

(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
2019年2月28日 (28.02.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/037624 A1

- (51) 国际专利分类号:
A61N 5/10 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/100572
- (22) 国际申请日: 2018年8月15日 (15.08.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710733144.1 2017年8月24日 (24.08.2017) CN
201721063911.4 2017年8月24日 (24.08.2017) CN
- (71) 申请人: 南京中硼联康医疗科技有限公司 (NEUBORON MEDTECH LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区龙眠大道568号12栋3楼刘伟伟, Jiangsu 211112 (CN)。
- (72) 发明人: 蔡灵彪 (TSAI, Chung-Wen); 中国江苏省南京市江宁区龙眠大道568号12栋3楼, Jiangsu 211112 (CN)。 陈韦霖 (CHEN, Weilin); 中国江苏省南京市江宁区龙眠大道568号12号楼3楼, Jiangsu 211112 (CN)。 萧明城 (HSIAO, Ming-Chen); 中国江苏省南京市江宁区龙眠大道568号12号楼3楼, Jiangsu 211112 (CN)。 刘渊豪 (LIU, Yuanhao); 中国江苏省南京市江宁区龙眠大道568号12号楼3楼, Jiangsu 211112 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (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, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告 (条约第21条 (3))。

(54) Title: NEUTRON CAPTURE THERAPY SYSTEM

(54) 发明名称: 中子捕获治疗系统

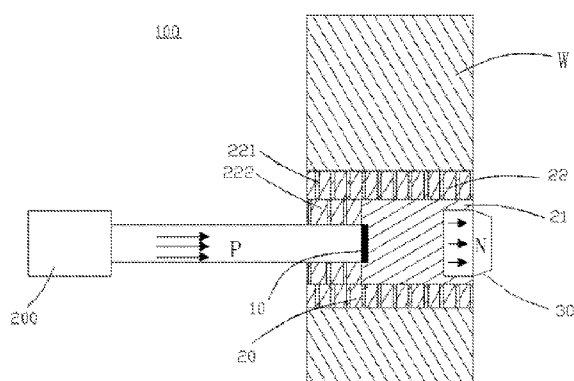


图 5

(57) Abstract: The present application provides a neutron capture therapy system. The neutron capture therapy system comprises an accelerator for generating a charged particle beam, a neutron generating portion for generating a neutron beam after irradiation by the charged particle beam, and a beam shaping body for shaping the neutron beam. The beam shaping body comprises a retarding body and a reflecting portion coated on the periphery of the retarding body. The neutron generating portion generates neutrons after irradiation by the charged particle beam. The retarding body decelerates, to a preset energy spectrum, the neutrons generated by the neutron generating portion. The reflecting portion comprises a reflecting body capable of guiding deviated neutrons to increase neutron intensity in the preset energy spectrum and a supporting member capable of supporting the reflecting body. By using a lead-antimony alloy as the reflecting body, thus improving on the creep effect that arises from using only a lead material, structural strength of the beam shaping body is improved.

WO 2019/037624 A1

(57) 摘要：本申请提供一种中子捕获治疗系统，所述中子捕获治疗系统包括用于产生带电粒子束的加速器、经带电粒子束照射后产生中子射束的中子产生部、对中子射束进行整形的射束整形体，所述射束整形体包括缓速体及包覆于缓速体外周的反射部，所述中子产生部经带电粒子束照射后产生中子，所述缓速体将自中子产生部产生的中子减速至预设能谱，所述反射部包括能够将偏离的中子导回以提高预设能谱内中子强度的反射体以及能够对反射体形成支撑的支撑件。通过使用铅铋合金作为反射体以改善单纯使用铅材料作为反射体带来的蠕变效应，提高了射束整形体的结构强度。

中子捕获治疗系统

技术领域

本发明涉及一种放射性射线治疗系统，尤其涉及一种中子捕获治疗系统。

背景技术

随着原子科学的发展，例如钴六十、直线加速器、电子射束等放射线治疗已成为癌症治疗的主要手段之一。然而传统光子或电子治疗受到放射线本身物理条件的限制，在杀死肿瘤细胞的同时，也会对射束途径上大量的正常组织造成伤害；另外由于肿瘤细胞对放射线敏感程度的不同，传统放射治疗对于较具抗辐射性的恶性肿瘤（如：多行性胶质母细胞瘤（glioblastoma multiforme）、黑色素细胞瘤（melanoma））的治疗成效往往不佳。

为了减少肿瘤周边正常组织的辐射伤害，化学治疗（chemotherapy）中的标靶治疗概念便被应用于放射线治疗中；而针对高抗辐射性的肿瘤细胞，目前也积极发展具有高相对生物效应（relative biological effectiveness, RBE）的辐射源，如质子治疗、重粒子治疗、中子捕获治疗等。其中，中子捕获治疗便是结合上述两种概念，如硼中子捕获治疗，借由含硼药物在肿瘤细胞的特异性集聚，配合精准的中子射束调控，提供比传统放射线更好的癌症治疗选择。

硼中子捕获治疗（Boron Neutron Capture Therapy, BNCT）是利用含硼（ ^{10}B ）药物对热中子具有高捕获截面的特性，借由 $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 中子捕获及核分裂反应产生 ^4He 和 ^7Li 两个重荷电粒子。参照图1，其为硼中子捕获反应的示意图，两荷电粒子的平均能量约为2.33MeV，具有高线性转移（Linear Energy Transfer, LET）、短射程特征， α 粒子的线性能量转移与射程分别为150 keV/ μm 、8 μm ，而 ^7Li 重荷粒子则为175 keV/ μm 、5 μm ，两粒子的总射程约相当于一个细胞大小，因此对于生物体造成的辐射伤害能局限在细胞层级，当含硼药物选择性地聚集在肿瘤细胞中，搭配适当的中子射源，便能在不对正常组织造成太大伤害的前提下，达到局部杀死肿瘤细胞的目的。

在加速器硼中子捕获治疗中，一方面中子产生部产生的中子或其他粒子，如 γ 射线具有放射性，另一方面中子产生部产生的中子通常需要经过射束整形体调整能谱、提高中子产率，因此需要安装反射体以降低粒子辐射泄露率、调整能谱和提高中子产率。铅是传统上用于反射或屏蔽的材料，然而，铅的蠕变效应显著，无法提供结构刚性与长久的使用周期。对于硼中子捕获治疗而言，中子射束品质不仅与射束整形体有关，也与反射体及屏蔽体有关。现有技术中通常使用铅作为反射材料，但是因为铅的蠕变效应会导致结构精度不足，从而影

响整个硼中子捕获治疗的安全性。

故，有必要提供一种新的中子捕获治疗系统，克服以上技术问题。

发明内容

为了解决上述的技术问题，本发明的一个方面提供一种中子捕获治疗系统，其在不显著影响中子射束品质的前提下能够提高射束整形体结构强度/精度。所述中子捕获治疗系统包括用于产生带电粒子束的加速器、经带电粒子束照射后产生中子射束的中子产生部、对中子射束进行整形的射束整形体，所述射束整形体包括缓速体及包覆于缓速体外周的反射部，所述中子产生部经带电粒子束照射后产生中子，所述缓速体将自中子产生部产生的中子减速至预设能谱，所述反射部包括能够将偏离的中子导回以提高预设能谱内中子强度的反射体以及能够对反射体形成支撑的支撑件。

进一步地，所述反射部包括多个栅元，每个栅元形成一个具有容置空间的芯部，多个芯部连接形成所述支撑件，所述反射体设于所述芯部的容置空间内。

进一步地，所述支撑件为一体成型结构，所述反射体材料浇注设置于所述芯部的容置空间内。

作为一种优选地，对反射部进行模块化设计，具体为，规定数量的芯部连接形成所述支撑件，所述支撑件外侧设有相对设置的顶板、底板以及与顶板、底板连接并围设于芯部外周的侧板，所述规定数量连接的芯部、设于芯部的容置空间内的反射体、顶板、底板以及侧板形成反射体模块，所述反射体模块堆叠形成包覆在缓速体的外表面的反射部。考虑到后续反射体模块之间堆叠的方便，本优选实施例中所述规定数量为 20 个。

为了尽量减少芯部、顶板、底板以及侧板的材料对中子射束品质的影响，本申请中所述芯部、顶板、底板以及侧板的材料为低中子吸收截面及低活化的合金材料，所述合金材料的总体积占所述反射体材料体积的比例小于 10%。

作为一种优选地，所述反射体的材料为铅，所述芯部、顶板、底板以及侧板的材料为铝合金或铅铋合金。

进一步地，所述铅铋合金材料中等效的总体铋含量小于 1%。

为了解决上述的技术问题，本发明的另一个方面提供一种中子捕获治疗系统，其在不显著影响中子射束品质的前提下能够提高射束整形体结构强度/精度。所述中子捕获治疗装置包括用于产生带电粒子束的加速器、经带电粒子束照射后产生中子射束的中子产生部、对中子射束进行整形的射束整形体，所述射束整形体包括缓速体及包覆于缓速体外周的反射部，所述中子产生部经带电粒子束照射后产生中子，所述缓速体将自中子产生部产生的中子减速至预设能谱，所述反射部将偏离的中子导回以提高预设能谱内的中子强度，所述反射部外周还包覆有屏蔽部，所述屏蔽部包括支撑件及设置于支撑件中的屏蔽体。

进一步地，因为有屏蔽部对反射部进行支撑，所以作为一种实施方式，反射部由铅材料制成，而不包括由芯部形成的支撑件。

进一步地，所述屏蔽部包括多个栅元，每个栅元形成一个具有容置空间的芯部，所述屏蔽体设于所述芯部的容置空间内，多个芯部连接形成所述支撑件，所述支撑件为一体成型结构，所述屏蔽体材料浇注设置于所述芯部的容置空间内。

进一步地，为了易于芯部的成形和堆叠，所述芯部的横截面为六边形。

进一步地，所述支撑件为一体成型结构，所述屏蔽体材料浇注设置于所述芯部的容置空间内。

作为一种优选地，对屏蔽部进行模块化设计，具体为，规定数量的芯部连接形成的支撑件外侧设有相对设置的顶板、底板以及与顶板、底板连接并围设于芯部外周的侧板，所述规定数量连接的芯部、设于芯部内的屏蔽体、顶板、底板以及侧板形成屏蔽体模块，所述屏蔽体模块堆叠形成所述屏蔽部。考虑到后续屏蔽体模块之间堆叠的方便，本申请中所述规定数量为 20 个。

进一步地，所述屏蔽体材料为铅，所述芯部、顶板、底板以及侧板的材料为低中子吸收截面及低活化材料，所述芯部、顶板、底板以及侧板的材料总体积占所述反射体的材料体积的比例小于 10%。

进一步地，所述支撑件为一体成型结构，所述反射体材料浇注设置于所述芯部的容置空间内。

进一步地，规定数量的芯部连接形成所述支撑件，所述支撑件外侧设有相对设置的顶板、底板以及与顶板、底板连接并围设于芯部外周的侧板，所述规定数量连接的芯部、设于芯部的容置空间内的反射体、顶板、底板以及侧板形成反射体模块，所述反射体模块堆叠形成所述反射部。

进一步地，所述芯部、顶板、底板以及侧板的材料为低中子吸收截面及低活化材料，所述芯部、顶板、底板以及侧板的材料总体积占所述反射体材料体积的比例小于 10%。

为了进一步保证整个射束整形体的结构强度，将反射部与屏蔽部均设置为具有支撑件的结构设计。所述反射部包括能够将偏离的中子导回以提高预设能谱内中子强度的反射体以及能够对反射体形成支撑的支撑件，反射体的材料为铅，支撑体的材料为铝合金或铅铋合金。

与现有技术相比，本申请中子捕获治疗系统通过设置反射部的支撑件或/和屏蔽部的支撑件对反射材料或/和屏蔽材料进行支撑，即通过低中子吸收及低活化的合金材料对铅材料进行支撑以克服铅材料的蠕变效应，在不影响中子射束品质的情况下提高了射束整形体的结构强度。

附图说明

图 1 是本申请硼中子捕获反应示意图；

图 2 是本申请实施例一中的安装于屏蔽墙的中子捕获治疗系统的示意图，其具有屏蔽部，且仅屏蔽部具有支撑件；

图 3 是本申请实施例一中的所述屏蔽部的芯部结构的示意图；

图 4 是本申请实施例一中未设置屏蔽体材料状态下，屏蔽体模块的分解示意图；

图 5 是本申请实施例二中的安装于屏蔽墙的中子捕获治疗系统的示意图，其中射束整形体不具有屏蔽部，仅反射部具有支撑件；

图 6 是本申请实施例二中的所述反射部的芯部结构的示意图；

图 7 是本申请实施例二中的未设置反射体材料的状态下，反射体模块的分解示意图；

图 8 是本申请实施例三中的安装于屏蔽墙的中子捕获治疗系统的示意图，其中反射部和屏蔽部均具有支撑件。

具体实施方式

加速器产生的粒子（如中子）需要安装反射体以降低粒子辐射泄露率，需要安装屏蔽体来提供辐射安全屏蔽。铅或铅合金是传统上用于反射或屏蔽的材料，然而，铅的蠕变效应显著，无法提供结构刚性与长久的使用周期。

如图 2 所示，本申请提供一种中子捕获治疗系统 100，所述中子捕获治疗系统 100 包括用于产生带电粒子束 P 的加速器 200、经带电粒子束 P 照射后产生中子射束的中子产生部 10、对中子射束进行整形的射束整形体 20 以及准直器 30。所述射束整形体 20 包括缓速体 21、包覆于缓速体外周的反射部 22。所述中子产生部 10 经带电粒子束照射后产生中子束 N，所述缓速体 21 将自中子产生部 10 产生的中子束 N 减速至预设能谱，所述反射部 22 将偏离的中子导回以提高预设能谱内的中子强度，所述准直器 30 将中子产生部 10 产生的中子进行集中。

作为实施例一，所述中子捕获治疗系统 100 还包括屏蔽部 40。结合图 3，所述屏蔽部 40 包括支撑件 41 及设置于支撑件 41 中的屏蔽体 42。所述支撑件 41 包括多个栅元 43，每个栅元 43 形成具有容置空间 44 的芯部 45，所述屏蔽体 42 设于该容置空间 44 内，多个芯部 45 连接形成所述支撑件 41。作为一种优选的实施方式，所述支撑件 41 为一体成型结构，所述屏蔽体材料浇注于所述支撑件 41 各芯部 45 的容置空间 44 内。

结合图 4，采用规定数量的芯部 45 连接形成的支撑件 41，支撑件 41 具有六边形的横截面，其易于成形和堆叠。在支撑件 41 的外侧设有相对设置的顶板 46、底板 47 以及与顶板 46、底板 47 连接并围设于芯部 45 外周的四个侧板 48。所述规定数量连接的芯部 45、设于芯部 45 内的屏蔽体 42、顶板 46、底板 47 以及侧板 48 形成屏蔽体模块 49，所述屏蔽体模块 49 堆叠形成所述屏蔽部 40。本申请中，考虑到后续屏蔽体模块 49 之间堆叠的方便，作为一种优选的实施例，所述规定数量为 20 个。当然，本领域技术人员可以根据设计需要调整侧板的个数，如 3 个，6 个等等；根据设计需要调整屏蔽体模块的规定数量，如 10 个，30 个等等。

所述屏蔽体 42 的材料为铅，所述顶板 46、底板 47 以及与顶板 46、底板 47 以及侧板 48 由低中子截面吸收及低中子活化的合金材料制成。为了尽量减少合金材料对中子射束品质的

影响，所述合金材料的总体积占屏蔽体 42 材料体积的比例小于 10%。

在本实施方式中，反射部 22 是由铅材料制成的具有蠕变效应的结构，屏蔽部 40 包覆于所述反射部 22 的外周，射束整形体 20 埋设于用于对照射室内产生的辐射线进行屏蔽的屏蔽墙 W 中，所述屏蔽部 40 直接支撑于所述屏蔽墙 W，屏蔽部 40 内部的支撑件 41 对屏蔽体 42 本身提供支撑的同时也对反射部 22 提供强度支撑，从而提高了整个射束整形体 20 的结构强度。

如图 5 所示，作为实施例二，直接将实施例一中的屏蔽部 40 的设置运用于反射部 22 中，将所述反射部 22 设置成包括支撑件 221 的结构，而不设置屏蔽部 40。

结合图 6，所述反射部 22 包括支撑件 221 及设置于支撑件 221 中的反射体 222。所述支撑件 221 包括多个栅元 223，每个栅元 223 形成具有容置空间 224 的芯部 225，所述反射体 222 设于该容置空间 224 内，多个芯部 225 连接形成所述支撑件 221。作为一种优选的实施方式，所述支撑件 221 为一体成型，所述反射体 222 的材料浇注于所述支撑件 221 的芯部 225 内。

如图 7 所示，对反射部 22 进行模块化设计，具体为，采用规定数量的芯部 225 连接形成的支撑件 221，所述支撑件 221 的外侧设有相对设置的顶板 226、底板 227 以及与顶板 226、底板 227 连接并围设于芯部 225 外周的四个侧板 228。所述规定数量连接的芯部 225、设于芯部 225 内的反射体 222、顶板 226、底板 227 以及侧板 228 形成反射体模块 229，所述反射体模块 229 堆叠形成所述反射部 22。所述顶板 226、底板 227 以及与顶板 226、底板 227 连接并围设于芯部 225 外周的四个侧板 228 为低中子截面吸收及低活化的合金材料，所述合金材料总体积占屏蔽体 42 材料体积的比例小于 10%。

图 8 所示为本申请的实施例三，与上述实施例不同之处在于，本实施例中，反射部与屏蔽部均为具有支撑件的结构设计，而本实施例中，反射部的设置与实施例二中反射部的设置相同，屏蔽部的设置与实施例一中屏蔽部的设置相同，文中就不再详细叙述。将射束整形体 20 埋设于屏蔽墙 W 中时，屏蔽部 40 直接支撑于屏蔽墙 W，该实施方式，在不影响中子射束品质的情况下，通过设置支撑件 221 对反射体 222 进行支撑，设置支撑件 41 对屏蔽体 42 进行支撑，以克服反射体和屏蔽体因采用铅材料产生蠕变效应而导致结构精度问题。

需要指出的是，如实施例二及实施例三中所述，当反射部设置为具有反射体模块的结构时，由于反射部 22 包覆于所述缓速体 21 的外周，而缓速体 21 的外表面通常为圆柱形或者具有至少一个锥体状的结构，因此由反射体模块 229 堆叠形成的反射部包覆在缓速体 21 的外表面时，还应当考虑到结构上的结合问题，对直接与缓速体 21 表面结合处的反射体模块进行结

构调整,比如,将与缓速体 21 接触部分的反射体模块进行切割,以使反射部贴合于缓速体 21 的外表面,从而不影响反射部 22 内的反射体 222 对偏离的中子进行反射。

本申请中所述栅元形成的芯部可以是任何具有孔状容置空间的封闭式结构,比如横截面为正方形、三角形或者六边形的几何结构,具有孔状容置空间的四面体、八面体或者十二面体,也可以是具有孔状容置空间的非封闭式结构,此处就不再一一举例说明。所述铅通过浇注的方式设置于所述孔状的容置空间内,而被芯部材料紧密包围,从而使得芯部的合金材料对铅材料形成支撑。

本申请实施例二与实施例三中,为了反射体模块和/或屏蔽体模块的堆叠方便以及制造方便,反射部的芯部与屏蔽部的芯部均采用横截面为六边形的结构。当然,所述反射部的支撑件的结构也可以与所述屏蔽部的支撑件结构不同。比如屏蔽部的支撑件的芯部结构为横截面为六边形的几何形状,而反射部的支撑件的芯部结构为四面体,只要支撑件的合金材料能够对铅材料形成支撑,并且对中子射束品质产生较小的影响即可,此处就不再详细叙述。

无论上面哪一种实施例,出于对整个射束整形体重量的考量,所述芯部、顶板、底板以及与顶板、底板连接并围设于芯部外周的侧板的材料均选用质量较轻的合金材料,结合对中子射束品质的考量,所述芯部、顶板、底板以及侧板的材料还应选用低中子吸收材料和低活化材料,且所述顶板、底板、侧板以及芯部的材料总体积占反射体材料或者占屏蔽体材料体积的比例小于 10%。本申请中,所述顶板、底板、侧板以及芯部的材料优先选用铝合金材料。也可以使用铅铋合金替代铝合金,因为虽然铅铋合金材料的中子吸收截面高于铝合金材料,但是由于所述顶板、底板、侧板以及芯部的材料总体积占反射体材料或者占屏蔽体材料体积的比例小于 10%,等效的总体铋含量小于 1%,因此铅铋合金材料中的铋对中子射束品质也无显著影响。

虽然本申请所述射束整形体中的反射体或/和屏蔽体为具有蠕变效应的铅材料制成,但是当将射束整形体埋设于照射室的屏蔽墙 W 中时,因为支撑于屏蔽墙 W 的反射体或/和屏蔽体能够依靠合金材料制成的支撑件对具有蠕变效应的铅材料形成支撑,因此整个射束整形体的结构精度得到了提高。

本申请中所述屏蔽部一方面通过设置合金材料对铅材料进行支撑,另一方面在有合金材料支撑的铅材料外周设置顶板、底板以及与顶板、底板相互连接的侧板,在增强屏蔽部结构强度的同时实现对屏蔽部的模块化设计,结构简单,因此,也可将本申请中的屏蔽部应用于其他屏蔽场合。

本申请揭示的用于中子捕获治疗的射束整形体并不局限于以上实施例所述的内容以及附

图所表示的结构。在本申请的基础上对其中构件的材料、形状及位置所做的显而易见地改变、替代或者修改，都在本申请要求保护的范围之内。

权 利 要 求 书

- 1、一种中子捕获治疗系统，其特征在于：所述中子捕获治疗系统包括用于产生带电粒子束的加速器、经带电粒子束照射后产生中子射束的中子产生部、对中子射束进行整形的射束整形体，所述射束整形体包括缓速体及包覆于缓速体外周的反射部，所述中子产生部经带电粒子束照射后产生中子，所述缓速体将自中子产生部产生的中子减速至预设能谱，所述反射部包括能够将偏离的中子导回以提高预设能谱内中子强度的反射体以及能够对反射体形成支撑的支撑件。
- 2、根据权利要求 1 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：所述反射部包括多个栅元，每个栅元形成一个具有容置空间的芯部，多个芯部连接形成所述支撑件，所述反射体设于所述芯部的容置空间内。
- 3、根据权利要求 2 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：所述支撑件为一体成型结构，所述反射体材料浇注设置于所述芯部的容置空间内。
- 4、根据权利要求 2 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：规定数量的芯部连接形成所述支撑件，所述支撑件外侧设有相对设置的顶板、底板以及与顶板、底板连接并围设于芯部外周的侧板，所述规定数量连接的芯部、设于芯部的容置空间内的反射体、顶板、底板以及侧板形成反射体模块，所述反射体模块堆叠形成包覆在缓速体的外表面的反射部。
- 5、根据权利要求 4 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：所述芯部、顶板、底板以及侧板的材料为低中子吸收截面及低活化材料，所述芯部、顶板、底板以及侧板的材料总体积占所述反射体材料体积的比例小于 10%。
- 6、根据权利要求 5 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：所述反射体的材料为铅，所述芯部、顶板、底板以及侧板的材料为铅铋合金。
- 7、根据权利要求 6 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：所述铅铋合金材料中等效的总体铋含量小于 1%。
- 8、一种中子捕获治疗系统，其特征在于：所述中子捕获治疗装置包括用于产生带电粒子束的加速器、经带电粒子束照射后产生中子射束的中子产生部、对中子射束进行整形的射束整形体，所述射束整形体包括缓速体及包覆于缓速体外周的反射部，所述中子产生部经带电粒子束照射后产生中子，所述缓速体将自中子产生部产生的中子减速至预设能谱，所述反射部将偏离的中子导回以提高预设能谱内的中子强度，所述反射部外周还包覆有屏蔽部，所述屏蔽部包括能够对反射体形成支撑的支撑件及设置于支撑件中的屏蔽体。
- 9、根据权利要求 8 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：所述反射部由铅材料制成。
- 10、根据权利要求 8 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：所述屏蔽部包括多个栅元，每个栅元形成一个具有容置空间的芯部，所述屏蔽体设于所述芯部的容置空间内，多个芯部连接形成所述支撑件。
- 11、根据权利要求 10 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：所述芯部的横截面为六边形。

- 12、 根据权利要求 10 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：所述支撑件为一体成型结构，所述屏蔽体的材料浇注设置于所述芯部的容置空间内。
- 13、 根据权利要求 10 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：规定数量的芯部连接形成的所述支撑件，所述支撑件的外侧设有相对设置的顶板、底板以及与顶板、底板连接并围设于芯部外周的侧板，所述规定数量连接的芯部、设于芯部内的屏蔽体、顶板、底板以及侧板形成屏蔽体模块，所述屏蔽体模块堆叠形成所述屏蔽部。
- 14、 根据权利要求 10 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：所述屏蔽体的材料为铅，所述芯部、顶板、底板以及侧板的材料为低中子吸收截面及低活化材料，所述芯部、顶板、底板以及侧板的材料总体积占所述反射体的材料体积的比例小于 10%。
- 15、 根据权利要求 8 所述的中子捕获治疗系统，其特征在于：所述反射部包括能够将偏离的中子导回以提高预设能谱内中子强度的反射体以及能够对反射体形成支撑的支撑件，反射体的材料为铅，支撑体的材料为铝合金或铅铋合金。

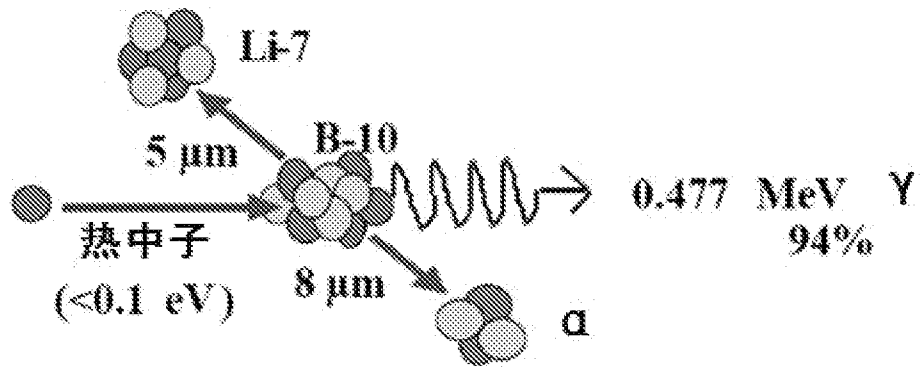


图 1

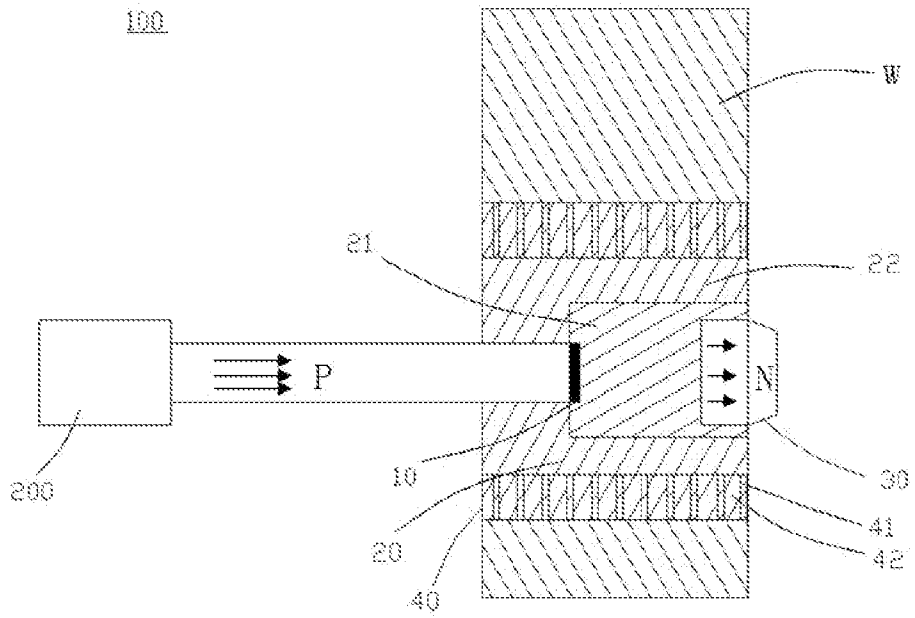


图 2

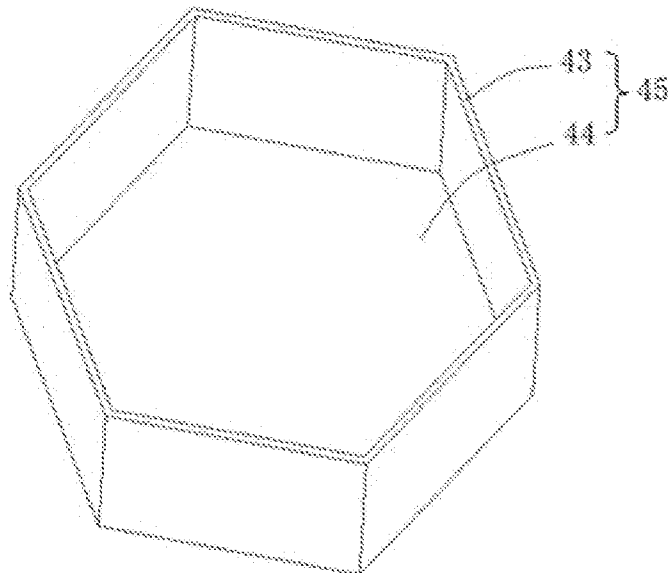


图 3

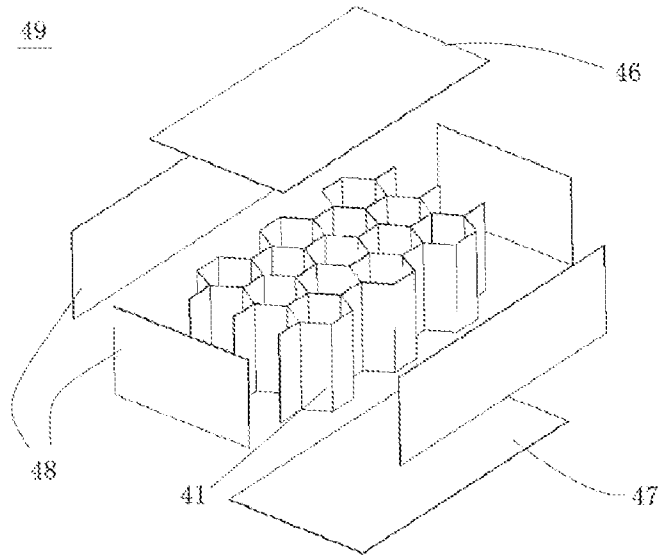


图 4

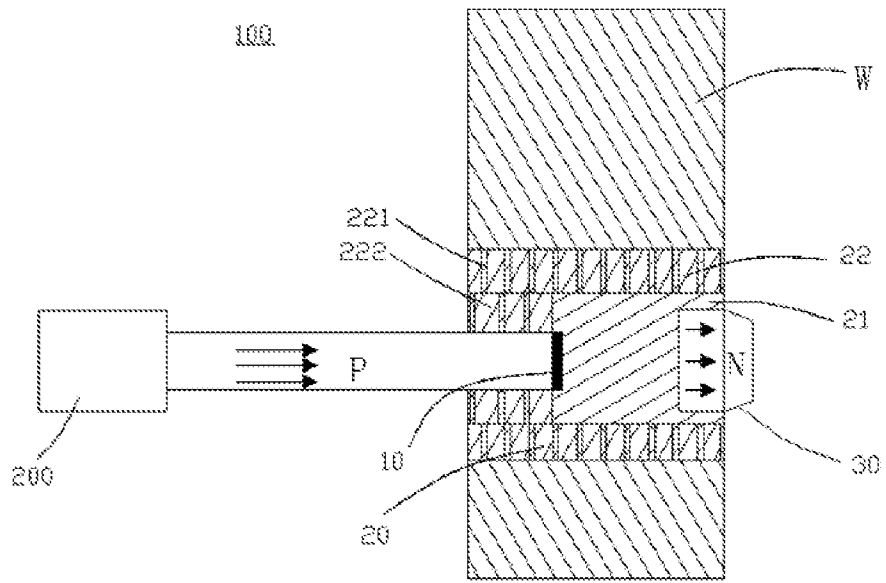


图 5

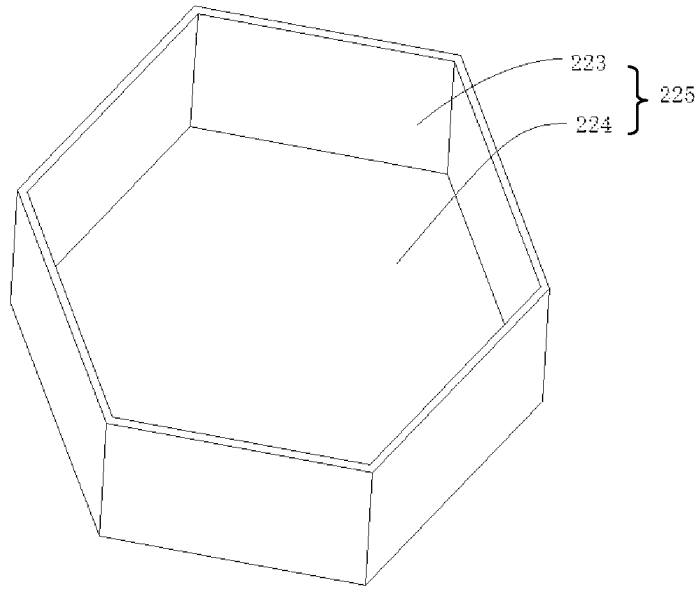


图 6

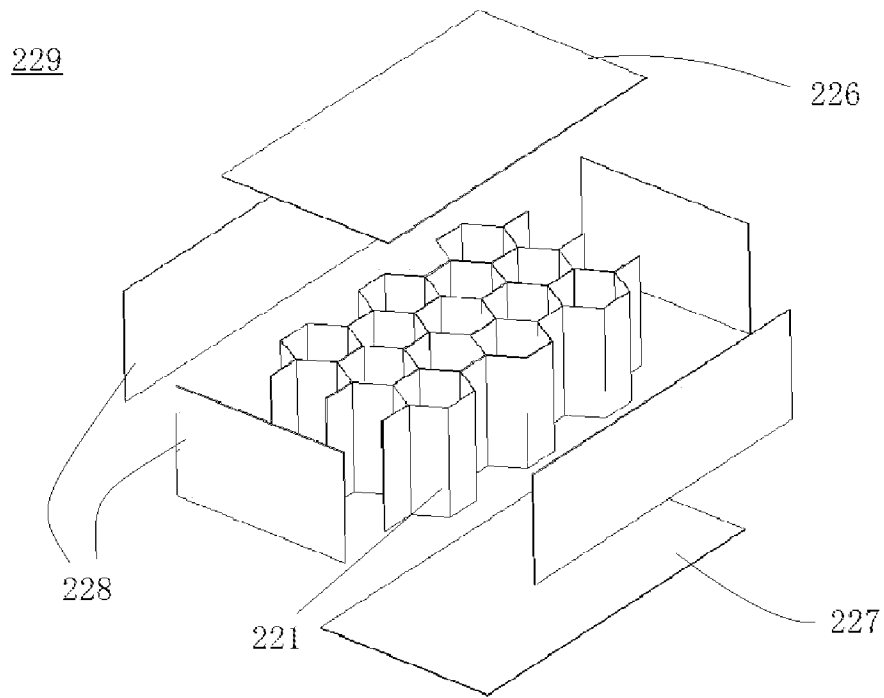


图 7

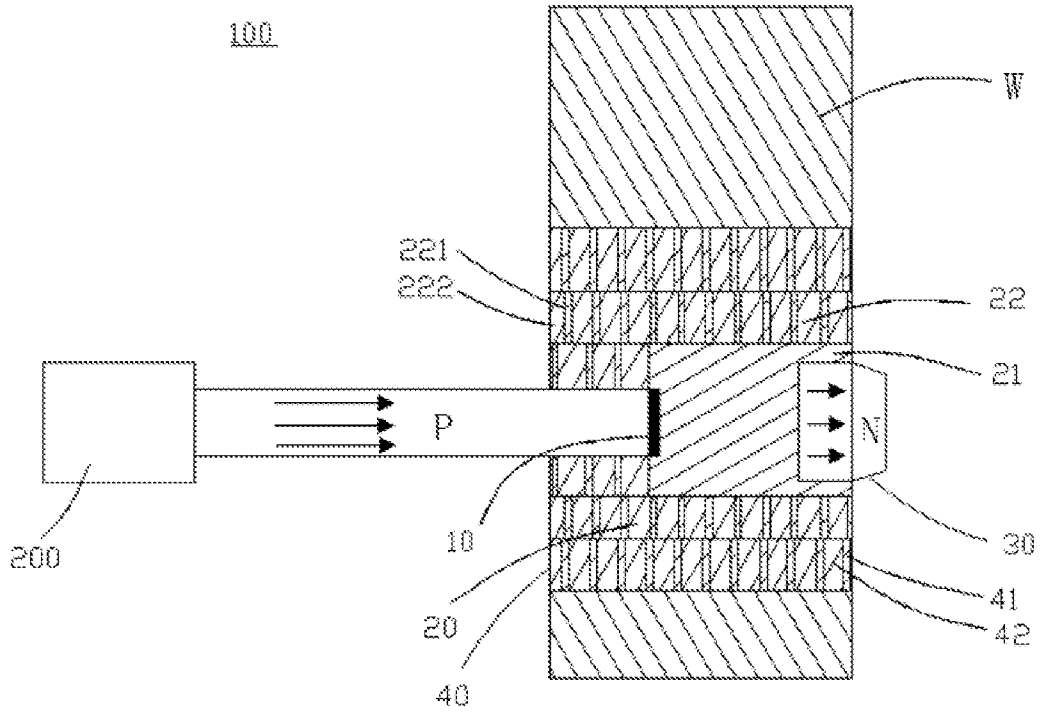


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/100572

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
A61N 5/10(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)		
A61N; A61B		
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)		
CNTXT, CNABS, VEN, CNKI: 中子, 捕获, 治疗, 屏蔽, 加速器, 反射, 缓速, 减速, 降速, 支撑, 加固, 支承, neutron, captur+, therapy, irradiat+, diagnostic, reflect+, beam, speed, cyclotron, accelerator, support, fix+, strengthen, shield		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 207076026 U (NEUBORON MEDTECH LTD.) 09 March 2018 (2018-03-09) abstract, description, paragraph [0078], and figures 1-6	1, 8, 9, 15
PX	CN 206835439 U (NEUBORON MEDTECH LTD.) 02 January 2018 (2018-01-02) abstract, description, paragraph [0028], and figure 1	1, 8, 9, 15
X	CN 106975162 A (NEUBORON MEDTECH LTD.) 25 July 2017 (2017-07-25) abstract, description, paragraph [0076], and figures 3-6	1, 8, 9, 15
X	CN 106552322 A (NEUBORON MEDTECH LTD.) 05 April 2017 (2017-04-05) abstract, description, paragraph [0080], and figures 3-5	1, 8, 9, 15
A	CN 105120952 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 02 December 2015 (2015-12-02) entire document	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "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 "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
22 October 2018		02 November 2018
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/100572

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	207076026	U	09 March 2018	CN	207081832	U	09 March 2018
CN	206835439	U	02 January 2018	None			
CN	106975162	A	25 July 2017	CN	106980136	A	25 July 2017
CN	106552322	A	05 April 2017	CN	106552322	B	21 August 2018
				WO	2017054557	A1	06 April 2017
				EP	3342460	A1	04 July 2018
CN	105120952	A	02 December 2015	EP	2979728	A4	01 February 2017
				TW	201438788	A	16 October 2014
				JP	5996470	B2	21 September 2016
				EP	2979728	B1	21 February 2018
				TW	1527606	B	01 April 2016
				EP	2979728	A1	03 February 2016
				JP	2014195505	A	16 October 2014
				WO	2014156245	A1	02 October 2014

<p>A. 主题的分类</p> <p>A61N 5/10(2006.01) i</p> <p>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</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>A61N; A61B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNXTX, CNABS, VEN, CNKI: 中子, 捕获, 治疗, 屏蔽, 加速器, 反射, 缓速, 减速, 降速, 支撑, 加固, 支承, neutron, captur+, therapy, irradiat+, diagnostic, reflect+, beam, speed, cyclotron, accelerator, support, fix+, strengthen, shield</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 207076026 U (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2018年 3月 9日 (2018 - 03 - 09) 摘要, 说明书第[0078]段, 图1-6</td> <td>1, 8, 9, 15</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 206835439 U (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2018年 1月 2日 (2018 - 01 - 02) 摘要, 说明书第[0028]段, 图1</td> <td>1, 8, 9, 15</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 106975162 A (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2017年 7月 25日 (2017 - 07 - 25) 摘要, 说明书第[0076]段, 图3-6</td> <td>1, 8, 9, 15</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 106552322 A (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2017年 4月 5日 (2017 - 04 - 05) 摘要, 说明书第[0080]段, 图3-5</td> <td>1, 8, 9, 15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105120952 A (住友重机械工业株式会社) 2015年 12月 2日 (2015 - 12 - 02) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 207076026 U (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2018年 3月 9日 (2018 - 03 - 09) 摘要, 说明书第[0078]段, 图1-6	1, 8, 9, 15	PX	CN 206835439 U (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2018年 1月 2日 (2018 - 01 - 02) 摘要, 说明书第[0028]段, 图1	1, 8, 9, 15	X	CN 106975162 A (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2017年 7月 25日 (2017 - 07 - 25) 摘要, 说明书第[0076]段, 图3-6	1, 8, 9, 15	X	CN 106552322 A (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2017年 4月 5日 (2017 - 04 - 05) 摘要, 说明书第[0080]段, 图3-5	1, 8, 9, 15	A	CN 105120952 A (住友重机械工业株式会社) 2015年 12月 2日 (2015 - 12 - 02) 全文	1-15
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 207076026 U (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2018年 3月 9日 (2018 - 03 - 09) 摘要, 说明书第[0078]段, 图1-6	1, 8, 9, 15																		
PX	CN 206835439 U (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2018年 1月 2日 (2018 - 01 - 02) 摘要, 说明书第[0028]段, 图1	1, 8, 9, 15																		
X	CN 106975162 A (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2017年 7月 25日 (2017 - 07 - 25) 摘要, 说明书第[0076]段, 图3-6	1, 8, 9, 15																		
X	CN 106552322 A (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2017年 4月 5日 (2017 - 04 - 05) 摘要, 说明书第[0080]段, 图3-5	1, 8, 9, 15																		
A	CN 105120952 A (住友重机械工业株式会社) 2015年 12月 2日 (2015 - 12 - 02) 全文	1-15																		
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2018年 10月 22日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2018年 11月 2日</p>																		
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>受权官员</p> <p>吴兴华</p> <p>电话号码 86-(010)-62089556</p>																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/100572

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	207076026	U	2018年 3月 9日	CN	207081832	U	2018年 3月 9日
CN	206835439	U	2018年 1月 2日	无			
CN	106975162	A	2017年 7月 25日	CN	106980136	A	2017年 7月 25日
CN	106552322	A	2017年 4月 5日	CN	106552322	B	2018年 8月 21日
				WO	2017054557	A1	2017年 4月 6日
				EP	3342460	A1	2018年 7月 4日
CN	105120952	A	2015年 12月 2日	EP	2979728	A4	2017年 2月 1日
				TW	201438788	A	2014年 10月 16日
				JP	5996470	B2	2016年 9月 21日
				EP	2979728	B1	2018年 2月 21日
				TW	1527606	B	2016年 4月 1日
				EP	2979728	A1	2016年 2月 3日
				JP	2014195505	A	2014年 10月 16日
				WO	2014156245	A1	2014年 10月 2日