

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2012 年 8 月 30 日 (30.08.2012)



(10) 国际公布号
WO 2012/113246 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01B 7/02 (2006.01) *G01B 7/06* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/082384
- (22) 国际申请日: 2011 年 11 月 17 日 (17.11.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201110046521.7 2011 年 2 月 25 日 (25.02.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **路新春 (LU, Xinchun)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 **赵德文 (ZHAO, Dewen)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 **曲子濂 (QU, Zilian)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 **赵乾 (ZHAO, Qian)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 **何永勇 (HE, Yongyong)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 **孟永钢 (MENG, Yonggang)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。
- (74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼 301 室, Beijing 100084 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。
- 本国际公布:
— 包括国际检索报告 (条约第 21 条 (3))。

(54) Title: GLOBAL METAL FILM THICKNESS MEASURING DEVICE

(54) 发明名称: 全局金属膜厚度测量装置

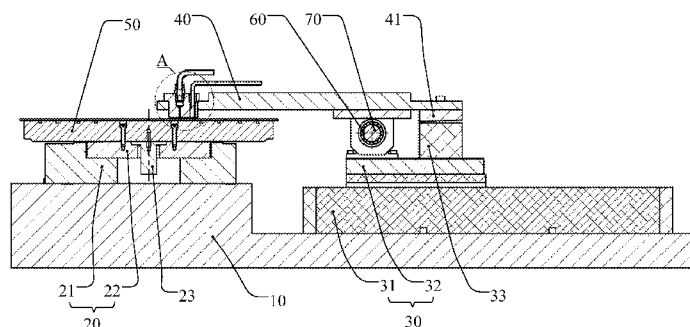


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: A global metal film thickness measuring device comprises: a base (10); a rotation table (20), comprising a stator part (21) and a rotor part (22), the stator part (21) being fixed on the base (10), the rotor part (22) being fixedly provided with a working table (50), the working table (50) being internally provided with a vacuum pipeline, and a rotation joint (23) of the rotor part (22) being connected with the vacuum pipeline; and a straight line unit (30), comprising a guide rail (31) and a slide block (32) capable of sliding along the guide rail (31), the guide rail (31) being fixed on the base (10), the slide block (32) being fixedly connected with a horizontal suspended arm (40), the other end of the suspended arm (40) being provided with a measuring head (80) opposite a table surface of the working table (50), and the measuring head (80) being internally provided with an eddy current probe (82).

[见续页]



(57) 摘要:

一种全局金属膜厚度测量装置，包括底座（10）；转台（20），转台（20）包括定子部分（21）和转子部分（22），定子部分（21）固定在底座（10）上，转子部分（22）上固定有工作台（50），工作台（50）内设有真空管路，其中转子部分（22）的旋转接头（23）与所述真空管路相连；和直线单元（30），所述直线单元包括导轨（31）和可沿导轨（31）滑动的滑块（32），其中导轨（31）固定在底座（10）上，滑块（32）上固定连接有水平的悬臂（40），悬臂（40）的另一端设置有与工作台（50）的台面相对的测头（80），测头（80）内设有电涡流探头（82）。

全局金属膜厚度测量装置

技术领域

5 本发明涉及一种测量装置，尤其是涉及一种全局金属膜厚度测量装置。

背景技术

随着集成电路（IC）制造技术的发展，晶圆尺寸达到直径 300mm 以上，特征线宽已达到 45nm 以下，采用新的半导体、导体和介电材料以克服集成度提高所带来的功耗和信号延迟方面的问题。铜互连延迟限制了 IC 向更高速发展，低 k 介质、小线宽及多层数是改善的有效途径。但低 k 介质层的机械强度远小于铜线，导致传统的大应力 CMP 抛光容易撕裂。其解决方案是采用两步抛光法，即先采用大应力 CMP 将铜层抛光到一定厚度，然后再利用无应力抛光。在第二步无应力抛光前，需要精确确定工件上各个点的铜膜厚度，电涡流方法是非接触式测量方法，不破坏铜膜，精度高，较为适用，在实际应用过程遇到的问题主要是提离（即电涡流传感器与被测薄膜间的距离）的不稳定，影响膜厚测量精度。

发明内容

本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。

20 为此，本发明的目的在于提出一种可以将提离高度稳定在一个较小范围内、实现对工件膜厚度的快速准确测量的全局金属膜厚度测量装置。

根据本发明第一方面的实施例提出一种全局金属膜厚度测量装置，所述全局金属膜厚度测量装置包括：底座；转台，所述转台包括定子部分和转子部分，所述定子部分固定在所述底座上，所述转子部分上固定有工作台，所述工作台内设有真空管路，其中所述转子部分的旋转接头与所述真空管路相连；和直线单元，所述直线单元包括导轨和可沿所述导轨滑动的滑块，其中所述导轨固定在所述底座上，所述滑块上固定连接有水平的悬臂，所述悬臂的另一端设置有与所述工作台的台面相对的测头，所述测头内设有电涡流探头。

根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置可以实现所述电涡流探头与待测工件之间的提离高度的自适应，从而使所述电涡流探头与待测工件之间的提离高度不受设备机械运动精度和工件厚度的影响，这样可以在所述电涡流探头与待测工件不接触的情况下将所述电涡流探头与待测工件之间的提离高度稳定在较小的范围内，实现了对待测工件的膜厚度的快速准确全局测量。

根据本发明的一个实施例，所述直线单元为直线电机。

根据本发明的一个实施例，所述电涡流探头为轴对称线圈。

根据本发明的一个实施例，所述电涡流探头由信号发生器提供序列信号，并由信号采集卡采集所述电涡流探头的信号。

5 根据本发明的一个实施例，所述信号发生器提供频率为 1KHz、2KHz、4KHz、8KHz、16KHz、32KHz、64KHz、128KHz、512KHz、1MHz、2MHz、4MHz、8MHz 或 16MHz 的序列信号。

根据本发明第二方面的实施例提出一种全局金属膜厚度测量装置，所述全局金属膜厚度测量装置包括：底座；转台，所述转台包括定子部分和转子部分，所述定子部分固定在所述底座上，所述转子部分上固定有工作台，所述工作台内设有真空管路，其中所述转子的旋转接头与所述真空管路相连；和直线单元，所述直线单元包括导轨和可沿所述导轨滑动的滑块，所述导轨固定在所述底座上，所述滑块上铰接有悬臂且所述滑块上固定有电磁铁，其中所述悬臂的一端的下方固定有与所述电磁铁相对的铁块，所述悬臂的另一端设有与所述工作台的台面相对的测头，所述测头内设有电涡流探头、竖直的通气孔和竖直的节流孔，所述通气孔和所述节流孔同轴相连且贯通所述测头。

15 根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置可以实现所述电涡流探头与待测工件之间的提离高度的自适应，从而使所述电涡流探头与待测工件之间的提离高度不受设备机械运动精度和工件厚度的影响。而且，通过将所述悬臂铰接在所述滑块上，从而可以在所述电涡流探头与待测工件不接触的情况下将所述电涡流探头与待测工件之间的提离高度稳定在更小的范围内，实现了对待测工件的膜厚度的快速准确全局测量。

20 根据本发明的一个实施例，所述通气孔的孔径大于所述节流孔的孔径。

根据本发明的一个实施例，所述电涡流探头为轴对称线圈。

根据本发明的一个实施例，所述电涡流探头由信号发生器提供序列信号，并由信号采集卡采集所述电涡流探头的信号。

25 根据本发明的一个实施例，所述信号发生器提供频率为 1KHz、2KHz、4KHz、8KHz、16KHz、32KHz、64KHz、128KHz、512KHz、1MHz、2MHz、4MHz、8MHz 或 16MHz 的序列信号。

本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本发明的实践了解到。

附图说明

30 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 是根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置的结构示意图；

图 2 是图 1 中 A 区域的局部放大图;

图 3 是根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置的结构示意图;

图 4a 是根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置的电涡流探头的线圈对工件的测量示意图;

5 图 4b 是探头线圈等效电路和电涡流等效电路;

图 4c 是膜厚测量电路原理;

图 5 是利用根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置进行全局测量的示意图;

图 6 是根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置的结构示意图;

图 7 是图 6 中 B 区域的局部放大图; 和

10 图 8 是根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置的信号处理单元的原理图。

10-底座,	20-转台,	21-定子部分,
22-转子部分,	23-旋转接头,	30-直线单元,
31-导轨,	32-滑块,	33-电磁铁,
40-悬臂,	41-铁块,	50-工作台,
60-轴承,	70-销轴,	80-测头,
81-通气孔,	82-电涡流探头,	821-电涡流探头线圈,
823-探头线圈等效电路,	824-电涡流等效电路,	
825-膜厚测量电路原理;	83-节流孔,	90-工件,
901-待测金属膜。		

具体实施方式

下面详细描述本发明的实施例, 所述实施例的示例在附图中示出, 其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描

15 述的实施例是示例性的, 仅用于解释本发明, 而不能理解为对本发明的限制。

在本发明的描述中, 术语“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系, 仅是为了便于描述本发明而不是要求本发明必须以特定的方位构造和操作, 因此不能理解为对本发明的限制。

20 此外, 术语“第一”、“第二”仅用于描述目的, 而不能理解为指示或暗示相对重要性。

在本发明的描述中, 除非另有规定和限定, 需要说明的是, 术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解, 例如, 可以是机械连接或电连接, 也可以是两个元件内部的连通, 可以是直接相连, 也可以通过中间媒介间接相连, 设备上相邻的两个装置之间通过加工媒介

之间的联系也称之为“相连”或“连接”。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

下面参照图 6 描述根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置。如图 6 所示，根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置包括底座 10、转台 20 和直线单元 30。

5 转台 20 包括定子部分 21 和转子部分 22，定子部分 21 固定在底座 10 上，转子部分 22 上固定有工作台 50 用于放置待测工件 90，工作台 50 内设有真空管路。其中，转子部分 22 的旋转接头 23 与所述真空管路相连，以便通过真空实现工作台 50 对工件 90 的吸附。直线单元 30 包括导轨 31 和可沿导轨 31 滑动的滑块 32。其中，导轨 31 固定在底座 10 上，滑块 32 上固定连接有水平的悬臂 40，悬臂 40 的另一端设置有与工作台 50 的台面相对的测头 80，测头 80 内设有电涡流探头 82。

根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置可以实现电涡流探头 82 与待测工件 90 之间的提离高度的自适应，从而使电涡流探头 82 与待测工件 90 之间的提离高度不受设备机械运动精度和工件厚度的影响，这样可以在电涡流探头 82 与待测工件 90 不接触的情况下将电涡流探头 82 与待测工件 90 之间的提离高度稳定在较小的范围内，实现了对待测工
15 件的膜厚度的快速准确全局测量。

下面参照图 1 和图 2 描述根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置。如图 1 和图 2 所示，根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置包括底座 10、转台 20 和直线单元 30。

转台 20 包括定子部分 21 和转子部分 22，定子部分 21 固定在底座 10 上，转子部分 22
20 上固定有工作台 50 用于放置待测工件 90，工作台 50 内设有真空管路。其中，转子部分 22 的旋转接头 23 与所述真空管路相连，以便通过真空实现工作台 50 对工件 90 的吸附。直线单元 30 包括导轨 31 和可沿导轨 31 滑动的滑块 32。导轨 31 固定在底座 10 上，滑块 32 上铰接有悬臂 40（具体地，滑块 32 可以通过轴承 60 和销轴 70 与悬臂 40 铰接），且滑块 32 上固定有电磁铁 33，其中悬臂 40 的一端的下方固定有与电磁铁 33 相对的铁块 41，悬臂
25 40 的另一端设有与工作台 50 的台面相对的测头 80，以便可以通过控制电磁铁 33 对铁块 41 的吸和放来实现测头 80 的抬起和放下。测头 80 内设有电涡流探头 82、竖直的通气孔 81 和竖直的节流孔 83，通气孔 81 和节流孔 83 同轴相连（其中，通气孔 81 的孔径可以大于节流孔 83 的孔径），且通气孔 81 和节流孔 83 贯通测头 80，以便可以通过对通气孔 81 进行通气来实现测头 80 气浮于待测工件 90 的表面。

30 根据本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置可以实现电涡流探头 82 与待测工件 90 之间的提离高度的自适应，从而使电涡流探头 82 与待测工件 90 之间的提离高度不受设备机械运动精度和工件厚度的影响。而且，通过将悬臂 40 铰接在滑块 32 上，从而可以在电

涡流探头 82 与待测工件 90 不接触的情况下将电涡流探头 82 与待测工件 90 之间的提高高度稳定在更小的范围内, 实现了对待测工件的膜厚度的快速准确全局测量。

下面参照图 1-8 描述利用本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置测量待测工件 90 的全局金属膜厚度。

- 5 在利用本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置测量待测工件 90 的全局金属膜厚度时, 电磁铁 33 可以断电, 并可以通过控制经过通气孔 81 的气体的压力和流量来控制测头 80 与待测工件 90 之间的间隙, 通过转台 20 的旋转和滑块 32 的平移, 电涡流探头 82 可以扫过或定位到所需要测量的位置。

10 图 4a-图 4c 示出了本发明实施例的全局金属膜厚度测量装置的电涡流探头 82 测量待测工件 90 的膜厚的原理。具体地, 电涡流探头 82 可以是轴对称线圈 821。电涡流探头 82 的下方有待测工件 90, 待测工件 90 的上表面为待测金属膜 901。在测量开始前, 先要进行标定, 取一系列已知金属膜厚度的标准工件, 测头 80 工作, 所述标准工件在工作台 50 的带动下旋转, 电涡流探头 82 在直线单元 30 的带动下运行到待测工件 90 的待测点上方, 在工作时通入交流信号 U_0 , 产生交变磁场, 线圈电阻为 R_1 , 可等效为环路 823, 当待测金属膜

15 901 靠近线圈时, 由于空间中存在交变磁场, 待测金属膜 901 内产生电涡流即环状电流, 该环状电流可等效为环路 824, R_2 为等效环路中金属薄膜的电阻值, 环路 823 和环路 824 之间通过互感 L_{12} 和 L_{21} 相互作用, 使用基尔霍夫定律对等效电路原理图 825 分析, 得到线圈 821

的等效电感为 $L_c = L_1 - \frac{\omega L_{12} L_{21}}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2} (\omega L_2 + j R_2)$, 可见, 等效电感 L_c 的实部 L 随频率变化, 即

$$L = \text{Re}(L_c) = L_1 - \frac{L_{12} L_{21} L_2}{\frac{R_2^2}{\omega^2} + L_2^2}, \text{ 对于一定的传感器结构, } L_{12}, L_{21}, L_2 \text{ 是不随激励频率改变的。}$$

- 20 当金属层厚度远小于激励频率下的趋肤深度 $\delta = \sqrt{2/\mu\omega\sigma}$ 时, 金属膜的等效电阻 R_2 也是不随频率改变的。以上公式中 μ 为磁导率, ω 为圆频率, σ 为电导率。对于金属铜, 在 1MHz 时, 其趋肤深度为 $66.7 \mu\text{m}$ 。

因此在 L_{12} , L_{21} , L_2 均为常数, 不随圆频率变化的情况下, 等效电感的实部 L 随频率 ω 的变化关系曲线是单调的递减的。

- 25 可见等效电感 L 不仅与线圈电感 L_1 和金属膜等效电感 L_2 以及它们间的互感 L_{21} 有关, 还随金属膜的等效电阻 R_2 变化。当金属膜厚度增加时, R_2 减小, 相应的 L 也就发生变化, 因而通过测量 L 的变化就可以反过来确定金属薄膜厚度, 在这里等效电感 L 可表示为

$$L=A-B/(C/\omega^2+D), \text{ 其中, } A=L_1, B=L_2, C/D=\left(\frac{R_2}{L_2}\right)^2.$$

为了获得尽可能高的分辨率, 将等效电感 L 对激励信号频率 ω 求导得

$$L'=\frac{\text{const}}{\frac{L_2^4}{R_2^2}\omega^3+2L_2^2\omega+\frac{R_2^2}{\omega}}, \text{ 当 } \omega \text{ 满足 } \omega=\omega_0=\frac{\sqrt{3}R_2}{3L_2}=\sqrt{C/(3D)}, L' \text{ 具有最大值, 即 } L \text{ 随 } \omega \text{ 的变}$$

化最显著, 该频率点定义为特征频率。

- 5 上述分析得知: C/D 值对应于等效电感 L 随激励信号频率 ω 的变化关系曲线的拐点, 拐点对应于特征频率 ω_0 , 如果能够确定出 L' 达到最大值时的特征频率 ω_0 , 就能通过特征频率与金属薄膜厚度的一一对应关系得出被测薄膜的厚度。并且由 L' 的表达式可知, 此测量值与提离 h 无关 (R_2, L_2 与提离无关)。

10 如图 5 所示, 金属膜厚全局测量的方法是, 根据测量点数的要求, 电涡流探头 82 在待测金属膜 901 的上方从待测工件 90 的中心到边缘或者从边缘到中心每次步进一定距离后暂停, 旋转一周, 根据测量点数要求间隔一定角度测量一次, 该圆周的测点测完后, 步进到下一测量圆周, 继续测量, 根据每个测点 (i, j) 的步进距离位置 (r_{ij}) 和旋转角度 (θ_{ij}) 以及膜厚值, 即可得到待测工件 90 全局的膜厚分布。

15 在本发明的一些实施例中, 如图 6 和图 7 所示, 当对于电涡流探头 82 的间隙波动要求不高的情况下, 悬臂 40 可以与滑块 32 固定连接。具体地, 直线单元 30 可以是直线电机。直线单元 30 还可以是导轨丝杠单元配合电机, 其中悬臂 40 可以固定在所述电机上。滑块 32 可以在所述直线电机或与导轨丝杠单元配合的电机的带动下在水平方向上直线移动, 这时测头 80 不需要气浮装置, 安装时可以调整测头 80 与工作台 50 之间的间隙为所需要值, 使用扫频测量原理确定特征频率值从而确定金属膜厚。

20 如图 8 所示, 在信号处理单元中, 计算机程序控制电机控制器, 当测头 80 暂停时, 信号发生器可以向电涡流探头 82 提供序列信号。换言之, 电涡流探头 82 可以由所述信号发生器提供序列信号。具体地, 所述序列信号的频率可以是 1KHz、2KHz、4KHz、8KHz、16KHz、32KHz、64KHz、128KHz、512KHz、1MHz、2MHz、4MHz、8MHz 或 16MHz。然后, 信号采集卡采集电涡流探头 82 的信号并将电涡流探头 82 的信号输入计算机, 所述计算机对电涡流探头 82 的信号进行处理并记录膜厚值。当完成一个测点 (i, j) 的膜厚测量, 所述计算机对电机驱动器发出指令, 所述电机驱动器控制电机带动转台 20 转动并在同一圆周的下一个测点暂停, 完成该点的膜厚测量, 重复此步骤完成一个圆周内各个测点的膜厚测量。当完成一个圆周内的各测点膜厚测量后, 所述计算机对所述电机驱动器发出指令, 所述电机驱动器控制直线单元 30 中的直线电机或者导轨丝杠单元配合电机, 通过滑块 32 和悬臂 40 将电

涡流探头 82 步进到下一测量圆周，继续测量，直至得到待测工件 90 全局的膜厚分布。

如图 3 所示，在测量结束后，测头 80 不工作，电磁铁 33 可以通电，通过悬臂 40 的旋转将测头 80 抬起，直线单元 30 往远离待测工件 90 的方向移动，使得测头 80 离开待测工件 90 的表面，便于待测工件 90 的装卸。

5 在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

10 尽管已经示出和描述了本发明的实施例，本领域的普通技术人员可以理解：在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

15

20

25

30

权利要求书

1、一种全局金属膜厚度测量装置，其特征在于，包括：

底座；

转台，所述转台包括定子部分和转子部分，所述定子部分固定在所述底座上，所述转
5 子部分上固定有工作台，所述工作台内设有真空管路，其中所述转子部分的旋转接头与所
述真空管路相连；和

直线单元，所述直线单元包括导轨和可沿所述导轨滑动的滑块，其中所述导轨固定在
所述底座上，所述滑块上固定连接有水平的悬臂，所述悬臂的另一端设置有与所述工作台
的台面相对的测头，所述测头内设有电涡流探头。

10 2、根据权利要求1所述的全局金属膜厚度测量装置，其特征在于，所述直线单元为直
线电机。

3、根据权利要求1所述的全局金属膜厚度测量装置，其特征在于，所述电涡流探头为
轴对称线圈。

4、根据权利要求1所述的全局金属膜厚度测量装置，其特征在于，所述电涡流探头由
15 信号发生器提供序列信号，并由信号采集卡采集所述电涡流探头的信号。

5、根据权利要求4所述的全局金属膜厚度测量装置，其特征在于，所述信号发生器提
供频率为1KHz、2KHz、4KHz、8KHz、16KHz、32KHz、64KHz、128KHz、512KHz、1MHz、2MHz、
4MHz、8MHz或16MHz的序列信号。

6、一种全局金属膜厚度测量装置，其特征在于，包括：

20 底座；

转台，所述转台包括定子部分和转子部分，所述定子部分固定在所述底座上，所述转
子部分上固定有工作台，所述工作台内设有真空管路，其中所述转子部分的旋转接头与所
述真空管路相连；和

25 直线单元，所述直线单元包括导轨和可沿所述导轨滑动的滑块，所述导轨固定在所述
底座上，所述滑块上铰接有悬臂且所述滑块上固定有电磁铁，其中所述悬臂的一端的下方
固定有与所述电磁铁相对的铁块，所述悬臂的另一端设有与所述工作台的台面相对的测头，
所述测头内设有电涡流探头、竖直的通气孔和竖直的节流孔，所述通气孔和所述节流孔同
轴相连且贯通所述测头。

30 7、根据权利要求6所述的全局金属膜厚度测量装置，其特征在于，所述通气孔的孔径
大于所述节流孔的孔径。

8、根据权利要求6所述的全局金属膜厚度测量装置，其特征在于，所述电涡流探头为
轴对称线圈。

9、根据权利要求 6 所述的全局金属膜厚度测量装置，其特征在于，所述电涡流探头由信号发生器提供序列信号，并由信号采集卡采集所述电涡流探头的信号。

10、根据权利要求 6 所述的全局金属膜厚度测量装置，其特征在于，所述信号发生器提供频率为 1KHz、2KHz、4KHz、8KHz、16KHz、32KHz、64KHz、128KHz、512KHz、1MHz、

5 2MHz、4MHz、8MHz 或 16MHz 的序列信号。

10

15

20

25

30

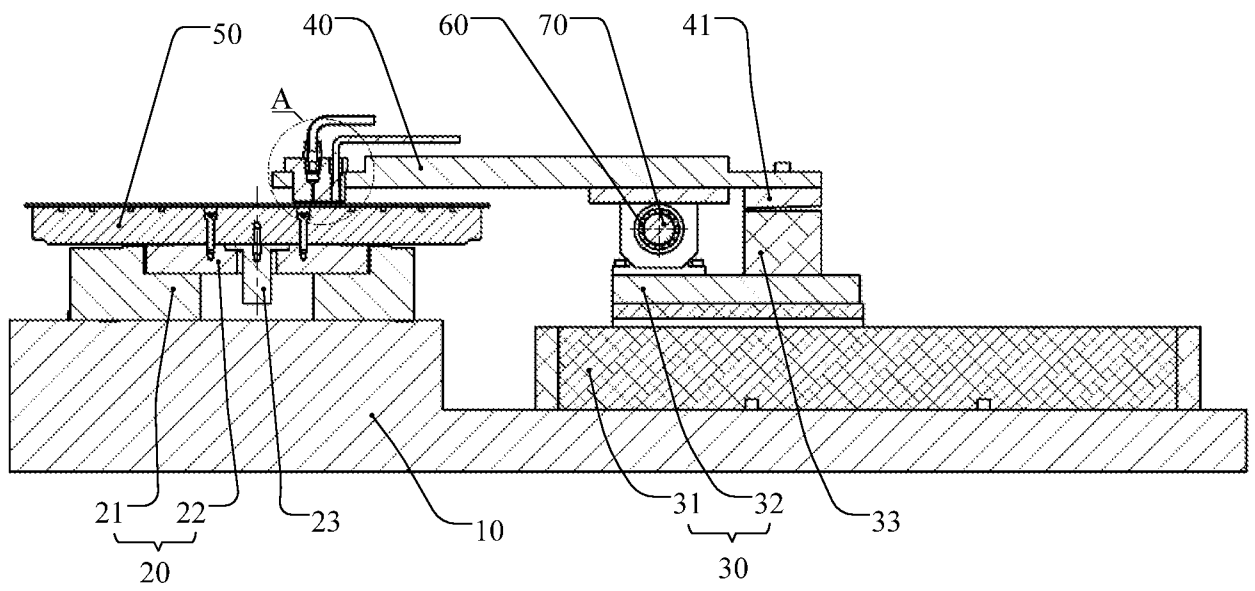


图 1

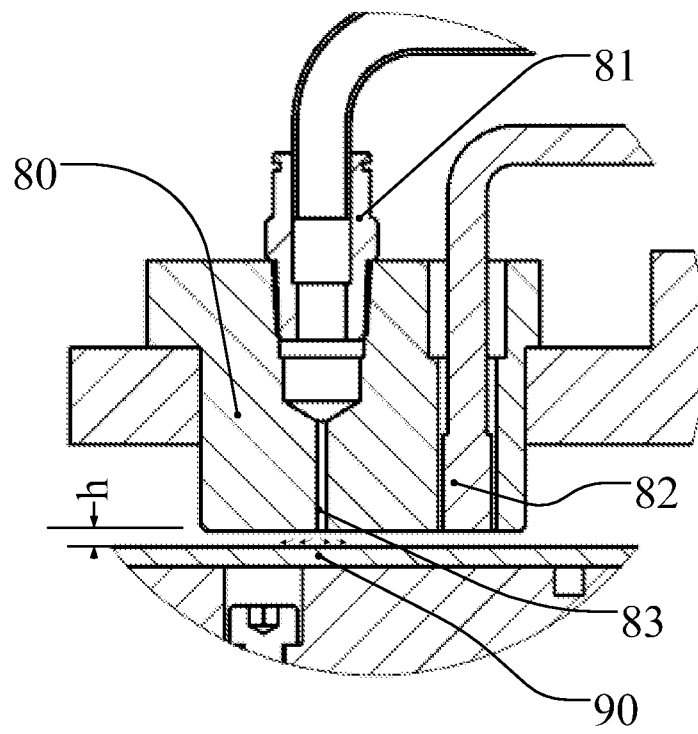


图 2

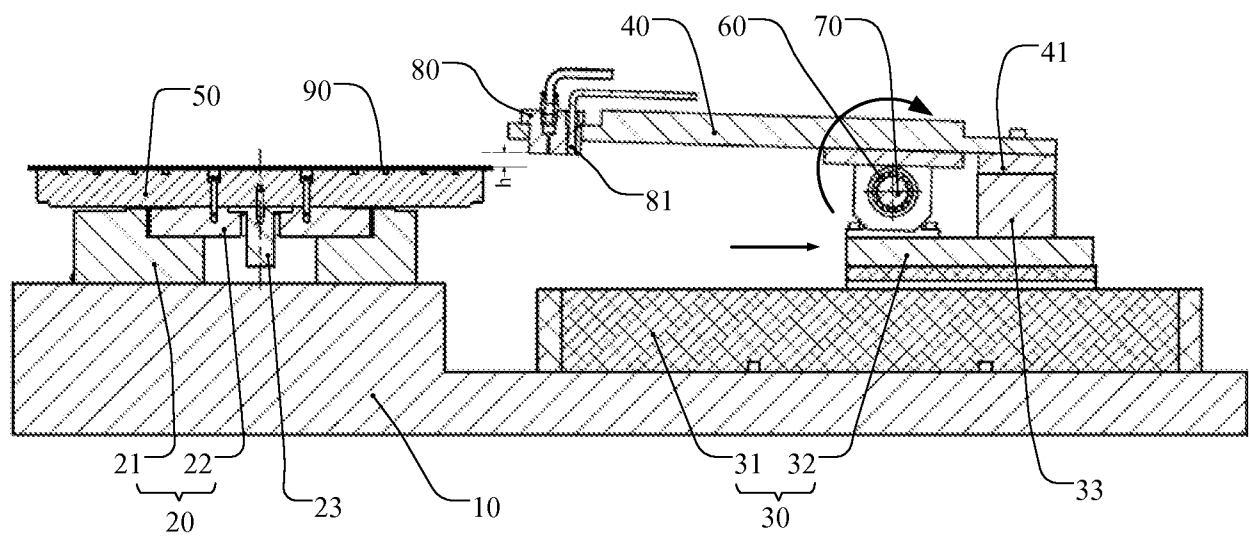


图 3

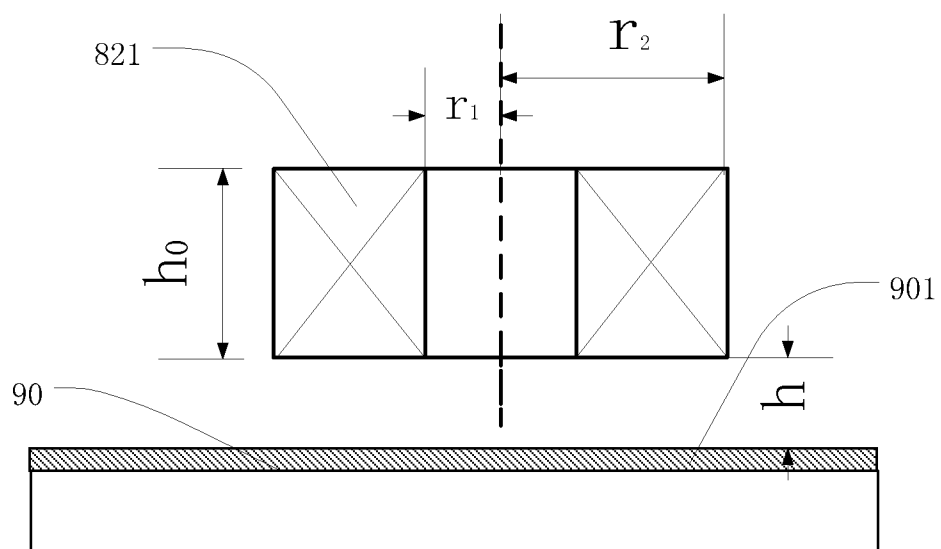


图 4a

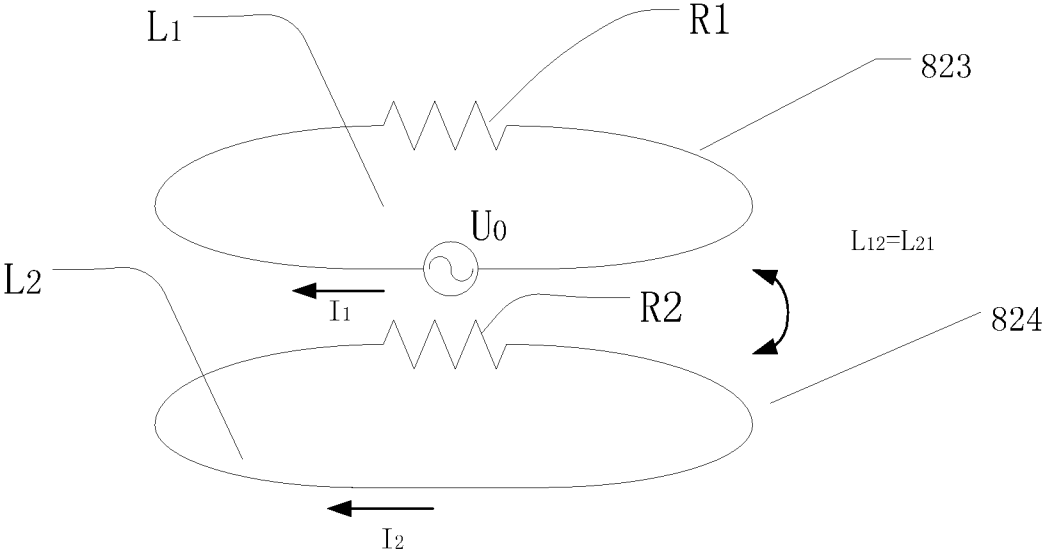


图 4b

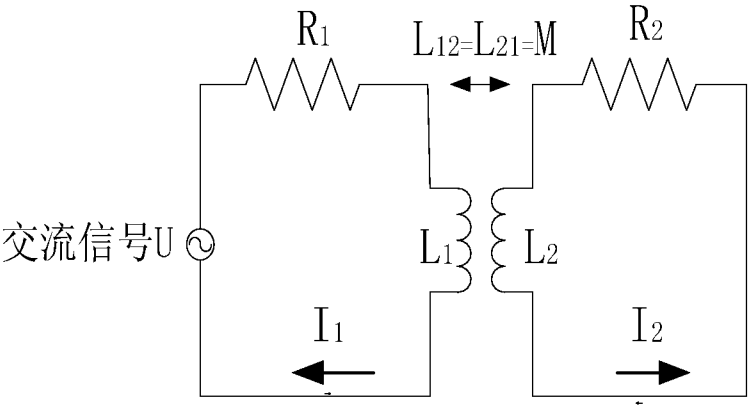


图 4c

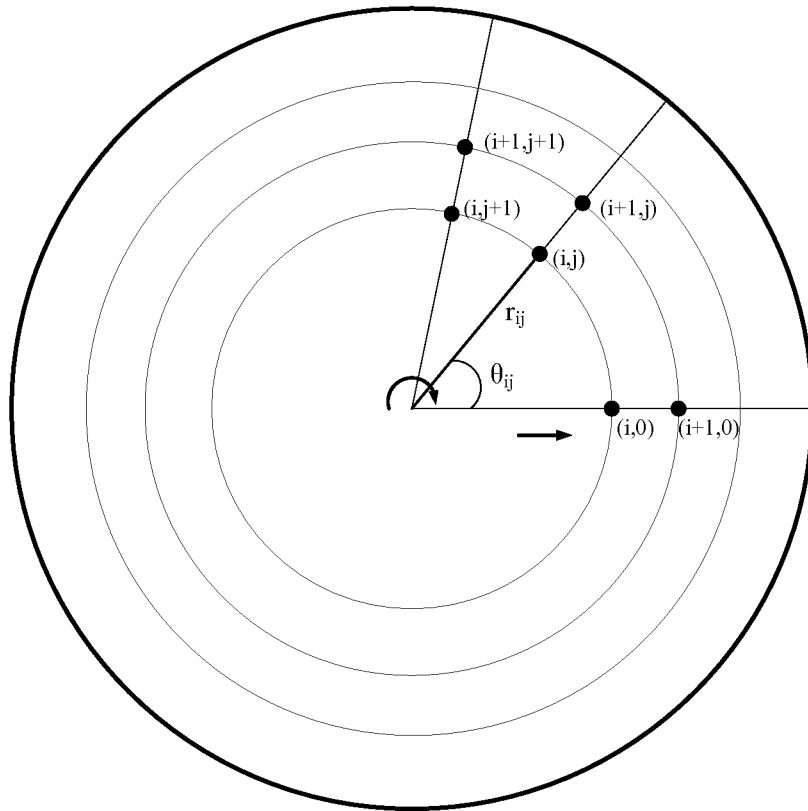


图 5

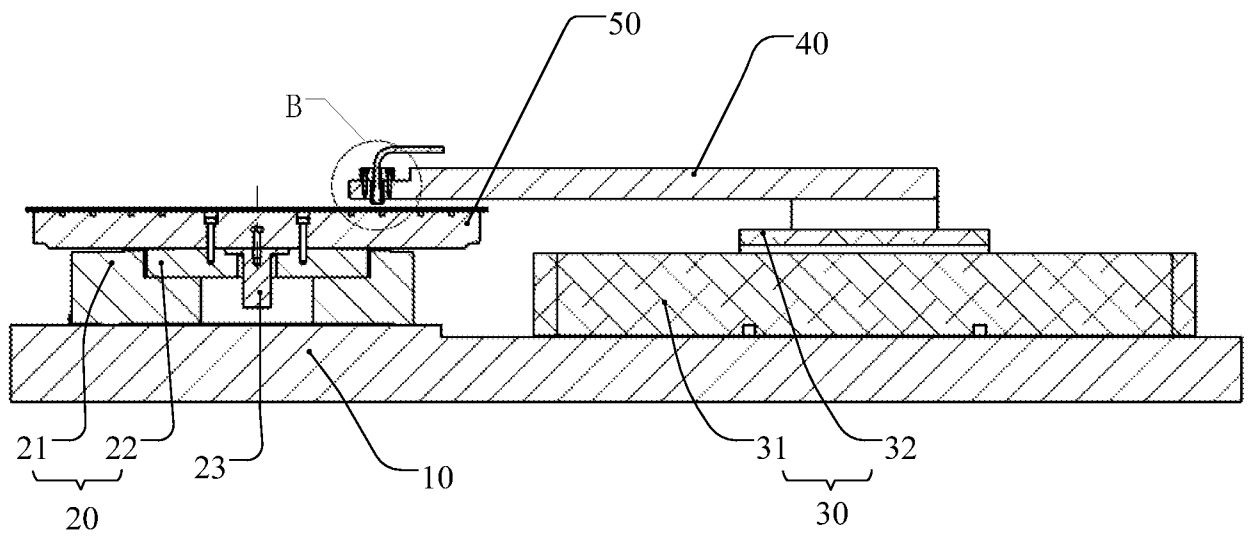


图 6

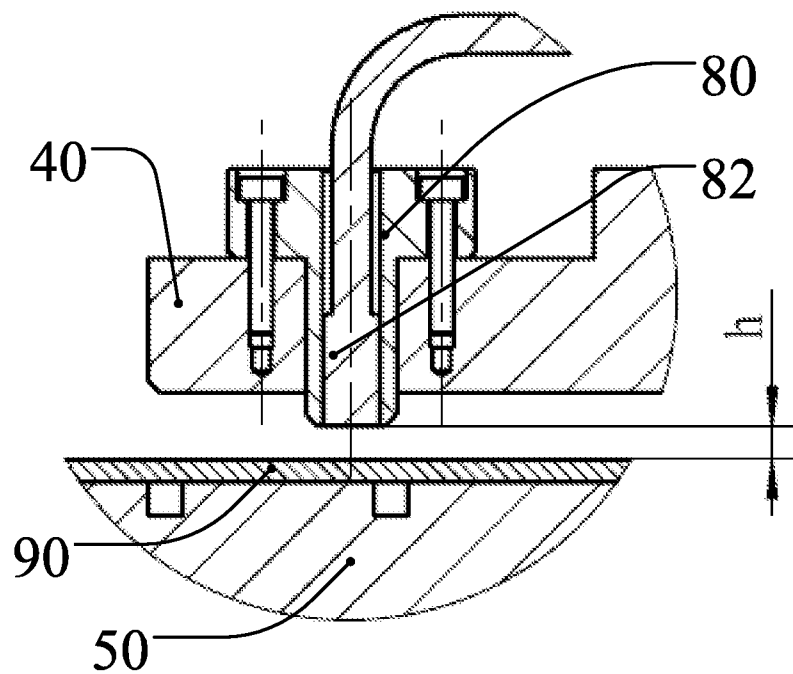


图 7

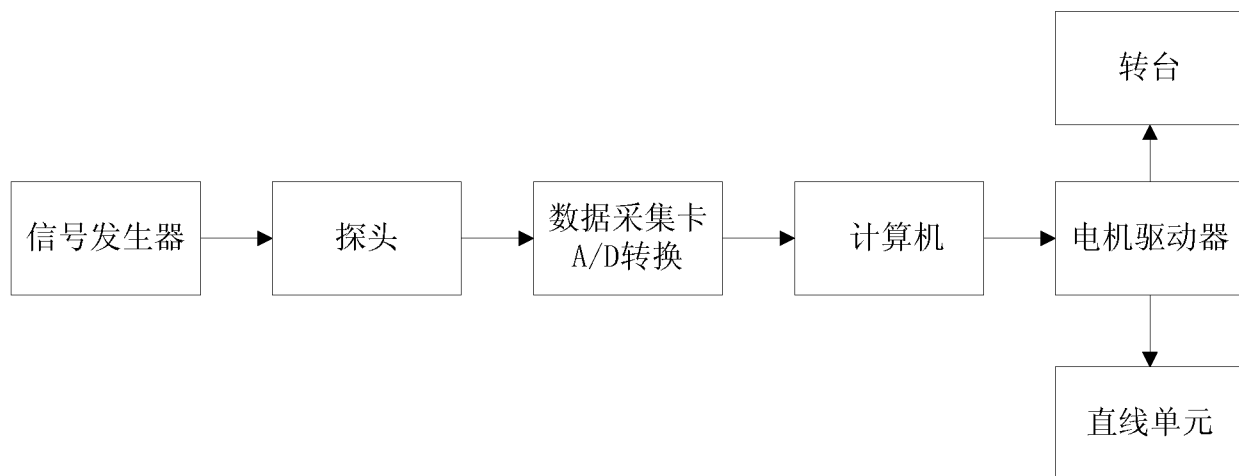


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2011/082384

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the Extra Sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01B7

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CPRSABS, CNABS, CNTXT, DWPI, VEN, USTXT, WOTXT, CNKI,
metal film, thickness, eddy current, cantilever, rotor, stator, guide rail, slide

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	CN102175133A (UNIV QINGHUA) 07 Sept.2011 (07.09.2011) claims 1-10	1-10
A	US2002/0053904A1 (ULVAC INC) 09 May 2002 (09.05.2002) description, paragraph [0043] to paragraph [0051], claim 1, Fig.1	1-10
A	CN101876528A (UNIV TIANJIN) 03 Nov.2010 (03.11.2010) the whole document	1-10
A	CN101788260A (UNIV QINGHUA) 28 Jul.2010 (28.07.2010) the whole document	1-10
A	US2004/0032256A1 (EBARA CORP et al.) 19 Feb.2004 (19.02.2004) the whole document	1-10
A	US2004/0138838A1 (NOVA MEASURING INSTR LTD et al.) 15 Jul.2004 (15.07.2004) the whole document	1-10
A	US7204639B1 (LAM RES CORP) 17 Apr.2007 (17.04.2007) the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 07 Feb.2012 (07.02.2012)	Date of mailing of the international search report 08 Mar.2012 (08.03.2012)
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer HU, Yuelan Telephone No. (86-10) 62085736

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2011/082384

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN102175133A	07.09.2011	NONE	
US2002/0053904A1	09.05.2002	US6700370B	02.03.2004
		KR20020035786A	15.05.2002
		JP2002148012A	22.05.2002
		TW1248507B	01.02.2006
		TW1276778B	21.03.2007
		KR20080035541A	23.04.2008
		KR20090038862A	21.04.2009
		KR100908589B	22.07.2009
		TW200506319A	16.02.2005
CN101876528A	03.11.2010	NONE	
CN101788260A	28.07.2010	NONE	
US2004/0032256A1	19.02.2004	US7078894B	18.07.2006
		US2002047705A	25.04.2002
		US7046001B	16.05.2006
		KR20020031079A	26.04.2002
		KR100881128B	02.02.2009
		EP1201365A	02.05.2002
		JP2002131345A	09.05.2002
		JP2003021501A	24.01.2003
		JP3902064B2	04.04.2007
		JP2003106805A	09.04.2003
		JP3587822B2	10.11.2004
		TW541425B	11.07.2003
		JP2004301857A	28.10.2004
		JP4421399B2	24.02.2010
		US2006214657A	28.09.2006
		US7714572B	11.05.2010
		KR20070108347A	09.11.2007
		KR100838284B	17.06.2008
		JP2007318169A	06.12.2007
US2004/0138838A1	15.07.2004	US6815947B	09.11.2004
		IL153894A	31.05.2010
US7204639B1	17.04.2007	US2007160107A	12.07.2007
		US7581875B	01.09.2009
		US2009310643A	17.12.2009

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/082384

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

G01B7/02 (2006.01) i

G01B7/06 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2011/082384

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G01B7

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CPRSABS,CNABS,CNTEXT,DWPI,VEN,USTXT,EPTXT,WOTXT,CNKI,

金属膜, 厚度, 电涡流, 悬臂, 转子, 定子, 导轨, 滑块,

metal film, thickness, eddy current, cantilever, rotor, stator, guide rail, slide

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
P,X	CN102175133A (清华大学) 07.9 月 2011 (07.09.2011) 权利要求 1-10	1-10
A	US2002/0053904A1 (ULVAC INC) 09.5 月 2002 (09.05.2002) 说明书第【0043】至【0051】段, 权利要求 1, 附图 1	1-10
A	CN101876528A (天津大学) 03.11 月 2010 (03.11.2010) 全文	1-10
A	CN101788260A (清华大学) 28.7 月 2010 (28.07.2010) 全文	1-10
A	US2004/0032256A1 (EBARA CORP et al.) 19.2 月 2004 (19.02.2004) 全文	1-10
A	US2004/0138838A1 (NOVA MEASURING INSTR LTD et al.) 15.7 月 2004 (15.07.2004) 全文	1-10
A	US7204639B1 (LAM RES CORP) 17.4 月 2007 (17.04.2007) 全文	1-10



其余文件在 C 栏的续页中列出。



见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

07.2 月 2012 (07.02.2012)

国际检索报告邮寄日期

08.3 月 2012 (08.03.2012)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

胡跃澜

电话号码: (86-10) **62085736**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/082384

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN102175133A	07.09.2011	无	
US2002/0053904A1	09.05.2002	US6700370B	02.03.2004
		KR20020035786A	15.05.2002
		JP2002148012A	22.05.2002
		TW1248507B	01.02.2006
		TW1276778B	21.03.2007
		KR20080035541A	23.04.2008
		KR20090038862A	21.04.2009
		KR100908589B	22.07.2009
		TW200506319A	16.02.2005
CN101876528A	03.11.2010	无	
CN101788260A	28.07.2010	无	
US2004/0032256A1	19.02.2004	US7078894B	18.07.2006
		US2002047705A	25.04.2002
		US7046001B	16.05.2006
		KR20020031079A	26.04.2002
		KR100881128B	02.02.2009
		EP1201365A	02.05.2002
		JP2002131345A	09.05.2002
		JP2003021501A	24.01.2003
		JP3902064B2	04.04.2007
		JP2003106805A	09.04.2003
		JP3587822B2	10.11.2004
		TW541425B	11.07.2003
		JP2004301857A	28.10.2004
		JP4421399B2	24.02.2010
		US2006214657	28.09.2006
		US7714572B	11.05.2010
		KR20070108347A	09.11.2007
		KR100838284B	17.06.2008
		JP2007318169A	06.12.2007
US2004/0138838A1	15.07.2004	US6815947B	09.11.2004
		IL153894A	31.05.2010
US7204639B1	17.04.2007	US2007160107A	12.07.2007
		US7581875B	01.09.2009
		US2009310643A	17.12.2009

主题的分类:

G01B7/02 (2006.01) i

G01B7/06 (2006.01) i