

BL09XU 核共鳴散乱

1. はじめに

核共鳴散乱ビームラインは周期長32 mmのアンジュレータを有するSPring-8標準のX線ビームラインである^[1]。ビームラインモノクロメータには水冷シリコン結晶、水冷ダイヤモンド結晶を経て、2005年度より現在にいたるまで液体窒素冷却シリコン結晶が利用されている。おもな利用研究として、核共鳴非弾性散乱を利用しての物質のダイナミクスの研究や時間領域でのメスbauer分光があげられる。放射光でのメスbauer分光は特に極端条件下や回折条件下、メスbauer線源に適当な核種がない場合などに威力を発揮している。またBL09XUでは精密ゴニオメータシステムを用いてNEET(Nuclear excitation by electron transition)や多波回折の研究、表面研究、残留応力測定などが行われている。

これまでの年報でも報告したようにJSTによるCREST研究、京都大学原子炉実験所の瀬戸教授を研究代表者とする「物質科学のための放射光核共鳴散乱法の研究」が2005年度から2010年度までの予定で採択されている。ハッチの建設や大型装置の導入は終了し、2009年度はおもに高分解能モノクロメータをはじめとする装置の高度化や利便性の向上、そして利用実験への応用に取り組んだ。ここでは⁵⁷Fe用高分解能モノクロメータの高分解能化とPINフォトダイオード検出器の薄型化について述べる。

2. ⁵⁷Fe用高分解能モノクロメータの高分解能化

高分解能モノクロメータは核共鳴散乱をもちいた2つの分光、核共鳴振動分光と放射光メスbauer分光のどちらにおいても非常に重要な役割を果たす。高分解能モノクロメータは放射光メスbauer分光の場合は検出器の飽和を防ぎ、微量試料等において検出限界を決めるとともに、核共鳴振動分光においては分光系の分解能を決定する。これまで核共鳴散乱ビームラインBL09XUにおいては⁵⁷Feの共鳴エネルギー14.4 keVに対する高分解能モノクロメータとして3.5 meV、2.5 meVおよび1.1 meVの分解能をもつモノクロメータを開発、提供してきた。今回十分な強度を確保しつつも、より高い分解能をめざし、トータルの分光装置として卓越・安定した性能をめざした。

光学系としては図1に示すようにGe331、Si975、Si975の(+++)三結晶配置を用いた。Ge331は出射ビームを水平に近づけ、低温実験や強磁場実験などの利用実験がしやすくなるように用いられた。実際の出射方向は0.325°となる。ふたつの非対称反射Si975が分解能を上げるために利用された。エネルギーのスキャンにはピエゾ素子による微

小回転機構を用いた。⁵⁷Feフォイルによる核共鳴前方散乱により分解能を測定した結果、図2に示すように0.84 meVの分解能を得ることができた。

この結果により、特にこれまで強度不足、分解能の不足で十分なデータを取得できなかった生物化学試料において核共鳴振動分光法での測定が可能となり、その利用範囲を大きく広げるものと期待される。

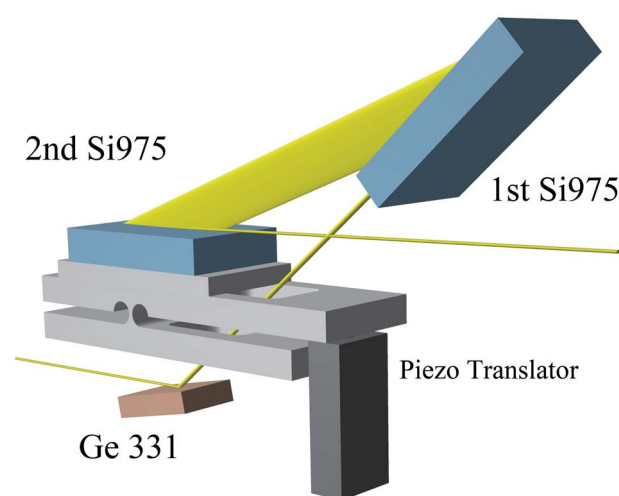


図1 ⁵⁷Fe用高分解能モノクロメータ

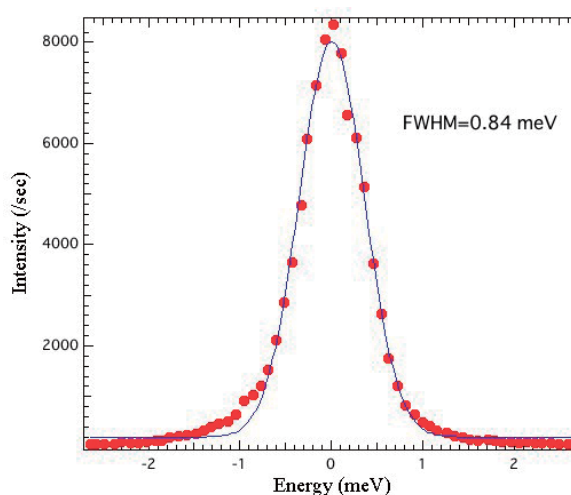


図2 核共鳴前方散乱により測定された⁵⁷Fe用高分解能モノクロメータの分解能関数

3. 薄型PINフォトダイオード検出器の設計・製作

前述の高分解能モノクロメータの場合もそうであるが、光学系が多様化するにつれて、光学素子同士をなるべく近くに配置したいのだが、調整のために光学素子間のビームパスに検出器を出し入れしたいケースが増えている。その要望に応えるため、今回薄型のPINフォトダイオード検出器の設計・製作をした。図3にその写真を示す。全体のサイズは $41 \times 46 \times 19 \text{ mm}^3$ 、ノイズを抑えるためのトリアクシヤルコネクタが取り付けられている。非対称反射によりビームサイズが広がることも考慮し、素子は $28 \times 28 \text{ mm}^2$ 、厚さは $450 \text{ }\mu\text{m}$ のシリコンフォトダイオードを用いている。放射線の他方向からの防護やコネクタの形状も考慮すると、ぎりぎりのサイズの設計となっている。

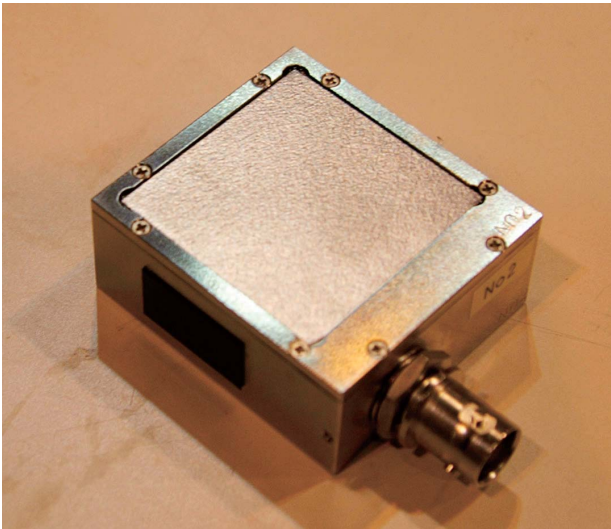


図3 薄型PINフォトダイオード検出器

参考文献

- [1] Y. Yoda et al.: Nucl. Instrum. Methods A **467-468** (2001) 715-718.

利用研究促進部門
依田 芳卓