18p-PA6-1

パルス X 線を用いた残光計測装置の開発

Development of afterglow evaluation system using pulse X-ray

九州工大 [1]，東北大工 [2]，浜松ホトニクス [3]　○柳田 健之 [1]，藤本 裕 [2]，伊東 孝 [3]，内山 公朗 [3]，森　邦芳 [3]

Kyushu Inst. Technol. [1], Tohoku Univ.[2], Hamamatsu Photonics K.K.[3] ○Takayuki Yanagida[1], Yutaka Fujimoto[2], Takashi Ito[3], Koro Uchiyama[3], Kuniyoshi Mori[3]

E-mail: yanagida@lsse.kyutech.ac.jp

シンチレータは、核医学、セキュリティ、資源探査、宇宙、素粒子物理などの広範な分野で応用されている[1]。数多い応用の中で、我々に最も身近な装置の一つが、空港の手荷物検査器に代表される非破壊セキュリティ機器である。このような装置は一般に、X 線を可視光に変換するシンチレータと、シンチレーション光を電子に変換する Si フォトダイオードから成り、一次元配列型の検出器形態を取ることが多い [2]。信号の読み出し方法は、電流読み出しによる積分型計測であり、そのため PET 等の用途に比較して、シンチレータの蛍光減衰時定数はあまり高速な必要はなく、一般に数～数十マイクロ秒程度でも許容とされている。しかしながら、残光 (アフターグロー) に関する要求はシビアである。残光は、X 線照射完了後に発せられる光であり、物理的には、室温程度のトラップに蓄積されていた熱蛍光と解する事が出来る。一般の荷物検査器は、空港などを想像すれば分かるよう、ベルトコンベアが数十 cm/s の速さで荷物を運ぶ。すなわちこれがスキャンスピード (= 一画素辺りの積分時間) である。また典型的なシンチレータピクセルサイズは数ミリであり、例えば、50 cm/s、2 mm/pixel を仮定した場合、X 線直線成分の照射時間は 2 mm / 50 cm/s = 4 ms となり、これ以降のシンチレータからの発光は残光として解像度の劣化 (= 画像ブレ) を引き起こす。

現状、残光の計測に関して、放射線計測分野がコンセンサスを持っているとは言い難い。現実的にはセキュリティ装置や X 線 CT メーカーが各社の装置システムに応じて、メカニカルシャッターやパルス電源を用いて数ミリ～数十ミリ秒の X 線を発生させ、残光評価を行っている。そのため、異なる企業・研究機関同士の残光計測結果は比較することが出来ず、さらに既述の X 線照射方法では、線源側の時間分解能も典型的にミリ秒程度となり、ミリ秒オーダーの残光計測を担うに十分とは言い難い。そこで我々は、光励起型パルス X 線源 (N5084、浜松ホトニクス) を用い、残光計測システムを開発した。該システムは X 線のパルス幅が数マイクロ～数十ミリ秒と可変であり、更に検出器側も数マイクロ秒の時間分解能を持つ。そのため従来の各社各様の評価装置に比べ、より詳細に残光特性を追うことが可能である。

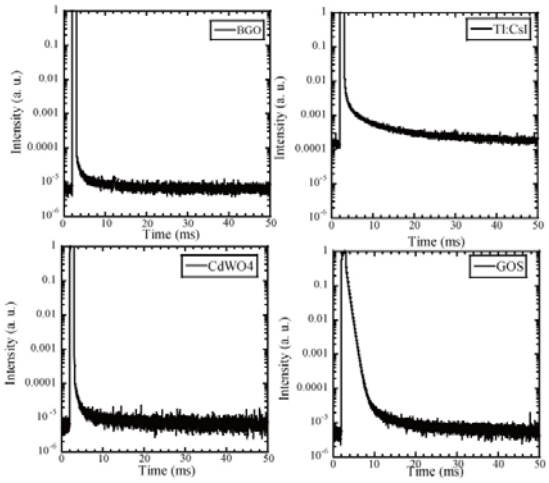


図 1 開発したシステムを用いて計測した各シンチレータの残光プロファイル。

図 1 には、低残光シンチレータとして有名な BGO、セキュリティ装置や X 線 CT に組み込まれている $CdWO_4$、Tl:CsI、Tb,Pr:GOS の残光時間プロファイルを示す。どのシンチレータからも、これまでの報告と同様のレベルの残光が検出されており、開発したシステムが正しく動作していることがうかがえる。本講演では、パルス X 線励起型残光計測システムの概要、有名なシンチレータを用いた動作検証実験の結果、さらには残光特性の X 線照射量 (= パルス幅) に対する応答特性などを報告する。

Reference
[1] T. Yanagida, Opt. Mater., 35 1987 (2013).
[2] D. Totsuka, T. Yanagida, K. Fukuda, N. Kawaguchi, Y. Fujimoto, Y. Yokota, A. Yoshikawa, Nucl. Instrum. Methods A, 659 399-402 (2011).

© 2014 年　応用物理学会