



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97102061.2

[45] 授权公告日 2003 年 10 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1123051C

[22] 申请日 1997.1.22 [21] 申请号 97102061.2

[30] 优先权

[32] 1996. 1. 22 [33] US [31] 589303

[71] 专利权人 艾克塞利斯计术公司

地址 美国马萨诸塞州

[72] 发明人 V·M·本维尼斯特 陈 炯

T·N·霍斯基 W·E·雷诺

[56] 参考文献

JP 平 3 - 230467 1991.10.14 H01J37/317

US 5399871 1995.03.21 H01J37/317

审查员 郭永菊

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

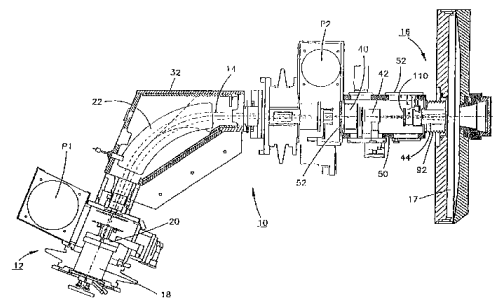
代理人 董 巍 邹光新

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

[54] 发明名称 工件的离子束处理方法和离子注入机

[57] 摘要

用来使离子束维持在沿从离子源(12)到其上有工件被离子束处理的离子注入台(16)的束路径(14)的方法和装置。中和器(44)安装在离子注入台的上游,并向离子束中注入中和电子。在束中和器位置的上游建立磁场来阻止中和电子向上游运动。所揭示的为建立阻止电子运动的磁场的技术是使用分开放置的第一和第二永久磁体(M1, M2)。



ISSN 1008-4274

1. 一种通过控制离子束中中和电子的运动，把离子束（14）从离子源（12）导向注入台（16），以对工件进行离子束处理的方法；  
5 该方法包含以下步骤：
- a) 把离子束（14）沿束传输路径从源（12）导向注入台（16），放置目标工件在注入台（16）上以进行离子束处理；
  - b) 在离子束轰击目标工件之前，在中和位置（44）向离子束中注入中和电子；以及
  - 10 c) 通过在离子到达中和位置之前，在接近离子束的点上放置磁性排斥器（110，140）而产生磁场，以阻止中和电子离开中和位置（44）向上游运动。
2. 根据权利要求 1 的方法，其中产生磁场的步骤通过在离子束传输路径相对两侧的分开的位置上安装第一和第二永久磁体（M1，  
15 M2）来实现。
3. 根据权利要求 1 的方法，其中产生磁场的步骤通过建立横截离子束传输路径的二极磁场来实现。
4. 一种用离子轰击位于离子注入台（16）上的工件来处理工件的离子注入机（10），包括：
- 20 a) 发射离子的离子源（12）；
  - b) 质量分析磁体（22，40，52），用于把从离子源中发射的离子形成离子束（14），并提供由离子束穿过的抽真空区；
  - c) 注入台（16），用来在离子束（14）的处理位置放置一个或多个工件；
  - 25 d) 离子束中和器（44），用来在注入台的离子束上游的中和区域注入中和电子；
  - e) 磁性排斥器（110，140），安装在离子束中和器（44）的上游，通过在离子束中和器（44）的上游区域建立与离子束（14）相截的磁场，来阻止中和电子离开离子束中的区域的运动。
- 30 5. 根据权利要求 4 的离子注入机，其中磁性排斥器包含第一和第二磁体（M1，M2），安装在离子束（14）相对的两侧，在第一和第二磁体（M1，M2）之间的区域产生磁场，以排斥电子离开离子束

中和器(44)。

6. 根据权利要求5的离子注入机, 其中第一和第二磁体(M1, M2)是永久磁体, 具有向内的极面, 以在该极面之间建立起二极磁场。

5 7. 根据权利要求5的离子注入机, 还包含第一和第二铁磁材料构成的长条(142, 144), 靠近第一和第二磁体(M1, M2)放置, 以调整第一和第二磁体之间区域中的磁场强度。

8. 根据权利要求6的离子注入机, 其中第一和第二磁体是长条磁体。

9. 根据权利要求8的离子注入机还包含铁磁材料(142, 144),  
10 靠近长条磁体放置, 以使磁力线沿被离子束占据的区域集中。

10. 根据权利要求9的离子注入机, 其中铁磁材料包含铁磁条(142, 144), 放置于每个长条磁体的两边。

11. 根据权利要求4的离子注入机, 其中磁性排斥器(110, 140)包含:

15 a) 第一和第二细长永久磁体(M1, M2), 相对离子束(14)传输路径取向, 以使离子束中的离子从该第一和第二细长永久磁体之间通过, 且在该细长永久磁体之间的磁场区域建立排斥电子的磁场;

b) 石墨屏蔽罩(180, 182), 用来通过限定一个使离子束通过其进入细长磁体之间磁场区域的进入窗口, 以屏蔽磁体不受离子束  
20 中离子的直接轰击; 以及

c) 基座(150), 用来相对于离子束支撑第一和第二细长永久磁体(M1, M2)和石墨屏蔽罩(180, 182), 以阻止电子沿离子束流动。

12. 根据权利要求11的离子注入机, 其中石墨屏蔽罩(180, 182)经一个支撑架(172)与基座相连, 并把第一和第二细长永久磁体(M1,  
25 M2)与离子束路径(14)隔开。

13. 根据权利要求12的离子注入机, 还包含靠近所述永久磁体放置以使磁力线沿被离子束占据的区域集中的铁磁材料(142, 144)。

14. 根据权利要求13的离子注入机, 其中靠近永久磁体放置的铁磁材料(142, 144)包含放置在每个第一和第二细长永久磁体两  
30 侧的铁磁性条。

## 工件的离子束处理方法和离子注入机

5 本发明涉及一种方法和一种装置，用来改善离子注入机中的离子束传输，同时使离子注入剂量的均匀性在注入靶的表面上保持在可接受的限度之内。

10 在大电流离子注入机中，离子束从离子源穿过等离子体束传送到加工件。在该等离子体中，由离子产生的正空间电荷被由环绕或穿过离子束作轨道运动的电子产生的负空间电荷补偿。这些电子处于准静止状态，不会沿离子束传播方向运动。

如果这些电子从束空间中被除去，由离子产生的未被补偿的空间电荷将在束中心的径向方向产生电场。在该电场影响下，离子将偏离束中心。导致束发散的截面增大，直到它不再在有效的物理包络面范围之内。发生这种情况通常被称为“束放大”。(beam blow-up)。

15 束靶或加工件通常是用于制备 CMOS 集成电路的电绝缘硅片。当带正电的离子束轰击硅片时，片子得到净正电荷。得到的这些电荷将在片子区域产生电场，该电场会从等离子体束中吸引中和电子，导致束放大。

20 CMOS 集成电路带正电荷的第二个后果是可能损坏电路。当净正电荷积累于电路上时，在片子表面会产生大电场，这可能会损坏正在形成的器件的结和门。

为避免由带净正电荷的离子束造成的损坏，以前工艺的注入机使用了“电子喷射器”(electron shower)或“电子流”(electron flood)。该种装置正好安装在靶的上游，提供与正离子束电流相等的电子电流，以使得到的离子束净电荷为零。

25 离子注入机的电子喷射器在以前工艺的注入机中使用，取得了一些成功，同时也有一些缺点。电子喷射器不可能提供足够的电子电流来完全中和离子电流。当这种情况发生时束将全部分放大，造成不能接受的注入剂量不均匀性。以前工艺注入机的经验指出：尽管束没被完全中和，但如果能限制束放大的长度，对束不均匀性的不利影响可得到减弱。

30 为了限制未中和束造成的部分放大的影响，通常在电子喷射器的上

游(离子源方向)安装“偏置孔”。该孔是环绕束流的带负电的金属环。该孔在束中心产生负电势,阻止两边(上游或下游)的电子穿过该环。这个现象在图2中说明,图2表示一个有代表性的以前工艺的电子抑制环,安装在电子喷射器的上游。

5 图2的描绘中,环R安装在两个接地的导电构件C1, C2之间。环R上保持低于2.5千伏的电势,这样将使电子偏离环R平面,如图2中电子的运动所示。

遗憾的是,阻止了电子穿过偏置环R的一个电场也在大约为偏置环R一个环直径的距离内耗尽了电子。在环R的这个距离内,正离子空间电荷完全没被补偿,束放大将发生。这种束放大所引起的问题对于低能离子注入束更明显。

本发明的实施阻止中和电子的回流,但不同于使用负偏压电极,不会耗尽离子束区域中的所有电子。

15 根据本发明的方案,离子束沿束传输路径从源导向注入台,目标工件放置在注入台上以进行离子束处理。在离子束接触目标工件前,中和电子在中和位置注入到离子束中。在中和位置的上游产生一个磁场来阻止中和电子的回流。

20 磁场的产生最优选地通过在离子束刚到达束中和器之前的位置、在离子束的相对两边放置永久磁体来完成。磁体在离子束穿过的区域建立起磁场。该磁场使电子沿螺旋形路径前后运动,但不把它们从离子束中的位置排斥开。不过,从维持离子束的束中和器区域运动开的电子要受到永久磁体产生的磁场的排斥。

磁体区域中电子的流失通过提供一个磁场,进一步得到阻止,在该磁场处有高度密集的磁力线位于离子束空间区域的外面。

25 本发明的这些和其它的目的、优点和特性将从结合附图说明的本发明的优选实施方案详述得到更好的理解。

图1是一个顶视图,部分是剖面,显示一个离子注入机,它包含离子源、束形成和成形装置和注入室;

30 图2是以前工艺中抑制电极区域的放大剖视图,电极放置在离子注入机中离子束中和器的上游;

图3是离子束注入机中建立有磁场以阻止从离子束中和器回流的区域的放大剖视图;

图 4 是永久磁体附近离子束传输路径的区域的透视图；

图 5 是离子束注入机中为阻止电子回流的磁场在离子束传输路径的外面有密集磁力线的区域的放大剖视图；

图 6 是关于两种作对比的电子回流控制的通过效率对离子束能量的函数图；一种回流控制是以前工艺技术，第二种是根据本发明采用的技术；

图 7 是根据本发明的优选磁场电子排斥器的剖视图；

图 8 是从图 7 中平面 8 - 8 看的优选磁场电子排斥器的视图；和

图 9 是从图 8 中平面 9 - 9 看的优选磁场电子排斥器的视图。

10 现在转到附图，图 1 绘制了一个离子注入机，通常如 10 所示，它包括离子源 12，用来发射离子以形成通过束路径到达注入台 16 的离子束 14。控制电子仪器（未示出）可监测和控制注入台 16 上作用腔 17 内的片子所接收到的离子剂量。

15 离子源 12 包含等离子体腔 18，其中注入要电离的源材料。源材料可包含可电离的气体或气化的源材料。给源材料加上能量以在等离子体腔 18 中产生带正电的离子。带正电的离子从覆盖在等离子腔 18 开口侧的盖板 20 上的椭圆弧形狭缝里离开等离子体腔内部。

20 等离子体腔 18 中的离子通过等离子体腔盖板 20 上的弧形狭缝引出后，被等离子体腔盖板 20 邻近的一组电极向质量分析磁体 22 加速。质量分析磁体 22 被支撑于磁护套 32 中。磁场强度由离子注入机的控制电子仪器控制。磁体的磁场通过调节磁体的磁场线圈中的电流来控制。质量分析磁体 22 使离子沿离子束 14 运行出一曲线轨迹，从而只有原子质量适当的离子才能到达离子注入台 16。

25 由于质量分析磁体护套 32 上高电压与接地注入腔之间的电势降，离子束 14 在到达注入腔之前要被进一步地成形、鉴定和加速。通过沿束线分开的真空泵 P1、P2，从源到腔体 17 的束线传输路径被保持在减小的压力下。

30 在磁体 22 的下游，离子注入机包含四极组件 40，旋转的法拉第罩 42 和离子束中和器 44。四极组件 40 包含一组环绕离子束 14 取向的磁体，磁体由控制电子仪器（未示出）有选择地激励以调节离子束 14 的高度。四极组件 40 被装在注入机机壳 50 中。四极组件 40 面对磁体 22 的一端带有离子束屏蔽板 52。板 52 的功能是配合质量分析磁体 22 从

离子束 14 中消除不想要的离子种类。

法拉第板 42 安装在四极组件 40 和离子束中和装置 44 之间。法拉第板可旋转地安装在机壳 50 中，使它能旋到截断离子束 14 的位置以测量离子束特性，在测量满意后，能被转到束线之外，从而不干扰注入腔 5 17 中的片子注入。

以前工艺的离子束中和器 44，常被称为电子喷射器，在发布于 11 月 17 日，1992 年的美国专利 No.5,164,599, Benveniste 中公开，并转让给本发明的受让人，'599 专利在这里全部引入作为参考。

从等离子体腔 18 中引出的离子是带正电的。如果在注入片子之前 10 离子上的正电荷不被中和，掺杂片上将出现净正电荷。正如以上以及 Benveniste 的'599 专利中描述的，片子上这样的净正电荷具有不希望的特性。

从前工艺的离子束中和器公开于共同未决的美国专利申请系列 08/518,708，提交于 8 月 28 日，1995 年，申请人为 Blake，该共同未 15 决的专利申请的公开内容在此引入作为参考。

恰好在中和器 44 上游处的是排斥器 110。图 3 中概略地图示出了排斥器 110 的部件。排斥器 110 包含永久磁体 M1、M2，用于阻止电子从中和器的回流。磁体 M1，M2 取代了在图 2 中讨论过的偏置环孔 R。

图 1 中示出的中和器 44 确定出开口的柱状内部区域，其大小在中 20 和电子注入离子束时足以允许离子束无阻碍地通过。图 1 中示出的中和器 44 和排斥器 110 被形成一个完整单元，并装在固定在机壳 50 上的共同基底 52 上。

圆盘状的片子支托（未示出）可旋转地装在注入腔 17 中。由离子 25 束处理的片子位于片子支托的圆周边缘附近，支托由马达（未示出）按大约 1200KPM 的速率转动。在片子沿圆形路径转动时离子束 14 轰击到片子上并对片子进行处理。多个片子围绕片子支托的外缘装在支托上，并通过安装锁气室（load lock）进行装片和取片，这样在装片和取片时使束线保持抽真空。

注入台 16 相对于机壳 50 可转动，并通过可弯曲波纹管 92 和机壳 30 50 连接。注入台 16 的可转动性允许在注入腔中离子束 14 轰击片子时调节离子束 14 的入射角度。

图3图示说明磁排斥器110的工作。两个永久磁体M1, M2安置在离子束14的相对两侧。第一磁体M1的北极面122面向离子束14的一侧, 第二磁体M2的南极面124面向离子束的相对一侧。图3中画出了两磁体间的磁力线。穿过离子束从磁排斥器110的上游或下游位置运动的电子在它们进入磁体M1、M2之间的磁场时会受到磁力作用。

本发明的主要优点在图3中示出。已经位于两磁体M1、M2之间的电子不会从离子束中被推开。除非正在运动, 磁场中带负电的电子不会受到力的作用。如果电子因在离子束中的随机运动而受到磁力, 它们将趋向于沿螺旋形路径130在离子束14中前后运动。这些电子继续帮助中和离子束, 而不是由于以前工艺中的抑制电极或环R(图2)产生的电场而从离子束中被扫开。

图4和5示出磁排斥器的另一实施方案, 其中磁场限定结构具有两个长条磁体M1, M2。由铁磁材料构成的长条142, 144致使磁力线集中在离子束14的侧面。磁性条的存在使磁力线从南极跨到北极, 但限制了密集磁力线出现的区域。

图7-9示出另一目前优选的安装排斥器140的结构, 其中排斥器与中和器44分离开。由注入机机壳50支撑的金属基座150包含向内的表面152, 该表面在机壳50的开口周围连接在机壳50上。

基座150通过螺纹接头154固定在注入机机壳50上, 使之适当位于机壳50上的开口位置。弹性密封垫圈160安在基底上的凹槽162(图8)中, 把注入机内部密封起来, 以使注入机10可抽到低于大气压之下。为了取下排斥器140, 拧松接头154, 基底就从机壳50上抬起。铅屏蔽层162盖在基座150外面, 屏蔽排斥器140区域以防止注入机区域的电离辐射。

固定在基座150上的悬臂170连接到支撑架172上。如图9所示, 支撑架172有四面, 通常是在平面内呈矩形。四个连接侧壁173-176围绕离子束14, 并直接支撑排斥器140。

排斥器140包含两个磁体M1、M2和两个由支架172支撑的石墨屏蔽罩180、182。石墨屏蔽罩180、182防止离子束14直接接触到磁体M1、M2。磁体M1、M2在磁体之间的区域建立起基本均匀的两极磁场。该磁场的磁力线在图9排斥器140的图中画出。

图7中每个磁体, 比如磁体M1, 由两个相邻磁体190、192构成,

可见于图 7 中的部分剖视图。磁体 190、192 顶端和顶端对准，一个磁体的南极紧连在相邻磁体的北极上。排斥器优选地使用四个相同的、由钐钴合金构成、表面场强至少为 2500 高斯的磁体。典型的注入机中在离子束穿过中和器 44 处的离子束定形为大约 0.7 英寸宽。为了使离子束无阻碍地通过磁排斥器 140，两个磁体 M1、M2 相距大约 2.8 英寸。

图 6 是以离开质量分析磁体 22 的离子束百分率表示的离子束通过率图。该比率作为以 KeV 为单位的束能量的函数画出。画出了两套不同数据。在以前工艺的离子束注入机中使用加负偏压的抑制电极或环 R 所得到的数据点在图中用“X”画出。图中由“0”标出的数据点是由具有磁排斥器，比如图 7 - 9 所示的排斥器 140 的离子注入机得到的。可以看到通过率从以前工艺注入机的约 60 % 提高到使用磁排斥器 140 的注入机的大于 80 % 的效率。

本发明在一定程度的特定性中得到说明，但应看到，那些现有技术  
的普通熟练人员可对本发明的所述实施方案作一定的增加、修改或删除，  
而不脱离本发明的精神和范围，这在所附权利要求中指出。

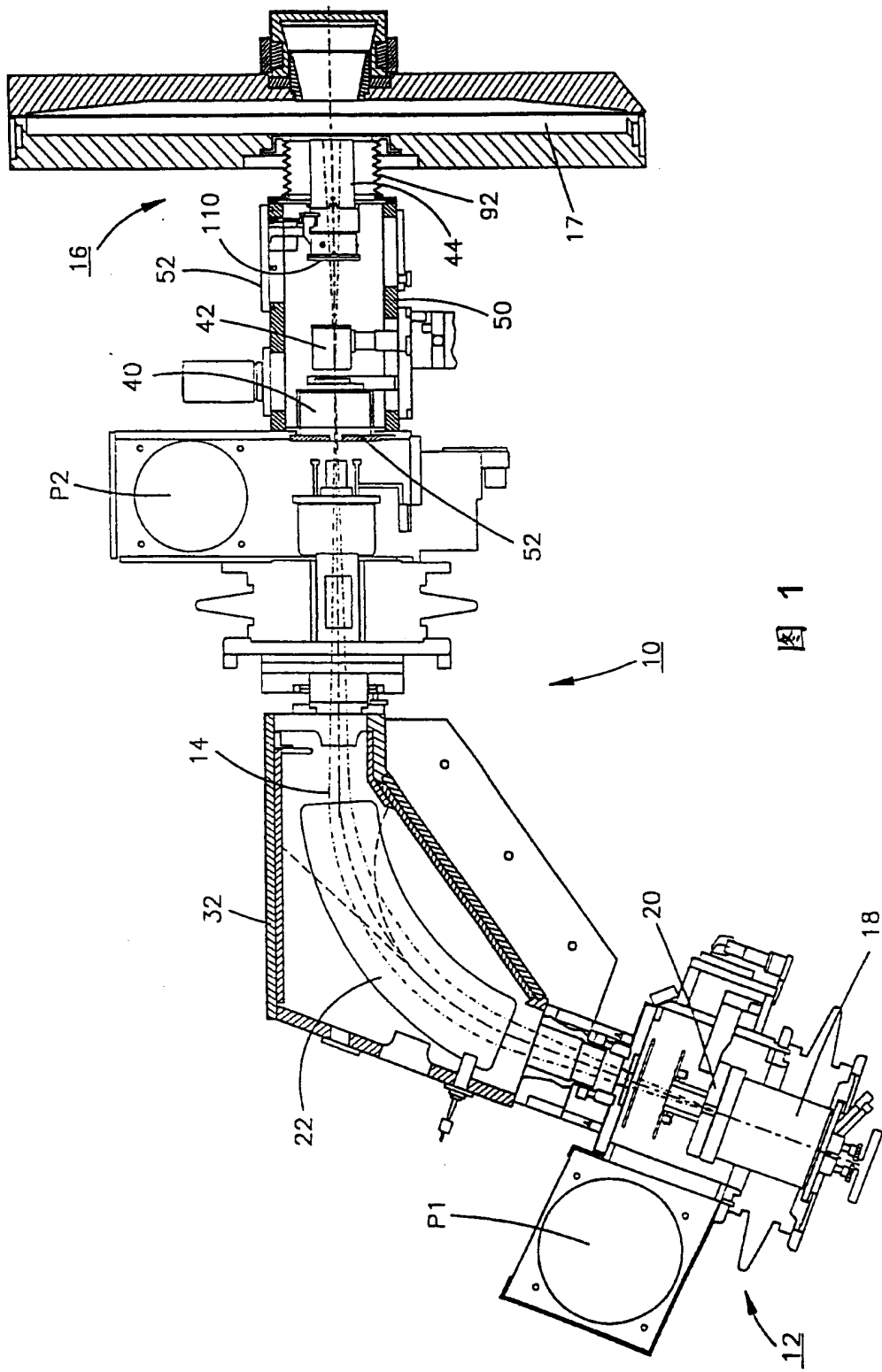


图 1

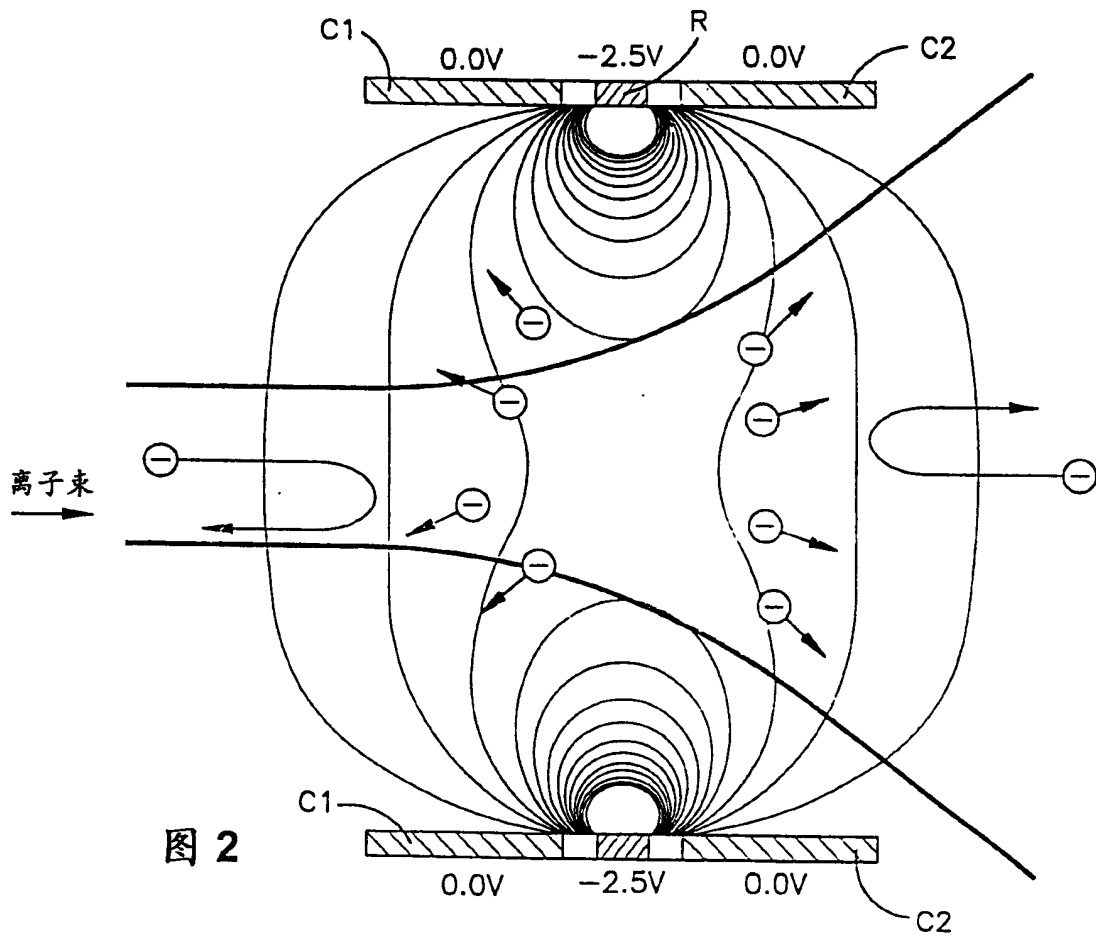


图 2

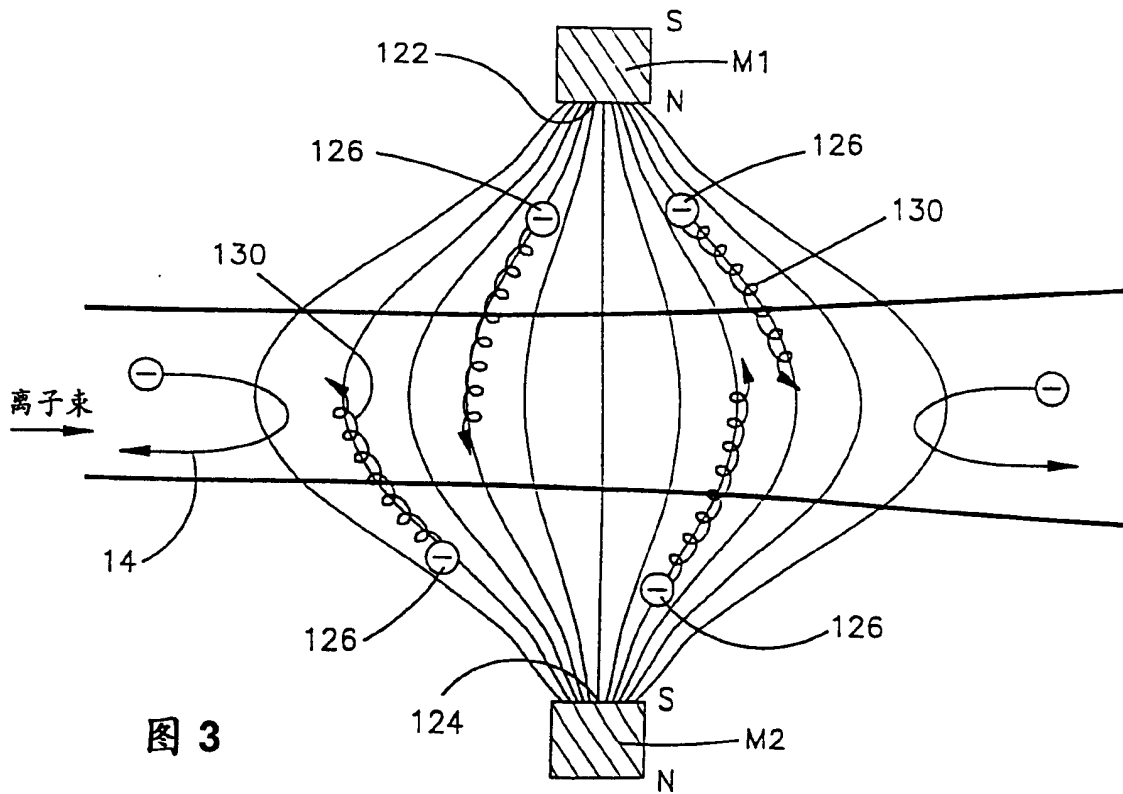


图 3

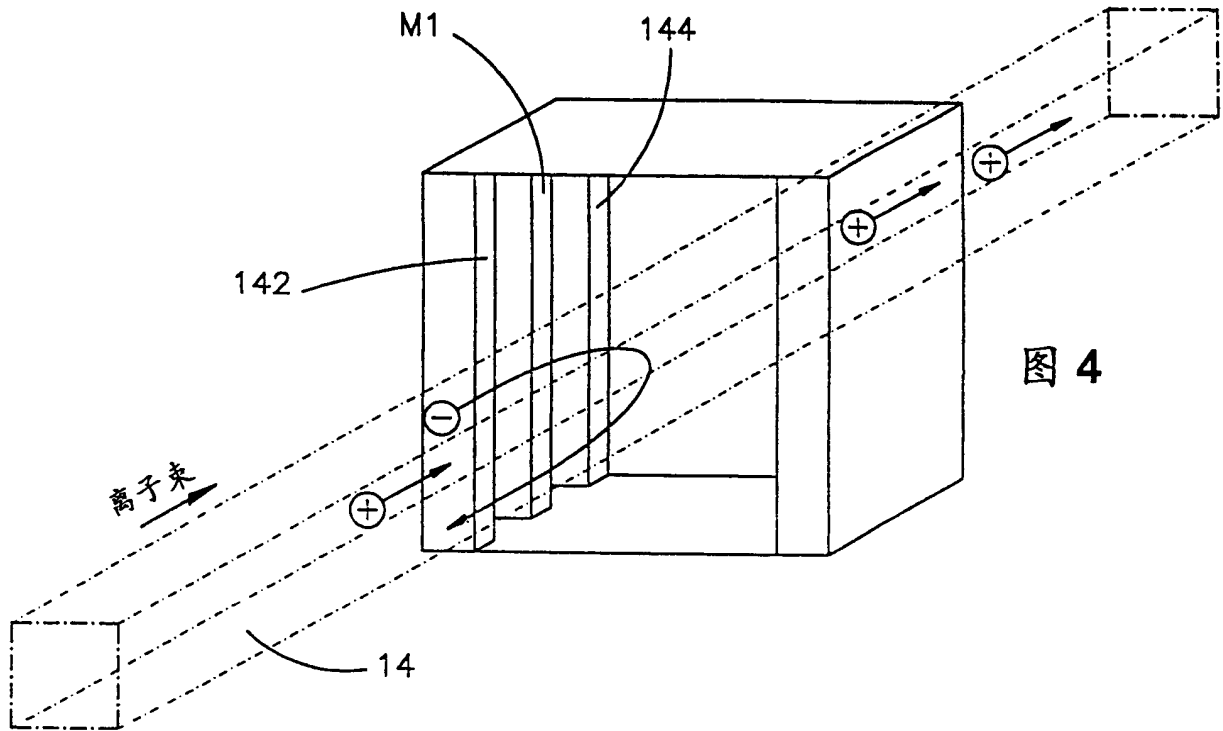


图 4

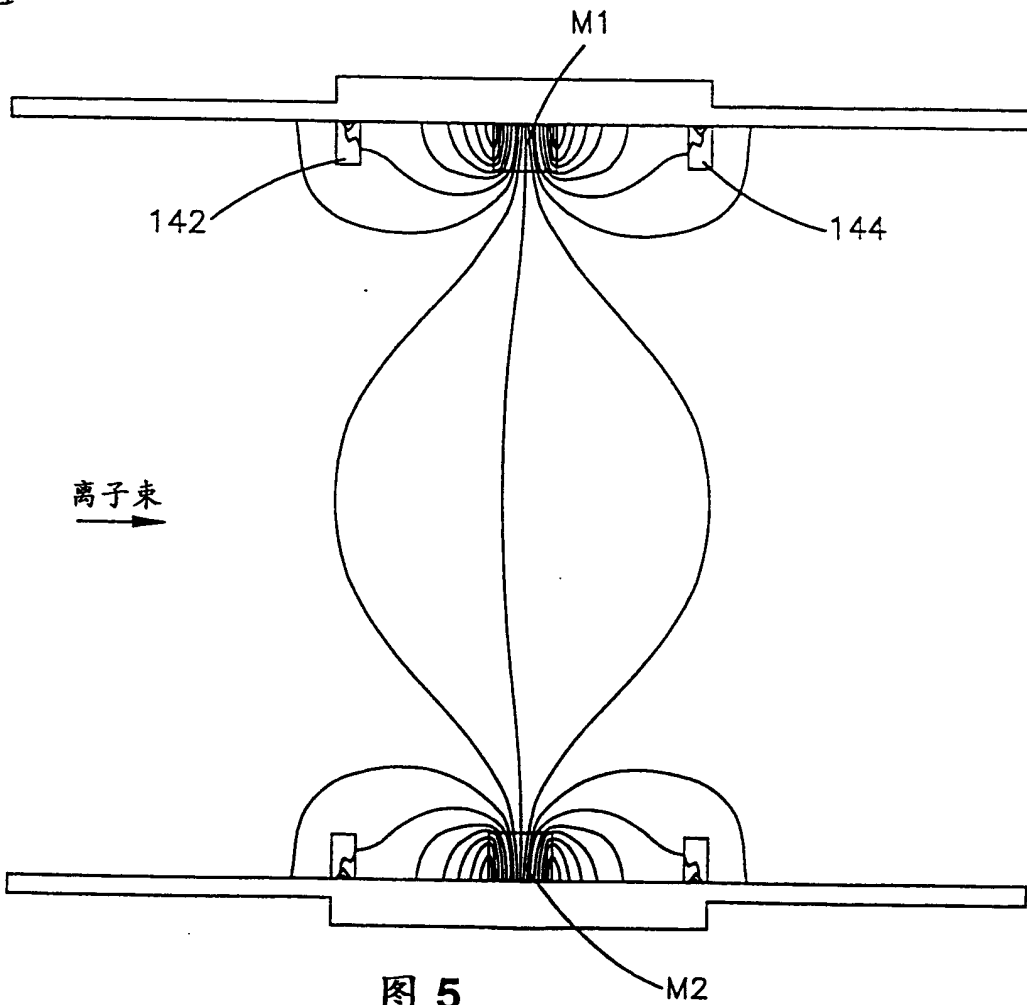


图 5

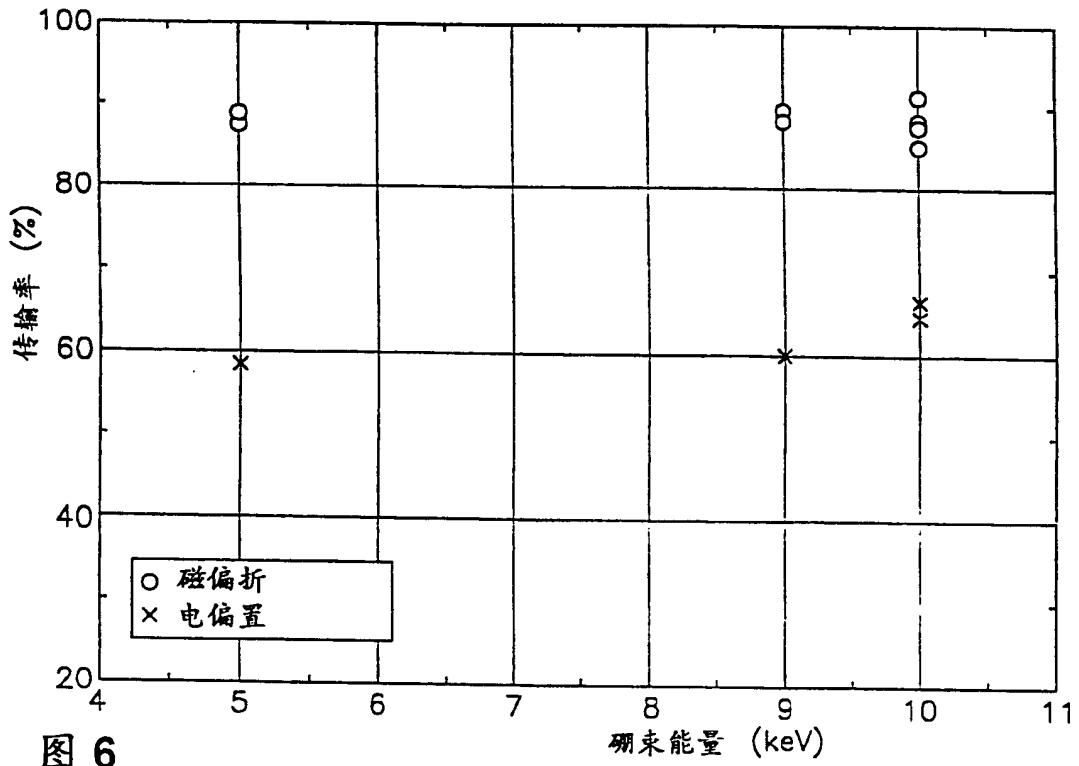


图 6

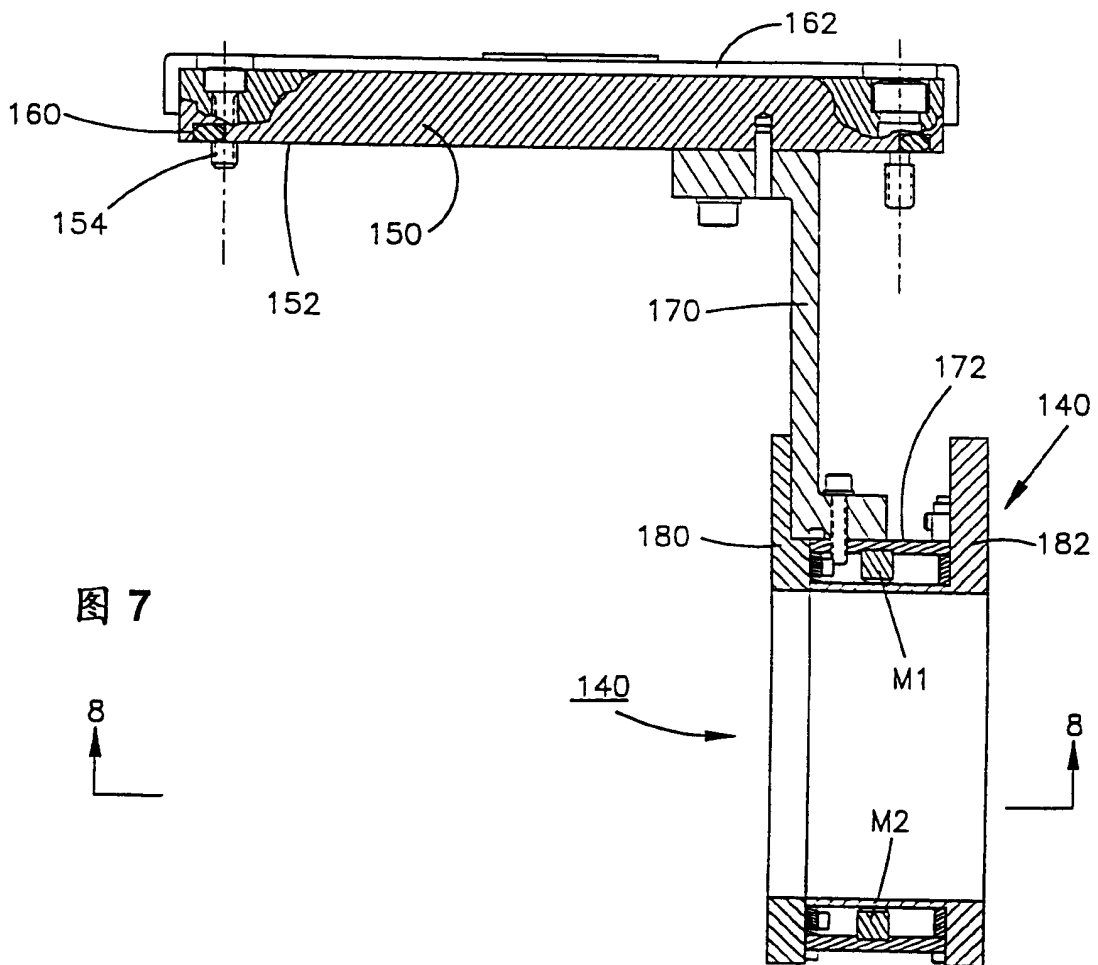


图 7

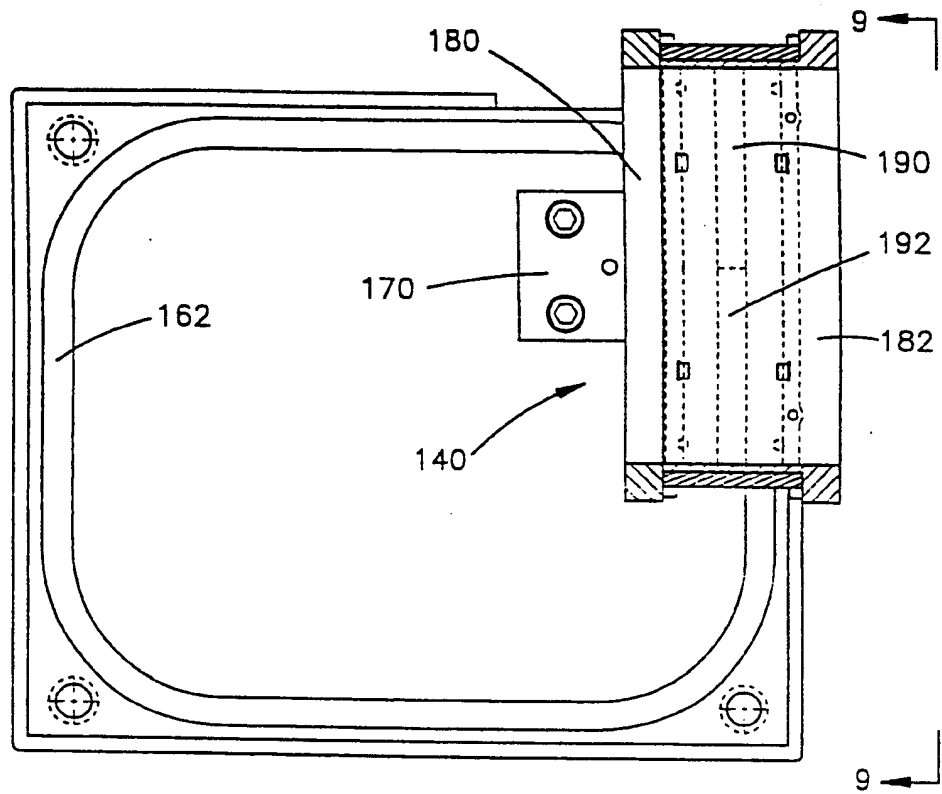


图 8

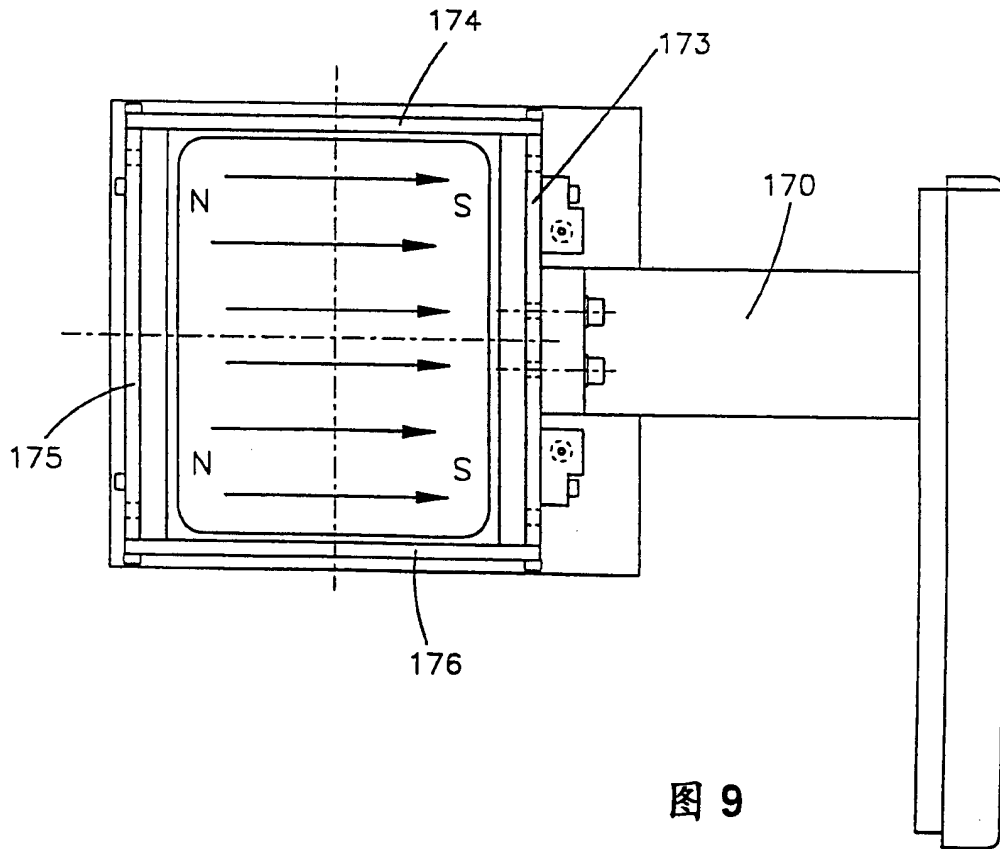


图 9