

臭化タリウム検出器を用いた X 線イメージャの動作実証

Demonstration of using TlBr detectors for X-ray Imager

〇都木 克之^{1,2}, 豊田 耕平², 加瀬 裕貴^{2,3}, 都木 利之^{2,3}, 田端 健人¹, 寺尾 剛², 森井 久史²,
小池 昭史^{1,2}, 青木 徹^{1,2,3}, 野上 光博⁴, 人見 啓太郎⁴

1: 静岡大電子研, 2: 株式会社 ANSeeN, 3: 静岡大院 4: 東北大学

E-mail: takagi.katsuyuki@shizuoka.ac.jp

半導体検出器を用いた直接変換型 X 線検出器はスペクトル計測だけでなくイメージング用の検出器としても期待されている。半導体検出器の中でも特に常温で使用可能な CdTe や CZT が X 線イメージングによく用いられるが、これらより X 線吸収効率の高い TlBr が近年注目されている[1]。TlBr 検出器は比較的新しい検出器のため 2 次元電極の形成プロセスやその特性に対応する読み出し IC の整備が間に合っておらず、間接型検出器より優位な空間分解能を実現するような狭ピッチ (100 μ m ピッチ以下) での X 線イメージングは行われてこなかった。我々が開発した読み出し IC [2] は設計対象が CdTe 検出器であるものの信号読み出し時間をデジタル的に制御でき、TlBr 検出器のような立ち上がりの遅い信号にも対応する。この読み出し IC を用いて、TlBr 検出器が狭ピッチ X 線イメージャとしての能力を持つことを実証する。

図 1 に TlBr 検出器と読み出し IC の積層構造および電極構造を示す。検出器は片側のみに一面の Tl 電極を持つ。読み出し IC 上に銀ペーストによる 80 μ m ピッチのバンパを形成し、両者を積層することで銀によるピクセル電極をもう一面に形成する。図 2 に X 線透過像撮影結果を示す。TlBr 検出器のサイズは 3.2mm $\times$ 3.2mm $\times$ 0.8mm であり、110V のバイアス電圧を印加している。撮像対象は鉛 0.5mm の X 線用テストチャートであり、0.5 $\sim$ 5lp/mm のラインペアを有している。X 線管の管電圧には 90kV を使用した。図中下部のグラフは一行の画素値を抜き出したラインプロファイルである。この結果から Modulation Transfer Function (MTF) を計算した結果を図 4 に示す。測定した MTF は 80 μ m ピッチの理想カーブから外れ、180 μ m ピッチの理想画素相当の空間分解能を持つという結果が得られた。グラフ中の高い空間周波数領域で測定

値が sinc 関数からずれているのは画素ばらつきによるものと推測される。TlBr 専用の画素電極製造プロセスや読み出し回路を用意していないことから考えると計測された MTF は十分高い値であり、TlBr 検出器が狭ピッチ X 線イメージャとしての高い能力を持つことを実証した。

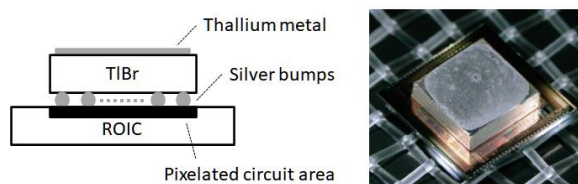


図 1. Electrode and stacking structure.

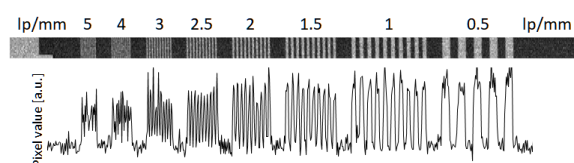


図 2. Imaging example with TlBr imager.

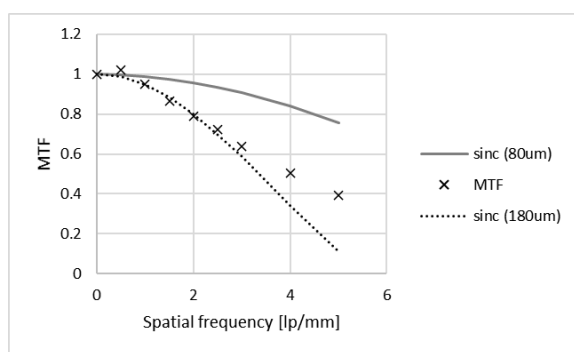


図 3. Measured MTF.

References:

- [1] Hitomi, Keitaro, et al. "Improvement of energy resolutions in TlBr detectors." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 607.1 (2009): 112-115.
- [2] Takagi, Katsuyuki, et al. "Readout Architecture Based on a Novel Photon-Counting and Energy Integrating processing for X-ray imaging." *IEEE Transactions on Radiation and Plasma Medical Sciences* (2020)