

场致发射电子源的应用及其研究进展

李 建^{1,2}, 童洪辉¹, 但 敏¹, 金凡亚¹, 王 坤^{1,2}, 陈伦江¹

(核工业西南物理研究院, 四川 成都 610041; 2. 成都理工大学工程技术学院, 四川 乐山 614007)

摘 要: 由于具有低温、电子瞬间发射等优势, 场致发射电子源在 X 射线管、负氢离子源、显示器件等领域都具有应用潜力。本文首先介绍了场致发射的几种应用; 比较分析了不同场致发射电子源及其特点; 最后结合实验研究工作, 分析了类金刚石膜作为场致发射阴极材料的可行性。分析可知: Spindt 加工困难且易于损坏; 碳纳米管以其独特的结构成为目前研究最热的材料; 类金刚石膜易于合成、成份可调节, 它兼具的金刚石和石墨的优点使其成为一种潜在的理想场致发射阴极材料。

关 键 词: 场致发射; 碳纳米管; 金刚石膜

中图分类号: O539; TB43

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2019)03-0027-05

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2019.03.06

Applications and research progress of field emission electron sources

LI Jian^{1,2}, TONG Hong-hui¹, DAN Min¹, JIN Fan-ya¹, WANG Kun^{1,2}, CHEN Lun-jiang¹

(1. Southwestern Institute of Physics, Chengdu 610041, China;

2. The Engineering and Technical College of Chengdu University of Technology, Leshan 614007, China)

Abstract: Field emission electron sources have been found potential applications in X-ray tube, negative hydrogen ion source, display devices and other fields because of its several merits. In this paper, several applications of field electron emission are introduced firstly. Different field emission electron sources and their characteristics are compared and analyzed. Finally, the feasibility of using diamond like carbon film as cathode materials for field electron emission is analyzed on the basis of our experimental research. From the analysis: i) it can be known that Spindt is difficult to fabricate and easy to be damaged; ii) carbon nanotube is the hottest issue in the current research because of its unique structure; iii) diamond like carbon film is easy to be synthesized and the composition can be adjusted. The advantages of both diamond and graphite in diamond like carbon film help it be the potential ideal field electron emission cathode material.

Key words: field electron emission; carbon nanotube; diamond film

在热电子发射和光电子发射中, 需要用加热、光照形式将能量传递给发射体内的电子, 当能量足够大时, 电子从固体表面逸出。场致发射则只需在发射体外部加一个强电场: 压制和降低发射体表面势垒, 使势垒的禁带宽度变窄, 物体内部自由电子通过隧道效应发射出来。场致发射阴极是性能十分理想的新型电子器件, 它能够瞬时启动, 理论上可以达到很高的电流密度, 既可以实现抗辐射、耐高温、高速度、高频率和大功率, 又能做到小体积、高效率、集成化和低成本,

在显示器件、新型发光光源、X 射线管和负氢离子源等领域都有应用潜力^[1,2]。

以场致发射阴极代替传统真空电子器件中的热阴极是场致发射阴极发明之后的主要方向, 降低场致发射的场强和提高场致发射的电流密度是场致发射阴极研究的主要内容。场致发射的研究已经开展了几十年, 取得了相当多的研究成果, 场致发射研究主要集中在结构与材料方面, 为了理清场致发射研究的研究路线和研究进展, 本论文对场致发射的应用及当前场致发射研究

收稿日期: 2018-08-02

作者简介: 李建(1976-), 男, 吉林省公主岭市人, 博士研究生, 副教授。 通讯作者: 童洪辉, 研究员。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(11535003); 国家自然科学基金青年基金项目(11805058); 四川省青年科技创新团队项目(2106TD0015); 四川省科技厅重点研发项目(2018GZ0210); 成都理工大学工程技术学院院级基金项目(C122017040)。