



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103088287 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201210415298. 3

(22) 申请日 2012. 10. 26

(30) 优先权数据

2011-237311 2011. 10. 28 JP

(71) 申请人 株式会社神户制钢所

地址 日本兵库县神户市

(72) 发明人 广田悟史 山本兼司 玉垣浩

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 吕琳 李浩

(51) Int. Cl.

C23C 14/00(2006. 01)

C23C 14/22(2006. 01)

C23C 16/00(2006. 01)

C23C 16/44(2006. 01)

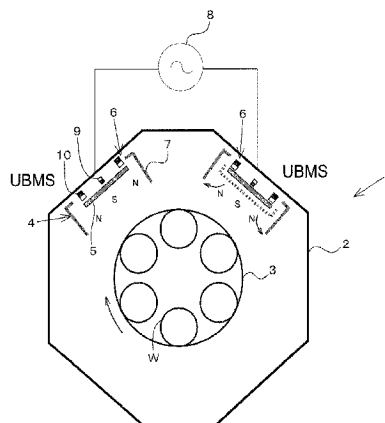
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

成膜装置和成膜方法

(57) 摘要

本发明涉及一种成膜装置和成膜方法。本发明的成膜装置具有两台溅射蒸发源,该溅射蒸发源包括:非平衡磁场形成单元,该非平衡磁场形成单元由配备在内侧的内极磁铁和配备在该内极磁铁的外侧且磁力线密度比内极磁铁大的外极磁铁形成;以及靶,配备在非平衡磁场形成单元的前方,进而,所述成膜装置还具有交流电源,该交流电源通过在两台溅射蒸发源的各靶之间流过极性以 10kHz 以上的频率切换的交流电流,从而在两极之间引起放电而进行成膜。



1. 一种成膜装置,其包括:
真空腔;以及
两台溅射蒸发源,配备在所述真空腔内,
所述溅射蒸发源包括下述部件:
非平衡磁场形成单元,所述非平衡磁场形成单元由配备在内侧的内极磁铁和配备在所述内极磁铁的外侧且磁力线密度比内极磁铁大的外极磁铁形成;以及
靶,配备在所述非平衡磁场形成单元的前方,
在此,所述成膜装置具有交流电源,所述交流电源在两台所述溅射蒸发源的一方的所述溅射蒸发源的所述靶和另一方的所述溅射蒸发源的所述靶之间,流过极性以 10kHz 以上的频率切换的交流电流。
2. 根据权利要求 1 所述的成膜装置,其中,
两台所述溅射蒸发源的、所述内极磁铁彼此互为同极并且所述外极磁铁彼此互为同极。
3. 根据权利要求 1 所述的成膜装置,其中,
在所述溅射蒸发源的前方以开闭自由的方式设置有覆盖靶的前方的开闭器,
所述开闭器在全开时的打开角为 90° 以上。
4. 根据权利要求 1 所述的成膜装置,其中,
在所述真空腔内还具有阴极放电型的电弧式蒸发源。
5. 根据权利要求 1 所述的成膜装置,其中,
还具有对所述真空腔内供给反应气体和惰性气体的混合气体的气体供给单元。
6. 一种使用权利要求 1 所述的成膜装置进行成膜的成膜方法,其中,
通过利用所述交流电源流过交流电流,从而一边在两台所述溅射蒸发源的各靶之间引起放电一边进行成膜。
7. 根据权利要求 6 所述的成膜方法,其中,
通过向所述真空腔内供给反应气体和惰性气体的混合气体并采用所述放电使所述混合气体电离,从而使 CVD 薄膜成膜。
8. 根据权利要求 7 所述的成膜方法,其中,
所述反应气体为氮气。

成膜装置和成膜方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在基材的表面采用溅射、CVD 等进行真空成膜的成膜装置和成膜方法。

背景技术

[0002] 以往,以提高切削工具的耐磨损性或提高机械部件的滑动面的滑动特性为目的,利用物理气相沉积(PVD:Physical Vapor Deposition)法对基材(成膜对象物)进行硬质皮膜(TiN、TiAlN、CrN 等)的成膜。作为在这样的硬质皮膜的成膜中使用的装置,有电弧离子镀(arc ion plating)装置或溅射(sputtering)装置等成膜装置。

[0003] 可是,在这样的成膜装置中,进行溅射的装置尤其适合作为具有平滑表面的皮膜的形成单元进行使用。但是,在另一方面,在成膜中多有不能满意地向基板进行离子照射的情况,为了发挥良好的生产率,必不可少地要提高电离率以提升成膜速度。这样的提高电离率的单元之一就是采用有意地将磁控溅射(magnetron sputter)源的磁场做成非平衡的UBMS(Unbalanced Magnetron Sputter:非平衡磁控溅射)。

[0004] 如日本特开 2000-282235 号、日本特开 2000-119843 号所示,UBMS 与 BMS(Balanced Magnetron Sputter:平衡磁控溅射)同样地在靶(target)的背面侧具有磁场形成单元(magnetron),通过该磁场形成单元的作用在靶的正面形成磁场,沿着形成的磁场定向地照射离子。该 UBMS 不同于 BMS 的点在于,磁场形成单元的构成方式为:构成磁场形成单元的内极磁铁和配备在该内极磁铁外侧的外极磁铁以使相互不同的磁极朝向工件(work)侧的方式配备,且外极磁铁的磁力密度比内极磁铁高。

[0005] 若像这样使外极磁铁的磁力密度比内极磁铁高,则能形成向靶的正面侧,换言之向工件侧延伸的磁场,相比使用了内极磁铁和外极磁铁的磁力密度没有差别的 BMS 的磁场形成单元的情况,能提高对基板的离子照射量,使提高对基板的离子照射量成为可能。

[0006] 可是,上述的 UBMS 在靶的正面以朝向工件侧延伸的方式形成强磁场,是提高对基板的离子照射量的有效手段。

[0007] 但是,即使在使用了 UBMS 的情况下,在进行例如像上述那样的硬质皮膜等的成膜时,会发生难以说是电离充分进行了的状况,不能进行良好膜质的成膜。

发明内容

[0008] 本发明是鉴于上述问题而做出的,其目的在于,提供一种在成膜中能充分进行对基板的离子照射并能得到良好的电离率的成膜装置以及成膜方法。

[0009] 为了解决上述课题,本发明的成膜装置采用了以下的技术方案。

[0010] 即,本发明是一种成膜装置,包括真空腔以及配备在所述真空腔内的两台溅射蒸发源,所述溅射蒸发源包括下述部件:非平衡磁场形成单元,所述非平衡磁场形成单元由配备在内侧的内极磁铁和配备在所述内极磁铁的外侧且磁力线密度比内极磁铁大的外极磁铁形成;以及配备在所述非平衡磁场形成单元的前方的靶。这里,所述成膜装置具有交流电源,所述交流电源在两台所述溅射蒸发源的一方的所述溅射蒸发源的所述靶和另一方的所

述溅射蒸发源的所述靶之间流过极性以 10kHz 以上的频率切换的交流电流。

[0011] 优选是,所述一组溅射蒸发源在真空腔内邻接配备,而且使相邻的溅射蒸发源的内极磁铁彼此互为同极并且外极磁铁彼此互为同极。

[0012] 优选是,在所述溅射蒸发源的前方以开闭自由的方式设置有覆盖靶的前方的开闭器(shutter),使所述开闭器在全开时的打开角为 90° 以上。

[0013] 优选是,除所述溅射蒸发源以外在所述真空腔内还设置有阴极放电型的电弧(arc)式蒸发源。

[0014] 优选是,设置有对所述真空腔内供给反应气体和惰性气体的混合气体的气体供给单元。

[0015] 另一方面,本发明的成膜方法是使用上述成膜装置进行成膜的成膜方法,通过利用所述交流电源流过交流电流,从而一边在两台所述溅射蒸发源的各靶之间引起放电一边进行成膜。

[0016] 在上述成膜方法中,可以通过向所述真空腔内供给反应气体和惰性气体的混合气体并采用所述放电使所述混合气体电离,从而使 CVD 皮膜成膜。这里,所述反应气体可以是氮气。

[0017] 通过使用本发明的成膜装置以及成膜方法,从而能在成膜中充分地进行对基板的离子照射,能得到良好的电离率。

附图说明

[0018] 图 1 是表示本实施方式的成膜装置的图。

[0019] 图 2 是表示在本实施方式的成膜装置中产生的磁力线的分布的图。

[0020] 图 3 是表示在本实施方式的变形例的成膜装置中产生的磁力线的分布的图。

[0021] 图 4 是表示在本实施方式的变形例的成膜装置中产生的磁力线的分布的图。

[0022] 图 5 是表示在本实施方式的变形例的成膜装置中产生的磁力线的分布的图。

[0023] 图 6 是表示在以往例的成膜装置中产生的磁力线的分布的图。

具体实施方式

[0024] 以下,基于附图对本发明涉及的成膜装置进行详细说明。

[0025] 本实施方式的成膜装置 1 是利用物理气相沉积法(PVD 法)在设置于截面为八边形的真空腔 2 内的基材 W 表面被覆皮膜的装置,在真空腔 2 内的底面的大致中央设置有载置了作为处理物的多个基材 W 的旋转式工作台(work table)3。在真空腔 2 的多个内周面中,在两个以上的内周面分别配置有溅射蒸发源 4。

[0026] 由于本实施方式的真空腔 2 的截面为八边形,所以,其内周面共设置有八面。而且,在这八面的内周面中,在隔着一个内周面的两个内周面配备有溅射蒸发源 4。即,如果是图 1 的配置,就是在八面的内周面中,在左上、右上的两个内周面共配置有两台溅射蒸发源 4。

[0027] 各个溅射蒸发源 4 具有以正对向基材 W 的方式配备的板状的靶 5、和非平衡磁场形成单元 6。该非平衡磁场形成单元 6 配备在靶 5 的背面侧(不朝向基材 W 的一侧),向靶的正面侧(正对向基材 W 的一侧)定向地形成磁场。

[0028] 在溅射蒸发源 4 的外侧以开闭自由的方式设置有覆盖靶 5 的正面的开闭器 7。该开闭器 7 包括左右两个部件,通过使各部件转动,从而从正对于靶 5 的一侧看去能向左右进行开闭。而且,全开时的开闭器 7 的打开角相对于靶 5 的表面设定为 90° 以上。即,开闭器 7 能向外侧打开,以便在全开时随着从靶 5 朝向基材 W 而使开闭器 7 的开口渐渐扩大。此外,如对图 1 的右上的溅射蒸发源 4 以虚线所示,在使开闭器 7 全闭时靶 7 将全面被开闭器 7 覆盖。

[0029] 如上所述,溅射蒸发源 4 在真空腔 2 共配备有两台。在本实施方式中在真空腔 2 的左上以及右上分别配备了溅射蒸发源 4,在这些溅射蒸发源 4 之间连接有后述的交流电源 8。与本实施例不同,也可以配备两台以上的溅射蒸发源 4,设置以两台溅射蒸发源 4 为一组的多个组,并对这多个组分别连接交流或者双极(bipolar)电源。

[0030] 靶 5 是将成为欲在基材 W 成膜的皮膜的原料的金属加工成板状而得到的。例如,若在对 TiN、TiAlN、CrN 等的硬质皮膜进行成膜的情况下,则使用 Ti、TiAl 合金、Cr 等的金属板。此外,在该靶 5 连接有交流电源 8 的一个电极。

[0031] 非平衡磁场形成单元 6 由配备在内侧的内极磁铁 9 和配备在该内极磁铁 9 的外侧且磁力线密度(磁通密度)比内极磁铁 9 大的外极磁铁 10 形成,成为 UBMS 用的磁场形成单元。这些内极磁铁 9 以及外极磁铁 10 都是像钕磁铁这样的永久磁铁或者电磁铁,以使任一个磁极朝向基材 W 的方式配备。外极磁铁为了提高磁力线密度而使用了截面积比内极磁铁大的磁铁,由其截面积的比率决定非平衡磁场的程度。通常,截面积的比率是外极磁铁为内极磁铁的 1.5 ~ 2 倍左右。

[0032] 只要像这样使用具备非平衡磁场形成单元 6 的 UBMS 的溅射蒸发源 4,就能使靶 5 的正面侧的磁力线强于背面侧,能使磁力线优先对靶 5 的正面侧进行定向。

[0033] 本发明的成膜装置 1,其特征在于,将上述的两台溅射蒸发源 4 作为一组,在一方的溅射蒸发源 4 的靶 5 和另一方的溅射蒸发源 4 的靶 5 之间使用交流电源 8 流过极性以 10kHz 以上的频率切换的交流电流。

[0034] 该交流电源 8 可以使用像双极电源这样的能产生极性反转的电流的装置。此外,交流电流不仅可以使极性以正弦波反转的电流,还可以使用极性以矩形波反转的脉冲(pulse)电流等。从该交流电源 8 给予 10kHz 以上的高频的交流电流,更加优选为给予 20kHz 以上的高频的交流电流。

[0035] 在使用上述的成膜装置 1 在基材 W 的表面进行成膜的情况下,以如下顺序实施成膜。

[0036] 如上所述,准备两台在靶 5 的背面侧具有由配备在内侧的内极磁铁 9 和配备在该内极磁铁 9 的外侧且磁力线密度比内极磁铁 9 大的外极磁铁 10 形成的非平衡磁场形成单元 6 的溅射蒸发源 4。然后,将该溅射蒸发源 4 分别配备在进行成膜的真空腔 2 内的多个内周面。在图 1 的例子中,在左上、右上两处的内周面安装有溅射蒸发源 4。在此基础上,对两台溅射蒸发源 4 在它们的靶 5 之间流过极性以 10kHz 以上的频率切换的交流电流。

[0037] 这样,通过交流电源 8 的作用在两台溅射蒸发源 4 的靶 5 之间产生电势差,从一方的溅射蒸发源 4 的靶 5 向另一方的溅射蒸发源 4 的靶 5 产生放电。该放电以其方向按与给予的交流电流的频率相同的频率交替的方式产生。此时,放电的电子沿着在各个非平衡磁场形成单元 6 之间产生的磁力线(如图 2 所示那样的磁力线)活跃地移动。其结果是,会促

进存在于溅射蒸发源 4 之间的溅射气体的电离,增加对基板 W 的离子照射,能在基材 W 表面形成致密的皮膜。该离子照射量的增加大于溅射蒸发源 4 为一台的情况。此外,通过使给予的交流电流的频率为 10kHz 以上,更加优选为 20kHz 以上,从而能进一步增大离子照射量。

[0038] 可是,如上所述那样的对基板 W 的离子照射量的增加不仅会在图 2 那样的溅射蒸发源 4 的配置中确认到,而且还会在图 3~图 5 所示那样的溅射蒸发源 4 的配置中确认到。在如这些附图中图示的配置的溅射蒸发源之间流过 10kHz 以上的交流电的情况下,也能发挥相比图 6 的以往例(溅射蒸发源 4 为一台)增加离子照射的效果。

[0039] 具体来说,图 2 以及图 4 在八个内周面之中相隔一个内周面在其左右的内周面共设置了两台溅射蒸发源 4。此外,图 3 以及图 5 在八个内周面之中在相互相对的内周面共设置了两台溅射蒸发源 4。

[0040] 而且,相比图 4 以及图 5,图 2 以及图 3 是非平衡磁场形成单元 6 的内极磁铁 9 的磁极方向互为同极以及外极磁铁 10 的磁极方向互为同极,即,成为从一方的非平衡磁场形成单元 6 的内极磁铁 9 或外极磁铁 10 出来的磁力线不直接进入(相斥)另一方的非平衡磁场形成单元 6 的内极磁铁 9 或外极磁铁 10 的配置。从图示的磁力线的分布可明确判断出如图 2 以及图 3 所示磁力线彼此相斥的配置相比图 4 以及图 5 增加离子照射的效果更大。

[0041] 除上述的溅射蒸发源 4 以外,还可以在真空腔 2 内设置一台以上阴极放电型的电弧式蒸发源(省略图示)。这样,能使用成膜装置 1 在基材 W 的表面进行使用了电弧离子镀法的成膜。

[0042] 此外,如果设置对真空腔 2 内供给或排出气体的气体供给单元(省略图示),就还可以供给反应气体和惰性气体的混合气体,并通过采用放电使该混合气体电离,从而使靶材和反应气体反应后的化合物皮膜成膜。此时,如果使反应气体为氮气,就能使氮化物的反应性皮膜(TiN、TiAlN、CrN 等的皮膜)成膜,如果使反应气体为甲烷气体,就能使碳化物的反应性皮膜(TiC、CrC)成膜。像这样通过除惰性气体以外还供给氮气、碳氢化合物或氧气等反应气体,从而能促进这些反应气体的电离,能形成更加接近计量组成的致密的化合物皮膜。

[0043] [实施例]

接着,使用实施例对本发明的成膜装置 1 的作用效果进一步进行详细说明。

[0044] 使用在截面为八边形的真空腔 2 的内周面安装了两台溅射蒸发源 4 的成膜装置 1 进行了成膜。再有,对于两台溅射蒸发源 4,在图 1 中位于真空腔 2 的左上的蒸发源对应于表 1 的“蒸发源 1”,位于真空腔 2 的右上的蒸发源对应于表 1 的“蒸发源 2”,位于右下的蒸发源对应于“蒸发源 3”。

[0045] 在溅射蒸发源 4 安装表 1 所示的种类(Ti+Al)的靶 5,进行了成膜。靶 5 的尺寸为 127×508mm,在背面具备由钕磁铁构成的产生平衡磁场(BM)或非平衡磁场(UBM)的磁场形成单元。在设置有该溅射蒸发源 4 的成膜装置 1 中,设置有搭载了 6 根 $\phi 130 \times 600$ mm 的 SUS304 制的管(基材 W)的工作台 3,在成膜中该工作台 3 以 3rpm 进行旋转。

[0046] 而且,在成膜时将作为溅射气体的氩气换算为标准状态接入 120cc/min(sccm),并且供给了与放电功率相匹配的量的成为反应气体的氮气。再有,成膜时的真空腔 2 内的压强约为 0.6Pa,此外,温度为 400°C。

[0047] 按以上那样的成膜条件,使用以往例的成膜装置以及实施例的成膜装置 1 对基材 W 进行成膜,并测定成膜时流过的基板电流值,判断电离程度。这里,作为以往例,实施了通

通过对产生平衡磁场(BM)的磁场形成单元连接了直流电源(DC)的装置进行成膜的例子(以往例 1、2)、通过对产生非平衡磁场(UBM)的磁场形成单元连接了直流电源的装置进行成膜的例子(以往例 3、4)、通过对产生平衡磁场(BM)的磁场形成单元连接了交流电源的装置进行成膜的例子(以往例 5、6)。

[0048] 在按表 1 所示的条件通过以往例(1~4)的装置进行成膜的情况下,直到接入功率的上限为每台蒸发源 2.5kW 为止都能进行稳定的放电,但在超过该 2.5kW 的情况下,在靶 5 的表面产生了打火(arcing)(不是正常的辉光放电,引起异常的电弧放电的现象)。在以往例 5、6 中由于连接了交流电源,所以能进行稳定的放电,但由于溅射蒸发源不是非平衡磁场,所以电离不充分,流过基板的电流值低。像这样,从表 1 中可知,在以往例中在能进行稳定放电的条件下的基板电流值低,作为溅射条件并不优选。

[0049] 可是,在向具备产生非平衡磁场(UBM)的磁场形成单元 6 的溅射蒸发源 4 流过交流电流的实施例 1~8 的情况下,即使接入功率达到每台蒸发源 8kW,也能进行没有打火的稳定的放电。从表 1 中可知,在能进行稳定的放电的条件下的基板电流值成为充分高于以往例的值,优选作为溅射条件。由此可知,通过在产生非平衡磁场(UBM)的两个磁场形成单元 6 的靶 5 之间流过交流电流,从而在成膜中能向基板进行没有打火的稳定的放电(离子照射),能得到良好的电离率。

[0050] 比较例 1 是连接的交流电源的频率不足 10kHz 的例子。当将比较例 1 与除交流电源的频率以外的条件相同的实施例 5 进行比较时,实施例 5 的基板电流值更大。在比较例 1 中只得到了以往例程度的基板电流值。根据这个结果,示出了使交流电源的频率为 10kHz 以上的意义。

[0051] 当将实施例 1 和实施例 2 进行比较时,两个溅射蒸发源的内极磁铁彼此互为同极并且外极磁铁彼此互为同极的实施例 1 比两个溅射蒸发源的内极磁铁彼此互为不同极并且外极磁铁彼此互为不同极的实施例 2,其基板电流值更大。从这个结果可知使两个溅射蒸发源的内极磁铁彼此互为同极并且外极磁铁彼此互为同极的做法更为优选。

[0052] [表 1]

	蒸发源1		蒸发源2		蒸发源3	
	磁场产生单元	磁场的方向	磁场产生单元	磁场的方向	磁场产生单元	磁场的方向
以往例 1	BM	SNS	BM	SNS	无	
以往例 2	BM	NSN	BM	SNS	无	
以往例 3	UBM	SNS	UBM	SNS	无	
以往例 4	UBM	NSN	UBM	SNS	无	
以往例 5	BM	NSN	BM	NSN	无	
以往例 6	BM	NSN	BM	SNS	无	
实施例 1	UBM	NSN	UBM	NSN	无	
实施例 2	UBM	NSN	UBM	SNS	无	
实施例 3	UBM	NSN	无		UBM	NSN
实施例 4	UBM	NSN	无		UBM	SNS
比较例 1	UBM	NSN	UBM	NSN	无	
实施例 5	UBM	NSN	UBM	NSN	无	
实施例 6	UBM	NSN	UBM	NSN	无	
实施例 7	UBM	NSN	UBM	NSN	无	
实施例 8	UBM	NSN	UBM	NSN	无	

	连接	成膜源	频率	接入功率 (kW/1台 蒸发源)	源气体	基板电流值 (A)	基板电流值/ 接入功率 (A/kW)
以往例 1	无	(TiO ₂ SA105)N	DC	3	N ₂	1	0.33
以往例 2	无	(TiO ₂ SA105)N	DC	3	N ₂	1	0.33
以往例 3	无	(TiO ₂ SA105)N	DC	3	N ₂	2	0.67
以往例 4	无	(TiO ₂ SA105)N	DC	3	N ₂	2	0.67
以往例 5	1和2	(TiO ₂ SA105)N	AC 30kHz	8	N ₂	1.3	1.63
以往例 6	1和2	(TiO ₂ SA105)N	AC 30kHz	8	N ₂	1.2	1.50
实施例 1	1和2	(TiO ₂ SA105)N	AC 30kHz	8	N ₂	2.2	2.75
实施例 2	1和2	(TiO ₂ SA105)N	AC 30kHz	8	N ₂	1.8	2.25
实施例 3	1和3	(TiO ₂ SA105)N	AC 30kHz	8	N ₂	1.8	2.00
实施例 4	1和3	(TiO ₂ SA105)N	AC 30kHz	8	N ₂	1.7	2.13
比较例 1	1和2	(TiO ₂ SA105)N	AC 5kHz	8	N ₂	1.4	1.75
实施例 5	1和2	(TiO ₂ SA105)N	AC 10kHz	8	N ₂	1.7	2.13
实施例 6	1和2	(TiO ₂ SA105)N	AC 50kHz	8	N ₂	2.4	3.00
实施例 7	1和2	(TiO ₂ SA105)N	AC 100kHz	8	N ₂	2.4	3.00
实施例 8	1和2	(TiO ₂ SA105)N	双极50kHz	8	N ₂	2.3	2.88

[0053] 另一方面,在设定为与表 1 的实施例 1 相同的成膜条件的基础上,使开闭器 7 的打开角度为 80°、90°、120°、135°、180°,与表 1 的情况同样地对放电时流过基板 W 的电流值进行了测量。这里,所谓的打开角度是指开闭器 7 关闭时覆盖靶前方的左右两方的板状部件相对于靶 5 表面所成的角度。将结果示于表 2。

[0054] [表 2]

	开闭器打开角度(度)	离子电流(A)
比较例 1	80	12
实施例 1	90	17
实施例 2	120	20
实施例 3	135	22
实施例 4	180	23

[0055] 从表 2 可知,通过使开闭器 7 的打开角度为 90° 以上,从而能在成膜中向基板 W 稳定地产生大的离子电流,可得到良好的电离率。作为像这样离子电流变大了的理由,认为原因是在使开闭器 7 的打开角度为 90° 以上的情况下,处于靶 5 的正面的泄漏磁通中的电子被作为阳极发挥作用的开闭器 7 阻滞(block)而消失(没有入射到开闭器 7),其结果是,使在溅射蒸发源 4 之间移动的电子增加了。

[0056] 从上述叙述可知,将包括由配备在内侧的内极磁铁 9 和配备在该内极磁铁 9 外侧且磁力线密度比内极磁铁 9 大的外极磁铁 10 形成的非平衡磁场形成单元 6、和配备在非平衡磁场形成单元 6 前方的靶 5 的溅射蒸发源 4,在该溅射蒸发源 4 进行成膜的真空腔 2 内配备两台以上,通过在两台以上的溅射蒸发源之中对于一组以上的溅射蒸发源在这些溅射蒸发源的靶之间流过极性以 10kHz 以上的频率切换的交流电流,在两溅射蒸发源 4 之间引起放电而进行成膜,从而能充分进行对基板 W 的离子照射,能得到良好的电离率,能可靠地进行成膜。

[0057] 可是,本发明并不限于上述各实施方式,在不变更发明本质的范围内,可以对各部件的形状、结构、材质、以及组合等进行适当变更。此外,在此次公开的实施方式中,没有明确公开的事项,例如运转条件或操作条件、各种参数、构成物的尺寸、重量以及体积等,并不超出本领域技术人员通常实施的范围,采用只要是本领域技术人员就能够容易地想到的事项。

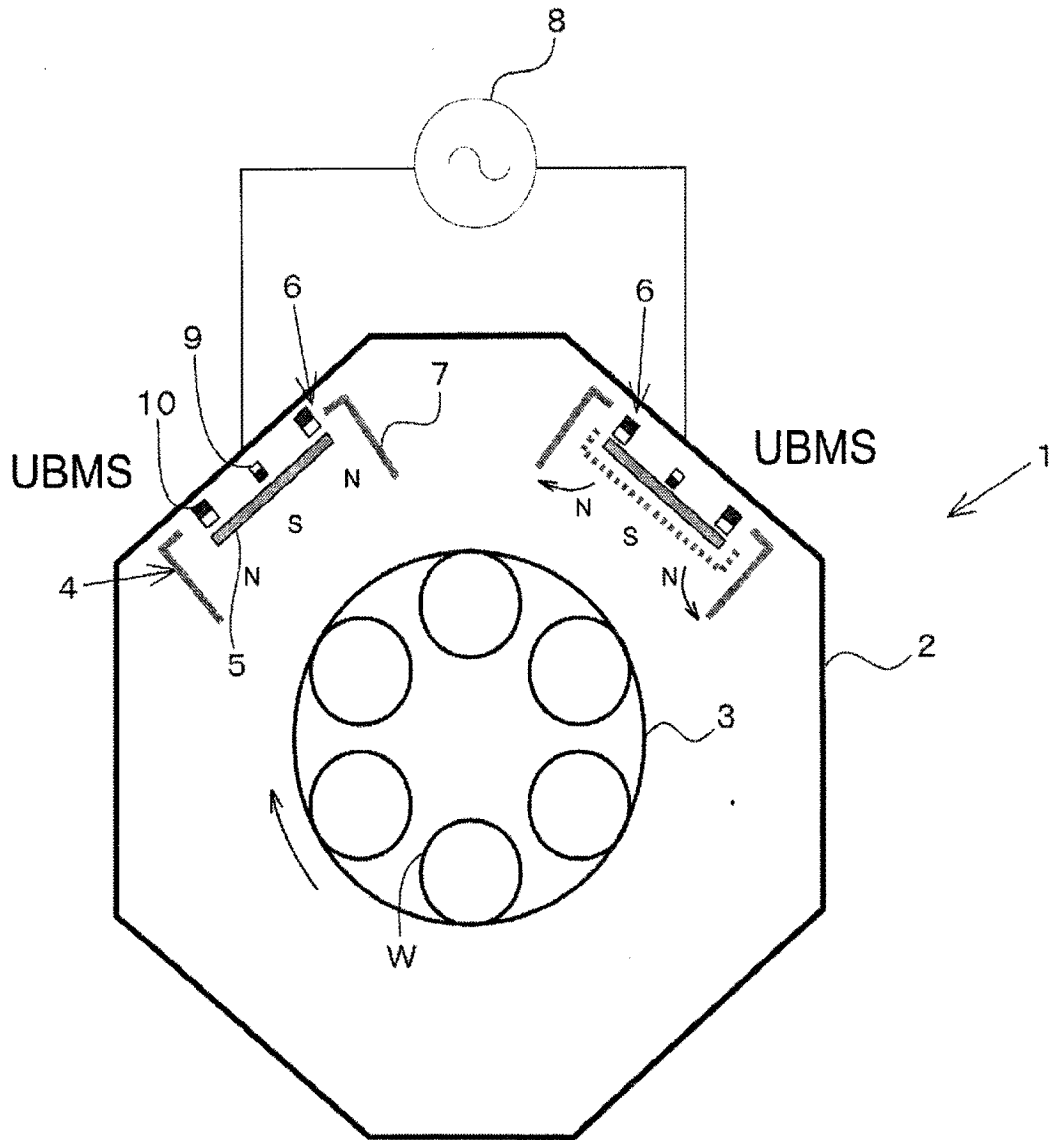


图 1

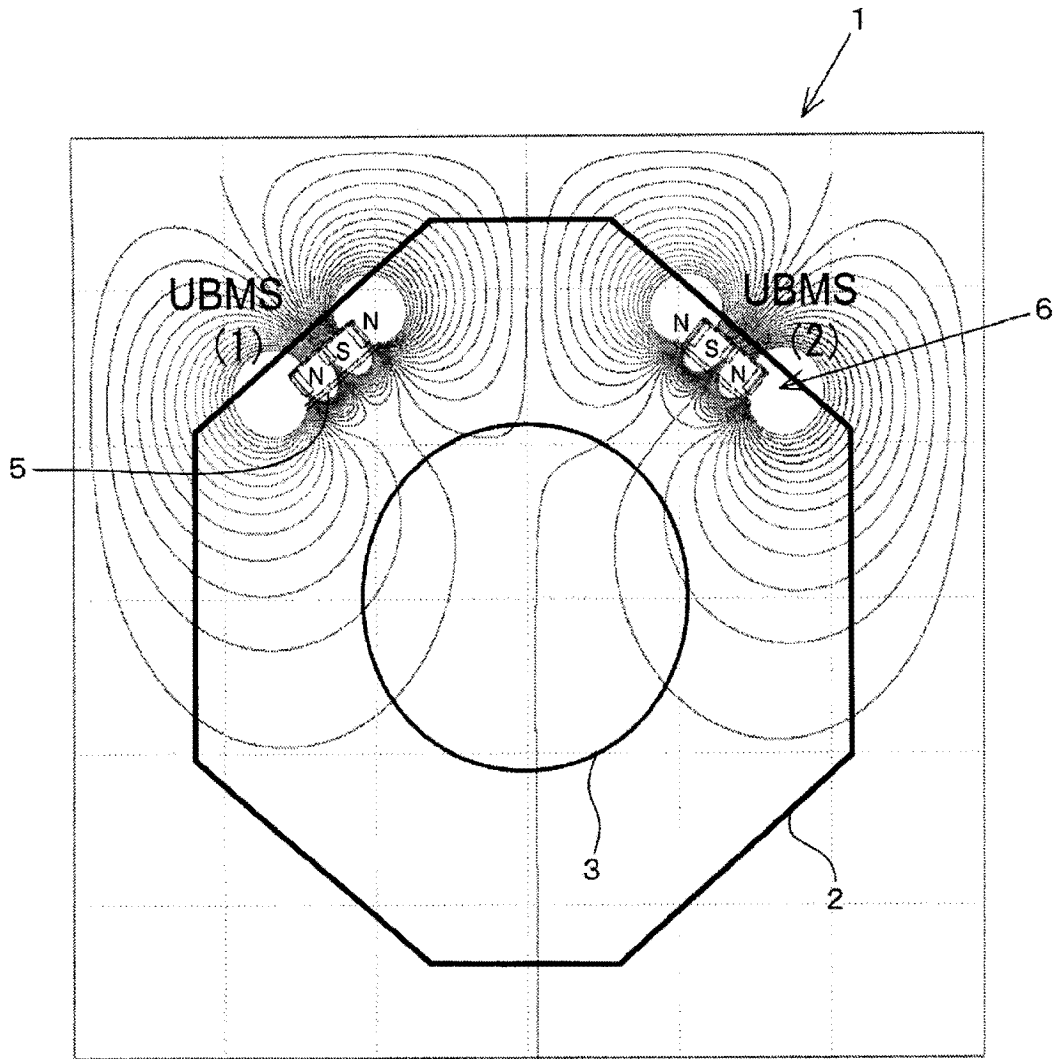


图 2

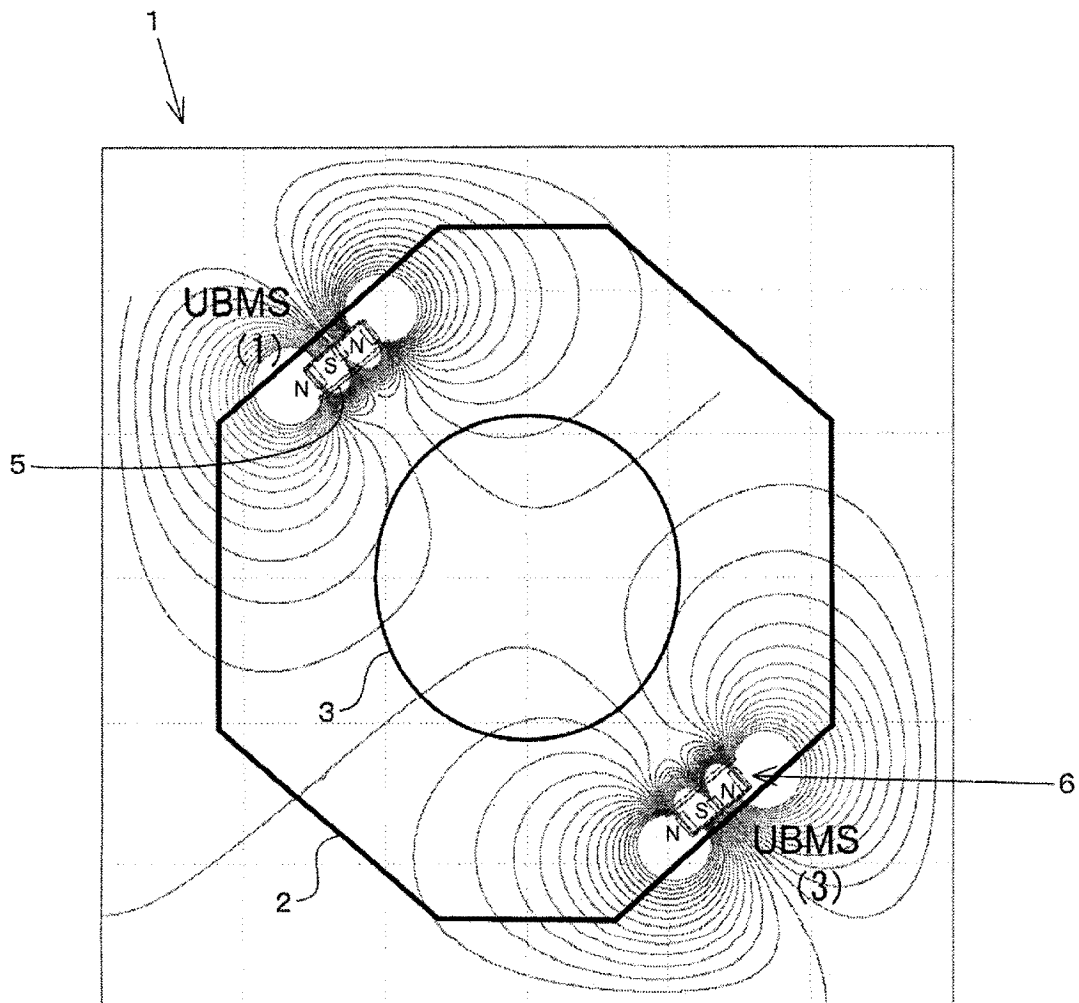


图 3

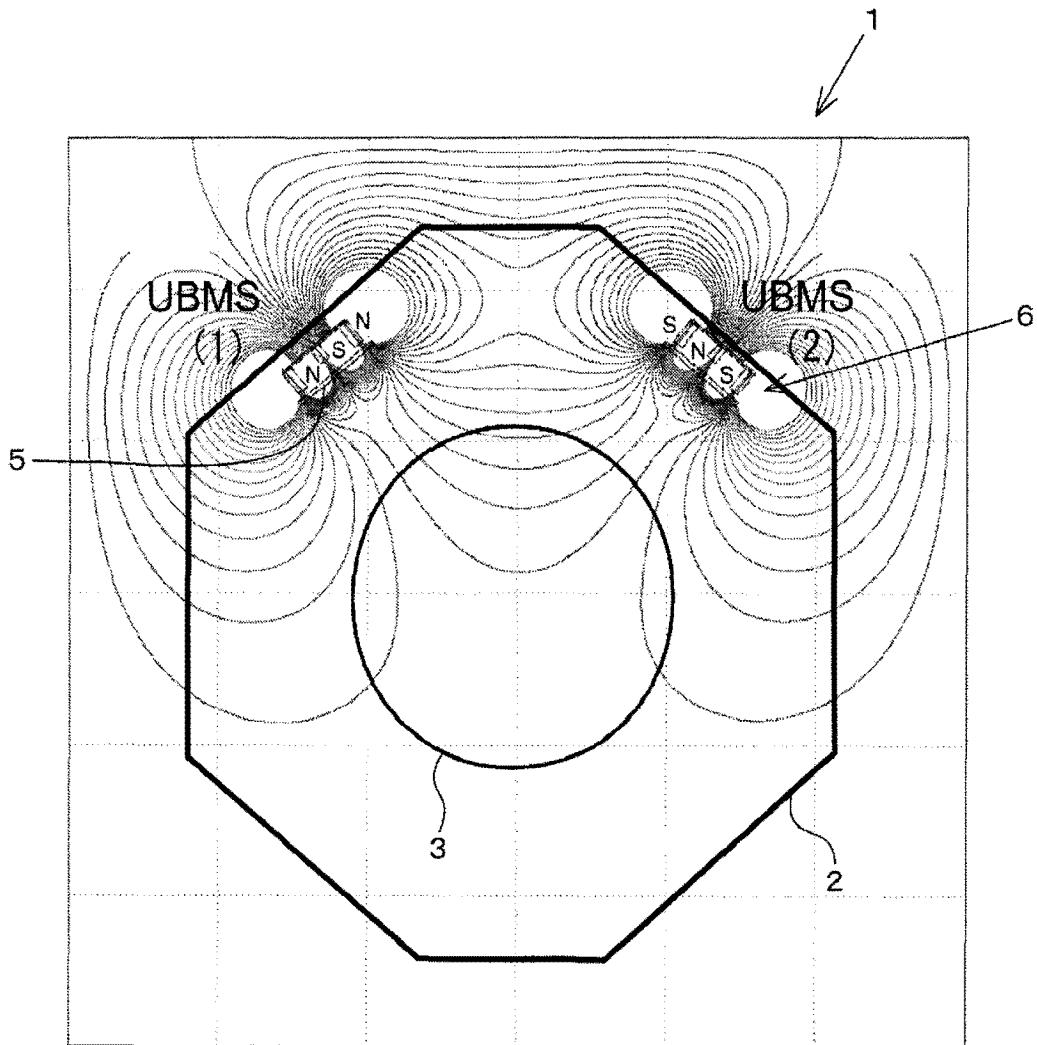


图 4

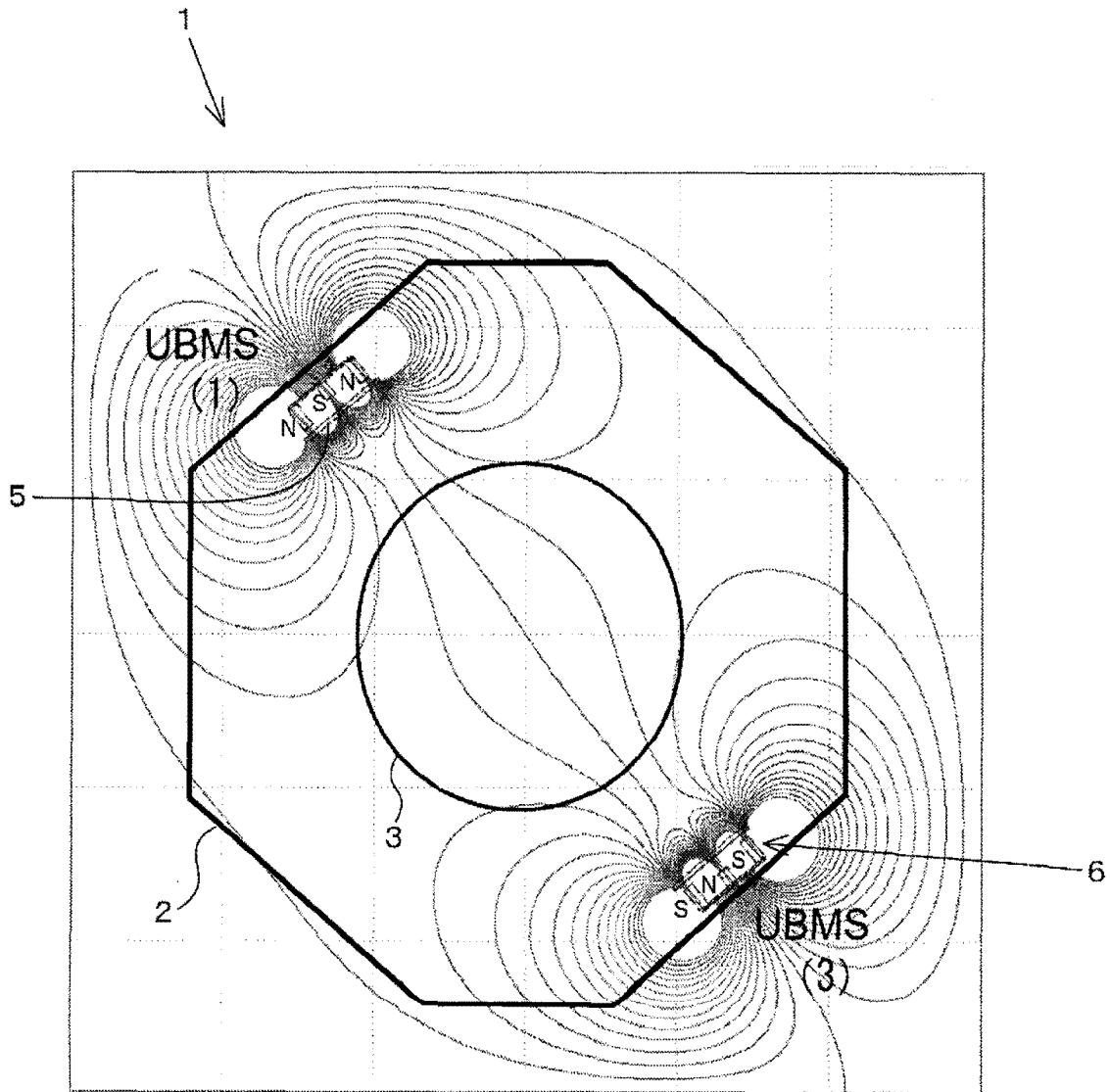


图 5

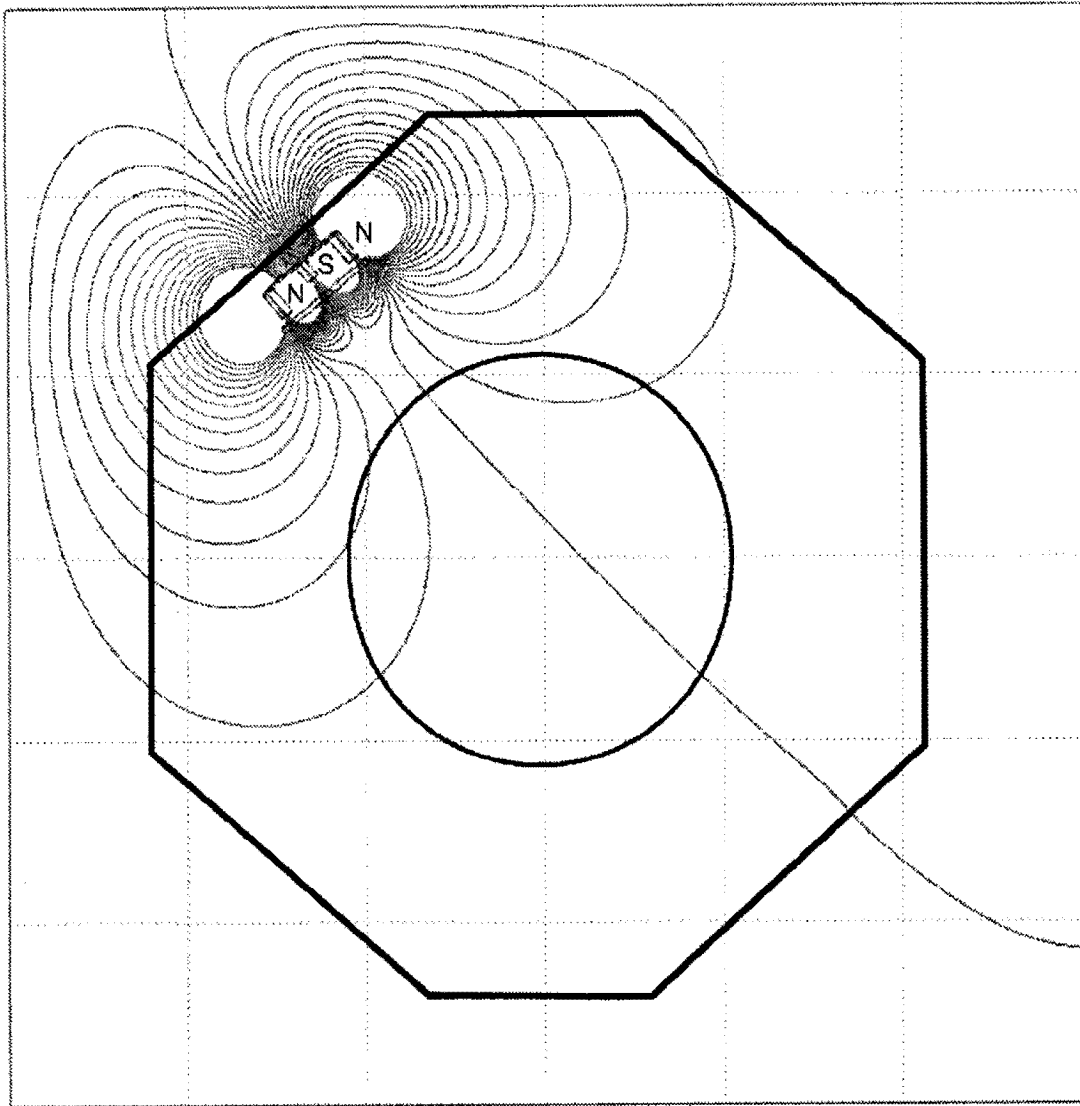


图 6