



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104053957 A

(43) 申请公布日 2014.09.17

(21) 申请号 201280061965.0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012.10.12

F24H 1/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

F24D 19/10 (2006.01)

61/547,463 2011. 10. 14 US

G06F 3/038 (2013.01)

61/604,928 2012.02.29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 06. 13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/AU2012/001239 2012. 10. 12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/053014 EN 2013. 04. 18

(71) 申请人 碳轨私人有限公司

地址 澳大利亚维多利亚

(72) 发明人 斯皮里宗·里瓦达拉斯

伊万·尼尔·哈立德格

沙瓦耶·卡尔拉姆科特

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

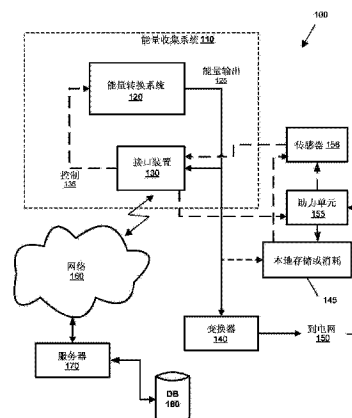
权利要求书3页 说明书38页 附图27页

(54) 发明名称

用于能量收集系统的接口装置

(57) 摘要

所描述的实施方式整体涉及能量收集系统和用于这种系统的接口装置。特别地,这种能量收集系统可被配置为从环境中收集诸如风能、水能、波能或地热能的动能,或者收集如太阳能辐射的电磁能。实施方式还涉及促进包括接口装置的系统远程监控和/或控制的系统和方法。



1. 一种与能量收集系统连接的接口装置,所述接口装置包括:
至少一个处理装置;
存储器,存储由所述至少一个处理装置可执行的程序代码以控制所述接口装置的测量、通信和定位功能;
测量部件,测量由所述能量收集系统产生的电能;
定位部件,确定所述接口装置和所述能量收集系统的位置;以及
通信部件,向和从外部网络无线通信。
2. 一种与能量收集系统连接的接口装置,所述接口装置包括:
至少一个处理装置;
存储器,存储由所述至少一个处理装置可执行的程序代码以控制所述接口装置的测量和通信功能;
测量部件,测量由所述能量收集系统产生的电能并确定由本地功率消耗器消耗的所产生的电能的量;以及
通信部件,向和从外部网络无线通信。
3. 根据权利要求2所述的装置,其中,所述接口装置进一步包括确定所述接口装置和所述能量收集系统的位置的定位部件,并且所述程序代码被进一步执行以控制所述接口装置的定位功能。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的装置,其中,所述通信部件将关于所测量的电能的信息传递至所述外部网络。
5. 一种能量收集系统,包括根据权利要求1至4中任一项所述的接口装置。
6. 根据权利要求5所述的能量收集系统,其中,所述系统包括被配置为确定被本地使用的所测量的电能的量和/或提供到供电网络的所测量的电能的量的器件。
7. 根据权利要求5或6所述的能量收集系统,进一步包括温度传感器,被布置为感测与所述能量收集系统相关联的储水装置的水温。
8. 根据权利要求7所述的能量收集系统,其中,所述接口装置被配置为从所述温度传感器接收输出以确定所感测的水温。
9. 根据权利要求8所述的能量收集系统,其中,所述接口装置被进一步配置为将控制信号发送到所述能量收集系统和备用加热系统中的至少一个以控制在热水装置中的水的加热,从而使水保持在或高于设定温度达到设定的最小时间段。
10. 一种用于对能量收集系统的远程监控系统,包括:
接口装置,安装在所述能量收集系统的站点处并被配置为连续监控由所述能量收集系统汲取和/或产生的能量并且计算所述能量收集系统的功率贡献,所述接口装置包括无线通信部件并被配置为将表示所计算的功率贡献的数据通过网络定期地发送到一地址;以及
服务器,远离所述接口装置并从所述接口装置接收表示所传输的功率贡献的数据,所述服务器被配置为存储所述数据并允许实时对所述数据的授权访问。
11. 根据权利要求10所述的系统,其中,所述服务器被进一步配置为基于所接收的表示功率贡献的数据计算与所述能量收集系统相关联的碳信用额度。
12. 根据权利要求10或11所述的系统,其中,所述接口装置被进一步配置为计算在所述能量收集系统的所述站点处的助力系统的功耗并将表示所述功耗的数据发送到所述服

务器。

13. 根据权利要求 10 至 12 中任一项所述的系统,其中,所述能量收集系统包括协作地向所述站点供应加热的水的太阳能热水系统和电热水系统。

14. 根据权利要求 13 所述的系统,进一步包括感测所述太阳能加热系统中的水温的第一温度传感器和感测所述电热水系统中的水温的第二温度传感器,其中,所述接口装置被布置为从所述第一温度传感器和所述第二温度传感器接收指示所感测的温度的输出信号。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的系统,其中,所述接口装置被配置为控制对所述电热水系统的电力的供应。

16. 根据权利要求 15 所述的系统,其中,所述接口装置被配置为响应于从所述服务器接收的特定命令切断到所述电热水系统的电力。

17. 根据权利要求 16 所述的系统,其中,所述服务器被配置为允许经由客户端计算装置从授权用户接收切断到所述电热水系统的电力的输入,并且响应于所接收的输入,产生特定命令并将所述特定命令发送到所述接口装置以使所述接口装置切断到所述电热水系统的电力。

18. 根据权利要求 13 至 17 中任一项所述的系统,进一步包括在所述太阳能热水系统与所述电热水系统之间循环水的循环泵,其中,所述循环泵的操作由所述接口装置来控制。

19. 根据权利要求 10 至 18 中任一项所述的系统,其中,所述接口装置和所述服务器都被配置为使用数据传输协议来向彼此发送具有消息报头和消息数据的消息,所述消息报头具有仅单个字节或单个字的报头大小。

20. 根据权利要求 19 所述的系统,其中,所述数据传输协议的每个消息包括以下的其中一个:尾部校验和字节;以及无尾部字节。

21. 一种用于功耗管理的系统,包括:

多个地理分布的电热水系统,分别安装在一站点处以向所述站点供应热水;

多个接口装置,分别安装在相应的站点处,其中,每个接口装置具有无线通信部件以从服务器接收控制命令,并且每个接口被配置为响应于所述控制命令来控制对相应电热水系统的电力供应;以及

服务器,所述服务器允许接收控制输入以使所述服务器将所述控制命令发送至所述接口装置。

22. 根据权利要求 21 所述的系统,其中,每个接口装置被进一步配置为确定在所述相应站点处的所述电热水系统的电力使用并定期地将指示所确定的电力使用的数据发送到所述服务器。

23. 根据权利要求 22 所述的系统,进一步包括在每个站点处的温度传感器,所述温度传感器被布置为感测所述电热水系统的水温并将指示所感测的水温的信号提供至相应的接口装置;其中,在每个站点处的所述接口装置被配置为将指示所感测的水温的数据定期地发送至所述服务器。

24. 根据权利要求 23 所述的系统,其中,所述服务器被配置为将相应热水系统的所感测的水温与温度阈值相比较并基于所述比较的结果将所述控制消息发送至与相应热水系统相关联的所述接口装置。

25. 根据权利要求 21 至 24 中任一项所述的系统,其中,所述服务器被配置为将所述控

制消息发送至所述相应的接口装置以使所述相应的接口装置在特定的每日的时间段期间切断到所述相应的电热水系统的电力。

26. 一种功耗管理的方法,包括:

在服务器处从具有相应电热水系统和被布置为控制到所述相应电热水系统的电力的相应接口装置的多个远程站点接收感测的水温数据,其中,每个接口装置被配置为将所感测的水温数据传递至所述服务器;

从所感测的水温数据确定相应电热水系统的所感测的水温是否处于或高于阈值温度;以及

在特定的每日的时间段期间,向在所感测的水温处于或高于所述阈值温度的站点处的那些接口装置发送控制命令,所述控制命令使所述相应的接口装置切断到在所述相应站点处的所述电热水系统的电力。

27. 一种热水系统,包括:

太阳能热水系统;

电热水系统,耦接到所述太阳能热水系统以在所述太阳能热水系统与所述电热水系统之间循环水;

温度感测器件,感测在所述太阳能热水系统和所述电热水系统中的水温;

接口装置,被耦接以从所述温度感测器件接收输出信号并从所述输出信号确定在所述太阳能热水系统中的水温的变化速率,其中,对于每日的预定时间段,所述接口装置被配置为使到所述电热水系统的电力在所述电热水系统是关闭的并且所确定的变化速率指示所述太阳能热水系统中的水温通过预定时间将不会到达目标温度时接通。

28. 一种基本上如上文参照附图所描述的接口装置的使用方法。

29. 一种基本上如上文参照附图所描述的接口装置。

30. 本文中单独或者以其任意组合或子组合的形式所描述或描绘的步骤、特征、元件、动作、组成、电路、模块、部件、实例、布置和结构。

用于能量收集系统的接口装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2011 年 10 月 14 日提交的美国临时申请序列号 61/547,463 和于 2012 年 2 月 29 日提交的美国临时申请序列号 61/604,928 的优先权,将两者的全部内容通过引用结合于此。

技术领域

[0003] 所描述的实施方式整体涉及能量收集系统和用于这种系统的接口装置。特别地,这种能量收集系统可被配置为从环境中收集诸如风能、水能,波能或地热能的动能或者收集如太阳能辐射的电磁能。实施方式还涉及促进包括接口装置的系统的远程监控和 / 或控制的系统和方法。

背景技术

[0004] 所谓的可再生能源系统,诸如太阳能电池阵列、太阳能热水系统、风,水和波轮机系统正变得越来越普遍。这种技术通常被认为是无污染技术,因为它们避免或减少了化石燃料的消耗。对于许多这样的技术,可以产生其中可代替通常通过化石燃料的消耗提供的能量而使用来自这种系统的能量的碳信用额度 (carbon credit)。这样的碳信用额度被认为具有价值且越来越被作为商品而被交易。

[0005] 然而,许多可再生能源系统不能实际测量由能量收集系统所产生的能量、不能测量实际使用的所产生的再生能源的量和 / 或不能利用任何这种测量数据来跟踪碳信用额度。

[0006] 期望解决或改善与先前系统相关联的一个或多个缺点或者劣势,或者至少提供一种有用的对其的替代方案。

发明内容

[0007] 某些实施方式涉及一种与能量收集系统连接的接口装置,该接口装置包括:

[0008] 至少一个处理装置;

[0009] 存储器,存储可由至少一个处理装置执行的程序代码以控制接口装置的测量、通信和定位功能;

[0010] 测量部件,测量由能量收集系统产生的电能;

[0011] 定位部件,确定接口装置和能量收集系统的位置;以及

[0012] 通信部件,向和从外部网络无线通信。

[0013] 某些实施方式涉及一种与能量收集系统连接的接口装置,该接口装置包括:

[0014] 至少一个处理装置;

[0015] 存储器,存储可由至少一个处理装置执行的程序代码以控制接口装置的测量、通信和可选择的定位功能;

[0016] 测量部件,测量由能量收集系统产生的电能并确定由本地功率消耗器 (power

sink,功率接收器)消耗的所产生的电能的量;以及

[0017] 可选的定位部件,确定接口装置和能量收集系统的位置;以及

[0018] 通信部件,向和从外部网络无线通信。

[0019] 某些实施方式可涉及温度传感器的使用,该温度传感器被布置为感测与能量收集系统相关联的储水装置的水温。接口装置可被配置为从温度传感器接收输出以确定所感测的水温。在这种实施方式中,接口装置可被配置为监控水温。在某些实施方式中,接口装置还可被配置为向能量收集系统和备用加热系统中的至少一个发送控制信号以控制在热水装置中的水的加热,从而使水保持在或高于设定温度达设定的最小时间段。

[0020] 某些实施方式涉及一种用于能量收集系统的远程监控的系统,包括:

[0021] 接口装置,安装在能量收集系统的站点处并被配置为连续监控由能量收集系统汲取和/或生成的能量并计算能量收集系统的功率(power,电力)贡献,接口装置包括无线通信部件并被配置为将表示所计算的功率贡献的数据定期地通过网络发送至某一地址;以及

[0022] 服务器,远离所述接口装置并从接口装置接收表示所传输的功率贡献的数据,服务器被配置为存储数据并允许实时地对数据的授权访问。

[0023] 服务器可进一步被配置为基于所接收的表示功率贡献的数据来计算与能量收集系统相关联的碳信用额度。接口装置可被进一步配置为计算在能量收集系统的站点处的助力(booster,助推)系统的功耗并将表示功耗的数据发送到服务器。

[0024] 能量收集系统可包括协作地向站点供应将加热的水的太阳能热水系统和电热水系统。系统可进一步包括感测在太阳能加热系统中的水温的第一温度传感器和感测在电热水系统中的水温的第二温度传感器。接口装置可被布置为从第一和第二温度传感器接收指示所感测的温度的输出信号。接口装置可被配置为控制对电热水系统的电力的供应。接口装置可被配置为响应于从服务器接收的特定命令切断至电热水系统的电力。

[0025] 服务器可被配置为允许经由客户端计算装置从授权用户接收输入以切断对电热水系统的电力,并且响应于所接收的输入来产生特定命令并将其发送到接口装置以使接口装置切断至电热水系统的电力。

[0026] 系统可进一步包括在太阳能热水系统与电热水系统之间循环水的循环泵,其中循环泵的操作由接口装置来控制。

[0027] 接口装置和服务器都可被配置为使用数据传输协议来将具有消息报头和消息数据的消息发送给彼此,消息报头具有仅单个字节或单个字的报头大小。数据传输协议的每个消息可包括以下的其中一个:尾随校验和字节;以及无尾随字节。

[0028] 某些实施例涉及一种用于功耗管理的系统,包括:

[0029] 多个地理分别的电热水系统,分别安装在某一站点处以向该站点供应热水;

[0030] 多个接口装置,分别安装在相应的站点处,其中,每个接口装置具有无线通信部件以从服务器接收控制命令,并且每个接口被配置为响应于控制命令控制对相应电热水系统的电力的供应;以及

[0031] 服务器,允许接收控制输入以使服务器将控制命令发送至接口装置。

[0032] 每个接口装置可被进一步配置为确定在相应站点处的电热水系统的电力使用并定期地将指示所确定的电力使用的数据发送至服务器。

[0033] 系统可进一步包括每个站点处的温度传感器,该温度传感器被布置为感测电热水

系统的水温并将指示所感测的水温的信号提供至相应的接口装置。在每个站点处的接口装置可被配置为将指示所感测的温度的数据定期地发送至服务器。

[0034] 服务器可被配置为将相应热水系统的所感测的水温与温度阈值相比较并基于比较的结果将控制消息发送至与相应热水系统相关联的接口装置。服务器可被配置为将控制消息发送至相应的接口装置以使相应的接口装置在特定的每日的时间段期间（诸如高峰用电期间）切断至相应电热水系统的电力。

[0035] 某些实施方式涉及一种功耗管理的方法，包括：

[0036] 在服务器处从具有相应电热水系统和被布置为控制至相应电热水系统的电力的相应接口装置的多个远程站点接收感测的水温数据，其中，每个接口装置被配置为将所感测的水温数据发送至服务器；

[0037] 从所感测的水温数据确定相应电热水系统的所感测的水温是否处于或高于阈值温度；以及

[0038] 在特定的每日的时间段期间，向在其中所感测的水温处于或高于阈值温度的站点处的那些接口装置发送控制命令，控制命令使相应的接口装置切断至相应站点处的电热水系统的电力。

[0039] 某些实施方式涉及一种热水系统，包括：

[0040] 太阳能热水系统；

[0041] 电热水系统，耦接到太阳能热水系统以在太阳能热水系统与电热水系统之间循环水；

[0042] 温度感测器件，感测在太阳能热水系统和电热水系统中的水温；

[0043] 接口装置，被耦接以从温度感测期间接收输出信号并从输出信号来确定在太阳能热水系统中的水温的变化速率，其中，对于每日的预定时间段，接口装置被配置为使至电热水系统的电力在电热水系统是关闭的并且所确定的变化速率指示太阳能热水系统中的水温通过预定时间将不会到达目标温度时接通。

[0044] 某些实施方式涉及包括上述接口装置的能量收集系统。某些实施方式涉及一种如本文中所述的接口装置的使用方法。

附图说明

[0045] 下面通过实例的方式并参照附图来进一步详细描述实施方式，其中：

[0046] 图 1 是用于能量收集和跟踪的系统的框图；

[0047] 图 2 是在图 1 的系统中使用的接口装置的框图；

[0048] 图 3 是图 2 的接口装置的使用方法的流程图；

[0049] 图 4 是根据其它实施方式的接口装置的框图；

[0050] 图 5 是具有 DC 测量单元的接口装置的某些部件的示意性电路图；

[0051] 图 6A 是图 5 的接口装置的 DC 测量单元的示意性电路图；

[0052] 图 6B 是图 5 的接口装置的替代 AC 测量单元的示意性电路图；

[0053] 图 7 是在使用 GSM 模块过程中的电流和电池电压的示意性图示；

[0054] 图 8 是接口装置的 SRAM 存储器的实例数据结构的示意性图示；

[0055] 图 9 是在由接口装置执行的串行通信中的字符成帧的实例的示意性图示；

- [0056] 图 10 是根据某些实施方式的接口装置的操作方法的流程图；
- [0057] 图 11 是 GSM 功率开启序列的流程图；
- [0058] 图 12 是 GSM 功率关闭序列的流程图；
- [0059] 图 13 是从接口装置向远程服务器发送数据的方法的流程图；
- [0060] 图 14 是从接口装置向远程装置或网络节点发送文本消息的方法的流程图；
- [0061] 图 15 是采用根据某些实施方式的结合接口装置的太阳能热水系统的系统框图；
- [0062] 图 16 是示出结合图 15 的系统的计算机控制和监控系统的示意图；
- [0063] 图 17 是示出如由能量分配器 (energy distributor) 所看到的图 16 的系统的控制功能的示意图；
- [0064] 图 18 是进一步详细示出服务器系统的各方面的框图；
- [0065] 图 19 是示出图 16 的系统的远程监控功能的实例用户接口显示器；
- [0066] 图 20 是示出图 16 的系统的远程控制功能的实例用户接口显示器；
- [0067] 图 21 是示出图 16 的系统的远程数据下载功能的实例用户接口显示器；
- [0068] 图 22 是示出在其中助力加热器由某些实施方式的接口装置来控制的第一场景下的太阳能热水系统的温度随时间变化的曲线图；
- [0069] 图 23 是示出在其中助力加热器由某些实施方式的接口装置控制的第二场景下的太阳能热水系统的温度随时间变化的曲线图；
- [0070] 图 24 是根据某些实施方式的接口装置的微控制器的示意性电路图；
- [0071] 图 25 是根据某些实施例的接口装置的通信模块的示意性电路图；
- [0072] 图 26 是根据某些实施方式的接口装置的功率和电池管理电路的示意性电路图；
- [0073] 图 27 是根据某些实施方式的接口装置的稳压电源电路的示意性电路图；
- [0074] 图 28 是根据某些实施方式的接口装置的温度传感器接口电路的示意性电路图；
- [0075] 图 29 是根据某些实施方式的接口装置的电流传感器接口电路的示意性电路图；
- [0076] 图 30 是根据某些实施方式的接口装置的精密电压基准电路的示意性电路图；
- [0077] 图 31 是根据某些实施方式的接口装置的控制和传感器接口电路的示意性电路图；
- [0078] 图 32 是根据某些实施方式的接口装置的流量传感器接口电路的示意性电路图；
- [0079] 图 33 是根据某些实施方式的接口装置的串行监控端口的示意性电路图；以及
- [0080] 图 34 是根据某些实施方式的接口装置的尖峰 (spike) 保护电路的示意性电路图。

具体实施方式

[0081] 所描述的实施方式整体涉及能量收集系统和用于这种系统的接口装置。特别地，这种能量收集系统可被配置为从环境中收集诸如风能、水能，波能或地热能的动能或者收集如太阳能辐射的电磁能。在该背景下，能量收集可涉及能量从一种形式到另一种的转换。例如，太阳的 EM 辐射可在物质（诸如水）中以增加的热量的形式转化为动能。在另一实例中，太阳 EM 辐射或动力风能可被转换为电能。

[0082] 与用于能量收集系统的接口装置相关的所描述的实施方式关心在这种接口装置内的硬件和软件部件，以实现所产生的功率的测量、位置确定（例如使用 GPS）、到远程系统的无线通信并且还可选择地执行与能量收集系统（接口装置与其共置和 / 或集成）有关的

控制功能。所描述的实施方式的接口装置可提供应用程序接口 (API) 功能 (其具有开放性规范以允许利用多个不同的外部功能部件来设计和使用接口装置)。

[0083] 如图 1 所示,用于能量收集跟踪的系统 100 包括能量收集系统 110,作为实例,该能力收集系统 110 可以是太阳能电池阵列组件、太阳能热水系统、风力涡轮机、波能量收集机 (wave energy harvester)、次表面水涡轮机、热能量提取系统或其它非化石燃料系统。能量收集系统 110 可被表征为可再生能源系统、设备或装置并且通常旨在例如将本地环境中的以移动体或移动粒子的动能 (包括热能) 或电磁辐射的形式能量转化为用于存储或传输的电或物质 (诸如水) 中的动能。

[0084] 能量收集系统 110 包括能量转换系统 120 和接口装置 130,接口装置 130 可与能量转换系统 120 物理地集成或与能量转换系统 120 靠近地定位,或者可替代地物理地独立但地理上共置。能量转换系统 120 是能量收集系统 110 的将环境中的电磁或动能转化为动能或电能输出 125 的部分。该动能或电能输出 125 由接口装置 130 来监控和测量。通过电路的功率量由所测量的电流和电压的乘积来计算。使用传感器电路 (具有嵌入其中的作为测量器械的变压器) 来测量电流和电压。下面进一步详细地描述从太阳能热水系统获得的热能的监控和测量。

[0085] 接口装置 130 可具有其自身的电源 (诸如电池) 和 / 或可从能量输出 125 获得功率。接口装置 130 可被配置为输出控制信号 135 以对能量转换系统 120 的功能的一个或多个方面施加控制。例如,接口装置 130 可切换能量转换系统 120 的操作模式或者可将控制信号传输至与能量转换系统 120 相关联的电机以改变其位置。例如,如果能量转换系统 120 是太阳能电池阵列,则接口装置 130 可输出控制信号 135 以使伺服电机来改变太阳能电池阵列的方位以最大化一天的特定时间的在其上的日光照射量。在另一实例中 (其中能量转换系统 120 包括太阳能热水器),控制信号 135 可被施加来控制由电动或气体燃料热水器加热的水的补充。

[0086] 接口装置 130 配备有通信子系统 260 (图 2),通信子系统 260 具有一个或多个有线或无线接口 265 (诸如无线局域 (Wi-Fi) 无线部件 267) 和 / 或使用用户识别模块 (SIM) 269 以通过无线分组网络来通信的移动电话部件。可替代地,通信子系统 260 可以有线方式与已经在附近建立的通信系统 (诸如国内互联网连接) 通信。

[0087] 接口装置 130 使用通信子系统 260 以通过公共网络 160 与远程服务器 170 通信。公共网络 160 包括常规的公共数据网络并且还可能包括本地无线数据网络。因此接口装置 130 实现与远程服务器 170 的双向通信,以便发送测量、定位、配置和状态信息并可选地从其接收状态查询和控制命令。服务器 170 使用从接口装置 130 接收的信息来确定由能量转换系统 120 产生的电能量 (其在本地被消耗并且因此不从电网 150 中汲取),并计算在给定时间段内由能量转换系统 120 产生的碳信用额度的数量,或者至少确定由于能量转换系统 120 产生的碳补偿 (offset) 的量。

[0088] 远程服务器 170 与位于潜在地横跨大地理区域的能量收集系统 110 内的多个接口装置 130 通信并在服务器 170 可访问的数据库 180 中为每个这种接口装置 130 保持唯一的账户和跟踪记录。

[0089] 在能量转换系统 120 被配置为能够将电能返回到本地电网的情况下,能量输出 125 可被耦接到变换器 140,变换器 140 随后将该电能返回到电网 150 并允许测定所返回的

能量。该测定允许补偿被提供给已经产生能量的能量收集系统 110 的所有者。此外,或可替代地,来自能量转换系统 120 的某些或全部电能输出 125 可被提供至本地存储装置 145 或可被提供至本地电器以被消耗。

[0090] 还参照图 2,接口装置 130 是具有至少一个处理器 205 和用于存储由处理器 205 执行的程序代码的适当的存储器(未示出)的硬件装置,以提供所描述的功能并支持所描述的部件。接口装置 130 具有测量部件,其与单独的或集成的传感器装置(例如,使用变压器)通信并被归入负责在能源输出 125 测量电能的量的测量服务功能 210 中。接口装置 130 进一步包括计算接口 220、控制接口 230 和被配置为使用全球定位系统来确定接口装置 130 的位置 245 的定位部件 240。接口装置 130 还包括控制服务 250、功率装置 270(其可包括电池和/或从能量输出 125 获得的功率)和如前面所提到的通信子系统 260。

[0091] 计算接口 220 执行计算以计算所测量的功率的 RMS(均方根)值。在接口装置 130 接收水流速信息的某些实施方式中(参见图 15 至图 34),计算接口 220 还可基于来自流量计的信号和所感测的水温等来计算水流速和量。在接口装置 130 的某些实施方式中,计算接口 20 还可执行温度和电压测量的线性计算。

[0092] 控制接口 230 和控制服务 250 响应于从远程服务器 170 接收(并由处理器 205 处理)的命令来对能量转换系统 120 的一个或多个点施加控制。

[0093] 接口装置 130 因此提供了芯片组和网络服务方法的组合,以使其硬件和软件部件能够感测、监控、发生数据、控制和管理在不同地点的能源转换系统。由能量转换系统 120 产生的电能的直接测量与验证地理位置(使用 GPS 定位部件 240)并通过网络 160 实时地发送该数据的能力的组合允许从位于横跨地理区域的能量收集系统 110 获得更大的控制、认知和数值提取。

[0094] 还参考图 3,描述接口装置 130 的使用方法。方法 300 在 310 涉及测量能量转换系统 120 的电能输出 125。可选地,接口装置 130 使用计算接口 220 执行对测量数据的计算。接口装置 130 随后在步骤 330 使用定位部件 240 来检查第一装置 130 的 GPS 位置。随后接口装置 130 在 340 将所测量和/或计算的数据与所确认的 GPS 位置以及任何其它相关数据一起发送至远程服务器 170。一旦接口装置 130 在步骤 350 确定已经过去了预设的测量时间段,则重复步骤 310 至 340。该预设时间例如可以是几分之一秒或数秒(诸如一秒、二秒、三秒、四秒、五秒、六秒、七秒、八秒、九秒、十秒、十五秒、二十秒、三十秒、四十秒、五十秒或六十秒)。

[0095] GPS 部件 240 使用现有的 GPS 网络准确地确定接口装置 130 的位置以提供装置 130 所位于的精确纬度和经度以及所有坐标。服务器 170 使用该信息以确定能量转换系统 120 所位于的位置的其它环境信息,诸如太阳在天空中的通道(access,通路)和路径以及直接日照小时量。GPS 部件 240 也可使用其它接口 245 来测量 XYZ 坐标以利用其自身的 GPS 单元准确地测量能量装置关于其子系统的另一放置或另一部件(诸如另一太阳能面板或风力发电场)的倾斜度(pitch)或偏移。

[0096] 通信子系统 260 能够通过各种通信接口 256 发送关于能量转换系统 120 的性能的数据。这种接口 256 包括用于利用移动电话网络的 SIM(用户识别模块)卡 269。接口 265 还可包括使用本地无线通信网络或本地小网络的 Wi-Fi 接口 267。如果需要,也可集成卫星接口。

[0097] 控制器 230 提供控制接口以与多通道通信子系统 260 交互,以使可再生能源装置的工程师和制造商能够远程地控制、配置、切换并维持它们的接口装置 130。切换接口硬件芯片组控制服务 250 和控制器 230 可发送命令并接收数据以控制和切换耦接到接口装置 130 的一个或多个本地服务。

[0098] 测量接口 210 可测量、存储和监控由能量转换系统 120 产生的太阳能量或其它可再生能源的量。在能量转换系统 120 被使用的同时,测量接口 210 可与多个不同系统集成以测量和发送所获取的能源的量(即在 145 本地消耗的,而不是从电源电网 150 汲取或返回到电网 150 的)。

[0099] 绿色能源(即来自可再生资源的能源)(诸如太阳能和风能)变得更实惠并且目前被消费者认为是更加主流的。随着新技术在该领域的出现,它们的效率和效果不同,因为它们在很大程度上受与其位置相关联的主要环境因素的影响。

[0100] 这些替代能源应以其最大效率来执行以便最大化其输出转换率和消费者的对前期投资的回报。为此,监控和追踪这些安装的可再生能源装置的效率对于不断从传统煤炭产生的能源获得市场份额的绿色能源的成功至关重要。所描述的接口装置实施方式可被用来监控和跟踪可再生能源装置和类似的绿色能量生成设施的效率。某些接口装置实施方式还允许通过能量转换系统来控制以优化其操作或效果。

[0101] 由于绿色能源设施的性质和控制它们的环境因素,多个设计考虑适用于所描述的接口装置实施方式:

[0102] 1. 工作温度范围:-25 至 +80 摄氏度。

[0103] 2. 通信:从很少或没有对网络基础设施的访问权的远程站点的通信的能力。

[0104] 3. 具有内置传输验证检查的通信容错协议栈。

[0105] 4. 内部数据存储,在不丢失数据的前提下,承受一段时间的到远程服务器的通信链路的丢失/失败。

[0106] 5. 操作电源:具有电池备份的寄生供电(即通过能量收集系统供电)。用于外部电力的选择。

[0107] 6. 低或最低维护。

[0108] 7. 远程调试和纠错。

[0109] 8. 远程校准。

[0110] 9. 可选的远程编程。

[0111] 碳信用额度是用于任何可交易凭证的通用术语或者允许表示排放一吨二氧化碳或具有二氧化碳当量(tCO₂e)的其它温室气体的量的权利。一个碳信用额度等于一公吨二氧化碳。由于使用可再生能源而引起的碳补偿量取决于产生传统煤炭或其它能源的方法。这取决于植物产生这种能量的效率和其它因素。

[0112] 所描述的接口装置实施方式的功能之一是跟踪所使用的可再生能源的量。这些数据可被用于计算由能量收集系统 100 产生的碳信用额度的量。碳信用额度的计算是由服务器 170 基于由接口装置 130 提供的关于由本地源(诸如能量转换系统 120)而不是由电源电网 150 产生的或从本地源汲取的功率量的信息来执行的服务器端功能。

[0113] 图 4 是根据某些实施方式的接口装置 130 的功能和逻辑部件的示意性框图。图 4 中所示的接口装置 130 具有作为处理器的一个示例形式的微控制器 205。微控制器 205 从

DC 调节器（其可从耦接到 AC 电源（诸如 IEC 电源插座）的 AC/DC 变压器接收其电力供应）接收功率。电池和充电模块可从主电源或寄生地由能量转换系统 120 来充电。当 DC 调节器不从变压器接收电力时，电池可供应电力。接口装置 130 还可具有监控电源的 AC 电压（如果电源是 AC）并将输出提供到微控制器 205 的 AC 电压监控器。接口装置 130 还具有为模拟数字转换器（ADC）和微控制器 205 提供至少一个电压参考的模拟参考部件。

[0114] 接口装置 130 进一步包括用作与服务器 170 通信的外部通信接口的 GSM/GPRS 模块（具有上述部件 260、265 和 269 的功能）。GSM/GPRS 模块包括适当的硬件和软件接口 265 并且可选地包括短距离无线（Wi-Fi）通信模块 267 或与其协作。可选地，接口装置 130 可具有用于确认接口装置 130 的位置的 GPS 子系统 240。可替代地，可省略 GPS 子系统 240 以有利于确定接口装置 130 的物理位置的替代器件（诸如在其安装之后不属于接口装置 130 的单独 GPS 定位器）。

[0115] 接口装置 130 进一步包括与其它本地装置连接的模拟接口连接器和数字端口连接器，在某些情况下经由端口连接器向这样的装置提供控制信号并且在某些情况下从这样的装置接收输出信号，在下面进一步详细地描述其实例。此外，至少一个电流变压器和可选的三个电流变压器由接口装置 130 使用以测量本地能量转换或消耗装置的 DC 或 AC 电流。接口装置 130 的某些实施方式也可使用一根配线总线连接器以管理多个温度传感器。

[0116] 以下参考具体的实施实例来描述接口装置 130 的进一步的实施方式。

[0117] 太阳能热水器 – 实例

[0118] 太阳能热水系统使用太阳的自然能量来加热水。主要有三种类型的水热器，其分别使用不同的技术：

[0119] 热虹吸系统；分体式系统；以及热泵。

[0120] 能量收集系统 110 的这些太阳能热水形式可具有电气后备单元 155，该电气后备单元 155 也称为助力单元，在有些国家称为“热水器（geyser）”。助力单元 155 负责在太阳能热水系统不能提供所需要的加热时将水加热至所需温度。太阳能加热单元和助力单元 155 的主要功能是将水带到所需温度。太阳能加热单元发挥主要加热作用并且助力单元 155 仅在需要时使用。助力单元 155 是使用来自自主电源（电网 150）的能量来发挥功能的电气单元。

[0121] 系统的效率主要取决于太阳能加热单元。理想地，太阳能加热单元应能够提供将水加热到所需温度必需的能量，并且不使用助力单元 155。鉴于此，系统的效率主要取决于两个因素：

[0122] 1. 在给定一天中的太阳的持续时间和强度。

[0123] 2. 太阳能单元将最大量的太阳能转换为增加的水的热量的能力。

[0124] 如果上述因素中的任一个变化到最小加热需求都未得到满足的程度，则助力单元 155 将被激活。由于助力单元 155 利用来自电网 150 的能量，通过测量由该单元所消耗的能量，我们可以得出准确的碳排放量。整个系统的效率可通过测量水温 and 助力器能量消耗来确定。当水温处于所需的水平并且助力单元未使用能量时，则热水系统被认为是非常有效的。

[0125] 如果由光伏（PV）面板或太阳能农场（即大型 PV 板阵列）产生的电能未被使用、存储或返回到电网 150，则其会丢失。测量所产生的能源的量可能不是实际碳补偿的准确测量。相反，碳补偿的准确测量将是对所使用或所消耗的由可再生能源产生的而不是从正常

电源电网 150 汲取的能源的量的测量。

[0126] 上述太阳能热水系统可以图 1 中所示的方式结合接口装置 130, 其中这种太阳能热水系统表示一种能量收集系统 110 并且被加热的水由本地存储或消耗 145 表示。此外, 系统 100 可包括被布置为感测所存储的加热的水的温度并将指示所感测的温度的信号提供至接口装置 130 (并且可选地还提供至助力单元 155) 温度传感器 158 或一个以上的这种传感器。所测量的助力单元能量消耗与所感测的水温数据 (和使碳补偿进行计算的任何其它相关比较的温度信息) 以及限定采取测量的时间段的数据可一起经由网络 160 发送至服务器 170。该数据也可由接口装置 130 从耦接到热水供应单元的出口的流量计收集的流速数据来补充。可替代地, 取代将数据发送至服务器来执行碳信用额度计算, 可通过接口装置 130 的处理器 205 执行适当的程序代码来执行计算。

[0127] 在诸如上述的包括热水系统的系统 100 的实施方式中, 温度传感器 (作为传感器 158 的一个实例) 可被布置为感测与能量收集系统 110 相关联的储水装置的水温。在这样的实施方式中, 储水装置是由图 1 所示的本地存储或消耗 145 包括的一种类型能量耗散 (sink) 的实例。接口装置 130 可被配置为从温度传感器接收输出信号以确定所感测的水温。在这样的实施方式中, 接口装置 130 可被配置为监控水温并在处理器 205 可访问的本地存储器中报告和存储所收集的溫度信息。

[0128] 在某些实施方式中, 接口装置 130 也可被配置为将控制信号发送至能量收集系统 110 和备用加热系统 (即助力单元 155) 中的至少一个以控制热水装置中的水的加热, 从而使水保持处于或高于设定温度达设定的最小时间段。接口装置的这种监控和控制功能可由执行从接口装置 130 的本地存储器 205 读取的所存储程序代码的处理器来进行。

[0129] 该加热控制对于为水箱中的面临细菌或其他微生物生长的区域确保热水系统的水温不低于特定温度阈值可以是有用的。例如, 某些区域可能容易爆发军团菌病。军团菌病污染水箱的风险可通过使水箱中的水温保持在或高于预设温度以杀死有害细菌来尽量最小化。

[0130] 所描述的接口装置 130 的实施方式可在采用不同种类的能量收集系统 110 的不同种类的系统 100 内使用。接口装置 130 的这种实施方式在每种情况下都被配置位监控能量收集系统 110 的性能 (包括效率和能源使用) 并将以这种方式接收的数据存储、处理和转发到服务器 170, 以使服务器 170 能够计算由能量收集系统 110 产生的碳补偿, 并且从而计算由该系统产生的碳信用额度的量。因此由服务器 170 接收的数据也可被用来允许能量收集系统的所有者 (或赞助者) 经由通过网络 160 与服务器 170 通信的客户端计算装置 165 托管的用户接口远程地监控电加热水箱的电力使用和水箱温度。

[0131] 现在参考图 5 至图 14, 接着进行接口装置 130 的实施方式的特征和功能的更详细的描述。图 5 是根据某些实施方式的接口装置 130 的示意性电路图。

[0132] 微控制器单元 (MCU)

[0133] 微控制器单元 505 或 MCU 是如上所述的并在图 2 和图 4 中示出的处理器 205 的实例。MCU 505 是接口装置 130 和系统 100 的可再生能源产生部分的中央处理和控制单元。MCU 505 负责附接到其的所有其它模块的通信和控制。MCU 505 安装在承载本文描述的电路和电子部件的印刷电路板 (PCB) (未示出) 上。MCU 505 和 PCB 被容置在具有大致为 $10 \times 10 \times 3\text{cm}$ 量级的尺寸的模制塑料壳体 (未示出) 内。

[0134] 图 5 是包括 MCU 505 和 DC 检测单元 530 的相关联电路的集成电路的示意性电路图,其也在图 6A 中示出。图 6B 是可与 MCU 505 或类似的处理器一起使用的 AC 测量单元 630 的示意电路图。

[0135] MCU 505 是包括处理器核心、存储器和可编程的输入/输出外围设备的单个集成电路上的小型计算装置。在某些实施方式中,如图 5 所示,接口装置 130 的设计接收来自 Amtel 公司的 Atmega32u4 微控制器。Atmega32u4 是 8 位 AVR 基于 RISC 的微控制器,其具有 32KB 自编程闪存程序存储器、2.5KB SRAM、1KB EEPROM、USB2.0 全速/低速装置、12 通道 10 位 A/D 转换器和用于片上调试的 JTAG 接口。Atmega32u4 在 16MHz、2.7-5.5 伏操作下实现高达 16MIPS 的吞吐量。

[0136] 其它微控制器可被用于实现本文所描述的功能。优选地,这样的微控制器将能够实现 16MHz 或以上的工作频率、提供 USB2.0 (或技术相当) 支持、提供具有 10 位分辨率的至少八个 ADC 通道,并提供至少八个 I/O 外围设备。特别地,可在某些实施方式中使用 ATmega328P-AC 或 ATmega644PA-AU (见图 24 至图 34) 微控制器。ATmega644PA-AU 微控制器示于图 24 中并在下面进一步详细描述。

[0137] 以下功能由 MCU 505 进行:

- [0138] 1. 监听命令信号 (远程)。
- [0139] 2. 模块之间的通信。
- [0140] 3. 保持时钟信号。
- [0141] 4. 跟踪测量转换。
- [0142] 5. 跟踪维护周期。
- [0143] 6. 用于 GPRS 的实施应用栈。
- [0144] 7. 监控附接到其的 I/O 装置。
- [0145] 8. 数据存储和检索。
- [0146] 9. 错误恢复。
- [0147] 10. 远程编程。

[0148] 通信

[0149] 服务器 170 与接口装置 130 之间的通信经由通信子系统 260,其例如可通过图 5 中的 GSM/GPRS 处理芯片 507 来体现。从接口装置 130 到服务器 170 的数据通信例如可通过全球移动通信系统 (GSM) 经由通用无线业务 (GPRS) 来实现。可替代地,可使用合适的后代无线通信协议。通信子系统 260 还支持用于若干其他功能的基于 SMS 的命令集,例如以允许接口装置和/或耦接到其的装置的远程控制。在该文档中,进一步详述通信子系统 260 的细节。除了应用栈之外的 GSM 和 TCP/IP 栈的所有层由通信子系统 260 来操纵。

[0150] 高功率测量模块

[0151] MCU 505 在 5V DC 下运行。可通过 MCU 使用模拟数字转换器 (ADC) 来测量的最大值被限制到 5V DC。为了测量更高电压,使用可处理高达 64V 和高达 180A 的专用的 DC 测量单元 530。DC 测量模块 530 的输出被直接馈送到 MCU 505 以用于将该输出转换为有意义的测量结果。MCU 数字化处理 DC 测量模块 530 的模拟输出并且随后尺度化 (scale) 数字化量以恢复到正确的比例量 (例如高达 64V)。

[0152] 输入/输出 (I/O) 接口

[0153] 多个输入 / 输出接口被制成经由与 MCU 505 通信的 I/O 模块（未示出）可用。I/O 模块可与外部传感器（诸如温度传感器）连接，并将结果传递至 MCU 505。I/O 接口由 MCU 505 管理和控制。

[0154] 电池控制单元

[0155] 在某些实施方式中，接口装置 130 被设计为以寄生模式操作，这意味着接口装置可从其正在测量和控制的相同装置（诸如光伏面板（PV 面板或太阳能板））来对其本身供电。由于这些源系统的不同性质，接口装置 130 可能不能够汲取足够的能量来对其本身供电。为此，使用电池（诸如连接到电池端子 517 的锂聚合物电池）来提供备用电源。

[0156] 锂聚合物电池的充电和管理应小心地控制，以便最大化电池的寿命并且还防止由于电池的过度排放或过度充电造成的任何损害。专用电池控制单元 515 的任务是管理和控制电池充电 / 放电周期的功能；电池控制单元 515 经由中央总线与 MCU 505 通信。

[0157] 时钟源

[0158] 外部 16MHz 晶振用作 MCU 505 的时钟源 545。SMD16MHz 晶振可连接到 MCU505 的 XTAL1 和 XTAL2 引脚。使用 CKSEL[3:0]0000 的闪速 (Flash) 熔丝位来设置装置时钟选项。对于所有的熔丝，“1”意味着未被编程，而“0”意味着被编程。对于两个晶振，电容 C1 和 C2 应始终相等。电容的最佳值取决于晶振、杂散电容的量和环境的电磁噪声。对于 8.0MHz-16.0MHz 频率的晶振，应使用 10pF - 22pF 电容。

[0159] 编程

[0160] MCU 505 中预配置的引导加载程序 (boot loader) 支持提供了真正的同时读 - 写自编程机制，以通过 MCU 505 本身来下载和上载程序代码。该特征允许由 MCU 505 使用机器内存 (Flash-resident) 的引导加载程序来控制的灵活的应用软件更新。引导加载程序可使用任何可用的数据接口和相关联的协议来读取代码并将该代码写入（编程）闪存（未示出）中，或从程序存储器读取代码。引导加载程序部分中的程序代码具有写入整个闪存 (flash)（包括引导加载程序存储器）的能力。引导加载程序可因此甚至修改其本身，并且如果不再需要该特征则也可从代码中清除其本身。

[0161] MCU 505 程序代码可例如经由通用串行总线 (USB) 端口 540 使用加载应用来上载到闪存。来自 Amtel 公司的 8 位超级 AVR 微控制器系列可包括 USB 接口装置，其是利用位于控制器的片上闪存 (flash) 引导部分中的 USB 引导加载程序配置的工厂 (factory)。该 USB 引导加载程序允许从 USB 主机控制器执行系统内编程，而无需从系统中移除部件或无需预编程的应用，并且不需要任何外部编程接口。

[0162] USB 连接器 540 安装在电路板上以用于编程和现场调试的目的。USB 连接器 540 的引脚 2 和 3 分别连接 MCU 505 的端口 -D 和 +D。此外，MCU505 也可使用串行外围接口 (SPI) 总线（未示出）来编程。

[0163] 电源

[0164] 装置的主电源可由 3.7V 锂聚合物电池（未示出）来供应。MCU 505 能够在 2.7V 和 5.5V 之间操作。GSM 模块 507 要求能在 3.4V-4.5V 之间和高达 2A 的尖峰电流来供应的电源。

[0165] 电源设计对于 GSM 模块 507 是非常重要的。应遵循设计准则以确保模块的合适性能。VBAT (VCC) 电压应在任何时候都是： $3.4V < VBAT < 4.5V$ 。在突发传输期间，电流消耗最

高。在此期间,VBAT 电压降低到其最低水平。这在图 7 中示意性地示出。如果电压降低到低于 3.4V, GSM 模块将复位。在选择电源时,应考虑这些参数。3.7V 锂聚合物电池能够提供在这些条件下操作的恒定电源。

[0166] 接口装置 130 被设计为能够工作在寄生功率模式下。它可从所测量的(输入)源中汲取所需要的功率。例如,在测量光伏(PV)面板(作为能量转换系统 120 的一个实例的功耗)时,接口装置 130 可从 PV 面板汲取功率来为本身供电。因为接口装置 130 在正常操作下仅汲取几毫安的电流,所以功耗很小并且在寄生供电模式下工作时为了测量的目的可被忽略。当在这种模式下操作时,接口装置 130 不直接从所测量的输入源中来供电,因为所测量的输入源可能不能对接口装置 130 提供合适的稳定电源。相反,所测量的功率源可用于给电池充电并且接口装置 130 总是由电池来供电。

[0167] LM7805 电压调节器 520 可被用于将来自所测量的输入源的电压步降至 5V DC。由于 LM7805 是线性调节器,所以在加热时损失了一些功率。LM7805 应与散热器(heat sink)一起安装在接口装置 130 的主体上。LM7805 能够将电压从 7V-35V 步降至 5V DC。加热会随着输入与输出电压之间的差异而增加。理想地,输入电压尽可能的接近 12V。LM7805 的输出被用于向包括电池控制单元 515 和电池端子 517 的电池充电电路提供 DC 输入。

[0168] 电池充电电路可被更新以包括 5V 电源,其可直接连接到充电电路(515/517)。在这种情况下,电池将操作为备用电源。

[0169] 充电

[0170] 充电和放电电池是一种化学反应。锂聚合物(Li-Poly)电池对于过充电和过放电是非常敏感的。这可能会对电池造成永久的损坏。在某些情况下,如果在高电压下充电,Li-Poly 电池可能会爆炸。在给 Li 聚合物电池充电时,应特别注意。

[0171] Li 离子充电器是类似于铅酸系统的电压限制装置。不同之处在于每个单元(cell)更高的电压、更严格的电压容差和在完全充电时没有滴流(trickle)或浮充(float charge)。而铅酸电池在电压截止(cut-off)方面提供了某些灵活性,Li 离子电池的制造对于正确的设置是非常严格的,因为 Li 离子不能接受过度充电。大多数电池充电 4.20V/单元,其中耐受性是 $\pm 50\text{mV}$ /单元。更高电压可增加容量,但由此产生的电池氧化会减少使用寿命。如果充电超出 4.20V/单元,更重要的是安全问题。

[0172] 专用电池充电电路用于管理电池充电的不同阶段。接口装置 130 的实施方式可使用市售的来自马克西姆半导体的 MAX1555 芯片作为电池控制单元 515。MAX1555 单元提供用于以安全方式给单个 Li 聚合物单元充电的完整的电气接口且除了几个电容之外无需外部部件。电池控制单元 515 可支持两种充电模式,包括 USB 和 DC。DC 充电可高达 280mA 并支持高达 7V 的电压。MAX1555 还提供指示充电电流何时达到 50mA 以上的低电平有效开漏(open-drain)CHG 引脚。当电池控制单元 515 检测到过热时,它将会逐渐减小充电电流,直到达到安全水平。如果电池处于极端放电状态($\text{VBATT} < 3\text{V}$),则电池控制单元 515 将提供 40mA 的预充电电流以便不损坏它。

[0173] MAX1555 无需任何代码来进行接口。其 CHG 引脚可挂接到微控制器来通知何时电池充电完成。MAX1555 是电池控制单元 515 的一个实例且可被替换为其它充电器集成电路,诸如微芯片的 MCP73831。

[0174] 测量

[0175] 接口装置 130 的主要功能之一是测量连接到测量模块 530 的输入源端子的源的功率。功率是产生或消耗能量的速率。千瓦时 (kWh) 是相当于一小时 (1h) 的时间花费一千瓦 (1kW) 功率的能量的单位。

[0176] 以瓦特形式的功率由下式导出：

[0177] $P = I \cdot V$, 其中 P 是功率 (瓦特), I 是电流消耗且 V 是电压。

[0178] 图 6B 是实例 AC 测量单元 630 的电路图。对于电流测量, 输入源电路中的电流对于直接利用微控制器接口来测量会太高。在这种情况下, 使用电流变压器 (CT)。电流变压器产生与输入源电路中的电流精确地成比例的降低的电流 (其可被测量)。负载电阻并联连接到变压器线圈。当电流流经该电阻时, 其在电阻之间产生电压降。使用 MCU 505 的 ADC 通道来测量该电压降, 使用欧姆定律, 电路中的电流可被如下计算。

$$[0179] \quad I = \frac{V}{R}$$

[0180] 其中 I 是电流, V 是电压, 并且 R 是电阻。

[0181] 由于 MCU 505 的 ADC 通道只能够测量正电压, 因此添加 DC 偏压。在软件中使用作为 MCU 505 的数字信号处理 (DSP) 功能的一部分的滤波器将 DC 分量移除。

[0182] 对于电压测量, 步降变压器用于将线路电压从 110V-250V 降到 7.5V-12V AC。降压变压器的次级线圈连接到分压器 (voltage divider) 网络, 以将电压范围带入 ADC 通道的测量范围内。类似于电流测量单元, 添加 DC 偏压, 以为了测量的目的将范围保持在正值。

[0183] 图 6A 是在所测量的 (输入) 功率是 DC 源时使用的 DC 测量单元 530 的电路图。对于测量电路具有两个部分: 电流和电压测量。为输入源提供了三个端子。

[0184] 对于电流测量, 1Ω 分流电阻 ($R3$) 串联在输入源的 In (Ext-1) 与 Out (Ext-2) 端子之间。使用 MCU 505 的差分模拟数字转换器 (ADC) 来测量穿过 $R3$ 的电压降。ADC 通道 ADC0 和 ADC1 用于测量差分电压降。通过电阻的电流可使用欧姆定律来计算：

$$[0185] \quad I = \frac{V}{R},$$

[0186] 其中, I 是电流, 并且 V 是穿过分流电阻的电压降。如果我们使用 1Ω 的电阻, 则 R 是 1。

[0187] 在串联电路中, 通过每个部件的电流是相同的。这意味着, 由输入源装置所消耗的电流与通过 $R3$ 的电流相同, 因为它们是串联连接。测量通过 $R3$ 的电流会给出电流消耗。 $R3$ 可以是线绕电阻。线绕电阻通过将细线卷绕到陶瓷棒上来制成。它们在测量装置的使用中是非常精确的。它们可穿过大电流, 而不会在大电流电路中过热。可选择 $R3$ 的低值 (诸如 1Ω) 以最小化能量损失。

[0188] 对于电压测量, 大多数 MCU 的 ADC 仅能够测量小于或等于电源电压 (V_{CC}) 的模拟电压, 其通常是 5V。在这种情况下, 预期的输入源电压处于比 5V 更高的范围内, 通常是 12V 或以上。分压器网络被用于克服这个问题。分压器是产生是其输入电压 (V_{in}) 的一小部分的输出电压 (V_{out}) 的简单线性电路。在这种情况下, V_{out} 是相对于输入电压源小于 5V 的成比例的电压。

$$[0189] \quad V_{out} = \frac{R2}{R2 + R1} V_{in}$$

[0190] V_{out} 连接到 MCU 505 的 ADC 通道 ADC4。

[0191] 因此,源极电压 V_{in} 可如下来计算

$$[0192] \quad V_{in} = \frac{R2 + R1}{R2} V_{out}$$

[0193] 上面的方法是测量电流和电压的简单和高度精确的方法。然而,基于霍尔效应或其它方法的市售的集成电路可被用于电压测量的目的。无论使用何种方法,应注意,仅向 MCU 505 的 ADC 端口提供小于最大耐受电压(例如 5V)的电压。

[0194] 关于高电流和电压测量,步降变压器可被用于读取成比例的值,而不是直接测量高能量源。

[0195] 参考电压

[0196] ADC 的输出使用以下公式来计算:

$$[0197] \quad ADC = \frac{V_{in} \cdot 1023}{V_{ref}}$$

[0198] 在差分通道的情况下,

[0199]

$$ADC = \frac{(V_{pos} - V_{neg}) \cdot \text{增益} \cdot 512}{V_{ref}}$$

[0200] 通过这些公式,明显的是,参考电压 V_{ref} 在获得准确的 ADC 读数中起着重要作用。如果 VCC 用作 V_{ref} ,则在电池的功率退化时, V_{ref} 值将减小,这将影响 ADC 读数的准确性。这可能会产生错误的结果。为了避免这个问题,MCU 505 被编程为使用来自 MCU 505 的 AREF 引脚的 V_{ref} 。

[0201] 为此目的,专用电压参考电路 535 被用于为 MCU 505 中的 ADC 提供恒定的参考电压。虽然存在许多方法来实现这个,接口装置 130 的某些实施方式使用 LM3940IT3、低压差 3.3V 固定电压调节器 IC。LM3940 是真正的低压差调节器,且其可保持其相比 3.8V-5V 之间的输入电压的 3.3V 的输出。因为 Li-Ploy 电池在该范围内操作,所以 3.3V 的恒定参考电压可被提供至 MCU 505。

[0202] 电压参考电路 535 可利用 LM336、2.5V 参考电压调节器来改进。该单片 IC 参考电压操作为具有 0.2W 动态阻抗的低温度系数 2.5V 齐纳。

[0203] 温度测量

[0204] 温度是要测量的重要参数之一以计算可再生能源装置(诸如太阳能热水器)的碳补偿。

[0205] 许多合适的温度传感器目前都有市售。最流行的温度传感器是 1-Wire 温度传感器 DS18S20 和其它基于齐纳的传感器,诸如 LM 系列传感器(LM135)。LM135 具有与绝对温度直接成比例的击穿电压。这些传感器需要校准并连接到 MCU 505 的 ADC 通道以用于温度测量。它们不需要复杂的软件来实施。这些传感器的唯一缺点是:每个传感器需要专用的 ADC 通道。在所需传感器的数量少于 3-5 个的安装中,这是简单的选择。

[0206] 1-Wire 装置只需要两根线来操作:数据和接地。很多 1-Wire 装置可附接到形成 1-Wire 网络的单个总线。对于可附接到总线的装置的数量,没有上限。由于所有的装置都连接到单个总线(数据),仅需要 MCU 的单个端口来操作附接到总线的所有装置。对于要求

超过 3 至 5 个传感器的安装,这将是优选的选择。至 1-Wire 实施的缺点是需要更复杂的软件来驱动 1-Wire 装置。

[0207] 全球移动通信系统 (GSM)

[0208] 所描述的接口装置 130 的实施方式使用 GSM 作为到服务器 170 的通信的主要模式。接口装置 130 可结合能够实现通用分组无线业务 (GPRS) 的市售的 ADH8066 GSM 模块。具有 UART(通用异步发射器/接收器)接口的任何能够实现 GPRS 的 GSM 模块可被用于该目的。

[0209] GSM 模块利用可直接安装到接口装置 130 主 PCB 上的匹配的母连接器的 DF12D 50 引脚插入式连接器来预先组装。MCU505 与 GSM 模块 507 之间的通信经由全双工 UART。GSM 模块 507 的 TX0(14) 和 RX0(16) 引脚分别连接到 MCU 505 的 RX 和 TX 引脚。10K(R6) 电阻用作下拉电阻,以在 GSM 模块 507 未通电时避免背景噪声。AT 命令(海斯命令集)可被用于驱动 GSM 模块 507。

[0210] 用于 GSM 模块的上电过程 1100 在下文中更详细地说明并在图 11 的流程图中示出。在该过程中使用 GSM 模块 507 的引脚 ONKEY(41)。该过程涉及使用开关 525(诸如晶体管)将 ONKEY 引脚以接地达规定的时间量。NPN 晶体管 BC639 可被用于该目的。MCU 505 的 ONKEY 控制引脚 PB1 连接到晶体管 525 的基极。GSM 模块 507 上的 ONKEY 引脚连接到晶体管 525 的集电极,而晶体管的发射极接地。由此,PB1 上的高电平信号可驱动开关晶体管 525 并因此拉动 GSM 模块 507 上的 ONKEY 引脚接地以接通或断开 GSM 模块 507。

[0211] 为了激活 AT 命令集,在上电过程中,GSM 模块 507 的引脚 CTS0 和 DSR0 需要在短时间内被驱动为高电平。这可通过将这些引脚连接到 MCU 505 的引脚 PB2 来实现。

[0212] 在模块被上电时,GSM 模块 507 的引脚 1.8V(31) 产生相对于接地的 1.8V 电压。GSM 模块 507 的上电状态通过 MCU 505 使用 1.8V 的引脚(引脚 31)(其连接到 MCU 505 的 ADC 通道 ADC5)来监控。

[0213] 外部无线天线(未示出)安装在接口装置 130 的壳体的内部或外部,天线例如可经由 U.FL RF 连接器连接到 GSM 模块 507。

[0214] 可使用很多其它通信方法来在接口装置 130 与服务器 160 之间通信,诸如到计算机(其又连接到服务器 160)的直接网络(TCP/IP)或 USB 连接。对于远程位置监控,可使用卫星通信模块来代替 GSM 模块 507。由于对 GSM 网络的接入是广泛可用的并且覆盖范围正在迅速增长,因此为了该设计选择 GSM 模块。

[0215] 软件设计

[0216] 存储器管理

[0217] 与现代计算机相比,微控制器具有很小的存储器。由于这个限制,存储器管理应是设计基于复杂的微控制器的装置的重要考虑因素。

[0218] MCU 505 的 Amtel AVR 结构具有两个主要存储器空间,数据存储器 and 程序存储器空间。此外,某些这样的 MCU 具有用于数据存储的 EEPROM(电可擦可编程只读存储器)。所有这三个存储器空间都为线性的和常规的(regular)。

[0219] 在某些实施方式中的用作 MCU 505 的 ATmega32U4 微控制器包括用于程序存储的 32K 字节片上系统内可编程闪存。因为所有的 AVR 指令都是 16 位或 32 位宽,所以闪存(Flash)被组织为 16K×16。对于软件安全,闪存程序存储器空间分为两个部分:引导程序

部分和应用程序部分。

[0220] 闪存

[0221] 闪存具有至少 100,000 写 / 擦除周期的持久力。MCU 505 的程序计数器 (PC) 可以是 16 位宽, 因此寻址 32K 程序存储器位置。

[0222] SRAM 数据存储器

[0223] MCU 505 具有静态随机存取存储器 (SRAM), 其提供数据剩磁同时仍然是不稳定的。ATmega32U4 是具有比可在 IN 和 OUT 指令的操作代码中预留的 64 位置内支持的更多的外围设备单元的复杂的微控制器。对于从 SRAM 中的 \$060-\$0FF 的扩展 I/O 空间, 可只使用 ST/STS/STD 和 LD/LDS/LDD 指令。

[0224] SRAM 数据存储器在图 8 中示意性地示出。第一 2,816 个数据存储器位置寻址寄存器文件、I/O 存储器、扩展 I/O 存储器和内部数据 SRAM。第一 32 个位置寻址寄存器文件、紧接着的 64 个位置寻址标准 I/O 存储器, 然后扩展 I/O 存储器的 160 个位置和紧接着的 2,560 个位置寻址内部数据 SRAM。

[0225] 数据存储器的五个不同寻址方式包括: 直接寻址、利用位移的间接寻址、间接寻址、利用预减的间接寻址和利用后增的间接寻址。在寄存器文件中, 寄存器 R26 至 R31 的特征在于间接寻址指针寄存器。直接寻址到达整个数据空间。

[0226] 利用位移的间接寻址模式从由 Y 或 Z 寄存器给出的基址到达 63 个地址位置。当使用自动预减和后增的寄存器间接寻址模式时, 地址寄存器 X、Y 和 Z 增加或减少。32 个通用工作寄存器、64 个 I/O 寄存器和 ATmega32U4 中的内部数据 SRAM 的 1.25/2.5K 字节都可通过所有这些寻址模式来访问。

[0227] EEPROM 数据存储器

[0228] 在某些实施方式中用作 MCU505 的 ATmega32U4 微控制器包括 1K 字节的数据 EEPROM 存储器。其可组成为独立的数据空间, 其中可读取和写入单个字节。EEPROM 具有至少 100,000 写 / 擦除周期的持久力。在下面描述 EEPROM 与 CPU 之间的访问, 其指定 EEPROM 地址寄存器、EEPROM 数据寄存器和 EEPROM 控制寄存器。

[0229] 串行外围设备接口 -SPI

[0230] 串行外围设备接口 (SPI) 允许 MCU 505 与其它外围设备之间的高速同步数据传输。SPI 支持全双工通信。在 MCU 505 中, SPI 可被用于系统内编程。

[0231] UART/ 发送和接收串行数据

[0232] 通用异步接收器 / 发送器 (UART) 获取数据的字节并按照顺序的发送各个位。在目的地, 第二 UART 将位重新组装成完整字节。每个 UART 包含移位寄存器, 这是在串行与并行形式之间转换的基本方法。通信可是“全双工”(同时发送和接收)或“半双工”(装置轮流发送和接收)。

[0233] 字符成帧

[0234] 每个字符被发送, 作为逻辑低电平起始位、8 个数据位、可选的奇偶校验位, 和一个或多个逻辑高电平停止位。起始位告知接收器新字符就要到来。紧接着的八位代表字符。跟随数据位的可以是奇偶校验位。紧接着的一位或两位始终处于标记 (逻辑高电平, 即“1”) 状态并称为停止位。它们告知接收器字符完成。由于起始位是逻辑低电平 (0) 并且停止位是逻辑高电平 (1), 因此在前一个字符与下一个字符之间总是有清楚的划分。这在图 9 中示

意性地示出。

[0235] 编程语言

[0236] 可使用低级语言（诸如 C 语言或汇编）对 MCU 505 编程。也可使用两者的组合。所描述的接口装置 130 可使用 C 和汇编两者的组合以用于其软件实施。在时序（timing）是至关重要的时使用汇编 / 行间汇编。执行指令的 MCU 周期数可仔细地定制以满足时序要求。

[0237] 主程序流程

[0238] 接口装置 130 的控制方法的主程序流程图 1000 由图 10 中的流程图示出。首先执行一系列初始化步骤 1010 以从去电（de-powered）状态设置接口装置，在此之后，在 1020，将默认配置保存到 EEPROM，并且执行监控、控制和通信循环 1030 以提供本文所述的接口装置 130 的主要监控、控制和通信功能。

[0239] 系统时钟预分频器

[0240] MCU 505 具有系统时钟分频器，并且系统时钟可通过设置时钟预分频器寄存器 -CLKPR 来划分。此特征可在处理功率的要求很低时用于降低系统时钟频率和功耗。作为初始化步骤 1010 中的其中一个，设置系统时钟预分频器。接口装置 130 通过将 CLKPR 设置为零来使用 MCU 505 的全功率。

[0241] 程序存储器效用

[0242] MCU 505 可具有 32K 字节的程序（闪速）存储器。不是所有的都被用于存储程序（软件）本身。因为 SRAM 和其它可用存储器的量是有限的，所以可尽可能的使用程序存储器。可从用于 AVR 系列微处理器的 <avr/pgmspace.h> 函数库中获得许多函数。该库提供接口用于访问存储在接口装置 130 的程序空间（闪存）中的数据的程序。

[0243] 初始化 USB

[0244] 微控制器 505 可具有可被用于编程、调试或者与 PC 或服务器串行通信的 USB 输出。所需的初始化序列作为初始化步骤 1010 中的其中一个被执行，以使 USB 准备好并可由主机系统识别。

[0245] MCU 可以能够自动调节用于 USB 通信的波特率。所有的测试和调试以 9600 的波特率来执行。波特率是每秒的符号数或每秒的脉冲数。它是符号速率的单位，也被称为波特速率或调制速率。

[0246] 初始化 UART

[0247] MCU 505 的硬件 UART 接口作为初始化步骤 1010 中的其中一个与 UART 数据接收中断一起被初始化。MCU505 的 TX 和 RX 引脚现在准备分别发送和接收数据。115200 的波特速率被用于与 GSM 模块通信。

[0248] 推导 UBRR 的通式是：

$$[0249] \quad UBRR = (((F_CPU / (USART_波特率 * 16UL))) - 1)$$

[0250] 其中，F_CPU 是 16MHz (16000000Hz) 的频率并且 USART_波特率是 115200。

[0251] 在接口装置 130 的测试中，发现当使用上述公式来计算 UBRR 时；与 GSM 的通信不稳定。为了纠正这个问题，使用如下新公式：

$$[0252] \quad UBRR = (((F_CPU) + 8 * (USART_波特率)) / (16 * (USART_波特率))) - 1)$$

[0253] 在该阶段，发送和接收缓冲器也被初始化。

[0254] 初始化毫秒计时器 (Millistimer)

[0255] 与 GSM 模块 507 通信的唯一模式是经由 UART。当命令被发送至 GSM 模块 507 或当 MCU 505 需要等待来自 GSM 模块 507 的数据时, MCU505 将等待规定的时间量。一旦过去了这个时间,而没有来自 GSM 模块 507 的响应,则 MCU 505 通过处理下一个操作来继续。这可以是恢复任务。如果规定了超时,则 MCU 505 可在 GSM 命令失败的事件中永远等待。为了避免这个问题,为对 GSM 模块 507 的每个命令调用来实施超时。如果 GSM 模块 507 在超时时间段内未返回,则 MCU 505 继续其操作。

[0256] 毫秒计时器是对自从 MCU 上电后所过去的毫秒数进行计数的计时器。这可用于实施要求毫秒的超时功能或任何计数器。计时器 0 (其可以是 8 位计时器) 用于计时超时时间段。初始化功能作为初始化步骤 1010 中的其中一个配置该时间和所需的全局变量以保持毫秒计数器。计数器变量可以是 32 位整数。计数器将每隔 49 天重置,因为其可保持的最大值是 0xFFFFFFFF (4294967295)。

[0257] 初始化模拟数字转换 (ADC)

[0258] 模拟数字转换是将模拟信号转化为等效的数字信号的处理。DC 或 AC 测量单元 530/630 的输出是模拟信号。MCU 505 具有多个 ADC 通道以读取该信息并将其转换为等效的数字信息以用于内部转换和计算。

[0259] 作为初始化步骤 1010 中的其中一个, ADMUX 和 ADCSRA 寄存器被用于配置 ADC 通道。在初始化过程中,对应 ADC 引脚上的数字输入缓冲器被禁用。这减少了在输入缓冲器中的功耗。ADMUX 寄存器被配置为使用外部参考并且 ADCSRA 寄存器被配置为使用 128 的预分频器并启用 ADC。

[0260] 初始化全球移动通信系统 (GSM)

[0261] 用于 GSM 模块 507 的引脚 POWRER、ONKEY 和 DSR-CTS 的对应的 MCU 引脚被配置为控制 GSM 模块 507 的输出引脚。作为初始化步骤 1010 中的其中一个,通过设置用于 DSR-CTS 的 MCU 引脚设置为高电平并将用于 ONKEY 的 MCU 引脚设置为低电平来启用默认设置。在此之后,初始化上电过程 1100,如图 11 所示。

[0262] 在成功上电后,向 GSM 模块 507 发出“AT”命令。如果由 GSM 模块 507 返回“可以”的结果,则 GSM 模块 507 准备接受进一步的命令。在该阶段,在初始化过程 1010 中,为 SIM (用户身份模块) 引脚检查 EEPROM。如果是可用的,则 GSM 模块 507 使用命令“AT+CPIN “被提供 SIM 引脚。

[0263] 初始化 ADC 计时器

[0264] 为了计算输入源上的功耗,应定期地 (例如每秒) 测量电压和电流。为了维持由接口装置 130 执行的功率测量的准确性,测量的频率是精确的非常重要,为了实现此,作为初始化步骤 1010 中的其中一个,为 ADC 通道初始化专用计时器。在此使用计时器 1 (16 位计时器)。启用输出比较中断 (其将每秒触发一次)。

[0265] 初始化通用计时器

[0266] 定期地执行多个一般性动作。这包括响应排队的 GSM 请求、清理操作以及将数据发布到服务器 170。作为初始化步骤 1010 中的其中一个,初始化计时器 Timer3 以在每个预设的间隔 (例如这可能是每 4 秒) 之后触发输出比较中断。

[0267] 全局中断

[0268] 仅在如果设置全局中断标记时才启用中断。直到此时所有的中断被配置并准备行动。一旦全程中断标记被设置为步骤 1010 的一部分,将启用之前配置的所有中断。这可通过调用函数 sei() 来完成。

[0269] 闪速 (flash)USB

[0270] USB 可在缓冲器中包括操作系统或其它软件命令。在初始化过程 1010,该缓冲器被清除。这将确保任何孤立的命令被清除,为新命令腾出空间。

[0271] EEPROM 默认值检查

[0272] 在某些实施方式中用作 MCU505 的 ATmega32u4 的特征在于 1K 字节 (1024) 的内部 EEPROM。不同于 MCU505 内的其它存储器,写入 EEPROM 的数据被永久地保存,这意味着数据被保留在 EEPROM 存储器中,即使设备被关闭。为此,接口装置配置信息存储在 EEPROM 内。在初始化过程中,在步骤 1020 中检查 EEPROM 标记、配置设置标记。如果未设置标记,则默认配置值被加载到 EEPROM 中。如果设置标记,该忽略步骤将。

[0273] 无限循环

[0274] 在 EEPROM 标记检查之后,当由 MCU 505 初始化主函数循环 1030 时,主监控、控制和通信函数启动。一旦该主函数循环 1030 完成执行,则函数将被终止。对于接口装置 130 的正常运转,这通常是不期望的,因为通常期望接口装置将一天 24 小时运行直到切断电源。这可通过在主函数循环 1030 内运行无限 (无端) 循环来实现。

[0275] 操作状态标记

[0276] 存在 3 个全局操作状态标记 :GSMDDataFlag、PostDataFlag 和 MaintenanceFlag。当特定活动被排队时,这些标记通过主函数循环 1030 的不同部分来启用。

[0277] GSMDDataFlag

[0278] 当 GSM 命令在 GSM 数据缓冲器中是可用的时,设置 GSMDDataFlag。这可以是经由 SMS 或 GPRS 从服务器 170 接收的命令。

[0279] PostDataFlag

[0280] 通用计时器中断负责设置该标记。该标记每 5 分钟通过计时器中断来启用。

[0281] MaintenanceFlag

[0282] 该标记也通过通用计时器中断来设置。维护活动每 2 分钟执行一次,因此该标记每 2 分钟通过通用计时器来设置。

[0283] 检查和处理串行数据 (功能 1032)

[0284] 来自串行端口 (USB) 的数据被用于命令处理以用于故障查找和调试目的。当数据发送就绪 (DTR) 在串行端口上被启用时,该处理 (process) 被激活。处理等待数据出现在串行缓冲器中。不执行动作直到分隔符“;”被发送到缓冲器。字符“;”是命令终止符。一旦接收到命令,控制被传递至函数 processRequest() 以采取进一步的动作。默认情况下的处理控制等待数据到达串行数据缓冲器中。仅在如果设置其它操作状态标记时才退出等待。串行 (USB) 端口可被用于与可作为装置的命令中心的 PC/ 服务器通信。

[0285] 检查和处理 GSM 数据 (功能 1034)

[0286] 当数据从 GSM 模块 507 到达时,它被放置在 GSM 数据缓冲器 (UART 缓冲器) 中。当发生这种情况时,设置操作状态标记 -GSMDDataFlag。一旦设置 GSMDDataFlag,则处理控制移动到 GSM 数据处理。

[0287] 在该阶段,GSMDDataFlag 被清除并且调用函数 getATResultWithTimeout 以从缓冲器中检索 GSM 数据。在从缓冲器中检索数据后,控制被传递至函数 processRequest() 以采取进一步的行动。

[0288] 数据发布处理 (功能 1036)

[0289] 当通过通用计时器设置“PostDataFlag”的操作状态标记时,处理控制移动到该处理。这每 5 分钟发生一次。在该阶段,标志被清除并且调用函数 postData() 以进行进一步处理。

[0290] 维护处理 (功能 1038)

[0291] 用于维护功能的操作状态标记“MaintenanceFlag”通过通用计时器每 2 分钟设置一次。当设置该标记时,处理控制移到到维护处理。

[0292] 在该阶段,“MaintenanceFlag”被清除并且执行维护活动。当前唯一激活的活动是要处理未决的 SMS 请求。当接收到 SMS 请求时,如果接口装置 130 未执行任何激活的任务,则它会将其立即处理;否则它被排队以在稍后的阶段被处理。也可在该阶段处理 GPRS 请求。

[0293] 下面提供了在主函数循环 1030 过程中执行的 MCU 505 的主函数的函数定义。

[0294] MCU 主函数定义:

[0295] uint8_t MaintenanceFlag(void)

[0296] uint8_t PostDataFlag(void)

[0297] uint8_t GSMDDataFlag(void)

[0298] uint8_t SerialDataFlag(void)

[0299] void send_str_p(const char*S)

[0300] void send_str(const char*S)

[0301] uint8_t recv_str(char*buf,uint8_t size)

[0302] void saveDefaultConfigValues(void)

[0303] uint8_t processRequest(char*req,uint8_t origin)

[0304] void postData()

[0305] uint8_t processSMSRequest(char*req)

[0306] uint8_t processGSMRequestBuffer(void)

[0307] double getVoltage(void)

[0308] double getCurrent(void)

[0309] double getGSMVoltage(void)

[0310] double measurePower(void)

[0311] double calcACPowerHPF(uint16_t division)

[0312] MaintenanceFlag()

[0313] 参数

[0314] 无

[0315] 返回

[0316] uint8_t: “MaintenanceFlag” 状态

[0317] 描述

[0318] 该函数返回操作状态标记“MaintenanceFlag”的状态

[0319] PostDataFlag()

[0320] 参数

[0321] 无

[0322] 返回

[0323] uint8_t: “PostDataFlag”状态

[0324] 描述

[0325] 该函数返回操作状态标记“postDataFlag”的状态和来自 MaintenanceFlag() 的输出的反转的逻辑与。这可确保如果维护操作正在进行中,则 PostData() 函数将等待它完成。

[0326] GSMDDataFlag()

[0327] 参数

[0328] 无

[0329] 返回

[0330] uint8_t: “GSMDDataFlag”状态

[0331] 描述

[0332] 该函数返回操作状态标志‘gsm_DataFlag’的状态和来自 MaintenanceFlag() 的输出的反转的逻辑与以及“PostDataFlag()”的输出的反转的逻辑与。这可确保如果维护或转发数据功能正在进行中,则 GSM 数据操作者将等待它完成。

[0333] SerialDataFlag()

[0334] 参数

[0335] 无

[0336] 返回

[0337] uint8_t: “SerialDataFlag”状态

[0338] 描述

[0339] 该函数返回 USB 控制柄、DTR、GSMDDataFlag() 的反转、PostDataFlag() 的反转和 MaintenanceFlag() 的反转之间的逻辑与。这确保如果设置任何其它标记,那些函数具有优先权。

[0340] send_str_p(const char*s)

[0341] 参数

[0342] const char*s :到程序空间中的字符阵列的指针。

[0343] 返回

[0344] 无效值

[0345] 描述

[0346] 该函数将字符阵列发送至 USB 串行端口。请注意,PSTR 应被用于在阵列将驻留在程序空间中时将字符环绕其中以用于这个函数。

[0347] send_str(const char*s)

[0348] 参数

[0349] const char*s :到字符阵列的指针

[0350] 返回

[0351] 无效值

[0352] 描述

[0353] 该函数将字符阵列发送至 USB 串行端口。

[0354] `recv_str(char*buf, uint8_t size)`

[0355] 参数

[0356] `const char*s`:到字符阵列缓冲器的指针

[0357] `uint8_t size`:缓冲器的大小

[0358] 返回

[0359] `uint8_t`:缓冲器中的字符数

[0360] 描述

[0361] 该函数从 USB 串行端口中接收字符阵列。这个函数将等待终止字符“;”或直到缓冲器已满。

[0362] `saveDefaultConfigValues(void)`

[0363] 参数

[0364] 无

[0365] 返回

[0366] 无效值

[0367] 描述

[0368] 该函数将默认设备配置保存到 EEPROM 中。

[0369] 保存的值是：

[0370] `EEPROM_ADDR_GSM_SIM_` 引脚:GSM 引脚

[0371] `EEPROM_GSM_APN`:APN 服务器名称

[0372] `EEPROM_GSM_APN_USERNAME`:APN 服务器用户名

[0373] `EEPROM_ADDR_GSM_APN_` 密码:APN 服务器密密码

[0374] `EEPROM_ADDR_GSM_` 域:数据服务器域

[0375] `EEPROM_ADDR_GSM_HTTP_GET`:数据服务器 API

[0376] `EEPROM_ADDR_INITIAL_CONFIG_` 标记:设置配置保存标记

[0377] `processRequest(char*req, uint8_t origin)`

[0378] 参数

[0379] `char`:请求字符串

[0380] `uint8_t`:请求的来源 (`REQ_ORIGIN_SERIAL`, `REQ_ORIGIN_GSM`)

[0381] 返回

[0382] 无效值

[0383] 描述

[0384] 源自串行端口 (USB) 540 或 GSM 模块 507 的请求利用该函数来处理。解译请求命令并且采取适当行动。参数来源识别请求来源并且请求字符串包括原始请求。所有串行请求应利用限定符“CT-”开始。如果未找到该限定符,则函数返回错误并且忽略请求。所有的命令应利用终止字符“;”来终止。

[0385] 串行命令：

[0386]

命令	动作
CT-ON;	给 GSM 模块 507 上电
CT-OFF;	给 GSM 模块 507 断电
CT-AT<Command	将 AT 命令发送到 GSM 模块 507。命令字符串可

[0387]

String>;	长达 128 个字符。
CT-SMS<Number> , <Message>;	发送 SMS。数量可达 25 个字符且消息多达 100 个字符。
CT-HTTP<Message>;	经由 GPRS 发送 HTTP 消息。来自 EEPROM 的预配置的连接设置被用于建立与服务器 170 的连接。消息字符串可多达 128 个字符。
CT-ERM<Address>,<Value>;	写入装置 EEPROM。地址达 4 个字符并且应提供多达 128 个字符的值。
CT-ADC;	返回 GSM 电压的当前值、输入源电压读数、输入源电流使用和自上次发布到服务器 170 的累计功耗。
CT-POS;	将当前数据（累计功耗）发布到服务器 170。
CT-MAN;	强制维护周期。
CT-<Message>	将定制（customer）消息发送到 GSM 模块 507。消息可长达 128 个字符。

[0388] GSM 请求不需要限定符。

[0389] GSM 命令：

[0390]

命令	动作
+CMT ;	处理缓冲器中的 SMS 命令。

[0391] postData(void)

[0392] 参数

[0393] 无

[0394] 返回

[0395] 无效值

[0396] 描述

[0397] 电力使用数据和所收集的其它数据被存储在装置内。该函数将所收集的数据通过

GPRS 网络经由 HTTP (或如下面描述的其它协议) 发布到中央服务器 170。

[0398] 发布到服务器 170 的用于 HTTP 的 API 格式通过存储在 EEPROM 中的接口装置 130 配置来设置。所需的装置数据值在 HTTP 字符串内被取代并被发送到函数 sendHTTPGet() 以进行进一步处理。

[0399] 周期性地 (例如每秒) 计算电力使用并将其定期地发布到服务器 170。电力使用值被存储在计算接口 220 中的寄存器中, 并且由于在接口装置 130 内的存储容量的限制, 电力使用值一旦被发布到服务器 170 则被复位。为了保持测量的准确度, 当该函数执行服务器发布操作时, 为在服务器发布操作过程中发生的电力使用计算补偿值。这是因为向服务器 170 发布所计算的电力使用可能需要几秒钟, 在这时候, 可能会发生更多的电力使用并且可能需要被计算。为将先前数据发布到服务器 170 所花费的时间段而计算的功率被存储在缓冲器中, 并且随后寄存器被复位到存储在缓冲器中的功率值。

[0400] processSMSRequest(char*req)

[0401] 参数

[0402] char*req : 到 SMS 请求字符阵列的指针

[0403] 返回

[0404] uint8_t : 如果成功, 则返回零

[0405] 描述

[0406] 处理来自请求流中的 SMS 请求。

[0407] 请求命令 :

[0408]

请求	动作
+STATUS:	将当前电流和电压读数发送到 SMS 起源于的编号 (number)。

[0409] processGSMRequestBuffer(void)

[0410] 参数

[0411] 无效值

[0412] 返回

[0413] uint8_t : 如果成功, 则返回非零

[0414] 描述

[0415] 如果接口装置 130 在此时执行其它操作, 则经由 GSM 模块 507 到达的请求在 GSM 模块 507 上被缓冲。这些请求在维护操作期间被处理。所有请求在成功完成时被处理和清除。

[0416] getVoltage(void)

[0417] 参数

[0418] 无效值

[0419] 返回

[0420] double : 电压读数 (伏特)

[0421] 描述

[0422] 从函数 readADC() 读取原始电压读数。readADC() 函数返回关于在相应的通道中的成比例的电压的 ADC 读数。根据用于推导电压比例的方法,该函数计算以伏特 (v) 为单位的实际电压。

[0423] `getCurrent(void)`

[0424] 参数

[0425] 无效值

[0426] 返回

[0427] `double` :当前读数 (安培)

[0428] 描述

[0429] MCU 505 中的 ADC 通道可相对于所提供的参考电压的测量电压。然而,当前读数通过测量穿过感知电阻 (sense resistor) 的电压降或通过测量穿过 CT 传感器的负载电阻的电压降来得出。

[0430] 从函数 readADC() 读取原始电流读数。根据用于测量电流的方法,该函数计算以安培为单位的实际电流。

[0431] `getGSMVoltage(void)`

[0432] 参数

[0433] 无效值

[0434] 返回

[0435] `double` :GSM 电压 (伏特)

[0436] 描述

[0437] 此函数通过测量连接到 1.8V GSM 引脚的输入通道返回 GSM 电压。

[0438] `measurePower(void)`

[0439] 参数

[0440] 无效值

[0441] 返回

[0442] `double` :功率 (能量) (瓦特)

[0443] 描述

[0444] 该函数内部调用函数 `getVoltage()` 和 `getCurrent()` 以计算所测量的输入源的电力使用 (即能量输出 125)。该函数被周期性地 (例如每秒) 调用以计算瓦特 / 秒使用,其随后被推断到千瓦时 (KWh)。

[0445] `calcACPowerHPF(uint16_t division)`

[0446] 参数

[0447] `uint16_t division` :计算功率 (KWh) 的划分因子。如果每秒采集一次读数,则划分值将是 3600。

[0448] 返回

[0449] 无

[0450] 描述

[0451] 该函数计算 AC 输入源的实际功率、视在功率 (apparent power) 和功率因子。其被周期性地 (例如,利用 1800 的划分因子每 2 秒) 调用以计算 KWh。通过在 1500 迭代循环

中使用变换函数和平滑来从 ADC 信号中除去 DC 偏压。如在来自 Atmel 的 AVR465 中所描述的,高通滤波器基于 DC 偏压移除。

[0452] $y[n] = 0.996 \times y[n-1] + 0.996 \times x[n] - 0.996 \times x[n-1]$

[0453]

实际功率 = 视在功率 * $\cos \varphi$

[0454]

$\cos \varphi$ = 功率因子

[0455]

$$\text{实际功率} = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} V_{\text{ins}} * I_{\text{ins}}$$

[0456] 视在功率 = $I_{\text{rms}} * V_{\text{rms}}$

$$[0457] \quad I_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{\sum_{n=0}^{N-1} I^2(n)}{N}}$$

$$[0458] \quad V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{\sum_{n=0}^{N-1} V^2(n)}{N}}$$

[0459] 下面进一步详细地描述 GSM 模块 507 的函数。

[0460] GSM- 函数定义

[0461] uint8_t checkGSMPowerOnStatus(void)

[0462] uint8_t executeGSMATCommand(const char*command, uint16_t timeout, uint8_t check, const char*checkValue, char*buf)

[0463] uint8_t getATResultWithTimeout(char*buf, uint16_t timeout, const char*searchStr)

[0464] uint8_t initGSM(void)

[0465] uint8_t powerONGSM(void)

[0466] uint8_t powerOFFGSM(void)

[0467] uint8_t sendHTTPGet(char*data)

[0468] uint8_t sendSMS(char*number, char*message)

[0469] void setInitialGSMParameters(void)

[0470] checkGSMPowerOnStatus(void)

[0471] 参数

[0472] 无效值

[0473] 返回

[0474] double :如果给 GSM 模块上电,返回 1,否则返回 0

[0475] 描述

[0476] 该函数读取 GSM 模块 507 的 1.8V 引脚上的电压。如果电压大于 1.8V,则函数返回 1,否则返回 0。使用函数 getGSMVoltage() 读取电压。

[0477] executeGSMATCommand(const char*command, uint16_t timeout, uint8_t check, const char*checkValue, char*buf)

[0478] 参数

[0479] const char*command :AT 命令

[0480] uint16_t timeout :超时 (毫秒)

[0481] uint8_t check :检查标记

[0482] cpnst char*checkValue :检查来自响应的值

[0483] char*buf :响应缓冲器

[0484] 返回

[0485] uint8_t :响应缓冲器中的字符数。

[0486] 描述

[0487] 该函数负责与 GSM 模块 507 的所有 AT 命令交换。该函数在 GSM 模块 507 未上电时终止。命令经由 UART 被传递至 GSM 模块 507, 并且如果检查标记被启用, 则该函数将等待来自 GSM 模块 507 的响应, 直到下列条件中的其中一个是真的为止:

[0488] 响应流匹配校验值中的终止字符串。

[0489] 发生超时, 执行时间 > 超时。

[0490] 函数 getATResultWithTimeout() 被调用以检索来自 GSM 模块 507 的响应。响应数据流被复制到响应缓冲器。

[0491] getATResultWithTimeout(char*buf, uint16_t timeout, const char *searchStr)

[0492] 参数

[0493] char*buf :响应缓冲器

[0494] uint16_t timeout :超时 (毫秒)

[0495] char*searchStr :处理响应流的终止字符串。

[0496] 返回

[0497] uint8_t :响应缓冲器中的字符数。

[0498] 描述

[0499] 一旦被调用, 该函数通过检查 UARTDataInReceiveBuffer() 的状态不断地监控来自 GSM 模块 507 的响应。其等待直到下列条件中的一个是真的为止: 响应流匹配 searchStr 中的终止字符串; 或者发生超时, 执行时间 > 超时。

[0500] 为了提高字符串比较效率, 通过 UART 接口从流中读取的每个字符与 searchStr 相比较。一旦发现匹配, 则 searchStr 指数递增, 直到存在完整的字符串匹配为止。

[0501] initGSM(void)

[0502] 参数

[0503] 无

[0504] 返回

[0505] uint8_t :成功初始化时为非零值。

[0506] 描述

[0507] GSM 通信所需的 MCU 引脚在此被初始化。

[0508] powerONGSM(void)

[0509] 参数

[0510] 无

[0511] 返回

[0512] uint8_t :成功初始化时为非零值。

[0513] 描述

[0514] 这是在图 11 中描绘的 GSM 上电序列 1100 :

[0515] powerOFFGSM(void)

[0516] 参数

[0517] 无

[0518] 返回

[0519] uint8_t :成功初始化时为非零值。

[0520] 描述

[0521] 这是在图 12 中描绘的 GSM 断电序列 1200 :

[0522] sendHTTPGet(char*data)

[0523] 参数

[0524] char*data :经由 HTTP 发送到服务器的数据

[0525] 返回

[0526] uint8_t :如果成功,则是非零值。

[0527] 描述

[0528] 通过访问服务器应用程序接口 (API) 来将数据发送到服务器 170。这可通过使用 HTTP Get 或 Post 函数来完成。该函数实施 Get 方法。GSM 模块 507 控制除应用层以外的 TCP 层的较低层。图 13 中所示的处理 1300 描绘了与 HTTP Get 方法一起的应用层实施。原始的 HTTP Get 格式被存储在 EEPROM 中 (HTTP1.1)。处理 / 函数调用 sendHTTPGet() 负责以正确的 HTTP1.1 格式传递有效的数据流。

[0529] sendSMS(char*number, char*message)

[0530] 参数

[0531] char*number :目的地编号

[0532] char*message :消息字符串

[0533] 返回

[0534] uint8_t :如果成功,则是非零值。

[0535] 描述

[0536] 通过调用 +CMGF、随后调用 SMS 命令 +CMGS 来将 GSM 模块设置为文本模式。终止字符串 x001A 被发送到 GSM 模块 507 以结束文本流并发送消息。该处理 1400 在图 14 的流程图中被描绘出。

[0537] 在本文档中可能没有描述某些装置函数。实施本文中所描述的功能和特征所需的其它函数可由本领域普通技术人员很容易地分辨。

[0538] readADC(uint8_t ADCchannel, uint8_t sampling, uint8_t*sign)

[0539] 参数

[0540] uint8_t ADCchannel :使用 ADC 通道

[0541] uint8_t sampling :使用采样 (MIN、MAX 或 AVG)

[0542] uint8_t*sign :到输出读数的符号的指针

[0543] 返回

[0544] uint16_t :ADC 读数。

[0545] 描述

[0546] 多次读取和采样 ADC 通道超过一次一直是好主意。这增加了读数的准确度。

[0547] MCU 505 支持差分电压读数。当不是相对于 GND(0) 来测量电压而是测量为两个电压源的差值时,使用差分电压读数。当例如用于测量穿过分流电阻的电压降时,这是特别有用的。

[0548] 当在参数 ADCchannel 中选择 ADC_CHANNEL_I 时,该函数使用差分电压读数。差分 ADC 的输出是 10 位分辨率,两个的补集。如果输出是负的,则参数 *sign 被设置为 1,当选择 ADC_CHANNEL_I 时,针对 MCU505,结合 125 毫秒的延迟以初始化差分通道。抽取 10 个采样并且由函数返回的值取决于参数采样。

[0549] ADC_SAMPLE_MIN :来自所收集的采样的最小值。

[0550] ADC_SAMPLE_MAX :来自所收集的采样的最大值。

[0551] ADC_SAMPLE_AVG :来自所收集的采样的平均值。

[0552] 对于被设计为另外的传感器或其它输入的接口装置 130(诸如关于图 15 至图 32 中所描述的那些)的某些实施方式,可使用扩展的命令集,包括以下:

[0553] COMMAND :CT-VER ;返回接口装置 130 的版本号。

[0554] COMMAND :CT-GON ;接通 GSM 模块。

[0555] COMMAND :CT-GOF ;断开 GSM 模块。

[0556] COMMAND :CT-AT<command text>;向 GSM 模块 507 发送 AT 指令。<command text>是在命令中。例如,CT-AT+CGSN<CR>将返回 GSM 模块 507 的 IMIE。

[0557] COMMAND :CT-SMS<number>,<message>;经由 GSM 模块 507 发送 SMS。<number>是接收人的电话号码,<message>SMS 消息。

[0558] COMMAND :CT-ERM<address>,<length>;从 EEPROM 中读取数据。<address>EEPROM 地址,<length>要读取的数据的大小(不应超过 128)。

[0559] COMMAND :CT-ERM<address>,<data>;写数据到 EEPROM 中。<address>EEPROM 地址,<DATA>被写入 EEPROM 中的数据。

[0560] 应注意在写入 EEPROM 时,数据不能超过数据参数长度

[0561]

参数	默认值	地址	长度
EEPROM_ADDR_INITIAL_CONFIG_FLAG		0	1
EEPROM_ADDR_CT_MODEL	100i-T-V1.1	1	15
EEPROM_ADDR_GSM_PIN	0000	17	5
EEPROM_ADDR_GSM_IMEI	xxxxxx	23	16
EEPROM_ADDR_GSM_APN	AT+AIPDCONT=\ "internet\ ", \\ "\ ", \\ "\ " \r	40	64
EEPROM_ADDR_GSM_DOMAIN	AT+AIPD=1,, \\ "www.ctoan.com\ ",80,0,,1\r	105	127

[0562]

EEPROM_ADDR_GSM_HTTP_GET	GET /Update/Update%s HTTP/1.1 \r\nHost: ct.ctoan.com:80 \r\n\r\n	233	127
EEPROM_ADDR_SENSORS	默认值 : 1 0.05,0.058 - 240 T 0.5,1,0 R F 285	361	75

[0563] 通过将管道分隔 (|) 字符串写到 EEPROM_ADDR_SENSORS 地址来设置传感器配置。参数出现在字符串中的顺序对应于由接口装置 130 供应的传感器。这些示于下表。

[0564]

顺序	样本值 (选项)	评论
1	1 / 3	单相/ 三相
2	0.05,0.058	电流容差 [xxx.xxx], 电流校准常数 [xxx.xxx]
3	- / V	使用电压常数/感测电压
4	240 / 0.09	电压常数 [xxx] / 电压容差 [xxx.xxx]
5	T / O / -	热敏电阻/单线传感器/禁用温度传感器
6	0.5,1,0	ADC 容差 [xxx], 线性常数 B [xx.xx], 线性常数 M [xxx]
7	R / -	启用的继电器 (relay) 控制/禁用的继电器控制
8	F / -	启用的流量感测 (flow sensing) /禁用的流量感测
9	285	流量感测校准 [xxx.xx]

- [0565] COMMAND:CT-ERMDEFA;恢复默认值到 EEPROM。
- [0566] COMMAND:CT-IME;获取 GSM IMEI 编号。
- [0567] COMMAND:CT-SV1;启动用于功率测量的服务读数。
- [0568] COMMAND:CT-SV0;停止服务读数。
- [0569] COMMAND:CT-POS;运行 HTTP 发布操作。这将 PowerWH 的电流累计值发布到服务器 170。
- [0570] COMMAND:CT-MAN;运行维护周期。SMS 缓冲器中的信息被处理和清理。
- [0571] COMMAND:CT-RON;给继电器上电。
- [0572] COMMAND:CT-ROF;给继电器断电。
- [0573] COMMAND:CT-LDF;加载默认标记。
- [0574] COMMAND:CT-RES;复位值。
- [0575] COMMAND:CT-[其它];向 GSM 模块 507 发送定制消息。
- [0576] SMS Command SET- 下面的命令集可经由 SMS 激活:
- [0577] COMMAND:+STATUS:
- [0578] 响应回功率的当前状态、温度、流量和继电器状态(如果启用传感器)。
- [0579] COMMAND:+CMD:<CT COMMAND>
- [0580] 任何 CT 命令可使用该命令经由 SMS 从服务器 170 发送到接口装置 130。
- [0581] COMMAND:+RON:
- [0582] 打开继电器。
- [0583] COMMAND:+ROF:
- [0584] 关闭继电器。
- [0585] 现在参照图 15,提供了上述太阳能热水加热装置的更详细描述。图 15 是使用与太阳能热水系统 1520 和使用标准电阻加热元件的隔热热水箱 1555(助力单元)结合的接口装置 130 的系统 1500 的框图。太阳能热水系统 1520 具有温度传感器(热电偶 TC1)1522,温度传感器 1522 被布置为感测其出口处的水温并将指示所感测的温度的信号提供回接口装置 130。隔热箱 1555 具有温度传感器(热电偶 TC2)1524,温度传感器 1524 被布置为感测水箱(可选地在到热水供应管的出口附近)中的水温并将指示所感测的温度的信号提供回接口装置 130。
- [0586] 接口装置 130 被配置为将合适的控制信号提供至水泵 1525 以启动或停止将水从水箱 1555 提供到太阳能热水系统 1520。此外,接口装置 130 被配置为将合适的控制信号提供至电磁阀 1556 以关闭或打开将水从冷水供应源 1558 到水箱 1555 的提供。还可放置泄漏检测传感器 1557 以检测水从水箱 1555 的泄露并被布置为将指示存在来自水箱 1555 的漏水的输出信号提供至接口装置 130。当来自传感器 1557 的信号指示检测到泄漏时,接口装置可产生适当的故障消息并将该消息发送至服务器 170 以用于随后通知系统 1500 的所有者。此外,接口装置 130 可关闭冷水供应源 1558 和/或泵 1525,直到适当的维护能够执行。接口装置 130 还从热水供应管路中的流量计 1526 接收指示该管路中的流速的信号。
- [0587] 在根据某些实施方式的系统 1500 的正常操作过程中,接口装置 130 可监控水箱 1555 和太阳能热水系统 1520 中的水温,同时监控到热水器槽 1555 的主功率 1530 的提供(经由以电流变压器形式的电流传感器 1528)和热水供应管道中的水的流速。其中在接口

装置 130 的 EEPROM 中的软件程序确定水箱 1555 中的电阻加热元件应该被关闭,例如以控制系统 1500 中的水温,接口装置将信号发送至继电器 1532 以关闭至热水器 1555 的主功率。

[0588] 接口装置 130 可使用电流传感器 1528(和类似的电压传感器,未示出)来确定由传统热水器 1555 所使用的功率并且还使用来自传感器 1522、1524 的所感测的温度数据和来自流量计 1526 的所感测的水流动速率数据来计算由系统 1500 所使用的能源的量。

[0589] 除了将电力使用数据发布到服务器 170 之外,接口装置 130 可将感测的温度数据定期地(可选地以类似于电力使用发布消息的固定间隔)上传到服务器 170。其它传感器输出也可通过接口装置 130 发送到服务器 170。

[0590] 接口装置 130 还可用于监控和控制使用功率的其它附近的非必要装置 1570。这样的装置 1570 可包括池泵(pool pump)(例如,其通常被置为开启)。接口装置 130 可使用低功率的机器对机器通信协议与这样的设备 1570 本地通信或可通过切换在装置 1570 的电力供应线路中的继电器来控制到这样的装置 1570 的主功率的提供。因此,每个接口装置 130 都可用作(从属)室内能源消耗装置的本地主控制器并且可选择地关闭这些装置以节省能源。

[0591] 此外,由于接口装置 130 可从服务器 170 接收命令并且可将控制信号提供至系统 1500 的一个或多个本地设备部件,因此接口装置 130 能够对这种本地设备施加远程控制,例如通过太阳能热水系统的所有者或可能通过电力公用事业公司。

[0592] 在系统 1500 的某些实施方式中,接口装置 130 可经由与网络 160 有线通信的本地无线集线器 132 与服务器 170 通信。不管是否使用这种通信路径,接口装置 130 可使用紧凑(compact)通信协议(在下面进一步详细地描述为最小数据传输(MDT)协议)与服务器 170 通信。

[0593] 还参照图 16、图 17 和图 18,进一步详细描述用于远程监控和/或控制多个地理上分布的接口装置 130 的系统 1500 的使用。虽然在图 15 中仅示出了单个客户端装置 165,但是系统 1500 包括通过网络 160 彼此通信的服务器系统 170 和多个客户端计算装置 165。网络 160 包括合适的移动无线基础设施并且也可包括局域网络、内部网和/或因特网。系统 1500 进一步包括数据存储 180,数据存储 180 可被服务器系统 170 访问以存储与服务器系统 170 和接口装置 130 的操作以及为客户端计算装置 165 提供服务相关的数据。

[0594] 客户端计算装置 165 可包括具有至少一个处理器 167、一个或多个形式的存储器 168、操作系统和包括可由用户操作的浏览器应用 169 的用户接口的桌上型个人计算机或的移动或手持计算装置。存储器 168 可包括易失性(例如 RAM)和非易失性(例如,硬盘驱动器、固态驱动器、闪存和/或光盘)存储器。用户接口可包括显示器和至少一个输入装置,诸如触摸屏、键盘、鼠标、手写笔,或可用于向客户端计算装置 165 提供用户输入的其它外围设备。

[0595] 多个软件应用程序或小程序可被执行或可由至少一个处理器 167 执行以执行每个客户端计算装置 165 的各个与装置相关的功能,这种应用程序可被存储在计算装置 165 的非易失性存储器 168 中。至少一个这种软件应用程序包括浏览器应用程序 169 以使用户能够导航至通过网络 160 可访问的网站(包括服务器 170 的 IP 地址)以从其接收内容。其它客户端软件应用程序可使用本机操作系统在客户端装置 165 上执行。某些客户端装置

165 可由作为所有者、帐户持有者或所安装的接口装置 130 中的其中一个的受益者的用户访问,而其他客户端装置 165 可通过企业服务器系统 1630 由组织的授权用户访问。组织可以是能源分销 (energy distribution) 公司,例如,诸如电力供应商。该组织内的用户可具有对从由组织服务的地理区域中的接口装置 130 或那些接口装置 130 的子组接收的所有信息的访问权。

[0596] 在图 15、图 16、图 17 和图 18 中所示的系统 1500 的实例中,客户端浏览器应用程序 169 可被用于以作为可由浏览器应用程序 169 执行的程序代码而提供的一个或多个网页的形式与服务器系统 170 通信以从其请求内容。根据某些实施方式,服务器系统 170 被配置为服务代码以为观看由浏览器应用程序 169 产生的计算机化的显示的用户提供接口装置 130 的远程访问接口。因此,服务器系统 170 可被认为用作接口装置 130 的远程访问系统或用作这种系统的主机。在下面进一步详细地描述图 19 至图 21,并且图 19 至图 21 示出了根据从服务器系统 170 接收的代码的可由浏览器应用程序 169 显示的网页的实例显示。

[0597] 图 16 是示出某些进一步的背景 (contextual, 上下文) 细节的系统 1500 的示意性表示。如图 16 所示,在接口装置 130 安装在用户的家中的背景下,至少一个客户端装置 165 可以是用户的移动或桌上型计算装置。此外,一个或多个客户端装置 165 可以是例如企业内部或由企业 (诸如电力供应公司) 提供的桌上型或移动计算装置,并且客户端装置 165 可由经授权的管理员用户访问。两种这样的客户端装置 165 都可被用于从接口装置 130 访问测量并远程地控制接口装置 130 被配置为控制其的某些其它设备。

[0598] 如图 16 所示,系统 1500 示出了所安装的接口装置 130 可被安装为提供各种控制功能 1620 和监控功能 1610。这样的控制功能可包括控制循环泵 1525、切换至助力单元 (热水器) 155/1555 的功率、积极地控制到热水系统的新鲜水的供应 (例如,通过电磁阀 1556) 以及可选地还控制本地从属电动装置,诸如池泵。如在上面关于图 15 所描述的,监控功能包括功率、温度和流量的测量。

[0599] 在图 18 中更详细地示出了服务器系统 170。服务器系统 170 包括至少一个处理装置 172,并且可包括协作地和 / 并行地操作的多个处理装置或多个虚拟或物理服务器以与数据库 180 联合来操作网络服务器功能 1820 (例如,使用超文本传输协议后台程序 (HTTP))、数据处理功能和数据存储和检索功能 (例如使用结构化的查询语言 (SQL) 支持)。服务器系统 170 还可包括脚本语言支持,诸如 Microsoft™ASP、ASP.NET、Java/J2EE 或 PHP。服务器系统 170 可包括或具有对与数据库 180 分离的适当的非易失性数据存储 174 的访问权以存储可执行的程序代码以使服务器系统 170 能够执行其功能 (包括本文所述的那些功能)。这种程序代码包括由合适的应用架构支持的操作系统 (未示出)、用户接口 1810、网络服务 1820、信用计算模块 1830 和远程装置接口 1840。

[0600] 用户接口 1810 负责为客户端装置 165 提供用户接口功能以允许那些客户端装置 165 的用户访问 (如果授权的话) 关于一个或多个所选择的接口装置 130 的信息。远程装置接口 1840 用作将命令发送到接口装置 130 和从接口装置 130 接收数据的接口。通过远程装置接口 1840 从接口装置接收 130 的数据被存储在数据存储 180 中,从而更新相应接口装置 130 的相关数据记录。用户发起的命令 (诸如打开或关闭助力单元 155 或热水器 1555 或者打开或关闭另一个本地从属装置 1570 的命令) 从用户接口 1810 被传递到远程装置接口 1840 以产生适当的命令并将其发送到一个或多个接口装置 130。信用计算模块 1830 用

于计算由使用每个能量转换系统 120 所产生的碳信用额度,以收集可再生能源(如通过其相关联的接口装置 130 所测量的)并从而减少主电力供应源的能量消耗。这种碳信用额度可被跟踪并保持在系统 100 或系统 1500 的所有者的账户上。

[0601] 数据库 180 可包括存储不同的用户帐户、接口装置 130 的数据记录、历史使用数据、所计算的碳信用额度等的本地化或分布式数据库。

[0602] 通过能源分销公司对多个接口装置的控制被描绘在图 17 中,其中服务器 170 用作控制中心,通过该控制中心,能源分销公司中的管理用户使用客户端计算装置 165 和 / 或服务系统 1630 来从接口装置 130 查看实时的(或接近实时的)电力使用数据并向接口装置 130 发送控制消息。

[0603] 能源分销公司中的用户可使用浏览器应用程序 169 访问控制仪表板(用户接口),并使用控制仪表板的搜索和 / 或选择功能选择在特定地理区域中的多个接口装置 130。用户可查看在该区域中的热水系统 155/1555(接口装置 130 耦接到其)的总能量使用或查看每个单独的系统 155/1555 的使用。如果授权用户选择,用户可将用户输入提供到客户端装置 165 上的控制仪表板以选择性地接通或断开至热水系统 155/1555 的电力。可替代地,可在一天的某些时间(诸如能量需求高峰时间段)自动地进行切换。客户端装置 165 上的用户输入使合适的消息被发送到服务器 170,服务器 170 响应地产生适当的命令并将其发送到被布置为切断至热水器 155 的电力(例如,通过向继电器 1530 发信号)的接口装置 130/1555。可替代地,至接口装置 130 的切换命令可响应于服务器 170 上的基于时间的切换算法的自动执行而产生。该切换选择可同时在一个或多个地理区域中的热水器 155/1555 上执行或更加选择性地在这种地理区域中的这种热水器的子组上执行。该切换可被期望为强制执行能量使用策略,例如为了避免在高峰期间不适当的负载被放置在能量供应网络上。

[0604] 接口装置 130 的某些实施方式可采用替代 HTTP 的传输协议来将数据发布到服务器 170 并从其接收命令。例如,某些实施方式可采用在互联网协议组(诸如 TCP/IP(传输控制协议 / 互联网协议))上的定制的和简明的最小数据传输(MDT)协议。

[0605] 所描述的 MDT 协议被设计为减少通过 GPRS 网络或另一网络传输的数据量,而不会影响包括验证和安全性的功能参数。MDT 协议实施的关键标准是最小化接口装置 130 与中央服务器 170 之间的通信的大小和频率。更高级别的协议(诸如 HTTP)包括增加数据流大小的协议附属品(decoration)。此外,HTTP 是无状态协议,这意味着每次在发送任何数据流时应重新建立连接。在某些 GPRS 网络上,供应商收取连接费。在这种情况下,尽可能长地保持连接是成本有效的。

[0606] MDT 协议是 TCP/IP 之上的层并且每个消息具有以下简化的协议格式:

[0607] [`<single byte header>` | `<data>` | `<validation code>`]

[0608] 单字节(或字)报头:

[0609] 0X01:添加 / 更新数据到服务器 170

[0610] 0X02:从服务器 170 请求数据

[0611] 数据:十六进制数据的一个或多个字节

[0612] 验证代码(可选的):这可以是消息字符串中的所有其它字节的单个字节 XOR 所产生的校验和(或其它形式的校验和)。

[0613] 在接口装置 130 与服务器 170 之间发送的每个消息利用单个字节的 ack 消息来确认。由消息携带的数据没有大小限制并且长度可以是很多字节。MDT 的目的是最小化利用每个消息传输的多余位。

[0614] MDT 协议的服务器端实施执行大部分的处理功能。由服务器 170 执行的层在图 18 中示出并描述如下：

[0615] 状态机：作为远程装置接口 1840 的一部分来执行的状态机 1842 建立并保持与每个接口装置 130 的数据连接。系统 1600 中的每个接口装置 130 的状态特定数据被保持在服务器 170 的高速缓存中一段时间（例如高达 24 小时）。在服务器 170 与相应接口装置 130 之间连接失败的情况下，则在成功地重新连接后，从服务器高速缓存中检索所存储的该接口装置 130 的状态数据。这减少了对从接口装置 130 获取状态信息的需要。状态有效性可通过服务器 170 将一个字节的状态检查命令 (0x01) 发送到接口装置 130 来检查。接口装置 130 反过来利用基于所产生的 CRC（循环冗余校验）码（其与存储在服务器 170 可访问的数据存储器 180 中的对应码相匹配）的单字节 XOR 来响应。

[0616] 在远程接口装置 130 具有分配给它们的静态 IP 地址的情况下，状态机器 1842 接管通信处理。

[0617] 发送验证：数据有效性由远程装置接口 1840 的发送验证部件 1844 来检查以在行进到下一层之前确保数据的质量。如果从接口装置 130 接收的 CRC 码无法匹配服务器端码，则在该层中操纵对远程装置的重新尝试请求。可通过单个命令 (0x02) 来操纵重新发送最后的发布的请求。

[0618] 规则检查：定制规则 / 处理可在成功验证后由规则检查部件 1846 应用于数据。该层的主要用途是加密或编码数据流。未能遵守这些规则将导致具有单字节响应 (0x03) 的拒绝消息。

[0619] 控制移交：在经由上述层成功传递后，控制移交部件 1848 将控制移交到远程装置接口应用 1840 以进行进一步处理。控制移交层也负责从远程装置接口应用层接收数据。

[0620] 图 19 是由通过客户端装置 165 执行的浏览器应用 169 产生的用户接口显示的实例屏幕截图。显示 1900 包括一系列可选择的选项 1910，用户可选择某个选项以查看特定显示。这些可选择的选项 1910 包括跟踪显示选项 1912、控制面板显示选项 1914 和账户显示选项 1916。显示 1900 是在选择跟踪显示选项 1912 时产生的显示，并包括基于从特定接口装置 130 接收的发布数据所产生的一系列数据窗口 1920。

[0621] 例如为作为系统 100 或 1500 的一部分被安装为测量能量产生和 / 或消耗的特定接口装置 130 产生图 19、图 20 和图 21 中所示的用户接口显示。为了查看用户接口显示，用户必须作为由服务器 170 识别的授权用户登录。

[0622] 显示 1900 中的数据窗口 1920 包括指示自从前一个日期以后的电力使用（千瓦时）的累计电力使用窗口 1922、指示仅在最后一天左右中的电力使用的最近电力使用窗口 1924，其中接口装置 130 被配置为接收所感测的热水系统的温度信息，窗口 1920 还包括指示所感测的水温的当前温度窗口 1926。

[0623] 显示 1900 还包括图形显示部分 1930，图形显示部分 1930 可包括历史电力使用（窗口 1934）和可选的历史水箱温度（窗口 1936）的一个或多个图形。可选地，图形显示部分 1930 还可显示能源节省和 / 或碳信用额度的历史累积，尽管这没有在显示 1900 中示出。

[0624] 图 20 是在选择控制面板选项 1914 时经由浏览器应用程序 169 为用户显示的显示 2000 的实例屏幕截图。显示 2000 包括多个用户可选控制,其例如可包括水箱功率控制 2010、循环泵控制 2020 和供水控制 2030。控制可分别指示所讨论的设备的当前状态。例如,如图 20 所示,控制 2010 指示对助力单元 / 电热水器 155/1555 的功率的开启状态。每个控制 2010、2020 年和 2030 还分别包括可选的开关选项 2014、2024 和 2034 以关闭(如果其状态为开(on))或打开(如果其状态是关(off))相关设备。开关选项 2014、2024 和 2034 的其中一个的选择将被作为由浏览器应用程序 169 作出的用户选择通过网络 160 发送至服务器 170,响应于此,服务器 170 产生适当的命令并将其发送至被授权由用户观看显示 2000 控制的接口装置 130。接口装置 130 然后相应地产生适当的信号并将其发送至本地设备。

[0625] 图 21 是在选择用户帐户选项 1916 时产生的用户接口显示 2100 的又一实例屏幕截图。该显示 2100 可包括各种用户帐户信息并允许一定程度的用户配置。特别地,显示 2100 可包括允许用户下载指定日期范围的历史电力使用、温度、能源接收和 / 或累计的碳信用额度数据的下载窗口 2110。

[0626] 影响太阳能光热系统的效率的参数之一是循环泵。循环泵负责通过收集系统从储存水箱泵送冷水。系统 1500 中的接口装置 130 采用两个温度传感器 1522、1524(一个在太阳能热水系统 1520(TC1)中并且另一个在储存水箱 1555(TC2)中)以精确地地控制循环泵。接口装置 130 可被配置为基于 TC1 与 TC2 之间的第一温度差打开泵 1525 并类似地基于 TC1 与 TC2 之间的第二温度差关闭泵。例如,泵 1525 可在接口装置 130 确定温度差达到或高于 7 度(C)时通过接口装置 130 打开并且在温度差小于 2°C 时关闭。

[0627] 太阳能热水系统 1520 的收集系统在极端寒冷条件下可能会出现故障。冰霜可能进入收集系统内,如果热水通过管道循环,则太阳能热水系统 1520 可能会由于玻璃开裂而出现故障。为了防止这种情况,接口装置 130 可采用防冻保护机制:当由 TC1 感测的温度下降低于设定温度(诸如 5°C)时,操作泵 1525 将水从储存箱 1555 泵送到收集系统 1520,从而防止(或至少缓解)在收集系统的内部的结霜或结冰。

[0628] 助力单元 155 或电热水器元件 1555 通过来自电力供应网 150 的电力来供电。这只能在如果和当所接收的太阳能不足以在特定时间段内将水加热到所需温度的时候才使用。当今市售的大部分系统都具有使用放置在水箱内部的温控器(thermostat,恒温器)来切换的助力单元。这种系统不考虑所采用的太阳能转换系统 120 的效率。在这样的系统中,如果水箱中的温度降落到特定值以下时,温控器打开助力单元 155。所描述的根据某些实施方式的接口装置 130 采用通过持续监控从太阳能热系统的转换的智能切换解决方案。

[0629] 参照图 22,示出了温度随时间变化的曲线图以示出如下所述的情况。水箱的温度的每分钟((或另一预设间隔))测量一次。在 2 个连续读数之间计算热量的变化率。该数据被用于预测和计算将水箱加热至设定温度所需的时间。如果预测的时间大于允许的时间或者如果该时间段可跨越峰值负载断开期间,则打开助力器 155 以进行补偿。该过程被周期性(例如每分钟)重复。该方法可确保来自太阳能转换系统 120 的能量的高效利用并且仅在需要满足温度设定点达特定时段的情况下使用电网功率。

[0630] 参照图 23,示出了温度随时间变化的曲线图以示出如下所述的情况。在采用温控器来保持水箱温度的传统系统中,温控器将断开至加热元件的功率。系统可在太阳能热系统中的收集器与水箱之间循环水的泵或在电网供电的加热系统中的水箱内的备用 / 主加

热线圈。在这种情况下,水箱中的水温将继续上升超出被称为过冲(overshot)的设定点。过冲的最大值取决于许多因素,主要是温控器与加热元件之间的距离、环境温度、水箱损失和水箱容量。过冲不是期望的并且可将系统置于压力下。它也浪费能源。

[0631] 根据某些实施方式的接口装置 130 采用规范化的切换解决方案来克服这种情况。接口装置 130 中的连续监控功能记录过冲(01)并将断开点偏移到低于设定温度的值。作为迭代过程(02)这样做,接口装置 130 能够计算其中水箱温度被维持为尽可能接近设定温度的理想断开点。这是其中由接口装置 130 每个循环重新计算断开点的自校准系统。

[0632] 现在参照图 24 至图 34,示出了根据某些实施方式的接口装置 130 的电路部件的实例示意性电路图。配置这些部件的电路以与被配置为安装为系统 1500 的一部分的接口装置 130 一起使用。图 24 至图 34 中所示的接口装置 130 的电路部件通常以与上面关于图 5 至图 14 所述的接口装置 130 的电路功能类似的方式(不同之处在于图 24 至图 34 中所示的电路部件增加了电路以适应在图 15 至图 23 的上下文中所示出的和所描述的接口装置 130 的实施方式的附加监控和控制功能)来执行。

[0633] 图 24 是功能上类似于上述 MCU 505 的微控制器(MCU)2405 的示意性电路图。MCU 2405 可使用上述扩展命令集并且可被配置为如上所述的响应从服务器 170 接收的基于 SMS 的控制命令。图 24 还示出了三伏精密电压参考电路 2435 以为 MCU 2405 提供精确的参考电压。此外,MCU2405 可供应红色和绿色状态并对发光(或不发光)的 LED2437 供电以指示接口装置 130 的适当状态。

[0634] 图 25 是 GSM 模块 2407 和 GSM 通信监控头部块(header-block)2409 的示意性电路图。GSM 模块 2407 执行与上述 GSM 模块 507 类似的功能并经由合适的天线电缆和底座耦接到四频(quad-band)GSM 天线。

[0635] 图 26 是电池管理模块 2415 和电池 2417 的示意性电路图。图 27 是稳压 DC 电源的示意性电路图,该稳压 DC 电源基于电源的电池 2417 或外部电源用作接口装置 130 的内部部件的电源。图 28 是用于温度传感器 TC1 和 TC2 的温度传感器连接块和输入电路 2800 的示意性电路图。图 29 是用于三个电流传感器的连接器块和输入电路 2900 的示意性电路图。图 30 是向 MCU 2405 提供进一步的精密参考电压的 1.5 伏精密公共参考电压电路 2437 的示意性电路图。

[0636] 图 31 是允许 MCU 2405 与继电器 1532、泵 1525 和电磁阀 1556 以及作为泄漏检测器 1557 的可选水位传感器接口的连接器块和电路 3100 的示意性电路图。图 32 是使微控制器 2405 能够与流量计 1526 接口的连接块和输入电路 3200 的示意性电路图。图 33 是串行监控端口的示意性电路图,该串行监控端口用作与 MCU 2405 的串行接口,从而外部装置能够耦接到接口装置 130 以用于监控和测试的目的。图 34 是防止电气尖峰或静电放电的电路 3400 的示意性电路图。

[0637] 所描述的系统、方法和接口装置不仅减小了对电力供应电网的电能的依赖,而且还允许计算由于使用可再生能源转换系统而产生的碳信用额度。由服务器 170(在数据存储单元 180 中)存储的关于每个接口装置的信息(包括其 GPS 坐标、定期接收的所计算的能源(和可选的温度数据)和其它数据(诸如下面描述的)允许服务器 170 通过使用这种系统 100 或 1500 计算所产生的碳信用额度。产生的这些碳信用额度可由安装系统 100 或 1500 的户主或者系统 100 或 1500 的另一所有人或赞助人兑换为货币值。太阳能热水系统的碳

信用额度度的资格 (eligibility) 和量化 (也称为可再生能源信用额度 (REC)) 基于认为它们在热水中以 kWh/ 天的能量形式产生了多少的能量。所认为的关于系统的有效保证工作寿命的性能一般由以下方面驱动:

[0638] a. 根据认可的热性能测试程序,通过认可的测试设施所测量的 Q 因子。Q 是系统的太阳能到电能的转换效率 (kWh/ 每天) 的测量值。系统品质因子 Q 通过测试 (通过安装系统 100 或 1500 的特定国家的标准局) 被确定为指定系统的太阳能转换为热能的效率的测量值,在主要能量被认为是在通常的一天中由系统产生的情况下,其是有效的。

[0639] b. 为确保合规性 (compliance) 和功能性的安装质量的委托认证检查。这由安装小组一次执行并包括在委托时与系统的 GPS 坐标一起的单个图像的提供。

[0640] c. 公共设施中的每个系统的操作状态由单个检查整数 (1- 真和 0- 假) 表示,其以每天间隔的时期记录并在所讨论的记录月底的 7 天内按月被传送至特定电子邮件或 IP 地址上的发出机构。

[0641] d. 公共设施内的每个太阳能热水系统的安装有效收集器面积 (平方米)。

[0642] e. 安装位置的太阳辐射。

[0643] f. 系统 100 或 1500 的商定的 (和合理的) 工作寿命的确认。

[0644] 系统品质因子 Q 通过由认可的标准机构进行的测试确定为指定的再生能量收集系统的效率的测量值,以补偿正常主电源的电能的使用。标准机构可确定由该机构测试的每个系统的 Q 因子。该 Q 因子将指示由可再生能源收集系统在通常的一天所节省的 kWh (能量)。

[0645] 实验试验的结果指示由支持电加热系统的太阳能热水器的以下每日电力消耗:

[0646] 3. 3kWh- 对于具有对电加热系统的可控馈电的太阳能热水器

[0647] 4. 6kWh- 对于没有定时控制的太阳能热水器

[0648] 10. 3kWh- 对于比较电热水器 (没有太阳能热水器)

[0649] 能量节约可提高约 30%,其中供应至太阳能热水器系统中的电气助力单元的电力是可控的。在完全控制模式下的这种热水系统的远程电子控制提供了占据太阳能热水系统的较大部分的巨大电能节省。

[0650] 考虑到这些结果,很容易估计通过从传统的电热水器切换到太阳能热水器超过给定的时间段,能源供应公共设施的平均每日消耗节省可以是巨大的。在提供适当的认证 (这可基于由服务器 170 所接收和存储的数据的审核和接口装置 130 的测试获得) 后,可再生能源信用额 (REC) 可定期 (诸如按季度) 发布。

[0651] 本领域技术人员将理解,在不脱离本公开的广泛的一般范围的情况下,可对上述实施方式作出大量变化和 / 或修改。本实施方式因此被认为在所有方面是说明性的而不是限制性的。

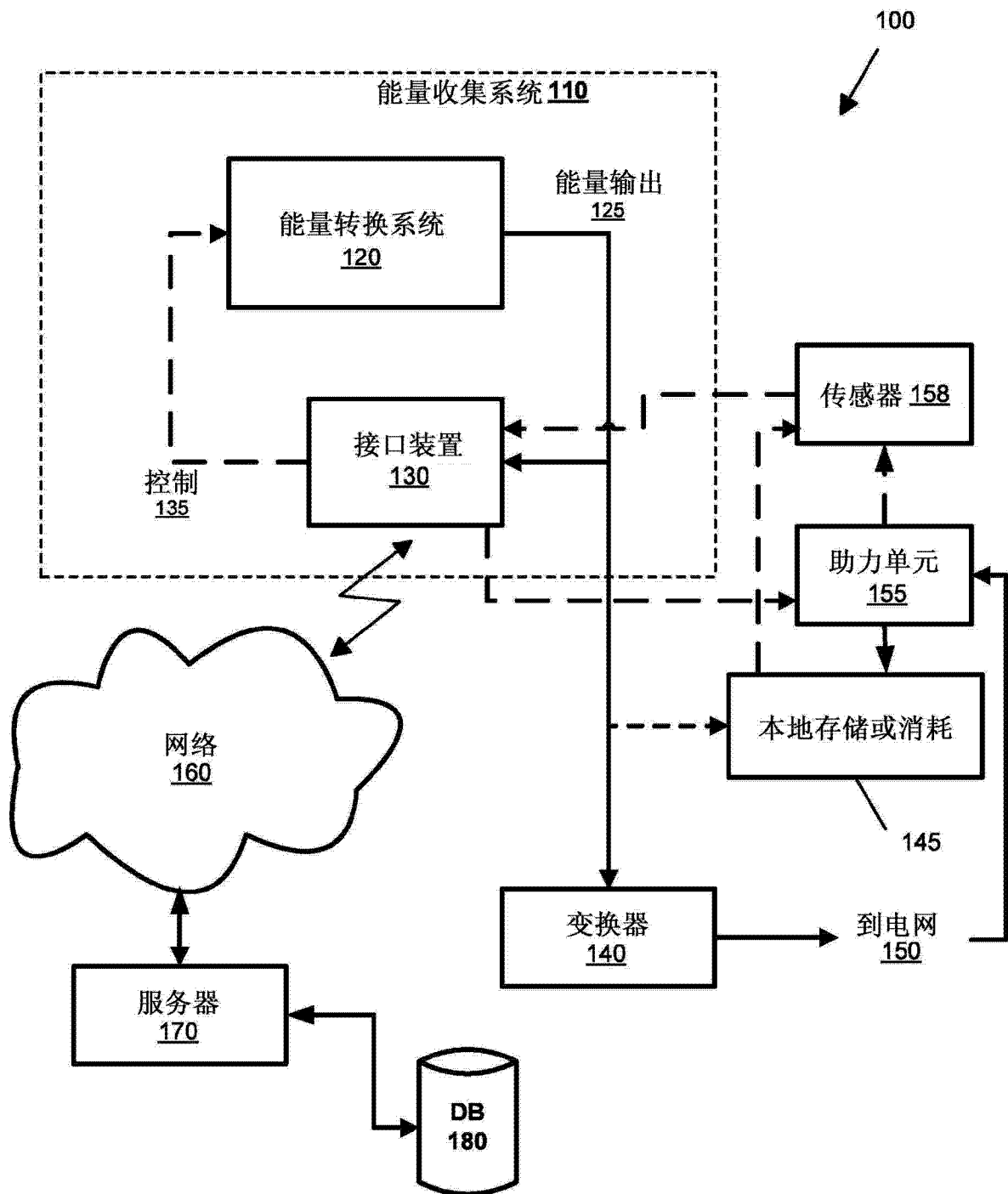


图 1

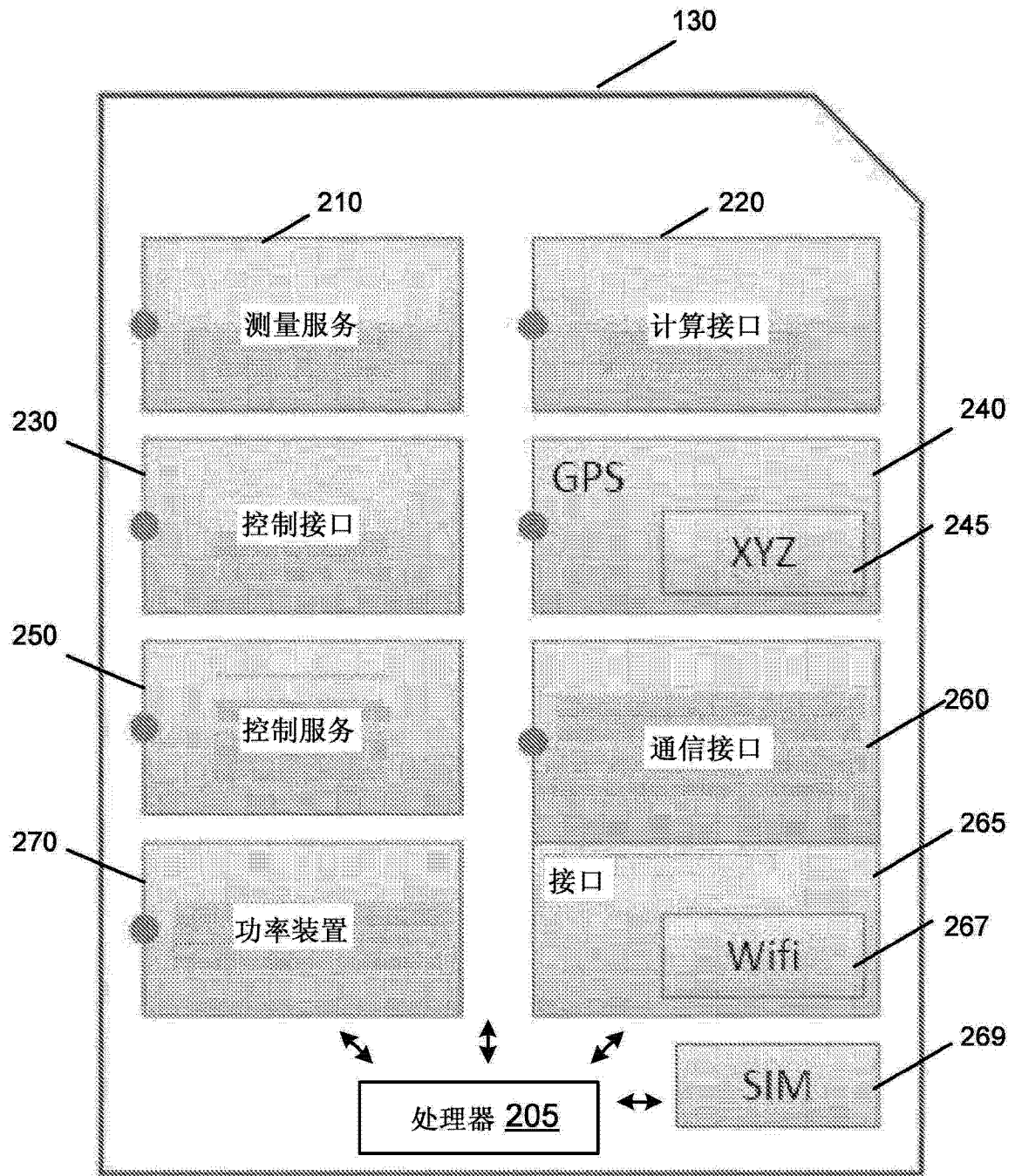


图 2

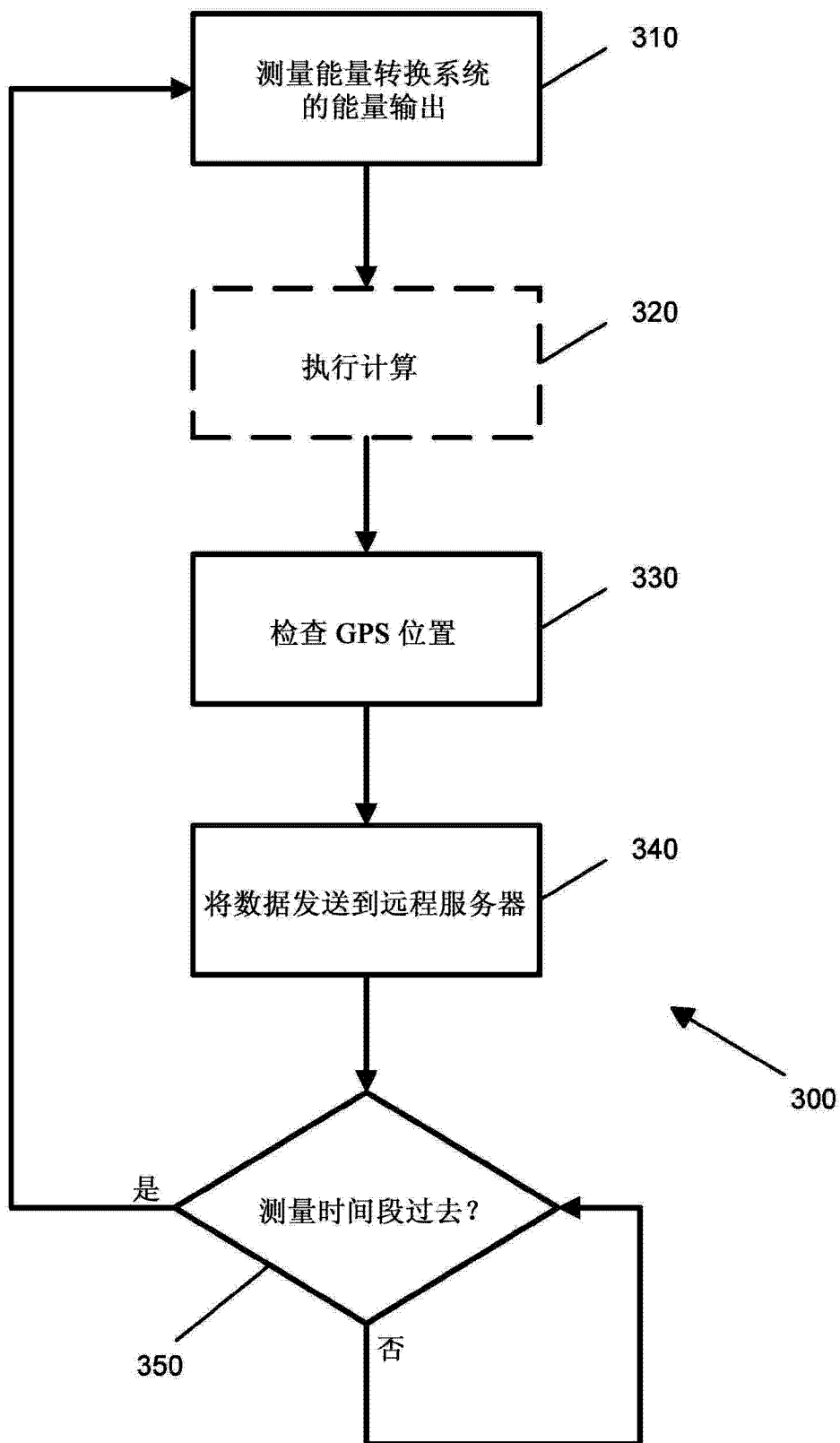


图 3

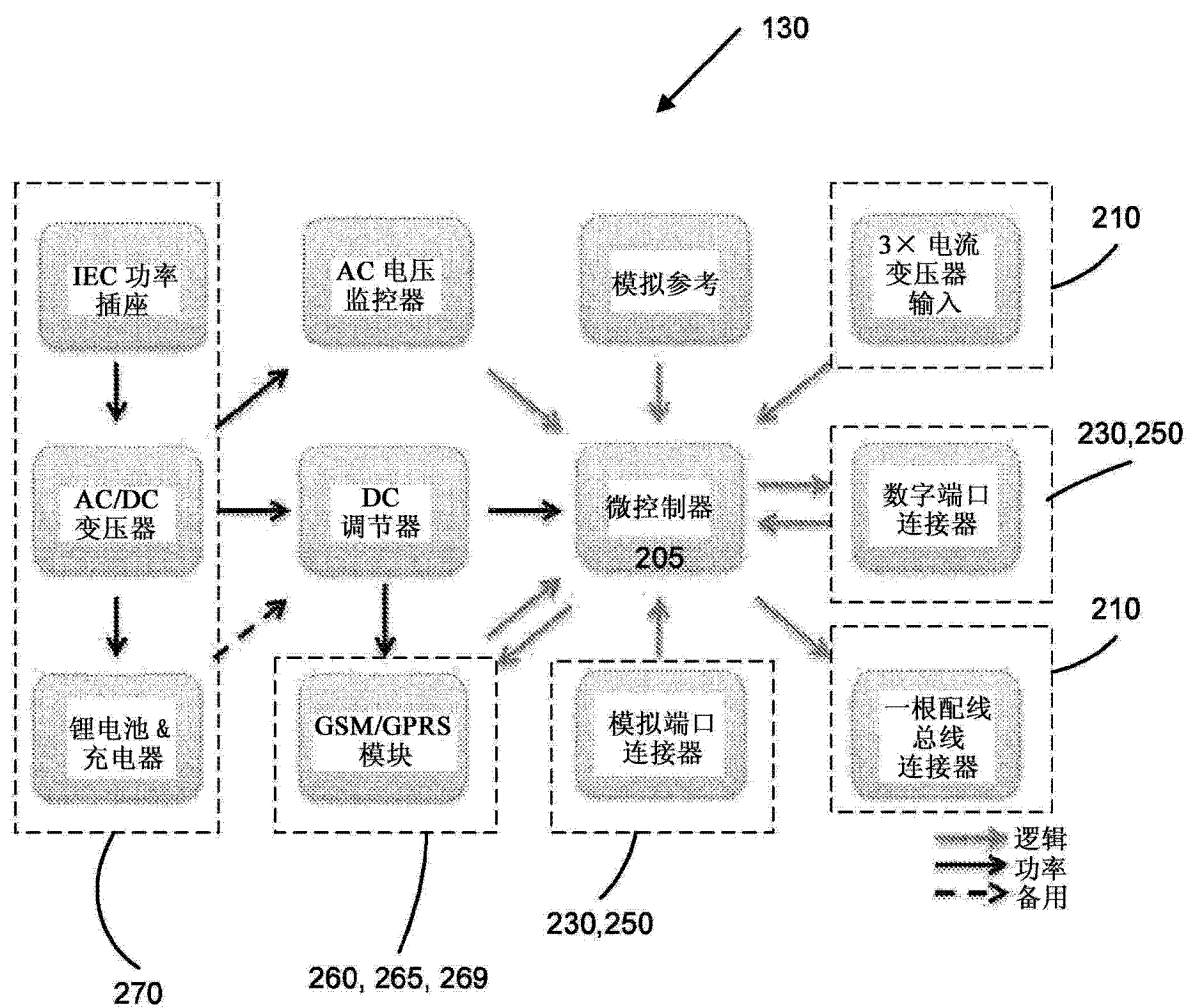


图 4

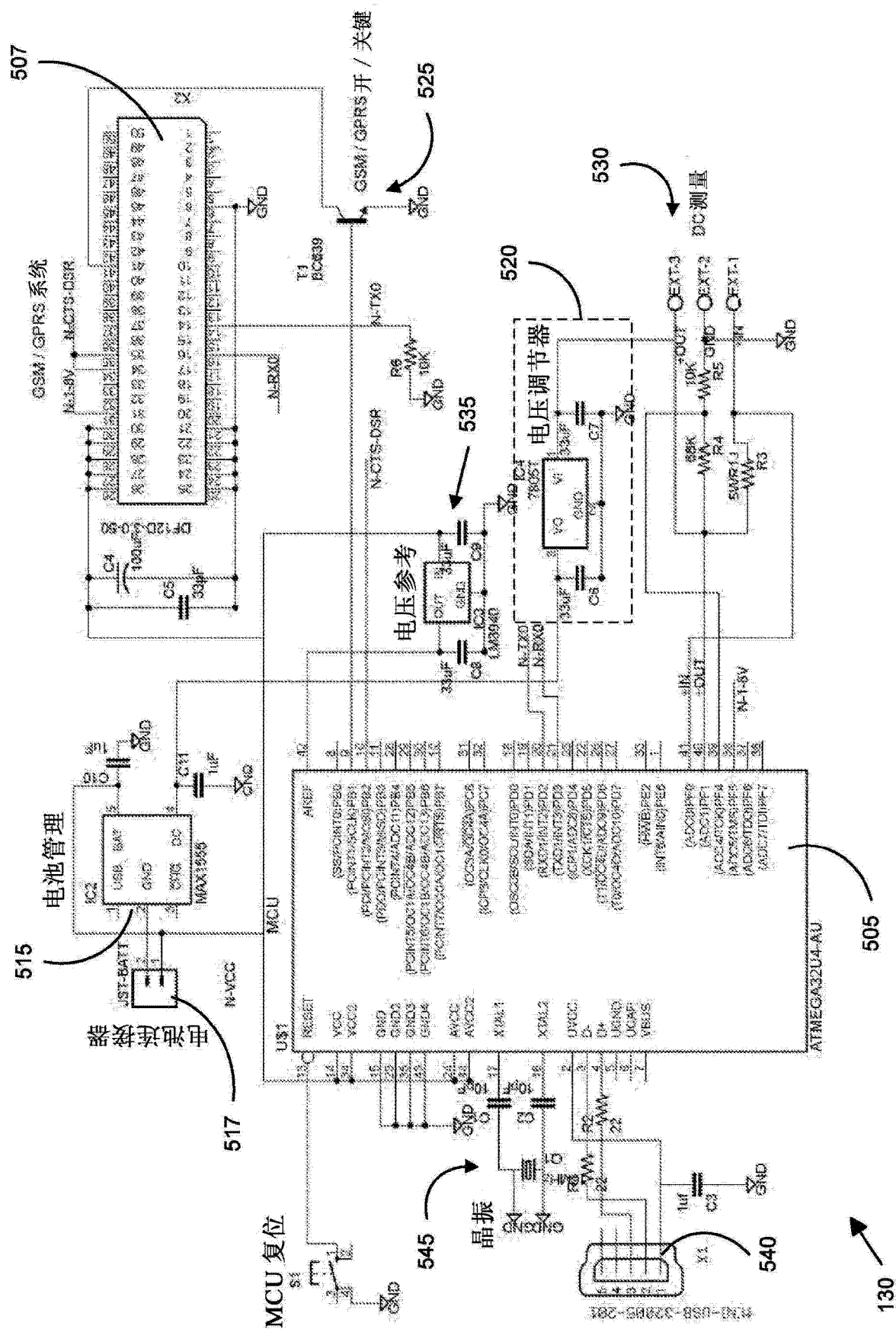
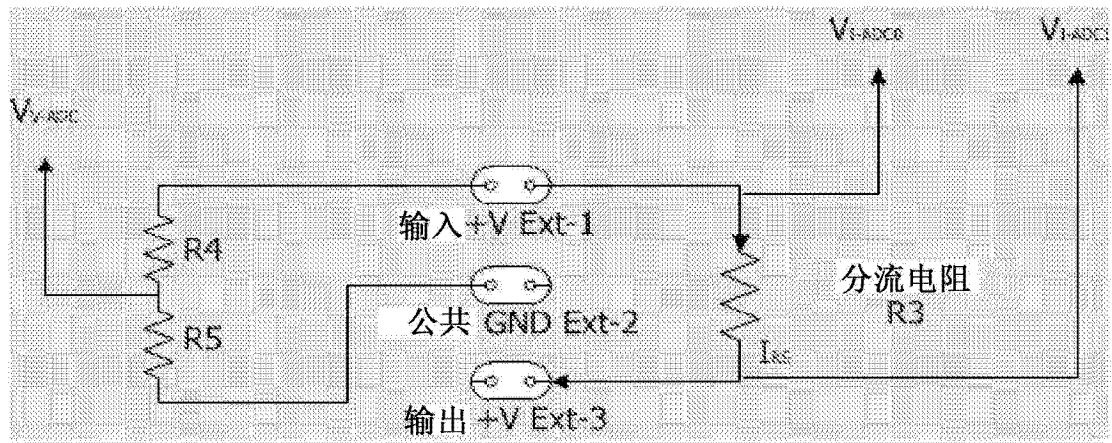


图 5



530

图 6A

630

测量单元

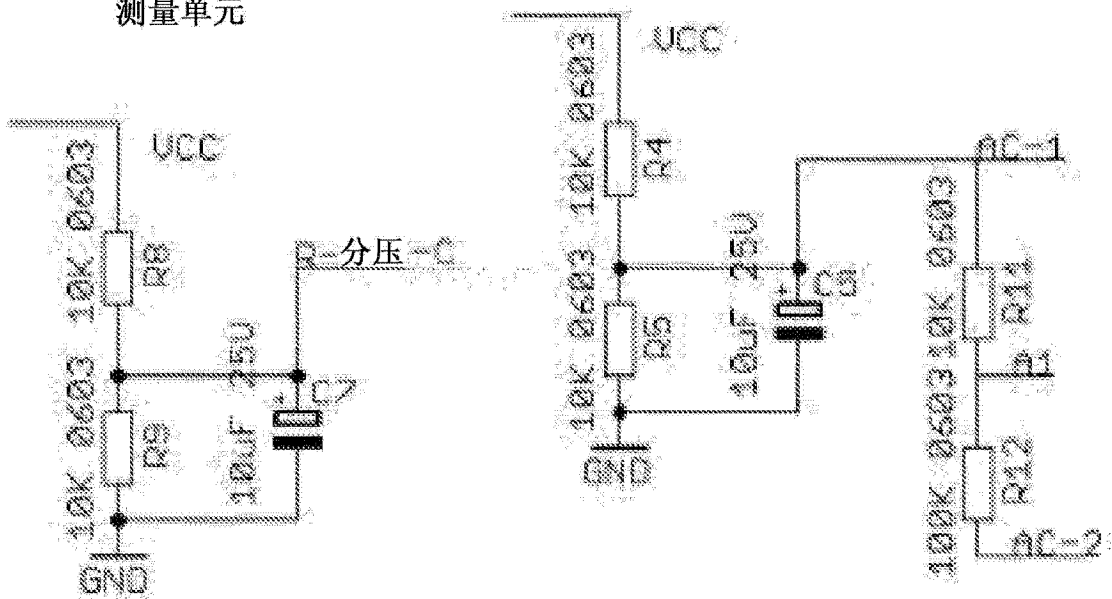


图 6B

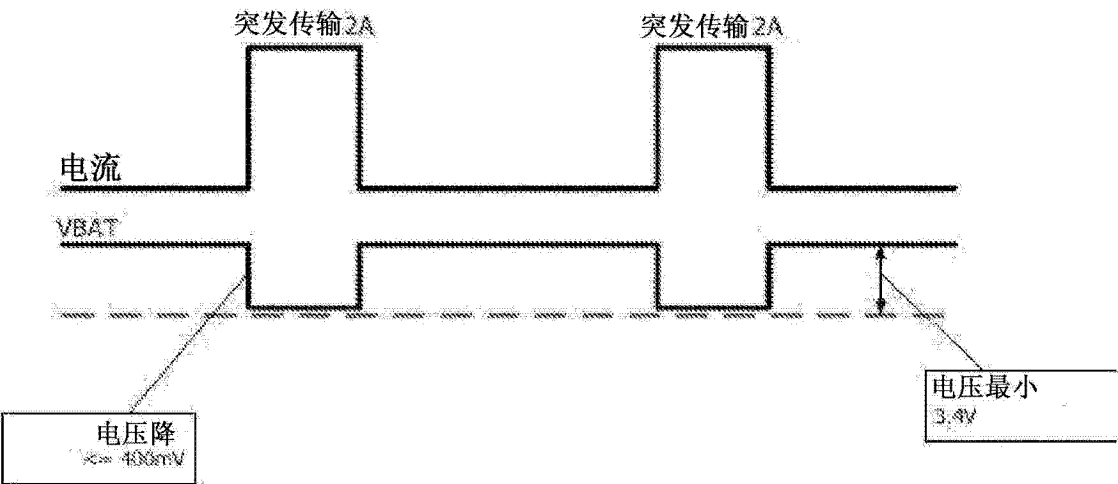


图 7

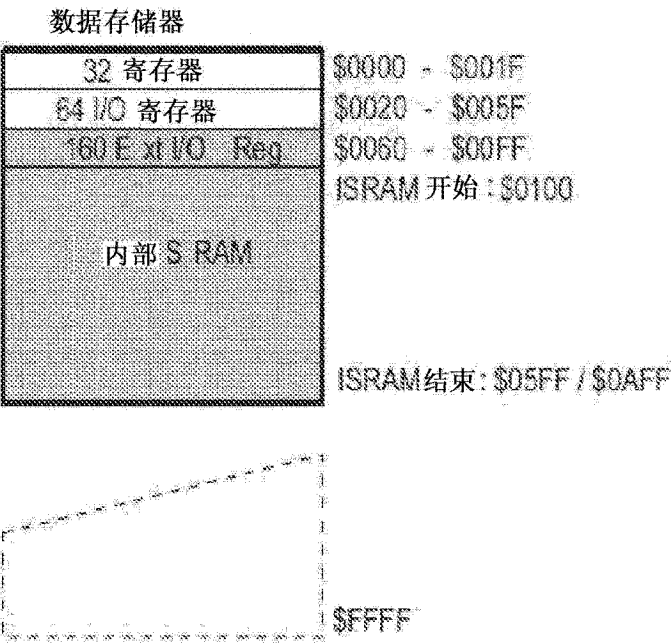


图 8

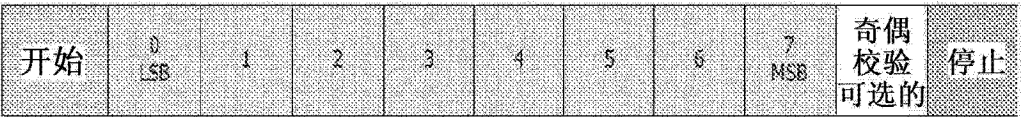


图 9

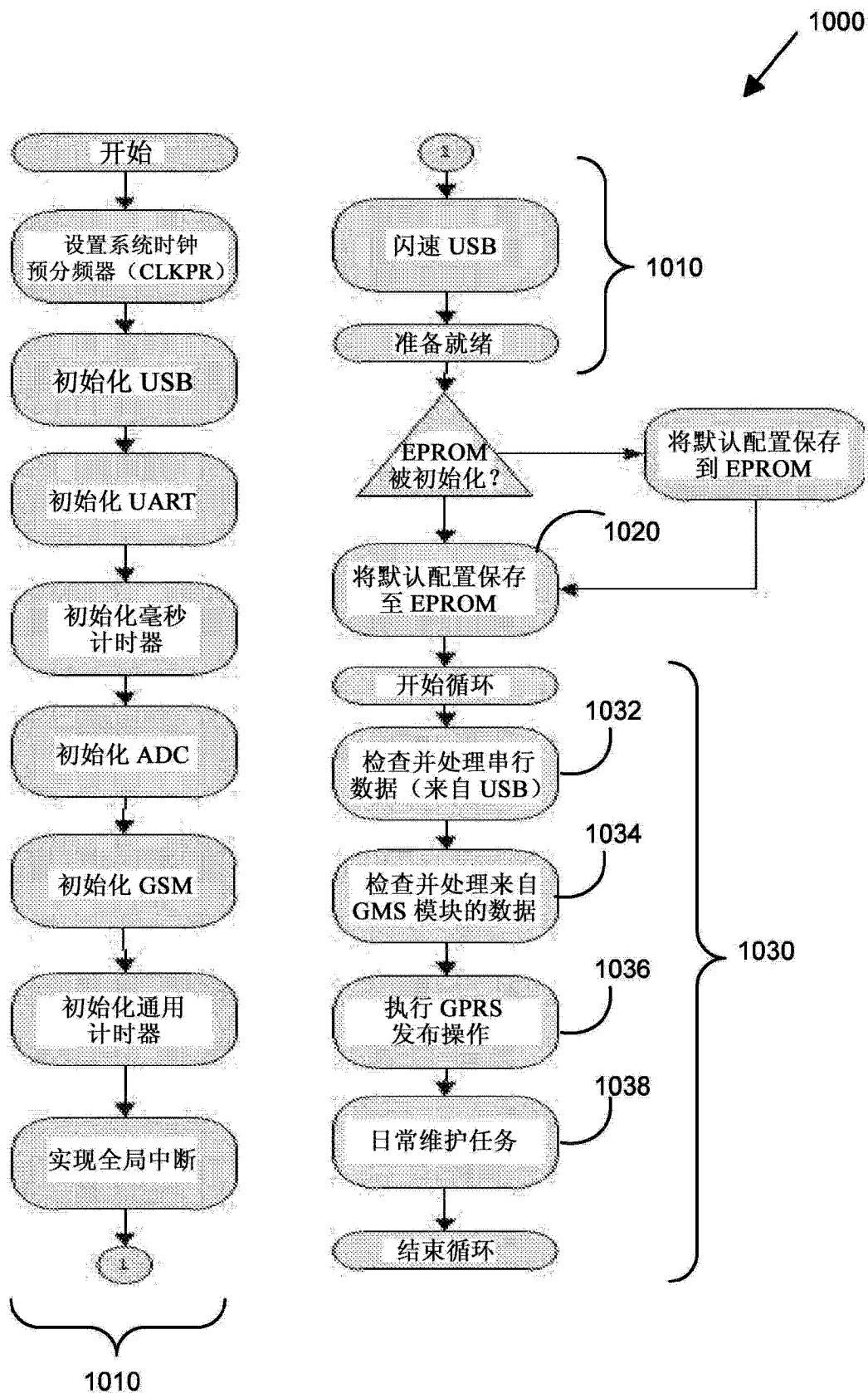
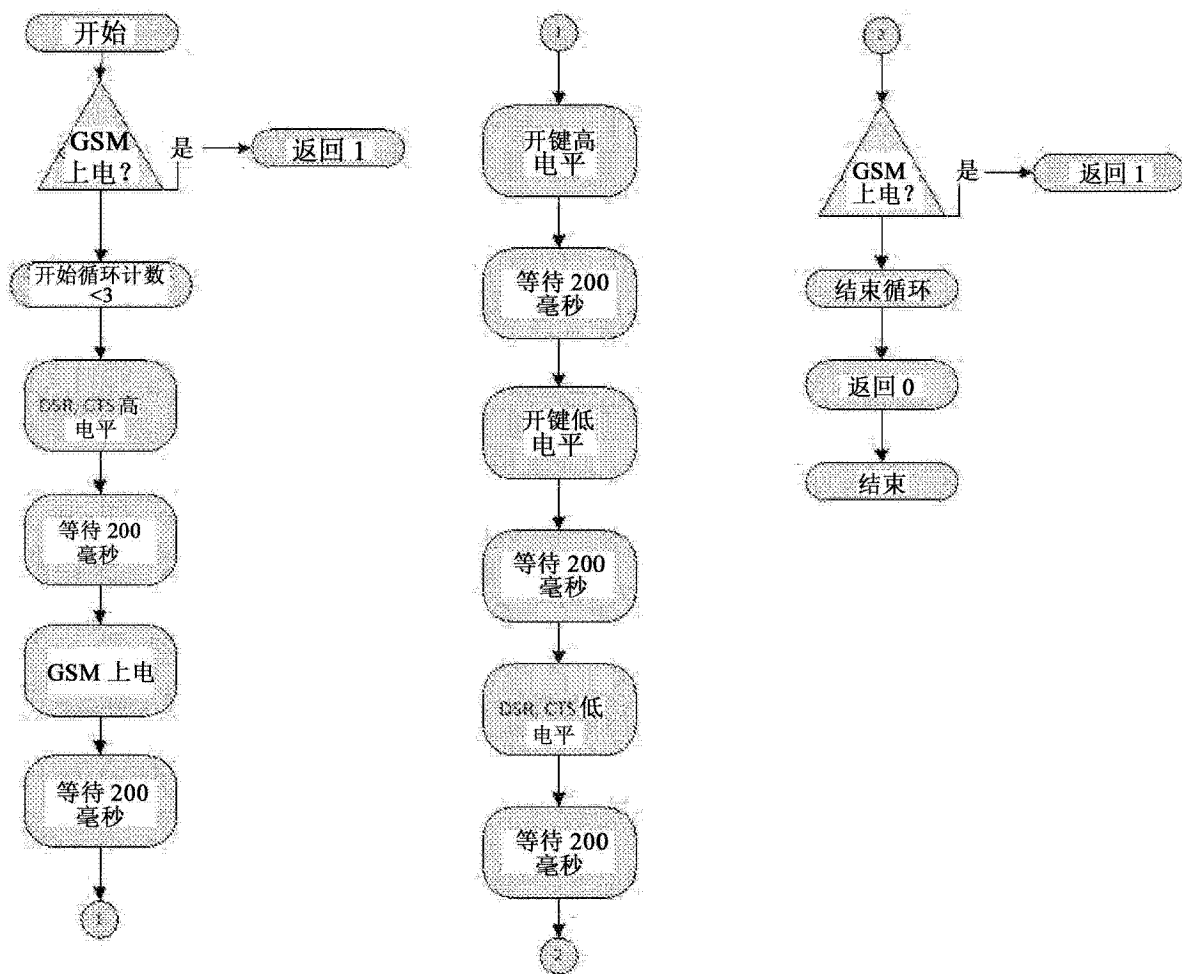
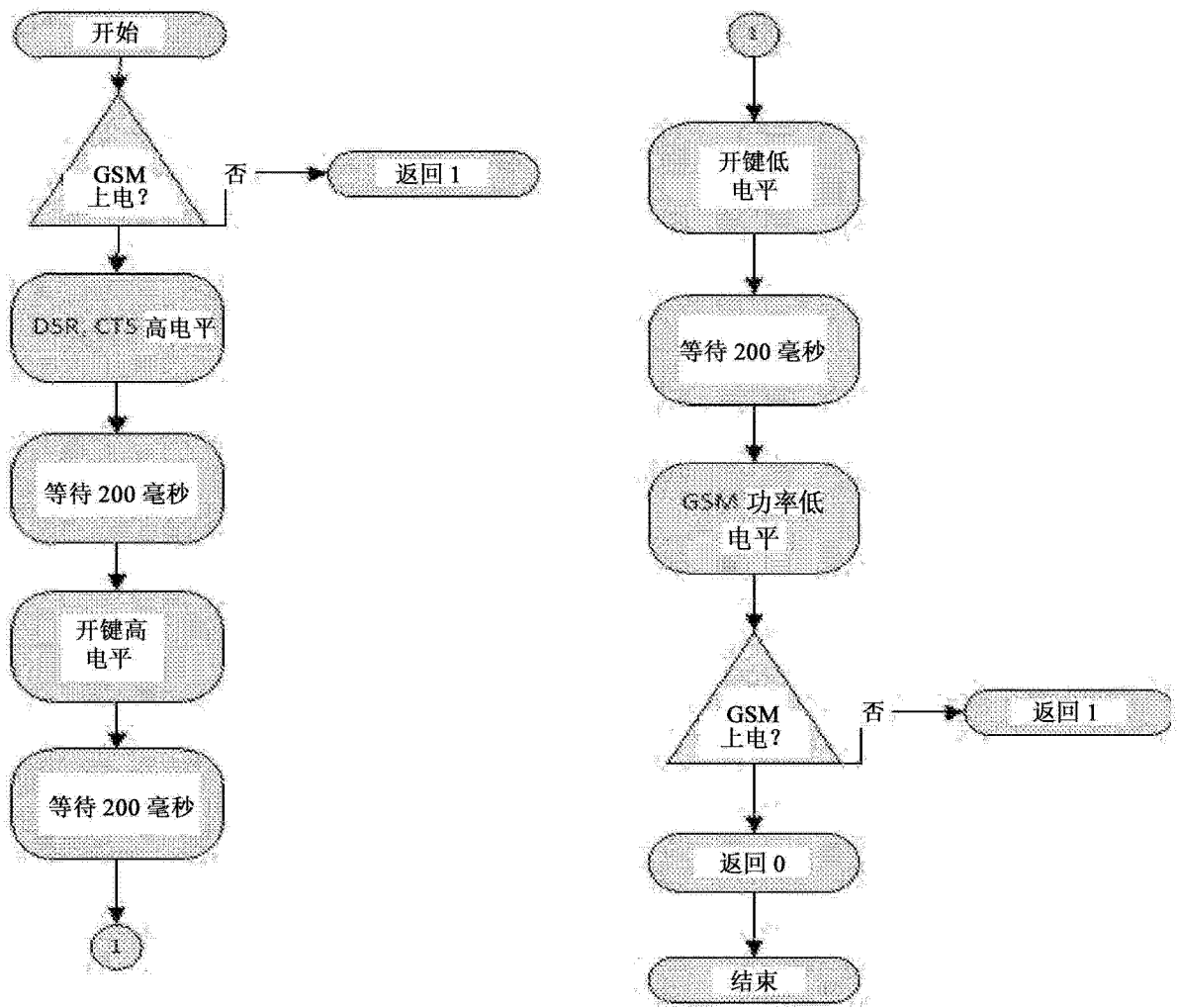


图 10



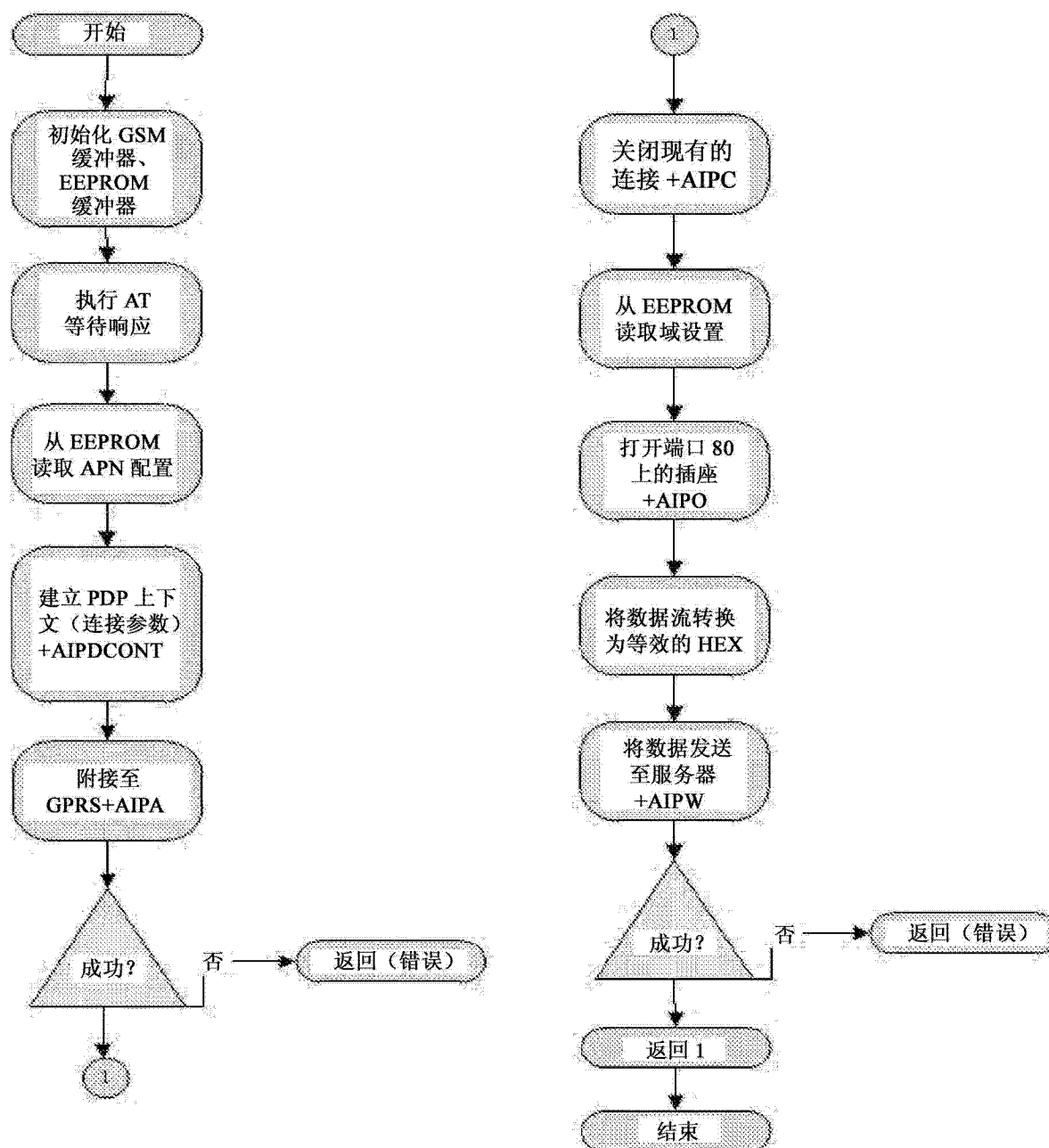
1100

图 11



1200

图 12



1300

图 13

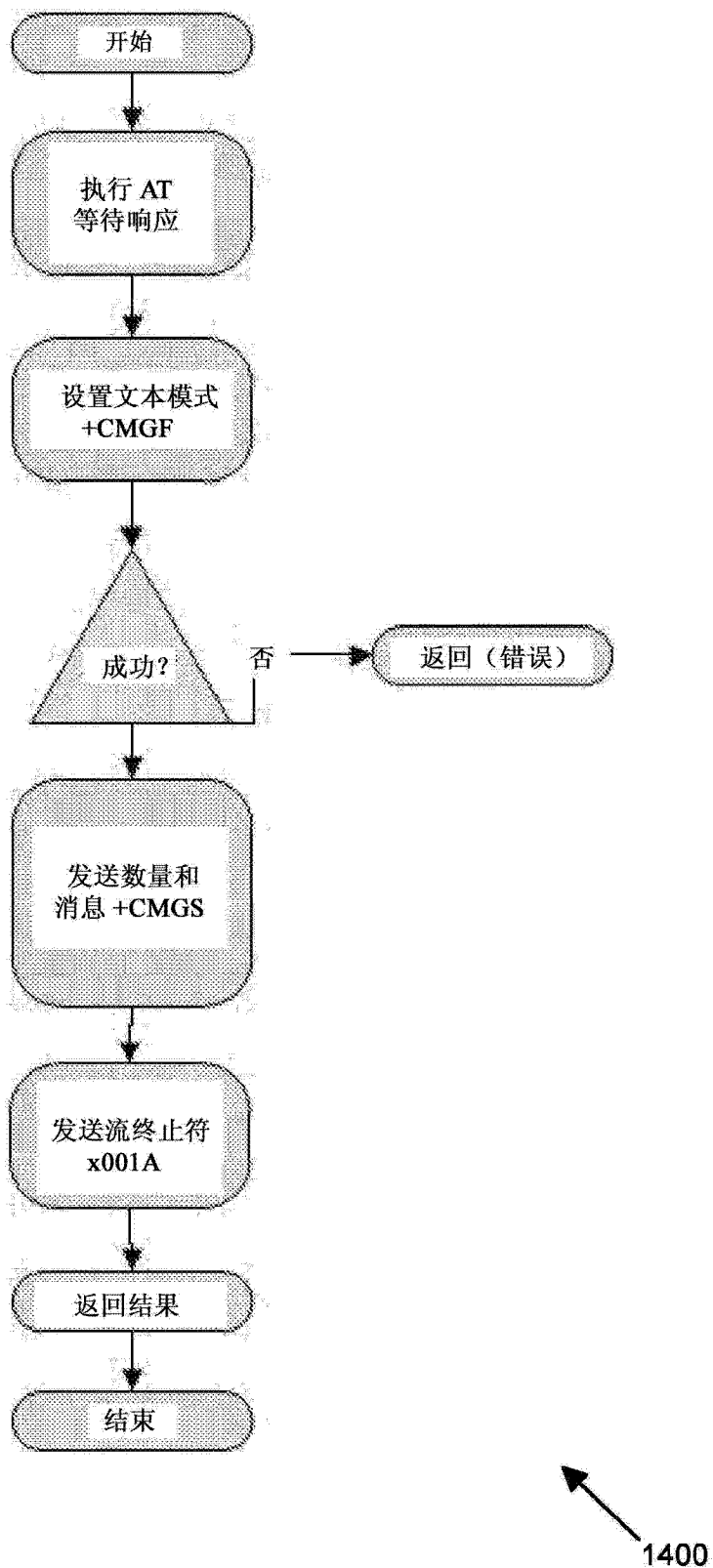


图 14

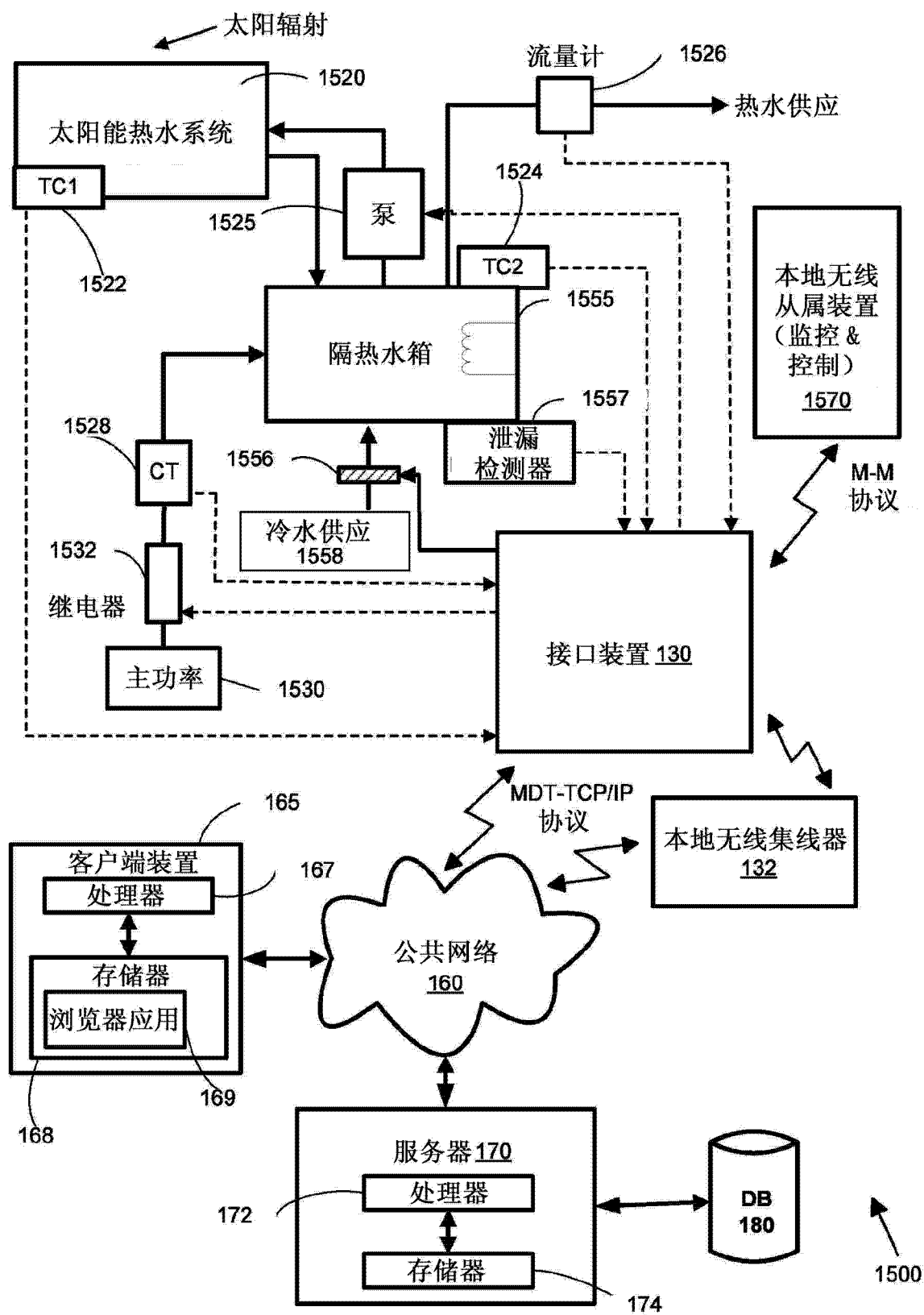


图 15

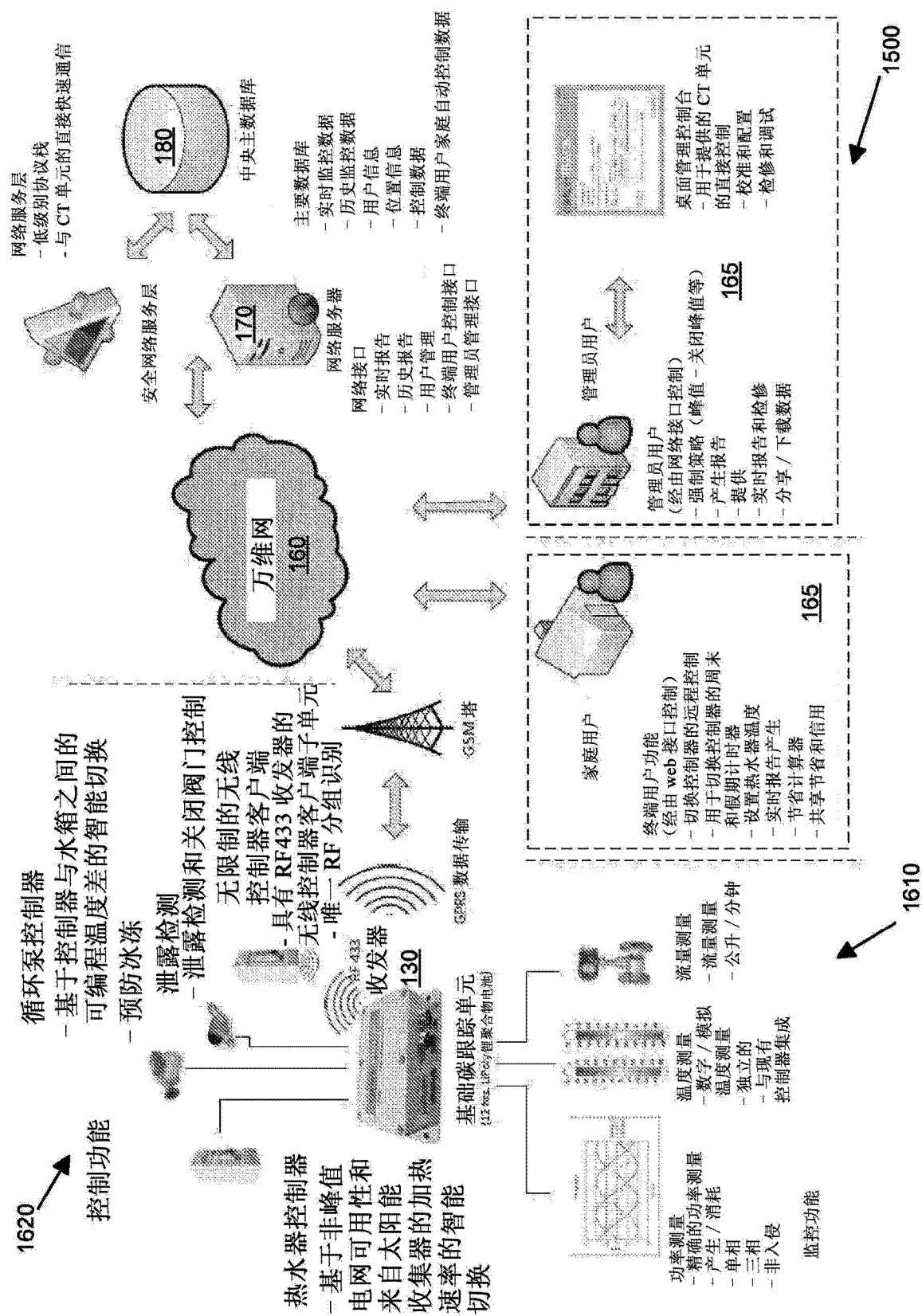


图 16

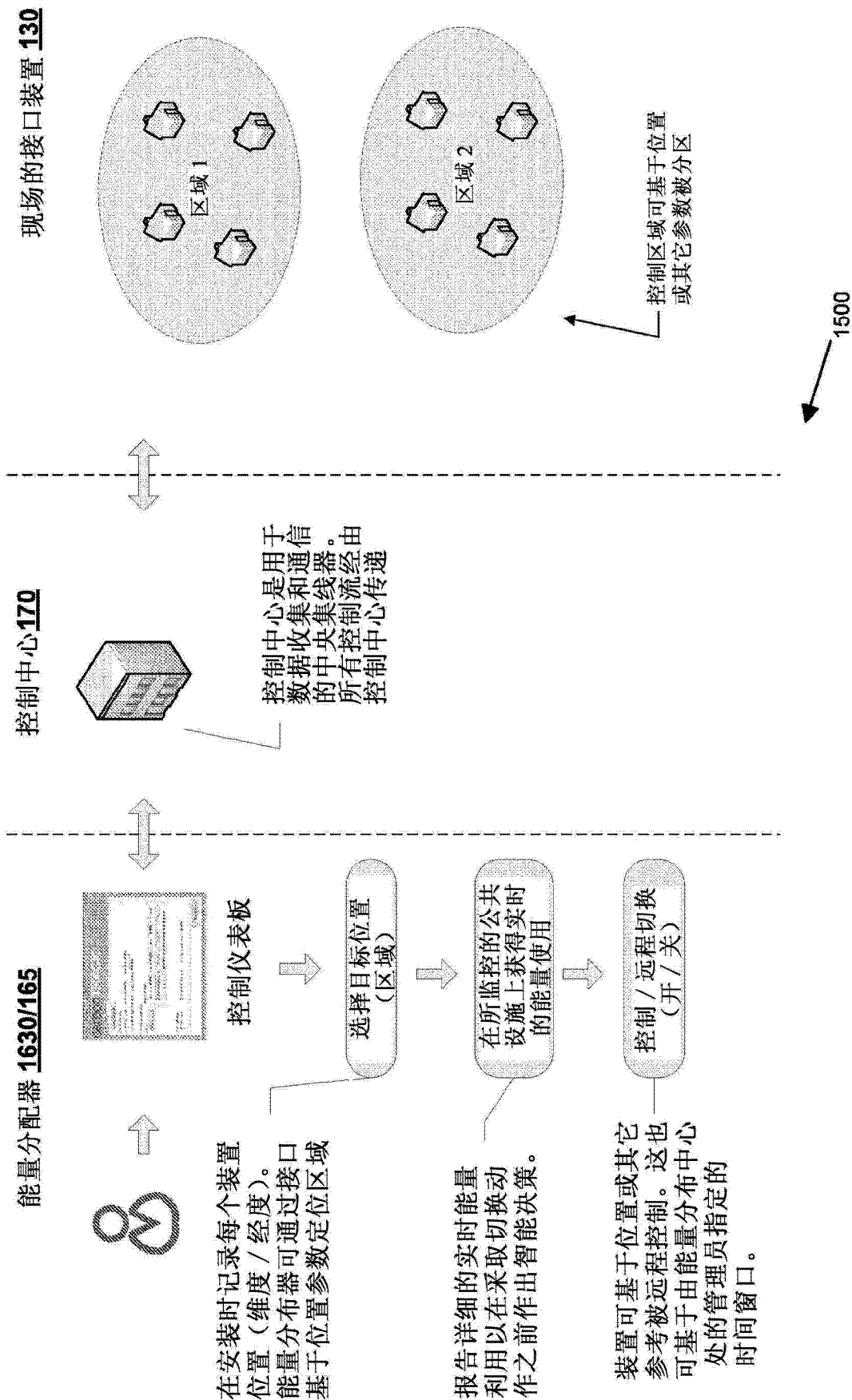


图 17

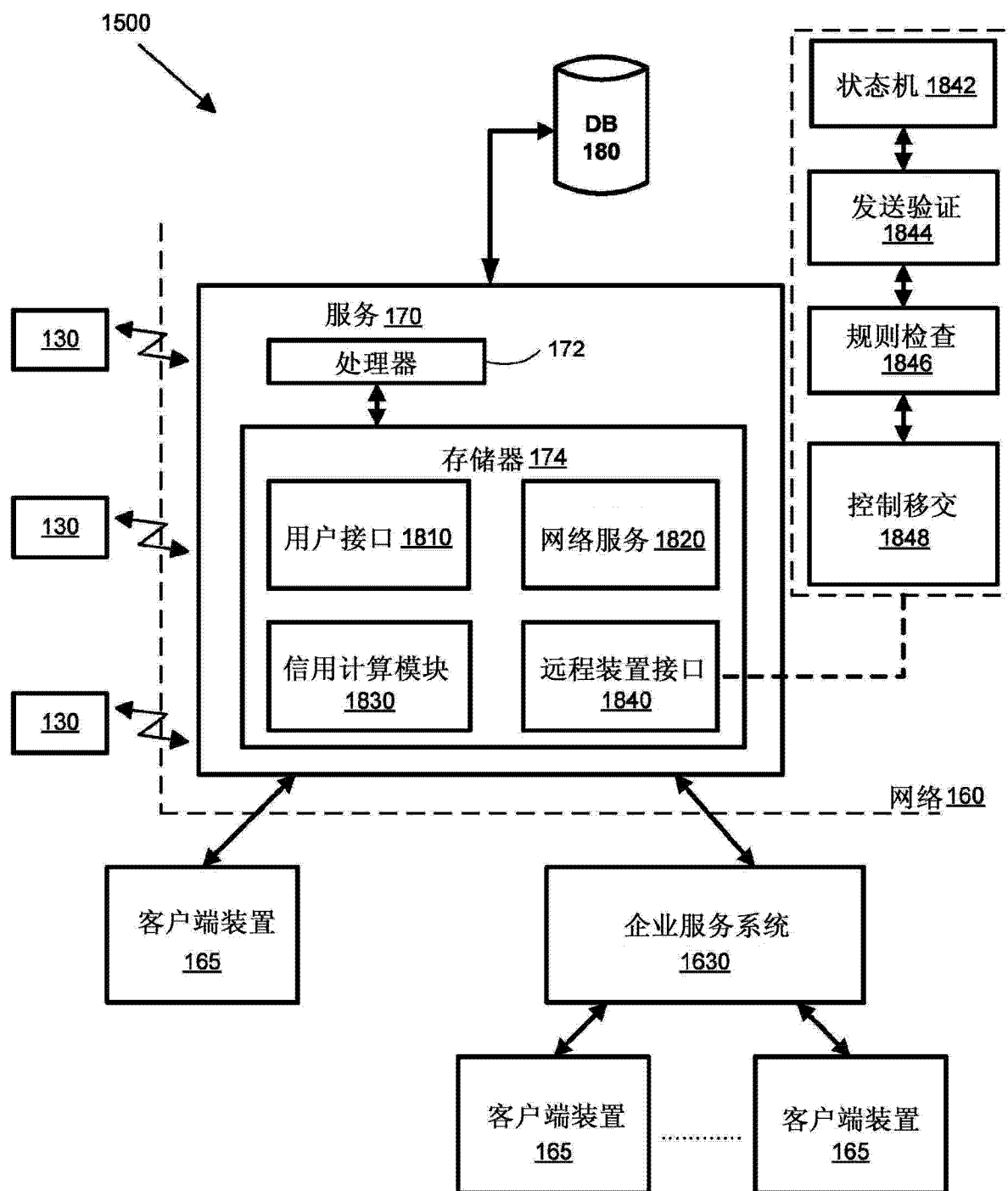


图 18

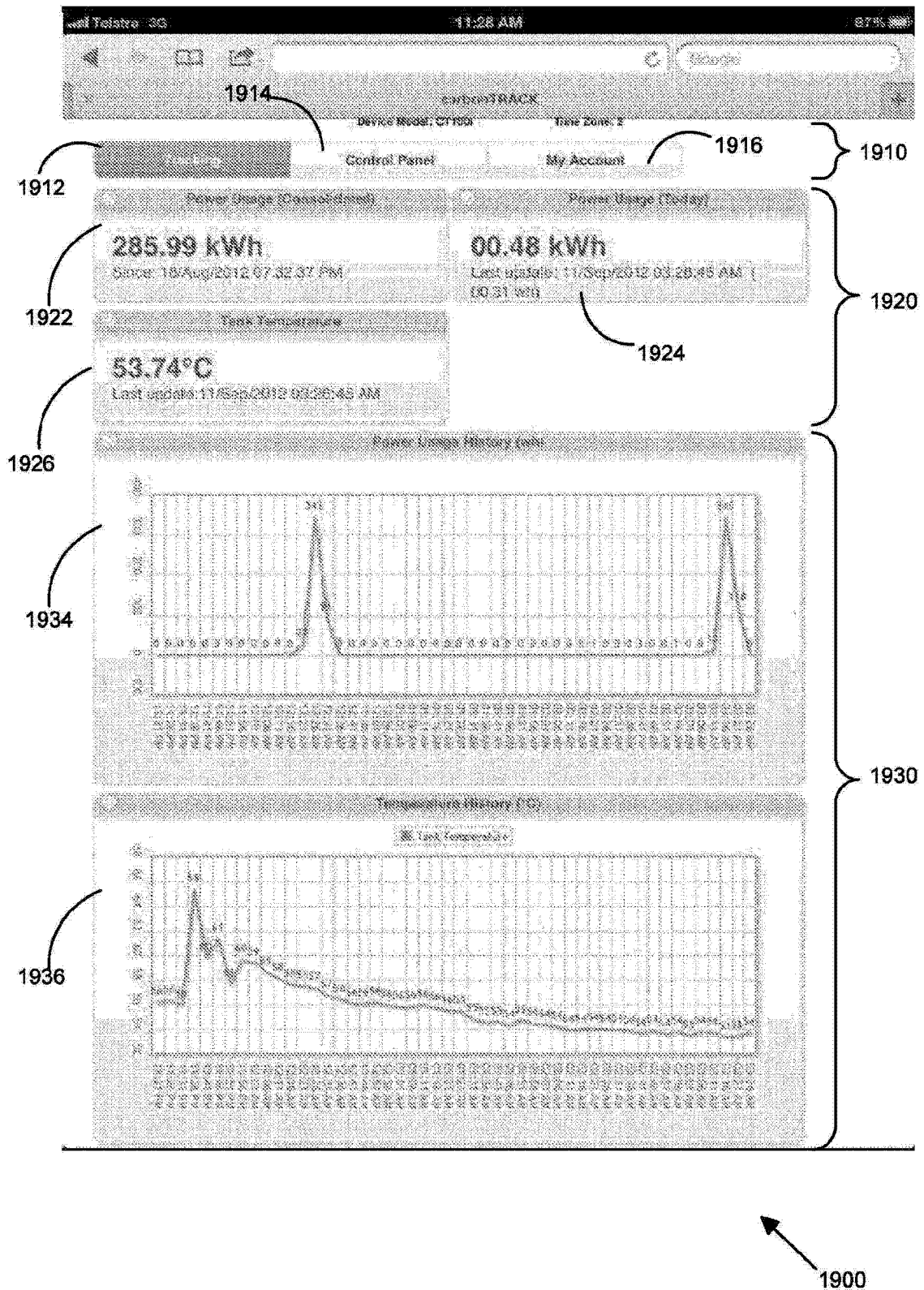
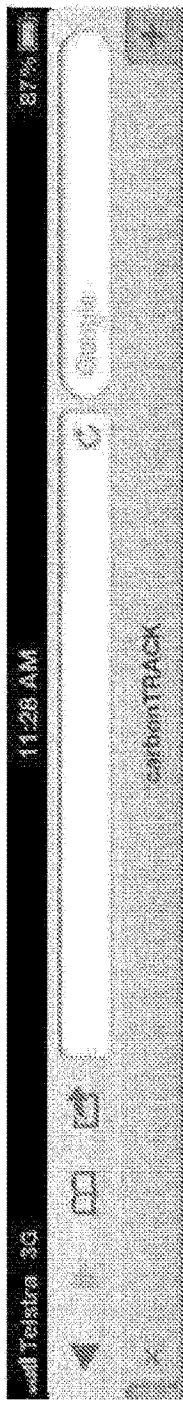


图 19



能源公司名称和标识

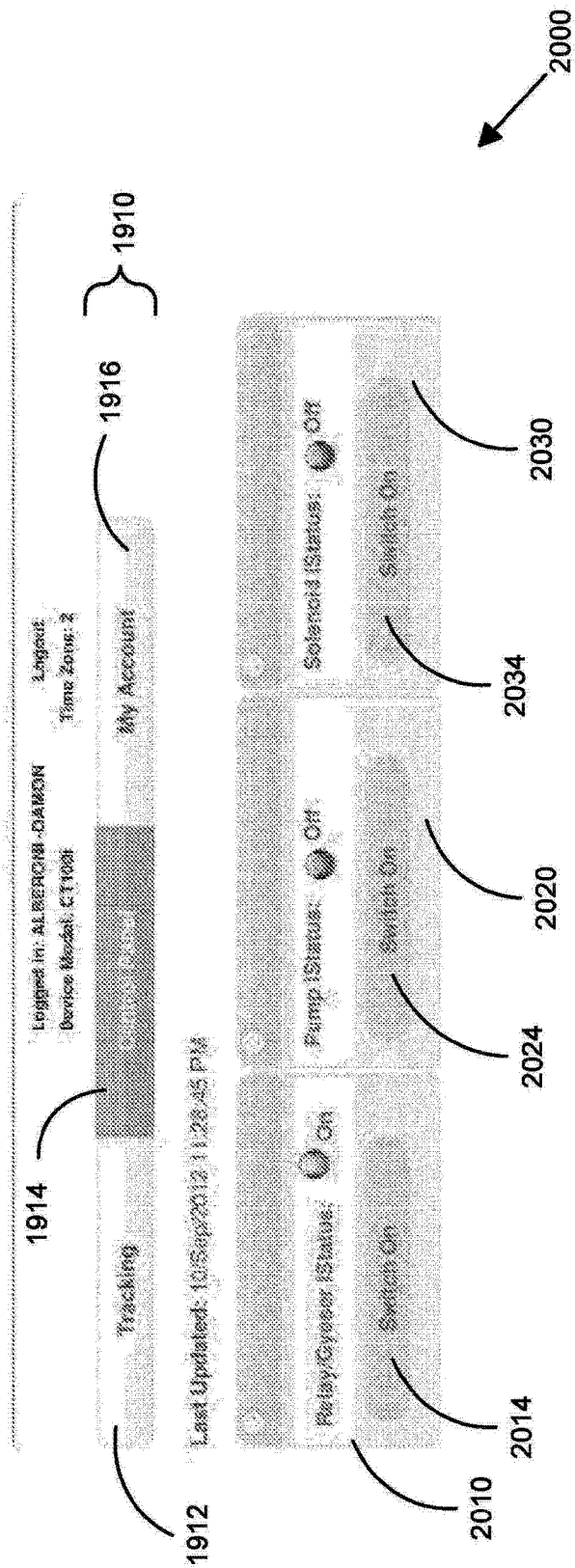
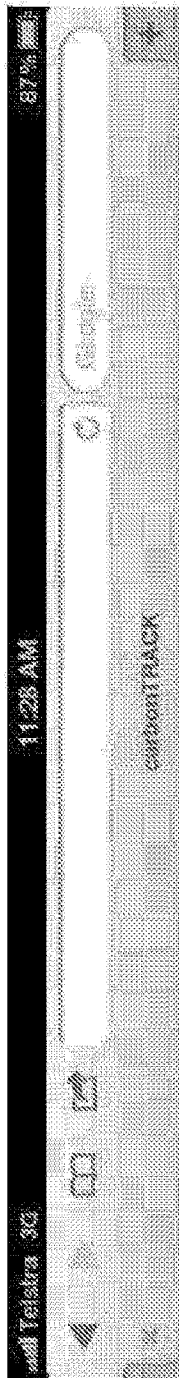


图 20



能源公司名称和标识

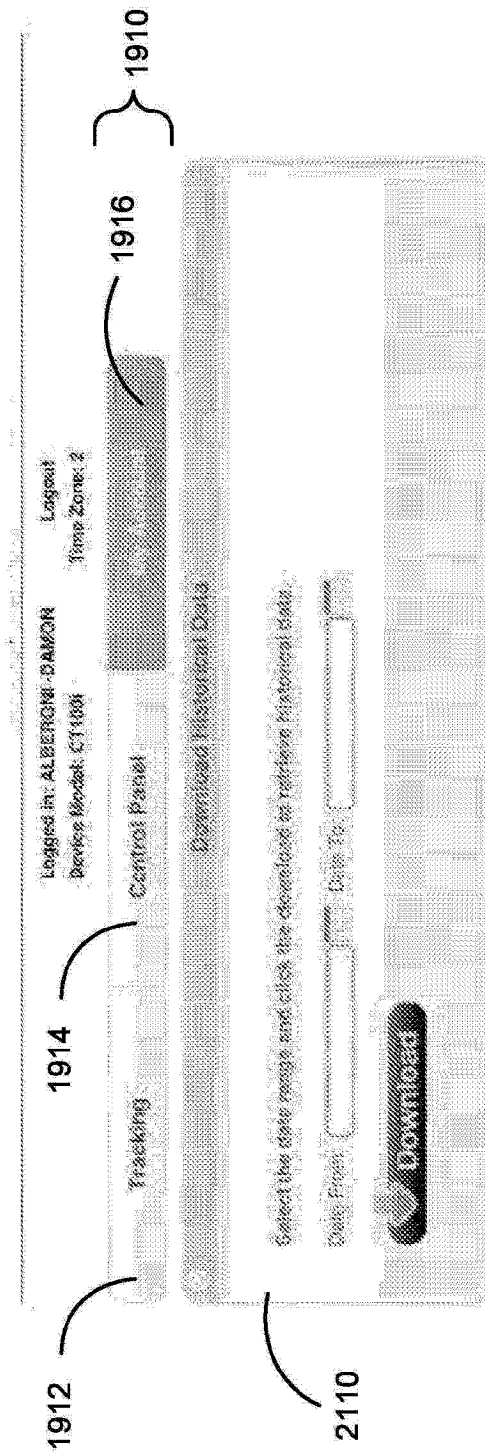


图 21

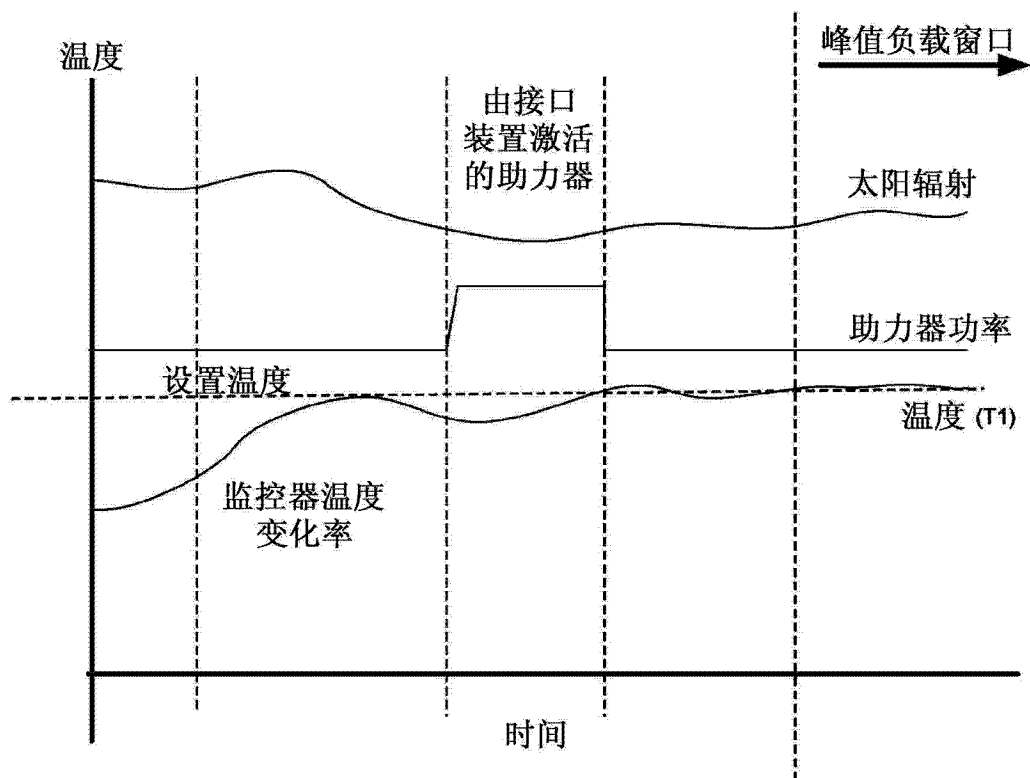


图 22

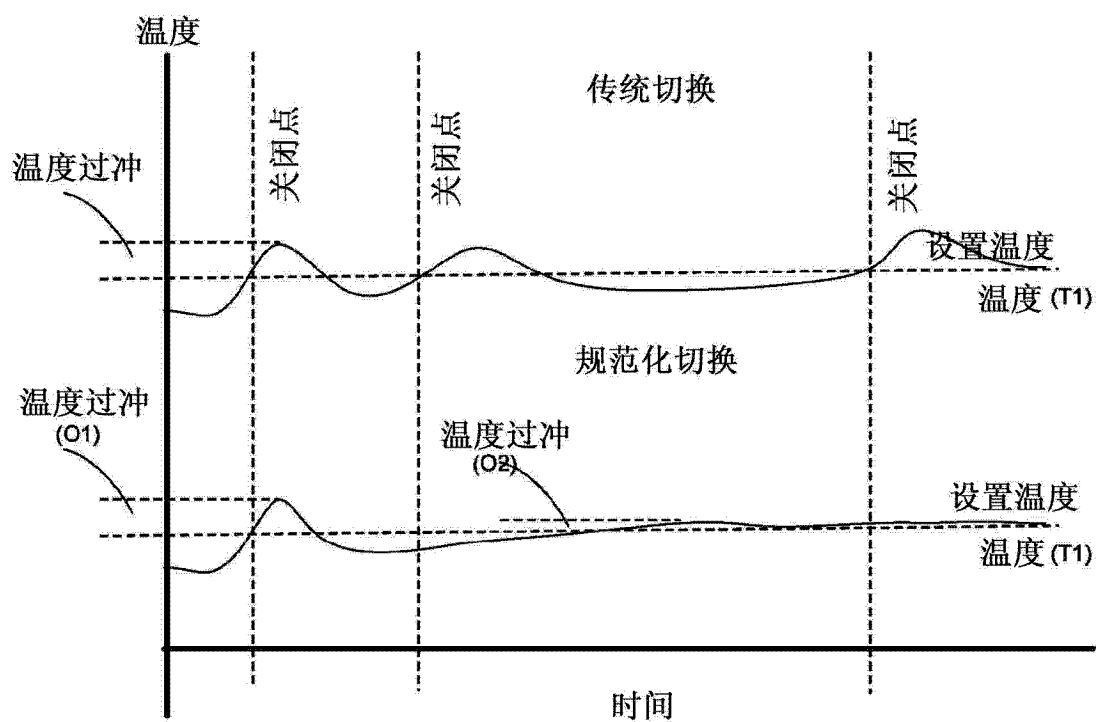


图 23

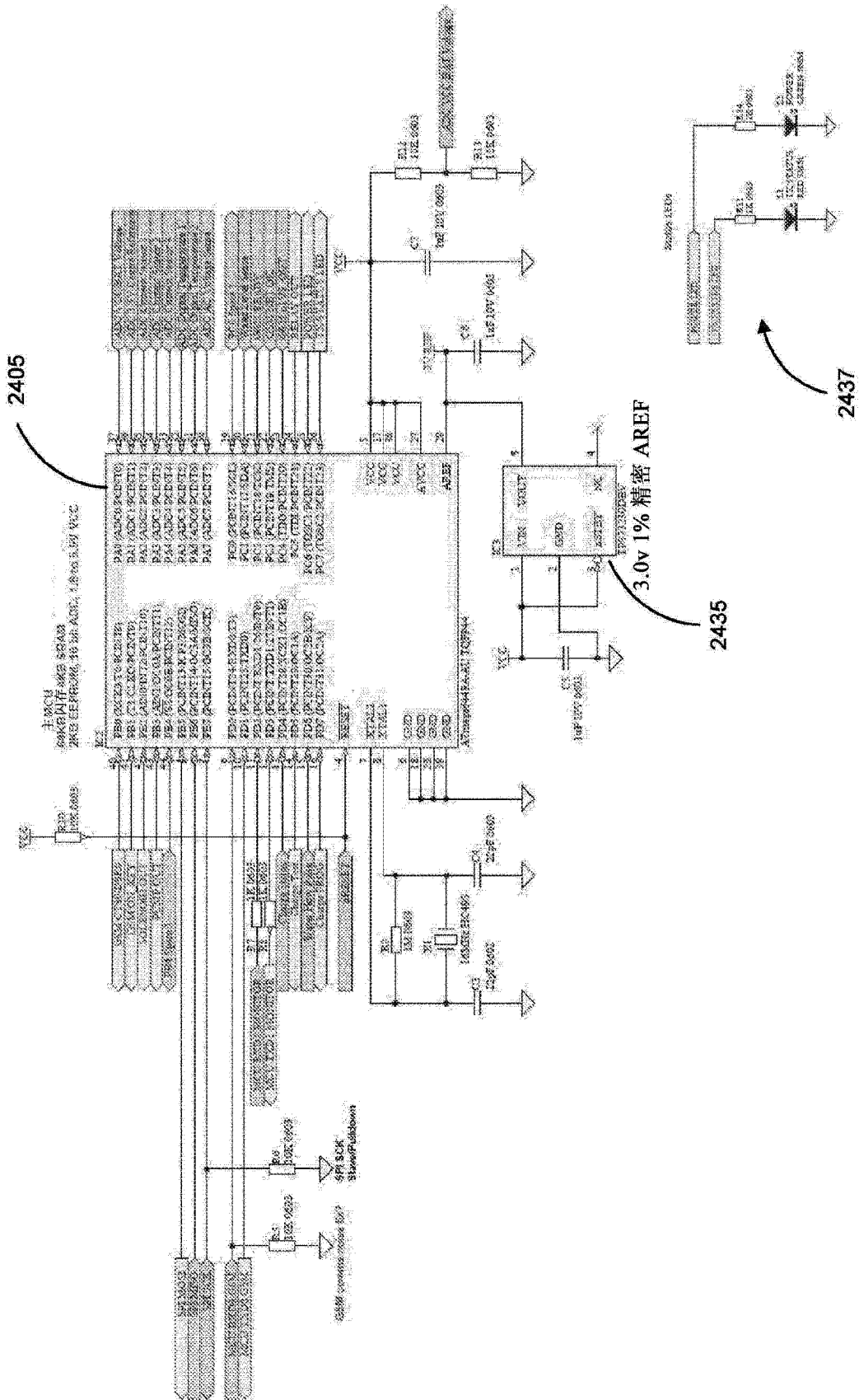


图 24

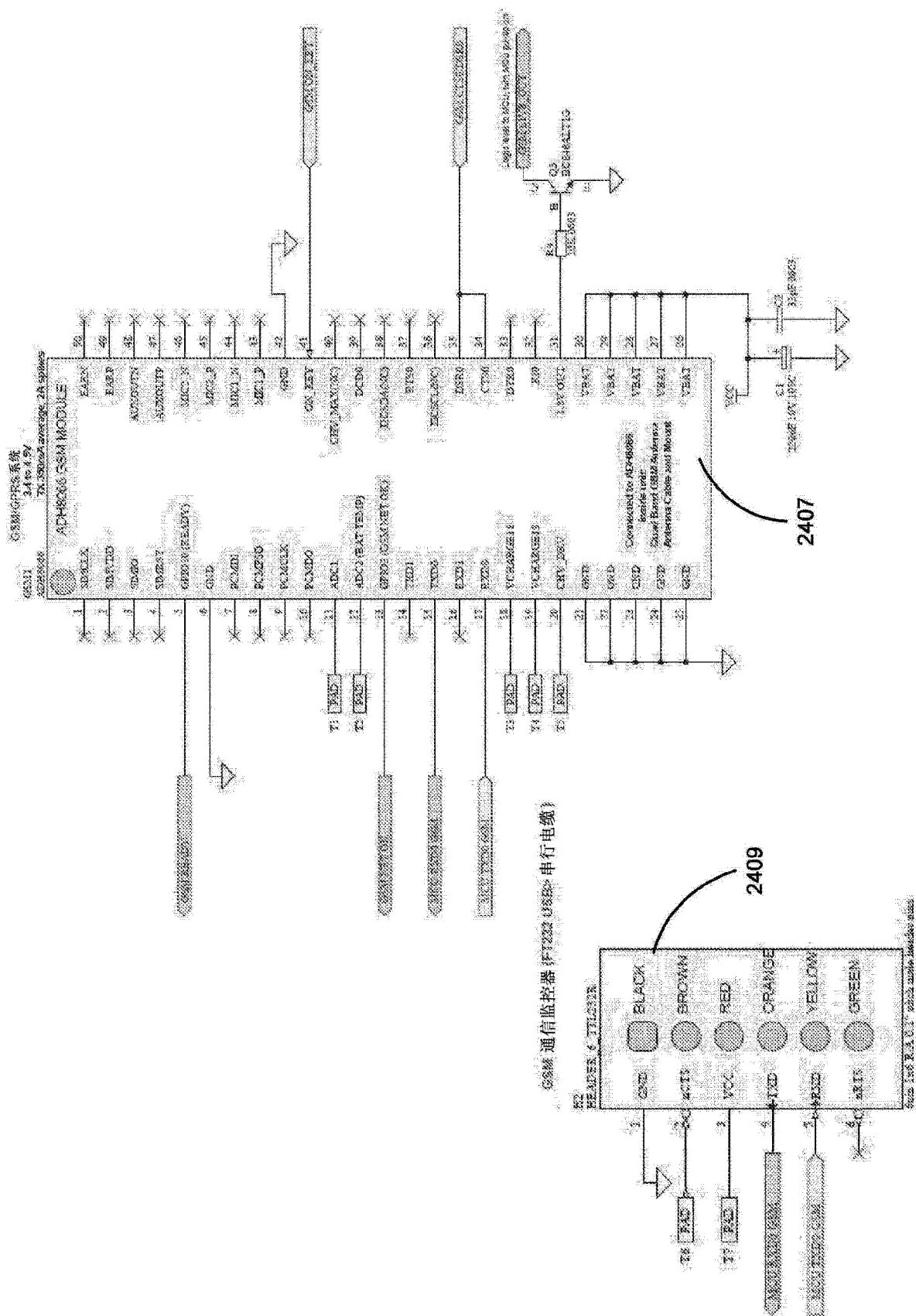


图 25

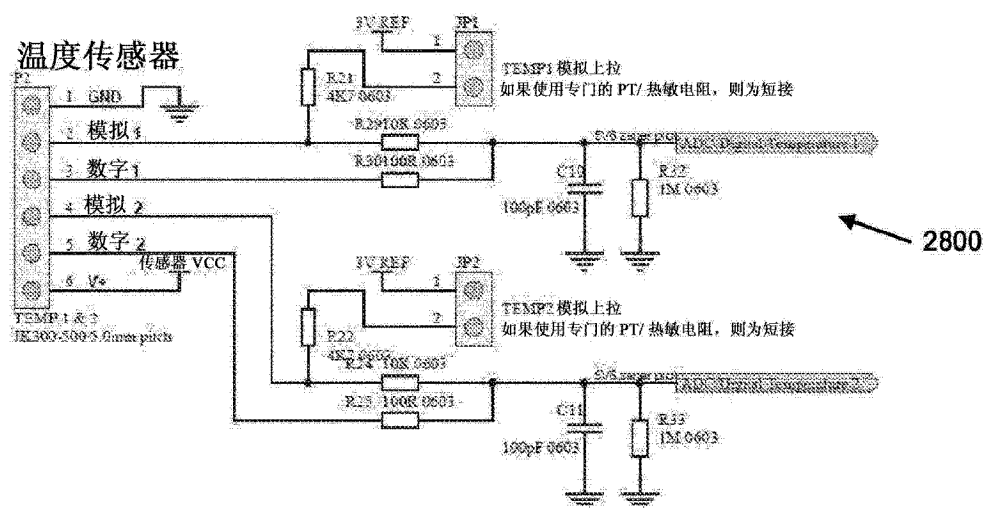


图 28

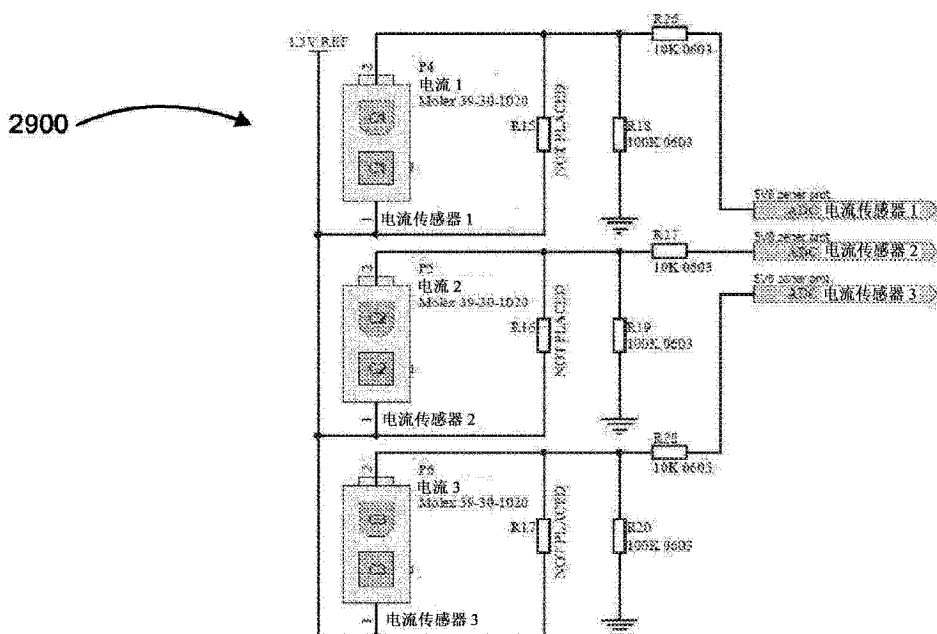


图 29

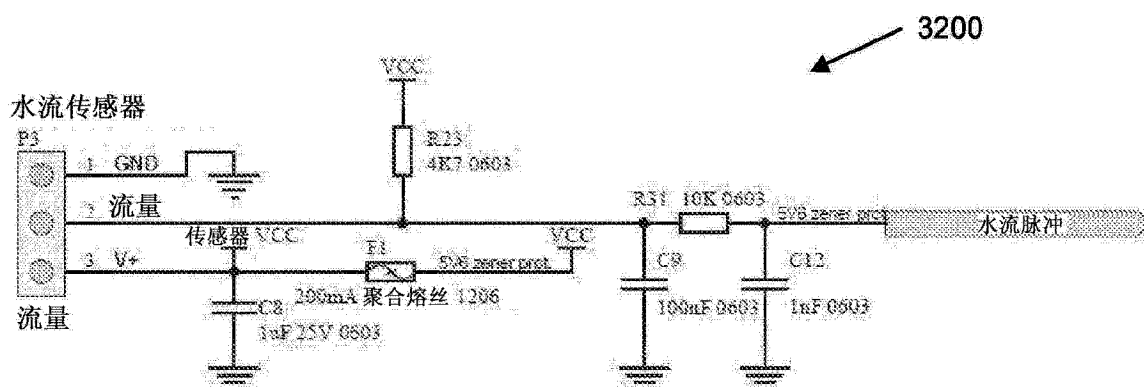


图 32

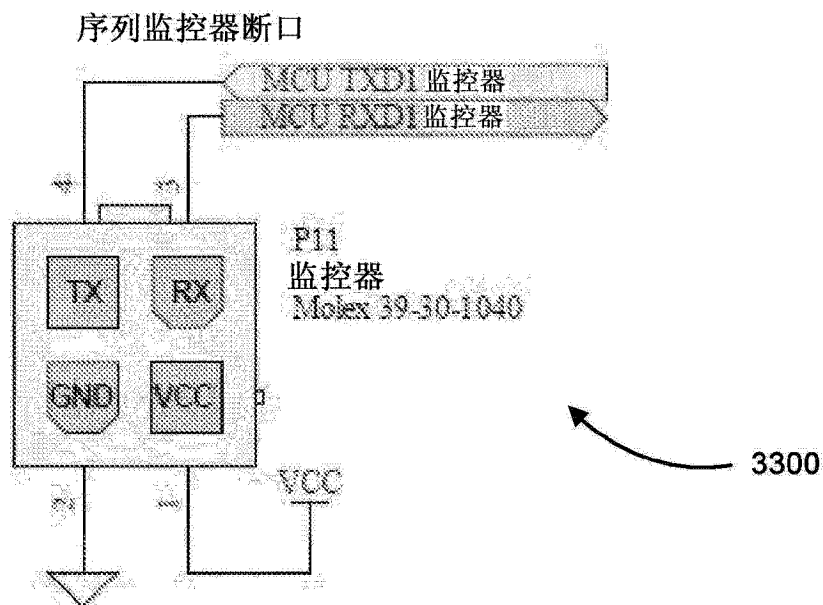


图 33

附加 ESD/ 尖峰保护

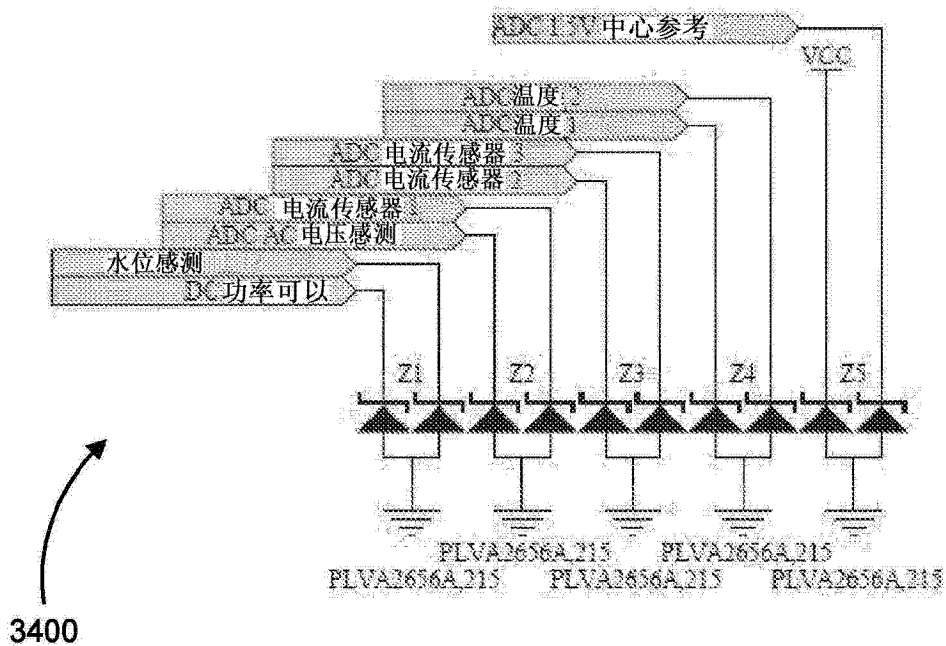


图 34