

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4233087号
(P4233087)

(45) 発行日 平成21年3月4日(2009.3.4)

(24) 登録日 平成20年12月19日(2008.12.19)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 T 1/11 (2006.01)	GO 1 T 1/11 B
CO 8 K 3/16 (2006.01)	GO 1 T 1/11 A
CO 8 L 27/14 (2006.01)	GO 1 T 1/11 C
CO 8 L 27/16 (2006.01)	CO 8 K 3/16
CO 8 L 27/18 (2006.01)	CO 8 L 27/14

請求項の数 2 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2003-107356 (P2003-107356)	(73) 特許権者	599112582 財団法人高輝度光科学研究センター 兵庫県佐用郡佐用町光部1丁目1番1号
(22) 出願日	平成15年4月11日(2003.4.11)	(73) 特許権者	390031808 根本特殊化学株式会社 東京都杉並区上荻1丁目15番1号 丸三ビル内
(65) 公開番号	特開2004-317136 (P2004-317136A)	(73) 特許権者	501204525 独立行政法人海上技術安全研究所 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(43) 公開日	平成16年11月11日(2004.11.11)	(74) 代理人	100110858 弁理士 柳瀬 睦肇
審査請求日	平成18年4月7日(2006.4.7)	(74) 代理人	100100413 弁理士 渡部 温

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

LiFの単位重量に対し、バインダーとして耐熱性樹脂を5～70重量%添加したものを主体としてシート形状に成型し、次いで260以下の温度で加熱硬化させることを特徴とする生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法。

【請求項2】

前記樹脂は四フッ化エチレン-エチレン共重合樹脂、フッ化ビニリデン樹脂、三フッ化塩化エチレン樹脂のうちのいずれかであることを特徴とする請求項1に記載の生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法に係わり、特に、放射線に対する相対感度の低下を抑制でき、局所被曝時の線量分布を精度良くかつ簡便に行える生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、放射線作業従事者等の個人被曝線量を計測する場合、均等全身被曝を想定し、胸部あるいは腹部に熱蛍光線量計(TLD)等の個人被曝線量計を装着して評価し、必要に応じて指先などに別の線量計を装着していた。しかし、近年の原子力利用技術の高度化に伴

い、放射線源が多様化し、従来とは異なる形態、種類の放射線被曝を受けることが予想されるようになった。

【0003】

たとえば、再処理施設、高レベル放射性廃棄物貯蔵施設等の核燃料サイクル施設あるいは放射線利用の加速器施設においては、全身に均一に被曝するよりも身体部位により被曝線量が異なる場合が一般的である。しかも、被曝を受ける場所を事前に特定することは困難である。こうしたタイプの被曝を受けた場合、従来の一点型個人被曝線量計では的確な被曝評価は行えない。

【0004】

そこで、被曝線量計を一点型ではなくシート化（二次元素子化）することにより、局所被曝時の線量分布を精度良くかつ簡便に行うことができ、放射線源の多様化に応じた応答性の多様性と広いエネルギー測定域を有するものとし、被曝線量評価の精度を格段に向上させ、従事者等の被曝低減化に寄与することができる技術を開発することが求められている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述したような技術としては、実効原子番号が人体と等価なフッ化リチウム（LiF）を母結晶とする熱蛍光体をシート化することにより、生体等価型熱蛍光体二次元素子を作製することが考えられる。すなわち、LiFにPTFE（四フッ化エチレン樹脂）を混合し、これをロール状に成型した後、360～400で焼成し、切削（かつら剥ぎ）してキュア（加熱成型）することにより、生体等価型でシート化した熱蛍光体を作製するものである。

【0006】

上記のようにして作製された生体等価型熱蛍光体二次元素子に局所的にSr90の放射線を60分間、1Gyで照射し、局所被曝下での線量分布を測定した。この測定結果である線量分布を表す写真及びグラフを図4に示す。この測定結果によれば、放射線に対する相対感度が0.1まで低下してしまうことがわかる。相対感度が低下する原因には、PTFEを用いた場合に必須となる360～400の焼成工程にあり、この工程の熱によって相対感度が低下してしまうことを確認した。

【0007】

本発明は上記のような事情を考慮してなされたものであり、その目的は、放射線に対する相対感度の低下を抑制でき、局所被曝時の線量分布を精度良くかつ簡便に行える生体等価型熱蛍光体二次元素子及びその製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係る生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法は、LiFの単位重量に対し、バインダーとして耐熱性樹脂を5～70重量%添加したものを主体としてシート形状に成型し、次いで260以下の温度で加熱硬化させることを特徴とする。

【0012】

ここで260以下の温度で加熱硬化させることができる耐熱性樹脂を用いるのは、260より高い温度で加熱硬化させると、そのときの熱によって生体等価型熱蛍光体二次元素子の相対感度が低下してしまうからである。言い換えると、相対感度が低下しないように260以下の温度で加熱硬化させることができる耐熱性樹脂を用いている。

【0013】

また、樹脂の添加量は、5重量%以下にするとバインダーとして機能せず、逆に70重量%以上にすると、加熱後の発光量が減少するので、5～70重量%とすることが必要とされるものである。また、樹脂は、熱蛍光を透過させるように透光性を有することが望ましく、かつ測定時に熱を加える関係から耐熱性のものが望ましい。

【0014】

10

20

30

40

50

人体の被曝線量を測定するためには、生体組織等価性の点から、人体生体組織の実効原子番号である7.8に近似している8.2という実効原子番号を有するフッ化リチウム(LiF)を母体とする熱蛍光体を用いることによって、フィルタ処理をしなくてもそのまま使用できることとなる。

【0015】

上記生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法によれば、LiFに対し、耐熱性樹脂を添加したものを主体としてシート形状に成型し、この成型品を260以下の温度で加熱硬化させるため、放射線に対する相対感度の低下を抑制できる。従って、局所被曝時の線量分布を精度良くかつ簡便に行える生体等価型熱蛍光体二次元素子を得ることが可能となる。

10

【0017】

また、本発明に係る生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法において、前記樹脂は四フッ化エチレン-エチレン共重合樹脂、フッ化ビニリデン樹脂、三フッ化塩化エチレン樹脂のうちのいずれかであることも可能である。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

(実施の形態1)

本発明に係る実施の形態1による生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法について説明する。生体等価型熱蛍光体二次元素子は、実効原子番号が人体と等価なフッ化リチウム(LiF)を母結晶とする熱蛍光体をシート化することにより製造されるものである。

20

【0019】

まず、LiFに、モールドイングパウダーとしての耐熱性樹脂(例えば四フッ化エチレン-エチレン共重合樹脂)を、Vタンブラー等によるドライブレンダーによって混合する。この混合時間は、ブレンダーの種類によって異なってくるものの、Vタンブラーを用いた場合には、15~30分程度の混合時間で足りる。

【0020】

尚、この混合も、水性懸濁状態の耐熱性樹脂とLiFとを攪拌によってブレンドした後、脱水し、ブレンドした原材料を得ることも可能である。

【0021】

次いで、ブレンドした原材料を、均一になるように金型内部に収納し、成型圧力及び成型時間を調整しながら予備圧縮成型を行い、シート形状(二次元素子形状)の予備成型品を形成する。成型圧力は、成型品の厚さ、耐熱性樹脂の種類、粒度等によって異なるものの、おおむね100~400Kg/cm²の範囲である。さらに成型時間は、成型品の厚さが増加するにつれて長時間とすることが必要とされるが、少なくとも耐熱性樹脂単独での成型時間、またはその時間よりも若干長い時間とすることが望ましい。

30

【0022】

その後、この予備成型品を、240~260に調整された炉の中で、成型品の形状、耐熱性樹脂の種類、粒度に応じて調整した時間だけ焼成する。この後は、十分に小さい冷却速度にて室温まで冷却した後、更に、2日又は3日以上室温で放置する。このようにして生体等価型熱蛍光体二次元素子が製造される。

40

【0023】

上記実施の形態1によれば、LiFを母体とする熱蛍光体と耐熱性樹脂を混合した後、この混合物をシート形状に予備成型し、この成型品を加熱処理する温度を240~260としている。このため、放射線に対する相対感度の低下を抑制できる。従って、局所被曝時の線量分布を精度良くかつ簡便に行える生体等価型熱蛍光体二次元素子を得ることが可能となる。

【0024】

(参考形態)

本発明の参考形態による生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法について説明する。

50

耐熱性樹脂をバインダーとし、圧縮成型によって成型シートを製造する方法である。

【0025】

まず、実施の形態1と同様のブレンドした原材料を用意する。

【0026】

次いで、ブレンドした原材料を、均一になるように金型内部に収納し、成型圧力及び成型時間を調整しながら予備圧縮成型を行う。成型圧力は、成型品の厚さ、耐熱性樹脂の種類、粒度等によって異なるものの、おおむね $100 \sim 400 \text{ Kg/cm}^2$ の範囲である。さらに成型時間は、成型品の厚さが増加するにつれて長時間とすることが必要とされるが、少なくとも耐熱性樹脂単独での成型時間、またはその時間よりも若干長い時間とすることが望ましい。

10

【0027】

その後、この予備成型品を、 $240 \sim 260$ に調整された炉の中で、成型品の形状、耐熱性樹脂の種類、粒度に応じて調整した時間だけ焼成する。この後は、十分に小さい冷却速度にて室温まで冷却した後、更に、2日又は3日以上室温で放置し、その後、この成型品を、スライサーによって所定厚にスライスしてシート形状にするものである。

【0029】

尚、本発明は上記実施の形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することが可能である。

【0030】

【実施例】

以下、図面を参照して本発明の実施例について説明する。

20

(実施例1)

図1(A)～(C)は、本発明に係る実施例1による生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法を説明する断面図である。図2は、図1(A)に示す金型を上から見た平面図である。生体等価型熱蛍光体二次元素子は、実効原子番号が人体と等価なフッ化リチウム(LiF)を母結晶とする熱蛍光体をシート化することにより製造するものである。

【0031】

まず、図1(A)及び図2に示す金型2を準備する。この金型2は、平面形状が略四角形を有しており、深さ $200 \mu\text{m}$ 程度の溝(窪み)1を有する鉄板からなる。この金型2の表面(少なくとも溝1の内表面)はフッ素樹脂でコーティングされており、このフッ素樹脂によって生体等価型熱蛍光体二次元素子が溝1の内表面に付着しないようになっている。

30

【0032】

次に、熱蛍光体は、粉末状のLiFに対して、付活剤としてMg、Cu、Pを微量混合し、これを温度 $700 \sim 1000$ で、30分～1時間熱処理を施し、その後80メッシュ以下150メッシュ以上の粒子を選別して、水あるいは希釈塩酸で洗浄後、乾燥させたものを 0.4 kg 用意する。

【0033】

また、バインダーとしての四フッ化エチレン-エチレン共重合樹脂は、モールディングパウダーとしての市販品フルオンETFE Z885A:旭硝子(株)製を 0.6 kg 用意する。次いで、これら両者をVタンブラーへ入れて、20分間混合する。これにより、LiFを母体とする熱蛍光体と四フッ化エチレン-エチレン共重合樹脂が4:6の混合比で混合される。

40

【0034】

その後、図1(B)に示すように、金型2の溝1内に上記の混合物3を塗布する。次いで、図1(C)に示すように、金型2の溝1の上に蓋部4を載せ、この蓋部4を 250 Kg/cm^2 の圧力で30秒間加圧し、シート形状(二次元素子形状)の予備成型品3aを形成する。次いで、この予備成型品3aを金型2とともに熱風加熱炉に移す。

【0035】

その後、金型2を収納した加熱炉を徐々に加熱し、 250 に到達後、30分～1時間保

50

持し、室温まで徐冷する。このようにして得られた成型品を金型2から剥離することにより、生体等価型熱蛍光体二次元素子を得た。このようにして得た熱蛍光体シートは十分に使用に耐えるものであった。

【0036】

このようにして製造された生体等価型熱蛍光体二次元素子は、熱蛍光体の母結晶としてLiFを用い、粒径が数~100 μ mであり、実効原子番号が8.14であり、発光波長が390nmであり、グローピーク温度が210 $^{\circ}$ Cであり、測定線量範囲が 10^{-5} ~ 10^2 Svであり、エネルギー特性(レスポンス)が約1.3(40keV/ 60 Co)であり、フェーディング特性が5%/3ヶ月以内であり、環境温湿度が5%以内であり、光励起がほとんど無く、光クエンチングがほとんど無いものである。

10

【0037】

上記生体等価型熱蛍光体二次元素子に局部的にSr90の放射線を60分間、0.5Gyで照射し、局所被曝下での線量分布を測定した。この測定結果である線量分布を表す写真及びグラフを図3に示す。この測定結果によれば、相対感度が1であり、図4に示す従来の生体等価型熱蛍光体二次元素子の相対感度0.1に比べて相対感度の低下を抑制できることが確認された。

【0038】

上記実施例1では、LiFを母体とする熱蛍光体と四フッ化エチレン-エチレン共重合樹脂を混合した後、この混合物をシート形状に予備成型し、この成型品を加熱処理する温度を250 $^{\circ}$ Cとしている。このため、放射線に対する相対感度の低下を抑制できる。従って、局所被曝時の線量分布を精度良くかつ簡便に行える生体等価型熱蛍光体二次元素子を得ることが可能となる。

20

【0039】

(参考例)

本発明の参考例による生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法について説明する。

熱蛍光体としてLiFを母体とするものを用い、耐熱性樹脂として四フッ化エチレン-エチレン共重合樹脂を用い、かつ両者を4:6の混合比で混合し、平面形状が200mm \times 500mmで0.4mm厚の生体等価型熱蛍光体シートを約100枚製造する場合について説明する。

【0040】

まず、実施例1と同様の熱蛍光体を7.2kg用意する。また、実施例1と同様のバインダーとしての四フッ化エチレン-エチレン共重合樹脂を10.8kg用意する。次いで、これら両者をVタンブラーへ入れて、20分間混合する。

30

【0041】

その後、上記混合物を金型の内部に収納し、250Kg/cm²の圧力で30秒間加圧し、予備成型品を形成する。次いで、この予備成型品が十分な強度がないために、注意深く熱風加熱炉に移す。

【0042】

その後、予備成型品を収納した加熱炉を徐々に加熱し、250 $^{\circ}$ Cに到達後、30分~1時間保持し、室温まで徐冷する。このようにして得られた成型品をスライサーで0.4mmの厚さにスライスして生体等価型熱蛍光体シートを得た。このようにして得た熱蛍光体シートは十分に使用に耐えるものであった。

40

【0044】

尚、本発明は上記実施例に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することが可能である。例えば、上記実施例では、耐熱性樹脂として四フッ化エチレン-エチレン共重合樹脂を用いているが、260 $^{\circ}$ C以下の温度で加熱硬化する耐熱性樹脂であれば、他の耐熱性樹脂を用いることも可能であり、例えば、フッ化ビニリデン樹脂、三フッ化塩化エチレン樹脂、四フッ化エチレン樹脂、パーフルオロ-アルコキシ樹脂、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン共重合樹脂などを用いることも可能である。

【0045】

50

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、放射線に対する相対感度の低下を抑制でき、局所被曝時の線量分布を精度良くかつ簡便に行える生体等価型熱蛍光体二次元素子及びその製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)～(C)は、本発明に係る実施例1による生体等価型熱蛍光体二次元素子の製造方法を説明する断面図である。

【図2】図1(A)に示す金型を上から見た平面図である。

【図3】本発明に係る実施例1による生体等価型熱蛍光体二次元素子に局所的に放射線を照射し、局所被曝下での線量分布を示す写真及びグラフである。

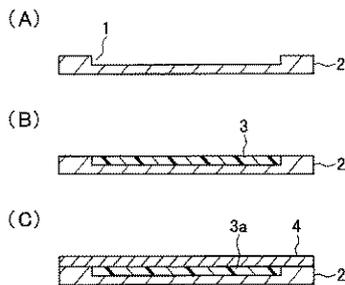
10

【図4】従来の生体等価型熱蛍光体二次元素子に局所的に放射線を照射し、局所被曝下での線量分布を示す写真及びグラフである。

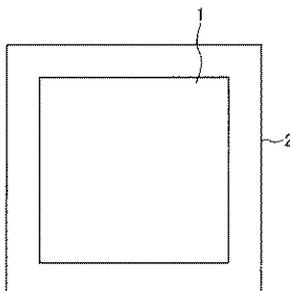
【符号の説明】

- 1 溝(窪み)
- 2 金型
- 3 混合物(LiFを母体とする熱蛍光体と四フッ化エチレン-エチレン共重合樹脂の混合物)
- 3a 予備成型品
- 4 蓋部

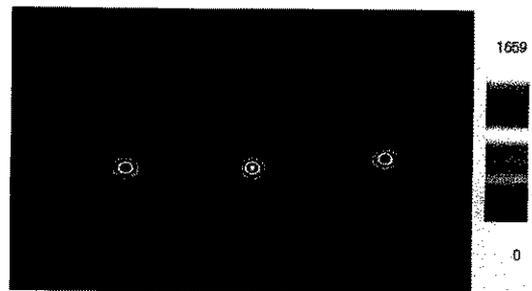
【図1】



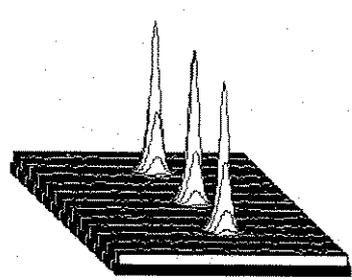
【図2】



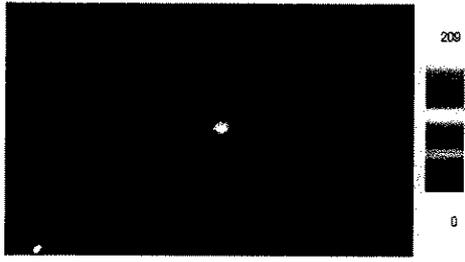
【図3】



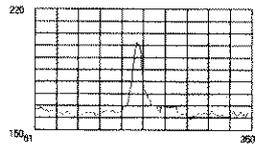
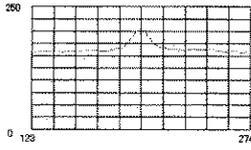
左上 078122	右下 010160	標準誤差=907	左上 077110	右下 021154	標準誤差=1521
最大値=1417	座標 041300	平均=906	最大値=1403	座標 077130	平均=296
合計=378196	S.D.=202.42	C.V.=22.34	合計=482967	S.D.=298.92	C.V.=100.37
左上 028108	右下 026140	標準誤差=1478			
最大値=1400	座標 004120	平均=290			
合計=427960	S.D.=278.95	C.V.=94.21			



【 図 4 】



左上 (162.87) 右下 (232.149) 画素数=4473
最大値=209 座標 (189.116) 平均 =166
合計 =737663 S.D.=7.00 C.V.=4.26



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
C 0 8 L 101/00	(2006.01)	C 0 8 L 27/16	
C 0 9 K 11/00	(2006.01)	C 0 8 L 27/18	
C 0 9 K 11/02	(2006.01)	C 0 8 L 101/00	
C 0 9 K 11/60	(2006.01)	C 0 9 K 11/00	B
		C 0 9 K 11/02	Z
		C 0 9 K 11/60	C P F

- (72)発明者 成山 展照
兵庫県佐用郡三日月町光都 1 - 1 - 1 財団法人 高輝度光科学研究センター内
- (72)発明者 石川 雄三
東京都杉並区上荻 1 - 1 5 - 1 丸三ビル 根本特殊化学株式会社内
- (72)発明者 小笹 尚登
東京都杉並区上荻 1 - 1 5 - 1 丸三ビル 根本特殊化学株式会社内
- (72)発明者 小田野 直光
東京都三鷹市新川 6 - 3 8 - 1 独立行政法人 海上技術安全研究所内

審査官 木下 忠

(56)参考文献 特開昭 6 1 - 2 6 9 1 0 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01T1/00 7/12
C09K1/00 11/89
JSTPlus(JDreamII)
Science Direct
IEEE