



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0910782-7 B1



(22) Data do Depósito: 13/08/2009

(45) Data de Concessão: 20/08/2019

(54) Título: PLÁSTICO FOTODEGRADÁVEL COM UM TEOR DE ÉSTERES DE CELULOSE E USO DO PLÁSTICO FOTODEGRADÁVEL

(51) Int.Cl.: C08L 1/12; A24D 3/10; C09C 1/36; C08K 9/02; C08K 3/22; (...).

(52) CPC: C08L 1/12; A24D 3/10; C09C 1/36; C08K 9/02; C08K 3/22; (...).

(30) Prioridade Unionista: 14/08/2008 EP 08014544.4.

(73) Titular(es): RHODIA ACETOW GMBH.

(72) Inventor(es): DIRK HÖLTER; WOLFGANG KOPPE.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009005888 de 13/08/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/017989 de 18/02/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 05/01/2011

(57) Resumo: PLÁSTICO FOTODEGRADÁVEL COM UM TEOR DE ÉSTERES DE CELULOSE E USO DO PLÁSTICO FOTODEGRADÁVEL É descrito um plástico fotodegradável com um teor de ésteres de celulose assim como opcionalmente de aditivos. Esse plástico fotodegradável é especialmente caracterizado pelo fato de ele conter um dióxido de titânio modificado com carbono de ação fotocatalítica, disperso. Ensaios comparativos mostram que esse plástico fotodegradável mostra um aumento surpreendentemente alto da capacidade de decomposição fotocatalítica em relação a produtos nos quais é utilizado um dióxido de titânio comum ou outro dióxido de titânio modificado. Essa melhora ocorre principalmente no caso do uso do plástico fotodegradável de acordo com a invenção, quando este é transformado em corpos moldados. Assim, o plástico fotodegradável pode ser transformado primeiramente em um cabo acetato filtertow. Neste caso, podem ser fabricadas as barras de filtro e tampões de filtro a partir destas para filtros de cigarros.

"PLÁSTICO FOTODEGRADÁVEL COM UM TEOR DE ÉSTERES DE CELULOSE E USO DO PLÁSTICO FOTODEGRADÁVEL"

[001] A invenção refere-se a um plástico fotodegradável com um teor de ésteres de celulose assim como opcionalmente de aditivos, e ao uso do mesmo, especialmente em cabos acetato ("filter tow") para a fabricação de tampões de filtro de cigarros com filtro.

[002] Plásticos, que no final de seu ciclo de vida atingem ou podem atingir o meio ambiente, deveriam ser degradáveis sob as condições ali dominantes dentro de curtos intervalos de tempo, a fim de deixar o mínimo possível de carga. Naturalmente no caso de plásticos, que a princípio são biologicamente degradáveis, o tempo de duração de sua decomposição depende muito das condições externas. Assim sendo, a decomposição sob condições de compostagem é mais rápida do que em solos contendo também microorganismos. A biodecomposição é bem mais lenta, quando as condições para os microorganismos necessários para tal finalidade são insuficientes. Este é o caso quando o plástico correspondente se situar total ou parcialmente sobre uma superfície, por exemplo em placas de pedra, asfalto, areia, terra ou grama. Sob essas condições são necessários outros ou mecanismos adicionais de decomposição. É especialmente adequado nesses casos a decomposição fotocatalítica sob ação da luz. Esta pode ser o único mecanismo para uma decomposição completa do material, porém também pode apresentar uma ação de suporte para outros mecanismos de decomposição.

[003] Há muito tempo é conhecido o fato de dióxido de titânio, especialmente na modificação de anatase, ser capaz de decompor materiais orgânicos pela ação fotocatalítica.

Anatase absorve luz na faixa ultravioleta do espectro, sendo que ocorrem radicais através das migrações de elétrons subsequentes, que iniciam uma decomposição provocada por mecanismos de cadeias. Essa decomposição de materiais em geral é nociva para sua função. Por essa razão, foram realizados basicamente trabalhos para a estabilização de materiais contendo dióxido de titânio. Com relação a esses trabalhos é feita referência aos documentos de patente US 2,206,278, o documento GB 780,749 e US 3,961,975.

[004] No documento de patente DE 24 36 260 C1 é descrita a aplicação de pigmentos de dióxido de titânio com pequenos diâmetros de partícula para a decomposição seletiva de compostos de plástico sob interferência do tempo e/ou da luz. No documento CA 1073581 é apresentada a aplicação de partículas de dióxido de titânio para a decomposição fotocatalítica de poliolefinas.

[005] Em consequência de um forte enfoque público nos anos 90 sobre a permanência de materiais plásticos após o cumprimento de sua finalidade de aplicação, foram realizados intensos trabalhos sobre a decomposição de ésteres de celulose e cabos acetato ("filter tow") produzidos a partir destes, no meio ambiente.

[006] A adição de pigmentos de dióxido de titânio a esteres de celulose com a finalidade de matização já é há muitos anos conhecida na estado da técnica, conforme abordado no documento de patente US-A-2,206,278.

[007] documento de patente WO-A-93/24685 refere-se à decomposição acelerada de ésteres de celulose no caso de pigmentos de dióxido de titânio de ação fotocatalítica. Em uma comparação de pigmentos de dióxido de titânio

convencionalmente utilizados, os quais são providos de um revestimento que reduz a ação fotocatalítica, com anatase não revestida, verificou-se no teste Weatherometer para fios individuais feitos de composições de acetato de celulose com anatase não revestida uma redução moderadamente acelerada da resistência à extensão. Também foram utilizados pigmentos de anatase cuja superfície havia sido tratada com sulfatos de Ba/Ca e/ou fosfatos de Ba/Ca com a finalidade de aumentar ainda mais a ação fotocatalítica. Através desses pigmentos, descobriu-se uma liberação reforçada de ácido acético em uma solução acetônica de acetato de celulose.

[008] No documento de patente EP 716 117 AI aparecem ilustradas composições de ester de celulose com anatase. A superfície do dióxido de titânio foi parcialmente tratada com sais de ácido fosfórico, outros compostos de fósforo, polialcoóis, aminoácidos ou seus sais. No teste Fadeometer verificou-se uma aceleração da diminuição da resistência à extensão em filamentos feitos das composições correspondentes de acetato de celulose em relação aos pigmentos de anatase não tratados, estes porém estavam claramente sob uma duplicação. O acetato de celulose empregado nos exemplos apresentava um grau de substituição DS de 2,14 e situava-se portanto bem abaixo do DS de éster de celulose utilizado de acordo com o padrão.

[009] documento de patente US-A-5,491,024 assim como o documento de patente US-A-5,647,383 descrevem a adição de partículas de dióxido de titânio ultrafinas a esteres de celulose. Neste caso, no teste Weatherometer em fios individuais verificou-se uma aceleração moderada quando da diminuição da resistência à extensão em comparação a

pigmentos de dióxido de titânio convencionais.

[010] Os resultados até então descritos, que foram obtidos através de diferentes modificações do dióxido de titânio, foram insatisfatórios com relação a uma aceleração significativa da taxa de decomposição de composições a base de acetato de celulose. Não se observou uma melhora decisiva. Isso se aplica tanto mais que a perda de massa de um material durante sua decomposição transcorre normalmente bem mais lentamente do que a perda de resistência mecânica, o que consta em N.-S. Hon, J. Polym. Página 15, 1977, 725744. Sakthivel e Kisch, Angew. Chem., Ind. Ed. 42 (2003), 4908 descrevem um dióxido de titânio dopado em volume com carbono. Isso mostrou Dieses com exceção na faixa UV também uma absorção clara na faixa visível. No documento WO 2005/108505 é descrito um TiO_2 , que é dopado na superfície com carbono e também absorve na luz visível. Através da atividade fotocatalítica aumentada as substâncias nocivas orgânicas e impurezas são degradadas em superfícies de material. Assim sendo, já são conhecidos pelo versado na técnica a partir do estado da técnica aquelas modificadas com carbono ou dopadas com carbono.

[011] Também o estado da técnica a seguir relatado não resultou em melhoramentos satisfatórios: de acordo com o documento de patente WO-A-95/29209 o tratamento de superfícies de partículas de dióxido de titânio é feito por exemplo com dióxido de silício, dióxido de alumínio e/ou de um composto orgânico, tais como trimetilol. Neste caso, a aglomeração das partículas de dióxido de titânio deve ser evitada. De acordo com o documento de patente US-A-4,022,632 partículas de dióxido de titânio são tratadas com um sal

especial. O documento de patente WO 2007/141342 A propõe que partículas de dióxido de titânio sejam providas de uma ou várias camadas de substâncias orgânicas, sendo que por exemplo poliglicóis, ácidos carboxílicos, sais alcalinos de ácidos carboxílicos, alcoóis polivalentes, trimetiloletano, pentaeritrito ou neopentilglicol podem ser viáveis.

[012] Partindo do estado da técnica anteriormente relatado, é tarefa da presente invenção propor um plástico fotodegradável com um teor de ésteres de celulose assim como opcionalmente de aditivos que se destaca sob condições ambientais por sua fotodecomposição significativamente elevada. Além disso, a invenção propõe que esse plástico fotodegradável tenha uma aplicação favorável como corpos moldados, especialmente em um cabo acetato ("filter tow") para a fabricação de um tampão de filtro de cigarro com filtro.

[013] De acordo com a invenção essa tarefa é resolvida através de um material plástico fotodegradável do tipo inicialmente assinalado em que o material plástico fotodegradável contém um dióxido de titânio ali disperso, de ação fotocatalítica, especialmente em forma finamente distribuída.

[014] Arranjos vantajosos do ensinamento de acordo com a invenção constam das reivindicações dependentes de 2 a 18.

[015] No caso da seleção dos ésteres de celulose a invenção não está sujeita a qualquer restrição crítica. Especialmente preferidos são acetato de celulose, propionato de celulose, butirato de celulose, acetato propionato de celulose e/ou acetato butirato de celulose. Também com relação ao grau de substituição (DS) médio do éster de

celulose preparado de acordo com a invenção, a invenção não está restrita de modo relevante. O grau de substituição médio (DS) situa-se preferivelmente entre 1,5 e 3,0, especialmente entre 2,2 a 2,7, especialmente no caso de acetato de celulose. É conveniente se o éster de celulose, especialmente acetato de celulose for ideal com relação ao grau de polimerização médio com respeito a uma solução vantajosa da tarefa colocada. O grau de polimerização médio ideal situa-se no caso do ester de celulose entre 150 e 500, especialmente entre 180 e 280.

[016] Verificou-se surpreendentemente mediante adição de um dióxido de titânio modificado com carbono, especialmente de um dióxido de titânio dopado com carbono, em composições de éster de celulose, que este pode se decompor fotocataliticamente no meio ambiente com uma velocidade até então desconhecida. Como variável mensurável, conforme os exemplos a seguir expressam, é selecionada a redução temporal da massa do plástico fotodegradável. O cerne da invenção portanto reside na seleção de um dióxido de titânio modificado com carbono, que seja modificado com carbono em sua superfície ou também em todo o volume. É preferido um dióxido de titânio modificado com carbono, cuja superfície é dopada com carbono. Através da dopagem a lacuna na banda do semi-condutor dióxido de titânio é reduzida e em comparação com o dióxido de titânio não dopado também pode ser empregada uma luz de ondas mais longas para a estimulação de um elétron de banda de valência e portanto para a ativação das propriedades fotocatalíticas.

[017] Convenientemente, o tamanho de cristalito do dióxido de titânio dopado com carbono é otimizado, sendo que

o tamanho de cristalito situa-se preferivelmente entre 5 e 150 nm, especialmente entre 7 a 25 nm. Em caso especial, pode ser vantajoso ou até mesmo necessário moer um dióxido de titânio comercial em pedaços grosso, dopado com carbono a fim de ajustar o tamanho ideal de grão. Convenientemente, o dióxido de titânio modificado com carbono apresenta uma espessura (ISO 787, parte 10) de 3,0 a 5,0 g/cm³, especialmente de 3,5 a 4,2 g/cm³. Também se mostra vantajosa para uma decomposição do plástico contendo éster de celulose uma otimização da superfície específica do dióxido de titânio modificado com carbono. Neste é preferido quando a superfície específica BET do dióxido de titânio dopado com carbono for superior a 100 m²/g, especialmente superior a 250 m²/g. Mostra-se especialmente vantajosa a inclusão de um dióxido de titânio modificado com carbono no plástico fotodegradável de acordo com a invenção quando o dióxido de titânio modificado com carbono for caracterizado por uma absorção de luz significativa com relação a dióxido de titânio puro na faixa de $\lambda \geq 400$ nm.

[018] Para melhorar ainda mais a capacidade de fotodecomposição do plástico de acordo com a invenção, é conveniente ajustar seu conteúdo de dióxido de titânio modificado com carbono para 0,1 a 5 % em peso, especialmente para 0,3 a 1,5 % em peso.

[019] O teor de carbono do dióxido de titânio modificado com carbono não é fundamentalmente restrito. Preferivelmente, o dióxido de titânio modificado com carbono contém carbono em uma quantidade de 0,05 a 5 % em peso, especialmente de 0,3 a 1,5 % em peso.

[020] De acordo com a invenção é possível que o plástico

fotodegradável não seja a base fundamentalmente somente em ésteres de celulose. Podem estar incluídos aditivos comuns, tais como por exemplo plastificantes, no caso do uso em fibras dos materiais filtrantes de cigarros.

[021] Por outro lado, pode estar adicionalmente incluído um dióxido de titânio não modificado com carbono, principalmente anatase, em dispersão fina, principalmente no caso de aplicação referente à indústria de cigarros. Para seguir a idéia inventiva o mais amplamente possível e utilizar a eficácia especial fotocatalítica do dióxido de titânio modificado com carbono na decomposição de um plástico, é preferível que o teor do plástico fotodegradável de éster de celulose seja pelo menos de 60 % em peso, especialmente pelo menos de 90 % em peso.

[022] A capacidade de fotodecomposição especialmente destacada do plástico de acordo com a invenção, conforme é demonstrada através dos exemplos a seguir, foi comprovada principalmente se o plástico fotodegradável for transformado em um corpo moldado, especialmente em fibras, filmes, especialmente em filmes de repuxo profundo, sobretudo para a aplicação como materiais de embalagem, de artigos moldados por injeção, corpos moldados de paredes espessas, granulados, microesferas, pérolas assim como vasos. Especialmente vantajoso é por essa razão a transformação dessas fibras em cabos acetato ("filter tow"), com as quais são fabricadas barras de filtro e destas tampões de filtro de cigarros com filtro. Tampões de filtro desse tipo, que se encontram no meio ambiente, são decompostos pela ação da luz bem mais rapidamente do que aqueles não projetados de acordo com a invenção.

[023] A vantagem especial da invenção reside no fato de o produto de acordo com a invenção, conforme mostram os exemplos seguintes, mostrar uma supremacia inesperada no caso da decomposição fotocatalítica com relação às amostras comparativas. Assim sendo, a taxa de decomposição situa-se em um período de 36 semanas para tampões de filtro (redução de peso após dedução das porções hidrosolúveis de ~ 6 % em peso) por exemplo com relação ao melhor exemplo 5 (exemplo comparativo 3) (anatase não revestida) 3 vezes mais elevada. Fica ainda mais evidente a supremacia do resultado de acordo com a invenção, se comparado com um produto comparativo, que não contém dióxido de titânio. Igualmente, verifica-se ainda uma supremacia notável se for aventada para comparação uma anatase revestida de $\text{SiO}_2/\text{A}_2\text{O}_3$.

[024] A fotodecomposição superior que é obtida de acordo com a invenção, também consta das figuras 1 e 2 anexas. A figura 1 mostra uma imagem REM dos filamentos do corpo de ensaio 1 de acordo com o exemplo 2 após 16 semanas de teste a céu aberto (ampliação 1000 vezes), enquanto a figura 2 mostra filamentos de acordo com o exemplo 4 (exemplo comparativo 2) em em uma imagem REM após 16 semanas teste A céu aberto (também ampliação de 1000 vezes). O material plástico fotodegradável de acordo com a invenção mostra uma clivagem aproximada e filamentos quebrados e conseqüentemente um bom resultado de decomposição o que não se aplica para o exemplo 4 requerido para a comparação. Neste caso, pode-se constatar antes uma superfície lisa dos filamentos.

[025] Finalmente observou-se ainda que o método para a fabricação do plástico fotodegradável de acordo com a invenção não está sujeito a quaisquer restrições especiais.

Uma possibilidade seria misturar os componentes individuais de modo que o plástico seja fundido e os componentes relevantes misturados. A fabricação das fibras é feita convenientemente de acordo com o método de fiação a seco, ainda que o método de fiação a úmido também seja considerado. No caso do método da fiação a seco o éster de celulose é dissolvido preferivelmente e de modo convencional, por exemplo, em acetona. Os outros componentes relevantes são então adicionados como principalmente o dióxido de titânio modificado com carbono, para realizar o processo comum de fiação em um canal de secagem.

[026] A invenção é a seguir mais detalhadamente esclarecida com base em exemplos:

Exemplo 1 (modo de fabricação geral)

[027] Fabricação da suspensão de dióxido de titânio: 15% de dióxido de titânio em acetona com 3 % de acetato de celulose para a estabilização da suspensão são moídos através de um moinho de esferas (WAB Dynomill Multilab, 1,4 l volume de moagem) com uma com uma quantidade passada de 8,5 kg/h, até atingir um tamanho de partícula de $D_{50} = 1,2 \mu\text{m}$.

[028] São empregados três diferentes tipos de dióxido de titânio, conforme mostra a tabela 1 a seguir.

Tabela 1

Tipo	Modificação de cristal	Tratamento de superfície inorgânico	Índice de óleo (ISO 787/5)
A	Anatase	Dopagem de carbono	~ 50
B	Anatase	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	20
C	Anatase	não	20

[029] Fabricação da solução de fiação: 26 partes em peso de um acetato de celulose com um DS de 2,45 são dissolvidas em 74 partes de uma mistura de solvente de Acetona/água 96:4. No caso de uma adição de dióxido de titânio são acrescentados

em doses a essa solução 1,73 % em peso de suspensão de dióxido de titânio. A solução de fiação assim fabricada é homogeneizada e em seguida filtrada.

[030] Fabricação dos fios: A partir da solução de fiação são fabricados no processo de fiação a seco filamentos de 3,0-Denier.

[031] Fabricação das barras de filtro: os fios de acetato de celulose formados são reunidos formando uma banda, frisados em uma máquina de frisação com câmara de recalque e secados. A especificação do cabo acetato ("filter tow") assim fabricado é 3 Y 35000. Essa designação de especificação significa: título de filamento: 3,3 dtex

[032] Título total: 38.500 dtex forma de seção transversal dos filamentos: Y.

[033] O cabo acetato ("filter tow") é processado em uma máquina de barra de filtro formando barras de filtro com comprimento de 126 mm e um diâmetro de 7,8 mm. A quantidade A quantidade de triacetina neste caso aplicada é de 6 % do peso total.

Exemplo 2 (Invenção)

[034] O dióxido de titânio tipo A é adicionado à solução de fiação de acordo com o método descrito no exemplo 1 na razão de 1:99, com relação ao acetato de celulose.

Exemplo 3 (Exemplo comparativo 1)

[035] Conforme exemplo 1, mas sem adição de dióxido de titânio.

Exemplo 4 (Exemplo comparativo 2)

[036] Conforme exemplo 2, mas com adição de dióxido de titânio tipo B.

Exemplo 5 (Exemplo comparativo 3)

[037] Conforme exemplo 2, mas com adição de dióxido de titânio Tipo C.

Exemplo 6 (Método de teste e realização de um teste a céu aberto)

Corpos de amostra 1:

[038] Os corpos de amostra são fabricados, em que fios são crochetedos formando cada um 840 filamentos de forma que as amostras individuais apresentem um peso de aproximadamente 0,3 g cada com uma superfície de aprox. 3,5 x 1,3 cm. Os corpos de amostra assim fabricados apresentam em comparação com filamentos individuais ou aos fios descritos comumente de < 200 Filamentos (vide patentes citadas) espessuras de material mais elevadas assim como adicionalmente sobreposições de material, que são mais dificilmente penetradas pela luz, e além disso no teste a céu aberto podem não desintegrar assim facilmente.

Corpos de amostra 2:

[039] Os corpos de amostra são fabricados, em que o papel da barra de filtro (fabricada de acordo com o exemplo 1) é removido e a barra de filtro presente cortada em tampões de filtro com 21 mm de comprimento.

Realização de teste:

[040] Os corpos de ensaio são colocados a céu aberto em gaiolas. As gaiolas são feitas de tela metálica com 85 % de superfície aberta e uma placa de fundo feita de concreto. As gaiolas foram colocadas a céu aberto de forma que, com exceção da interferência da tela de arame, a luz solar possa irradiar desimpedidamente e outras influências atmosféricas também possam agir. Para a diferenciação das amostras as gaiolas podem ser divididas em câmaras individuais. Os corpos

de amostra de um material são distribuídos em diferentes gaiolas para poder excluir possíveis interferências locais.

[041] Os corpos de amostra eram tirados a cada 4 semanas liberados de aderências grosseiras, condicionados 24 hs a 20°C e sob 60 % de umidade do ar e em seguida pesados. Os testes a céu aberto foram realizados em Freiburg i. Br. (Alemanha). A tabela 2 mostra os resultados para os corpos de amostra 1, realizados sob condições preponderantemente de verão, a tabela 3 mostra os resultados para os corpos de amostra 2, principalmente sob condições de inverno.

Tabela 2

(redução de peso (% em peso) dos corpos de amostra 1 a céu aberto sobre concreto em função do tempo)

	4 semanas	8 semanas	12 semanas	16 semanas
Exemplo 2	3,7	8,0	14,5	21,5
Exemplo 3	0,6	0,5	-0,2	-0,4
Exemplo 4	1,5	1,5	1,1	0,9
Exemplo 5	2,5	3,9	5,3	7,1

Tabela 3

(redução de peso (% em peso) dos corpos de amostra 2 no teste a céu aberto sobre concreto em função do tempo)

	12 semanas	20 semanas	28 semanas	36 semanas
Exemplo 2	8,7	10,6	14,5	24,2
Exemplo 4	6,2	6,0	6,7	7,2
Exemplo 5	7,2	7,9	9,4	11,3

Observação: as amostras perderam entre 6 e 7 % em peso (tampões de filtro) já no início do teste, devido à eliminação de componentes hidrossolúveis.

REIVINDICAÇÕES

1. Plástico fotodegradável, com um teor de ésteres de celulose assim como opcionalmente de aditivos, caracterizado pelo fato de o plástico fotodegradável conter um dióxido de titânio modificado com carbono de ação fotocatalítica, ali disperso.
2. Plástico fotodegradável, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o éster de celulose representar acetato de celulose, propionato de celulose, butirato de celulose, propionato de acetato de celulose e/ou butirato de acetato de celulose.
3. Plástico fotodegradável de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de o éster de celulose, especialmente acetato de celulose, apresentar um grau de substituição médio (DS) de 1,5 a 3,0, especialmente de 2,2 a 2,7.
4. Plástico fotodegradável, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de o éster de celulose, especialmente acetato de celulose, apresentar um grau de polimerização médio de 150 a 500, especialmente de 180 a 280.
5. Plástico fotodegradável, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de ele conter adicionalmente em dispersão fina um dióxido de titânio não modificado com carbono, principalmente Anatase.
6. Plástico fotodegradável, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de o dióxido de titânio modificado com carbono ser dopado com carbono sobre sua superfície.
7. Plástico fotodegradável, de acordo com qualquer uma das

reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de o dióxido de titânio modificado com carbono apresentar um tamanho de cristalito de 5 a 150 nm, especialmente de 7 a 25 nm.

8. Plástico fotodegradável, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de o dióxido de titânio modificado com carbono apresentar uma densidade (ISO 787, parte 10) de 3,0 a 5,0 g/cm³, especialmente de 3,5 a 4,2 g/cm³.

9. Plástico fotodegradável, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, caracterizado pelo fato de a superfície específica (conforme BET) do dióxido de titânio modificado com carbono ser superior a 100m²/g, principalmente superior a 250 m²/g.

10. Plástico fotodegradável, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizado pelo fato de o dióxido de titânio modificado com carbono se destacar por uma absorção de luz significativa em relação ao dióxido de titânio puro na faixa de $\lambda \geq 400$ nm.

11. Plástico fotodegradável, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, caracterizado pelo fato de o plástico fotodegradável conter de 0,1 a 5 % em peso de dióxido de titânio dopado com carbono.

12. Plástico fotodegradável, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, caracterizado pelo fato de o plástico fotodegradável modificado com carbono apresentar um teor de carbono de 0,05 a 5 % em peso.

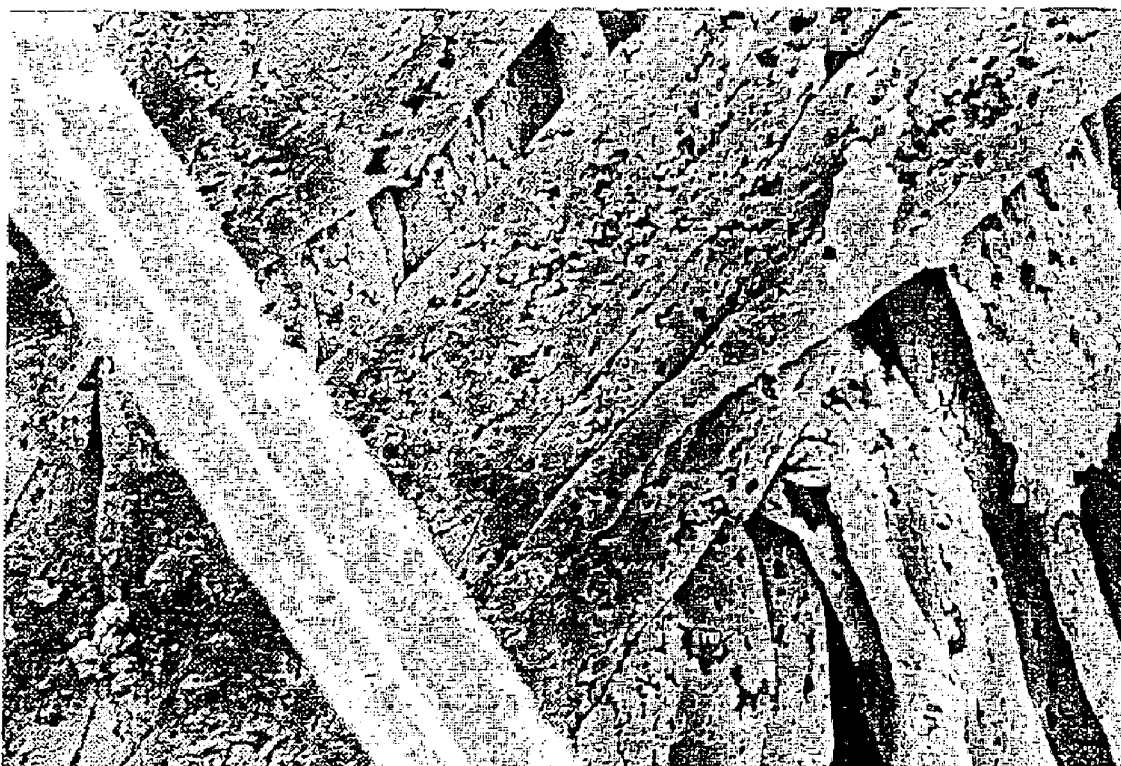
13. Plástico fotodegradável, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 12, caracterizado pelo fato de ter um teor de éster de celulose de pelo menos 60% em peso, especialmente de pelo menos 90% em peso.

14. Plástico fotodegradável, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 13, caracterizado pelo fato de como corpos moldados, principalmente na forma de fibras, filmes, especialmente filmes de repuxo profundo, poder ser empregado como material de embalagem, de artigos moldados por injeção, corpos moldados de parede espessa, granulados, microesferas, pérolas e vasos.

15. Plástico fotodegradável, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de as fibras serem componentes de um cabo acetato.

16. Uso do plástico fotodegradável, conforme definido na reivindicação 15, caracterizado pelo fato de o cabo acetato ser requerido para a fabricação de tampões de filtro de cigarros com filtro.

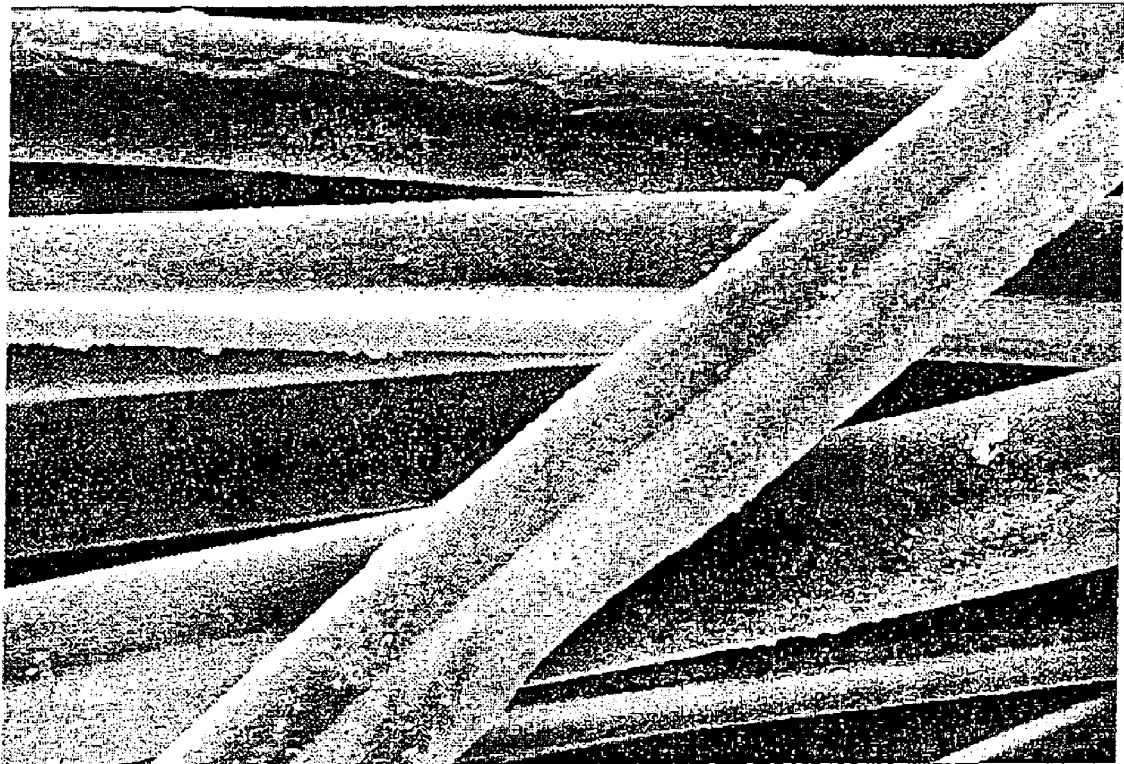
1/2



Filamentos de acordo com o exemplo 2 após 16 semanas de teste a céu aberto (REM, ampliação de 1000 vezes)

FIG. 1

2/2



Filamentos de acordo com o exemplo 4 após 16 semanas de teste a céu aberto (REM, ampliação de 1000 vezes)

FIG. 2