



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102867910 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201210345416. 8

G23C 14/34(2006. 01)

(22) 申请日 2007. 02. 26

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

2006-058748 2006. 03. 03 JP

2007-034686 2007. 02. 15 JP

JP 2005333106 A, 2005. 12. 02,

JP 2001181820 A, 2001. 07. 03,

US 2004244684 A1, 2004. 12. 09,

CN 1308316 A, 2001. 08. 15,

US 20060042930 A1, 2006. 03. 02,

David D. Djayaprawira, et al., 230%

(62) 分案原申请数据

200780007233. 2 2007. 02. 26

room-temperature magnetoresistance

inCoFeB/MgO/CoFeB magnetic tunnel

junctions. 《Appl. Phys. Lett. 》. 2005,

(73) 专利权人 佳能安内华股份有限公司

地址 日本神奈川县

审查员 祁恒

(72) 发明人 永峰佳纪 恒川孝二

D·D·贾亚普拉维拉 前原大树

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限

公司 11283

代理人 王凤桐 周建秋

(51) Int. Cl.

H01L 43/12(2006. 01)

H01L 43/08(2006. 01)

H01J 37/32(2006. 01)

H01J 37/34(2006. 01)

G23C 14/08(2006. 01)

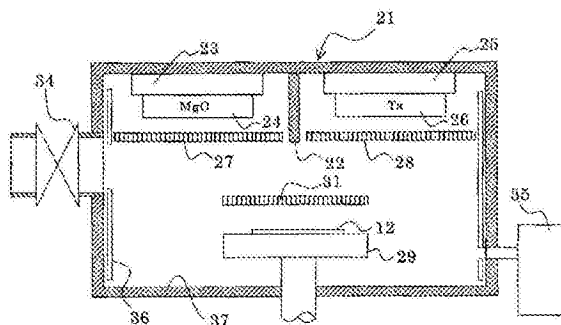
权利要求书1页 说明书16页 附图12页

(54) 发明名称

磁阻效应元件的制造方法

(57) 摘要

本发明提供了一种具有低 RA 但高 MR 比的磁阻效应元件的制造方法以及制造设备。通过在成膜成所述 MgO 层的室内设置的构件(第一成膜室 21 内部的成膜室内壁 37、遮护板 36 的内壁、隔板 22 和遮挡体等)的表面上附着有对氧和水等氧化性气体的吸气效果大的物质的成膜室内,成膜成所述 MgO 层,来制造在第一强磁性层和第二强磁性层之间具有 MgO(氧化镁)层的磁阻效应元件。吸气效果大的物质为氧气吸附能的值为 145kcal/mol 以上的物质即可,特别优选作为构成所述磁阻效应元件的物质的 Ta(钽)。



1. 一种磁阻效应元件的制造方法, 该制造方法为具有第一强磁性层、位于该第一强磁性层上的MgO层和位于该MgO层上的第二强磁性层的磁阻效应元件的制造方法, 其特征在于,

将依次层积至第一强磁性层(2)为止的基板(12), 输送至第一成膜室(21)内并保持在基板保持部(29)上, 在使用用于遮蔽基板(12)的遮挡体(31)为关闭状态来遮蔽基板(12)的状态下, 使用用于遮蔽Ti、Ta、Mg、Cr或Zr中任意一种形成的靶的遮挡体(28)为打开状态, 溅射Ti、Ta、Mg、Cr或Zr中任意一种, 在成膜室内壁(37)、防沉积遮护板(36)、用于遮蔽基板(12)的遮挡体(31)、隔板(22)的表面附着Ti、Ta、Mg、Cr或Zr中任意一种,

然后, 在第一成膜室(21)内, 使用用于遮蔽Ti、Ta、Mg、Cr或Zr中任意一种形成的靶的遮挡体(28)、遮蔽MgO靶(24)的遮挡体(27)以及用于遮蔽基板(12)的遮挡体(31)为关闭状态, 通过在MgO靶(24)上施加高频率电力, 进行预溅射,

然后, 使遮蔽MgO靶(24)的遮挡体(27)为打开状态, 在规定的时间内溅射MgO,

然后, 使用用于遮蔽基板(12)的遮挡体(31)为打开状态, 在基板(12)上成膜成MgO层(4)。

磁阻效应元件的制造方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请是申请号为200780007233.2、申请日为2007年2月26日、发明名称为“磁阻效应元件的制造方法以及制造设备”的中国发明专利申请的分案申请。

[0003] 技术区域

[0004] 本发明涉及用于MRAM(磁性随机存储器,magnetic random access memory)和磁头的传感器等的磁阻效应元件的制造方法。

背景技术

[0005] 磁阻效应元件用于MRAM(磁性随机存储器,magnetic random access memory)和磁头的传感器中。具有第一强磁性层/绝缘体层/第二强磁性层的基本结构的磁阻效应元件,通过利用第一强磁性层和第二强磁性层的磁化方向为同向平行时电阻低、为反向平行时电阻高的性质,先固定一个强磁性层的磁化方向,另一个强磁性层的磁化方向根据外部磁场而变化,从而根据电阻的变化,可以检测出外部磁场的方向。为了得到高的检测灵敏度,要求作为磁化方向为同向平行时和反向平行时的电阻的变化量的指标的MR比(磁阻比,Magnetoresistance ratio)要高。作为得到高MR比的结构,发明人已经公开了使用溅射成膜的氧化镁(以下记为MgO,但并非化学计量比为1:1)作为磁阻效应元件的绝缘体层的磁阻效应元件(例如,参照非专利文献1以及专利文献1)。

[0006] 非专利文献1:APPLIED PHYSICS LETTERS 86、092502(2005)

[0007] 专利文献1:特愿2004-259280

[0008] 为了MRAM的高密度化和磁头的高分辨率化,要求元件尺寸更小。元件尺寸小时,为了能够良好地工作,必须充分降低磁化方向为同向平行时的 $1\mu\text{m}^2$ 的电阻(以下,称为RA)。通过使绝缘体层的MgO膜的厚度变薄,可以降低磁阻效应元件的RA。但是,MgO膜的厚度变薄时,MR比大幅度降低,其结果,存在难以同时实现低RA和高MR比的问题。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种具有低RA但高MR比的磁阻效应元件的制造方法以及制造设备。

[0010] 本发明提供了一种磁阻效应元件的制造方法,该制造方法为具有第一强磁性层、位于该第一强磁性层上的MgO层和位于该MgO层上的第二强磁性层的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,

[0011] 溅射含有对氧化性气体的吸气效果比MgO大的、且在构成所述磁阻效应元件的物质中吸气效果最大的物质的靶,在成膜室的构件上附着该物质;

[0012] 在所述吸气效果最大的物质附着在所述成膜室的构件的最表面的状态下,在所述成膜室中,在所述MgO靶上施加高频率电力通过溅射法形成所述MgO层。

[0013] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,该磁阻效应元件在第一强磁性层和第二强磁性层之间具有MgO层,其特征在于,该方法依次包括形成第一强磁性层的工序、形成

MgO层的工序以及形成第二强磁性层的工序;所述形成MgO层的工序在具有构件的成膜室内进行,该构件的表面附着有对氧化性气体的吸气效果比MgO大的物质。

[0014] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,在形成所述MgO层的成膜室内,设置有一个以上的对氧化性气体的吸气效果比MgO大的物质的成膜装置;所述对氧化性气体的吸气效果比MgO大的物质通过一个以上的所述成膜装置附着到所述构件上。

[0015] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,所述对氧化性气体的吸气效果比MgO大的物质含有一种以上的形成构成所述磁阻效应元件的物质的元素。

[0016] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,该磁阻效应元件在第一强磁性层和第二强磁性层之间具有MgO层,其特征在于,该方法依次包括形成第一强磁性层的工序、形成MgO层的工序以及形成第二强磁性层的工序;所述形成MgO层的工序在具有构件的成膜室内进行,该构件的表面附着有对氧化性气体的吸气效果比构成第一强磁性层的物质大的物质。

[0017] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,在形成所述MgO层的成膜室内,设置有一个以上的对氧化性气体的吸气效果比构成第一强磁性层的物质大的物质的成膜装置;所述对氧化性气体的吸气效果比构成第一强磁性层的物质大的物质通过所述成膜装置附着到所述构件上。

[0018] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,所述对氧化性气体的吸气效果比构成第一强磁性层的物质大的物质含有一种以上的形成构成所述磁阻效应元件的物质的元素。

[0019] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,该磁阻效应元件在第一强磁性层和第二强磁性层之间具有MgO层,其特征在于,该方法依次包括形成第一强磁性层的工序、形成MgO层的工序以及形成第二强磁性层的工序;所述形成MgO层的工序在具有构件的成膜室内进行,该构件的表面附着有在构成所述磁阻效应元件的物质中对氧化性气体的吸气效果最大的物质。

[0020] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,该磁阻效应元件在第一强磁性层和第二强磁性层之间具有MgO层,其特征在于,该方法依次包括形成第一强磁性层的工序、形成MgO层的工序以及形成第二强磁性层的工序;所述形成MgO层的工序在具有构件的成膜室内进行,该构件的表面附着有氧气吸附能的值为145kcal/mol以上的物质。

[0021] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,该磁阻效应元件在第一强磁性层和第二强磁性层之间具有MgO层,其特征在于,该方法依次包括形成第一强磁性层的工序、形成MgO层的工序以及形成第二强磁性层的工序;所述形成MgO层的工序在具有构件的成膜室内进行,该构件的表面附着有含有Ta(钽)、Ti(钛)、Mg(镁)、Zr(锆)、Nb(铌)、Mo(钼)、W(钨)、Cr(铬)、Mn(锰)、Hf(铪)、V(钒)、B(硼)、Si(硅)、Al(铝)或Ge(锗)中的一种以上的金属或半导体。

[0022] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,所述形成MgO层的工序通过溅射法成膜成所述MgO层。

[0023] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,该方法包括使用通过真空管将包括第一成膜室的多个成膜室与输送室连接、能不破坏真空地在所述多个成膜室之间输送基板的设备,其特征在于,该方法包括:将对氧化性气体的吸气效果比MgO大的物质附着在所述第

一成膜室内的构件表面的第一工序;进行所述第一工序后,在所述第一成膜室内在所述基板上成膜成MgO层的第三工序;在所述第一成膜室以外的所述成膜室内,进行从所述第一工序的下一工序开始至所述第三工序之前的工序的第二工序;按照所述第一工序、所述第二工序、所述第三工序的顺序来连续地进行这些工序。

[0024] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,该方法包括通过真空管将包括第一成膜室的多个成膜室与输送室连接、能不破坏真空地在所述多个成膜室之间输送基板的设备,其特征在于,该方法包括:将氧气吸附能的值为145kcal/mol以上的物质附着在所述第一成膜室内的构件表面的第一工序;进行所述第一工序后,在所述第一成膜室内在所述基板上成膜成MgO层的第三工序;在所述第一成膜室以外的所述成膜室内,进行从所述第一工序的下一工序开始至所述第三工序之前的工序的第二工序;按照所述第一工序、所述第二工序、所述第三工序的顺序来连续地进行这些工序。

[0025] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,该方法包括使用通过真空管将包括第一成膜室的多个成膜室与输送室连接、能不破坏真空地在所述多个成膜室之间输送基板的设备,其特征在于,该方法包括:将含有Ta、Ti、Mg、Zr、Nb、Mo、W、Cr、Mn、Hf、V、B、Si、Al或Ge中的一种以上的金属或半导体附着在所述第一成膜室内的构件表面的第一工序;进行所述第一工序后,在所述第一成膜室内在所述基板上成膜成MgO层的第三工序;在所述第一成膜室以外的所述成膜室内,进行从所述第一工序的下一工序开始至所述第三工序之前的工序的第二工序;按照所述第一工序、所述第二工序、所述第三工序的顺序来连续地进行这些工序。

[0026] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,所述第一工序是将所述对氧化性气体的吸气效果大的物质附着在所述第一成膜室内的构件的表面,同时成膜于所述基板上。

[0027] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,所述第一工序与在所述第一成膜室以外的所述成膜室内、在所述基板上成膜的工序同时进行。

[0028] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,所述第三工序为通过溅射法成膜成所述MgO层。

[0029] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,该方法包括在通过真空管将包括第一成膜室的多个成膜室与输送室连接、能不破坏真空地在所述多个成膜室之间输送基板的设备中进行如下工序:将所述基板输送至所述第一成膜室,在所述第一成膜室内溅射Mg,在所述基板上成膜成Mg层,同时将Mg附着在所述第一成膜室内的构件的表面的工序;和继续在所述第一成膜室内成膜成MgO层的工序。

[0030] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造设备,其特征在于,该设备包括在成膜成MgO层的成膜室内,设置有将对氧化性气体的吸气效果比MgO大的物质附着在成膜室内的构件表面的装置。

[0031] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造设备,该磁阻效应元件在第一强磁性层和第二强磁性层之间具有MgO层,其特征在于,该设备包括在成膜成MgO层的成膜室内设置有将对氧化性气体的吸气效果比形成第一强磁性层的物质大的物质附着在所述成膜室内的构件表面的装置。

[0032] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造设备,其特征在于,所述对氧化性气体的吸气效果大的物质为在构成所述磁阻效应元件的物质中对氧化性气体的吸气效果最大的物质。

[0033] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造设备,其特征在于,在成膜成MgO层的成膜室内,设置有将氧气吸附能的值为145kcal/mol以上的物质附着在所述成膜室内的构件表面的装置。

[0034] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造设备,其特征在于,在成膜成MgO层的成膜室内,设置有将含有Ta、Ti、Mg、Zr、Nb、Mo、W、Cr、Mn、Hf、V、B、Si、Al或Ge中的一种以上的金属或半导体附着在所述成膜室内的构件表面的装置。

[0035] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造设备,其特征在于,该制造设备通过真空管将包括成膜成所述MgO层的成膜室的多个成膜室与输送室连接,能不破坏真空地在所述多个成膜室之间输送基板。

[0036] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造设备,其特征在于,所述成膜成MgO层的成膜室内设置有MgO的靶,所述靶上具有供给电力的电力供给部。

[0037] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,该磁阻效应元件在第一强磁性层和第二强磁性层之间具有MgO层,其特征在于,该方法包括形成第一强磁性层的工序、形成MgO层的工序以及形成第二强磁性层的工序;所述形成MgO层的工序在基板处于浮动电位的状态下进行。

[0038] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,该磁阻效应元件具有基板、第一强磁性层、第二强磁性层、和形成于所述第一强磁性层和所述第二强磁性层之间的MgO层,其特征在于,该方法包括在所述基板上形成第一强磁性层的工序、形成MgO层的工序以及形成第二强磁性层的工序;所述形成MgO层的工序通过将所述基板载置在连接所述基板的部分为绝缘物的基板载置台上来进行。

[0039] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,所述基板载置在喷镀有绝缘物的基板载置台上。

[0040] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,所述基板载置在由绝缘物形成的基板载置台上。

[0041] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,所述形成MgO层的工序在将掩模与所述基板分开地设置在所述基板的周边部的状态下进行。

[0042] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,该磁阻效应元件在第一强磁性层和第二强磁性层之间具有MgO层,其特征在于,该方法包括形成第一强磁性层的工序、形成MgO层的工序以及形成第二强磁性层的工序;所述形成MgO层的工序在基板和保持该基板的基板保持部为电绝缘的状态下进行。

[0043] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造方法,其特征在于,所述形成MgO层的工序在将与所述基板电绝缘的掩模设置在所述基板的周边部的状态下进行。

[0044] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造设备,该磁阻效应元件在第一强磁性层和第二强磁性层之间具有MgO层,其特征在于,在成膜成MgO层的成膜室内,设置有助于使基板处于浮动电位的状态的装置。

[0045] 另外,本发明的磁阻效应元件的制造设备,该磁阻效应元件在第一强磁性层和第二强磁性层之间具有MgO层,其特征在于,在成膜成MgO层的成膜室内,设置有助于使基板和保持该基板的基板保持部电绝缘的装置。

[0046] 在本发明的磁阻效应元件的制造方法以及制造设备中,在形成MgO层的成膜室内

部的构件的表面附着有对氧气和水等(以下,称为氧化性气体)的吸气效果大的物质的状态下,在基板上成膜成MgO层。由此,即使MgO的膜厚薄,也能得到高MR比的磁阻效应元件,其结果,可以得到低RA但高MR比的磁阻效应元件。将在MgO层的成膜中从成膜装置放出的氧气和水等氧化性气体,吸收到所述对氧气和水等氧化性气体的吸气效果大的物质中而除去,在所述成膜室内的所述气体残留少的状态下,成膜成MgO层。

[0047] 此外,当作为MgO成膜室内附着的对氧气和水等氧化性气体的吸气效果大的物质,选自构成作为对象的构成磁阻效应元件的物质时,将对氧气和水等氧化性气体的吸气效果大的物质附着在MgO成膜室内的构件的表面的装置和形成薄膜层的装置可以兼用,没必要设置附着对氧气和水等氧化性气体的吸气效果大的物质的专用装置。另外,由于可以同时完成将对氧气和水等氧化性气体的吸气效果大的物质附着在MgO成膜室内的构件的表面的工序、和形成薄膜层的工序,因此可以缩短工序。

[0048] 经各种研究后的结果发现,在构成磁阻效应元件的薄膜层中,成膜成MgO绝缘体层的工序很重要,根据成膜成MgO绝缘体层的成膜室内的构件表面附着的物质的种类的不同,对磁阻效应元件的特性的影响很大。

[0049] 进一步研究的结果还发现,成膜室内的构件表面附着的物质为对氧气和水等氧化性气体的吸气效果大的物质时,能得到低RA但高MR比的磁阻效应元件。本发明是基于上述见解而得出的。

[0050] 此外,在本发明的磁阻效应元件的制造方法以及制造设备中,通过在基板处于浮动电位的状态下、或者在基板和保持该基板的基板保持部为电绝缘的状态下形成MgO层,即使MgO的膜厚薄,也能得到高MR比的磁阻效应元件,其结果,可以得到低RA但高MR比的磁阻效应元件。

附图说明

[0051] 图1为表示第一实施例中制造的、具有MgO绝缘体层的磁阻效应元件的薄膜结构的一个例子的图;

[0052] 图2为表示本发明的第一实施例的制造设备的成膜室的结构的一个例子的平面示意图;

[0053] 图3为用于说明图2所示的制造设备的第一成膜室的内部结构的剖面图;

[0054] 图4为比较用本发明的制造方法与以往的制造方法制造的磁阻效应元件的MgO层的膜厚与MR比特性的图;

[0055] 图5为比较用本发明的制造方法与以往的制造方法制造的磁阻效应元件的MgO层的RA与MR比特性的图;

[0056] 图6为表示本发明的第二实施例中制造的具有MgO绝缘体层的磁阻效应元件的薄膜结构的一个例子的图;

[0057] 图7为表示本发明的第二实施例的制造设备的成膜室的结构的一个例子的平面示意图;

[0058] 图8为表示本发明的第三实施例中制造的具有MgO绝缘体层的磁阻效应元件的薄膜结构的一个例子的图;

[0059] 图9为本发明的第三实施例的制造设备的成膜室的结构的一个例子的平面示意

图；

[0060] 图10为在图1所示的结构的磁阻效应元件中，在基板12上刚要成膜成MgO层前，在成膜成MgO层的第一成膜室内的构件表面附着有各种物质的状态下，在基板12上成膜成MgO层并形成磁阻效应元件，测定并比较MR比的图；

[0061] 图11为表示本发明的第五实施例中制造的、具有MgO绝缘体层的磁阻效应元件的薄膜结构的一个例子的图；

[0062] 图12为用于本发明的第五实施例的制造设备的第一成膜室的内部结构的剖面图；

[0063] 图13为表示本发明的第五实施例的磁阻效应元件的MgO层的RA与MR比特性的图；

[0064] 图14为用于说明本发明的第六实施例的制造设备的第一成膜室的内部结构的剖面图；

[0065] 图15为表示本发明的第七实施例的制造设备的基板保持部附近的结构的图，(a)为表示掩模和基板接触的状态的图，(b)为表示掩模和基板分开的状态的图；

[0066] 图16为表示本发明的第七实施例的磁阻效应元件的MgO层的RA与MR比特性的图。

[0067] 附图标记说明

[0068]	2 第一强磁性层	3 第二强磁性层	4 MgO层
[0069]	5 Ru层	6 CoFe层	8 反强磁性层(PtMn)
[0070]	9 下部电极层	10 上部电极层	10a 上部电极层(Ta)
[0071]	10b 上部电极层(Ta)	10c 上部电极层(Cu)	11 防止氧化层
[0072]	12,120 基板	21 第一成膜室	22 隔板
[0073]	23 靶安装部	24 靶(MgO)	25 靶安装部
[0074]	26 靶(Ta)	27,28 遮挡体	29 基板保持部
[0075]	31 遮挡体	34 真空管	35 排真空装置
[0076]	36 防沉积遮护板	37 成膜室内壁	41 第二成膜室
[0077]	42 第三成膜室	43 输送室	44 负载锁定室
[0078]	45 卸载锁定室	46 第一Ta成膜装置	47 MgO成膜装置
[0079]	48 PtMn成膜装置	49 CoFe成膜装置	50 Ta成膜装置
[0080]	51 Ru成膜装置	52 CoFeB成膜装置	61a 第一Ta层
[0081]	61b 第二Ta层	62 CuN层	62a 第一CuN层
[0082]	62b 第二CuN层	64,640 下部电极层	65 CuN成膜装置
[0083]	66 Mg层	67 Mg成膜装置	68 基底层(Ta)
[0084]	69 基底层(Ru)	80 反强磁性层(IrMn)	
[0085]	290 基板载置台	295 掩模。	

具体实施方式

[0086] 参照图1、图2以及图3，说明本发明的第一实施例。图1为表示第一实施例中制造的、具有MgO绝缘体层的磁阻效应元件的薄膜结构的一个例子的图。

[0087] 图1中，在表面形成有SiO₂(二氧化硅)的Si(硅)基板12上，层积有：由Ta(钽)形成的下部电极层9(膜厚10nm)、由PtMn(铂锰)形成的反强磁性层8(膜厚15nm)、CoFe(钴铁)层6(膜厚2.5nm)、Ru(钌)层5(膜厚0.85nm)、由CoFeB(钴铁硼)形成的第一强磁性层2(膜厚

3nm)、由MgO(氧化镁)形成的绝缘体层4(膜厚1.0nm)、由CoFeB(钴铁硼)形成的第二强磁性层3(膜厚3nm)、由Ta(钽)形成的上部电极层10(膜厚10nm)、用于防止氧化的Ru层11(膜厚7nm)。

[0088] 然后,通过图2说明本发明的制造设备。图2为表示本发明的第一实施例的制造设备的成膜室的结构的一个例子的平面示意图,具有能够各自排真空的输送室43、负载锁定室(load lock chamber)44、卸载锁定室(unload lock chamber)45、第一成膜室21、第二成膜室41、第三成膜室42。负载锁定室44、卸载锁定室45通过真空管与输送室43连接,由此,基板可以出入于大气压的外部空间和真空的设备内的空间。此外,第一成膜室21、第二成膜室41以及第三成膜室42通过真空管与输送室43连接。由此,可以在维持真空状态下,在各个成膜室之间相互输送。

[0089] 在各个成膜室中设置有用形成所述磁阻效应元件的所述各层的成膜装置。即,在第一成膜室21中设置有第一Ta成膜装置46以及MgO成膜装置47,在第二成膜室41中设置有PtMn成膜装置48、CoFe成膜装置49以及第二Ta成膜装置50,在第三成膜室42中设置有Ru成膜装置51以及CoFeB成膜装置52。在不暴露于大气的条件下将基板在各个成膜室之间输送,通过形成所述磁阻效应元件的所述各层的成膜装置来依次成膜。

[0090] 图3为用于说明图2所示的制造设备的第一成膜室的内部结构的剖面图。第二成膜室、第三成膜室的内部结构,除各自用不同的物质来成膜以外,与第一成膜室相同。本实施例的成膜装置中采用溅射法。第一成膜室21通过真空管34与输送室连接,通过关闭真空管34来保持内部的气密性。在第一成膜室21的下部,设置有保持基板30的基板保持部29。基板保持部29的表面被由氮化铝形成的绝缘体所覆盖。

[0091] 各个成膜装置以作为成膜物质的靶和靶的电力供给部为主要元件。在第一成膜室21的上部,将由MgO形成的靶24安装在靶安装部23上。另外,通过隔板22来分区,将由Ta形成的靶26安装在靶安装部25上。来自高频率电源(图中未示出)的高频率电力通过靶安装部23、25供给到靶24(MgO)以及靶26(Ta)。

[0092] 此外,具有遮蔽靶24(MgO)的遮挡体(shutter)27、遮蔽靶26(Ta)的遮挡体28,通过遮挡体31来遮蔽基板12。各个遮挡体27、28、31,与靶24(MgO)或靶26(Ta)的溅射相应,构成可以各自从图示的位置移除。第一成膜室21上设置有圆筒形的防沉积遮护板(deposition-preventive shield)36,以覆盖成膜室内壁37的侧面。以下,将成膜室内壁、防沉积遮护板、遮挡体、隔板等称为构件。

[0093] 在第一成膜室21的下方,设置有用将成膜室21内排真空的排真空装置35。

[0094] 然后,对于按照本发明的第一实施例将图1所示的磁阻效应元件的一个例子进行成膜处理的方法,参照图2进行说明。

[0095] 为了由Ta成膜成下部电极层9,将表面形成有SiO₂(二氧化硅)的Si(硅)基板12搬入第一成膜室21中,保持在保持部29上。保持部29的表面用由氮化铝形成的绝缘物来覆盖,基板12在电浮动的状态下保持。成膜前的第一成膜室21排气至背景(background)压力为10⁻⁷Pa以下,向第一成膜室21内导入Ar(氩),达到规定的压力,使遮挡体27、遮挡体28以及遮挡体31为关闭状态,在Ta靶26上施加高频率电力,进行Ta的预溅射。然后,使遮挡体31、遮挡体28为打开状态,通过在Ta靶26上施加高频率电力,在基板12上形成Ta膜。此时,同时在作为第一成膜室21内部的构件的成膜室内壁37、防沉积遮护板36的内壁、隔板22和遮挡体

等的一部分上,附着来自Ta靶26的溅射的Ta。来自Ta靶的溅射粒子附着的区域,随着靶的位置和形状、成膜室内的构件的位置和形状、成膜条件等而不同。在溅射规定的时间后,使遮挡体31为关闭状态,关闭施加在Ta靶26上的高频率电力。

[0096] 从第一成膜室21中搬出成膜有Ta下部电极层9的基板12,输送至设置有PtMn的成膜装置48以及CoFe成膜装置49的第二成膜室41内,保持在保持部上。用PtMn成膜装置48,在基板上形成PtMn层8,然后,用CoFe成膜装置49,形成CoFe层6。然后,从第二成膜室41中搬出基板12,输送至设置有Ru成膜装置51以及CoFeB成膜装置52的第三成膜室42中,保持在保持部上。用Ru成膜装置51,在基板上形成Ru层5,然后用CoFeB成膜装置52,形成由CoFeB形成的第一强磁性层2。由此,依次形成了图1所示的PtMn反强磁性层8、CoFe强磁性层6、Ru层5、CoFeB强磁性层2。此外,成膜前的各个成膜室内的背景压力为 10^{-7} Pa以下。

[0097] 然后,为了成膜成MgO层4,再次将层积了图1的第一强磁性层2的基板12输送到第一成膜室21内,保持在基板保持部29上。此时,第一成膜室21内的构件的表面为最表面附着有Ta的状态,该Ta为在基板上形成Ta层的工序中溅射的Ta。在这样的成膜室内,通过MgO成膜装置47在基板12上溅射成膜成MgO层。使遮挡体28、遮挡体27以及遮挡体31为关闭状态,通过在MgO靶24上施加高频率电力,进行MgO的预溅射。然后,使遮挡体27为打开状态,在规定的时间内溅射MgO。然后,使遮挡体31为打开状态,在基板12上成膜成MgO层4。

[0098] 从第一成膜室21中搬出基板12,移动至设置有CoFeB成膜装置52的第三成膜室42内,形成由CoFeB形成的第二强磁性层3。然后再次将基板12搬入配置有第一Ta成膜装置46的第一成膜室21内,形成Ta上部电极层10。然后,移动至设置有Ru成膜装置51的第三成膜室42内,形成Ru防止氧化层11。这样形成的图1所示的磁阻效应元件,即使MgO层的膜厚薄,也能够得到高MR比的良好特性。其结果,能够得到低RA但高MR比的磁阻效应元件。

[0099] 在本发明的第一实施例中,在设置有MgO的成膜装置的第一成膜室内,设置有在构成磁阻效应元件的物质中对氧化性气体的吸气效果最大的物质(在本实施例中为Ta)的成膜装置,在成膜成MgO膜的第一成膜室内,仅成膜成在构成磁阻效应元件的物质中对氧化性气体的吸气效果最大的物质(在本实施例中为Ta)膜与MgO膜。另外,形成MgO层的成膜室内的构件的表面附着的Ta对氧化性气体的吸气效果,比MgO和形成第一强磁性层的CoFeB对氧化性气体的吸气效果大。

[0100] 图4为比较用本发明的制造方法与以往的制造方法制造的磁阻效应元件的MgO层的膜厚与MR比特性的图,图5为比较用本发明的制造方法与以往的制造方法制造的磁阻效应元件的MgO层的RA与MR比特性的图。在以往的方法中,使用在第二成膜室41中设置的第二Ta成膜装置50来形成Ta下部电极层以及Ta上部电极层。在以往的方法中,在成膜成MgO层的第一成膜室内的构件的表面附着有MgO的成膜室内,成膜成MgO层。

[0101] 图4中,用方形(□)表示在附着有Ta的成膜室内成膜成MgO层的本发明的制造方法制造的磁阻效应元件的MgO膜厚与MR比特性,用涂黑的菱形(◆)表示在未附着Ta的情况下成膜成MgO层的以往的制造方法制造的磁阻效应元件的MgO膜厚与MR比特性。在以往的制造方法中,随着MgO层的膜厚变薄,MR比降低;根据本发明的制造方法,即使MgO层的膜厚薄至0.9nm,也能得到高MR比的磁阻效应元件。

[0102] 在图5中也同样,用方形(□)表示通过本发明的制造方法制造的磁阻效应元件的RA与MR比特性,用涂黑的菱形(◆)表示通过以往的制造方法制造的磁阻效应元件的RA与MR

比特性。在以往的制造方法中,RA约 $150\ \Omega\ \mu\text{m}^2$ 时的MR比不足50%,但是,根据本发明的制造方法,RA约 $2\ \Omega\ \mu\text{m}^2$ 时的MR比能达到130%,能够得到低RA且高MR比的磁阻效应元件。

[0103] 根据本发明的第一实施方式,对MgO进行成膜时的成膜室内的构件的表面用对氧化性气体的吸气效果大的Ta来覆盖,由于具有对MgO进行成膜时放出的氧化性气体的吸气效果,可以防止强磁性层2的表面的氧化和成膜后的MgO层4的膜质的劣化。

[0104] 在以往的制造方法以及本发明的制造方法中,磁阻效应元件的各个薄膜层,在排真空至背景压力为 10^{-7}Pa 以下的成膜室内形成。未在MgO成膜室内的构件表面覆盖作为对氧化性气体的吸气效果大的物质的Ta时,即使使背景压力为 10^{-7}Pa ,成膜成MgO绝缘体层,形成磁阻效应元件,MgO膜的厚度薄时的MR比的降低也得不到改善。MgO为易吸附水的潮解性的物质,MgO的烧结体为多孔的物质,因此,MgO靶可以吸附氧气和水等氧化性气体。即使进行排气使背景压力至 10^{-7}Pa ,靶上吸附的氧化性气体不容易排出,开始MgO的溅射时,同时来自于受到离子轰击的MgO靶的氧化性气体放出到MgO成膜中的成膜空间内。因此,发生了处理基板上形成的强磁性层的表面的氧化和成膜后的MgO绝缘体层的膜质的劣化,使磁阻效应元件的特性变差。

[0105] 对氧气和水等氧化性气体的吸气效果大的物质,并不限定于Ta,也可以为Ti、Mg、Zr、Nb、Mo、W、Cr、Mn、Hf、V、B、Si、Al或Ge等。此外,也可以为由对氧化性气体的吸气效果大的两种以上的物质形成的合金。

[0106] 在上述的实施方式中,MgO的成膜室内附着的对氧化性气体的吸气效果大的物质,可以使用与构成磁阻效应元件的下部电极层9以及上部电极层10相同的物质(Ta),将对氧化性气体的吸气效果大的物质(Ta)附着在MgO成膜室内的工序,可以在进行Ta下部电极层9以及Ta上部电极层10的成膜工序时同时完成,没必要再特别设置用于将对氧化性气体的吸气效果大的物质(Ta)附着在MgO成膜室内的工序。此外,由于在该第一实施例中,将构成磁阻效应元件的下部电极层9以及上部电极层10的两者的Ta,在成膜成MgO的第一成膜室21中进行成膜,因此,在MgO成膜室内Ta比较厚且占有广阔的区域,可以得到大的吸气效果。

[0107] 而且,在第一实施例中,还可以在刚成膜成MgO层4前,插入在第一成膜室21内的构件表面附着Ta的工序。通过插入这样的工序,可以在形成构成磁阻效应元件的Ta层的工序中,在第一成膜室21内的构件表面附着Ta,而且由于可以附着Ta,可以增大成膜室21内的构件表面附着的Ta的厚度和Ta附着的区域。而且由于可以在刚形成MgO层的工序前在成膜室内附着Ta,因此可以得到对MgO膜的成膜时放出的氧化性气体的高的吸气效果。

[0108] 另外,基板12在第一成膜室21外时(例如,第一强磁性层2的成膜处理中等),也可以进行利用设置在第一成膜室21内的Ta成膜装置,使遮挡体31为关闭状态,溅射Ta,在成膜室21内的构件的表面附着Ta的工序。由此,可以使成膜室21内的构件的表面附着的Ta的厚度变厚,可以扩大附着的区域,因此,可以增大对MgO膜的成膜时放出的氧化性气体的吸气效果。而且,由于该工序与基板的成膜工序同时进行,因此具有不增加完成工序时间的优点。另外,也可以代替使遮挡体31为关闭状态的工作,通过将样品基板载置在基板保持部上,来进行在该成膜室21内的构件的表面附着Ta的溅射工序。

[0109] 然后,参照图6以及图7来说明第二实施例。

[0110] 图6为表示本发明的第二实施例的具有MgO绝缘体层的磁阻效应元件的薄膜结构的一个例子的图。代替图1的下部电极层9,图6中形成了下部电极部64。下部电极部64由第

一Ta层61a、CuN层62、第二Ta层61b组成。磁阻效应元件的其它部分的薄膜结构与第一实施例的图1相同。

[0111] 图7为本发明的第二实施例中使用的制造装置的示意图。图7为在第一实施例中使用的图2的制造装置中,在第一成膜室内新设有CuN成膜装置65。即,第二实施例的制造装置的特征在于,在具有成膜成MgO的成膜装置的第一成膜室内,同时设置有对氧化性气体的吸气效果大的物质的成膜装置(Ta)和对氧化性气体的吸气效果小的物质的成膜装置(CuN)。

[0112] 然后,按照本发明的制造设备以及制造方法的第二实施例来对磁阻效应元件的一个例子进行成膜处理的方法,通过图6以及图7进行说明。

[0113] 为了在形成有SiO₂的Si基板12上成膜成下部电极部64的第一Ta层61a(参照图6),在设置有第一Ta成膜装置46的第一成膜室21内进行成膜。此时,同时在作为第一成膜室21内的构件的成膜室内壁37、防沉积遮护板36、隔板22和遮挡体等的表面的一部分上,附着Ta。然后,使用第一成膜室21内设置的CuN成膜装置62,成膜成下部电极部64的CuN层62(参照图6)。此时,同时,在第一成膜室21内附着溅射的CuN。然后,为了成膜成下部电极部64的第二Ta层61b(参照图6),使用设置有第一成膜室21的第一Ta成膜装置46,在基板12上对Ta进行成膜。此时,同时,在第一成膜室21内的构件的最表面,附着作为对氧化性气体的吸气效果大的物质的Ta。然后,与实施例1相同,将成膜有Ta下部电极部64的基板12从第一成膜室21中搬出,依次移动到设置有PtMn以及CoFe的各个成膜装置的第二成膜室41、设置有Ru以及CoFeB的各个成膜装置的第三成膜室42,依次成膜成如图1所示的PtMn反强磁性层8、CoFe层6、Ru层5、由CoFeB形成的第一强磁性层2。此外,成膜前的各个成膜室内的背景压力为10⁻⁷Pa以下。

[0114] 然后,将基板12搬入第一成膜室21内,通过MgO成膜装置47溅射成膜成MgO膜。成膜成MgO层4时,第一成膜室21的内部为对氧化性气体的吸气效果大的Ta附着在表面的状态。

[0115] 然后,将成膜成MgO层4的基板12移动至设置有CoFeB成膜装置的第三成膜室42内,成膜成由CoFeB形成的第二强磁性层3。然后,为了成膜成上部电极层10,再次输送至第一成膜室21内,通过第一Ta成膜装置在基板上对Ta进行成膜。最后,将基板移动至第三成膜室42内,通过Ru成膜装置51成膜成Ru层11,形成具有图6所示的薄膜结构的磁阻效应元件。

[0116] 在本发明的第二实施例中,在对MgO进行成膜的第一成膜室内,在形成构成本实施例的磁阻效应元件的薄膜层的物质中,同时设置有对氧化性气体的吸气效果最大的物质(本实施例中为Ta)的成膜装置和对氧化性气体的吸气效果更小的物质(本实施例中为CuN)的成膜装置。然后,在第一成膜室内的构件表面附着对氧化性气体的吸气效果更小的物质后,附着对氧化性气体的吸气效果大的物质,在第一成膜室内,在附着有对氧化性气体的吸气效果大的物质的状态下,成膜成MgO膜。

[0117] 由此形成的图6所示的磁阻效应元件,即使MgO层的膜厚薄,也能够得到高MR比的良好特性。其结果,能够得到低RA但高MR比的磁阻效应元件。而且,由于可以在一个成膜室内连续形成第一Ta层、CuN层、第二Ta层,因此可以省略基板输送,缩短工序时间。

[0118] 在本发明的第二实施例中,在成膜成MgO层的第一成膜室内,具有对氧化性气体的吸气效果小的物质的成膜装置、与将对氧化性气体的吸气效果大的物质附着在成膜室内的构件表面的装置,具有附着对氧化性气体的吸气效果小的物质后,将对氧化性气体的吸气效果大的物质(本实施例中为Ta)附着在对MgO进行成膜前的成膜室内的构件表面的工序,

使得在刚要成膜成MgO层前的成膜室内的构件表面附着有对氧化性气体的吸气效果大的物质。

[0119] 在本发明的第二实施例中,在成膜成MgO层的成膜室内,设置有MgO膜的成膜装置、Ta的成膜装置以及CuN的成膜装置。在通过这些成膜装置附着的物质中,对氧化性气体的吸气效果,Ta最大。另外,在形成MgO层的成膜室内的构件的表面附着的Ta对氧化性气体的吸气效果,比MgO和形成第一强磁性层的CoFeB对氧化性气体的吸气效果更大。

[0120] 然后,参照图8以及图9来说明第三实施例。

[0121] 图8为表示本发明的第三实施例的具有MgO绝缘体层的磁阻效应元件的薄膜结构的一个例子的图。在本第三实施例中,如图8所示,在图1的磁阻效应元件的薄膜结构中,在MgO层4的下层设置有Mg层66。

[0122] 图9为第三实施例中使用的制造设备的示意图。图9的第三实施例中使用的制造设备为,在第一实施例中使用的制造设备中,在第一成膜室中新设有Mg的成膜装置67。

[0123] 将表面形成有SiO₂的Si基板12,搬入第一成膜室21中,在基板12上形成由Ta形成的下部电极层9。此时,同时在第一成膜室21内部的成膜室内壁37、防沉积遮护板36、隔板22和遮挡体等的一部分上,附着来自于Ta靶26的溅射的Ta。

[0124] 然后,将基板12依次移动至设置有PtMn以及CoFe的各个成膜装置的第二成膜室41、设置有Ru以及CoFeB的各个成膜装置的第三成膜室42内,依次成膜成图9所示的PtMn反强磁性层8、CoFe层6、Ru层5、由CoFeB形成的第一强磁性层2。

[0125] 此外,排气至各个成膜室内的背景压力为 10^{-7} Pa以下为止,进行成膜成各个薄膜层。

[0126] 将依次层积至强磁性层2为止的基板12再次搬入第一成膜室21内,溅射Mg成膜装置67的Mg靶,成膜成Mg层66。此时,同时在第一成膜室21内部的成膜室内壁37、防沉积遮护板36、隔板22和遮挡体等的一部分上,附着来自于Mg靶的溅射的Mg。Mg为对氧化性气体的吸气效果大的物质,为对氧气和水等的吸气作用大的物质。在成膜室内在该状态下,溅射MgO成膜装置47的MgO靶,在基板12上溅射成膜成MgO层4。

[0127] 将成膜至MgO层4为止的基板12移动至第三成膜室42内,成膜成由CoFeB形成的第二强磁性层3。然后,再次将基板移动至第一成膜室21内,成膜成Ta上部电极层10。然后,移动至第三成膜室42内,成膜成Ru层。这样,形成了具有图8所示的薄膜结构的磁阻效应元件。

[0128] 这样形成的磁阻效应元件,即使MgO的膜厚薄,也能得到高MR比的良好特性,其结果,可以得到低RA但高MR比的磁阻效应元件。

[0129] 在本实施例中,对MgO进行成膜的第一成膜室内的构件表面附着的对氧化性气体的吸气效果大的物质为Mg。

[0130] 由于MgO层为在形成Mg层后继续成膜而成的,在刚对MgO进行成膜前,Mg附着在第一成膜室内的构件表面,因此,本实施例中的对MgO进行成膜的第一成膜室内的构件表面附着的Mg能得到高的吸气效果。对氧化性气体的吸气效果的大小,也随着物质的表面状态的不同而变化,由于Mg膜附着在刚要成膜成MgO层前的成膜室内的构件表面,附着的Mg膜的表面为清洁的状态,能够得到更高的吸气效果。

[0131] 在形成MgO层的成膜室内形成Mg层、且形成Ta层的本实施例中,由于作为对氧化性气体的吸气效果大的物质的Mg和Ta附着在MgO成膜室内的构件表面,因此,对氧化性气体的

吸气效果大的物质可以更厚、更广阔地附着,因此具有更好的效果。但是,并不是必须在MgO成膜室内形成Ta电极层,可以在MgO的成膜室内只形成Mg层,在与成膜成MgO层的成膜室不同的成膜室内形成Ta层,也具有效果。

[0132] 然后,用图10来说明第四实施例。图10为在图1所示的结构磁阻效应元件中,在基板12上刚要成膜成MgO层前,在成膜成MgO层的第一成膜室内的构件表面附着有各种物质的状态下,在基板12上成膜成MgO层并形成磁阻效应元件,测定并比较MR比的图。

[0133] 作为在成膜成MgO的第一成膜室内的构件表面附着的物质,采用Ti为例来说明实施的方法。在第一成膜室内,除MgO成膜装置、Ta成膜装置以外,设置有Ti成膜装置。在基板12上依次层积到第一强磁性层2为止。在Ta下部电极层的形成时,在第一成膜室内的构件表面附着Ta。在刚成膜成MgO层4前,在第一成膜室21内插入附着Ti的工序。即,将依次层积至第一强磁性层2为止的基板12,输送至第一成膜室21内并保持在基板保持部29上,在使遮挡体31为关闭状态来遮蔽基板12的状态下,使Ti靶的遮挡体为打开状态,溅射Ti,在成膜室内壁37、防沉积遮护板36、遮挡体、隔板22等的表面附着Ti。然后,在该状态下,与第一实施例相同,在基板12上成膜成MgO层4。以下,与第一实施例相同,层积薄膜,形成磁阻效应元件。

[0134] 这样,在各种物质附着在成膜室内的构件表面的状态下,成膜成MgO层,形成磁阻效应元件,测定MR比。其结果,在附着MgO并溅射成膜成MgO层时,MR比为约50%,与此相对,在附着CuN、CoFe、Ru、CoFeB并溅射成膜成MgO层时,得到MR比约为70%~130%的值。在附着Ta、Ti、Mg、Cr、Zr并溅射成膜成MgO层时,得到MR比约为190%~210%的高的值。作为在对MgO进行成膜的成膜室内的构件表面附着的物质,只要是比MgO的吸气效果更大的物质,就具有改善元件特性的效果。而且,优选情况下,作为对MgO进行成膜的成膜室内的构件表面附着的物质,除了本发明第一、第二实施例的Ta、第三实施例的Mg以外,若适当选择Ti、Cr、Zr等,改善元件特性的效果好。

[0135] 对氧化性气体的吸气效果的大小,可以以该物质的氧气吸附能的值为指标进行比较。另一方面,作为MR比为高的值的Ti、Ta、Mg、Cr、Zr的氧气吸附能的值比145kcal/mol大。通过在MgO成膜室内的构件的表面附着氧气吸附能的值比145kcal/mol大的对氧化性气体的吸气效果好的物质,可以将MgO成膜时放出的氧化性气体,充分地吸附在MgO成膜室内的构件的表面。由此,能够形成强磁性层的表面的氧化和成膜后的MgO绝缘体层的膜质的劣化小的磁阻效应元件。

[0136] 由此,在对氧化性气体的吸气效果大的物质附着在成膜室内部的构件表面的状态下,进行绝缘体层MgO膜的成膜,形成磁阻效应元件时,能够得到低RA但高MR比的良好设备特性。因此,即使是本实施例的Ta、Ti、Mg、Cr、Zr以外的物质,只要是对氧化性气体的吸气效果大的物质,就能充分地吸附在MgO层的成膜处理中放出的氧气和水等氧化性气体,得到低RA但高MR比的磁阻效应元件。例如,氧气吸附能的值比145kcal/mol大的Nb、Mo、W、Mn、Hf、V、B、Si、Al、Ge等也具有效果。

[0137] 另外,对MgO进行成膜的成膜室的内壁上附着的物质主要含有对氧化性气体的吸气效果大的物质即可。

[0138] 在MgO成膜室内的构件表面上附着的物质不是构成磁阻效应元件的物质中的对所述氧化性气体的吸气效果大的物质时,可以适当选择所述对氧化性气体的吸气效果大的物质,在MgO成膜室内设置其成膜装置。

[0139] 另外,通过使MgO成膜室内的构件表面上附着的物质为氧气吸附能的值为145kcal/mol以上的物质,可以将MgO成膜时放出的氧气和水等氧化性气体,充分地吸附在MgO成膜室内的构件的表面。

[0140] 在MgO成膜室内进行附着的时间,更优选在刚对MgO进行成膜前。对氧化性气体的吸气效果的大小,随着物质的表面状态的不同而变化,表面为清洁的状态时,能够得到高的吸气效果。

[0141] 附着在MgO成膜室内的物质优选为Ta、Ti、Mg、Zr、Nb、Mo、W、Cr、Mn、Hf、V、B、Si、Al或Ge。

[0142] 附着在MgO成膜室内的物质,只要是形成构成作为对象的磁阻效应元件的薄膜层的物质,就将在MgO成膜室内进行附着的装置和形成薄膜层的装置兼用,工序也可以同时进行,因此,可以使装置紧密化,并缩短工序。

[0143] 然后,参照图11至图13,说明第五实施例。图11为表示本发明的第四实施例中制造的、具有MgO层的磁阻效应元件的薄膜结构的一个例子的图,图12为用于说明本发明的第四实施例的制造设备的第一成膜室的内部结构的剖面图,图13为表示本发明的第四实施例的磁阻效应元件的MgO层的RA与MR比特性的图。此外,关于具有与图1、图3、图6以及图8本质上相同的功能以及相同的结构的部件,用相同的附图标记进行说明,关于相同的部分,不作详细的说明。

[0144] 如图11所示,本实施例中制造的具有MgO层的磁阻效应元件的薄膜结构为,在表面形成有Th-Ox(单层热氧化膜)的Si(硅)基板120上,层积有:由第一Ta层61a(膜厚5.0nm)、第一CuN层62a(膜厚20nm)、第二Ta层61b(膜厚3.0nm)和第二CuN层62b(膜厚20nm)组成的下部电极部640;由Ta层68(膜厚3.0nm)以及Ru层69(膜厚5.0nm)组成的基底层;由IrMn(铱锰)形成的反强磁性层80(膜厚7.0nm);CoFe层6(膜厚2.5nm);Ru层5(膜厚0.85nm);由CoFeB形成的第一强磁性层2(膜厚3.0nm);由MgO形成的绝缘体层4(膜厚1.0nm);由CoFeB形成的第二强磁性层3(膜厚3.0nm);由Ta层10a(膜厚8.0nm)、Cu层10c(膜厚30nm)与Ta层10b(膜厚5.0nm)组成的上部电极层;用于防止氧化的Ru层11(膜厚7.0nm)。另外,由Ta层68以及Ru层69组成的基底层,可以用于使反强磁性层进行结晶生长。

[0145] 本实施例的具有MgO层的磁阻效应元件的制造设备由与图2或图7所示的成膜设备基本相同的结构组成,但是,关于该第一成膜室21,其结构如图12所示。在第一实施例中,说明了基板保持部29的表面用由氮化铝(AlN)形成的绝缘体来覆盖,但是,在本实施例的制造设备中,在基板保持部29和基板12之间设置有基板载置台290,其特征在于,将基板12直接载置在该基板载置台290上。基板载置台290,至少在基板保持部29和基板12接触的部分为可绝缘的结构即可,例如,可以在不锈钢制板的表面喷镀Al₂O₃(氧化铝)等绝缘物来构成基板载置台290,也可以通过使基板载置台290自身为绝缘体来构成。这样,基板12为完全的电浮动的状态(浮动状态),即基板12形成浮动电位。另外,基板12与基板载置台290或基板保持部29为电绝缘状态即可。此外,关于本实施例的基板保持部29自身的表面,也可以不用绝缘体进行覆盖。

[0146] 在此,为了使基板12形成浮动电位,除了如上所述的使基板12与基板载置台290绝缘以外,也可以通过例如使基板载置台290和基板保持部29绝缘、使基板保持部29和接地绝缘等的方法来实现,只要使基板12和接地之间的任意的部分绝缘即可。此外,作为绝缘方法

的一个例子有以下各种方法:插入绝缘体、基板载置台290或基板保持部29等的构件自身由绝缘体构成、仅在所述绝缘的部分(接触部分)用绝缘物来构成、或者使所述绝缘的部分分开。

[0147] 本实施例的具有MgO层的磁阻效应元件的制造方法,如上所述,其特征在于,使基板保持部29和基板12绝缘,使基板12在完全电浮动的状态(浮动状态)下,成膜成MgO层4。此外,在形成MgO层4的第一成膜室21内部的构件的表面附着有对氧化性气体的吸气效果大的物质(Ta等)的状态下,在基板12上成膜成MgO层4的工序的其它的成膜工序,与已经说明过的实施例相同,不作详细的说明。

[0148] 在不锈钢板的表面喷镀Al₂O₃形成基板载置台290时,喷镀约0.2mm厚的Al₂O₃时,基板12成为浮动状态。另外,通过用基板载置台290自身为绝缘物的AlN板(厚度约14mm)来构成,也可以使基板12成为浮动状态。于是,制造这样构成的具有MgO层的磁阻效应元件,比较该磁阻效应元件的MgO层的RA与MR比特性(图13)。在图13中,(I)表示使用由不锈钢钢板构成的基板载置台290时的特性、(II)表示使用在不锈钢钢板的表面喷镀了约0.2mm厚的Al₂O₃的基板载置台290时的特性、(III)表示使用由厚度约14mm的AlN板形成的基板载置台290时的特性。另外,(III)的情况下使用AlN,是导热系数大的缘故。

[0149] 如图13所示,例如,在RA为10 $\Omega \cdot \mu\text{m}^2$ 时,使用由不锈钢钢板构成的基板载置台290时(I),MR比降低至约50%;使用在不锈钢钢板的表面喷镀有Al₂O₃的基板载置台290时(II)、以及使用由AlN板形成的基板载置台290时(III),可以实现超过200%的高MR比。因此,本发明中,通过绝缘物(基板载置台290)使基板12载置在基板保持部29上进行成膜,即使在低RA区域,MR比的降低也较小,与以往相比较,能够得到大的MR比,能够同时实现以往难以实现的低RA和高MR比。

[0150] 而且,在RA为5 $\Omega \cdot \mu\text{m}^2$ 时,很明显地,与使用在不锈钢钢板的表面喷镀有Al₂O₃的基板载置台290时(II)相比,使用由AlN板形成的基板载置台290时(III),能够得到更高的MR比。因此,更进一步地解决了同时得到低RA和高MR比的问题。此外,本实施例中制造的磁阻效应元件的薄膜结构(图11),在由IrMn(铱锰)形成的反强磁性层80、基底层(Ta层68以及Ru层69)等方面,与已经描述过的各个实施例中的磁阻效应元件的薄膜结构(图1、图6、图8)不同,但是,在各个实施例中所示的薄膜结构的磁阻效应元件的制造设备或制造方法中,如本实施例所示,通过使基板12为浮动状态,也可以得到与上述相同的结果。

[0151] 然后,参照图14,说明第六实施例。图14为用于说明本发明的第六实施例的制造设备的第一成膜室的内部结构的剖面图。此外,关于具有与图3以及图12本质上相同的功能以及相同的结构的部件,用相同的附图标记进行说明,关于相同的部分,不作详细的说明。

[0152] 在上述第五实施例中,已经说明了在形成MgO层4的第一成膜室21内部的构件的表面附着有对氧化性气体的吸气效果大的物质(Ta等)的状态下,在基板12上成膜成MgO层4的成膜装置或成膜方法,但是,并非必须是在所述物质附着的状态。即,第六实施例的特征在于,在未在形成MgO层4的第一成膜室21内部的构件的表面附着所述物质(Ta等),使基板保持部29和基板12绝缘,基板12为完全的电浮动的状态(处于浮动电位的状态)下,成膜成MgO层4。因此,在本实施例的制造设备中,在基板保持部29和基板12之间,设置有与所述的第五实施例中的基板载置台290相同的基板载置台290,将基板12直接载置在该基板载置台290上。在本实施例中,由于形成MgO层4的第一成膜室21内部的构件的表面未附着所述物质(Ta

等),如图14所示,第一成膜室21内部仅设置作为靶的MgO即可,没必要特别设置作为靶的Ta26、靶安装部25、隔板22、遮挡体27以及28等(参照图12)。结果如图13所示,能得到低RA区域但MR比的降低小的、比以往大的MR比。

[0153] 然后,参照图15以及图16,说明第七实施例。图15为表示本发明的第七实施例的制造设备的基板保持部附近的结构的图,(a)为表示掩模和基板接触的状态的图,(b)为表示掩模和基板分开的状态的图。图16为表示本实施例的磁阻效应元件的MgO层的RA与MR比特性的图。此外,关于具有与图3以及图12本质上相同的功能以及相同的结构的部件,用相同的附图标记进行说明,关于相同的部分,不作详细的说明。

[0154] 一般来说,在将基板保持在基板保持部上的状态下进行成膜时,为了防止在基板的里面侧(与基板保持部连接的一侧)卷进成膜粒子形成膜,使用压覆在基板的周边部的金属制的掩模(参照图15(a)中的符号295)。在这一点上,本实施例中,如图15(b)所示,在基板保持部29和基板12之间设置有所述基板载置台290、将基板12直接载置在基板载置台290上、基板12处于浮动电位的状态下,使金属制的掩模295和基板12分开来进行形成MgO层4的工序。此外,也可以通过上述的其它的方法使基板12处于浮动电位的状态。掩模295和基板12分开为能防止溅射粒子卷进基板12的里面的距离即可,例如,设定为0.5mm。这样,通过使掩模295和基板12分开,可以使掩模295和基板12为电绝缘的状态。

[0155] 在本发明中,掩模是在对基板进行成膜处理时,为了防止成膜粒子卷进基板的里面侧形成膜而覆盖在基板的周边部的构件。

[0156] 在形成MgO层4的工序中,基于如图15(a)所示的掩模295与基板12的周边部接触的情况、以及如图15(b)所示的掩模295与基板12分开的情况,来制造具有MgO层的磁阻效应元件,比较该磁阻效应元件的MgO层的RA与MR比特性(图16)。图16中,涂黑的三角形(▲)表示掩模295与基板12的周边部接触的情况的特性,涂黑的圆形(●)表示掩模295与基板12分开的情况的特性。

[0157] 例如,RA为 $5\Omega\cdot\mu\text{m}^2$ 时,同掩模295与基板12的周边部接触的情况(▲)相比,掩模295与基板12分开的情况(●),能够得到更高的MR比,从整体来看,掩模295与基板12分开的情况(●),更能解决同时得到低RA和高MR比的问题。因此,通过使金属制的掩模295与基板12分开,掩模295与基板12为电绝缘的状态,可以防止在MgO成膜中的电流流至MgO层,其结果,可以防止MgO层的膜质的劣化,进而可以避免磁阻效应元件的特性变差。

[0158] 在本实施例中,通过使掩模295与基板12分开,掩模295与基板12为电绝缘的状态,但是,例如,掩模295自身由绝缘物构成时,即使如图15(a)所示的掩模295与基板12接触,由于掩模295与基板12成为电绝缘的状态,因此可以得到与上述相同的效果。

[0159] 以上,参照附图,说明了从本发明的第一至第七实施例,但是,本发明并不限于这些实施方式,可以在由专利的权利要求书的记载所把握的技术范围内,进行各种方式的改变。

[0160] 例如,本实施例的成膜装置,对作为具有三个成膜室的装置进行说明,但是并不限于此。另外,对成膜室内具有两个至三个成膜装置的装置进行了说明,但是并不限于此。此外,对本实施例的设备的成膜室形状没有限定。

[0161] 另外,在本实施例的设备中,附着有对氧气和水等氧化性气体的吸气效果大的物质的成膜室内的构件,通过成膜室内壁、防沉积遮护板、隔板和遮挡体等进行了说明,但是

并不限于此。由于在成膜室内部的构件表面的附着很重要,其它的结构也可以。

[0162] 此外,关于磁阻效应元件的所述各层的形成方法,说明了用溅射法来形成的方法,但也可以用其它的蒸镀法等成膜方法,对成膜方法没有特别的限定。

防止氧化层 Ru	~ 11
上部电极层 Ta	~ 10
第二强磁性层 CoFeB	~ 3
MgO 层	~ 4
第一强磁性层 CoFeB	~ 2
Ru 层	~ 5
CoFe 层	~ 6
反强磁性层 PtMn	~ 8
下部电极层 Ta	~ 9
SiO ₂ /Si 基板	~ 12

图1

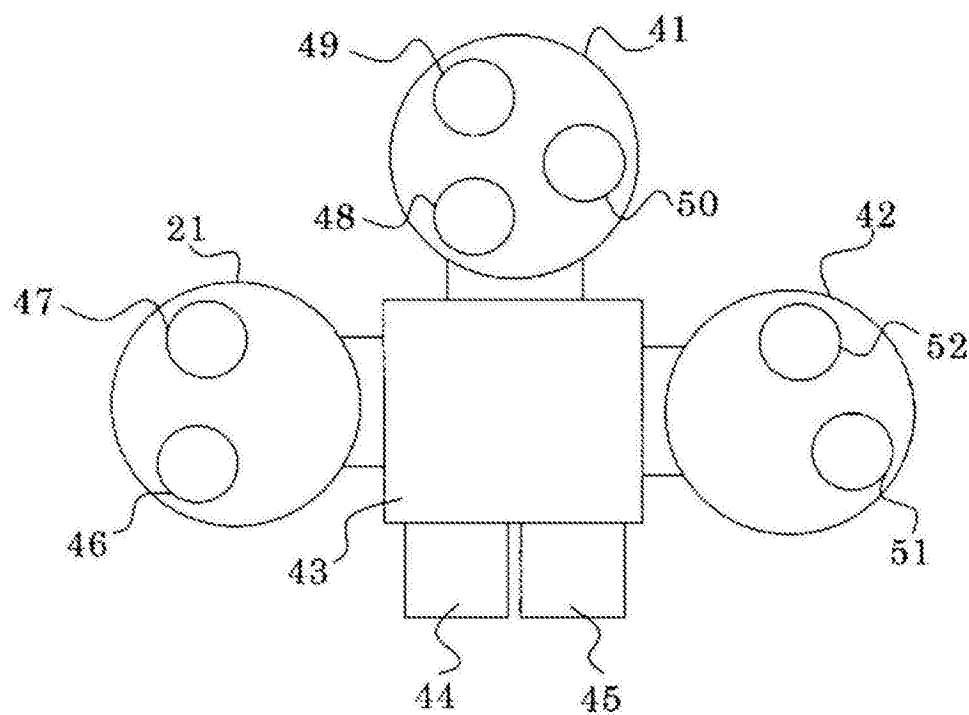


图2

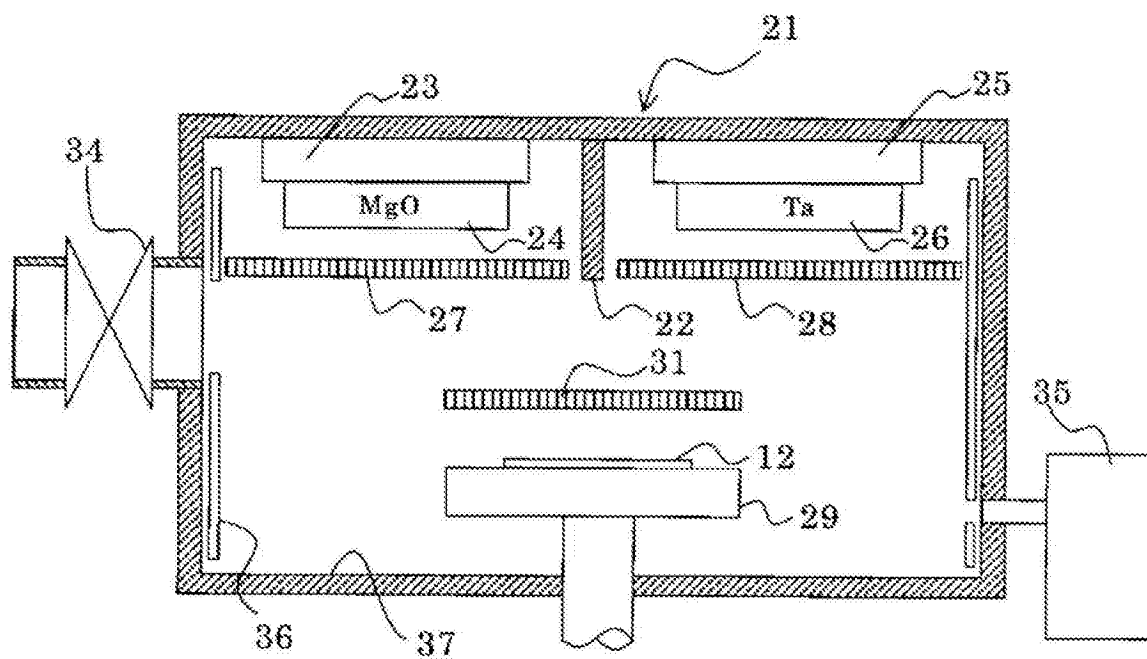


图3

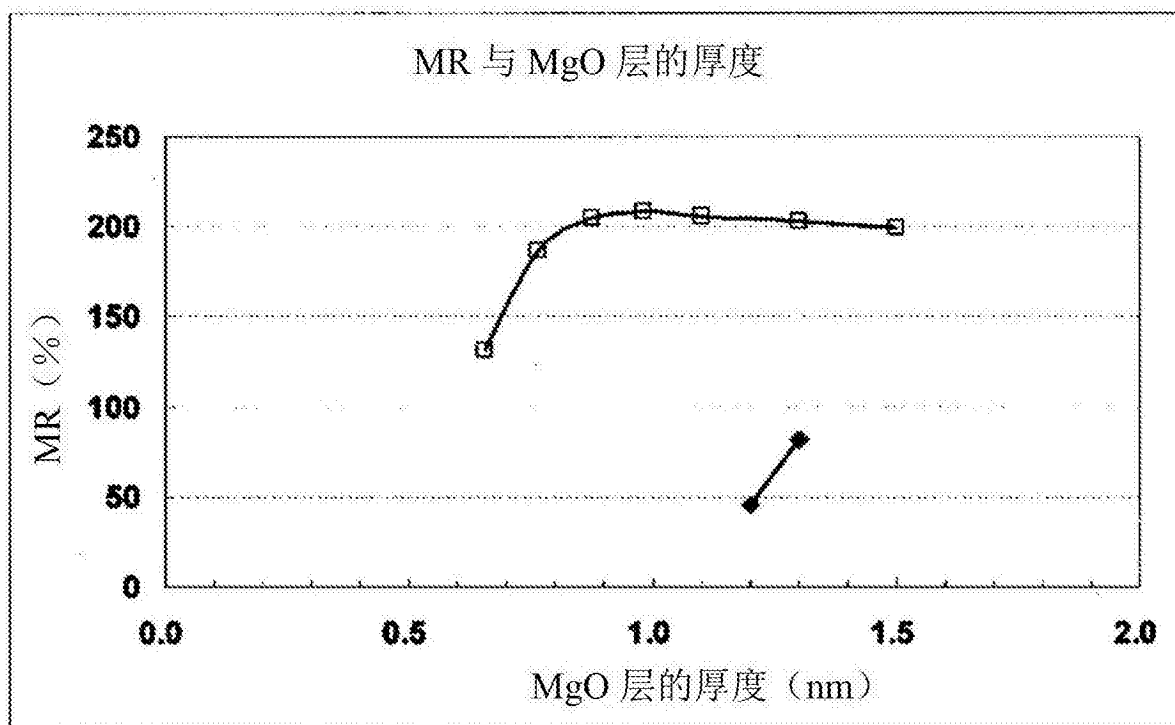


图4

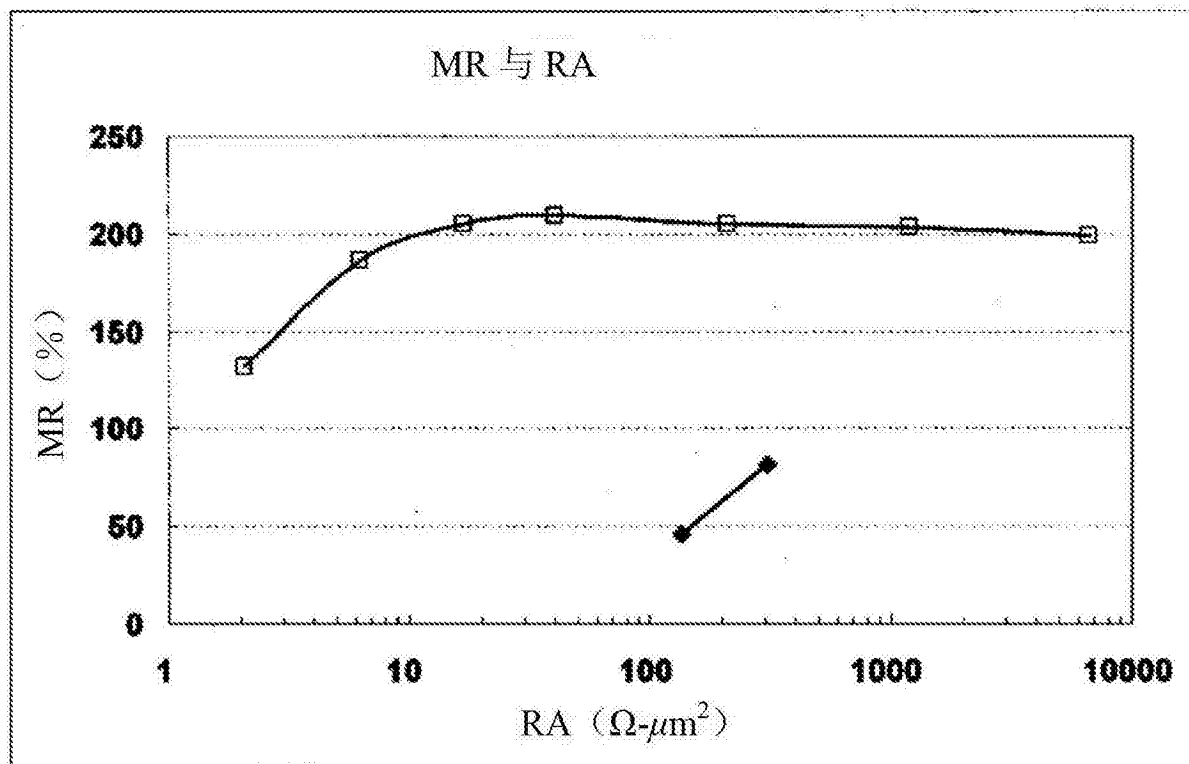


图5

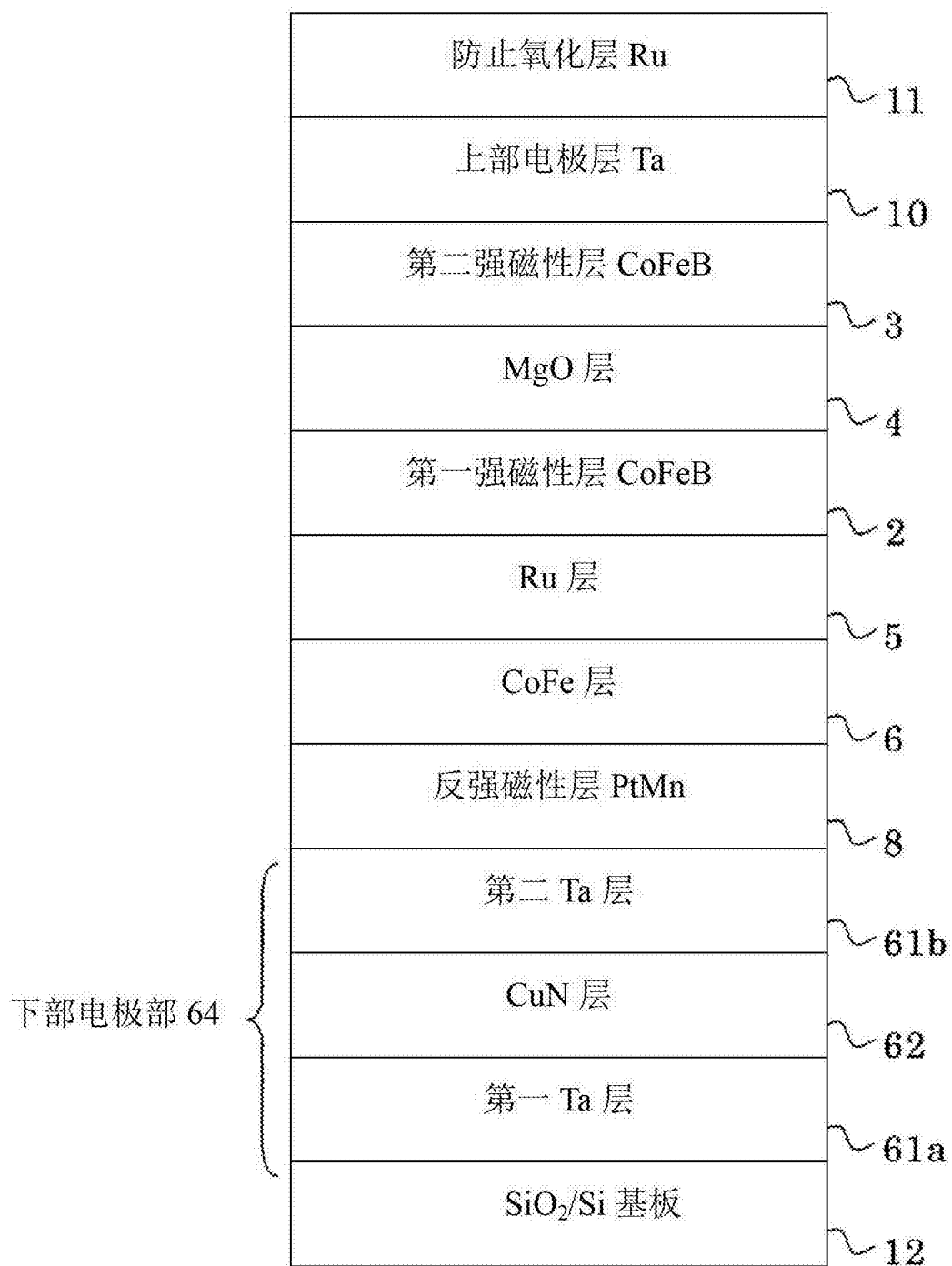


图6

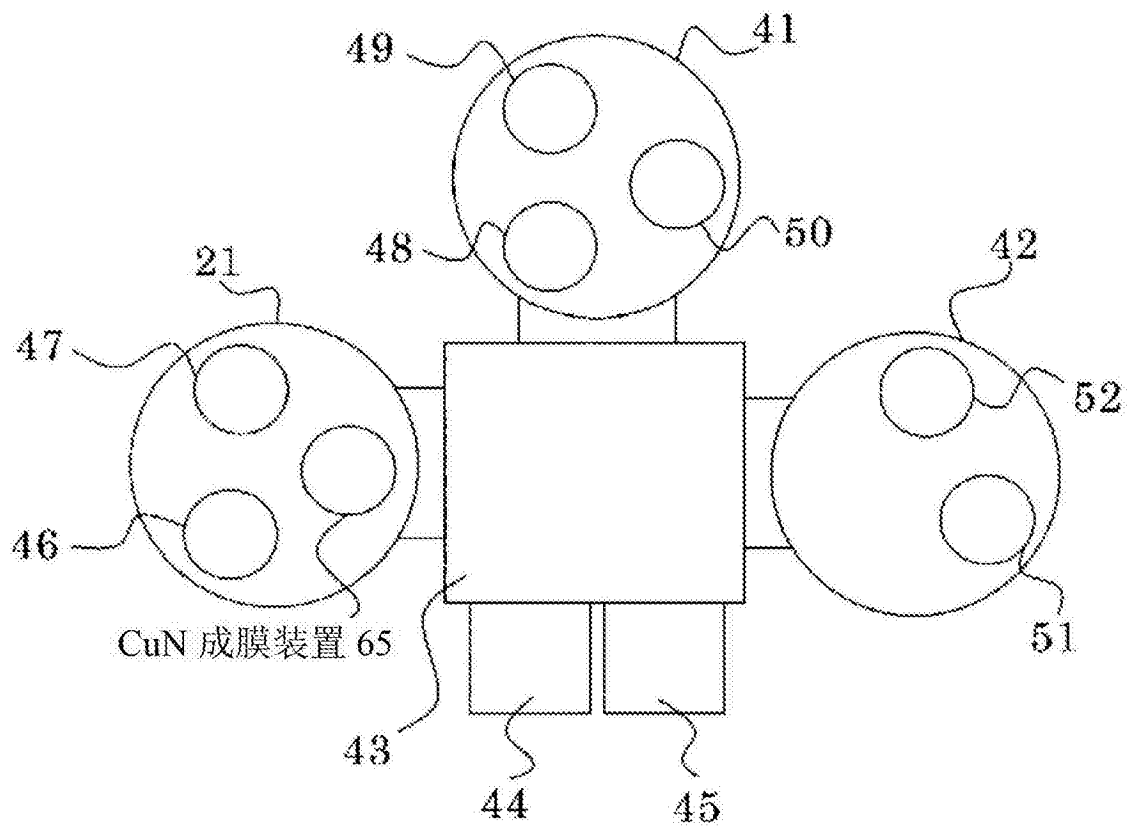


图7



图8

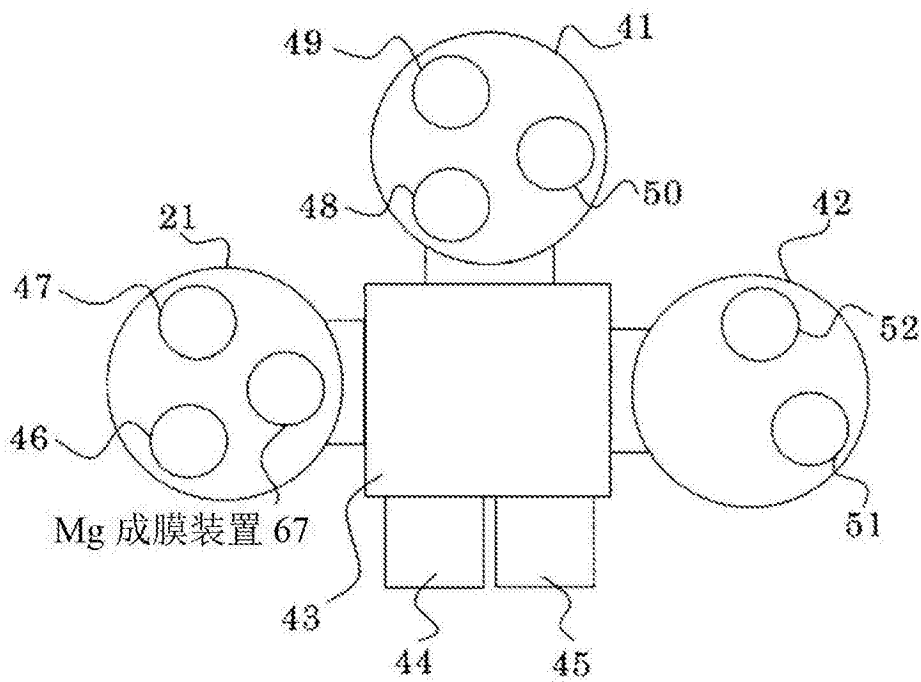
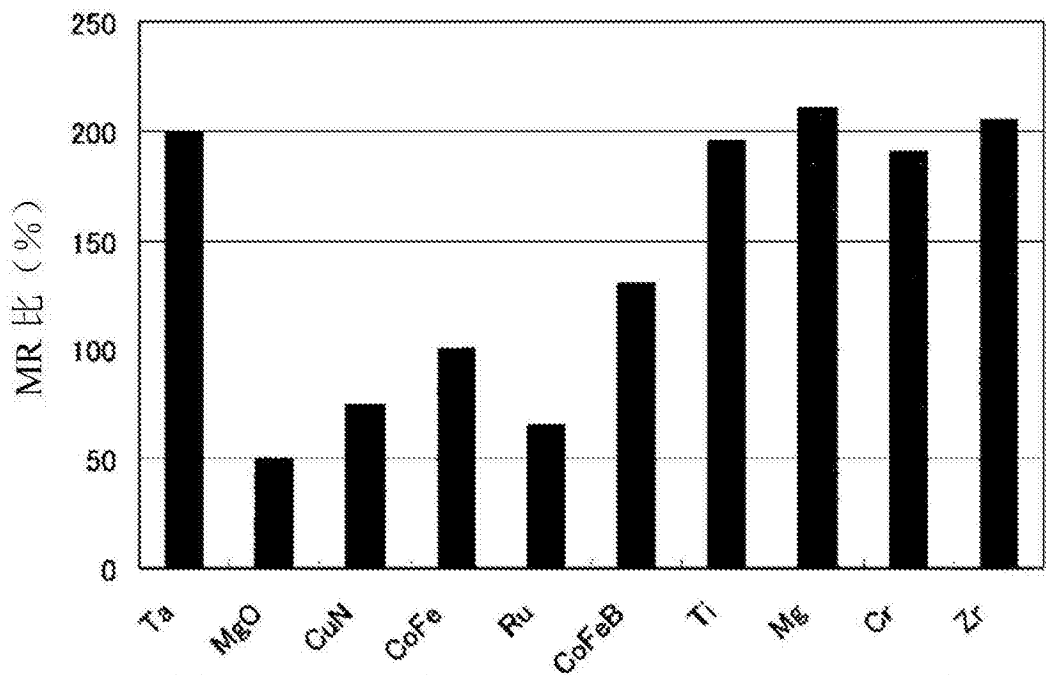


图9



在刚要成膜成 MgO 层前的成膜室内的构件表面附着材料

图10

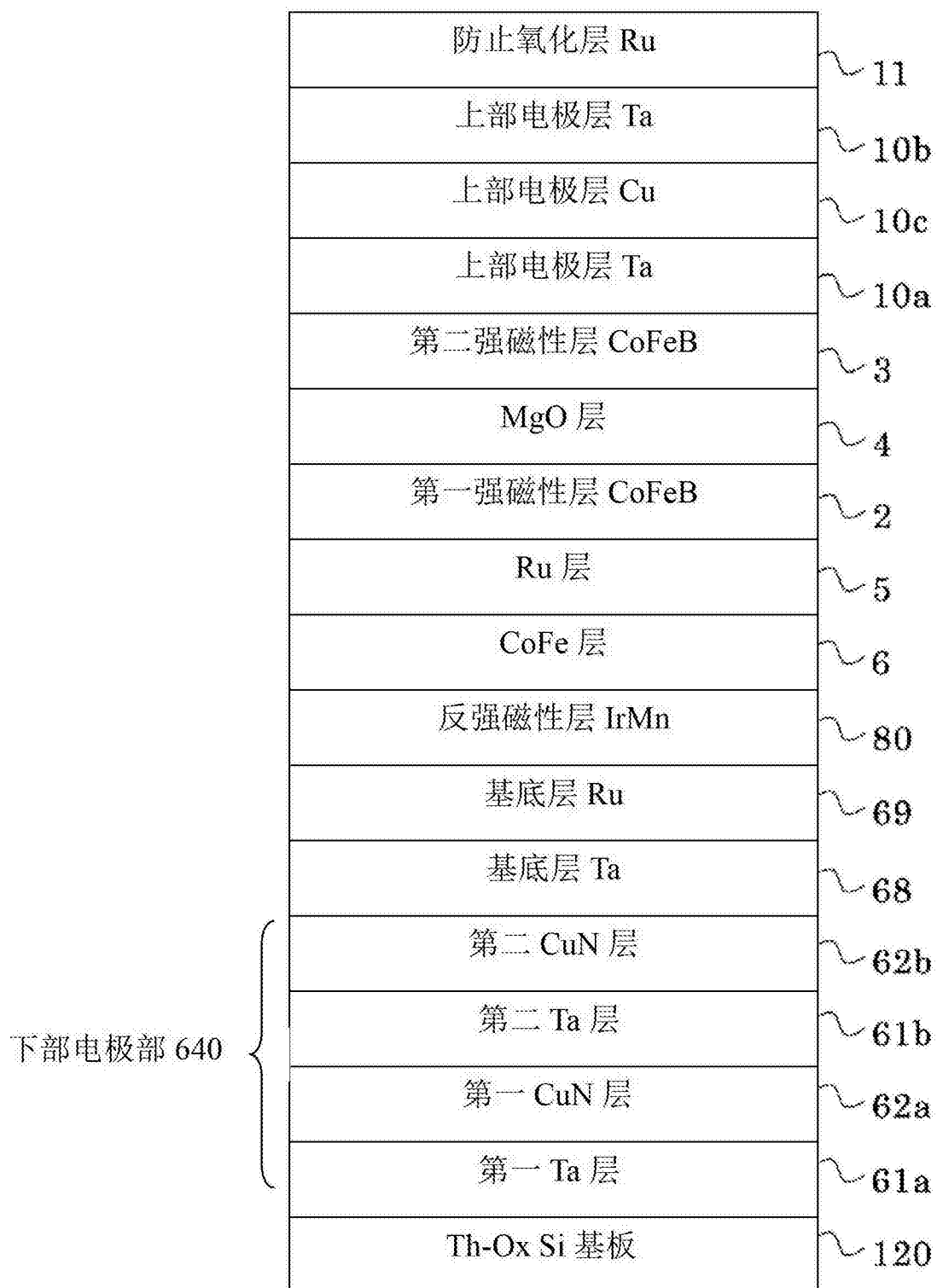


图11

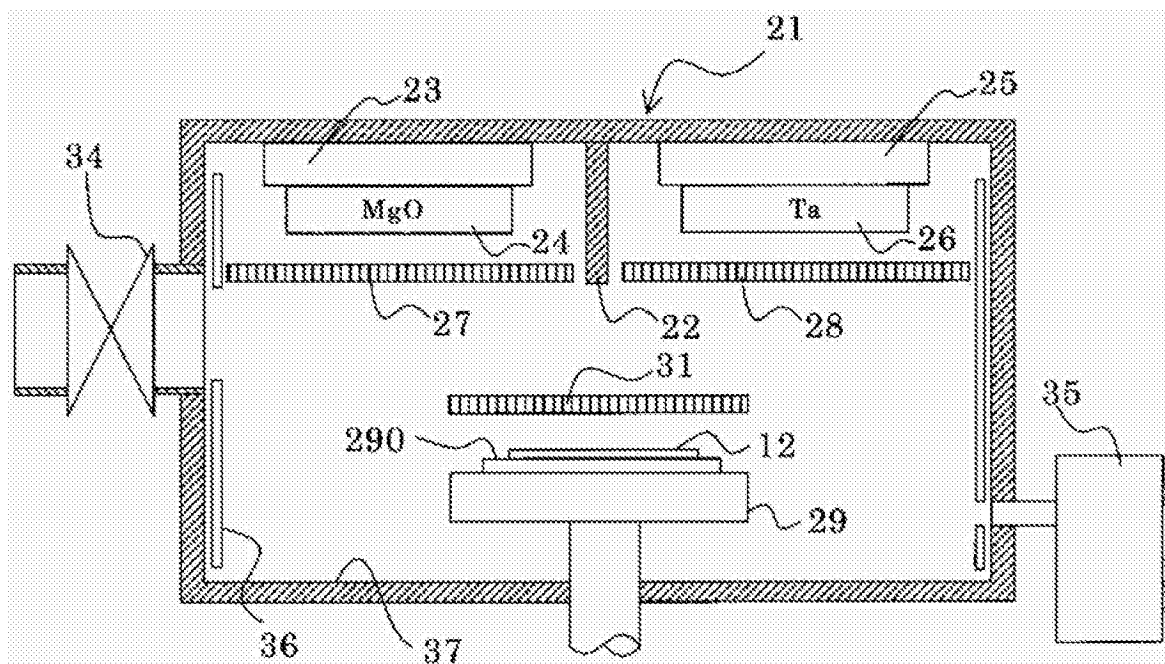


图12

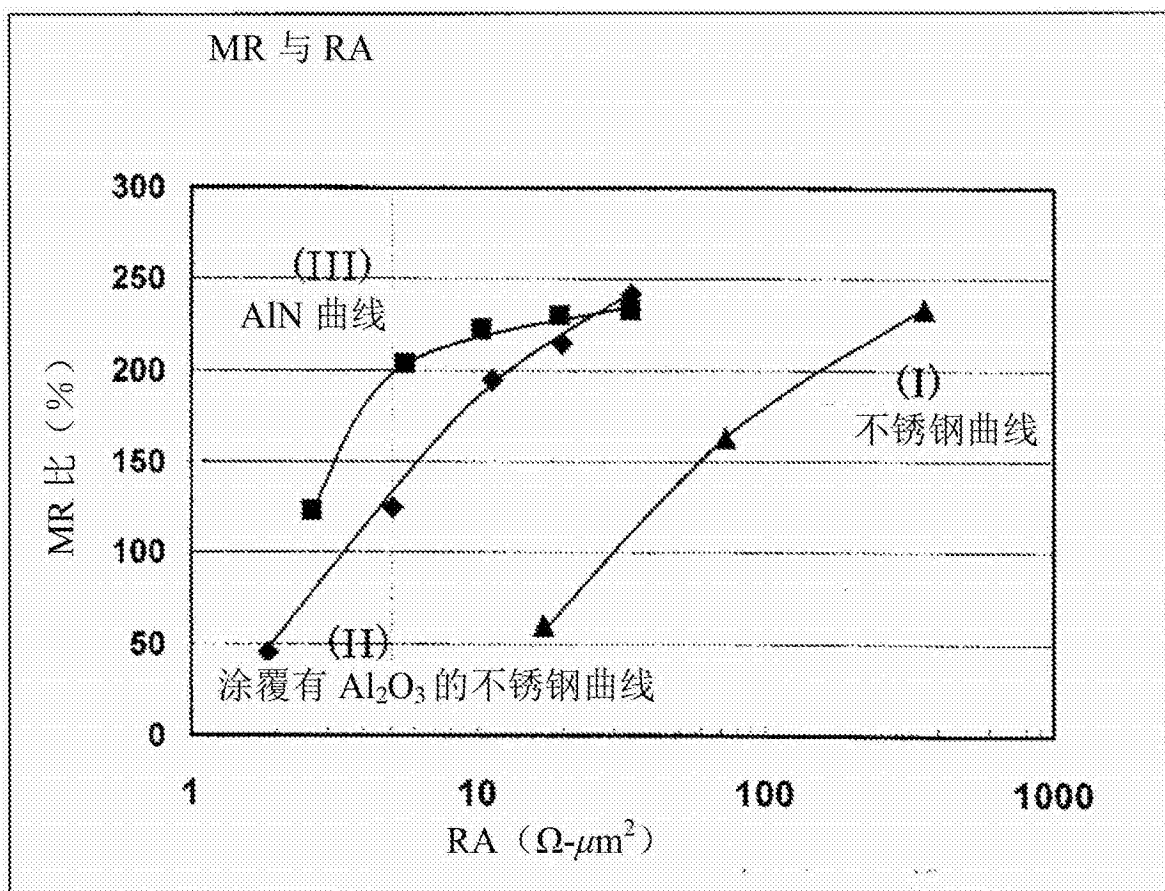


图13

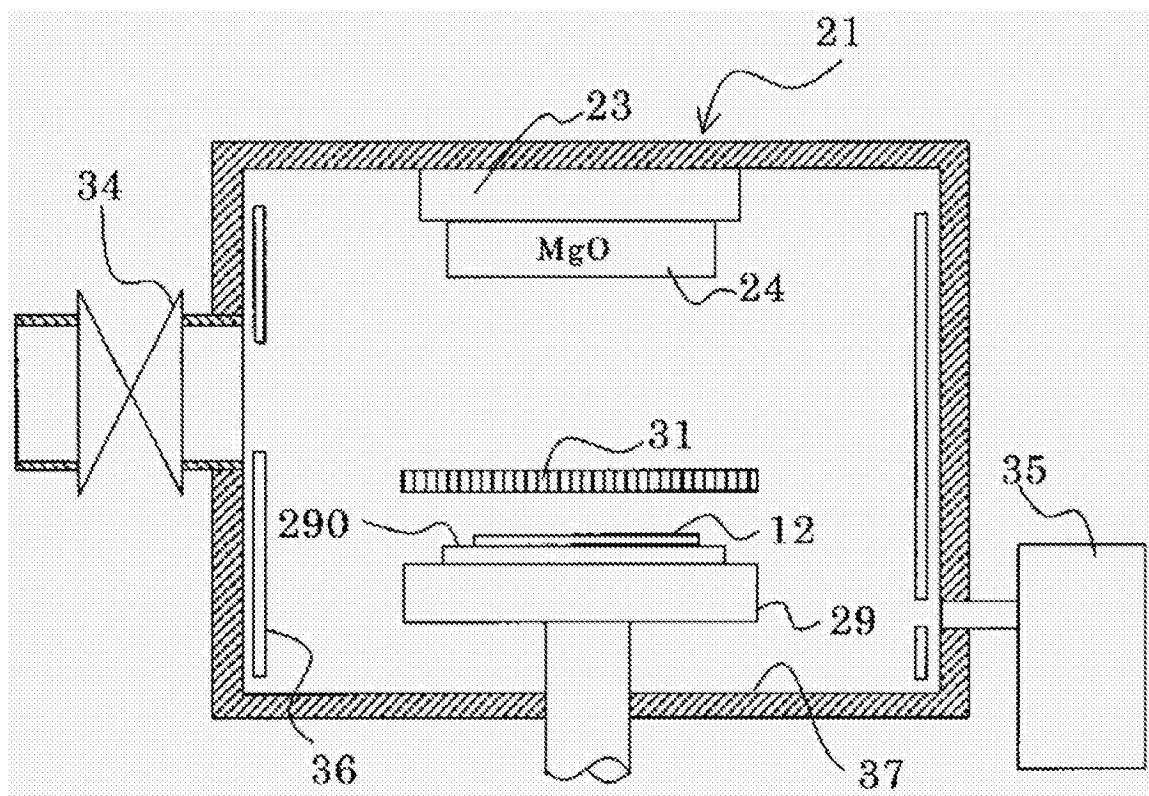


图14

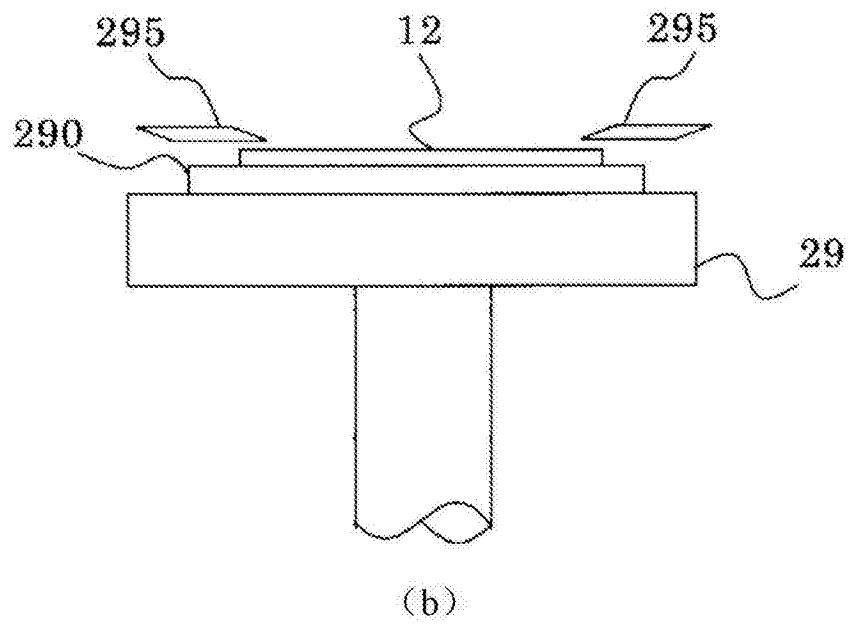
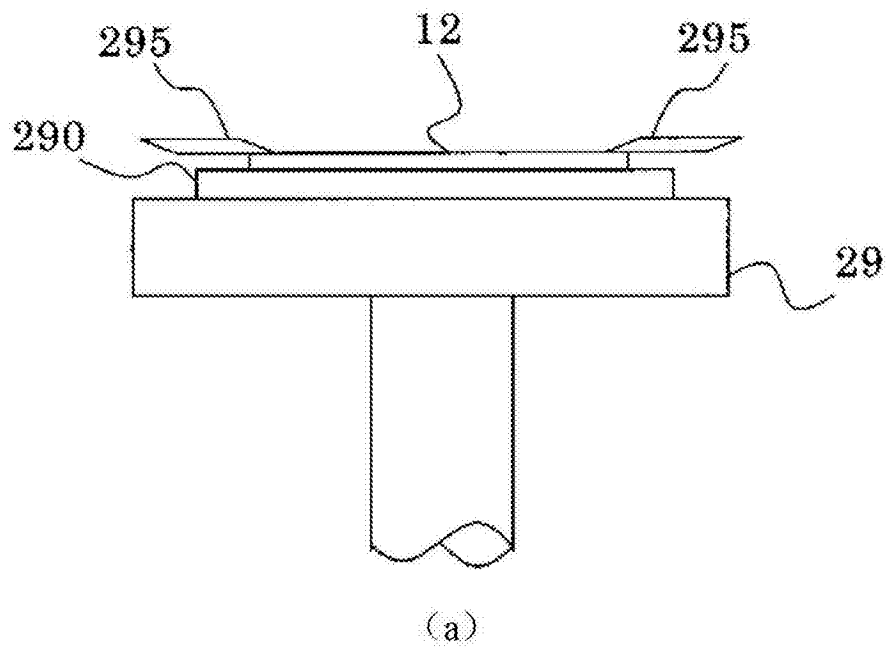


图15

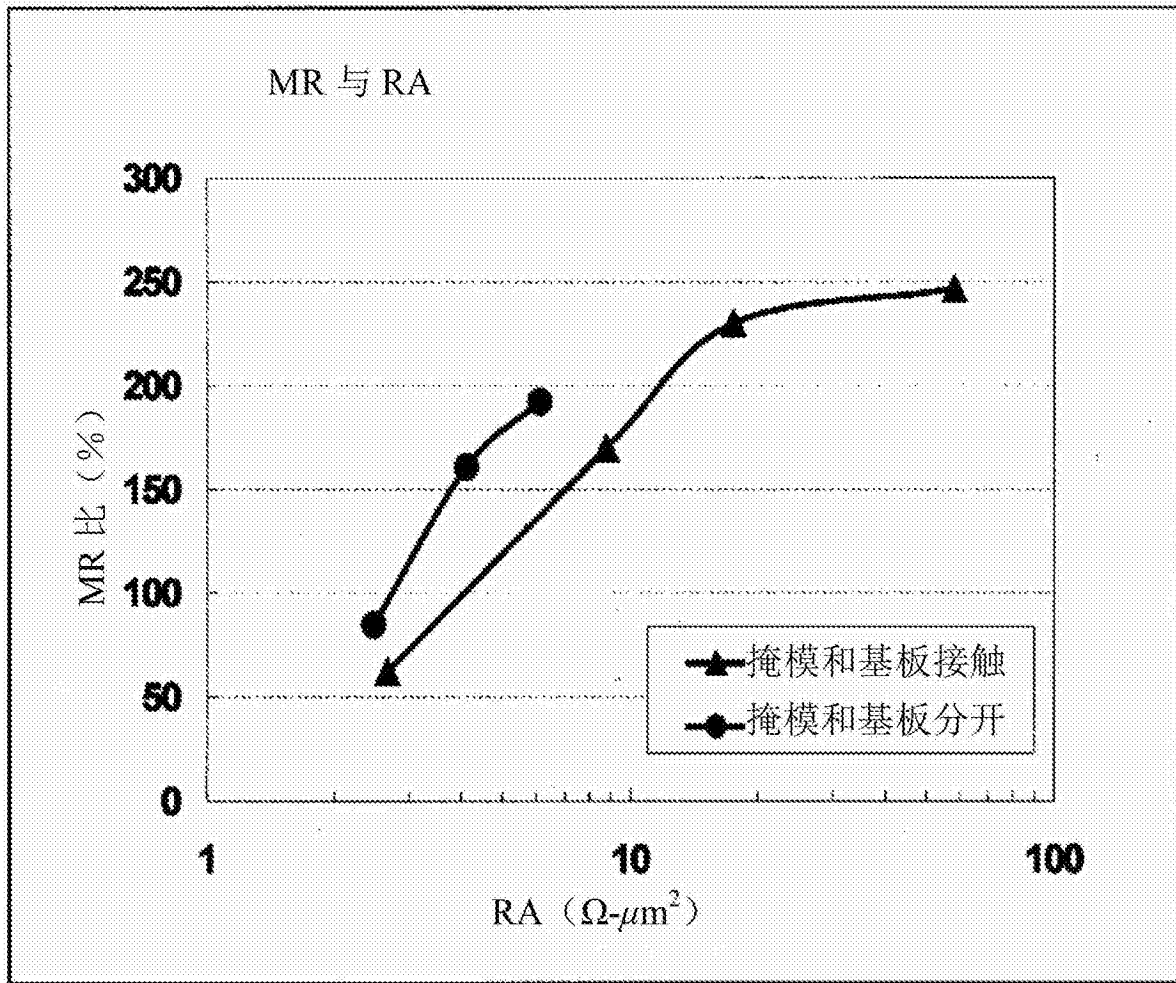


图16