

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G21K 1/00

G06F 7/00 G06F 9/44



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02138043.0

[43] 公开日 2004 年 1 月 28 日

[11] 公开号 CN 1471109A

[22] 申请日 2002.7.26 [21] 申请号 02138043.0

[71] 申请人 中国科学院等离子体物理研究所
地址 230001 安徽省合肥市科学岛 10 号

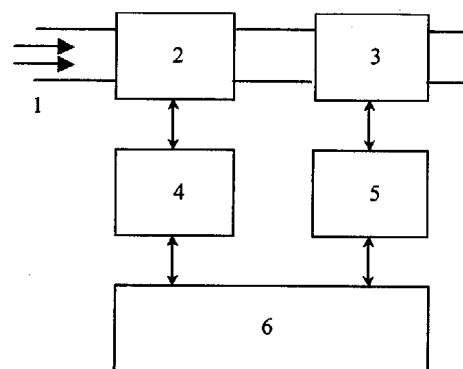
[72] 发明人 吴瑜 余增亮 王绍虎 胡素华
陈斌 张束清 李军 吴李君

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

[54] 发明名称 束流发射度自动测量和粒子束聚焦
自动调节方法与装置

[57] 摘要

粒子束发射度测量和聚焦透镜的研究始终伴随着加速器的发展而发展。但以往的研究基本上将粒子束测量与聚焦分立，各自单独进行的。本发明是将束流测量和聚焦结合起来，由计算机(PC机)对测量和聚焦同时进行自动控制。由计算机发出测量指令，读取数据，获得发射度参数，经过计算得出所需要的束斑参数和相应的聚焦参数，再将该聚焦参数传给聚焦装置(透镜)，改善束流品质。束流品质提高了，就可能减少束流与瞄准器的碰撞机会，可使现有的束斑缩小至 $2-3\mu\text{m}$ 或更小。本发明可用于加速器束线自动进行束流监测和束品质改进，特别适用需要小束斑的装置上，也可广泛用于离子光学、电子光学及粒子加速器等领域。



1. 束流发射度自动测量和粒子束聚焦自动调节方法，其特征在于该方法的步骤如下：（1）计算机[6]发出测量指令，由输入数据控制器[4]控制测量仪器[2]进入束流管道，进行测量并读取数据；（2）测量仪器[2]获取横向发射度参数，并启动数据输入程序；（3）测量结束计算机[6]发出使测量仪器[2]退出束流管道的指令；（4）数据输入程序启动多粒子模拟计算程序，对透镜聚焦进行寻优计算，计算出使瞄准器入口处获得聚焦束或束腰的透镜参数，并进行优化处理，（5）优化后的透镜参数通过输出数据控制器[5]送给透镜[3]；（6）改变透镜[3]的电磁参数，完成粒子束聚焦或散焦自动调节。

2. 如权利要求 1 所述自动测量与自动调节的装置，其特征在于沿束流[1]传输方向安装束流测量仪器[2]和聚焦透镜[3]，计算机[6]控制测量与调节的全过程，在束流测量仪器[2]与计算机[6]之间接入输入数据控制器[4]，在聚焦透镜[3]与计算机[6]之间接入输出数据控制器[5]。

3. 如权利要求 2 所述自动测量与自动调节装置，其特征在于所述输入数据控制器[4]由 A/D 转换器和传感器构成。

4. 如权利要求 2 所述自动测量与自动调节装置，其特征在于所述输出数据控制器[5]是由 A/D 转换器和传感器构成。

束流发射度自动测量和粒子束聚集自动调节方法与装置

技术领域：

本发明属于辐射生物学、离子光学、电子光学和粒子加速器领域。

背景技术：

辐射生物学领域，在对细胞进行定位辐照的单粒子微束系统中，准确定位是一项非常重要的技术。要对细胞进行准确定位照射，就必须将单粒子微束系统瞄准器出口的束斑缩小到一定小的程度。目前世界各国通用的方法是使用孔径为微米量级的瞄准器，一般可获得直径为 5—10 μm 的束斑，如美国哥伦比亚大学于 1995 年建成的单粒子束装置，其瞄准器出口束斑的直径基本在 5 μm 左右。若要进一步缩小单粒子束装置的出口束斑，就需要对单粒子束装置的束品质优化及影响束品质的原因进行研究和探讨。影响单粒子束装置束品质的因素是多方面的，假设加速器的流强是恒定的，束流的传输是稳定的，则影响单粒子束装置出口束斑大小（即束品质，它是瞄准器的入射束流）的原因主要包括：（1）束流光路设计不合理，在计算中假设的发射度与实际发射度差异较大、聚焦元件不够或位置安排不合理，引起瞄准器入口的束流发散等；（2）机械设计和安装达不到精度要求，致使瞄准器入射束流发散或斜入射，导致瞄准器出口束品质下降；（3）某种不明原因导致微束室内束流较弱或无束流，若进行人为调节，不可避免地引起瞄准器出口束品质下降；（4）瞄准器的设计、安装不合理。另外，瞄准器的选择是受其材料和研制水平、实验室的物质条件决定的。瞄准器一经选定，如果不进行其它方面调节，无论怎样改变瞄准器的位置，其束斑大小只能维持一个原始最佳值，不可能有再大的改观。在这种情况下欲进一步缩小瞄准器出口束斑的直径，其方法就是对瞄准器入射束线中的束流进行测量与调节。事实上，除了瞄准器因素外，束流本身的因素基本上都应归结为

本发明的目的，针对现有技术中瞄准器入口处束流存在着发散或斜射的缺陷，提出对瞄准器入射束流进行自动跟踪测量，同时对束品质进行自动调节，设计出‘束流发射度自动测量与粒子束聚焦自动调节方法与装置’。单一对束流发射度的测量是比较成熟的技术，粒子束聚焦也是比较成熟的技术，它们早已为科研工作者所熟悉。但目前尚未见到将探测和聚焦结合起来，同时进行自动控制的方法与装置。

发明内容：

本发明的构思是在单粒子微束室出口与瞄准器入口之间，安装一组束流品质调节装置。其特征在于沿着束流传输方向安装束流发射度测量仪器和聚焦透镜，用计算机控制测量与调节的全过程，在计算机与束流测量仪器之间，接入输入数据（或数据输入）控制器，在聚焦透镜与计算机之间接入输出数据（或数据输出）控制器。所说束流测量仪器（装置）是现有的成熟技术，它包括测量靶、机械传动装置。所述数据输入控制器包括 A/D 转换和传感器。该传感器控制机械传动装置，完成发射度测量仪器进入或退出束流管道。所说数据输出控制器包括 D/A 转换和控制聚焦透镜电磁参数的传感器。聚焦透镜可用现有的螺线管透镜、短磁透镜、磁四极透镜、电四极透镜或单透镜等均可。

本发明进行自动测量与自动调节的方法，首先由计算机发出测量指令（信号），发射度测量仪读取的数据经过转换，作为多粒子模拟程序（如 LEADS、TRANSPORT 等）的初始数据，用多粒子模拟程序对聚焦透镜进行寻优计算，计算出瞄准器入口处获得聚焦束或束腰的透镜参数，再将优化后的透镜电参数通过控制器件传给透镜，完成自动聚焦。其特征在于该方法的步骤为：（1）计算机发出测量指令，由输入数据控制器控制测量仪器进入束流管道，进行测量并读取束流横向发射度数据；（2）测量仪器获取横向发射度参数，并启动数据输入程序；（3）测量结束计算机发出信号使测量仪器退出束流管道；（4）数据输入程序启动多粒子模拟计算程序，对透镜聚焦进行寻优计算，计算出使瞄准器入口处获得聚焦束或束腰的透镜参数，并进行优化处理；（5）优化后的透镜参数通过输出数据控制器传给聚焦透镜；（6）改变透镜的电磁参数，完成粒子束聚焦（或散焦）的自动调节。本发明所用的发射度测量方法，可用现有的胡

椒屏法或 OTR 法。

本发明的有益效果，由于本发明对单粒子微束装置的束流品质进行自动测量与自动调节，提高了束流品质，减少束流与瞄准器器壁的碰撞机会，使单粒子微束装置的束斑有望缩小至 2—3 μm 或更小。本发明除了在单粒子微束装置中使用外，还可广泛地用于离子光学、电子光学和粒子加速器等领域。

附图说明：

图 1 为测量与调节装置总示意图，其中：1 为粒子束流，2 为束流发射度测量仪器，3 为聚焦透镜，4 输入数据控制器，5 为输出数据控制器，6 为计算机（PC 机）；

图 2 为粒子束斜射入瞄准器示意图，其中 7 为瞄准器；

图 3 为粒子束发散进入瞄准器示意图；图 4 为发射度测量仪器示意图，其中，8 为狭缝，2 为 OTR 箔（即测量仪器），9 为 CCD 摄像机。

具体实施方式：

束流发射度测量可采用胡椒屏法或 OTR 法作为本发明的测量仪器（装置）[2]，它与输入数据控制器（装置）[4]连接，输入数据控制器[4]由 A/D 转换器和传感器构成，A/D 转换器是将测量得到的横向发射度电信号转变成计算机的数字信号，传感器是接受计算机[6]的指令驱动机械传动装置工作，并带动测量仪器[2]进入或退出束流管道。聚焦透镜[3]可采用四极透镜、单透镜等，它与输出数据控制器[5]连接，输出数据控制器[5]包括 D/A 转换器和传感器，D/A 转换器是将计算机[6]的数字信号转换成电信号，由传感器控制聚焦透镜的电磁参数，达到聚焦自动调节。具体测量与调节步骤：（1）计算机[6]发出测量指令，由输入数据控制器[4]控制测量仪器[2]进入束流管道，进行测量并读取数据；（2）测量仪器[2]获取横向发射度参数，并启动数据输入程序；（3）测量结束计算机[6]发出指令使测量仪器[2]退出束流管道；（4）数据输入程序启动多粒子模拟计算程序，对透镜聚焦进行寻优计算，计算出使瞄准器入口处获得聚焦束或束腰的透镜参数，并进行优化处理，（5）优化后的透镜参数通过输出数据控制器[5]送给透镜[3]；（6）改变透镜[3]的电磁参数，完成粒子束聚焦（或散焦）自动调节。

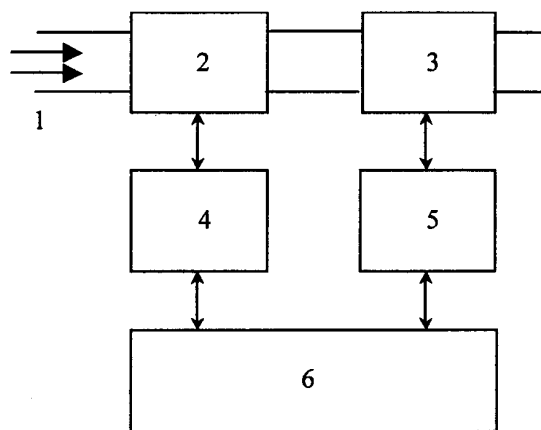


图 1

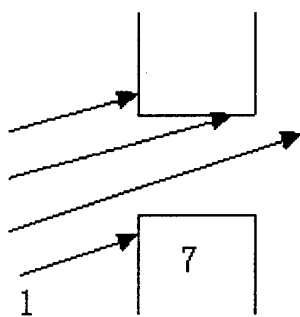


图 2

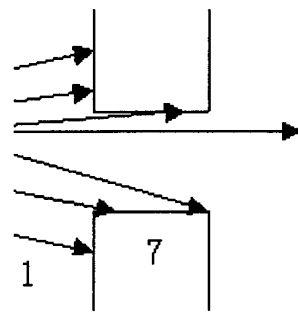


图 3

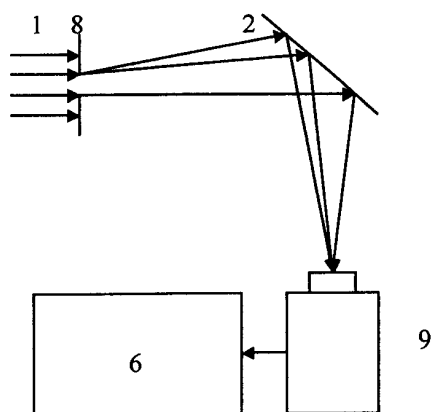


图 4