

相分離シンチレータと CMOS センサー一体型 超高解像度 X 線検出器の開発

High-resolution X-ray detector composed of phase-separated scintillators
on a fine-pitch CMOS image sensor

○安居 伸浩¹, 大橋 良太¹, 田 透¹, 鎌田 圭², 吉川 彰^{2,3}

(1. キヤノン株式会社, 2. 東北大 NiChe, 3. 東北大金研)

○Yoshihiro Ohashi¹, Nobuhiro Yasui¹, Toru Den¹, Kei Kamada², Akira Yoshikawa^{2,3}

(1. Canon Inc., 2. NiChe Tohoku Univ., 3. IMR Tohoku Univ.)

E-mail: yasui.nobuhiro@canon.co.jp

X 線を可視光に変換して光センサで画像化する間接変換型 X 線検出器では、高い空間分解能を得る為に発光を拡散させることなく光センサに導くことができる光導波特性を有するシンチレータが求められている。我々は優れた光導波特性を示すシンチレータとして相分離構造に着目し、一軸異方性を有する無数の GdAlO₃(GAP)シンチレータファイバ相(GAP 相の直径 1.2μm, 周期 1.7μm)と、それを取り囲む Al₂O₃ マトリックス相からなる GAP-Al₂O₃ 相分離シンチレータを見出してきた[1]。GAP 相が Al₂O₃ 相よりも高屈折率である為、GAP 相からの発光は、GAP ファイバ中を導波し、ファイバ 1 本に相当するミクロンスケールの極めて高い空間分解能が得られる[2]。今回、GAP-Al₂O₃ 相分離シンチレータと高解像度 CMOS センサー一体型の X 線検出器を作製し、高解像度 X 線イメージングの実証を行った。

発光中心として CMOS の受光感度に合致する緑色発光を示す Tb³⁺ を Gd サイト換算で 8mol% 置換した共晶組成(重量比 Gd₂O₃:Tb₄O₇:Al₂O₃=2.0:0.18:2.1 の仕込み組成)を適用し、イリジウム増殖を用いたマイクロ引き下げ法によって、0.3mm/min の成長速度で結晶育成を行った。作製した Tb³⁺ 添加 GAP-Al₂O₃ 相分離シンチレータを、1.5mm×1.5mm×300μm 厚に切り出し研磨した結晶を 4×3 個並べて接着し、上面に Al 反射膜を設け、X 線保護の為 FOP(Fiber Optic Plate)を介して、画素ピッチ 2.5μm の 1/2.8 型モノクロ CMOS センサに貼り付け、X 線検出器とした。図 1 に、X 線テストチャートを撮像(W ターゲット 40kV-0.5mA, 2sec, Al フィルター 3mm)した結果を、図 2 にチャートから算出した CTF(Contrast transfer function)と空間周波数の関係を示す。高周波数域においても CTF の低下が小さく、20(lp/mm)でも CTF=0.46 と高いコントラストで解像できた。以上より、優れた光導波特性を有する GAP-Al₂O₃ 相分離シンチレータと、高い空間分解能を有する高解像度 CMOS センサを組み合わせることで、高解像度 X 線検出器を作製することができた。

(この研究は、科学技術振興機構(JST)の研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)の支援を受けて行われました。)

[1] Y. Ohashi, N. Yasui, Y. Yokota, A. Yoshikawa, and T. Den, *Appl. Phys. Lett.* **102**, 051907 (2013).

[2] 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 19p-H137-1.

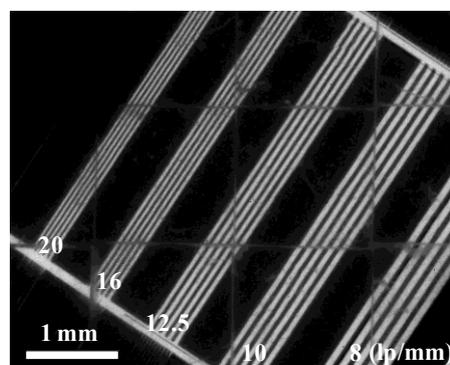


図 1: X線テストチャートの撮像結果

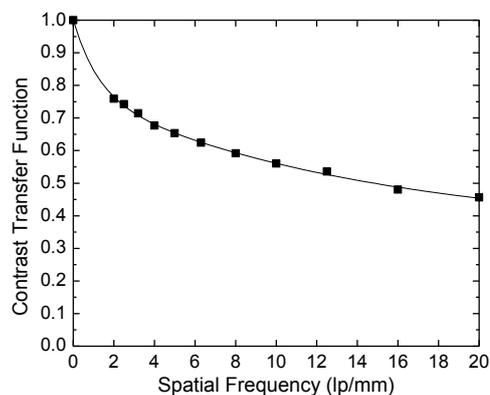


図 2: CTFと空間周波数の関係