



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101748471 A

(43) 申请公布日 2010.06.23

(21) 申请号 200910194343.5

(22) 申请日 2009.12.01

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

(72) 发明人 姜立军 李哲林 杜贵平

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 何淑珍

(51) Int. Cl.

G25D 17/16 (2006.01)

G01R 19/08 (2006.01)

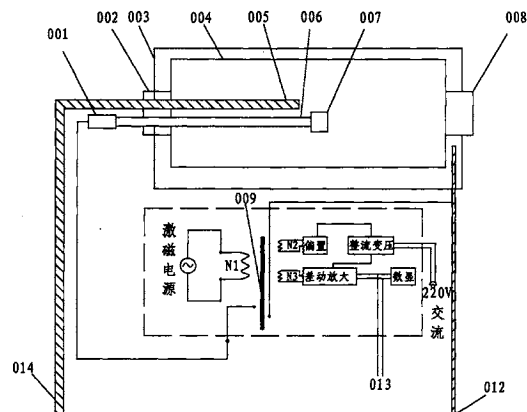
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置

(57) 摘要

本发明公开了一种用于滚镀电流密度在线测试的装置,包括数据采集与传输模块、传感变换模块;数据采集与传输模块由可更换探针、隔离保护套、切换装置及导线,传感变换模块实现微弱电流与电压信号的转换及非线性补偿,实现所测电流密度显示及将采集的电流信号转换为 0-5V 控制电压的输出。该装置的数据采集部件可以置入滚筒内,随工件一起电镀,因此反映了滚筒内部镀液浓度和温度变化时工件电镀电流的实际状况,在可更换探针面积已知的情况下,根据探针的电镀电流的采集,就可以实时获得滚镀状态下工件的电流密度。利用本装置的输出信号,调节电源输出后,就可以实现恒电流密度控制,从而克服了工件表面积计算不准,导致镀层厚度变化的问题。



1. 一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,其特征在于包括数据采集与传输模块和传感变换模块;数据采集与传输模块包括测针部件(007)和切换开关(001),传感变换模块包括磁敏传感器(009)、激磁电源、偏置电路和差动放大电路,其连接方式为:

磁敏传感器(009)的负极端与镀槽的阴极板连接,磁敏传感器(009)的正极端通过切换开关(001)与测针部件(007)的一端连接,电镀时磁敏传感器(009)、测针部件(007)和镀液形成电流回路;磁敏传感器(009)输入侧设有主线圈,输出侧设有第一副线圈和第二副线圈,主线圈与激磁电源连接,第一副线圈与偏置电路的输入端连接,第二副线圈与差动放大电路连接,差动放大电路输出端分别与数字显示模块和电镀电源的控制端连接。

2. 根据权利要求1所述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,其特征在于,所述测针部件(007)包括至少一个测针(208)。

3. 根据权利要求1或2所述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,其特征在于,测针部件(007)包括两个以上测针(208),电镀时只有一个测针(208)工作,通过切换开关(001)切换,各个测针(208)循环使用。

4. 根据权利要求3所述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,其特征在于,所述测针部件(007)还包括一个绝缘空心隔离套(209),空心隔离套(209)的一端为开口,测针(208)位于绝缘空心隔离套(209)中,空心隔离套(209)侧面开有多个均有分布且直径小于2mm的孔。

5. 根据权利要求4所述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,其特征在于,所述测针部件(007)还包括一个端盖(203),端盖(203)与空心隔离套(209)的开口端通过螺纹连接,端盖(203)的中间开有一个圆形孔,与测针(208)连接的铜导线(200)外设有绝缘层(201),绝缘层(201)外套有锥形弹簧(202),锥形弹簧(201)的小端朝向端盖(203)外侧,并穿过端盖中心孔。

6. 根据权利要求5所述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,其特征在于,所述的测针部件(007)还包括固定座(205)和活动座(207),固定座(205)通过第一卡位(204)与端盖(203)通过过盈配合连接,固定座(205)再通过第二卡位(206)与活动座(207)过盈连接,活动座(207)采用拔插式结构,测针(208)固定在活动座(207)中。

7. 根据权利要求6所述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,其特征在于,所述测针(208)头部覆盖有一个绝缘帽。

一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测试装置,具体涉及一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置。

背景技术

[0002] 目前,电镀过程都使用成熟固定的工艺参数,镀槽中溶液组分、PH 值,浓度及温度等参数都是基本固定的,因此,只需要根据镀种的不同,采用不同的电流密度范围进行电镀,一般可以获得所需的镀层质量。在确定电流密度时,通常需要根据工件的种类和数量,计算工件表面积,然后设定输出电压值。

[0003] 根据电镀工艺因素的分析可知,电流密度是对电镀质量影响最重要的参数之一,由于电镀过程尤其是挂镀过程中,电流变化很大,镀液不均,这直接导致了产品质量的不稳定,因此,实现对电流密度的在线测量和控制,是实现过程质量控制的关键一环。

[0004] 假设待镀金属电化学当量为 K ,密度为 ρ ,镀槽电流效率为 η (对于某种固定的溶液和电镀工艺参数条件下,其值是固定的,可以通过库仑计法拉第定律计算获得),在电镀时间 t 内获得厚度为 d 的镀层,则所需的电流密度 D_k 为:

$$[0005] \quad D_k = \frac{60d\rho}{100K\eta} \quad (A/dm^2) \quad (1)。$$

[0006] 而电流密度 $D_k = I/S$,即通过工件的单位面积所需的电流。因此,计算得到工件表面积 S 后,调节电压,获得所需电流 I ,就可以得到指定的电流密度。当在给定电压输出的情况下,当镀槽中工件数量发生变化时,浸入溶液中的工件面积发生变化,工件数量多,导电表面积大,电阻小,根据欧姆定律,则通过的电流大,因此可以基本保持电流密度恒定,从而获得稳定的镀层。

[0007] 计算表面积时,由于工件形状复杂,现在多用手工计算,不但工作量大,而且由于存在曲面、空洞、凹凸台阶等情况,不同形状及电极相对位置情况下,由于尖端效应的原因,工件表面所获得镀层不同,因此导致电镀过程中实际电流密度值与理想值存在偏差,计算复杂而不精确;另一方面,由于工件表面粗糙度的原因,理想的平面和实际平面存在较大误差,而且不同工件表面粗糙度存在较大差异,这也导致采用计算获得的电流密度值存在较大偏差。

[0008] 另一方面,为了控制镀层厚度,根据(1)式,在工艺参数固定的情况下,通过调节电流密度大小或者电镀时间,理想状态下,即可以获得所需镀层厚度的镀层。

[0009] 再者,镀槽中,由于镀液分散能力及工件形状等多因素影响,使得同一槽中工件不同部位的电流密度存在不同,当电镀时在采用所需最小镀层厚度的电流密度,显然可以节省成本,提高产出。这就需要知道镀槽中的最小电流密度部位和最大电流密度部位,另一方面,还可以通过测量电流密度分布,分析导致电流密度分布不均的原因,采取改进措施,提高产品质量的稳定性。

[0010] 由此可见,电流密度是控制镀层质量的关键工艺因素,传统的电流密度时通过测

量外电路的电流及通过工艺试验来确定的,不能实现微机控制,直接影响了电镀质量。实时在线测量电流密度并通过电流密度值控制电源输出,将对传统电镀工艺带来革命性的变化。

发明内容

[0011] 本发明的目的在于克服现有技术的缺点,提供一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置。本发明装置可在线采集滚筒内工件电镀时的电流密度,并对电镀电源进行控制,实现恒电流密度电镀,保证滚镀质量,从而克服了工件表面积计算不准,导致镀层厚度变化的问题,对于电极接触电阻、滚筒数目及滚动内工件任意变化的情况下,均具有很好的适用性。

[0012] 本发明目的通过如下技术方案实现:

[0013] 一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,包括数据采集与传输模块和传感变换模块;数据采集与传输模块包括测针部件)和切换开关,传感变换模块包括磁敏传感器、激磁电源、偏置电路和差动放大电路,其连接方式为:

[0014] 磁敏传感器的负极端与镀槽的阴极板连接,磁敏传感器的正极端通过切换开关与测针部件的一端连接,电镀时磁敏传感器、测针部件和镀液形成电流回路;磁敏传感器输入侧设有主线圈,输出侧设有第一副线圈和第二副线圈,主线圈与激磁电源连接,第一副线圈与偏置电路的输入端连接,第二副线圈与差动放大电路连接,差动放大电路输出端分别与数字显示模块和电镀电源的控制端连接。

[0015] 上述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,所述测针部件包括至少一个测针。

[0016] 上述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,测针部件包括两个以上测针,电镀时只有一个测针工作,通过切换开关切换,各个测针循环使用。

[0017] 上述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,所述测针部件还包括一个绝缘空心隔离套,空心隔离套的一端为开口,测针位于绝缘空心隔离套中,空心隔离套侧面开有多个均有分布且直径小于 2mm 的孔。

[0018] 上述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,所述测针部件还包括一个端盖,端盖与空心隔离套的开口端通过螺纹连接,端盖的中间开有一个圆形孔,与测针连接的铜导线外设有绝缘层,绝缘层外套有锥形弹簧,锥型弹簧的小端朝向端盖外侧。

[0019] 上述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,所述的测针部件还包括固定座和活动座,固定座通过第一卡位与端盖通过过盈配合连接,固定座再通过第二卡位与活动座过盈连接,活动座采用拔插式结构,测针固定在活动座中。当所有测针均失效后,旋开空心隔离套,拔下活动座进行更换。

[0020] 上述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,所述测针头部覆盖有一个绝缘帽。

[0021] 上述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,数据采集部件的测针可以置入滚筒内,随工件一起电镀;封装在空心隔离套的测针与工件一起电镀,空心隔离套的作用是用来保护测针,避免测针与工件直接接触,产生大电流,从而可能烧坏测量装置。测针面积较小,以保证长时间使用;通过切换开关,多个测针可以轮流使用,并保证任何时刻只有

一个测针参与电镀。在结构设计上,测针固定在活动座上,活动座采用拔插式结构,保证更换方便;测针头部采用绝缘套保护,减小电力线集中效应,保证测量准确;

[0022] 上述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,信号传输部分,将多股相互隔离的铜导线置入绝缘层内,绝缘层外部与包括锥形弹簧,锥型弹簧小端朝测针端盖外部,并穿过端盖中心孔。弹簧的作用用来保护绝缘套不被磨损。连接时应保证多股铜导线相互绝缘;及弹簧与电镀电源不得形成通路,否则弹簧将被电镀导致失效。

[0023] 传感变换模块由磁敏传感器、激励电源、偏置电路和差动及放大电路组成,实现所测电流密度显示及将采集的电流信号转换为 0-5V 控制电压的输出,其原理是采集到的电流信号由磁敏传感器通过磁场的变化转换为电压信号的变化输出。变换部分获得测针电流信号后,由磁敏元件将信号放大。磁敏元件可以是软磁体(比如坡莫合金)或霍尔传感器,主要实现电流信号到电压信号的变换及放大。输出部分将非线性补偿后的电压信号进行显示,同时作为电镀电源输入控制信号,电镀电源获得测量装置的输出电压信号后,调节电源电压,从而实现恒电流密度输出。

[0024] 上述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,所述端盖的中间开有一个圆形孔,铜导线一端通过固定在滚筒上的换向盒连接到电流密度测试仪输入端阳极,一端连接固定在固定座上的连接端子,铜导线外有绝缘层,绝缘层要求耐磨耐卷绕,绝缘层外套锥形弹簧,弹簧小端朝外,防止导线在旋转时断路。

[0025] 上述的一种滚镀过程中电流密度实时在线测试装置,所述的测针头部被一个绝缘罩覆盖,测针头部不被电镀,防止电力线集中,测针 208 的直径及长度均 $< 2\text{mm}$,可以保证长时间使用后再切换,被电镀部分面积已知(比如高度为 2 及直径 2mm 的测针,其面积为 $2 \times 3.14 \times 2 = 12.5\text{mm}^2$)。

[0026] 传统的电流密度测量方法中,采用通过测量外电路的电流及通过工艺试验来确定的方法,不能实现在线测量及控制的方法,从而影响了电镀质量,对于滚镀工艺,由于工件处于滚筒内部,且不停的旋转,一般方法无法实现在线的滚镀工件电流密度。本发明装置的数据采集部件可以置入滚筒内,随工件一起电镀,因此反映了滚筒内部镀液浓度和温度变化时工件电镀电流的实际状况,在可更换探针面积已知的情况下,根据探针的电镀电流的采集,就可以实时获得滚镀状态下工件的电流密度。在连接可调压式高频电镀电源时,利用本装置的输出信号,调节电源输出后,就可以实现恒电流密度控制,从而克服了工件表面积计算不准,导致镀层厚度变化的问题,对于电极接触电阻、滚筒数目及滚动内工件任意变化的情况下,均具有很好的适用性。

[0027] 本发明采用了磁敏传感器采集测针的微弱电流信号,并进行近似线性输出,由输出端控制电镀电源,调整电镀电源输出,从而保证恒电流密度电镀。

[0028] 相对于现有技术,本发明具有的优点及有益效果是:

[0029] 传统滚镀时,滚筒内温度、溶液浓度等参数与滚筒外相比有显著不同,同时工件处于翻滚状态,电镀面积是时刻变化的,这将导致电镀质量较难控制。本发明的装置与方法,可以将测针伸入滚筒内部,直接测量滚镀工件的电流密度,无需计算工件表面积,将电流密度作为反馈控制信号,用来控制电镀电源,通过电镀电源的电压调节,实现恒电流密度控制,可以显著提高滚镀电镀质量。

附图说明

[0030] 图 1 为本发明的结构框图；

[0031] 图 2 为本发明的测针部件结构图；

[0032] 图 3 为本发明的电路原理图；

[0033] 图 4 为实施例中传感器的特性曲线；

[0034] 图 5 为实施例中的电源控制曲线。

[0035] 其中, 切换开关 001, 滚动转轴 002, 镀槽 003, 滚筒 004, 极杆导线 005, 传输导线 006, 测针部件 007, 滚筒转轴 008, 磁敏原件 009, 测试装置, 极板 012, 控制信号输出导线 013, 导线 014, 铜导线 200, 绝缘层 201, 弹簧 202, 端盖 203, 第一卡位 204, 固定座 205, 第二卡位 206, 活动座 207, 测针 208, 空心隔离套 209。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图对滚镀电流密度在线测试的装置与方法作进一步的说明。

[0037] 如图 1 所示, 本滚镀电流密度在线测试装置, 首先打开滚筒盖, 将测针部件 007 置入滚筒内部偏中央的位置, 然后将被弹簧包裹的传输导线 006 与极杆导线 005 一起, 穿过滚筒转轴 002 的中心孔, 导线 006 从滚筒转轴 008 伸出来后, 将多股铜导线分别接入切换开关 001, 切换开关 001 的另一接口连接一根带绝缘外套的单股铜导线, 该导线直接接入测试装置的磁敏元件 009 上, 作为输入信号的阳极, 测量装置输入信号的另一极接在附近的电镀电源阴极上, 电镀时, 测针、溶液与阴极形成电流回路, 测针流过的电流送入测量装置。测量装置可使用本溪继电器厂生产的 DMC-1 低内阻型电流测量仪。其中, 偏置表示偏置电路, 整流表示整流电路, 差动表示差动电路, 放大表示放大电路, 数显表示数字显示。

[0038] 如图 2 所示, 测针部件 7, 在进行测针更换时, 首先旋开端盖 203, 拨下活动座 207, 混入准备好的其他活动座部件即可, 更换方便。要求活动座内测针面积相等即可。测针部件测针在任何时刻均只有 1 个测针参与电镀, 通过图 1 所示切换开关 1 切换, 可以使多个测针循环使用。使得测针可以参与电镀, 并反映镀槽内溶液浓度及温度变化对电流的影响。

[0039] 测针直径及长度很小均为 2mm, 可以保证使用 1 周后再切换, 被电镀部分面积已知高度为 2 及直径 2mm 的测针, 其面积为 $2 \times 3.14 \times 2 = 12.56 \text{ mm}^2$ 。如果使用其他面积的测针, 则需要根据实际的测针面积进行换算。

[0040] 如图 3 所示, 工作过程和测试方法如下：

[0041] 所述装置的工作过程和测试方法是：首先, 在滚筒内部置入工件前, 将安装好的测针部件放入滚筒内部, 其导线端随极杆一起从滚筒一端穿过, 然后置入照正常工作状态工件, 将所述装置的切换开关固定在滚筒外部不旋转的筒体部件上, 将磁敏传感器的一个引出端 009 接到镀槽的阴极板上, 电镀时即可与测针、镀液形成电流回路。工作时, 测针电流的变化引起磁敏片磁场的变化, 在标准激励信号的作用下, 磁敏片次测感应信号发生显著变化, 该信号通过差动放大和线性化处理, 作为输出控制信号, 该信号可以控制电源的输出。

[0042] 设测针半径为 1.6mm, 则导电面积为 8 mm^2 , 先调整电镀电源电压, 并测量所述装置的输出控制电压, 使得装置输出控制电压达到 4V, 这时, 对应的测针电镀电流应为 0.8mA, 电镀电源的输出电压接近 12V, 因此, 其电流密度为 1 A/dm^2 , 然后, 将所属装置的输出控制电

压端接入电镀电源的控制端,电源内部控制器设定好的查找表,将根据输入端的控制电压,调节电源输出电压。如当测针电流为 0.8mA 是,所属装置对应的输出控制电压为 4V,则在电源内部控制器查找表中对应的电源输出电压为 12V,这时,电源自动调整电压输出到 12V,因此,保证电流密度为 $1\text{A}/\text{dm}^2$,如果由于工件的滚动,导致电流密度变化,这时,测针电流将发生变化,比如测针电流降低到 0.4mA,则所属装置的输出控制电压变为 2V,则在电源内部控制器查找表中对应的电源输出电压为 14V,这时,电源自动调整电压输出到 14V,由于电压的升高,电镀电流增加,电流密度加大,电流密度加大到 $1\text{A}/\text{dm}^2$,电源输出趋于稳定;反之如果电镀电源输出电压继续升高,这时镀槽电流加大,电流密度加大甚至超过 $1\text{A}/\text{dm}^2$,则所述装置输出控制电压加大,电镀电源就会调节电源输出电压降低,导致电流密度下降,保证电流密度稳定在 $1\text{A}/\text{dm}^2$ 。由电流信号到输出控制电压信号的电路原理图如附图 3 所示。

[0043] 所述装置的工作过程和测试方法是:首先,在滚筒内部置入工件前,将安装好的测针部件放入滚筒内部,其导线端随极杆一起从滚筒一端穿过,然后置入照正常工作状态工件,将所述装置的切换开关固定在滚筒外部不旋转的筒体部件上,将磁敏传感器的一个引出端接到镀槽的阴极板上,电镀时即可与测针、镀液形成电流回路。工作时,测针电流的变化引起磁敏片磁场的变化,在标准激励信号的作用下,磁敏片次测感应信号发生显著变化,该信号通过差动放大和线性化处理,作为输出控制信号,该信号可以控制电源的输出。

[0044] 设测针半径为 1.6mm,则导电面积为 8mm^2 ,先调整电镀电源电压,并测量所述装置的输出控制电压,使得装置输出控制电压达到 4V,这时,对应的测针电镀电流应为 0.8mA,电镀电源的输出电压接近 12V(如图 4、图 5),因此,其电流密度为 $1\text{A}/\text{dm}^2$,然后,将所属装置的输出控制电压端接入电镀电源的控制端,电源内部控制器设定好的查找表,将根据输入端的控制电压,调节电源输出电压。如当测针电流为 0.8mA 是,所属装置对应的输出控制电压为 4V,则在电源内部控制器查找表中对应的电源输出电压为 12V,这时,电源自动调整电压输出到 12V,因此,保证电流密度为 $1\text{A}/\text{dm}^2$,如果由于工件的滚动,导致电流密度变化,这时,测针电流将发生变化,比如测针电流降低到 0.4mA,则所属装置的输出控制电压变为 2V,则在电源内部控制器查找表中对应的电源输出电压为 14V,这时,电源自动调整电压输出到 14V,由于电压的升高,电镀电流增加,电流密度加大,电流密度加大到 $1\text{A}/\text{dm}^2$,电源输出趋于稳定;反之如果电镀电源输出电压继续升高,这时镀槽电流加大,电流密度加大甚至超过 $1\text{A}/\text{dm}^2$,则所述装置输出控制电压加大,电镀电源就会调节电源输出电压降低,导致电流密度下降,保证电流密度稳定在 $1\text{A}/\text{dm}^2$ 。由电流信号到输出控制电压信号的电路原理图如附图 3 所示。

[0045] 本实施例中的测量装置主要参数:

- | | | |
|--------|-----------|------------------------------|
| [0046] | 电流测量范围: | 0 ~ 10mA |
| [0047] | | 通过外分流可扩展量程 |
| [0048] | 测量分辨率: | 0.01mA |
| [0049] | 测针导电面积: | 0.5 ~ 10mm ² (常用) |
| [0050] | 电流密度测量范围: | 0.1 ~ 200A/dm ² |
| [0051] | 测量内阻: | < 200mΩ |
| [0052] | 工作电源: | 220V(交流电压) |
| [0053] | 功耗: | 10VA |

[0054]	仪器体积：	230×230×90mm
[0055]	重量：	2Kg
[0056]	测量线长度：	1 米,5 米。

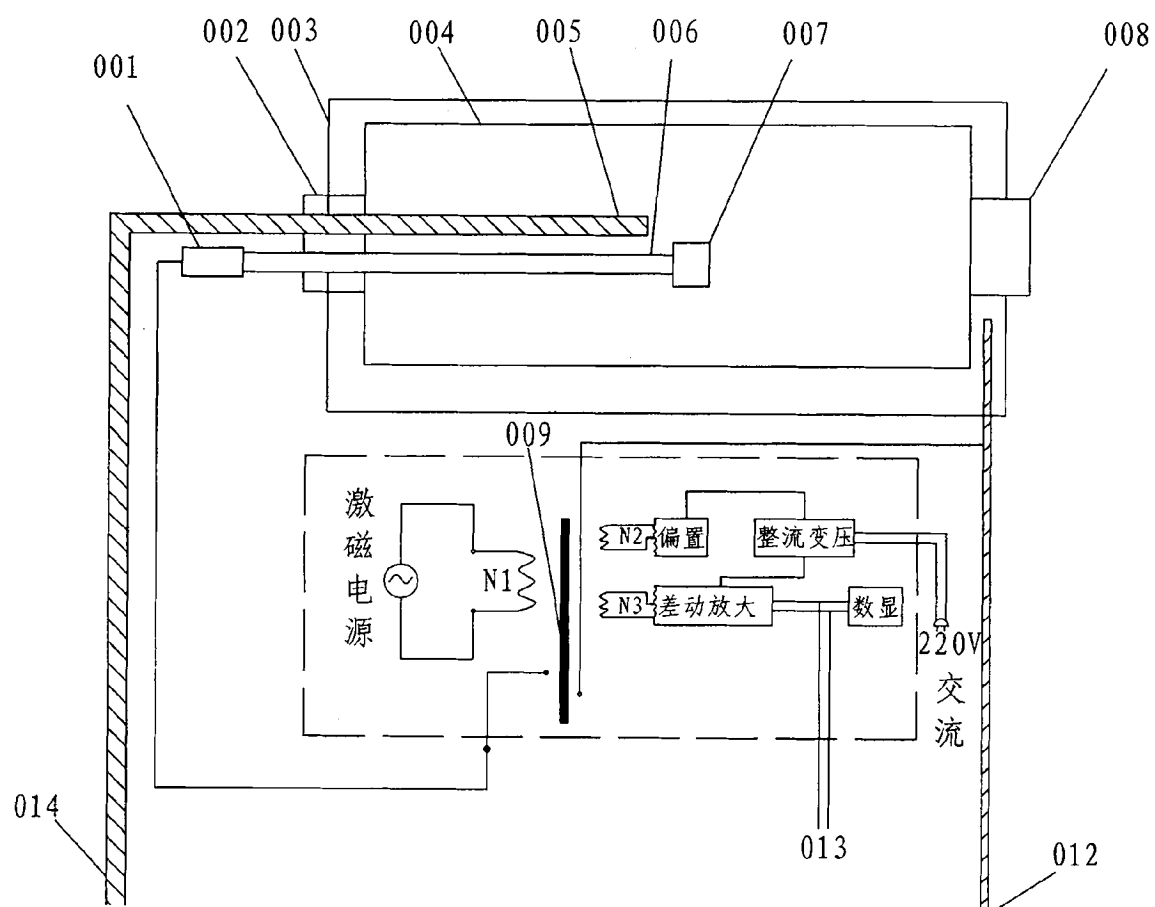


图 1

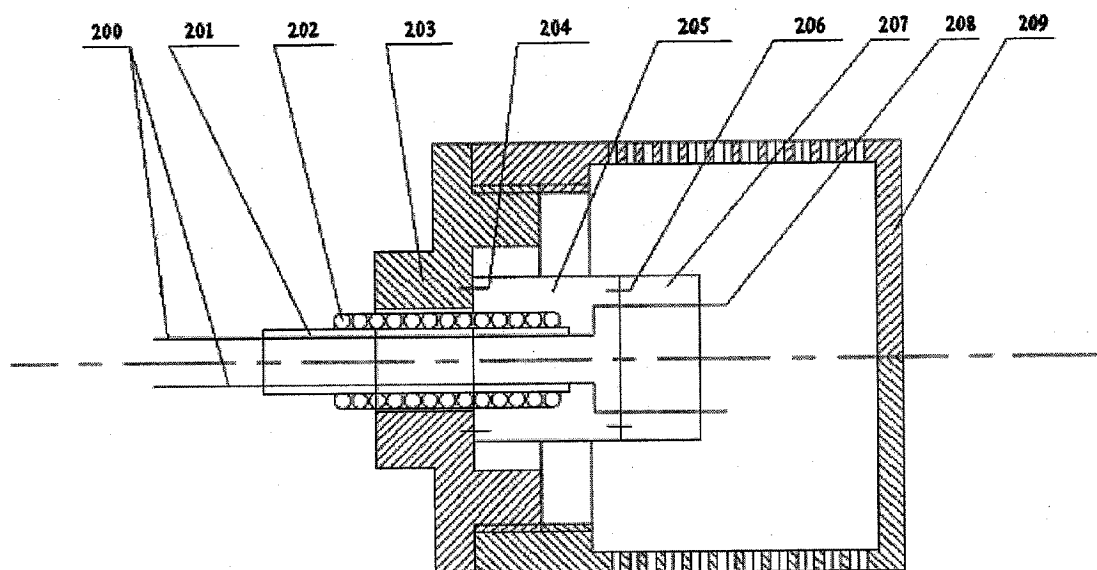


图 2

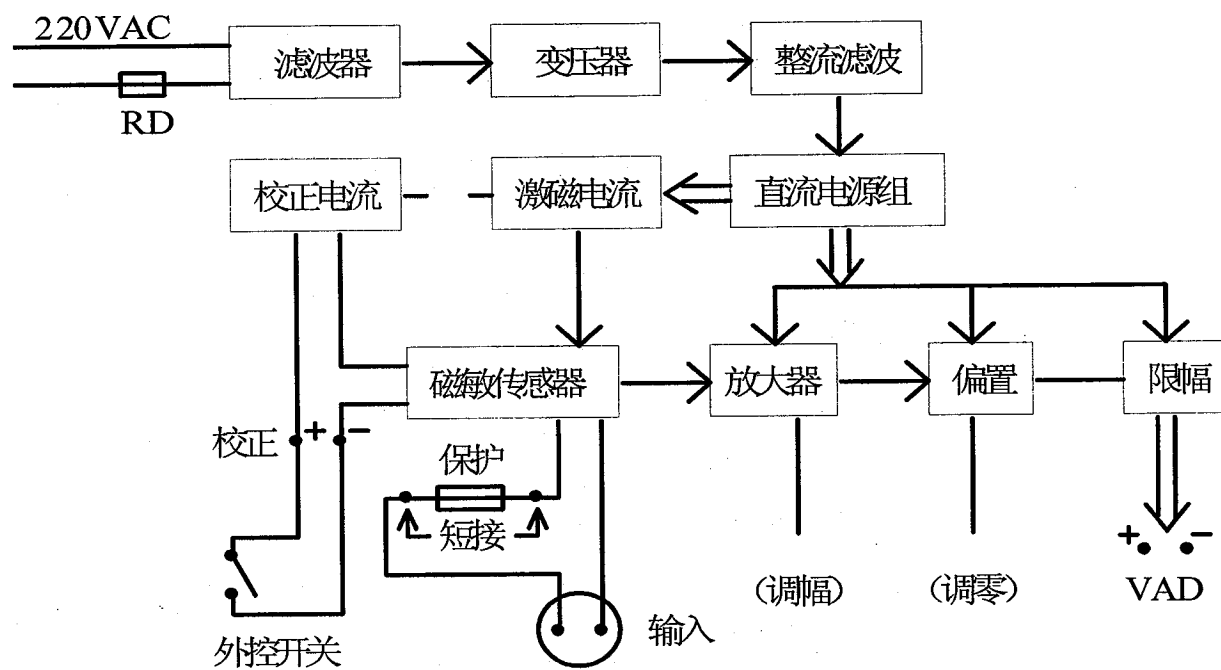


图 3

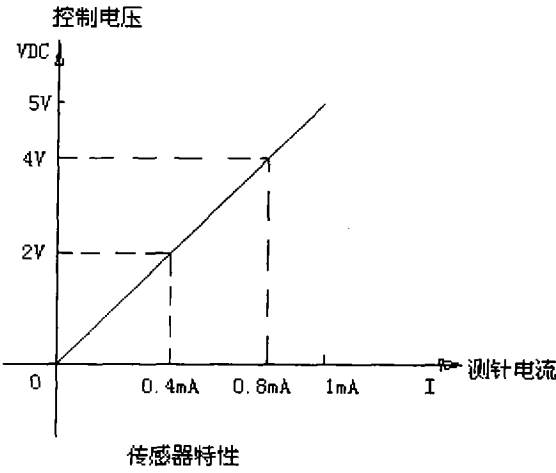


图 4

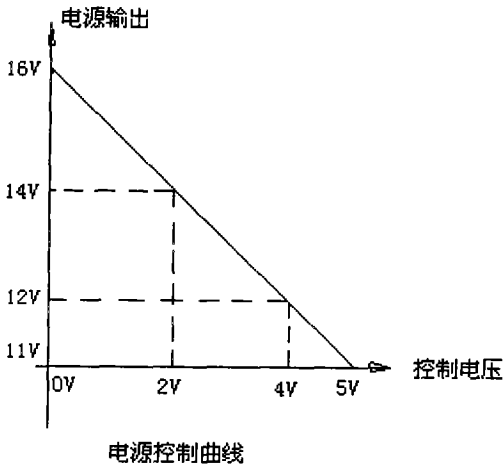


图 5