



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0904465-5 A2**

(22) Data de Depósito: 17/11/2009
(43) Data da Publicação: 21/09/2010
(RPI 2072)



(51) *Int.Cl.:*
G03G 9/08

(54) Título: **TONERS INCLUINDO NANOTUBOS DE CARBONO DISPERSOS EM UMA MATRIZ POLIMÉRICA**

(30) Prioridade Unionista: 17/11/2008 US 12/272,412

(73) Titular(es): Xerox Corporation

(72) Inventor(es): Biritawit Asfaw, Michael S. Hawkins, Paul J. Gerroir, Rosa M. Duque, Valerie M. Farrugia, Yu Qi

(57) Resumo: TONERS INCLUINDO NANOTUBOS DE CARBONO DISPERSOS EM UMA MATRIZ POLIMÉRICA. A presente invenção refere-se a um toner compreendendo: uma matriz de polímero compreendendo nanotubos de carbono dispersos em um polímero; opcionalmente um ou mais corantes; e opcionalmente uma ou mais ceras.



PI0904465-5

**Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "TONERS IN-
CLUINDO NANOTUBOS DE CARBONO DISPERSOS EM UMA MATRIZ
POLIMÉRICA".**

A presente invenção refere-se a toners compreendendo resinas
5 de compósito de nanotubo de carbono/polímero. Os toners compreendendo
nanotubo de carbono/resinas de compósito de polímero exibem proprieda-
des mecânicas, químicas, térmicas e elétricas melhoradas. Dependendo da
concentração usada de nanotubos de carbono, certas propriedades da resi-
na de polímero podem ser alteradas. Por exemplo, quando o compósito de
10 nanotubo de carbono/polímero compreende nanotubos de carbono de apro-
ximadamente 2% a aproximadamente 20% em peso do composto, o toner
exibe condutividade aumentada, e é assim adequado para o desenvolvimen-
to de métodos condutivos. Como os nanotubos de carbono têm elevada ra-
zão de aspecto, somente pequenas quantidades de nanotubos de carbono
15 devem estar presentes em um toner para atingir a mesma condutividade
comparando com aditivos condutivos convencionais. Em outro exemplo,
quando o compósito de nanotubo de carbono/polímero compreende nanotu-
bos de carbono de aproximadamente 0,05% a aproximadamente 10% em
peso do composto de polímero, os toners exibem uma cristalinidade geral
20 aumentada, inensificando assim a transferência de carga da partícula de
toner. Assim, tais toners são adequados para aplicações de impressão ele-
trográficas. Também, com essa carga de nanotubo de carbono, os toners
exibem a resistividade aumentada. Como o preço de nanotubos de carbono
diminuiu dramaticamente, os toners de acordo com a presente divulgação
25 oferecem as vantagens de serem tanto rentáveis como de exibirem proprie-
dades intensificadas.

MODALIDADES

A presente divulgação fornece um toner compreendendo uma
resina compreendendo uma mistura polimerizada, opcionalmente com um ou
30 mais corantes e opcionalmente com uma ou mais ceras, em que a mistura
polimerizada é um compósito compreendendo nanotubos de carbono e um
polímero. Em algumas modalidades, o polímero é um poliéster, e o toner é

um toner de emulsão/agregação.

O compósito de nanotubo de carbono/polímero de acordo com a presente divulgação é formado por meios conhecidos na técnica. Os nanotubos de carbono podem ser funcionalizados com uma ou mais porções químicas. Os nanotubos de carbono podem ser purificados, se necessário, antes da funcionalização. A porção química nos nanotubos de carbono geralmente está covalentemente ligada a um monômero adequado. Os monômeros então polimerizam por qualquer meio adequado conhecido na técnica, desse modo formando nanotubos de carbono dispersos em uma matriz de polímero. Esta resina de composto de nanotubo de carbono/polímero pode ser geralmente incorporada em um toner.

Esta divulgação não está limitada a determinadas modalidades aqui descritas, e alguns componentes e processos podem ser variados por um versado na técnica, baseada nesta divulgação. A terminologia usada aqui é com o objetivo de descrever determinadas modalidades só, e não é destinada para ser a limitação.

Neste relatório descritivo e nas reivindicações que seguem, formas singulares, tais como "a", "um", e "o" incluem formas plurais a menos que o conteúdo claramente dite de outra maneira.

No presente relatório descritivo e nas reivindicações que se seguem, "toner" também é tratado como "composição de toner" e vice-versa.

Preparação para Funcionalização de Nanotubo

O termo "nanotubos de carbono" refere-se a tubos de carbono ou fibras possuindo diâmetros muito pequenos e inclui fibrilas, filamentos, nanotubos, e similares. Os nanotubos de carbono podem ser feitos com alta pureza e uniformidade. Os nanotubos separados, os agregados de nanotubos, ou tanto nanotubos separados como agregados podem ser adequados para o uso de acordo com a presente divulgação. Nas modalidades, os nanotubos do presente divulgação podem ser um diâmetro menor do que 1 μm , tal como menor do que aproximadamente 0,5 μm , menor do que aproximadamente 0,1 μm , ou menor do que aproximadamente 0,05 μm , embora as quantidades possam estar fora destas faixas de variação.

Os nanotubos de carbono podem ser obtidos de fontes comerciais, ou sintetizado por métodos conhecidos. Por exemplo, a Patente US Nº 5.165.909, aqui inteiramente incorporada pela referência, descreve métodos para fazer fibrilas de carbono. Os exemplos de métodos adequados de síntese de nanotubos de carbono incluem a deposição por vapor por catálise química, descarga de arco / ablação de raio laser / HiPCO, e similares.

Antes da funcionalização, os nanotubos de carbono podem ser purificados, se necessário, por qualquer meio adequado conhecido na técnica, tal como o método descrito na Patente US Nº 5.698.175, aqui incorporada inteiramente por referência. Geralmente, os nanotubos de carbono são purificados pela reação com um ou mais reagentes adequados, tais como agentes de oxidação, agentes de nitratação e agentes de sulfonação em uma fase líquida, seguida de lavagem e secagem. A purificação dissolve as partículas metálicas e outras impurezas presentes nos nanotubos de carbono. Os exemplos de agentes adequados para uso neste processo incluem, sem limitação, ácido clorídrico, ácido fluorídrico, ácido bromídrico, ácido iodídico, ácido sulfúrico, óleo, ácido nítrico, ácido cítrico, ácido oxálico, ácido clorossulfônico, ácido fosfórico, ácido trifluorometano sulfônico, ácido glacial acético, ácidos monobásicos orgânicos, ácidos dibásicos orgânicos, permanganato de potássio, persulfato, cerato, bromato, peróxido de hidrogênio, dicromato e misturas dos mesmos. O ácido sulfúrico, o ácido nítrico, o permanganato, os ácidos clorossulfônicos e as combinações dos mesmos são especialmente úteis para esta finalidade devido à eficácia da oxidação e da funcionalização. Por exemplo, o tratamento com HNO_3 a 3M é muito eficaz na dissolução de partículas metálicas. Também, porque o ácido nítrico é um forte agente de oxidação, o carbono amorfo pode ser retirado pela oxidação. Os meios adicionais de purificação de nanotubos de carbono incluem a dispersão dos nanotubos em um solvente, e opcionalmente filtração e secagem dos mesmos antes de serem contatados com um agente funcionalizante.

30 Funcionalização de Nanotubos de Carbono

Os nanotubos de carbono podem ser funcionalizados por quaisquer meios conhecidos na técnica. Por exemplo, as Patentes US Nº

5.698.175 e 6.203.814 e o Pedido de Publicação de Patente US Nº 2006/0249711, aqui incorporados inteiramente pela referência, descrevem métodos para funcionalização de nanotubos de carbono. A funcionalização resulta em uma ou mais porções químicas anexadas aos nanotubos de carbono. A funcionalização química promove a ligação covalente direta entre os nanotubos de carbono e a matriz de poliéster, e resulta na melhor dispersão dos nanotubos em todas as partes da matriz e uma interação aumentada entre os grupos de superfície do nanotubo com o polímero. Ela também resulta na melhoria da cristalinidade devido ao efeito dos nanotubos na morfologia resultante de uma matriz semicristalina. Os nanotubos de carbono atuam como sítios de nucleação para promover o aumento da cristalinidade no polímero.

Geralmente, os nanotubos de carbono funcionalizados podem ser diretamente preparado por sulfonação, adição eletrofílica nas superfícies de nanotubo de carbono desoxigenadas, metalação, oxidação, ou outros meios adequados. Em algumas modalidades, a oxidação é executada pelo tratamento ácido, em que a química de oxidação pode ser usada para abrir os tampos da extremidade tanto de nanotubos de parede única como de paredes múltiplas para produzir carboxila, carbonila e grupos de hidroxila nas extremidades abertas e defeitos nas paredes laterais. A oxidação dos nanotubos fornece tanto a estabilidade intensificada como a capacidade de formar dispersões coloidais eletrostaticamente estabilizadas em água e álcoois.

Os nanotubos funcionalizados de acordo com a presente divulgação podem ter geralmente a seguinte fórmula:



em que n é um número inteiro, L é um número menor do que 0,1n, o m é um número menor do que 0,5n;

R é selecionado de SO₃H, COOH, NH₂, OH, R'CHOH, CHO, CN, COCl, halogênio, COSH, SH, COOR', SR', SiR'₃, Si(-OR')_yR'_{3-y}, Si(O-SiR'₂)OR', R'', Li, AIR'₂, Hg-X, TiZ₂, Mg-X, ácido poli m-aminobenzoico sulfônico, poli-imida, e álcool polivinílico, bem como derivados de aminoácido, e similares;

y é um número inteiro igual a ou menor do que 3;

R' é hidrogênio, alquil, aril, cicloalquil, ou aralquil, cicloaril, ou poli(alquiléter);

5 R'' é fluoroalquil, fluoroaril, fluorocicloalquil, fluoroaralquil ou cicloaril;

X é halogênio; e

Z é carboxilato ou trifluoroacetato.

Os nanotubos não uniformemente substituídos também são úteis. Estes incluem composições de acordo com a fórmula $[C_nH_L]R_m$ onde n,
10 L, m, R e o próprio nanotubo são tal como definidos acima, contanto que R não contenha o oxigênio, ou, se R for um grupo contendo o oxigênio, COOH não esteja presente.

Também úteis são a produção de nanotubos funcionalizados possuindo a fórmula $[C_nH_L][R'-R]_m$ onde n, L, m, R' e R têm a mesma signifi-
15 cação que acima. Os átomos de carbono, C_n , são os carbonos superficiais de um nanotubo substancialmente cilíndrico, ou um nanotubo de carbono com um diâmetro substancialmente constante.

Em algumas modalidades, os nanotubos de carbono são funcionalizados com porções de ácido carboxílico. A funcionalização pode ser rea-
20 lizada, por exemplo, via clorato, ácido nítrico, ou oxidação por persulfato de amônio, e similares. Os nanotubos de carbono funcionalizados com ácidos carboxílicos são especialmente úteis porque eles podem servir de ponto de partida para preparar outros tipos de nanotubos de carbono funcionalizados. Por exemplo, os álcoois ou as amidas podem ser facilmente ligados ao ácido
25 para produzir ésteres ou amidas estáveis. Se o álcool ou a amina forem parte de uma molécula di ou polifuncional, então a ligação pelo O- ou NH- deixa outras funcionalidades como grupos pendentes. Estas reações podem ser executadas utilizando de qualquer método conhecido de esterificação ou aminação de ácidos carboxílicos com álcoois ou aminas. Os grupos amina
30 podem ser introduzidos diretamente nos nanotubos de carbono tratando os nanotubos com o ácido sulfúrico e ácido nítrico para produzir nanotubos nitrados, depois reduzindo os nanotubos nitrados com um agente de redução,

tal como ditionita de sódio, para produzir nanotubos de carbono com funcionalização amina.

Preparação do compósito polimérico nanotubo de carbono

Para preparar os compósitos, os nanotubos funcionalizados são combinados com um excesso molar de um primeiro monômero relativo ao número de grupos funcionais nos nanotubos. Para fazer isto, os nanotubos funcionalizados podem ser dispersados em um veículo, tal como a água, um álcool (por exemplo, etilenoglicol), ou outro líquido conhecido na técnica. O veículo contendo os nanotubos de carbono funcionalizados então é combinado com um primeiro monômero. Alternativamente, os nanotubos de carbono funcionalizados podem ser diretamente combinados com um primeiro monômero fundido ou líquido.

Os nanotubos de carbono funcionalizados são dispersados no primeiro monômero. A dispersão pode ser implementada pelo uso de ultrassom ou pelo uso de outros meios mecânicos, tais como um homogenizador, agitador, misturador, e similares.

Depois da dispersão, os nanotubos de carbono funcionalizados são reagidos com o primeiro monômero para ligar covalentemente as porções funcionais nos nanotubos de carbono ao primeiro monômero. Isto pode ser feito por qualquer meio adequado conhecido na técnica, tal como por aquecimento. Os métodos de aquecimento adequados incluem, mas não são limitados a, aquecimento térmico, aquecimento por micro-onda, lâmpadas de calor, e combinações dos mesmos. Um excesso do primeiro monômero não-reagido pode estar presente no produto depois da reação.

Os primeiros monômeros adequados que podem ser covalentemente anexados aos nanotubos funcionalizados incluem, por exemplo, diol tendo de 2 a 36 carbonos, tal como 1,8-octanodiol, 1,9-nonanodiol, 1,10-decanodiol, 1,11-undecanodiol, e 1,12-dodecanodiol; poliaminas, tais como etilenodiamina, pentametilenodiamina, hexametilenodiamina, dietilenotriamina, iminobispropilamina, fenilenodiamina, xililenodiamina, e trietilenotetramina; ácidos aminocarboxílicos, tais como ácido 6-aminocaproico e ϵ -caprolactama; aminoálcoois, tais como propanolamina; e similares.

Outros primeiros monômeros adequados incluem, por exemplo, de 1,4-ciclo-hexanodimetanol, 1,2-propanodiol, 1,3-propanodiol, 1,4-butanodiol, 2,2-dimetil-1,3-propanodiol, 1,6-hexanodiol, 1,2-ciclo-hexanodiol, 1,4-ciclo-hexanodiol, 1,2-ciclo-hexanodimetanol, 1,3-ciclo-hexanodimetanol, 5 Z,8-bis(hidroximetil)-tríciclo-[5.2.1.0]-decano em que Z representa 3, 4, ou 5; dióis contendo um ou mais átomos de oxigênio na cadeia, tal como, por exemplo, etilenoglicol, dietilenoglicol, trietilenoglicol, dipropilenoglicol, tripropilenoglicol e similares; dióis cicloalifáticos na sua configuração de *cis* ou *trans* ou como misturas de ambas as formas; 2-propanodiol, 1,3-butanodiol, neo-10 pentilglicol, dibromoneopentilglicol, 2,2,4-trimetilpentano-1,3-diol, pentanodiol, hexanodiol, 2,2-dimetilpropanodiol, 2,2,3-trimetil-hexanodiol, heptanodiol, dodecanodiol, bis(hidroxietil)- bisfenol A, bis(2-hidroxipropil)- bisfenol A, xilenodimetanol, ciclo-hexanodiol, óxido de bis(2-hidroxietila), dibutileno, 1,2-etanodiol, 1,5-pentanodiol, 1,7-heptanodiol; álcali sulfo-alifáticos dióis, tais 15 como 2-sulfo-1,2-etanodiol de sódio, 2-sulfo-1,2-etanodiol de lítio, 2-sulfo-1,2-etanodiol de potássio, 2-sulfo-1,3-propanodiol de sódio, 2-sulfo-1,3-propanodiol de lítio, 2-sulfo-1,3-propanodiol de potássio, misturas dos mesmos, e similares.

Os nanotubos de carbono funcionalizados covalentemente anexados a um primeiro monômero e qualquer excesso não-reagido do primeiro 20 monômero podem ser polimerizados com um segundo monômero pela formação de éster ou ligações amida para formar uma matriz de polímero na qual os nanotubos de carbono são dispersos. A polimerização pode ser geralmente realizada por qualquer meio conhecido na técnica, tal como aquecimento ou via uma reação de condensação em massa. O polímero resultante 25 pode ser cristalino, semicristalino, amorfo, ou uma misturas dos mesmos.

Os segundos monômeros adequados incluem, por exemplo, ácidos orgânicos, tais como ácidos dicarboxílicos alifáticos, alicíclicos, ou aromáticos, ácido 1,12-dodecanodioico, ácido 1,4-ciclo-hexanodicarboxílico, 30 ácido 1,3-ciclo-hexanodicarboxílico, ácido adípico, ácido sebácico, ácido 1,12-dodecanedioico, ácido 2,6-naftalenodicarboxílico, ácido malônico, ácido succínico, ácido 2-metilsuccínico, ácido 2,3-dimetilsuccínico, ácido dodecil-

succínico, ácido glutárico, ácido adípico, ácido 2-metiladípico, ácido pimélico, ácido azeláico, ácido sebácico, ácido tereftálico, ácido isoftálico, ácido ftálico, ácido 1,2-ciclo-hexanodioico, ácido 1,3-ciclo-hexanodioico, ácido 1,4-ciclo-hexanodioico, anidrido glutárico, anidrido succínico, anidrido dodecil-succínico, anidrido maleico, ácido fumárico, ácido maleico, ácido itacônico, ácido 2-metilítacônico; e os ésteres de dialquila, em que os grupos alquila são de uma cadeia de 1 carbono a uma cadeia de 23 carbonos e são ésteres de malonato, succinato, 2-metil succinato, 2,3-dimetilsuccinato, dodecil-succinato, glutarato, ácido adípico, 2-metiladipato, pimelato, azeilato, ácido sebacato, tereftalato, isoftalato, ftalato, 1,2-ciclo-hexanodioato, 1,3-ciclo-hexanodioato, e 1,4-ciclo-hexanodioato.

Outros segundos monômeros adequados podem ser, por exemplo, ácidos dicarboxílicos ou diésteres do ácido dodecilsuccínico, anidrido dodecilsuccínico, ácido subérico, dodecano diácido, tereftalato de dimetila, tereftalato de dietila, isoftalato de dimetila, isoftalato de dietila, ftalato de dimetila, anidrido ftálico, ftalato de dietila, succinato de dimetila, fumarato de dimetila, maleato de dimetila, glutarato de dimetila, adipato de dimetila, succinato de dimetil dodecil, ácido oxálico, ácido naftaleno-2,6-dicarboxílico, ácido naftaleno-2,7- dicarboxílico, ácido ciclo-hexano dicarboxílico, ácido mesacônico e ácido malônico, um diéster ou anidrido dos mesmos; e diácido sulfo-orgânico de um metal alcalino, tal como um sal de sódio, lítio ou potássio de dimetil-5-sulfo-isoftalato, anidrido de dialquil-5-sulfo-isoftalato-4-sulfo-1,8-naftálico, ácido 4-sulfo-ftálico, dimetil-4-sulfo-ftalato, dialquil-4-sulfo-ftalato, 4-sulfo fenil-3,5-dicarbometoxi benzeno, 6-sulfo-2-naftil-3,5-dicarbometóxi-benzeno, ácido de sulfotereftálico, dimetil-sulfo-tereftalato, ácido de 5-sulfo-isoftálico, dialquil-sulfo-tereftalato, sulfoetanodiol, 2-sulfopropanodiol, 2-sulfobutanodiol, 3-sulfopentanodiol, 2-sulfohexanodiol, 3-sulfo-2-metil-pentanodiol, 2-sulfo-3,3-dimetil pentanodiol, ácido sulfo-p-hidroxibenzoico, sulfonato de N,N-bis(2-hidroxietil)-2-amino etano, ou misturas dos mesmos.

O polímero formado da polimerização dos segundos monômeros pode ser, mas não está limitado a, policarbonato, poliamida, poliéster e poli-

uretano, a poliamida de ácido adípico e hexametileno diamino (náilon 6,6), poli(ácido 6-amino-hexanoico) (náilon-6), a poliamida de ácido meta-ftálico e meta-diaminobenzeno (Nomex), a poliamida de ácido para-ftálico e para-diaminobenzeno (Kevlar), o poliéster de dimetil tereftalato e etilenoglicol (Dacron), o policarbonato de ácido carbônico, o policarbonato de carbonato de dietila e bisfenol-A (Lexan), o poliuretano de ácido carbâmico, o poliuretano de isocianato e álcool, o poliuretano de fenil isocianato com etanol, o poliuretano de tolueno di-isocianato e etilenoglicol.

Outros polímeros adequados incluem, por exemplo, o poli (etilenoadipato), poli (propileno-adipato), poli (butileno-adipato), poli (pentileno-adipato), poli (hexileno-adipato), poli (octileno-adipato), poli (etilenosuccinato), poli (propileno-succinato), poli (butileno-succinato), poli (pentileno-succinato), poli (hexileno-succinato), poli (octileno-succinato), poli (etilenosebacato), poli (propileno-sebacato), poli (butileno-sebacato), poli (pentileno-sebacato), poli (hexileno-sebacato), poli (octileno-sebacato), copoli (5sulfo isoftaloil) - copoli (etileno-adipato), copoli (5-sulfo isoftaloil) - copoli (propileno-adipato), copoli (5-sulfo isoftaloil) - copoli (butileno-adipato), copoli (5-sulfo-isoftaloil) - copoli (pentileno-adipato), copoli (5-sulfo-isoftaloil) - copoli (hexileno-adipato), copoli (etileno-sebacato) - copoli (etileno-fumarato), copoli (etileno-dodecanoato) - copoli (etileno-fumarato), copoli (nonileno-sebacato) - copoli (nonileno-fumarato), copoli (nonileno-dodecanoato) - copoli (nonileno-fumarato), copoli (decileno-sebacato) - copoli (decileno-fumarato), copoli (decileno-dodecanoato) - copoli (decileno-fumarato), copoli (butileno-fumarato) - copoli (hexileno-fumarato) e misturas dos mesmos.

Outros polímeros adequados incluem, por exemplo, o poliéster insaturado e/ou os seus derivados, inclusive as resinas de poliéster e as resinas de poliéster ramificadas, resinas de poli-imida, resinas de poli-imida ramificadas, resinas de poli (acrilato de estireno), resinas de poli (acrilato de estireno) reticulado, resinas de poli (metacrilato de estireno), resinas de poli (metacrilato de estireno) reticulado, resinas de poli (butadieno estireno), resinas de poli (butadieno estireno) reticulado, resinas de poliéster sulfonado alcalinas, resinas de poliéster sulfonato alcalino ramificadas, resinas de poli-

imida sulfonato alcalino, resinas de poli-imida sulfonato alcalino ramificadas, resinas de poli (acrilato de estireno) sulfonado alcalino, resinas de poli (acrilato de estireno) sulfonado alcalino reticuladas, resinas de poli (metacrilato de estireno), resinas de poli (metacrilato de estireno) sulfonado alcalino reticuladas, resinas de poli (butadieno estireno) sulfonado alcalino, resinas poli (butadieno estireno) sulfonado alcalino reticuladas, e resinas cristalinas de poliéster, tereftalato de poli (1,2 propilenos - dietileno), tereftalato de polietileno, tereftalato de polipropileno, tereftalato de polibutileno, tereftalato de polipentileno, tereftalato de poliexaleno, tereftalato de polieptadieno, tereftalato de polioctaleno, sebacato de polietileno, sebacato de polipropileno, sebacato de polibutileno, adipato de polietileno, adipato de polipropileno, adipato de polibutileno, adipato de polipentileno, adipato de poliexaleno, adipato de polieptadieno, adipato de polioctaleno, glutarato de polietileno, glutarato de polipropileno, glutarato de polibutileno, glutarato de polipentileno, glutarato de poliexaleno, glutarato de polieptadieno, glutarato de polioctaleno, pimelato de polietileno, pimelato de polipropileno, pimelato de polibutileno, pimelato de polipentileno, pimelato de poliexaleno, pimelato, poli (co-fumarato de bisfenol propoxilado), poli (co-fumarato de bisfenol etoxilado), poli (co-fumarato de bisfenol butiloxilado), poli (cofumarato de co-bisfenol propoxilado co-bisfenol etoxilado), poli (fumarato de 1,2-propileno), poli (co-maleato de bisfenol propoxilado), poli (co-maleato de bisfenol etoxilado), poli (co-maleato de bisfenol butiloxilado), poli (comaleato bisfenol co-propoxilado bisfenol co-etoxilado), poli (maleato de 1,2-propileno), poli (co-itaconato de bisfenol propoxilado), poli (co-itaconato de bisfenol etoxilado), poli (co-itaconato de bisfenol butiloxilado), poli (bisfenol co-propoxilado bisfenol co-etoxilado co-itaconato), poli (itaconato de 1,2-propileno), ou misturas dos mesmos.

Ainda entretanto, o polímero pode ser um copolímero de um eicoseno e estireno; eicoseno e halogeneto de undecilenila; eicoseno e álcool de undecilenila; eicoseno e ácido de undecilenila; eicoseno e sais metálicos alcalinos de ácido de undecilenila; eicoseno e alquil e aril ésteres de ácidos undecilênicos; eicoseno e trialquil silil ésteres de ácidos undecilênicos; eicoseno e iodo-eicoseno; eicoseno e undecileno amônio quaternário; eicoseno

e undecileno amino; e eicoseno e undecileno amida.

Além disso, o polímero pode ser acrilatos de estireno, metacrilatos de estireno, butadienos, isopreno, acrilonitrila, ácido acrílico, ácido metacrílico, acrilato de beta-carbóxi etila, poliésteres, poli (estireno - butadieno),
 5 poli (metil butadieno estireno), poli (metacrilato de metila - butadieno), poli (metacrilato de etila - butadieno), poli (metacrilato de propila - butadieno), poli (metacrilato de butila - butadieno), poli (acrilato de metila - butadieno), poli (acrilato de etila - butadieno), poli (acrilato de propila - butadieno), poli (acrilato de butila - butadieno), poli (estireno - isopreno), poli (estireno de metila - isopreno), poli (metacrilato de metila - isopreno), poli (metacrilato de etila - isopreno), poli (metacrilato de propila - isopreno), poli (metacrilato de butila - isopreno), poli (acrilato de metila - isopreno), poli (acrilato de etila - isopreno), poli (acrilato de propila - isopreno), poli (acrilato de butila - isopreno); poli (estireno - acrilato de propila), poli (estireno - acrilato de butila), poli
 15 (estireno - butadieno - ácido acrílico), poli (estireno - butadieno - ácido metacrílico), poli (estireno - acrilato de butila - ácido acrílico), poli (estireno - acrilato de butila - ácido metacrílico), poli (estireno - acrilato de butila - acrilonitrila), poli (estireno - acrilato de butila - acrilonitrila - ácido acrílico), e estireno / acrilato de butila / terpolímeros de ácidos carboxílicos, estireno / acrilato de butila / beta - carboxi terpolímeros de acrilato de etila, PLIOTONE® disponível pela Goodyear, e misturas dos mesmos.

O teor de nanotubo de carbono do composto de nanotubo de carbono/polímero é geralmente de aproximadamente 0,05% a aproximadamente 20% em peso do composto, tal como de aproximadamente 0,05% a
 25 aproximadamente 5%, ou de aproximadamente 5% a aproximadamente 15%, ou de aproximadamente 7% a aproximadamente 10% em peso do composto. Em uma modalidade, o teor de nanotubo de carbono é de aproximadamente 0,5% a 8% em peso do composto.

Incorporação em um Toner.

30 O composto de nanotubo de carbono/polímero pode ser incorporado em um toner. Em algumas modalidades, o toner é um toner de emulsão/agregação. O toner pode ser produzido por qualquer meio conhecido na

técnica. O toner pode incluir opcionalmente um ou mais dos aditivos descritos posteriormente no relatório descritivo.

[0033] O toner pode ser produzido por um procedimento de emulsão/agregação. Qualquer procedimento de emulsão/agregação adequado pode ser usado na formação da emulsão/agregação das partículas de toner sem limitação. Estes procedimentos tipicamente incluem as etapas básicas de processo de pelo menos agregar uma emulsão contendo o ligante de polímero e uma ou mais ceras opcionais, um ou mais corantes opcionais, um ou mais tensoativos, um coagulante opcional, e um ou mais aditivos opcionais adicionais para formar agregados, posteriormente coalescendo ou fundindo os agregados, e depois a recuperação, opcionalmente a lavagem e opcionalmente a secagem da emulsão/agregação obtida de partículas de toner. Contudo, em algumas modalidades, o processo também inclui o composto de resinas de nanotubo de carbono/ polímero na etapa de agregação.

Os procesos de emulsão/agregação adequados para a preparação de toners que podem ser modificados para incluir o composto de nanotubo de carbono/polímero tal como aqui descrito, são descritos em diversas patente da Xerox, a divulgação de cada uma das quais sendo inteiramente incorporada aqui pela referência, tal como as Patente dos Estados Unidos

Números 5.290.654; 5.278.020; 5.308.734; 5.370.963; 5.344.738; 5.403.693; 5.418.108; 5.364.729; e 5.346.797. Também de interesse são as Patente dos Estados Unidos Números 5.348.832; 5.405.728; 5.366.841; 5.496.676; 5.527.658; 5.585.215; 5.650.255; 5.650.256; 5.501.935; 5.723.253; 5.744.520; 5.763.133; 5.766.818; 5.747.215; 5.827.633; 5.853.944; 5.804.349; 5.840.462; 5.869.215; 5.863.698; 5.902.710; 5.910.387; 5.916.725; 5.919.595; 5.925.488; e 5.977.210; 6.627.373; 6.656.657; 6.617.092; 6.638.677; 6.576.389; 6.664.017; 6.656.658 e 6.672.505, a divulgação de cada uma das quais é aqui inteiramente incorporada pela referência. Além disso, as Patente dos Estados Unidos Números 6.627.373; 6.656.657; 6.617.092; 6.638.677; 6.576.389; 6.664.017; 6.656.658; e 6.673.505 que são cada uma aqui inteiramente incorporadas pela referência. Os componentes apropriados e os aspectos de processo de cada uma das

Patentes dos Estados Unidos precedente podendo ser selecionados para a presente composição e processo nas modalidades das mesmas.

Nas modalidades, o processo do toner compreende a formação de uma partícula de toner misturando o composto de nanotubo de carbono/polímero, uma cera opcional, uma dispersão de corante opcional, e um
5 coagulante opcional misturando-se em altas velocidades. A mistura resultante que tem um pH, por exemplo, de aproximadamente 2,5 a aproximadamente 3,5, é agregada por aquecimento a uma temperatura abaixo da Tg da resina de polímero para fornecer agregados de tamanho do toner. Opcionalmente, o látex pode ser acrescentado aos agregados formados para fornecer um envoltório sobre os agregados formados. O pH da mistura então é modificado, por exemplo acrescentando uma solução de hidróxido de sódio até que um pH de aproximadamente 7,0 seja atingido, e opcionalmente também a adição de um agente sequestrante de metais tal como tetra-acetato
10 de etilenodiamina tetrassódico. A temperatura da mistura então é elevada acima da Tg da resina, tanto quanto a aproximadamente 95°C. Depois de aproximadamente 30 minutos, o pH da mistura é reduzido a um valor suficiente para coalescer ou fundir os agregados para fornecer uma partícula do composto durante um aquecimento adicional, tal como de aproximadamente
15 5,5 a aproximadamente 6,5. As partículas fundidas podem ser medidas para o fator de forma ou de circularidade, tal como com um analisador Sysmex FPIA 2100, até que a forma desejada seja atingida.

A mistura é deixada esfriar até a temperatura ambiente (de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 25 °C) e é opcionalmente lavada
25 para retirar o tensoativo. O toner então é opcionalmente seco.

As partículas de toner podem ser feitas para possuírem as seguintes propriedades físicas quando nenhum aditivo externo estiver presente nas partículas de toner.

As partículas de toner podem ter uma área superficial, tal como
30 medido pelo método de BET bem conhecido, de aproximadamente 1,3 a aproximadamente 6,5 m²/g. Por exemplo, para partículas de toner ciano, amarelo e preto, a área de superfície de BET pode ser menor do que 2 m²/g, tal

como de aproximadamente 1,4 a aproximadamente 1,8 m²/g, e para toner magenta, de aproximadamente 1,4 a aproximadamente 6,3 m²/g, embora as quantidades possam estar fora dessas faixas de variação.

É também desejável controlar o tamanho da partícula de toner e
 5 limitar a quantidade tanto de partículas de toner perfeitas como de toner grosseiras. Em uma modalidade, as partículas de toner têm uma distribuição de tamanho da partícula muito estreita com uma proporção numérica mais baixa do desvio padrão geométrico (GSD) de aproximadamente 1,15 a aproximadamente 1,30, ou aproximadamente menor do que 1,25. As partículas
 10 de toner da presente descrição também podem ter um tamanho tal que o desvio padrão geométrico (GSD) superior por volume esteja na faixa de variação de aproximadamente 1,15 a aproximadamente 1,30, tal como de aproximadamente 1,18 a aproximadamente 1,22, ou menor do que 1,25, embora as quantidades possam estar fora dessas faixas de variação. Estes va-
 15 lores de GSD das partículas de toner da presente divulgação indicam que as partículas de toner são produzidas de modo a que tenham uma distribuição de tamanho da partícula muito estreita.

O fator de forma é também um parâmetro de controle de processo associado com o toner que é capaz de realizar um ótimo desempenho de
 20 máquina. As partículas de toner podem ter um fator de forma de aproximadamente 105 a aproximadamente 170, tal como de aproximadamente 110 a aproximadamente 160, SF1*a. A varredura por microscopia eletrônica (SEM) é usada para determinar a análise do fator de forma dos toners por SEM e a análise da imagem (IA) é testada. As formas médias das partículas são
 25 quantificadas empregando o seguinte fator de forma (SF1*a) fórmula: $SF1*a = 100\pi d^2/(4A)$, onde A é a área da partícula e d é o seu eixo principal. Uma partícula perfeitamente circular ou esférica tem um fator de forma de exatamente 100. Conforme o fator de forma SF1*a aumente a forma fica mais irregular ou de forma alongada com uma área superficial mais alta. Além da
 30 medição do fator de forma SF, o outro método de medir a circularidade da partícula está sendo usado em uma base regular. Esse é um método mais rápido para quantificar a forma da partícula. O instrumento usado é um

FPIA-2100 fabricado pela Sysmex. Para uma esfera completamente circular a forma circular seria 1,000. As partículas de toner podem ter uma forma circular de aproximadamente 0,920 a 0,990 e, tal como de aproximadamente 0,940 a aproximadamente 0,980.

5 As partículas de toner podem ser misturadas com aditivos externos depois da formação. Qualquer aditivo de superfície adequado pode ser usado nas modalidades. Os mais adequados são um ou mais de SiO_2 , óxido metálico tal como, por exemplo, TiO_2 e óxido de alumínio, e um agente lubrificante tal como, por exemplo, um sal metálico de um ácido graxo (por exemplo, estearato de zinco (ZnSt), estearato de cálcio) ou álcoois de cadeia
10 longo, tal como UNILIN 700, como aditivos de superfície externos. Em geral, a sílica é aplicada na superfície do toner para aumentar o fluxo do toner, aumentar triboeletricamente, o controle da mistura, melhorar o desenvolvimento e a estabilidade de transferência e uma temperatura de bloqueio de
15 toner mais elevada. O TiO_2 é aplicado para uma estabilidade melhorada para a umidade relativa (RH), controle triboelétrico e melhorados desenvolvimento e estabilidade de transferência. O estearato de zinco também é opcionalmente usado como um aditivo externo dos toners da presente divulgação, o estearato de zinco fornece propriedades lubrificantes. O estearato de
20 zinco fornece condutividade de desenvolvidor e aumento triboelétrico, ambos devido à sua natureza lubrificante. Além disso, o estearato de zinco permite uma carga mais alta de toner e uma estabilidade de carga mais elevada aumentando o número de contatos entre o toner e as partículas transportadoras. O estearato de cálcio e o estearato de magnésio fornecem funções
25 semelhantes. Nas modalidades, um estearato de zinco comercialmente disponível conhecido como Estearato de Zinco L, obtido da Ferro Corporation, pode ser usado. Os aditivos de superfície externos podem ser usados com ou sem um revestimento.

Nas modalidades, o toner contém, por exemplo, titania de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 por cento de peso do peso de toner
30 total, sílica de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 8 por cento de peso do peso de toner total e estearato de zinco de aproximadamente 0,1 a

aproximadamente 4 por cento de peso do peso de toner total.

As partículas de toner da presente divulgação podem ser opcionalmente formuladas em uma composição reveladora misturando as partículas de toner com partículas veículo. Os exemplos ilustrativos de partículas transportadoras que podem ser selecionadas para serem misturadas com a
5 composição de toner preparadas de acordo com a presente divulgação incluem aquelas partículas que são capazes de triboeletricamente obter uma carga da polaridade oposta àquela das partículas de toner. Consequentemente, em uma modalidade as partículas transportadoras podem ser selecionadas para serem de uma polaridade negativa para que as partículas de
10 toner que são positivamente carregadas adiram e rodeiem as partículas transportadoras. Os exemplos ilustrativos de tais partículas transportadoras incluem ferro, ligas de ferro, aço, níquel, ferrita de ferro, incluindo ferrita incorporando estrôncio, magnésio, manganês, cobre, zinco, e similares, magnetitas, e similares. Adicionalmente, podem ser selecionadas como transportadoras de contas de partículas transportadoras de níquel tal como divulgado na Patente dos Estados Unidos Nº. 3.847.604, a divulgação da qual é inteiramente incorporada aqui pela referência, compreendida pelos transportadores nodulosos de contas de níquel, caracterizados por superfícies de cavida-
15 des e protruções recorrentes que desse modo fornecem partículas com uma área externa relativamente grande. Outros transportadores são divulgados nas Patentes dos Estados Unidos Números 4.937.166 e 4.935.326, a divulgação das quais é inteiramente incorporada aqui pela referência.

As partículas transportadoras selecionadas podem ser usadas
25 com ou sem um revestimento, o revestimento que geralmente é compreendido de polímero acrílico e metacrílico, tal como metacrilato de metila, copolímeros acrílicos e metacrílicos com fluoropolímeros ou com monoalquila ou dialquilaminas, fluoropolímeros, poliolefinas, poliestireno, tal como resinas de fluoreto de polivinilideno, terpolímeros de estireno, metacrilato de metila, e
30 um silano, tais como trietóxi silano, tetrafluoroetilenos, outros revestimentos conhecidos, e similares.

As partículas transportadoras podem ser misturadas com as par-

tículas de toner em várias combinações adequadas. A concentração de toner é normalmente de aproximadamente 2 a aproximadamente 10 por cento em peso de toner e de aproximadamente 90 a aproximadamente 98 por cento em peso de transportador. Contudo, diferentes percentagens de toner e de transportador podem ser usadas para atingir uma composição de revelador com as características desejadas.

Corantes

As composições de toner podem ser produzidas como um toner colorido acrescentando um corante durante a produção de toner. Qualquer corante desejado ou eficaz pode ser empregado nas composições de toner, incluindo pigmento, tintura, misturas de pigmento e tintura, misturas de pigmentos, misturas de tinturas, e similares. As resinas de nanotubos de carbono/polímero podem também, nas modalidades, fornecer algumas ou todas as propriedades corantes às composições de toner.

Os corantes adequados para uso nas composições de toner incluem, sem limitação, negro de fumo, negro de carbono, negro de ferro, ultramarino, tintura de nigrosina, anilina azul, óleo Du Pont vermelho, amarelo quinolina, cloreto azul de metileno, ftalocianina azul, ftalocianina verde, rodamina 6C Lake, amarelo de cromo, quinacridonea, benzidina amarela, verde malaquita, amarelo hansa G, hexalato de verde malaquita, óleo preto, azo óleo preto, rose bengala, pigmentos de monoazo, pigmentos de diazo, pigmentos de triazo, sais de amônio terciários, sais metálicos de ácido salicílico e derivados de ácidos salicílicos, amarelo G fast, amarelo brilhante Hansa 5GX, amarelo diazo AAA, vermelho naftol HFG, vermelho C Lake, benzimidazolona carmim HF3C, dioxazina violeta, marrom de Benzimidazolona H-FR, anilina negra, óxido de titânio, tartrazine Lake, rodamina 6G, metil violeta Lake, básico 6G Lake, verde brilhante Lake, amarelo Hansa, amarelo naftol, vermelho watching, rodamina B, azul de metileno, azul vitória, azul ultramarino, e similares.

A quantidade do corante pode variar por uma ampla faixa de variação, por exemplo, de aproximadamente 3 a aproximadamente 20 por cento de peso do peso de toner, e as combinações de corantes podem ser usa-

das.

Ceras

Uma ou mais ceras podem ser acrescentadas ao toner para elevar a densidade de imagem e prevenir eficazmente o offset para uma cabeça de leitura e um borrão de imagem. A cera pode estar presente em uma quantidade de, por exemplo, aproximadamente 0,1 a aproximadamente 10 por cento em peso, tal como em uma quantidade de aproximadamente 1 a aproximadamente 6 por cento em peso baseado no peso total do toner, embora as quantidades possam estar fora dessas faixas de variação. Os exemplos de ceras adequadas incluem, mas não são limitados a, ceras de poliolefina, tais como polietileno de baixo peso molecular, polipropileno, uma cera a base de fluorcarbono (Teflon), ou cera Fischer-Tropsch, copolímeros dos mesmos, misturas dos mesmos, e similares.

Tensoativos

Os exemplos de tensoativos não-iônicos que podem ser usados no toner de acordo com a presente divulgação incluem, sem limitação, o álcool de polivinila, o ácido poliacrílico, a metalose, a metil celulose, a etil celulose, a propil celulose, a hidróxi etil celulose, a carbóxi metil celulose, o éter de polioxietileno cetílico, o éter de polioxietileno laurílico, o éter de polioxietileno octílico, o éter de polioxietileno octilfenílico, o éter de polioxietileno oleílico, o monolaurato de polioxietileno sorbitano, o éter de polioxietileno estearílico, o éter de polioxietileno nonilfenílico, dialquil fenóxi poli(etilenóxi) etanol, misturas dos mesmos, e similares.

Exemplos de tensoativos catiônicos adequados incluem, sem limitação, o cloreto de alquilbenzil dimetil amônio, cloreto de dialquil benzeno alquil amônio, cloreto de lauril trimetil amônio, cloreto de alquil benzil metil amônio, brometo de alquil benzil dimetil amônio, cloreto de benzalcônio, brometo de cetil piridínio, brometos de C₁₂, C₁₅, C₁₇ - trimetil amônio, sais de halogeneto de polioxietil alquilaminas quaternárias, cloreto de dodecil benzil trietil amônio, misturas dos mesmos, e similares.

Pode ser selecionada uma quantidade adequada do tensoativo não-iônico ou catiônico, tal como uma quantidade de aproximadamente 0,1 a

aproximadamente 10 por cento em peso do peso do toner, tal como de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 5 por cento em peso, embora as quantidades possam estar fora destas faixas de variação. A escolha de determinados tensoativos, ou combinações dos mesmos, bem como as quantidades de cada um a ser usado está dentro do contexto daqueles versados na técnica.

Também, o ácido olefino-maleico, copolímero de anidrido, e similares, podem ser acrescentados para obter imagens de toner possuindo alta qualidade sem a deterioração da propriedade de desenvolvimento.

10 Antioxidantes

O toner também pode conter opcionalmente um antioxidante. Os antioxidantes protegem as imagens da oxidação e também protegem os componentes do toner da oxidação durante a fase de aquecimento do processo de preparação do toner. Os exemplos específicos de antioxidantes adequados incluem a série de antioxidantes NAUGUARD®, tais como NAUGUARD® 445, NAUGUARD® 524, NAUGUARD® 76, e NAUGUARD® 512 (comercialmente disponíveis pela Uniroyal Chemical Co.), a série de antioxidantes IRGANOX®, tal como IRGANOX® 1010 (comercialmente disponível pela Ciba Geigy), e similares. O antioxidante pode estar presente no toner em qualquer quantidade desejada ou eficaz, tal como em uma quantidade de pelo menos aproximadamente 0,01 a aproximadamente 20 por cento em peso em relação ao peso de toner total, tal como de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 por cento em peso do peso do toner ou de aproximadamente 1 a aproximadamente 3 por cento em peso do peso do toner, embora a quantidade possa estar fora dessa faixa de variação.

25 Clarificadores

Outros aditivos opcionais de toner, incluem, clarificadores que também podem ser opcionalmente acrescentados ao toner, tal como o UNION CAMP® X37-523-235 (comercialmente disponível pela Union Camp); adesivos, tais como FORAL® 85, um éster de glicerol do ácido abiético hidrogenado (rosina) (comercialmente disponível pela Hércules), FORAL® 105, um éster de pentaeritritol do ácido hidroabiético (breu) (comercialmente

disponível pela Hercules), CELLOLYN® 21, um éster de álcool hidroabiético (rosina) do ácido ftálico (comercialmente disponível pela Hercules), resina ARAKAWA KE-311, um triglicerídeo do ácido abiético (rosina) hidrogenado (comercialmente disponível pela Arakawa Chemical Industries, Ltd.), resinas de politerpeno sintéticas, tais como NEVTAC® 2300, NEVTAC® 100, e NEVTAC® 80 (comercialmente disponível pela Neville Chemical Co.), WINGTACK® 86, uma resina de politerpeno sintética modificada (comercialmente disponível pela Goodyear), e similares; adesivos, tais como VERSAMID® 757, 759, ou 744 (comercialmente disponível pela Henkel), plastificantes, tais como UNIPLEX® 250 (comercialmente disponível pela Uniplex), os plastificantes de éster ftalatos comercialmente disponíveis pela Monsanto sob o nome comercial de SANTICIZER®, tais como ftalato de dioctila, ftalato de diundecila, ftalato de alquilbenzila (SANTICIZER® 278), fosfato de trifenila (comercialmente disponível pela Monsanto), KP-140®, um fosfato de tributoxi etila (comercialmente disponível pela FMC Inc.), MORFLEX® 150, um ftalato de diciclo-hexila (comercialmente disponível pela Morflex Chemical Company Inc), trimetilato de trioctila (comercialmente disponível pela Eastman Kodak Co) e similares. Tais aditivos podem ser incluídos em quantidades convencionais para os seus propósitos normais.

20 Agente de Controle de Carga

Adicionalmente, um agente de controle de carga pode ser acrescentado ao toner para ajudar a intensificar o nível de eletrificação em uma taxa de eletrificação (índice de eletrificação ao nível de carga específico durante o curto tempo) e obter uma excelente fluidez.

25 Há dois tipos de agentes que regulam a carga geralmente adequados para serem acrescentados ao toner: um agente de controle de carga (CCA) possuindo uma função para controlar a carga (quantidade de eletrificação) dentro de um faixa de variação específica e uma resina de controle de carga (CCR) possuindo uma função de reforçar a carga (quantidade de eletrificação). Um ou ambos os tipos de agentes podem ser acrescentado ao toner.

Como o agente de controle de carga (CCA), azinas, tinturas dire-

tas compreendendo as azinas, os compostos de nigrosin, os sais metálicos, as aminas alcoxiladas, as alquilamidas, e os sais de amônio quaternários, e uma combinação de dois destes compostos podem ser usadas. Especialmente, os compostos de nigrosin permitem a partida rápida da quantidade de eletrificação e o controle fácil da quantidade de eletrificação saturada.

Como a resina de controle de carga (CCR), uma resina ou um oligômero possuindo sal de amônio quaternário; uma resina ou um oligômero possuindo sal de ácido carboxílico; uma resina ou um oligômero possuindo resíduo de ácido carboxílico ou combinações de dois destes compostos podem ser usadas.

Em uma modalidade, o toner inclui o copolímero de estireno-acrila possuindo sal de amônio quaternário, sal de ácido carboxílico, ou resíduo de ácido carboxílico, que permite uma promoção adicional da quantidade de eletrificação.

O carregamento de um agente de controle da carga pode ser de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 10 por cento em peso do peso de toner. No caso em que os carregamentos do agente que regula a carga são menores do que 0,1 por cento em peso, a regulação da carga pode não funcionar eficazmente. Por outro lado, no caso em que os carregamentos de agente que regula a carga são maiores que 10 por cento em peso, a dispersibilidade e a durabilidade de toner podem diminuir. Desse modo, para equilibrar bem a função que regula a carga, a durabilidade do toner, e outras propriedades, os carregamentos do agente que regula a carga podem ser de aproximadamente 0,5 por cento em peso a aproximadamente 8 por cento em peso, tal como aproximadamente de 1,0 a aproximadamente 5 por cento em peso, embora as quantidades possam estar fora dessas faixas de variação.

Aditivos Adicionais

O toner pode conter também um ou mais aditivos com os seus objetivos conhecidos. Por exemplo, os aditivos adequados incluem um reagente de fluidização, tal como sílica coloidal; lubrificantes, tais como sais metálicos de ácidos graxos; sílica; um agente de espaçamento; um secador;

um dispersante; um umectante; um estabilizador; um agente espessante; um agente gelatinizante; um agente antiespumante e um iniciador de fotopolimerização.

Impressão de Toner

5 Para imprimir o toner em um substrato, qualquer método de impressão adequado pode ser usado. Por exemplo, os métodos adequados incluem, sem limitação, o método de impressão de elevado volume de rolo a rolo, tais como gravura, rotogravura, flexografia, litografia, gravura, impressão de tela, e similares. Adicionalmente, podem ser usados termografia, eletrofotografia, eletrografia, transferência induzida por raio laser, ou uma combinação dos mesmos. Se o método de impressão digital de transferência induzida por raio laser é usado, os exemplos de métodos de tal método são a sublimação da tintura, ablação, transferência de fundido, ou transferência de película.

15 O toner de acordo com a presente divulgação pode ser geralmente impresso em um substrato adequado tal como, sem limitação, papel, papel de arte de vidro, papel de moeda, papelão, papel Kraft, cartão, folhas de papel ou de plástico semissintéticas, tais como folhas de poliéster ou de polietileno, e similares. Estes vários substratos podem ser fornecidos no seu estado natural, tal como papel não revestido, ou eles podem ser fornecidos em formas modificadas, tais como papéis ou cartão revestidos ou tratados, papéis ou cartão impressos, e similares.

Aplicações do Toner

25 Várias aplicações possíveis do toner produzido pelo presente divulgação existe. O toner pode ser geralmente usado para desenvolver a imagem latente eletrostática formada pela eletrografotografia, o registro eletrostático, a iconografia, a xerografia e similares. Além disso, o toner pode ser usado para outras aplicações adequadas.

EXEMPLOS

30 O exemplo 1 descreve a funcionalização de nanotubos de carbono. Os exemplos 2 e 3 descrevem a síntese de composições de nanotubos de carbono / resina de poliéster semicristalinas usando o processo des-

crito no Exemplo 1, exceto que são usadas quantidades diferentes de nanotubos de carbono. Os Exemplos Comparativos 1 e 2 descrevem a preparação da composição de resina segundo Exemplos 2 e 3, respectivamente, exceto que os nanotubos de carbono funcionalizados são omitidos.

5 Exemplo 1:

Preparação de MWNTs funcionalizados com ácido carboxílico utilizando ácido nítrico, ácido clorídrico e oxidação pelo ar (Amostra ID VF564).

Os MWNTs são purificados em um processo de três etapas. Na primeira etapa, 5,0 g de MWNTs são tratados com HNO_3 a 3 M via um processo de refluxo de 24 horas e 47 minutos a 60°C . 745 g da solução de HNO_3 a 3 M (201,15 g de ácido nítrico a 70% e 543,85 g de água destilada) foram acrescentados aos 5,0 g do MWNTs (Sigma-Aldrich), e é deixado reagir durante 24 horas. Depois, a mistura MWNTs / ácido foi diluída com a água deionizada, e centrifugada durante 1 hora em 3.000g. O pélete de MWNT foi ressuspenso em água deionizada. Depois de um segundo círculo da ressuspensão em água deionizada, seguida por centrifugação durante 1 hora em 3.000g, o pH da solução foi pH 0,26. Depois de outra lavagem, o pH da solução foi 1,50. Depois de outra lavagem, a solução tinha um pH de 1,84.

Na segunda etapa, os MWNTs são também tratados com HCl para dissolver o óxido metálico. Uma solução de HCl a 5 M foi preparada acrescentando 367,06 g de ácido clorídrico a 37% a 377,94 g de água destilada. A molaridade da solução de HCl foi diluída em parte, porque o enxágue com água foi necessário para colocar os nanotubos de carbono no frasco. Um sistema de refluxo foi fundado com uma válvula de sobrepressão unida à linha Schlenk para permitir a expansão do meio e evitar explosões. O refluxo correu durante 7 horas a 120°C , e produziu MWNTs relativamente puros suspensos em HCl. Os MWNTs são isolados da solução de HCl via a centrifugação durante 1 hora em 3.000g.

Posteriormente, os MWNTs são lavados três vezes, e produziram uma solução com um pH de 1,58. Depois de redispersados em água deionizada e centrifugados durante uma 1,5 hora adicional em 3.000g, o pH

foi de 2,53. Depois de redispersados em água deionizada e centrifugados durante outra 1,5 hora em 3.000g, o pH foi de 3,01. Os MWNTs são redispersados em água e centrifugados em 3.000g durante 1,5 hora. O pH foi de 3,59 e nenhuma lavagem adicional foi feita. Os MWNTs são então dispersados em 10 ml de água deionizada e colocados em um forno para evaporar a água.

Na terceira etapa de purificação, a oxidação pelo ar foi executada, no qual os MWNTs são purificados queimando os materiais tratados por ácido. Os MWNTs e materiais que não são nanotubos têm temperaturas de oxidação diferentes. 510°C é uma temperatura ótima para queimar materiais de carbono que não são nanotubos, como o peso de nanotubos de carbono permanecendo inalterado de 510°C a 645°C. 4,6965 g de MWNTs não purificados são queimados no ar a 510°C durante 1 hora. A impureza de material não sendo nanotubo é queimada, deixando 3,258 g de MWNTs purificados, ou um rendimento de 69,67%.

Exemplo 2

Preparação de MWNTs/compósito de poliéster a 0,075% (Amostra ID VF566).

Uma quantidade de 500 g de 1,9-nonanodiol foi transferida para um reator de vaso de reação de 3 L e fundida misturada a 60°C em uma placa quente com agitação ocasional. Aproximadamente 0,81 g dos MWNTs produzidos no Exemplo 1 (0,075% relativo ao rendimento teórico de 1.080 g de polímero) foi acrescentado ao 1,9-nonanodiol fundido. Depois que os MWNTs estão bem dispersados no diol (possivelmente esterificados), o vaso de reação de vidro foi retirado da placa quente, e 719 g de ácido 1,12-dodecanodióico e 1,30 g de catalisador Fascat 4100 são acrescentados ao reator. O vaso então foi transferido para a manta de aquecimento. O fluxo de ar da manta de aquecimento, a purga de argônio, o aquecedor elétrico, o banho de óleo de condensador de Lauda e o condensador de água são ligados. O agitador foi ligado logo que a mistura começou a se fundir; o vaso e o fundo do condensador quente são enrolados com toalhas Kim e uma folha metálica é enrolada para conservar o calor. Os reagentes começam a fundir por volta de 80°C e a rea-

ção prossegue. A temperatura foi aumentada a 170°C por mais de 60 minutos e foi mantida em 170°C durante 5 horas. A reação foi coberta com manta de argônio e mantida em 120°C durante a noite.

No dia seguinte, aproximadamente 85 ml de água condensada foi coletada em uma proveta graduada. O vácuo baixo foi aplicado usando um pequeno vácuo de laboratório (padrão cinza) por aproximadamente 27 minutos. Tanto os condensadores frios como os quentes são deixados ligados durante esta etapa. O rendimento de água total aumentou para aproximadamente 95 ml pelo uso da bomba de vácuo. Ambos os condensadores são retirados. O argônio foi purgado pelo sistema a 170°C. A amostragem foi feita antes que o alto vácuo de Edwards fosse aplicado. A viscosidade foi de 2,64 Pa.s. A reação foi coberta com manta de argônio e mantida em 120°C durante a noite.

No dia seguinte, a temperatura foi aumentada a 170°C por mais de 30 minutos. A amostragem prosseguiu antes que o alto vácuo de Edwards fosse aplicado. A viscosidade foi de 8,85 Pa.s. A reação foi aquecida sem vácuo até que a viscosidade atingisse aproximadamente 11 Pa.s. A resina foi resfriada a aproximadamente 170°C antes de descarregar via despejo manual. A resina foi resfriada em uma vasilha, quebrada e depois esmagada em um aparelho fragmentador. Uma amostra da resina foi submetida ao teste de índice de acidez, GPC, DSC, viscosidade e ICP (Sn). A viscosidade final foi 12,4 Pa.s em 11,7 γ. O teste de índice de acidez foi de 10,2 mg de KOH/g.

Exemplo 3

25 Preparação de MWNTs de 0,185% / composto de poliéster (Amostra ID VF567)

Uma quantidade de 500 g de 1,9 nonanodiol foi transferida em um vaso de reação de vidro de 3 L e fundida misturando a 60°C com a agitação ocasional. Aproximadamente 2,0 g de MWNTs (0,185% em relação à massa de polímero de 1.080 g) foram acrescentados ao nonanodiol fundido. Depois dos nanotubos de carbono serem bem dispersados no diol (e possivelmente esterificado), o reator de vidro foi retirado da placa quente. 719 g

de ácido 1,12-dodecanedioico e 1,30 g de catalisador Fascat 4100 são acrescentado ao reator. O vaso então foi transferido para a manta de aquecimento. O fluxo de ar de manta de aquecimento foi ligado, junto com a purga de argônio, aquecedor elétrico, o banho do condensador de Lauda e o condensador de água. O agitador foi ligado logo que a mistura começou a fundir-se; o vaso e o fundo do condensador quente são enrolados com toalhas de Kim e folha metálica para isolar o sistema. Os reagentes começaram a se fundir por volta de 80°C e a reação prosseguiu. A temperatura foi aumentada a 170°C por mais de 60 minutos e mantida lá durante 6 horas. Cobrindo a reação com manta de argônio, a reação foi mantida em 120°C durante a noite.

Durante a noite, aproximadamente 42 ml de água foram condensados e coletados em uma proveta graduada. A temperatura foi aumentada de 120°C a 170°C. O baixo vácuo foi aplicado usando o baixo vácuo de laboratório (padrão cinza) durante aproximadamente 30 minutos. Tanto os condensadores frios como quentes permanecem ligados durante esta etapa. Ainda em 170°C, a proveta foi anexada a um adaptador com uma linha de vácuo para puxar mais água/glicol, e o rendimento de água/glicol total aumentou para aproximadamente 51 ml. Ambos os condensadores são retirados. O argônio foi purgado pelo sistema a 170°C. O alto vácuo de Edwards foi aplicado durante os 193 primeiros minutos; em 357 minutos a viscosidade foi 26,6 Pa.s. A corrida foi parada em 380 minutos. A resina foi descarregada via despejo manual. A resina foi resfriada em uma vasilha, quebrada e depois esmagada em um aparelho desagregador. Uma amostra da resina foi submetida ao teste de índice de acidez, GPC, DSC, viscosidade e ICP (Sn). A viscosidade final foi de 35 Pa.s em 11,7 γ. O teste de índice de acidez foi de 7,59 mg de KOH/g.

Exemplo Comparativo 1:

Preparação de resina nominal que não contém nenhum nanotubo de carbono (Amostra ID VF568)

Uma quantidade de 719 gramas do monômero de ácido 1,12-dodecanodioico, 500 gramas do monômero 1,9-nonanodiol e 1.303 g de ca-

alisador Fascat 4100 é toda pesada em um vaso de reação de vidro de 3L. O vaso então foi transferido para a manta de aquecimento. O fluxo de ar da manta de aquecimento foi ligado, junto com a purga de argônio, aquecedor elétrico, banho de condensador de Lauda e o condensador de água. O agitador foi ligado logo que a mistura começou a se fundir; ao vaso e o fundo do condensador quente são enrolados com toalhas de Kim e folha metálica para isolar o sistema. Os reagentes começaram a fundir-se em volta de 80°C; a temperatura foi aumentada a 170°C mais de 60 minutos e manteve-se lá durante 5 horas. Aproximadamente 45 ml de água condensaram-se e foram reunidos na proveta. Cobrindo a reação com manta sob argônio, a temperatura foi deixada a 120°C até o dia seguinte.

No dia seguinte, a temperatura foi aumentada de 120°C a 170°C. Uma proveta foi ligada a um adaptador com uma linha de vácuo para conseguir mais água. O vácuo baixo foi aplicado usando um pequeno vácuo de laboratório (padrão cinza) por aproximadamente 34 minutos. Tanto os condensadores frios como quentes são deixados ligados durante essa etapa. O rendimento condensado de água total aumentou a aproximadamente 50 ml pela utilização da bomba de vácuo. Ambos os condensadores são retirados. O argônio foi purgado pelo sistema em 170°C. O vácuo elevado de Edwards foi aplicado. A viscosidade foi verificada em 257 minutos em 170°C, e foi 6,9 Pa.s. Em 323 minutos, a reação foi parada. A resina foi descarregada em 170°C via fluxo manual. A resina foi resfriada em uma vasilha, quebrada e depois esmagada em um aparelho desagregador. Uma amostra da resina foi submetida ao teste de índice de acidez, GPC, DSC, viscosidade e ICP (Sn). A viscosidade final foi 13,5 Pa.s em 11,7 γ. O teste de índice de acidez foi 9,99 mg de KOH/g.

Exemplo Comparativo 2:

Preparação de resina nominal que não contém nenhum nanotubo de carbono (Amostra ID VF559)

Uma quantidade de 719 gramas do monômero de ácido 1,12-dodecanodioico, 1,9-nonanodiol e de 1,303 grama de catalisador Fascat 4100 é pesada em um vaso de reação de vidro de 3L. O fluxo de ar da man-

ta de aquecimento foi ligado, junto com a purga de nitrogênio, caixa elétrica de aquecedor, banho de condensador de Lauda e condensador de água. O agitador foi ligado logo que a mistura começasse a fundir-se; o vaso e o fundo do condensador quente são enrolados com toalhas de Kim e folha metálica para isolar o sistema. Os reagentes começaram a fundir-se por volta de 80°C; a temperatura foi primeiro aumentada a 165°C por mais de 90 minutos e mantida lá durante 2 horas. Depois, a temperatura foi novamente aumentada a 190°C por mais de 60 minutos e mantida lá durante 5 horas. Aproximadamente 35 ml de água condensaram-se e foram coletados na proveta. Cobrindo a reação com manta de nitrogênio, a temperatura foi deixada a 120°C até o dia seguinte.

No dia seguinte, a temperatura foi aumentada a 190°C por mais de 60 minutos. Tanto os condensadores frios como quentes são deixados ligados durante esta etapa. Em 190°C, a proveta foi ligada a um adaptador com uma linha de vácuo para conseguir mais água. O vácuo baixo foi aplicado usando o pequeno vácuo de laboratório (padrão cinza) durante aproximadamente 20 minutos. O rendimento destilado de água total aumentou a 50 ml com a ajuda da bomba de vácuo. O sistema de vácuo foi trocado pelo sistema de alto vácuo de Edwards e ambos os condensadores são retirados. O vácuo e o calor são aplicados ao sistema na maior parte do dia e a viscosidade da resina atingiu aproximadamente 12,55 Pa.s.

No terceiro dia, o sistema foi reaquecido a 190°C e o vácuo foi aplicado. Depois de 45 minutos, a viscosidade foi 32,5 Pa.s e o aquecimento foi extinto. A resina foi resfriada a aproximadamente 170°C antes de descarregar via despejo manual. A resina foi resfriada em uma vasilha, quebrada e depois esmagada em um aparelho desagregador. Uma amostra da resina foi submetida ao teste de índice de acidez, GPC, DSC, viscosidade e ICP (Sn). A viscosidade final foi 42,7 Pa.s em 11,7 γ. O teste de índice de acidez foi 8,11 mg de KOH/g.

30 Preparação de Controles

Um controle de poliéster cristalino (Amostra ID VF568) e Amostra ID VF567 contendo MWNTs de 0,075% é aquecido em uma Etapa Quen-

te Linkam, o modelo LTS350 com a observação sendo feita usando um microscópio polarizador Zeiss Axioplan. Ambas as amostras são aquecidas a 10°C/min até 120°C, e depois mantidas naquela temperatura durante 5 minutos antes de serem resfriadas a 3°C/min até 40°C. Os micrográficos dos materiais resfriados, recristalizados foram adquiridos usando luz polarizada transversal do microscópio Zeiss. As esferulitas cristalinas de poliéster cristalino puro são maiores em tamanho, mas depois da adição dos nanotubos de carbono, o tamanho foi significativamente reduzido. O tamanho reduzido do domínio cristalino sugere que mais sítios de nucleação sejam disponíveis para o crescimento, desse modo atribuindo ao aumento subsequente na cristalinidade total da amostra.

Efeito dos MWNTs na Recristalização

A tabela 1 mostra, a calorimetria de varredura diferencial (DSC) de compósito de poliéster cristalino/MWNT e a modificação percentual nos dados de recristalização. O DSC é um bom instrumento para medir modificações em cristalinidade no polímero. A modificação de % na recristalização é calculada subtraindo o ΔH (T_m da 2ª fusão) de nanotubo de carbono / compósitos de poliéster cristalinos de controle, depois dividindo a diferença pelo controle ΔH (T_m da 2ª fusão) e multiplicando por 100. Os resultados verificam que sintetizando nanotubo de carbono / compósitos de poliéster cristalino aumenta a quantidade de cristalinidade no polímero. Se o polímero puder ser obtido na forma 100% cristalina, ΔH_f (o calor de fusão) pode ser medido, mas todo o polímero cristalino é semicristalino. Além disso, existem outros métodos para determinar o ΔH_f , tais como métodos espectroscópicos, raios X ou ressonância magnética nuclear que necessita da normalização de picos (que é muito tediosa e potencialmente complicada), e um DSC executado em uma amostra com a fração conhecida cristalinidade (mas isto também pode ser difícil de se aplicar ao polímero). Aqui, o % total de cristalinidade das amostras não foi calculado; só foi calculada a modificação da cristalinidade de nanotubo de carbono / compósitos de poliéster cristalinos em comparação com o controle ou nanotubo de não-carbono contendo poliéster cristalino.

Tabela 1

DSC do Compósito de CPE/MWNT e % de Modificação em Dados de Recristalização

ID / Tipo de Poliéster Cristalino (CPE)	% em peso de MWNT	T _m (°C)	T _{rc} (°C)	T _m (°C) 2ª fusão	ΔH (J/g) para T _m da 2ª fusão	% de Modificação na Recristalização
VF568 (controle de CPE); η = 12,4 Pa.s	0%	76,61	56,60	74,01	126,1	+5,00%
VF566 (com MWNT); η = 13,5 Pa.s	0,075%	75,44	58,78	73,19	132,4	
VF559 (controle de CPE); η = 35,0 Pa.s	0%	75,42	58,44	72,93	120,0	+4,46%
VF567 (com MWNT); η = 42,7 Pa.s	0,185%	76,44	59,20	73,66	125,6	

Os resultados mostrados na Tabela 1, especificamente a % de modificação na recristalização, sugerem que os nanotubos de carbono atuam como agentes de nucleação nestas resinas de poliéster cristalinas. A diferença nos pontos de fusão do poliéster cristalino produzido das amostras de poliéster de nanotubo de carbono / poliéster cristalino demonstram um aumento de percentagem relativo em cristalinidade de aproximadamente 5%. A concentração do carregamento de nanotubo de carbono na amostra de poliéster cristalino é realmente baixa e não mostra uma diferença significativa entre 0,075% e 0,185%, mas geralmente mostrará um aumento significativo em cristalinidade em carregamentos maiores do que 0,3%. Além disso, a cristalinidade pode diminuir novamente quando a concentração MWNT é de aproximadamente ou excede os 10%, devido aos MWNTs impedirem o movimento molecular na matriz de polímero no estado fundido, o que causa uma redução da taxa de cristalização do polímero, como informado por Yu et al.; Bhattacharyya et al.; Tzavalas et al.; Kumar; e Ryan et al. Também como anteriormente informado na literatura, em outro polímero, tal como polipropileno isotático, o tempo de indução da cristalização é reduzido pela adição do nanotubo de carbono e tipicamente a T_m é deslocada para temperaturas mais altas na presença de nanotubos de carbono. Isto apoia a conclusão que os nanotubos de carbono atuam como agentes de nucleação nestes sistemas poliméricos.

Efeito dos MWNTs na Resistividade e na Condutividade.

Cada um dos compósitos preparados nos Exemplos 1 a 3 pode ser incorporado em partes de toners adequados de acordo com conhecimentos da técnica. A tabela 2 representa os valores de resistividade do toner de negro de fumo contendo resinas de poliéster cristalinas e várias cargas de MWNT. Mesmo em carregamentos de nanotubo de carbono muito baixos, a resistividade de toner é muito intensificada.

Tabela 2

Resistividade de Toner de Carbono Preto contendo Resinas de Poliéster Cristalinas como uma Função de Carregamento de MWNT
MWNT (% em peso do peso total de toner).

Resistividade (Ohm.cm)	(Valores Esperados)
0%	$7,1 \times 10^{12}$
0,075%	$1,0 \times 10^{13}$
0,185%	$5,0 \times 10^{13}$
1,0%	$1,0 \times 10^{14}$
1,5%	$1,0 \times 10^{15}$
2,0%	$1,0 \times 10^{16}$
3,0%	$1,0 \times 10^{15}$
5,0%	$1,0 \times 10^{13}$

Para aplicações de toner que necessitam de condutividade elétrica aumentada, a adição de MWNTs na cadeia de polímero pode intensificar a condutividade elétrica do toner. Como informado por Yu et al., os carregamentos mais altos de MWNTs, tal como aproximadamente 2 a aproximadamente 20% em peso do peso de MWNT / compósito de polímero, são favoráveis para atingir a condutividade adequada que é resistente à modificação na temperatura e assim é mais termicamente estável. Naturalmente, as quantidades fora desta faixa de variação podem ser empregadas.

Será apreciado que várias características e funções acima divulgadas, e outras características e funções, ou alternativas das mesmas, podem ser desejavelmente combinadas em muitos outros sistemas diferentes ou aplicações. Também, várias alternativas, modificações, variações ou melhorias aqui presentemente não previstas ou não antecipadas podem ser posteriormente feitas pelos versados na técnica, e também estão destinadas para serem abarcadas pelas seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Toner compreendendo:
uma matriz de polímero compreendendo nanotubos de carbono dispersos em um polímero;
5 opcionalmente um ou mais corantes; e
 opcionalmente uma ou mais ceras.
2. Toner de acordo com a reivindicação 1, em que o polímero é um polycarbonato, poliamida, poliéster, poliuretano, polietileno, poliolefina, polímero de látex, ou uma mistura dos mesmos.
- 10 3. Toner de acordo com a reivindicação 1, em que o polímero é um polímero cristalino, um polímero semicristalino, ou um polímero amorfo.
4. Toner de acordo com a reivindicação 1, em que a matriz de polímero compreende nanotubos de carbono de aproximadamente 0,05% a aproximadamente 20% em peso da matriz de polímero.
- 15 5. Toner de acordo com a reivindicação 1, em que a matriz de polímero compreende nanotubos de carbono de aproximadamente 1% a aproximadamente 5% em peso da matriz de polímero.
6. Toner de acordo com a reivindicação 1, em que pelo menos uma parte do polímero é covalentemente ligada aos nanotubos de carbono.
- 20 7. Toner de acordo com a reivindicação 1, em que o toner é um toner de emulsão/agregação.
8. Toner de acordo com a reivindicação 1, em que a matriz de polímero é formada por um método compreendendo:
nanotubos de carbono funcionalizados;
25 ligar covalentemente um primeiro monômero aos nanotubos de carbono funcionalizados; e
 polimerizar o primeiro monômero com um segundo monômero para formar uma matriz de polímero compreendendo nanotubos de carbono.
9. Toner de acordo com a reivindicação 1, em que o toner tem
30 uma resistividade de aproximadamente $1,0 \times 10^{13}$ a aproximadamente 1×10^{16} ohm·cm.
10. Toner de acordo com a reivindicação 1, em que o toner tem

uma resistividade de aproximadamente $1,0 \times 10^{14}$ a aproximadamente 1×10^{16} ohm·cm.

11. Método para produzir um toner, compreendendo:

nanotubos de carbono funcionalizados;

5 ligar covalentemente um primeiro monômero aos nanotubos de carbono funcionalizados;

polimerizar o primeiro monômero com um segundo monômero para formar uma matriz de polímero compreendendo nanotubos de carbono; e

10 acrescentar um ou mais corantes e/ou uma ou mais ceras à matriz de polímero para formar um toner.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, em que o primeiro monômero é um diol possuindo de 2 a 36 carbonos, uma poliamina, um ácido aminocarboxílico, um aminoálcool, ou uma mistura dos mesmos.

15 13. Método de acordo com a reivindicação 11, em que: o primeiro monômero é um diol selecionado de um grupo consistindo em: 1,8-octanodiol, 1,9-nonanodiol, 1,10-decanodiol, 1,11-undecanodiol, 1,12 dodecanodiol, ou uma mistura dos mesmos.

14. Método de acordo com a reivindicação 11, em que a matriz de polímero é uma matriz de um policarbonato, uma poliamida, um poliéster, um poliuretano, uma poliolefina, um polímero de látex, ou uma mistura dos mesmos.

15. Método de acordo com a reivindicação 11, em que o segundo monômero é um ácido orgânico.

25 16. Toner de emulsão/agregação compreendendo: uma matriz de poliéster cristalina compreendendo nanotubos de carbono de múltiplas paredes dispersos no poliéster cristalino;

opcionalmente um ou mais corantes; e

opcionalmente uma ou mais ceras;

30 em que pelo menos uma parte do poliéster cristalino está covalentemente ligada aos nanotubos de carbono.

17. Toner de emulsão/agregação de acordo com a reivindicação

16, em que a matriz de polímero compreende nanotubos de carbono de aproximadamente 0,05% a aproximadamente 20% em peso da matriz de polímero.

5 18. Toner de emulsão/agregação de acordo com a reivindicação 17, em que a matriz de polímero compreende nanotubos de carbono de aproximadamente 1% a aproximadamente 5% em peso da matriz de polímero.

10 19. Toner de emulsão/agregação de acordo com a reivindicação 17, em que o toner tem uma resistividade de aproximadamente $1,0 \times 10^{13}$ a aproximadamente 1×10^{16} ohm·cm.

20. Toner de emulsão/agregação de acordo com a reivindicação 17, em que o toner tem uma resistividade de aproximadamente $1,0 \times 10^{14}$ a aproximadamente 1×10^{16} ohm·cm.

RESUMO

Patente de Invenção: **"TONERS INCLUINDO NANOTUBOS DE CARBONO DISPERSOS EM UMA MATRIZ POLIMÉRICA".**

- 5 A presente invenção refere-se a um toner compreendendo: uma matriz de polímero compreendendo nanotubos de carbono dispersos em um polímero; opcionalmente um ou mais corantes; e opcionalmente uma ou mais ceras.