



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1904133 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200610107628.7

CN 1281057 A, 2001.01.24, 全文.

(22) 申请日 2006.07.28

JP 特开 2000-353316 A, 2000.12.19, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 赵义强

2005-220888 2005.07.29 JP

(73) 专利权人 株式会社爱发科

地址 日本神奈川

(72) 发明人 小林大士 谷典明 小松孝

清田淳也 中村肇 新井真

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 王以平

(51) Int. Cl.

G23C 14/34 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 平 3-277771 A, 1991.12.09, 全文.

CN 1358881 A, 2002.07.17, 全文.

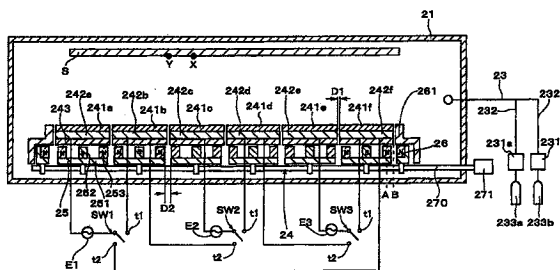
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54) 发明名称

溅射装置和溅射方法

(57) 摘要

本发明的课题是提供在靶上不留下非侵蚀区域而且在进行反应性溅射的情况下能形成均匀的膜质的膜的溅射装置。本发明的溅射装置 (2) 的其特征在于:具备在真空室 (21) 内隔开一定的间隔并列地设置的至少 3 片的靶 (241) 和对各靶 (241) 交替地施加负电位和正电位或接地电位的交流电源 (E1 ~ E3),使来自交流电源 (E1 ~ E3) 的至少一个输出分支,连接到至少 2 片的靶 (241) 上,在连接到该分支了的输出上的各靶 (241) 之间设置了作为切换从交流电源施加电位的靶的切换单元的开关 (SW1 ~ SW3)。



1. 一种溅射装置,具备:

在真空室内隔开一定的间隔并列地设置的至少 3 片的靶;和

对各靶交替地施加负电位和正电位或接地电位的交流电源,其特征在于:

使来自交流电源的至少一个输出分支,连接到至少 2 片的靶上,在连接到该分支的输出上的各靶之间设置了切换被交流电源施加电位的靶的切换单元。

2. 如权利要求 1 中所述的溅射装置,其特征在于,具备:

由多个磁铁构成的磁铁组装体,配置在各靶的后方,在各靶的前方形成磁通;和

驱动单元,驱动上述磁铁组装体,以使磁通对于靶平行移动。

3. 如权利要求 2 中所述的溅射装置,其特征在于:

设置了使由上述各磁铁组装体形成的磁通密度大致均匀的磁通密度修正单元。

4. 一种溅射方法,其特征在于:

将基板依次运送到与在真空室内隔开一定的间隔并列地设置的至少 3 片的靶对置的位置上,在从交流电源对各靶交替地施加负电位和正电位或接地电位的情况下,在使来自交流电源的至少一个输出分支而连接了的至少 2 片的靶之间,一边切换被交流电源施加电位的靶,一边在靶上发生等离子体,在基板表面上成膜。

5. 如权利要求 4 中所述的溅射方法,其特征在于:

在成膜开始后,以一定的周期进行由上述切换单元进行的靶的切换。

6. 如权利要求 4 或 5 中所述的溅射方法,其特征在于:

在使交流电源的输出分支而连接了的靶是 2 片的情况下,进行奇数次的由切换单元进行的切换。

7. 如权利要求 4 或 5 中所述的溅射方法,其特征在于:

在成膜过程中使在各靶的后方配置的、在各靶的前方形成磁通的、由多个磁铁构成的磁铁组装体与各靶平行地往复运动的情况下,在该磁铁组装体在一个方向上移动的期间内,进行至少 1 次由上述切换单元进行的靶的切换。

## 溅射装置和溅射方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及溅射装置和溅射方法。

### 背景技术

[0002] 在基板上形成薄膜的情况下,根据成膜速度快等的优点,广泛地利用了磁控溅射方式。在磁控溅射方式中,在靶的后方设置了由交替地改变了极性的多个磁铁构成的磁铁组装体,通过利用该磁铁组装体在靶的前方形成磁通以俘获电子,提高在靶的前方的电子密度,提高这些电子与真空室内导入的气体的碰撞概率,提高等离子体密度来进行溅射。

[0003] 但是,近年来,随着基板变大,磁控溅射装置也越来越趋于大型化。作为这样的装置,已知有通过并列地设置多个靶可对大面积的基板成膜的溅射装置(例如,专利文献1)。

[0004] 在这样的溅射装置中,因为在靶相互间设置了用于俘获从靶飞出的2次电子的阳极或屏蔽罩等的构成部件,故不能接近地设置各靶,靶相互间的间隔变宽。因为不从这些靶的相互间放出溅射粒子,故在基板表面中与靶间对置的部分中成膜速度极慢,膜厚的面内均匀性变差。

[0005] 为了解决这样的问题,考虑了图1中示出的那样的溅射装置。溅射装置1具有在该真空室11内部隔开一定的间隔并列地设置的多个靶12a~12d和连接相邻的靶(12a和12b,12c和12d)的2个交流电源E。由于该溅射装置1将连接了1个交流电源的靶的一方定为阴极、另一方定为阳极,交替地进行溅射,故在靶相互间没有必要设置阳极等的构成部件,可接近地配置靶。

[0006] 【专利文献1】特表2002-508447号公报(例如,权利要求的范围的记载)。

[0007] 但是,如果互相接近地并列地设置靶,则由于因在相邻的靶端部的上部空间121中从靶放出的电子流入阳极而不发生等离子体P,故不溅射靶的端部,该端部作为非侵蚀区域而留下。在该情况下,即使在非侵蚀区域的前方使磁通平行地移动,也不能侵蚀靶端部,由于不能侵蚀靶的整个面,故靶的利用效率差。此外,因留下非侵蚀区域,也成为溅射中的异常发电或粒子的原因。

[0008] 此外,由于在连接了1个交流电源的相邻的靶间发生等离子体P,故产生等离子体密度比其它的空间低的空间122。在该情况下,如果在溅射装置中导入反应气体以进行反应性溅射,则在等离子体密度低的部分中不促进反应,在基板S面内的膜质变得不均匀。

### 发明内容

[0009] 因此,本发明的课题在于解决上述现有技术的问题,打算提供在靶上不留下非侵蚀区域而且在进行反应性溅射的情况下能形成均匀的膜质的膜的溅射装置。

[0010] 按照本发明的第1方面,本发明的溅射装置具备:

[0011] 在真空室内隔开一定的间隔并列地设置的至少3片的靶;和

[0012] 对各靶交替地施加负电位和正电位或接地电位的交流电源,其特征在于:

[0013] 使来自交流电源的至少一个输出分支,连接到至少2片的靶上,在连接到该分支

的输出上的各靶之间设置了切换被交流电源施加电位的靶的切换单元。

[0014] 首先,将并列地设置的靶中连接到 1 个交流电源上的相邻的 2 片靶的一方定为阴极,将另一方定为阳极,如果在这些靶上使等离子体发生以交替地进行溅射,则由于在相邻的靶的端部的上方不发生等离子体,故不溅射该部分,作为非侵蚀区域而留下。

[0015] 其次,如果利用切换单元将上述的连接到 1 个交流电源上的 2 片靶中的一方切换到与分支了的输出连接的另一个靶、例如不与另一方相邻的靶上,则阳极与阴极之间的距离变宽,电子不流入阳极中。由此,由于即使在非侵蚀区域的上部发生等离子体,也可溅射在靶上留下了的非侵蚀区域,故可侵蚀靶的整个面。

[0016] 此外,通过利用切换单元切换从交流电源施加电位的靶以使等离子体的发生位置变更,使等离子体密度低的空间也移动,故如果在整个成膜时间中来看,等离子体密度在基板前方变得大致均匀,在进行反应性溅射的情况下,能形成膜质均匀的膜。

[0017] 如果在上述溅射装置中具备在各靶的后方配置的、在各靶的前方形成磁通的、由多个磁铁构成的磁铁组装体和驱动这些磁铁组装体以使磁通对于靶平行地移动的驱动单元,则通过在左右平行地移动磁铁组装体,可大致均匀地侵蚀靶的整个面。

[0018] 此外,如果在各靶后方分别配置该磁铁组装体,则可认为各磁铁互相干涉而破坏磁场平衡。在这样的情况下,最好具备使由上述各磁铁组装体形成的磁通密度大致均匀的磁通密度修正单元。

[0019] 按照本发明的第 4 方面,其特征在于:将基板依次运送到与在真空室内隔开一定的间隔并列地设置的至少 3 片的靶对置的位置上,在从交流电源对各靶交替地施加负电位和正电位或接地电位的情况下,在使来自交流电源的至少一个输出分支而连接了的至少 2 片的靶之间,一边切换被交流电源施加电位的靶,一边在靶上发生等离子体,在基板表面上成膜。

[0020] 最好在成膜开始后以一定的周期进行由上述切换单元进行的靶的切换。如果以一定的周期来进行,则连接到各靶上的时间、即各等离子体的发生时间变得均匀,即使在靶上留下非侵蚀区域,也能溅射并侵蚀该非侵蚀区域。

[0021] 在使交流电源的输出分支而连接了的靶是 2 片的情况下,如果进行奇数次的由切换单元进行的切换,则由于对各靶的连接次数是相同的,故通过各连接可均等地侵蚀在靶上留下的非侵蚀区域。

[0022] 在成膜中使在各靶的后方配置的、在各靶的前方形成磁通的、由多个磁铁构成的磁铁组装体与各靶平行地往复运动的情况下,在该磁铁组装体在一个方向上移动的期间内,通过进行至少 1 次由上述切换单元进行的靶的切换,可均匀地溅射靶的整个面。

[0023] 按照本发明的溅射装置,可起到在靶上不留下非侵蚀区域而且在进行反应性溅射的情况下所形成的膜的膜质是均匀的那样的优良的效果。

## 附图说明

[0024] 图 1 是以前的装置的示意图。

[0025] 图 2 是本发明的溅射装置的概略结构图。

[0026] 图 3 是本发明的溅射装置中的真空室的概略结构图。

[0027] 图 4(a) (b) 是本发明的溅射装置中的成膜过程的示意图。

[0028] 图 5 是使磁铁组装体平行地移动的情况的时序图。

[0029] 图 6 (a) (b) 是表示本发明的溅射装置中的另一实施形态的示意图。

[0030] 图 7 是示出了对于累计功率的异常发电的发生次数的图表。

### 具体实施方式

[0031] 按照图 2, 本发明的溅射装置 2 是叶片式的装置, 具备: 从大气气氛的晶片盒 (未图示) 运送、储存基板 S 的负载锁定室 20; 进行溅射的真空室 21; 以及在负载锁定室 20 与真空室 21 之间设置的传递室 22。分别经间壁阀连接了负载锁定室 20、传递室 22 和真空室 21。虽未图示, 但将真空泵连接到负载锁定室 20、真空室 21 和传递室 22 上, 同时配置了监视其真空度的真空计。

[0032] 在负载锁定室 20 中设置了运送安装了基板 S 的基板托的运送臂。利用该运送臂从外部 (晶片盒) 将在基板托上安装了的基板 S 安放在负载锁定室 20 中。

[0033] 在传递室 22 中设置了运送机械手 (未图示), 在对负载锁定室 20 进行了真空排气直到既定的真空度后, 打开间壁阀, 将基板 S 运送到以相同的真空度进行了真空排气的传递室 22 中。其后, 打开传递室 22 与真空室 21 之间的间壁阀, 利用运送机械手将基板 S 运送到真空室 21 中。

[0034] 在该真空室 21 中设置了气体导入单元 23 (参照图 3)。经中途设置了质量流控制器 231a、231b 的气体导入管 232 将气体导入单元 23 分别连接到气体源 233a、233b。在气体源 233a、233b 中封入了氩等的溅射气体和  $H_2O$ 、 $O_2$ 、 $N_2$  等的反应气体, 利用质量流控制器 231a、231b 可按一定的流量将这些气体导入到真空室 21 中。

[0035] 在与运送到真空室 21 内部的基板 S 对置的位置上配置靶组装体 24。阴极组装体 24 具有形成为大致长方体的 6 片靶 241a ~ 241f。这些靶 241a ~ 241f 是根据 IT0、Al 合金、Mo 等在基板上成膜的膜的组成用众所周知的方法制造的, 接合了冷却用的后板 (未图示)。

[0036] 此外, 隔开间隔 D1 并列地设置了靶 241a ~ 241f, 使其位于与基板 S 平行的同一平面上。将间隔 D1 设定为在靶 241a ~ 241f 的侧面相互之间的空间中发生等离子体而不溅射靶 241a ~ 241f 的侧面那样的距离。该间隔 D1 是 1 ~ 10mm, 较为理想的是 2 ~ 3mm。通过接近地配置靶 241a ~ 241f, 溅射粒子到达在与靶 241a ~ 241f 对置的位置上配置的基板 S 的整个面, 可使膜厚分布变得均匀。

[0037] 在靶 241a ~ 241f 的背面上依次安装了电极 242a ~ 242f 和绝缘板 243, 在阴极组装体 24 的既定的位置上分别安装了这些电极 242a ~ 242f 和绝缘板 243。将在真空室 21 外部配置了的 3 个交流电源 E1 ~ E3 分别连接到该电极 242a ~ 242f 上。

[0038] 将交流电源 E1 ~ E3 连接成在并列地设置了的靶 241a ~ 241f 中分别对 3 片靶施加电位。例如, 将交流电源 E1 的 2 个输出中的一方连接到电极 242a 上以便对靶 241a 施加电位。使另一方的输出分支, 在该分支点上设置作为切换单元的开关 SW1, 连接到电极 242a 和 242f 上以便对 2 片靶 241a 和 241f 施加电位。交流电源所施加的电位可以是正弦波, 也可以是矩形波。各开关 SW1 ~ SW3 例如是旋转式控制开关, 具有控制各开关 SW1 ~ SW3 的工作的计算机等的控制单元 (未图示)。

[0039] 各开关 SW1 ~ SW3 具有接点 t1 和接点 t2, 例如, 在开关 SW1 中, 接点 t1 与靶 241b

连接在一起,接点 t2 与靶 241f 连接在一起,然后,利用各开关 SW1 ~ SW3,通过在这些接点 t1、t2 之间交替地切换线来切换从交流电源 E1 ~ E3 施加电位的靶 241a ~ 241f。

[0040] 如果利用各开关 SW1 ~ SW3 连接到接点 t1 上,则交流电源 E1 对靶 241a 和靶 241b 交替地施加电位,交流电源 E2 对靶 241c 和靶 241d 交替地施加电位,交流电源 E3 对靶 241e 和靶 241f 交替地施加电位。在该情况下,如果从交流电源 E1 ~ E3 对一方的靶 (241a、241c、241e) 施加负的电位,则这些靶 241a、241c、241e 起到作为阴极的作用,另一方的靶 241b、241d、241f 起到作为阳极的作用。

[0041] 然后,在作为阴极的靶 241a、241c、241e 的前方形成等离子体,溅射靶 241a、241c、241e。按照交流电源 E1 ~ E3 的频率,对各靶 241a ~ 241f 交替地施加电位,分别对其溅射,但由于在相邻的靶 241a ~ 241f 的端部的上方不发生等离子体,故不溅射该部分,在各靶的端部上留下非侵蚀区域 R(参照图 4(a))。

[0042] 在经过既定的时间后,如果经控制单元使各开关 SW1 ~ SW3 工作分别切换接点 t2(参照图 4(b)),则交流电源 E1 对靶 241a 和靶 241f 交替地施加电位,交流电源 E2 对靶 241b 和靶 241c 交替地施加电位,交流电源 E3 对靶 241d 和靶 241e 交替地施加电位。在该情况下,如果从交流电源 E1 ~ E3 对一方的靶 (241a、241c、241e) 施加负的电位,则这些靶 (241a、241c、241e) 起到作为阴极的作用,另一方的靶 241b、241d、241f 起到作为阳极的作用。

[0043] 然后,在作为阴极的靶 241a、241c、241e 的前方形成等离子体,溅射靶 241a、241c、241e。按照交流电源 E1 ~ E3 的频率,对各靶 241a ~ 241f 交替地施加电位,分别对其溅射。如果将各开关 SW1 ~ SW3 的线连接到接点 t2 上,则连接了交流电源 E1 ~ E3 的靶 241a ~ 241f 改变,即使在将开关 SW1 ~ SW3 的线连接到接点 t1 上进行了溅射的情况下在靶 241a ~ 241f 上留下的非侵蚀区域 R 上也形成等离子体,也溅射该非侵蚀区域 R 上,侵蚀靶 241a ~ 241f。

[0044] 最好以一定周期进行该开关 SW1 ~ SW3 的切换。如果以一定周期进行切换,则对各靶 241a ~ 241f 的电力供给时间、即各等离子体的发生时间为均匀的,因为在切换的前后在相同的时间内溅射各靶 241a ~ 241f,故可侵蚀靶的整个面。此外,根据成膜时间适当地决定进行该切换的既定的时间,最好设定为在成膜时间中切换奇数次。如果进行奇数次切换,则对接点 t1 的连接次数与接点 t2 的连接次数相等,由于利用各连接中的溅射可均等地侵蚀在各靶 241a ~ 241f 上留下的非侵蚀区域 R,故在成膜结束时不留下非侵蚀区域 R。

[0045] 关于作为切换单元的开关 SW1 ~ SW3 的设置位置不作特别限定,即使从交流电源 E1 ~ E3 对相互相邻的靶 241a ~ 241f 施加电位留下非侵蚀区域 R,通过利用开关 SW1 ~ SW3 改变从交流电源 E1 ~ E3 施加电位的靶 241a ~ 241f 能在靶 241a ~ 241f 上的非侵蚀区域 R 上发生等离子体即可。如果象本实施形态那样将各交流电源 E1 ~ E3 的一方的输出经 1 个开关与 2 片靶连接,则即使在成膜中切换开关 SW1 ~ SW3,由于总是从交流电源 E1 ~ E3 对各靶 241a ~ 241f 施加电位,故抑制了异常发电的发生,此外,由于在溅射装置中设置的开关的数目可以是最小限度,故与后述的其它的实施形态相比,是较为理想的。

[0046] 在阴极组装体 24 中,设置了分别位于各靶 241a ~ 241f 的后方的 6 个磁铁组装体 25,将各磁铁组装体 25 形成为相同的结构,具有与靶 241a ~ 241f 平行地设置的支撑部 251,在支撑部 251 上以交替地改变极性的方式设置了沿靶的长边方向的棒状的中央磁

铁 252 和由多个磁铁构成的、包围该中央磁铁 252 的周边的周边磁铁 253。将各磁铁设计成使换算为中央磁铁 252 的相同的磁化时的体积与换算为周边磁铁 253 的相同的磁化时的体积的和相等。由此,在靶 241a ~ 241f 的前方形成匀称的闭环的隧道状磁通,可俘获在靶 241a ~ 241f 的前方电离了的电子和因溅射产生的 2 次电子,可提高在作为阴极的靶的前方形成了的等离子体的密度。

[0047] 但是,因为磁铁组装体 25 也互相接近,故磁场相互干涉,有时由位于两端的靶 241a、241f 的后方的磁铁组装体 25 产生的磁场与由位于中央的靶 241c、241d 的后方的磁铁组装体 25 产生的磁场的平衡受到破坏。在该情况下,不能使基板 S 面内的膜厚分布大致均匀。因此,为了修正磁场平衡,在阴极组装体 24 中设置了辅助磁铁 26。该辅助磁铁 26 与相邻的磁铁组装体 25 的周边磁铁 253 的极性是相同的。而且,使该辅助磁铁 26 与周边磁铁 253 的间隔与各磁铁组装体 25 的间隔 D2 相同。通过在位于两端的靶 241a、241f 的外侧配置的防护板 261 的下方设置这样的辅助磁铁 26 以改善磁场平衡。

[0048] 由于利用磁铁组装体 25 在靶 241a ~ 241f 的前方形成隧道状磁通,故位于中央磁铁 252 和周边磁铁 253 的前方的等离子体的密度降低,靶 241a ~ 241f 的处于该等离子体的密度低的中央磁铁 252 的上方的部分作为另外的非侵蚀区域留下。因此,有必要使隧道状的磁通的位置变化、均匀地侵蚀靶 241a ~ 241f 以提高利用效率。

[0049] 为了使隧道状磁通的位置变化,在驱动轴 270 的既定的位置上设置磁铁组装体 25 和辅助磁铁 26,在该驱动轴 270 上设置滚珠丝杠 271 作为驱动单元使各磁铁组装体 25 的位置可在左右平行地移动。再有,作为驱动单元,不限于滚珠丝杠 271 那样的机械的驱动单元,也可使用汽缸。只要能均匀地侵蚀靶 241a ~ 241f 即可,该磁铁组装体 25 的移动距离不作特别限定。例如,可使磁铁组装体 25 分别以点 A ~ 点 B 的间隔平行地移动。再有,不仅可使磁铁组装体 25 在左右方向上平行地移动,而且可使磁铁组装体 25 在长边方向上平行地移动。通过这样以二维方式使磁铁组装体 25 平行地移动,可更均匀地侵蚀靶 241a ~ 241f。

[0050] 可在成膜中进行磁铁组装体 25 的移动,也可在成膜后进行磁铁组装体 25 的移动。在成膜中移动的情况下,在溅射中驱动滚珠丝杠 271,以大于等于 2.5mm/sec、较为理想的是 4 ~ 15mm/sec 的周期使磁铁组装体 25、即磁通在点 A ~ 点 B 之间往复移动,以便均匀地侵蚀靶 241a ~ 241f。

[0051] 在成膜中使磁铁组装体 25 移动的情况下,为了均匀地侵蚀靶 241a ~ 241f,在磁通在一个方向上平行地移动的期间内有必要至少切换 1 次开关 SW1 ~ SW3。如图 5 中所示,在成膜时间中,在设定为利用驱动单元 271 使磁通在点 A ~ 点 B 之间往复一次平行地移动的情况下,在磁通在一个方向上在点 A ~ 点 B 之间移动的期间内,将开关设定为进行 4 次切换。只要能均匀地侵蚀靶,该切换的次数不作特别限定,可以是偶数次,也可以是奇数次。不论在哪一种情况下,只要在成膜时间中能进行奇数次切换,对接点 t1 的连接次数与接点 t2 的连接次数就相等,由于利用各连接中的溅射可相互地侵蚀在各靶 241a ~ 241f 上留下的非侵蚀区域 R,故能均匀地侵蚀靶。

[0052] 在成膜后移动的情况下,成膜结束后停止交流电源 E1 ~ E3,在放电一旦停止了后,在与靶 241a ~ 241f 对置的位置上设置作为下一个成膜对象的基板 S 时,驱动滚珠丝杠 271,使磁通分别从点 A 平行地移动到点 B 并加以保持。在该情况下,至少在开始下一轮的

成膜之前平行地移动磁铁组装体 25 即可。然后,在该被运送的基板 S 的成膜结束后,再次按照同一顺序,再次使磁通平行地移动。通过依次重复该操作,在基板上依次成膜,同时可均匀地侵蚀靶 241a ~ 241f。这样,如果在成膜后使磁通移动,则可抑制伴随成膜中的磁通的移动的异常发电的发生。

[0053] 在本实施形态中,叙述了利用辅助磁铁 26 可修正磁场平衡,但只要是能修正磁场平衡的方法,就不限定于上述方法。例如,通过只增大周边磁铁的尺寸或将周边磁铁 253 变更为从磁铁发生的磁通密度变大的材料,也可修正磁场平衡。

[0054] 此外,在本实施形态中,设置了以机械方式切换交流电源与靶的连接单元,但不限定于此,例如也可设置绝缘栅双极型晶体管(以下称为 IGBT)。在使用了该 IGBT 的情况下,与以机械方式进行切换的情况相比,可缩短切换的周期。例如,在利用开关切换的情况下,周期在几秒以上,但在使用了该 IGBT 的情况下,周期能以几微秒~几毫秒来切换。但是,如果以比交流电源的放电周期短的定时来切换,则由于不能起到本发明的效果,故有必要定为大于等于交流电源的放电周期。

[0055] 在图 6 中示出靶与交流电源的其它连接例。将各靶 241a ~ 241f 分别连接到 1 个交流电源 E 上,在该连接之间分别设置了切换单元 SW1 ~ SW6。首先,如图 6(a) 中所示,与靶 241a 连接的开关 SW1 和与靶 241b 连接的开关 SW2 成为闭合状态,从交流电源对该靶 241a、靶 241b 施加电位,在该靶 241a 和靶 241b 上发生了等离子体。在靶 241a 和靶 241b 的对置的端部的上方未发生等离子体,在靶 241a 和靶 241b 中留下非侵蚀区域 R。与其它的靶连接的开关 SW3 ~ SW6 分别为打开状态,不能施加交流电源,不溅射这些靶。

[0056] 在既定的时间内溅射了靶 241a 和靶 241b 后,分别切换 SW1 ~ SW3,如果将与靶 241b 连接的开关 SW2 和与靶 241c 连接的开关 SW3 定为闭合状态(参照图 6(b)),则从交流电源对该靶 241b 和靶 241c 施加电位,形成等离子体,溅射该靶 241b 和靶 241c。虽然在靶 241b 中已存在非侵蚀区域 R,但通过在与靶 241c 之间发生等离子体,在该非侵蚀区域 R 的上部也发生等离子体,溅射非侵蚀区域 R。

[0057] 其后,在成膜中依次切换开关 SW1 ~ SW6,通过从交流电源对各靶施加电位,通过等离子体依次在各靶上移动并依次溅射靶 241a ~ 241e,在靶上不留下非侵蚀区域 R(参照图 6(c))。

[0058] 以下,说明使用本发明的溅射装置 21 在基板 S 表面上成膜的方法。

[0059] 首先,将基板 S 运送到与并列地设置了的靶 241a ~ 241f 对置的位置上,利用真空排气单元对真空室 21 内部进行真空排气。其次,经气体导入单元 23 将 Ar 等的溅射气体导入到真空室 21 内,在真空室 21 内部形成既定的成膜气氛。再有,在进行反应性溅射的情况下,与溅射气体的导入一起以一定的流量导入反应气体。作为反应气体,可根据所希望的膜的物理性质适当地选择,例如,导入从 H<sub>2</sub>O 气体、O<sub>2</sub> 气体、N<sub>2</sub> 气体中选出的至少 1 种气体。

[0060] 其后,一边维持成膜气氛,一边利用交流电源 E1 ~ E3 以几 kHz ~ 几百 kHz 对靶 241a ~ 241f 分别施加正或负的电位。在作为阴极的靶 241 上形成电场,在靶 241 前方发生等离子体,溅射靶并放出溅射粒子。按照交流电源的频率交替地进行该工作,同时通过按每既定的时间切换各开关 SW1 ~ SW3,溅射各靶的整个面。其后,停止交流电源,成膜结束。

[0061] 再有,可在成膜中驱动滚珠丝杠 271 以驱动磁铁组装体 25,此外,也可在成膜结束停止交流电源 E1 ~ E3、一旦停止了放电后,在将作为下一个成膜对象的基板 S 运送到与靶

241a ~ 241f 对置的位置上时,驱动滚珠丝杠 271,使磁铁组装体 25 平行地移动、即,使磁通平行地移动。

**[0062] 【实施例 1】**

**[0063]** 在实施例 1 中,使用图 2 和图 3 中示出的溅射装置成膜,研究了成膜中的电弧放电的发生次数。

**[0064]** 将由宽度 200mm、长度 1700mm、厚度 10mm 的  $\text{In}_2\text{O}_3\text{-}10\text{wt}\% \text{SnO}_2$  (ITO) 构成的靶设置在离基板 150mm 的位置上与基板平行。靶宽分别是 2mm。在各靶的后方设置了宽度 170mm、长度 1570mm、厚度 40mm 的磁铁组装体,使其与各靶的距离为 47mm,利用滚珠丝杠 271 使驱动距离为 50mm。作为基板,准备了宽度 1000mm、长度 1200mm、厚度 0.7mm 的玻璃基板。

**[0065]** 在基板运送后,进行真空排气,其后从气体导入单元 23 以 240sccm 导入氩气作为溅射气体,形成了 0.67Pa 的成膜气氛。此外,以 2.0sccm 导入了  $\text{H}_2\text{O}$  气体、以 1.5sccm 导入了  $\text{O}_2$  气体作为反应气体。各交流电源 E1 ~ E3 的频率是 25kHz,从 0kW 起逐渐地提高了功率,最终上升到 15kW,投入 120 秒,并按每 5 秒 1 次的节奏分别交替地在接点 t1 和 t2 之间切换开关 SW1 ~ SW3。其后一度停止交流电源 E1 ~ E3,在运送下一个基板 S 时使磁铁组装体移动。一边以这种顺序依次成膜,一边监视电压值和电流值,对每 1 分的异常发电(电弧放电)的发生次数进行了计数。在从溅射装置取出靶并用目视确认了其表面时,看到了侵蚀了各靶的整个面。

**[0066] (比较例 1)**

**[0067]** 在比较例 1 中,使用将交流电源连接到并列地设置的 6 片靶中相互相邻的 2 片靶上的装置,除了开关的切换以外,用相同的条件成膜,同时监视电压值和电流值,对异常发电的发生次数进行了计数。

**[0068]** 在图 7 中示出结果。图 7 的横轴表示累计功率 (kWh),纵轴表示异常发电的次数 (次/分)。在比较例 1 中,随着累计功率变大,异常发电的次数也大幅度地增加了。与此不同,在实施例 1 中,即使累计功率变大,异常发电的次数也几乎不增加。

**[0069] 【实施例 2】**

**[0070]** 在实施例 2 中,使用图 2 和图 3 中示出的溅射装置,评价了进行反应性溅射的情况的膜质的面内均匀性。

**[0071]** 改变成膜时的反应气体的流量,调查在膜上的各点中电阻率下降最多的流量,用该流量的差进行了膜质的面内均匀性的评价。

**[0072]** 使用与实施例 1 中使用的溅射装置相同的装置,改变实施例 1 的反应气体的流量,形成了多个膜。作为反应气体,将  $\text{H}_2\text{O}$  气体的流量定为 2.0sccm,以按 0.2sccm 的刻度使流量从 0.0sccm 变化为 4.0sccm 的方式导入了  $\text{O}_2$  气体。各交流电源 E 的频率是 25kHz,从 0kW 起逐渐地提高了功率,最终上升到 15kW,在投入了交流电源 E 的 25 秒后停止交流电源,结束了成膜。所得到的各膜的膜厚是 1000 埃。其后,将各基板运送到退火炉,用 200 度进行了 60 分钟的大气退火。测定了所形成的各膜上的处于靶 241c 的上部的点 X 和处于靶 241b 与 241c 之间的上部的点 Y 的电阻率。

**[0073] (比较例 2)**

**[0074]** 在比较例 2 中,使用将交流电源连接到并列地设置的 6 片靶中相互相邻的 2 片靶上的装置,用与实施例 2 相同的条件分别进行成膜和退火,在基板 S 上分别形成了膜。对于

所形成的膜,在点 X 和点 Y 这 2 点上分别测定了电阻率。

[0075] 在比较例 2 中,点 X 中的电阻率值在  $O_2$  气体的流量为 0.5sccm 时最低,是  $255 \mu \Omega \text{ cm}$ 。在点 Y 中,在  $O_2$  气体的流量为 2.0sccm 时电阻率最低,是  $253 \mu \Omega \text{ cm}$ 。在点 X、点 Y 中,电阻率最低的  $O_2$  气体的流量的差为 1.5sccm,有较大的差别,可知在比较例 2 中在基板面内膜质是不均匀的。

[0076] 与此不同,在实施例 2 中,点 X 中电阻率为最低的  $250 \mu \Omega \text{ cm}$  是  $O_2$  气体的流量为 1.2sccm 的情况,点 Y 中电阻率为最低的  $248 \mu \Omega \text{ cm}$  是  $O_2$  气体的流量为 1.4sccm 的情况。在实施例 2 中,点 X、点 Y 中电阻率最低的  $O_2$  气体的流量的差为 0.2sccm,比以前的装置的流量的差少,可知改善了反应性溅射中的膜质的面内均匀性。

[0077] 本发明的溅射装置通过利用切换单元切换交流电源与靶的连接,在靶上不留下非侵蚀区域,进而改善了所形成的膜的膜质的均匀性。因而,本发明可利用于大画面的平板显示器的制造领域。

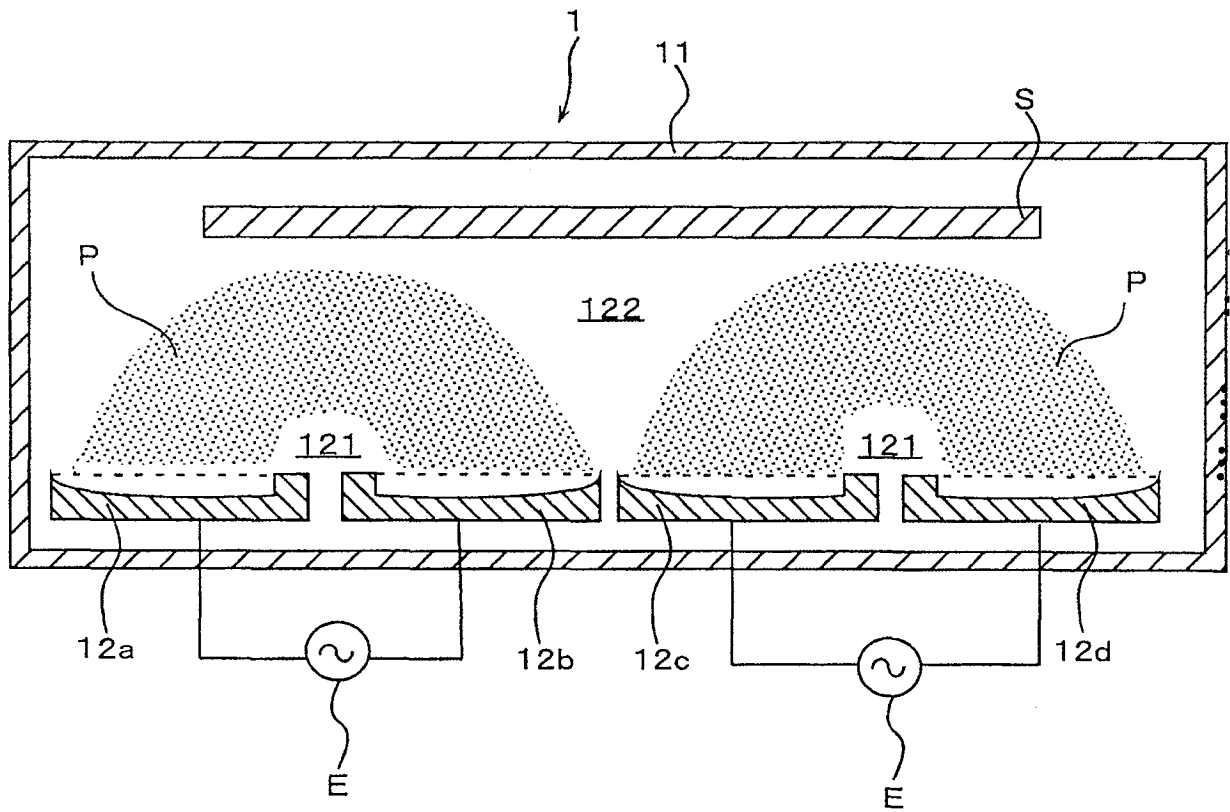


图 1

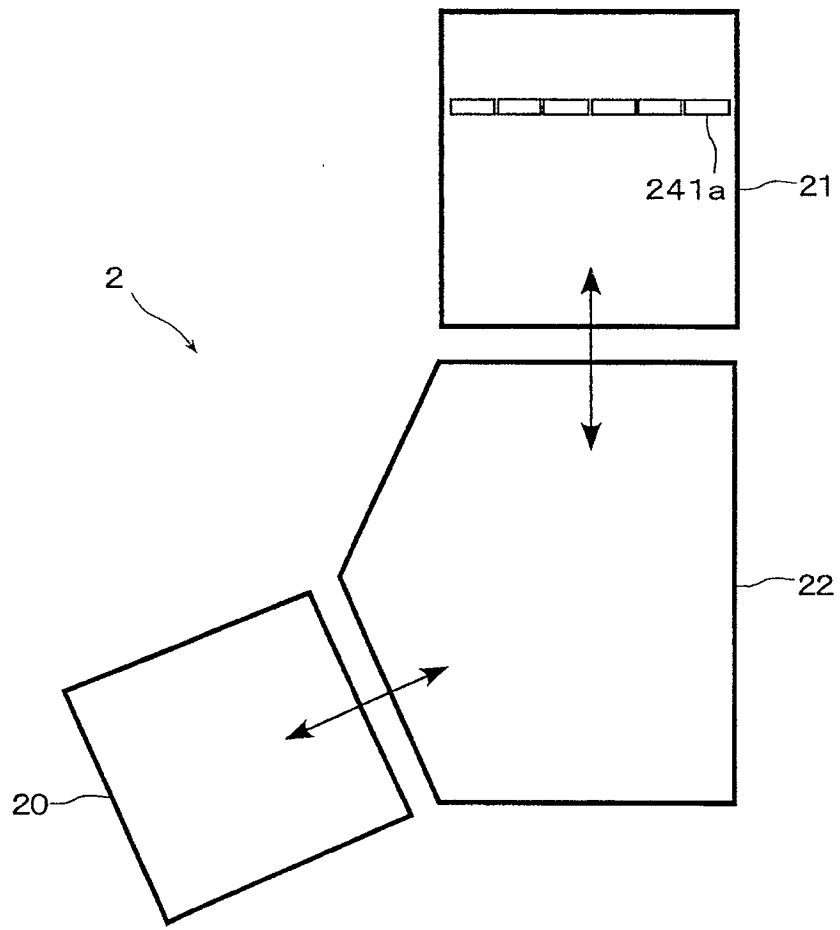


图 2

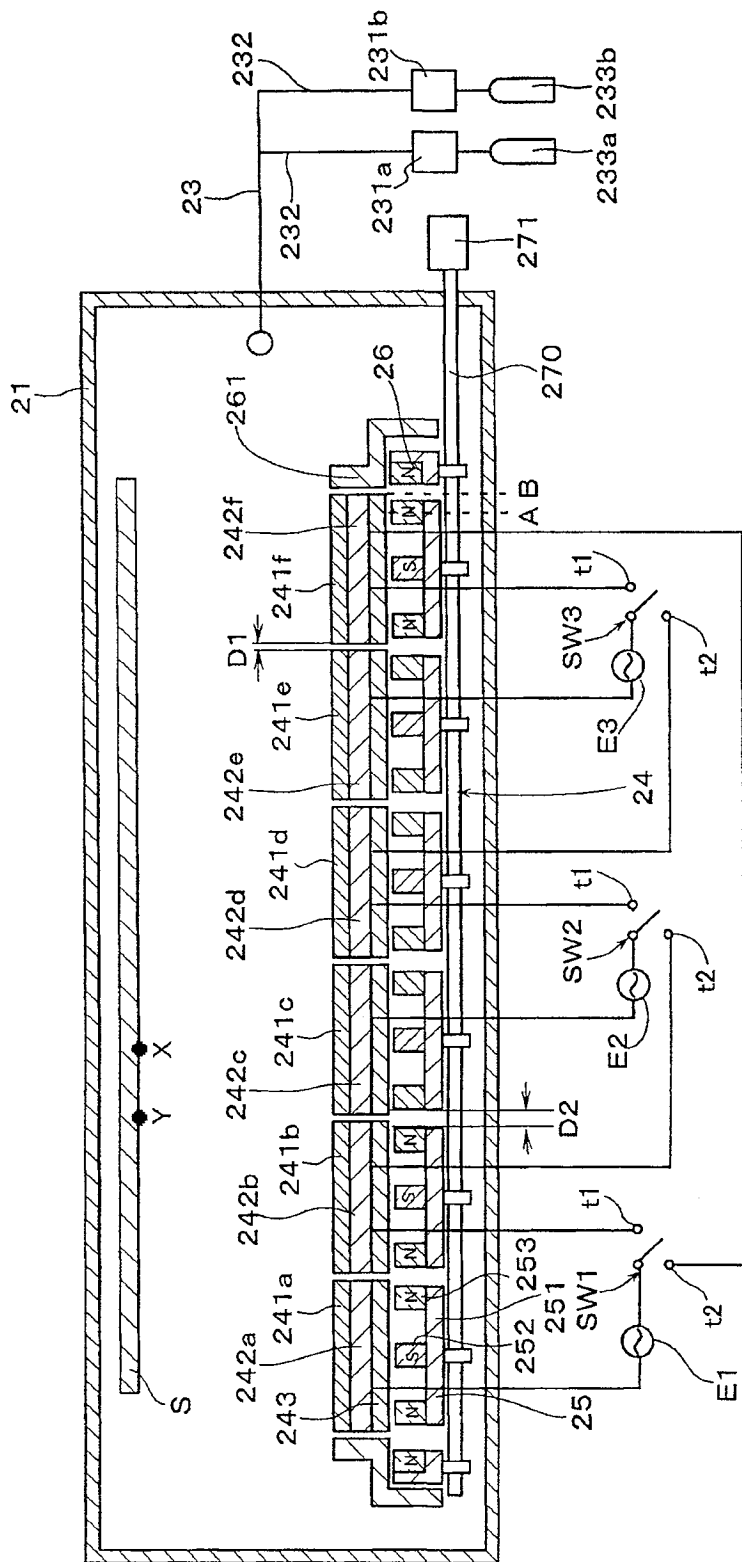
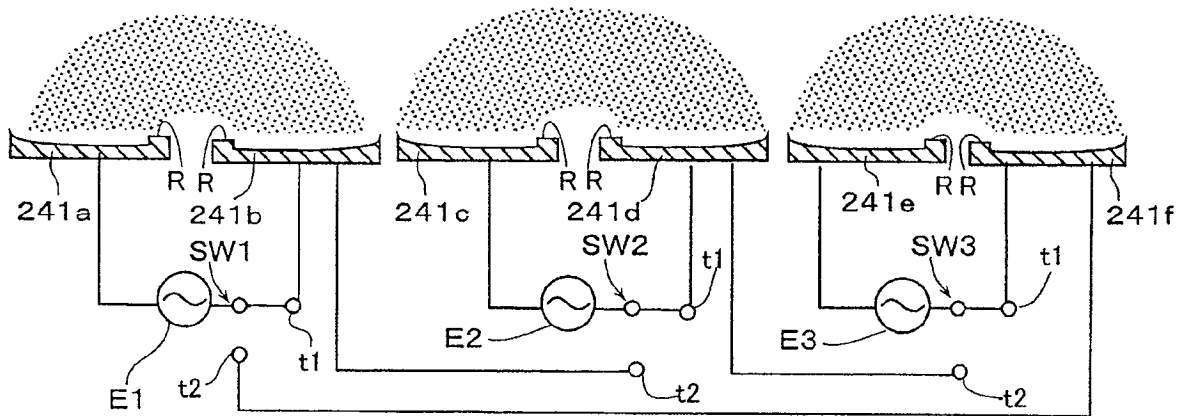


图 3

(a)



(b)

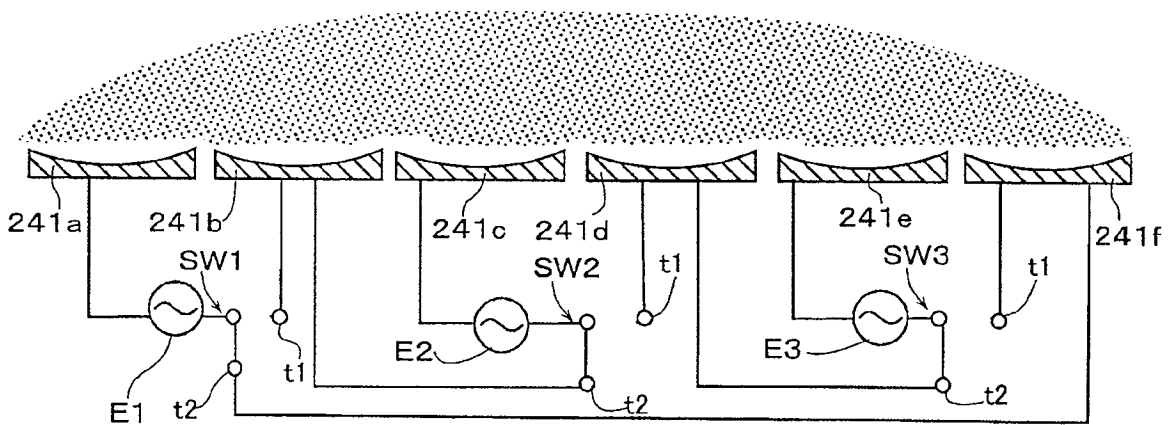


图 4

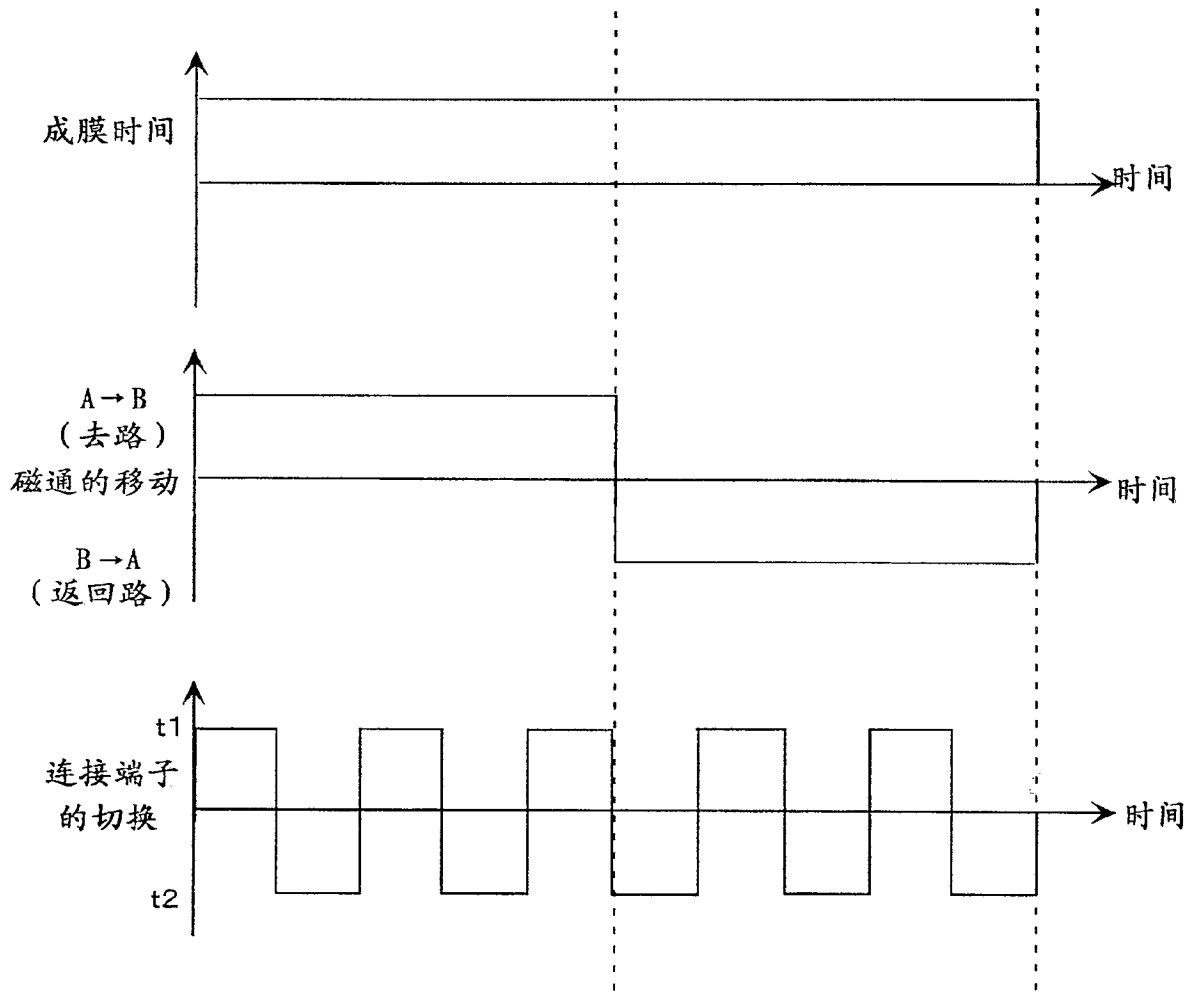
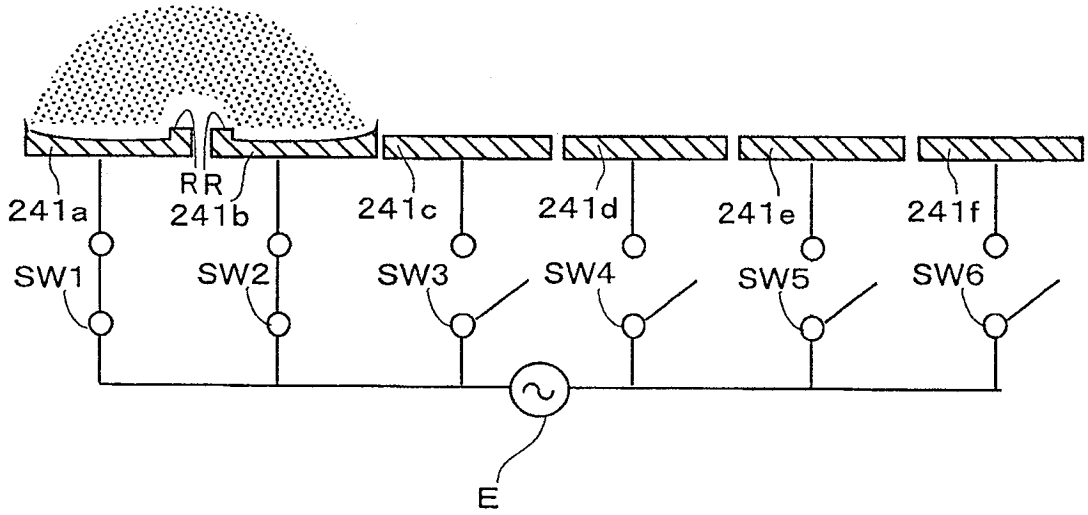
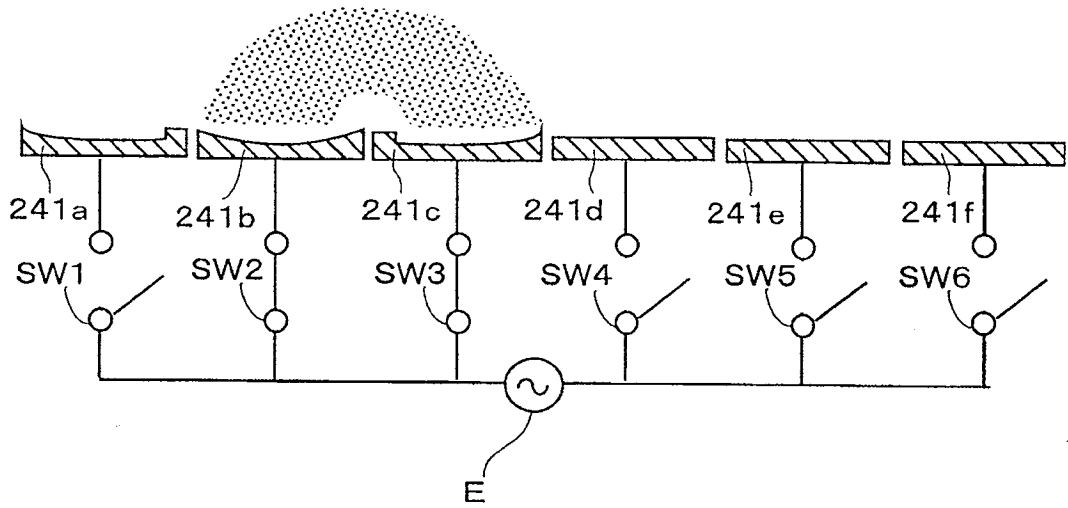


图 5

(a)



(b)



(c)

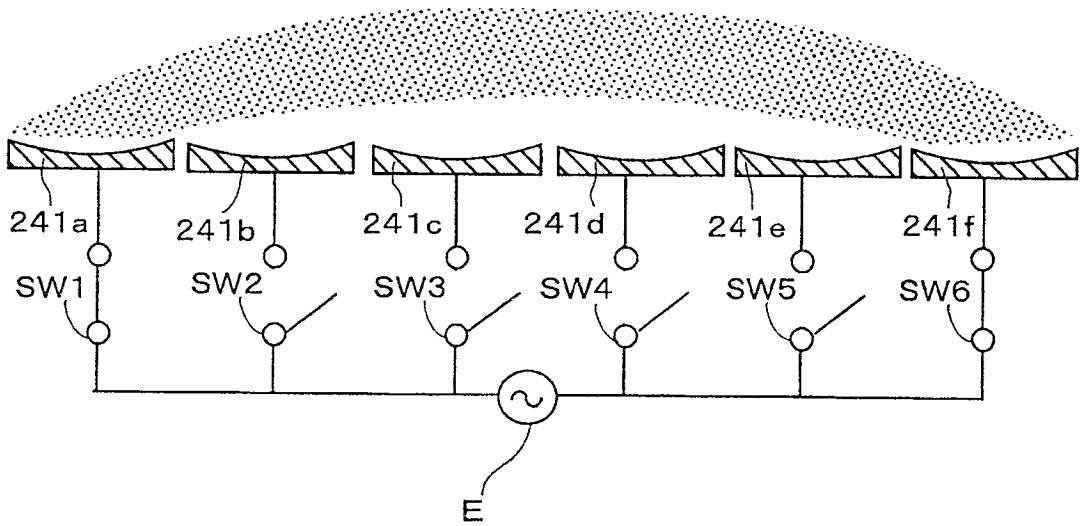


图 6

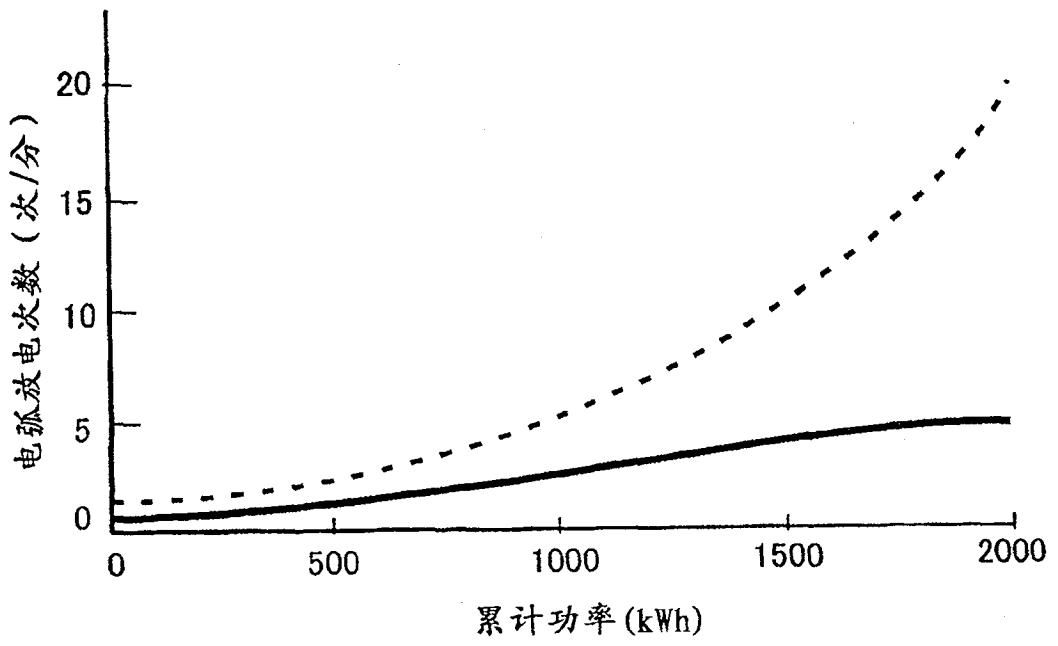


图 7