微弱光用の位置検出器を大面積にする方法

A method for enlarging a position-sensitive detector for low-intensity light

°藤枝一郎，堤康宏（立命館大理工）

°I. Fujieda, Y. Tsutsumi (Ritsumeikan Univ.)

E-mail: fujieda@se.ritsumei.ac.jp

Positron Emission Tomography (PET)用の検出器には，細長い直方体のシンチレータの側面に複数の Si Photomultiplier (SiPM) を配置した例がある[1]．シンチレータ内での光の広がりから，γ線との相互作用の深さ方向の位置を決定する．一方，γ線天文学の分野では，円盤状のシンチレータの端面に 1 個の SiPM を配置して有感面積を SiPM の 20 倍に拡大した例がある[2]．これらの技術を参考にして，微弱光用の位置検出器を大面積にする手法を提案する．図 1(a)に示すように平面状のシンチレータの 3 つの端面にそれぞれ SiPM を配置する．端面の他の領域は光を吸収し，上面と下面は空気層に接するものとする．シンチレータ内の 1 点から放射された光は，SiPM に入射するまでに伝搬距離と共に単調に強度が減衰する．従って，SiPM の出力から伝搬距離が求められ，図 1(b)に示すように 3 つの円の交点として入射点の座標が求められる．図 1 の構成をタイル状に配列すると，大面積の位置検出器を構成できる．

一様な蛍光層の 1 点から放射された光が導光体の端面の指定した領域へ到達する確率は，光源の座標の関数として表される[3]．図 1(c) の計算例では，導光体は厚さ 4mm で幅と高さが 50mm のやや縦長の六角形，蛍光材料は Lumogen F Red 305 (BASF)，波長 450nm の光の透過率を 0.01 と仮定した．底辺の端面全体に光が到達する確率は 0.057～0.15 となる．100keV のγ線が入射して 5000 個の光子が発生するとすれば，4mm 角の SiPM に入射する光子は 50～150 個と概算される．

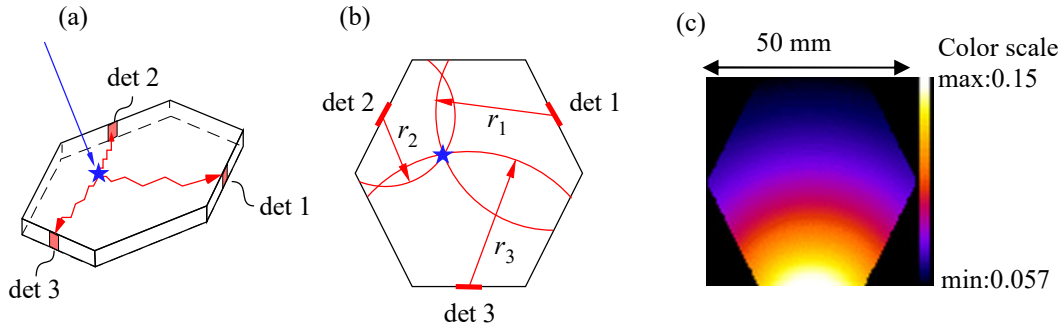

Fig. 1. Structure and operation principle of a position-sensitive detector. (a) An incoming radiation generates scintillation light, which propagates to the three SiPMs coupled to the edge surfaces of a planar scintillator. Signal from each SiPM decreases monotonically with the distance from the point of interaction. (b) Its position is determined as the crossing point of the three circles. (c) The color indicates the probability of a photon from a single spot in a 4mm-thick hexagonal self-absorbing waveguide reaching its entire bottom edge surface. The color scale at the far left indicates the range of this probability.

[1] A. Del Guerra, et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A, **648**, S232-S235, (2011).
[2] D. Guberman, et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A, **923**: 19–25 (2019).
[3] I. Fujieda and Y. Tsutsumi, to be presented at SPIE Optics + Photonics, Aug. 2020.

© 2020年 応用物理学会