



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1667155 B

(45) 授权公告日 2010.05.26

(21) 申请号 200510052718.6

(22) 申请日 2005.03.10

(30) 优先权数据

69413/04 2004.03.11 JP

40668/05 2005.02.17 JP

(73) 专利权人 株式会社爱发科

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 新井真 大石祐一 石桥晓

小松孝 谷典明 清田淳也

太田淳 中村久三

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 浦柏明 刘宗杰

(51) Int. Cl.

C23C 14/34 (2006.01)

C23C 14/35 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开平 7-18435 A, 1995.01.20, 全文.

JP 特表 2002-508447 A, 2002.03.19, 全文.

CN 1119552 A, 1996.04.03, 全文.

审查员 王敏

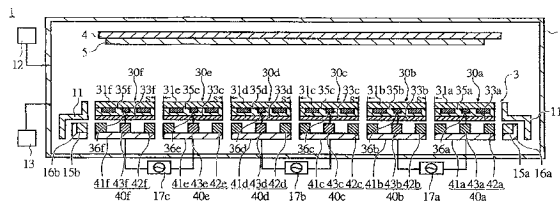
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 6 页

(54) 发明名称

溅射装置

(57) 摘要

本发明的目的在于,提供一种可以减少异常放电和非腐蚀部,并能够形成膜厚分布均匀的膜的成膜装置。本发明的成膜装置(1)具有多个靶(31a~31f),对不同的靶(31a~31f)施加极性不同的交流电压。当一方的靶(31a~31f)置于负电位时,另一方的靶(31a~31f)置于正电位,并作为阳极起作用,所以,相邻靶(31a~31f)之间不必配置阳极。因相邻的靶(31a~31f)之间什么都不配置,故可以缩短靶(31a~31f)间的距离s,由于在配置了靶(31a~31f)的区域内不放射溅射粒子的面积的比例减小,故溅射粒子均匀地到达衬底(5),从而使膜厚分布变得均匀。



1. 一种成膜装置,其特征在于:包括真空槽、多个具有长度方向的板状靶和对上述靶施加交流电压的交流电源,

在上述多个靶中,从相同的交流电源对不同的靶施加极性不同的交流电压,

上述多个靶在溅射面面向同一方向的状态下,使相邻的上述靶的长度方向的侧面只通过上述真空槽中的气体环境相互直接对置配置,

相互对置的上述侧面之间的距离大于等于 1mm 而小于等于 10mm。

2. 权利要求 1 记载的成膜装置,其特征在于:上述交流电源部的频率大于等于 1KHz 而小于等于 100KHz。

3. 一种成膜装置,其特征在于:包括真空槽和配置在上述真空槽内部的多个细长的板状靶,

上述各靶相互平行配置,使其长度方向的侧面之间相对置,

在上述各靶的正背后位置,沿上述靶的长度方向,分别配置细长的磁场形成装置,

在配置了上述磁场形成装置的区域外侧,并且在比上述靶的正背后位置更靠外的一侧,沿上述靶的长度方向,配置了细长的辅助磁场形成装置。

4. 权利要求 3 记载的成膜装置,其特征在于:上述各磁场形成装置具有多个磁铁,

在上述多个磁铁中的与上述辅助磁场形成装置相邻配置的磁铁的面向上述靶侧的面的磁极,与上述辅助磁场形成装置的面向上述靶侧的面的磁极极性相同。

5. 权利要求 3 或 4 中任意一项记载的成膜装置,其特征在于:具有使上述磁场形成装置和上述辅助磁场形成装置相对上述靶进行相对移动的移动装置。

溅射装置

技术领域

[0001] 本发明涉及溅射装置。

背景技术

[0002] 图 8 的符号 101 示出现有技术的成膜装置。

[0003] 成膜装置 101 具有真空槽 102 和配置在真空槽 102 内部的多个靶 131a ~ 131e。

[0004] 各靶 131a ~ 131e 呈细长的平板形状,并且在面向溅射面的状态下,以一定的间隔相互平行地配置在配置于真空槽 102 内部的衬底 105 上。

[0005] 利用真空排气系统 112 对真空槽 102 内部进行真空排气,同时,从气体供给系统 113 向真空槽 102 的内部导入溅射气体,在真空槽 102 内部形成了成膜环境的状态下,启动连接了电极 135a ~ 135e 的电源 117a ~ 117e,若在真空槽 102 和衬底 105 置于接地电位的状态下对各靶 131a ~ 131e 施加交流电压,则靶 131a ~ 131e 的表面就会被溅射。

[0006] 当同时溅射多个靶 131a ~ 131e 时,若只在靶 131a ~ 131e 的周边配置被置于接地电位的屏蔽板 111,则等离子体就会偏向已配置了屏蔽板 111 的方向,但是,在该成膜装置 101 中,因在靶 131a ~ 131e 之间也配置被置于接地电位的屏蔽板 111,故等离子体不会偏向一边,各靶 131a ~ 131e 会受到均匀的溅射。

[0007] 在与靶 131a ~ 131e 的溅射面相反的一侧,沿靶 131a ~ 131e 的长度方向配置细长的磁场形成装置 140a ~ 140e。磁场形成装置 140a ~ 140e 的宽度比靶 131a ~ 131e 的宽度窄,利用未图示的移动装置使其从靶 131a ~ 131e 的宽度方向的一端向另一端来回移动。

[0008] 因此,由磁场形成装置 140a ~ 140e 形成的磁场也在靶 131a ~ 131e 的表面移动,所以,等离子体密度高的部分在靶 131a ~ 131e 的表面移动,使靶 131a ~ 131e 的大部分区域受到溅射。

[0009] 在使用了多个靶的成膜装置中,因靶的数量越多越能在很宽的区域放射溅射粒子,故可以在大面积的衬底 105 上进行成膜。

[0010] 但是,现有的成膜装置具有如下所述的问题。首先,第 1,由于不从屏蔽板 111 所在的部分放射出溅射粒子,故在位于衬底 105 表面的屏蔽板 111 上的部分和位于靶 131a ~ 131e 上的部分产生膜厚分布及膜质分布不均匀的情况。

[0011] 此外,如上所述,当使磁场形成装置 140a ~ 140e 移动的同时,对靶 131a ~ 131e 施加交流电压时,伴随磁场形成装置 140a ~ 140e 的移动,等离子体密度高的部分也发生移动。

[0012] 因此,当和溅射气体一起导入象氧气那样的反应气体来进行溅射时,若等离子体密度高的部分移动,则在溅射面的等离子体密度较薄的部分,溅射材料和反应气体起反应而形成反应物膜(例如氧化膜),因此会产生异常放电。

[0013] 若固定磁场形成装置 140a ~ 140e 使其不发生移动来进行溅射,则等离子体密度较高的部分不移动,在靶 131a ~ 131e 内(特别是在靶 131a ~ 131e 宽度方向的中央部分)

产生非腐蚀部,该非腐蚀部会成为异常放电的原因,或者该非腐蚀部剥离后,还会成为产生粒子的原因。

[0014] 【专利文献 1】特表 2002-508447 号公报

[0015] 【专利文献 2】特开平 11-241159 号公报

[0016] 【专利文献 3】特开平 9-13160 号公报

发明内容

[0017] 本发明是为了解决上述现有技术中的问题而提出的,其目的在于提供一种腐蚀区宽、无异常放电、能形成膜厚分布均匀的薄膜的成膜装置。

[0018] 为了解决上述问题,本发明的第 1 方面是一种成膜装置,包括真空槽、多个具有长度方向的板状靶和对上述靶施加交流电压的交流电源,在上述多个靶中,从同一交流电源对不同的靶施加极性不同的交流电压,上述多个靶在溅射面面向同一方向的状态下,使相邻的上述靶的长度方向的侧面经由上述真空槽中的气体环境相互直接对置配置。

[0019] 本发明的第 2 方面是本发明第 1 方面记载的成膜装置,上述相互对置的侧面之间的距离大于等于 1mm 而小于等于 10mm。

[0020] 本发明的第 3 方面是本发明第 1 方面或第 2 方面记载的成膜装置,上述交流电源部的频率大于等于 1KHz 而小于等于 100KHz。

[0021] 本发明第 4 方面是一种成膜装置,包括真空槽和配置在上述真空槽内部的多个细长的板状靶,上述各靶相互平行配置使其长度方向的侧面之间相互对置,在上述各靶的正背后,沿上述靶的长度方向分别配置细长的磁场形成装置,在配置了上述磁场形成装置的区域的外侧,并且比上述靶的正背后更靠外的一侧,沿上述靶的长度方向,配置了细长的辅助磁场形成装置。

[0022] 本发明的第 5 方面是本发明第 4 方面记载的成膜装置,上述各磁场形成装置具有多个磁铁,在上述多个磁铁中,与上述辅助磁场形成装置相邻配置的磁铁的面向上述靶侧的面的磁极与面向上述辅助磁场形成装置的上述靶侧的面的磁极极性相同。

[0023] 本发明第 6 方面涉及本发明第 4 方面或第 5 方面记载的成膜装置,具有使上述磁场形成装置和上述辅助磁场形成装置相对上述靶作相对移动的移动装置。

[0024] 本发明如上述那样构成,在相邻的靶之间既不配置接地电极又不配置绝缘物,因此,在已对真空槽内部进行了真空排气时,相邻靶的长度方向的侧面的相对区域也形成真空环境,该真空环境区的宽度和侧面之间的距离相等。

[0025] 由于什么都没有配置,侧面之间的距离可以小到大于等于 1mm 而小于等于 10mm,所以,不放射溅射粒子的区域变窄,从而使到达衬底的溅射粒子量的分布变得均匀。

[0026] 若使磁场形成装置的宽度和靶的宽度大致相等,则即使不移动磁场形成装置而进行溅射,也可以提高靶的整个表面区域的等离子体密度。但是,如上所述,当靶之间的间隔较短时,磁场形成装置之间的间隔也变短。当使多台磁场形成装置相靠近配置时,因相邻磁场形成装置之间的磁场干扰而破坏了磁场的平衡。特别,当使用交流电源进行溅射时,因成对的阴极(靶)之间的放电阻抗不同,故存在使膜厚、膜质分布变差,并且使成对的阴极之间的靶的使用效率降低的问题。

[0027] 在本发明的成膜装置中,在配置了靶的区域的外侧,在配置于最外侧的磁场形成

装置的附近位置具有辅助磁场形成装置,因利用该辅助磁场形成装置可以使靠近磁场形成装置时的磁场干扰趋于缓和,故不会破坏磁场强度的平衡,使各靶表面的磁通密度分布变得均匀。

[0028] 当一边使磁场形成装置相对靶进行相对移动,一边进行溅射时,磁力线远离、等离子体密度较小的部分不被溅射,在靶的表面形成了与反应性气体的反应物(例如氧化物),该反应物成为异常放电或产生粒子的原因。但是,如上所述,在本发明中,因不必使磁场形成装置移动而在相对靶固定的状态下进行溅射,故不会引起异常放电。

[0029] 若使用本发明的成膜装置,即使是对大型衬底进行成膜,也可以得到膜厚分布和膜质分布均良好的膜。此外,因不需要接地屏蔽部件,故可以减小来自接地屏蔽部件的粒子。进而,与现有的装置相比,因不需要接地屏蔽部件、磁路的摇动机构和防止电源异常放电的机构,故可以减小部件的个数,降低成本,改善装置的维护性能。

附图说明

[0030] 图 1 是说明本发明的一例成膜装置的截面图。

[0031] 图 2 是说明一例溅射源的斜视图。

[0032] 图 3 是说明磁场形成装置和辅助磁场形成装置的截面图。

[0033] 图 4 是说明靶和交流电源的连接关系的另一例的图。

[0034] 图 5 是说明膜厚分布的图。

[0035] 图 6 是说明配置了磁场形成装置和辅助磁场形成装置时的磁通密度和位置关系的图。

[0036] 图 7 是配置了磁场形成装置时的磁通密度和位置关系的图。

[0037] 图 8 是说明现有技术的成膜装置的图。

[0038] 图 9 是说明本发明的第 2 例成膜装置的截面图。

[0039] 图 10 是说明 (a) 本发明的第 2 例成膜装置的初始状态和 (b) 移动后的状态的截面图。

具体实施方式

[0040] 图 1 的符号 1 示出本发明的成膜装置的一例,该成膜装置 1 具有真空槽 2、配置在真空槽 2 内部的衬底支架 4、配置在与真空槽 2 内部的衬底支架 4 相面对的位置的溅射源 3。溅射源 3 具有多个溅射部 30a ~ 30f。各溅射部 30a ~ 30f 分别具有板状的靶 31a ~ 31f,若将各靶 31a ~ 31f 的被溅射的面作为溅射面,则各溅射部 30a ~ 30f 配置成使各溅射面位于相同的平面上。

[0041] 各靶 31a ~ 31f 是具有长度方向的细长形状,各溅射面也是具有长度方向的细长形状。各靶 31a ~ 31f 分别是同一形状,溅射面的长度方向的边缘部分(侧面)相互隔开规定的间隔而平行配置。

[0042] 相邻的靶 31a ~ 31f 的侧面之间只隔开一定的距离,因此,相邻的靶 31a ~ 31f 的侧面平行。本发明在靶 31a ~ 31f 之间既不配置电极也不配置屏蔽板,靶 31a ~ 31f 的侧面彼此之间直接面对面。

[0043] 在各靶 31a ~ 31f 的背面上紧贴着安装具有和靶 31a ~ 31f 相同宽度和相同长度

的电极 35a ~ 35f, 且使其不从靶 31a ~ 31f 的外周伸出来。

[0044] 在真空槽 2 的外部配置交流电源 17a ~ 17c, 在各交流电源 17a ~ 17c 的两个端子中, 一个端子与相邻的 2 个电极 35a ~ 35f 中的一个电极 35a、35c、35e 连接, 另一个端子与另一个电极 35b、35d、35f 相连接。

[0045] 各交流电源 17a ~ 17c 的 2 个端子输出正负极性不同的电压, 因靶 31a ~ 31f 紧贴着安装在电极 35a ~ 35f 上, 故从交流电源 17a ~ 17c 向相邻的 2 个靶 31a ~ 31f 施加极性互不相同的交流电压。因此, 相邻的靶 31a ~ 31f 中, 当一方置于正电位时, 另一方被置于负电位。

[0046] 在电极 35a ~ 35f 的与靶 31a ~ 31f 相反一侧的面上安装有绝缘板 33a ~ 33f, 靶 31a ~ 31f 和电极 35a ~ 35f 与后述的磁场形成装置 40a ~ 40f 或其他部件绝缘。

[0047] 在电极 35a ~ 35f 的与靶 31a ~ 31f 相反一侧的面上配置了磁场形成装置 40a ~ 40f。参照图 2, 各磁场形成装置 40a ~ 40f 分别具有外周尺寸与靶 31a ~ 31f 的外周大致相等的细长的环状磁铁 42a ~ 42f 和长度比环状磁铁 42a ~ 42f 短的棒状磁铁 43a ~ 43f。

[0048] 各环状磁铁 42a ~ 42f 配置在对应的 1 个靶 31a ~ 31f 的正背后位置上, 且与靶 31a ~ 31f 的长度方向平行。如上所述, 因靶 31a ~ 31f 隔开规定的间隔平行配置, 故环状磁铁 42a ~ 42f 变成隔开和靶 31a ~ 31f 相同的间隔而配置的状态。

[0049] 棒状磁铁 43a ~ 43f 在环状磁铁 42a ~ 42f 的环内, 沿靶 31a ~ 31f 的长度方向配置。因此, 变成在棒状磁铁 43a ~ 43f 长度方向的侧面的两侧配置环状磁铁 42a ~ 42f 的状态。

[0050] 在磁场形成装置 40a ~ 40f 的磁铁中, 若将配置在两侧的磁铁 (环状磁铁) 作为第 1 磁铁 42a ~ 42f, 将配置在第 1 磁铁 42a ~ 42f 之间的磁铁 (棒状磁铁) 作为第 2 磁铁 43a ~ 43f, 则第 1、第 2 磁铁 42a ~ 42f、43a ~ 43f 的磁极位于厚度方向的两端、即表面侧和背面侧, 若将面向靶 31a ~ 31f 一侧的面作为表面, 则板状的轭铁 41a ~ 41f 紧贴着在第 1、第 2 磁铁 42a ~ 42f、43a ~ 43f 的背面。

[0051] 因此, 在第 1、第 2 磁铁 42a ~ 42f、43a ~ 43f 背面侧的磁极之间产生的磁力线通过轭铁 41a ~ 41f 的内部。轭铁 41a ~ 41f 的平面形状和第 1 磁铁 42a ~ 42f 的环的外周相等, 第 1 磁铁 42a ~ 42f 从轭铁 41a ~ 41f 的边缘伸出。如上所述, 因第 1 磁铁 42a ~ 42f 的形状和靶 31a ~ 31f 大致相等, 故磁场形成装置 40a ~ 40f 的平面形状也和靶 31a ~ 31f 大致相等。

[0052] 这里, 因各磁场形成装置 40a ~ 40f 配置在对应的 1 个靶 31a ~ 31f 的正背后的位置上, 故各磁场形成装置 40a ~ 40f 从靶 31a ~ 31f 的外周伸出, 各磁场形成装置 40a ~ 40f 是横跨 2 个靶 31a ~ 31f 配置。

[0053] 当第 1 磁铁 42a ~ 42f 表面侧的磁极的磁性是 N 极时, 则第 2 磁铁 43a ~ 43f 表面侧磁极的磁性是 S 极, 当第 1 磁铁 42a ~ 42f 表面侧磁极的磁性是 S 极时, 则第 2 磁铁 43a ~ 43f 的表面侧磁极的磁性是 N 极, 因此, 在第 1 磁铁 42a ~ 42f 的表面和第 2 磁铁 43a ~ 43f 的表面之间, 形成通过电极 35a ~ 35f 的磁力线。

[0054] 在各电极 35a ~ 35f 内部的、第 1、第 2 磁铁 42a ~ 42f 上面的位置上, 分别配置有由导磁材料 (这里是纯度为 99.8% 的纯铁) 形成的磁性体 36a ~ 36f, 通过电极 35a ~ 35f 的磁力线被该磁性体 36a ~ 36f 吸引到靶 31a ~ 31f 一侧, 使其通过靶 31a ~ 31f 的表面。

[0055] 各溅射部 30a ~ 30f 中和第 1 磁铁 42a ~ 42f 极性相同的磁极位于相同的面一侧, 因此, 第 1 磁铁 42a ~ 42f 的靶 31a ~ 31f 一侧的极性全变成 N 极或 S 极。

[0056] 如上所述, 因第 2 磁铁 43a ~ 43f 的和第 1 磁铁 42a ~ 42f 相同的面一侧的磁极的极性与第 1 磁铁 42a ~ 42f 相反, 故当第 1 磁铁 42a ~ 42f 的靶 31a ~ 31f 一侧的极性全是 N 极时, 第 2 磁铁 43a ~ 43f 的靶 31a ~ 31f 一侧的极性全变成 S 极, 当第 1 磁铁 42a ~ 42f 的靶 31a ~ 31f 一侧的极性全是 S 极时, 第 2 磁铁 43a ~ 43f 的靶 31a ~ 31f 一侧的极性全变成 N 极。

[0057] 因此, 在同一溅射部 30a ~ 30f 的第 1、第 2 磁铁 42a ~ 42f、43a ~ 43f 之间形成磁力线, 但在不同的溅射部 30a ~ 30f 的相邻的第 1 磁铁 42a ~ 42f 之间不形成磁力线。

[0058] 溅射源 3 具有辅助磁场形成装置 15a、15b。辅助磁场形成装置 15a、15b 由长度和第 1 磁铁 42a ~ 42f 的长度大致相等的细长的棒状磁铁构成, 并且沿第 1 磁铁 42a ~ 42f 的长度方向配置在第 1 磁铁 42a ~ 42f 的排列区域外侧。

[0059] 辅助磁场形成装置 15a、15b 位于和第 1、第 2 磁铁 42a ~ 42f、43a ~ 43f 相同的高度上。图 1 的符号 42a 和符号 42f 表示第 1 磁铁 42a ~ 42f 中位于列的开头和结尾的第 1 磁铁。在位于列的开头和结尾的第 1 磁铁 42a、42f 的 2 个长度方向的侧面中, 如果不将面向列的中心方向的侧面、而是将面向外方向的侧面作为端部面, 则该端部面与辅助磁场形成装置 15a、15b 的长度方向的侧面紧贴或脱离。

[0060] 图 3 是表示第 1、第 2 磁铁 42a ~ 42f、43a ~ 43f 和辅助磁场形成装置 15a、15b 的磁极之间关系的一例的图。辅助磁场形成装置 15a、15b 的磁极位于厚度方向的两端, 即表面侧和背面侧, 若将面向和第 1、第 2 磁铁 42a ~ 42f、43a ~ 43f 的表面同一侧的面作为表面, 则辅助磁场形成装置 15a、15b 的背面紧贴着轭铁 16a、16b, 因此, 从辅助磁场形成装置 15a、15b 背面侧的磁极产生的磁力线通过轭铁 16a、16b 的内部。

[0061] 辅助磁场形成装置 15a、15b 表面侧的磁极的磁性和第 1 磁铁 42a ~ 42f 表面侧的磁极的磁性相同。因此, 当第 1 磁铁 42a ~ 42f 表面侧的磁极是 N 极时, 辅助磁场形成装置 15a、15b 表面侧的磁极的磁性就是 N 极, 当第 1 磁铁 42a ~ 42f 表面侧的磁极的磁性是 S 极时, 辅助磁场形成装置 15a、15b 表面侧的磁极的磁性就是 S 极。

[0062] 如上所述, 因辅助磁场形成装置 15a、15b 沿位于最外侧的第 1 磁铁 42a、42f 配置, 故辅助磁场形成装置 15a、15b 和位于最外侧的第 1 磁铁 42a、42f 作为 1 块磁铁起作用, 该磁铁的表面和相邻的第 2 磁铁 43a、43f 的表面之间产生通过位于最外侧的靶 31a、31f 的磁力线。

[0063] 这里, 第 1 磁铁 42a ~ 42f 的端部面位于某侧面的正下方, 该侧面在位于列的开头和末尾的靶 31a、31f 的 2 个长度方向的侧面中, 是面向外方向的侧面, 而不是面向列的中心方向的侧面。

[0064] 因此, 辅助磁场形成装置 15a、15b 配置在比位于最外侧的靶 31a、31f 的正背后的位置还靠外的位置, 通过位于最外侧的靶 31a、31f 表面的磁力线的磁通密度即使在该靶 31a、31f 的端部位置也不会变弱。

[0065] 图 6 示出磁场形成装置 40a ~ 40e 和辅助磁场形成装置 15a、15b 的位置以及当将 5 个溅射部 30a ~ 30e 并列配置并靠近位于最外侧的第 1 磁铁 42a、42e 来配置辅助磁场形成装置 15a、15b 时对靶 31a ~ 31e 表面的磁通密度进行测定的结果。再有, 图 6 和后述的

图 7 的符号 B_v 表示与靶 31a ~ 31e 的表面垂直方向上的磁通密度,符号 B_h 表示与靶 31a ~ 31e 的表面平行方向上的磁通密度,横轴表示当将 5 个靶 31a ~ 31e 的列的中央位置作为 0 时离开中央的距离,纵轴表示磁通密度 (G:高斯)。

[0066] 如图 6 所示,磁通密度在平行方向的分布是梯形形状,在垂直方向的分布存在 2 个或 2 个以上 (这里是 3 个) 与 0 相交的点。通过形成这样的磁场形状的磁力线,可以推测出:即使磁铁摇动,在后述的溅射工序中也能实现对各靶 31a ~ 31e 的几乎整个面进行溅射,并能够实现几乎没有非腐蚀部分的状态。

[0067] 进而,通过配置辅助磁场形成装置 15a、15b,即使在位于最外侧的靶 31a ~ 31f 宽度方向的端部,也可以维持和中央部相同程度的磁场强度。

[0068] 与此对应,图 7 是把当不配置辅助磁场形成装置 15a、15b 时对靶 31a ~ 31e 表面的磁通密度进行测定的结果与磁场形成装置 40a ~ 40e 的位置关系一起示出的图。这时的磁通密度在平行方向的分布是梯形形状,在垂直方向的分布存在 2 个或 2 个以上与 0 相交的点,但是,因磁场形成装置 40a ~ 40f 彼此之间相邻,所以,由于磁场形成装置 40a ~ 40e 彼此之间的磁场干扰,在靶列 31a ~ 31e 的两端,磁场强度的平衡被破坏,与溅射源 3 的中央部分相比,磁通密度变弱。

[0069] 其次,说明使用该成膜装置 1 在衬底表面上形成薄膜的工序。成膜装置 1 分别具有与真空槽 2 连接的真空排气系统 12 和气体供给系统 13,若利用真空排气系统 12 对真空槽 2 内部进行真空排气,则靶 31a ~ 31f 的相互对置的侧面之间也被抽成真空,并在该区域形成真空环境。

[0070] 图 1 的符号 s 表示靶 31a ~ 31f 的相互对置的侧面之间的距离,在本发明的成膜装置 1 中,在相邻的靶 31a ~ 31f 之间,既没有配置电极或屏蔽板等固体,也没有配置象冷却水那样的液体,靶 31a ~ 31f 的长度方向的侧面只经由真空槽 2 内部的环境而直接对置。因此,在靶 31a ~ 31f 的相互对置的侧面之间形成的真空区,其在侧面之间的距离 s 方向上的长度和侧面之间的距离 s 的长度相同。

[0071] 其次,在继续真空排气的同时,从气体供给系统 13 一起供给溅射气体和反应气体,在真空槽 2 内部形成规定压力的成膜环境。预先将衬底 5 保持在衬底支架 4 上,在使衬底 5 和真空槽 2 置于接地电位的状态下,维持成膜环境的同时,启动交流电源 17a ~ 17c。

[0072] 如上所述,当从交流电源 17a ~ 17c 施加大于等于 1KHz 而小于等于 100KHz 的交流电压时,相邻 2 个靶 31a ~ 31f 中一方相对接地电位被置于正电位,另一方相对接地电位置被置于负电位,所以,被置于正电位的靶 31a ~ 31f 起阳极的作用,置于负电位的靶 31a ~ 31f 的溅射面被溅射,并放射出溅射粒子。

[0073] 靶 31a ~ 31f 的电位与交流电压的频率对应地从正电位切换到负电位,或从负电位切换到正电位,所以,靶 31a ~ 31f 被交替溅射,结果,所有的靶 31a ~ 31f 均被溅射。

[0074] 若设形成衬底 5 的膜的面为成膜面,则衬底 5 配置成使成膜面与各靶 31a ~ 31f 的溅射面相对置,所以,从溅射面放射的溅射粒子到达衬底 5 的表面,在衬底 5 表面与反应气体进行反应,在衬底 5 的表面生长由靶材料和反应气体的反应物构成的膜。

[0075] 如上所述,因在相邻的靶 31a ~ 31f 之间什么都不配置,靶 31a ~ 31f 的相互对置的侧面之间的距离 s 减小为大于等于 1mm 而小于等于 10mm,故该距离 s 越小,不放射溅射粒子的面积的比例越小。因此,溅射粒子均匀地到达衬底 5 的表面,结果,衬底 5 表面形成的

膜的膜厚分布较均匀。

[0076] 再有,该成膜装置 1 具有作为挡板的屏蔽板 11,屏蔽板 11 配置成将排列着靶 31a~31f 的区域的周围以及辅助磁场形成装置 15a、15b 包围,使溅射面之外的部分不从屏蔽板 11 露出来。因此,电极 35a~35f 或磁场形成装置 40a~40f 利用该屏蔽板 11 被溅射粒子屏蔽,所以,不会附着溅射粒子。

[0077] 【实施例】

[0078] < 实施例 >

[0079] 使用上述成膜装置 1,在不加热的情况下,对宽 1100mm、长 1250mm、厚 0.7mm 的玻璃衬底 5 进行 30 秒钟的溅射,在衬底 5 的表面形成膜厚 1000 埃 (100nm) 的 IT0 (铟锡氧化物) 膜。

[0080] 这里,使用 6 个由 In_2O_3 -10wt% SnO_2 (IT0) 构成、宽 200mm、长 1700mm、厚 10mm 的靶 31a~31f,各靶 31a~31f 配置成与衬底 5 的宽度方向平行且距离 s 为 2mm。磁场形成装置 40a~40f 的宽度和靶 31a~31f 相同,为 200mm。从气体供给系统 13 供给 200sccm 作为溅射气体的 Ar 气体,同时,还供给反应气体 (H_2O 、 O_2),为了控制最佳流量,使各反应气体的流量在 0sccm~5sccm 之间变化,形成 0.7Pa 的成膜气体环境。施加交流电压使输出从 0kw 逐渐上升,最终达到 20kw。交流电压的频率是 50KHz。

[0081] 在 35 个点上测定成膜后的 IT0 膜的膜厚。该测定结果在图 5 中示出。

[0082] 如图 5 所示,衬底 5 面内的膜厚的偏差较小,在 35 个点上测定膜厚分布得到了 $\pm 8\%$ 的较好的值。由此可知,在溅射中等离子体的偏差较小。此外,溅射时看不到异常放电,放电稳定,几乎看不到混入成膜后的膜中的粒子。

[0083] 此外,作为反应气体,不使用 O_2 气,只使用 H_2O 气,除了使 H_2O 气的流量在 0sccm 到 5sccm 之间变化之外,在和上述实施例相同的条件下进行成膜,形成 IT0 膜,分别测定刚刚成膜后的 IT0 膜的薄膜电阻 ($\Omega/\square$) 和成膜后再进行加热处理 (退火处理) 的薄膜电阻 ($\Omega/\square$),在刚成膜后,即使改变气体流量,薄膜电阻也不变,且电阻值较高。在退火的情况下,与刚成膜后的情况相比,薄膜电阻值较低,特别是当 H_2O 气的流量为 2sccm 时,薄膜电阻值最低。

[0084] 进而,使用 O_2 气和 H_2O 气作为反应气体,将 H_2O 气的流量固定在 2sccm,并使 O_2 气的流量在 0 到 2.0sccm 之间变化进行 IT0 膜的成膜,分别测定刚成膜后和退火处理后的薄膜电阻 ($\Omega/\square$),结果,退火处理后比刚成膜后的薄膜电阻低,特别是当 O_2 气的流量为 1.0sccm 时,薄膜电阻值最低。因此,可知反应气体的最佳流量是: H_2O 气为 2sccm, O_2 气为 1sccm。

[0085] 进而,在反应气体的流量是最佳流量的情况下,求 IT0 膜的薄膜电阻分布,结果,薄膜电阻的最大值是 $26.8\Omega/\square$,最小值是 $23.4\Omega/\square$,平均值是 $25.1\Omega/\square$,薄膜电阻分布为 $\pm 6.7\%$ 。由此可知,若使用本发明的成膜装置 1,可以得到薄膜电阻分布良好的 IT0 膜,该薄膜电阻分布与靶的形状或配置无关。

[0086] 进而,即使使用本发明的成膜装置 1 进行长时间成膜,放电也很稳定,看不到异常放电。放电后,对 IT0 靶 31a~31f 的表面进行确认,在靶 31a~31f 的表面看不到非腐蚀区。

[0087] < 比较例 >

[0088] 作为成膜装置,变成上述成膜装置 1 的磁场形成装置 40a ~ 40f,配置宽度比靶 31a ~ 31f 窄(130mm 宽)的棒状磁铁,从外部对其进行控制,使其在靶的宽度方向摇动 80mm,并使靶表面的磁场随时间变化。进行棒状磁铁的摇动速度为 10mm/sec 的等速反向控制。

[0089] 靶 31a ~ 31f 使用和上述实施例相同的靶,并隔开相同的间隔配置。成膜气体环境为由气体供给系统 13 供给 200sccm 的 Ar 气,并且压力是 0.7Pa。以 50KHz 的频率,使相邻的靶 31a ~ 31f 的电位正负切换,功率从 0kw 逐渐上升,当投入 10kw 的功率时,通过目视可以确认在靶上有剧烈的异常放电,不能再投入更大的功率。在放电试验后再确认真空槽内的情况,可以确认在屏蔽板 11 上有异常放电的痕迹。从以上事例可知,若使用本发明的成膜装置 1,则溅射时不会引起异常放电,也不会在靶上形成非腐蚀区。

[0090] 以上,说明了从相同的交流电源 17a ~ 17c 对相邻的靶 31a ~ 31b 施加交流电压的情况,但本发明不限于此。也可以如图 4 所示,从相同的交流电源 17a ~ 17c 对不相邻且不同的 2 个靶 31a ~ 31f 施加交流电压。这时,也最好对相邻的靶 31a ~ 31f 施加电压,使其交替置于极性不同的电位。

[0091] 以上对由 ITO 形成的透明导电膜进行了说明,但本发明并不特别限于此,可以对金属薄膜、透明导电膜、电介质膜等各种膜进行成膜,并应用于液晶、PDP(Plasma display panel;等离子体显示面板)、或 FED(Field Emission Display;场致发射显示器)、或 EL(Electro Luminescence;电致发光)等平板显示器的制造。

[0092] 对本发明使用的衬底 5 没有特别限制,可以使用玻璃衬底、带树脂膜的衬底或树脂衬底等各种衬底。若按照本发明,通过使用多个靶 31a ~ 31f,因成膜面积加大,故能够在平面形状的面积不低于 1m² 的大型衬底的表面形成薄膜。

[0093] 当把磁场形成装置 40a ~ 40f 配置在和靶 31a ~ 31f 相同的真空槽 2 内部时,最好对磁铁 42a ~ 42f、43a ~ 43f 及厄铁 41a ~ 41f 的表面实施不会对溅射成膜后的膜质产生影响的材料、表面处理、以及与靶铁材料的粘接方法。进而,由于处于和放电空间同样的气体环境,故最好利用非磁性体且不会对溅射成膜后的膜质产生影响的、进行表面处理的材料,将 S 极和 N 极之间的空间充满,使磁场形成装置 40a ~ 40f 的 S 极和 N 极之间的空间不产生等离子体。

[0094] 以上,说明了磁性体 36a ~ 36f 配置在电极 35a ~ 35f 内部的情况,但本发明并不限于此,如果形成图 6 所示的磁场形状的磁力线,则也可以例如不配置磁性体 36a ~ 36f,此外,当配置磁性体 36a ~ 36f 时,对其位置也没有特别的限制,例如,可以将磁性体 36a ~ 36f 配置在和第 1、第 2 磁铁 42a ~ 42f、43a ~ 43f 相同的靶铁 41a ~ 41f 的上面。

[0095] 此外,若是形成上述图 6 所示磁场形状的磁力线,则对第 1、第 2 磁铁 42a ~ 42f、43a ~ 43f 的形状、配置或个数都没有特别的限制。

[0096] 各靶 31a ~ 31f 的长度大于等于成膜衬底的长度,例如大于等于 1500mm 而小于等于 2000mm。此外,各靶 31a ~ 31f 的宽度例如大于等于 100mm 而小于等于 400mm。

[0097] 靶的个数例如是满足靶数 × 靶宽 + 靶数 × 靶间距离所表示的阴极的外形 W 大于等于衬底宽度的个数,例如是满足条件 $1200\text{mm} \leq W \leq 1900\text{mm}$ 的个数。

[0098] 相邻的靶 31a ~ 31f 的相互对置的侧面的距离 s 例如是大于等于 1mm 而小于等于 10mm。从靶 31a ~ 31f 的溅射面到衬底 5 的成膜面的距离例如是大于等于 60mm 而小于等

于 300mm。

[0099] 靶 31a ~ 31f 的溅射面最好配置在同一平面上。对靶 31a ~ 31f 的厚度没有特别限制,例如大于等于 5mm 而小于等于 30mm。

[0100] 若对电极 35a ~ 35f 安装冷却装置,则可以一边冷却靶 31a ~ 31f 一边进行溅射。对安装靶 31a ~ 31f 的电极 35a ~ 35f 的厚度没有特别限制,例如大于等于 5mm 而小于等于 30mm。

[0101] 使靶 31a ~ 31f 和电极 35a ~ 35f 与磁场形成装置 40a ~ 40f 电绝缘的绝缘板 33a ~ 33f 的厚度例如大于等于 2mm 而小于等于 10mm。

[0102] 此外,在真空槽 2 内部,沿靶 31a ~ 31f 的长度方向配置气体管道,若利用该气体管道使溅射气体或反应气体从相邻的靶 31a ~ 31f 间流出,则由于向放电空间直接供气,故供气速度难以下降。这时,若在衬底侧面的周围设置排气口,则可以使供给到放电空间的气体迅速排出。

[0103] 关于向靶 31a ~ 31f 供给的电力,其对连接在 1 个交流电源 17a ~ 17c 的 2 个靶 31a ~ 31f 的输出密度 P 例如是大于等于 $1\text{W}/\text{cm}^2$ 而小于等于 $10\text{W}/\text{cm}^2$ 。此外,当使用金属靶 31a ~ 31f 时,输出密度 P 例如是大于等于 $5\text{W}/\text{cm}^2$ 而小于等于 $40\text{W}/\text{cm}^2$ 。

[0104] 此外,关于向靶 31a ~ 31f 供给的电力,为了调整衬底上的膜厚分布,在多个并列的靶 31a ~ 31f 中,供给到位于最外侧的靶 31a、31f 的供给量为供给到位于中央位置的靶 31c、31d 的供给量的 100% ~ 130%。

[0105] 此外,在溅射时,施加给靶 31a ~ 31f 的电压例如是相对接地电位大于等于 -3000V 的交流电压。

[0106] 以上,说明了由 1 个细长的磁铁构成 1 个辅助磁场形成装置 15a、15b 的情况,但本发明并不限于此,也可以由多个磁铁构成 1 个辅助磁场形成装置,使各磁铁沿靶的长度方向配置在已配置了磁场形成装置的区域外侧。此外,当辅助磁场形成装置 15a、15b 和相邻的第 1 磁铁 42a、42f 紧贴时,也可以和这些磁铁一体形成。

[0107] 在上述成膜装置 1 中,即使不移动磁场形成装置 40a ~ 40b 和辅助磁场形成装置 15a、15b 而继续溅射,也可以对靶 31a ~ 31f 几乎整个面进行溅射,但如果靶 31a ~ 31f 表面的磁通密度不均匀,则在磁通密度较高的部分和较低的部分由于溅射而产生膜厚减小量的差。

[0108] 图 9 示出为了解决该问题的本发明的第 2 例成膜装置。该成膜装置 7 具有除磁性体 36a ~ 36f 之外的上述成膜装置 1 的全部结构。成膜装置 7 进而具有移动装置 14,各磁场形成装置 40a ~ 40f 和各辅助磁场形成装置 15a、15b 与移动装置 14 连接,并和移动装置 14 一起移动。

[0109] 移动装置 14 构成为利用未图示的电机,在与靶 31a ~ 31f 表面平行的面内,使其相对靶 31a ~ 31f 作相对移动,所以,各磁场形成装置 40a ~ 40f 和各辅助磁场形成装置 15a、15b 也在平行于靶 31a ~ 31f 表面的面内移动。

[0110] 因此,靶 31a ~ 31f 的平面和磁场形成装置 40a ~ 40f 的平面的距离不变。此外,各磁场形成装置 40a ~ 40f 和各辅助磁场形成装置 15a、15b 固定在相同的移动装置 14 上并相对于移动装置 14 静止,所以,各磁场形成装置 40a ~ 40f 和各辅助磁场形成装置 15a、15b 的相对位置关系不变。因此,靶 31a ~ 31f 表面上的磁通密度的形状不变,但磁通密度

的形状和靶 31a ~ 31f 表面的相对位置关系发生变化。

[0111] 这里,移动装置 14 的移动方向沿着靶 31a ~ 31f 并排的方向,因此,磁场形成装置 40a ~ 40f 和辅助磁场形成装置 15a、15b 沿着靶 31a ~ 31f 并排的方向移动。

[0112] 图 10(a) 示出磁场形成装置 40a ~ 40f 配置在对应的靶 31a ~ 31f 的正背后位置的初始状态,当移动装置 14 移动时,如图 10(b) 所示,变成磁场形成装置 40a ~ 40b 偏离对应的靶 31a ~ 31f 的正背后位置,列开头和末尾的靶 31a、31f 的端部从磁场形成装置 40a ~ 40f 的列中伸出的状态,但通过移动,从而使辅助磁场形成装置 15a、15b 靠近其端部的正下方的位置,结果,在各靶 31a ~ 31f 的表面,从移动方向的一端到另一端磁力线通过。

[0113] 其次,说明使用该成膜装置 7 进行成膜的工序。

[0114] 在对成膜结束后的衬底 5 和新衬底 5 进行交换的期间,使磁场形成装置 40a ~ 40f 和辅助磁场形成装置 15a、15b 朝向与上述对应的靶 31a ~ 31f 相邻的靶 31a ~ 31f 的正背后位置移动一个不使磁场形成装置 40a ~ 40f 进入的移动量 D,当在新衬底 5 的表面进行成膜时,使磁场形成装置 40a ~ 40f 和辅助磁场形成装置 15a、15b 相对靶 31a ~ 31f 静止来进行溅射。

[0115] 当磁场形状和靶 31a ~ 31f 表面的相对位置关系变化时,因靶 31a ~ 31f 表面上的磁通密度较高的部分发生移动,故对靶 31a ~ 31f 的膜厚减小量较少的部分溅射较多,相反,对膜厚减小量较多的部分溅射较少。

[0116] 如果反复地移动磁场形成装置 40a ~ 40f 和辅助磁场形成装置 15a、15b 以及反复地进行靶 31a ~ 31f 的溅射,则因靶 31a ~ 31f 表面的膜厚均匀减小,故靶 31a ~ 31f 的使用效率较高。

[0117] 再有,在图 1 的成膜装置 1 中,通过对靶 31a ~ 31f 配置磁性体 36a ~ 36f,从而靶 31a ~ 31f 表面的磁通密度均匀,并且靶 31a ~ 31f 的膜厚减小变得均匀,但在第 2 例的成膜装置 7 中,即使没有磁性体 36a ~ 36f,通过移动磁场形成装置 40a ~ 40f 和辅助磁场形成装置 15a、15b,结果,也可以使靶 31a ~ 31f 的膜厚减小量变得均匀。

[0118] 以上,说明了使磁场形成装置 40a ~ 40f 和辅助磁场形成装置 15a、15b 一起移动的情况,但本发明并不限于此,当对靶 31a ~ 31f 进行溅射时,若各磁场形成装置 40a ~ 40f 和各辅助磁场形成装置 15a、15b 不改变相互之间的相对位置关系,而改变与靶 31a ~ 31f 的相对位置关系,则也可以分别移动各磁场形成装置 40a ~ 40f 和各辅助磁场形成装置 15a、15b。

[0119] 此外,也可以使磁场形成装置 40a ~ 40f 和辅助磁场形成装置 15a、15b 静止,并移动靶 31a ~ 31f,也可以使磁场形成装置 40a ~ 40f 和辅助磁场形成装置 15a、15b 移动而不改变其相互之间的相对位置关系,同时,使靶 31a ~ 31f 移动。

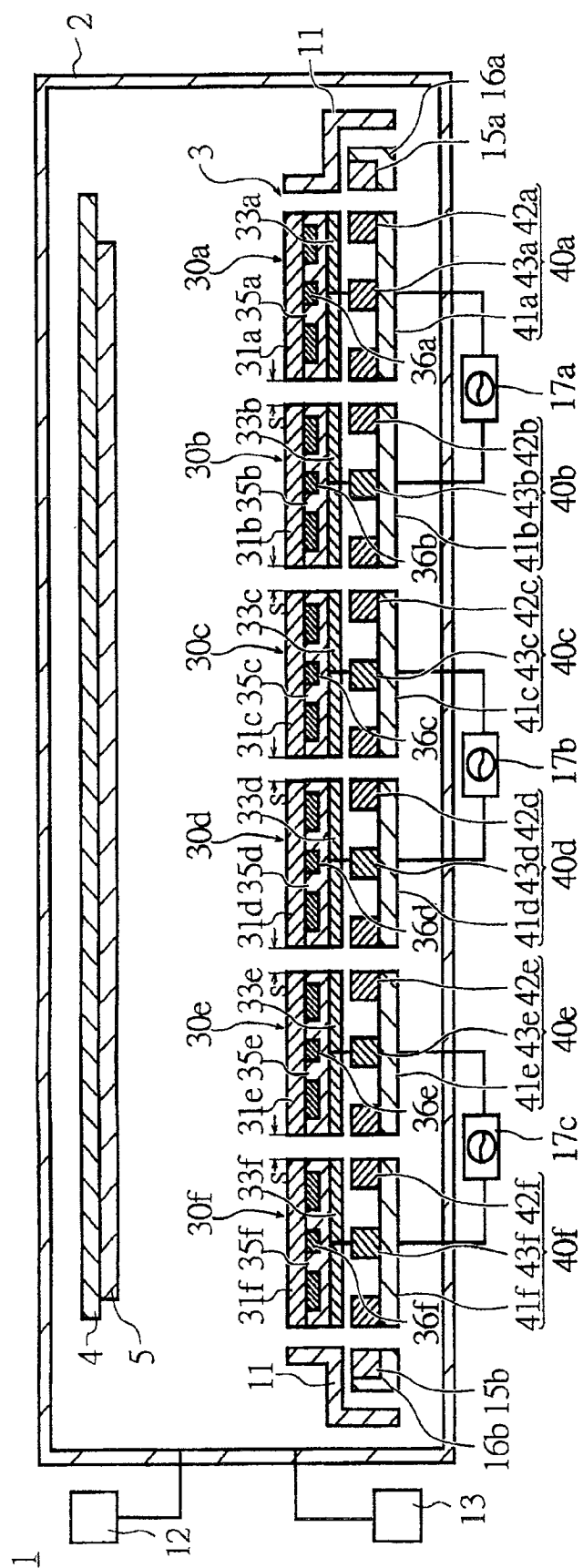


图 1

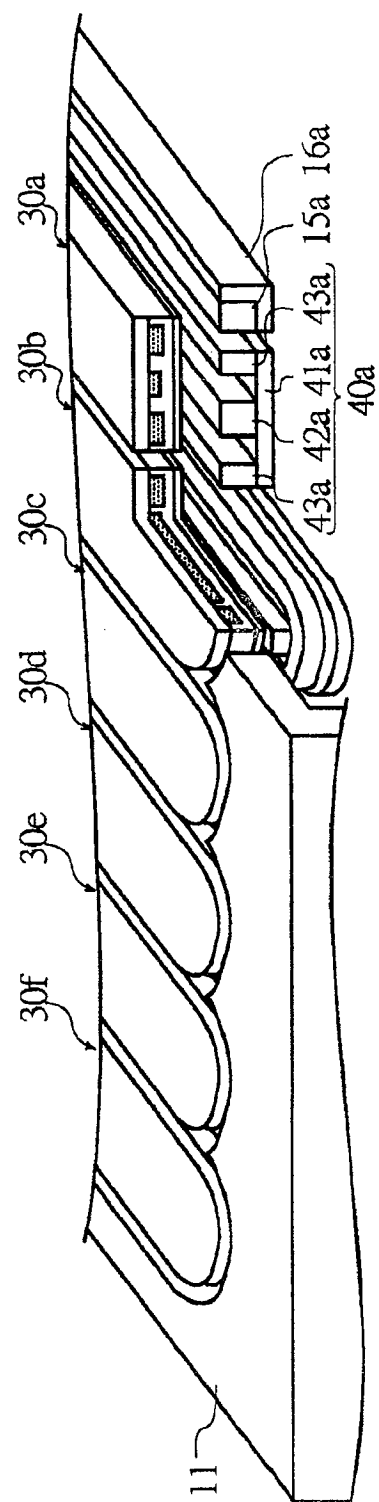


图 2

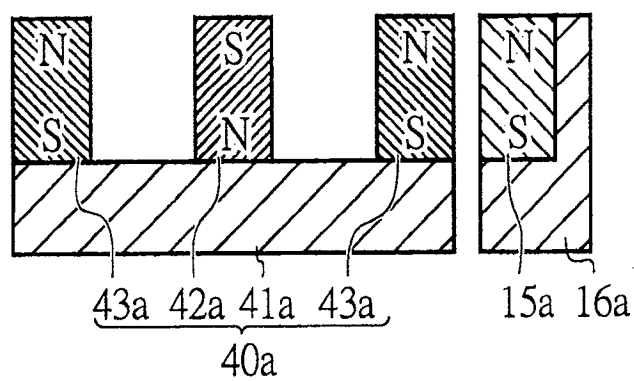


图 3

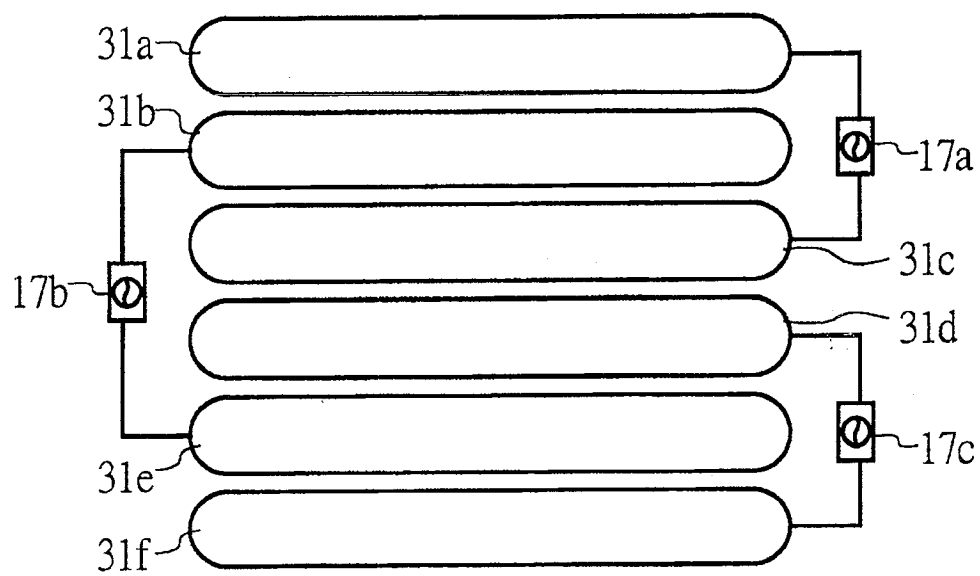


图 4

1100mm					1250mm
1005	1025	1060	1013	967	
1004	1071	1090	1025	1022	
987	1026	1055	1000	1007	
969	1010	1053	996	1032	
953	1016	1032	998	1008	
955	1075	1071	1034	1024	
929	1078	1079	984	988	

图 5

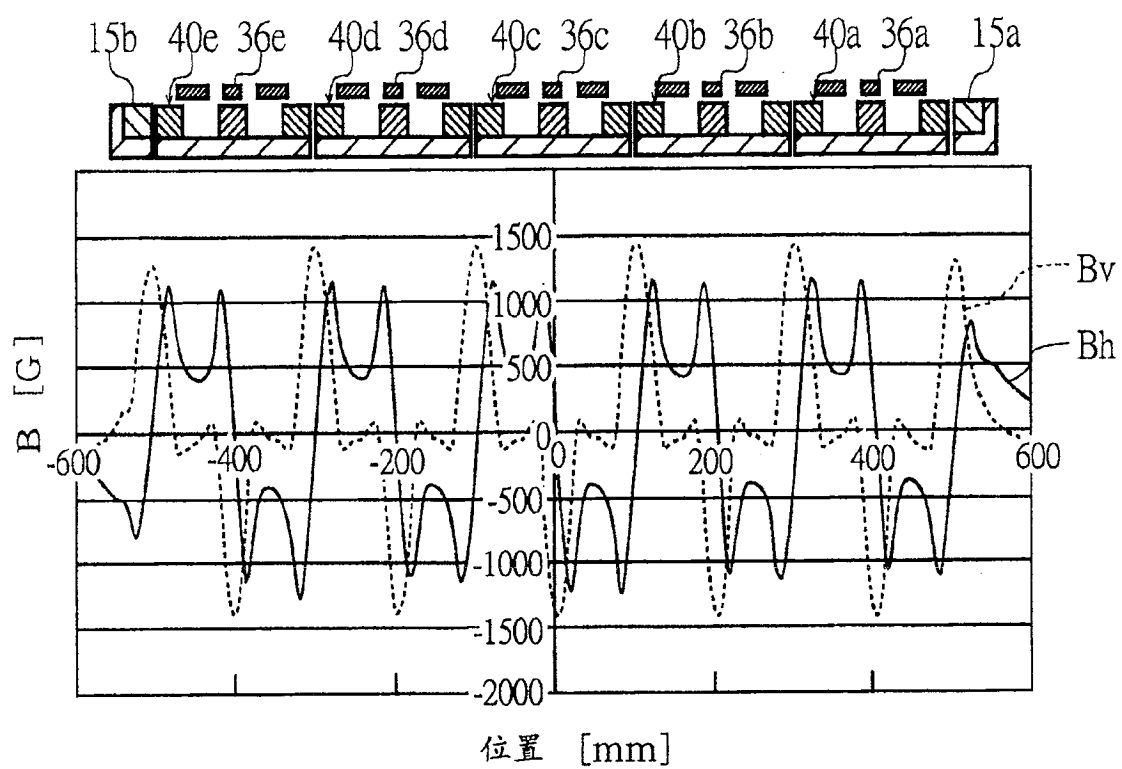


图 6

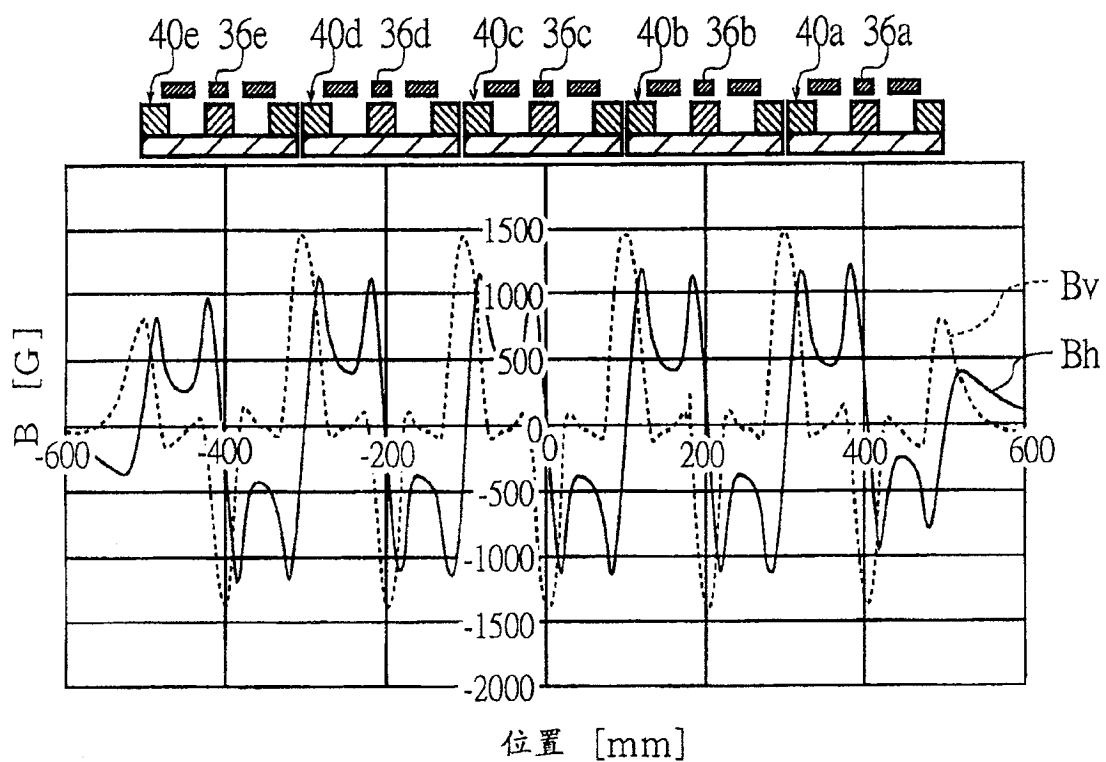


图 7

101

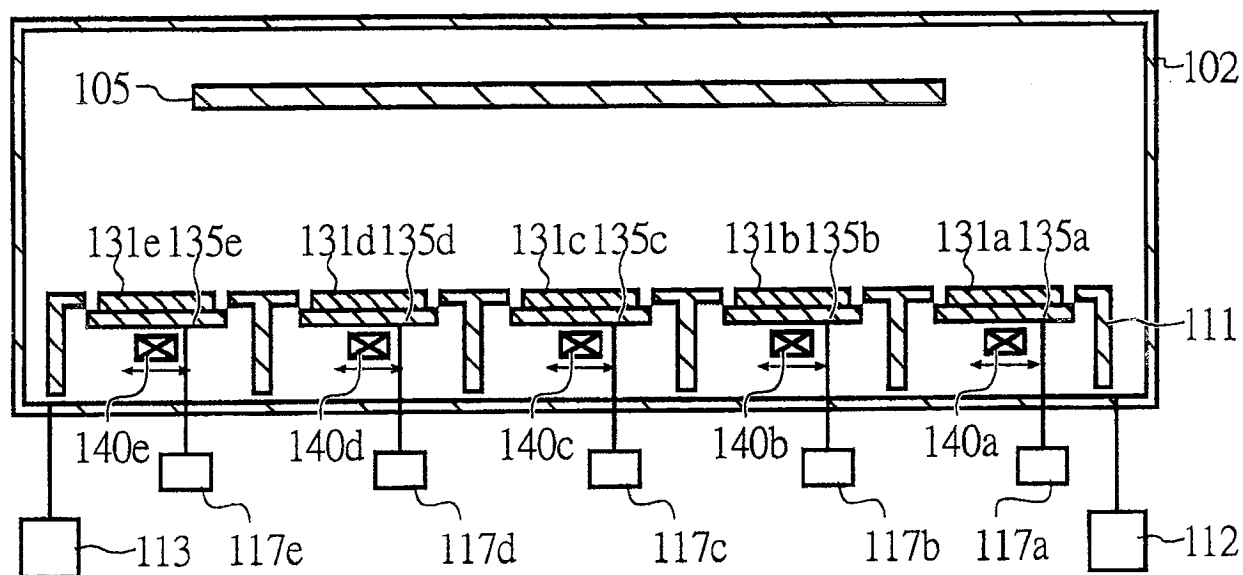


图 8

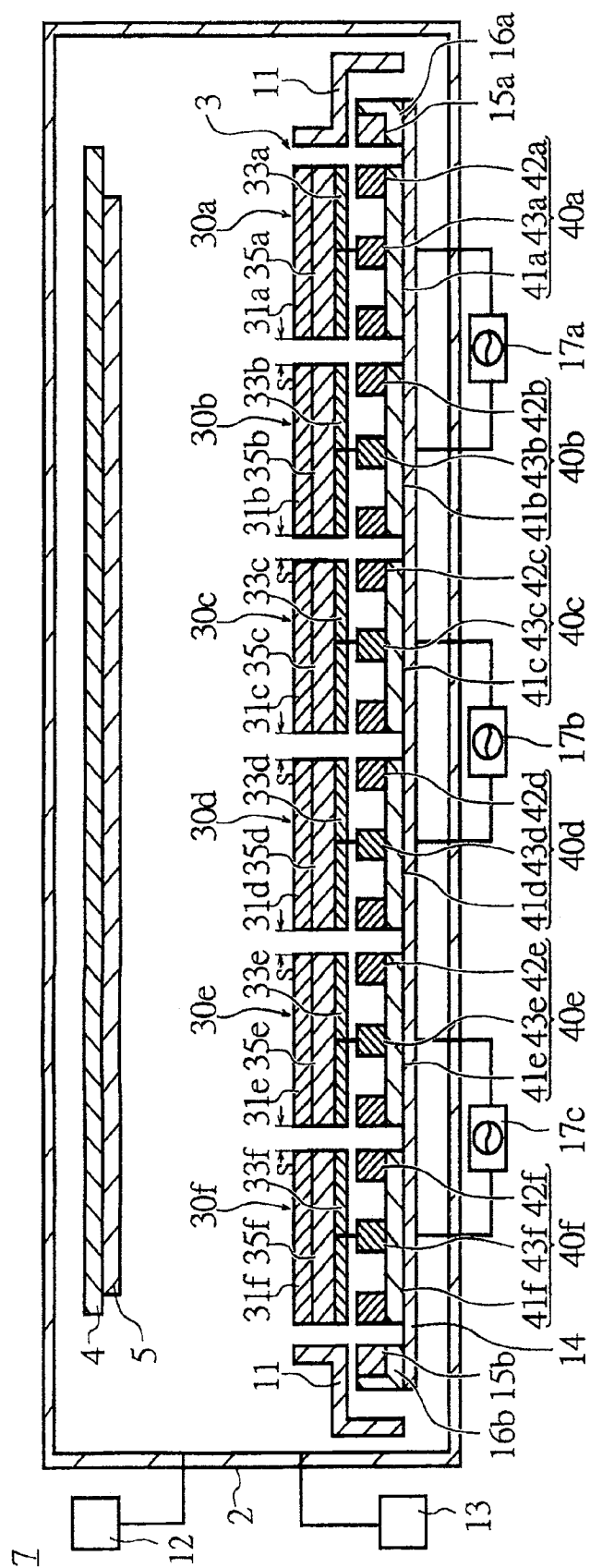


图 9

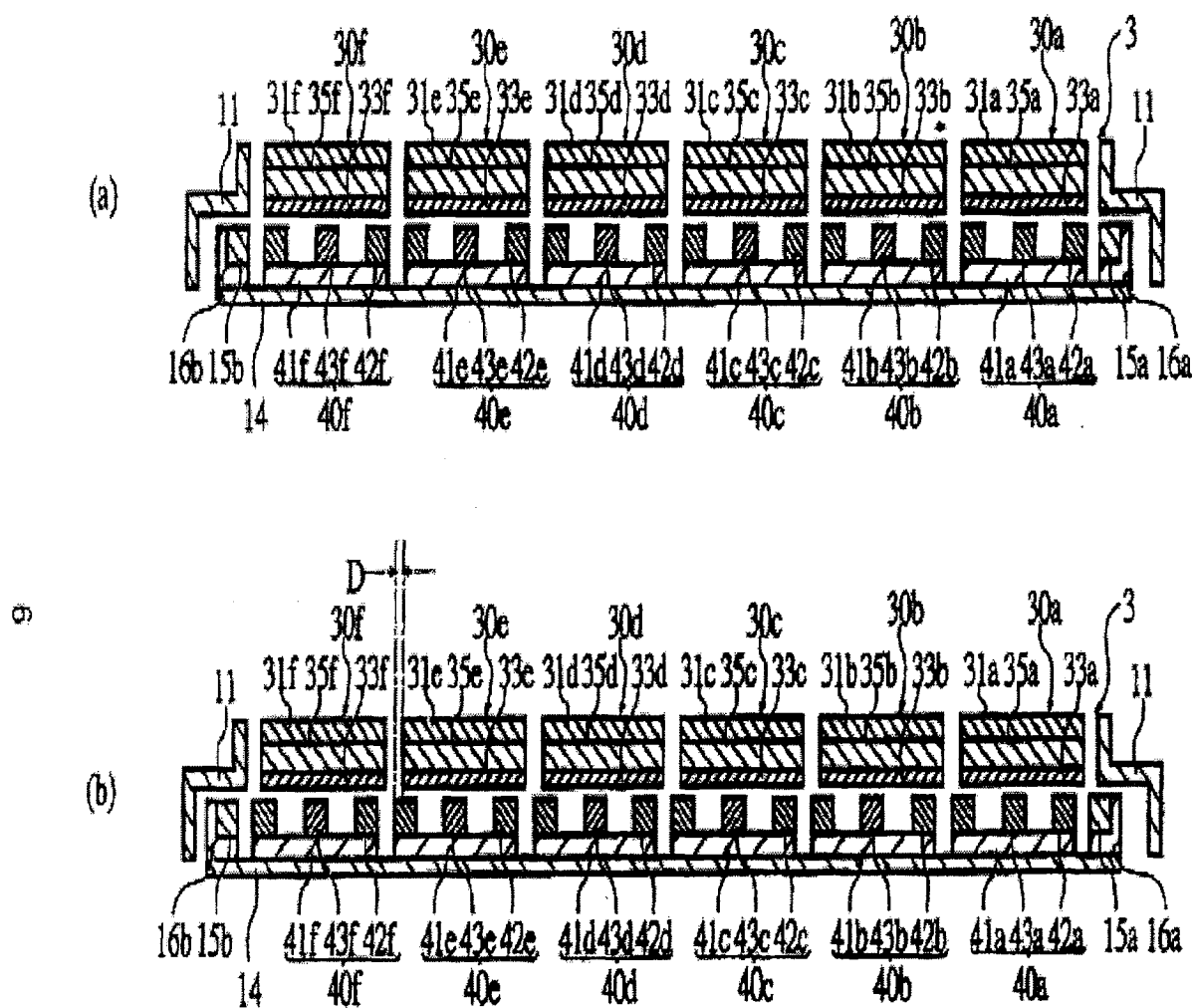


图 10