

1 電子励起によるナノ秒オーダーでのシンチレータ発光の応答時間評価法

Method for evaluating response time of scintillator emission on the order of nanoseconds by single-electron excitation

日立研開 [○]高橋 恵理, 今村 伸

Hitachi, R&D Gr., [○]Eri Takahashi, Shin Imamura

E-mail: eri.takahashi.uv@hitachi.com

はじめに 電子線や放射線機器において、ns オーダーでの計測に向けて高速に応答するシンチレータが求められており、そのようなシンチレータの応答時間を正確に評価する手法が必要である。従来の応答時間評価には、多数の電子を含むパルス電子線をシンチレータに照射し、照射 off 直後のシンチレータ発光強度の時間変化を測定する手法がある。しかし、評価装置の電子銃や回路の付帯容量が影響し、完全に電流が 0 になるまでの時間という不確定な要素が応答時間に含まれていた。本課題の対策として、付帯容量の影響をなくすため、シンチレータへの 1 電子照射ごとに発光強度の経時変化を測定する新手法を開発した。

実験 応答時間評価には走査型電子顕微鏡を用い、加速電圧 10 kV、電流値 2 pA でシンチレータに電子線を入射させた。2 pA の電子線を用いると平均で 80 ns ごとに 1 電子が入射するため、応答時間が 80 ns 程度までのシンチレータについて、1 電子入射時の発光強度経時変化を、次の電子が入射するまで独立して評価することが可能と考える。発光強度の経時変化はオシロスコープで波形として測定した。最大信号強度を 100 に規格化し、512 回積算により平均化した波形で、出力が最大信号強度の 10% 以上となる範囲の時間(10% 応答時間)を従来の応答時間評価結果との比較に用いた。また、シンチレータ用蛍光体材料として $Y_2SiO_5:Ce$ (日亜化学工業製)を評価した。

結果 $Y_2SiO_5:Ce$ の応答時間評価結果を Figure 1 に示す。Figure 1(a)から、1 電子入射により異なる緩和時間で離散的に放出された光子を、別々に計測できることが明らかになった。512 回積算した応答波形(Figure 1(b))に示すように、本評価法での 10% 応答時間は 77 ns と従来の測定結果(80 ns)^[1]に概ね一致する。また、log スケールでの発光強度が、時間に対して直線的に減衰する①、②のような 2 種類の緩和が観測された^[2]。5 ns 程度の速い緩和①を観測できたことから、本評価法は ns オーダーの応答時間を持つ高速シンチレータの評価に適用可能である。

[1] 蛍光体ハンドブック, p.270 (1987). [2] 蛍光体ハンドブック, p.66 (1987).

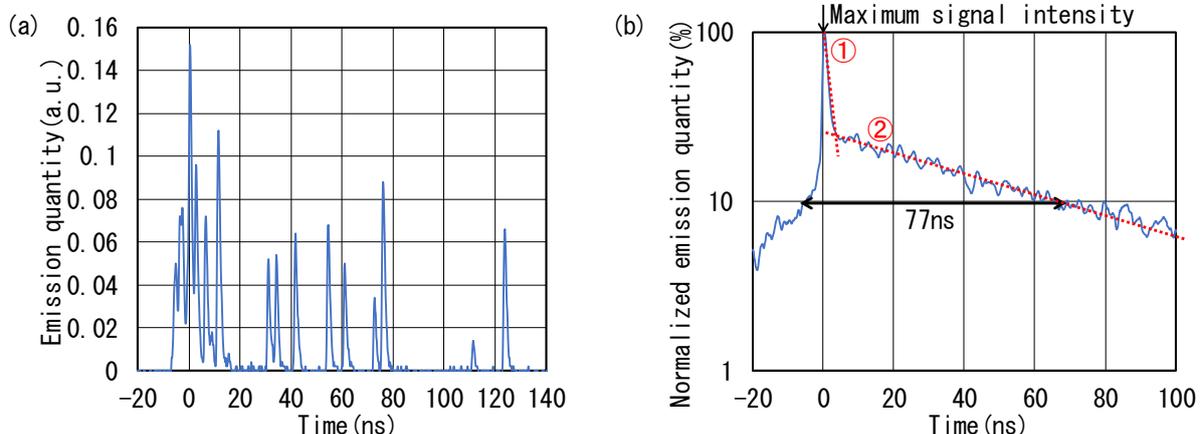


Figure 1. Response time of $Y_2SiO_5:Ce$; (a) single signal, and (b) 512 times integrated signal.