

氨气敏 Pd-Ir 合金栅 MOS 晶体管

张维新 赵玲娟

(天津大学电子工程系)

1988年7月4日收到

本文介绍一种新型氨气敏 MOS 场效应晶体管。采用 Pd-Ir 合金作为场效应晶体管的金属栅极。器件对氨气有足够的灵敏度和较好的选择性。文章分析了器件对氨气的敏感机理。

主题词: 氨气敏, MOS 晶体管, Pd-Ir 合金栅, 选择性, 灵敏度

一、引 言

氨气的检测在食品工业、生物医疗, 化学工业, 环境保护等领域有着非常重要的意义。半导体传感器由于体积小, 灵敏度高, 响应快, 成本低等特点, 因而受到广泛的重视。近十年来, 用平面工艺制作的 MOS 结构的气敏传感器有了很大的发展。1975 年 Lundström 首先报道了用 Pd 栅 MOS 场效应晶体管作为氨气敏感器件, 并研究了它的敏感机理和特性^[1-4]。1983 年 Winquist 利用缀饰 Ir 环的 Pd 栅 MOS 场效应晶体管制成氨气敏感传感器^[5]。1987 年 Ross 等人报道了利用 Pt 栅 MOS 场效应晶体管作氨气敏感器件的研究^[6]。

本文介绍了一种新型的 Pd-Ir 合金栅 MOS 场效应晶体管的结构和制备, 研究了它对氨气的敏感特性和机理。

二、器件的结构和制备

氨气敏 Pd-Ir 合金栅场效应晶体管的结构如图 1 所示。衬底是电阻率约为 $1.2\Omega\text{cm}$,

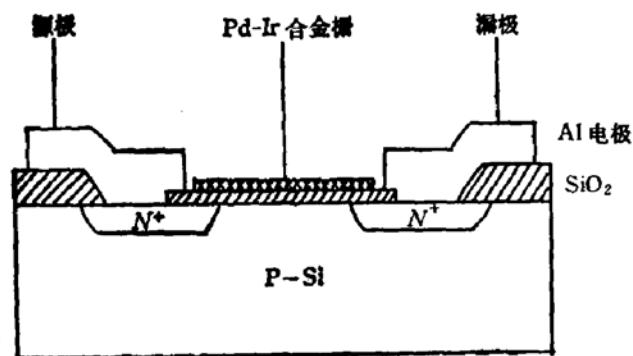


图1 Pd-Ir 合金栅 MOS 场效应晶体管结构示意图

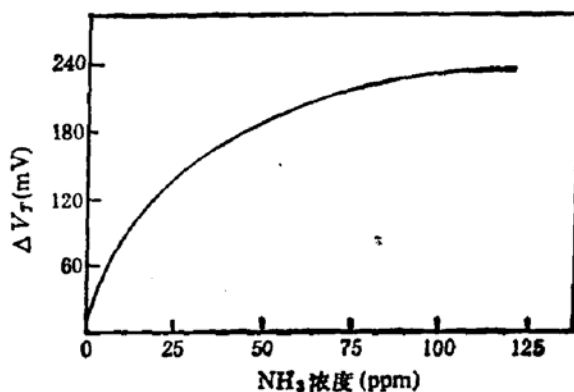


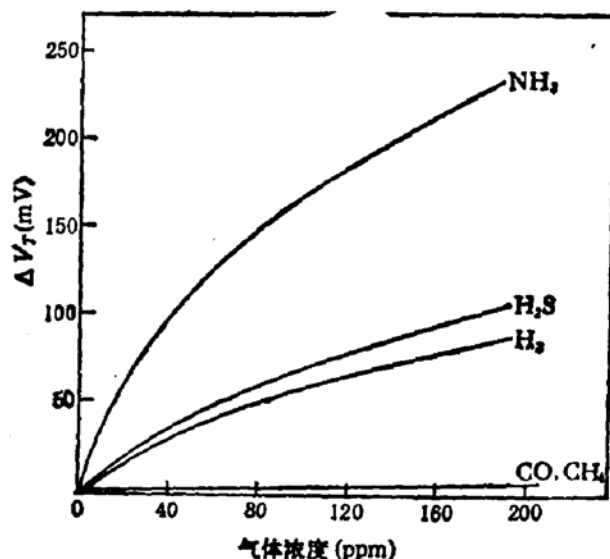
图2 氨气浓度与阈电压变化的关系

<100>晶向的P型单晶硅片。用常规平面工艺制做 N^+ 源极和漏极, 二氧化硅绝缘栅和金属铝电极。其特殊工艺是 Pd-Ir 合金栅的制备, 它是利用溅射工艺和 Lift-off 光刻技术^[7]制成的, 合金栅的厚度大约为 50nm。

三、结果和讨论

Pd-Ir 合金栅 MOS 晶体管对氨气有较高的灵敏度响应, 其敏感信号电平——晶体管阈电压的变化 ΔV_T 与氨气浓度的关系, 如图 2 所示。

对于气敏器件来说, 对不同气体的选择性是非常重要的; 它一方面标志着器件对不同气体的识别能力, 另一方面器件对多种气体敏感时, 往往造成其它气体对待测气体测量的干扰。对于 Pd-Ir 合金栅氨气敏器件由于 Pd-Ir 合金对氢原子的“透气”性, 这样就导致了器件对某些含有氢原子的气体, 如 H_2S , H_2 也有一定的敏感作用, 只是它对氨气的响应值比对同样浓度的氢气, 硫化氢气体的响应值要大许多。对于不含氢原子的气体, 如 CO, 或虽然含有氢原子但不能被钯或铱催化分解的气体如甲烷 (CH_4) 等, Pd-Ir 合金栅 MOS 场效应晶体管基本没有响应。器件对不同气体的选择性如图 3 所示。实验结果证实, Pd-Ir 合金栅 MOS 场效应晶体管对氨气的探测有较好的选择性。表 1 列出了该器件在相同浓度 (50ppm) 的氨气和氢气中阈电压的变化 ΔV_T 。表中同时给出了其它研究者的结果。



从表 1 中可以看到, Pd-Ir 合金栅 图 3 Pd-Ir 合金栅 MOS 晶体管对不同气体的响应曲线

表 1 灵敏度和选择性的比较

气 体	阈值电压变化量 ΔV_T (mV)		
	Pd-Ir 合金栅	Ir 镀饰 Pd 栅 ^[13]	Pt 栅 ^[14]
NH_3 (50ppm)	175	200	300
H_2 (50ppm)	35	70	370

MOS 场效应晶体管对氨气的灵敏度虽然低于文献所报道的另两种器件, 但是它的选择性优于另两种器件。而在实际应用中, 对于 MOS 结构的气敏器件, 其选择性是很重要的。

Pd-Ir 合金栅 MOS 场效应晶体管对氨气的敏感机理。与 Pd 栅 MOS 晶体管对氢气的敏感机理是类似的。氨气在 Pd-Ir 合金栅极的表面催化分解产生氢原子, 其中

一部分氢原子扩散穿过 Pd-Ir 合金层,到达合金与二氧化硅界面。氢原子在界面产生偶极层,改变了半导体和金属的功函数,从而使 MOS 晶体管的阈电压 ΔV_T 发生变化。Ir 对氨气的催化分解作用比对氢气的分解作用大,而且 Ir 对氢气的催化分解作用比 Pd 小。所以,由于加入 Ir,使 Pd-Ir 合金抑制了 Pd 对氢的催化分解作用,加强了对氨气的催化分析,提高了器件对氨气的灵敏度和选择性。

参 考 文 献

- [1] I. Lundstrom, S. Shivaraman, C. Svensson and L. Lundkvist, *Appl. Phys. Lett.*, 26, 55(1975).
- [2] I. Lundstrom, S. Shivaraman and C. Svensson, *J. Appl. Phys.*, 45, 3876(1975).
- [3] I. Lundstrom, S. Shivaraman, C. Svensson, *Surf. Sci.*, 64, 497(1977).
- [4] I. Lundstrom, M. Armgarth and F. Wnquist, *Sensors and Actuators*, 10, 398(1986).
- [5] F. Wnquist, A. Spetz and M. Armgarth, *Appl. Phys. Lett.*, 43, 839, (1983).
- [6] J. F. Ross, I. Robin and B. C. Webb, *Sensors and Actuators*, 11, 73(1987).
- [7] H. Moritz, *IEEE Trans. Electron Devices*, ED-32, 673(1985).

A Pd-Ir Alloy Gate MOS Transistor Sensitive to Ammonia

Zhang Weixin and Zhao Lingjuan

(Department of Electronic Engineering, Tianjin University)

Abstract

A new MOS field effect transistor sensitive to ammonia has been reported. The gate of MOS transistor consists of Pd-Ir alloy film. The sensitivity and selectivity of the devices are perfect. The mechanism of sensitivity to ammonia has been explained.

KEY WORDS: Sensitive to ammonia, MOS transistor, Pd-Ir alloy gate, Selectivity, Sensitivity