[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 43/12 (2006.01)
H01L 43/08 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780007233.2

[43] 公开日 2009 年 3 月 25 日

[11] 公开号 CN 101395732A

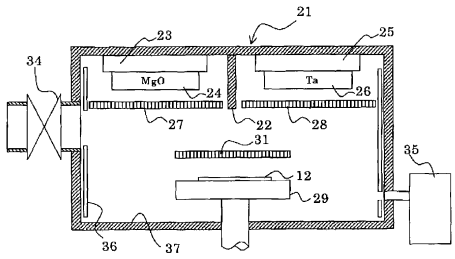
[22] 申请日 2007.2.26
[21] 申请号 200780007233.2
[30] 优先权
[32] 2006. 3. 3 [33] JP [31] 058748/2006
[32] 2007. 2.15 [33] JP [31] 034686/2007
[86] 国际申请 PCT/JP2007/053487 2007.2.26
[87] 国际公布 WO2007/105472 日 2007.9.20
[85] 进入国家阶段日期 2008.8.29
[71] 申请人 佳能安内华股份有限公司
地址 日本神奈川县
[72] 发明人 永峰佳纪 恒川孝二
D·D·贾亚普拉维拉 前原大树
[74] 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司
代理人 周建秋 王凤桐
权利要求书 7 页 说明书 28 页 附图 12 页

[54] 发明名称

磁阻效应元件的制造方法以及制造设备

[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。

2、根据权利要求 1 所述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。

3、根据权利要求 1 或 2 所述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。

4、一种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。

5、根据权利要求 4 所述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。

6、根据权利要求 4 或 5 所述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。

7、一种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。

8、一种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。

9、一种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、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。

10、根据权利要求 1、2、4、5、7、8 或 9 所述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。

11、一种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。

12、一种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。

13、一种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。

14、根据权利要求 11-13 中任意一项所述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。

15、根据权利要求 11-13 中任意一项所述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。

16、根据权利要求 11-13 中任意一项所述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。

17、一种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。

18、一种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 大的物质附着在该成膜室内的构件的表面的装置。

19、一种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的表面的装置。

20、根据权利要求 18 或 19 所述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。

21、一种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 以上的物质附着在该成膜室内的构件的表面的装置。

22、一种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该成膜室内的构件的表面的装置。

23、根据权利要求 18、19、21 或 22 所述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。

24、根据权利要求 18、19、21 或 22 所述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。

25、一种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。

26、一种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。

27、根据权利要求 26 所述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。

28、根据权利要求 26 所述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。

29、根据权利要求 26-28 中任意一项所述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。

30、一种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。

31、根据权利要求 30 所述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。

32、一种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，设置有用于使基板处于浮动电位的状态的装置。

33、一种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，设置有用于使基板和保持该基板的基板保持部电绝缘的装置。

磁阻效应元件的制造方法以及制造设备

技术区域

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以及制造设备。

背景技术

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）。

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

专利文献 1：特愿 2004-259280

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 $1\mu m^2$ 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

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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，设置有用于使基板处于浮动电位的状态的装置。

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，设置有用于使基板和保持该基板的基板保持部电绝缘的装置。

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。

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。

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。

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。

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

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；

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；

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；

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；

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；

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；

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；

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；

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；

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；

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；

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；

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；

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。

附图标记说明

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

具体实施方式

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。

图 1 中，在表面形成有 SiO_2（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）。

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。

在各个成膜室中设置有用于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。

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。

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）。

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，构成为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。

在第一成膜室 21 的下方，设置有用于将成膜室 21 内排真空的排真空装置 35。

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。

为了由 Ta 成膜成下部电极层 9，将表面形成有 SiO_2（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^{-7}Pa 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、成模条件等而不同。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。

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。

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 为关闭装置，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。

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 比的良好的特性。其结果，能够得到低 RA 但高 MR 比的磁阻效应元件。

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。

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。

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。

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

150Ωμm^2 时的 MR 比不足 50%，但是，根据本发明的制造方法，RA 约 2Ωμm^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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

然后，参照图 6 以及图 7 来说明第二实施例。

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。

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）。

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。

为了在形成有 SiO_2 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^{-7}Pa 以下。

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。

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。

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。

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 比的良好的特性。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。

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。

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。

然后，参照图 8 以及图 9 来说明第三实施例。

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。

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。

将表面形成有 SiO_2 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。

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。

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。

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。

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。

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

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。

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。

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。

然后，用图 10 来说明第四实施例。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。

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。

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。

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。

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 比的良好的设备特性。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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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 Al_2O_3

（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。

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。

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。

在不锈钢板的表面喷镀 Al_2O_3 形成基板载置台 290 时，喷镀约 0.2mm 厚的 Al_2O_3 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 Al_2O_3 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。

如图 13 所示，例如，在 RA 为 10Ω-μm^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 Al_2O_3 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。

而且，在 RA 为 5Ω-μm^2 时，很明显地，与使用在不锈钢钢板的表面喷镀有 Al_2O_3 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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

例如，RA 为 5Ω-μm^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。

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。

以上，参照附图，说明了从本发明的第一至第七实施例，但是，本发明并不限定于这些实施方式，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。

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。

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，但是并不限定于此。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。

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的成膜方法，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

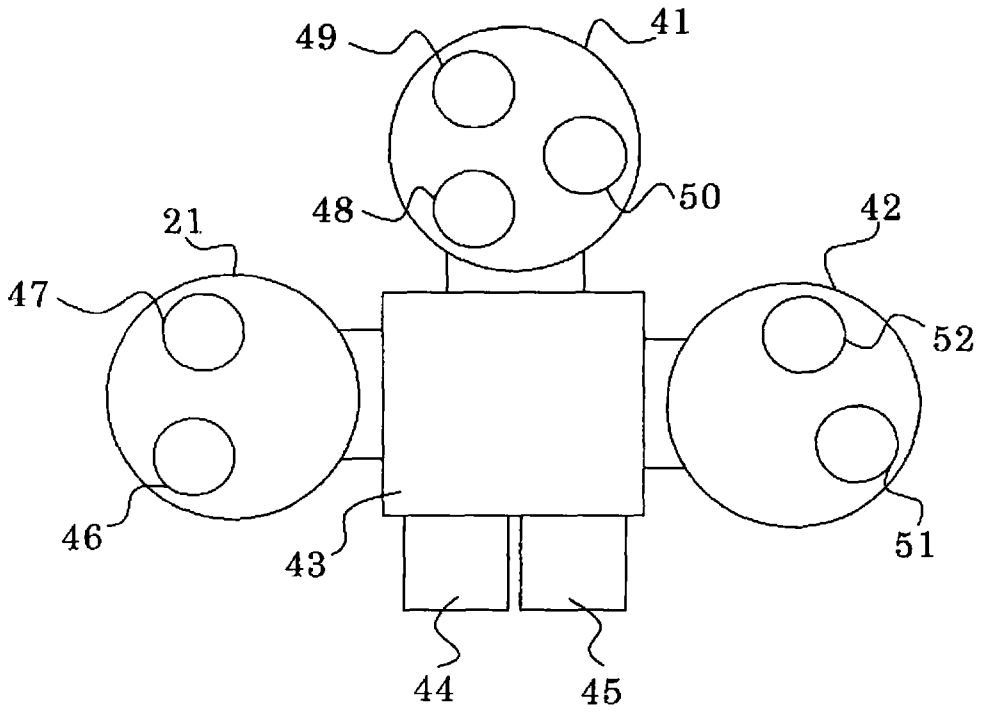

49
41
48
50
21
42
47
52
46
43
51
44
45

图 2

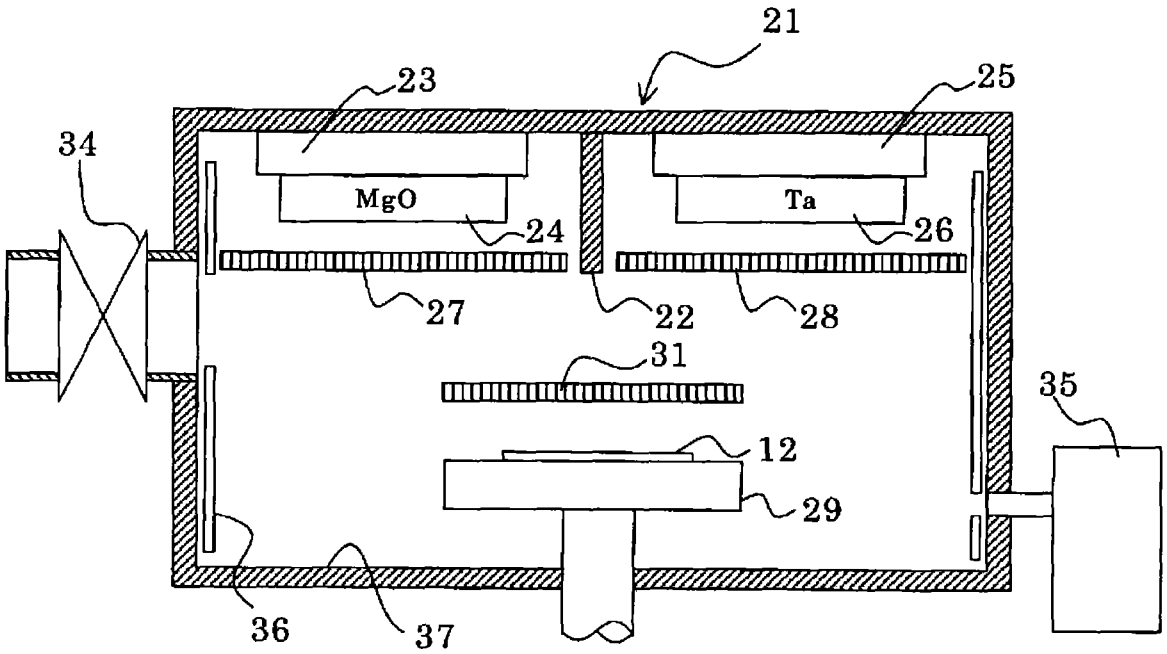

21
23
25
34
MgO
Ta
24
26
27
22
28
31
35
12
29
36
37

图 3

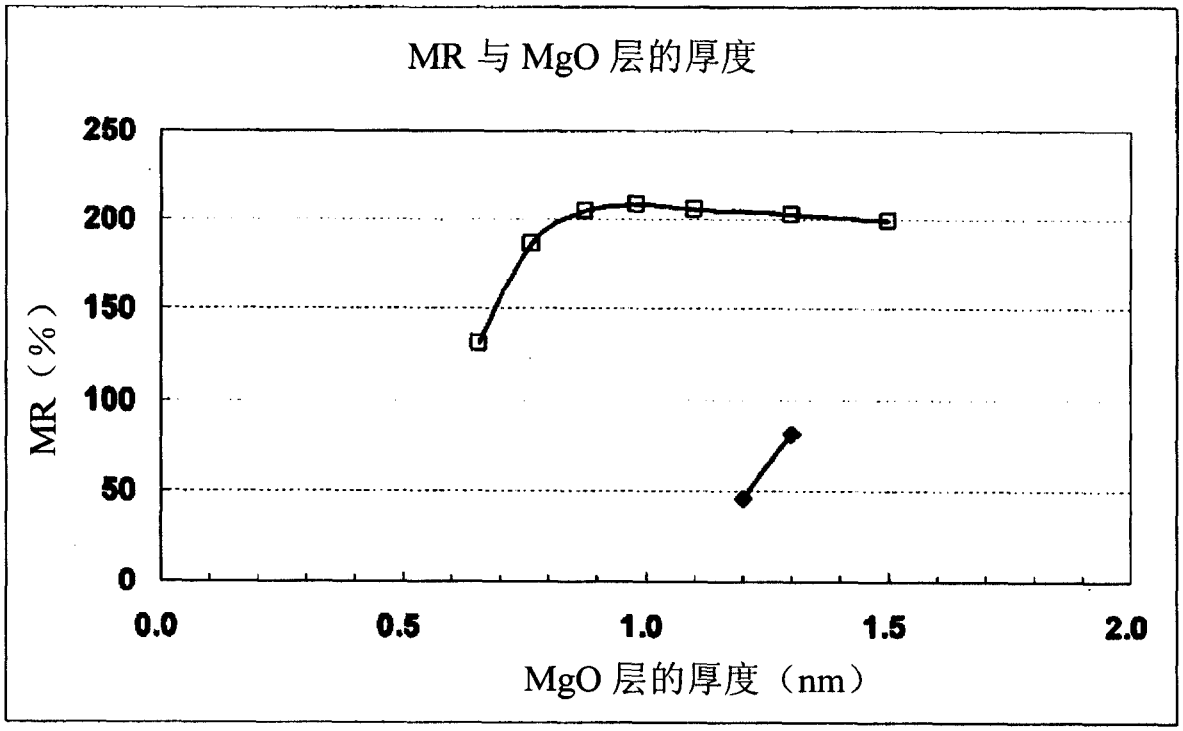

MR 与 MgO 层的厚度
250
200
150
100
50
0
MR（%）
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
MgO 层的厚度（nm）

图 4

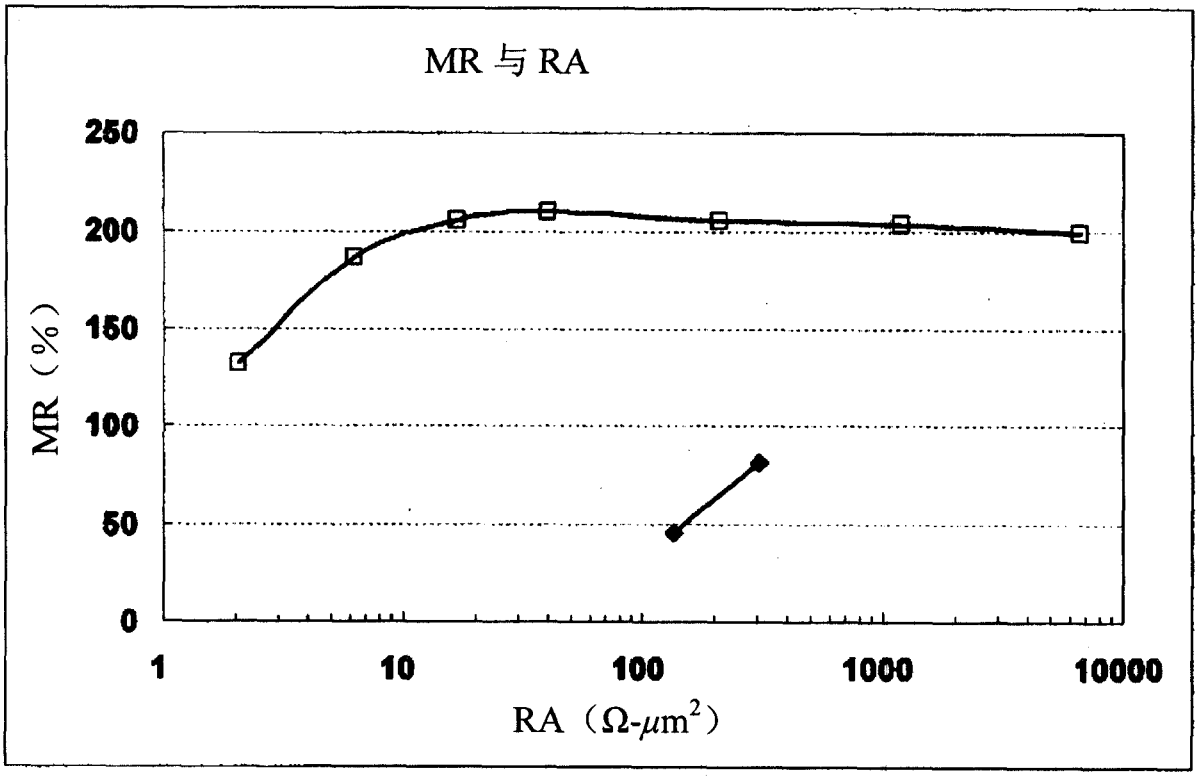

MR 与 RA
250
200
150
100
50
0
MR（%）
1
10
100
1000
10000
RA（Ω-μm²）

图 5

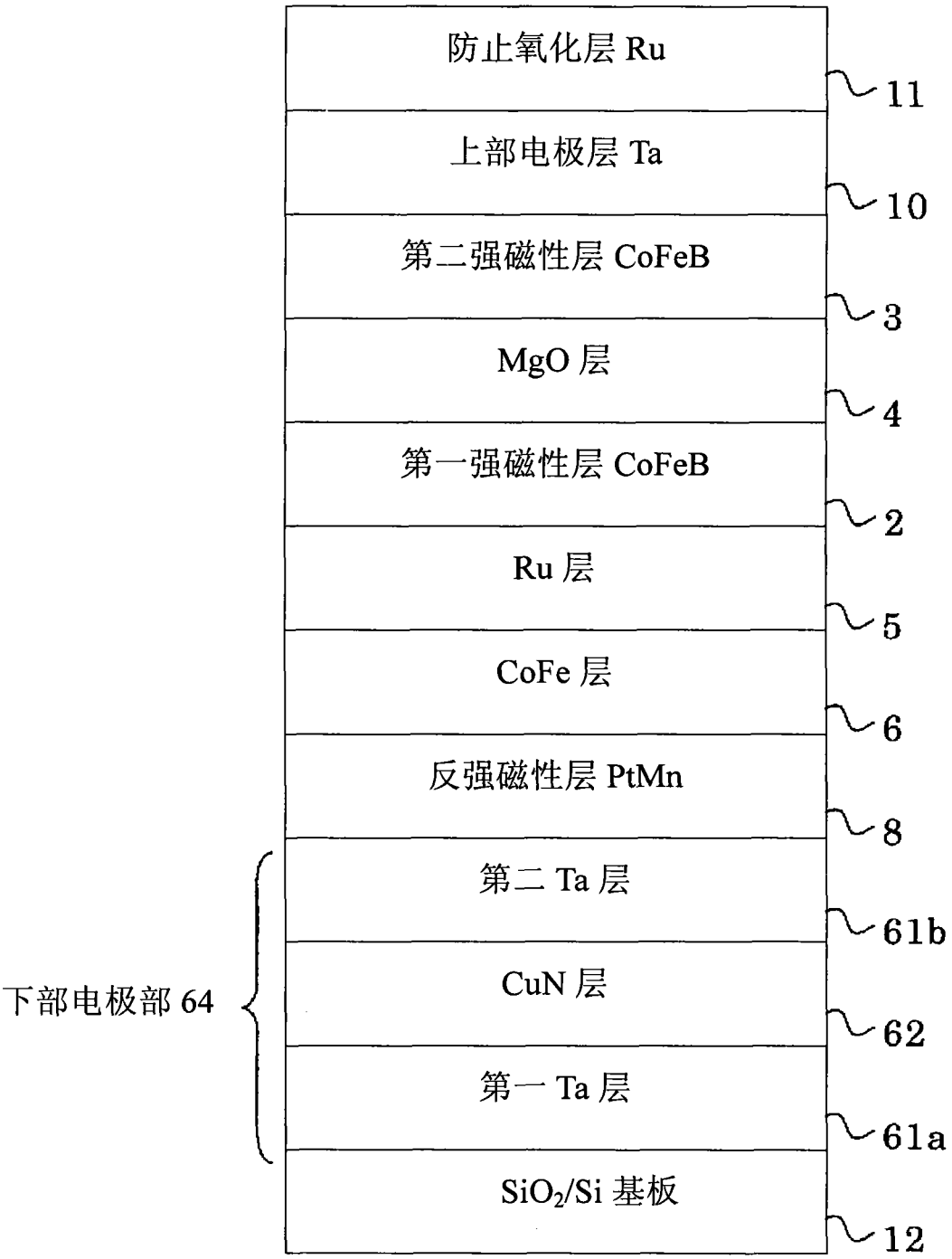

防止氧化层 Ru
11
上部电极层 Ta
10
第二强磁性层 CoFeB
3
MgO 层
4
第一强磁性层 CoFeB
2
Ru 层
5
CoFe 层
6
反强磁性层 PtMn
8
第二 Ta 层
61b
CuN 层
62
第一 Ta 层
61a
SiO_2/Si 基板
12
下部电极部 64

图 6

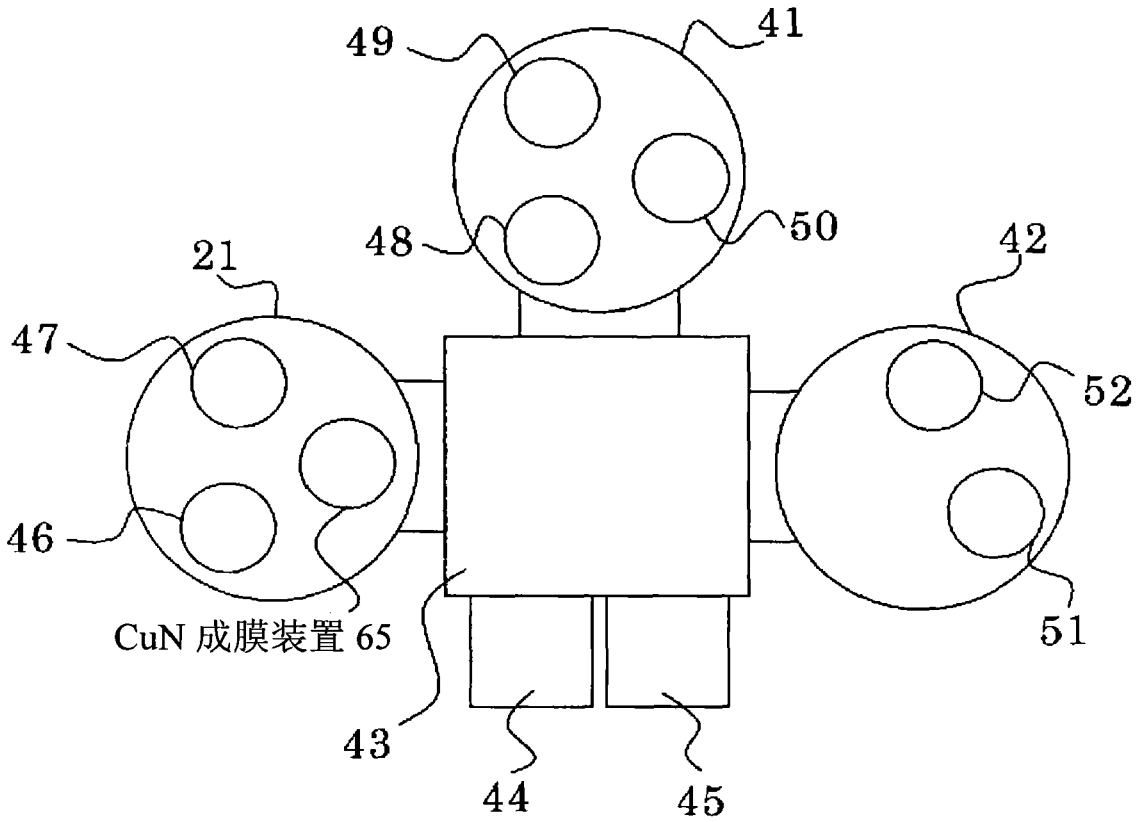


图 7

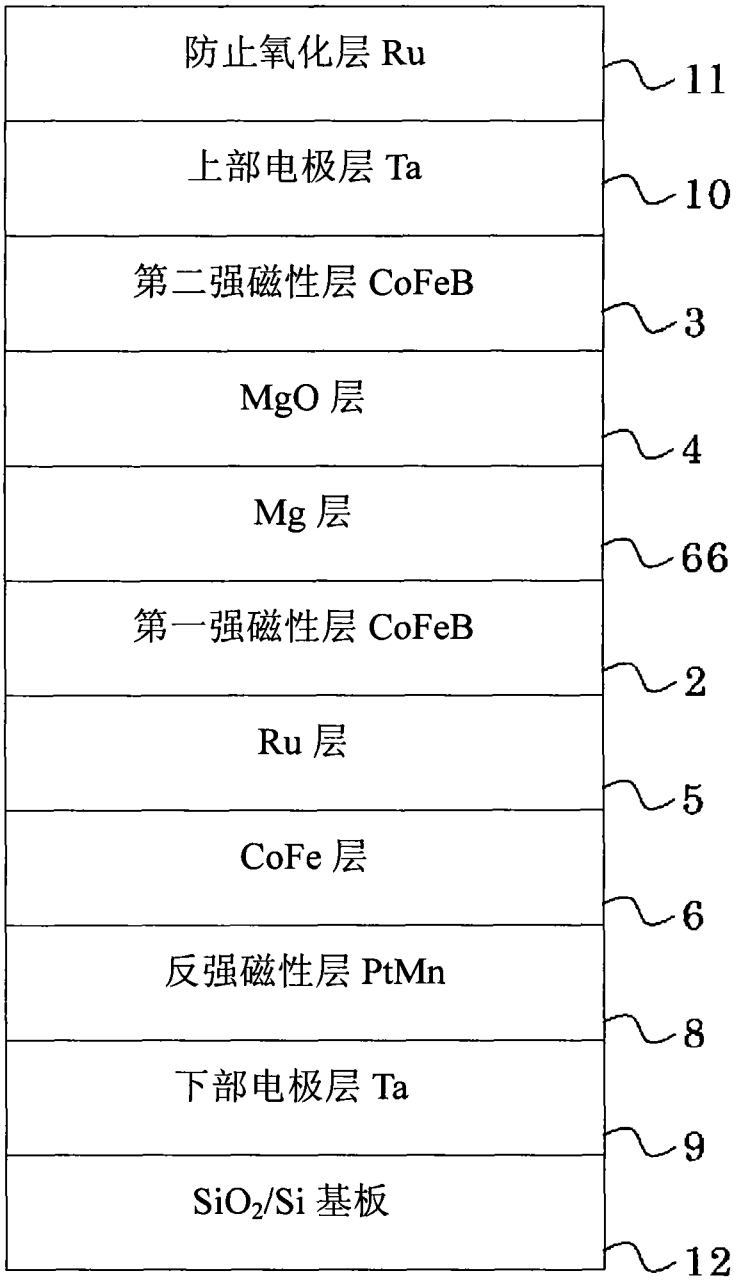

防止氧化层 Ru
11
上部电极层 Ta
10
第二强磁性层 CoFeB
3
MgO 层
4
Mg 层
66
第一强磁性层 CoFeB
2
Ru 层
5
CoFe 层
6
反强磁性层 PtMn
8
下部电极层 Ta
9
SiO2/Si 基板
12

图 8

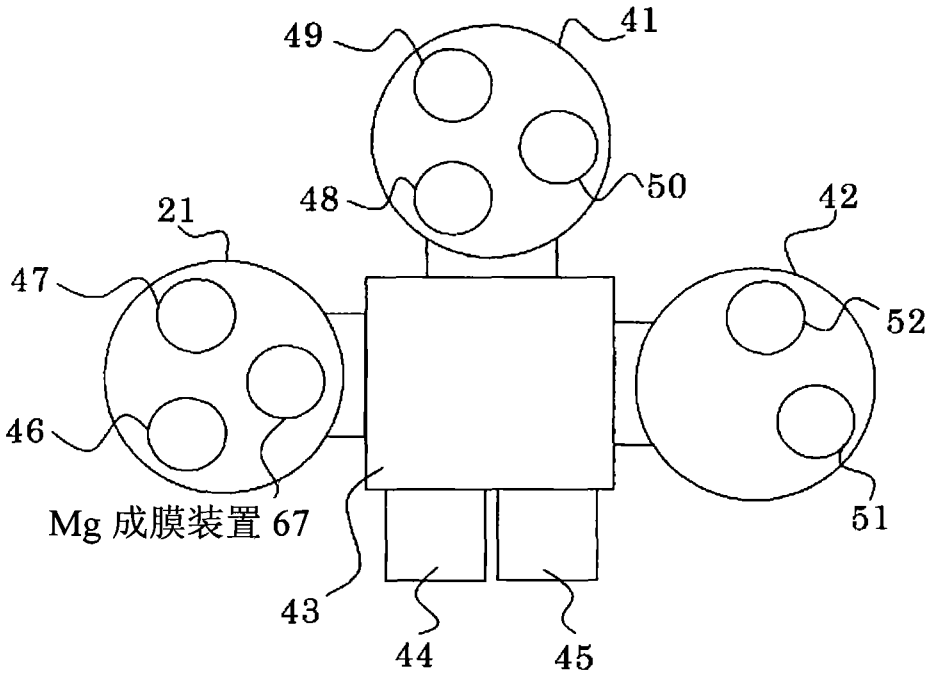
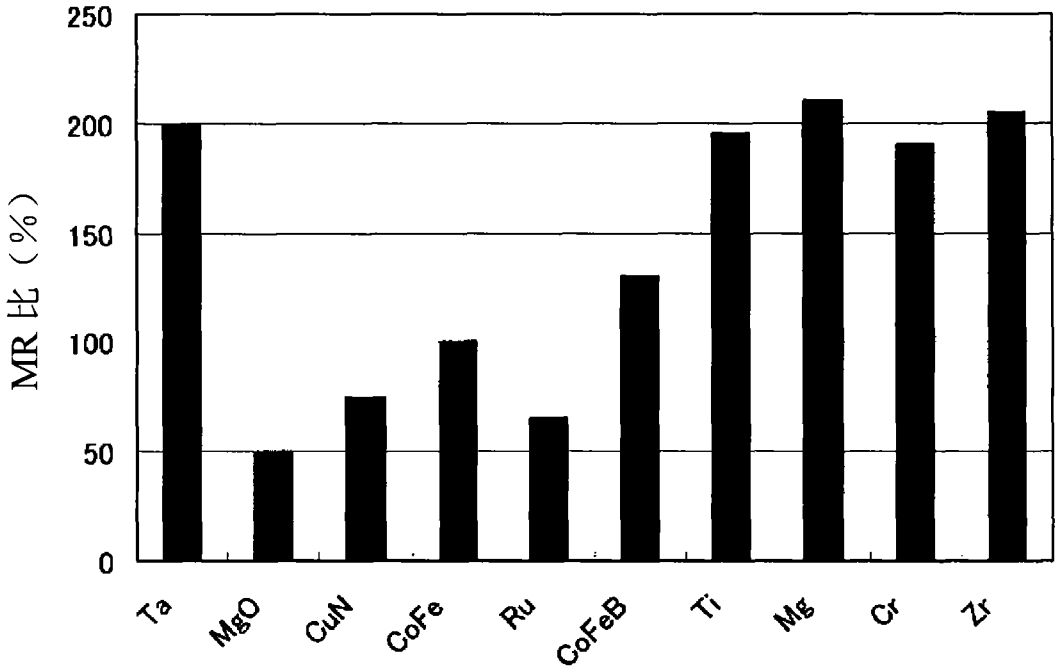


图 9



在刚要成膜成 MgO 层前的成膜室内的构件表面附着的材料

图 10

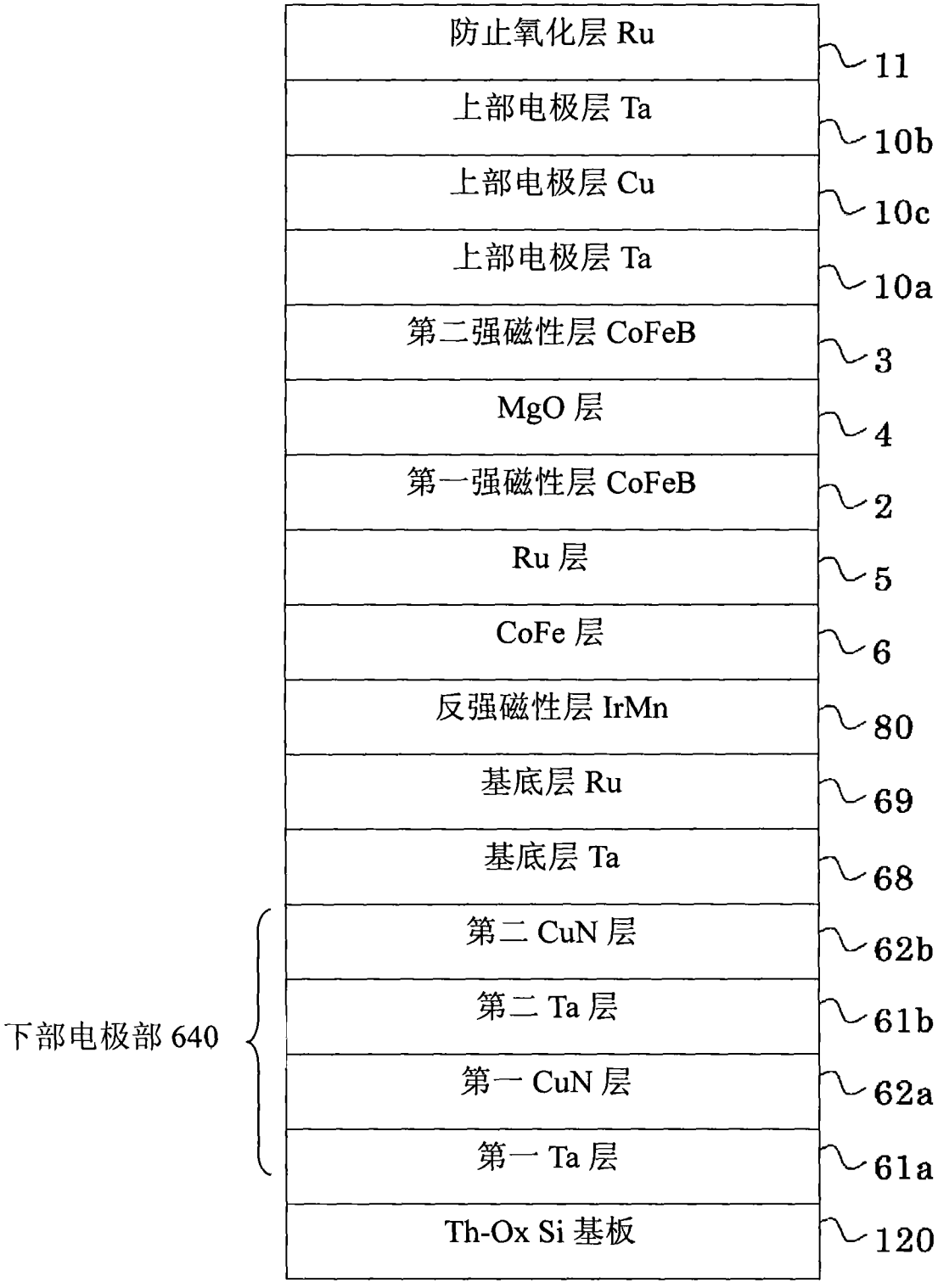

防止氧化层 Ru
11
上部电极层 Ta
10b
上部电极层 Cu
10c
上部电极层 Ta
10a
第二强磁性层 CoFeB
3
MgO 层
4
第一强磁性层 CoFeB
2
Ru 层
5
CoFe 层
6
反强磁性层 IrMn
80
基底层 Ru
69
基底层 Ta
68
第二 CuN 层
62b
第二 Ta 层
61b
第一 CuN 层
62a
第一 Ta 层
61a
Th-Ox Si 基板
120
下部电极部 640

图 11

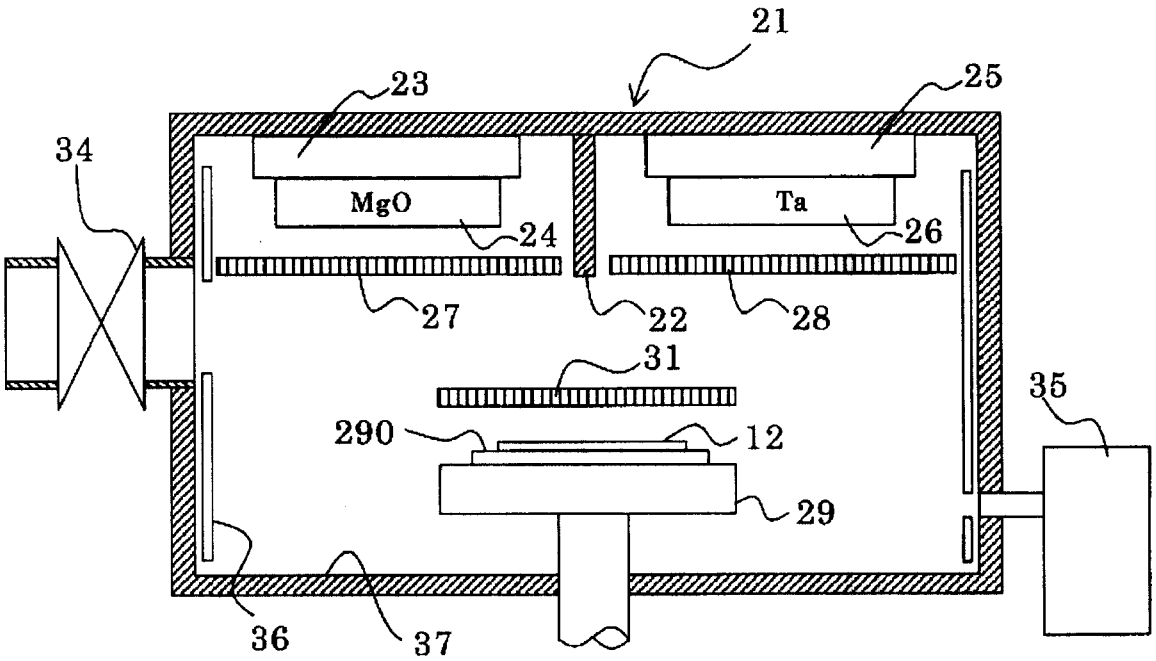

21
23
25
34
MgO
Ta
24
26
27
22
28
31
35
290
12
29
36
37

图 12

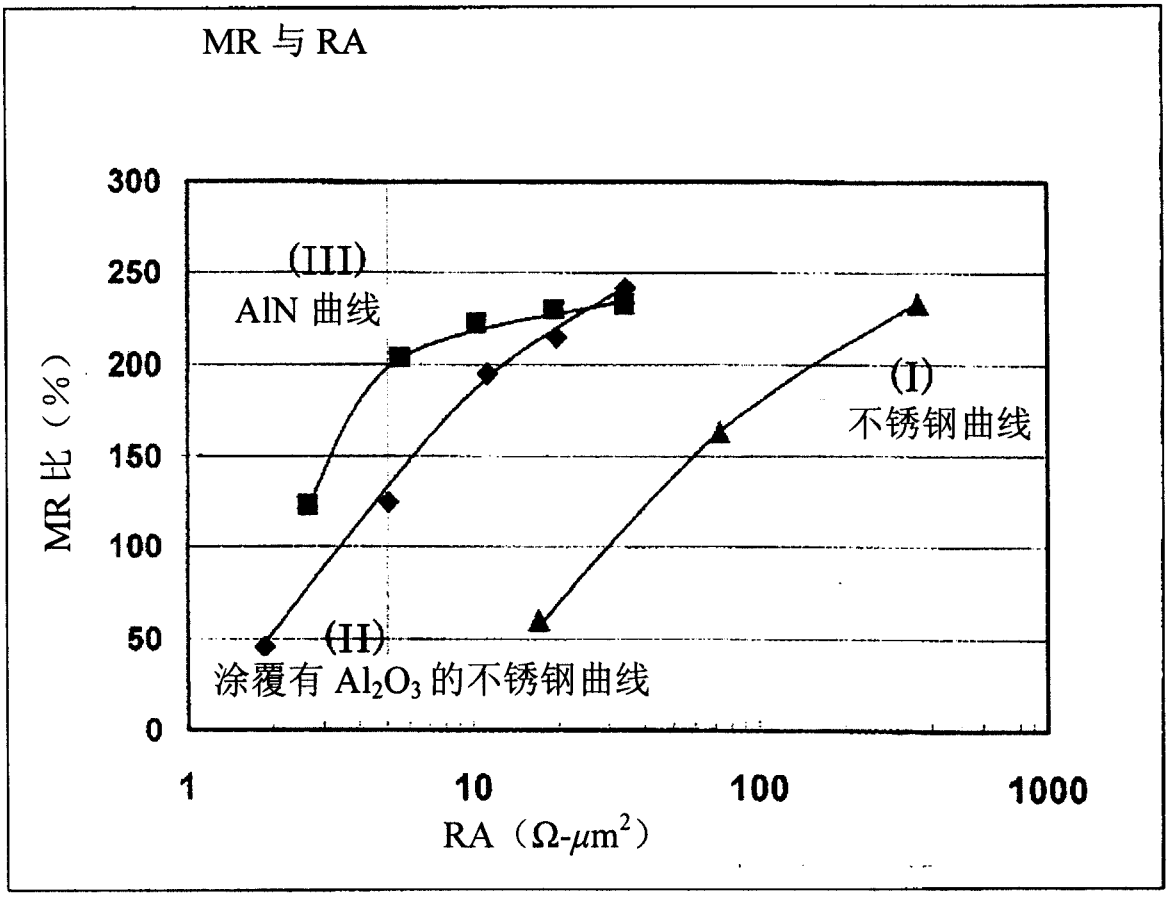

MR 与 RA
300
250
200
150
100
50
0
MR 比（%）
(III)
AlN 曲线
(I)
不锈钢曲线
(II)
涂覆有 Al_2O_3 的不锈钢曲线
1
10
100
1000
RA（Ω-μm²）

图 13

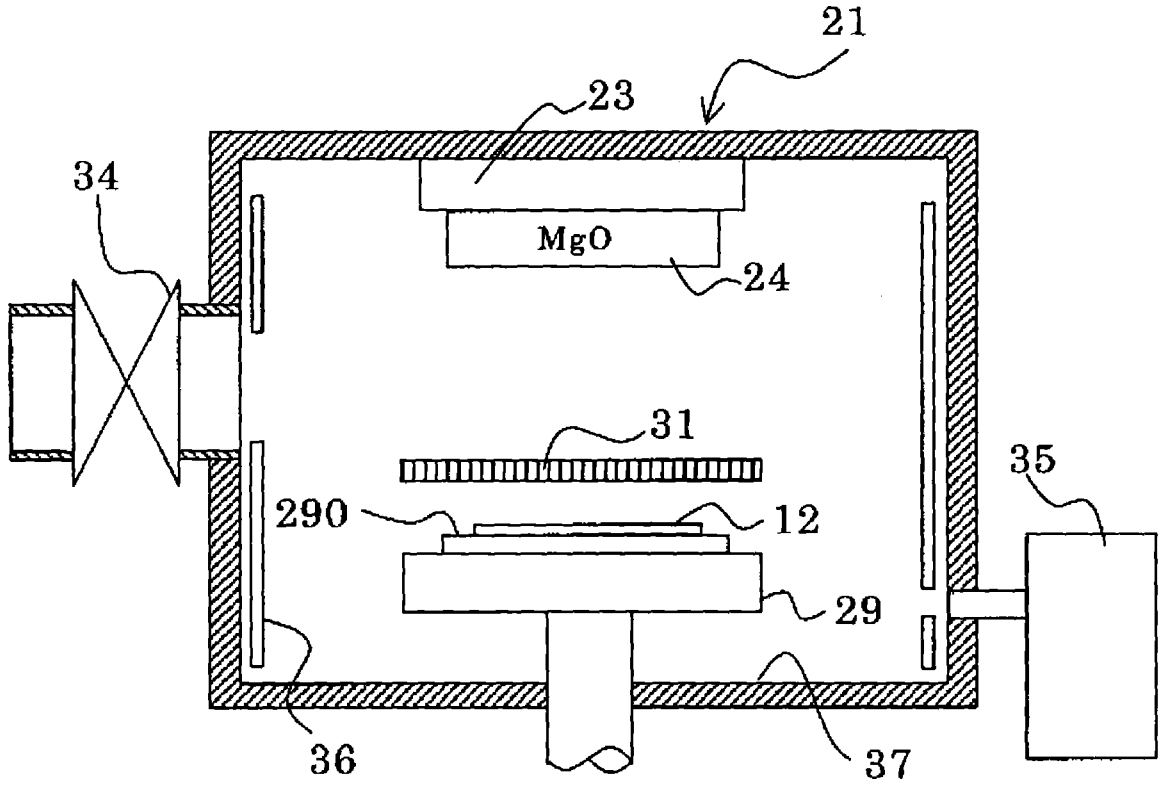
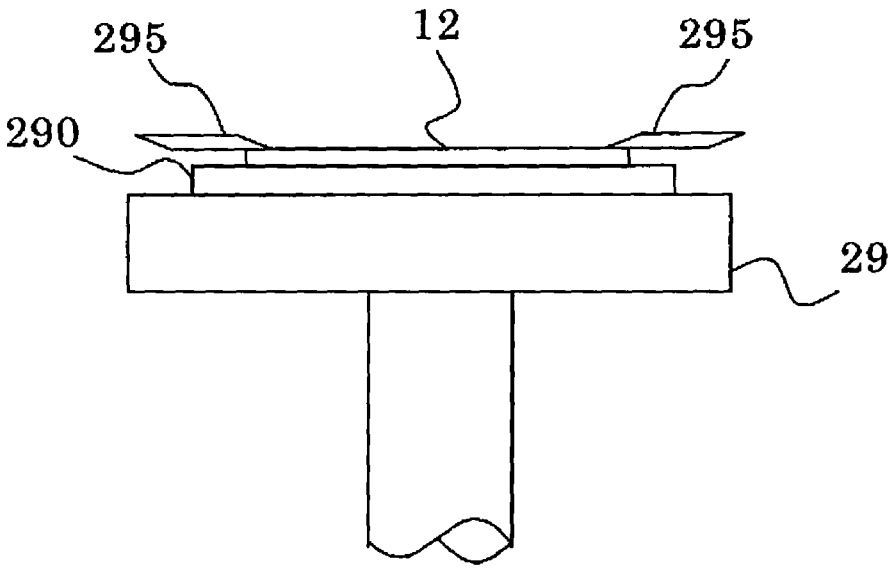
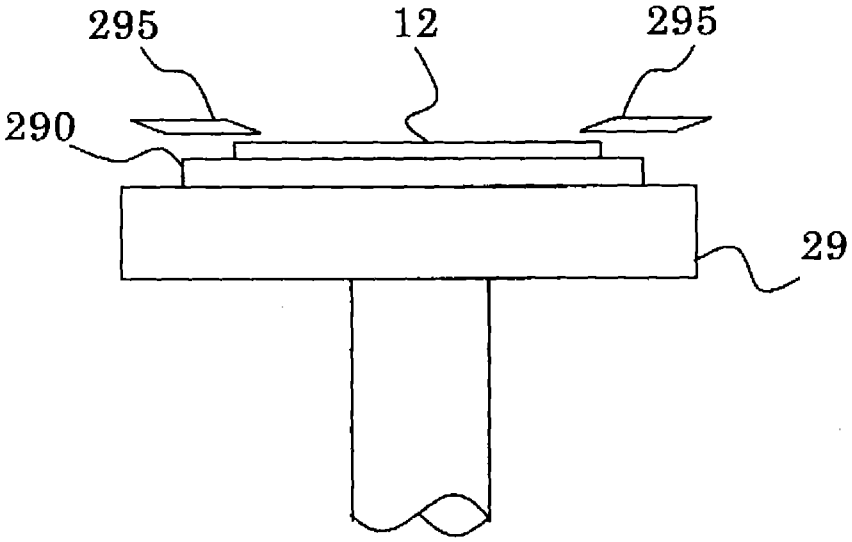


图 14



(a)



(b)

图 15

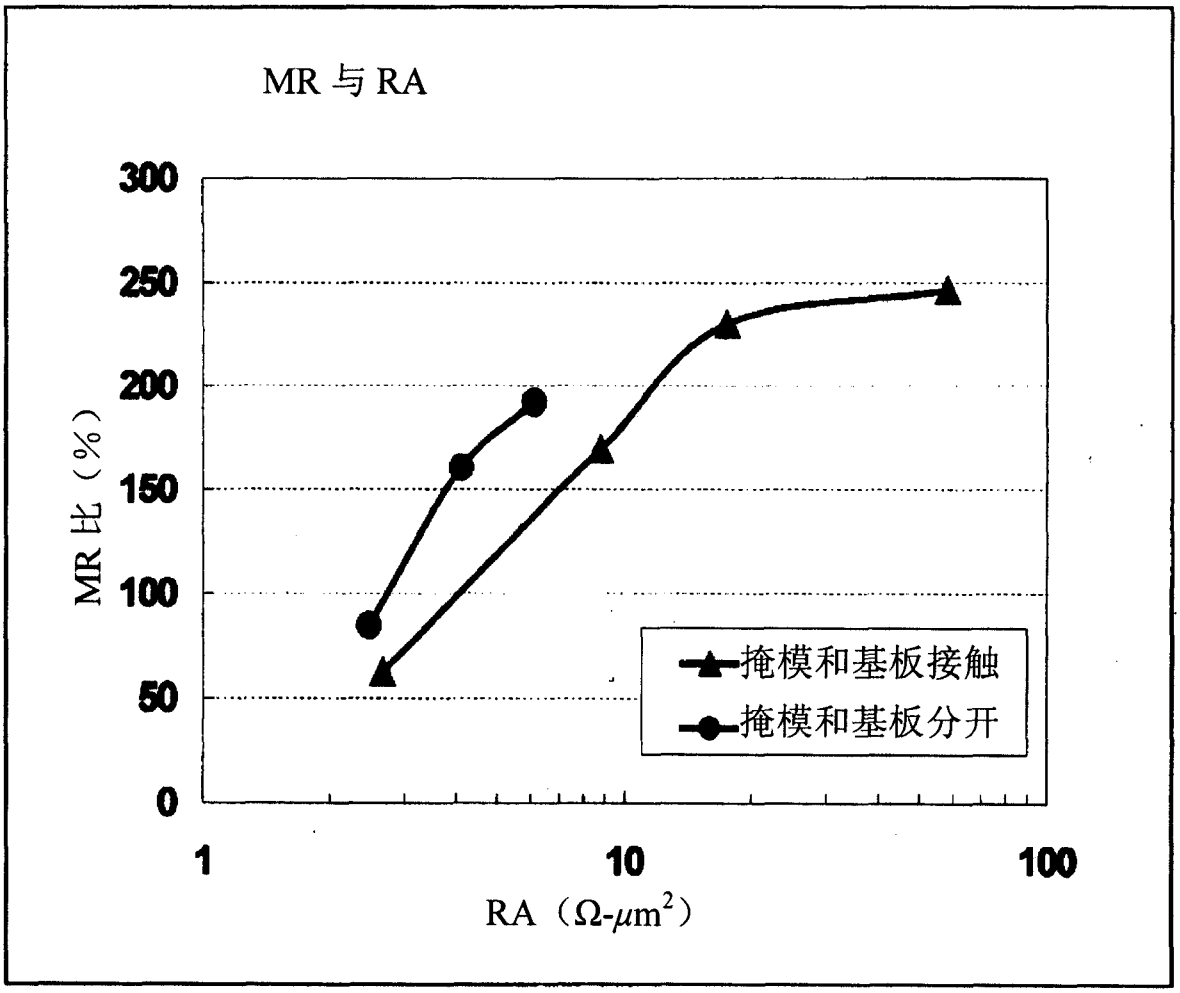

MR 与 RA
300
250
200
150
100
50
0
MR 比（%）
1
10
100
RA（Ω-μm²）
掩模和基板接触
掩模和基板分开

图 16