



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

(11) (21) PI 0302690-6 A



(22) Data de Depósito: 28/08/2003
(43) Data de Publicação: 29/03/2005
(RPI 1786)

(51) Int. Cl⁷:
G01T 1/00
G01T 3/00

**(54) Título: DISPOSITIVO DE MEDIDA E
MONITORAMENTO DE RADIAÇÕES IONIZANTES
PARA ALTAS E MEDIAS ENERGIAS, CONSTITUÍDO
DE UM FILME FINO NANOMÉTRICO OU
MICROMÉTRICO DO POLÍMERO CONDUTOR
POLIANILINA**

(71) Depositante(s): Universidade Federal de Pernambuco
(BR/PE)

(72) Inventor(es): Walter Mendes de Azevedo, Elder Alpes de Vasconcelos, Eronides Felisberto da Silva Junior, Jane Maria Gonçalves Laranjeira, Helen Jamil Khoury

(57) Resumo "DISPOSITIVO DE MEDIDA E MONITORAMENTO DE RADIAÇÕES IONIZANTES PARA ALTAS E MEDIAS ENERGIAS, CONSTITUÍDO DE UM FILME FINO NANOMÉTRICO OU MICROMÉTRICO DO POLÍMERO CONDUTOR POLIANILINA" Refere-se a presente invenção a um dispositivo para medida de doses de radiação ionizante, portátil e de baixo custo, podendo ser utilizado para dosimetria pessoal, controle de processos, salas de esterilização hospitalar, irradiação de alimentos, monitoramento de centrais nucleares ou acidentes nucleares. Este, utiliza nanofilmes ou microfilmes de materiais poliméricos condutores que constituí dispositivo ou sanduíches desses filmes, caracterizados por sofrerem alterações químicas e físicas quando expostos à radiação ionizante em particular a radiação gama, raios X, partículas beta e nêutrons. Neste dispositivo, monitora-se o coeficiente de absorção óptica relativa do material, com resposta diretamente proporcional à dose de radiação ionizante depositada, quantificando assim a dose à qual o indivíduo ou o material em estudo foi exposto, ou indicando quando atingida uma dosagem predeterminada desta radiação. O monitoramento da dose é feito através da absorção óptica que apresenta uma resposta linear na faixa de dose de 500 a 10 KGy. A avaliação da dose a qual o objeto ou pessoa está sendo irradiado pode ser feito em tempo real, com efeito acumulativo.

“DISPOSITIVO DE MEDIDA E MONITORAMENTO DE RADIAÇÕES IONIZANTES PARA ALTAS E MEDIAS ENERGIAS, CONSTITUÍDO DE UM FILME FINO NANOMÉTRICO OU MICROMÉTRICO DO POLÍMERO CONDUTOR POLIANILINA”

5 Refere-se a presente invenção a um dispositivo constituído de um filme fino polimérico de um polímero condutor, que através do monitoramento de sua propriedades óticas é feita à quantificação da dose de radiações gamma na faixa de medias e altas doses. A parte ativa do dispositivo é composta de um filme de espessura nanométrica
10 ou micrométrica de um polímero condutor que tem suas propriedades físicas e químicas modificados pela interação com a radiação ionizante. A presente proposta refere-se a um sistema versátil e portátil que pode ser utilizado em medidas tanto qualitativas, indicando que uma determinada amostra foi ou não irradiada com uma determinada dose,
15 tanto qualitativamente quanto quantitativamente, onde através de uma curva de calibração é possível quantificar a dose a qual a amostra foi irradiada.

Nos últimos anos a área das radiações ionizantes ganhou uma nova dimensão com o desenvolvimento de mecanismos de interação da 20 radiação com a matéria, isto proporcionou que uma nova ciência dos materiais pudesse ser desenvolvida. O que antes não passava de um estudo da degradação de materiais ao interagir com a radiação hoje entendido certos mecanismos é possível propor novas rotas de síntese de determinados compostos usando a radiação como catalisador.
25 Embora possa ser contraditória, o uso da radiação ionizante vem ganhando bastantes adeptos em áreas como a de proteção ao meio ambiente, a qual combate ferozmente a poluição do nosso planeta. Para

termos uma idéia dos tipos de poluição a qual pode ser combatida hoje com a radiação temos:

No ar, CO₂, CO, NO_x, SO₂/SO₃ que resulta da combustão de combustíveis fosseis, etc.

5 Poluentes na água, como compostos biologicamente resistentes, substâncias cloradas, resultantes de plantas farmacêuticas e de indústrias.

10 No solo, com a contaminação por vários substâncias químicas, originários de plantas químicas, indústrias e de aplicação de pesticidas, tanto no campo como em nossas casas.

Com relação ao desenvolvimento de novas tecnologias limpas baseadas na química das radiações temos a polimerização e modificação de plásticos à temperatura ambiente, produção de vários materiais de alta qualidade tais como compósitos de madeira/polímero, 15 isolamento de fios e cabos elétricos, confecção de tubos e filmes que não encolhem com o calor, cura de pigmentos contendo pequeníssimas quantidades de solventes cuja consequência é a diminuição da poluição devido a pequena perda de solvente, esterilização de materiais cirúrgicos, farmacêuticos e cosméticos, produção de implantes artificiais 20 com superfícies biologicamente amigas, tratamento de alimentos com radiação (desinfecção e destruição de microorganismos patogênicos, aumento de tempo de estocagem, atraso na maturação, inibição de crescimento e desinfecção de grãos.) Por último podemos dizer que um dos métodos mais eficazes de se combater alguns tipos de câncer no 25 início de seu desenvolvimento é utilizando a radiação gama.

Com o exposto acima nos deparamos com um problema fundamental que é o do conhecimento detalhado das intensidades das fontes usadas para cada um desses processos, quer seja na utilização

P103026900

em uma industria, quer para o tratamento de água ou principalmente para utilização em pacientes. Isto nos remete a uma área bastante evoluído em nossos dias que é a área de desenvolvimento de detectores e dosímetros de radiação ionizante. Com relação aos 5 detectores temos que nos últimos anos vem sendo desenvolvidas novas técnicas e materiais cada vez mais eficientes para a detecção tanto qualitativa quanto quantitativa. Entre vários exemplos de novos detectores destacamos, os detectores semicondutores, detectores cintiladores detectores fotodiodos, tubo foto multiplicador híbrido. 10 processadores de pulsos, fósforos com memória, e câmara de gás contendo micro linhas cintiladores líquidos

Para cada problema específico temos um dispositivo apropriado acima para o monitoramento da radiação, entretanto podemos ressaltar dentre os detectores mencionados acima, os detectores semicondutores, 15 devido em parte ao seu grande potencial de utilização em espectroscopia de cargas pesadas, de raios gama, e de raios X.

Os polímeros orgânicos condutores por outro lado são caracterizados pela presença de uma conjugação π estendida, na sua cadeia principal e por propriedades específicas, tais como: baixas 20 energias de transições óticas, baixos potenciais de ionização, altas afinidades eletrônicas. Portanto, eles são mais facilmente oxidados e reduzidos do que os polímeros convencionais. Estes materiais são sintetizados pela polimerização, via acoplamento oxidativo, de um monômero em solução, contendo, geralmente, anéis aromáticos ou 25 ligações múltiplas carbono-carbono. O processo de polimerização pode ser químico ou eletroquímico, e o nível de condutividade destes materiais, situa-se na faixa de 10^{+2} a 10^{-11} S.cm⁻¹, alem disso estes materiais combinam as características dos plásticos com as

PI0302690

propriedades elétricas, ópticas e magnéticas dos metais ou semicondutores e se apresentam como um material alternativo para substituir os semicondutores inorgânicos na eletrônica devido a sua diversidade e facilidade de síntese, preparação de filmes finos a partir de uma solução do polímero por "spin coating " ou "dip coating", e principalmente devido ao seu baixo custo. As propriedades mecânicas (flexibilidade, resistência e elasticidade) destes materiais permitem a sua utilização na fabricação de novos dispositivos eletrônicos formado completamente de material plástico. Além disto apresentam propriedades eletrocrônicas e suas propriedades luminescentes são comparáveis ou superiores às dos semicondutores inorgânicos, possibilitando assim a sua utilização na fabricação LEDs, na fabricação de dispositivos de junção, diodos Schottky e FETs .

Entre os polímeros condutores a polianilina tem se destacado, em parte devido as suas propriedades elétricas poderem ser reversivelmente controladas pela mudança do estado de oxidação da cadeia principal ou pela protonação dos átomos de nitrogênio imina da cadeia polimérica. Além disso a forma condutora da polianilina apresenta uma excelente estabilidade térmica e ambiental.

Outro aspecto importante é que as propriedades elétricas dos polímeros condutores podem ser alteradas pela interação com radiações ionizantes, (Walter Mendes de Azevedo e Elmo Silvano de Araújo ``Processo de preparação de filmes finos poliméricos de polianilina em substrato não condutor mecanicamente estável, usando oxidante no estado sólido, emprego como dosímetro para radiação ionizante de altas e baixas energias''. Patente PI 9705883-1) A radiação ionizante ao interagir com estes materiais modifica a sua condutividade pela produção de defeitos, com energia suficiente para se mover ao longo da

P10302690

cadeia do polímero. Sendo assim estes polímeros apresentam um elevado potencial para aplicação em dosimetria. A variação da condutividade é função da taxa de radiação absorvida pelo material e pode ser utilizada como parâmetro para medir a dose de radiação desde que sejam feitas calibrações apropriadas .

Na literatura existem poucos trabalhos sobre o efeito da radiação ionizante nas propriedades físicas e químicas da polianilina e sua aplicação em dosimetria. Sobre o efeito da radiação ionizante na condutividade da polianilina, pouco se discute sobre os mecanismos relacionados com a interação da radiação com a superfície do polímero. Recentemente propomos um mecanismo para explicar estes efeitos (Azevedo, W. M , Lima A P, e de Araújo E. S., "Radiation effects on the oxidation states of conducting polymeric films Radiation Protection dosimetry", v.84, n.1, p.77-81, 1999), onde sugerimos o uso da polileucoesmeraldina como sendo o estado de oxidação mais apropriado para ser utilizado em dosimetria

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO:

A presente invenção refere-se a um processo original de monitoramento em tempo real de radiação ionizante, onde os efeitos da radiação são quantificados através da medida da absorção óptica na região do ultra violeta ao infra vermelho próximo (de 3000 A à 9000 A) em função da dose. Desde que a absorção óptica varia de forma direta com a radiação incidente é possível após estabelecida uma curva de calibração determinar a dose de radiação a qual o dispositivo foi exposto Outro aspecto interessante é o fato de se poder usar os filmes do polímero condutor de forma qualitativa onde o mesmo pode indicar se uma amostra foi ou não irradiada pois pode-se produzir uma etiqueta

P10302690

com este filme polimérico e observar a mudança de cor que o polímero sofre após ser irradiado passando da cor azul quando não irradiado para verde que exposto a radiação servido assim como um dispositivo qualitativo de medida.

O dispositivo é composto de filme de dimensões nanométrica ou micrométrica de polianilina produzido por termoevaporação, deep-coating, evaporação, decantação, spin-on, sol-gel, Langmuir- Blodgett, ou outra técnica de produção de filmes finos depositado em cima de um substrato qualquer que pode ser vidro, metal, polímero convencional, semicondutor, dielétrico, etc., como mostra a figura 1, onde temos um filme nanométrico de polianilina depositado sobre uma lâmina de microscópio. Na figura 2 é mostrado a curva de absorção em função do comprimento de onda característica de um dispositivo depositado em uma superfície de vidro (lâmina de microscópio) onde se observa a variação do coeficiente de absorção óptico em função da dose. Com os resultados da figura 3 Podemos concluir que a resposta do dispositivo pode ser utilizada como parâmetros dosimétricos na região de dose entre 500 a 10.000 Gy.

11002690

REIVINDICAÇÕES

5 **“DISPOSITIVO DE MEDIDA E MONITORAMENTO DE RADIAÇÕES IONIZANTES PARA ALTAS E MEDIAS ENERGIAS, CONSTITUÍDO DE UM FILME FINO NANOMÉTRICO OU MICROMÉTRICO DO POLÍMERO CONDUTOR POLIANILINA”**

10 1- Caracterizado por medir quantitativamente a dosagem de radiação ionizante (raios gama, radiação betas , nêutrons e raios X) a qual um objeto ou indivíduo foi exposto, através da monitoração da absorção óptica do dispositivo .

15 2- Segundo reivindicação 1, caracterizado por utilizar polímero condutor ou filmes desses compostos para inspeção de dosimetria em tempo real.

20 3- Segundo reivindicação 1, caracterizado por utilizar polímeros orgânicos condutores ou filmes de compostos, que sofrem alterações quando submetidos à radiação ionizante, e em particular raios gama, elétrons, neutrons e raios X, resultando na alteração da absorção óptica e consequentemente o numero de portadores da cadeia polimérica, para dosimetria de radiação.

25 4- Segundo reivindicação 1, caracterizado por associar a variação do coeficiente de absorção com a dose de radiação à qual o dispositivo foi exposto.

5- Segundo reivindicação 1, caracterizado por permitir o uso de filmes com condições previamente definidas, por exemplo, espessura, pH, ou estado de oxidação, de forma que as variações

PI0302690

de absorção óptica possam ser previamente preestabelecidos após determinada dose de radiação, não sendo necessário uma medida comparativa.

5 6- Segundo reivindicação 1, caracterizado por acumular doses de forma ininterrupta, sem uso de eletricidade ou qualquer fonte de energia.

10 7- Caracterizado por permitir medidas dosimétricas em diferentes escalas de sensibilidade reguladas pelas características do filme que pode ser ajustada através da concentração iônica, espessura, pH, ou estado de oxidação do polímero.

15 8- Caracterizado por permitir medidas dosimétricas em diferentes escalas de sensibilidade reguladas por meio de atenuadores acoplados sobre ao filme condutor.

20 9- Segundo a reivindicação 1, caracterizado por utilizar filmes poliméricos que sofrem alterações de propriedades óptica, ou seja mudança de cor através da interação com a radiação, para ser usado como dosímetro qualitativo visual

25 10- Segundo a reivindicação 1, caracterizado por utilizar filmes poliméricos que sofrem alterações de suas propriedades ópticas através da interação com a radiação para ser utilizados em irradiadores de alimentos, esterilização de artefatos cirúrgicos hospitalares, ou centrais nucleares.

11- PROCEDIMENTO DE FABRICAÇÃO, segundo a reivindicação 1,

caracterizado por utilizar filmes poliméricos que sofrem alterações de propriedades químicas e físicas através da interação com a

PI0302690

radiação, produzidos por termoevaporação, permitindo alta homogeneidade do material no substrato.

12- PROCEDIMENTO DE FABRICAÇÃO, segundo a reivindicação 1,

5 caracterizado por utilizar filmes poliméricos de polímero condutor que tenha a sua absorção óptica e consequentemente a sua condutividade modificada pela radiação ionizante preparados por deep-coating, evaporação, decantação, spin-on, sol-gel, Langmuir-Blodgett ou técnicas equivalentes, para a parte ativa do dosímetro.

PI0302690

DESENHOS

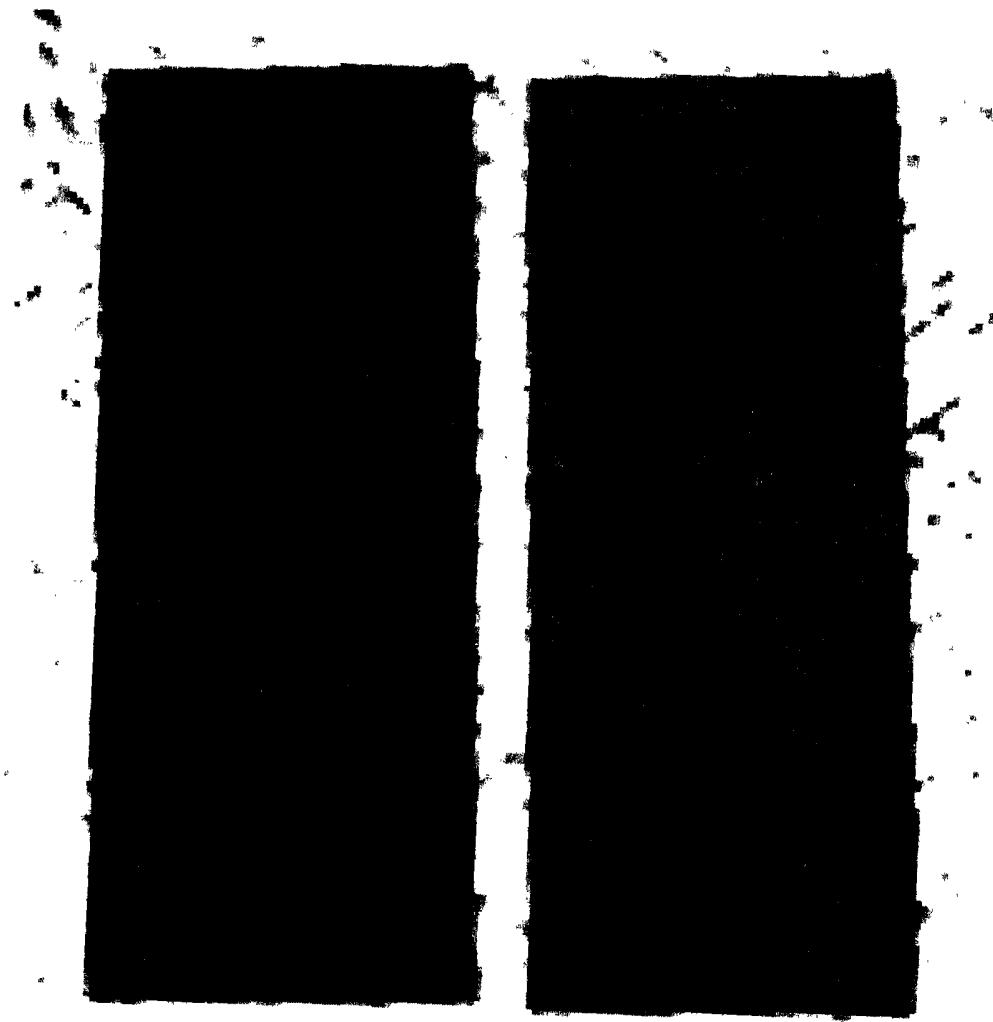


Figura 1

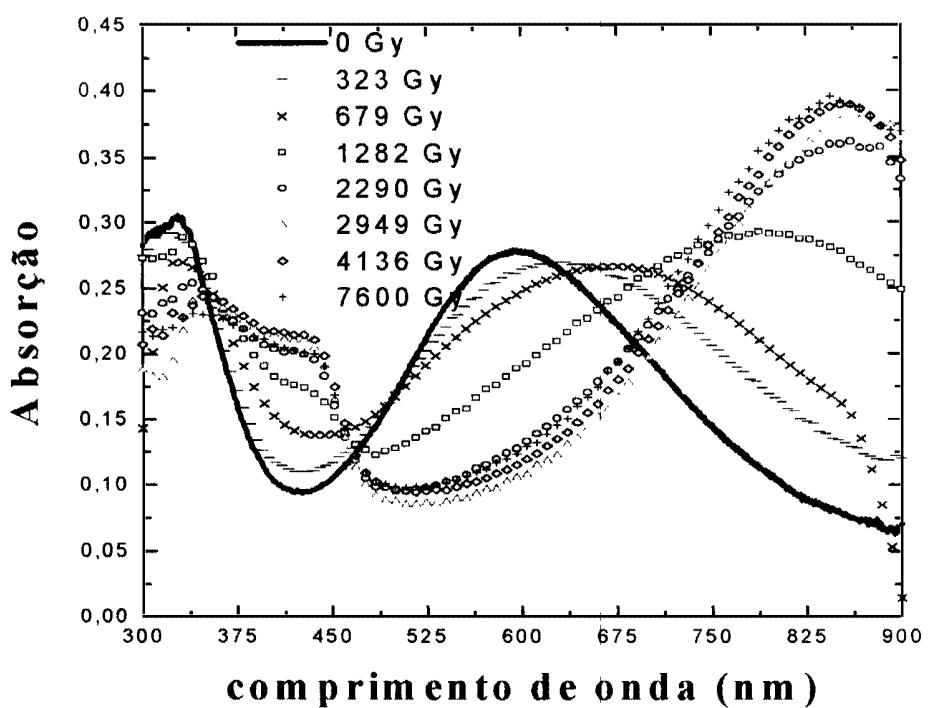


Figura 2

P10302690

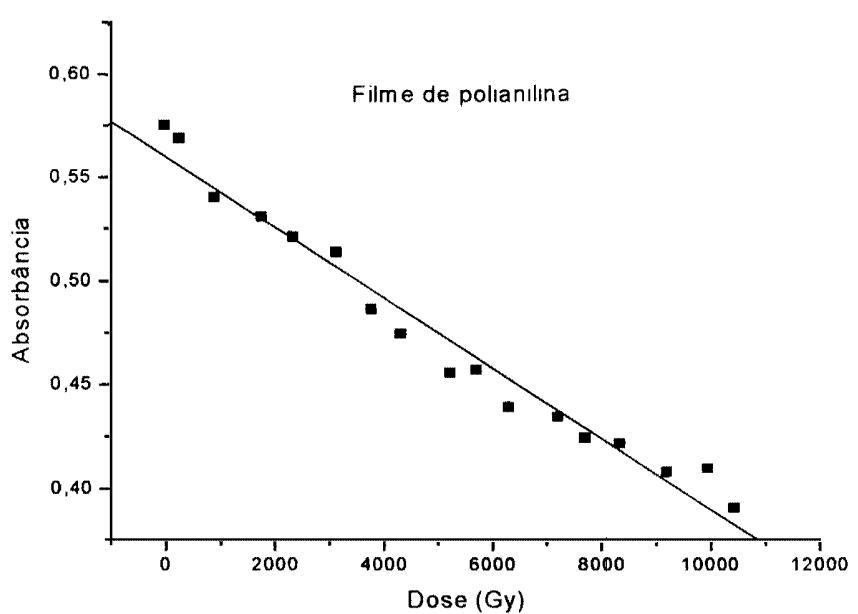


Figura 3

RESUMO

“DISPOSITIVO DE MEDIDA E MONITORAMENTO DE RADIAÇÕES IONIZANTES PARA ALTAS E MEDIAS ENERGIAS, CONSTITUÍDO DE UM FILME FINO NANOMÉTRICO OU MICROMÉTRICO DO POLÍMERO CONDUTOR POLIANILINA”

Refere-se a presente invenção a um dispositivo para medida de doses de radiação ionizante, portátil e de baixo custo, podendo ser utilizado para dosimetria pessoal, controle de processos, salas de esterilização hospitalar, irradiação de alimentos, monitoramento de centrais nucleares ou acidentes nucleares. Este, utiliza nanofilmes ou microfilmes de materiais poliméricos condutores que constituem dispositivo ou sanduíches desses filmes, caracterizados por sofrerem alterações químicas e físicas quando expostos à radiação ionizante em particular a radiação gama, raios X, partículas beta e nêutrons. Neste dispositivo, monitora-se o coeficiente de absorção óptica relativa do material, com resposta diretamente proporcional à dose de radiação ionizante depositada, quantificando assim a dose à qual o indivíduo ou o material em estudo foi exposto, ou indicando quando atingida uma dosagem predeterminada desta radiação. O monitoramento da dose é feito através da absorção óptica que apresenta uma resposta linear na faixa de dose de 500 a 10 KGy. A avaliação da dose a qual o objeto ou pessoa está sendo irradiado pode ser feito em tempo real, com efeito acumulativo.