

MeV 重离子在固体靶中的平均 投影射程计算*

王克明 时伯荣 曲保东 王忠烈

山东大学物理系, 济南 250100

1991 年 11 月 15 日收到

根据 Biersack 角扩散模型, 建立了计算 MeV 重离子在固体靶中的平均投影射程的方法. 与新近发表的 1.0 MeV 的 In^+ , Xe^+ , Ta^+ 和 1.0—2.0 MeV 的 Pb^+ 在 Si 中的平均投影射程实验数据相比, 本文计算值与实验值的最大偏离为 8%, 而 Monte-Carlo (TRIM'86) 和 PRAL 的计算值与实验值的最大偏离分别为 23% 和 22%. 这表明本文的计算在预言 1.0—2.0 MeV 的重离子 (In^+ , Xe^+ , Ta^+ 和 Pb^+) 在固体靶 (Si) 中的平均投影射程是相当成功的.

PACC: 6180J; 6170T; 6170W; 6180M

一、引 言

近年来 MeV 高能离子注入金属, 半导体和绝缘体在材料科学的研究中正在成为一个令人瞩目的新领域^[1-4]. 与中能(几百 keV) 离子注入技术相比, 利用 MeV 高能离子注入可以改变更深更厚的表面区域特性, 可以获得一个新颖和独特的结构. 因而 MeV 高能离子注入是一种具有重要应用前景的新技术.

在 MeV 高能离子注入技术中, 一个重要的参数是离子在固体靶中的平均投影射程 R_p . 60 年代, Lindhard 等人提出的 LSS 理论为离子注入技术的应用奠定了理论基础^[5], 它已广泛用于计算低速离子在固体靶中的射程. 此外, Monte-Carlo 法也广泛用于模拟注入离子在固体靶中的射程分布参数^[6]. 新近 Schreuteikamp 等人进行了 MeV 高能重离子 (In^+ , Xe^+ , Ta^+ 和 Pb^+) 在非晶 Si 中的射程分布实验研究. 与 Monte-Carlo (TRIM'86) 模拟相比, 他们发现, 对于平均投影射程, 理论值与实验值的最大偏离为 23%^[7].

本文将根据 Biersack 的角扩散模型, 利用 Wilson 等人的核阻止截面公式和 Monte-negro 等人的电子阻止截面公式来计算 MeV 重离子在固体靶中的平均投影射程, 并与新近发表的实验数据进行比较.

* 高等学校博士学科点专项科研基金资助的课题.

- [1] D. C. Ingram, *Nucl. Instr. and Meth.*, B12(1985), 161.
- [2] D. O. Pramanik and A. N. Saxena, *Nucl. Instr. and Meth.*, B10/11(1985), 493.
- [3] M. Tamura, N. Natsuaki, Y. Wada and E. Mitani, *Nucl. Instr. and Meth.*, B21(1987), 438.
- [4] G. J. Clark, A. D. Marwick, R. H. Koch and R. B. Laibowitz, *Appl. Phys. Lett.*, 51(1987), 139.
- [5] J. Lindhard, M. Scharff and H. E. Schiot, *Med. Fys. Medd. Dan. Vid. Selsk.*, 33(1963), 14.
- [6] J. P. Biersack and L. G. Haggmark, *Nucl. Instr. and Meth.*, 174(1980), 257.
- [7] R. J. Schreuteikamp, J. R. Liefting, P. M. Zagwign, W. X. Liu and F. W. Saris, *Nucl. Instr. and Meth.*, B48(1990), 448.
- [8] J. P. Biersack, *Nucl. Instr. and Meth.*, 182/183(1981), 199.
- [9] J. F. Ziegler, J. P. Biersack and U. Littmark, *The Stopping and Range of Ions in Solids* (Pergamon press, 1985).
- [10] U. Littmark and J. F. Ziegler, *Handbook of Range Distribution of Energetic Ions in All Elements*, Vol. 6 (Pergamon Press, 1978).
- [11] E. C. Montenegro, S. A. Cruz and C. Vargas-Aburto, *Phys. Lett.*, A92(1982), 195.
- [12] W. D. Wilson, L. G. Haggmark and J. P. Biersack, *Phys. Rev.*, B15(1977), 2458.
- [13] J. P. Biersack, *Z. Physik*, A305(1982), 95.
- [14] Tan Chunyu, Xia Yueyuan, Yang Hong, Sun Xiufang, Liu Jiarui, Zheng Zongshuang and Zhu Peiran, *Nucl. Instr. and Meth.*, B42(1989), 1.

CALCULATION OF THE MEAN PROJECT RANGE OF MeV HEAVY IONS IN SOLID TARGETS

WANG KE-MING SHI BO-RONG QU BAO-DONG WANG ZHONG-LIE

Department of Physics, Shandong University, Jinan 250100

(Received 15 November 1991)

ABSTRACT

Based on Biersack's angular diffusion model, an effective method was established for calculating the mean project range of MeV heavy ions in solid targets. The calculated values are compared with recent experimental data on the mean project range for 1.0 MeV In^+ , Xe^+ , Ta^+ and 1.0—2.0 MeV Pb^+ . The maximum difference between present calculated values and experimental data is less than 8%, but the maximum differences between experimental data and calculated values by TRIM'86 and PRAL are 23% and 22%, respectively. The results show that the present calculation procedure is successful for predicting the mean projected range on 1.0—2.0 MeV such heavy ions as In^+ , Xe^+ , Ta^+ and Pb^+ implanted in solid target (Si).

PACC: 6180J; 6170T; 6170W; 6180M