{---CH}_2\text{---}$  が  $\text{---O---}$  またはシクロアルキレン基で置換されてもよいアルキル基から選択される基を表し、 $X$  は、塩素、臭素またはヨウ素を表す。 ]

## 【 0 0 2 7 】

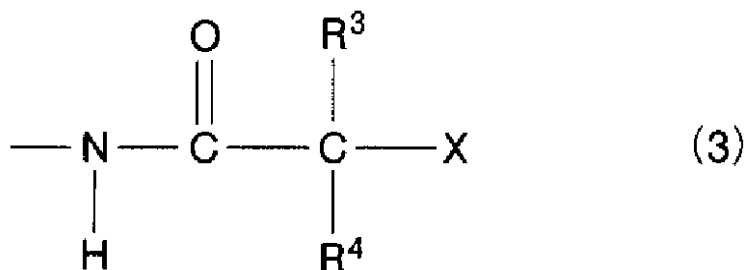
## 【 化 ２ 】



[ 式中、 $R^3$  および  $R^4$  は、それぞれ独立して、水素、炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、炭素数 6 ~ 12 のアリール基または炭素数 7 ~ 20 のアリールアルキル基を表し、 $R^3$  および  $R^4$  がともに水素であることが除かれる。また、 $X$  は塩素、臭素またはヨウ素を表す。 ]

## 【 0 0 2 8 】

## 【 化 ３ 】



[ 式中、 $R^3$  および  $R^4$  は、それぞれ独立して、水素、炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、炭素数 6 ~ 12 のアリール基または炭素数 7 ~ 20 のアリールアルキル基を表し、 $R^3$  および  $R^4$  がともに水素であることが除かれる。また、 $X$  は塩素、臭素またはヨウ素を表す。 ]

## 【 0 0 2 9 】

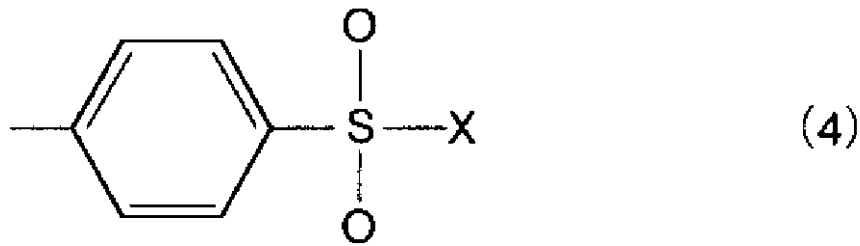
10

20

30

40

## 【化 4】



[ 式中、X、は塩素、臭素またはヨウ素を表す。 ]

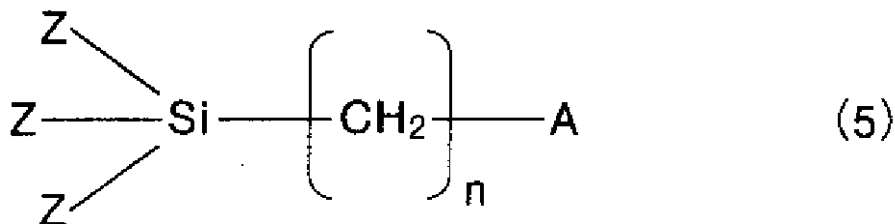
10

## 【 0 0 3 0 】

したがって、重合開始剤としてシランカップリング剤を用いる場合、この重合開始剤 31 は、例えば、下記一般式 (5) で表すことができる。

## 【 0 0 3 1 】

## 【化 5】



20

[ 式中、A は、重合開始基を表す。Z は、結合基を表し、それぞれ独立して、水素、メチル基、塩素、メトキシ基またはエトキシ基を表し、3つのZが全て水素もしくはメチル基であることが除かれ、n は、1 ~ 20 の整数を表す。 ]

## 【 0 0 3 2 】

重合部 34 は、重合開始剤 31 と連結する第 1 重合部 32 と、第 1 重合部 32 の重合開始剤 31 が連結するのと反対側の端部と連結する第 2 重合部 33 とを有している。

以下、これら第 1 重合部 32 と第 2 重合部 33 とを順次説明する。

第 1 重合部 32 は、重合開始剤 31 と連結し、架橋基を有するモノマーを含む第 1 モノマーがリビングラジカル重合により重合したものである。そして、この架橋基は、隣接するポリマー (高分子) 35 の第 1 重合部 32 が有する架橋基と、1ヶ所もしくは複数ヶ所において架橋剤を介して連結している。

30

このように、本発明では、母粒子 2 に連結するポリマー 35 は、隣り合うもの同士の間で、第 1 重合部 32 が有する架橋基において、架橋剤を介して連結する構成をなしている。

## 【 0 0 3 3 】

したがって、ポリマー 35 は、重合開始剤 31 側の端部ばかりでなく、隣り合うポリマー 35 とも連結することとなる。そのため、たとえ重合開始剤 31 側の端部における連結部で、ポリマー 35 が母粒子 2 から脱離したとしても、ポリマー 35 同士が連結していることから、結果的に、連結部において母粒子 2 から脱離したポリマー 35 が、母粒子 2 から脱離してしまうのを防止することができる。すなわち、ポリマー 35 の母粒子 2 への密着強度を向上させることができ、電気泳動粒子 1 の耐久性の向上を図ることができる。

40

## 【 0 0 3 4 】

よって、電気泳動装置の製造途中や電気泳動装置の使用過程に、振動等に起因して電気泳動粒子 1 同士が衝突したりする物理的な影響や、電気泳動粒子 1 が分散する溶媒に由来する化学的な影響を受けたとしても、ポリマー 35 の母粒子 2 からの脱離を確実に防止することができる。そのため、電気泳動装置の製造時および使用時において、電気泳動分散液中に含まれる複数の電気泳動粒子 1 間において帯電性および分散性等の特性にバラツキが生じてしまうのを的確に防止することができることから、電気泳動粒子 1 は、帯電性お

50



よび分散性等の特性が長期的に安定なものとなる。

【0035】

第1モノマーは、リビングラジカル重合により重合する重合基と、架橋剤を介して隣り合うポリマー35が有する架橋基と架橋する架橋基とを備えるものである。

第1モノマーが有する重合基としては、例えば、ビニル基、スチリル基、(メタ)アクリロイル基のような炭素-炭素2重結合を含むものが挙げられる。

また、第1モノマーが有する架橋基としては、例えば、エポキシ基、イソシアネート基、カルボキシ基、アミノ基等が挙げられるが、中でも、エポキシ基であるのが好ましい。これらの中でも、エポキシ基は、特に反応性が高いものであることから、架橋剤を介して架橋基同士をより確実に架橋することができる。

10

【0036】

架橋基としてエポキシ基を有する第1モノマーとしては、例えば、グリシジル(メタ)アクリレート、-メチルグリシジル(メタ)アクリレート、3,4-エポキシシクロヘキシルメチル(メタ)アクリレート、3,4-エポキシシクロヘキシルエチル(メタ)アクリレート、3,4-エポキシシクロヘキシルプロピル(メタ)アクリレート、アリルグリシジルエーテル等が挙げられる。

【0037】

また、架橋基としてエポキシ基を有する第1モノマーを用いた場合、架橋剤としては、例えば、酸無水物、ポリアミン化合物、フェノール化合物、チオール化合物等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせ用いることができる。架橋剤としてこれらの化合物を用いることにより、エポキシ基と反応して連結構造を形成し得ることから、この架橋剤を介して、架橋基同士を確実に連結することができる。

20

特に、これらの中でも、ポリアミン化合物であるのが好ましい。ポリアミン化合物は、取り扱いが容易で、かつ反応性が高いことから、架橋基同士をより確実に連結することができる。

【0038】

なお、架橋剤の具体例としては、例えば、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ジプロプレンジアミン、ジエチルアミノプロピルアミンのような鎖状脂肪族ポリアミン、N-アミノエチルピペラジン、メンセンジアミン、イソフオロンジアミンのような環状脂肪族ポリアミン、m-キシレンジアミン、ショーアミンX、アミンブラック、ショーアミンブラックのような脂肪芳香族アミン、メタフェニレンジアミン、ジアミノジフェニルメタン、ジアミノジフェニルスルフォンのような芳香族アミン、無水フタル酸、無水トリメリット酸、無水ピロメリット酸、無水ベンゾフェノンテトラカルボン酸、エチレングリコールビストリメリテート、グリセロールトリストリメリテート、無水マレイン酸、テトラヒドロ無水フタル酸、無水コハク酸、メチルシクロヘキセンジカルボン酸無水物、アルキルスチレン-無水マレイン酸共重合体、クロレンド酸無水物、ポリアゼライン酸無水物のような酸無水物等が挙げられる。

30

【0039】

なお、隣接するポリマー35が有する架橋基同士が架橋剤を介して連結することにより形成される架橋構造は、第1重合部32が備える各第1モノマーで形成されている必要はなく、各ポリマー35の第1重合部32において、少なくとも1つ形成されていればよい。

40

また、第1モノマーは、1つの架橋基を備える1官能のもの他、2つ以上の架橋基を備える多官能のものであってもよい。さらに、第1重合部32を構成する複数の第1モノマーのうちの一部は、架橋基を有しないものであってもよい。このよう、第1モノマーとして多官能のものを用いたり、架橋基を有しないものを用いたりすることにより、第1重合部32における架橋密度を所望の大きさに容易に設定することができる。

【0040】

さらに、第1重合部32は、その厚さが重合開始剤31の厚さと合わせて、好ましくは1nm程度以上、100nm程度以下、より好ましくは5nm程度以上、20nm程度以

50

下に設定されている。厚さを前記下限値未満に設定すると、第1重合部32中に、架橋剤を介して架橋基同士を連結させた架橋構造を十分量形成することができず、ポリマー35の母粒子2への密着強度を十分に向上させることができないおそれがある。また、厚さを前記上限値超に設定すると、電気泳動粒子1の粒径が無意味に大きくなり、電気泳動分散液を移動する際の抵抗が大きくなることに起因して、電気泳動分散液中での移動度が低下するおそれがある。

#### 【0041】

第2重合部33は、第1重合部32の重合開始剤が連結するのと反対側の端部と連結し、架橋基を有しない第2モノマーがリビングラジカル重合により重合したものであり、後述する電気泳動分散液中における電気泳動粒子1の特性を発揮させるためのものである。

10

第2モノマーは、架橋基を有するモノマーを含んでおらず架橋基を有していないが、リビングラジカル重合により重合し得るように重合基を備えており、電気泳動粒子1に付与する特性に基づいて、非イオン性モノマー、陽イオン性モノマーおよび陰イオン性モノマーに分類される。

#### 【0042】

また、第2モノマーが有する重合基としては、特に限定されないが、例えば、前述した第1モノマーが有する重合基と同様のものが挙げられる。

また、第2モノマーとして、非イオン性モノマーを含むものを用いて、リビングラジカル重合により第2重合部33を形成することで、後述する電気泳動分散液に含まれる分散媒に対して、第2重合部33は、優れた親和性を示すこととなる。そのため、電気泳動分散液中において、かかる第2重合部33を備える電気泳動粒子1を凝集させることなく分散させることができる。

20

#### 【0043】

このような非イオン性モノマーとしては、例えば、1-ヘキセン、1-ヘプテン、1-オクテン、メチル(メタ)アクリレート、エチル(メタ)アクリレート、プロピル(メタ)アクリレート、ステアシル(メタ)アクリレート、ラウリル(メタ)アクリレート、デシル(メタ)アクリレート、イソオクチル(メタ)アクリレート、イソボニル(メタ)アクリレート、シクロヘキシル(メタ)アクリレート、ペンタフルオロ(メタ)アクリレート等のアクリル系モノマー、スチレン、2-メチルスチレン、3-メチルスチレン、4-メチルスチレン、2-エチルスチレン、3-エチルスチレン、4-エチルスチレン、2-プロピルスチレン、3-プロピルスチレン、4-プロピルスチレン、2-イソプロピルスチレン、3-イソプロピルスチレン、4-イソプロピルスチレン、4-tert-ブチルスチレン等のスチレン系モノマーが挙げられる。

30

#### 【0044】

また、第2モノマーとして、陽イオン性モノマーを含むものを用いて、リビングラジカル重合により第2重合部33を形成することで、後述する電気泳動分散液において、第2重合部33は、正(プラス)に帯電することとなる。そのため、電気泳動分散液中において、かかる第2重合部33を備える電気泳動粒子1は、正帯電性の電気泳動粒子(正電気泳動粒子)となる。

#### 【0045】

40

このような陽イオン性モノマーとしては、例えば、その構造中にアミノ基を備えるものが挙げられ、具体的には、アミノメチル(メタ)アクリレート、アミノエチル(メタ)アクリレート、N,N-ジメチルアミノエチル(メタ)アクリレート、N-エチル-N-フェニルアミノエチル(メタ)アクリレート、N,N-ジメチル(メタ)アクリルアミド、N,N-ジエチル(メタ)アクリルアミド、4-ビニルピリジン等が挙げられる。

また、第2モノマーとして、陰イオン性モノマーを含むものを用いて、リビングラジカル重合により第2重合部33を形成することで、後述する電気泳動分散液において、第2重合部33は、負(マイナス)に帯電することとなる。そのため、電気泳動分散液中において、かかる第2重合部33を備える電気泳動粒子1は、負帯電性の電気泳動粒子(負電気泳動粒子)となる。

50

## 【0046】

このような陰イオン性モノマーとしては、例えば、その構造中にカルボキシル基またはスルホン基を備えるものが挙げられ、具体的には、(メタ)アクリル酸、カルボキシメチル(メタ)アクリレート、カルボキシエチル(メタ)アクリレート、ビニル安息香酸、ビニルフェニル酢酸、ビニルフェニルプロピオン酸、ビニルスルホン酸、スルホメチル(メタ)アクリレート、2-スルホエチル(メタ)アクリレート等が挙げられる。

また、上述した各種第2モノマーが重合することにより第2重合部33が形成されることから、これら第2モノマーに由来する構成単位の数を設定することにより、第2重合部33に、各種第2モノマーに由来する特性の程度を所望のものに設定することができる。

## 【0047】

なお、上述したような重合開始剤(シランカップリング剤)31、第1モノマー、第2モノマーおよび架橋剤から得られるポリマー35は、第1モノマーを $M_1$ 、第2モノマーを $M_2$ 、架橋剤をBで表すと、図2(b)のような模式図で表すことができる。なお、図2(b)中、隣り合うポリマー35が有する複数の第1モノマー $M_1$ 同士は、少なくとも1つの架橋剤Bを介して連結されていればよい。

また、上記のような被覆層3において、ポリマー35は、母粒子2の表面への結合度が $0.01 \text{ chain/nm}^2$ 以上、 $0.5 \text{ chain/nm}^2$ 以下となっていることが好ましく、 $0.05 \text{ chain/nm}^2$ 以上、 $0.1 \text{ chain/nm}^2$ 以下となっていることがより好ましい。

## 【0048】

ここで、母粒子の表面に重合開始基を有する重合開始剤31を結合させ、その後、この重合開始剤31の重合開始基を起点として、重合部34を形成することにより母粒子2の表面にポリマー35を結合させる構成とすると、通常、ポリマー35の母粒子2への結合度が前記範囲を超えて大きくなる傾向を示す。すなわち、母粒子2にポリマー35が密に形成される傾向を示す。

## 【0049】

このように密な状態でポリマー35が母粒子2の表面に形成されている電気泳動粒子1を、電気泳動分散液中に分散させると、電気泳動分散液中に含まれる分散媒の種類によっては、この分散媒が、ポリマー同士の間に浸入することが困難となり、これに起因して、電気泳動粒子1が十分な分散能を発揮できない場合がある。

これに対して、ポリマー35の母粒子2の表面への結合度を前記範囲内に設定することにより、母粒子2の表面へのポリマー35の結合度が疎な状態となり、その結果、分散媒がポリマー35同士の間に容易に浸入することが可能となる。そのため、電気泳動粒子1に、十分な分散能が付与されることとなる。

## 【0050】

さらに、ポリマー35の結合度が疎な状態となっていることで、各ポリマー35は、互いに干渉し合うことなく、より容易に可動することができるようになる。そのため、電気泳動分散液にイオンを添加する構成とすることで、非イオン性モノマーに由来する第1重合部32を備えるポリマー35により、かかるイオンを捕捉させることができ、その結果、電気泳動粒子1は帯電性を有するものとなる。

また、陽イオン性モノマーまたは陰イオン性モノマーに由来する第1重合部32を備えるポリマー35を電気泳動粒子1が有する場合、分散媒がポリマー35同士の間に浸入すると、第1重合部32からのカウンターイオンの脱離が容易に行われるため、第1重合部32の帯電性が向上し、その結果、電気泳動粒子1の移動能がより優れたものとなる。

## 【0051】

さらに、架橋基同士をより確実に架橋することができるため、電気泳動粒子1に、十分な分散能および移動能の双方が付与されることとなる。

以上のような、重合開始剤31と、第1重合部32および第2重合部33を備える重合部34とを有するポリマー35が母粒子2の表面に形成された電気泳動粒子1は、例えば、次のようにして製造することができる。

## 【 0 0 5 2 】

## &lt; 電気泳動粒子の製造方法 &gt;

以下、電気泳動粒子 1 の製造方法について説明する。

電気泳動粒子 1 の製造方法は、母粒子 2 を用意し、母粒子 2 の表面に、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 を複数結合させる第 1 の工程と、前記重合開始基を起点として、架橋基を有する第 1 モノマーをリビングラジカル重合により重合させた後、架橋基を有しない第 2 モノマーをリビングラジカル重合により重合させるとともに、前記架橋基同士を架橋剤を介して連結することにより、第 1 重合部 3 2 と第 2 重合部 3 3 とを有する重合部 3 4 を形成して複数のポリマー 3 5 を得る第 2 の工程とを有している。

## 【 0 0 5 3 】

以下、各工程について詳述する。

[ 1 ] まず、母粒子 2 を用意し、この母粒子 2 の表面に、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 を結合させる ( 第 1 の工程 ) 。

なお、ポリマー 3 5 の母粒子 2 の表面への結合度を  $0.01 \text{ chain/nm}^2$  以上、 $0.5 \text{ chain/nm}^2$  以下に設定する場合には、本工程 [ 1 ] において、母粒子 2 の表面に対する、重合開始剤 3 1 の結合度を  $0.01 \text{ chain/nm}^2$  以上、 $0.5 \text{ chain/nm}^2$  以下の範囲内となるように結合させる。

## 【 0 0 5 4 】

ここで、母粒子 2 の表面に対する重合開始剤 3 1 の結合度の結合度を前記範囲内に設定する方法としては、例えば、以下に示す I ~ III の方法が挙げられる。

すなわち、I の方法は、重合開始剤 3 1 を含む溶液中において、重合開始剤 3 1 の含有量が低くなるように前記溶液を調製し、母粒子 2 の表面にかかる溶液を接触させる方法 ( 希釈法 ) である。

## 【 0 0 5 5 】

また、II の方法は、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 と、重合開始基を有しない重合開始剤とを含む溶液を調製し、母粒子 2 の表面にかかる溶液を接触させる方法 ( 競合法 ) である。

さらに、III の方法は、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 を含む溶液を調製し、母粒子 2 の表面にかかる溶液を接触させて、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 を母粒子 2 の表面に結合させた後、結合した重合開始剤 3 1 の重合開始基の一部を失活させる方法 ( 失活法 ) である。

## 【 0 0 5 6 】

以下、I ~ III の方法について、順次、詳細に説明する。

## &lt; &lt; I : 希釈法 &gt; &gt;

I の方法は、上述の通り、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 を含む溶液中において、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 の含有量が低くなるように前記溶液を調製し、母粒子 2 の表面にかかる溶液を接触させる方法である。

## 【 0 0 5 7 】

このように、母粒子 2 の表面に接触させる溶液に含まれる重合開始基を有する重合開始剤 3 1 の含有量を低濃度に設定することで、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 が母粒子 2 の表面に接触する接触機会が減少するため、母粒子 2 の表面への重合開始基を有する重合開始剤 3 1 の結合度を疎な状態とすることができる。

また、母粒子 2 の表面に対する、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 の結合度を前記範囲内とするには、前記溶液中における重合開始基を有する重合開始剤 3 1 の含有量を、下記式 ( A ) に基づいて求められた範囲内に設定することにより行うことができる。

## 【 0 0 5 8 】

10

20

30

40

【数 1】

$$0.01 < \frac{\frac{W_{ini}}{M_w} N_A}{S W_p} < 0.5 \quad \dots (A)$$

〔式中、 $W_{ini}$  は重合開始基を有するシランカップリング剤の重量 [g] を、 $M_w$  は重合開始基を有するシランカップリング剤の分子量 [g/mol] を、 $S$  は母粒子の比表面積 [nm<sup>2</sup>/g] を、 $W_p$  は母粒子の重量 [g] を、 $N_A$  はアボガドロ数 [/mol] を、それぞれ表す。〕

【0059】

そこで、例えば、分子量 300 の重合開始基を有する重合開始剤 31 を、比表面積 10 m<sup>2</sup>/g の母粒子 2 に形成する場合、上記式 (A) から  $0.00005 < W_{ini} / W_p < 0.0025$  の関係が求められる。

したがって、この場合には母粒子 2 の重量に対して 0.005 ~ 0.25 wt % の範囲内となる重合開始基を有する重合開始剤 31 を前記溶液中に含有させることで、母粒子 2 の表面に対する、重合開始基を有する重合開始剤 31 の結合度を前記範囲内に設定することができる。

【0060】

なお、母粒子 2 の表面に、溶液を接触させる方法としては、例えば、I：溶液中に母粒子 2 を浸漬する方法（浸漬法）、II：母粒子 2 の表面に溶液を塗布する方法（塗布法）、III：母粒子 2 の表面に前記溶液をシャワー状に供給する方法（噴霧法）等が挙げられる。

また、上記の溶液を調製するための溶媒としては、例えば、ヘキサン、ベンゼン、トルエン、ジエチルエーテル、クロロホルム、酢酸エチル、塩化メチレン等の非極性溶媒、テトラヒドロフラン、アセトン、アセトニトリル、N,N-ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド等の非プロトン性極性溶媒、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール等のプロトン性極性溶媒等が挙げられ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせて用いることができる。この際に重合開始剤（シランカップリング剤）31 の反応性を向上させるために少量の水もしくは酸もしくは塩基を添加してもよい。

【0061】

また、浸漬法を用いる場合、必要に応じて上記溶液に対して、超音波を所定時間照射したり、所定時間攪拌するようにしてもよい。これにより、溶液中における母粒子 2 の分散性が向上するため、母粒子 2 の表面に、重合開始基を有する重合開始剤 31 を、より均一に結合させることができる。

なお、母粒子 2 の表面と、重合開始基を有する重合開始剤 31 との反応は、例えば、浸漬法を用いる場合、過剰な溶液をろ過等で取り除いた後、母粒子 2 を加熱することで行うことができる。また、母粒子 2 を加熱する際の条件は、加熱温度を 100 ~ 150 程度で、加熱時間を 30 ~ 90 分程度に設定される。

【0062】

&lt;&lt;II：競合法&gt;&gt;

IIの方法は、上述の通り、重合開始基を有する重合開始剤 31 と、重合開始基を有しない重合開始剤（シランカップリング剤）とを含む溶液を調製し、母粒子 2 の表面にかかる溶液を接触させる方法である。

このように、母粒子 2 の表面に接触させる溶液中に、重合開始基を有する重合開始剤 31 の他に、さらに、重合開始基を有しない重合開始剤（シランカップリング剤）が含まれる構成とすることで、母粒子 2 の表面には、重合開始基を有する重合開始剤 31 と重合開始基を有しない重合開始剤（シランカップリング剤）との双方が結合することとなるため

10

20

30

40

50

、結果的に、母粒子 2 の表面に対する、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 の結合度が疎な状態となる。

【 0 0 6 3 】

また、母粒子 2 の表面に対する、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 の結合度を前記範囲内とするには、前記溶液中における重合開始基を有する重合開始剤 3 1 の含有量と、重合開始基を有しない重合開始剤（シランカップリング剤）の含有量との比を、下記式（C）に基づいて求められた範囲内に設定することにより行うことができる。

すなわち、前記溶液中における重合開始基を有する重合開始剤 3 1 と重合開始基を有しない重合開始剤（シランカップリング剤）とのモル比を、 $m : (1 - m)$  としたとき、かかる溶液を用いて処理された母粒子 2 の表面における、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 の結合度（表面密度）は、下記式（B）で表すことができる。

10

【 0 0 6 4 】

【数 2】

$$\frac{m}{S_A m + S_B (1 - m)} \quad \dots (B)$$

〔式中、 $S_A$  は、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 の被覆面積 [ $\text{nm}^2$ ] を表し、 $S_B$  は、重合開始基を有しない重合開始剤（シランカップリング剤）の被覆面積 [ $\text{nm}^2$ ] を表す。〕

20

【 0 0 6 5 】

この結合度が、 $0.01 \sim 0.5$  [ $\text{chain} / \text{nm}^2$ ] を満足すれば良いことから、下記式（C）に基づいて、 $0.01 S_A < m < 0.5 S_A$  なる関係を求めることができる。

【 0 0 6 6 】

【数 3】

$$0.01 < \frac{m}{S_A m + S_B (1 - m)} < 0.5 \quad \dots (C)$$

30

〔式中、 $S_A$  と  $S_B$  とは、 $S_A = S_B$  として取り扱うことができる。〕

【 0 0 6 7 】

したがって、通常、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 の被覆面積  $S_A$  は  $0.2 \text{ nm}^2$  であると取り扱うことが可能であるため、 $0.002 < m < 0.1$  なる関係が満足されるように、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 と、重合開始基を有しない重合開始剤（シランカップリング剤）とが含まれる溶液を調製することで、母粒子 2 の表面に対する、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 の結合度を前記範囲内に設定することができる。

【 0 0 6 8 】

40

なお、この方法では、母粒子 2 の表面の重合開始剤が結合し得る領域のほぼ全体に亘って、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 または重合開始基を有しない重合開始剤（シランカップリング剤）が連結していることが好ましい。したがって、かかる方法に用いる溶液中には、重合開始基を有する重合開始剤 3 1 と重合開始基を有しない重合開始剤（シランカップリング剤）とを合わせたものが過剰量含まれているのが好ましく、具体的には、母粒子 2 の重量に対して、 $1 \sim 5$  重量%程度含まれているのが好ましい。

【 0 0 6 9 】

また、重合開始基を有しない重合開始剤としては、重合開始剤としてシランカップリング剤を用いる場合、例えば、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリフェノキシシラン、 $p$ -スチリルトリメトキシシラン、 $p$ -スチリルトリエトキ

50

シシラン、p - スチリルトリフェノキシシラン、3 - アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3 - アクリロキシプロピルトリエトキシシラン、3 - アクリロキシプロピルトリフェノキシシラン、3 - メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3 - メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、3 - メタクリロキシプロピルトリフェノキシシラン、3 - アミノプロピルトリメトキシシラン、3 - メルカプトプロピルトリメトキシシラン、3 - メルカプトプロピルトリエトキシシラン、3 - グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、アリルトリメトキシシラン、アリルトリエトキシシラン、アリルトリフェノキシシラン、メチルトリメトキシシラン、ジメチルジメトキシシラン、トリメチルメトキシシラン、n - プロピルトリメトキシシラン、n - ブチルトリエトキシシラン、n - ヘキシルトリメトキシシラン、n - ヘキシルトリエトキシシラン、n - オクチルトリエトキシシラン、n - デシルトリメトキシシラン、フェニルトリメトキシシラン、ジフェニルジメトキシシラン等があげられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

10

#### 【0070】

< < III : 失活法 > >

IIIの方法は、上述の通り、重合開始基を有する重合開始剤31を含む溶液を調製し、母粒子2の表面にかかる溶液を接触させて、重合開始基を有する重合開始剤31を母粒子2の表面に結合させた後、結合した重合開始剤31の重合開始基の一部を失活させる方法である。

このように、母粒子2の表面に結合した複数の重合開始剤31のうち、一部の重合開始剤31が有する重合開始基を失活（不活性化）させるため、結果的に、母粒子2の表面への重合開始基の結合度が疎な状態となる。

20

#### 【0071】

なお、この方法では、母粒子2の表面の重合開始剤が結合し得る領域のほぼ全体に亘って、重合開始基を有する重合開始剤31が連結していることが好ましい。したがって、かかる方法に用いる溶液中には、重合開始基を有する重合開始剤31が過剰量含まれているのが好ましく、具体的には、母粒子2の重量に対して、1～5重量%程度含まれているのが好ましい。

また、重合開始基を失活させる方法としては、特に限定されないが、例えば、重合開始基を有する重合開始剤31が表面に結合した母粒子2を、液体中に分散させた状態、または乾燥させた状態で、酸酸性溶液やアルカリ性溶液で処理する溶液処理の他、UV照射処理、コロナ処理、オゾン処理、プラズマ処理、電子線照射処理等が挙げられる。

30

#### 【0072】

[2] 次に、重合開始剤31が有する重合開始基を起点として、架橋基を有する第1モノマーをリビングラジカル重合により重合させた後、架橋基を有しない第2モノマーをリビングラジカル重合により重合させるとともに、架橋基同士を架橋剤を介して連結することにより、第1重合部32と第2重合部33とを有する重合部34を形成することで複数のポリマー35を得る（第2の工程）。

#### 【0073】

[2-1] まず、重合開始剤31が有する重合開始基を起点として、架橋基を有する第1モノマーをリビングラジカル重合により重合させる。

40

このリビングラジカル重合は、例えば、重合開始基を有する重合開始剤31が結合する母粒子2の表面に、第1モノマーと触媒とを含有する溶液を接触させること等により行うことができる。

#### 【0074】

触媒としては、第1重合部32の生長過程において、生長末端を重合開始基とすることができるもの、またはルイス酸性度が比較的低いものが用いられる。かかる触媒としては、例えば、Cu、Fe、Au、Ag、Hg、Pd、Pt、Co、Mn、Ru、MoおよびNb等の遷移金属のハロゲン化物、銅フタロシアニン等の有機基が配位子として配位した遷移金属錯体等が挙げられるが、中でも、遷移金属のハロゲン化物を主成分とするものが

50

好ましい。

【0075】

また、前記溶液を調製するための溶媒としては、例えば、水、メタノール、エタノール、ブタノールのようなアルコール類、ヘキサン、オクタン、ベンゼン、トルエン及びキシレン等の炭化水素類、ジエチルエーテルやテトラヒドロフラン等のエーテル類、クロロベンゼン、*o*-ジクロロベンゼンのようなハロゲン化芳香族炭化水素類等が挙げられ、これらを単独または混合溶媒として用いることができる。

【0076】

この溶液を、重合開始基を有する重合開始剤31が連結する母粒子2の表面に接触させると、重合開始基と第1モノマーが有する重合基との間に重合反応が生じる。また、第1重合部32の生長過程において、生長末端が常に重合開始基となり、この重合開始基と第1モノマーの重合基との間に、さらに重合反応が生じて第1重合部32が合成される（生成する）。

10

ここで、リビングラジカル重合では、第1重合部32の生長過程において、生長末端が常に重合活性を有するため、第1モノマーが消費され、重合反応が停止した後、新たに第1モノマーを加えると重合反応がさらに進行する。

【0077】

したがって、反応系に供給する第1モノマーの量、反応時間や触媒量を所望の重合度に応じて調整した結果、合成されるポリマー35が有する第1モノマーに由来する構成単位の数精度よく制御することができる。

20

また、重合度の分布の揃った第1重合部32を得ることができる。

また、前記溶液（反応液）は、重合反応を開始する前に、脱酸素処理を行っておくのが好ましい。脱酸素処理としては、例えば、アルゴンガス、窒素ガス等の不活性ガスによる真空脱気後の置換やパージ処理等が挙げられる。

【0078】

また、重合反応に際して、前記溶液の温度を所定の温度（第1モノマーおよび触媒が活性化する温度）まで加熱（加温）することにより、第1モノマーの重合反応をより迅速かつ確実に行うことができる。

この加熱の温度は、触媒の種類等によっても若干異なり、特に限定されないが、30～100 程度であるのが好ましい。また、加熱の時間（反応時間）は、加熱の温度を前記範囲とする場合、10～20時間程度であるのが好ましい。

30

【0079】

[2-2] 次に、母粒子2の表面に重合開始剤31を介して連結された複数の第1重合部32が有する架橋基同士を、架橋剤を介して連結する。

これにより、隣り合う第1重合部32が有する架橋基同士が架橋剤を介して連結された架橋構造が形成される。

この架橋構造の形成は、例えば、重合開始剤31を介して複数の第1重合部32が結合する母粒子2の表面に、架橋剤を含有する溶液を接触させること等により行うことができる。

【0080】

40

また、この溶液を調製するための溶媒としては、前記工程[2-1]で説明したのと同様のものを用いることができる。

さらに、各母粒子2に形成された架橋基の数A[個]と、架橋剤が備える反応部位数B[個]の比A:Bは、1:2～10:1であることが好ましく、1:1（等量）であることがより好ましい。架橋剤の添加量が過剰となる場合には、未反応の架橋剤および、部分的にしか架橋していない架橋剤が生じるため、第1重合部32の強度を十分に強くすることができないおそれがある。一方、架橋剤が不足した場合には、未反応の架橋基が多量に残ることとなり、第1重合部32の強度を十分に強くすることができないおそれがある。

【0081】

なお、架橋剤を含有する溶液中には、硬化促進剤が含まれているのが好ましい。これに

50



より、前記架橋構造の形成をより円滑に行うことができる。

硬化促進剤としては、特に限定されないが、例えば、イミダゾール類およびその誘導体、第三級アミン類ならびに第四級アンモニウム塩等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

#### 【0082】

また、架橋反応に際して、前記溶液の温度を所定の温度（架橋基と架橋剤とが反応する温度）まで加熱（加温）することにより、この反応をより迅速かつ確実に行うことができる。

この加熱の温度は、架橋基および架橋剤の種類等によっても若干異なり、特に限定されないが、30～100 程度であるのが好ましい。また、加熱の時間（反応時間）は、加熱の温度を前記範囲とする場合、0.5～10時間程度であるのが好ましい。

10

#### 【0083】

なお、この架橋構造の形成の後、第1重合部32中には未反応の架橋基が残存していることがある。この場合、架橋基（特に、エポキシ基）は反応性が高いものであるため、次工程[2-3]や、電気泳動分散液中において、不本意に架橋基が反応（例えば、分解反応）し、その結果、電気泳動粒子1の分散特性および帯電特性等の特性に変化が生じるおそれがある。このような特性の変化を防止することを目的に、予め、本工程[2-2]の後に、架橋基を分解処理するようにしてもよい。

分解処理としては、例えば、一般的な酸やアルカリ、亜硫酸ナトリウム等の試薬と接触させる方法が挙げられる。

20

#### 【0084】

[2-3] 次に、第1重合部32の重合開始剤31が連結するのと反対側の端部に、架橋基を有しない第2モノマーをリビングラジカル重合により重合させる。

このリビングラジカル重合は、例えば、重合開始剤31を介して複数の第1重合部32が結合する母粒子2の表面に、第2モノマーと触媒とを含有する溶液を接触させること等により行うことができる。

#### 【0085】

触媒および前記溶液を調製するための溶媒としては、前記工程[2-1]で説明したのと同様のものを用いることができる。

この溶液を、重合開始剤31を介して複数の第1重合部32が結合する母粒子2の表面に接触させると、第1重合部32の形成の後に、生長末端に重合開始基が残存しているため、この重合開始基と、第2モノマーが有する重合基との間に重合反応が生じる。さらに、第1重合部32の生長過程と同様に、第2重合部33の生長過程において、生長末端が常に重合開始基となり、この重合開始基と第2モノマーの重合基との間に、さらに重合反応が生じて第2重合部33が合成される（生成する）。

30

#### 【0086】

ここで、リビングラジカル重合では、第2重合部33の生長過程において、生長末端が常に重合活性を有するため、第2モノマーが消費され、重合反応が停止した後、新たに第2モノマーを加えると重合反応がさらに進行する。

したがって、反応系に供給する第2モノマーの量、反応時間や触媒量を所望の重合度に応じて調整した結果、合成されるポリマー35が有する第2モノマーに由来する構成単位の数精度よく制御することができる。

40

#### 【0087】

また、重合度の分布の揃った第2重合部33（ポリマー35）を得ることができる。

このようなことから、所望の重合度を有する第2重合部33を備えるポリマー35を、電気泳動粒子1毎のバラツキを抑えつつ、簡易な工程で形成することができる。その結果、電気泳動粒子1は、後述する電気泳動分散液中において、優れた分散能および移動能を有するものとなる。

また、前記溶液（反応液）は、前記工程[2-1]と同様に、重合反応を開始する前に、脱酸素処理を行っておくのが好ましい。

50

## 【0088】

さらに、前記工程〔2-1〕と同様に、重合反応に際して、前記溶液の温度を所定の温度（モノマーおよび触媒が活性化する温度）まで加熱（加温）することにより、モノマーの重合反応をより迅速かつ確実に行うことができる。

なお、前記工程〔1〕において、母粒子2の表面に対する、重合開始基を有する重合開始剤31の結合度を $0.01 \text{ chain/nm}^2$ 以上、 $0.5 \text{ chain/nm}^2$ 以下に設定した場合には、本工程〔2〕において形成されるポリマー35についても同様に、母粒子2の表面に対するポリマー35の結合度を $0.01 \text{ chain/nm}^2$ 以上、 $0.5 \text{ chain/nm}^2$ 以下に設定することができる。

## 【0089】

以上のようにして、母粒子2が被覆層3で被覆された電気泳動粒子1が製造される。

なお、本実施形態では、前記工程〔2-1〕における第1重合部32の形成の後に、前記工程〔2-2〕において、複数の第1重合部32が有する架橋基を架橋剤を介して連結する場合について説明したが、この場合に限定されず、例えば、前記工程〔2-3〕における第2重合部33の形成の後に、前記架橋基を架橋剤を介して連結するようにしてもよい。ただし、本実施形態のように前記工程〔2-3〕に先立って、前記工程〔2-2〕を施す構成とすることで、母粒子2側に位置する第1重合部32にまで架橋剤をより容易に到達させることができるため、複数の第1重合部32が有する架橋基同士を架橋剤を介してより確実に連結させることができる。

## 【0090】

<電気泳動分散液>

次に、本発明の電気泳動分散液について説明する。

電気泳動分散液は、少なくとも1種の電気泳動粒子（本発明の電気泳動粒子）を分散媒（液相分散媒）に分散（懸濁）してなるものである。

分散媒としては、比較的高い絶縁性を有するものが好ましく用いられ、例えば、例えば、各種水、アルコール類、セロソルブ類、エステル類、脂肪族炭化水素類（流動パラフィン）、脂環式炭化水素類、芳香族炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類、芳香族複素環類等が挙げられ、これらを単独溶媒として用いてもよいし、混合溶媒として用いてもよい。

## 【0091】

また、分散媒中には、必要に応じて、例えば、電解質、界面活性剤（アニオン性またはカチオン性）、金属石鹸、樹脂材料、ゴム材料、油類、ワニス、コンパウンド等の粒子からなる荷電制御剤、潤滑剤、安定化剤、各種染料等の各種添加剤を添加するようにしてもよい。

また、電気泳動粒子の分散媒への分散は、例えば、ペイントシェーカー法、ボールミル法、メディアミル法、超音波分散法、攪拌分散法等のうちの1種または2種以上を組み合わせで行うことができる。

このような電気泳動分散液中において、被覆層3が有するポリマー35の作用により、電気泳動粒子1は、優れた分散能と移動能との双方を発揮するものとなる。

## 【0092】

<電気泳動表示装置>

次に、本発明の電気泳動シートが適用された電気泳動表示装置（本発明の電気泳動装置）について説明する。

図3は、電気泳動表示装置の実施形態の縦断面を模式的に示す図、図4は、図3に示す電気泳動表示装置の作動原理を示す模式図である。なお、以下では、説明の都合上、図3および図4中の上側を「上」、下側を「下」として説明を行う。

## 【0093】

図3に示す電気泳動表示装置920は、電気泳動表示シート（フロントプレーン）921と、回路基板（バックプレーン）922と、電気泳動表示シート921と回路基板922とを接合する接着剤層98と、電気泳動表示シート921と回路基板922との間の間隙を気密的に封止する封止部97とを有している。

電気泳動表示シート（本発明の電気泳動シート）921は、平板状の基部92と基部92の下面に設けられた第2の電極94とを備える基板912と、この基板912の下面（一方の面）側に設けられ、マトリクス状に形成された隔壁940と電気泳動分散液910とで構成された表示層9400とを有している。

一方、回路基板922は、平板状の基部91と基部91の上面に設けられた複数の第1の電極93とを備える対向基板911と、この対向基板911（基部91）に設けられた、例えばTFT等のスイッチング素子を含む回路（図示せず）とを有している。

#### 【0094】

以下、各部の構成について順次説明する。

基部91および基部92は、それぞれ、シート状（平板状）の部材で構成され、これら 10  
の間に配される各部材を支持および保護する機能を有する。

各基部91、92は、それぞれ、可撓性を有するもの、硬質なもののいずれであってもよいが、可撓性を有するものであるのが好ましい。可撓性を有する基部91、92を用いることにより、可撓性を有する電気泳動表示装置920、すなわち、例えば電子ペーパーを構築する上で有用な電気泳動表示装置920を得ることができる。

#### 【0095】

また、各基部（基材層）91、92を可撓性を有するものとする場合、これらは、それぞれ、樹脂材料で構成するのが好ましい。

このような基部91、92の平均厚さは、それぞれ、構成材料、用途等により適宜設定され、特に限定されないが、20～500μm程度であるのが好ましく、25～250μ 20  
m程度であるのがより好ましい。

#### 【0096】

これらの基部91、92の隔壁940側の面、すなわち、基部91の上面および基部92の下面に、それぞれ、層状（膜状）をなす第1の電極93および第2の電極94が設けられている。

第1の電極93と第2の電極94との間に電圧を印加すると、これらの間に電界が生じ、この電界が電気泳動粒子（本発明の電気泳動粒子）95に作用する。

#### 【0097】

本実施形態では、第2の電極94が共通電極とされ、第1の電極93がマトリックス状（行列状）に分割された個別電極（スイッチング素子に接続された画素電極）とされており、第2の電極94と1つの第1の電極93とが重なる部分が1画素を構成する。 30

各電極93、94の構成材料としては、それぞれ、実質的に導電性を有するものであれば特に限定されない。

#### 【0098】

このような電極93、94の平均厚さは、それぞれ、構成材料、用途等により適宜設定され、特に限定されないが、0.05～10μm程度であるのが好ましく、0.05～5μm程度であるのがより好ましい。

なお、各基部91、92および各電極93、94のうち、表示面側に配置される基部および電極（本実施形態では、基部92および第2の電極94）は、それぞれ、光透過性を有するもの、すなわち、実質的に透明（無色透明、有色透明または半透明）とされる。 40

#### 【0099】

電気泳動表示シート921では、第2の電極94の下面に接触して、表示層9400が設けられている。

この表示層9400は、電気泳動分散液（上述した本発明の電気泳動分散液）910が隔壁940により画成された複数の画素空間9401内に収納（封入）された構成となっている。

#### 【0100】

隔壁940は、対向基板911と基板912との間に、マトリクス状に分割するように形成されている。

隔壁940の構成材料としては、例えば、アクリル系樹脂、ウレタン系樹脂、オレフィ 50

ン系樹脂のような熱可塑性樹脂、エポキシ系樹脂、メラミン系樹脂、フェノール系樹脂のような熱硬化性樹脂等の各種樹脂材料等が挙げられ、これらのうちの１種または２種以上を組み合わせ用いることができる。

#### 【０１０１】

画素空間９４０１内に収納された電気泳動分散液９１０は、本実施形態では、着色粒子９５ｂと白色粒子９５ａとの２種（少なくとも１種の電気泳動粒子１）を分散媒９６に分散（懸濁）してなるものであり、前述した本発明の電気泳動分散液が適用される。

このような電気泳動表示装置９２０では、第１の電極９３と第２の電極９４との間に電圧を印加すると、これらの間に生じる電界にしたがって、着色粒子９５ｂ、白色粒子９５ａ（電気泳動粒子１）は、いずれかの電極に向かって電気泳動する。

10

#### 【０１０２】

本実施形態では、白色粒子９５ａとして正荷電を有するものが用いられ、着色粒子（黒色粒子）９５ｂとして負荷電のものが用いられている。すなわち、白色粒子９５ａとして、母粒子２がプラスに帯電している電気泳動粒子１が用いられ、着色粒子９５ｂとして、母粒子２がマイナスに帯電している電気泳動粒子１が用いられる。

このような電気泳動粒子１を用いた場合、第１の電極９３を正電位とすると、図４（Ａ）に示すように、白色粒子９５ａは、第２の電極９４側に移動して、第２の電極９４に集まる。一方、着色粒子９５ｂは、第１の電極９３側に移動して、第１の電極９３に集まる。このため、電気泳動表示装置９２０を上方（表示面側）から見ると、白色粒子９５ａの色が見えること、すなわち、白色が見えることになる。

20

#### 【０１０３】

これとは逆に、第１の電極９３を負電位とすると、図４（Ｂ）に示すように、白色粒子９５ａは、第１の電極９３側に移動して、第１の電極９３に集まる。一方、着色粒子９５ｂは、第２の電極９４側に移動して、第２の電極９４に集まる。このため、電気泳動表示装置９２０を上方（表示面側）から見ると、着色粒子９５ｂの色が見えること、すなわち、黒色が見えることになる。

#### 【０１０４】

このような構成において、白色粒子９５ａ、着色粒子９５ｂ（電気泳動粒子１）の帯電量や、電極９３または９４の極性、電極９３、９４間の電位差等を適宜設定することにより、電気泳動表示装置９２０の表示面側には、白色粒子９５ａおよび着色粒子９５ｂの色の組み合わせや、電極９３、９４に集合する粒子の数等に応じて、所望の情報（画像）が表示される。

30

また、電気泳動粒子１の比重は、分散媒９６の比重とほぼ等しくなるように設定されているのが好ましい。これにより、電気泳動粒子１は、電極９３、９４間への電圧の印加を停止した後においても、分散媒９６中において一定の位置に長時間滞留することができる。すなわち、電気泳動表示装置９２０に表示された情報が長時間保持されることとなる。

#### 【０１０５】

なお、電気泳動粒子１の平均粒径は、０．１～１０μｍ程度であるのが好ましく、０．１～７．５μｍ程度であるのがより好ましい。電気泳動粒子１の平均粒径を前記範囲とすることにより、電気泳動粒子１同士の凝集や、分散媒９６中における沈降を確実に防止することができる、その結果、電気泳動表示装置９２０の表示品質の劣化を好適に防止することができる。

40

#### 【０１０６】

本実施形態では、電気泳動表示シート９２１と回路基板９２２とが、接着剤層９８を介して接合されている。これにより、電気泳動表示シート９２１と回路基板９２２とをより確実に固定することができる。

接着剤層９８の平均厚さは、特に限定されないが、１～３０μｍ程度であるのが好ましく、５～２０μｍ程度であるのがより好ましい。

#### 【０１０７】

基部９１と基部９２との間であって、それらの縁部に沿って、封止部９７が設けられて

50

いる。この封止部 97 により、各電極 93、94、表示層 9400 および接着剤層 98 が気密的に封止されている。これにより、電気泳動表示装置 920 内への水分の浸入を防止して、電気泳動表示装置 920 の表示性能の劣化をより確実に防止することができる。

封止部 97 の構成材料としては、上述した隔壁 940 の構成材料として挙げたものと同様のものを用いることができる。

#### 【0108】

##### < 電子機器 >

次に、本発明の電子機器について説明する。

本発明の電子機器は、前述したような電気泳動表示装置 920 を備えるものである。

##### << 電子ペーパー >>

まず、本発明の電子機器を電子ペーパーに適用した場合の実施形態について説明する。

#### 【0109】

図 5 は、本発明の電子機器を電子ペーパーに適用した場合の実施形態を示す斜視図である。

図 5 に示す電子ペーパー 600 は、紙と同様の質感および柔軟性を有するリライタブルシートで構成される本体 601 と、表示ユニット 602 とを備えている。

このような電子ペーパー 600 では、表示ユニット 602 が、前述したような電気泳動表示装置 920 で構成されている。

#### 【0110】

##### << ディスプレイ >>

次に、本発明の電子機器をディスプレイに適用した場合の実施形態について説明する。

図 6 は、本発明の電子機器をディスプレイに適用した場合の実施形態を示す図である。このうち、図 6 中 (a) は断面図、(b) は平面図である。

図 6 に示すディスプレイ (表示装置) 800 は、本体部 801 と、この本体部 801 に対して着脱自在に設けられた電子ペーパー 600 とを備えている。

#### 【0111】

本体部 801 は、その側部 (図 6 (a) 中、右側) に電子ペーパー 600 を挿入可能な挿入口 805 が形成され、また、内部に二組の搬送ローラ対 802a、802b が設けられている。電子ペーパー 600 を、挿入口 805 を介して本体部 801 内に挿入すると、電子ペーパー 600 は、搬送ローラ対 802a、802b により挟持された状態で本体部 801 に設置される。

#### 【0112】

また、本体部 801 の表示面側 (図 6 (b) 中、紙面手前側) には、矩形状の孔部 803 が形成され、この孔部 803 には、透明ガラス板 804 が嵌め込まれている。これにより、本体部 801 の外部から、本体部 801 に設置された状態の電子ペーパー 600 を視認することができる。すなわち、このディスプレイ 800 では、本体部 801 に設置された状態の電子ペーパー 600 を、透明ガラス板 804 において視認させることで表示面を構成している。

#### 【0113】

また、電子ペーパー 600 の挿入方向先端部 (図 6 中、左側) には、端子部 806 が設けられており、本体部 801 の内部には、電子ペーパー 600 を本体部 801 に設置した状態で端子部 806 が接続されるソケット 807 が設けられている。このソケット 807 には、コントローラ 808 と操作部 809 とが電氣的に接続されている。

このようなディスプレイ 800 では、電子ペーパー 600 は、本体部 801 に着脱自在に設置されており、本体部 801 から取り外した状態で携帯して使用することもできる。

#### 【0114】

また、このようなディスプレイ 800 では、電子ペーパー 600 が、前述したような電気泳動表示装置 920 で構成されている。

なお、本発明の電子機器は、以上のようなものへの適用に限定されず、例えば、テレビ、ビューファインダ型、モニタ直視型のビデオテープレコーダ、カーナビゲーション装置

10

20

30

40

50

、ページャ、電子手帳、電卓、電子新聞、ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータ、ワークステーション、テレビ電話、POS端末、タッチパネルを備えた機器等を挙げることができ、これらの各種電子機器の表示部に、電気泳動表示装置 920 を適用することが可能である。

#### 【0115】

以上、本発明の電気泳動粒子、電気泳動粒子の製造方法、電気泳動分散液、電気泳動シート、電気泳動装置および電子機器を、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。

また、本発明の電気泳動粒子の製造方法は、任意の目的の工程が 1 または 2 以上追加されていてもよい。

#### 【実施例】

#### 【0116】

次に、本発明の具体的実施例について説明する。

##### 1. 電気泳動粒子の製造

##### (実施例 1)

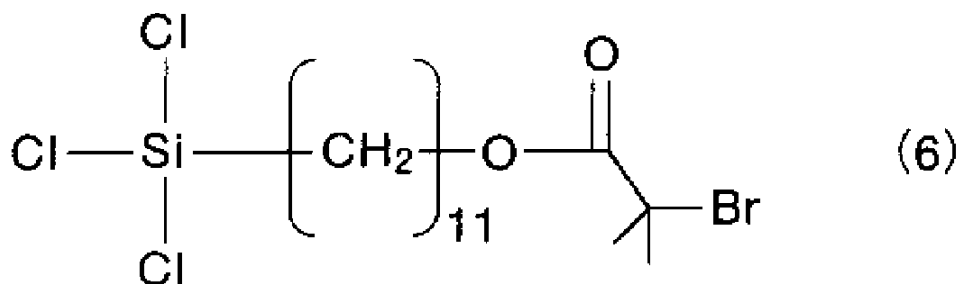
< 1 > まず、母粒子として、酸化チタン粒子（チタン工業社製、「KR-310」）を用意した。

#### 【0117】

< 2 > 次に、ステンレス製容器内に、テトラヒドロフラン溶媒と、下記化学式 (6) で表される化合物（重合開始基を有するシランカップリング剤）と、母粒子とを投入して混合液を得た後、3 時間攪拌混合を行った。次いで、遠心分離操作により酸化チタン粒子のみを取り出した後、120 度の乾燥炉で 2 時間焼成を行うことによって重合開始基を有するシランカップリング剤を母粒子の表面に結合させた。

#### 【0118】

##### 【化 6】



#### 【0119】

< 3 > 次に、ステンレス製容器内にテトラヒドロフラン溶媒と上記の母粒子、第 1 モノマーとしてグリシジルメタクリレート 20 重量%を、混合液中に投入した。次いで、反応系内を十分に窒素置換した後に、重合触媒として臭化銅および 2, 2'-ビピリジルを添加することにより ATRP 反応を開始した。反応制御性を上げるため、反応中の温度は 60 ~ 80 度の間となるように調整した。一定時間ごとにサンプリングを行うことで反応の進行と終了を確認した。系内の温度を室温に戻した後、母粒子を溶媒で洗浄して未反応のモノマー残渣と重合触媒を除去し、80 度の乾燥炉で 2 時間乾燥させて第 1 重合部を形成した。

#### 【0120】

< 4 > 上記の粒子を架橋剤としてジプロピレンジアミン 5 重量%とともに、トルエン溶液中に投入した後、60 度に加熱しながら十分に攪拌混合することにより、複数の第 1 重合部が有する架橋基（グリシジル基）を、架橋剤を介して連結させた。反応後の FT-IR 分析によりエポキシ基に由来するピークの消滅が確認され、架橋反応が目的通りに進んだことが確認できた。

## 【 0 1 2 1 】

< 5 > 次に、陽イオン性モノマーとしてメタクロリルコリンクロリド 1 重量%、非イオン性モノマーとしてラウリルメタクリレート 5 重量%を、テトラヒドロフラン溶媒中に投入した後、上記手法と同様に A T R P 法を用いることにより第 1 重合部に連結する第 2 重合部を形成した。

以上のような工程を経ることで、母粒子に被覆層が形成された実施例 1 の電気泳動粒子を製造した。

なお、実施例 1 の電気泳動粒子における、母粒子の表面に結合する重合開始基を有するシランカップリング剤の結合度は、T G A ( 熱重量測定 ) 法により求めたシランカップリング剤の付着重量および B E T 法により求めた比表面積から算出した結果、 $0.032 \text{ chain/nm}^2$  であった。

10

## 【 0 1 2 2 】

( 実施例 2 ~ 5 )

前記工程 < 2 > において、混合液中に含まれる重合開始基を有するシランカップリング剤の含有量を適宜設定して、母粒子の表面に結合する重合開始基を有するシランカップリング剤の結合度を表 1 のように変更したこと以外は、前記実施例 1 と同様にして、実施例 2 ~ 5 の電気泳動粒子を製造した。

## 【 0 1 2 3 】

( 比較例 1 )

前記工程 < 3 >、< 4 > を省略したこと以外は、前記実施例 1 と同様にして、第 1 重合部を有しない比較例 1 の電気泳動粒子を製造した。

20

( 比較例 2 )

前記工程 < 4 > を省略したこと以外は、前記実施例 1 と同様にして、第 1 重合部における架橋剤による架橋が省略された比較例 2 の電気泳動粒子を製造した。

## 【 0 1 2 4 】

## 2 . 電気泳動分散液の調製

分散媒として、アイソパー G ( エクソン化学社製 ) を用意し、この分散媒に、それぞれ、各実施例および各比較例の電気泳動粒子 10 重量%を添加して各実施例および各比較例の電気泳動分散液を調製した。

## 【 0 1 2 5 】

## 3 . 評価

[ 1 ] まず、各実施例および各比較例の電気泳動分散液を、それぞれ、図 7 に示すような、平行平板電極 101、102 が形成された封止セル 100 に充填した。

[ 2 ] 次に、この電極 101、102 間に電圧を印加することで電気泳動粒子を泳動させ、この様子を高速度カメラ 103 で観測し、電気泳動粒子の移動速度を算出した。その後印加した電界強度で換算することによって電気泳動移動度を算出した。

## 【 0 1 2 6 】

[ 3 ] 次に、各実施例および各比較例の電気泳動分散液を、それぞれ、15 mL コニカルチューブ内に 10 mL 封入した。その後、このコニカルチューブに対して、超音波による振動を付与した。

40

< コニカルチューブに対する振動の条件 >

- ・ 処理時間 : 60 分
- ・ 振動の周期 : 42 kHz

[ 4 ] 次に、振動を付与した後の各実施例および各比較例の電気泳動分散液について、前記工程 [ 1 ]、[ 2 ] と同様にして、封止セル 100 に充填して、これらの電気泳動移動度を算出した。

これらの結果を、表 1 に示す。

## 【 0 1 2 7 】

【表 1】

	シランカップリング剤の結合度 [chain/nm <sup>2</sup> ]	泳動移動度×10 <sup>-5</sup> [cm <sup>2</sup> /Vs]	
		振動付与前	振動付与後
実施例 1	0.032	9.2	9.1
実施例 2	0.050	7.6	7.6
実施例 3	0.080	5.2	5.1
実施例 4	0.100	4.1	4.1
実施例 5	0.300	2.4	2.2
比較例 1	0.032	8.9	2.3
比較例 2	0.032	8.0	1.7

10

## 【0128】

表 1 から明らかなように、各実施例の電気泳動表示装置では、電気泳動分散液に対する振動付与の前後において、電気泳動粒子の泳動移動度に大きな差は認められなかった。

これに対して、各比較例の電気泳動表示装置では、電気泳動分散液に対する振動付与により、振動付与後の電気泳動粒子の泳動移動度が低下する結果となった。比較例 1、2 のサンプルからは超音波処理後の分散液の上澄み液の中に、FT-IR 分析および NMR 分析により、切断された高分子鎖が存在することが確認できた。一方で実施例 1～5 では上澄み液の中には何も検出されなかった。

## 【0129】

したがって、第 1 重合部において、架橋基が架橋剤を介して架橋された架橋構造を形成することにより、電気泳動粒子におけるポリマーの密着強度が向上していると考えられた。

20

さらに、実施例 2～4 の結果から、重合開始基を有するシランカップリング剤の結合度を適切な範囲内に設定することにより、泳動移動度が  $4.1 \times 10^{-5}$  [cm<sup>2</sup>/Vs] 以上となっており、優れた移動能を発揮する結果となった。

## 【符号の説明】

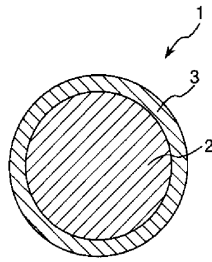
## 【0130】

1 ..... 電気泳動粒子    2 ..... 母粒子    3 ..... 被覆層    31 ..... 重合開始基を有する重合開始剤    32 ..... 第 1 重合部    33 ..... 第 2 重合部    34 ..... 重合部    35 ..... ポリマー  
 91 ..... 基部    92 ..... 基部    93 ..... 第 1 の電極    94 ..... 第 2 の電極    95 ..... 電気泳動粒子    95a ..... 白色粒子    95b ..... 着色粒子    96 ..... 分散媒    97 ..... 封止部    98 ..... 接着剤層    910 ..... 電気泳動分散液    911 ..... 対向基板    912 ..... 基板    920 ..... 電気泳動表示装置    921 ..... 電気泳動表示シート    922 ..... 回路基板    940 ..... 隔壁    9400 ..... 表示層    9401 ..... 画素空間    100 ..... 封止セル  
 101、102 ..... 平行平板電極    103 ..... 高速度カメラ    600 ..... 電子ペーパー    601 ..... 本体    602 ..... 表示ユニット    800 ..... ディスプレイ    801 ..... 本体部    802a、802b ..... 搬送口ーラ対    803 ..... 孔部    804 ..... 透明ガラス板    805 ..... 挿入口    806 ..... 端子部    807 ..... ソケット    808 ..... コントローラー    809 ..... 操作部

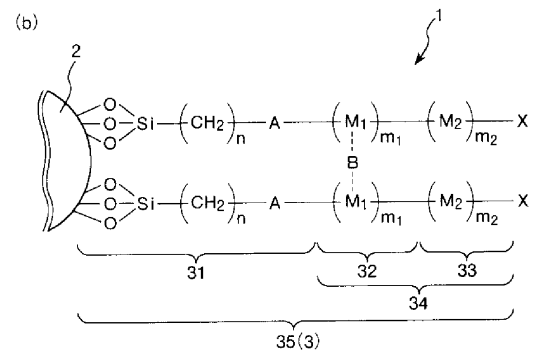
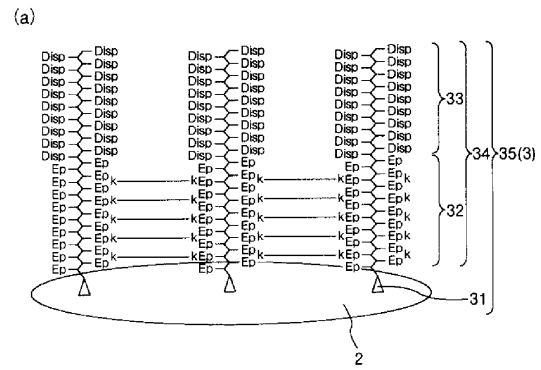
30



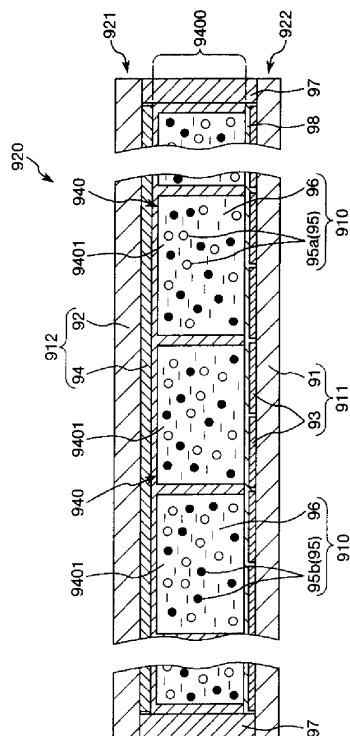
【図 1】



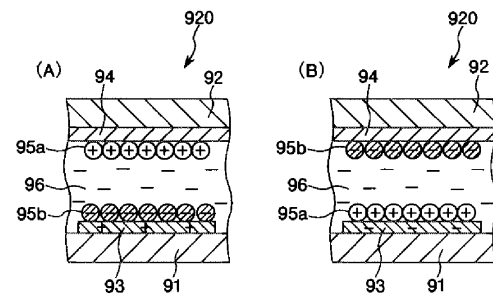
【図 2】



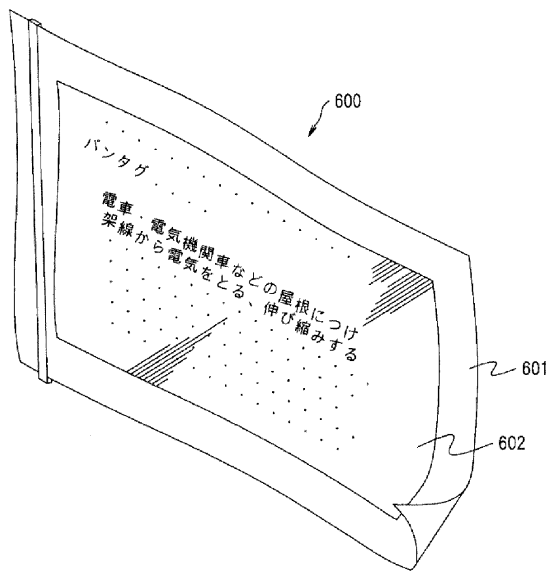
【図 3】



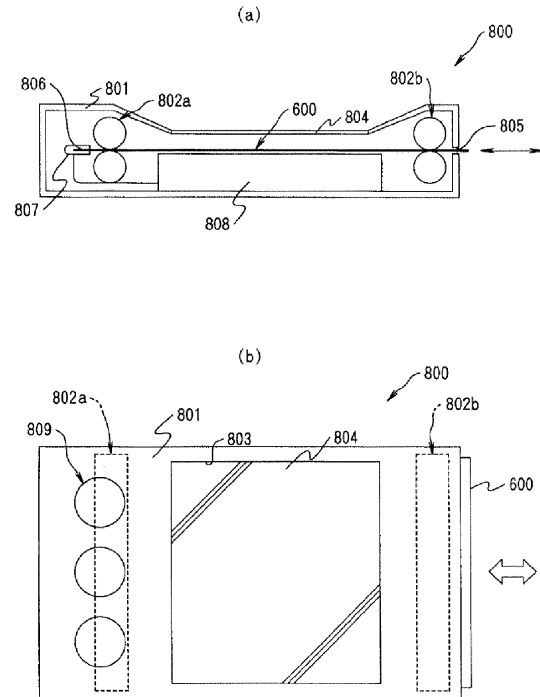
【図 4】



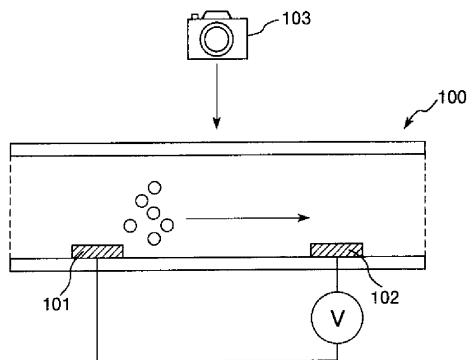
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 横川 忍

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 三笠 雄司

(56)参考文献 米国特許出願公開第2011/0242641(US, A1)

特開2005-338189(JP, A)

特開2005-345511(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/167

G09F 9/30 - 9/46