~廃止措置に使われる放射線検出器の高品質化について検討しました~

クリアランスに適したガンマ線検出器の開発

渡辺 賢一 九州大学大学院工学研究院

本研究の背景

原子力施設の廃止・解体に伴い放射性廃棄物が大量に発生





廃棄物処理の効率化の観点から、クリアランス制度の活用が必須 (放射能濃度の極めて低い物・・・通常の廃棄物と同等に処理)

クリアランスの確認(放射能濃度の測定) ⇒高純度Ge(HPGe)半導体検出器 ◎高いエネルギー分解能(高いS/N) ×可搬型であっても15kg程度で重い (冷却が必要なため)

サンプリングが困難な大型構造物 ・・・現場での測定が必要

◎高い検出効率 ◎常温動作可能で高い可搬性 ◎1%を切る高いエネルギー分解能





ロータ軸を可搬型ゲルマで 第7図 測定している様子 出典:中部電力 技術開発ニュース No. 148 (2012) 35-36



結晶育成方向に沿って 結晶は成長 → 育成方向には 結晶方位は揃っている

結晶育成方向に垂直に 切り出した試料 表面の情報≒内部の情報を反映

b) Neutron Bragg-dip



c) -100V

<u>56. 7%</u>

線源:Cs-137 (662 keV)

測定時間:3600 s

400 600 800

Pulse height (ch)

検出器-線源間距離:1.5 cm

ー様性の高い結晶を育成

検出効率が高く(大型)、エネルギー分解能の良い(高品質)TIBr検出器を実現!

研究内容



既に1インチ結晶を育成することには成功

検出器として動作させるためには、結晶育成以外のプロセスも必要



〇各工程前後で結晶性の評価を実施することで、各工程の最適化を加速 ○電極設計は、整備済みのシミュレーションコードで設計 + 信号読出し技術開発 〇現場での利用を考慮に入れた各種検討





多ch ADC

デジタル処理系

FPGA

多ch読み出し回路の開発

多chピクセル

検出器

appleter to be added a

1111

多ch

前置増幅器

実環境の一つとして、加速器施設である 青森県量子科学センター サイクロトロン加速器ベース中性子源施設にて が が 射化物測定試験 サイクロトロン(陽子, 20 MeV, 100 μA)運転終了後に測定







アノードのweighting potential

電子ー正孔対輸送シミュレーション $\frac{dQ_{a}(t)}{dt} = q_{h} \mathbf{v}_{h}(t) \cdot \mathbf{E}_{a}(\mathbf{r}_{h}) + q_{e} \mathbf{v}_{e}(t) \cdot \mathbf{E}_{a}(\mathbf{r}_{e})$ Schokley-Ramoの定理による誘起電荷計算



半導体検出器

演算·表示

PC

R13 \$



ルチチャンネルADCによる信号波形の読出

まとめと課題など

サイクロトロン運転(中性子発生)後に、加速器フロアにて計測



O EBSDは結晶性評価法として有用 →EBSDを活用することでTIBr検出器製造工程の最適化を加速 ○

大体積かつ高エネルギー分解能を実現するためには ガード電極付き単ピクセル型検出器を多数並べる方式が有用 ○ 多ch信号読み出し回路の開発に成功 ○ 加速器中性子源施設での放射化測定に成功

本研究で確立したTIBrの結晶性評価法に基づき、検出器製作プロセスの更なる 効率化・最適化を進めることで、より高品質な検出器を高い歩留まりで製作でき ると期待される。また、検出器全体としての最適化設計を進めることで、HPGe に代わるガンマ線検出器が実現されることが期待される。