

(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
2018 年 3 月 8 日 (08.03.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/040588 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01J 25/50 (2006.01) *C23C 14/35* (2006.01)
H01J 37/34 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/081325
- (22) 国际申请日: 2017 年 4 月 21 日 (21.04.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610779067.9 2016 年 8 月 30 日 (30.08.2016) CN
- (71) 申请人: 北京北方华创微电子装备有限公司 (BEIJING NAURA MICROELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。

(72) 发明人: 杨玉杰 (YANG, Yujie); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。

(74) 代理人: 北京天昊联合知识产权代理有限公司 (TEE & HOWE INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS); 中国北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 D 座 10 层 张天舒, Beijing 100005 (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, 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,

(54) Title: MAGNETRON ELEMENT AND MAGNETRON SPUTTERING APPARATUS

(54) 发明名称: 一种磁控元件和磁控溅射装置

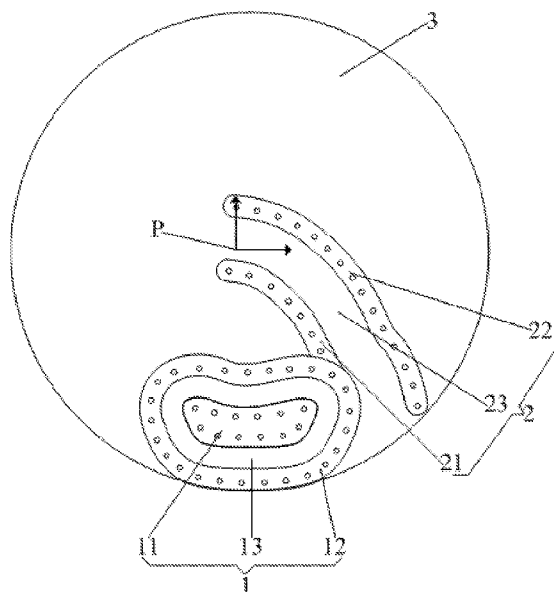


图 2

(57) Abstract: Disclosed are a magnetron element and a magnetron sputtering apparatus. The magnetron element comprises a closed magnetron (1) and a non-closed magnetron (2). A closed plasma path (13) is formed between an inner magnetic pole (11) and an outer magnetic pole (12) of the closed magnetron. A non-closed plasma path (23) is formed between a first magnetic pole (21) and a second magnetic pole (22) of the non-closed magnetron. The closed plasma path and the non-closed plasma path are at least correspondingly located in a radius region from a target centre to a target edge; and the sum of the effective extension length of the closed plasma path in a target radial direction and the effective extension length of the non-closed plasma path in the target radial direction is greater than or equal to the radius of the target. The magnetron element can achieve whole target corrosion of the target, and avoid the presence of particles in a central region of the target, thereby improving the utilization rate of the target, further improving the ionization rate of a metal target during a sputtering process, and at the same time, improving the filling effect of through holes on a wafer.

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))。

(57) 摘要：一种磁控元件和磁控溅射装置。磁控元件包括闭合磁控管(1)和非闭合磁控管(2)，闭合磁控管的内磁极(11)和外磁极(12)之间组成闭合的等离子体路径(13)，非闭合磁控管的第一磁极(21)和第二磁极(22)之间组成非闭合的等离子体路径(23)，闭合的等离子体路径和非闭合的等离子体路径至少对应位于靶材的中心到靶材的边缘的半径区域，且闭合的等离子体路径在靶材径向上的有效延伸长度和非闭合的等离子体路径在靶材径向上的有效延伸长度之和大于等于靶材的半径。磁控元件能够实现靶材的全靶腐蚀，避免靶材的中心区域出现颗粒，提高靶材的利用率；还能提高溅射过程中金属靶材的离化率；同时提高晶片上通孔的填充效果。

一种磁控元件和磁控溅射装置

技术领域

本发明涉及磁控溅射技术领域，具体地，涉及一种磁控元件和磁控溅射装置。

背景技术

溅射是指荷能粒子（例如氩离子）轰击固体表面，引起表面各种粒子，如原子、分子或团束从该物体表面逸出的现象。在磁控溅射装置中，等离子体产生于腔室中，等离子体的正离子被阴极负电所吸引，轰击腔室中的靶材，撞出靶材的原子，并沉积到衬底上。在非反应溅射的情况下，气体是惰性气体，例如氩气。在反应溅射中，则采用反应气体和惰性气体一起使用。磁控溅射设备广泛的应用于集成电路、液晶显示器、薄膜太阳能及 LED 领域等。

为了改善溅射的效果，在靶材附近使用了磁铁，它可以迫使等离子体中的电子按照一定的轨道运动，增加了电子的运动时间，从而增加了电子和要电离的气体碰撞的机会，从而得到高密度的等离子体，提供高的沉积速率。同时磁铁所控的电子的轨道会影响不同位置的靶材的侵蚀速率，影响靶材的寿命。同时还会影响薄膜的沉积的均匀性。

为了实现溅射过程中靶材的全靶腐蚀，如图 1a 至 1c 所示，在现有技术一中，磁控管 6 采用如图 1a 中的肾形嵌套式结构。磁控管 6 固定安装在磁控管安装板 9 上，磁控管安装板 9 固定在驱动板 8 上，驱动板 8 与托架 10 通过轴 14 活动连接，驱动板 8 能绕轴 14 转动，托架 10 与驱动板 8 之间还连接有弹簧 5；托架 10 与驱动轴 4 活动连接，且托架 10 能绕驱动轴 4 转动。驱动轴 4 对应位于靶材的中心。磁控溅射工艺开始时，托架 10 带动驱动板 8 和磁控管 6 绕驱动轴 4 旋转，如：驱动

轴 4 以一定转速逆时针旋转,转速足够高时使得磁控管 6 的离心力超过弹簧 5 的弹力,驱动板 8 和其固定的磁控管安装板 9 绕着托架 10 上的轴 14 转向外侧(如图 1b),从而使磁控管 6 对应位于靶材 7 的边缘区域,此时,在磁控管 6 的作用下,等离子体刻蚀靶材 7 的边缘区域。相反,转速很低时,驱动轴 4 仍然逆时针转动,但很低的转速使得磁控管 6 的离心力小于弹簧 5 的弹力,弹簧 5 将驱动板 8 和其固定的磁控管安装板 9 绕着托架 10 上的轴 14 拉向内侧(如图 1c),从而使磁控管 6 被拉回到对应靶材 7 的中心区域的位置,此时,在磁控管 6 的作用下,等离子体刻蚀靶材 7 的中心区域。在整个工艺过程中,通过改变托架 10 的转速控制磁控管 6 在对应靶材 7 的边缘区域和中心区域之间进行位置转换,从而实现对靶材 7 的边缘区域和中心区域的腐蚀,最终实现全靶腐蚀。

但是,现有技术一中只能通过控制托架 10 的转速使靶材 7 的边缘区域和中心区域先后完成腐蚀,即,先腐蚀靶材 7 的边缘区域再腐蚀其中心区域,然而这样会导致靶材 7 的中心区域所对应的晶片区域出现颗粒,从而导致溅射工艺质量和产品良率都比较低。

另外,现有技术一中,由于弹簧存在弹性性能损耗问题,所以很难通过不同转速准确控制磁控管的位置而实现全靶腐蚀。

发明内容

本发明针对现有技术中存在的上述技术问题,提供一种磁控元件和磁控溅射装置。该磁控元件能够实现靶材的全靶腐蚀,避免靶材的中心区域出现颗粒,提高靶材的利用率;还能提高溅射过程中金属靶材的离子化率;同时提高晶片上通孔的填充效果。

本发明提供一种磁控元件,用于溅射靶材,包括闭合磁控管和非闭合磁控管,所述闭合磁控管的内磁极和外磁极之间组成闭合的等离子体

路径,所述非闭合磁控管的第一磁极和第二磁极之间组成非闭合的等离子体路径,所述闭合的等离子体路径和所述非闭合的等离子体路径至少对应位于所述靶材的中心到所述靶材的边缘的半径区域,且所述闭合的等离子体路径在所述靶材径向上的有效延伸长度和所述非闭合的等离子体路径在所述靶材径向上的有效延伸长度之和大于等于所述靶材的半径。

优选地,在所述磁控元件的旋转过程中,所述闭合的等离子体路径和所述非闭合的等离子体路径所经过的区域互不重合,所述磁控元件的旋转中心对应位于所述闭合的等离子体路径或者所述非闭合的等离子体路径中,所述磁控元件的旋转中心与所述靶材的中心重合。

优选地,所述闭合磁控管在所述靶材所在平面的正投影对应位于所述靶材的边缘区域,所述非闭合磁控管在所述靶材所在平面的正投影对应位于所述靶材的中心区域。

优选地,所述闭合磁控管在所述靶材所在平面的正投影对应位于所述靶材的中心区域,所述非闭合磁控管在所述靶材所在平面的正投影对应位于所述靶材的边缘区域。

优选地,所述非闭合的等离子体路径在所述靶材径向上的有效延伸长度等于所述靶材的直径长度。

优选地,所述闭合磁控管的外磁极和所述非闭合磁控管的第一磁极连接。

优选地,所述闭合磁控管的所述外磁极用作所述非闭合磁控管的所述第一磁极,所述外磁极和所述第二磁极之间组成所述非闭合的等离子体路径。

本发明还提供一种磁控溅射装置,包括靶材,还包括上述的磁控元件,所述磁控元件设置在所述靶材的正上方;还包括直流电源和/或射频电源,所述直流电源和/或所述射频电源连接所述靶材,用于为所述

靶材提供溅射功率。

优选地，所述射频电源的频率范围为 400k-60MHz。

优选地，所述射频电源的频率为 400kHz、2MHz、13.56MHz、40MHz 或 60MHz。

本发明的有益效果：本发明所提供的磁控元件，通过使闭合的等离子体路径和非闭合的等离子体路径至少对应位于靶材的中心到靶材的边缘的半径区域，且闭合的等离子体路径在靶材径向上的有效延伸长度和非闭合的等离子体路径在靶材径向上的有效延伸长度之和大于等于靶材的半径，不仅能够实现靶材的全靶腐蚀，提高靶材的利用率；而且能够避免靶材的中心区域所对应的晶片区域出现颗粒，提高磁控溅射工艺的质量和良品率；同时，在靶材上施加直流电源的情况下，由于闭合的等离子体路径面积的减小，能提高闭合的等离子体路径作用到靶材上的功率密度，从而提高了靶材的离化率，而且还提高了晶片上通孔的填充效果。

本发明所提供的磁控溅射装置，通过采用上述磁控元件，不仅提高了金属靶材的离化率，而且实现了全靶腐蚀。

附图说明

图 1a 为现有技术一中磁控管相对靶材的运动示意图；

图 1b 为图 1a 中磁控管的转速较高时驱动板相对托架的转动位置示意图；

图 1c 为图 1a 中磁控管的转速较低时驱动板相对托架的转动位置示意图；

图 2 为本发明实施例 1 中磁控元件的结构俯视图；

图 3 为本发明实施例 1 中磁控元件的另一种结构俯视图；

图 4 为本发明实施例 1 中磁控元件的又一种结构俯视图；

图 5 为本发明实施例 2 中磁控元件的结构俯视图；

图 6 为本发明实施例 3 中磁控元件的结构俯视图；

图 7 为本发明实施例 4 中磁控元件的结构俯视图；

图 8 为本发明实施例 5 中磁控溅射装置的结构示意图。

其中的附图标记说明：

1. 闭合磁控管；11. 内磁极；12. 外磁极；13. 闭合的等离子体路径；
2. 非闭合磁控管；21. 第一磁极；22. 第二磁极；23. 非闭合的等离子体
路径；P. 磁控元件的旋转中心；3. 背板；4. 驱动轴；5. 弹簧；6. 磁控管；
7. 靶材；8. 驱动板；9. 磁控管安装板；10. 托架；14. 轴；15. 磁控元件；
16. 射频电源；17. 直流电源；18. 控制元件；19. 晶片。

具体实施方式

为使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图和具体实施方式对本发明所提供的一种磁控元件和磁控溅射装置作进一步详细描述。

实施例 1:

本实施例提供一种磁控元件，用于溅射靶材，如图 2 所示，包括闭合磁控管 1 和非闭合磁控管 2，闭合磁控管 1 的内磁极 11 和外磁极 12 之间组成闭合的等离子体路径 13，非闭合磁控管 2 的第一磁极 21 和第二磁极 22 之间组成非闭合的等离子体路径 23，闭合的等离子体路径 13 和非闭合的等离子体路径 23 至少对应位于靶材的中心到靶材的边缘的半径区域，且闭合的等离子体路径 13 在靶材径向上的有效延伸长度和非闭合的等离子体路径 23 在靶材径向上的有效延伸长度之和大于等于靶材的半径。

如图 2 中，闭合的等离子体路径 13 和非闭合的等离子体路径 23

对应位于靶材的中心到靶材的边缘的半径区域,且闭合的等离子体路径 13 在靶材径向上的有效延伸长度和非闭合的等离子体路径 23 在靶材径向上的有效延伸长度之和等于靶材的半径。

其中,闭合磁控管 1 的外磁极 12 呈闭合的环状,内磁极 11 嵌套于外磁极 12 的内部,且内磁极 11 与外磁极 12 之间形成间隔区域,内磁极 11 和外磁极 12 之间的间隔区域呈闭合的环状,该闭合的环状的间隔区域为闭合磁控管 1 的有效磁场区域,该有效磁场区域即为闭合磁控管 1 的闭合的等离子体路径 13。非闭合磁控管 2 指其所包含的第一磁极 21 和第二磁极 22 各自均不闭合且二者之间相互间隔形成间隔区域,该间隔区域呈非闭合图形,该非闭合的间隔区域为第一磁极 21 和第二磁极 22 所形成的非闭合磁控管 2 的有效磁场区域,该有效磁场区域即为非闭合磁控管 2 的非闭合的等离子体路径 23。需要说明的是,本申请中所说的有效磁场区域是指该磁场区域的磁场强度相对较强,且磁控元件主要通过其有效磁场区域发挥磁场作用,但磁控元件并不是只有其有效磁场区域才具有磁场。

需要说明的是,磁控元件在磁控溅射工艺过程中绕其旋转中心旋转,以使其等离子体路径扫过靶材的工艺面,从而使靶材在等离子体路径的磁场作用下进行腐蚀,无论等离子体路径是什么形状,实际在靶材径向上发生作用的是等离子体路径在靶材径向上的等效直线段所对应的部分。由于闭合的等离子体路径 13 的每一边可以呈直线状,也可以呈曲线状,且直线状边的闭合的等离子体路径 13 可以与靶材的径向平行,也可以与靶材的径向不平行,所以,闭合的等离子体路径 13 在靶材径向上的有效延伸长度指的是:闭合的等离子体路径 13 在靶材的径向上的等效直线段长度。同理,由于非闭合的等离子体路径 23 的可以呈直线状,也可以呈曲线状,且直线状的非闭合的等离子体路径 23 可以与靶材的径向平行,也可以与靶材的径向不平行,所以,非闭合的等

离子体路径 23 在靶材径向上的有效延伸长度指的是：非闭合的等离子体路径 23 在靶材的径向上的等效直线段长度。

本实施例中，靶材为圆形，磁控元件的闭合的等离子体路径 13 和非闭合的等离子体路径 23 对应位于靶材的中心到靶材的边缘的半径区域，且闭合的等离子体路径 13 在靶材径向上的有效延伸长度和非闭合的等离子体路径 23 在靶材径向上的有效延伸长度之和等于靶材的半径，这样，磁控元件在工艺过程中旋转时，其等离子体路径整体能够恰好对应扫过整个靶材，从而实现靶材的全靶腐蚀，提高了靶材的利用率；同时，磁控元件在工艺过程中旋转时，由于闭合的等离子体路径 13 和非闭合的等离子体路径 23 能够恰好对应扫过整个靶材，所以能使整个靶材都遭受腐蚀，从而避免现有技术中因先腐蚀靶材的边缘区域再腐蚀其中心区域所导致的靶材中心区域所对应的晶片区域出现颗粒的问题，进而提高了溅射工艺的质量和良品率。

本实施例中，在磁控元件的旋转过程中，闭合的等离子体路径 13 和非闭合的等离子体路径 23 所经过的区域互不重合，磁控元件的旋转中心 P 对应位于非闭合的等离子体路径 23 中，这样，通过旋转磁控元件可以使等离子体路径整体扫过全靶，从而能够实现全靶腐蚀。优选的，磁控元件的旋转中心 P 与靶材中心重合，如此设置，无需设置面积很大的等离子体路径，即可实现全靶腐蚀，从而在保证全靶腐蚀的前提下节约了磁体的用量；而且本实施例中只要该磁控元件绕其旋转中心 P 自转即可实现全靶腐蚀，无需像现有技术那样，需要借助弹簧等部件在磁控管旋转过程中改变磁控管的位置，以便覆盖更多的靶材区域；因此，本实施例提供的磁控元件无需设置弹簧等易老化部件，这样不仅结构简单，而且也不会因弹簧等易老化部件的工作状态变化而影响溅射的稳定性。同时，相对于现有技术中磁控元件对应靶材的半径区域只设置有闭合等离子体路径的情况，本实施例中由于对应靶材的半径区域既设

置有闭合的等离子体路径 13，又设置有非闭合的等离子体路径 23，且二者在磁控元件旋转过程中扫过的区域互不重合，所以使闭合的等离子体路径 13 的面积相对减小，在靶材上施加直流电源的情况下，面积的减小能提高闭合的等离子体路径 13 作用到靶材上的功率密度，从而提高了靶材的离化率，以及提高了晶片上通孔的填充效果。

本实施例中，闭合磁控管 1 在靶材所在平面的正投影对应位于靶材的边缘区域，非闭合磁控管 2 在靶材所在平面的正投影对应位于靶材的中心区域。如此，磁控元件在工艺过程中旋转时，闭合的等离子体路径 13 便对应扫过靶材的边缘区域，非闭合的等离子体路径 23 便对应扫过靶材的中心区域，并且，闭合的等离子体路径 13 在靶材径向上的有效延伸长度和非闭合的等离子体路径 23 在靶材径向上的有效延伸长度之和大于等于靶材的半径，这样，当闭合磁控管 1 和非闭合磁控管 2 绕旋转中心 P 旋转一周后，闭合的等离子体路径 13 在靶材上的正投影所扫过的区域为以 P 为圆心的圆环，非闭合的等离子体路径 23 在靶材上的正投影所扫过的区域为以 P 为圆心的圆（即非闭合的等离子体路径 23 所构成的圆），且圆环的内径小于等于圆（路径 23 所构成的圆）的直径。如此设置，通过旋转磁控元件可以使磁控元件的等离子体路径整体扫过全靶，实现全靶腐蚀，从而提高了靶材的利用率。磁控元件绕旋转中心 P 旋转过程中，由于闭合的等离子体路径 13 对应扫过靶材的边缘区域，同时非闭合的等离子体路径 23 对应扫过靶材的中心区域，在工艺过程中，靶材的中心区域和靶材的边缘区域同时遭受腐蚀，因此能够避免现有技术中因先腐蚀靶材的边缘区域再腐蚀中心区域导致的靶材中心区域所对应晶片区域出现颗粒的问题，从而提高了溅射工艺的质量和产品质量。

本实施例中，闭合磁控管 1 的外磁极 12 和非闭合磁控管 2 的第一磁极 21 连接。如此设置，在磁控元件绕其旋转中心 P 旋转过程中，能

够更好地使闭合的等离子体路径 13 和非闭合的等离子体路径 23 共同扫过靶材的半径区域，从而避免靶材的半径区域局部被遗漏，进而更好地实现全靶腐蚀。

需要说明的是，如图 3 所示，闭合磁控管 1 与非闭合磁控管 2 也可以不连接，即二者相互独立设置，且在磁控元件旋转过程中，闭合的等离子体路径 13 和非闭合的等离子体路径 23 所经过的区域部分重合，闭合磁控管 1 形成的闭合的等离子体路径 13 和由非闭合磁控管 2 形成的非闭合的等离子体路径 23 共同扫过靶材的半径区域。如此设置，同样能够实现全靶腐蚀；同时，相对于现有技术中磁控元件对应靶材的半径区域只设置有闭合等离子体路径的情况，图 3 中的磁控元件由于对应靶材的半径区域既设置有闭合的等离子体路径 13，又设置有非闭合的等离子体路径 23，且二者在磁控元件旋转过程中扫过的区域只有部分重合，所以使闭合的等离子体路径 13 的面积相对减小，在靶材上施加直流电源的情况下，面积的减小能提高闭合的等离子体路径 13 作用到靶材上的功率密度，从而提高了靶材的离化率，以及提高了晶片上通孔的填充效果。

本实施例中，磁控元件还包括背板 3，闭合磁控管 1 和非闭合磁控管 2 设置在背板 3 的同一面上。背板 3 的形状为圆形，且背板 3 与靶材大小相同，背板 3 与靶材完全重合，背板 3 能在电机的带动下旋转，从而带动闭合磁控管 1 和非闭合磁控管 2 旋转。背板 3 的设置能使闭合磁控管 1 和非闭合磁控管 2 与靶材之间保持设定距离，确保磁控溅射的稳定性。

本实施例中，如图 2 所示，闭合磁控管 1 的内磁极 11 和外磁极 12 的闭合形状均为肾形。当然，闭合磁控管 1 的内磁极 11 和外磁极 12 的闭合形状也可以均为圆形（如图 4 所示），或者，闭合磁控管 1 的内磁极 11 和外磁极 12 的闭合形状也可以为其他的闭合形状。

另外，本实施例中，闭合磁控管 1 的内磁极 11 和外磁极 12 之间的间距（即闭合的等离子体路径 13 的宽度）与非闭合磁控管 2 的第一磁极 21 和第二磁极 22 之间的间距（即非闭合的等离子体路径 23 的宽度）相等。如此设置，能使闭合的等离子体路径 13 与非闭合的等离子体路径 23 内的磁场强度相同，从而有利于实现靶材的均匀溅射。当然，闭合的等离子体路径 13 的宽度与非闭合的等离子体路径 23 的宽度也可以不相等。

实施例 2:

本实施例提供一种磁控元件，与实施例 1 中不同的是，如图 5 所示，闭合磁控管 1 的外磁极 12 用作非闭合磁控管 2 的第一磁极，外磁极 12 和第二磁极 22 之间组成非闭合的等离子体路径。即非闭合磁控管 2 的第二磁极 22 与闭合磁控管 1 的外磁极 12 之间相互间隔并形成间隔区域，该间隔区域内形成有效磁场，该有效磁场区域即为非闭合的等离子体路径 23。

本实施例中，在磁控元件绕其旋转中心 P 旋转过程中，闭合的等离子体路径 13 对应扫过靶材半径区域内的部分区域，非闭合的等离子体路径 23 对应扫过靶材的整个半径区域，在靶材溅射过程中，通过闭合的等离子体路径 13 和非闭合的等离子体路径 23 共同对应扫过靶材的半径区域，从而实现了全靶腐蚀，提高了靶材的利用率；同时还避免了现有技术中因先腐蚀靶材的边缘区域再腐蚀其中心区域所导致的靶材中心区域所对应的晶片区域出现颗粒的问题，从而提高了溅射工艺的质量和良品率；另外，相对于现有技术中磁控元件对应靶材的半径区域只设置有闭合等离子体路径的情况，图 5 中的磁控元件由于对应靶材的半径区域既设置有闭合的等离子体路径 13，又设置有非闭合的等离子体路径 23，且二者在磁控元件旋转过程中扫过的区域只有部分重合，

所以使闭合的等离子体路径 13 的面积相对减小，在靶材上施加直流电源的情况下，面积的减小能提高闭合的等离子体路径 13 作用到靶材上的功率密度，从而提高了靶材的离化率，以及提高了晶片上通孔的填充效果。

本实施例中磁控元件的其他结构与实施例 1 中相同，此处不再赘述。

实施例 3:

本实施例提供一种磁控元件，与实施例 1-2 不同的是，如图 6 所示，闭合磁控管 1 在靶材所在平面的正投影对应位于靶材的中心区域，非闭合磁控管 2 在靶材所在平面的正投影对应位于靶材的边缘区域。

在磁控元件绕其旋转中心 P 旋转过程中，闭合的等离子体路径 13 对应扫过靶材的中心区域，非闭合的等离子体路径 23 对应扫过靶材的边缘区域，闭合的等离子体路径 13 和非闭合的等离子体路径 23 共同对应扫过靶材的半径区域，从而实现了全靶腐蚀，提高了靶材的利用率；同时还避免了现有技术中因先腐蚀靶材的边缘区域再腐蚀其中心区域所导致的靶材中心区域所对应的晶片区域出现颗粒的问题，从而提高了溅射工艺的质量和良品率；同时，相对于现有技术中磁控元件对应靶材的半径区域只设置有闭合等离子体路径的情况，本实施例中由于对应靶材的半径区域既设置有闭合的等离子体路径 13，又设置有非闭合的等离子体路径 23，且二者在磁控元件旋转过程中扫过的区域互不重合，所以使闭合的等离子体路径 13 的面积相对减小，在靶材上施加直流电源的情况下，面积的减小能提高闭合的等离子体路径 13 作用到靶材上的功率密度，从而提高了靶材的离化率，以及提高了晶片上通孔的填充效果。

相应地，本实施例中磁控元件的旋转中心 P 对应位于闭合的等离子

体路径 13 中。如此设置，通过旋转磁控元件可以使等离子体路径整体扫过全靶，如此可以实现全靶腐蚀。

本实施例中磁控元件的其他结构与实施例 1 或 2 中相同，此处不再赘述。

实施例 4:

本实施例提供一种磁控元件，与实施例 1-3 不同的是，如图 7 所示，闭合的等离子体路径 13 在靶材径向上的有效延伸长度和非闭合的等离子体路径 23 在靶材径向上的有效延伸长度之和大于靶材的半径。优选地，非闭合的等离子体路径 23 在靶材径向上的有效延伸长度等于靶材的直径长度。即非闭合的等离子体路径 23 在靶材的径向上的等效直线段长度等于靶材的直径长度。本实施例中闭合磁控管 1 的设置方式与实施例 1-3 中的任意一个相同。

如此设置，在磁控元件绕其旋转中心 P 旋转过程中，闭合的等离子体路径 13 对应扫过靶材的部分半径区域，非闭合的等离子体路径 23 对应扫过靶材的整个直径区域，闭合的等离子体路径 13 和非闭合的等离子体路径 23 共同对应扫过靶材的整个直径区域，从而实现了全靶腐蚀，提高了靶材的利用率；同时还避免了现有技术中因先腐蚀靶材的边缘区域再腐蚀其中心区域所导致的靶材中心区域所对应的晶片区域出现颗粒的问题，从而提高了溅射工艺的质量和良品率；同时，相对于现有技术中磁控元件对应靶材的半径区域只设置有闭合等离子体路径的情况，图 3 中的磁控元件由于对应靶材的半径区域既设置有闭合的等离子体路径 13，又设置有非闭合的等离子体路径 23，且二者在磁控元件旋转过程中扫过的区域只有部分重合，所以使闭合的等离子体路径 13 的面积相对减小，在靶材上施加直流电源的情况下，面积的减小能提高闭合的等离子体路径 13 作用到靶材上的功率密度，从而提高了

靶材的离化率，以及提高了晶片上通孔的填充效果。

本实施例中磁控元件的其他结构与实施例 1-3 中的任意一个相同，此处不再赘述。

实施例 1-4 的有益效果：实施例 1-4 中所提供的磁控元件，通过使闭合的等离子体路径和非闭合的等离子体路径至少对应位于靶材的中心到靶材的边缘的半径区域，且闭合的等离子体路径在靶材径向上的有效延伸长度和非闭合的等离子体路径在靶材径向上的有效延伸长度之和大于等于靶材的半径，不仅能够实现靶材的全靶腐蚀，提高靶材的利用率；而且能够避免靶材的中心区域所对应的晶片区域出现颗粒，提高磁控溅射工艺的质量和良品率；同时，在靶材上施加直流电源的情况下，由于闭合的等离子体路径面积的减小，能提高闭合的等离子体路径作用到靶材上的功率密度，从而提高了靶材的离化率，以及提高了晶片上通孔的填充效果。

实施例 5:

本实施例提供一种磁控溅射装置，如图 8 所示，包括靶材 7，还包括实施例 1-4 任意一个中的磁控元件 15，磁控元件 15 设置在靶材 7 的正上方；磁控溅射装置还包括射频电源 16 和/或直流电源 17，及其控制元件 18，射频电源 16 和/或直流电源 17 连接至靶材 7，控制元件 18 连接射频电源 16 和/或直流电源 17，控制元件 18 用于控制射频电源 16 和/或直流电源 17 为靶材 7 提供溅射功率。

其中，控制元件 18 控制射频电源 16 和直流电源 17 交替施加到靶材 7 上，以便为靶材 7 提供溅射功率。在射频电源 16 的作用下，因为闭合的等离子体路径和非闭合的等离子体路径至少对应位于靶材 7 的中心到靶材 7 的边缘的半径区域，且闭合的等离子体路径在靶材 7 径向上的有效延伸长度和非闭合的等离子体路径在靶材 7 径向上的有效延

伸长度之和大于等于靶材 7 的半径，能使靶材 7 的表面腐蚀更加均匀，实现全靶腐蚀，且靶材利用率较高，同时还能提高靶材 7 的离化率；在直流电源 17 的作用下，因为闭合磁控管的闭合等离子体路径面积相对减小，提高了闭合的等离子体路径作用到靶材 7 上的功率密度，从而提高了靶材 7 的离化率，而且还提高了晶片 19 表面的通孔填充效果。射频电源 16 和直流电源 17 交替作用于靶材 7，即可在实现全靶腐蚀，并提高靶材利用率；同时还能提高靶材 7 的离化率，获得较好的通孔填充效果。

本实施例中，射频电源的频率范围为 400k-60MHz。优选射频电源的频率为 400kHz、2MHz、13.56MHz、40MHz 或 60MHz。

实施例 5 的有益效果，实施例 5 所提供的磁控溅射装置，通过采用实施例 1-4 任意一个中的磁控元件，不仅提高了金属靶材的离化率，而且实现了全靶腐蚀。

可以理解的是，以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式，然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言，在不脱离本发明的精神和实质的情况下，可以做出各种变型和改进，这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种磁控元件，用于溅射靶材，其特征在于，包括闭合磁控管和非闭合磁控管，所述闭合磁控管的内磁极和外磁极之间组成闭合的等离子体路径，所述非闭合磁控管的第一磁极和第二磁极之间组成非闭合的等离子体路径，所述闭合的等离子体路径和所述非闭合的等离子体路径至少对应位于所述靶材的中心到所述靶材的边缘的半径区域，且所述闭合的等离子体路径在所述靶材径向上的有效延伸长度和所述非闭合的等离子体路径在所述靶材径向上的有效延伸长度之和大于等于所述靶材的半径。

2. 根据权利要求 1 所述的磁控元件，其特征在于，在所述磁控元件的旋转过程中，所述闭合的等离子体路径和所述非闭合的等离子体路径所经过的区域互不重合，所述磁控元件的旋转中心对应位于所述闭合的等离子体路径或者所述非闭合的等离子体路径中，所述磁控元件的旋转中心与所述靶材的中心重合。

3. 根据权利要求 1 所述的磁控元件，其特征在于，所述闭合磁控管在所述靶材所在平面的正投影对应位于所述靶材的边缘区域，所述非闭合磁控管在所述靶材所在平面的正投影对应位于所述靶材的中心区域。

4. 根据权利要求 1 所述的磁控元件，其特征在于，所述闭合磁控管在所述靶材所在平面的正投影对应位于所述靶材的中心区域，所述非闭合磁控管在所述靶材所在平面的正投影对应位于所述靶材的边缘区域。

5. 根据权利要求 1 所述的磁控元件，其特征在于，所述非闭合的等离子体路径在所述靶材径向上的有效延伸长度等于所述靶材的直径长度。

6. 根据权利要求 1 所述的磁控元件，其特征在于，所述闭合磁控管的外磁极和所述非闭合磁控管的第一磁极连接。

7. 根据权利要求 1 所述的磁控元件，其特征在于，所述闭合磁控管的所述外磁极用作所述非闭合磁控管的所述第一磁极，所述外磁极和所述第二磁极之间组成所述非闭合的等离子体路径。

8. 一种磁控溅射装置，包括靶材，其特征在于，还包括权利要求 1-7 任意一项所述的磁控元件，所述磁控元件设置在所述靶材的正上方；还包括直流电源和/或射频电源，所述直流电源和/或所述射频电源连接所述靶材，用于为所述靶材提供溅射功率。

9. 根据权利要求 8 所述的磁控溅射装置，其特征在于，所述射频电源的频率范围为 400k-60MHz。

10. 根据权利要求 9 所述的磁控溅射装置，其特征在于，所述射频电源的频率为 400kHz、2MHz、13.56MHz、40MHz 或 60MHz。

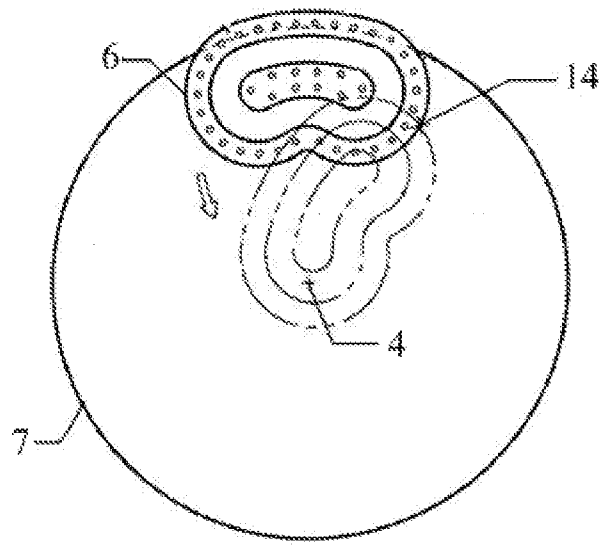


图 1a

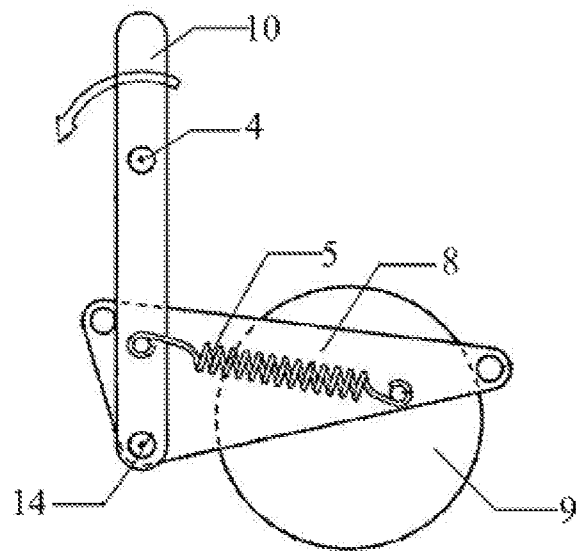


图 1b

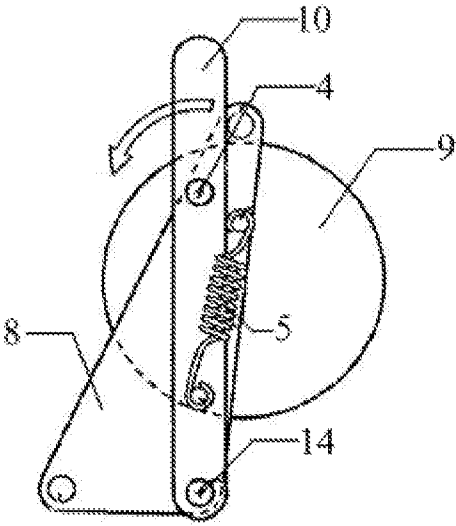


图 1c

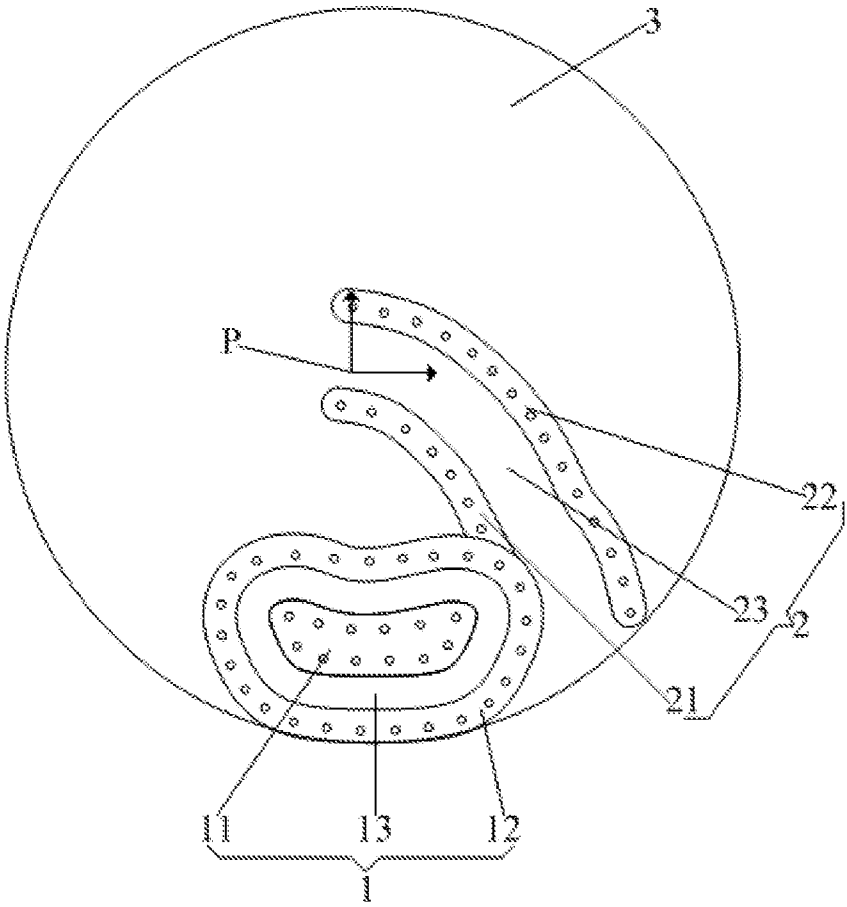


图 2

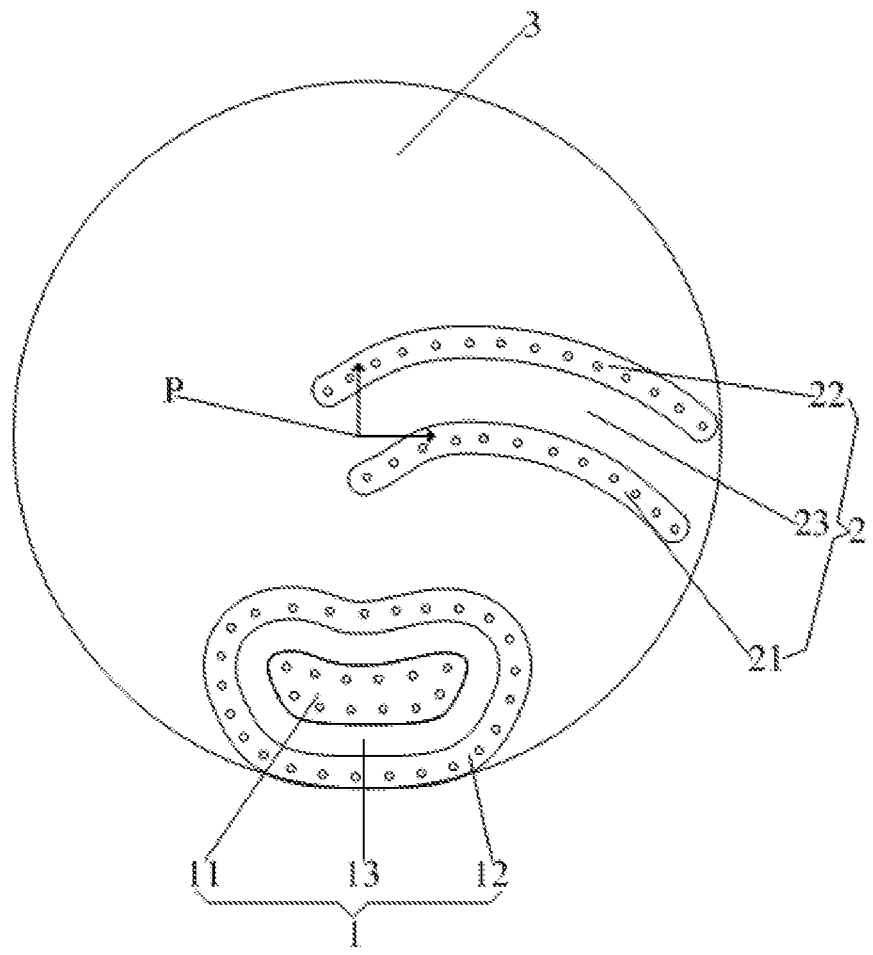


图 3

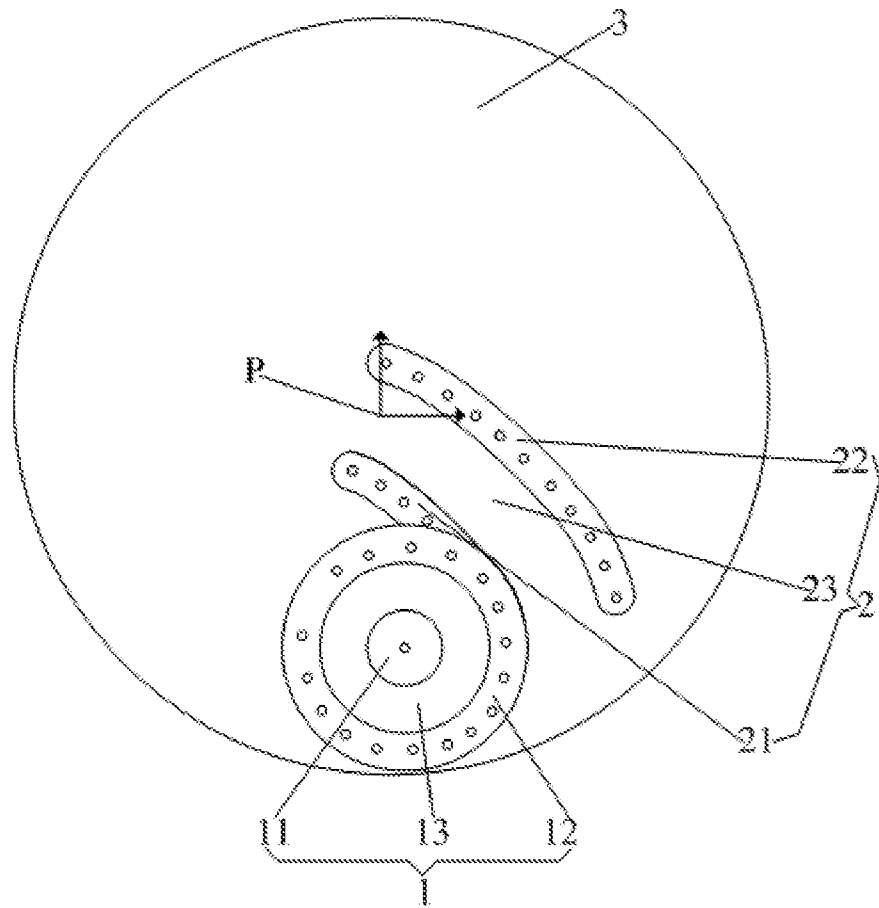


图 4

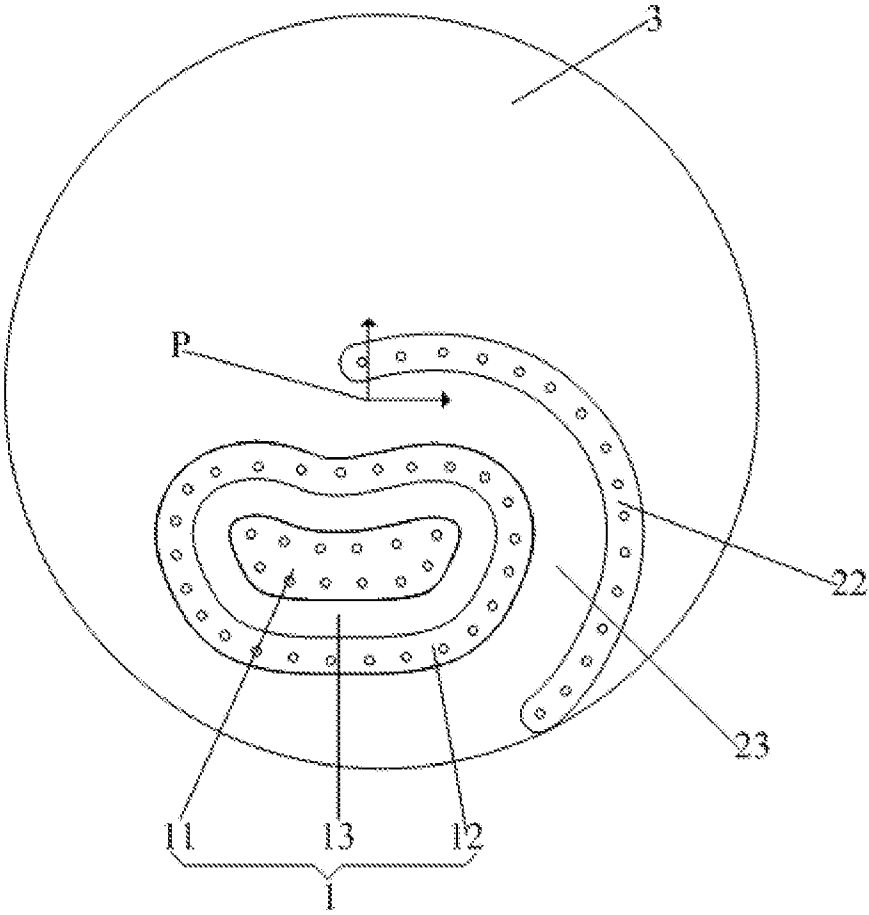


图 5

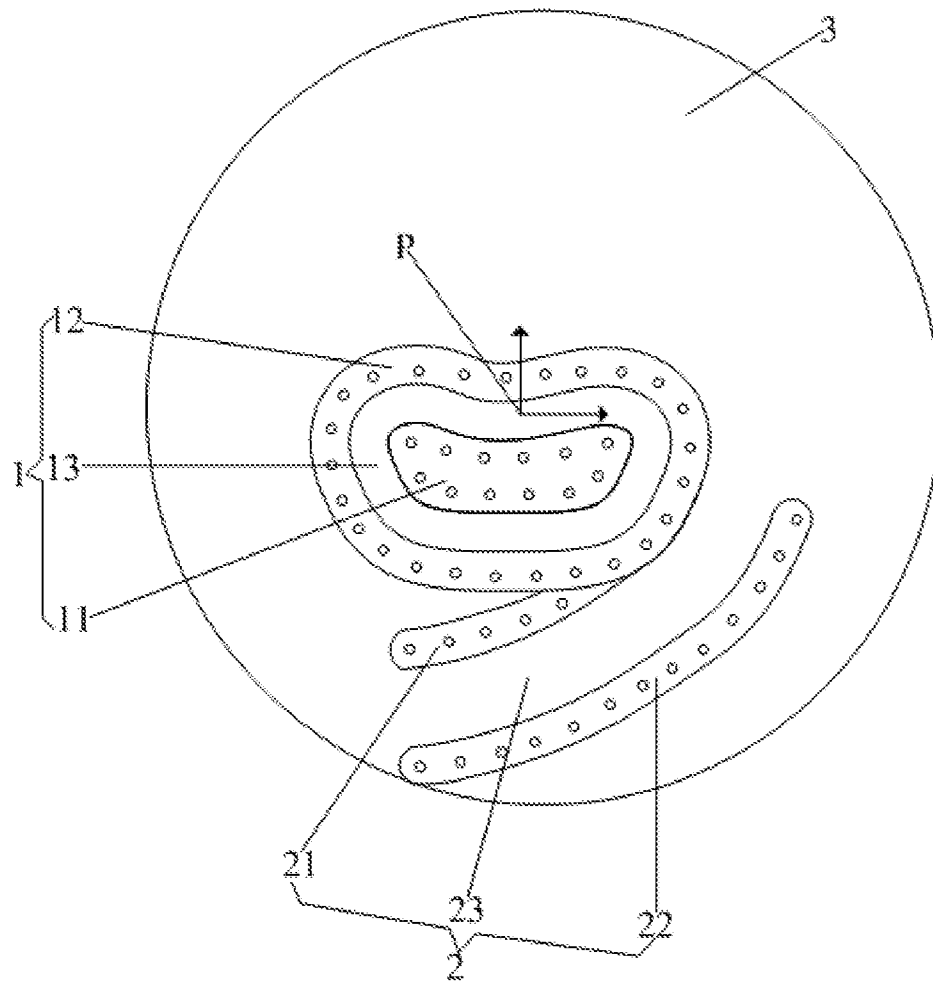


图 6

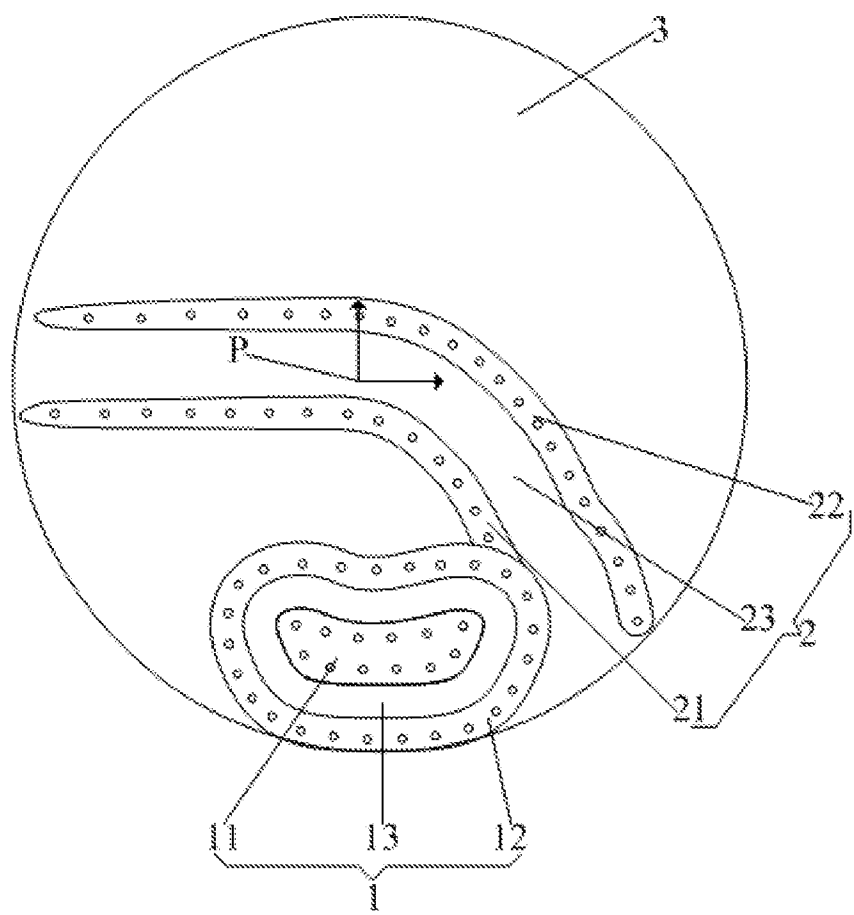


图 7

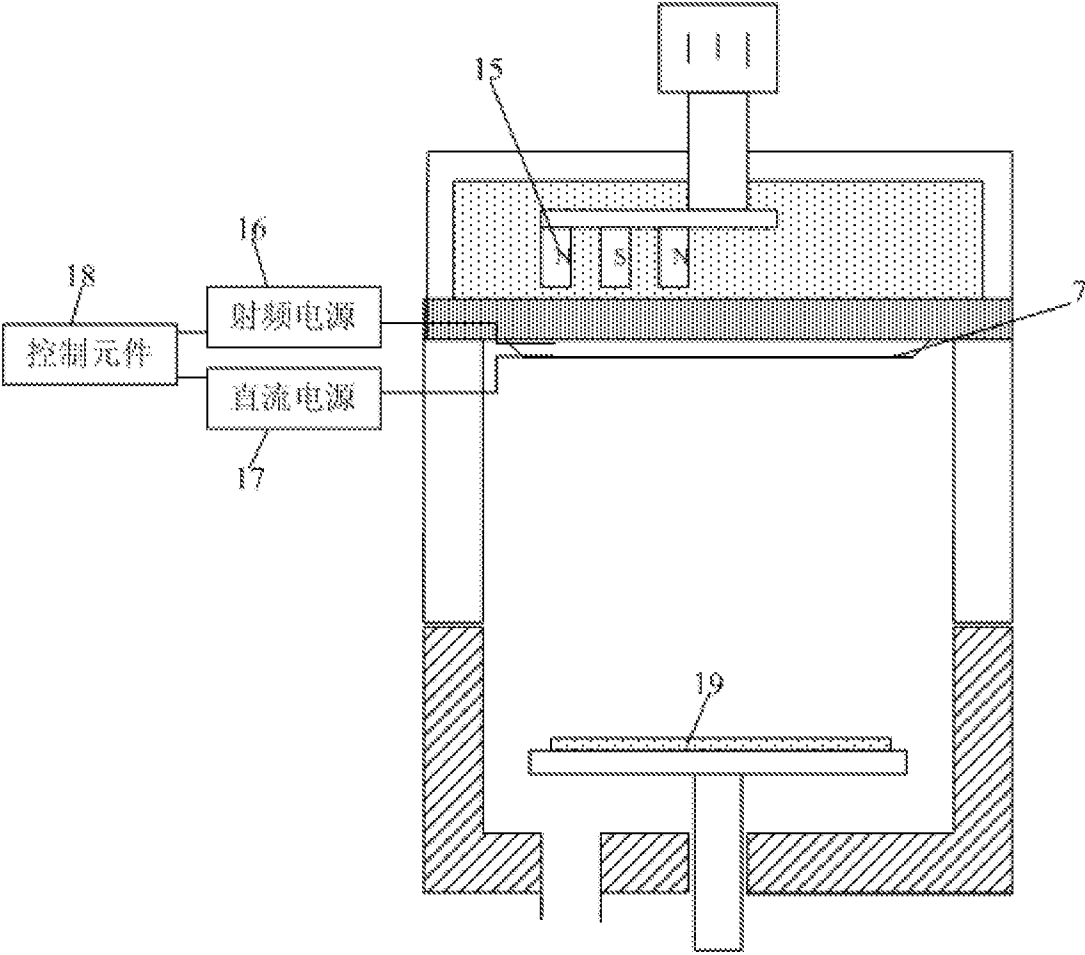


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/081325

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J 25/50 (2006.01) i; H01J 37/34 (2006.01) i; C23C 14/35 (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)

H01J; C23C

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; CNTXT; VEN; CNKI; USTXT: 磁控管, 磁控元件, 闭合, 非闭合, 不闭合, 关闭, 非关闭, 不关闭, 开放, 闭环, 开环, 封闭, 不封闭, 非封闭, 等离子, magnetron, closed, close, open, plasma

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 7179351 B1 (NOVELLUS SYSTEMS INC.) 20 February 2007 (20.02.2007), description, column 2, line 49 to column 6, line 45, and figures 2A-13	1-10

☐ 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 26 June 2017	Date of mailing of the international search report 21 July 2017
Name and mailing address of the ISA 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 ZHANG, Nianguo Telephone No. (86-10) 62412119

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/081325

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 7179351 B1	20 February 2007	US 7892405 B1	22 February 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/081325

A. 主题的分类

H01J 25/50(2006.01)i; H01J 37/34(2006.01)i; C23C 14/35(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)

H01J; C23C

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; CNTXT; VEN; CNKI; USTXT: 磁控管, 磁控元件, 闭合, 非闭合, 不闭合, 关闭, 非关闭, 不关闭, 开放, 闭环, 开环, 封闭, 不封闭, 非封闭, 等离子 magnetron, closed, close, open, plasma

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	US 7179351 B1 (NOVELLUS SYSTEMS INC) 2007年 2月 20日 (2007 - 02 - 20) 说明书第2栏第49行至第6栏第45行、图2A-13	1-10

☐ 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

2017年 6月 26日

国际检索报告邮寄日期

2017年 7月 21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)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

张念国

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-10)62412119

国际申请号	PCT/CN2017/081325
-------	-------------------

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)
US 7179351 B1	2007年 2月 20日	US 7892405 B1	2011年 2月 22日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)