



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107538338 A

(43)申请公布日 2018.01.05

(21)申请号 201710498753.3

(22)申请日 2017.06.27

(30)优先权数据

2016-127611 2016.06.28 JP

(71)申请人 株式会社荏原制作所

地址 日本东京都

(72)发明人 中村显

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 陈伟 沈静

(51)Int.Cl.

B24B 37/005(2012.01)

B24B 37/34(2012.01)

H01L 21/304(2006.01)

B24B 49/04(2006.01)

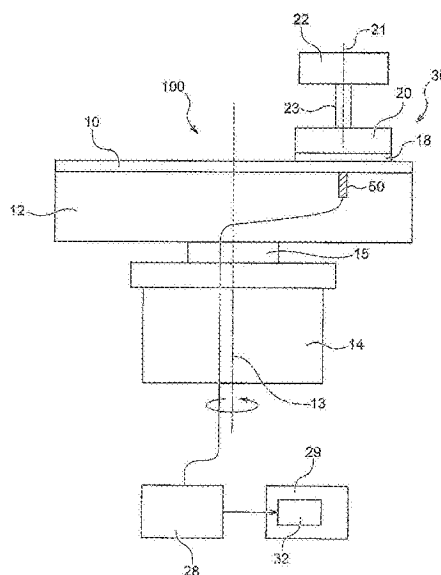
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

研磨装置、研磨方法、及研磨控制程序

(57)摘要

本发明提供研磨装置、研磨方法、及研磨控制程序，能够修正因处理系统等的延迟时间导致的测定误差，并推定与当前膜厚相当的数据。研磨部(30)进行半导体晶片(18)的研磨。涡电流传感器(50)在多个测定时刻测定能够根据半导体晶片(18)的膜厚的变化而变化的涡电流。传感器处理部(28)根据涡电流传感器(50)所测定出的涡电流，算出测定时刻下的半导体晶片(18)的膜厚。膜厚预测部(32)使用被算出的膜厚，预测从测定时刻经过处理延迟时间之后的膜厚。



1. 一种研磨装置,对研磨对象物进行研磨,其特征在于,具有:
研磨部,其进行所述研磨对象物的研磨;
测定部,其在多个测定时刻测定能够根据所述研磨对象物的膜厚变化而变化的物理量;
膜厚算出部,其根据所述测定部所测定出的所述物理量,算出所述测定时刻下的与所述研磨对象物的膜厚相当的数据;及
膜厚预测部,其使用被算出的所述数据,针对所述测定时刻中的至少一部分的测定时刻,预测从该测定时刻经过处理延迟时间之后的所述数据。
2. 如权利要求1所述的研磨装置,其特征在于,所述膜厚预测部使用被算出的所述数据,针对所述测定时刻中的至少一部分的测定时刻,预测从该测定时刻经过所述处理延迟时间之后的所述数据的变化量,并使用被预测出的所述变化量,来预测从该测定时刻经过所述处理延迟时间之后的所述数据。
3. 如权利要求2所述的研磨装置,其特征在于,所述膜厚预测部使用被算出的所述数据算出研磨率,并使用被算出的所述研磨率来预测所述变化量。
4. 如权利要求1至3中任一项所述的研磨装置,其特征在于,从所述测定时刻经过所述处理延迟时间之后是指,在所述测定时刻由所述测定部测定出所述物理量之后,所述膜厚算出部根据该物理量,对所述研磨对象物的所述数据的算出能够结束之时。
5. 如权利要求1至3中任一项所述的研磨装置,其特征在于,从所述测定时刻经过所述处理延迟时间之后是指,在所述测定时刻由所述测定部测定出所述物理量之后,所述膜厚预测部使用被算出的所述数据,对所述数据的预测能够结束之时。
6. 一种研磨方法,对研磨对象物进行研磨,其特征在于,具有以下步骤:
研磨步骤,进行所述研磨对象物的研磨;
测定步骤,在多个测定时刻,测定能够根据所述研磨对象物的膜厚变化而变化的物理量;
膜厚算出步骤,根据在所述测定步骤中所测定出的所述物理量,算出所述测定时刻下的与所述研磨对象物的膜厚相当的数据;及
膜厚预测步骤,使用被算出的所述数据,针对所述测定时刻中的至少一部分的测定时刻,预测从该测定时刻经过处理延迟时间之后的所述数据。
7. 如权利要求6所述的研磨方法,其特征在于,在所述膜厚预测步骤中,使用被算出的所述数据,针对所述测定时刻中的至少一部分的测定时刻,预测从该测定时刻经过所述处理延迟时间之后的所述数据的变化量,并使用被预测出的所述变化量,预测从该测定时刻经过所述处理延迟时间之后的所述数据。
8. 一种研磨控制程序,使用于对研磨对象物进行研磨的研磨装置的控制,该研磨装置具有在多个测定时刻测定能够根据研磨对象物的膜厚变化而变化的物理量的测定部,所述研磨控制程序的特征在于,
使计算机作为以下部分来发挥功能:
膜厚算出部,其根据所述测定部所测定出的所述物理量,算出所述测定时刻下的与所述研磨对象物的膜厚相当的数据;及
膜厚预测部,其使用被算出的所述数据,针对所述测定时刻中的至少一部分的测定时

刻,预测从该测定时刻经过处理延迟时间之后的所述数据。

9. 如权利要求8所述的研磨控制程序,其特征在于,所述膜厚预测部使用被算出的所述数据,针对所述测定时刻中的至少一部分的测定时刻,预测从该测定时刻经过所述处理延迟时间之后的所述数据的变化量,并使用被预测出的所述变化量,预测从该测定时刻经过所述处理延迟时间之后的所述数据。

研磨装置、研磨方法、及研磨控制程序

技术领域

[0001] 本发明涉及对研磨对象物的表面进行研磨的研磨装置,尤其涉及预测与膜厚相当的数据的研磨装置、及使用该装置来进行研磨的研磨方法。此外,本发明涉及控制研磨装置的研磨控制程序。

背景技术

[0002] 近年来,随着半导体器件的高集成化的进展,电路布线微细化,布线间距离也逐渐变得更窄。因此,需要将作为研磨对象物的半导体晶片的表面平坦化,作为该平坦化法的一手段,通过化学机械研磨(CMP)装置来进行研磨。

[0003] 研磨装置具备:用于保持研磨垫(其用于对研磨对象物进行研磨)的研磨平台;及用于保持研磨对象物并将其按压在研磨垫上的顶环。研磨平台与顶环是分别通过驱动部(例如马达)被旋转驱动。在研磨垫上流动含有研磨剂的液体(浆料),在该处按抵被保持在顶环的研磨对象物,由此研磨对象物被研磨。

[0004] 在研磨装置中,若研磨对象物的研磨不充分,则无法取得电路间的绝缘,有产生短路之虞,此外,在成为过度研磨的情况下,会产生因布线的截面积减少所致的电阻值上升、或布线本身完全被去除从而未形成电路本身等问题。此外,必须遍及表面整体地高精度地形成成为平坦。因此,在研磨装置中,图求检测最佳研磨终点、和遍及表面整体地高精度地检测研磨量。

[0005] 作为如上所示的技术,有日本特开2012-135865号所记载的涡电流式终点检测传感器(以下称为“涡电流传感器”)等。在该涡电流传感器中,通过螺线管型或螺旋型线圈,进行研磨对象物内的涡电流检测。因研磨对象物的膜厚改变,涡电流会增加或减少。

[0006] 作为研磨终点检测手段的其他方法,还已知一种对研磨对象物的膜厚改变从而研磨移至不同材质的物质时的研磨摩擦力的变化进行检测的方法。此外,还具有检测研磨对象物的表面反射率的变化的方法。

[0007] 对于在研磨中测定研磨对象的膜厚的这些传感器的输出,为了去除噪声等,进行将传感器的输出平均化的处理或噪声滤波处理、及/或进行放大的处理等处理。这些处理通过基于模拟电路或数字电路(软件等)的处理系统来进行。若这些处理复杂,则在传感器测定与处理结束时之间会发生延迟(时间滞后)。此外,为了进行这些处理,还有在研磨装置内通信系统中或在研磨装置与其他装置之间的通信系统中进行数据的发送接收的情形。还有发生因数据的发送接收用通信系统而导致的延迟的情形。结果,研磨装置可能无法完全实时掌握在终点检测或各种控制中使用的膜厚数据。在基于模拟电路或数字电路的处理系统或者通信系统正在进行处理的期间,研磨也在进行,因此在处理系统或通信系统在处理结束时所掌握的膜厚、与处理结束时的实际膜厚之间产生误差。

[0008] 随着半导体器件的微细化的发展,所需研磨量减少,研磨时间也变短,另一方面,对膜厚的测定精度的要求提高。因此,伴随处理系统或通信系统的处理延迟产生的处理系统或通信系统所掌握的膜厚的时间延迟的影响变大。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:日本特开2012-135865号

发明内容

[0012] (发明所要解决的课题)

[0013] 本发明是为了解决如上所示的问题点而完成的,其目的在于提供能够修正因处理系统等的延迟时间导致的测定误差并推定与处理系统的处理结束时的膜厚相当的数据的研磨装置、研磨方法、及研磨控制程序。

[0014] (解决课题的手段)

[0015] 为解决上述课题,在第1方案中,采用如下构成:一种研磨装置,对研磨对象物进行研磨,其特征在于,具有:研磨部,其进行所述研磨对象物的研磨;测定部,其在多个测定时刻测定能够根据所述研磨对象物的膜厚变化而变化的物理量;膜厚算出部,其根据所述测定部所测定出的所述物理量,算出所述测定时刻下的与所述研磨对象物的膜厚相当的数据;及膜厚预测部,其使用被算出的所述数据,针对所述测定时刻中的至少一部分的测定时刻,预测从该测定时刻经过处理延迟时间之后的所述数据。

[0016] 通过本方案,能够修正因物理量测定后的通信系统或处理系统等的处理时间而导致的、进行基于测定部的测定的测定时刻与基于这些系统的处理结束后的处理结束时刻之间的时间差,即因“处理延迟时间”导致的测定误差。通过修正,能更正确地推定处理结束时刻下的与膜厚相当的数据,研磨的终点检测精度会提升。即,能够补偿处理系统的延迟来防止终点检测的延迟。

[0017] 在此,“与膜厚相当的数据”包括:(1)膜厚、(2)对膜厚乘以规定数而得到的数据、(3)对膜厚加上或减去规定数而得到的数据、(4)组合(2)与(3)而得到的数据等。通过(1)~(4)的数据,能够监视膜厚的变化,能够实现研磨的终点检测、或研磨状态的监视。其中,(2)~(4)中的规定数可为在测定中恒定的数值,但是也可以考虑膜的状态的时间变化、研磨部(例如研磨垫)的状态的时间变化等,在测定中进行变更。

[0018] 此外,根据本实施方式,能够比以往更为正确地推定与膜厚相当的数据,因此闭环控制(Close-loop control:CLC)的性能提升。需要说明的是,闭环控制是指将研磨结果的数据(与膜厚相当的数据)反馈至研磨装置的控制装置,控制装置判断研磨状态,且通过来自控制装置的指令来控制研磨部的方式。

[0019] 在化学机械研磨中的in-situ膜厚测定中,作为在研磨中能够根据研磨对象的膜厚的变化而变化的物理量,存在涡电流、膜的表面的光学反射率等。涡电流依赖于膜的电导率及膜厚。在传感器(测定部)测定出这些物理量之后,以噪声去除或信号放大等为目的,进行测定值的时间平均处理、修正处理等处理,从而产生时间延迟。研磨装置的控制系统在终点检测或各种研磨状态的控制中使用的与膜厚相当的数据是与处理等所需的时间相应的旧往的数据。

[0020] 延迟时间例如0.2~1秒左右。延迟时间能够实际测定并作为处理延迟时间而组入于系统中。因通信系统或处理系统导致的延迟可设为恒定值(恒定的时间)。此外,也可配合研磨的进行或根据研磨条件设为可变。

[0021] 在经过了处理延迟时间时的与膜厚相当的数据的计算中,也可使用样条内插等。样条内插是指使用了从多个测定数据通过的平滑曲线(样条曲线(spline curve))的内插。在样条内插曲线中,对相邻的测定数据所夹的各区间,使用个别的多项式,例如3次式。

[0022] 在第2方案中,采用以下构成:研磨装置的特征在于,所述膜厚预测部使用被算出的所述数据,针对所述测定时刻中的至少一部分的测定时刻,预测从该测定时刻经过所述处理延迟时间之后的数据的变化量,并使用被预测出的所述变化量,来预测从该测定时刻经过所述处理延迟时间之后的数据。

[0023] 在第3方案中,采用以下构成:研磨装置的特征在于,所述膜厚预测部使用被算出的所述数据算出研磨率,并使用被算出的所述研磨率,来预测所述变化量。需要说明的是,研磨率是指每单位时间(例如每1秒)的研磨量(上述与膜厚相当的数据的变化量)。

[0024] 在本实施方式中,通过根据与膜厚相当的数据的时间序列数据来使用研磨率,能够补偿处理系统的延迟,防止终点检测的延迟。

[0025] 在第4方案中,采用以下构成:研磨装置的特征在于,从所述测定时刻经过所述处理延迟时间之后是指,在所述测定时刻由所述测定部测定出所述物理量之后,所述膜厚算出部根据该物理量,对所述研磨对象物的所述数据的算出能够结束之时。

[0026] 在第5方案中,采用以下构成:研磨装置的特征在于,从所述测定时刻经过所述处理延迟时间之后是指,在所述测定时刻由所述测定部测定出所述物理量之后,所述膜厚预测部使用被算出的所述数据,对数据的预测能够结束之时。

[0027] 在第6方案中,采用以下构成:一种研磨方法,对研磨对象物进行研磨,其特征在于,具有以下步骤:研磨步骤,进行所述研磨对象物的研磨;测定步骤,在多个测定时刻测定能够根据所述研磨对象物的膜厚变化而变化的物理量;膜厚算出步骤,根据在所述测定步骤中所测定出的所述物理量,算出所述测定时刻下的与所述研磨对象物的膜厚相当的数据;及膜厚预测步骤,使用被算出的所述数据,针对所述测定时刻中的至少一部分的测定时刻,预测从该测定时刻经过处理延迟时间之后的数据。

[0028] 在第7方案中,采用以下构成:研磨方法的特征在于,在所述膜厚预测步骤中,使用被算出的所述数据,针对所述测定时刻中的至少一部分的测定时刻,预测从该测定时刻经过所述处理延迟时间之后的数据的变化量,并使用被预测出的所述变化量,预测从该测定时刻经过所述处理延迟时间之后的数据。

[0029] 在第8方案中,采用以下构成:一种研磨控制程序,使用于对研磨对象物进行研磨的研磨装置的控制,该研磨装置具有在多个测定时刻测定能够根据研磨对象物的膜厚变化而变化的物理量的测定部,所述研磨控制程序的特征在于,使计算机作为以下部分来发挥功能:膜厚算出部,其根据所述测定部所测定出的所述物理量,算出所述测定时刻下的与所述研磨对象物的膜厚相当的数据;及膜厚预测部,其使用被算出的所述数据,针对所述测定时刻中的至少一部分的测定时刻,预测从该测定时刻经过处理延迟时间之后的数据。

[0030] 在第9方案中,采用以下构成:研磨控制程序的特征在于,所述膜厚预测部使用被算出的所述数据,针对所述测定时刻中的至少一部分的测定时刻,预测从该测定时刻经过所述处理延迟时间之后的数据的变化量,并使用被预测出的所述变化量,预测从该测定时刻经过所述处理延迟时间之后的数据。

附图说明

[0031] 图1是表示本实施方式的研磨装置的基本构成的图。

[0032] 图2是表示涡电流传感器的构成的图,图2的(a)是表示涡电流传感器的构成的区块图,图2的(b)是表示涡电流传感器的等效电路图。

[0033] 图3是表示本实施方式的涡电流传感器中的传感器线圈的构成例的概略图。

[0034] 图4的(a)是表示半导体晶片18的实际膜厚的图表,图4的(b)是表示传感器处理部28所输出的半导体晶片18的膜厚的图表,图4的(c)是表示膜厚预测部32所输出的半导体晶片18的被预测出的膜厚的图表。

[0035] 图5是进行研磨至规定膜厚、若到达规定膜厚则结束研磨的情况下的流程图。

[0036] 附图标记说明

[0037] 10:研磨垫

[0038] 12:研磨平台

[0039] 13:旋转轴

[0040] 14:第1电动马达

[0041] 15:马达轴

[0042] 18:半导体晶片

[0043] 20:顶环

[0044] 21:轴线

[0045] 22:第2电动马达

[0046] 28:传感器处理部

[0047] 29:控制部

[0048] 30:研磨部

[0049] 32:膜厚预测部

[0050] 34:曲线

[0051] 36:时间差

[0052] 38:变化量

[0053] 40:曲线

[0054] 42:曲线

[0055] 44:数据

[0056] 50:涡电流传感器

[0057] 51:传感器线圈

[0058] 52:交流信号源

[0059] 54:检波电路

[0060] 71:卷线轴

[0061] 72、73、74:线圈

[0062] 100:研磨装置

[0063] I_1 、 I_2 :涡电流

[0064] mf:金属膜(或导电性膜)

[0065] Z:阻抗

[0066] $r1 \sim r5$ 、 $s1 \sim s4$:膜厚

[0067] $t1 \sim t10$:时刻

具体实施方式

[0068] 以下根据附图,说明本发明的一实施方式的研磨装置。首先,说明研磨装置的基本构成,之后说明研磨对象物的研磨终点的检测。

[0069] 图1是表示本实施方式的研磨装置100的基本构成的图。对半导体晶片(研磨对象物)18进行研磨的研磨装置100具有:进行半导体晶片18的研磨的研磨部30、涡电流传感器(测定部)50、及传感器处理部(膜厚算出部)28。涡电流传感器50在多个测定时刻测定能够根据半导体晶片18的膜厚变化而变化的物理量。传感器处理部28根据涡电流传感器50所测定出的涡电流,算出各测定时刻下的与半导体晶片18的膜厚相当的数据。

[0070] 本实施方式中的测定时刻是例如0.5秒间隔的时刻。本实施方式中的物理量是半导体晶片18内的涡电流。因半导体晶片18的膜厚改变,涡电流会增加或减少。需要说明的是,本发明中的能够根据膜厚变化而变化的物理量不限于涡电流。物理量也可为研磨时的研磨摩擦力、研磨对象物的表面反射率。

[0071] 研磨装置100还具有控制部29。控制部29包含膜厚预测部32。膜厚预测部32使用通过传感器处理部28算出的与膜厚相当的数据,针对各测定时刻,预测从测定时刻经过处理延迟时间后的与膜厚相当的数据。本实施方式中的与膜厚相当的数据是后述的根据阻抗Z的大小(绝对值)所得的膜厚。

[0072] 膜厚预测部32使用被算出的膜厚,针对各测定时刻,预测经过处理延迟时间之后的膜厚的变化量,且使用被预测出的变化量,预测从测定时刻经过处理延迟时间之后的膜厚。需要说明的是,本发明不限于预测膜厚的变化量且使用被预测出的变化量来预测膜厚的方法。例如,也可以不预测膜厚的变化量,而是直接预测膜厚。作为直接预测膜厚的方法,可以使用被算出的膜厚,通过样条内插(spline interpolation),预测从测定时刻经过处理延迟时间之后的膜厚。

[0073] 膜厚预测部32使用被算出的膜厚来算出研磨率,且使用被算出的研磨率预测上述变化量。研磨率的算出方法容后详述。

[0074] 本实施方式中的从测定时刻经过处理延迟时间之后是指,在测定时刻由涡电流传感器50测定出涡电流之后,传感器处理部28根据涡电流,对半导体晶片18的膜厚算出结束之时。经过处理延迟时间之后是例如涡电流传感器50测定出涡电流之后的0.2秒后。此外,在本发明中,对于经过处理延迟时间之后,不限于传感器处理部28根据涡电流,对半导体晶片18的膜厚算出结束之时。例如,从测定时刻经过处理延迟时间之后也可指涡电流传感器50在测定时刻测定出涡电流之后,膜厚预测部32使用被算出的膜厚,对膜厚的预测能够结束之时。

[0075] 通过图1来详细说明研磨部30。研磨部30具备:能够将研磨垫10安装在上表面的研磨平台12;将研磨平台12旋转驱动的第1电动马达14;能够保持半导体晶片18的顶环(top ring)20;及将顶环20旋转驱动的第2电动马达22。第1电动马达14的转子连接于马达轴15,通过马达轴15,研磨平台12被旋转驱动。

[0076] 顶环20能够通过未图示的保持装置接近或远离研磨平台12。对半导体晶片18进行研磨时,使顶环20接近研磨平台12,由此使被保持于顶环20的半导体晶片18抵接于被安装于研磨平台12的研磨垫10。

[0077] 在对半导体晶片18进行研磨时,在研磨平台12被旋转驱动的状态下,保持于顶环20的半导体晶片18被按压于研磨垫10。此外,顶环20通过第2电动马达22,绕着与研磨平台12的旋转轴13呈偏心的轴线21被旋转驱动。对半导体晶片18进行研磨时,包含研磨材料的研磨液从未图示的研磨材料供给装置被供给至研磨垫10的上表面。被安置在顶环20的半导体晶片18在顶环20通过第2电动马达22被旋转驱动的状态下,被按压于被供给了研磨液的研磨垫10。

[0078] 在研磨平台12的内部埋设有涡电流传感器50。涡电流传感器50的连接缆线从研磨平台12的马达轴15内通过,经由设在马达轴15的轴端的旋转接头(未图示),连接于传感器处理部28。

[0079] 接着,使用图2至图3,说明本实施方式的研磨装置所具备的涡电流传感器50。

[0080] 图2是表示涡电流传感器50的构成的图,图2的(a)是表示涡电流传感器50的构成的区块图,图2的(b)是涡电流传感器50的等效电路图。

[0081] 如图2的(a)所示,涡电流传感器50在检测对象的金属膜(或导电性膜)mf的附近配置传感器线圈51,且在其线圈上连接有交流信号源52。在此,检测对象的金属膜(或导电性膜)mf是例如形成在半导体晶片18上的Cu、Al、Au、W等的薄膜。传感器线圈51是检测用线圈,相对于检测对象的金属膜(或导电性膜),配置在例如1.0~4.0mm左右的附近。

[0082] 涡电流传感器具有以下类型:频率类型,因在金属膜(或导电性膜)mf中产生涡电流,振荡频率改变,根据该频率变化检测金属膜(或导电性膜);及阻抗类型,因在金属膜(或导电性膜)mf中产生涡电流,阻抗改变,根据该阻抗变化检测金属膜(或导电性膜)。即,在频率类型中,在图2的(b)所示的等效电路中,涡电流 I_2 改变,因此阻抗Z改变。若阻抗Z改变,则信号源(可变频率振荡器)52的振荡频率改变。若振荡频率改变,则能够通过检波电路54检测该振荡频率的改变,从而检测金属膜(或导电性膜)的改变。通过交流信号源52和检波电路54,构成传感器处理部28。

[0083] 在阻抗类型中,在图2的(b)所示的等效电路中,因涡电流 I_2 改变,阻抗Z会改变。若阻抗Z改变,则从信号源(固定频率振荡器)52来看的阻抗Z会改变。能够通过检波电路54检测该阻抗Z的变化,来检测金属膜(或导电性膜)的变化。本实施方式中与膜厚相当的数据是通过传感器处理部28根据阻抗Z的大小(绝对值)而获得的。具体而言,检波电路54例如对阻抗Z乘以规定数,将与实际膜厚相一致的值输出至膜厚预测部32。因此,检波电路54的输出、即传感器处理部28的输出在本实施方式中是与实际膜厚相一致的值。

[0084] 在阻抗类型的涡电流传感器中,能够取出信号输出X、Y、相位、阻抗Z等。信号输出X、Y分别是阻抗Z的实数成分、虚数成分。根据频率F、或阻抗Z等,获得金属膜(或导电性膜)Cu、Al、Au、W的膜厚的测定信息。涡电流传感器50能够内置于研磨平台12内部的表面附近的位置。涡电流传感器50以隔着研磨垫与研磨对象的半导体晶片相面对的方式取位。涡电流传感器50能够根据流过半导体晶片上的金属膜(或导电性膜)的涡电流,来检测金属膜(或导电性膜)的膜厚变化。

[0085] 图3是表示本实施方式的涡电流传感器50中的传感器线圈的构成例的概略图。如

图3所示,传感器线圈51使用于在金属膜(或导电性膜)中形成涡电流的线圈、和用于检测金属膜(或导电性膜)的涡电流的线圈分离。传感器线圈51通过被卷绕在卷线轴71上的3层线圈72、73、74所构成。在此中央的线圈72是连接于交流信号源52的振荡线圈。该振荡线圈72通过从交流信号源52供给的电压所形成的磁场,在被配置在附件的半导体晶片18上的金属膜(或导电性膜)mf中形成涡电流。在卷线轴71的上侧(金属膜(或导电性膜)侧)配置检测线圈73,检测通过形成在金属膜(或导电性膜)中的涡电流所产生的磁场。而且,在振荡线圈72的与检测线圈73相反一侧,配置有平衡线圈74。平衡线圈74用于利用使用于测定的电阻桥接电路来进行平衡调整。能够通过平衡线圈74来调整零点。因此,能够从零的状态起检测流过金属膜(或导电性膜)的涡电流,因此金属膜(或导电性膜)中的涡电流的检测灵敏度提高。

[0086] 接着,通过图4,具体说明控制部29内的膜厚预测部32中的处理。图4的(a)是表示伴随研磨时间的经过的半导体晶片18的实际膜厚的图表。图4的(b)是表示伴随研磨时间的经过的传感器处理部28所输出的半导体晶片18的膜厚的图表,图4的(c)是表示膜厚预测部32所输出的半导体晶片18被预测出的膜厚的图表。这些图表的横轴是共通的,表示时间。其单位为秒。这些图表的纵轴为膜厚,为同一标度。其单位为 μm 。图4的(a)所示的曲线34是表示随同时间进行研磨,膜厚变薄的情形。

[0087] 时刻 $t_1 \sim t_4$ 、 $t_6 \sim t_{10}$ 是表示通过涡电流传感器50进行测定,且其输出被送至传感器处理部28的时刻。图4的(b)所示的传感器处理部28的输出在本实施方式中是与实际膜厚相一致的值。但是,从自涡电流传感器50接收输入到传感器处理部28进行输出为止的时间会有延迟,因此在图4的(a)的图表与图4的(b)的图表之间存在偏差。

[0088] 在图4中,进行测定与处理直至时刻 t_4 为止。膜厚 $s_1 \sim s_4$ 是传感器处理部28的输出,分别为对在时刻 $t_1 \sim t_4$ 的来自涡电流传感器50的输入进行处理得到的结果。在时刻 $t_1 \sim t_4$ 、与膜厚 $s_1 \sim s_4$ 被输出的时间之间存在时间差36。膜厚 $r_1 \sim r_4$ 是膜厚预测部32所输出的膜厚,是时间延迟被修正后的膜厚。膜厚 $r_1 \sim r_4$ 是在时刻 $t_1 \sim t_4$ 通过实际测定所得的值,因此通过以时间差36来进行恢复膜厚 $s_1 \sim s_4$ 的操作,可得到膜厚 $r_1 \sim r_4$ 。膜厚 $s_1 \sim s_4$ 与膜厚 $r_1 \sim r_4$ 分别为相同的值。时间差36为传感器处理部28进行处理所需的时间。曲线40是表示实际膜厚的曲线,曲线42是表示被预测出的膜厚的曲线。

[0089] 本实施方式中的从测定时刻经过处理延迟时间之后是指,在测定时刻由涡电流传感器50测定出涡电流之后,传感器处理部28根据涡电流,对半导体晶片18的膜厚算出结束之时。处理延迟时间与时间差36相当。经过处理延迟时间之后为时刻 t_5 。时间差36是例如从涡电流传感器50测定出涡电流的时刻 t_4 起的0.2秒后。在本实施方式中,膜厚预测部32中的处理所需时间是可忽略的。在图4中,膜厚 $r_1 \sim r_4$ 是过去的的数据44,膜厚 r_5 为最新的预测数据。

[0090] 在时刻 $t_1 \sim t_4$ 、 $t_6 \sim t_{10}$ 能够获得实际的测定值。但是,在时刻 $t_1 \sim t_4$ 、 $t_6 \sim t_{10}$ 的中间的时刻,例如在传感器处理部28输出膜厚 s_4 的时刻 t_5 ,实际膜厚不明。膜厚预测部32预测时刻 t_5 下的膜厚。膜厚预测部32使用已被算出的膜厚 $s_1 \sim s_4$,算出测定时刻 t_4 以前的研磨率,使用被算出的研磨率,预测时刻 t_5 下的膜厚 r_5 。时刻 t_4 下的研磨率 $R(t_4)$ 是根据时刻 t_3 下的膜厚 s_3 、与时刻 t_4 下的膜厚 s_4 ,通过下式求出的。

[0091] $R(t_4) = (s_4 - s_3) / (t_4 - t_3) \cdots (1) \text{ 式}$

[0092] 时刻 t_5 下的膜厚 r_5 是通过下式求出的。

[0093] $r_5 = r_4 + R(t_4) * (t_5 - t_3) \cdots (2) \text{式}$

[0094] 图4(c)所示的变化量38为膜厚 r_4 与膜厚 r_5 之差,为(2)式的 $R(t_4) * (t_5 - t_3)$ 。

[0095] 研磨率的算出方法并非仅限于(1)式。即,作为研磨率,不限于仅使用研磨率 $R(t_4)$ 。作为其他方法,也可以是,关于时刻 $t_1 \sim t_3$,也与(1)式同样地求出研磨率 $R(t_1) \sim R(t_3)$,使用这4个研磨率 $R(t_1) \sim R(t_4)$ 的平均来取代(2)式的 $R(t_4)$ 。此外,也可以不求出变化量,而是通过样条内插,直接根据膜厚 $r_1 \sim r_4$ 求出膜厚 r_5 。

[0096] 包含膜厚预测部32的控制部29执行在研磨装置100整体的控制中使用的研磨控制程序。控制部29具有未图示的磁性硬盘装置或半导体存储装置等存储装置,存储通过传感器处理部28生成的膜厚数据作为数据库。存储装置将各时刻与该时刻中的各膜厚建立对应地,按照时间序列进行存储。控制部29具有未图示的运算部,根据存储在存储装置中的数据,推定研磨率,预测膜厚。控制部29具备通过总线而连接的CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)、内存、辅助存储装置。运算部通过执行程序,作为传感器处理部28及膜厚预测部32来发挥功能。

[0097] 通过图5,说明如上述所构成的研磨装置100中的对半导体晶片18进行研磨的研磨方法。图5是进行研磨至规定膜厚、若到达规定膜厚则结束研磨的情况下的流程图。以预测在时刻 t_5 的膜厚的情形为例进行说明。在其他时刻,也同样地进行处理。

[0098] 当开始半导体晶片18的研磨(研磨步骤S10)时,在各时刻测定半导体晶片18的涡电流(具体而言为阻抗 Z)(测定步骤S12)。若在时刻 t_4 测定出阻抗 Z ,则根据所测定出的阻抗 Z ,算出时刻 t_4 中的与半导体晶片18的膜厚相当的数据(膜厚算出步骤S14、S16)。使用被算出的数据,针对时刻 t_4 ,如前所述预测从时刻 t_4 经过时间差36之后的数据(膜厚预测步骤S18、S20)。在膜厚预测步骤S18中,根据膜厚的时间序列数据,计算研磨率 $R(t_4)$ 。在膜厚预测步骤S20中,基于研磨率的预测值,计算当前时刻的膜厚 r_5 。接着,根据膜厚 r_5 ,判定是否已研磨至规定膜厚(步骤S22)。在已研磨至规定膜厚(是)的情况下,结束研磨。在未研磨至规定膜厚(否)的情况下,继续进行研磨。

[0099] 以上说明了本发明的实施方式的例子,但上述的发明的实施方式是为了使本发明易于理解,并非为了限定本发明。本发明可在未脱离其要旨的情形下进行变更、改良,并且在本发明中包含其均等物,自不待言。此外,能够在可解决上述课题的至少一部分的范围、或达成效果的至少一部分的范围内,进行权利要求书及说明书所记载的各构成要素的任意组合或省略。

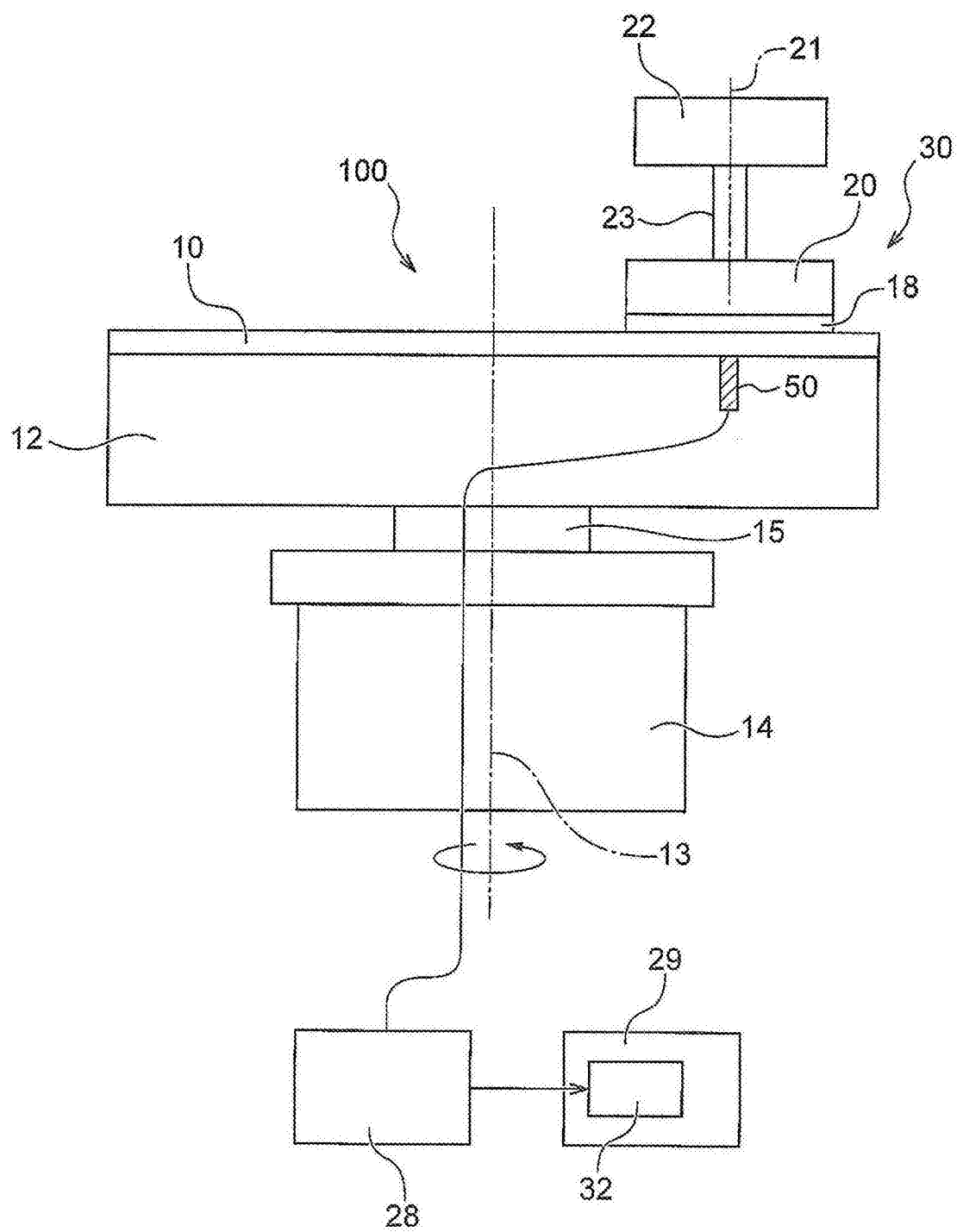


图1

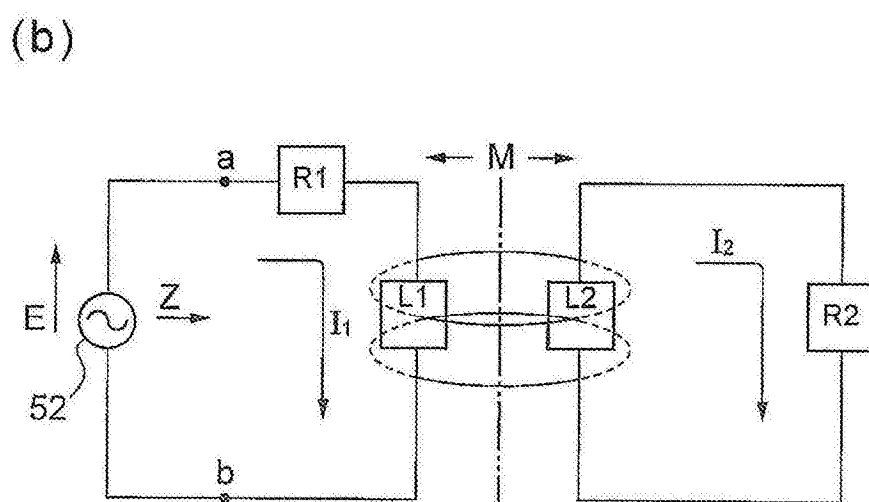
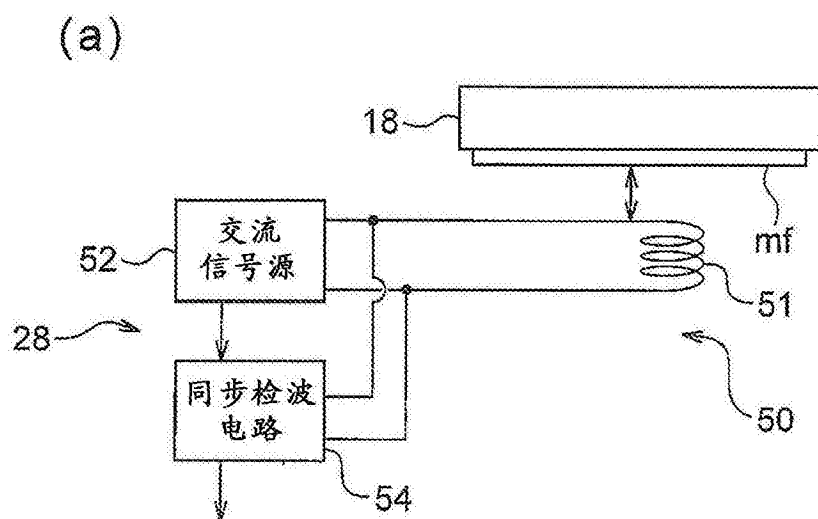


图2

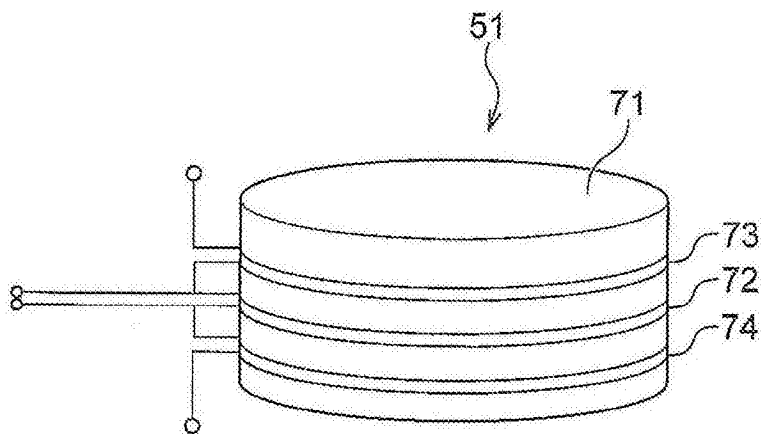


图3

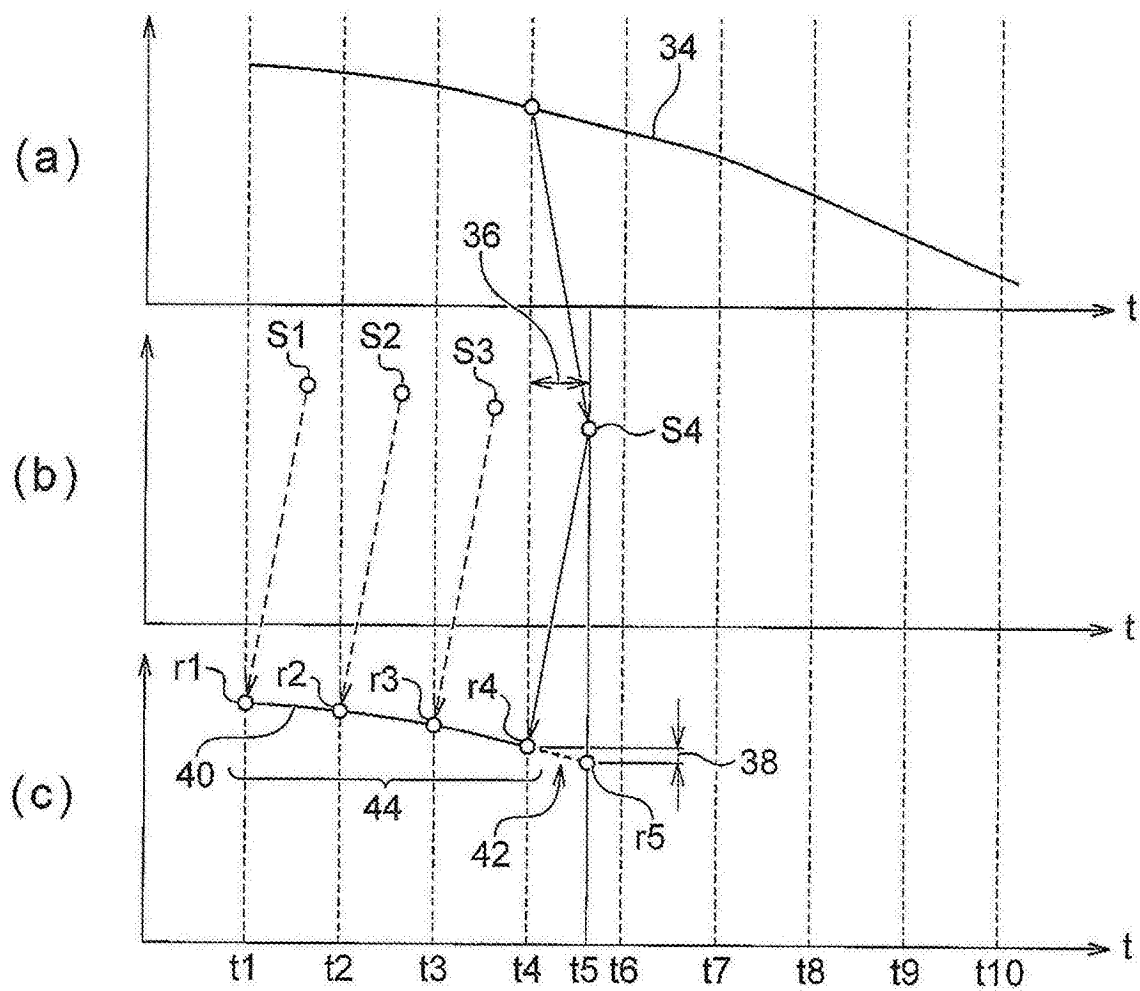


图4

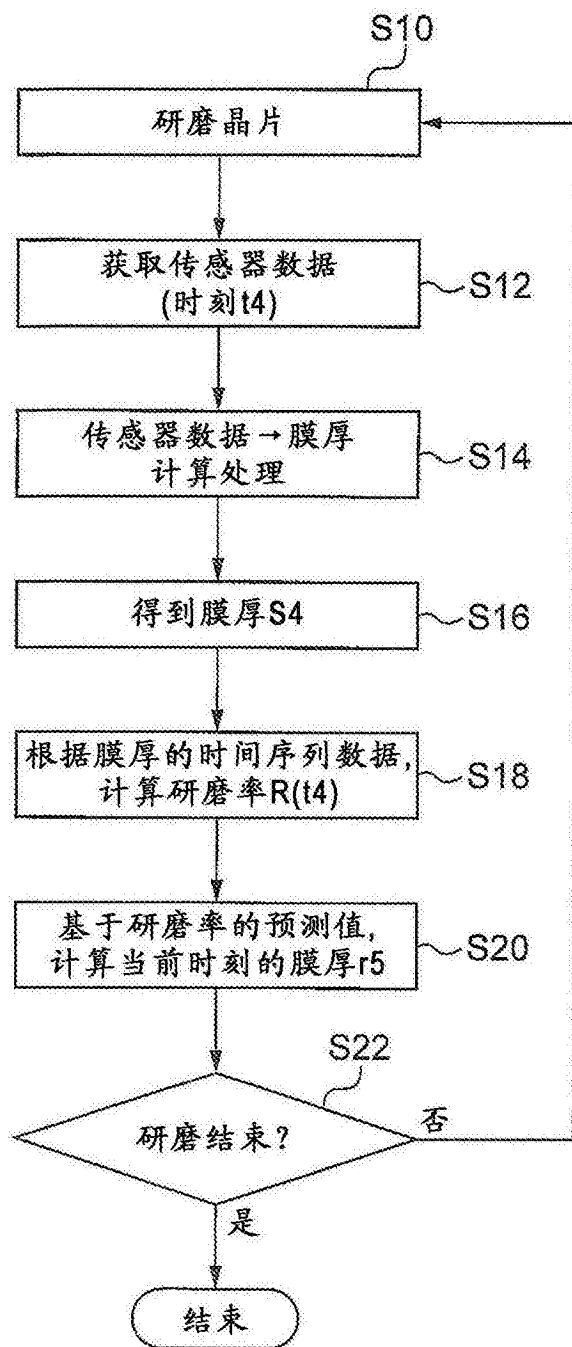


图5