

ターゲットの膜厚測定

日野原伸生

2003年1月13日

1 測定方法

課題研究 P4 の実験で使用するターゲットの膜厚を測定しました。ターゲットは ^{116}Sn および ^{90}Zr です。測定方法は ^{241}Am の α 線源を用いて、検出器と線源の間にターゲットを入れる時と入れないときで、ターゲットの膜によるエネルギー損失を測定しました。検出器はシリコン半導体検出器を用いました。

2 測定データ

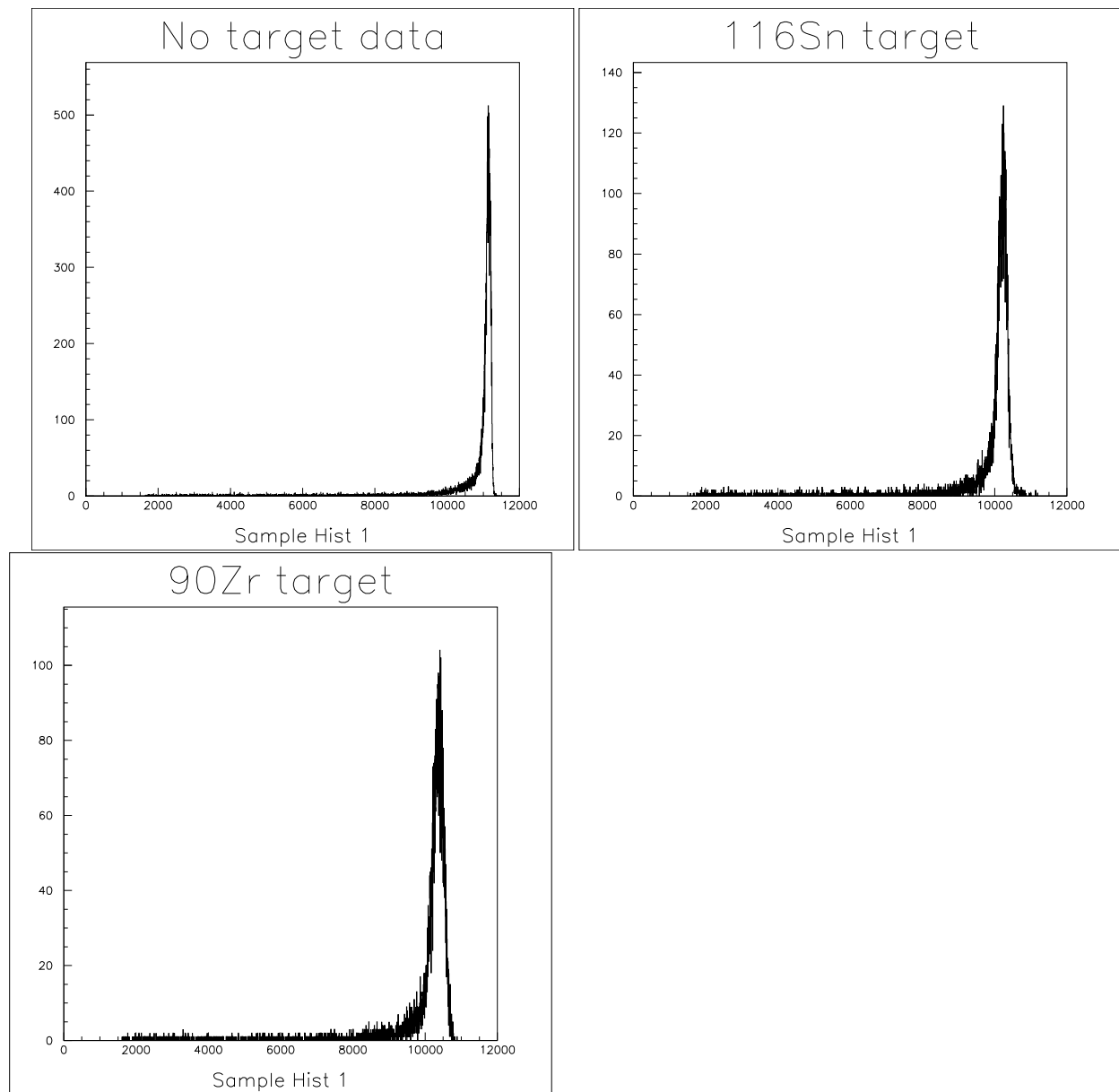
図はそれぞれターゲットを入れなかった状態の α 線源のエネルギーとターゲットをそれぞれ入れた場合のエネルギー損失の測定データです。横軸がエネルギー (PHADC のチャンネル) で縦軸がカウント数です。

^{241}Am 線源の α 粒子のエネルギーは 3 種類あってそれぞれの比率は表 1 のようになっています。

図を見る限りではこれらの 3 つのピークはこの SSD では分解できていないことがわかります。

Energy(MeV)	割合
5.486	85.2%
5.443	12.8%
5.388	1.4%

表 1: ^{241}Am α 線のエネルギー



この他にエネルギーのゼロ点が PHADC のどのチャンネルに来るのかを調べる必要があります。Pulser を ADC に入れてゼロ点を求めました。

3 Bethe-Bloch の式によるエネルギー損失量の計算

エネルギー損失量が分かれば Bethe-Bloch の式によってターゲット膜の厚さを求めることができます。Bethe-Bloch の式は以下の形のものを使用しました。

$$-\frac{1}{\rho_{\text{med}}} \frac{dE}{dx} = 2\pi N_a r_e^2 m_e c^2 \left(\frac{Z_{\text{med}}}{A_{\text{med}}} \right) \left(\frac{Z^2}{\beta^2} \right) \left[\log \left(\frac{2m_e \gamma^2 v^2 W_{\text{max}}}{I^2} \right) - 2\beta^2 \right]$$

ここで

$$W_{\text{max}} = 2m_e \gamma^2 v^2$$

target	energy loss(MeV)	膜厚 (mg/cm ²)
¹¹⁶ Sn	0.6452 ± 0.1023	2.04 ± 0.32
⁹⁰ Zr	0.52438 ± 0.1266	1.44 ± 0.3

表 2: エネルギーロス、膜厚の計算結果

で knock-on 衝突で渡されるエネルギー移行の最大値です。また、 I は平均励起ポテンシャルで

$$I = 16 \times Z_{\text{med}}^{0.9} \text{eV}$$

で与えられます。ここで、 N_a はアボガドロ数、 r_e は古典電子半径、 m_e は電子質量、 ρ_{med} 、 A_{med} 、 Z_{med} はそれぞれターゲットの密度、質量数、陽子数 Z は入射粒子の陽子数です。密度補正 δ 、シエル補正項 C に関しては無視しました。

その他に必要なデータとしては、 $D_0 = 4\pi N_a r_e^2 m_e c^2 = 0.3070 \text{MeV} \cdot \text{cm}^2/\text{g}$ 、また、⁴He の mass excess が 2.42491110MeV です。

4 計算結果

これらの計算結果は表 4 にまとめました。分解能が悪い実験になってしまったのでターゲットの厚さをあまりよい精度で計算することが出来ませんでした。これはもともとの SSD の分解能、および Spectroscopic Amp. の分解能などが効いているのではないかと考えられます。Sn ターゲットについては 1mg.cm² の記載があるものを使用しました。少し厚めであるという計算結果が出ています。Zr ターゲットも忘れましたが 1mg/cm² 以下の厚さの記載がありました。今回の計算値が正しいとすると、現在実験全体の分解能を決定する要因はターゲットの厚さにありますので、求めている分解能が本実験において実現されない可能性があります。