

820离子源在600kV离子注入机上的应用

关安民 孙义林 耿海阳 李 钧 蒋新元

(中国科学院上海冶金研究所)

文章报道了820离子源在600kV离子注入机上的应用。已经从820离子源引出了20个以上的离子品种应用于半导体、金属和绝缘体的材料改性研究。还讨论了离子束流污染问题。

关键词: 离子源 高能离子注入机 离子品种

820离子源是热阴极气体放电, 端引出的尼尔逊型离子源。它放电稳定, 束流品质好, 能用气、液、固各种形态物料放电, 产生多种离子品种, 是一种多功能的重离子源^[1]。820离子源采用差别抽气的束流引出系统, 以防止对 Al_2O_3 -Ti电极等梯度加速管的污染。将820离子源应用于先加速后分析的600kV离子注入机上, 在高稳定度的高压电源和R1200分析磁铁的配备下, 使600kV离子注入机成为全离子、高能量、高稳定度、高分辨率的研究用离子注入机^[2]

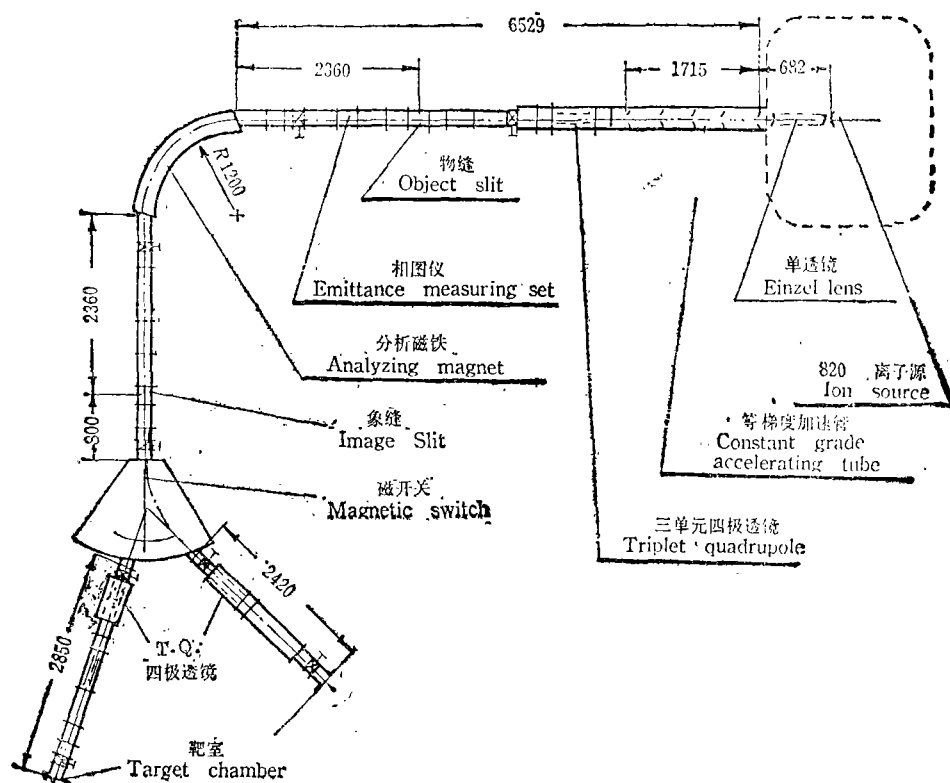


图1 600kV离子注入机总体布置

Fig.1 Diagram of the 600kV ion implanter

(图1)。600kV离子注入机的单电荷离子的最高能量为630keV;在200—600keV能量下,已在靶上获得了包括 $^{208}\text{Pb}^+$ 、 $^{209}\text{Bi}^+$ 在内的二十余种离子束流;质量分辨率 $M/\Delta M=208$,铅离子的四个同位素完全分开; $^{208}\text{Pb}^+$ 靶流近 $10\mu\text{A}$ (图2);在630keV能量下,靶上 $100\mu\text{A}$ 的 $^{31}\text{P}^+$ 束流在70min内不稳定性不大于 $\pm 5\%$;Ar $^+$ 束流的运输效率优于80%。600kV离子注入机的高性能除满足硅、砷化镓等半导体,金属和其他材料的表面改性外,还可以进行重元素的同位素注入和能量稳定度要求较高的物理研究和核测量工作。

两年多来,820离子源在600kV离子注入机上用气、固态物料放电引出了二十余种离子束流,应用于硅和砷化镓等半导体、金属、绝缘材料的离子注入和离子束混合表面改性工作(表1),其中除单电荷原子离子和分子离子 H_2^+ 、 P_1^+ 、 S_2^+ 、 BF_2^+ 外,还进行了双电荷 P^{++} 离子的CMOS深阱区注入研究工作。

在离子注入中,由于离子质量数或荷质比接近而引起质谱混峰是造成注入离子束污染的主要原因。如在 Si^+ 束的注入中,往往由于 N_2^+ 、 CO^+ 引起 $^{28}\text{Si}^+$ 离子束的污染^[3]。此外,还因使用的放电物料如 SiH_4 电离不完全,产生的 SiH^+ 、 SiH_2^+ 使 Si^+ 离子的同位素丰度不成比例,无论选用 $^{28}\text{Si}^+$ 或 $^{29}\text{Si}^+$ 注入都难免遭受污染,不能达到注入掺杂的良好效果。适当地选用放电物料(如 SiF_4),改变放电室材料,加强离子源密封和出束前的脱气等措施,同时严格监测同位素丰度及杂质峰强度是减少离子束污染的有效途径(图3)。同样,在 P^{++} 离子注入中,由于低能离子的污染,容易造成掺杂浓度剖面分布的反常^[2]。适当地改变放电物料和调整放电参数,也能得到满意的结果。

820离子源配备了差别抽气的引出系统,大大减轻了固体蒸气对初聚透镜和加速管的污染。在二年多的试运行中,离子源长期使用固体物料蒸气放电,加速管和初聚单透镜的电性能都未发现有明显的变化。

随着600keV离子注入机的不断完善和开展应用,820离子源将发挥它更大的作用。

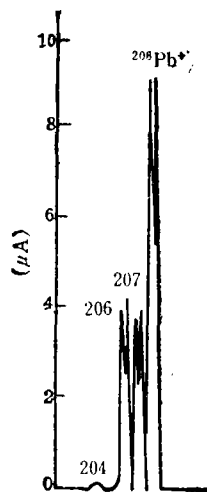


图2 600kV离子注入机铅的质谱
Fig.2 Mass spectrum of lead from the 600kV ion implanter

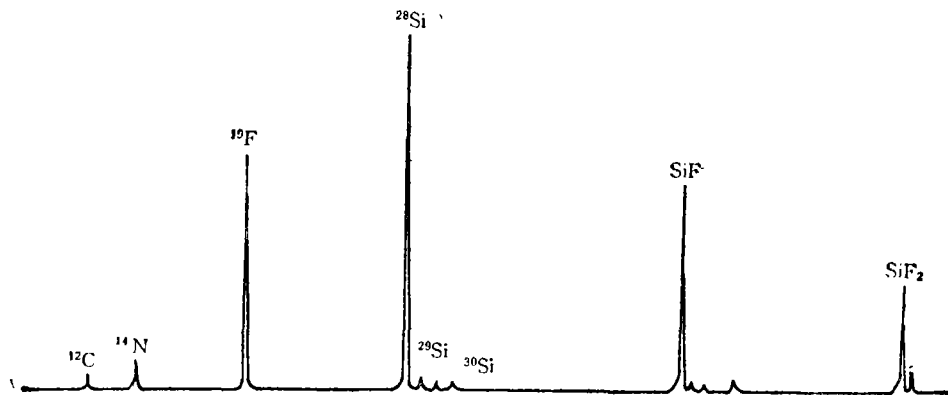


图3 SiF_4 放电在500keV能量的束流质谱
Fig.3 Mass spectrum of beam obtained by discharge SiF_4

表1 820离子源提供的离子品种及其应用

Table 1 Ion species provided by 820 ion source and its applications

No	离子品种 Ion species	放电物料 Discharge material	离子能量(keV) Ion energy	最大靶流 (μA) Max. target current	注入材料 Implanted material
1	H^+	$\text{H}_2(\text{g})$	200—600	10	Si, GaAs, InP
2	H_2^+	$\text{H}_2(\text{g})$	200—600	50	Si, GaAs, InP
3	$^{11}\text{B}^+$	$\text{BF}_3(\text{g})$	200—600	10	Si
4	BF_2^+	$\text{BF}_3(\text{g})$	200—600	100	Si
5	$^{19}\text{F}^+$	$\text{BF}_3(\text{g})$	200—600	10	Si
6	$^{12}\text{C}^+$	$\text{CO}_2(\text{g})$	200—500	10	Cu合金栅网 Cu-alloy grid
7	$^{14}\text{N}^+$	$\text{N}_2(\text{g})$	200—500	50	不锈钢, LiNbO_3 , GaAsP St.St.
8	N_2^+	$\text{N}_2(\text{g})$	200—500	100	不锈钢 LiNbO_3 , GaAsP St. St.
9	$^{16}\text{O}^+$	$\text{CO}_2(\text{g})$	350	20	GaAs
10	$^{24}\text{Mg}^+$	Mg(Met.)	200—600	100	GaAs, InP
11	$^{28}\text{Si}^+$	$\text{SiF}_4(\text{g})$	200—600	30	GaAs
12	P^{++}	$\text{PF}_3(\text{g})$, 赤磷 red p(s)	800—1200	3—6	Si(CMOS 阱) (CMOS Wells)
13	$^{31}\text{P}^+$	赤磷 red p(s)	200—600	100	Si, TePb, Si-Mo
14	P_2^+	赤磷 red P	200—600	100	Si, TePb, Si-Mo
15	$^{32}\text{S}^+$	$\text{CdS}(\text{s})$	200—600	30	GaAs
16	S_2^+	$\text{CdS}(\text{s})$	200—600	40	GaAs
17	$^{40}\text{Ar}^+$	$\text{Ar}(\text{g})$	200—630	200	Si, 石英Cr, quartz-Cr
18	$^{69}\text{Ga}^+$	$\text{GaAs}(\text{s})$	200—600	30	GaAs
19	$^{75}\text{As}^+$	$\text{GaAs}(\text{s})$	200—600	30	GaAs, Si
20	As_2^+	$\text{GaAs}(\text{s})$	200—600	30	GaAs, Si
21	$^{81}\text{Kr}^+$	$\text{Kr}(\text{g})$	200—600	50	Al-Cr
22	$^{133}\text{Cs}^+$	$\text{CdS}(\text{s})$	200—600	50	TeHg
23	$^{132}\text{Xe}^+$	$\text{Xe}(\text{g})$	450	10	iS-MO, LiNbO_3
24	$^{208}\text{Pb}^+$	Pb(Met.)	400—600	10	
25	$^{209}\text{Bi}^+$	Bi(Met.)	400—600	5	InSb

参 考 文 献

- [1] 关安民等, 核技术, (1985), 3:30.
- [2] X. Y. Jiang et al., Nucl. Instr. Meth., B21 (1987), 310.
- [3] S. Mattson, Nucl. Instr. Meth., B10/11 (1985), 510.
- [4] P. Spinelli et al., Nucl. Instr. Meth., B6(1985), 283.

Application of the 820 ion source on the 600 kV ion implanter

Guan Anmin Sun Yilin Geng Haiyang Li Jun Jiang Xinyuan

(Shanghai Institute of Metallurgy, Academia Sinica)

Abstract

Application of the 820 ion source on the 600 kV heavy ion implanter is described. More than 20 ion species extracted from the ion source have been applied to the research of material modification of semiconductors, metals and insulators. Ion beam contamination is also discussed.

Keywords: Ion source High energy ion implanter Ion species

(1987年10月5日收到)

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

下 期 要 目

U(Th)-Y-Ba-Ca-O体系的超导电性研究.....	车日宗等
回旋加速器制备放射性氯化亚铊[^{201}Tl]注射液	王传鹏等
辐射接枝改性聚乙烯粘接性的研究	王中央等
半导体望远镜 β 射线谱仪.....	袁双贵等
放射性核素活度测定标准	陈宝林等
离子束刻蚀菲涅耳金环研究	傅新定等
^{111}In -Oxine对人血小板辐射损伤可能性探讨	吴健平等