

Estudo Dirigido - Experimento 8

Dosimetria Termoluminescente

Diego da Silva Oliveira, 9 90025

Luana Scherma, 9008112

① Um TLD é um fósforo, como o LiF ou o CaF, em estrutura cristalina sólida. Quando exposto à radiação ionizante em temperatura ambiente, a mesma interage com o cristal e deposita toda ou parte da energia incidente no material. Alguns dos átomos do material que absorvem essa energia tornam-se ionizados, produzindo elétrons livres e átomos sem um ou mais elétrons, chamadas de lacunas. As imperfeições na estrutura da rede cristalina atuam como armadilhas onde os elétrons livres podem ficar presos.

O aquecimento do cristal faz com que a estrutura vibre, liberando os elétrons presos no processo. Esses elétrons retornam ao estado fundamental original liberando a energia capturada da ionização em forma de luz. Essa luz é contada usando tubos fotomultiplicadores e o nº de fótons contados é proporcional à quantidade de radiação que atinge o fósforo.

Os materiais OSL também contêm defeitos em sua estrutura cristalina que prendem os elétrons liberados pela exposição à radiação, porém os mesmos são liberados por estimulação com luz - os elétrons absorvem a energia e a reemitem. Após a estimulação, o detector libera a energia armazenada também na forma de luz e a saída, medida com fotomultiplicadores.

/ /

cadoures é uma unidade de medida p/a dose.

Cerca dos materiais, os mesmos devem apresentar alta eficiência na emissão de luz associada aos processos de recombinação, alta concentração de armadilhas de elétrons, estabilidade de armazenamento de elétrons ou buracos nas armadilhas, resistência a fatores ambientais, dentre outros. O TLD deve apresentar um espectro de luz emitido p/o qual o sistema de detecção responda bem e pouca interferência da emissão incandescente do fósforo aquecido, curva de emissão simples e pico bem resolvido entre 200 e 250°C , etc.

+ baixa dependência energética, boa reprodutibilidade e não toxicidade.

② As armadilhas são criadas pela impureza inerente ao próprio cristal. A escolha do material deve considerar a profundidade da armadilha, a energia necessária p/ levar o elétron à banda de condução e o n° atômico efetivo do material em questão.

Se os níveis de energia da armadilha são muito próximos aos da fronteira da banda (armadilhas rasas), o n° de capturas por unidade de exposição pode ser muito elevado, com sensibilidade p/ exposições a partir de $0,2 \mu\text{Gy}$, porém perdem precisão em tempos mais prolongados. Para esses casos são recomendadas armadilhas mais profundas, embora com menor sensibilidade (em várias ordens de magnitude).

Assumindo que o elétron é liberado primeiro, ou seja, que a armadilha neste fósforo é mais rasa do que

a armadilha de buraco, o elétron entra novamente na banda de condução e migra para uma armadilha de buraco, que pode ser assumida para atuar como um centro de luminescência. Nesse caso, a recombinação é acompanhada pela liberação de um fóton de luz.

Dentre as aplicações, a tecnologia TDL é usada em serviços de dosimetria de radiações ionizantes por raios X e γ . A utilização da OSL na dosimetria individual externa proporciona também seu uso na dosimetria em radioterapia visando a avaliação de parâmetros de feixe. Essa técnica une características técnicas encontradas na TLD, acrescida de novas propriedades não possíveis anteriormente.

③ Todos esses detectores emitem luz, que é convertida em sinal elétrico, em resposta à ação de radiação ionizante.

As armadilhas para os elétrons e buracos podem capturar e manter os portadores de carga em um poço de potencial elétrico por longos períodos de tempo úteis, quanto aos centros de luminescência, localizados nas armadilhas de elétrons ou buracos, emitem luz quando os mesmos passam por recombinação.

④ a) Esse gráfico é denominado curva de emissão termoluminescente. Esses picos estão associados às armadilhas de elétrons, em determinadas profundidades e são caracterizados pelas temperaturas as

/ /

quais ocorrem os máximos de emissão. A forma da curva de emissão TL varia entre os materiais pois não depende apenas de parâmetros intrínsecos como da energia de ativação e do fator de frequência, mas também da taxa de aquecimento, da dose de radiação e da concentração de armadilhas.

b) Como regra geral, em fósforos típicos, um pico de brilho a $200-225^{\circ}\text{C}$ é normalmente encontrado por ter vazamento pequeno e suficiente para dosimetria de temperatura ambiente prática, tendo uma meia vida de portadores de carga presa medida em meses ou anos.

Os armadilhas de temperatura mais alta que $200-225^{\circ}\text{C}$ são geralmente ainda mais estáveis e seriam vantajosas para dosimetrias exceto pela existência de dois efeitos concorrentes: o sinal de calor infravermelho - conforme o fósforo e sua lambedeira de aquecimento aumentam de temperatura, a cauda de comprimento de onda curta da radiação do corpo negro começa a se estender p/ a região visível e produzir uma resposta não relacionada à dose no tubo fotomultiplicador usado p/ medir a saída de luz TL; e o sinal termoluminescente espúrio - os efeitos combinados de gases absorvidos, umidade, sujeira e abrasão mecânica da superfície do fósforo tendem a produzir uma emissão de TL espúria (ou seja, não relacionada à dose).

⑤ Vantagens

Os TLDs têm uma precisão de $\approx 15\%$ p/ baixas doses. Essa precisão aumenta $\approx 3\%$ para altas doses. Além disso, têm boa linearidade de resposta à dose, relativa independência energética e sensibilidade à baixas doses. Também é reutilizável.

Os OSL têm a capacidade de releitura e alta sensibilidade com ampliação do range de detecção, tanto do valor mínimo de dose quanto do limite superior máximo de linearidade do detector.

Desvantagens

Para os TLD podemos citar a perda de sinal após a leitura, a necessidade de calibração e também a calibração e leituras demoradas.

Quanto aos OSL há a sensibilidade à luz, a dependência energética do não-tecido equivalente e apenas um material atualmente disponível (um provedor).

Aplicações

Há uma grande diversidade de aplicações desses dosímetros. Mais especificamente na clínica, são muito utilizados na radiologia e na radioterapia, enquanto na indústria vê-se a utilização para esterilização de alimentos, reatores nucleares e teste de materiais.