

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01R 22/00

G01R 15/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00119960.9

[43] 公开日 2001 年 1 月 31 日

[11] 公开号 CN 1281989A

[22] 申请日 2000.6.30 [21] 申请号 00119960.9

[30] 优先权

[32] 1999.6.30 [33] US [31] 09/345,696

[71] 申请人 西门子电力输送及配电有限公司

地址 美国北卡罗来纳州

[72] 发明人 G·R·伯恩斯

B·J·斯拉特

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

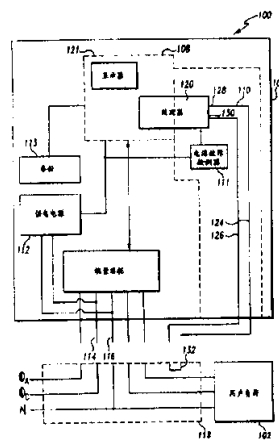
代理人 罗朋 张志醒

权利要求书 4 页 说明书 26 页 附图页数 8 页

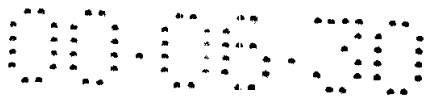
[54] 发明名称 篡改/电源故障的鉴别方法和设备

[57] 摘要

电度表包括耗能测量信号源、可拆除的外壳、测量电路和抗篡改电路。可拆除的外壳具有一个安装位置和一个非安装位置。可拆除的外壳还具有电力输入端，当处在安装位置时，用于接收来自电力线的电能。测量电路被紧固在外壳内，以及被耦合到耗能测量信号源，以便当外壳处在安装位置时接收来自该信号源的耗能测量信号。测量电路被做成至少部分地基于所述测量信号来产生计量信息。篡改检测电路被紧固在外壳内，以及用来检测送到外壳输入端的电能的中断，以及判决当检测到送到外壳输入端的电能的中断时外壳是否处在非安装位置。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 用于测量由负荷消耗的电能量的电表，电表包括：
耗能测量信号源；

5 可拆除的外壳，具有一个安装位置和一个非安装位置，外壳具有
电力输入端，用于当外壳处在安装位置时从电力线接收电能；

测量电路，被固定在外壳和被耦合到耗能测量信号源，以便当外
壳处在安装位置时，从该信号源接收耗能测量信号，测量电路被做成
至少部分地根据所述测量信号产生耗能信息；以及

10 抗篡改电路，被固定在外壳和被用来检测到外壳输入端的电能的
中断以及当检测到外壳输入端的电能的中断时，判决外壳是否处在安
装位置。

2. 权利要求 1 的电表，其特征在于，其中处理器包括所述测量电
路的至少一部分和所述篡改检测电路。

15 3. 权利要求 1 的电表，其特征在于，其中电能消耗信息源被固定
在外壳，它在外壳处在安装位置时被用来产生电力消耗信息。

4. 权利要求 1 的电表，其特征在于，其中电能消耗信息源被固定
在第二外壳，以及其中当外壳被耦合到第二外壳时外壳处在安装位
置，以及当外壳从第二外壳断开耦合时外壳处在非安装位置。

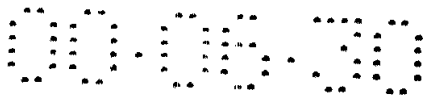
20 5. 权利要求 1 的电表，其特征在于，还包括被固定在外壳的供电
电源，供电电源用来从输入端接收电能，以及提供偏置电力给所述测
量电路的至少一部分和所述篡改检测电路的至少一部分。

6. 权利要求 5 的电表，其特征在于，其中篡改检测电路还包括到
供电电源的输出端的连接，以及还被用来通过使用所述连接来检测到
输入端的电能的中断。

25 7. 权利要求 1 的电表，其特征在于，其中篡改检测电路包括处理
器，以及其中处理器用来在根据检测到送到外壳输入端的电能的中断
而确定外壳处在非安装位置后设置一个标志。

8. 权利要求 7 的电表，其特征在于，其中篡改检测电路还包括用
于存储设置的标志的非易失性存储器。

30 9. 权利要求 7 的电表，其特征在于，还包括被固定在外壳的、和
被耦合到处理器的可见的指示器，可见的指示器被做成当外壳被安装
时提供所设置的标志的可见的指示。



10. 权利要求 7 的电表，其特征在于，还被耦合到测量电路和所述处理器的显示器，所述显示器用来：

显示代表计量信息的信息；以及

当外壳被安装时显示所设置的标志的可见的指示。

5 11. 在用于测量由负荷消耗的电能量的电表中，电表包括耗能测量信号源，可拆除的外壳，具有一个安装位置和一个非安装位置，外壳具有电力输入端，用于当外壳处在安装位置时从电力线接收电能，以及测量电路，被固定在外壳和被耦合到耗能测量信号源，以便当外壳处在安装位置时，从该信号源接收耗能测量信号，测量电路被做成
10 至少部分地根据所述测量信号产生耗能信息，

抗篡改电路，被固定在外壳和被用来检测到外壳输入端的电能的中断以及当检测到外壳输入端的电能的中断时，判决外壳是否处在安装位置。

12. 权利要求 11 的篡改检测电路，其特征在于，还包括处理器。

15 13. 权利要求 12 的篡改检测电路，其特征在于，其中处理器还包括测量电路的至少一部分。

14. 权利要求 12 的篡改检测电路，其特征在于，其中处理器包括到供电电源的供电电源输出端的连接，当所述外壳处在安装位置时，所述供电电源从所述外壳输入端得到电能，以及其中所述处理器根据
20 所述连接检测送到外壳输入端的电能的中断。

15. 权利要求 12 的电表，其特征在于，其中处理器用来在根据检测到送到外壳输入端的电能的中断而确定外壳处在非安装位置后设置一个标志。

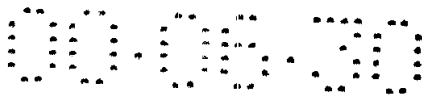
25 16. 权利要求 12 的篡改检测电路，其特征在于，还包括安装连续性电路，安装连续性电路包括：

第一外壳端子，被耦合到偏置电压源，所述第一外壳端子适合于与导电单元的第一部分进行电接触；

第二外壳端子，被耦合到处理器，所述第二外壳端子适合于与导电单元的第二部分进行电接触；以及

30 其中所述处理器用来根据在第二外壳端子上是否存在偏置电压而确定所述外壳处在非安装位置。

17. 权利要求 12 的篡改检测电路，其特征在于，还包括安装连续



性电路，安装连续性电路包括：

第一外壳端子，被耦合到偏置电压源，

第二外壳端子，被耦合到处理器，

5 其中当外壳处在安装位置时第一外壳端子被电耦合到第二外壳端子，以及其中当外壳处在非安装位置时第一外壳端子与第二外壳端子断开电耦合；以及

其中所述处理器用来根据在第二外壳端子上是否存在偏置电压而确定所述外壳处在非安装位置。

18. 权利要求 17 的篡改检测电路，其特征在于，其中：

10 第一外壳端子适合于只在外壳处在安装位置时才与导电元件的第一部分进行电接触；以及

第二外壳端子适合于只在外壳处在安装位置时才与导电元件的第二部分进行电接触。

19. 被耦合到设施的电系统的电表，电表包括：

15 (a) 传感器模块，被做成连接到电系统，所述传感器模块包括电压和电流传感器，所述电压和电流传感器用来从电系统接收电压和电流信号以及由此产生测量信号；

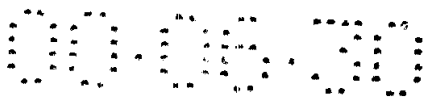
20 (b) 测量模块，包括测量电路，用来接收测量信号以及由此产生耗能数据，所述测量模块包括用于传送与耗能数据有关的信息，所述测量模块用来耦合到传感器模块，以便把测量电路连接到电压和电流传感器，所述测量模块用来在测量模块被耦合到传感器模块时被耦合到电能源；以及

25 (c) 篡改检测电路，被固定在测量模块上，以及用来检测送到测量模块的电能的 中断以及当检测到送到测量模块的电能的 中断时判决测量模块是否与传感器模块断开耦合。

20. 权利要求 19 的电表，其特征在于，篡改检测电路还包括处理器。

21. 权利要求 20 的电表，其特征在于，其中处理器还包括测量电路的至少一部分。

30 22. 权利要求 20 的电表，其特征在于，其中处理器包括到供电电源的供电电源输出端的连接，当测量模块被耦合到传感器模块时，所述供电电源从所述传感器模块得到电能，以及其中所述处理器根据所



述连接检测电能的中断。

23. 权利要求 20 的电表，其特征在于，其中处理器用来在根据检测到送到外壳输入端的电能的中断而确定测量模块是与传感器模块断开连接后设置一个标志。

5 24. 权利要求 20 的电表，其特征在于，其中篡改检测电路还包括安装连续性电路，安装连续性电路包括：

第一外壳端子，被耦合到偏置电压源，所述第一外壳端子适合于与导电单元的第一部分进行电接触；

10 第二外壳端子，被耦合到处理器，所述第二外壳端子适合于与导电单元的第二部分进行电接触；以及

其中所述处理器用来根据在第二外壳端子上是否存在偏置电压而确定所述测量模块是与传感器模块断开耦合。

25. 权利要求 20 的电表，其特征在于，其中篡改检测电路还包括安装连续性电路，安装连续性电路包括：

15 第一外壳端子，被耦合到偏置电压源；

第二外壳端子，被耦合到处理器；

其中当测量模块被耦合到传感器模块时第一外壳端子被电耦合到第二外壳端子，以及其中当测量模块被耦合是与传感器模块断开耦合时第一外壳端子与第二外壳端子断开电耦合；以及

20 其中所述处理器用来根据在第二外壳端子上是否存在偏置电压而确定所述测量模块是与传感器模块断开耦合。

26. 权利要求 25 的电表，其特征在于，其中：

25 第一外壳端子适合于只在外壳处在安装位置时才与导电元件的第一部分进行电接触；以及第二外壳端子适合于只在外壳处在安装位置时才与导电元件的第二部分进行电接触。



说明书

篡改/电源故障的鉴别方法和设备

5 本发明涉及电度表，具体地，涉及其中包括电子测量电路的电度表。

电度表是一种用来，尤其是，探测电能消耗的装置。许多电表，包括有关居住区用户所使用的电表，是由连接在公用电力线和用户的电系统之间的封闭单元组成的。电表是基于正在通过的量来测量和记录耗能的。通常，公用设施提供者从每个电表得出消耗的信息，从而
10 向客户收费。

电度表在历史上一直采用旋转的圆盘，它是通过电磁感应运行的。旋转的圆盘正比于消耗的电力量旋转。在电表中的一系列机械计数器累积或登记圆盘的旋转圈数。然后，电力部门根据自从上一次收费以来所出现的旋转圈数向用户收费。

15 最近采用的电表是累积耗能信息而不使用旋转圆盘。这样的电表通过使用数字处理技术来得到电力消耗信息。电表不单消除了运动部分和典型地与之有关的缺点，而且易于实现完美的耗能信息处理，这可被使用来提高能量传递网络的效率。电表典型地包含耗能测量信号源和测量电路。耗能测量信号典型地是模拟信号，它们代表了所计量的系统耗能。测量电路把能量测量信号数字化，然后对数字化的信号
20 进行计算，得出以瓦时、伏安小时、和/或其它有关能量的数值的形式的消耗信息。测量电路累积耗能信息，用于收费和其它用途。

与计量有关共同问题是通过电表篡改而进行的能量偷窃。电表篡改仅仅在北美地区就造成每年几亿美元的损失。电表篡改的主要目
25 标是消耗不被电表测量或累积的电能。避免计量消耗的电力的明显的方法是把电表从电力线上取下，以使得在电表被去除时对于消耗的电力不产生记录。然后，在查表人员回来读表以前，电表可被重新连接。

为了检测这样的去除，电表常常包含密封装置，必须弄破该装置才能实施去除电表。密封装置可以包括特殊的封蜡结合一个铁丝环。
30 大多数包括上述的蜡和铁丝密封的密封装置在把电表去除时被破坏。因此，如果电表被去除过并且在查表人员回来读表以前被恢复，则查表人员可以通过观察破损的密封而检测到篡改事件。使用这样的



密封装置，或单独使用的密封装置，具有这样的缺点，即每次电表从电力线上取下都需要恢复，而不管这样的去除是否涉及到篡改。因此，电表服务人员在电表可能被篡改或电表需要维修时，必须携带用于重新密封电表的材料和工具。

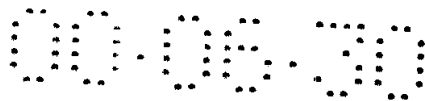
5 单独使用电表密封装置的以上的缺点在模块式电表设计中被放大了。特别是，已经开发了模块式电表，其中高电力传感元件是在与处理/测量电路分开的盒子内。因为这样的模块式电表的处理/测量电路用来登记和显示累积的耗能信息，所以，只要去除包含处理/测量电路的模块，这样模块式电表就更容易遭受到能量偷窃。然而，理论上，
10 现有技术的单独使用的密封装置可被利用在处理/测量模块与传感模块的互联上来检测这样的篡改。

 然而，单独使用的密封装置在模块式电表中是特别不利的，因为在某些方面，包括处理/测量电路的模块被设计成可去除的。具体地，
15 实施模块式电表的一个目的是允许电表升级成能包括不同的功能而不必替换整个电表。而是，只需要替换处理/测量模块。因此，模块式电表解决最近的对于部分地由电力工业的不规范而激发的这样的增强的升级能力的需要。结果，模块式电表的处理/测量模块被去除的频繁度多半会大大高于单件式电表在历史上从电力线上去除的频繁度。

20 因此，在模块式电表的处理/测量模块上单独使用抗篡改密封装置将需要以比起普通单件式电表使用时的更高频繁度被替换。这样，由于单独使用的密封装置造成的不方便性在模块式电表设计中被放大了。

 因此，需要一种可重新使用的抗篡改的装置，它在电表被去除时
25 是不破坏的，而仍旧记录或登录有关篡改事件的信息。而且，需要一种可重新使用的抗篡改的装置，它容易重新使用，而不需要任何特殊的工具。最后，需要这样的装置具有高的可靠度。

 本发明通过在电表中采用抗篡改电路来满足以上的需要以及其它需要，该抗篡改电路被紧固在可去除的表壳中以及当电源从表壳中
30 去除时用来检测表壳是否被正确地安装。具体地，当加到表壳的电源被中断时，检测潜在的篡改事件。该电路在检测到电源中断时通过检测表壳是否处在正确的位置而把篡改和正常的电源中断区分开来。如



果检测到篡改，可任选地设置有关标志。然后，该标志可被传送到电力部门人员，以便把篡改事件告知电力部门。

5 在一个实施例中，本发明是用于测量由负荷消耗的电能量的电表。该电表包括耗能测量信号源、可拆除的外壳、测量电路和抗篡改电路。可拆除的外壳具有一个安装位置和一个非安装位置。可拆除的外壳还具有电力输入端，当处在安装位置时，用于接收来自电力线的电能。测量电路被紧固在外壳内，以及被耦合到耗能测量信号源，以便当外壳处在安装位置时接收来自该信号源的耗能测量信号。测量电路被做成至少部分地基于所述测量信号来产生计量信息。抗篡改检测
10 电路被紧固在外壳内，以及用来检测送到外壳输入端的电能的中断，以及确定当检测到送到外壳输入端的电能的中断时外壳是否处在非安装位置。

应当指出，在把篡改标志传送到电力部门后，篡改标志可在抗篡改电路中
15 被复位。因之，本发明的抗篡改电路不引起零件的破坏和替换。

通过参考以下的说明和附图将更容易地明白本发明的以上讨论的特性和优点以及其它的特点。

图 1 显示了具有按照本发明的抗篡改电路的示例性电子电度表的方框图，其中电子电度表的外壳处在非安装位置；

20 图 2 显示了处在安装位置时的图 1 的电表的方框图；

图 3 显示了具有按照本发明的抗篡改电路的示例性模块式电表的部件分解图；

图 4 显示了图 3 的模块式电表的安装结构的部件分解图；

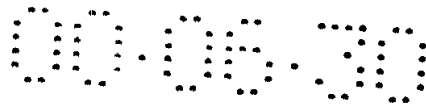
25 图 5 显示了图 3 的电表的剖视图，其中测量模块相对于传感器模块处在安装位置；

图 6 显示了图 3 的电表的传感器模块的原理示意图；

图 7 显示了图 3 的电表的测量器模块的原理示意图；以及

图 8 显示了图 7 的测量器模块的处理器运行的示例性流程图。

30 图和 2 显示了按照本发明的示例性电子电度表 100 的方框图。电表 100 是用来测量由用户负荷 102 所消耗的电能总量的装置。用户负荷 102，例如，可以是工业设施、商业部门、或居民大楼的电系统。用户负荷 102 被做成从熟知的“网络”连线结构配置中的相 A 电力线



ϕA , 相 C 电力线 ϕC , 和中性电力线 N 得到电力。然而, 应当指出, 按照本发明的电表 100 可以容易地适用于包容通过任何标准的连线结构接收电能的电系统, 这些连线结构包括, 但不限于, 三线 Δ 、四线 Y、四线 Δ 、和单相连线结构。

5 电表 100 包括耗能测量信号源 104、可拆除的外壳 106、测量电路 108、抗篡改电路和供电电源 112。电表还包括电源故障检测电路 111 和备份供电电源 113。

耗能测量信号源 104 可以适用于任何产生代表流过电力线 ϕA 、 ϕC 、和 N 的电力的信号的电路或电路的组合。例如, 耗能测量信号源
10 104 可以适当地包括一个或多个电压传感器和一个或多个电流传感器。电压传感器连接在每相电力线与中性电力线之间, 以及产生代表在每个电力线上的电压的信号。电流传感器可以适当地包括一个线圈, 它完成从相 A 电力线 ϕA 和相 C 电力线 ϕC 到用户负荷 102 的电路, 和用于测量在线圈中的电流的装置。在某些系统中, 电表不完成从电
15 力线到负荷的电路, 而是从被耦合到电力线 ϕA 、 ϕC 的外部的变压器得出电流信息。电压传感器(例如分压器电路)和电流传感器(例如嵌入的线圈、电流变换器、和并联支路)的各种形式是熟知的。

可拆除的外壳 106 是结构性封闭装置或盒子, 它具有一个安装位置和一个非安装位置。然而, 应当指出, 在这里使用名称“封闭装置”
20 或“盒子”决不是指外壳 106 必须完全地包住任何物体。无论如何, 图 1 显示了在非安装位置下的可拆除的外壳 106 以及图 2 显示了在安装位置下的可拆除的外壳 106。可拆除的外壳 106 被做成可由安装装置 118 容纳的。安装装置 118 是用来提供在电表(例如电表 100)和电力线 ϕA 、 ϕC 、和 N 之间的互联的装置。这样的装置具有熟知的各种不同的设计。可拆除的外壳 106 当被耦合到安装装置 118 时(见图 2),
25 处在安装位置。相反, 可拆除的外壳 106 当没有被耦合到安装装置 118 时(见图 1), 处在非安装位置。

可拆除的外壳 106 具有两个以连接头形式的电力输入端 114, 116, 当外壳 106 处在安装位置时(见图 2), 这些电力输入端从相 C
30 电力线 ϕC 上接收电能。在这里所描述的实施例中, 两个电力输入端 114, 116 又被耦合到供电电源 112。供电电源 112 是用来把从相 C 电力线 ϕC 经过电力输入端 114 和 116 接收的交流(“AC”)电能变换成



DC(直流)偏置电力, 供测量电路 108 和其它电路使用。

5 备份供电电源 113 是用来在电源中断事件时把电力耦合到电力输入端 114, 116 的电路或装置。备份供电电源 113 用来提供电力, 供电表 100 在电源中断事件时有限的运行使用, 以允许把关键的数据存储到非易失性存储器中, 或把电源故障事件告知远端设施。这样的备份供电电源是熟知的, 它可以包含一个或多个电池和/或储能电容器。

10 测量电路 108 被紧固(或者直接或者间接)在可拆除外壳 106 内, 而且被耦合到耗能测量信号源 104, 以便从该信号源接收耗能测量信号。为此, 在这里所揭示的实施例中的测量电路 108 包括处理器 120, 它将在下面被讨论, 也构成抗篡改电路 110 的一部分。无论如何, 测量电路 108 是一种电路, 可以包括附加处理器、模拟-数字变换器、复接器和用来把由耗能测量信号源 104 产生的能量测量信号变换成计量信息的其它的数字装置。

15 计量信息是与由用户使用的能量有关的信息, 典型地以标准化的单位计, 它可以包括累积的千瓦-小时(kwh), 伏安-小时(va-hr), 或电抗性伏安-小时(var-hr)信息。计量信息典型地是以易于通过传输或通过可见的显示器被传送到电力部门的一种格式。能用来从耗能测量信号产生计量信息的适当的测量电路的例子在下面结合图 7 进行讨论。

20 回过来参照图 1 和 2, 抗篡改电路 110 也被紧固在可拆除的外壳 106 内, 它也可用来检测加到电力输入端 114, 116 的电能的 中断, 以及确定当检测到这样的电能中断时, 外壳 106 是否处在非安装位置。为了检测加到电力输入端 114, 116 的电能的 中断, 这里所描述的示例性实施例的抗篡改电路 110 可用来检测供电电源 112 的输出端 122 处的电压何时降低到预定的门限值以下。

30 为此, 在这里所描述的示例性实施例中, 抗篡改电路 111 包括电源故障检测电路 111, 它被耦合到供电电源 112 的输出端。图 1 所示的电源故障检测电路 111 是用来当供电电源 112 的输出端 122 处的电压降低到预定的门限值以下时产生电源故障信号的装置。为此, 电源故障检测电路 111 可以包括比较器, 具有被连接到齐纳二极管参考电压电路的一个差分输入端和被连接到供电电源输出端 122 的另一个差

分输入端。这样的电路是熟知的。

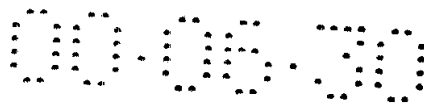
抗篡改电路 110 也优选地包括处理器，它接收电源故障信号，然后根据该信号，确定外壳 106 是处在安装位置还是处在非安装位置。具体地，在图 1 和 2 的实施例中，测量电路 108 的处理器也起到抗篡改电路 110 的处理器的作用。将会看到，抗篡改电路 110 中的处理器的功能可以很容易由本领域技术人员合并到由电子电度表的适当的测量电路的任何处理器完成的功能中。特别是，因为抗篡改电路消耗相对较少的计算性操作，抗篡改电路 110 的处理功能将不太影响在大多数模块式电度表测量电路中的任何处理器的运行。替换地，抗篡改电路 110 可以适当地采用分开的处理器，或一种被使用于不涉及测量电路 108 的其它计量功能的处理器。

无论如何，本发明的处理器 120 通过使用安装连续性电路确定可拆除的外壳 106 是处在安装位置还是处在非安装位置。安装连续性电路包括第一外壳端子 124 和第二外壳端子 126。第一外壳端子 124 被耦合到偏置电压源，这里被显示为处理器 120 的第一输出端 128。替换地，第一外壳端子 124 可以被耦合到另一个偏置电压源，例如供电电源 112 的输出端 122。第二外壳端子 126 被耦合到处理器 120 的第一输入端。

第一外壳端子 124 被做成当可拆除的外壳 106 处在安装位置时 (见图 2) 被电耦合到第二外壳端子 126。相反地，第一外壳端子 124 被做成当可拆除的外壳 106 处在非安装位置时 (见图 1) 与第二外壳端子 126 断开电耦合。为此，当可拆除的外壳 106 处在安装位置时，至少第一外壳端子 124 的一部分和第二外壳端子 126 被调整到电耦合到一个位于安装装置 118 内的导体 132。

应当指出，处理器 120 被适当地编程，以便根据偏置电压是否被加在第二外壳端子 126 上来确定可拆除的外壳 106 处在非安装位置。

在一个替换的实施例中，电源故障检测电路 111 没有被耦合到供电电源 112 的输出端 122，而是被耦合到电力输入端 114 和 116。这样的电源故障检测电路的例子可以适当地包括门限比较器，被耦合到电力输入端 114, 116，它产生一个具有代表电力线上电压的占空比的脉冲宽度调制信号。然后，处理器 120 通过确定脉冲宽度调制信号的占空比是否低于预定的门限值而确定送到电力输入端 114, 116 的电力



是否中断。

而且，在另一个替换的实施例中，安装连续性电路需要不依赖于在
安装装置 118 中的导体 132。而是，可以采用机械开关，当外壳可
拆除的外壳 106 处在安装位置时，迫使该开关进到第一位置，以及当
5 外壳可拆除的外壳 106 处在非安装位置时，把该开关转到第二位置。
开关可被做成当处在第一位置时闭合在第一外壳端子 124 和第二外壳
端子 126 之间的电路，以及当处在第二位置时打开在第一外壳端子
124 和第二外壳端子 126 之间的电路。虽然使用这样的开关消除了对于
具有导体 132 的安装装置的需要，但无论如何不希望把运动部件引
10 入到本发明的抗篡改装置中。在再一个实施例中，安装连续性电路可
以包括光学元件，而不用或除了电元件以外。

在上述的本发明的实施例的操作中，技术人员安装可拆除的外壳
106，以便实现用户负荷 102 的计量。为此，可拆除的外壳 106 被耦
合到安装装置 118(见图 2)。当可拆除外壳 106 被安装时，耗能信号
15 源 104 被耦合到电力线 ϕA 、 ϕC 、N 上。同样地，第一外壳端子 124 和
第二外壳端子 126 通过导体 132 进行电耦合。

一旦被安装，电表 100 实行耗能计量功能，正如技术上熟知的。
具体地，耗能测量信号源 104 检测在电力线上的电压和电流，以及从
该信号源产生耗能测量信号。这样的信号例如可以包含代表每相上的
20 电压波形的模拟信号和代表每相上的电流波形的信号。然而，其它的
电表可以采用代表由电力线上的电压和电流表示的耗能的、提供脉宽
调制信号的信号。能够产生这样的耗能测量信号的电路是熟知的。

同时，供电电源 112 从电力输入端 114 和 116 接收 AC 电能，以
及其输出端 122 提供偏置电压。偏置电压按所需要地提供偏置电力
25 给处理器 120 以及测量电路 108 和抗篡改电路 110 的其它元件。

回到耗能测量运行，耗能测量信号源 104 提供耗能测量信号给测
量电路 108。测量电路 108 把耗能测量信号转换成数字的测量信号。
然而，在替换的实施例中，耗能测量信号本身可能已经是数字信号。
在任一事件中，处理器 120 或者单独地或者与测量电路 108 内的其它
30 处理器或电路相结合，从数字测量信号产生计量信息。计量信息，特
别是包括与耗能有关的信息，在这里被称为累积的耗能信息。累积的
耗能信息，特别是被用来对于能量使用向用户收费。

然后，计量信息被存储和/或向外传送。计量信息可被存储在位于处理器 120 内的存储器中，或位于测量电路 108 的另一个部分中的存储器(未示出)。计量信息可以提供可见的显示器 121 或通过外部的通信电路(未示出)向外传送。在输送计量信息时所使用的适当的显示和通信电路在技术上是熟知的。

在所揭示的实施例中的抗篡改电路 110 在正常计量运行期间实际上不影响电表 100 的运行。无论如何，处理器 120 优选地在处理器 120 具有偏置电力的所有时间，在其第一输出端 128 上产生以高的逻辑电平电压形式的偏置电压。

10 无论如何，抗篡改电路 110 主要在检测到加到电力输入端 114 和 116 的电力的中断后运行。在电力输入端 114 和 116 处的电能典型地只在电力线 ϕA 、 ϕC 、N 经受到电力中断时，或当可拆除的外壳 106 从安装装置 118 上去除时才被中断。

正如下面更详细地讨论的，本发明的抗篡改电路 110 在电力线
15 ϕA 、 ϕC 、N 上的电力中断(不是篡改事件)与在安装装置 118 上可拆除的外壳 106 的去除(潜在地构成篡改事件)之间进行区分。具体地，如果可拆除的外壳 106 被从安装装置 118 上去除，如图 1 所示，则测量电路 104 不能产生以累积的耗能信息形式的计量信息。如果可拆除的外壳 106 被去除以及另一个装置被使用来完成在电力线 ϕA 、 ϕC 、N 与
20 用户负荷 102 之间的电路，则用户负荷 102 可以消耗电力，而不被检测，从而不会由电力部门对于电力使用进行收费。为了检测这样的能量偷窃，抗篡改电路 110 根据对于到电力输入端 114，116 的电源中断的检测，确定外壳 106 是否处在安装位置。

通过对于在电力使用期间和在从安装装置 118 去除可拆除的外壳
25 106 期间抗篡改电路 110 的运行的讨论，说明了这样的运行。

在电力使用期间，很少或没有电压或电流在电力线 ϕA 、 ϕC 、N 上呈现电能。结果，很少或没有电压从相 C 电力线 ϕC 上被提供给电力输入端 114，116。因为很少或没有电压被提供给电力输入端 114，116，所以供电电源 112 在其输出端 122 上产生偏置电压。虽然供电电源 112
30 由于在一个或多个内部的电容上的电荷的耗散，可以在短的时间间隔内提供偏置电压，但输入电力的损失实际上导致供电电源 112 的输出端上的电压的很大的减小，如果不是全部损失的话。



当输出端 122 处的偏置电压降低到预定的门限值以下时，电源故障检测电路 111 产生电源故障信号，以及把它提供给处理器 120。同时，备份供电电源 113，根据输出端 122 上偏置电压的减小，开始提供辅助的偏置电力给篡改检测电路 110 和测量电路 108 的至少一部分。具体地，备份供电电源 113 提供辅助偏置电力至少给处理器 120。

处理器 120 接收电源故障信号，然后用来确定正的逻辑电压是否出现在第一输入端 130。因为电源中断是由于电力线停电，外壳 106 仍被耦合到安装装置 118，第一外壳端子 124 和第二外壳端子 126 仍通过导体 132 被进行电连接。结果，第一输入端 130 仍通过第一外壳端子 124、第二外壳端子 126、和导体 132 被连接到第一输出端 128。因此，处理器 120 确定在第一输出端 128 处产生的高的逻辑电平电压出现在第一输入端 130 处，由此表示可拆除的外壳 106 处在安装位置。

相反地，如果可拆除的外壳 106 从安装装置 118 处被去除，则处理器 120 确定发生篡改事件。

具体地，当可拆除的外壳 106 从安装装置 118 处被去除时，电力输入端 114 从相位 C 电力线 ϕC 断开连接，以及电力输入端 116 从中性电力线 N 断开连接。因为电力输入端 114 和 116 分别从电力线 ϕC 和 N 断开连接，没有电压或电流到供电电源 112。结果，供电电源 112 不能在其输出端 122 上产生偏置电压。

根据在输出端 122 处的电压的降落，电源故障检测电路 111 用来如上所述地产生电源故障信号，和提供电源故障信号给处理器 120。同时，备份供电电源 113，也如上所述地，开始提供辅助偏置电源至少给处理器 120。处理器 120 接收电源故障信号，然后确定高的逻辑电平电压出现在第一输入端 130 上。

因为电源中断是由于可拆除的外壳 106 被去除，第一外壳端子 124 和第二外壳端子 126 不再是通过导体 132 电连接的。结果，第一输入端 130 不再连接到第一输出端 128。因此，处理器 120 确定在第一输出端 128 产生的高的逻辑电平电压，由此表示可拆除的外壳 106 处在非安装位置。

处理器 120，在送到电力输入端 114 和 116 的电源中断期间确定外壳处在非安装位置后，登记潜在的篡改事件，优选地是设置一个标

记，被存储在非易失性存储器中，未示出。非易失性存储器适当地可以是非易失性 RAM、电可擦可编程只读存储器（“EEPROM”）、电磁继电器，或其它类似的器件。标志可被处理器 120 使用来当电力被恢复加到电表时使得显示器 121 上的特定的篡改指示器发光。该标志只能
5 由电力部门技师通过磁簧片开关，按键开关或通过的电表的键盘上，或在外部的可编程或通信设施上的键盘上，输入特定的代码才被复位。

替换地，篡改事件可以通过通信电路被传送到远端监视单元。一旦电表被放回到外壳 106 中，这样通信就可被实施。

10 这样，本发明的篡改检测电路 110 鉴别篡改事件而不靠封蜡、密封、和其它被破坏的以及必须被替换的实体。具体地，通过在检测到送到电力输入端 114 和 116 的电源中断期间，确定外壳 106 是否处在非安装位置，抗篡改电路 110 鉴别这样的情形，其中尝试进行去除外壳 106 来禁止测量电路 108 工作从而实施能量偷窃，以及把这种情形
15 与其中发生电源停电的情形区分开来。与现有技术的设计相反，本发明不需要一次性使用的元件，如封蜡，它们需要专门的替换材料。而是，本发明只需要普通的电表读数设备（诸如，簧片开关装置、按下开关按钮、或编程器件），以便一旦已经由电力部门得到篡改事件信息，用来重新配置电表。

20 而且，上述的本发明的实施例具有相对较可靠的设计，因为它很少或没有包括运动零件。即使在连续性电路中采用了机械开关，该开关可以具有相对较坚实的设计，因为开关值需要做成根据可拆除的外壳 106 是否处在安装位置而被打开或闭合。

图 3 到 8 上显示了本发明的一种替换的实施例。该替换的实施例
25 在模块式电表 10 中采用了按照本发明的抗篡改电路。通常，模块式电表是一种装置，其中耗能测量信号源不是位于包含测量电路的外壳内。而是，模块式电表的测量电路 42 位于第一外壳 14a 内，或包含模块式电表的一部分，被称为测量模块 14。然而，耗能测量信号源、电压和电流传感器 15 位于第二外壳 12a 内，它容纳或支撑电表的一
30 部分，被称为传感器模块。

按照本发明的抗篡改电路在模块式电表中是特别有用的，因为测量模块 14 预计是容易去除和替换的。换句话说，虽然图 1 和 2 上的

模块式电表 100 的外壳 106 很少被去除，除了在篡改事件以外。图 3 的电表 10 的测量模块 14 被设计成被去除，以便实现服务和/或计量能力的升级。因此，使用破坏性的、单独使用的、抗篡改器件，诸如封蜡，在模块电表 10 的测量模块 14 与传感器模块 12 之间的互联时甚至比起在图 2 的电表 100 的外壳 106 与电表安装装置 118 之间的互联时，更不太想要的。

现在参照模块式电表 100，图 3 显示了按照本发明的示例性模块式电表 10 的剖视图。模块式电表包括作为其基本部件的传感器模块 12 和测量模块 14。电度表 10 被做成如下所述的，使得测量模块 14 10 是从传感器模块 12 上去除的。示例性电度表 10 是一种在电度表工业中被称为 12S 电表形式的电表。电表形式涉及到电表安装，例如，它是单相还是多相电表。无论如何，应当指出，本发明并不限于涉及 12S 电表形式的专利申请，而可以由本领域技术人员容易地被引用到 2S、3S、4S、8S/9S 和其它已知的电表形式。

15 传感器模块 12 的外壳 12a 容纳电压和电流传感器 15，它按照这里所描述的示例性实施例，包括第一和第二电流变换器 16a 和 16b，第一和第二电流线圈 18a 和 18b，以及一个或多个中性接触片 20。第一电流线圈 18a 包括第一和第二末端，分别限定第一和第二电流接触片 22a 和 24a 被可兼容的电表插座的夹爪接纳(见图 4)。第二电流线圈 18b 同样地包括第一和第二末端，分别限定第一和第二电流接触片 22b 和 24b 被可兼容的电表插座的夹爪接纳(见图 4)。

第一和第二电流变换器 16a 和 16b 优选地分别是螺线管形变换器，具有由圆形磁心限定的圆形。在本实施例中，第一电流变换器 16a 具有 N_1 的圈数比以及第二电流变换器 16b 具有 N_2 的圈数比。通过使用这样的螺线管电流变换器，当组装时，第一电流线圈 18a 穿过第一 25 电流变换器 16a 的螺线管的内部。优选地，电流变换器 16a 被安排成使得电流变换器 16a 的轴向尺寸基本上平行于外壳 12a 的轴向尺寸。换句话说，电流变换器 16a 是水平地放置在传感器模块外壳 12a 内的。第二电流变换器 16b 和第二电流线圈 18b 优选地以同样的方式被 30 放置在外壳 12b 内。因此，第二电流变换器 16b 也是水平地放置在外壳 12b 内的。水平放置的螺线管电流变换器的使用减小了厚度，因此减小了电表 10 的总的笨重性。



5 传感器模块 12 还包括电安全接口 26。电安全接口 26 包括第一互联装置，用于连接到测量模块 14。电安全接口 26 也包括一个装置，用于阻止操作员与在第一和电流传感器 15 的至少一部分上出现的潜在地危险的电信号的物理接触。被认为是潜在危险的信号电平是熟知的。也存在不同的潜在危险的信号电平。例如，能够产生超过 70 毫安的电击电流的信号可能是热伤害的，而产生在 300 毫安量级的电击电流的信号可构成威胁生命的伤害。而且，产生低到 0.5 到 5 毫安的电击电流的信号被认为造成无意识的肌肉反应。

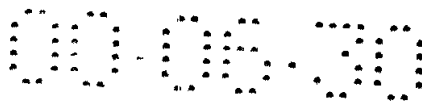
10 在包括图 3 的模块式电表的电度表中，至少某些传感器装置载送某些潜在地有害的电信号。具体地，传感器模块 12 的被电连接到来自电力线的电压和电流信号的任何部分构成生命威胁伤害，必须通过电安全接口 26 与人体接触隔离。在本实施例中，电流线圈 18a 和 18b 被直接连接到设施电力线，所以必须被隔离。相反地，电流变换器 16a 和 16b 不一定载送威胁生命的电流，因为，如后面讨论的，电流变换器 16a 和 16b 不直接耦合到设施电力线。因此，根据预期的流过电流变换器 16a 和 16b 的电流的最高电平，电流变换器 16a 和 16b 可能或可能没有载送潜在地有害的电信号。然而，无论如何，电安全接口 26 优选地防止人体接触电压和电流传感器的所有部分，作为安全的量度。

20 在本实施例中，用于防止物理接触的装置包括顶板 28，以及多个插座 30a, 30b, 30c, 30d, 30e, 30f 和 30g。每个插座 30a 到 30g 规定了在顶板 28 上的一个开孔。除了由插座 30a 到 30g 规定的开孔以外，顶板 28 优选地形成在外壳 12a 外面的空间与电压和电流传感器 15 之间的完整的隔板或壁。

25 替换地，至少是顶板 28 用来防止人体接触电压和电流传感器 15 的那些直接接触到设施的电力线的部分，具体地是电流线圈 18a 和 18b。

30 为了提供完整的隔板，顶板 28 与外壳 12a 和/或电表安装装置的其余部分相结合或另一个底部结构从侧面和底部包围电压和电流传感器 15。图 4，如下面讨论的，描述了示例性的电表安装装置，它可被使用来与顶板 28 结合，以包围电压和电流传感器 15。

在再一个替换的实施例中，顶板 28 可以与更宽阔的外壳合并并在



一起，它包括更大的侧壁和/或底部结构，用来完全包围电压和电流传感器 15。

再次参照图 3，插座 30a 到 30g 和它们的相应的开孔优选地被做成防止操作员人体物理地接触插座的导电部分。具体地，由插座 30a 到 30g 规定的开孔具有充分微小的尺寸，防止标准的测试指状物接触插座 30a 到 30g 的导电部分。标准的测试指状物是在电气工业中使用的机械装置，用来确定电连接插座是否安全不会由人体手指造成事故的接触。一种标准的测试指状物是在 Underwriter's Laboratory, Inc., Standard For Safety of Information Technology Equipment Including Electrical Equipment Business (对于包括电设备的信息技术设备的安全性的标准) UL-1950 (February 26, 1993) 中描述的。

在本实施例中，由插座 30a 到 30g 规定的开孔优选地具有第一尺寸，例如长度，和第二尺寸，例如宽度，其中第一尺寸具有至少与第二尺寸相同的尺寸，以及第二尺寸小于 1/8 英寸，由此阻止操作员人体通过开孔的很大的进入。

在顶板 28 内也规定了导电轨道 202。导电轨道 202 满足与图 1 和 2 的电表 100 的导体 132 起到的作用相同的功能。正如下面将讨论的，导电轨道 202 提供当测量模块 14 被耦合到传感器模块 12 时在抗篡改电路的端子 204 和 206 之间的电接触。导电轨道 202 优选地不载送任何的潜在地有害的电压，因为导电轨道 202 优选地不被连接到传感器模块 12 内的任何部分，它又被耦合到电力线。因此，导电轨道 202 不一定必须被放置在电安全插座，诸如插座 30a, 30b, 等等。

在这里描述的示例性实施例中的测量模块 14 的外壳 14a 包括盖子 32、印刷电路板 34 和垫片 36。被安装到或被固定在印刷电路板 34 上的是显示器 38、测量电路(未示出)、和抗篡改电路(未示出)。图 7，如下面讨论的，更详细地显示了可以在图 1 的测量模块 14 中容易被使用的测量电路 42 和抗篡改电路 230 的示例性实施例的电路方框图。然而，通常，测量电路用来接收测量信号，并从该测量信号产生计量信息。测量电路被连接来提供至少某些计量信息给显示器 38。抗篡改电路是一种用来确定在检测到送到测量模块的电力中断后测量模块外壳 14a 是否被安装在传感器模块外壳 12a 上的电路。



图 3 上显示了抗篡改电路的一部分，第一和第二外壳端子 204 和 206。第一和第二外壳端子 204 和 206 有利地被放置在印刷电路板 34 上，并从这里扩展，以便当测量模块 14 被安装在传感器模块内时接触到导体 202。

5 测量模块 14 还包括第二互联装置，用来与第一互联装置(在传感器模块上)相结合，以便把印刷电路板 34 的测量电路连接到电压和电流传感器 15。例如，在本实施例中，测量模块 14 包括多个插头 40a 到 40g，它们被相应的多个插座 30a 到 30g 接纳。多个插头 40a 到 40g，当被组装时，被电连接到测量电路和内物理地连接到印刷电路板 34。

10 图 4 显示了安装结构，它包括电度表 10 和表盒 13，表盒又包括安装外壳 16 和盖子 18。安装外壳 16 在结构上像盒子一样，具有一个开孔用于接纳盖子 18，和一个电缆开孔用于接纳被计量的电系统的电力线，未示出。将会看到，安装外壳 16 不需要在结构上像盒子一样，以及任何其它适当的形状也可被使用，只要有一个开孔用于接纳相配合的表盒盖子和一个电缆开孔。安装外壳 16 还包括内区 20。由导电材料制成的多个夹爪 22 位于内区 20 内。当被安装到设施内时，多个夹爪 22 被电连接到设施的电系统的电力线。

多个夹爪 22 接纳和提供电连接到电流线圈接触片 22a, 24a, 22b 和 24b(见图 1)以及中性接触片 20。夹爪和接触片 22a, 24a, 22b 和 24b 的关系也规定了在安装外壳 16 内的传感器模块 12 的对准。一旦接触片 22a, 24a, 22b 和 24b(见图 3)与多个夹爪 22 啮合(图 4)，传感器模块 12 就被安装在安装外壳 16 的内区 20 内。然后，盖子 18 被安装到安装外壳 16 上。盖子 18 包括电表开孔 25，具有由传感器模块 12 的周界规定的周界。优选地，电表开孔 25 的周界具有几乎相同的形状，它略小于传感器模块 12 的周界，以使得传感器模块 12 当盖子与安装外壳 16 啮合时不能被去除。

一旦盖子 18 被安装，本实施例中的测量模块 14 通过表盒盖子 18 所电表开孔 25，被放置成与传感器模块 12 啮合。当啮合时，测量模块 14 的插头 40a 到 40g 分别被电连接到传感器模块 12 的插座 30a 到 30g。一旦测量模块 14、盖子 18、传感器模块 12 和安装外壳 16 如上所述地都被安装，电表 10(即，传感器模块 12 和测量模块 14)就完成对于设施的电系统的耗能计量运行。

应当指出，如果测量模块 14 从传感器模块上被去除，则电表 10 被连接到的设施将继续接受电能服务，但将不要为这样的电力使用付费。该设施不为这样的电力使用付费是因为收费信息通常是从测量模块 14 中的累积的耗能信息中得出的，以及当测量模块 14 从传感器模块 12 被去除时，测量模块 14 得不出累积的耗能信息。因此，潜在的计量篡改方法是在一天几小时内，或在一天或几天内从传感器模块 12 去除测量模块 14，然后，在电力部门人员来读表之前重新安装上测量模块。

正如下面进一步讨论的，本发明的抗篡改装置用来读出和/或传送一个关于测量模块 14 已经从传感器模块 12 被去除的指示，它可以指示一个篡改事件。电力部门人员可容易地用普通设备(诸如通过开关，)取出篡改记录和/或指示，正如下面进一步讨论的。因此，在电力部门技师由于合法的理由去除测量模块 14 后，篡改指示可以容易地被取出。

图 5 显示了电表 10 的侧面剖视图，其中测量模块 14 被组装或安装在传感器模块 12 上。测量模块的面板盖子 32 包括圆柱部分 62 和环状的裙边 64。传感器模块 12 的顶板 28 部分是由环状凸起 66 规定的。环状凸起 66 由在电表盖子 32 的环状的裙边 64 与圆柱部分 66 之间所规定的空间容纳。顶板 28 还被支架 68 规定，该支架基本上是平坦的以及部分靠近圆柱部分 62。支架 68 构成大约顶板 28 的一半。顶板 28 的另一半包含由下坡面 70、底板 72、和环状的边缘 66 的一部分规定的凹槽 56。下坡面 70 规定了在支架 68 和底板 72 之间在深度上的变化。

凹槽 56 规定了一个空间，它允许容纳在印刷电路板 34 上的大的元件，从测量模块 14 向下延伸到圆柱部分 62 以下。在说明的例子中，供电电源 60 的元件延伸到圆柱部分以下，以便占用至少一部分的凹槽 56。由传感器模块 12 的凹槽 56 建立的顶板的两个级别的结构更有效地利用电表 10 内的空间。

正如上面讨论的，顶板 28 也包括篡改开孔，在图 5 上由示例的开孔 52d 说明。开孔 52d 相应于插座 30d，还存在相应于其它插座 30a, 30b, 30c, 30e, 30f 和 30g 的同样的开孔(见图 1)。开孔 52d 优选地是略微呈圆锥形，以允许在组装测量模块 14 到传感器模块 12 上时



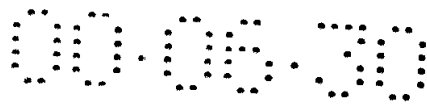
进行插头 40d 的对准调整。插座 30d，它可以适当地是装上弹簧的端子，被电连接到电流线圈 18b，以便提供到相 C 的电压测量的连接，如上面结合图 3 所讨论的。

图 5 进一步显示被连接到电路板 34 的插头 40d，它通过开孔 52d 被插入到插座 30d。插座 30d 物理地与插头 40d 这样地啮合，以便提供在它们之间的电连接。插头 40d 适合地可以是普通的导电片。

在测量模块 14 的印刷电路板 34 上的第一和第二外壳端子 204 和 206 向下延伸到传感器模块 12 的导电轨道 206。因此，当测量模块 14 插座安装位置时，第一和第二外壳端子 204 和 206 通过导电轨道 206 被电耦合。正如下面将进一步讨论的，抗篡改电路根据在第一和第二外壳端子 204 和 206 之间是否有电路连续性来确定测量模块是否处在安装位置。

通过参照图 3、4 和 5 可以看到，电安全接口或顶板 28，当适合于相配合的电表外壳时，提供在测量模块 14 由于维修或替换而被去除时在操作员或技师人体与电流和电压传感装置之间的很坚硬的隔板。将会看到，其它互联装置可被使用于传感器模块 12 和测量模块 14 中，它也将提供电安全接口。例如，无线装置可被用作作为互联装置。这样的无线装置可以提供来自传感器模块 12 的电压和电流测量信号给测量模块 14。例如，测量模块 14 可包括敏感的电场和磁场传感器，它从电流线圈 18a 和 18b 的电磁辐射得出电压和电流测量信息。同样地，光通信装置可被使用来从传感器模块 12 提供测量信号信息给测量模块。在任何情况下，电安全接口典型地包括隔板，诸如顶板 28，它在测量模块 14 被去除时阻止操作员人体物理接入电流线圈 18a 和 18b 以及传感器模块 12 的其它危险部分。

为了充分得到模块化的好处，在电表 10 的设计中必须解决校正问题。具体地，电表的传感部分必须具有校正特性，这允许它结合任何适当的测量部分一起使用。在非模块的电表中，测量电路常常对于与特定的电压和电流传感器一起使用进行专门校正。专门校正的理由是在每个电压和电流传感器的信号响应中会有很大的差异。具体地，电流传感装置，例如电流变换器，常常具有很宽范围的可变的信号响应。通常可供使用的电流变换器的信号响应在幅度和相位响应上都具有很宽范围地变化。



这样的电流变换器的信号响应变动比起电表的能量测量精度要求大得多。换句话说，虽然电流变换器信号响应可能变化 10%，但要求电表的总的精度比 10% 小得多。因此，对于电流传感装置的变动，或容差，必须进行补偿，以确保电表最终的能量测量精度是在可接受的容差范围内。在现有技术中，补偿典型地是通过在制造时调整或校正测量电路来实现的，以便考虑在特定的电表单元中将被使用的特定的电流传感装置的信号响应特性。换句话说，每个测量电路是对于每个电表定做地校正的。

然而，真正的模块式电表不需要这样庞大的单元特定的校正。而是，模块式元件必须是能容易地互换的。因此，再次参照图 3，传感器模块 12 被预先校正用于模块化，以使得传感器模块 12 可以与任何的测量模块 14 耦合而不需要该测量模块 14 的单元特定的校正。

为此，传感器模块 12，具体地是电压和电流传感器 15 被预先校正，以使得电压和电流传感器具有的信号响应在预先规定的信号响应的容差范围内，该容差不大于电表 10 的能量测量精度的容差。电表 10 的能量测量精度被规定为对于设施的实际耗能的测量的耗能的精度。因此，如果要求电表的能量测量精度的容差是 0.5%，则在测量的耗能与实际的耗能之间的差值将不超过 0.5%。在这样的情况下，电压和电流传感器的信号响应将不大于，以及典型地大大地小于 0.5%。结果，测量模块 14 可以容易地用另一个测量模块代替，而不需要对替换的测量模块进行专门的校正。

电压和电流传感器 15 的预先校正可以通过精细的制造过程而达到。电压和电流传感器 15 的信号响应上的主要误差源是电流变换器 16a 和 16b 的信号响应。通常，可供使用的电流变换器在幅度和相角信号响应上容易有变动。因此，预先校正涉及使用被制造的电流变换器在所需要的容差范围内进行。为此，电流变换器 16a 和 16b 是使用高导磁率磁心材料制造的，它减小信号响应中的相角误差。而且，电流变换器 16a 和 16b 被制造成使得实际的圈数被精确地控制。对于电流变换器 16a 和 16b 中的圈数的精确制造控制产生幅度信号响应的足够的一致性，以允许互换。

替换地，如果为了成本的原因不希望在初始制造期间控制圈数，则圈数可以在制造后被增加或减去，以达到想要的信号响应。例如，



购买很宽的容差的市场上有销售的电流变换器并调整圈数，比起专门制造足够窄的容差的电流变换器，可能成本更经济。

图 3、4、和 5 描述了一种执行计量功能的模块式电表 10，它允许替换和升级测量模块 14，而不用替换整个电表。通过采用本发明的抗篡改电路，如下面所讨论的，可以完成测量模块 14 的替换，而不破坏机械的篡改密封装置，从而不用安装新的机械的密封装置。

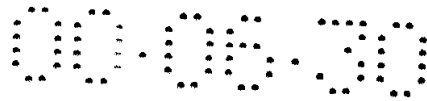
图 6 和 7 显示了模块式电表的电路方框图。图 6 显示了传感器模块 12 的电路方框图。图 7 显示了测量模块 14 的电路方框图。应当指出，图 6 和 7 的电路方框图只是以例子的方式给出的。本领域技术人员可以容易地采用他们自己的执行与下面总的描述的相同的功能的电路，以及仍旧从按照本发明的在模块式电表的测量模块内排除抗篡改电路而提供的许多优点中得到好处。

现在参照传感器模块 12 的电路方框图和图 7，插座 30a 和 30b 提供到第一电流变换器 16a 的连接，插座 30e 和 30f 提供到第二电流变换器 16b 的连接，插座 30c 提供到第一电流线圈 18a 的连接，插座 30d 提供到第二电流线圈 18b 的连接，以及插座 30g 提供到一个或多个中性接触片 20 的连接。

图 7 显示了测量电路 42 和在测量模块 14 中使用的相关的显示电路 38 的电路方框图。测量电路 42 包括电力测量集成电路 (“IC”) 44、处理器 48、非易失性存储器 50、电源故障检测器 208、备份供电电源 210、和簧片开关检测器 213。

插头 40a, 40b, 40c, 40d, 40e, 和 40f 每个通过各种输入电路被连接到电力测量 IC 44。具体地，插头 40a 和 40b 通过相 A 电流输入电路 212 被连接到电力测量 IC 44，插头 40e 和 40f 通过相 C 电流输入电路 214 被连接到电力测量 IC 44，插头 40c 通过相 A 电压输入电路 216 被连接到电力测量 IC 44，以及插头 40d 通过相 C 电压输入电路 218 被连接到电力测量 IC 44。

相 A 电流输入电路 212 是用来得到表示相 A 上的线电流波形的比例的信号的装置。为此，相 A 电流输入电路 212 被跨接在线电阻 R1 上，它是在插头 40a 与插头 40b 之间串联连接的。同样地，相 C 电流输入电路 214 是用来得到表示相 S 上的线电流波形的比例的信号的装置。为此，相 C 电流输入电路 214 被跨接在线电阻 R2 上，它是在插



头 40e 与插头 40f 之间串联连接的。相 A 和相 C 电流输入电路 212 和 214 的输出被提供给电力测量 IC 44。

相 A 电压输入电路 216 是抽头连接到插头 40c 的分压器网络。同样地，相 C 电压输入电路 218 是抽头连接到插头 40d 的分压器网络。

5 供电电源 60 接收 AC 输入线电压的装置，并从其中产生直流偏置电压 V_{cc} 。这样的供电电源在技术上是熟知的。到供电电源 60 的电力输入优选地被抽头连接到插头 40d。相 A 和相 C 电压输入电路 216 和 218 的输出被提供给电力测量 IC 44。

10 电力测量 IC 44 是接收代表电系统中的电压和电流信号的耗能测量信号的器件，并从该信号产生耗能数据。在这里描述的示例性实施例中，电力测量 IC 44 适当地可以是在美国专利 No. 08/690, 973 中描述的变换电路 106，或在美国专利 No. 08/881, 140 中描述的变换电路 106，这两个专利都指派给本发明的代理人以及两个专利在此引用，以供参考。

15 替换地，电力测量 IC 44 可以用能够实现从电压和电流测量信号产生耗能信息的相同的功能的一个或多个分立电路来代替。例如，电力测量 IC 44 可以适当地用在美国专利 No. 08/690, 973 中描述的第一和第二电力测量 IC (标号 44 和 46) 来代替，该专利指派给本发明的代理人以及该专利在此引用，以供参考。

20 无论如何，电力测量 IC 44 还通过总线结构 220 被连接到处理器 48。总线结构 220 包含一个或多个串行和/或并行总线，以允许用于在处理器 48 与电力测量 IC 44 之间的数据通信。通常，电力测量 IC 44 通过耗能数据给处理器 48，处理器 48 提供控制和校正数据给电力测量 IC 44。

25 处理器 48 还被连接到非易失性存储器 50、显示电路 38、簧片开关检测器 213 和电源故障检测器 208。电源故障检测器 208 是一种器件，诸如结合图 1 和 2 所描述的，它得出有关对于到测量模块 14 的电力输入端是否有电力中断的信息。到测量模块 14 的电力输入端是 40d 和 40g，它们提供到供电电源 60 的外部电力线的连接。

30 在结合图 3 到 8 描述的实施例中，电源故障检测器 208 是用来检测在供电电源 60a 的输出端处的偏置电压的电路，它提供说明偏置电压降到低于预定的门限值的电源故障信号。最好是电源故障信号具有

倒相逻辑特性，以使得电源故障检测器 208 当偏置电压大于门限值时提供高的逻辑电平电压给处理器 48，以及相反地当偏置电压小于门限值时提供低的逻辑电平电压。电源故障检测器 208 可以适当地包括类似于上面讨论的图 1 和 2 的电源故障检测电路 111 的电路。

5 备份供电电源 210 是在供电电源 60 停止产生足够的偏置电力的事件下提供备份的偏置电源(它也是通过连接 Vcc 被提供的)给各个电路元件的装置或电路。为此，备份供电电源 210 可以适当地包括电池电路，它产生比供电电源 60 的偏置电压低至少大约 1 伏的电压。在这种情况下，备份供电电源 210 的电池电路只在供电电源 60 的偏置电压非常低或丢失时提供电力给测量电路 42。

簧片开关检测器 213 是一个被做成响应于由电力部门人员典型地使用的特定的磁性簧片开关来操纵电度表而不用连接到电度表电路的器件。簧片开关常常被用来触发诊断显示和由专门供电力部门人员使用而设计的其它特性。簧片开关检测器 213 被做成在技术上熟知的方式通知与磁性簧片开关(未示出)紧靠在一起的处理器 48，表示处理器 48 应当执行特定的操作。在这里所描述的实施例中，簧片开关检测器 213 提供信号给处理器 48，表示篡改标志或指示(如果有一个的话)已经被电力部门人员注意到以及篡改指示可被去除。

在模块式电表 14 中的抗篡改电路 230 包括处理器 48、电源故障检测器 208、以及第一和第二外壳端子 204 和 206。

如上所述，本实施例打算结合 12S 电表形式使用，它通常与三线网结构有关。三线网结构，正如技术上熟知的，包括相 A 电力线，相 C 电力线，和中性线。然而，本发明决不限于使用于三线网结构。这里所描述的概念可以容易地在其它结构(包括单相和其它多相结构)中所使用的电表上实施。

在运行时，多个夹爪 22 提供跨接在第一线圈 18a 的接触片 22a 和 24a 处的相 A 电力线信号，即相 A 的电压和电流(见图 3)。同样地，多个夹爪 22 提供跨接在第一线圈 18b 的接触片 22b 和 24b 处的相 C 电力线信号(见图 3)。参照图 7，相 A 的电流从接触片 24a 通过第一电流线圈 18a 流到接触片 22a。第一电流线圈 18a 在第一电流变换器 16a 上施加一个按比例缩放的电流，在这里称为相 A 电流测量信号。相 A 电流测量信号大约等于流过电流线圈 18a 的电流乘上一个因子



N1, 其中 N1 是电流变换器 16a 的圈数比。相 A 电流测量信号被提供给插座 30a 和 30b。第一电流线圈 18a 还用来连接到插座 30c, 以提供相 A 电压。

类似于相 A 电流, 相 C 的电流从接触片 24b 通过第二电流线圈 18b 流到接触片 22b。相 C 电流被施加在第二电流变换器 16b 上, 由此使得第二电流变换器 16b 产生相 C 电流测量信号。相 C 电流测量信号大约等于相 C 电流乘上一个因子 N2, 其中 N2 是第二电流变换器 16b 的圈数比。分别为电流变换器 16a 和 16b 的圈数比 N1 和 N2, 典型地几乎相同, 以及优选地是相等的。然而, 制造容差可能导致圈数比 N1 和 N2 略微不同。无论如何, 第二电流变换器 16b 提供相 C 电流测量信号到插座 30e 和 30f。第二电流线圈 18b 还用来连接到插座 30d, 以便把相 C 电压提供到其上。中性接触片 20 提供了在中性电力线与插座 30g 之间的连接。

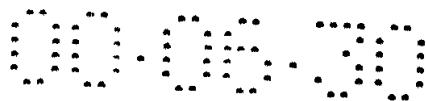
当测量模块 14 处在安装位置时, 如图 5 所示, 模块式电表按下面描述的方式运行, 以产生计量信息, 包括累积的耗能信息。

具体地, 插座 30a 和 30b(图 6)提供相 A 电流测量信号分别给测量模块 14 的插头 40a 和 40b(图 7)。同样地, 插座 30e 和 30f(图 6)提供相 C 电流测量信号分别给测量模块 14 的插头 40e 和 40f(图 7)。插座 30c 和 30d(图 6)分别提供相 A 和相 C 电压测量信号给插头 40c 和 40d(图 7)。中性插座 30g(图 6)提供到图 7 的插头 40g 的中性连接。

再次参照图 7, 测量电路 42 根据接收的测量信号在测量模块 14 内产生计量信息。应当指出, 由测量电路 42 产生的计量信息可以包括远不止累积的耗能信息。例如, 计量信息可以包括在一个或多个先进的特性中有用的信息, 包括要求计量, 时间或使用计量, 服务类型识别, 诊断等等。

无论如何, 插头 40a 和 40b 提供相 A 电流测量信号通过相 A 电流输入电路 212 给电力测量 IC 44。相 A 电流输入电路 212 优选地把相 A 电流测量信号变换成一个具有代表相 A 电流的幅度和相位的电压信号。插座 40c 提供相 A 电压测量信号通过相 A 电压输入电路 216 给电力测量 IC 44。

同样地, 插头 40e 和 40f 提供相 C 电流测量信号通过相 C 电流输入电路 214 给电力测量 IC 44。相 C 电流输入电路 214 优选地把相 C



电流测量信号变换成一个具有代表相 C 电流的幅度和相位的电压信号。插座 40d 提供相 C 电压测量信号通过相 C 电压输入电路 218 给电力测量 IC 44。

插座 40d 还提供相 C 电压给供电电源 60。供电电源 60 还被连接到中性插头 40g, 用来提供偏置电压 V_{cc} 给测量模块 14 内的每个功能块电路。具体地, 供电电源 60 用来把输入的 AC 电能变换成 DC 偏置电压, 它被使用来供电给测量电路 42 的各个元件, 包括电力测量 IC 44、处理器 48、显示电路 38、和非易失性存储器 50。供电电源 60 在其输出端 60a 处提供所产生的 DC 偏置电压, 它通过保护二极管 D1 被提供给测量电路 42 的各个元件作为偏置电压 V_{cc} 。

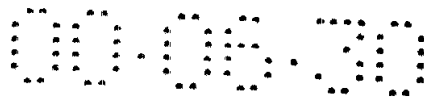
由供电电源 60 提供的电压 V_{cc} 超过由备份供电电源 210 中的电池电路产生的电压。结果, 备份供电电源 210 不提供电力给测量电路 42。另外, 在由供电电源输出端 60a 处所产生的电压超过电源故障检测器 208 的门限电压。结果, 电源故障检测器 208 不提供电源故障信号给处理器 48。

再次回到测量信号, 电力测量 IC 44 接收相 A 与相 C 电压和电流测量信号, 以及从该信号产生耗能数据。为此, 电力测量 IC 44 优选地采样、相乘和累加测量信号, 如技术上熟知的, 以产生瓦数据, 伏安 (VA) 数据, 和/或 VAR 数据。例如, 参见美国专利申请序列号 No. 08/690, 973 或美国专利申请序列号 No. 08/881, 140, 如上面所讨论的, 用于说明这样的运行。

处理器 48 然后得出瓦数据, 伏安 (VA) 数据, 和/或电抗伏安 (VAR) 数据, 和进一步处理这些数据, 以便由此提供计量信息。例如, 处理器 48 可以把耗能信息变换成标准单位, 以及产生代表随时间累积的耗能信息的计量信息。计量信息通过显示器 38 传送到外面。替换地或附加地, 计量信息可以通过外部通信电路(未示出)被传送。

模块式电表的抗篡改电路 230, 类似于图 1 的抗篡改电路 110, 在检测到给电力输入端(它在图 7 上包括插头 40d 和 40g)的电力中断后, 继续运行。

如果到插头 40d 和 40g 的电力中断, 则由供电电源 60 在其输出端 60a 上产生的电压下降。当供电电源的产生的电压下降到低于门限值时, 则电源故障检测器 208 产生(低的逻辑电平的)电源故障信号。



而且，一旦由供电电源 60 产生的电压 V_{cc} 下降到低于备份供电电源 210 的电压电平，就启动备份供电电源 210，以提供偏置电压 V_{cc} 给测量电路 42 的元件。

5 当处理器 48 接收到电源故障信号时，它判决在第一外壳端子 204 与第二外壳端子 206 之间是否有连续性。为此，第一外壳端子 204 典型地被连接到处理器 48 的输出端 48a，它产生高的逻辑电平电压，以及第二外壳端子 206 被连接到处理器 48 的输入端 48b。在这样的情况下，处理器仅仅判决在输入端 48b 处是否有高的逻辑电平电压。

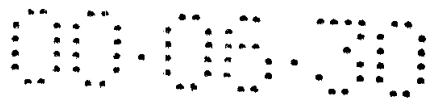
10 无论如何，如果有连续性，则处理器 48 确定测量模块 14 仍处在安装位置。然而，如果没有连续性，则处理器 48 确定测量模块 14 处在非安装位置，并设置一个篡改标志。处理器 48 然后可以进入低电力模式，以便节省备份供电电源 210。关于处理器 48 的运行的更详细的细节在下面结合图 8 给出。

15 如果篡改标志被设置，则处理器 48 可以在显示电路 38 上形式一个篡改指示符，典型地是在通过重新安装测量模块 14 而把电力恢复到插头 40d 和 40g 以后。篡改指示符和篡改标志可能只有通过正确的启动簧片开关检测器 213 才能被复位。假设簧片开关检测器 213 的运行只有通过电力部门技师的操作(他将记录和报告篡改事件)才能进行。

20 图 8 显示了处理器(例如，可被使用于按照本发明的电表中的处理器 48)的一组示例性运行的流程图。具体地，图 8 所示的和下面描述的运行可能适当地由图 7 的处理器 48 实行，但无论如何，可以由按照本发明的、特别是包括抗篡改电路的电表的一部分的处理器实行。

25 流程图包括在正常的计量运行以及与抗篡改和电源故障有关的运行中的控制器 48 的运行。处理器 48 的正常的计量运行，例如涉及执行计量计算的运行，是高度通用化的，只是说明与篡改检测有关的运行。

30 步骤 405 表示在电表 10 起始加电后执行的第一步骤。起始加电可以在电表首先被连接到电力线 ϕA 、 ϕC 、N 时发生。在步骤 405，处理器 48 初始化程序参量，以及执行其它的启动运行。此后，在步骤 410，处理器 48 判决 AC 电能是否存在。为此，处理器 48 判决电源故



障检测器 208 是否提供表示电力中断的电源故障信号。

如果在步骤 410, 处理器 48 确定 AC 电能存在, 则处理器 48 进到执行步骤 415. 在步骤 415, 处理器 48 从电力测量 IC 44 接收耗能数据. 此后, 在步骤 420, 处理器 48 产生计量信息. 为此, 处理器 48 5 可以把从电力测量 IC 44 接收的未处理的耗能数据变换成标准化的单位, 用于贮存和显示. 这样的运行是熟知的. 处理器 48 无论如何可以产生计量信息, 包括, 但不限于, 累积的瓦-小时, VA-小时, 和 VAR-小时, 以及 RMS 电压和电流信息. 处理器 48 当然可以产生不一定被显示的标准计量的量.

10 一旦在步骤 420 产生计量信息, 处理器 48 就在步骤 425 提供计量信息给内部存储器和/或显示器 38. 然后, 在步骤 427, 电表确定它已经接收到篡改复位输入. 具体地, 如上面讨论的, 如果篡改标志先前已被设置(见步骤 430 和 433, 在下面讨论), 则提供一个设施, 一旦电力部门技师注意到篡改标志, 他就可以通过该设施复位篡改标志. 在上述的示例性实施例中, 用于复位的篡改标志的设施是簧片开关, 未示出. 因此, 处理器 48 在步骤 427 判决是否通过簧片开关检测器 213 检测到篡改标志复位命令.

20 如果处理器 48 在步骤 427 确定已经检测到篡改标志复位指示, 则处理器 48 在步骤 428 复位篡改标志, 然后回到步骤 410. 然而, 如果没有的话, 处理器 48 直接从步骤 427 进到步骤 410, 继续进行计量运行.

在替换的实施例中, 篡改标志可通过在电表内的通信设施被发送, 由此允许电表的处理器在确认该代表篡改事件的信息已被传送到远端设施后自动复位标志. 在这种情况下, 如上所述的步骤 427 和 428 25 将是不必要的.

步骤 410 到 428 的流程说明了当 AC 电能存在时处理器 48 的正常的运行. 应当指出, 处理器 48 在正常运行期间可以适当地执行几种其它功能, 它们对于本发明的运行不是中心, 所以为了讲解简明起见, 它们被省略.

30 无论如何, 如果处理器 48 在执行步骤 410 时确定 AC 电能已经中断, 则处理器 48 进到步骤 430. 在步骤 430, 处理器 48 判决外壳(测量模块 14)是否处在安装位置. 正如上面结合图 7 讨论的, 处理器 48



通过确定在第二外壳端子 206 上是否存在高的逻辑电平电压而判决测量模块 14 是否被安装。

如果在步骤 430, 确定在第二外壳端子 206 上不存在高的逻辑电平电压, 则处理器 48 在步骤 433 设置篡改标志=1, 然后进到步骤 435. 然而, 如果确定在第二外壳端子 206 上存在高的逻辑电平电压, 则处理器 48 直接进到步骤 435, 而不设置篡改标志等于 1.

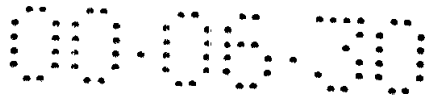
在步骤 435, 处理器 48 把某些关键数据, 包括篡改标志的数值, 传送到非易失性存储器 50. 具体地, 某些计量信息在电源故障中以及在备份供电电源发生故障的事件中必须被保存. 这样的信息通常将包括累积的耗能信息以及时间印记信息. 篡改标志值也被存储, 以使得篡改记录在到处理器 48 的电力丢失过程中被保存. 无论如何, 处理器 48 把来自其内部的寄存器的, 或来自其它存储器的这样的信息传送到非易失性存储器 50 中.

此后, 在步骤 440, 处理器 48 进入低电力模式. 在低电力模式, 处理器 48 时钟速度被降低, 正如技术上熟知的, 以及处理器 48 可以关断某些内部的和/或外部的电路, 以节省电力.

然后, 在步骤 445, 处理器 48 设置和中断定时器 TIMER. 在 TIMER 期以前, 处理器 48 不执行其它的功能, 由此保存电力. 在 TIMER 期满以前, 处理器 48 在步骤 450 判决电源故障信号是否表示 AC 电能已经被恢复. 如果不是的话, 则处理器 48 在步骤 455 把处理器内的时钟计数器加增量. 时钟计数器跟踪在 AC 电能中断期间的的时间. 时钟计数器可以适当地被存储在处理器 48 内的存储器, 非易失性存储器 50, 或其它存储器, 未示出. 另外, 处理器 48 在步骤 455 执行其它周期性低电力功能, 对于这些功能的说明与这里描述的本发明无关. 此后, 处理器 48 回到步骤 445, 继续低电力运行.

然而, 如果在步骤 450, 处理器 48 确定 AC 电能已经被恢复, 则处理器 48 执行步骤 485. 在步骤 485, 处理器执行低电力模式. 具体地, 处理器 48 可以适当地切换到用于“正常的”计量运行的较高速度的时钟. 另外, 处理器 48 复位和/或重新启动在正常的计量运行期间运行的其它功能和电路.

此后, 在步骤 490, 处理器 48 恢复被存储在非易失性存储器 50 中的数据存储到寄存器和其它的存储单元, 在电表 10 的“正常的”



运行期间数据被存储在其中。篡改标志的条件可以适当地被返还到处理器内的寄存器。在步骤 490 后，处理器 48 回到步骤 410。从步骤 410，处理器 48 如上所述地运行。应当指出，如果篡改标志被设置，则处理器 48，例如在步骤 425，可以适当地提供可见的指示给显示器。

5 这样，处理器 48 可以用来控制计量运行和作为抗篡改电路的一部分的运行。虽然本发明的许多优点可以不用使用用于两种用途的处理器 48 而被完成，但这样的使用可减小元件成本和电表尺寸。

将会看到，上述的实施例只是以例子的方式给出的，以及本领域技术人员可以容易地设计出他们自己的、引用本发明原理的实施方案，这些方案属于本发明的精神和范围。

10

说明书附图

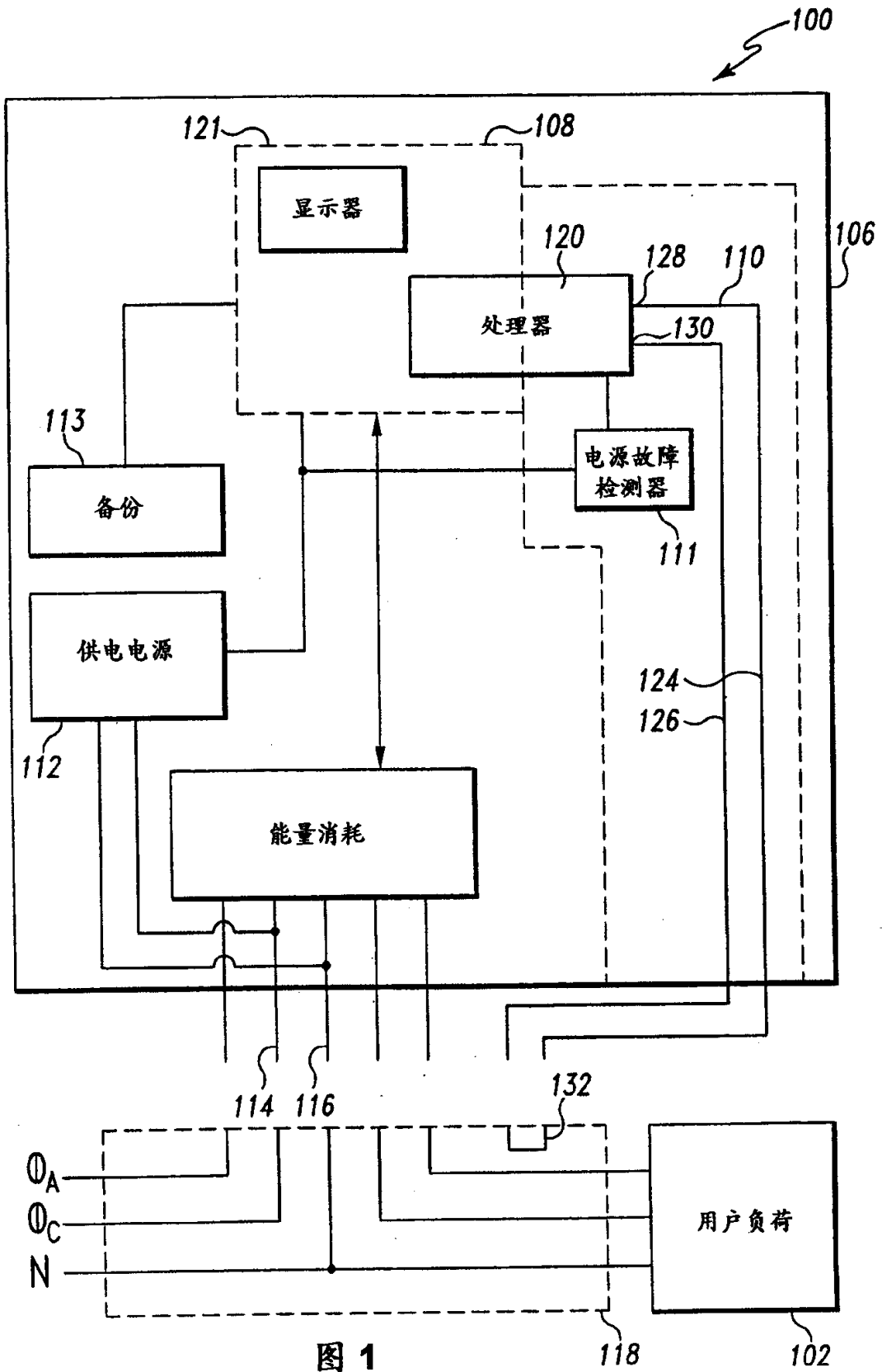


图 1

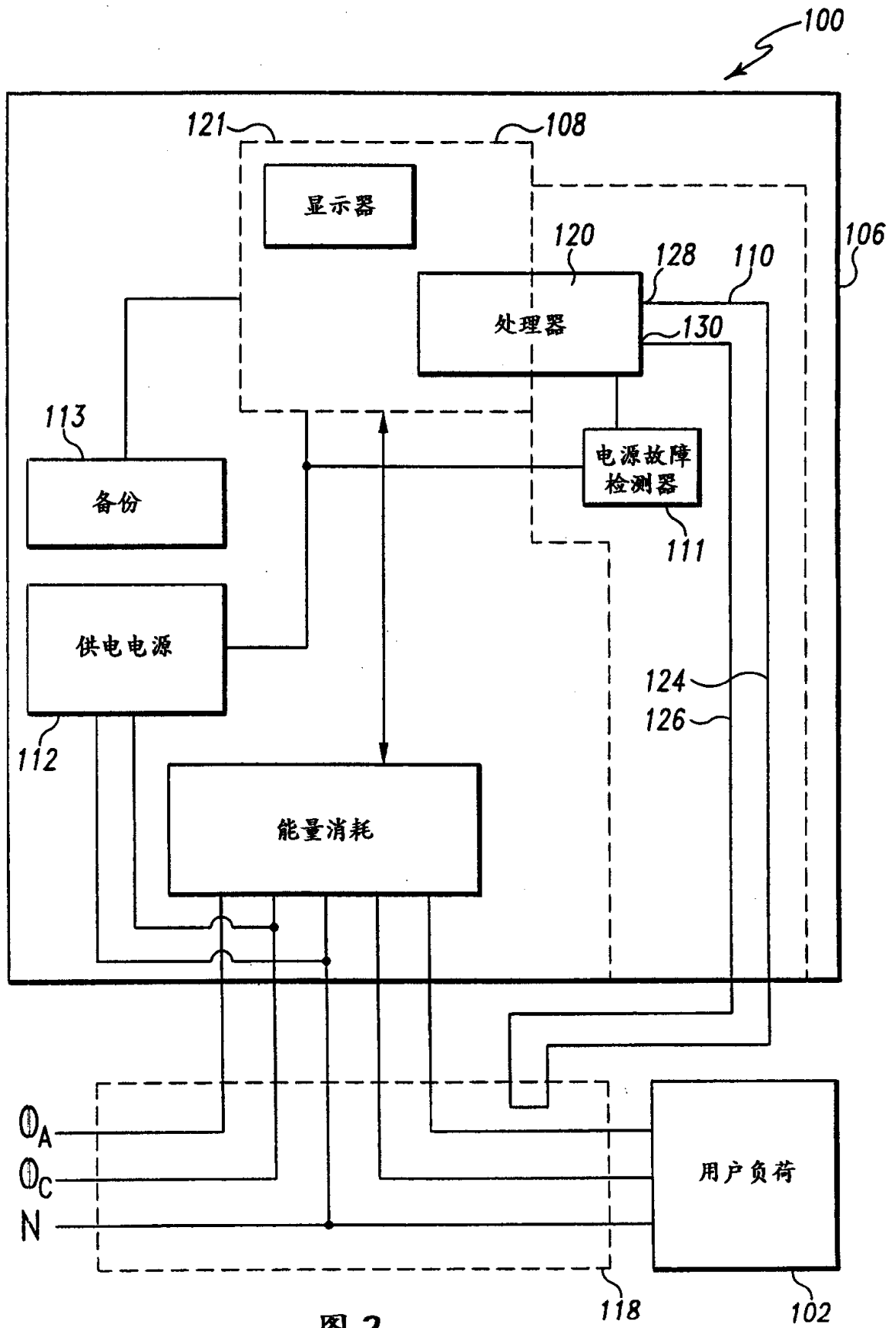


图 2

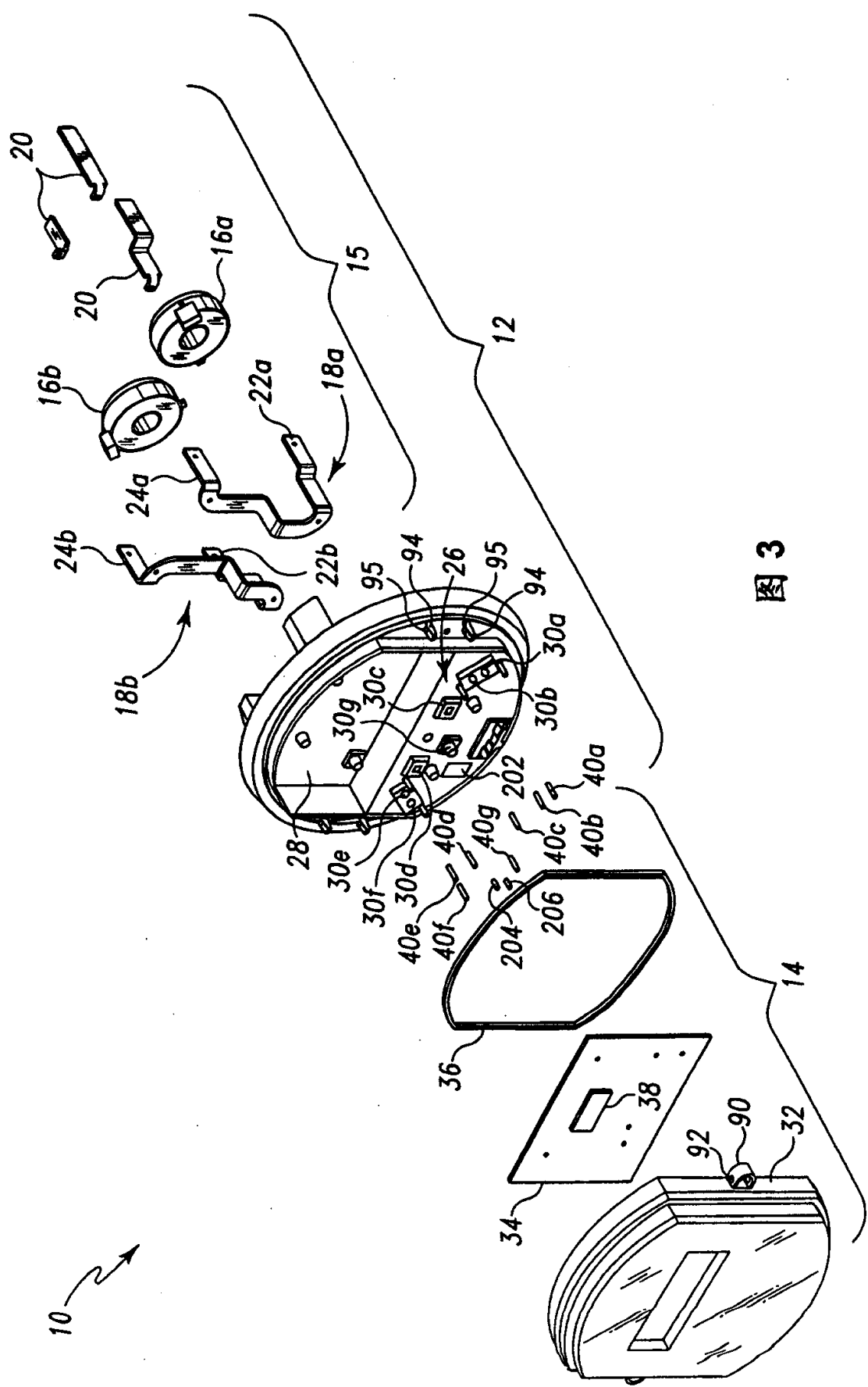


图 3

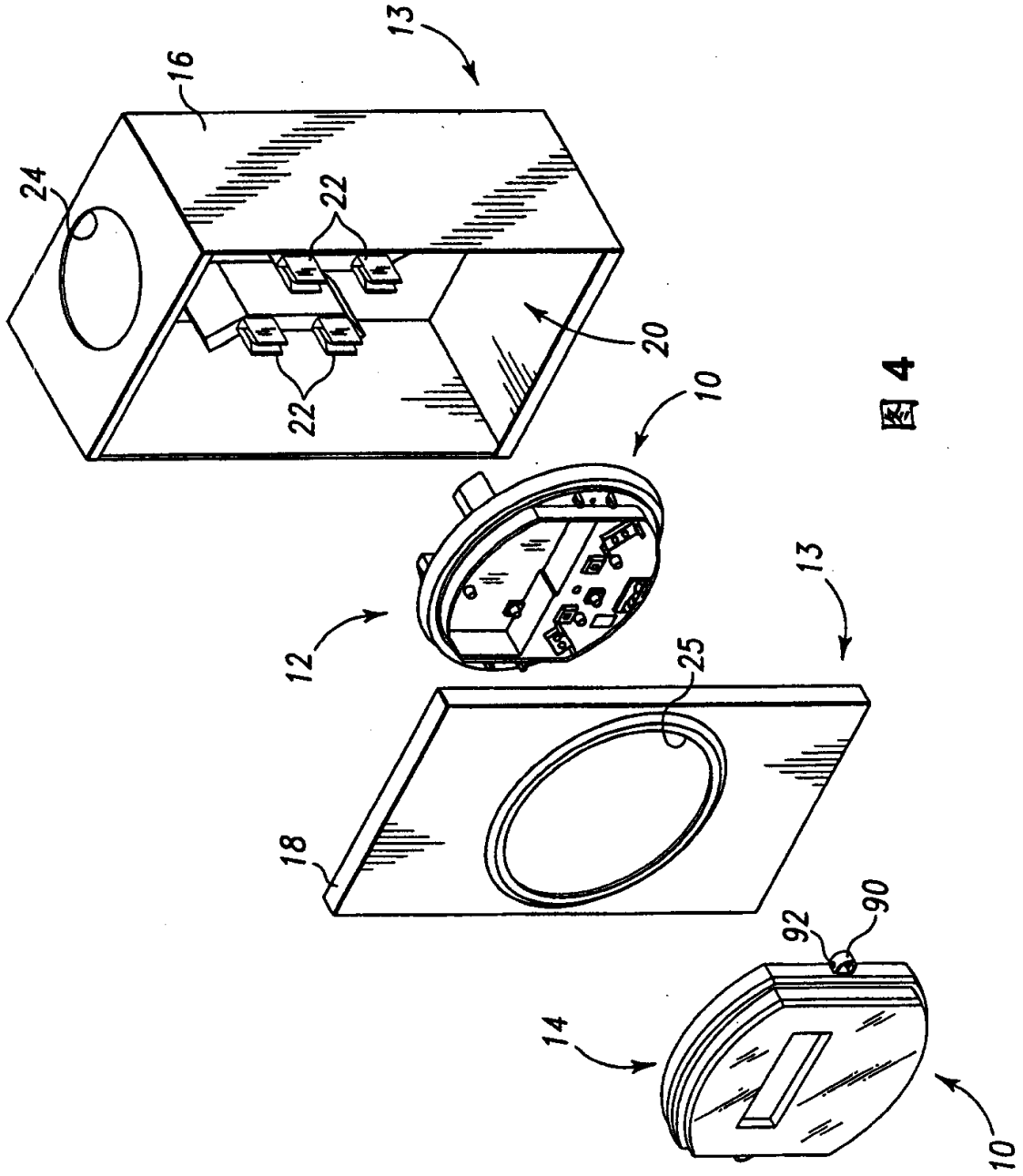


图 4

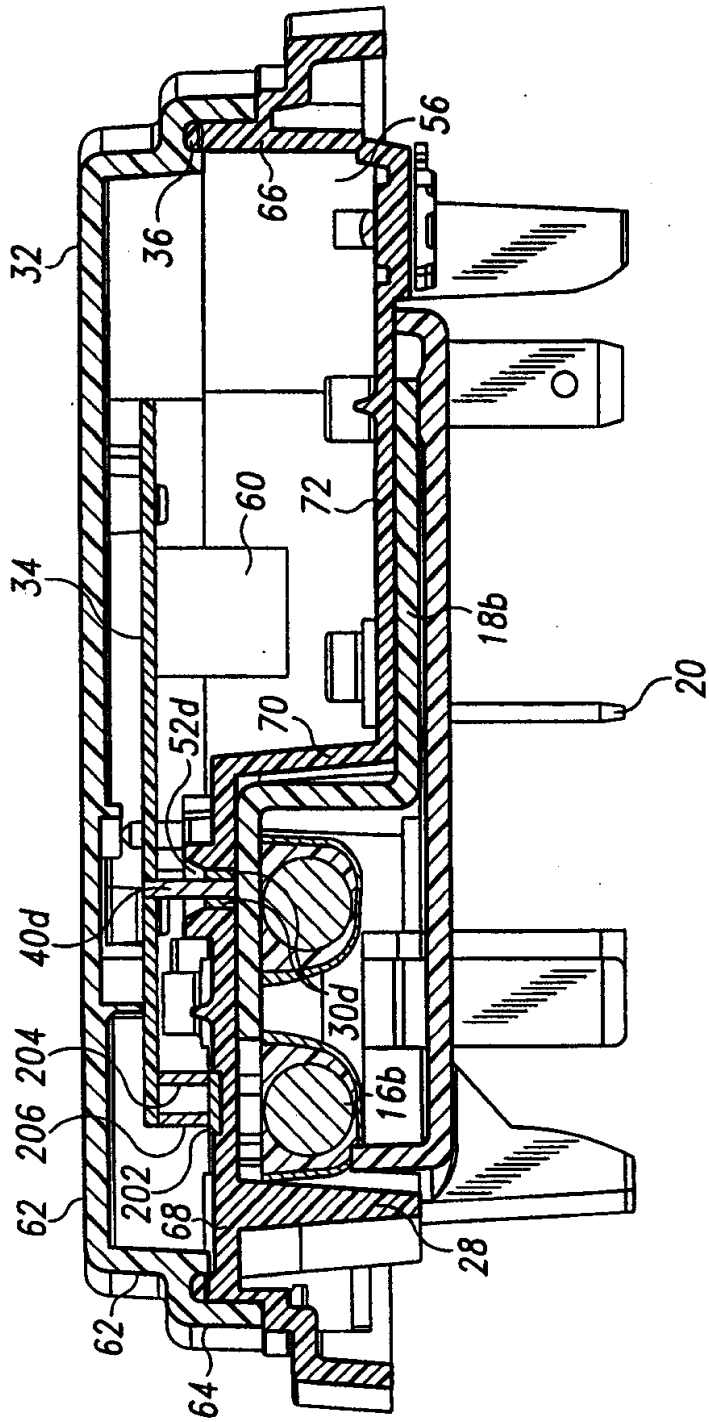


图 5

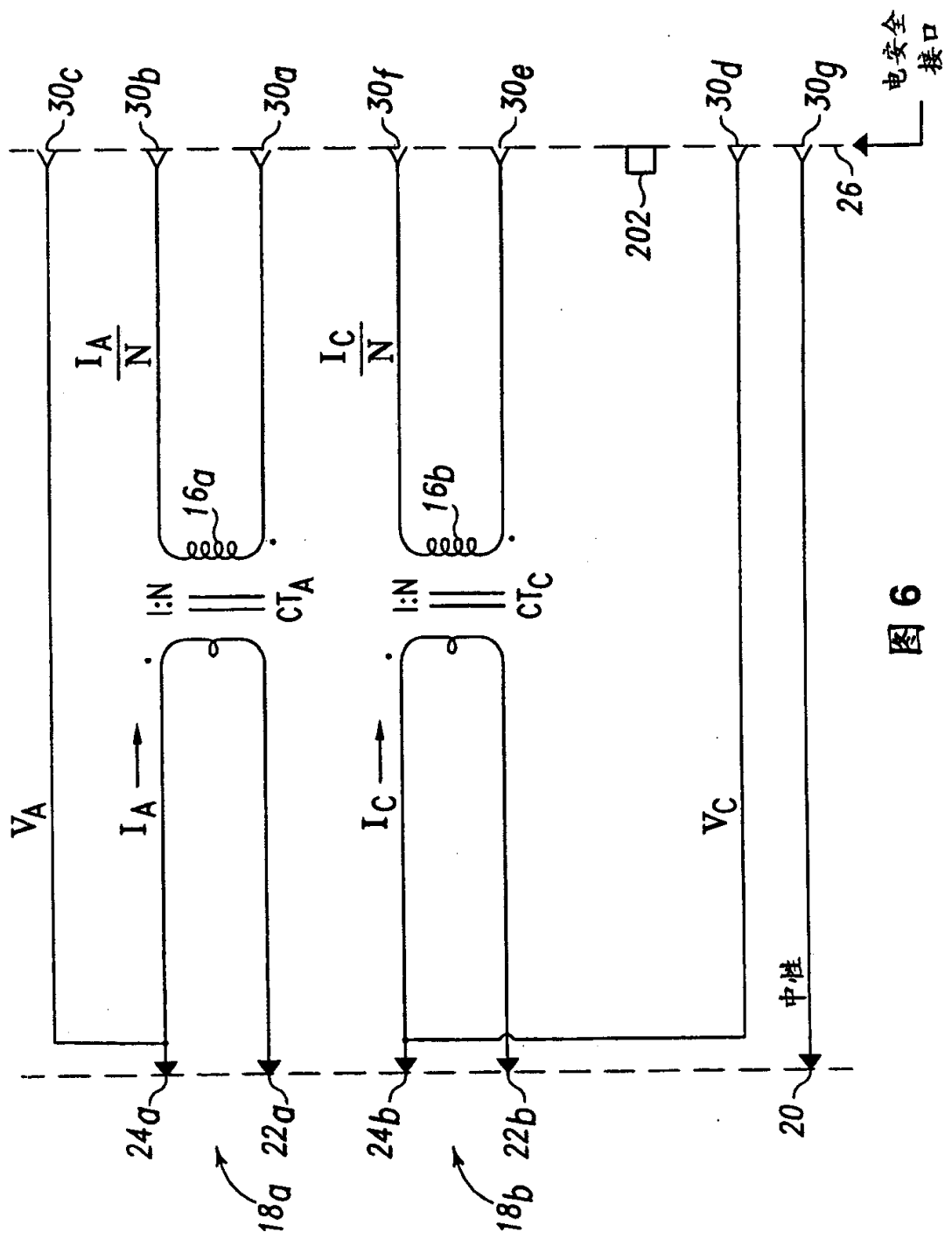


图 6

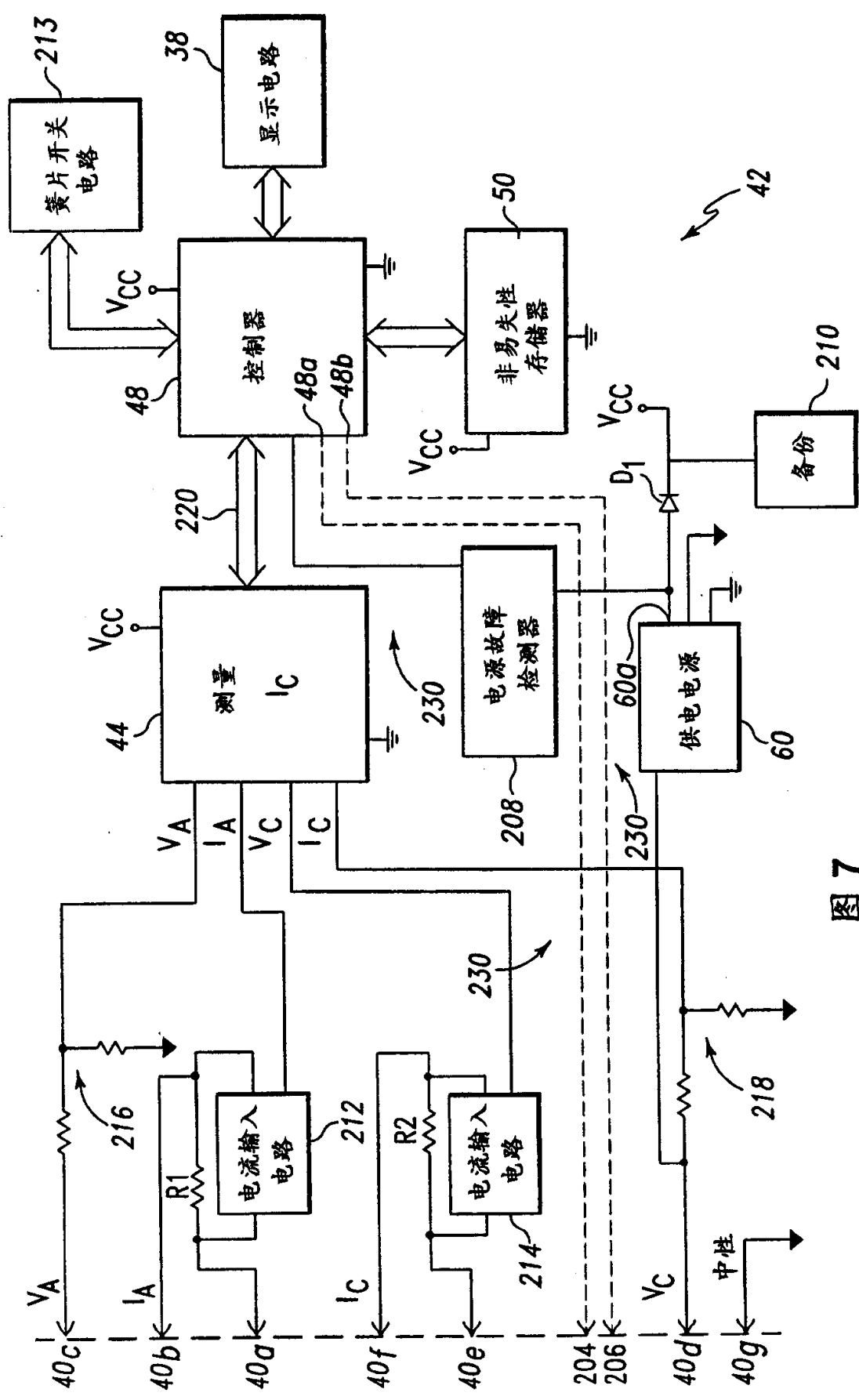


图 7

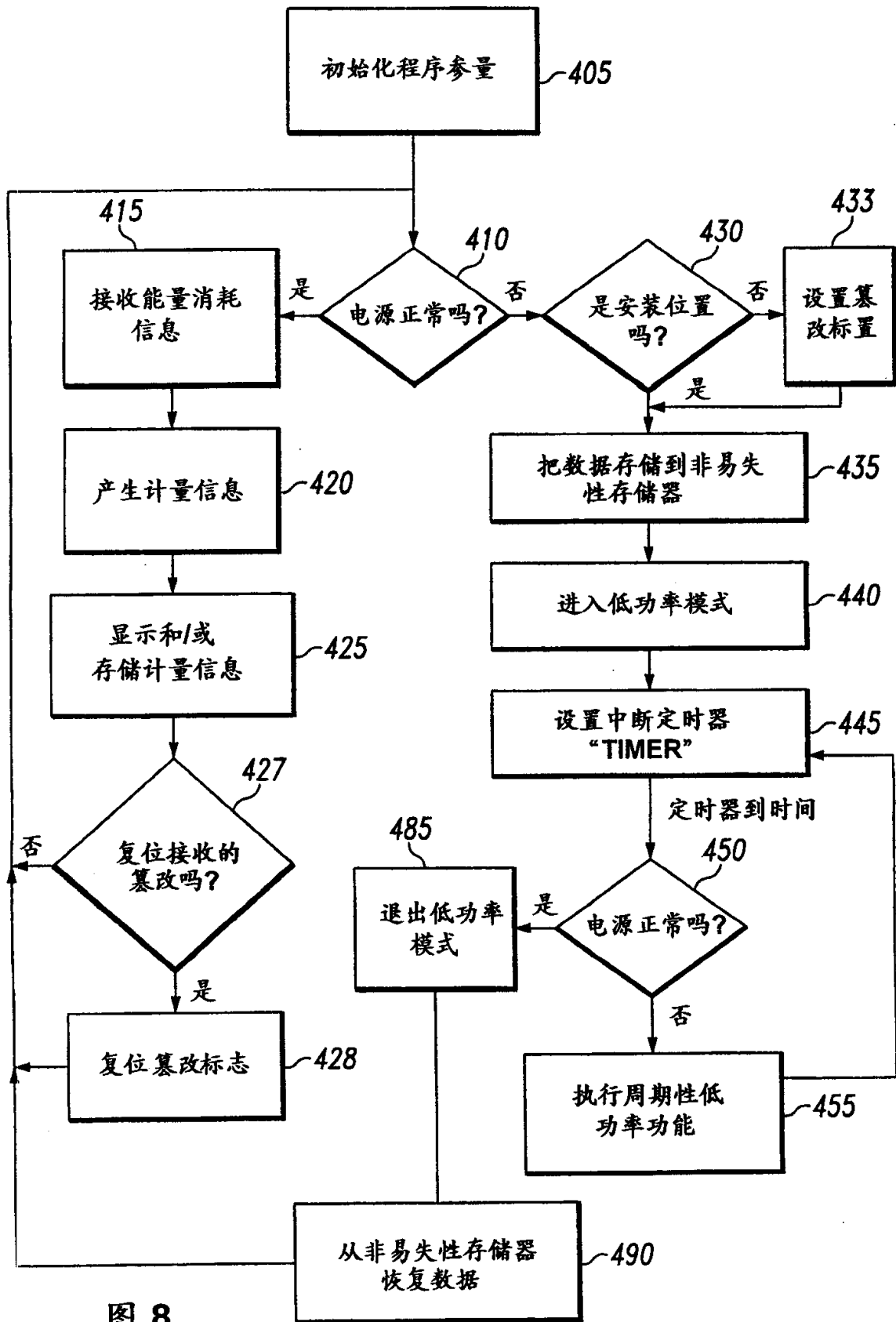


图 8