



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1745453 B

(45) 授权公告日 2011.08.31

(21) 申请号 200380109320.0

(22) 申请日 2003.11.13

(30) 优先权数据

2019/02 2002.11.29 CH

(85) PCT申请进入国家阶段日

2005.07.28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/CH2003/000744 2003.11.13

(87) PCT申请的公布数据

W02004/050943 DE 2004.06.17

(73) 专利权人 OC 欧瑞康巴尔斯公司

地址 列支敦士登巴尔策斯

(72) 发明人 S·卡德莱克 E·屈格勒

T·哈尔特尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 程天正 张志醒

(51) Int. Cl.

H01J 37/34(2006.01)

C23C 14/35(2006.01)

C23C 14/54(2006.01)

(56) 对比文件

US 6290825 B1, 2001.09.18, 说明书第 3-5、8-11 栏.

CN 1341159 A, 2002.03.20, 全文.

US 2002/0162737 A1, 2002.11.07, 说明书第 [0011]-[0024] 段.

US 2001/0010255 A1, 2001.08.02, 说明书第 3 页.

US 6413382 B1, 2002.07.02, 说明书第 3-4 栏, 权利要求 9.

审查员 刘琼

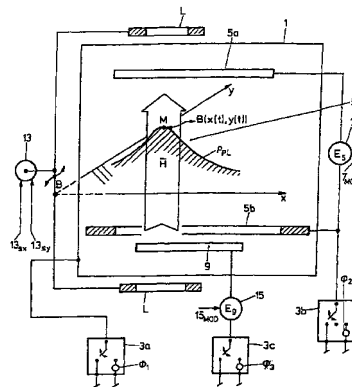
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 10 页

(54) 发明名称

用于在真空中对表面进行等离子体处理的方法及装置

(57) 摘要

为了实现具有从真空处理过程中得到的处理结果的预定两维表面分布的基片表面,产生不均匀密度分布的等离子体(5),并且相对基片(9)以预定移动来使其移动,提供等离子体放电的电功率随时间变化。



1. 用于制造具有通过真空处理过程处理的表面的基片的方法,其中借助于等离子体的支持从单个源中将单个材料从固态释放到处理气氛来涂敷基片表面,或借助于等离子体的支持从基片表面去除材料,或借助于等离子体的支持改变基片表面上的材料,其中所述表面具有处理结果的预定的表面分布,其中,

以局部不均匀的密度分布实现等离子体放电;

使所述基片受到不均匀密度分布的等离子体放电的作用;以及

相对于基片产生不均匀的密度分布的预定的周期性移动,该基片位于真空接收器中并且相对于该真空接收器静止;

在提供放电的电功率中和/或设立的使基片偏置的电信号中产生预定周期的时间变化;并且

所述时间变化与预定的周期性移动同步且通过设置所述移动以及时间变化来实现预定的表面分布。

2. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,完成具有至少一个有密度最大值的范围的等离子体放电。

3. 按照权利要求1或2所述的方法,其特征在于,借助于磁场一起产生所述不均匀的密度分布。

4. 按照权利要求3所述的方法,其特征在于,在其中完成放电的真空接收器中在位置上移动磁场分布。

5. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,借助于直流、交流、或直流和叠加的交流产生所述等离子体放电和/或偏置。

6. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,所述真空处理过程是磁控管溅射过程,并且所述预定的周期性移动包括磁控管隧道磁场相对于靶溅射表面的预定的移动。

7. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,借助于所述放电,将材料从固态释放到处理气氛中,将反应气体注入所述气氛中,并且将在固态材料和基片表面上的反应气体组分之间的化合成分比例的分布设置为处理结果。

8. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,在处理结束前,测量处理中间结果,并且与额定处理中间结果进行比较,由此根据比较结果再次调整所述预定的周期性移动和/或时间变化。

9. 按照权利要求8所述的方法,其特征在于,在没有切断真空的情况下测量所述处理中间结果。

10. 按照权利要求9所述的方法,其特征在于,当进行基片处理时,在处理过程气氛中进行所述测量,并且将测量结果作为所测量的控制量输入到控制电路中,所述控制电路提供预定的周期性移动和/或时间变化作为处理结果控制的调节量。

11. 用于利用膜的预定空间上的倾斜制造镀膜的工件的方法,其中借助于等离子体的支持从单个源中将单个材料从固态释放到处理气氛来涂敷工件表面,或借助于等离子体的支持从工件表面去除材料,或借助于等离子体的支持改变工件表面上的材料,其中所述表面具有处理结果的预定的表面分布,其中,

以局部不均匀的密度分布实现等离子体放电;

使所述工件受到不均匀密度分布的等离子体放电的作用;以及

相对于工件产生不均匀的密度分布的预定的周期性移动,该工件位于真空接收器中并且相对于该真空接收器静止;

在提供放电的电功率中和 / 或设立的使工件偏置的电信号中产生预定周期的时间变化;并且

所述时间变化与预定的周期性移动同步且通过设置所述移动以及时间变化来实现预定的表面分布。

12. 用于制造在声表面波或者体声波基础上工作的组件的方法,其中借助于等离子体的支持从单个源中将单个材料从固态释放到处理气氛来涂敷组件表面,或借助于等离子体的支持从组件表面去除材料,或借助于等离子体的支持改变组件表面上的材料,其中所述表面具有处理结果的预定的表面分布,其中,

以局部不均匀的密度分布实现等离子体放电;

使所述组件受到不均匀密度分布的等离子体放电的作用;以及

相对于组件产生不均匀的密度分布的预定的周期性移动,该组件位于真空接收器中并且相对于该真空接收器静止;

在提供放电的电功率中和 / 或设立的使组件偏置的电信号中产生预定周期的时间变化;并且

所述时间变化与预定的周期性移动同步且通过设置所述移动以及时间变化来实现预定的表面分布。

## 用于在真空中对表面进行等离子体处理的方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明以对基片进行磁控管溅射镀膜时已产生的需求为出发点。但是已经得出，通常把按照本发明所获得的解决方案用于通过真空处理过程处理的基片表面。

### 背景技术

[0002] 在本申请的范围内，把真空处理过程及其对基片的相应作用理解为过程，

[0003] a) 其中用等离子体的支持将材料从基片表面上去除，例如在反应或者非反应等离子体刻蚀时，

[0004] b) 改变基片表面的材料，例如在反应的、等离子体支持的再处理时，例如对基片表面材料进行再氧化，

[0005] c) 在基片表面上涂覆材料，这是反应的或者非反应的或者借助于等离子体 CVD 的。如果这里将材料从固态释放到处理气氛中，并且直接或者在与气体反应之后被涂覆在基片表面，那么只把从仅存在唯一材料的固态的材料源处的固态释放上述材料时理解为要考察的过程。

[0006] 如果两个或者多个源具有固态的不同材料，以用于释放到处理气氛中，那么将每个释放过程和材料的或者利用各材料的每个相应镀膜过程看作一个真空处理过程本身。在这种情况下，同时进行两个或者多个处理过程。

[0007] 如果总是在与基片表面垂直的断面中观测该分布的话，那么在磁控管溅射镀膜的基片表面上，如今已获得良好的镀膜厚度分布。但是如果比较在上述断层中获得的自身从良好到非常好的镀膜厚度分布（即从断层到断层），那么现在两维地观测表面上的镀膜厚度分布，将得出一种不理想分布。如果例如在溅射镀膜的圆盘形基片上沿着基片外围记录镀膜厚度，那么得出对许多应用目的完全不符合要求的分布。

### 发明内容

[0008] 原则上，本发明的任务是，建议一种用于制造具有通过真空处理过程处理的表面的基片的方法，其中所述表面具有处理结果预定的两维表面分布。按照本发明得出的解决方案在于：

[0009] - 实现具有局部不均匀密度分布的等离子体放电；

[0010] - 使基片受到不均匀密度分布的等离子体放电的作用，和

[0011] - 通过以下来实现处理结果的分布

[0012] - 实现不均匀的密度分布和基片的预定的相对移动；

[0013] - 实现提供放电的电功率的和 / 或必要时设立的使基片偏置的其他电信号的预定时间变化；

[0014] - 调节上述变化和上述移动。具体地，根据本发明的用于制造具有通过真空处理过程处理的表面的基片的方法，其中借助于等离子体的支持从单个源中将单个材料从固态释放到处理气氛来涂敷基片表面，或借助于等离子体的支持从基片表面去除材料，或借助于

等离子体的支持改变基片表面上的材料,其中所述表面具有处理结果的预定的表面分布,其中,以局部不均匀的密度分布实现等离子体放电;使所述基片受到不均匀密度分布的等离子体放电的作用;以及相对于基片产生不均匀的密度分布的预定的周期性移动,该基片位于真空接收器中并且相对于该真空接收器静止;在提供放电的电功率中和/或设立的使基片偏置的电信号中产生预定周期的时间变化;并且所述时间变化与预定的周期性移动同步且通过设置所述移动以及时间变化来实现预定的表面分布。

[0015] 例如对得到处理结果的预定的均匀表面分布,不是像人们能够期望的那样,致力于尽可能均匀的密度分布的等离子体放电,而是致力于局部不均匀、即明显具有与其他范围相比增加的等离子体密度的范围的等离子体放电。通过有针对性地调节不均匀密度分布的相对移动和功率变化,以在基片表面上调节处理结果的表面分布。

[0016] 因此,上述移动和上述时间变化这两个量被用作需调节的独立量或者与之有关的函数“处理结果-分布”的变量。

[0017] 从和本发明相同的申请人的 EP 1245970 中已知如下:

[0018] 从磁控管溅射装置开始,释放各种材料到处理气氛中。各种材料组成的靶部分分别形成一个源,在该源处相应材料被释放到处理气氛中。这里,从公共的磁控管装置驱动通过靶部分形成的单个固体源。为了分别在具有不同材料的两个源上调整相应的溅射比例关系,和借助于单个磁控管装置来进行调整,一方面通过预定的靶部分,从而也相对于基片来移动磁控管装置的磁控场,而且针对靶部分材料,随着磁场移动通过两个源,也随时间改变溅射功率。因此,能够从磁控管装置起结构极其简单地考虑两个源的不同溅射特征。

[0019] 在优选的实施方案中,完成至少一个具有突出密度最大值的范围的等离子体放电。

[0020] 在第一实施方案中,通过相对于其中完成放电的真空接收器移动基片来实现预定的相对移动。这里,将具有其密度最大或者密度最小位置的不均匀密度分布的等离子体放电静止地保持在接收器中,或者将其在该接收器中进行移动。

[0021] 但是,在优选的实施方案中,另外优选地在保持基片静止的情况下,通过相对于真空接收器预定地移动不均匀的密度分布来实现预定的相对移动。

[0022] 在本发明制造方法的另一优选实施方案中,借助于磁场至少一起产生所述不均匀的密度分布。

[0023] 因此,现在根据尤其优选的实施方案,创造一种简单的可能性,即通过在其中完成放电的接收器中移动也是不均匀的磁场分布,来实现不均匀的等离子体密度分布的相对移动。

[0024] 借助于 DC、AC、DC 和叠加的 AC 或者借助于 Hf 产生等离子体放电。类似地也可能借助于 DC、AC、DC 和叠加的 AC 或者 Hf 使基片偏置,于是,优选地另外为了使驱动等离子体放电的电信号变化,预定地随时间改变该偏置信号。如果在本关系中提及 AC 信号的时间变化,那么涉及了它的角度或者幅值的变化、也即它的调制。

[0025] 在本发明方法尤其优选的实施方案中,使真空处理过程成为磁控管溅射过程,并且至少也通过相对于靶溅射面预定地移动磁控管隧道场来实现预定的相对移动。

[0026] 已经知道,在进行磁控管溅射时,在靶溅射面上方产生磁场,所述磁场由一个或者多个隧道形状的、具有磁力线的磁力线分布图构成,从溅射面发出的磁力线在基本上平行

于靶面的截面中运行,以便随后再次进入溅射面。如果在平行于溅射面的磁力线范围内汇聚,那么通过已知的效应、电子阱效应产生增加的等离子体密度的管状范围。在所述增加的等离子体密度的范围内,在该范围内对溅射面的腐蚀增强,这导致与磁控管溅射有关的已知腐蚀沟槽。这里为了尤其更好地使用靶材,已知尤其通过在靶下设立移动的磁装置,以在沿溅射面进行溅射镀膜时移动磁力线分布图。

[0027] 从中可以看出,尤其适用于按照本方法来进行磁控管溅射,因为那里已经具有工具,以相对于基片移动不均匀的等离子体密度分布。

[0028] 因此,原则上优选地通过在真空接收器之外或者之内机械地移动磁场产生装置来实现相对于基片的等离子体局部不均匀密度分布的相对移动。

[0029] 例如通过电磁、诸如亥姆霍兹线圈、致偏线圈等线圈装置实现这种装置,在靶下具有磁装置的磁控管中,该磁装置与靶线性地且以相互的依赖关系进行旋转或者在给定 x 和 y 方向上移动。然而,代替机械移动也可以通过可控、时变地控制固定安装的线圈装置来电气地移动磁场。可以将磁场产生器的机械移动和对这里也可以附加地被机械移动的线圈所进行的电气、时变的控制完全结合起来。

[0030] 眼下,从实现来看,移动基片不是很受欢迎。

[0031] 在本发明方法的另一优选实施方案中,分别周期地完成预定的相对移动以及预定的时间变化,并通过同步实现它们的联系。这里注意,通常不需要同样地形成分别完成的周期性。上述时间变化和上述相对移动的周期是可以完全不同的,而且一个周期可能是另一个的整数倍,或者周期相互之间存在一种非整数倍关系。

[0032] 在本发明方法的另一优选实施方案中,借助于放电,将固体释放到处理气氛中。接着将反应气体注入所述气氛。在所述表面上的固体和反应气体组成成分之间的化合成分比例分布被调整为处理结果。

[0033] 如果例如金属作为固体被释放到具有反应气体的处理气氛,那么在要得到的处理结果的意义上调整沉积在表面上的化合成分材料的化学计量分布。

[0034] 在本发明方法尤其优选的实施方案中,处理结果是所述表面的镀膜。但是这里所述处理结果也可以是处理表面的刻蚀,镀膜或者刻蚀两者,反应的或者非反应的。

[0035] 在本发明方法的另一优选实施方案中,在处理结束前,测量处理中间结果,与额定处理中间结果进行比较,并且按比较结果的函数再次调整所述预定的相对移动和 / 或时间变化。

[0036] 这里,尤其优选的在没有切断真空的条件下进行所述测量。基片很可能从一种真空被传送到另一真空中,例如从处理气氛到测量气氛中,或者如尤其优选的那样,当进行基片处理时在原位、即在处理过程气氛中进行上述测量。于是,另外优选地将测量结果作为测量控制量输入控制电路,所述控制电路提供所述预定的相对移动和 / 或时间变化作为处理结果控制的调节量。

[0037] 建议的方法尤其适用于制造在声表面波 (SAW) 或者“体声波 (Bulk acoustic waves)” (BAW) 基础上工作的组件。

#### 附图说明

[0038] 接下来,例如借助于附图对本发明进行描述。

[0039] 图 1 直观地示出用于执行本发明的制造方法所使用的本发明处理室,也用于对本发明进行原理描述;

[0040] 图 2 也直观地示出按照本发明在不均匀密度分布的等离子体中移动的基片的俯视图;

[0041] 图 3 示出例如在基片和等离子体的不均匀密度分布之间的移动变化曲线,以及例如供给等离子体的电功率的时间变化曲线;

[0042] 图 4 简单地示出本发明处理室的纵剖图,其中借助于磁控管溅射源实现本发明方法;

[0043] 图 5 直观地示出在基片处理时产生的处理结果的原位测量和将本发明方法用作调整的方法;

[0044] 图 6 示出例如在按照图 4 的设备上被用于随后示出的试验的磁控管磁装置情况的俯视图;

[0045] 图 7 至 13 示出在对本发明使用的调整量进行不同调整时得到的镀膜厚度分布形式的处理结果分布;

[0046] 图 14 示出按照本发明得到的镀膜倾斜示意图。

### 具体实施方式

[0047] 根据图 1,应介绍本发明制造方法以及本发明处理室的基本原理。在真空接收器 1 中,设定例如利用电极 5a 和电极 5b 直观示出的等离子体放电段 5,其中例如利用选择开关 3a 直观地示出,将所述真空接收器电气地接地或者可能接其他参考电势  $\phi_1$ 。借助于发生器 7 驱动等离子体放电段 5,所述发生器可以涉及 DC、AC、DC+AC 或者 HF 发生器。当然,根据预定的等离子体放电类型也形成电极 5a、5b,如同专业人员所熟悉的那样。

[0048] 例如再次图解说明选择开关 3b,根据使用目的,可以将发生器 7 电活动地接地电势或者置于其他参考电势  $\phi_2$  上,所述参考电势当然也可以选择等于  $\phi_1$ 。

[0049] 发生器 7 具有调制输入  $7_{MOD}$ ,在所述调制输入上,目前基本上可以就 DC 值和 / 或相位和 / 或幅值和 / 或时间变化调制供给段 5 的电信号  $E_5$ 。

[0050] 如此构造等离子体放电段 5,使得它产生不均匀密度分布的等离子体。两维不均匀等离子体密度分布在图 1 中由例如具有密度最大值 M 的  $\rho_{PL}$  示出。可以相对于基片 9 以预定的移动来移动等离子体密度分布  $\rho_{PL}$ 。如同完全为专业人员已知其他的措施那样,局部增加等离子体密度(例如移动的等离子体射线)并从而完成和移动不均匀等离子体密度分布,在图 1 中示出以下可能性,即这借助于磁场来实现。对此,在等离子体中例如通过控制地移动线圈装置局部产生磁场 H。通过诸如利用图 1 中示出的电动机驱动 13 机械地移动线圈装置 L 使在放电段 5 中的磁场分布进行移动。在驱动 13 的控制输入  $13S_x$ 、 $13S_y$  处(分别在 x 和 y 方向上),规定了由线圈装置 L 的驱动 13 所负责的移动。在本发明范围内,重要的是,相对于基片载体或者基片 9,使预定的移动决定等离子体的不均匀密度分布  $\rho_{PL}$ ,根据图 1,这通过等离子体段 5 中的磁场分布的相应预定的移动来实现。

[0051] 代替或者附加于调制等离子体放电段 5 的馈电信号  $E_5$ ,可以借助于信号发生器 15 将基片载体或者基片 9 偏置,原则上再次置于 DC、AC、AC+DC 或者 Hf 上。这例如利用另一选择开关 3c 所示参考接地电势或者参考另一参考电势  $\phi_3$ 。

[0052] 如果设定了基片载体 9 的这种偏置,那么发生器 15 优选地也具有调制输入  $15_{\text{MOD}}$ ,在所述调制输入处,目前调制或者改变偏置信号,如同已经就信号 E5 用于驱动等离子体放电段 5 所描述的那样。

[0053]  $E_5$  表示等离子体放电的馈电信号(电流和/或电压);

[0054]  $B(x(t), y(t))$  表示相对于基片的分布  $\rho_{\text{PL}}$  的 x/y 移动,也简称为 B;

[0055]  $E_9$  表示基片偏置信号。

[0056] 如果  $E_5, B$  或者  $E_9, B$  是周期信号,那么在  $7_{\text{MOD}}, 13_{\text{S}}$  或者  $5_{\text{MOD}}, 13_{\text{S}}$  处进行调整,包括相应幅值、时间信号变化曲线(脉冲、锯齿、三角、正弦等),另外还调整信号周期或者信号频率。

[0057] 如根据图 1 所示的那样,通过相对于接收器 1 推移或者移动等离子体分布  $\rho_{\text{PL}}$  可以基于要处理的基片表面实现不均匀等离子体分布  $\rho_{\text{PL}}$  的相对移动。当然,完全可能,也许附加的,也相对于接收器 1 移动基片载体或者基片 9。重要的是,经过处理时间的观测,并且根据利用上述移动可调的模板,以不均匀等离子体密度分布  $\rho_{\text{PL}}$  顺序地涂抹基片表面。如已所述,经过一段时间,在基片处的放电电压或者放电电流和/或偏置电压(如果设定了的话)同时发生变化。

[0058] 就相对于基片移动不均匀等离子体密度分布  $\rho_{\text{PL}}$  而言,必须指明,该移动是二维的(x, y)。

[0059] 此外,图 2 极其直观地示出基片载体 21 上的圆盘形基片 19 的俯视图。在该图中没有示出根据图 1 的 1 所示的处理室。在这里也没有标明的等离子体放电段处,在真空接收器中静态地完成具有如图 2 所示的基本上二维的不均匀等离子体密度分布  $\rho_{\text{PL}}$  的等离子体放电 PL。借助于驱动  $13_x$  和  $13_y$ ,连同基片载体 21,相对于室静态的、不均匀的密度分布  $\rho_{\text{PL}}$  移动基片 19。利用控制信号  $13_{\text{sx}}$  控制基片载体的 x 方向移动,利用控制信号  $13_{\text{sy}}$  控制 y 方向移动。

[0060] 图 3 示出例如经过时间 t 移动  $B(x, y)$  以及  $E_5$  或者  $E_9$  的变化曲线。图 3 所示的移动  $B_x$  和  $B_y$  具有相同的周期 T,而信号  $E_5$  或者  $E_9$  具有周期  $T' = 1/2T$ 。在周期信号中,调整相互的相位,例如 x 方向移动和 y 方向移动之间的相位  $\Delta \psi_{xy}$  以及在  $E_5$  和例如  $B_x$  之间的相位  $\Delta \psi_{EB}$ 。这里,两个或者三个信号的周期之间可以相差整数或者非整数有理因子。如果它们是周期的,那么优选地调整相位移  $\Delta \psi_{xy}$ 、 $\Delta \psi_{EB}$ ,并且在相位锁定意义上使信号同步。另外,优选地对  $B_x$ 、最大和最小值  $B_{\text{max}}$ 、 $B_{\text{min}}$  或者移动行程  $B_{\text{ix}}$  进行与如图 3 所示的对 y- 移动分量以及  $E_5$  或者  $E_9$  相同的调整。另外,优选地调整各个信号的时间变化曲线,如图 3 中示出的在 (a) 处  $B_x$  的变化曲线。

[0061] 通过相应选择尤其上述量和使其相互调谐,按照本发明在等离子体处理的基片表面上对加工结果的表面分布进行调整。

[0062] 利用如根据图 1 和 2 所示的实施方式,非反应或者反应腐蚀方法能够将基片表面的腐蚀外形调整为加工结果。在等离子体增强化学气相沉积(PECVD)法中,可以利用所示的实施方式来调整所观测基片表面上涂覆的镀膜的表面外形。如果在反应方法或者在 PECVD 方法中,调整基片表面上方的反应气体分压,那么所示方式能够在膜厚或者化学计量关系方面有针对性地设计所涂覆的镀膜的得出的表面分布。

[0063] 如已所述,利用本发明知识,相对于要处理的基片表面来移动不均匀的等离子体

密度分布  $\rho_{PL}$ 。

[0064] 通过在那里沿着隧道形状的磁场环路在靶溅射表面上方产生高等离子体密度的区域,从而在磁控管溅射时使用所述不均匀的等离子体密度分布。如前所述,在磁控管溅射时,尤其出于提高靶材料利用率的原因,通常例如通过在靶下设定移动的磁装置来移动隧道场区域和从而移动不均匀的等离子体密度分布。因此,完全理想地存在磁控管溅射,以便按照本发明方式可被采用。在此,可以利用 DC、AC、叠加的 AC+DC 或者利用 Hf 驱动磁控管放电。另外,还涉及反应磁控管溅射或者非反应磁控管溅射。

[0065] 如前所述,也针对以下需求制定出了本发明,即所述需求从磁控管溅射镀层技术产生,以及如根据图 1-3 所述,所述需求完全在原则上扩展到沿基片表面调整等离子体处理的效果分布或者结果分布。

[0066] 在图 4 中以磁控管溅射镀膜室的形式示出了本发明的真空处理室,其中进行本发明的制造方法。真空室 30 通过泵装置 32 可被抽成真空。在靶背板 44 上安装由需溅射的材料组成的靶 33。在靶背板 44 的后面,在真空室 30 之外,还有磁系统 35。它包括例如绕中心轴 A 旋转的磁性载体圆盘 36,该圆盘具有相对于轴 A 为不对称结构的、例如俯视图中为肾脏形的(参阅图 6)、永磁体 40 装置。也许该磁装置的磁体 40 可被驱动,并且如 R 处所示,除了绕轴 A 旋转运动  $\omega$  外也能够径向驱动移动。借助于磁装置 40,如 H 处简单所示,所述不均匀磁场相对于基片载体 43 上的基片 45 移动。借助于探测装置 37 来采样通过具有控制输入 37<sub>s</sub> 的电动机产生的、磁装置 35 的旋转运动。探测单元 37 的采样脉冲 I 在单元 41 处可调整地被延时  $\tau$ ; 输出侧的延时脉冲 I( $\tau$ ) 触发或者同步例如正弦信号  $E_5$ 。因此,回顾图 3,利用  $\tau$  规定  $\Delta \psi_{EB}$ 。在发生器 38 处的另一控制输入 38<sub>s</sub> 处,调整  $E_5$  的正弦信号部分的偏移。

[0067] 如 42 处所示,工作气体、优选氩气的气体隧道通向处理室 30,其中可能通过相同的气体供应,但是尤其借助于 50 处直观所示的喷气装置,将反应气体输入到处理室,以用于反应的磁控管溅射镀膜。

[0068] 如果在基片 45 的表面上方形成反应气体的至少近似相同分布的分压,那么通过沿基片表面调整不均匀密度分布的磁控管等离子体的运动和通过随时间控制等离子体放电功率  $E_5$ ,可以调整镀膜组分的分布,或者镀膜厚度分布。

[0069] 按照图 5,当借助于测量装置 51、例如借助于椭偏仪、电气电阻测量、借助于光学反射方法对表面的外形测量等在原位中实现本发明方法时,利用静态的或者移动的测针获得基片 54 表面的处理结果的分布。在差分单元 56 处,将测量结果 x 与预定的结果分布 W 进行比较。这里,将暂时通过测量确定的结果分布与一个额定分布进行比较,该额定分布对于已经过的处理时间具有两维的决定意义。将实际(x)和额定(W)分布之间的偏差经计算单元 R 作为调整信号 58<sub>s</sub> 馈给发生器单元 58 以用于等离子体放电,和 / 或馈给控制单元 60 以用于相对于基片表面移动不均匀等离子体密度分布  $\rho_{PL}$ 。代替正在产生的有关处理效果的这种原位控制,完全可能在预定的或者可预定的处理时间间隔之后,在保持真空条件的情况下将处理室中的基片运送到测量室中,在那里作为中间结果获得迄今才得到的处理结果或者其分布,将基片送回到处理室,且在那里利用就不均匀等离子体密度分布和等离子体放电功率  $E_5$  的移动而相应匹配的量继续进行该过程。

[0070] 接下来介绍,如何在借助于如在图 5 原理地示出的设备利用磁控管溅射镀膜按照

本发明执行制造方法时所得到的结果。

[0071] 试验结构：

[0072] ●处理室 :CLC 200 BB281100 x

[0073] ●真空泵 :Cryo CTI Cryogenics PJ9744445

[0074] ●磁控管磁系统 :MB 300DK ALN02

[0075] ●DC 电源 :Pinnacle ( 公司 Advanced Energy)

[0076] 用 ad cup 10kW M/N 3152436-100A 补充

[0077] ●镀膜厚度寄存装置 :光谱椭偏仪 WVASE M-2000F, 3. 333 版本

[0078] ●基片 :6" 硅晶片

[0079] ●利用 ALN 在包含氮气的气氛中从铝靶开始的磁控管溅射镀膜

[0080] ●放电功率的平均值 :  $\overline{E_5} = 8 \text{ kW}$

[0081] ●功率调制形式 :正弦

[0082] ●功率调制频率 :5. 95Hz

[0083] ●按照图 4 利用  $E_5$  的功率调制进行磁装置旋转运动  $\omega$  的可调相位锁定

[0084] ● $E_5$  的可调调制偏移

[0085] 图 6 示出了磁控管装置的以不变旋转速度  $\omega$  驱动的磁系统的俯视图。

[0086] 作为没有对放电功率  $E_5$  进行调制的参考例,图 7 示出了在 6" 基片上处理结果的表面分布,即具有 ALN 层的反应磁控管溅射镀膜。

[0087] 如今已在锁定相位  $\Delta \psi_{EB} = 0$  时以 5. 6% 的调制偏移调制了等离子体功率  $E_5$ 。

[0088] 图 8 示出结果。

[0089] 另外,已在放电功率  $E_5$  的调制偏移为 5. 6%、锁定相位  $\Delta \psi_{EB}$  为  $90^\circ$  时得出按照图 9 的镀膜厚度分布。

[0090] 另外,在保持 5. 6% 调制偏移和继续旋转相位到  $\Delta \psi_{EB} = 180^\circ$  时,已得出按照图 10 的分布。在继续增大相位差  $\Delta \psi_{EB}$  到  $270^\circ$  时,分布如图 11 所示。另外,利用相同的调制偏移最终将相位优化在了  $\Delta \psi_{EB} = 195^\circ$ 。这得出如图 12 所示的分布。

[0091] 为了获得按照图 13 的分布,如今在按照图 12 保持不变相位

[0092]  $\Delta \psi_{EB} = 195^\circ$  时,已将调制偏移从 5. 6% 提高到 8. 7%。

[0093] 从首先相位优化,然后调制偏移优化的顺序可以看出,如本发明通过一方面调整不均匀密度分布的等离子体和基片之间的运动,另一方面通过调整等离子体放电馈给信号的时间变化,可以获得期望的平面效果分布(这里是镀膜厚度分布),从而例如按照图 13 所述期望的方位角和径向尽可能一致、即相同形状的镀膜密度分布。

[0094] 图 14 从另一角度直观地示出了迄今本发明的主要应用。如已所述,按照本发明得到的、处理结果的分布之一是镀膜厚度分布。按照图 14,在平面基片的表面 T 上,根据本发明方法,沿着该表面 T 按表面 S 和厚度分布 d 涂覆镀膜。如果坐标系  $x_T/y_T$  和  $z_T$  位于基片的平面表面 T 中,那么在  $x_0/y_0$  位置处, z 轴具有在上述位置的平面垂线  $N_T$  的方向。在镀膜表面 S 处,现在按照本发明在相同位置  $x_0/y_0$  处,使平面垂线  $N_S$  在空间上相对于平面垂线  $N_T$  的方向倾斜,对应表面 S 中位置  $x_0/y_0$  处的坐标系。相对于基本上平面的基片表面 T 或者更普遍地相对于非平面的表面 T 的镀膜表面 S 的这种倾斜被称作镀膜倾斜。本发明基本的应

用情况是空间上按照预定关系设计镀膜倾斜,而且可能沿着基片表面 T 局部有所不同。按照本发明获得的镀膜倾斜,这里至少在表面 T 的范围内可能是零,于是方向  $N_s$  与方向  $N_t$  一致。

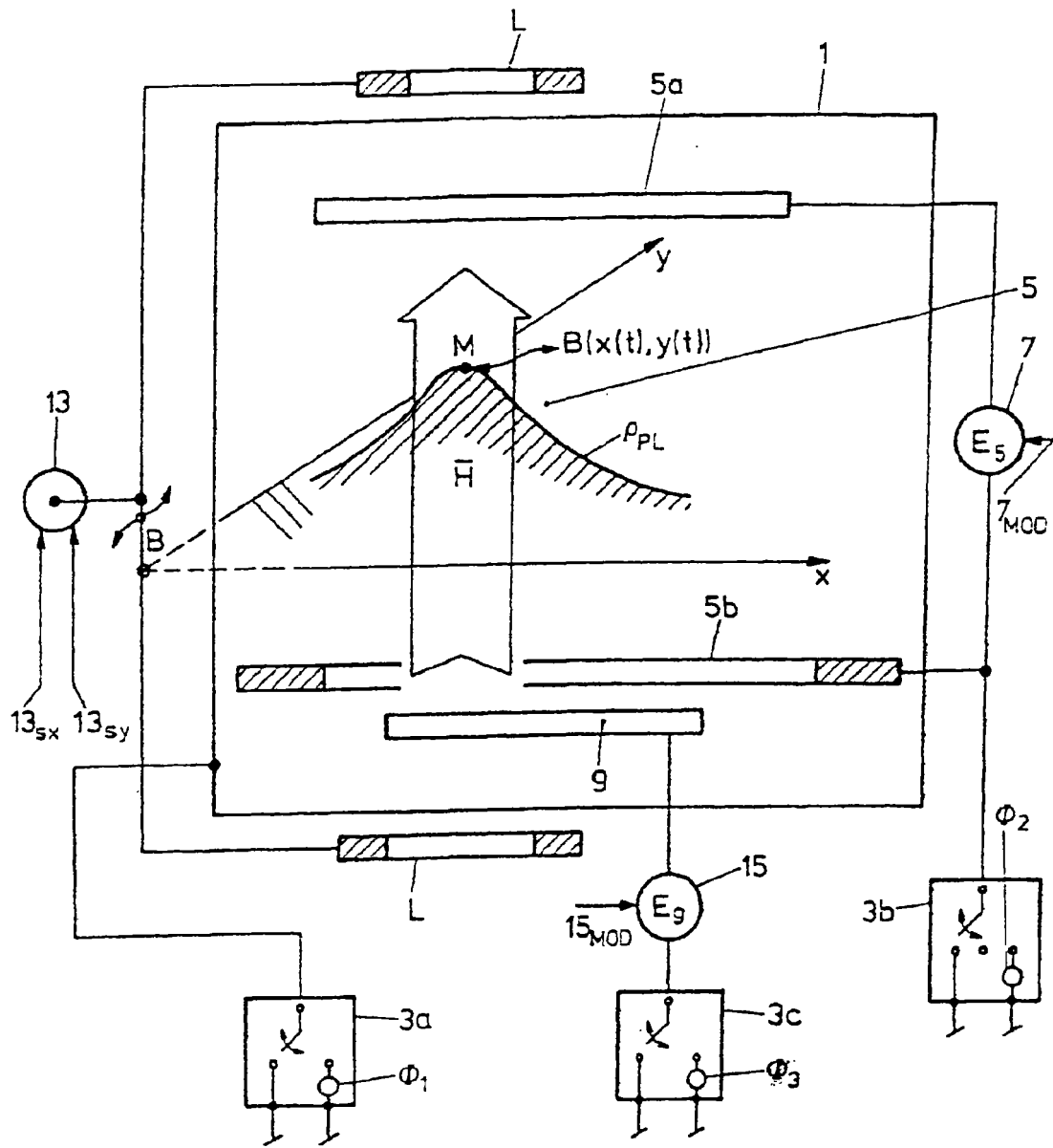


图 1

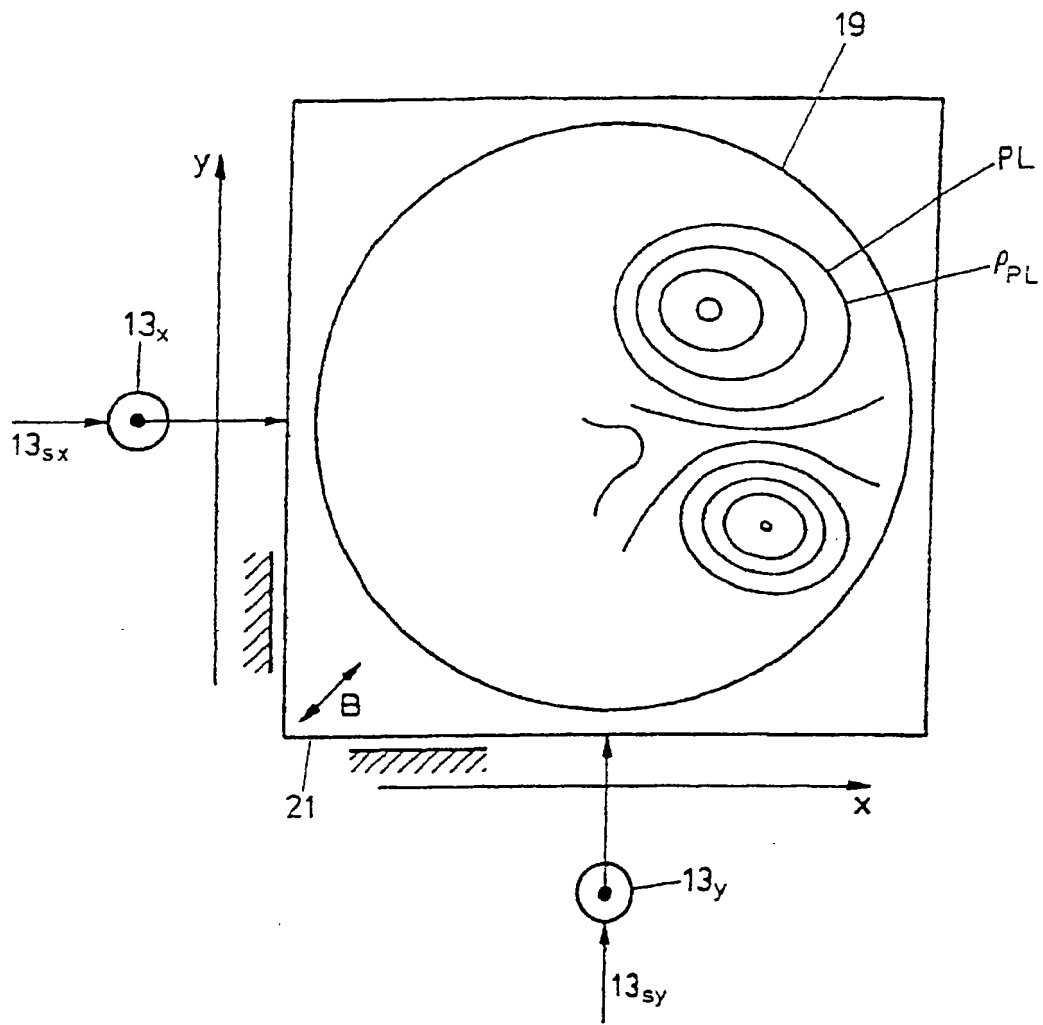


图 2

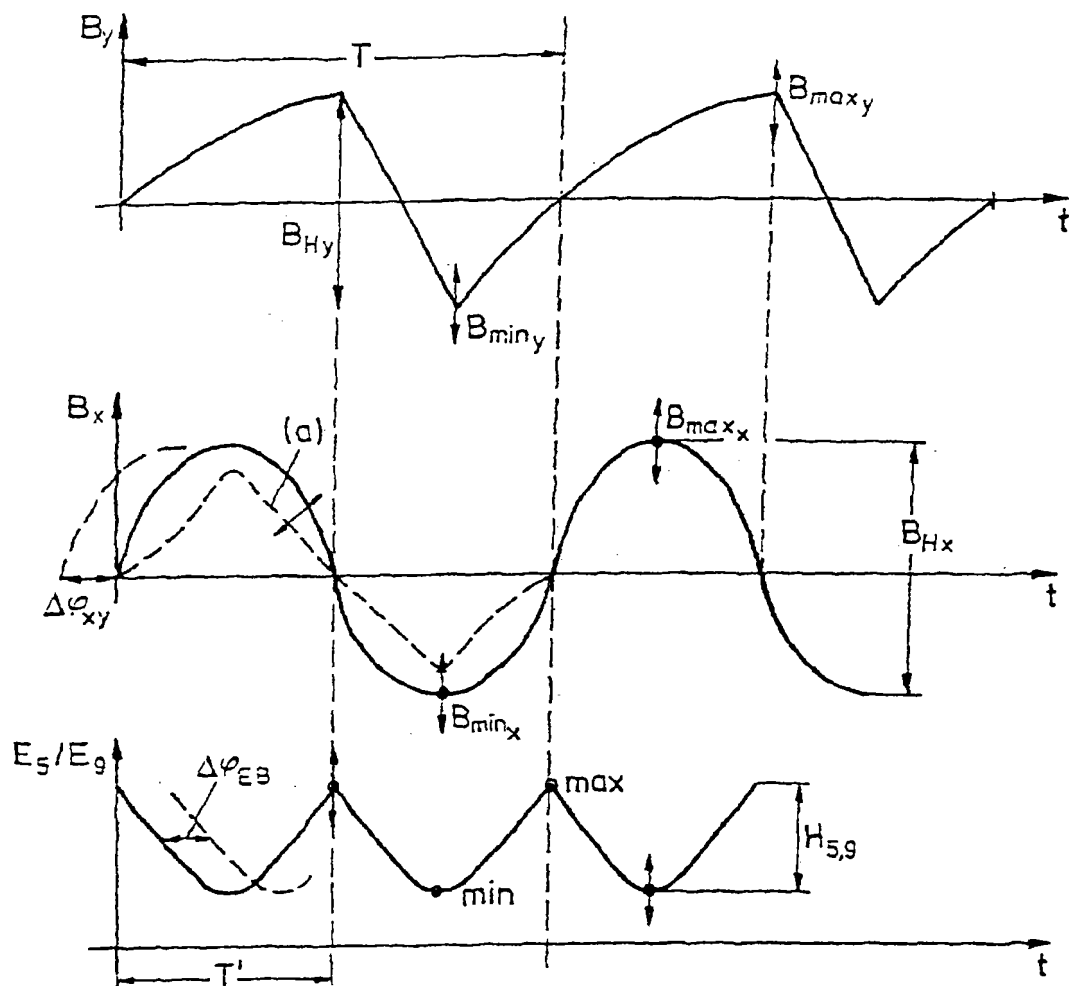


图 3

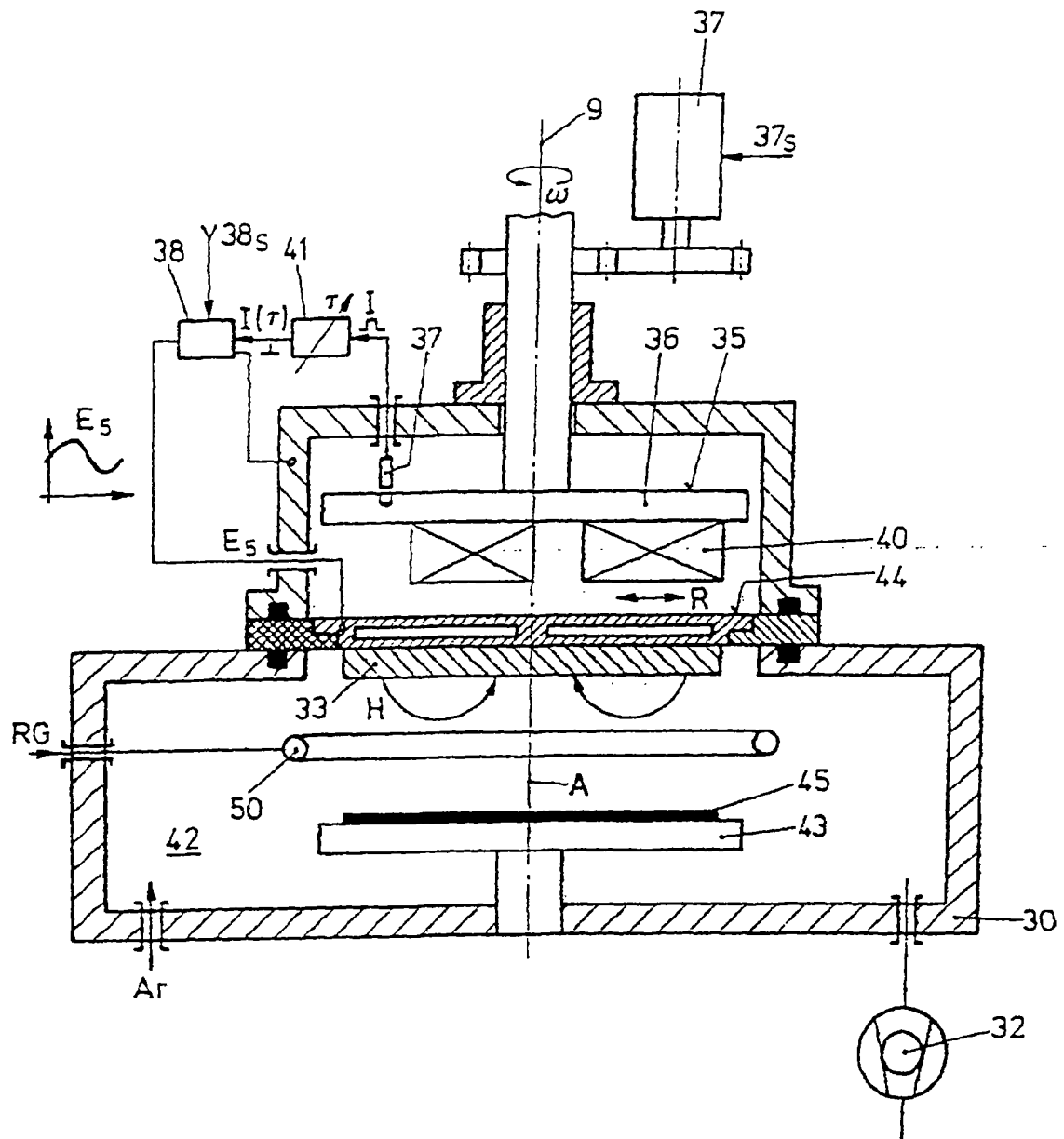


图 4

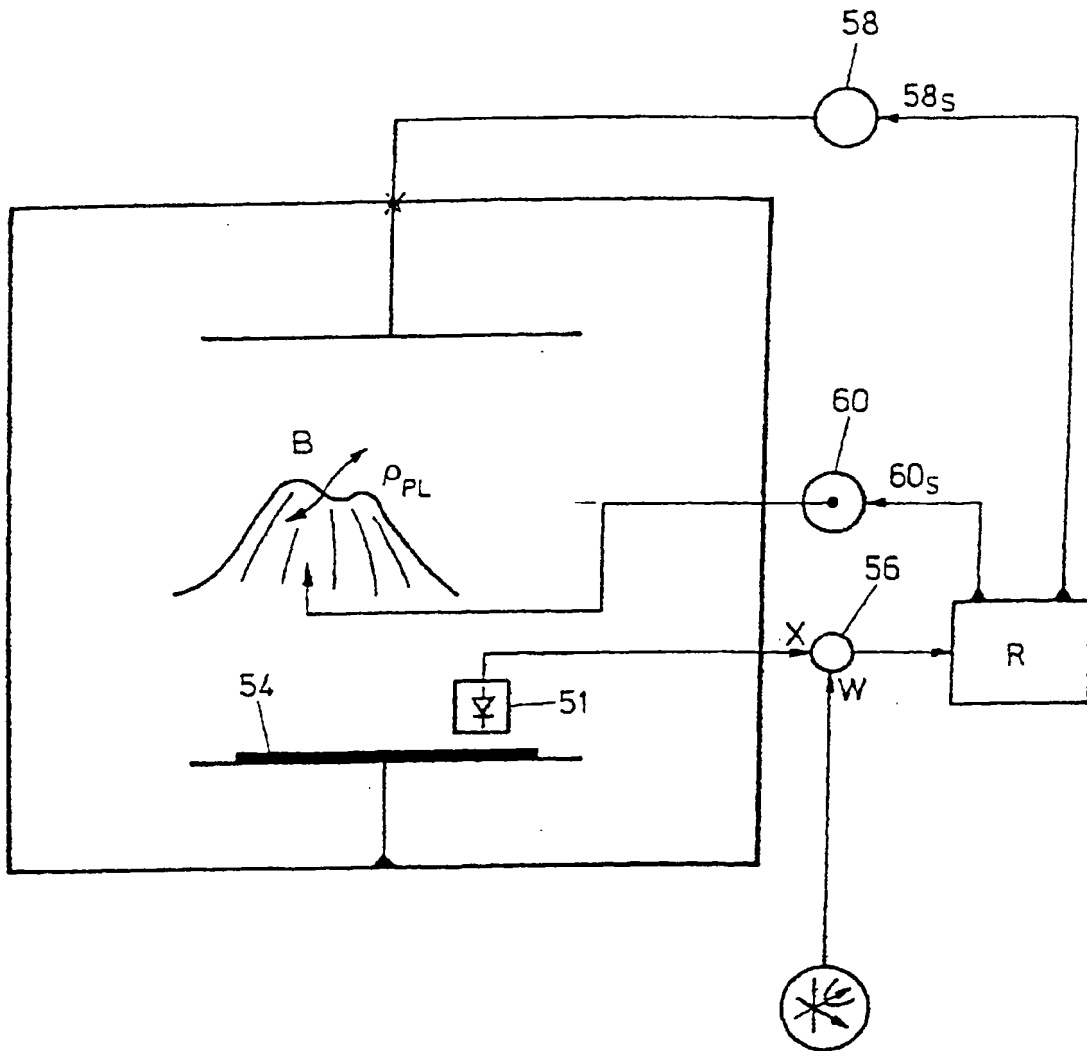


图 5

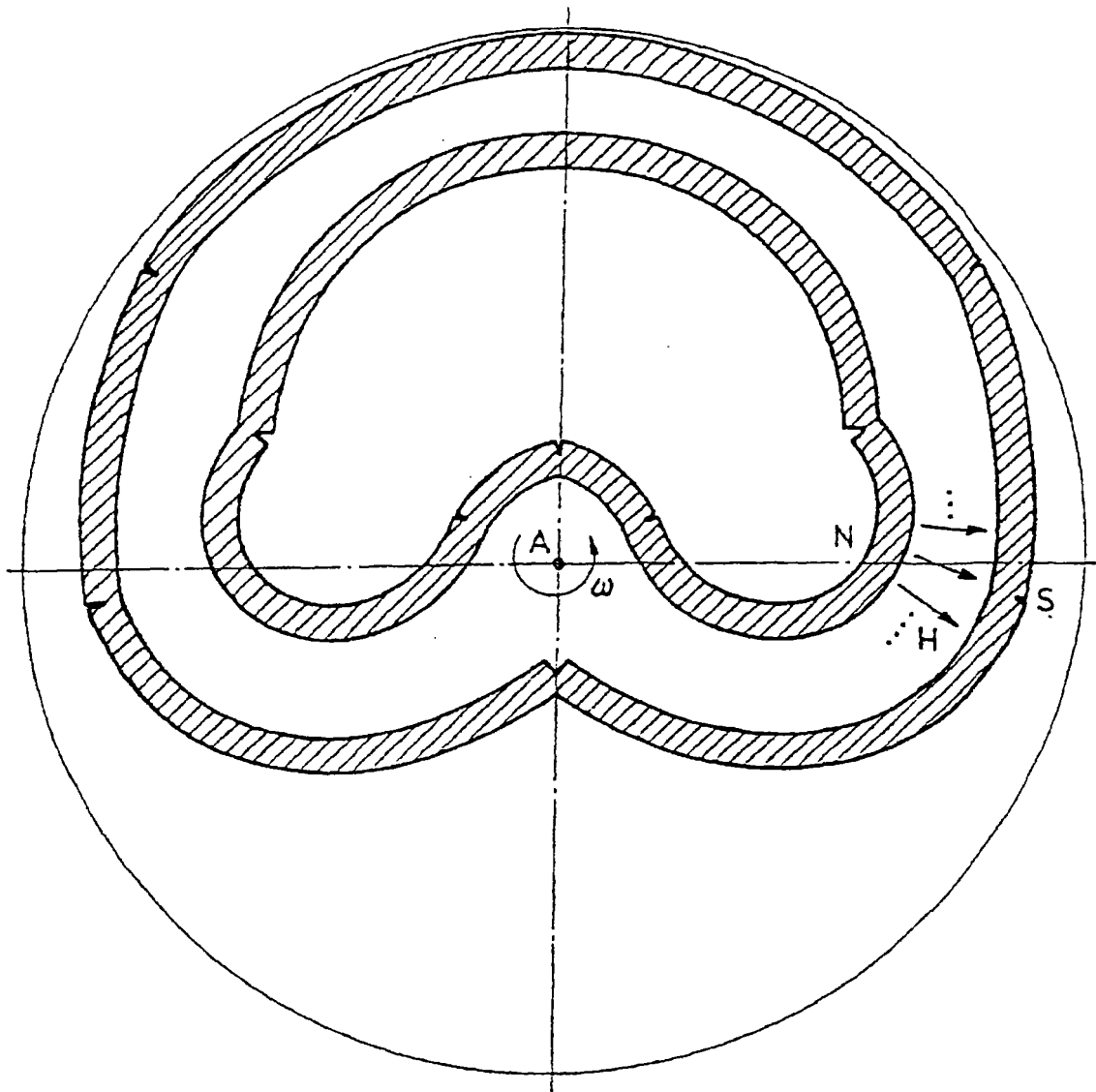


图 6

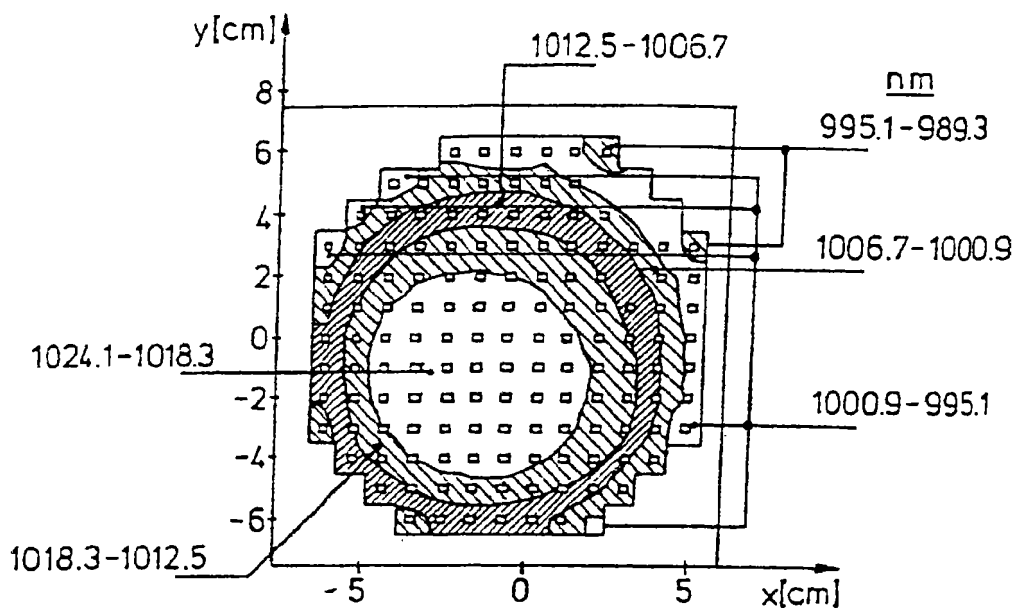


图 7

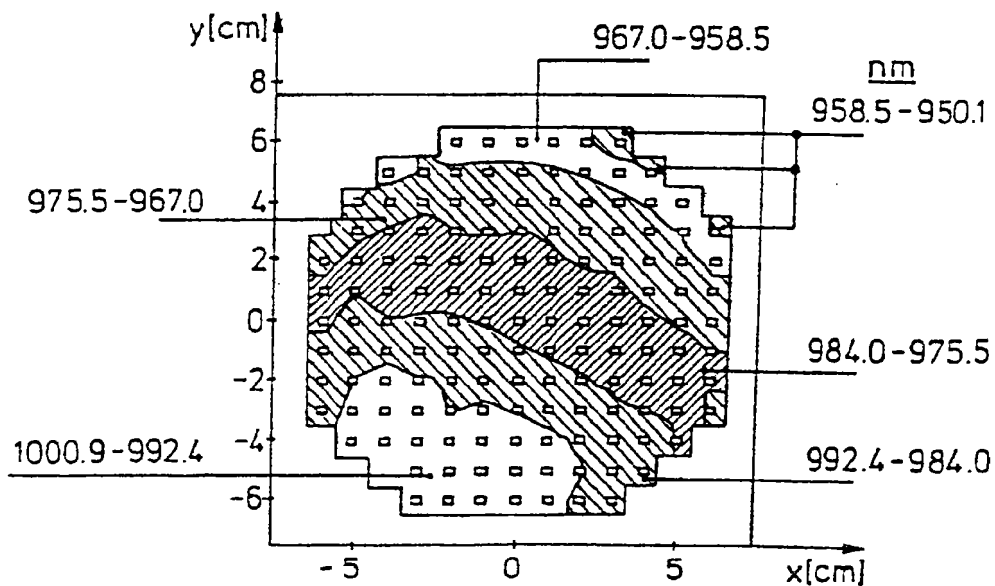


图 8

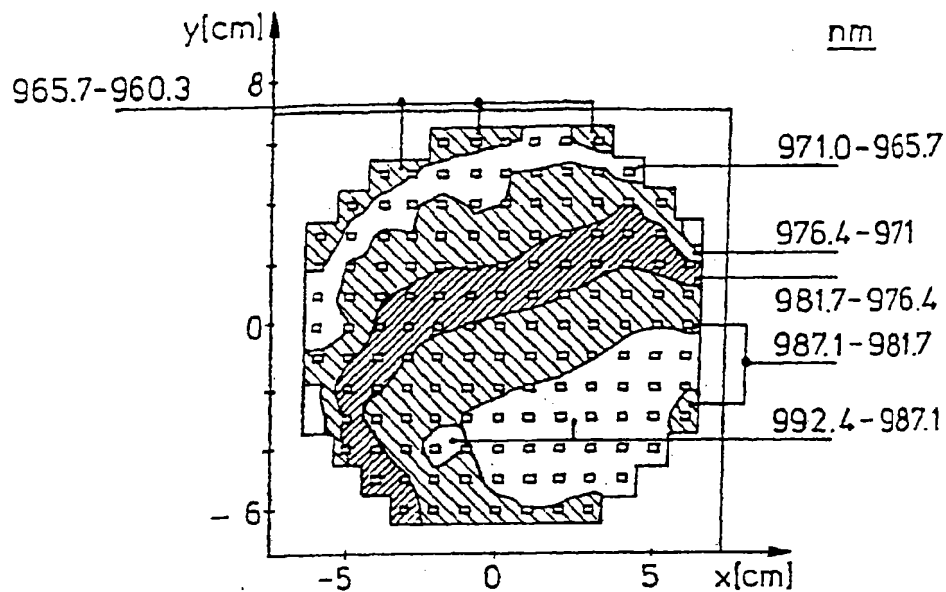


图 9

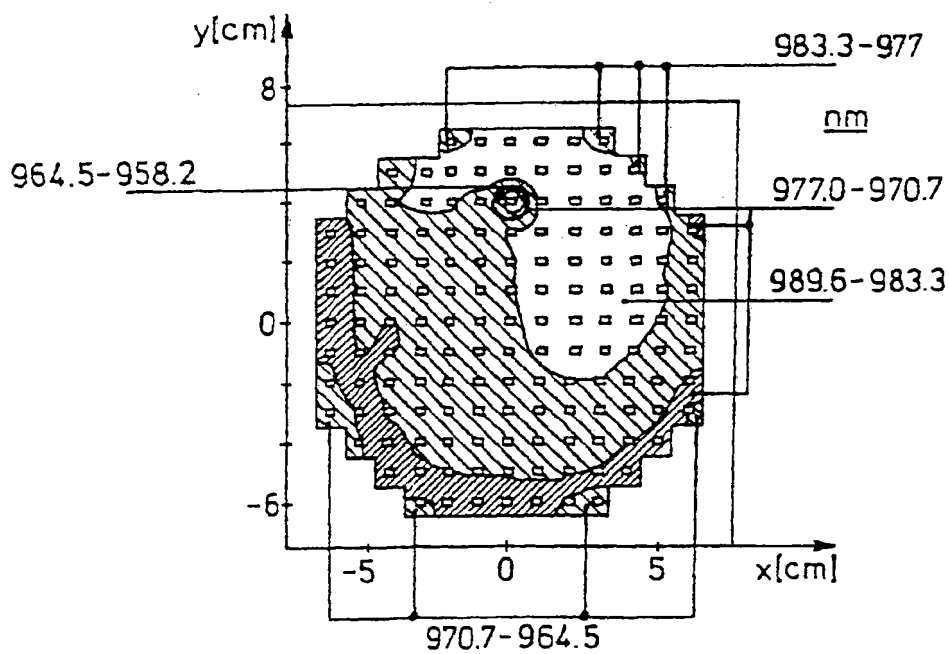


图 10

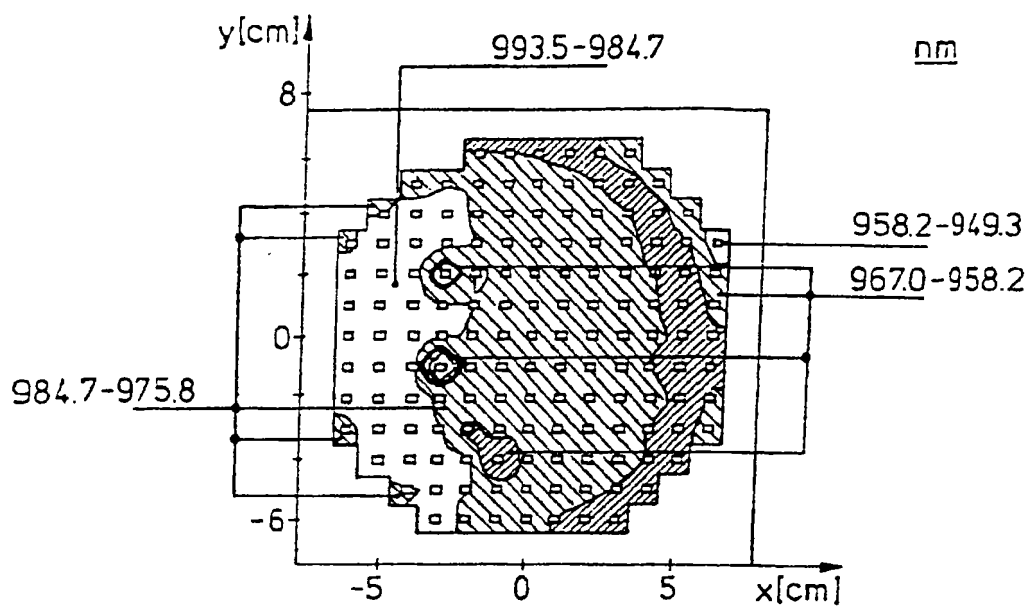


图 11

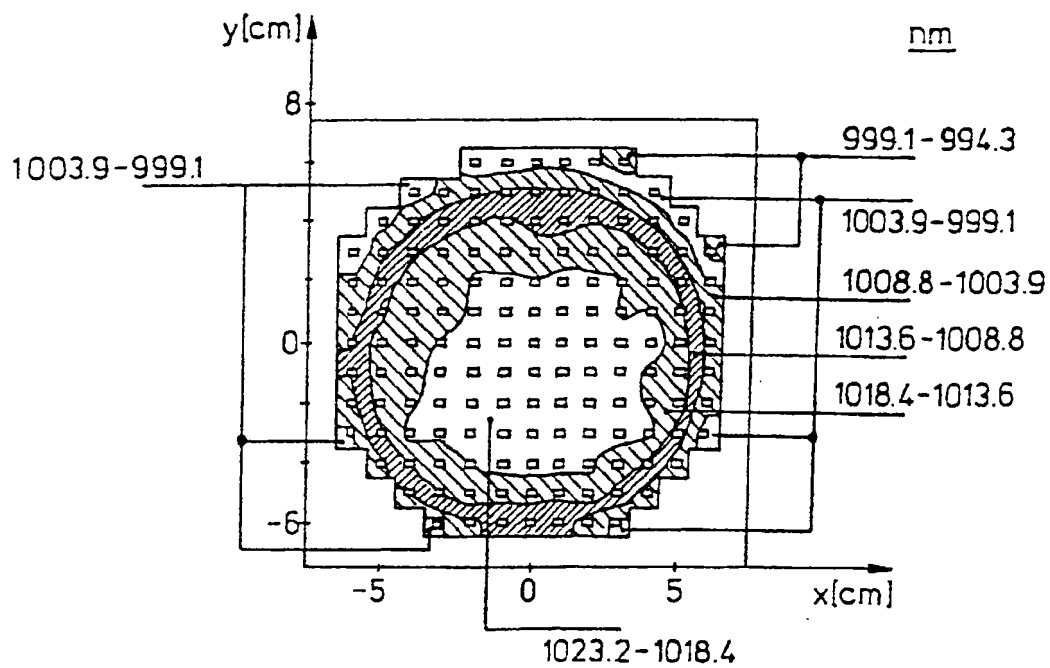


图 12

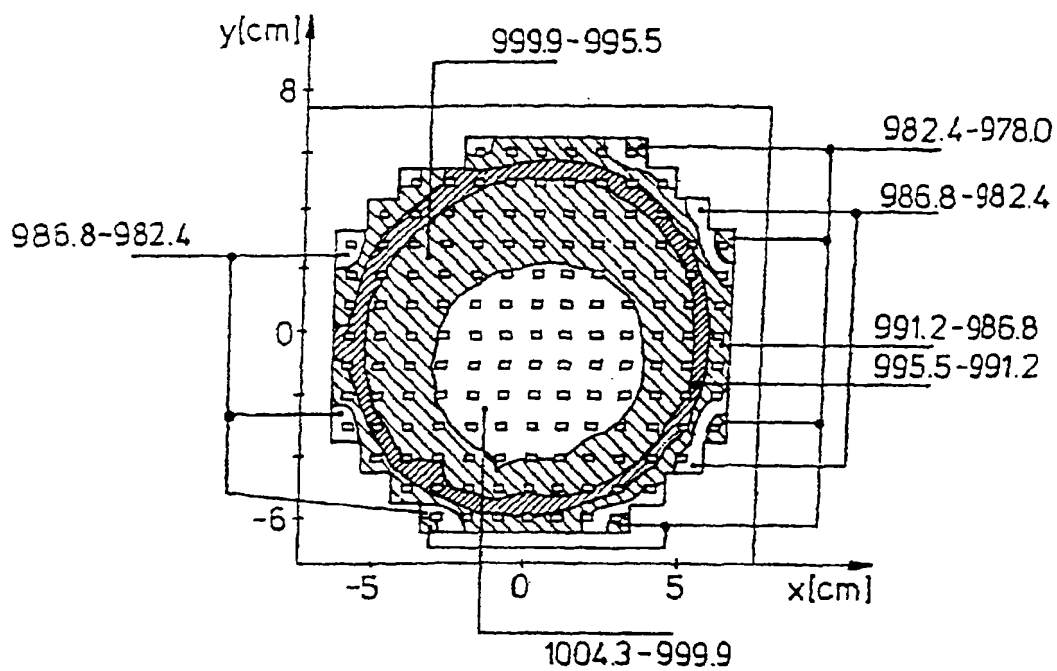


图 13

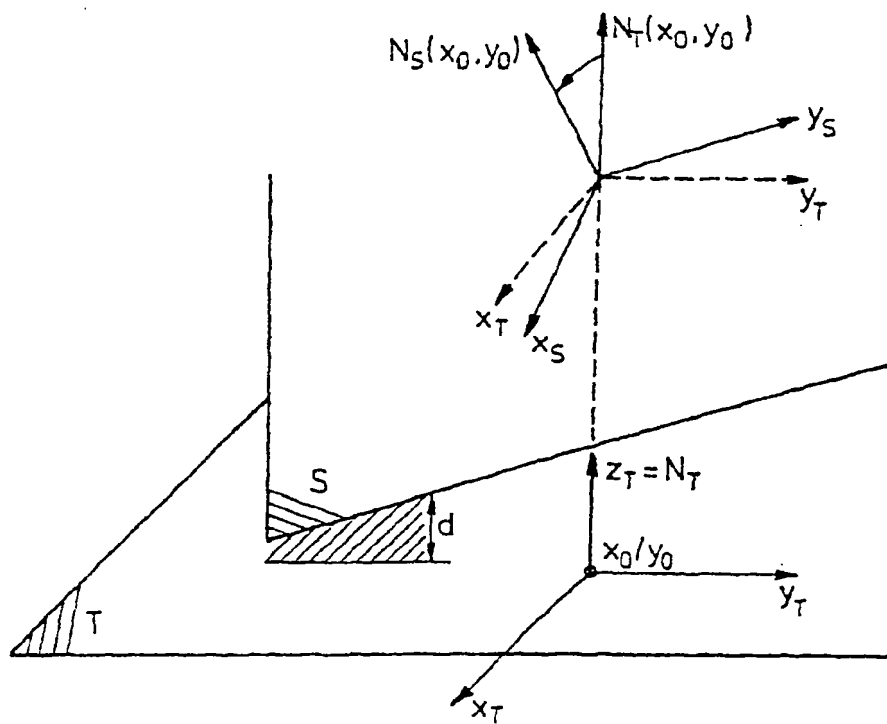


图 14