



中华人民共和国国家标准

GB/T 13178—2008
代替 GB/T 13178—1991

金硅面垒型探测器

Partially depleted gold silicon surface barrier detectors

2008-07-02 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准参考了 IEC 60333:1993《核仪器 半导体带电粒子探测器 测试程序》。

本标准代替 GB/T 13178—1991《金硅面垒型探测器》(以下简称原标准)。

本标准保留 GB/T 13178—1991 的大部分内容,对其的主要修改如下:

- 增加前言;
- 引用新的规范性文件;
- 产品的外形及结构尺寸仅保留 A 型,删去原标准的 B 型和 C 型;
- 部分耗尽金硅面垒型探测器的分类仅保留最小耗尽层深度为 300 μm 一类,而主要性能增加“允许最大噪声”。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核仪器仪表标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:中核(北京)核仪器厂。

本标准主要起草人:李志勇。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:GB/T 13178—1991。

金硅面垒型探测器

1 范围

本标准规定了部分耗尽金硅面垒型探测器(简称探测器)的产品分类、技术要求、测试方法、检验规则等。

本标准适用于部分耗尽金硅面垒型探测器(不包括位置灵敏探测器)。锂漂移金硅面垒型探测器也可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 5201 带电粒子半导体探测器测试方法(GB/T 5201—1994, neq IEC 60333:1993)

GB/T 10257—2001 核仪器和核辐射探测器质量检验规则

3 术语和定义以及符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

面垒型半导体探测器 surface barrier semiconductor detector

由表面上的反型层产生的结形成势垒的半导体探测器。

3.1.2

耗尽层(灵敏层) depletion layer

半导体探测器中对辐射灵敏的那一层半导体材料,粒子在其中损耗的能量可转换成电信号。

3.1.3

部分耗尽 partial depletion

耗尽层深度小于半导体材料基片的厚度。

3.1.4

灵敏面积 sensitive area

探测器中辐射最易进入耗尽层的那部分表面。

3.1.5

半高宽(FWHM) full width at half maximum

在谱线中,由单峰构成的分布曲线上,峰值一半处两点间横坐标之差。

3.1.6

能量分辨力 energy resolution

探测器分辨入射粒子能量的能力。通常以规定能量射线谱线的半高宽表示。

3.2 符号和代号

下列符号和代号适用于本标准。

3.2.1

α 分辨力

对²⁴¹Am源5.486 MeV的α粒子,使用标准电子学设备,成形时间常数常为0.5 μs时,所测出的整个系统的分辨力(keV)。

3.2.2

β 分辨力

在3.2.1同样条件下,由脉冲产生器信号峰的半高宽(FWHM)模拟β粒子的分辨力(keV)。

3.2.3

E_1 、 E_2

分别代表能量为5.486 MeV及5.443 MeV。

3.2.4

N_1 、 N_2

分别代表能量 E_1 、 E_2 所对应的道址。

3.2.5

ΔN_a

以道址表示的²⁴¹Am源5.486 MeV的α粒子峰的半高宽。

3.2.6

ΔN_p

以道址表示的产生器信号峰的半高宽。

4 产品的结构

4.1 产品的外形及结构尺寸

产品的外形见图1,结构尺寸见表1。



W——半导体探测器的有效直径 mm;

C——探测器的外径 mm;

D——引线电极高度 mm;

H——探测器外壳高度 mm。

图 1 部分耗尽金硅面垒型探测器

表 1 部分耗尽金硅面垒型探测器结构尺寸

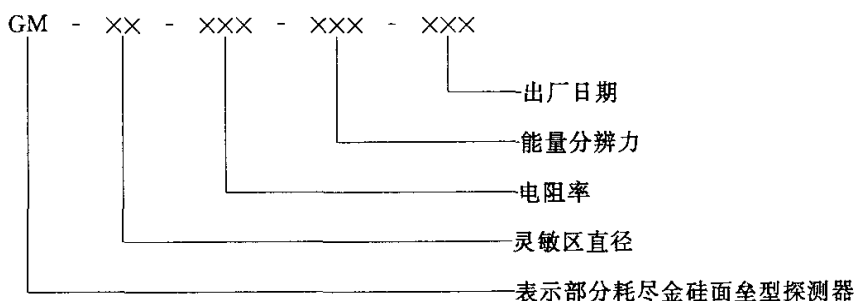
单位为毫米

灵敏直径	标 称 值			
	W	C	H	D
5	5	12	6	16.5
8	8	15		
12	12	19		
20	20	29		
26	26	37	7.5	
30	30	42		
40	40	52		
50	50	66	10	
60	60	76		

注：W 公差为 ± 0.5 mm, C、H、D 公差为 ± 0.3 mm。

4.2 探测器的标记

探测器的标记由型号及技术特性代号两部分组成,其表示方法如下:



注：技术特性代号中的位数可根据实际情况扩展。

4.3 探测器的规格及系列

部分耗尽金硅面垒型探测器系列由圆型和环型部分耗尽金硅面垒型探测器系列组成。探测器按不同的灵敏面积,耗尽层深度及对 α 粒子的分辨而分类,探测器的分类分别列于表2。

表 2 圆形部分耗尽金硅面垒型探测器的分类和主要性能

灵敏直径/mm	保证的最大分辨力			最小耗尽层深度/ μm
	keV			
	α	β	N	300
5	15	7	9	GM-15-005-300
8	17	9	10	GM-15-008-300
12	18	10	11	GM-15-012-300
20	22	15	15	GM-15-020-300
26	25	18	19	GM-15-026-300
30	26	20	21	GM-15-030-300
40	42	30	34	GM-15-040-300
50	55	40	50	GM-15-050-300
60	70	55	65	GM-15-060-300

注：N 为允许最大噪声。

5 技术要求

5.1 外形、尺寸与外观要求

外形、尺寸与外观要求如下：

- a) 探测器的外形、尺寸应符合 4.1。
- b) 探测器的灵敏面应光滑平整,所涂胶环应均匀美观,不应有拉丝,胶环宽度应不影响有效面积。金层要完整、无划痕,灵敏面上应有保护盖。
- c) 探测器软引线应完整,焊点要牢固,无虚焊、脱焊。硬引出电极应清洁光亮并配有固定螺丝。

5.2 主要技术性能

主要技术性能如下：

- a) 圆形部分耗尽金硅面垒型探测器在参考条件下的主要技术性能见表 2。
- b) 探测器的电流-电压特性、电容-电压特性、噪声、死层能量损耗、灵敏层厚度等性能由各生产厂家给出。

5.3 探测器对环境条件的适应性

5.3.1 探测器工作的温度范围

探测器工作的温度范围为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +30\text{ }^{\circ}\text{C}$,在此温度范围内分辨力 α 值不超过参考条件下的 20%。

5.3.2 探测器的真空性能

探测器可在 1.4×10^{-4} Pa 条件下工作,分辨力 α 值不超过参考条件下的 20%。

5.3.3 探测器在非工作状态下的稳定性

探测器在非工作状态下,一般经下列环境条件之后,仍能稳定工作：

- a) 温度:在 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下,分别放置 4 h;
- b) 湿度:在湿度为 $(85 \pm 3)\%$,温度为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下放置 24 h。包膜、灌封的探测器的湿度可提高到 $(95 \pm 3)\%$;
- c) 振动:加速度 10 g,频率 50 Hz,试验时间 20 min;
- d) 冲击:加速度 10 g,频率 50 Hz,试验时间 2 min;
- e) 运输:探测器经包装运输在三级公路的路面上,以 $25\text{ km/h} \sim 40\text{ km/h}$ 的车速行驶,行驶距离 $150\text{ km} \sim 350\text{ km}$,或利用运输颠簸试验台模拟上述条件在实验室内进行。

6 测试方法

6.1 测试环境

若无特殊规定,探测器各项技术性能的测试均在参考条件和标准试验条件(见表 3)下进行。在试验不产生疑义时,测量可在大气环境条件下进行。

表 3 测试探测器性能的参考条件和标准试验条件

影 响 量	参考条件	标准试验条件	正常大气条件
环境温度/ $^{\circ}\text{C}$	20	18~22	15~35
相对湿度/%	65	50~75	45~75
真空度 ^a /Pa	1.33	6.65~0.665	
环境 γ 辐射/ $(\mu\text{Gy/h})$ (空气吸收剂量率)	0.1	<0.25	
外磁场干扰	可忽略	小于引起干扰的最低值	
外界磁感应	可忽略	小于地磁场引起干扰的 2 倍	
放射性污染	可忽略	可忽略	

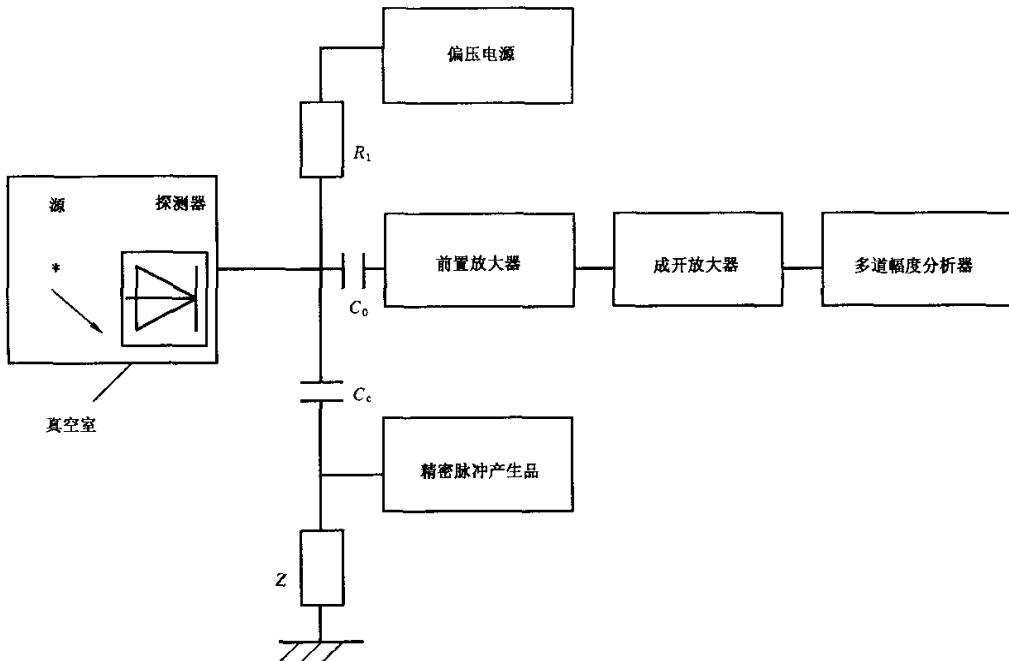
^a 表中真空度的基准值适用于能量分辨力的测量。

6.2 能量分辨力的测量

6.2.1 仪器设备

能量分辨力测量的仪器设备见图2,其说明如下:

- 测量部分耗尽金硅面垒型探测器的能量分辨力规定用 ^{241}Am 源的5.486 MeV的 α 射线。此源要求用电镀法制备,均匀、单色性好。自吸收对测量结果的影响可忽略。源活性面直径在10 mm~20 mm之间,活度为 $1\times 10^3\text{ Bq}\sim 2\times 10^3\text{ Bq}$;
- 放射源与被测探测器置于真空室内,其真空度好于6.65 Pa。源与探测器之间的距离应不小于被测探测器灵敏面直径的1.5倍;
- 供探测器用的偏压电源,输出电压应在0 kV~1 kV范围内连续可调,稳定性要好于0.1%,纹波 $\leq 15\text{ mV}$ (有效值);
- 所用低噪声电荷灵敏前置放大器,零外接电容噪声不大于3 keV(FWHM, Si),噪声斜率不大于10 eV/pF;
- 所用成形放大器应具有准高斯成形器,时间常数为0.5 μs ;
- 精密脉冲产生器,输出应是上升时间小于0.1 μs 的指数衰减信号。衰减时间常数应保证在等于成形放大器微分时间的时间内,脉冲幅度下降小于2%;
- 检验电容 C_c 应小于前置放大器等效输入电容的1%;
- 多道脉冲幅度分析器的道数不少于4 096道。



- R_1 ——负载电阻;
 C_0 ——隔直流电容;
 C_c ——检验电容;
 Z ——匹配阻抗。

图2 测量能量分辨力的仪器设备方框图

6.2.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 将被测探测器装在真空室内的测量架上，²⁴¹Am 放射源置于离探测器距离为探测器灵敏面直径的一倍半处，启动机械泵，使真空室的真空度达到 6.65 Pa 以上；
- b) 按图 2 接好系统，开启仪器。精密脉冲产生器为关闭状态；
- c) 调节探测器偏压，使之达到需用值；
- d) 调节成形放大器的极零补偿，使输出信号波形达到最佳状态；
- e) 调节成形放大器的增益，使能量为 5.486 MeV 的谱峰半高宽(FWHM)大于 6 道；
- f) 累积谱，当 5.486 MeV 的 α 射线的峰值计数大于 4 000 时，停止累积，并记录整个谱的数据；
- g) 记录测量时的室内温度。

6.2.3 α 值的计算

对 α 的能量分辨力 α 按式(1)计算：

$$\alpha = \frac{E_1 - E_2}{N_1 - N_2} \Delta N_\alpha \dots\dots\dots(1)$$

6.2.4 β 值的测量与计算

开启精密脉冲产生器，调节其脉冲幅度使其在多道脉冲幅度分析器上的峰位道址比²⁴¹Am 放射源的信号道址略高，其谱线相重叠。对 β 的能量分辨力 α 按式(2)计算：

$$\beta = \frac{E_1 - E_2}{N_1 - N_2} \Delta N_\beta \dots\dots\dots(2)$$

6.2.5 N 噪声值的测量

用²⁰⁷Bi 电子源，调节成形放大器的增益，用²⁰⁷Bi 源的 481 keV 和 976 keV 两个风标顶多道分析器，即刻度好每道能量。然后取下²⁰⁷Bi 放射源，直接用脉冲产生器，将脉冲幅度调节至 481 keV 所处的道址，测量、标定出以 keV 为单位的噪声值。

6.3 其他技术性能的测量

5.2 b)中的各项性能的测定可按 GB/T 5201 是中有关规定进行。

6.4 高温试验

将探测器置于烘箱中，升温到 50 °C ± 2 °C，升温速率 10 °C/h，恒温 4 h，然后自然降至室温后取出，在室内放置 4 h 后，检查其外观并测量能量分辨力。

6.5 低温试验

将探测器置于低温箱内，探测器周围要保持干燥，防止结霜。温度降至 -30 °C ± 3 °C，降温速率 10 °C/h，恒温 4 h，然后自然升温到室温后取出。在室内放置 4 h 后，检查其外观并测量能量分辨力。

6.6 高真空试验

将探测器按 6.2 测量其低真空(6.65 Pa)下的能量分辨力，然后将真空室的真空度提高到 6.65 × 10⁻³ Pa 以上，保持 1 h 后再测其能量分辨力。

6.7 潮湿试验

将探测器放在湿度(85±2%) [包膜、灌封探测器的湿度为(95±3)%]、温度为 30 °C 的湿度箱内，24 h 后把探测器取出，在室内放置 4 h 后检查其外观并测量分辨力。

6.8 振动、冲击试验

将探测器用夹具固定在试验台上，按 5.3.3c)和 5.3.3d)的要求进行振动、冲击试验。试验完毕后检查其外观并测其能量分辨力。

6.9 包装运输试验

将包装好的探测器置于运输汽车的中、后部，在三级公路的路面上按 5.3.3e)要求进行。

7 检验规则

除本标准规定的具体要求外,金硅面垒探测器的检验均按 GB/T 10257 的有关规定执行。

7.1 检验的分类及检验项目的分组

检验的分类及检验项目的分组见表 4。

7.2 鉴定检验

鉴定检验的范围、实施与总的要求见 GB/T 10257—2001 中 6.3.1 的规定。

鉴定检验的项目、顺序及其他要求见表 4。

7.3 交收检验

交收检验的范围、实施与总的要求见 GB/T 10257—2001 中 6.3.2 的规定。

交收检验的项目、顺序及其他要求见表 4。

7.4 质量一致性检验

质量一致性检验的实施与要求见 GB/T 10257—2001 中 6.3.3 的规定。

质量一致性检验的项目、顺序及其他要求见表 4。

表 4 探测器检验项目的分组和要求

组别	试验顺序	检验试验项目	鉴定检验	质量一致性检验	交收检验	抽样方案类型及严格性	检查水平	AQL	检查周期
A	1	外型、尺寸、外观	●	●	●	(全检剔除不合格品)			—
	2	电流-电压特性				二次正常	一般水平 II	2.5	
	3	能量分辨力							
	4	噪声							
B	5	电容-电压特性	●	○	○	二次正常	一般水平 II	6.5	—
	6	死层能量损耗							
	7	灵敏层厚度							
C ₁	8	高温试验	●	●	○	二次正常	S-2	4.0	一般为一年
	9	低温试验							
C ₂	10	高真空试验	●	●	○	二次正常	S-2	10	
	11	潮湿试验							
D	12	振动、冲击试验	●	●	○	—	—	—	
	13	包装运输试验							
E	14	辐射损伤试验	●	○	○	—	—	—	

注: ●为必做项目,○为选做项目。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 探测器上的标志

在探测器的侧面应打印 GM1 及编号。

8.1.2 性能卡

探测器应有性能卡,在性能卡上标有:

- a) 探测器的名称、标记、编号;

- b) 性能测试的日期;
- c) 探测器的主要参数和性能:如探测器的灵敏面积、耗层深度、电流-电压特性、能量分辨力及性能测试时的条件(放射源的种类、名称和能量、时间常数、真空度、温度、工作偏压等)。

8.1.3 合格证

探测器应有合格证,在其合格证上有:探测器的标记、编号、制造厂家、检验日期及检验部门印章。

8.2 包装

8.2.1 探测器包装的基本要求

- a) 每个探测器均应有保护罩,防止碰伤金面;
- b) 探测器的包装要防潮、防震。

8.2.2 探测器包装时随带的文件及附件

- a) 性能卡、合格证;
- b) 如需要还可附有说明书。

8.3 运输

- a) 探测器外运出厂时(自提者可酌情处理)应有防潮、防震外包装,包装箱外表面应有“防潮”、“轻放”等标志;
- b) 运输中应避免“曝晒”、“雨淋”,搬运时要轻放、严防摔碰。

8.4 贮存

贮存探测器应存放于相对湿度不大于 75% 的常温库房内,高温不宜超过 35 ℃,低温不能低于 -30 ℃。周围空气中应无酸、无碱、无有机溶剂的气体。最好置于充满空气的密闭容器中,贮存时间不宜超过一年。
