

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 12 月 17 日 (17.12.2015)



WIPO | PCT



(10) 国际公布号
WO 2015/188554 A1

- (51) 国际专利分类号:
G21K 1/093 (2006.01) G21K 5/04 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/088830
- (22) 国际申请日: 2014 年 10 月 17 日 (17.10.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
2014104699655 2014 年 9 月 15 日 (15.09.2014) CN
- (71) 申请人: 华中科技大学 (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。
- (72) 发明人: 黄江 (HUANG, Jiang); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 樊明武 (FAN, Mingwu); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 余调琴 (YU, Tiaoqin); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 张力戈 (ZHANG, Lige); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 左晨 (ZUO, Chen); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei

430074 (CN)。 杨军 (YANG, Jun); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 熊永前 (XIONG, Yongqian); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 刘开锋 (LIU, Kaifeng); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 吴接力 (WU, Gerald F.); 美国弗吉尼亚州亚历山大布洛克路托马斯·杰弗森中学, Virginia 6560 (US)。 曹磊 (CAO, Lei); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。

(74) 代理人: 武汉东喻专利代理事务所 (普通合伙) (WUHAN DONGYU PATENT AGENCY); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号东一楼, Hubei 430074 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[见续页]

(54) Title: ELECTRON BEAM DIFFUSION AND CROSS-SECTION SHAPING METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 一种电子束扩散截面修整装置及方法

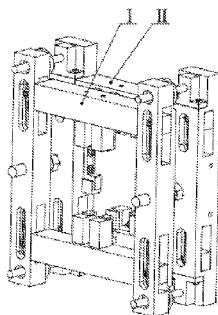


图 2(b) / Fig. 2(b)

(57) Abstract: An electron beam diffusion and cross-section shaping method and apparatus. The apparatus comprises two groups of permanent magnets, a magnetic field created by a first group of permanent magnets (I) diffusing an electron beam into a ellipse-like shape, and a magnetic field created by a second group of permanent magnets (II) shaping the edges of the electron beam group to form a rectangle-like shape; by manipulating four vertical positioning connection mechanisms, the upper and lower yokes (12, 14) of the first group of permanent magnets (I) move synchronously toward the middle of the space between said yokes, performing a first vertical compression of the ellipse-like shaped electron beam, and causing the upper and lower yokes (22, 24) of the second group of permanent magnets (II) to move synchronously toward the middle of the space between said yokes, performing a second vertical compression of the rectangle-like electron beam, until the vertical dimension of the electron beam group is compressed to nearly 80 mm. The apparatus and the method allow for effective compression of the vertical dimension of a post-diffusion electron beam group, while ensuring optimal irradiation evenness and effectiveness and maintaining the size limits of current scan box titanium windows.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2015/188554 A1



SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。
- 在修改权利要求的期限届满之前进行, 在收到该修改后将重新公布(细则 48.2(h))。
- 根据申请人的请求, 在条约第 21 条(2)(a)所规定的期限届满之前进行。

一种电子束扩散截面修整装置及方法, 装置包括两组永磁铁, 第一组永磁铁(I)构成的磁场将电子束扩散为近似椭圆形; 第二组永磁铁(II)构成的磁场对电子束团边缘进行修整形成近似矩形; 通过操作四个纵向调位连接机构, 使得第一组永磁铁(I)的上、下磁轭(12、14)朝向它们之间的中心同步移动, 对近似椭圆形的电子束进行首次纵向压缩, 以及使得第二组永磁铁(II)的上、下磁轭(22、24)朝向它们之间的中心同步移动, 对近似矩形的电子束再次纵向压缩, 直到电子束团纵向尺寸被压缩逼近至 80mm。该装置及方法对扩散后的电子束团纵向尺寸进行合理压缩, 既保证辐照均匀度及辐照效率最优, 又维持现有描盒钛窗的限定范围内。

一种电子束扩散截面修整装置及方法

【技术领域】

本发明应用于电子束辐射加工技术领域，具体涉及一种电子束扩散截面修整装置及方法。

【背景技术】

利用核辐射与物质相互作用，被照射物质产生电离或激发，释放出轨道电子，形成自由基，使它的物理性能或化学组成发生改变，变成所期望的新物质，或使生物体（微生物等）受到不可恢复的损失或破坏，达到辐照灭菌的目的。基于辐射方法对产品进行处理，改善产品性能，称为辐射加工。辐射加工不同于传统的机械加工或热加工，高能电子或 γ 射线具有很强的穿透能力，可深入到物质内部，在分子的层面上进行“加工”，实际上是纳米加工技术。加工者是高能射线以及它引发的高度活性的中间物，不是分子的热运动，基本不产生热效应。因此，辐射加工能耗低、无残留物、少环境污染问题，辐射加工在工业、农业、医学、生物、环保中得到越来越多的应用。

目前用于辐射加工的辐射源有两类，一类是放射性同位素如钴源，另一类是带电粒子加速器如电子加速器。电子加速器的优点是能量可控；电子束基本作用于被照射产品，利用效率高；没有放射性废源的处理问题；停机时不消耗电力；整个生产过程中除产生少量臭氧外，几乎不污染环境。因此电子加速器在辐射加工中有更多用户采用的趋势。

从电子辐照加速器加速后电子束束斑直径通常在 1cm 左右，电子束流功率大体在 10-50 千瓦之间，也有超过 100 千瓦的电子束流，电子束能量集中在这一不大的面积范围，不能直接用于辐射加工产品，集中的能量易造成产品损伤或照射剂量不均匀。因此，电子束离开加速器后，在辐射到物

体之前，必须安装一个电子束散开装置。目前都采用扫描磁铁方法，磁铁由一锯齿波电源供电，类似于电视机中的行扫描把电子束在横向扫开，束下装置带动被照射物体在纵向匀速通过电子束，相当电视机中的帧扫描作用，尽可能使被辐照物体接受到均匀的剂量，基本解决了上述矛盾。图 1(a) 为 0.5MeV 能量、50mA 流强的加速器扫描磁铁结构图,图 1(b)为扫描原理示意图。

但是电子束扫描方式存在如下缺点：它不仅要消耗电能，也难以使大尺寸异构件产品受到均匀辐照。此外，扫描过程不可避免产生回扫，加上传动速度与扫描频率配合不当，有可能造成被照物体接受剂量的不均匀。

申请人之前申请的中国专利“一种用于辐射加工的电子束扩散装置”，授权号：ZL 201010532758.1，从理论上提出了解决电子束扫描方式存在问题的技术方案，其关注于不需要使用电力驱动，使电子束均匀散开照射到被辐照的产品上，具体是利用第一组永磁铁作用是将电子束均匀散开，第二组永磁铁是把散开的电子束的周边进行整形来实现的，但将该方案应用于实际时还存在以下两个问题：

(1) 申请人发现上述专利形成的电子束团均匀分布在 1000mm（长）*400mm（宽）的范围内。但在目前实际应用中，所有的电子束都采用扫描方式，扫描后的电子束纵向尺寸一般都在 10mm 左右，为了使电子束展宽，提高辐照质量，附加了纵向扫描，但也只能达到 30mm，因此目前使用的扫描盒钛窗的纵向尺寸一般在 100mm 以内，但上述专利“一种用于辐射加工的电子束扩散装置”对应的扫描盒纵向宽度大于 400mm，如果要采用该方案，束下装置必须进行大的设备改造，阻碍了其在现有的辐射加工生产中推广应用。

(2) 电子束团要求均匀分布，以避免能量集中易造成产品损伤或照射剂量不均匀。上述专利的电子束团通过磁极构成的磁场横向散焦纵向聚焦从而散开，只有保证磁场的均匀性才能保证电子束团的均匀性，但如何保

证磁场的均匀性并没有在上述专利中有所记载。

【发明内容】

为了克服现有用于辐射加工的电子束扩散装置的缺陷，本发明提供了一种电子束扩散截面修整装置，其目的在于，对扩散后的电子束团的纵向尺寸进行合理压缩，使其纵向尺寸逼近 80mm，既保证辐照均匀度及辐照效率最优，又维持在现有描盒钛窗的限定范围内。

一种电子束扩散截面修整装置，包括包含两组永磁铁，第一组永磁铁包含四个磁极，该四个磁极成对固定在上、下磁轭上，相对及相邻磁极极性相反，这四个磁极构成的磁场将电子束在纵向拉伸、横向压缩，使得电子束扩散为近似椭圆形；第二组永磁铁包含有八个磁极，八个磁极成对固定在上、下、左、右磁轭上，相对及相邻磁极极性相反，这八个磁极构成的磁场对散开的电子束团边缘进行修整形成近似矩形；

还包括四个纵向调位连接机构，第一组永磁铁的上、下磁轭两端分别通过一个纵向调位连接机构安装于左、右磁轭上，第二组永磁铁的上、下磁轭两端分别通过一个纵向调位连接机构安装于左、右磁轭上，通过操作四个纵向调位连接机构，使得第一组永磁铁的上、下磁轭朝向它们之间的中心同步移动，对近似椭圆形的电子束进行首次纵向压缩，以及使得第二组永磁铁的上、下磁轭朝向它们之间的中心同步移动，对近似矩形的电子束再次纵向压缩，反复首次纵向压缩操作直到电子束团纵向尺寸被压缩逼近至 80mm。

进一步地，还包括放置在同侧磁轭相邻磁极间的支撑垫块，用于防止两相邻磁极由于极性相反相互吸引，导致磁极向中间偏移角度。

进一步地，还包括：

用于将第一组永磁铁的四磁轭连接形成的四个角点和第二组永磁铁的四磁轭连接形成的四个角点一一对应连接的四根螺杆，其中一组永磁体相对螺杆固定，另一组永磁铁可沿螺杆上下移动，以此调整一组永磁铁与第

二组永磁铁之间间距；以及用于固定第一组永磁铁与第二组永磁铁之间间距的双螺母锁紧机构。

进一步地，所述磁轭表面加工有与磁极端面尺寸过盈配合的安装槽，用于放置磁极，通过磁极本身对磁轭的吸力对其初步固定，并通过铝合金固定架的方式将其进一步紧固。

进一步地，还包括放置于安装槽与磁极之间的垫片。

进一步地，所述纵向调位连接机构的实现方式为：在左或右磁轭上开设有上、下条状通孔，用于放置上、下磁轭的端部，通过螺钉固定磁轭于通孔内，通孔壁上标有刻度以通过游标卡尺确定上、下磁轭位置。

本发明还提供了一种电子束扩散截面修整方法，其目的在于，对扩散后的电子束团的纵向尺寸进行合理压缩，使其纵向尺寸逼近 80mm，既保证辐照均匀度及辐照效率最优，又维持在现有描盒钛窗的限定范围内。

一种基于电子束扩散装置的电子束扩散截面修整方法，所述电子束扩散装置包括包含两组永磁铁，第一组永磁铁包含四个磁极，该四个磁极成对固定在上、下磁轭上，相对及相邻磁极极性相反，这四个磁极构成的磁场将电子束在纵向拉伸、横向压缩，使得电子束扩散为近似椭圆形；第二组永磁铁包含有八个磁极，八个磁极成对固定在上、下、左、右磁轭上，相对及相邻磁极极性相反，这八个磁极构成的磁场对散开的电子束团边缘进行修整形成近似矩形；

该方法具体为：

驱使第一组永磁铁的上、下磁轭朝向它们之间的中心同步移动，对近似椭圆形的电子束进行首次纵向压缩；驱使第二组永磁铁的上、下磁轭朝向它们之间的中心同步移动，对近似矩形的电子束再次纵向压缩；反复首次纵向压缩和再次纵向压缩操作，直到电子束团纵向尺寸被压缩逼近至 80mm。

本发明的技术效果体现在：

本发明采用两组永磁铁对电子束均匀散开、整形并纵向压缩，使电子束纵向尺寸逼近 80mm，一方面保证辐照均匀度及辐照效率最优，另一方面维持在现有描盒钛窗的限定范围内，不改变现有辐照加速器束下装置结构的情况下，直接取代现有通用的电子束扫描设备，使电子束加工装备升级换代。整个装置没有电能消耗，结构简单、造价低，安装方便，实用性好。

应用本发明非能动电子束扩散设备替代目前广泛采用的电子束扫描装置，不仅完全不用扫描电源，节约电能，而且排除了电源设备故障带来的附加成本以及低的运行效率，同时改善了钛膜受损的几率，根本上消除了电子束回扫，保证了电子束加工产品的质量。

【附图说明】

图 1 为扫描磁铁示意图，图 1(a)为扫描磁铁结构图，图 1(b)为扫描磁铁原理示意图。

图 2 为本发明整体结构图，图 2(a)为正视图，图 2(b)为侧视图。

图 3 为本发明分体结构图，图 3(a)为第一组永磁铁正视图，图 3(b)为第一组永磁铁侧视图，图 3(c)为第二组永磁铁正视图，图 3(d)为第二组永磁铁侧视图。

图 4 为本发明磁极磁轭装配结构示意图。

图 5 为本发明纵向调位连接结构示意图。

图 6 为本发明两组磁铁间距调整示意图。

图 7 为本发明加速器实际安装结构示意图，图 7 (a)为主视图，图 7 (b)为侧视图。

图 8 为本发明应用到 0.5MeV 加速器时，电子通过永磁铁扩散后，在辐射物体上的分布示意图。

图 9 为本发明应用到 0.3MeV 加速器时，电子通过永磁铁扩散后，在辐射物体上的分布示意图。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。此外，下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

本发明是在现有的用于辐射加工的电子束扩散装置进行了改进以实现本发明技术目的。现有的用于辐射加工的电子束扩散装置包括包含两组永磁铁，第一组永磁铁 I 包含有四个磁极 15，16，17，18，该四个磁极成对固定在上、下磁轭 12，14 上，相对及相邻磁极极性相反，本组磁铁的作用是将电子束在纵向拉伸，横向压缩，使得电子束扩散为近似椭圆形；第二组永磁铁 II 包含有八个磁极 25~32，八个磁极成对固定在上、下、左、右磁轭上，相对及相邻磁极极性相反，这八个磁极构成的磁场对散开的电子束团边缘进行修整，形成近似矩形。

如本发明说明书背景技术部分所述，上述现有电子束扩散装置得到的电子束团对应的扫描盒纵向宽度大于 400mm，不能适应目前使用的扫描盒钛窗的 100mm 以内纵向尺寸。因此，需要对电子束团的纵向尺寸进行压缩。但另一方面，目前使用的扫描磁铁由于受扫描电源限制，最大只能将纵向尺寸扫到 35mm，再大的话就会对扫描均匀度产生很大的影响，所以在具体应用中，应尽量提升最终的辐照宽度。综合考虑现有扫描盒尺寸和钛膜结构因素，锁定将电子束团的纵向尺寸压缩到 80mm，这样可以最大化的利用钛窗面积，并且不需要对现有加速器设备进行改动，同时辐照均匀度及辐照效率最优。

为了实现对电子束团的纵向尺寸进行压缩，本发明利用第一组永磁铁将电子束均匀散开，并进行束团第一次的纵向压缩；利用第二组永磁铁将散开的电子束的周边进行整形，并进一步的第二次纵向压缩束团逼近至 80mm。请参见图 2~3，具体实现方式如下：

第一组永磁铁 I 的上、下磁轭 12, 14 两端分别通过纵向调位连接机构安装于左、右磁轭 11, 13 上, 上、下、左、右磁轭 11~14 围成一矩形。首先利用第一组永磁铁将电子束均匀散开, 然后操作该连接机构, 使得上、下磁轭同步长地向矩形中心靠近, 减小了上下磁极之间的间距, 在纵向减小了磁场大小, 从而实现对束团第一次纵向压缩。

第二组永磁铁 II 的上、下磁轭 22, 24 两端分别通过纵向调位连接机构安装于左、右磁轭 21, 23 上, 上、下、左、右磁轭 21~24 围成一矩形。首先利用第二组永磁铁本组磁铁形成的磁场对椭圆形的边缘进行修整, 形成近似矩形。然后操作该连接机构, 使得上、下磁轭同步长地向矩形中心靠近, 减小了上下磁极之间的间距, 实现对束团第二次纵向压缩。

本发明中第一组永磁铁与第二组永磁铁配合, 反复调节, 协作直到将束团纵向压缩逼近至 80mm 为止。本发明以第一组永磁铁为主、第二组永磁铁为辅, 协作完成纵向压缩, 这是因为当电子束团通过第一组永磁铁时, 会在纵向被压缩, 与凸透镜原理类似, 当电子束团扩散到第二组永磁铁时, 其运动方向及速度使得其受第二组永磁铁影响较小。

上、下磁轭向矩形中心靠近时需要同步长移动, 以保证电子束团时刻处于压缩装置中心, 保证最终扩散的束团达到均匀扩散的效果。

本发明装置的磁极安装与调节如图 4 所示, 由于存在磁极加工、充磁误差, 包括磁轭加工工艺和安装误差, 同一侧的两磁极靠近中心的端面不在同一水平面上, 导致永磁铁产生的磁场在其中心分布不均匀, 从而导致电子束团扩散不均匀, 最终扩散截面达不到设计要求的不良结果。本发明在磁轭上加工和磁极端面尺寸过盈配合的安装槽, 将磁极放置入安装槽内, 通过磁极本身对磁轭的吸力将其初步固定, 并通过铝合金固定架 35 的方式将其进一步紧固, 铝合金固定架 35 通过紧固螺钉 37 固定于磁轭上。

本发明还在同一磁轭侧的相邻磁极间放置铁质的支撑垫块 36, 防止两相邻磁极由于极性相反相互吸引, 导致磁极向中间偏移角度的问题, 起到

保证磁场一致对中的技术效果。由于磁铁间的磁力很大，在磁极外部的铝合金固定架中间放置铁质的支撑垫块 36，保证磁极不会因吸力而偏转角度。

为了能调节磁铁在垂直磁轭方向上的位置，在方槽内加入 1mm、2mm、5mm 等不同厚度的软铁垫片 38，其材质与磁轭相同。由于磁铁和磁轭本身吸力也很大，为了方便磁铁的取出，需要在方槽底部加工螺纹通孔。

图 5 所示为两组永磁铁的纵向调位连接机构的实现方式为：上、下磁轭作为调节磁轭，左、右磁轭作为固定磁轭。在固定磁轭上加工方条状的通孔，调节磁轭的两侧可以放入其中，通过螺钉可以固定两个磁轭的相对位置，调节时松开螺钉，移动调节磁轭到指定位置。通过游标卡尺确定相对位置，这种调节方式的精度可以达到 0.1mm，两边调节范围有 30mm。

如图 6 所示，本发明第一组磁铁的四个角点与第二组磁铁的四个角点通过滑杆 39 一一对应相接，具体实现方式为：41 为固定座，其固定在第二组磁铁上，并通过滑杆 39 与第一组磁铁进行连接，轴承 40 起到第一组磁铁移动后的定位作用。

使用时，八极铁平台处于固定状态，四极铁平台通过四根直线滑杆 39 实现与其平行移动，四根滑杆 39 通过四个固定座 41 固定在八极铁上，第二组永磁铁的四个角上安装四个轴承 40，轴承套接在滑杆上并可上下自由移动，八极铁平台两侧有两根螺纹杆 42，将第一组永磁铁和第二组永磁铁连接，螺纹杆通过双螺母锁紧机构 43 固定，以锁定两组磁铁之间的距离。这种调节方式的精度可以达到 0.1mm，调节范围有 50mm。具有非常好的调节精度，达到使得电子束团扩散均匀的技术效果。

图 7 为本发明在爱邦辐照加速器安装结构图，本发明可以直接放置于加速器的扫描室位置对扫描磁铁进行替换。本发明还在纵向压缩装置下方通过一组支架 44 进行定位。支架下部与扫描盒 45 的螺钉紧固连接，上表面同样和磁铁紧固连接，以起到磁铁的中心与扫描盒的中心重合的作用，具有调节精度好、稳定度好的技术效果。

以本发明在 0.3MeV, 0.5MeV 辐照加速器上的应用效果为例, 来具体说明本发明的作用。0.5MeV 加速器电子束团经过本发明时的束团直径为 15mm, 电子束通过传统扫描磁铁后, 包括横向和纵向扫描, 钛膜处电子束团扫描后的尺寸为: 650mm (长)*35mm (宽)。而该电子束通过具有非能动截面纵向压缩功能的电子束扩散装置后, 电子束的扩散在钛窗处的尺寸可以达到 780mm (长)*80mm (宽), 相比于原有的扫描方式, 大大提高了辐照的宽度及长度。

图 8 图 9 分别是为本发明应用到 0.5MeV、0.3MeV 加速器时, 电子通过永磁铁扩散后, 在辐射物体上的分布示意图, 可以看出, 本发明通过微调, 可以很好的适应不同能量的加速器, 使电子束团扩散到 800mm (长)*80mm (宽) 范围内。

本领域的技术人员容易理解, 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已, 并不用以限制本发明, 凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1、一种电子束扩散截面修整装置，包括包含两组永磁铁，第一组永磁铁包含四个磁极，该四个磁极成对固定在上、下磁轭上，相对及相邻磁极极性相反，这四个磁极构成的磁场将电子束在纵向拉伸、横向压缩，使得电子束扩散为近似椭圆形；第二组永磁铁包含有八个磁极，八个磁极成对固定在上、下、左、右磁轭上，相对及相邻磁极极性相反，这八个磁极构成的磁场对散开的电子束团边缘进行修整形成近似矩形；

其特征在于，还包括四个纵向调位连接机构，第一组永磁铁的上、下磁轭两端分别通过一个纵向调位连接机构安装于左、右磁轭上，第二组永磁铁的上、下磁轭两端分别通过一个纵向调位连接机构安装于左、右磁轭上，通过操作四个纵向调位连接机构，使得第一组永磁铁的上、下磁轭朝向它们之间的中心同步移动，对近似椭圆形的电子束进行首次纵向压缩，以及使得第二组永磁铁的上、下磁轭朝向它们之间的中心同步移动，对近似矩形的电子束再次纵向压缩，反复纵向压缩操作直到电子束团纵向尺寸被压缩逼近至 80mm。

2、根据权利要求 1 所述的一种电子束扩散截面修整装置，其特征在于，还包括放置在同侧磁轭相邻磁极间的支撑垫块，用于防止两相邻磁极由于极性相反相互吸引，导致磁极向中间偏移角度。

3、根据权利要求 1 所述的一种电子束扩散截面修整装置，其特征在于，还包括：

用于将第一组永磁铁的四磁轭连接形成的四个角点和第二组永磁铁的四磁轭连接形成的四个角点一一对应连接的四根滑杆，其中一组永磁体相对滑杆固定，另一组永磁铁可沿滑杆上下移动，以此调整一组永磁铁与第二组永磁铁之间间距；以及

用于固定第一组永磁铁与第二组永磁铁之间间距的双螺母螺杆锁紧机

构。

4、根据权利要求1或2或3所述的一种电子束扩散截面修整装置，其特征在于，所述磁轭表面加工有与磁极端面尺寸过盈配合的安装槽，用于放置磁极，通过磁极本身对磁轭的吸力对其初步固定，并通过铝合金固定架的方式将其进一步紧固。

5、根据权利要求4所述的一种电子束扩散截面修整装置，其特征在于，还包括放置于安装槽与磁极之间的垫片。

6、根据权利要求1或2或3所述的一种电子束扩散截面修整装置，其特征在于，所述纵向调位连接机构的实现方式为：在左或右磁轭上开设有上、下条状通孔，用于放置上、下磁轭的端部，通过螺钉固定磁轭于通孔内，通孔壁上标有刻度以通过游标卡尺确定上、下磁轭位置。

7、一种基于电子束扩散装置的电子束扩散截面修整方法，所述电子束扩散装置包括包含两组永磁铁，第一组永磁铁包含四个磁极，该四个磁极成对固定在上、下磁轭上，相对及相邻磁极极性相反，这四个磁极构成的磁场将电子束在纵向拉伸、横向压缩，使得电子束扩散为近似椭圆形；第二组永磁铁包含有八个磁极，八个磁极成对固定在上、下、左、右磁轭上，相对及相邻磁极极性相反，这八个磁极构成的磁场对散开的电子束团边缘进行修整形成近似矩形；

其特征在于，该方法具体为：

驱使第一组永磁铁的上、下磁轭朝向它们之间的中心同步移动，对近似椭圆形的电子束进行首次纵向压缩；驱使第二组永磁铁的上、下磁轭朝向它们之间的中心同步移动，对近似矩形的电子束再次纵向压缩；反复首次纵向压缩和再次纵向压缩操作，直到电子束团纵向尺寸被压缩逼近至80mm。

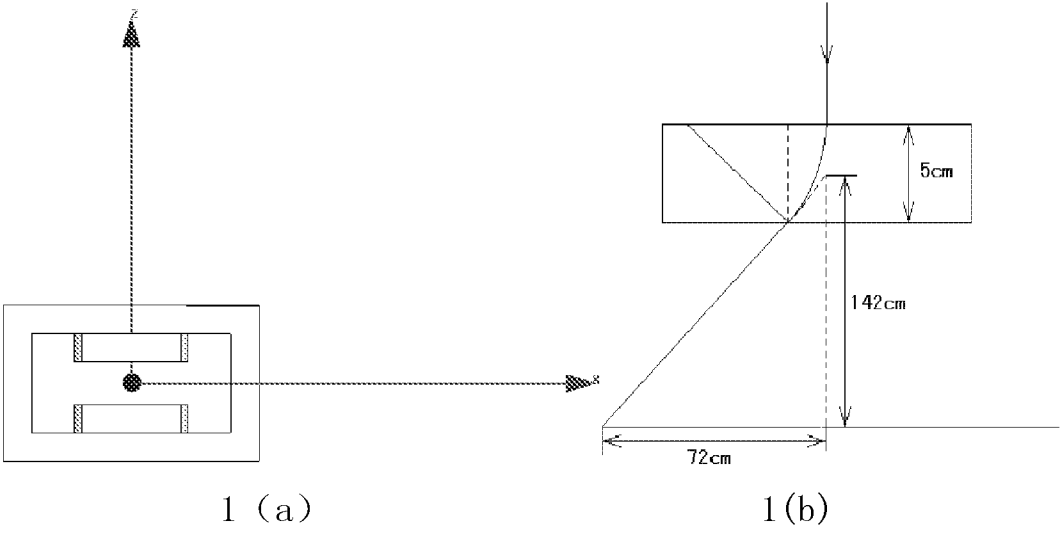


图 1

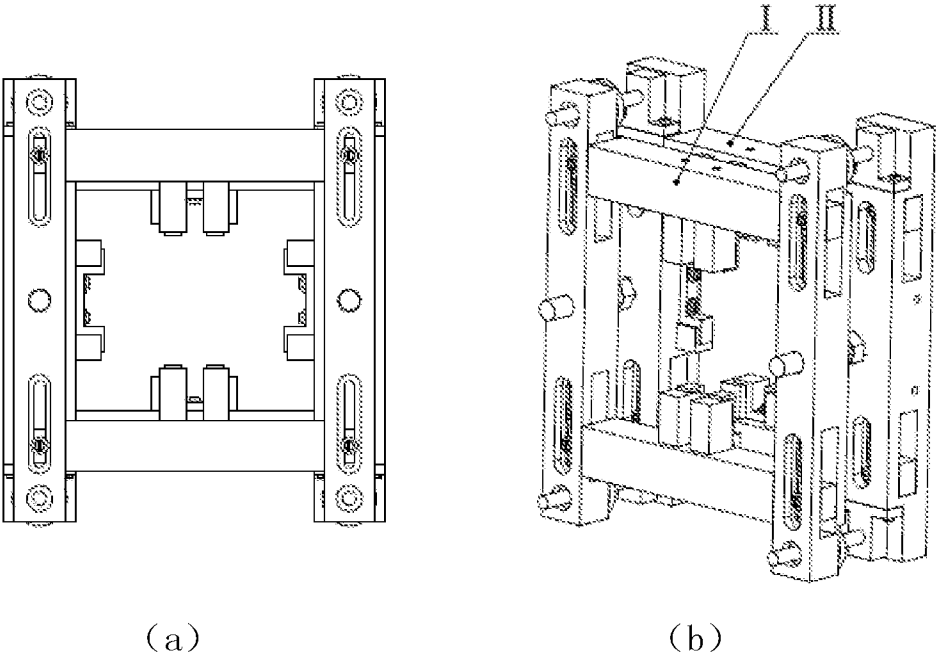
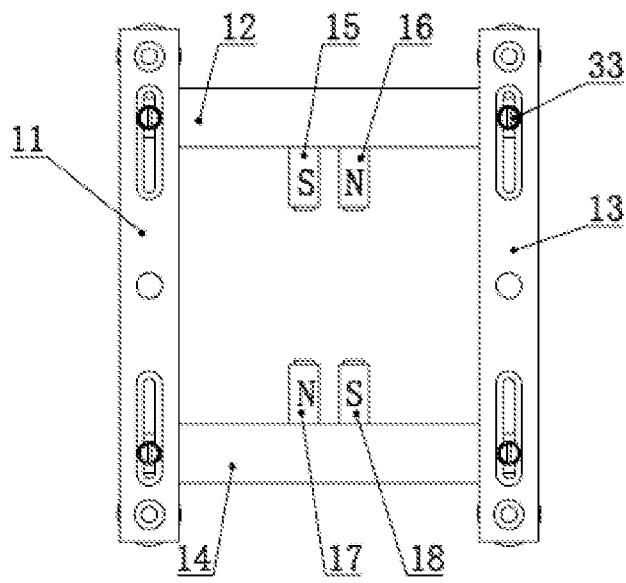
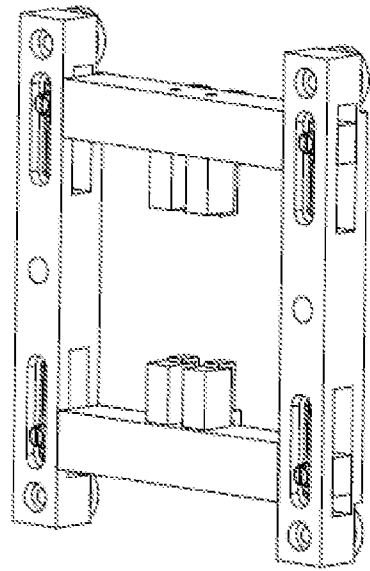


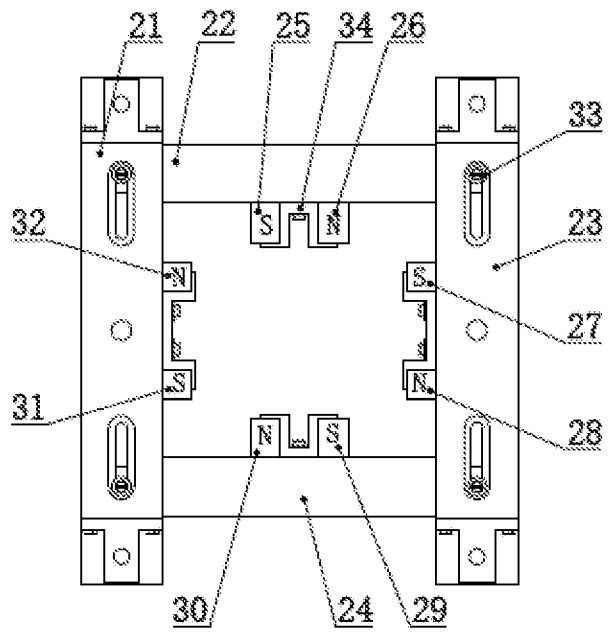
图 2



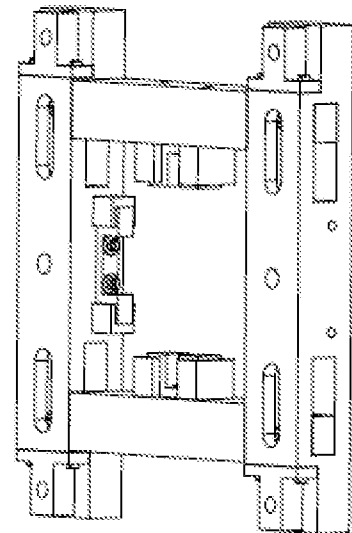
(a)



(b)



(c)



(d)

图 3

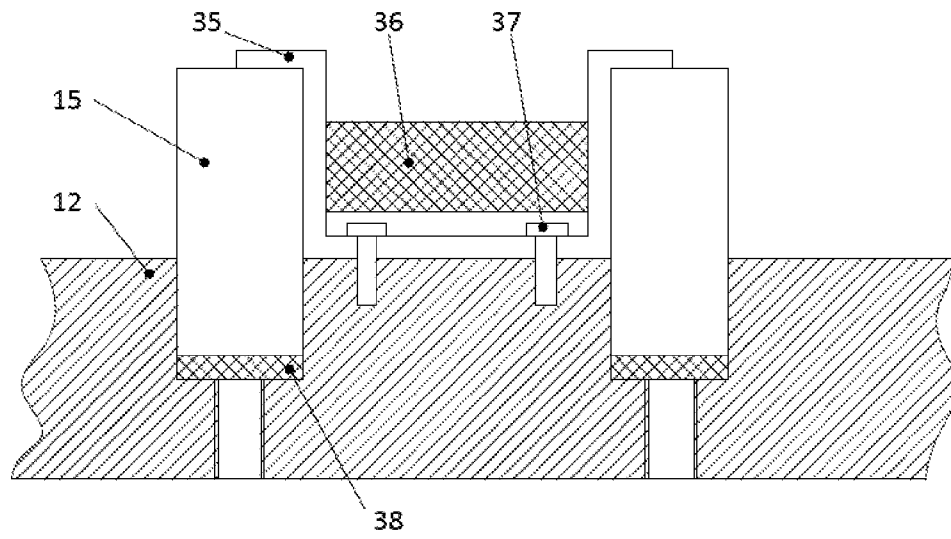


图 4

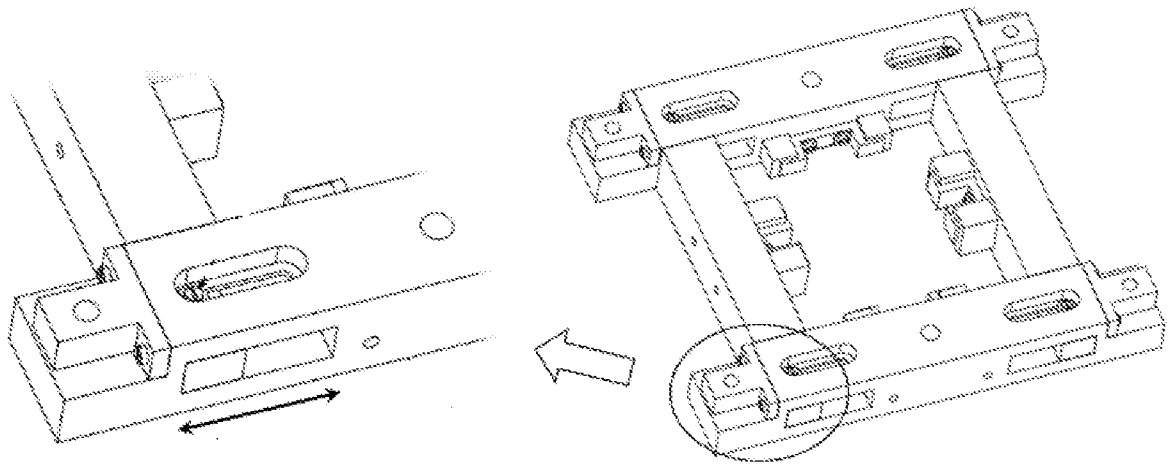


图 5

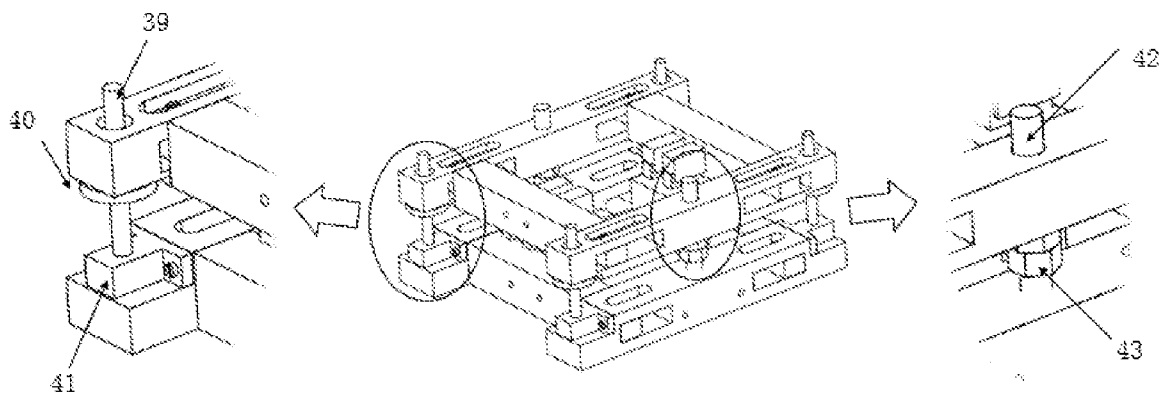


图 6

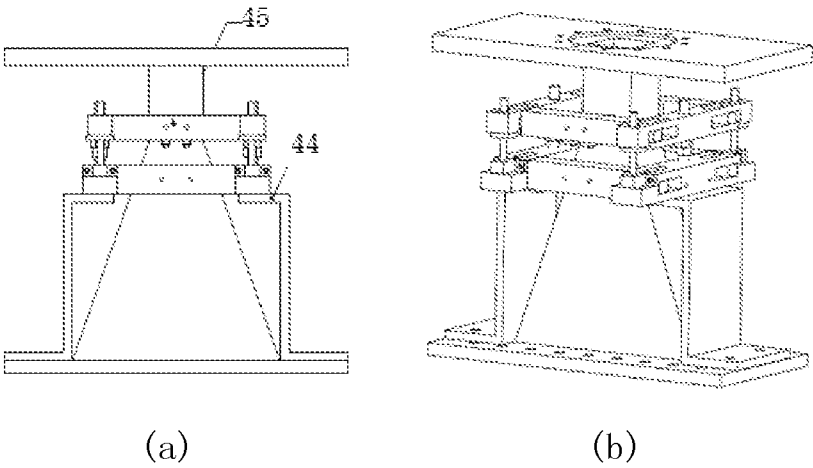


图 7

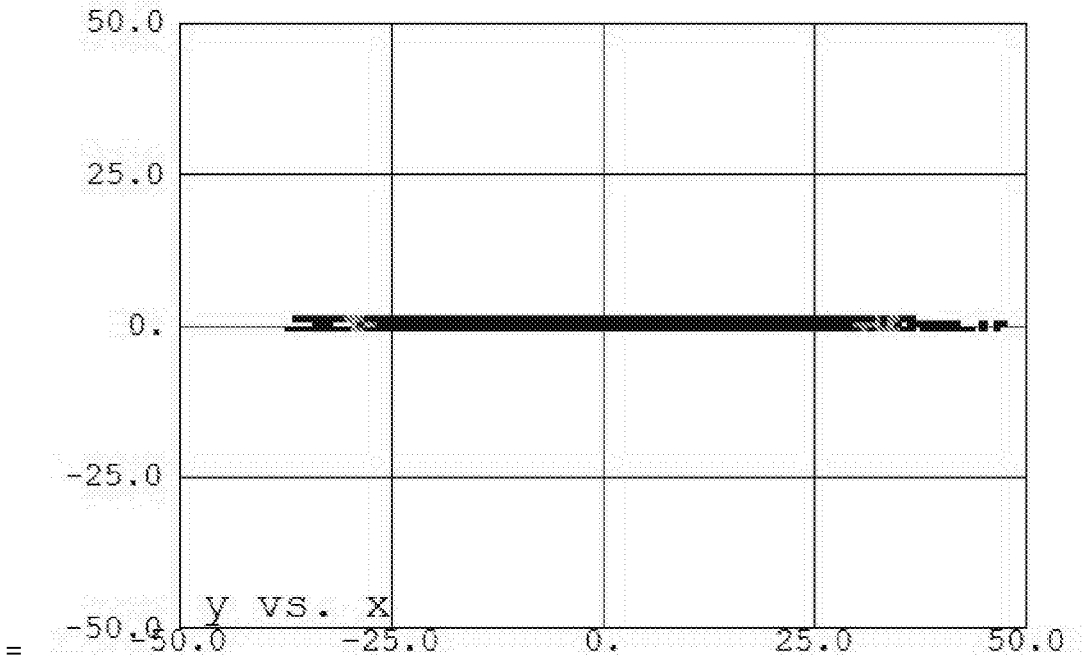


图 8

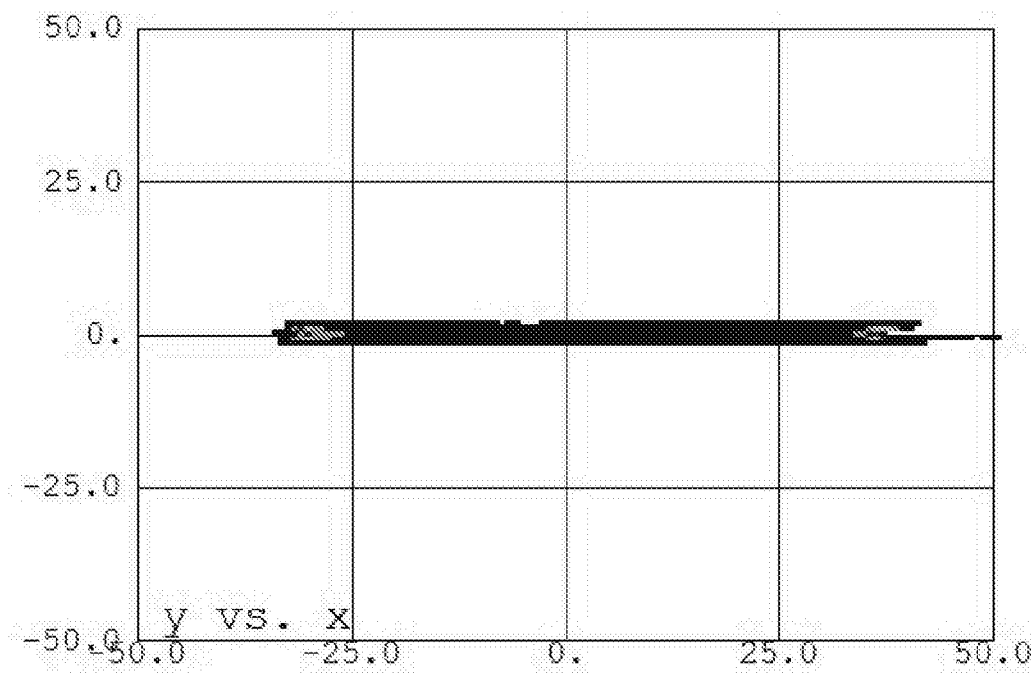


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/088830

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21K 1/093 (2006.01) i; G21K 5/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G21K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNKI, CNTXT, VEN, EPODOC, ISI Web of Knowledge: magnetic yoke, radiation, ray, magnetic pole, trimming, scatter, diffuse, slide bar, adjust, electron beam, magnet+, move, remove, transfer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102097150 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 15 June 2011 (15.06.2011), description, pages 2-4, and figures 2a-3b	1, 2, 4-7
Y	CN 102097150 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 15 June 2011 (15.06.2011), description, pages 2-4, and figures 2a-3b	3
Y	US 7026636 B2 (HITACHI LTD.), 11 April 2006 (11.04.2006), description, column 4, and figure 2	3
A	CN 101057731 A (YE, Yong), 24 October 2007 (24.10.2007), the whole document	1-7
A	CN 103079641 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION), 01 May 2013 (01.05.2013), the whole document	1-7
A	CN 103489496 A (NEUSOFT MEDICAL SYSTEMS CO., LTD.), 01 January 2014 (01.01.2014), the whole document	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 31 December 2014 (31.12.2014)	Date of mailing of the international search report 27 May 2015 (27.05.2015)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Hailing Telephone No.: (86-10) 62084032

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/088830

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102097150 A	15 June 2011	CN 102097150 B	04 July 2012
US 7026636 B2	11 April 2006	EP 1371390 B1	21 March 2007
		AU 2003204608 B2	26 May 2005
		DE 60312597 T2	14 February 2008
		US 2004149934 A1	05 August 2004
		US 6777700 B2	17 August 2004
		JP 3702885 B2	05 October 2005
		US 7297967 B2	20 November 2007
		JP 2004321830 A	18 November 2004
		US 2005145804 A1	07 July 2005
		EP 1371390 A1	17 December 2003
		US 7071479 B2	04 July 2006
		JP 2004069683 A	04 March 2004
		DE 60312597 D1	03 May 2007
		US 2004000650 A1	01 January 2004
		US 2004056212 A1	25 March 2004
		US 2006097204 A1	11 May 2006
		AU 2003204608 A1	15 January 2004
CN 101057731 A	24 October 2007	None	
CN 103079641 A	01 May 2013	WO 2012023205 A1	23 February 2012
		TW 201209846 A	01 March 2012
		EP 2572756 A4	05 March 2014
		TW I426530 B	11 February 2014
		US 8604444 B2	10 December 2013
		EP 2572756 A1	27 March 2013
		US 2013075622 A1	28 March 2013
		JP 4673450 B1	20 April 2011
CN 103489496 A	01 January 2014	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/088830

A. 主题的分类

G21K 1/093(2006.01)i; G21K 5/04(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G21K

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNKI, CNTXT, VEN, EPODOC, ISI Web of Knowledge: 磁体, 磁轭, 电子束, 辐射, 射线, 磁极, 修整, 散开, 扩散, 滑杆, 移动, 调整, 调节, electron beam, magnet+, move, remove, transfer,

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 102097150 A (华中科技大学) 2011年 6月 15日 (2011 - 06 - 15) 说明书第2-4页, 附图2a-3b	1, 2, 4-7
Y	CN 102097150 A (华中科技大学) 2011年 6月 15日 (2011 - 06 - 15) 说明书第2-4页, 附图2a-3b	3
Y	US 7026636 B2 (HITACHI LTD) 2006年 4月 11日 (2006 - 04 - 11) 说明书第4栏, 附图2	3
A	CN 101057731 A (叶勇) 2007年 10月 24日 (2007 - 10 - 24) 全文	1-7
A	CN 103079641 A (三菱电机株式会社) 2013年 5月 1日 (2013 - 05 - 01) 全文	1-7
A	CN 103489496 A (沈阳东软医疗系统有限公司) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文	1-7

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2014年 12月 31日

国际检索报告邮寄日期

2015年 5月 27日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

受权官员

王海玲

电话号码 (86-10)62084032

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/088830

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	102097150	A	2011年 6月 15日	CN	102097150	B	2012年 7月 4日
US	7026636	B2	2006年 4月 11日	EP	1371390	B1	2007年 3月 21日
				AU	2003204608	B2	2005年 5月 26日
				DE	60312597	T2	2008年 2月 14日
				US	2004149934	A1	2004年 8月 5日
				US	6777700	B2	2004年 8月 17日
				JP	3702885	B2	2005年 10月 5日
				US	7297967	B2	2007年 11月 20日
				JP	2004321830	A	2004年 11月 18日
				US	2005145804	A1	2005年 7月 7日
				EP	1371390	A1	2003年 12月 17日
				US	7071479	B2	2006年 7月 4日
				JP	2004069683	A	2004年 3月 4日
				DE	60312597	D1	2007年 5月 3日
				US	2004000650	A1	2004年 1月 1日
				US	2004056212	A1	2004年 3月 25日
				US	2006097204	A1	2006年 5月 11日
				AU	2003204608	A1	2004年 1月 15日
CN	101057731	A	2007年 10月 24日	无			
CN	103079641	A	2013年 5月 1日	WO	2012023205	A1	2012年 2月 23日
				TW	201209846	A	2012年 3月 1日
				EP	2572756	A4	2014年 3月 5日
				TW	I426530	B	2014年 2月 11日
				US	8604444	B2	2013年 12月 10日
				EP	2572756	A1	2013年 3月 27日
				US	2013075622	A1	2013年 3月 28日
				JP	4673450	B1	2011年 4月 20日
CN	103489496	A	2014年 1月 1日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)