

氏 名	山 下 忠 興 やま した ただ おき
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 998 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	熱ルミネッセンス線量計の開発と応用に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 兵藤知典 教授 西原 宏 教授 清水 栄

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、X線及び γ 線の測定のための、信頼性のある熱ルミネッセンス線量計の開発を目的とした、著者の行なった一連の研究をまとめたもので、本文7章より構成されている。

第1章は序論である。本研究開始当時までの熱ルミネッセンス線量計に関する研究の概要、本研究開始の動機、本研究の概要が述べられている。

第2章では、固体の熱ルミネッセンス測定法について述べている。著者は各種の素材が熱ルミネッセンス線量計として実用しうるか否かを調べるため、熱ルミネッセンスグロー曲線、熱ルミネッセンス分光スペクトル、熱ルミネッセンス効率、熱ルミネッセンス光量を測定した。本章では、これらの測定法とデータの解析法、代表的な熱ルミネッセンス材料についての測定結果が示されている。

第3章では、 γ 線の光電吸収に対する実効原子番号が体組織とほぼ等価である物質として BeO に着目し、少量の元素を加えることにより線量計素子として実用に供しうるものを得たことについて述べている。添加不純物の種類と量によるグロー曲線の変化から、少量の Na を添加した BeO が最も適していることが判明した。この素子のグロー曲線は180°C にピークを有する比較的単純なものであり、スペクトルは 330m μ に主ピーク、300m μ と 390m μ にもピークを有することが判明した。このことからこのトラップは Na⁺ 又はその近接 O²⁻ に捕えられた正孔であろうと推定している。本章で著者は、(1)この素子の製法と固体としての構造の考察、(2)熱ルミネッセンス線量計素子としての感度、フェーディング、エネルギー依存性、機械的刺激による熱ルミネッセンスについての測定結果とその詳細な検討と考察、(3)熱ルミネッセンス線量計としての応用について述べている。

第4章では、 γ 線の光電吸収に対する実効原子番号が体組織と等価ではないが、感度の高い熱ルミネッセンス線量計素子として、Tm を添加した CaSO₄ を得たことについて述べている。これは Mn を添加した CaSO₄ に比し発光量は約3分の1であるが、グロー曲線が簡単であり、フェーディングが少なく、熱ルミネッセンス線量計素子としてはこの方が望ましいと述べている。他に第3章と同様な検討、

考察を行なったことについて述べている。

第5章では、エネルギー依存性の大きい数種の熱ルミネッセンス線量計素子に適切な金属箔をかぶせることにより、さらにエネルギー依存性を大とし、これらの適切な組合せにより、 γ 線又はX線の線量と同時に大まかなエネルギースペクトルを得ることが出来る方法について述べている。素子を得る過程で多くの硫酸塩に種々の添加剤を加え、種々の熱ルミネッセンス物質を製作し、得られた物質の特性から熱ルミネッセンスの発生機構についても論述している。Dyを加えた Na_2SO_4 、Tb を加えた SrSO_4 及び BaSO_4 を熱ルミネッセンス素子として開発し、これらを適切な金属箔でおおうことで、大まかなスペクトルを知ることが目的とした個人モニタとして実用に供しうることが述べている。

第6章では、第2章より第5章までに述べた熱ルミネッセンス線量計素子を、生体組織の吸収線量測定、放射線場の線量決定等に用いた場合の読取量の統計的誤差、エネルギー依存性などの測定結果と考察が記述されている。著者はこの素子の熱ルミネッセンスの測定法を種々試みた結果、 350°C に熱した空気を送り加熱することを考察し、良好な結果を得た。さらに素子及び測定装置の線量計としての総合特性、校正、総合試験などについて述べている。

第7章は結語であり、本研究の成果の概要が述べられている。

論文審査の結果の要旨

熱ルミネッセンス放射線線量計は、常温において線量計素子を γ 線又はX線で照射すると、吸収したエネルギーの一部は貯えられ、素子を加熱すると光として放出する、いわゆる放射線熱ルミネッセンスの現象を線量測定に応用したものである。この現象は1960年頃より放射線計測に応用する試みが開始され、数年にして一応実用に供しうる素子が製作されるようになった。

著者は、安定で広い範囲の線量に使用出来る素子を開発しようとして、種々の物質で素子を作製し、X線又は γ 線で照射し、熱ルミネッセンスグロー曲線、熱ルミネッセンス分光スペクトル、熱ルミネッセンス効率を測定し次の結果を得た。

(1) 著者は、 γ 線の光電吸収に対する実効原子番号が体組織とほぼ等価である素子として Na を不純物として加えた BeO が最も優れた特性を有することを見出した。BeO は、著者の研究前には熱ルミネッセンス素子としては殆ど着目されていなかったものである。この素子は 180°C にピークを有する単調なグロー曲線を有し、紫外域の発光をする。熱ルミネッセンス発光量と照射線量の比は 2 mR より 200R まで一様で、他の素子より優れた素子であることが判明した。

(2) 著者は体組織と等価ではないが、安定に使用しうる素子を求めるため、多くの種類の硫酸塩に種々の元素の添加剤を加えて種々の熱ルミネッセンス物質を製作した。これらの物質の特性の測定結果を系統的に整理することにより次のことを確認した。

(a) 3価イオンを添加したものでは、グロー曲線の 200°C 近傍にピークがあり、2価イオンを添加したものには 100°C 近傍にピークが見られる。(b) 明るいグローピークを与える活性剤イオンの種類が異なる。

(c) 添加イオンの熱ルミネッセンス分光スペクトルは硫酸塩母体間では殆ど変っていない。

(3) 前述の一連の研究の結果、実用に供しうる安定な感度の高い素子として、Tm を添加した CaSO_4

があることを見出した。これは Mn を添加した CaSO_4 に比し発光量は約 3 分の 1 であるが、グロー曲線が簡単で、フェーディングが小である。

(4) エネルギー依存性の高い素子を適当な金属箔でおおい、さらに依存度を大とし、これらの適当な組合せで、個人が被ばくした X 線又は γ 線のエネルギースペクトルが推定しうる線量計を考案した。

(5) これらの素子の熱ルミネッセンスの計測法を種々試み、 350°C の熱風を送り素子を加熱する方法を考案した。

以上述べたように、この論文は熱ルミネッセンス線量計について、著者の行なった系統だった一連の研究を記述したもので、その成果は数編の学術論文として公表され、製品として実用化され、学術上實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。