

准平面型 InSb 光伏列阵红外探测器

俞振中 王留福 陈新强 沈寿珍 葛友放 胡文军

(中国科学院上海技术物理研究所)

摘要——在台式光敏面基础上, 采用 SiO₂ 介质掩蔽, 金属膜延伸电极和衬底区超声引焊电极引线, 研制成 InSb 光伏型列阵的准平面型器件。由本工艺制备的器件具有无串音、结阻抗高、反向耐压高、稳定性好等良好性能。

1. 准平面型器件工艺

我们研究了一条准平面型的 InSb 多元列阵器件工艺线(见图 1)。该工艺线是在台式光敏面元基础上, 采用介质掩蔽, 金属膜延伸电极, 衬底区超声压焊电极引线的平面化工艺。它使 InSb 光伏型红外列阵器件的密度与性能有了明显改进与提高。用该工艺研制光伏型 10 元、20 元、64 元多元

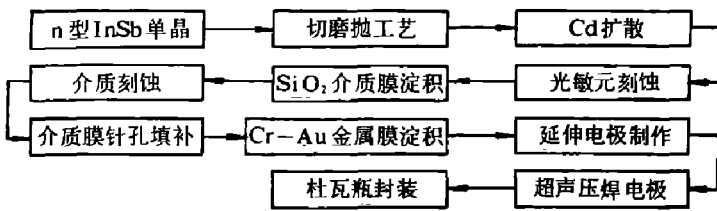
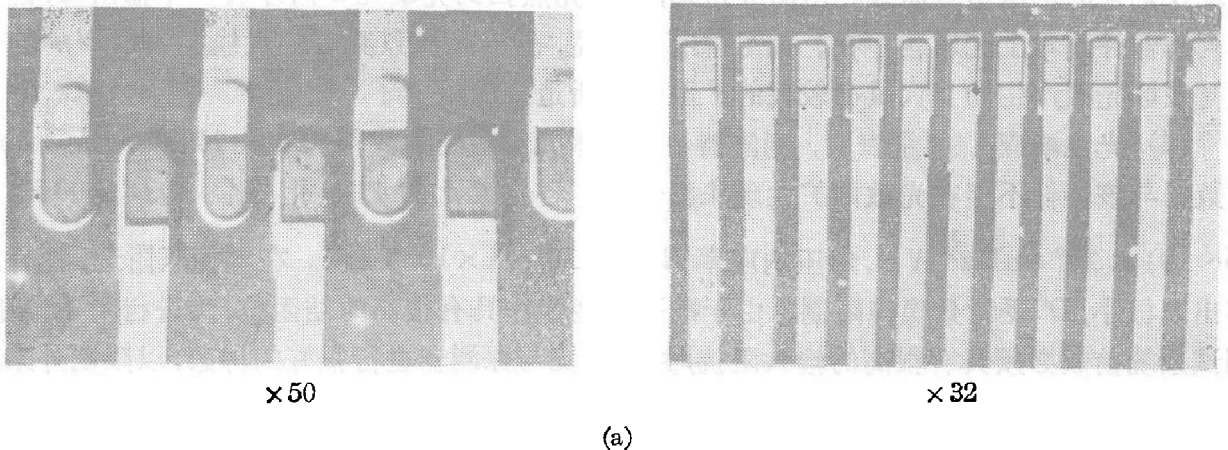


图 1 准平面型器件工艺流程

列阵器件, 都获得了满意的结果。器件的基本结构如图 2 所示。

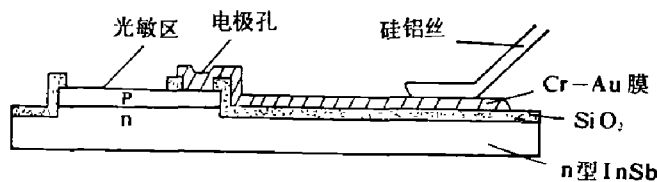
列阵器件, 都获得了满意的结果。器件的基本结构如图 2 所示。



x50

x32

(a)



(b)

图 2 准平面型 InSb 多元列阵红外探测器

(a) 正视图 (b) 剖面图

2. 准平面型 InSb 列阵器件性能

实验表明,准平面型 InSb 光伏器件的性能与裸露器件相比,有了较大幅度的提高。

(1) 电学特性。在 π 视场角 300 K 的背景辐照下,列阵器件单个光敏元的零偏压结阻抗 R_0A 值可达 $4 \times 10^3 \Omega\text{-cm}^2$ 。由分析伏安曲线的正向特性可知, $\beta \sim 2$ (见表 1), 这表明势垒区的产生-复合电流是准平面型 p - n 结的主要漏电机理。

表 1 几个光敏元的 I_s 与 β 值

光敏元序号	I_s (A)	β	$R = \frac{\beta RT}{I_s q}$ (Ω)
1	2.3×10^{-9}	1.96	5.3×10^6
2	6.8×10^{-10}	1.83	1.7×10^7
3	1.2×10^{-9}	1.93	1.0×10^7
4	2.3×10^{-9}	1.96	5.3×10^6

(2) 反向耐压。采用直流方法测量了 p - n 结的反向耐压,所测数据表明,准平面型 InSb

光伏器件的反向耐压通常可达 9 V。在实验中观察到了软硬两种击穿方式,但对于高反向耐压的光敏元,主要表现为软击穿。

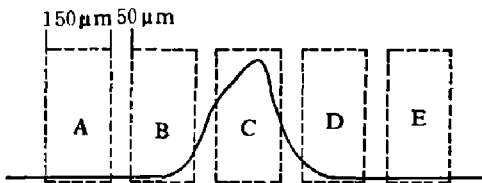


图 3 小光点法测量串音时的信号曲线

(3) 串音。采用小光点、短路电流、开路电压、以及电信号注入等方法,对准平面型列阵器件相邻光敏元之间的串音情况进行了细致测量,未发现串音存在。

图 3 是当信号输出接在光敏元 C 上时,近红外光点从光敏元 A 扫到 E 情况下, X-Y 记录仪记录的电压信号曲线。由图 3 可知,仅当光点扫到光敏元 C 时才有一个输出峰,说明该列阵器件基本上无串音存在。信号峰有些展宽,是由于光点具有较大线度 ($\sim 100 \mu\text{m}$) 以及衬底区光照产生的空穴具有较大的扩散长度所造成的。

(4) 光电响应。测量表明,列阵器件各光敏元的短路电流值为 $I_0 = 15 \sim 20 \mu\text{A}/\text{mm}^2$, 这数据与该器件不存在光敏面扩大现象相一致。各光敏元的归一化探测率 $D^*(500 \text{ K}) = (5 \sim 10) \times 10^9 \text{ cmHz}^{\frac{1}{2}} \text{ W}^{-1}$, 电压响应率 $R = 3 \times 10^4 \sim 1 \times 10^5 \text{ V/W}$ 。在零偏压附近,器件噪声出现极小, D^* 受背景噪声限制。由于准平面型器件具有很高的结阻抗,为进行精确测量,测试系统前放必须具有很高的输入阻抗,并对系统与探测器进行很好的屏蔽,以限制外来的噪声干扰。

(5) 稳定性。由于器件表面进行了良好掩蔽,器件具有极好的稳定性与抗沾污能力。实验表明,准平面型器件即使暴露在大气中几个月,器件结阻抗、反向耐压、串音以及光电响应等性能参数均未受到明显影响。

3. 讨论

我们认为,裸露 p - n 结器件的结阻抗低 (通常 $R_0A < 100 \Omega\text{-cm}$), 反向耐压小 (小于 1 V), 串音现象 (或光敏面扩大现象) 严重,其原因除工艺陈旧外,主要是由于在器件 n 型衬底区表面存在一层 p 型反型层。并且这反型层与 InSb 表面的自然氧化层密切相关,它们与 p 区扩散光敏层连成一片,引起光敏面扩大与串音。此外,反型区形成的不完美 p - n 结使

结阻抗与反向耐压大幅度下降。实验证明, 裸露的液相外延 n^+p 结 InSb 光伏器件不存在光敏面扩大现象, 且具有较高的结阻抗, 可能正是由于 p 型衬底不易反型之故。准平面器件所以具有高的性能, 我们认为, 除了在器件研制过程中尽力消除表面损伤外, 主要原因是由于设法减小了器件表面的氧化程度。此外, SiO_2 介质少量的正界面电荷对消除衬底区的表面反型也起了良好作用。

INSB PHOTOVOLTAIC INFRARED DETECTOR ARRAY WITH QUASI-PLANE STRUCTURE

YU ZHENZHONG, WANG LIUFU, CHEN XINQIANG, SHEN, SHOUZHEN,
GE YOUFANG, HU WENJUN

(Shanghai Institute of Technical physics, Academia Sinica)

ABSTRACT

A quasi-plane technology is developed, which is on the basis of mesa photosensitive unit with SiO_2 medium as mask, using metal film as expanding electrode and supersonic technique for welding electrode wire on the substrate. The detectors made with this technology have good electrical and photo-electrical performances, such as high junction impedance, high reverse breakdown voltage, good stability of performances and no crosstalk. The mechanism of high performances is briefly discussed.