大型BSOクリスタルの性能評価 (学会発表用メモ)

山形大学理工学研究科 修士課程 2年
針生 智夫

平成14年9月3日

目 次

1 Introduction **3**

2 Beam test **5**

2.1 実験の目的 5

2.2 Beam area 6

2.3 Setup 7

2.4 Trigger 条件 9

3 Data analysis **10**

3.1 Simulation 10

3.2 Energy calibration 10

3.3 Linearity 10

3.4 Energy resolution 10

3.5 まとめと考察 10

4 今後の課題 **10**

1 Introduction

BSO クリスタルは、正確には $Bi_4Si_3O_{12}$ と表示され、$Bi_4Ge_3O_{12}$ の Ge を Si で置換したものである。BSO クリスタルの主な特徴として、以下の点が挙げられる。

1. シンチレータとしての性質は BGO と良く似ているが、Decay constant は BGO より小さく、価格も BGO より安い。
2. シンチレーション光の収量は PWO の約 6 倍あり、高エネルギー実験のように、入射粒子のエネルギーが高い場合は十分な発光量が得られる。
3. CsI や NaI がもつ潮解性も BSO には見られない。

以下に、主要な無機シンチレータの特徴を示す。

	BSO	BGO	pure CsI	PWO	NaI(Tl)
Density(g/cm^3)	6.80	7.13	4.53	8.28	3.67
Radiation length(cm)	1.15	1.12	1.86	0.92	2.59
Peak emission(nm)	480	480	300	430	415
Peak excitation(nm)	285	295		325	
Light yield(relative)	2	10	3.7	0.26	100
Decay constant(ns)	100	300	∼10,36	10	230
Radiation hardness(rad)	10^{5-6}	10^{4-5}	10^{4-5}	10^{5-6}	10^3
Hygroscopicity	no	no	slight	no	yes
Hardness(Mohs)	5	5		3	

表 1: BSO とその他主要な無機シンチレータの特徴

以上のことから、BSO クリスタルは BGO の代わりとなる可能性を秘めているだけではなく、pure CsI の欠点を克服する優れた特性をもっていることがわかる。しかし、これまでは大型の BSO クリスタルを安定に作り出す方法が確立されていなかったため世に出ておらず、電磁カロリメータとしての性能は調べられていない。

そんな中、最近になって、企業との連携により大型 BSO クリスタルの安定生産の方法を確立する事に成功した。その結果、大型 BSO クリスタルの電磁カロリメーターとしての性能を調べることが可能になった。

2 Beam test

以上のような経緯から、今回私達はBeamを用いて大型BSOクリスタルの電磁カロリメータとしての性能を調べる実験を行うことにした。

2.1 実験の目的

22mm × 22mm × 180mm($15.6X_0$)のBSOクリスタルを3 × 3のmatrixに組み、0.5 ~ 3.0GeV/cのelectron beam/hadron beamを照射し、BSOクリスタルのlinearity、energy resolution、position resolution、e-π separation等を調べる。

2.2 Beam area

現在製作中。

2.3 Setup

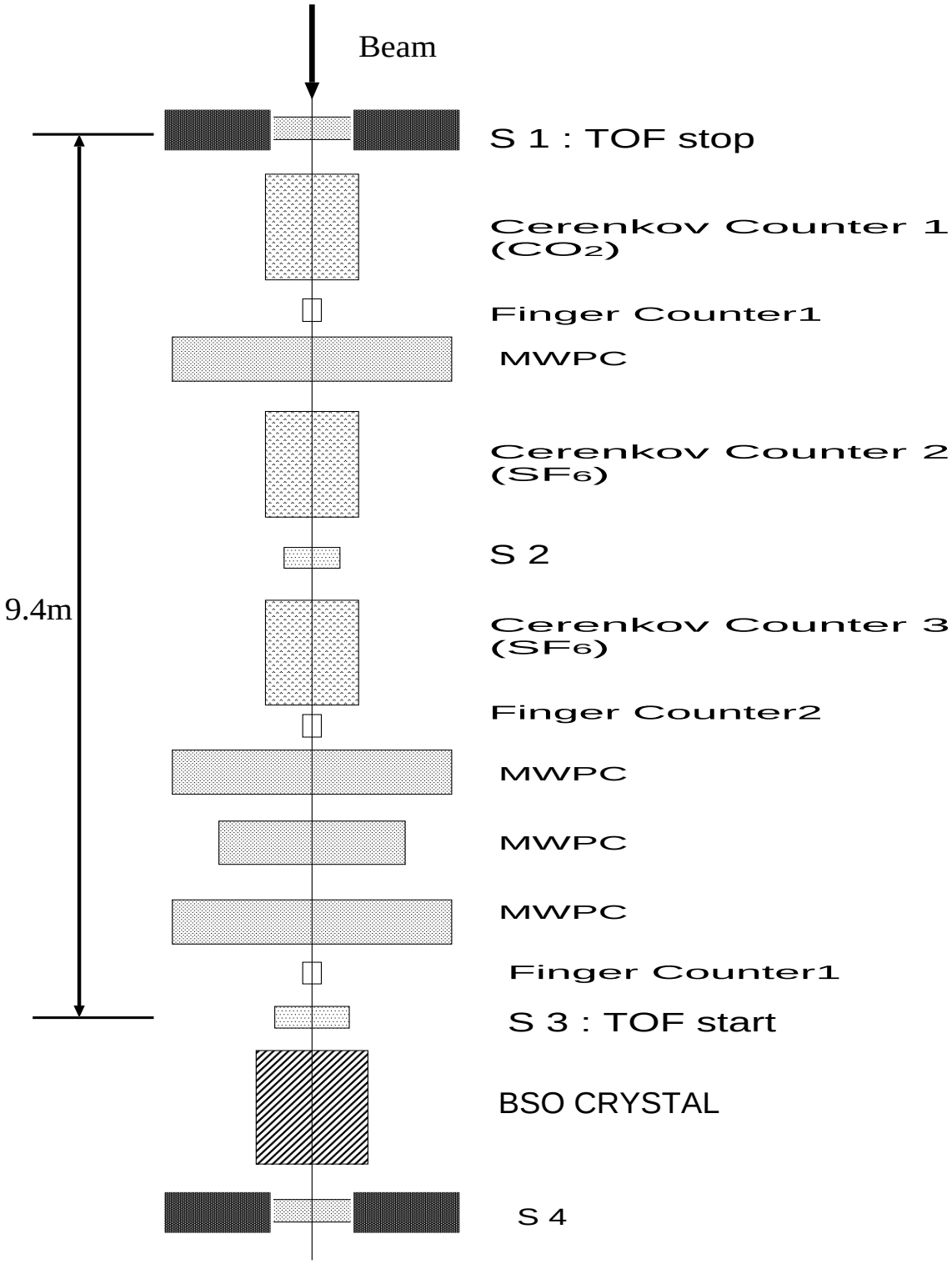
今回の実験は、以下のような setup で行った。MWPC は Multi Wire Propotional Chamber の略で、ビームの通過位置を測定する目的で置かれており、S4 は crystal を突き抜ける event を取る counter である。なお、Cerenkov counter3 台に封じられている気体の種類と、気圧は以下の通りである。

counter	気体の種類	気圧 (atm)
Cerenkov Counter1	CO_2	1.8
Cerenkov Counter2	SF_6	1.0
Cerenkov Counter3	SF_6	1.0

表 2: Cerenkov Counter に封じられている気体の種類と気圧

counter	サイズ (縦× 横× 厚さ)
S1	5cm × 5cm × 1cm
S2	5cm × 5cm × 0.5cm
S3	10cm × 10cm × 0.8cm
S4	5cm × 10cm × 3cm
F1	3cm × 1.8cm × 0.5cm
F2	3cm × 1.8cm × 0.5cm
F3	3cm × 1.8cm × 0.6cm

表 3: 各 counter とシンチレータのサイズ


Beam
S 1 : TOF stop
Cerenkov Counter 1
(CO2)
Finger Counter1
MWPC
Cerenkov Counter 2
(SF6)
S 2
9.4m
Cerenkov Counter 3
(SF6)
Finger Counter2
MWPC
MWPC
MWPC
Finger Counter1
S 3 : TOF start
BSO CRYSTAL
S 4

2.4 Trigger 条件

トリガーは主に electron mode と hadron mode の 2 つの mode がある。それぞれ、
electron mode: (S1*S2*S3) AND (C1*C2*C3)
hadron mode: S1*S2*S3
となっていて、いずれの場合も S3 で trigger on となるようにタイミングを合わせた。

また、TOF は S1 から S3 までの飛行時間を測定した。

3 Data analysis

以上の実験から得られたデータを用いてデータ解析を行った。その際、予め GEANT4 を用いて simulation を行っていたので、その結果を参考にした。

3.1 Simulation

現在製作中。

3.2 Energy calibration

現在製作中。

3.3 Linearity

現在製作中。

3.4 Energy resolution

現在製作中。

3.5 まとめと考察

現在考え中。

4 今後の課題

現在考え中。