

# 放射光核共鳴散乱法のためのシリコン・アバランシェフォトダイオード・アレイ 検出器と高速パルス処理回路の開発

岸本俊二、谷口 敬<sup>1</sup>、田中真伸<sup>1</sup>、三井隆也<sup>2</sup>、瀬戸 誠<sup>3</sup>  
KEK 物構研、KEK 素核研<sup>1</sup>、JAEA<sup>2</sup>、京大・原子炉<sup>3</sup>

シリコン・アバランシェフォトダイオード (Si-APD) は放射光核共鳴散乱法において時間分解能に優れた X 線検出器として使用されてきた。その時間分解能 (半値幅) は 100 ps から 1.5 ns 程度であり、数 ns 幅の高速パルスを高周波パルス増幅器を通して取り出すことによって得ることができる。この高速パルスによって得られる計数率ダイナミックレンジは、 $10^{-2} \text{ s}^{-1}$  のノイズから最大計数率  $10^8 \text{ s}^{-1}$  までの 10 桁に及ぶ。このようなパルス特性は、核共鳴散乱法での時間分光測定においては、核外電子による即発散乱線と励起原子核から寿命にしたがって放出される放射線を区別すること、励起準位の微細なエネルギー構造を反映して形成される量子ビート観察の際に大きなメリットとなる。

近年、様々な Si-APD アレイが製作されるようになった。ピクセルの一辺が数 mm のものからサブ mm サイズのものがある。我々はピクセルサイズ:  $0.2 \times 0.2 \text{ mm}^2$ 、 $8 \times 2$  個の計 16 チャンネルを持つ Si-APD アレイを製作し (図 1)、鉄-57 (励起準位: 14.4 keV、半減期: 98 ns) メスバウアー顕微分光法に応用することを計画中である。セラミック基板上に配置された素子の空乏層厚さは  $30 \mu\text{m}$ 、14.4 keV 光子に対して 7% の吸収となる。Si-APD 素子に入射した X 線は基板の穴を通して裏面に抜ける構造となっている。この素子の空乏層厚みから、時間分解能は 0.3 ns (FWHM) が期待される。Si-APD アレイから各ピクセルごとに高速パルス信号を取り出すための信号処理システムの開発が素核研エレクトロニクス・システムグループの協力の下に進められている。ピクセルごとの信号処理が可能であれば、試料からの前方散乱ガンマ線を試料位置に対応させて測定することができる。高速パルス処理システムとして、1) 高速パルス増幅器、2) 高速波高弁別器の二つの開発が当面の目標である。まず高速パルス増幅器が既存のトランジスタなどの電子部品を使ったハイブリッド IC 回路によって製作された。チャンネルあたり  $20 \times 40 \text{ mm}$  程度の基板サイズでの回路の実証を経て ASIC (Application specific Integrated Circuit) 製作を進める予定である。テストした増幅器は、電荷感度 4 V/pC に相当、パルス幅は 2.3 ns (FWHM) であった。図 2 に、その出力パルス波形を示す。今後、2 ns 間隔で発生する放射光パルスを区別できる 500MHz のパルス計数率の達成を目標として、Si-APD アレイ用パルス処理システムの開発を進める。

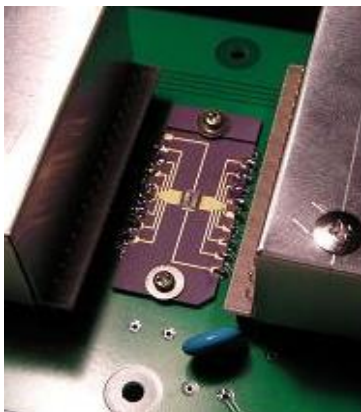


図 1 Si-APD アレイ

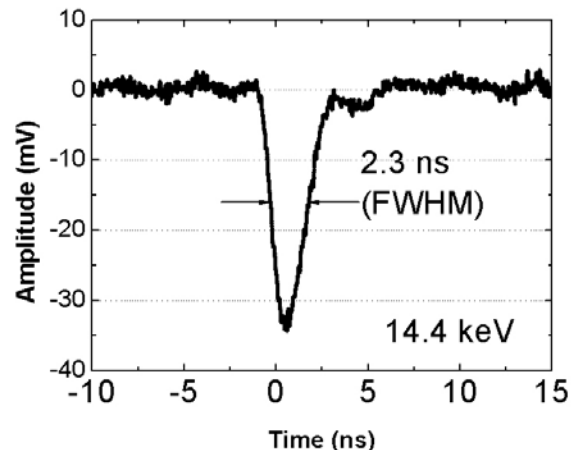


図 2 増幅器出力波形 (14.4 keV)