(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2004-276232
(P2004-276232A)
(43)公開日　平成16年10月7日(2004.10.7)

(51)Int.Cl.[7]	FI		テーマコード（参考）
B82B 1/00	B82B 1/00		4J002
H01J 9/02	H01J 9/02	B	5C127
// C08K 7/06	C08K 7/06		
C08L 79/02	C08L 79/02		
C08L 83/08	C08L 83/08		

審査請求 未請求　請求項の数 7　ＯＬ　（全 11 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2004-41271 (P2004-41271)
(22)出願日　平成16年2月18日 (2004.2.18)
(31)優先権主張番号　特願2003-46187 (P2003-46187)
(32)優先日　平成15年2月24日 (2003.2.24)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号
(74)代理人　100065226
弁理士　朝日奈　宗太
(74)代理人　100098257
弁理士　佐木　啓二
(74)代理人　100117112
弁理士　秋山　文男
(72)発明者　藤川　正洋
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　澤田　隆夫
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】カーボンナノチューブ分散液およびその製造方法

(57)【要約】
【課題】凝集しやすいカーボンナノチューブを均一に分散させて、平坦なカーボンナノチューブ膜を得ることができる分散液および該分散液の製造方法、ならびに、該分散液を用いて得られる電子放出源および発光表示素子を提供する。
【解決手段】複数のアミノ基を有する高分子系化合物、有機溶媒ならびにカーボンナノチューブからなるカーボンナノチューブ分散液を得、該分散液を用いて電子放出源および発光表示素子を得る。
【選択図】なし

【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数のアミノ基を有する高分子系化合物、有機溶媒ならびにカーボンナノチューブからなるカーボンナノチューブ分散液。
【請求項２】
複数のアミノ基を有する高分子系化合物が、塩基櫛形ブロックコポリマーである請求項１記載のカーボンナノチューブ分散液。
【請求項３】
複数のアミノ基を有する高分子系化合物が、シランカップリング剤である請求項１記載のカーボンナノチューブ分散液。
【請求項４】
有機溶剤が、水酸基を含有し炭素数が４以上である請求項１、２または３記載のカーボンナノチューブ分散液。
【請求項５】
複数のアミノ基を有する高分子系化合物を含んだ有機溶剤にカーボンナノチューブを分散させるカーボンナノチューブ分散液の製造方法。
【請求項６】
請求項１、２、３または４記載の分散液を用いて得られる電子放出源。
【請求項７】
請求項６記載の電子放出源を有する表示発光素子。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、均一なカーボンナノチューブ分散液、およびその製造方法に関する。さらに、本発明は、該分散液を用いて得られる電子放出源および表示発光素子に関する。
【背景技術】
【０００２】
カーボンナノチューブは、電子源、導電膜、電池など幅広い応用が考えられており、そのためにはカーボンナノチューブのナノ微粒子粉体を均一に分散させる必要がある。しかし、カーボンナノチューブは、凝集しやすく分散が困難なため、超音波などを使用しても、充分な分散ができないという問題があった。
【０００３】
カーボンナノチューブの分散方法としては、双極性非プロトン溶剤を含んだ有機溶剤に、カーボンナノチューブまたはカーボンナノファイバーを超音波照射または撹拌により分散させて、遠心分離法または濾過法により微粒子の選別を行なう方法がある（たとえば、特許文献１参照）。しかし、この方法では、カーボンナノチューブは充分に分散しないため、選別したのちに、以降の工程でスラリー化する場合には、基板などに塗布する際に再凝集する可能性がある。このため、均一で平坦なカーボンナノチューブ膜を得ることができなかった。したがって、カーボンナノチューブ膜を電子放出源として用いた電子放出素子を製造した場合、絶縁膜を厚くしなければ、短絡が生じ、電子放出素子として機能せず、また、絶縁膜を厚くしても、その電子放出開始電圧が高くなるなど、デバイスとしての性能が劣化するという問題があった。
【０００４】
【特許文献１】特開２００２－２５５５２８号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
本発明は、凝集しやすいカーボンナノチューブを均一に分散させ、平坦なカーボンナノチューブ膜を得ることができる分散液を提供することを目的とする。また、該分散液を用いて得られる電子放出源および該電子放出源を有する表示発光素子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】
【０００６】
本発明は、複数のアミノ基を有する高分子系化合物、有機溶媒ならびにカーボンナノチューブからなるカーボンナノチューブ分散液に関する。
【０００７】
また、本発明は、複数のアミノ基を有する高分子系化合物を含んだ有機溶剤にカーボンナノチューブを分散させるカーボンナノチューブ分散液の製造方法に関する。
【０００８】
さらに、本発明は、カーボンナノチューブ分散液を用いて得られる電子放出源および表示発光素子に関する。
【発明の効果】
【０００９】
本発明によれば、凝集しやすいカーボンナノチューブ微粒子が均一に分散したカーボンナノチューブ分散液を得ることができる。本発明で得られるカーボンナノチューブ分散液を用いて得られる平坦なカーボンナノチューブ膜を利用した電子放出源および発光表示素子は、優れた性能を有する。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１０】
実施の形態１
本発明のカーボンナノチューブ分散液は、複数のアミノ基を有する高分子系化合物、カーボンナノチューブならびに有機溶剤からなる。
【００１１】
カーボンナノチューブは、アーク放電または化学気相成長法（ＣＶＤ法）によって作製される。作製されたカーボンナノチューブに、４００～６００℃における熱処理または硫酸、塩酸、硝酸、過酸化水素水などによる酸処理を施すことにより、アモルファスカーボンなどの不純物が取り除かれ、純度の高いカーボンナノチューブを得ることができる。
【００１２】
カーボンナノチューブとしては、単層構造であるシングルウォールカーボンナノチューブから、多層構造であるマルチウォールカーボンナノチューブなどが好ましく用いられる。カーボンナノチューブの直径が小さいほど、電界集中がかかりやすく、電子放出が容易な点から、電子源用としては、とくにシングルウォールカーボンナノチューブやダブルウォールカーボンナノチューブが好ましい。カーボンナノチューブの直径は、１～１０ｎｍ、長さは０．１～１０μｍであることが好ましい。カーボンナノチューブの直径が１ｎｍ未満のシングルウォールカーボンナノチューブでは、電子放出による劣化が大きく、寿命が短くなる傾向がある。
【００１３】
有機溶剤としては、カーボンナノチューブが分散しやすい点から、水酸基を有する炭素数４以上のものが好ましい。具体的には、ブチルカルビトール（ＢＣ）、ベンジルアルコール、ジエチレングリコール、シクロヘキサノール、テルピネオール、アビエチノールなどがあげられるが、これらに限られるものではない。特に、カーボンナノチューブの分散性の点からα－テルピネオールが望ましい。また、ブチルカルビトールアセテート（ＢＣＡ）を混入して使用することもある。
【００１４】
有機溶剤の量は、成膜方法により配合比を変えて調合する。たとえば、印刷用ペーストであるとカーボンナノチューブ１に対して、有機溶剤の重量比が８５～９８、スピンコートやスプレー法については、有機溶剤の重量比が９８以上になることが好ましい。
【００１５】
本発明で使用する複数のアミノ基を有する高分子系化合物は、カーボンナノチューブに対して親和性があるアミノ基を有し、かつ溶媒に対して親和性のある部分を有するため、

分散剤として作用する。アミノ基は、カーボンナノチューブの構造欠陥でない部分とも相互作用できる点で優れている。

【００１６】

ここで、高分子系化合物とは、ポリマーやオリゴマーなどの重合体をいう。ただし、モノマーであっても、反応系内において容易に重合する場合は、高分子系化合物として含む。これらの中でも、カーボンナノチューブを好適に分散できることから、オリゴマー状態で使用することが好ましい。

【００１７】

複数のアミノ基を有する高分子系化合物としては、塩基櫛形ブロックコポリマーやシランカップリング剤などをあげることができ、これらを添加することで、凝集しやすいカーボンナノチューブ微粒子を均一に分散させることができる。

【００１８】

塩基櫛形ブロックコポリマーは、図１に示すように、主鎖１ａにカーボンナノチューブに対して親和性を有するアミノ基を有し、側鎖１ｂに溶媒和として機能する官能基（たとえば、水酸基、カルボキシル基、カルボニル基、エステル基など）を有する。

【００１９】

塩基櫛形ブロックコポリマーの分散作用を、図１において説明する。２はカーボンナノチューブ、３は有機溶剤を表す。

【００２０】

分散剤である塩基櫛形ブロックコポリマー１は、溶媒和部分を構成する複数の側鎖１ｂがあたかも櫛の歯のように主鎖１ａに結合されているものである。塩基櫛形ブロックコポリマー１において、櫛形構造の背に当たる主鎖１ａにはアミノ基が存在し、この塩基がアンカー部としてカーボンナノチューブ２に吸着する。なお、前記溶媒和部分は、溶媒に親和性を有する部分であって、親水性また疎水性の構造をいう。前記溶媒和部分は、たとえば、水酸基、カルボキシル基、カルボニル基、エステル基などを有する。

【００２１】

塩基櫛形ブロックコポリマーとしては、市販品を用いることができる。たとえば、アビシア（株）製のソルスパース１３２４０、ソルスパース１３６５０、ソルスパース１３９４０、ソルスパース２４０００ＳＣ、ソルスパース２４０００ＧＲ、ソルスパース２８０００などを用いることができる。

【００２２】

本発明のカーボンナノチューブ分散液においては、塩基櫛形ブロックコポリマーがカーボンナノチューブに吸着するため、カーボンナノチューブは、隣接するカーボンナノチューブとくっつかなくなり、凝集せずに均一に分散するようになる。

【００２３】

本発明において、シランカップリング剤とは、図２に示すように、主鎖４ａが、シロキサン結合を有し、一方の側鎖４ｂにカーボンナノチューブ親和性基であるアミノ基を有し、側鎖４ｃに溶媒和として機能する官能基（たとえば、水酸基、カルボキシル基、カルボニル基、エステル基など）を有する重合体や、該重合体を構成するモノマーをいう。

【００２４】

シランカップリング剤を、図２において説明する。２はカーボンナノチューブ、３は有機溶剤を表す。

【００２５】

シランカップリング剤４は、容易に加水分解して、シロキサン結合を形成し、オリゴマー化できるため好ましい。主鎖４ａ中のケイ素原子には、多数のカーボンナノチューブ親和性基であるアミノ基を有し、これらの基がアンカー部としてカーボンナノチューブ２に吸着する。なお、前記溶媒和部分は、溶媒に親和性を有する部分であって、親水性また疎水性の構造をいう。前記溶媒和部分は、たとえば、水酸基、カルボキシル基、アルコキシ基などを有する。

【００２６】

また、シランカップリング剤４は、カーボンナノチューブ親和性基であるアミノ基を有するが、その他にも、ビニル基、エポキシ基などのカーボンナノチューブ親和性基を有することができる。

【００２７】

シランカップリング剤としては、市販品を用いることができる。たとえば、信越化学工業（株）製のＫＢＭ－６０２、ＫＢＭ－６０３、ＫＭＢ－９０３、ＫＢＥ－９０３などを用いることができる。

【００２８】

シランカップリング剤は、例えば、図３（ａ）に示すモノマーに、水またはアルコールに水を加えたものを混合すると加水分解されて、図３（ｂ）に示すシラノールとなり、さらに部分的に縮合して図３（ｃ）に示すオリゴマーとなる。本発明においてシランカップリング剤４は、図３（ｃ）に示すオリゴマー状態のものを使用することが好ましい。ただし、例えば、モノマーに水等を加えずに使用した場合やこれらの混合物の状態で使用しても、充分に分散剤としての効果を発揮するため、好適にも用いることができる。

【００２９】

これらのシランカップリング剤４とカーボンナノチューブを混合することにより、シランカップリング剤がカーボンナノチューブに吸着し、隣接するカーボンナノチューブとくっつかなくなり、凝集せずに、均一に分散するようになる。

【００３０】

また、前記シランカップリング剤のケイ素の変わりにアルミニウムに置換したアルミニウム系カップリング剤やチタン置換したチタン系カップリング剤を用いてもよい。

【００３１】

複数のアミノ基を有する高分子系化合物の添加量は、カーボンナノチューブ１００重量部に対して１重量部以上、さらには１～１００重量部であることが好ましい。１重量部未満ではカーボンナノチューブに対し、相対量が少ないため、充分な吸着が不可能で、分散状態が悪くなる傾向があり、１００重量部をこえると過飽和状態になり、溶液中に残留する傾向がある。ただし、後の焼成工程で分散剤は、分解飛散するので、過飽和状態でもとくに問題ない。

【００３２】

本発明のカーボンナノチューブ分散液の製造方法は、とくに限定されないが、たとえば、有機溶剤に複数のアミノ基を有する高分子系化合物を溶解させたのち、前述の精製されたカーボンナノチューブを混入させた液を、超音波、ボールミル、ビーズミル、攪拌機などを用いて撹拌分散させることにより、カーボンナノチューブ分散液を製造することができる。特に、直径０．５～３ｍｍのジルコニアなどのボールを用い、ビーズミルで粉砕することにより効率よく粉砕分散させることができる。このときのカーボンナノチューブの平均粒径は０．１～１．５μｍになる。

【００３３】

本発明において、有機溶剤中にカーボンナノチューブを分散させる際には、製造するカーボンナノチューブ分散液の塗布方法に合わせて、有機溶剤の種類および分散液の粘度を調整すればよい。たとえば、印刷法で成膜形成する場合には、テルピネオール、ブチルカルビトールなどの有機溶剤中にカーボンナノチューブを分散させておき、遠心分離などで有機溶剤を適量除去したのち、エチルセルロース、アクリル樹脂、ブチラール樹脂などの樹脂を添加して乳鉢などで混合し、ペーストにすることができる。なお、エチルセルロースなどの樹脂は、撹拌分散処理の最終段階に添加してもよい。これらの樹脂は、ペーストにして成膜するときに粘度をあげパターン形成するため、またカーボンナノチューブ粒子を基板に接着するために混入する。エチルセルロースなどの樹脂を添加する場合には、カーボンナノチューブ１００重量部に対して０～３００重量部添加することが好ましい。３００重量部をこえると粘度があがり、一般的な成膜法であるスピンコート法やインクジェット法などでは成膜が困難になる。

【００３４】

実施の形態２

本発明のカーボンナノチューブ分散液を用いた電子放出源および表示発光素子の構成および製造方法について述べる。

【００３５】

図４に、カーボンナノチューブ分散液を使用した表示発光素子の構成を示す。図４において、５は上部基板、６は下部基板、７はカソード電極、１０はゲート電極、１１は蛍光体層、１２はアルミ膜層、１３は開口部である。

【００３６】

上部基板５としては、パネル形成に容易なソーダガラスやホワイトガラスなどが用いられ、下部基板６にも前記上部基板５と同じものを使用する。下部基板６上に、カソード電極７となる導電膜層が形成される。カソード電極７は、ＩＴＯ、銀、アルミニウムなどの材料を用いて、印刷法、真空蒸着法、スパッタ法などにより成膜することができる。得られるカソード電極７上に、本発明のカーボンナノチューブ分散液を用いて、印刷法、スピンコート法、インクジェット法などにより、カーボンナノチューブ膜８を成膜する。カーボンナノチューブ膜８の厚さは、１～８μｍ、とくには２～５μｍとすることが好ましい。カーボンナノチューブ膜８の厚さが１μｍ未満では、開口部形成のエッチング工程でカーボンナノチューブ膜がダメージをうけ、充分な膜厚を保持できない傾向にあり、８μｍをこえると次工程の絶縁膜形成の工程で、均一な膜ができなくなる傾向にある。成膜したカーボンナノチューブ膜８が、電子放出源となる。カーボンナノチューブ膜８上に、ガラスペーストなどを用いて、印刷、スピンコートなどにより、絶縁層９を成膜する。つぎに、絶縁層９上に、銀、アルミニウムなどを用いて、真空蒸着法や印刷法により、引き出し電極となるゲート電極１０を成膜する。

【００３７】

続いて、フォトリソ技術により、レジスト膜（たとえば、クラリアント社製ＡＺＰ４３３０）をスピンコート法で塗布し、マスク露光によりパターンを形成させる。そののち、ドライエッチング法またはウェットエッチング法により、前記ゲート電極１０および絶縁層９に、５～１０μｍの微小な開口部１３を作り、カーボンナノチューブ膜８が露出するような状態にする。このようにして、電子放出部が形成される。

【００３８】

本発明では、カーボンナノチューブが均一に分散した液を用いて成膜することにより、カーボンナノチューブ膜８の凹凸を±１μｍ以下、さらには±０．５μｍにすることができる。よって、カーボンナノチューブ膜８上に形成される絶縁層が３～５μｍ程度の厚さであっても、ゲート電極１０との短絡がない。したがって、電子放出開始電圧が、たとえば、８～１０Ｖの電子放出源を得ることができる。また、得られる電子放出源は、均一に電子を放出することができる。

【００３９】

一方、従来の分散性の低いカーボンナノチューブの分散液を用いて、カーボンナノチューブの凝集した膜で電子放出部を作製すると、カーボンナノチューブの凝集した突起部分とゲート電極が短絡し、素子として機能しない不具合が多発する。そのため、絶縁層を厚くする必要があった。しかし、そのために、絶縁層形成プロセスに多くの時間がかかるうえに、カーボンナノチューブ膜と引き出し電極となるゲート電極の距離が大きくなるために、電子放出源の性能に大きく係わる電子放出開始電圧が高くなるという不具合があった。

【００４０】

前述の方法により得られた電子放出部に対向する発光部は、上部基板５上の、下部基板６上に形成したカソード電極７に対応した位置に、赤、青、緑の各蛍光体層１１が、印刷法やスピンコート法などにより形成され、その上に電極となるアルミ膜層１２がベタ膜として形成される。本発明で得られる蛍光面構造は、現行のテレビ管に用いられる蛍光面と同構造であり、高輝度を得ることができる。また、本発明で得られる傾向面構造は、上部基板５上に、ＩＴＯやＳｎＯなどの透明電極を形成し、その上に蛍光体を印刷法などによ

り塗布する構造であってもよい。

【００４１】

本発明の表示発光素子は、低電圧駆動、低消費電力、高輝度、高精細などの性能に優れ、たとえば、家庭用大画面テレビ、インフォメーションディスプレイなどに利用することができる。

【実施例】

【００４２】

実施例１

化学気相成長法（ＣＶＤ法）によって作られたカーボンナノチューブを、５５０℃大気中で焼成し、濃硫酸と濃硝酸を１対１で混合した液に５分間放置し、液を遠心分離で取り除く処理をすることにより、アモルファスカーボンなどの不純物を取り除く精製を行ない、純度の高いカーボンナノチューブを得た。

【００４３】

α－テルピネオール２００ｍＬに、塩基櫛形ブロックコポリマーであるソルスパース２４０００ＧＲを０．１５ｇ（カーボンナノチューブ１００重量部に対して５重量部）溶解し、得られたカーボンナノチューブ（直径５ｎｍ）３ｇを混入した。得られた液を、直径１ｍｍのジルコニアボールでビーズミルを用いて５時間撹拌し、カーボンナノチューブ粒子の平均粒径０．１μｍの分散液を得た。

【００４４】

得られた分散液を遠心分離器（または濾過器、乾燥炉）で余分な有機溶剤を抜き、有機溶剤量を調整した。そこにエチルセルロースをカーボンナノチューブ１００重量部に対して１００重量部になるように添加した。その後、自動乳鉢で２時間混練し、ペーストにして印刷法により成膜した。印刷膜を、倍率２５００倍で観察した結果を図５（ｂ）に示す。印刷膜中、凝集粒はなく、カーボンナノチューブが均一に分散されていることがわかる。したがって、塩基櫛形ブロックコポリマーがカーボンナノチューブに吸着し、分散剤として働いていることがわかる。

【００４５】

実施例２

実施例１と同様の方法で純度の高いカーボンナノチューブを得た。

【００４６】

α－テルピネオール２００ｍＬに、シランカップリング剤であるＫＢＭ６０３（信越化学工業（株）製）を３ｇ（カーボンナノチューブ１００重量部に対して１００重量部）溶解し、得られたカーボンナノチューブ（直径５ｎｍ）３ｇを混入した。得られた液を、直径１ｍｍのジルコニアボールでビーズミルを用いて５時間撹拌し、カーボンナノチューブ粒子の平均粒径０．２μｍの分散液を得た。

【００４７】

得られた分散液を遠心分離器（または濾過器、乾燥炉）で余分な有機溶剤を抜き、有機溶剤量を調整した。そこにエチルセルロースをカーボンナノチューブ１００重量部に対して１００重量部になるように添加した。その後、自動乳鉢で２時間混練し、ペーストにして印刷法により成膜した。印刷膜を、倍率２５００倍で観察した結果を図５（ｃ）に示す。印刷膜中、凝集粒はなく、カーボンナノチューブが均一に分散されていることがわかる。したがって、シランカップリング剤がカーボンナノチューブに吸着し、分散剤として働いていることがわかる。

【００４８】

比較例１

分散剤として、塩基櫛形ブロックコポリマーの代わりに、ポリカルボン酸系高分子分散剤である花王（株）製ホモゲノールＬ１８を添加した以外は、実施例１と同様にして、カーボンナノチューブの分散液を作製した。

【００４９】

得られた分散液を用いて、実施例１と同様にして成膜した印刷膜を観察した結果を図５

（ａ）に示す。印刷膜には、粒径２０μｍ程度の大きな凝集粒が観察された。

【００５０】

実施例３

ガラス基板上に、ＩＴＯをスパッタ法を用いて成膜し、導電膜層（カソード電極）を形成させた。得られたカソード電極上に、実施例１で得られたカーボンナノチューブ分散液を用いて、印刷法により、電子放出源となるカーボンナノチューブ膜を成膜した。成膜したカーボンナノチューブ膜は、２．４μｍであった。また、カーボンナノチューブ膜の凹凸を、表面粗さ計（（株）アルバック製ＤＥＫＴＡＫ３０３０）を用いて調べたところ、±０．５μｍ以下であり、凹凸が少ないことがわかった。さらに、カーボンナノチューブ膜上に、印刷法により、絶縁層を成膜した。絶縁層の厚さは、５μｍであった。つぎに、真空蒸着装置を用いて、真空蒸着法により、引き出し電極（ゲート電極）を成膜した。

【００５１】

続けて、フォトリソ技術によりレジスト膜（クラリアント社製ＡＺＰ４３３０）を塗布し、マスク露光によりパターンを形成し、ドライエッチング法により、ゲート電極および絶縁層に、１０μｍの微小な開口部を作り、カーボンナノチューブ膜が露出するような状態にした。

【００５２】

得られた電子放出部は、カーボンナノチューブ膜の凹凸が少ないため、電極との短絡がなかった。

【００５３】

実施例４

カーボンナノチューブ分散として、実施例２で得られたカーボンナノチューブ分散液にした以外は、実施例３と同様にして、電子放出部を得た。

【００５４】

得られた電子放出部は、カーボンナノチューブ膜の凹凸が少ないため、電極との短絡がなかった。

【００５５】

実施例５

実施例３で得られた電子放出部を用いて、発光表示素子を製造した。上部基板上に、赤、青、緑の各蛍光体を印刷法によって積層し、蛍光体層の上に、電極となるアルミ膜層を、真空蒸着法によって形成させることにより、発光部を得ることができた。得られた発光部と実施例２で得られた電子放出部とを、低融点ガラスを塗布したスペーサガラスをはさみ、上下基板の位置合わせを行い、４５０℃で焼成して容器にし、容器に接続された排気管により真空排気することにより、発光表示素子を得ることができた。

【００５６】

得られた発光表示素子の上部基板のアルミ膜に５～１０ｋＶの電圧Ｖａを供給し、電子放出部のカソード電極－ゲート電極間に１０～１００Ｖ程度の電圧Ｖｇを供給することにより、開口部の中のカーボンナノチューブ膜のカーボンナノチューブ先端に電界集中が起こり、２Ｖ／μｍあたりから電子放出が始まる。放出された電子は、アルミ電極に印加された高電圧に引かれて進み、対向する蛍光体に衝突し発光する。このようにして、表示発光素子の高輝度発光が観察できた。

【００５７】

実施例６

実施例４で得られた電子放出部を用いた以外は、実施例５と同様にして、発光表示素子を得た。

【００５８】

得られた発光表示素子の上部基板のアルミ膜に５～１０ｋＶの電圧Ｖａを供給し、電子放出部のカソード電極－ゲート電極間に１０～１００Ｖ程度の電圧Ｖｇを供給することにより、開口部の中のカーボンナノチューブ膜のカーボンナノチューブ先端に電界集中が起こり、２Ｖ／μｍあたりから電子放出が始まる。放出された電子は、アルミ電極に印加さ

れた高電圧に引かれて進み、対向する蛍光体に衝突し発光する。このようにして、表示発光素子の高輝度発光が観察できた。

【図面の簡単な説明】

【００５９】

【図１】塩基櫛形ブロックコポリマーの分散作用を説明するための図である。

【図２】シランカップリング剤の分散作用を説明するための図である。

【図３】シランカップリング剤の状態（（ａ）モノマー、（ｂ）シラノマー、（ｃ）オリゴマー）を説明するための図である。

【図４】カーボンナノチューブ分散液を使用した表示発光素子の構成を示す図である。

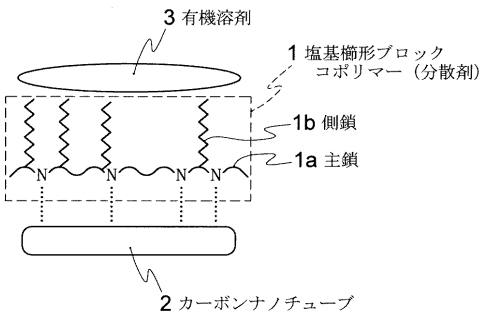
【図５】（ａ）分散剤としてシングルポリマーを用いた場合、（ｂ）塩基櫛形ブロックコポリマーを用いた場合、および（ｃ）シランカップリング剤を用いた場合のカーボンナノチューブ印刷膜の観察結果である。

【符号の説明】

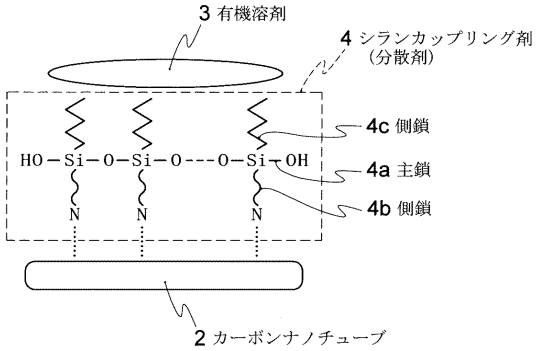
【００６０】

１　塩基櫛形ブロックコポリマー、１ａ　主鎖、１ｂ　側鎖、２　カーボンナノチューブ、３　有機溶剤、４　シランカップリング剤、４ａ　主鎖、４ｂ　側鎖、５　上部基板、６　下部基板、７　カソード電極、８　カーボンナノチューブ膜、９　絶縁層、１０　ゲート電極、１１　蛍光体層、１２　アルミ膜層、１３　開口部。

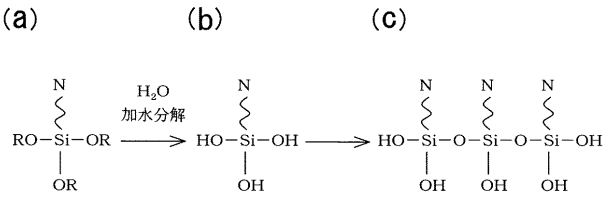
【図１】



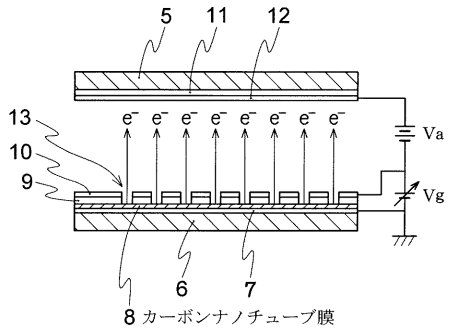
【図２】



【図３】

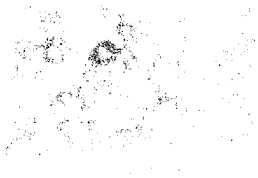


【図４】



【図５】

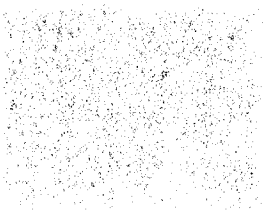
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7]	FI	テーマコード（参考）
C08L 101/02	C08L 101/02	

(72)発明者　小林　利夫
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

Ｆターム(参考) 4J002 AA071 CM011 CP091 DA016 FA006 FD206 GQ00 HA06
5C127 AA01 BA15 BB07 CC03 DD15 DD17 DD18