

3 mm 肖特基势垒二极管雪崩噪声源

曹逸庭

(中国科学院紫金山天文台, 江苏, 南京, 210008)

摘要——介绍了 3 mm 波段肖特基势垒二极管雪崩噪声源, 其宽带超噪声比为 10.5 dB, 它与反向电流呈线性关系。

关键词——肖特基势垒二极管, 雪崩击穿, 超噪比。

1. 工作原理

肖特基势垒二极管应用在反向击穿状态时, 载流子产生雪崩导电, 与 P-N 结雪崩二极管类似, 可产生一个稳定和宽带的噪声输出, 并可作为噪声源应用, 根据文献[1~3], 其稳定的噪声输出取决于势垒结的制作及材料特性; 如果击穿是一致均匀的, 在直流特性曲线上就表现为陡直的反向击穿曲线, 即所谓硬击穿; 它与输出的稳定性有直接关系, 根据这一特点可以把它作为能否产生稳定噪声输出的选管标准。噪声的输出强度随外延层材料浓度和反向击穿电流的增大而增强^[3], 雪崩噪声的频率限制为^[4]

$$f_{\alpha} \cong \sqrt{\frac{7.6I}{V_B \cdot A}} \text{ (GHz);} \quad (1)$$

式(1)中, V_B 为雪崩击穿电压(V); A 为二极管面积(cm^2); I 为反向电流(A)。

SDO12 型 GaAs 肖特基势垒混频二极管, 在正向应用时作 3 mm 宽带混频, 将其反向偏置于雪崩击穿, 可产生较强的噪声输出, 并可作为固态噪声源应用。

2. 测试校正

将二极管置于 3 mm 宽带混频器腔体内^[5]。反向偏置于雪崩击穿区, 由恒流源控制雪崩击穿电流的大小, 这时将有一个稳定的噪声输出; 其测试校正装置如图 1 所示。

波导开关分别接被测噪声源及通过波纹喇叭对准的微波吸收材料, 微波吸收材料分别处在室温和液氮温度下, 经辐射计^[6]测得三个不同强度的信号, 由记录仪记录曲线如图 2 所示。喇叭分别对准室温下的微波吸收材料(T_H)和液氮温度下的吸收材料(T_L), 辐射计两次输出之差作为标尺, 可以计算出被测噪声源强度超噪比(ENR)的数值。

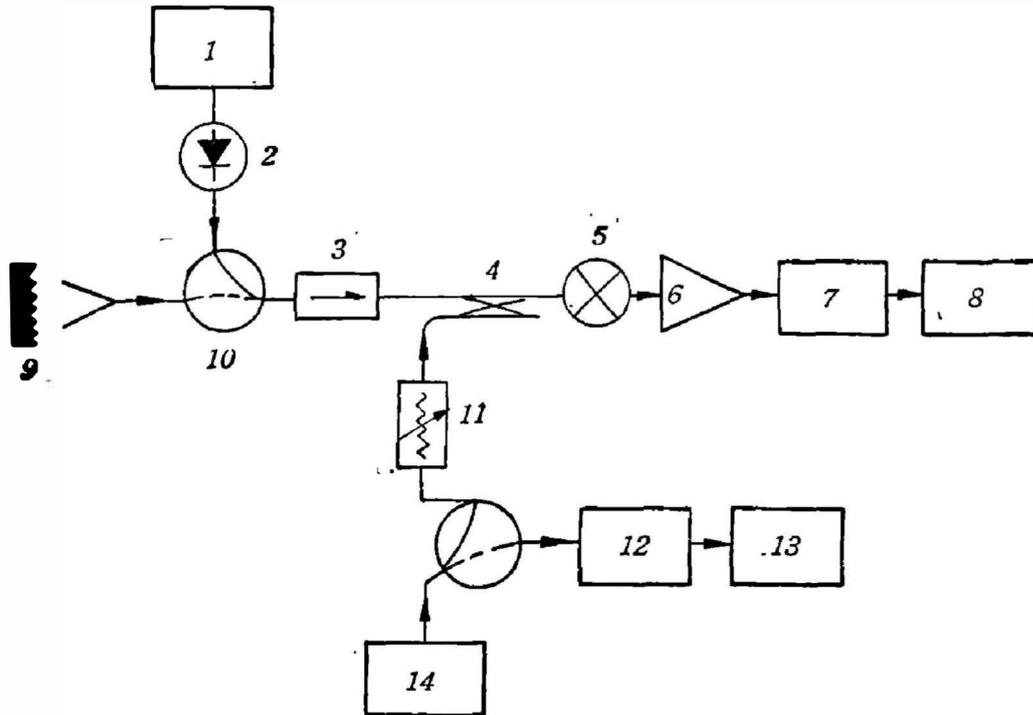


图 1 噪声测试系统

1—反向偏置源； 2—GaAs 肖特基二极管； 3—隔离器； 4—定向耦合器； 5—测试混频器；
6—前置中放； 7—辐射计； 8—记录仪； 9—微波吸收材料； 10—波导开关； 11—衰减器；
12—波长计； 13—功率计，14.3 mm 固态可调振荡器。

Fig. 1 Excess noise measuring system.

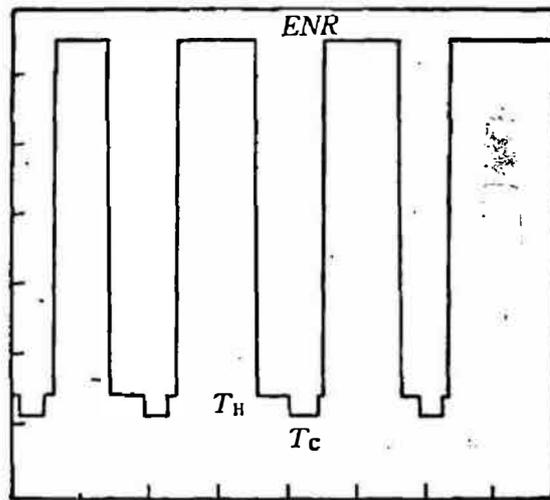


图 2 噪声测试结果

(测试频率 94.5 GHz, 反向电流 0.5 mA)

Fig. 2 Measured results of excess noise.

($f_{LO}=94.5 \text{ GHz}$, $I=0.5 \text{ mA}$)

噪声强度随频率及反向电流的变化曲线如图 3 所示。由图 3 可见，当腔体短路活塞固定时，在 86~96 GHz 带宽范围内，噪声输出较平坦，约为 10.5 dB；如果短路活塞可调，应用带宽可扩展至 100 GHz 以上。另外，噪声强度与反向击穿电流呈线性关系。

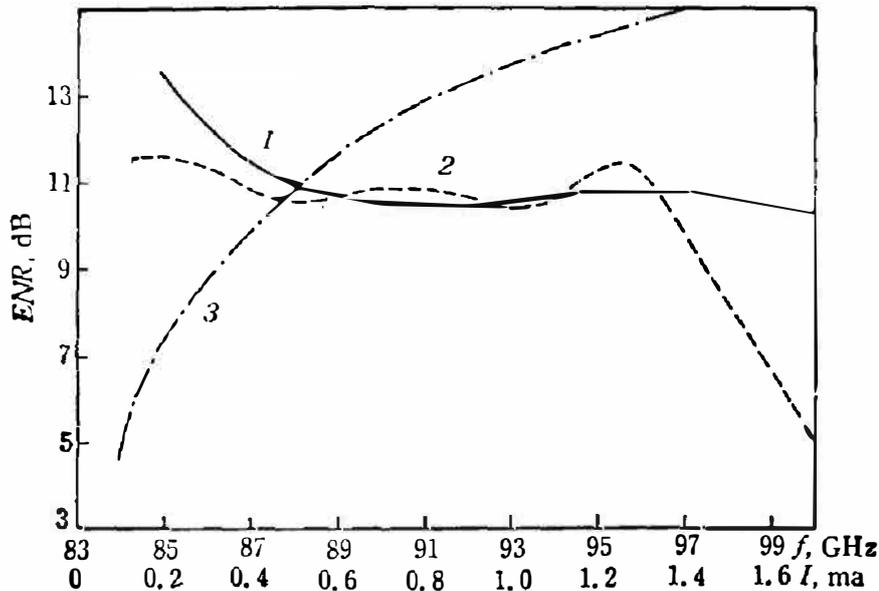


图3 噪声随频率及反向击穿电流变化曲线

1—短路活塞可调,工作电流 0.5 mA; 2—短路活塞固定,工作电流 0.5 mA;
3—电流变化测试频率 94.5 GHz

Fig. 3 Excess noise versus frequency and avalanche breakdown current.

二极管特性及噪声测试结果见表 1. 表 1 中 V_B 为反向击穿电压; ϕ 为结直径; N_{EPI} 为外延材料浓度; f_a 为截止频率; ENR 为噪声比测试结果.

表 1 二极管特性及噪声测试结果

Table 1 Diode characteristics and measured results of excess noise.

V_B (V)			ϕ (μm)	N_{EPI} (cm^{-3})	f_a (GHz)	ENR (dB)	at $f_{LO}=94.5$ (GHz)	
0.1 ma	0.5 ma	1 ma					0.5 ma	1 ma
7.4	7.5	7.6	2.5	3×10^{16}	224	10.5	13.5	

3. 结果和讨论

只有硬击穿明显的二极管才具有稳定的噪声输出,这与材料的特性和制作工艺有密切关系,噪声输出的频宽特性取决于电路的设计,噪声强度与反向电流基本上呈线性关系,我们采用国产 GaAs 肖特基势垒混频二极管,选择硬击穿明显的管子,也得到了类似的结果,对小面积肖特基势垒二极管处在雪崩击穿状态时的稳定性和可靠性有待进一步研究.

参 考 文 献

- [1] Keen N. J. *IEEE Trans MTT*, **24**(1976), 153~155.
- [2] 顾世惠, 固体电子研究及进展, **5**(1985), 2:97.
- [3] Keen N. J., *IEEE Trans MTT*, **26** (1978), 10:848.
- [4] Haitz R. H. and Votme F. W., *J. Apply Phys*, **39** (1968), 3370.
- [5] 曹逸庭, 紫金山天文台台刊, **7**(1988), 3: 269~278.
- [6] 曹逸庭, 计量学报, **10**(1989), 3: 221~225.

AVALANCHE NOISE SOURCE OF SCHOTTKY BARRIER DIODE IN THE 3 mm BAND

QAO YITING

(Purple Mountain Observatory, Academia Sinica, 210008, Nanjing, Jiangsu, China)

ABSTRACT

This paper describes an avalanche noise source from Schottky barrier diode in the 3 mm band. The stable noise output 10.5 dB (ENR) is measured. A linear relation exists between ENR and the reverse current.