



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01818331.X

[43] 公开日 2005 年 1 月 19 日

[11] 公开号 CN 1568490A

[22] 申请日 2001.11.27 [21] 申请号 01818331.X

[30] 优先权

[32] 2000.12.1 [33] DE [31] 10059815.3

[86] 国际申请 PCT/EP2001/013837 2001.11.27

[87] 国际公布 WO2002/045045 德 2002.6.6

[85] 进入国家阶段日期 2003.4.29

[71] 申请人 维加格里斯哈伯公司

地址 德国沃尔法赫

[72] 发明人 克里斯琴·拉夫 温弗雷德·劳尔

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

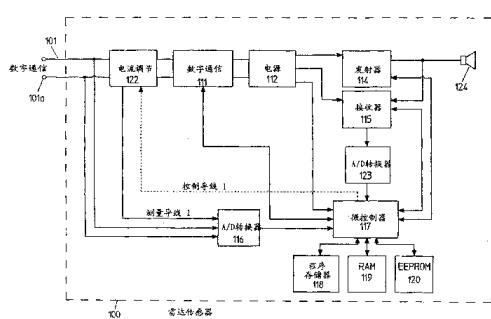
代理人 马莹 邵亚丽

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 10 页

[54] 发明名称 测量过程参数的电子测量设备和运行这种测量设备的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种测量过程变量的方法和一种电子测量设备。该电子测量设备可以和一个用于提供电能和与过程控制系统进行数字通信的双线线路(101)连接。本发明还涉及一种运行这种测量设备的方法。按照本发明的设备包括：一个用于测量过程变量的传感器装置(114, 115, 123, 124, 314, 315, 323, 324)，一个用于控制测量设备部件的控制装置(117, 317)，一个用于测量加在双线线路(101)上的供电电压的电压测量装置(116, 316)和一个电流调节单元(122, 322)，通过该调节单元可以根据电压测量装置(9, 316)测量的电压，在时间上适当地改变测量设备的电流。



1. 一种用于测量过程参数的电子测量设备，该电子测量设备可以和一个用于提供电能和与过程控制系统进行数字通信的双线线路（101）连接，为此特别具有一个双线连接（101a），其中包括，

5 一个用于测量过程变量的传感器装置（114，115，123，124，314，
315，323，324），

一个用于控制传感器装置部件的控制装置（117；317），

一个用于测量加在双线线路（101）上的供电电压的电压测量装置
10 （116；316），和

一个电流调节装置（122；322），通过该调节装置可以根据电压测量装置（116；316）测量的供电电压调节所述测量设备的供电电流。

2. 根据权利要求1所述的电子测量设备，其特征在于，具有一个用于确定瞬时损耗功率的装置（316，317，321），并且与该装置（316，317，
15 321）以及所述电流调节装置（122；322）连接的控制装置（117-120；317-320）根据所述确定的损耗功率为该电流调节装置（122；322）预先给定一个可以变化的额定值。

3. 根据权利要求1所述的电子测量设备，其特征在于，可以为所述电流调节装置（122；322）预先给定消耗电流的最大值。

20 4. 一种用于测量过程参数的电子测量设备，该电子测量设备可以和一个用于提供电能和与过程控制系统进行数字通信的双线线路（101）连接，为此特别具有一个双线连接（101a），其中包括，

一个用于测量过程变量的传感器装置（914，915，923，924），

25 一个用于控制传感器装置（914，915，923，924）部件的控制装置（917），和

一个电流调节装置（922），通过该调节装置可以根据传感器装置（914，915，923，924）吸收的电流适当地调节所述测量设备通过双线线路（101）吸收的电流。

30 5. 根据权利要求4所述的电子测量设备，其特征在于，所述电流调节装置（922）包括两个调节，一个保持总电流恒定，而另一个保证流过一个横支的电流一直很小。

6. 根据权利要求 2 或 4 所述的电子测量设备，其特征在于，所述确定瞬时损耗功率的装置（316）和一个电容器（321）连接，以便测量在该电容器（321）上的电压随时间的变化，并由此测量损耗功率随时间的变化。

5 7. 根据权利要求 2 或 4 所述的电子测量设备，其特征在于，所述确定瞬时损耗功率的装置包括：一个微控制器（317）、一个与微控制器（317）连接的 A/D 转换器（316）以及一个与超声波发射器（314）串联的电容器（321），该电容器用于为所述传感器装置（114，115，123，124；314，315，323，324）存储能量。

10 8. 根据权利要求 2 或 4 所述的电子测量设备，其特征在于，具有一个装置，通过该装置可以确定不进行测量即激励传感器装置（114，115，123，124；314，315，323，324）的频率。

9. 根据上述任何一项权利要求所述的电子测量设备，其特征在于，具有一个和所述电流调节装置（322）连接的限流装置（313）。

15 10. 根据权利要求 1 至 9 中任何一项所述的电子测量设备，其特征在于，由所述传感器装置（314，315，323，324）通过控制地给定一种不会导致测量的脉冲，将由于超出功率需要所积累的损耗功率消除。

11. 根据权利要求 1 至 3 和 5 至 9 中任何一项所述的电子测量设备，其特征在于，将由于超出功率需要所积累的损耗功率转换成热量。

20 12. 根据权利要求 1、2 或 4 所述的电子测量设备，其特征在于，通过一个在所述电流调节装置（122；322）内部的电流灵敏电阻确定由于超出功率需要所积累的损耗功率。

25 13. 一种用于运行测量过程参数的电子测量设备的方法，该电子测量设备可以和一个用于提供电能和与过程控制系统进行数字通信的双线线路（101）连接，该方法中，测量在测量设备中加在双线线路（101）上的供电电压，并根据由电压测量装置（116；316）测得的供电电压，在时间上适当的改变测量设备（100；300）的供电电流。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，为了确定瞬时损耗功率测量一个电阻（R23）上的电压降。

30 15. 一种用于运行测量过程参数的电子测量设备的方法，该电子测量设备可以和一个用于提供电能和与过程控制系统进行数字通信的双线线路（101）连接，该方法中，通过一个电流调节装置（922）使所述测量设

备通过双线线路(101)吸收的总电流与一个传感器装置(914, 915, 923, 924)吸收的电流相适应。

16. 根据权利要求15所述的方法，其特征在于，保持在一个横支上的损耗电流为最小。

5 17. 根据权利要求13或15所述的方法，其特征在于，为了确定一个合适的功率消耗，确定在所述测量设备(100; 300)中产生的瞬时损耗功率。

18. 根据权利要求17所述的方法，其特征在于，为了确定所述瞬时损耗功率，测量一个与用于测量过程变量的传感器装置(314, 315, 324)串联的电容器(321)上的电压随时间的变化。

10 19. 根据权利要求17所述的方法，其特征在于，为了确定所述瞬时损耗功率，确定不进行测量即激励传感器装置(314, 315, 324)的频率。

20. 根据权利要求13至19中任何一项所述的方法，其特征在于，在一个测量设备(100; 300)中实现所述方法，该测量设备包括一个传感器装置(314, 315, 324)，在该传感器装置中，借助于超声波脉冲确定到15一个容器中填料的填料表面的距离。

21. 根据权利要求13至19中任何一项所述的方法，其特征在于，在一个测量设备(100; 300)中实现所述方法，该测量设备包括一个传感器装置(114, 115, 116, 123, 124)，在该传感器装置中，借助于雷达脉冲确定到一个容器中填料的填料表面的距离。

测量过程参数的电子测量设备
和运行这种测量设备的方法

5

技术领域

本发明涉及一种用于测量过程参数的电子测量设备，该设备可以与双线线路相连，为此特别具有一个双线连接。通过该双线线路实现电源的提供和与处理控制系统的数字通信。这种测量设备通常包括一个用于测量过程变量的传感器装置和一个用于控制传感器装置部件的控制装置。应该说明，这里传感器装置的概念，在最广泛的意义上包括了所有参与产生和处理信号的部件和所有配套的外部设备。

背景技术

15 这种仅仅通过双线线路连接的电子测量设备，在现有技术中一般是公知的，并例如作为雷达或超声波液位测量计使用。超声波液位测量计借助于以超声波传感器为形式的传感器装置，向位于容器内的填料表面发射出声波。在接收到从填料表面的信号成分之后，通过对信号传播时间的分析可以计算出容器内的液位。其中，在测量设备中的控制装置协调所有参与 20 其中的电路元件或测量设备部件的共同作用。在一个雷达液位测量计中产生和发射雷达脉冲而不是超声波。

在所述类型的测量设备中，一个通常按野外总线系统 (Feldbussystem) 的分层级别投入使用的双线线路一方面提供运行该测量设备所需的电能，另一方面用于与位于其上的处理控制系统进行数字通信，该处理控制系统的作用是对由测量设备提供的测量结果进行进一步的处理。美国专利 25 说明书 US 5,691,714A 公开了这样一种用于通过双线线路从传感器向接收单元传送测量结果的方法。尽管其中也采用了用于向测量设备提供电压的双线线路，但是其中没有讨论下面将要描述的电流波动会干扰通信的问题。欧洲专利说明书 EP 0 986 039 A1 公开了一种在接收站和发射站之间进 30 行信号传送以及通过双线线路向该发射站提供电流的设置。在该发射站有一个可控电流源，根据测量值确定双线线路上流动的电流。该电流源

被构造成串联电流调节器，并由接收站上的电压源馈电。

实践表明，只要没采取特殊措施，对于通过双线线路的连接，测量设备的功率消耗波动很大。一方面，在准备测量或执行测量的时间间隔内功率消耗是常数；另一方面，在双线线路的其它时间内测量设备消耗较小5 功率，由此使得功率消耗及因此的电流消耗下降极大。这种电流的波动可能干扰同样是通过双线线路进行的数字通信。特别是快速的，即在短时间内的电流波动经证实是具有干扰性的。

因此，为了保证在双线线路的双重功能下，在测量设备和处理控制系统之间的通信不被干扰，有必要使测量设备的电流消耗在一定范围内保持恒定，尤其要阻止快速的电流波动。在例如执行测量周期内出现的高功10 率需求期间，测量设备在低电压时需要高电流来满足功率需求，因为众所周知电压和电流的乘积为功率。现在如果使电流在整个供电电压范围内保持恒定，以便不通过供电而使数字通信受到影响，则该措施通过高供电电压导致功率消耗增加数倍，这造成不必要的能量消耗和很强的发热。

15 由于这个原因，迄今多在双控制技术中实行上述类型的测量设备。在现有技术中同样公知的另一个选择是采用一个导线对来提供电能，而一个独立的第二导线对用于数字通信。在该第二导线对中，流动着在测量设备和处理控制系统之间可靠的数字通信所需的微小恒定电流，而不会通过供电影响通信。但是，其缺陷在于，这种方案由于测量设备的布线而造成更多花费。
20

发明内容

因此，本发明要解决的技术问题是，这样进一步改进双控制技术中的电子测量设备，即，使得有可能在最小功率消耗下进行可靠的数字通信。

25 此外，本发明要解决的另一个技术问题是，提供一种运行双控制技术中的电子测量设备的方法，该方法可以实现可靠的数字通信。

本发明的思路是，首先根据测量的输入电压对测量设备的电流这样进行调节，即，防止不希望的，即在短时间内出现的电流变化，并在对通信无损的时间间隔内进行电流匹配。干扰通信的电流波动例如当其大于30 1mA/ms 时给出。本发明方案的优点在于，可以快速调整干扰通信的电流波动。这样，当测量设备的功率需求快速改变时（例如从一个发射运行转换

到分析处理运行及相反), 在双线连接上流动的电流保持恒定, 而该总电流分为有效电流和损耗电流。在这里, 有效电流是指测量设备正常运行所需的测量设备元件所使用的电流成分, 而损耗电流是指测量设备正常运行不需要的电流成分。例如, 如果发现损耗功率过高, 即损耗电流过高, 则可以相应地降低等于有效电流和损耗电流之和的总电流, 而且这样缓慢地降低, 即, 使得不出现干扰通信的电流波动。这样, 一方面可以这样调节在短时间内出现的电流波动, 即, 基本上可以确定在通信中不会有干扰, 或者将其保持在可以接受的范围内; 另一方面可以使测量设备的总功率需求在合适的时间间隔内与当前运行状态相适应。

测量设备试图将作为消耗功率中超过功率需要的部分的损耗功率变为最小, 并由此使消耗功率和功率需要相适应。借助在对通信无损的时间间隔内的调节, 可以始终这样来调节消耗功率, 即, 使得和运行相关的电流波动保持在合理的范围内。

本发明的一种优选实施方式包括一个用于确定瞬时损耗功率的装置, 该损耗功率不是维持测量设备的当前运行状态所必须的。如果该测得的损耗功率与一个(存储的)比较值相比过高, 则可以通过控制装置向电流调节装置发送一个相应的新额定值, 由此缓慢减少电流消耗, 即在双线线路不带来干扰通信的电流波动。也就是说, 如果测量设备发现, 由于产生了太多损耗功率而导致消耗功率过高, 则可以通过减小电流消耗而将超出功率需要的部分减小到在理想情况下刚好满足消耗功率, 以便按预定方式进行测量周期。如果在测量设备的新工作状态下需要更多有效电流, 则缓慢提高相应的电流额定值。

按照本发明的优选扩展, 该用于确定瞬时损耗功率的装置与一个电容器相连, 以便测量该电容上电压随时间的变化, 并由此间接确定是否出现了损耗功率。这种结构在超声波液位测量计中尤其适合, 因为这里对于损耗功率来说, 一个与超声波发射器连接的电容器的电压变化是很有说服力的。

作为确定瞬时损耗功率的另一个选择, 适合采用一种装置, 利用该装置可以确定不用进行测量即激励传感器装置的频率。越经常不用进行测量即激励传感器装置, 则损耗功率越高, 对应地可以(缓慢地, 基本上没有干扰通信的波动地)减小电流。如果测量设备对于预定的任务需要较少的

功率，则由此能以有效方式转换损耗功率。这里另一个可能是，以公知方式将损耗功率转换成热量并排出。

同样可以考虑的是，通过电流调节装置内的电流灵敏电阻或者以其它合适方式确定损耗功率。

5 优选地，用一个 A/D 转换器构成测量设备。在已知消耗电流的情况下，通过所加供电电压可以计算出消耗的功率。如果供电电压升高，则可以这样来降低电流，即，使得产生的功率不会超过功率需要。如果供电电压下降，则升高电流，使得仍然可以运行测量设备。

可选的方案是，在电流调节装置中将损耗功率最小化。对应的用于测量过程变量的电子测量设备，其可以和一个用于提供电能和与过程控制系统进行数字通信的双线线路连接，为该设备配置了一个用于测量过程变量的传感器装置，一个用于控制传感器装置部件的控制装置和一个电流调节单元，通过该调节单元可以根据流过传感器装置的电流，适当地调节测量设备通过双线线路吸收的电流。通过对流过双线线路的电流的可调节性，可以尽可能地保证电流消耗恒定。对于这种选择方案，与前面介绍的方案相反，为了实现没有干扰波动的电流消耗，不需要测量供电电压。

这里，优选的是在电流调节装置中具有两种调节。一种调节保证总电流保持恒定。另一种调节为第一种调节提供电流额定值，并保证在横支上流动的电流一直很小。由此，这种交错的调节保证总电流与传感器电流相适应，其中还保证在横支上的损耗电流保持为最小。

附图说明

下面对照附图描述本发明的多个实施方式，以便更好的理解和说明。

图 1 表示按照本发明第一实施方式的测量设备的方框图，

25 图 2 表示按照图 1 的实施方式中电流调节装置的具体电路设置，

图 3 表示按照本发明第二实施方式的测量设备的方框图，

图 4 表示按照图 3 的实施方式中电流调节装置的具体电路设置，

图 5 表示按照图 3 的实施方式中的充电电流限制的具体电路设置，

图 6 表示按照图 5 的实施方式中电流调节单元的具体电路装置，

30 图 7 表示按照本发明另一个实施方式的测量设备的方框图，

图 8 表示按照图 7 的实施方式中电流调节装置的具体电路设置，

图 9 表示按照本发明另一个实施方式的测量设备的方框图，和
图 10 表示按照图 9 的实施方式中电流调节装置的具体电路设置。

具体实施方式

5 图 1 中的电子测量设备 100 用于按照雷达原理进行液面测量。测量设备 100 包括一个双线连接 101a，用于连接双线线路 101，并通过该双线线路确定一个野外总线系统。通信和供电都是仅仅使用双线线路 101 进行。在此，电源单元 112 从总线系统输出的能量中获得所需供电电压 (U_V)。微控制器 117 被设计成控制装置，它与以一个程序存储器 118、
10 一个 RAM 119 和一个 EPROM 120 形式的多个存储器单元连接。微控制器 117 控制发射装置 114。通过天线 124 将发射装置 114 的雷达脉冲发射出去，该雷达脉冲被（没有进一步示出的）填料表面反射回来，以相反方向再次被获取，并被转换成电子脉冲。从发射雷达脉冲到接收反射信号之间的时间是对液面的一种度量。微控制器 117 通过 A/D 转换器
15 123 从接收装置 115 读出接收的信号，并对其进行分析处理。微控制器 117 通过数字通信单元 111 和一个通过双线线路 101 连接（同样没有进一步表示出）的处理器系统通信，此时数字通信单元 111 的接口向外。

为了按照本发明对由测量设备 100 消耗的功率进行控制，通过与双线线路 101 并联的 A/D 转换器 116 对供电电压，即加在双线线路 101 上的电压进行测量。微控制器 117 通过电流调节装置 122，根据供电电压这样调节电流，即，使得所消耗的电流缓慢地和实际功率需求相适应。
20

按照图 2 的具体表示电流调节装置 122 通过控制导线 1 获得微控制器 117 给定的额定值。或者，可以在起始阶段从参考二极管推导出额定值。电流调节装置 122 将测量设备 100 的电流消耗调节到该给定的额定值。为此，通过电流灵敏电阻 R22 确定实际值，由此，按照与额定值的差别调节电流。利用该电流调节装置 122，有可能对快速的电流波动进行调节。为了能够使测量设备 100 的消耗功率和实际功率需要相适应，必须确定它产生的损耗功率。损耗功率的一种度量例如可以通过电阻 R23 上的电压降确定。这里，借助于 A/D 转换器 116 测得损耗功率。当出现过高的
25 损耗功率时，微控制器 117 减小为电流调节装置 122 提供的额定值，以便由此降低测量设备的总电流。这样，产生较少的损耗功率，并使总消耗
30

功率和功率需要相适应。

图 3 示出了本发明的另外一个实施方式。图 3 中的电子测量设备 300 用于按照超声波原理进行液面测量。测量设备 300 和前面一样，包括一个双线连接 101a，用于连接双线线路 101，并通过该双线线路确定一个野外总线系统。通信和供电都是仅仅使用双线线路 101 进行。在此，电源单元 312 从总线系统输出的功率中获得所需的供电电压 (U_V)。微控制器 317 被设计成控制装置，它与以一个程序存储器 318、一个 RAM 319 和一个 EPROM 320 形式的多个存储器单元连接。如果通过 A/D 转换器 316 测得的发射电压达到预定的大小，则微控制器 317 控制超声波发射装置 314。通过声换能器 324 将发射装置 314 的超声波脉冲发射出去，该超声波脉冲被（没有进一步示出的）填料表面反射回来，以相反方向再次被获取，并被转换成电子脉冲。从发射超声波脉冲到接收反射信号之间的时间是对液面的一种度量。微控制器 317 通过 A/D 转换器 323 从接收装置 315 读取接收的信号，并对其进行分析处理。微控制器 317 通过数字通信单元 311 和一个通过双线线路 101 连接（同样没有进一步表示出）的处理器系统通信，此时数字通信单元 311 的接口向外。超声波发射装置 314 与一个缓冲电容器 321 串联，该电容器提供激励超声波发射装置 314 所需的能量。在缓冲电容器 321 和电源 312 之间有一个限流装置 313。

为了按照本发明对由测量设备 300 消耗的功率进行控制，通过与双线线路 101 并联的 A/D 转换器 316 对供电电压，即加在双线线路 101 上的电压进行测量。微控制器 317 通过电流调节装置 322，根据供电电压这样调节电流，即，使得所消耗的功率接近保持恒定，或缓慢地与实际功率需要相适应，或者电流在功率需要突然变化时基本上保持恒定，然后根据是否出现更低或更高的功率需要来缓慢地降低或增加电流。

限流装置 313 保证在缓冲或发射电容器 321 处的充电电流保持恒定。这里，可以通过控制导线 2 由电流调节装置 322 将限流装置 313 设定为任意值，但是也可以考虑，将限流装置 313 设定为固定值，即不进行调节。如果发射电容器 321 被充电，且发射装置 314 没有被激活，则总消耗功率下降。尽管如此，为了保持电流消耗接近恒定，输入端的电流调节装置 322 可以将差电流转换成热量，或者对发射装置 314 进行短

暂的激励而不对其进行测量。这种情况发生在，当微控制器 317 确定，加在发射电容器 321 上的发射电压达到了一个关键值，超过该值限流装置 313 就不能再通过发射电容器 321 保持电流了。由此导致的短暂放电阶段足够接着再次对发射电容器 321 加载恒定电流。利用 A/D 转换器 5 316 对测量设备 300 的供电电压进行测量。微控制器根据所需的功率消耗和输入电压，通过电流调节装置 322 调节测量设备电流。

图 4 中详细示出了电流调节。该调节通过控制导线 1 得到由处理器给定的额定值。或者，可以在起始阶段由参考二极管推导出额定值。通过该额定值调节测量设备 300 的电流消耗。为此，通过电流灵敏电阻 R42 确定实际值，并根据该值与额定值的偏差调节电流源。这用于对电流波动进行快速调节。通过电流源流出的电流再次由电阻 R43 测得，并作为实际值用于调节图 5 中详细示出的充电电流限制。该调节具有两个不同的时间常数。如果实际值大于额定值，则相对较大的时间常数起作用；而如果实际值小于额定值，则较小的时间常数起作用，这意味着该调节对这种状态反应得更快。
10
15

不同的时间常数可以例如通过图 5 的电路实现。实际值的升高造成二极管 D53 截止，从而只有电阻 R54 对调节的时间常数具有决定作用。当实际值降低，则二极管 D53 导通。由此，电阻 R55 和 R54 的并联电路起作用，这导致较小的时间常数，并由此导致调节的快速反应。

20 在图 6 中示出了通过电流调节 322 横支的损耗电流的变化过程和缓冲电容器上发射电压的电压变化过程。损耗电流对应于总电流减掉传感器电流。传感器电流最大程度上对应于缓冲电容器的充电电流。调节的基础是，电流调节的横支上流动的电流一直较小。该电流在曲线中以额定值表示。当缓冲电容器被充电以后，在可以开始新的发射过程之前，
25 充电电流下降，而通过横支的电流增加，如图 6.1 所示。在图 6.2 中示出了缓冲电容器上相关的电压变化。不应当通过由这种偏差的较大时间常数所导致的的横支电流（以与额定值的正偏差表示）的增加，而影响充电电流的调节。微控制器确定出现了损耗功率，并通过减小电流调节装置 332 的额定值降低总电流消耗。注意到损耗功率形成的可能性，本实施方式提供了两种可能性：通过发射电压随时间的变化，或者通过激励发射装置而不进行测量的频率。因为缓冲电容器 321 还是以同样的电流充
30

电，所以通过横支的电流与图 6.1 相比减小，并低于额定值，见图 6.3。如果是这种情况，则现在对充电电流进行调节，并减小充电电流的大小。这样，缓冲电容器的充电时间变长，并调节电流和电压变化，如图 6.4 和图 6.5 所示。横支电流越来越接近其额定值，而发射电容器上的电压会越来越接近一种三角电压的变化。如果限流装置 313 刚好设置为在测量之间没有损耗功率产生，则该设置为最佳状态。

按照图 7 所示实施方式的电子测量设备与图 3 所示的以及上述变形有所不同，即电流调节装置 722 没有到电流限制 713 的控制导线。该缺少的从电流调节装置 722 至电流限制 713 的控制导线，由来自微控制器的 10 控制导线（这里是控制导线 2）代替。电流调节装置 722 还具有至 A/D 转换器的测量导线（测量导线 1）。按照图 8 的详细表示，电流调节装置 722 获得一个由微控制器通过控制导线（控制导线 1）确定的额定值。或者，可以在起始阶段由参考二极管推导出该额定值。电流调节装置将 15 测量设备的电流消耗调节到该给定的额定值。利用该电流调节装置，有可能对快速电流波动进行调节。为了能够使测量设备的消耗功率和其实际功率需要相适应，必须确定其产生的损耗功率。产生的损耗功率可以通过横支电阻 R83 上的电压降确定。该电压降借助于测量导线 1 和 A/D 转换器 716 测得。当出现过高的损耗功率时，微控制器 717 减小为电流调节装置提供的额定值，以便由此降低测量设备的总电流消耗。调节的过程对 20 应于上述变化。只是电流限制 713 进行的硬件调节现在由微控制器 717 以软件调节代替。电流限制 713 的额定值由微控制器 717 通过控制导线 2 给定。以较小的额定值开始电流限制，并逐步升高，直到调节到理想状态，即在实际的测量之间没有损耗功率产生。

按照图 9 所示实施方式的电子测量设备与图 5 所示的以及上述变形有 25 所不同，即电流调节装置 922 既没有测量导线又没有控制导线。如果电流调节装置 922 后面的电路元件消耗过多电流，则通过电流调节装置 922 的电流短时间地降低，使得消耗的电流总体上保持接近恒定。长时间来说，电流调节装置 922 的额定值通过反馈进行补偿。如果其它电路元件中的电流上升，这意味着消耗电流的长时间的上升。和按图 3 中的实施 30 例一样，微控制器 917 确定损耗功率，并根据需要通过控制导线 430 控制此处可以调节的限流装置 413。此外，测量设备 900 的其它部件以和

图 3 中的实施方式相同的标记表示，但是高出值 800。

电流调节装置 922 包括两个设置于下的调节回路。第二调节（调节 2）保证，总电流和前面的实施方式一样保持恒定。为了使该调节能正确平衡有用电流的波动，必须始终在通过电阻 R103 的横支上流动一定的电流。该调节将其额定值与通过电阻 R102 上的电压降确定的总电流的实际值进行比较，并根据电流的差值调节横支上的电流源。调节 2 的额定值由调节 1 的输出端提供。调节 1 的作用是，使得在横支上流动的电流一直很小。它从例如通过参考二极管（D101）的提供得到其额定值，并将该值与例如可以通过在电阻 R103 上的电压降确定的实际值进行比较。该交錯的调节保证，总电流与传感器的电流相适应，其中注意到在横支上的损耗电流保持为最小。

本发明的实施方式并不局限于上述仅仅作为优选给出的实施例。更可以由此想到这样的应用，尽管其结构不同但同样属于本发明涉及的保护范围内。本发明尤其不局限于在超声波液位测量计范围内应用的电子测量设备。在特殊情况下，液位测量计可以不是超声波传感器单元，而是使用按其它适合测量原理工作的传感器单元，例如雷达传感器单元、按照使用的微波或类似的原理的传感器。这里还需指出，在所示实施方式中电流调节设置在双线连接和数字通信单元之间。显而易见也有可能，将通信设置在双线连接和电流调节之间。

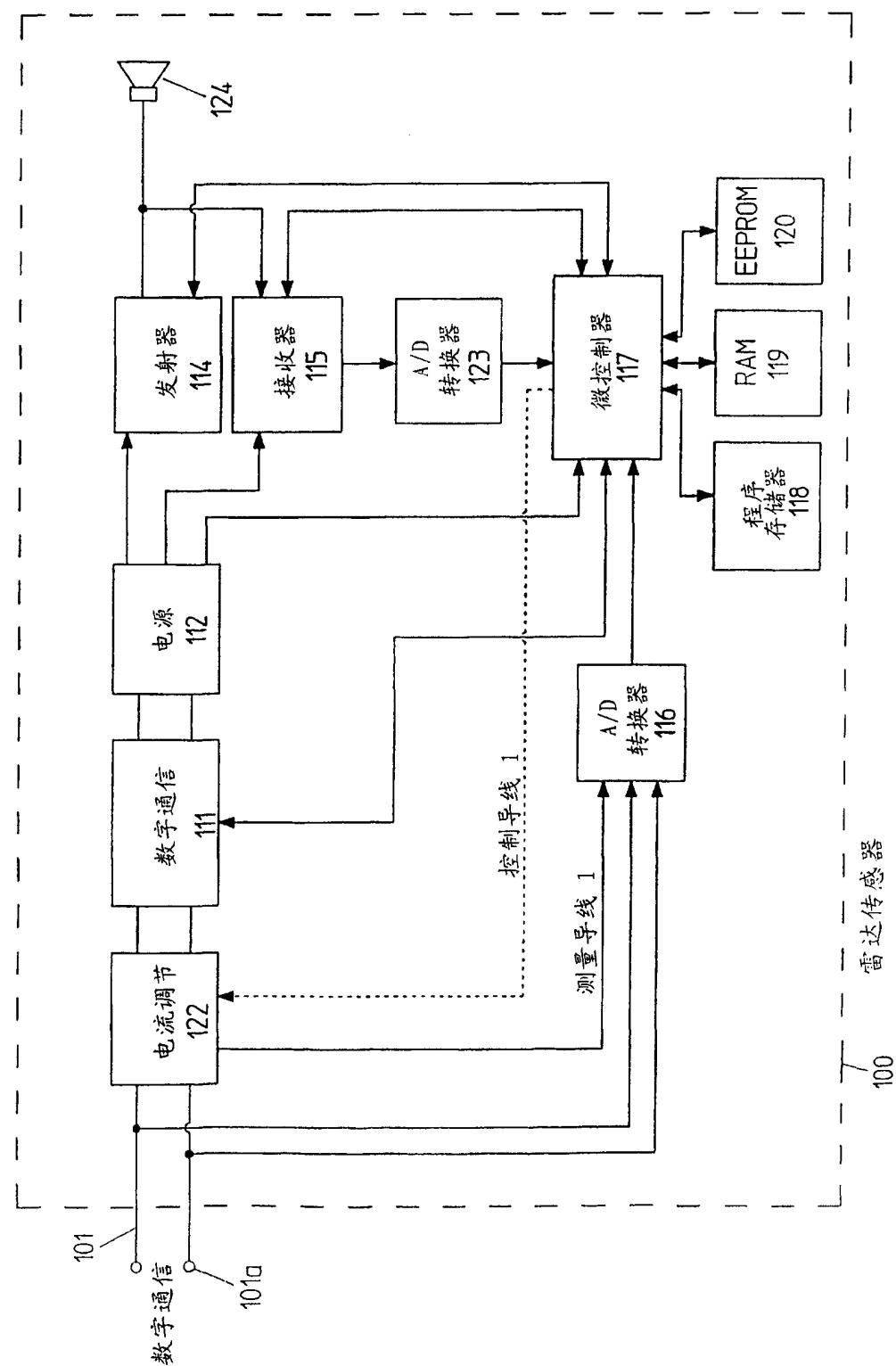


图 1

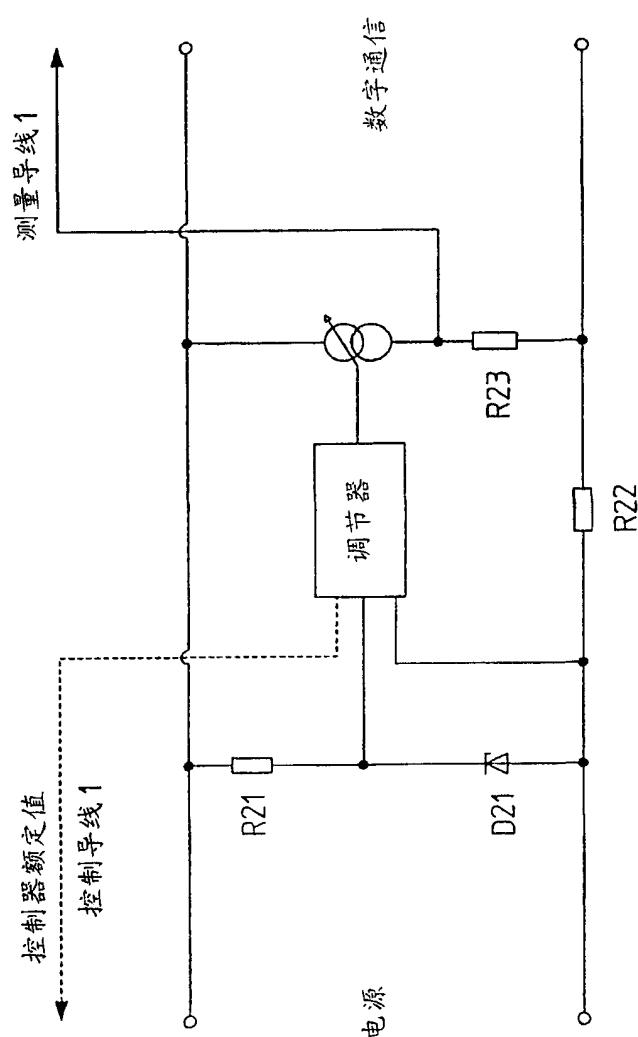
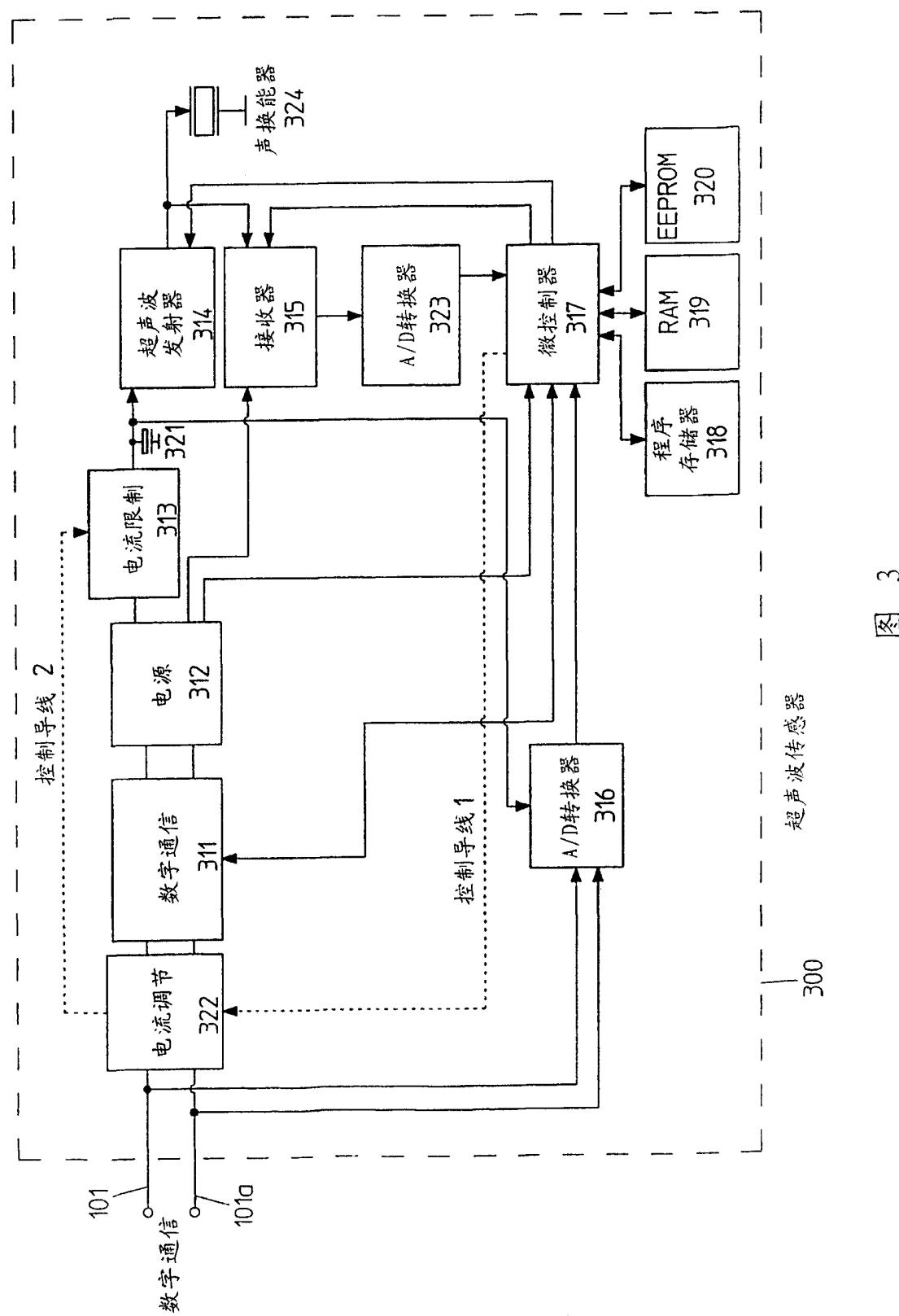


图 2



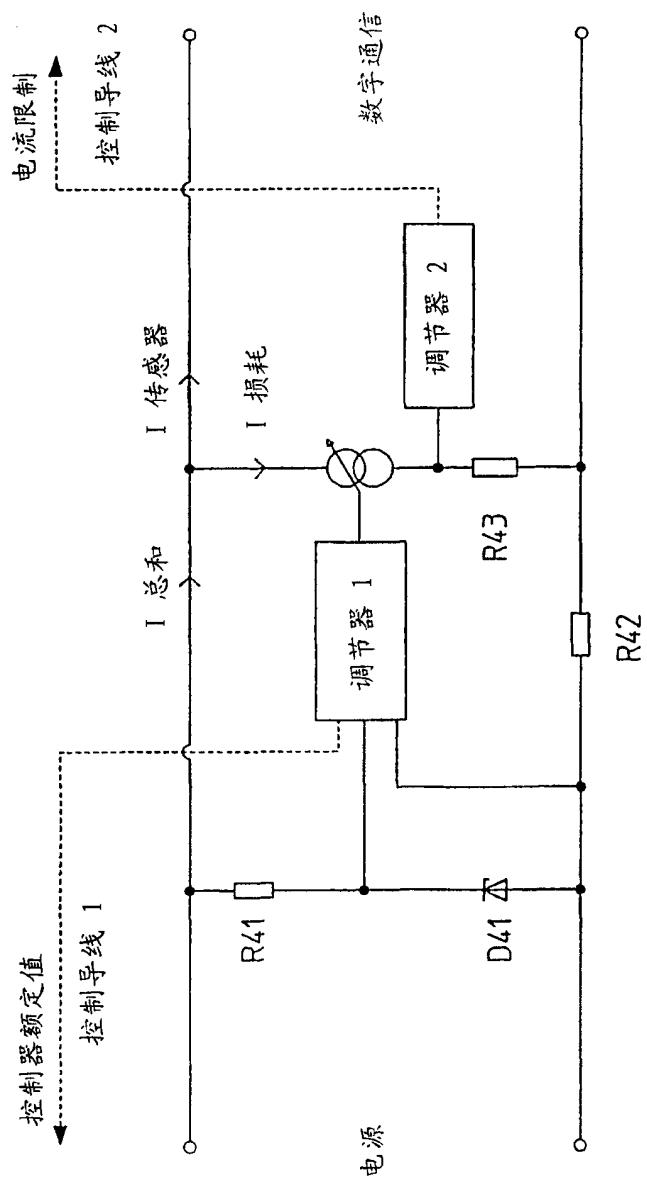


图 4

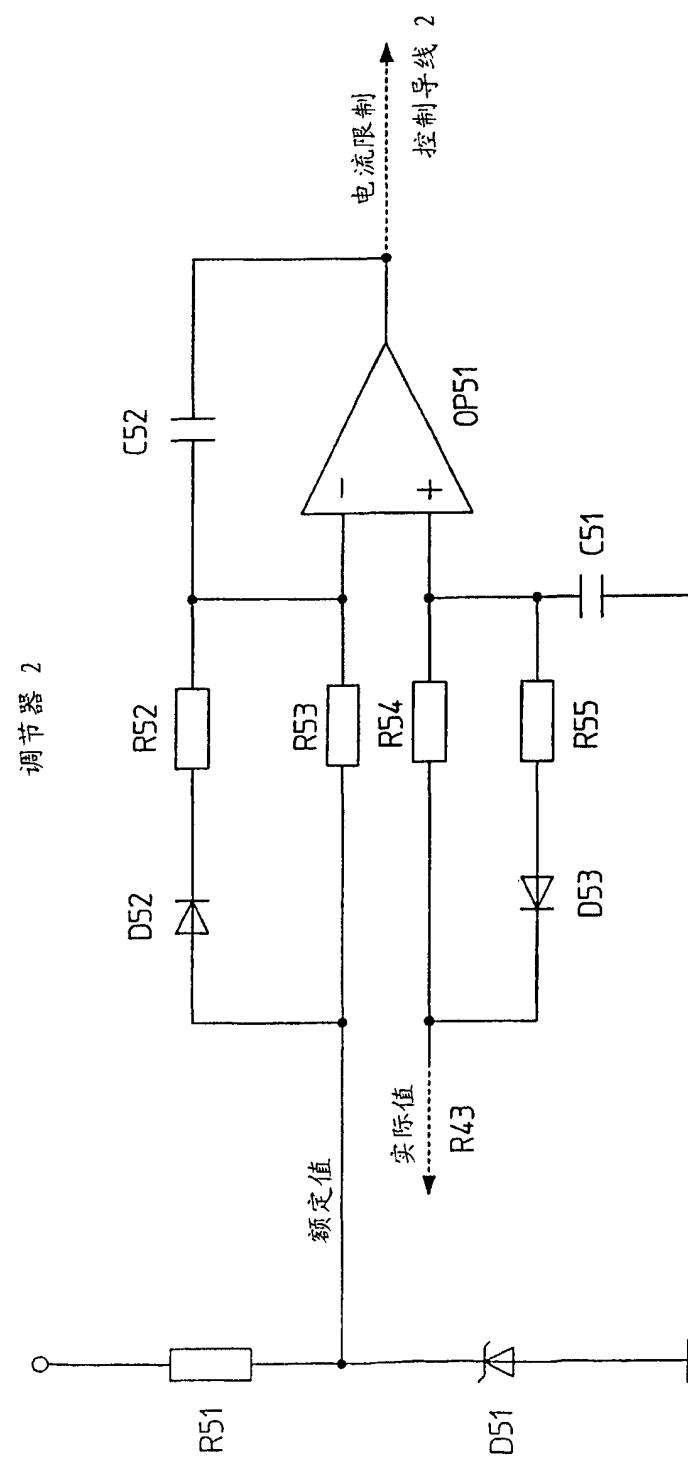
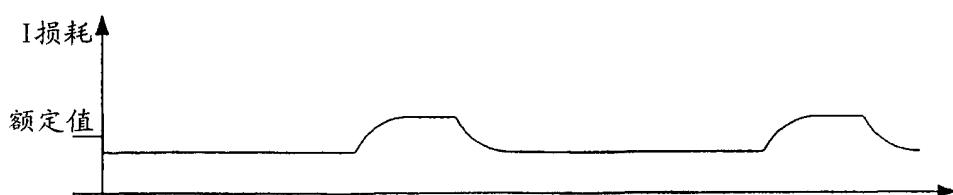
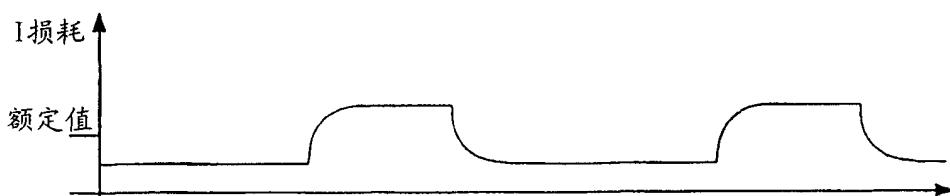
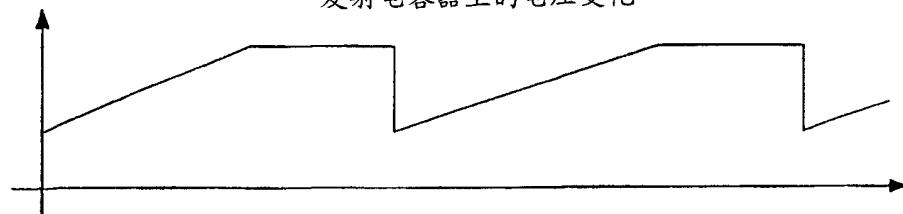
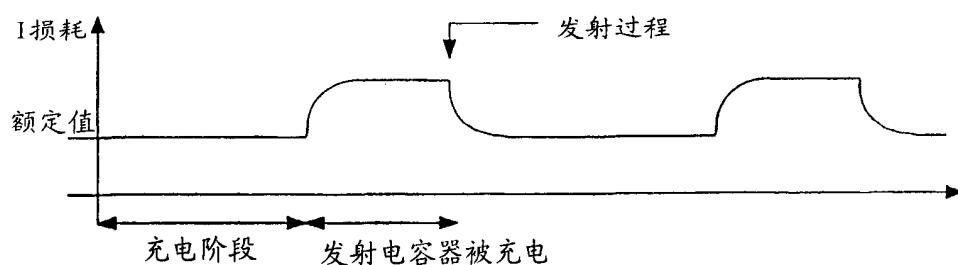
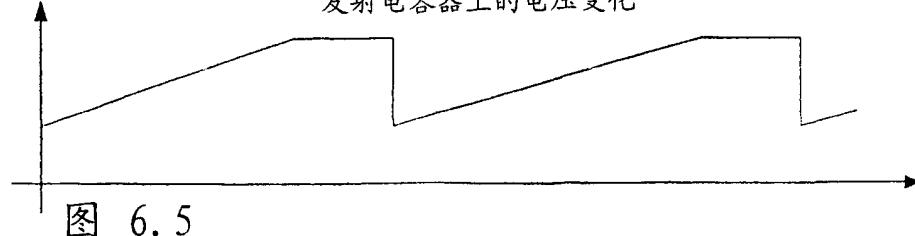


图 5

电流调节单元横支上的电流变化(损耗电流)



发射电容器上的电压变化



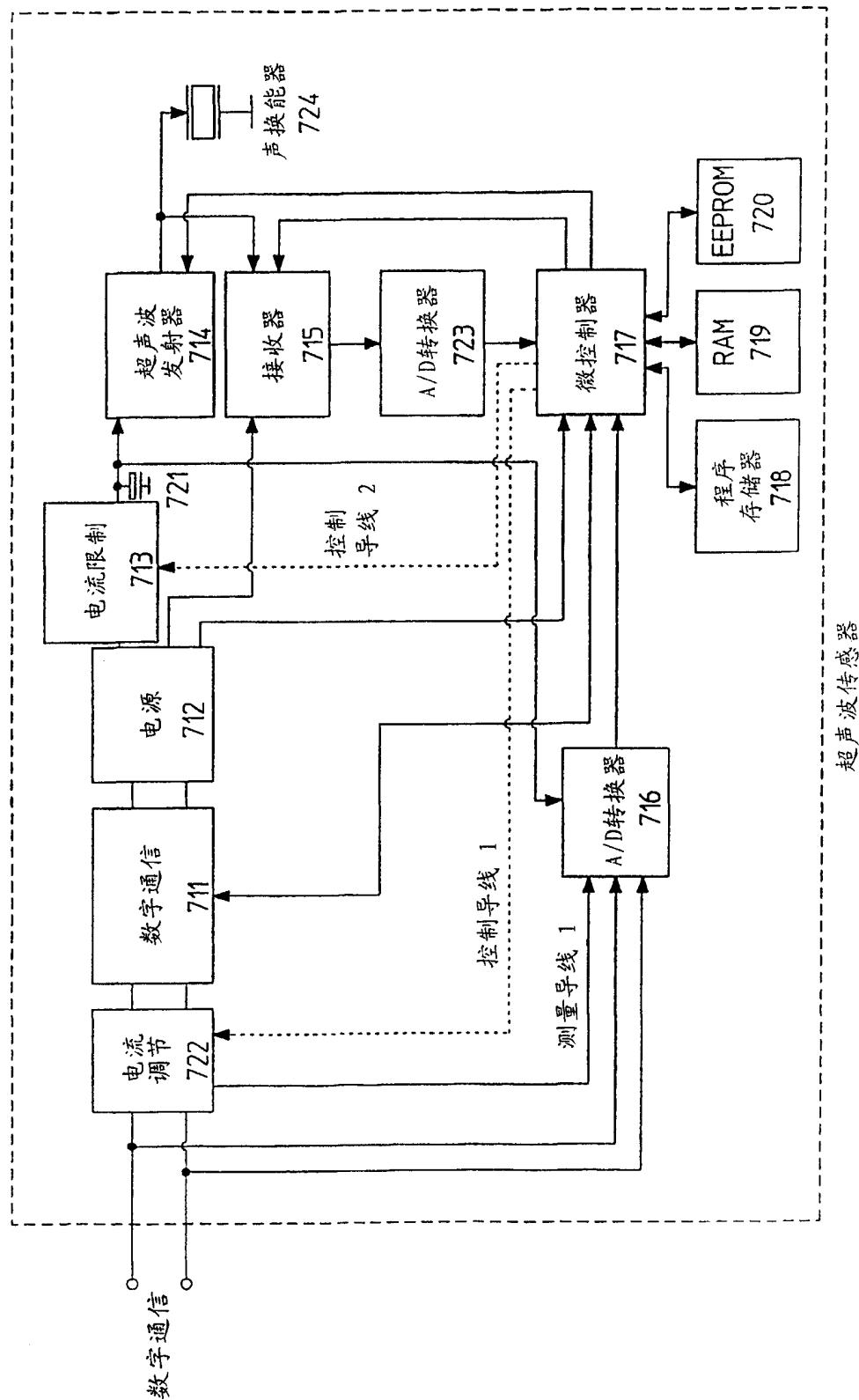


图 7

超声波传感器

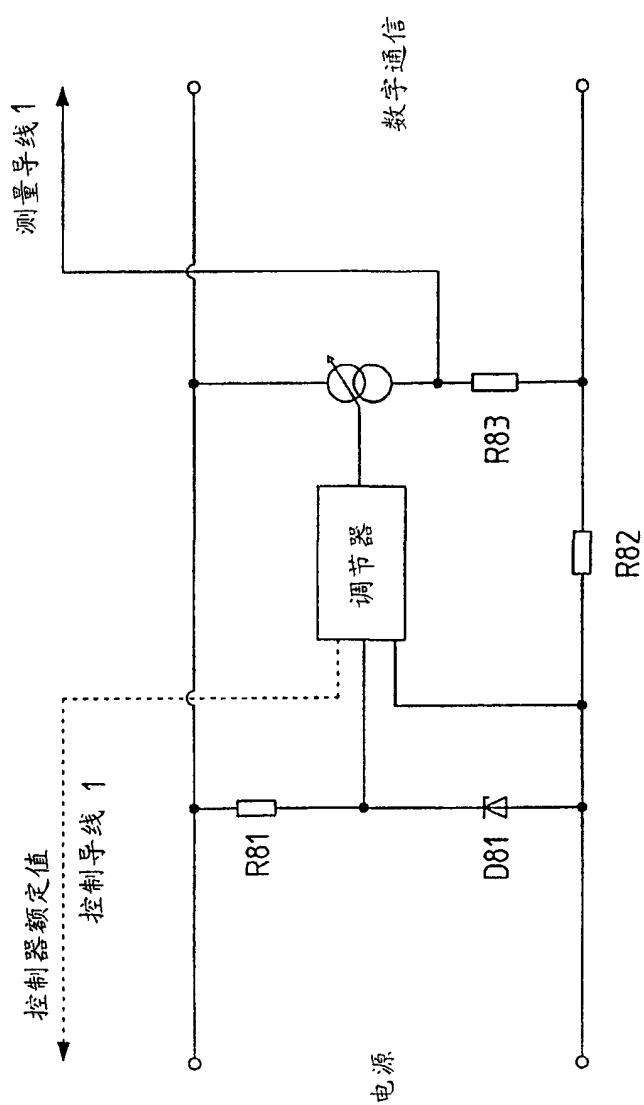


图 8

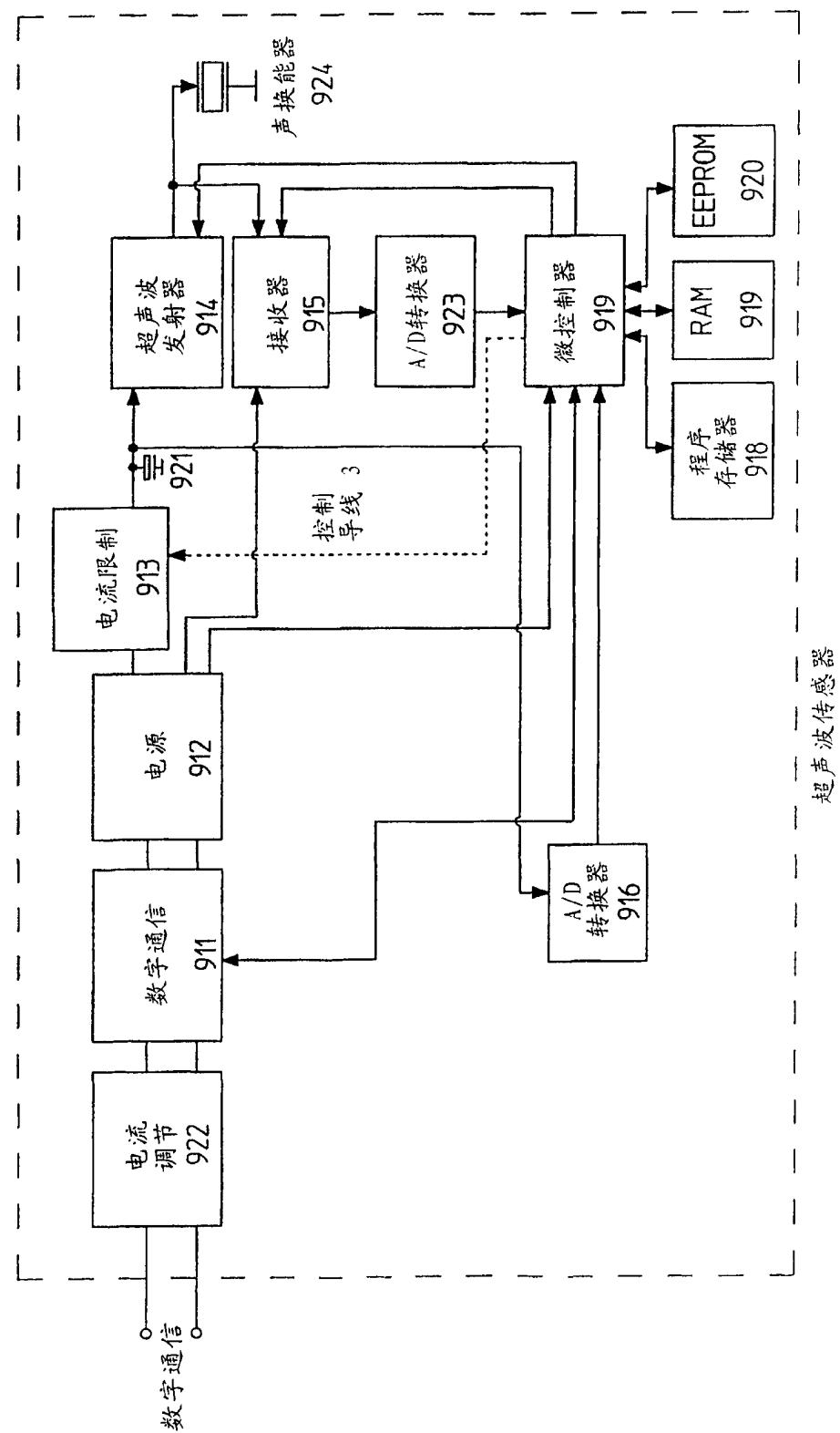


图 9

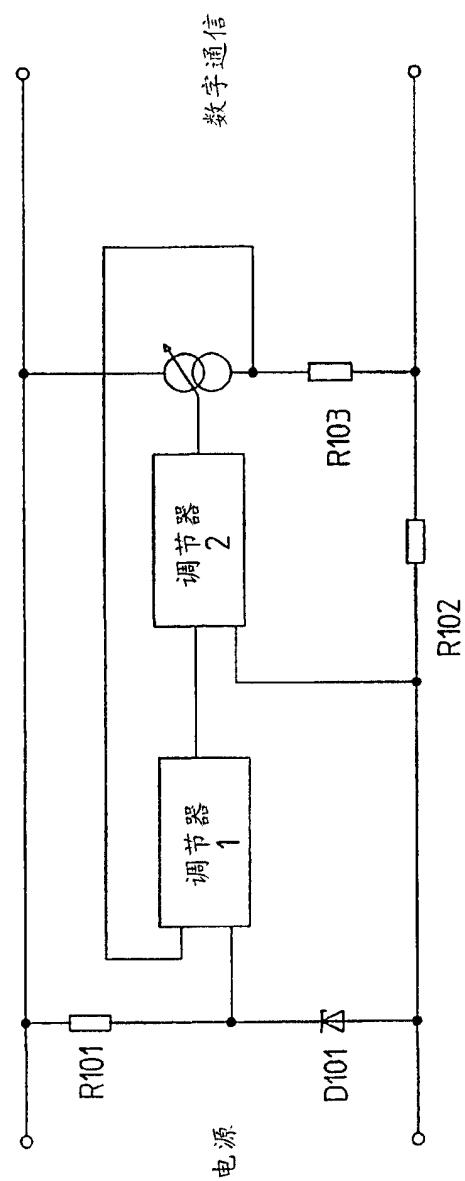


图 10