

P型同轴HPGe探测器的进展

邢静姝 吴绍云 孙复生 李恒德 沈海伦

(中国原子能科学研究院, 北京)

关键词 HPGe, 同轴探测器, 高分辨, 新工艺。

在原有工作的基础上^[1], 我们又研制了高分辨探测器3#和4#, 其体积分别为30 cm³和88 cm³, 对⁶⁰Co的1.33 MeV之 γ 射线的能量分辨率分别为1.81 keV和2.29 keV。

本文介绍在研制高分辨P型高纯锗同轴探测器中所取得的新进展。

一、工艺改进

1. P⁺接触 通常的做法是将金蒸发于同轴内表面, 其蒸发源位于样品下方。由于几何条件限制, 孔内表面的金层很不均匀, 也不牢固, 影响了P⁺接触的电性能。现在我们把蒸发源放在探测器孔内, 将已知量的Au蒸发于孔内, 如果待蒸Au的Ge表面进行了合理的处理, 这样得到的金层比较均匀适量, 既牢固, 又耐腐蚀。

2. 表面处理 它是获得良好性能探测器的关键性一步。我们采用的腐蚀液主要有(1) HNO₃, HF, 发烟HNO₃其体积比为7:2:1的腐蚀液; (2) H₂O₂和HF腐蚀液, 其体积比为1:1。无论用哪一种腐蚀液处理表面, 均可得到比较钝化的表面, 但对不同的腐蚀液要采用相应的腐蚀时间。器件表面态不仅依赖于腐蚀液, 也依赖于腐蚀时间和吹干速度。在实验中我们发现, 不同的腐蚀时间, 所得的表面用肉眼就可以观察到差别。对于探测器3#, 我们采用(2)腐蚀液, 经处理后的77 K时表面反向漏电流与电压关系曲线绘于图1(a)中。在低于全耗尽电压时, 反向漏电流是很低的, 而在高于全耗尽电压时反向漏电流迅速增加, 主要是P⁺接触的注入电流引起的。该表面对周围环境是比较稳定的。我们曾把探测器3#从低温装置取出放在空气中三天二夜, 然后未加任何处理重新装入装置抽气, 所测得77K的I-V曲线图1(b)与曲线1(a)没有明显变化。

3. 封装 探测器装入低温装置中是工艺性很强的一步, 整个装架、安装、电极接触都要求合理、稳定、可靠。否则人为的一些因素会掩盖探测器本身好的性能。我们在工作中曾发现这一类问题。探测器3#曾先后两次封入低温装置中, 两次封装后所测得的77 K时反向漏电流基本相似, 如图1(a, b)曲线所示。但其所测得的能量分辨率有较大的差异。前者对⁶⁰Co的1.33 MeV γ 射线分辨率为2.07 keV, 后者为1.81 keV。主要是因为第二次安装时克服了一些接触性的问题, 使电子学噪声贡献降到最小。

4. 表面净化 探测器放置数日后, 有时发现性能变坏, 可以不重新拆封处理探测器表面, 只需重新抽真空处理数小时, 改变其表面状态, 使表面进一步净化, 同样可以使探测器性能得到恢复。探测器4#封装后放置数日, 反向漏电流变大(见图2), 图中曲线(a)是封装后所测结果, (b)是放置数日后, (c)是真空净化处理后测得的。这表明, 当发现探测器性能变坏时, 不要急于拆封对探测器进行腐蚀处理, 可通过抽真空净化来试探性能可否得到恢复。

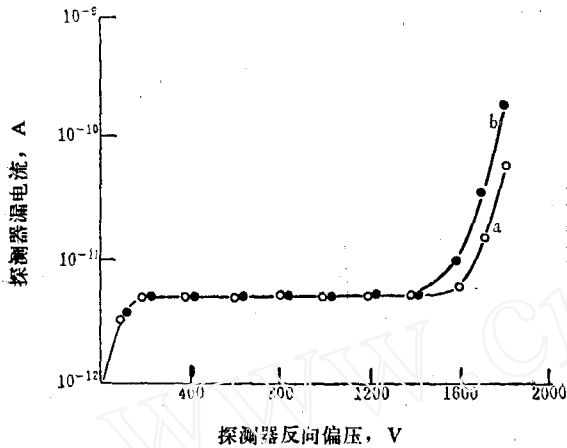


图 1 3#探测器的 V-I 曲线, (77K)
(a) 腐蚀后测得的; (b) 腐蚀后置于空气中 96 小时, 再测得的。

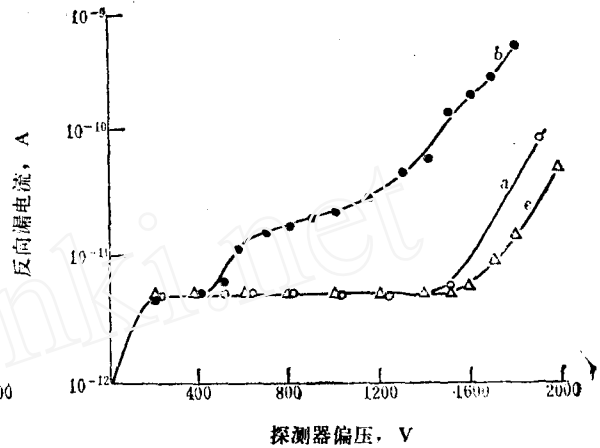


图 2 探测器 4# I-V 曲线 (77K)
(a) 封装后测得; (b) 放置数日后测得;
(c) 真空净化后再测得。

二、探测器性能及讨论

我们采用 2001 型室温前置放大器(零电容时, 噪声为 600 eV), 测量了探测器 3#和 4#对⁶⁰Co 的 1.33 MeV γ 射线的能谱, 绘于图 3 中。为了便于讨论, 我们把已介绍过的探测器性能^[1]一并列于表 1。

表 1 几个探测器的性能比较

探测器 编号	体积, cm ³	耗尽电压, V	工作偏压, V	工作偏压下 漏电流, A	分辨率		峰康比
					对 ⁶⁰ Co, 1.33MeV, keV	对产生器, keV	
1#	33	1200	1050—1400		2.15	1.16	24
2#	98	2300	2700	5×10^{-10}	2.65	1.96	31
3#	30	1700	1200	5×10^{-12}	1.84	1.19	23
			1400	5×10^{-12}	1.86	1.05	
			1600	5×10^{-12}	1.85	1.03	
			1750	7×10^{-11}	1.81	0.94	30
4#	88	2100	2000	8×10^{-11}	2.29	1.55	29

从表 1 中我们看到探测器 3#和 4#的工作电压分别比 1#和 2#的低, 但其分辨率却有明显的改善。特别是探测器 3#, 在远低于耗尽电压时, 所测得能量分辨率也比较好, 这一事实证明探测器的材料是比较好的, 工艺是可靠的, 可认为未引进杂质。从能谱的全能峰也可以看出电荷收集是完全的。在 1750 伏工作电压下, FWHM=1.81 keV, FWTM=3.36 keV。其 FWTM/FWHM=1.86(理论值为 1.82), 全能峰有很好的对称性。由此可见, 探测器内的电荷俘获基本是不存在的, 探测器不需加很强的电场就可以得到较好的分辨能力。我们用探测器 3#在不同偏压下 (1200—1750 V) 测量了⁶⁰Co 的 1.33 MeV γ 射线能谱的分辨率和电子学噪声贡献, 其能量分辨率与所加电场关系不大。在这种情况下计算的法诺因子可认为是正确的, 其计算值 F 在 0.11—0.12 之间, 比以往任何探测器的测量值都小。

文献[1]指出, 法诺因子的实验值随着探测器及电子学系统的分辨率提高而减小, 也就是说探测器及电子学系统的分辨值越小, 所测得的法诺因子也越小。我们所计算的探测

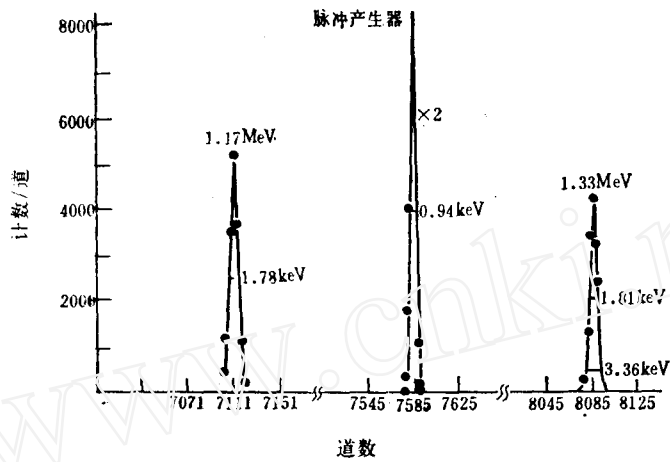


图 3(a) 用探测器 3* 所测得 ^{60}Co γ 射线能谱
工作电压 1750 伏; 时间常数 $4 \mu\text{s}$ 。

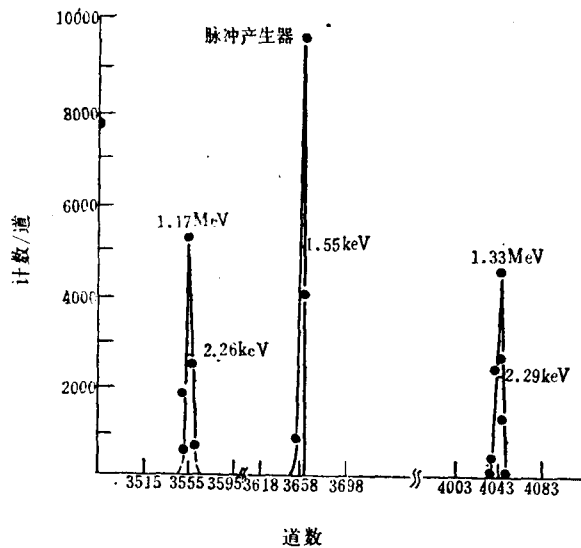


图 3(b) 用探测器 4* 所测得的 ^{60}Co γ 射线能谱
工作电压 2000 V; 时间常数 $4 \mu\text{s}$ 。

器 3* 的材料法诺因子比较小, 也就是说该探测器及电子学系统分辨率是比较小的。

几年来, 我们在研制 P 型高能锗同轴探测器方面取得了一定进展, 但还存在很多问题, 尤其是 P^+ 接触还不能承受高的过电压, 使探测器分辨率和效率的提高受到一定限制, 目前我们正在克服这些缺点, 研制大体积高分辨的同轴型探测器。

参 考 文 献

[1] 吴绍云等, 核电子学与探测技术, 4(2), 22(1984)。

(编辑部收到日期: 1984 年 5 月 4 日)

ADVANCE OF THE HIGH PURITY P-TYPE GERMANIUM COAXIAL DETECTOR

XING JINGSHU WU SHAOYUN SUN FUSHENG
LI HENDE SHEN HAILUN

(Institute of Atomic Energy, P. O. Box 275, Beijing)

ABSTRACT

Two high resolution P-type HPGe coaxial detectors are made with improved technology. Their energy resolutions for ^{60}Co 1.33 MeV γ -ray are 1.81 keV and 2.29 keV respectively.

Key words HPGe, Coaxial detector, High resolution, New technology.

自支撑同位素铬靶的制备方法

罗兴华 许国基

(中国原子能科学研究院, 北京)

关键词 电镀, 真空蒸发, 还原蒸馏, 退火, 自支撑。

一、引言

核物理实验需要各种厚度的自支撑同位素铬靶, 首先我们用电镀法试制成 $0.5\text{--}2\text{ mg/cm}^2$ 的自支撑铬靶, 为了获得更薄的自支撑铬靶, 我们改用真空蒸发法进行试验, 制成了厚度为 $0.2\text{--}0.4\text{ mg/cm}^2$ 的自支撑铬靶。

二、电镀法

1. 电镀液配方和工作条件 我们参照东京大学原子核研究所^[1]电镀同位素铬靶的方法, 通过反复试验, 摸索出用 CrO_3 量更少的电镀液成份、电镀液配方(见表 1)以及电镀工作条件(见表 2)。

2. 电镀过程 超声波清洗电镀槽, 然后装上铜基衬, 倒入配制好的电镀液, 用超级恒温器提供的循环水使电镀液达到 15°C 。在电镀液未达到工作温度之前, 加上 2V 左右的

表 1 电镀液配方

CrO_3 , mg	$1\text{NH}_2\text{SO}_4$, ml	蒸馏水, ml
25	0.5	5.5