

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C25C 7/06 (2006.01)  
C25B 15/02 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580008346.5

[43] 公开日 2007年4月25日

[11] 公开号 CN 1954099A

[22] 申请日 2005.3.17

[21] 申请号 200580008346.5

[30] 优先权

[32] 2004.3.17 [33] US [31] 60/553,899

[86] 国际申请 PCT/US2005/009103 2005.3.17

[87] 国际公布 WO2005/090644 英 2005.9.29

[85] 进入国家阶段日期 2006.9.15

[71] 申请人 肯尼科特犹他州铜冶公司

地址 美国犹他

[72] 发明人 尤金·Y·尤

安东尼奥·博格斯-德莱弗斯

大卫·B·乔治 罗杰·罗斯

周克明 阮明艳

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商  
标事务所

代理人 郭思宇

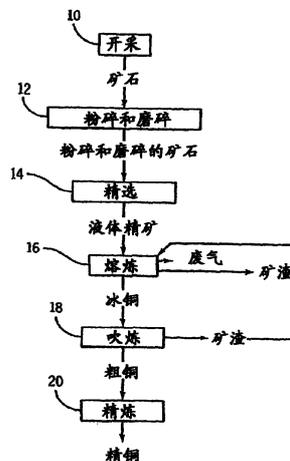
权利要求书 3 页 说明书 22 页 附图 12 页

## [54] 发明名称

通过特别低总线电压供能的无线电解池监控

## [57] 摘要

一种包括利用施加在电解池上的电势供能的池供能第一电子设备的系统、设备和方法。为完成该任务对该电势升压。如果施加在池上的电势不充足，该设备也可以是电子供能的。在任何情况下，该设备和电解池中的一个或多个传感器以及和第二电子设备通信，并且该第一和第二电子设备无线通信。更具体地，第一电子元件无线地向第二电子设备发送数据信号，后者接收这些数据信号。第一和第二电子设备物理上彼此远离，并且它们在专用或公用网上通信，最好采用扩频技术。另外，第二电子设备最好还把数据信号发送到计算机以便进一步处理数据信号，并且例如当生产铜时可以采用这些方案。



1. 一种电解池监控系统，包括：

和电解池内一个或更多的传感器通信的池供能第一电子设备，以及

和所述第一电子设备无线通信用于接收来自所述第一电子设备的数据信号的第二电子设备，所述第一电子设备和所述第二电子设备物理上彼此远离。

2. 权利要求 1 的系统，其中所述第一电子设备向所述第二电子设备发送所述数据信号。

3. 权利要求 1 的系统，其中所述第一电子设备和所述第二电子设备在专用网上通信。

4. 权利要求 1 的系统，其中所述第一电子设备和所述第二电子设备在公用网上通信。

5. 权利要求 1 的系统，其中所述第一电子设备和所述第二电子设备利用扩频通信技术通信。

6. 权利要求 1 的系统，还包括：

和所述第二电子设备通信的计算机，其中所述第二电子设备向所述计算机发送所述数据信号以用于进一步处理所述数据信号。

7. 权利要求 1 的系统，其中利用施加在所述池上的电势对所述第一电子设备供能。

8. 权利要求 7 的系统，其中所述第一电子设备包含一个电池以当施加在所述池上的所述电势不足以对所述第一电子设备供能时对所述第一电子设备供能。

9. 权利要求 7 的系统，其中所述第一电子设备对施加在所述池上的电势升压以对所述第一电子设备供能。

10. 一种电解池监控设备，包括：

和电解池中的一个或更多的传感器通信的电子元件，其中利用施加在所述池上的电势对所述元件供能。

11. 权利要求 10 的设备, 其中所述设备包含一个电池以当施加在所述池上的所述电势不足以对所述设备供能时对所述设备供能。

12. 权利要求 10 的设备, 其中所述设备对施加在所述池上的所述电势升压以对所述设备供能。

13. 一种监控电解池的方法, 包括:

提供和电解池中的一个或更多的传感器通信的第一电子设备, 以及

将来自所述第一电子设备的数据信号无线发送到第二电子设备, 所述第一电子设备和所述第二电子设备物理上彼此远离。

14. 权利要求 13 的方法, 其中所述第一电子设备和所述第二电子设备在专用网上通信。

15. 权利要求 13 的方法, 其中所述第一电子设备和所述第二电子设备在公用网上通信。

16. 权利要求 13 的方法, 其中所述第一电子设备和所述第二电子设备利用扩频通信技术通信。

17. 权利要求 13 的方法, 还包括:

利用施加在所述池上的电势对所述第一电子设备供能。

18. 权利要求 17 的方法, 还包括:

当施加在所述池上的所述电势不足以对所述第一电子设备供能时利用电池对所述第一电子设备供能。

19. 权利要求 17 的方法, 还包括:

对施加在所述池上的所述电势升压以对所述第一电子设备供能。

20. 一种生产高纯度铜的方法, 包括:

处理供给材料以从其形成一块或多块包括含有一种或多种非铜杂质的铜的阳极;

在一个或多个含有硫酸水电解液的电解池中电解精炼所述阳极, 在池中浸入所述阳极以及阴极, 所述精炼包括在所述阳极和所述阴极之间建立足够的电势电压以从所述阳极溶解铜并在所述阴极上沉积高纯度的铜;

---

对一个或更多的传感器采样以监控和所述传感器所附着的所述池的物理性质对应的池参数，以产生一个或更多的数据信号，所述数据信号和所述参数相对应；以及

将所述数据信号无线发送到远程电子设备上。

## 通过特别低总线电压供能的无线电解池监控

本申请根据 U. S. C. § 119 (e) 要求 2004 年 3 月 17 日归档的临时专利申请序号 60/553,899 的优先权, 从而该申请的整个公开收录作为参考。

### 技术领域

本发明涉及用于电冶金系统的电解池监控, 电冶金系统例如包括: i) 用于铜、锌、镍、铅、钴以及其它类似金属的电提纯和电解沉积系统, ii) 诸如氯化碱系统的电化池, 以及 iii) 熔盐电解, 例如铝和锰的电解。

因为本方案可以在生产铜的铜精炼阶段期间用于电解池监控, 出于示例、代表性和本限制性的目的本文会说明铜的生产。

### 背景技术

生产铜涉及一系列步骤, 包括开采、粉碎和磨碎、精选、熔炼、吹炼和精炼过程, 图 1 的方块图格式下示出的每个过程是周知的并在下面详细描述。如所描述那样, 开采 10 松开并且收集矿石。粉碎和磨碎 12 把矿石变成粉碎的和磨碎的由细末构成的矿石, 其中期望的矿石矿物是脱离的。精选 14 把期望的矿石矿物收集到水浆中, 接着过滤和干燥水浆以产生适于熔炼和液体精矿。熔炼 16 熔炼 (即熔化和氧化) 液体精矿中的铁和硫以产生冰铜。吹炼 18 通过氧化把冰铜转换成粗铜。最后, 精炼 20 把粗铜精炼成更精的铜。

现参照图 1 出于进一步示例、代表性和非限制性的目的提供更加专门的说明。

#### A、开采 10

如已知那样, 在地球表面下面存在大量含有各种矿物的矿石, 其

中包括硫化铜或硫化铜铁矿物中的一者或多者，例如辉铜矿、黄铜矿和斑铜矿。在矿石中钻井从而可以引爆炸药以便松开矿石并且适于把它们装到和运送到粉碎和磨碎设施上。

#### B、粉碎和磨碎 12

在粉碎和磨碎设施上，通过各种粉碎和磨碎机械矿石被粉碎、和水混合并且磨碎成细末，然后抽到精选设施中。粉碎和磨碎的矿石典型地含有重量小于 2% (wt%) 的铜。

#### C、精选 14

在精选设施上，粉碎和磨碎的矿石精选成浆水精矿。更具体地，在浮选池中粉碎和磨碎的矿石和水、化学物以及空气混合，以使粉碎和磨碎矿石中的铜附在该浮选池内上升的气泡上。当这些气泡在浮选池的表面的顶上漂浮时，它们聚合以形成液体精矿。

这样，精选 14 把粉碎和磨碎的矿石精选成浆水精矿，其典型地含有 25-30wt% 的铜（以及 20-30wt% 的水）。利用各种过滤器，接着对该精矿去水以产生适于通过传送带、加料器、轨道车等处理的湿精矿。

#### D、熔炼 16

利用加热和氧气，精矿熔炼成渣和称为冰铜的硫化铜铁。更具体地，首先在大型滚筒或类似干燥设备中干燥湿精矿。接着把精矿送到熔炼过程中，其中现在干燥的精矿和富氧的空气混合并且通过精矿吹管吹到熔炼炉中。在该熔炼炉中，现已干燥的精矿遭受大于华氏 2300° 的温度，在此情况下由于氧化熔精矿内的硫和铁产生的热精矿部分氧化和熔化。

该过程产生以下三种产品：i) 废气，ii) 渣，以及 iii) 冰铜。通过熔炼炉中的支管竖管含有二氧化硫 (SO<sub>2</sub>) 的废气路由到废气处理系统。渣包含硅石和铁，或者更具体地包含矿石、矿渣和氧化铁，并且相对于冰铜它的比重低（即密度低），从而使它漂在冰铜的顶上。另一方面，冰铜包含硫化铜和硫化铁并且它的比重高于渣（即密度更高），从而能使冰铜形成和聚合并且沉在位于熔炼炉的底部的膛或积槽上。

周期地排出渣。更具体地，常规地通过经熔炼炉的侧壁上各个放出口对冰铜撇去渣。这些放出口通常位于侧壁上的相对高的高度上以便从熔炼炉不去掉冰铜情况下取出渣。相反，用于冰铜的各个放出口位于侧壁上的较低高度上以便从熔炼炉不去掉渣情况下取出冰铜。

从而熔炼 16 把液体精矿熔炼成典型地大约含有 35-75wt% 的铜的冰铜。

### E、吹炼 18

渣和冰铜分离之后，可以把冰铜 i) 直接传送到吹炼炉中，ii) 传送到储存炉中以便随后传送到吹炼炉，或者 iii) 通过在水中闪蒸冷却以形成细粒从而转换成固态形式，把这些细粒堆放在大约封闭空间中以便随后传送到吹炼炉。在吹炼炉内从冰铜去掉各种剩余的杂质，结果是产生称为粗铜的熔化的铜。

存在二种基本类型的吹炼炉-即，闪蒸 (flash) 吹炼炉和浴 (bath) 吹炼炉。每种类型的用途是把金属硫化物氧化 (即转换) 成金属氧化物。也称为悬挂炉的闪蒸吹炼炉的代表包括 Kennecott Utah 铜公司在它的 Magna, Utah 工厂使用的闪蒸吹炼炉。浴吹炼炉的代表包括 i) Noranda 公司在它的加拿大 Horne 工厂，ii) Inco 公司在它的加拿大 Sudbury 工厂，以及 iii) Mitsubishi Materials 公司在它的日本 Naoshima 工厂使用的浴吹炼炉。

和吹炼炉的类型无关，在吹炼炉内通过冰铜和氧的反应冰铜转换成粗铜。更具体地，在浴吹炼炉中，把熔化的冰铜装到炉中并且通过风口或注气器把空气或富氧的空气吹到熔化的冰铜中。对熔池吹炼炉添加硅石熔剂以和氧化的铁组合并形成渣。

另一方面，快速吹炼炉通过首先把铈磨碎成适当的尺寸 (即，粉末) 并且接着利用富氧的空气 (70-90% 氧气的压缩空气) 吹入到闪蒸反应炉中。也对粉状铈添加熔剂，典型地为氧化钙，但是也可以是硅石或者是氧化钙或硅石的组合。粉状铈在氧气环境中燃烧并且产生足够的熔化材料和熔剂的热从而产生熔化的粗铜和矿渣。

这些吹炼过程产生下面二种产品：i) 矿渣和 ii) 粗铜。矿渣含有

废矿物、铜金属（即， $\text{Cu}^0$ ）、铜氧化物（主要以  $\text{Cu}_2\text{O}$  为形式）和铁氧化物，并且其比重比粗铜低（即，密度较低），从而让它浮在粗铜的顶上。

另一方面，粗铜含有脉石矿物、铜金属（即， $\text{Cu}^0$ ）、铜氧化物（主要以  $\text{Cu}_2\text{O}$  为形式）和铜硫化物（主要以  $\text{Cu}_2\text{S}$  为形式）并且其比重比渣高（即，密度较高），这样让它形成、聚集和沉积在位于吹炼炉的底部的膛或积槽上。顶渣层典型地约为三十厘米厚，而底粗铜层约为五十厘米厚。

如果吹炼炉是转动浴吹炼炉，则从间断基底上的嘴或出口分离地倒出渣和粗铜。如果，另一方面，吹炼炉是静止熔池吹炼炉，则设置出口以取出渣和粗铜。这些出口典型地包括各个位于吹炼炉的一个或多个侧壁的不同高度上的放出口，并且在和熔炼炉类似的方式使用下从吹炼炉彼此独立地取出渣和粗铜。其它类型的吹炼炉通常利用一个或更多的出口连续地溢出渣和粗铜，其中例如利用适当的溢堰拦住渣。

渣和粗铜之间出现的物相分离不是彻底的。这样，如指出那样，渣含有附加的铜，其通常为铜金属（即， $\text{Cu}^0$ ）和铜氧化物（主要是  $\text{Cu}_2\text{O}$ ）为形式，而粗铜含有各种废的和未还原的矿物（例如硫），它们主要以铜氧化物（主要是  $\text{Cu}_2\text{O}$ ）、铜硫化物（主要是  $\text{Cu}_2\text{S}$ ）和铁硅酸盐等为形式。渣中的铜具有损失的金属，可以通过把渣再循环到熔炼炉中予以回收，而粗铜中的废矿物和未还原的矿物构成杂质，最终在阳极炉中或者通过电提纯去掉这些杂质。

这样，吹炼 18 把冰铜转换成典型地含有高于 98wt% 的铜的粗铜。

## F、精炼 20

最后，通常先火冶地并且接着电解地提纯粗铜。更具体地，粗铜遭受补充的提纯步骤以提高铜含量，例如反射或转动阳极炉中的火法精炼。接着，把粗铜铸成称为阳极的大的厚板，通常通过卡车、铁路等把它们从阳极铸造工厂运送到电解铜精炼厂。在电解铜精炼厂，把阳极下放到含有大约 120-250gpl 的游离硫酸和大约 30-50gpl 的溶解铜的酸溶液中。这些阳极还和正的直流电源电连接。为了在该含水电解

液中电解阳极，通过称为起动板或阴极的负加电的不溶解、交错不锈钢坯隔开这些阳极。接着在阳极和阴极之间按预定长度的时间发送电力，以使铜离子从阳极迁移到阴极，以在阴极上形成杂质小于百万分之二十（即，硫加上非铜的金属，但不包含氧）的板。对于溶解阳极并且在阴极上沉积铜大约 0.1-0.5 伏的电压通常是足够的，这对应于大约 160-380 安/米<sup>2</sup>的电流密度。每块阳极产生二块其上沉积精炼铜的阴极板，接着清洗这些阴极板并且对最终使用就绪。

在每年生产 300,000 吨铜阴极的典型铜精炼厂中，可以存在多达 1440 个的电解池，每个槽带有 46 个阳极和 45 个阴极坯，从而总共 131,000 个件挂在这些池中。在这种传统铜精炼厂中，通过阳极的支持耳以及阴极的悬挂耳上的二个或更多的触点每块阴极和每块阳极与精炼厂电流供给系统电连接。这意味着可能总共存在超过 260,000 个的电连接（即，每块阳极二个和每块阴极二个再乘以阴极和阳极的数量）。精炼过程有效运行的关键在于阳极和阴极坯之间不存在短路。如后详细所述，如果阳极和阴极不对准或者如果在阴极上铜沉积以不均匀的方式增长并且和阳极接触，可能出现短路。当确实出现短路时，期望的铜镀过程中断并且电力使用效率下降。从而，短路造成阳极和阴极间的电压差降低。

精炼过程有效运行的关键在于阳极和阴极之间不存在开路 and 短路。如后详细所述，如果阳极和阴极不对准或者如果在阴极上铜沉积以不均匀的方式增长并且和阳极接触，可能出现短路。当确实出现短路时，期望的电镀过程中断。另一方面，如果电流源和阳极或阴极之间存在差的接触，可能出现开路。当确实出现开路时，电力使用效率下降。

这样，精炼 20 把粗铜精炼成典型地大约含有 99.99wt% 铜（即，实际上纯铜）的精铜。

然后，利用技术上周知的常规方法和技术能把精炼阳极铜转变成任何数量的铜最终产品。

通过提高池监控的效率可以提高铜精炼 20 的效率。更具体地，需

要密切监控至少二个的重要池参数，即池电压和池温度。不能充分地监控这二个池参数以及其它参数可能降低金属还原、增加废品率以及导致能量的低效使用。尽管如此，主要由于和这些池监控关联的高资本和运行成本，大多数电解金属还原和精炼设施不有效地监控这些池参数。例如，当把电解厂房中的每个电解池硬接线到参数监控和传输设备上时，这些成本相当高。这样做通常要求在先天敌对的、先天腐蚀的以及先天受到大磁场的环境中进行大量的硬接线。尤其，尽管任何池上的电压差在 0.1 到 0.5 伏量级，整个电解厂房上的电压差可以为几百伏。由于电势可能潜在地是致命的，简单地把导线连接到各个池上并且把它们路由到电压监控设备上本质上是不安全的。由于现有的池监控设备和技术是昂贵的并且要求密集硬接线，这二个缺点明显商业上阻碍它们广泛地渗透到有效的电解池监控上。

结果是，在铜的电解精炼期间常常出现开路 and 短路。它们由于许多原因出现，包括 i) 阳极和阴极的物理质量差，ii) 电解源和阳极或阴极之间的接触差，iii) 阳极和阴极不对准，以及 iv) 电解液温度、补充水平或化学性质的局部变化。因此，铜的电解精炼期间有效的电解池监控是重要的，因为这能使系统操作员检测阳极和阴极之间的开路和短路，如果不清除开路和短路会降低电流效率并且造成下游处理问题，例如差的阴极形成。如已知那样，开路和短路还最终负面地影响铜杂质、铜含量和铜外观。

常规监控只集中在识别阳极和阴极之间的短路。这通常是通过人工地利用手持高斯计检测流过阴极的异常磁场达到的。这种过程通常要求在阳极和阴极上物理移动同时密切观察手持高斯计以检测表针的大偏转。高斯计常常固定在长杆或长竿的远端上，从而能保持它靠近阴极悬挂杆。尽管如此，该任务是难以人机控制的并且是易出事故的。另外，在池上巡查常常使阳极和阴极不对准，这可能导致污染并且还常常导致其它问题。

尽管检测开路和短路以应对它们的影响而不是应对它们的起因，对于改进电极品质它是广泛认可的技术。相应地，检测出短路后，通

常通过利用一根不锈钢棒在阴极和阳极之间探测以定位故障并且接着物理分开（即断开）在该短路中心处错误生长的铜结来予以清除。这常常需要从池举出阴极。但是，遗憾的是，许多开路 and 短路常常不会在已经发生重大损害之前被检测。

从而，需要一种不贵的、不侵入的、低维护和高效的电解池监控系统和方法。这种系统和方法应在生产铜的铜精炼阶段 20 期间提高能量使用和效率。这样，需要一种成本低、侵入最少、维护最少和效率提高的电解池监控系统和方法，供用于在生产铜的铜精炼阶段 20 期间测量电解池参数例如阳极和阴极的电压及温度。

#### 发明内容

在一实施例中，本发明方案提供一种包括一个池供能的第一电子设备的系统，利用施加在电解池上的电势对该设备供能，其中该电势被升压以完成该任务。如果施加在池上的电势不足以对该设备供能，它也可以是电池供能的。在任何情况下，该设备和电解池中的一个或更多的传感器以及第二电子设备通信，并且该第一和第二电子设备无线通信。更具体地，第二电子设备接收来自第一电子设备的数据信号，第一电子设备对其发送这些数据信号，第一和第二电子设备最好彼此物理上是远离的并且在专用或公用网络上通信，最好采用扩频技术。另外，第二电子设备最好还向计算机发送数据信号以便进一步处理这些数据信号。

在另一实施例中，本发明方案还提供一种含有和电解池中的传感器通信的电子元件的电解池监控设备，利用施加在池上的电势对该元件供能，其中该电势通常被升压以完成该任务。如果施加在池上的电势不足以对该设备供能，它也可以是电池供能的。

在另一实施例中，本发明方案还提供一种监控电解池的方法，其包括提供利用施加在池上的电势供能的池供能第一电子设备，其中该方法升压该电势以完成该任务。如果对池施加的电势不足以对该设备供能，该方法还可以利用电池对该设备供能。在任何情况下，该设备

和电解池中的一个或更多的传感器以及第二电子设备通信，并且该第一和第二电子设备无线通信。更具体地，该方法无线地从第一电子设备向第二电子设备发送数据信号，第一和第二电子设备最好彼此物理上是远离的并且在专用或公用网络上通信，最好采用扩频技术。

在另一实施例中，本发明方案还提供一种生产高纯度铜的方法，其包括对监控和电解池的物理性质相对应的池参数的传感器组采样以生成数据信号，以及接着无线地把这些数据信号发送到远程电子设备上。

#### 附图说明

通过参照构成本说明书的组成部分的示例性、代表性和非限制性的附图，构成本发明方案的优点和特征的以及其中所设置的典型机构的各种结构和操作的明确概念会变得相当清楚，附图中类似的参照数字在几张图中代表相同的元件并且附图中：

图 1 是电冶金铜生产的现有技术流程图；

图 2 是附着在一个代表性电解池上的从设备的透视图；

图 3 是本发明的监控系统的功能图，该系统包括一个和与计算机通信的主设备通信的从设备；

图 4 是本发明的优选无线通信网络的代表性实施例的体系结构图；

图 5 是从设备的功能方块图；

图 6 直观表示优选的电压到频率变换；

图 7 是优选的升压电路；

图 8 是主设备的功能方块图；

图 9 是从设备的优选操作流程图；

图 10 是主设备的优选操作流程图；

图 11 是数据中继的优选操作流程图；以及

图 12 是中央主设备的优选操作流程图。

### 具体实施方式

现参照图 2，图中示出电解池 22，池中阳极板（即，“阳极”）A 和阴极板（即，“阴极”）C 彼此靠近的交错排列并且浸入含在电池 22 的各内壁 25a 内的水电解液 24 中。在铜的生产期间，通常注入水电解液 24 相当接近电解池 22 的上表面 26，但出于清晰该图中只示出较少的量。在电解池 22 内，各阳极 A 和各阴极 C 和在电解池 22 的上表面 26 上纵向延伸的电流轨 28 耳接触。电流轨 28 把电流带到电解池 22 以帮助铜离子从阳极 A 迁移到阴极 C。尽管电解池 22 通常为非常低的电压（即，0.1-0.8 伏），电解池 22 上 25,000 安的电流是常见的。该池电压典型地是通过总线电压供给的，总线电压是施加在阳极 A 和阴极 C 之间的用于离子迁移的电压。

常见的铜生产电解厂房含有多达四十（40）个的区段，每个区段含有三十六（36）个电解池 22。另外，典型的电解池 22 含有多达四十六（46）个的阳极阴极 A-C 对，从而常见的电解厂房中可以产生多达 1440 个的池或者产生超过 66,240 个的阳极阴极 A-C 对。由于任何时候可以在任何阳极阴极 A-C 对之间出现短路，对于提高铜的生产持续的电解池监控是很有好处的。但是，需要在每一个电解池 22 上对电解池监控提供电力马上变成是麻烦的。结果是，由于安装和维护硬接线监控系统是困难的和费钱的，尽管如前面详细说明那样这样做可以得到好处，估计目前世界上少于 60% 的精炼厂监控池的生产。

从而，池供能的基于微处理器的从设备 30 电气附着在电解池 22 上并用电连接 31 使从设备 30 和电解池 22 的电流轨 28 连接。最好适当的机械连接还把从设备 30 连接到电解池 22 上。例如，在一优选实施例中，从设备 30 用从顶表面 26 沿着电解池 22 的适当外壁 25b 下垂的线（未示出）悬挂。在另一优选实施例中，电解池 22 铸着适于容纳从设备 30 的凹槽。在又一优选实施例中，一个或多个从设备 30 跨在物理上彼此很靠近地对齐的相邻的池 22 上。另外，如果从设备 30 和电解池 22 紧密物理接触，最好把它装在壳内以防止它对苛刻环境暴露。在任何情况下，业内人士知道机电连接的技术和方法，这些

技术和方法不作为本总发明方案的组成部分。相反，选择适当的位置和连接方法，从而最好使无线（例如无线电）链接强度最大并且使和其它铜生产步骤，例如操作员沿着电解池 22 的顶表面 26 巡查时清除短路的干扰为最小。

另外，从设备 30 还和各个监控和它们所附着的电解池 22 的物理性质对应的池参数的传感设备（未示出）连接和电通信。例如，代表性池参数包括池电压、池温度和池浊度。从而，适当的电压传感器监控池电压。适当的温度传感器（例如，温度计，热敏电阻等）监控池温度。并且适当的浊度传感器监控池浊度，这常常使用激光技术。还设置适当的传感器以就地监控试剂、监控比离子电极和监控水电解液 24 的成分。所有这些传感器和从设备 30 联系和通信。

在一优选实施例中监控多个池温度，例如通过在电解池 22 中设置多个温度传感器，诸如在电解池 22 的排出口 29 附近设置一个并且其它沿着池的一个或多个内壁 25a。从而可以对电解池 22 准确监控热损失和热平衡。一种优选的温度传感器例如是可从 CA. Sunnyvale 镇的 Maxim Integrated Products 公司买到的 DS18B20 1-Wire® 高精度数字温度计。这种温度传感器在摄氏 -10 到 +85 度范围内具有  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  的精度，它在 1-Wire® 串行总线以 12 位的分辨率（即， $0.0625^{\circ}\text{C}$ ）以 2 的补码格式读数，不要求现场校正，由它的信号线寄生供能，具有一个充当该传感器的总线地址的唯一、静态 64 位硅序号，并且允许在同一条 1-Wire® 总线上共存多个 DS18B20 传感器，也可以采用其它适当的温度传感器。

该一个或更多的池参数对应于传感器所附着到的电解池 22 的物理性质，而且该一个或更多的传感器可以是从设备 30 的集成元件，或者在以后作为元件添加件添加到从设备 30 上。从而对于它可以操作的传感器，该优选的从设备 30 是灵活的。

现参照图 3，从设备 30 最好在实时、无线通信网 34 上和一个或更多的主设备 32 电子通信。最好在每个设备含有发送和接收能力情况下，从设备 30 和主设备 32 之间的通信是双向的。可以使用任何适当

的无线通信网 34，包括公用的以及专用的无线通信网 34。例如，对于标准、低速率、无线个人区域网（personal area network）常常采用 IEEE802.15.4。

主设备 32 最好物理上离开并远离从设备 30。例如，在一优选实施例中，主设备 32 悬挂在或安装在电解厂房中的塔、天花板或墙上。换言之，主设备 32 最好位于各电解池 22 和各个从设备 30 的直接操作区的外面。这样，尽管各从设备 30 最好电气上和机械上和电解池 22 连接，各主设备 32 物理上远离它们。

另外，计算机 36 和各主设备 32 电通信，最好是在硬接线的传统网络接口 37 上，例如通过 RS-232 端口、通过其后继者的 RS-422/RS-485 端口、USB 端口或以太网端口，主设备和计算机 36 连接，这些都是连接串行设备的周知技术。计算机 36 是按典型计算机或者按机器可读媒体操作的，并且它可以用台式机、膝上机、输入板 PC 或者其它适当的计算平台实现。典型地，它由含有处理器的系统构成，但是它的具体细节不是本总发明方案的组成部分。

如所描述那样，从设备 30 通常完成三项主要功能：i)测量电解池 22 的一个或更多的池温度；ii)利用传统模数（“A/D”）转换器把池参数转换成一个或更多的数据信号（即，数字数据或数字信号）；以及 iii)在实时、无线通信网 34 上把这些数据信号无线地发送到一个或多个主设备 32。它们还可以实现数字信号处理算法以及关于自身的自诊断信息。类似地，主设备 32 通常完成二项主要功能：i)在实时、无线通信网 34 上从一个或更多的从设备 30 接收这些数据信号；以及 ii)把这些数据信号发送到计算机 36。并且最后，计算机 36 通常完成二项主要功能：i)从主设备 32 接收这些数据信号并且向驻留在该计算机 36 或该工厂的计算网（未在图 3 中另外示出）中的其它计算机（未示出）上的数据库或者数据历史记录器报告数据；以及 ii)处理和分析数据并且生成关于从设备 30 和主设备 23 的通信状态的诊断信息。池监控系统中的这些无线通信链路不必本身预期是单向，而是也包括其中可以在单个设备之内集成发送器和接收器功能的双向通信。

如会详细描述的那样，在大型电解厂房中，主设备 32 通过一个或更多的数据中继 40 以及一个中央主设备 42 通信。如果电解厂房足够大或者另外需要这样时，也可以实现多个中央主设备 42。

在该描述的优选实施例中，从设备 30 向充当从设备 30 和计算机 36 之间的中间环节的主设备 32 无线发送，原则上使计算机 36 远离电离厂房和它的恶劣环境。但是，在另一优选实施例中，在不对充当中间环节的主设备 32 发送情况下，从设备 30 直接对计算机 36 无线发送。

现参照图 4，图中示出实时、无线通信网 34 的优选实施例，其中第一主设备 32a 作为第一子系统 38a 的一部分对多达几百个的第一从设备 30a 服务。类似地，第二主设备 32b 作为第二子系统 38b 的一部分对另外的几百个左右的第二从设备 30b 服务，并且第 N 个主设备 32n 和第 N 个子系统 38n 是类似的。如示出那样，每个主设备 32 最好物理上远离各个对应的从设备组 30 并且相互无线通信。在一优选实施例中，预期可能有数量四（4）到八（8）个主设备 32 为散布在常见铜生产电解厂房的几公顷面积上的 1440 个电解池 22 服务。但是，如需要那样，本发明方案是完全可扩缩的，并且可以按需要设置更多或更少的主设备 32。另外，如会说明的那样，每个主设备 32 最好跳频，即，每个主设备 32 采用跳频系统。换言之，这些主设备 32 最好使用不同的跳频序列，这使得多个主设备 32 可共存。

在另一优选实施例中，如图 4 中所示，主设备 32 和计算机 36 之间的电子通信还包括从主设备 32 到数据中继 40、从数据中继 40 到中央主设备 42 以及然后从中央主设备 42 到计算机 36 的电子通信。更具体地，第一主设备 32a 和第一数据中继 40a 电子通信，第二主设备 32b 和第二数据中继 40b 电子通信，并且类似地第 N 个主设备 32n 和第 N 个数据中继 40n 电子通信。每个数据中继 40 最好是另一个从设备 30 并且在它的对应主设备 32 和中央主设备 42 之间通信，同样中央主设备 42 是另一个主设备 32 并且在它的对应数据中继 40 和计算机 36 之间通信。这样，为了在实时、无线通信网 34 上从电解池 22 的传感器向计算机 36 发送数据最好存在往复的从设备-主设备-从设备-主设备

结构。在一优选实施例中，每个从设备 30、主设备 32、数据中继 40 和中央主设备 42 是用相同的硬件形成的，从而简化该方案。可以在每一个上实现适当的软件以完成该目的。

尽管 i)从设备 30 和主设备 32 之间、ii)主设备 32 和数据中继 40 之间以及 iii)数据中继 40 和中央主设备 42 之间的电子通信是无线的，中央主设备 42 和计算机 36 之间的通信最好在传统的网络接口 37 上是硬接线的，例如通过 RS-232 端口、通过其后继者的 RS-422/RS-485 端口、USB 端口或以太网端口之一使中央主设备 42 和计算机 36 连接，所有这些都是连接串行设备的周知技术。在任何情况下，计算机 36 最终处理从各个从设备 30 接收的数据信号。

在一优选实施例中，计算机 36 通常起池监控系统（即，从设备 30，主设备 32，数据中继 40 和中央主设备 42）和已有的工厂计算机网 39 之间的桥或数据接口的作用。它向驻留在计算机 36 上的或者驻留在工厂计算机网 39（通常是以太网）中的其它计算机（未示出）上的数据库或数据历史器或者其它工厂信息系统报告数据。由于在工厂计算机网 39 上可得到池监控数据，可以使用一个或更多的安装着适当的池监控应用软件（例如来自芬兰 Espoo 市的 Outokumpu Group 公司的 CellSense）的计算机应用工作站 41。计算机应用工作站 41 可以从数据服务器访问池监控数据并且计算电解厂房的池特性，例如电解厂房的性能。可以在工厂计算机网 39 的任何计算机（即，台式机，掌上机，数字板 PC 或者其它适当的计算平台）以任何适当的方式向操作员显示结果。为此，典型的计算机应用工作站 41 可以包括键盘 44、监控器 46 和鼠标以便控制和交互工作站 41 和打印机 50，以从计算机 36 或工厂计算机网 39 硬拷贝信息或数据。

业内人士会意识可以在硬件、软件、固件或它们的任何各种组合下实现本发明方案。可以在一个计算机 36 上以集中的方式或者替代地以分布的方式在多个互连的计算机 36 上散布多个元件或构件，可以实现依据本发明方案的代表性可视化工具。另外，适应实现本文所说明的发明方案的任何类型的计算机 36 或者其它设备是合适的。典型的硬

件和软件的组合例如可以是带有计算机程序的通用计算机 36，一旦装入和执行该程序控制计算机 36 从而实现所说明的本发明方案。

这样，在一优选实施例中，计算机 36 是对一个可充当电解厂房和操作员的数据历史器的现有工厂信息系统的计算机的接口。

现参照图 5，图中示出从设备 30 的功能方块图。更具体地，在电解池 12 和从设备 30 之间设置至少二个的电连接 31。第一连接 52 利用总线电压，它是施加在阳极 A 和阴极 C 之间的对从设备 30 供能的电压。通过该连接还测量池电压。第二连接 54 和各个传感器通信，这些传感器监控和它们所附着的电解池 22 的物理性质对应的池参数。

池电压典型地约在 0.1-0.8 伏之间，它们通常约在 0.2-0.3 伏之间，并且更常见地约为 0.25 伏。对于对基于微处理器的从设备 30 供能这通常是不够的，从而设置后面会详细说明的升压器 54。升压器 54 把特别低的池电压从大约小于 0.1 伏升到约 5.0 伏。如果能从电解池 22 得到对升压器 54 供能的电压是不足的（即，并不是总能从电解池 22 得到大于 0.15 伏的电压），还可以设置最好约为 3.6 伏的充电电池 56 作为储能器。代表性的充电电池 56 包括 NiCd 电池、NIMH 电池、Lithium-Ion 电池等，充电电池 56 最好适应低电流充电和高环境温度。另一方面，如果能从电解池 22 得到对基于微处理器的从部件 30 供能的足够电压，可以直接使用它，不再需要升压器 54 或充电电池 56。换言之，如果能从电解池 22 得到足够的馈到升压器 54 的电压（即，大于 0.15 伏），则可以通过从其吸取能量的升压器 54 对从设备 30 供能。当池电压足够高时（即大于 0.15 伏），升压器 54 还对充电电池 56 充电。

可以以不同的方式对充电电池 56 再充电，例如包括：i) 一旦可从电解池 22 得到足够的电压就对电池 56 再充电；或者 ii) 仅当电池电压下降到低于其阈值时才对电池 56 再充电。为了减小干扰，在采样池参数和通过本发明的无线数据传送机制发送或接收数据时，最好关掉升压器 54 并且用充电电池 56 对从设备 30 供能。

在任何情况下，通过来自升压器 54 的电压或者来自充电电池 56

的电压，稳压器 58 对从设备 30 的收发器 60 和微处理器 62 提供大约 3.3 伏的稳定电压。

如后面详细描述那样，收发器 60 最好通过天线 64 在工业、科学和医疗（“ISM”）频带上利用跳频扩频（“FHSS”）或直接序列扩频（“DSSS”）和主设备 32 通信。由于对于从设备 30 的恶劣环境，天线 64 最好对于从设备 30 是内部的，但是如果需要或者希望也可以设置外天线 64。

在任何情况下，来自稳压器 58 的电源电压还对微处理器 62 供电，其含有用于转换来自传感器组所附着在的电解池 22 的模拟信号的 A/D 转换器 68。微处理器 62 还包括用来控制从设备 30 的协议软件 70 以及用于升压器 54 的比例、积分、微分（“PID”）控制器或其它算法 72。

从而，从设备 30 通常完成下述功能中的至少一个或多个：采样电解池参数并转换成数字数据，利用某些数字信号处理算法，例如数字滤波，处理数字数据，通过无线通信网 34 例如无线电链路把数字数据信号发送到主设备 32；通过对特别低的池电压升压对自己供电；以及利用充电电池 56 作为备份电源。在一优选实施例中，它具有以下技术要求：利用 ISM 无线电频道上的 FHSS 或 DSSS；采用每秒 76.8k 比特或更大的波特率；具有大约 200 英尺或更长的传送和接收范围；三个或更多的 10 位 A/D 通道；大约摄氏  $-10^{\circ}$  到  $+85^{\circ}$  或更大的运行环境温度； $\pm 0.0615^{\circ}\text{C}$  或更高的数字温度传感器分辨率；以及，利用 LED 输出 66 通信池数据，例如池电压。由于它是基于微处理器的，还可以对从设备 30 编程以便在向主设备 32 传输之前压缩和过滤数据信号，机上处理数据并识别对预先确定的设定点阈值的偏差，分析本身和电解池 22 的电气连接质量以及实现无线协议以通过该协议和主设备 32 通信。

图 6 描述从设备 66 的 LED 输出 66 通信电解池 22 数据的一种优选方式。更具体地，向观察从设备 30 的操作员直观指示作为一种重要的池参数的池电压。例如，把池电压线性转换成 LED 的闪烁频率，从

而通过操作员直观比较不同 LED 输出 66 的闪烁频率可在电解厂房方便地识别电解池 22 中的短路。在另一优选实施例中,可以使用多个(即四个) LED 输出 66,其中不同的颜色代表从设备的不同状态。这些 LED 输出 66 可用于诊断目的,例如传输监控和短路识别。在另一优选实施例中,还提供可听输出以通信池数据。这些类型的指示使操作员不把精力集中在大量的电解池 22 上而是集中在那些需要更直接注意的电解池 22 上。

现参照图 7 详细描述图 5 的升压器 54,设置它以便把大约小于 0.1 伏的特别低的池电压升高到足以对从设备 30 供能和对充电电池 56 充电的电压。更具体地,当闭合含有最小电阻和低选通电容并且最好含有一个或更多的适当的 MOSFET 设备的开关组 76 时,第一电感器 74 把电能转换成磁场能。当打开开关组 76 时,第一电感器 74 中存储的磁场能在节点 A 产生高电压以保持电流之不变。该高电压通过二极管 80 对电容器 78 充电。电容器 78 接收的充电量部分地取决于开关组 76 的通断占空比,该占空比是由微处理器 62 的 PID 控制器或者其它算法 72 控制的。从而通过改变脉宽调制(“PWM”)占空比 82 调节该升压器的输出电压,而该占空比是通过由业内人士知道的低功率消耗驱动器 84 操作的微处理器 62 的 PID 控制器或其它算法 72 控制的。另外,PWM 频率最好高于 50 千赫。

通过 3.3 伏稳压器 58,充电电池 56 充当用于从设备 30 的初始能源和储能器。这样,当初始接通从设备 30 时以及当特别低的池电压不能或不足以对从设备 30 供能时,充电电池 56 对从设备 30 供能。但是,一旦能得到特别低的池电压并且足以馈到升压器 54 时,可以接通升压器 54 并且它会对从设备 30 供电和对充电电池 56 充电。在一优选实施例中,可以周期地对电池电压采样并且作为诊断信息传送该数据以指示充电电池 56 的有效寿命。

为了从该特别低的池电压提取足够的能量,电流  $i$  必须高。从而,升压器 54 最好在最小电阻下操作,并且在低电阻下适当选择第一电感器 74 和开关组 76。例如,第一电感器 74 和开关组 76 的总电阻最好

应小于 20m 欧。

如解释那样，数字 PID 设备 72（最好内置在微处理器 62 中）调节升压器 54 的输出。由于第二电压器 88 具有大约 2.3 欧的优选直流电阻，微处理器 62 可以通过控制电感器 88 上的电压降控制充电电流。电感器 88 上的电压是升压器 54 的输出电压和电池 56 的电压之间的差，最好通过微处理器 72 的 A/D 通道经分压器 86 对这两个电压采样。当升压器 54 接通时采样的电压是升压器 54 的输出电压，而当断开升压器 54 的它会是电池 56 的电压。通过改变该 PID 控制器或其它算法的设定点可以改变升压器输出电压。在替代的实施例中，可以对不同类型的充电电池 56 应用不同的充电策略。

第二电感器 88 最好可以是一个低通滤波器电感器，这可以有益地去掉升压器 54 的高频杂质。

现参照图 8，图中示出设备 32 的功能方块图。如前面提到那样，从设备 30 和主设备 32 最好用相同的硬件构成但带有能取决于应用的不同功能。在任何情况下，主设备 32 从常规 110 伏交流电源适配器 90 接收稳压/不稳压的 5-9 伏直流电压并馈到稳压器 92 以对主设备 32 的收发器 94 和微处理器 96 提供恒定的约 3.3 伏电压。如下面详细描述那样，收发器 94 最好通过天线 98 利用 ISM 频带上的 FHSS 或 DSSS 和从设备 30 通信。天线 98 最好对主设备 32 是外部的以便增加传输和接收灵敏度，但是如果需要或希望也可以设置内部天线 98。并且微处理器 96 含有通用异步收发机（“UART”）100，后者是一个建在其中的标准串行通信端口。微处理器 96 还含有用来控制主设备 32 的协议软件 102 以及用于和计算机 36 通信的输入/输出端口 104。

从而，主设备 32 通常完成下述功能中的至少一个或多个：通过无线通信网 34 接收来自从设备 30 的数字数据信号以及取决于优选配置直接地或者通过数据中继 40 和中央主设备 42 把这些数据信号发送到计算机 36。在一优选实施例中，它具有以下技术条件：使用 ISM 无线电频带上的 FHSS 或 DSSS；具有大约 200 英尺或更大的发送和接收距离；运行温度约为摄氏 -10°到 85°或更大；用交流 110 伏电力线供

电；以及，最大功耗大于 250m 瓦。

现在参照图 9-12 说明采用 FHSS 通信技术的优选通信协议。

例如，在图 9 中描述的从设备 30 的优选操作中，在步骤 100 开始控制，然后把控制传到步骤 102。

在步骤 102，从设备 30 等待数据报告触发，这可以通过 i) 从上一次报告后测到的池参数偏差超过预定阈值量或者死区或者 ii) 从上一次报告后时间超过预定的最大报告阈值时间加以激励。如果从设备 30 在步骤 102 接收数据报告触发，控制从步骤 102 传到步骤 104；反之，控制保持在步骤 102 以等待数据报告触发。

在步骤 104，从设备 30 等待来自主设备 32 的信标。如果从设备 30 在步骤 104 接收来自主设备 32 的信标，控制从步骤 104 传到步骤 106；反之，控制保持在步骤 104 等待来自主设备 32 的信标。

在步骤 106，从设备 30 向主设备 32 发送传输请求，然后接着把控制传到步骤 108。

在步骤 108，从设备 30 等待主设备 32 指定该从设备 30 向该主设备 32 发送数据。如果主设备 32 在步骤 108 指定该从设备发送数据，控制则从步骤 108 传到步骤 110；反之，则把控制从步骤 108 传到步骤 106。

在步骤 110，从设备 30 向主设备 32 发送数据，然后接着把控制传到步骤 112。

在步骤 112，从设备 30 等待来自主设备 32 的对它从该从设备 30 接收数据的确认，如果从设备 30 在步骤 112 从主设备 32 接收该主设备 32 接收来自该从设备的数据的确认，则把控制从步骤 112 传送到步骤 114，由此结束目前的操作；反之，则从步骤 112 把控制传到步骤 110。

类似地，在图 10 中描述的主设备 32 的优选操作中，在步骤 120 中开始控制，然后把控制传到步骤 122。

在步骤 122，主设备 32 等待它的数据缓冲器满了。如果在步骤 122 主设备 32 的数据缓冲器满了，接着把控制从步骤 122 传到步骤 124；

反之，则把控制从步骤 122 传到步骤 126。

在步骤 124，主设备 32 把它的数据发送到数据中继 40，然后接着把控制从步骤 124 传回到步骤 122 以等待下一次数据缓冲器满。

在步骤 126，主设备 32 等待超时周期期满。如果在步骤 126 超时周期期满，则把控制从步骤 126 传到步骤 124；反之，则把控制从步骤 126 传到步骤 128。

在步骤 128，主设备 32 向各从设备 30 发送信标信号，然后接着把控制从步骤 128 传到步骤 130。

在步骤 130，主设备 32 等待来自某从设备 30 的传输请求。如果主设备 32 在步骤 130 中未接收来自从设备 30 的传输请求，则把控制从步骤 130 传送到步骤 132；反之，则把控制从步骤 130 传送到步骤 134。

在步骤 132，主设备 32 等待超时周期期满。如果在步骤 132 超时周期期满，则把控制从步骤 132 传到步骤 134；反之，则把控制从步骤 132 传到步骤 122。

在步骤 134，主设备 32 指定该从设备 30 发送它的的数据，然后接着把控制传送到步骤 136。

在步骤 136，主设备 32 等待来自该从设备 30 的数据。如果主设备 32 在步骤 136 接收来自该从设备 30 的数据，则把控制从步骤 136 传到步骤 138；反之，则把控制从步骤 136 传到步骤 134。

在步骤 138，主设备 32 对该从设备 30 发回确认信号，然后接着把控制从步骤 138 传送到步骤 140，由此结束目前的操作。

类似地，在图 11 中描述数据中继 40 的优选操作，在步骤 150 中开始控制，然后控制传送到步骤 152。

在步骤 152，数据中继 40 等待来自主设备 32 的数据包，然后接着把控制从步骤 152 传送到步骤 154。

在步骤 154，数据中继 40 等待数据就绪。如果在步骤 154 数据就绪，则把控制从步骤 154 传到步骤 156，反之，则把控制从步骤 154 传到步骤 152。

在步骤 156, 数据中继 40 接收来自主设备 32 的数据, 然后接着把控制从步骤 156 传到步骤 158。

在步骤 158, 数据中继 40 等待来自主设备 32 的补充数据。如果数据中继 40 在步骤 158 接收来自主设备 32 的补充数据, 则把控制从步骤 158 传送到步骤 156; 反之, 则把控制从步骤 158 传到步骤 160。

在步骤 160, 数据中继 40 向中央主设备 42 发送传输请求, 然后接着把控制从步骤 160 传到步骤 162。

在步骤 162, 数据中继 40 等待中央主设备 42 指定传输。如果中央主设备 42 在步骤 162 对该数据中继 40 指定传输, 则把控制从步骤 162 传到步骤 164; 反之, 则把控制从步骤 162 传到步骤 160。

在步骤 164, 该数据中继 40 对中央主设备 42 发送数据, 然后接着把控制传到步骤 166。

在步骤 166, 数据中继 40 等待从该数据中继 40 接收数据的中央主设备 42 发出的确认。如果该数据中继 40 在步骤 166 接收来自接收其数据的中央主设备 42 的确认, 控制从步骤 166 传到步骤 168, 由此结束目前的操作; 反之, 控制则从步骤 166 传到步骤 164。

最后, 在图 12 中描述中央主设备 42 的优选操作, 在步骤 180 中开始控制, 然后把控制传到步骤 182。

在步骤 182, 中央主设备 42 等待来自数据中继的传输请求。如果中央主设备 42 在步骤 182 接收来自数据中继 40 的传输请求, 则把控制从步骤 182 传到步骤 184; 反之, 在步骤 182 中保持控制以等待来自数据中继 40 的传输请求。

在步骤 184, 中央主设备 42 指定该数据中继 40 发送它的的数据, 然后接着把控制从步骤 184 传到步骤 186。

在步骤 186, 中央主设备 42 等待来自数据中继 40 的数据, 如果中央主设备 42 在步骤 186 接收来自数据中继 40 的数据, 则把控制从步骤 186 传输步骤 188; 反之则把控制从步骤 186 传到步骤 184。

在步骤 188, 中央主设备 42 向数据中继 40 发回确认, 然后接着把控制从步骤 188 传到步骤 190, 由此结束目前的操作。

如说明那样，诸如 FHSS 的扩频通信技术采用宽带噪声状信号，这使它们难以被检测、截取、解调、人为干扰或者其它形成的干扰，尤其和窄带信号相比。

存在几种不同的扩频传输技术，包括：直接序列扩频（“DSSS”），跳频扩频（“FHSS”）（例如出于示例性、代表性和非限制性目的在本文说明那样），跳时扩频（“THSS”）和码分多址（“CDMA”）。

利用 DSSS，发送站的数据信号和一个数据率更高的位序列或者修整（chipping）码组合，这按照扩展率分割用户数据。对于它发送的每个位，该修整码为冗余位模式，从而它提高信号对干扰的抵抗。如果传输期间破坏该模式中的一个或多个位，由于传输的冗余性可以恢复原始数据。这种位序列具有频谱平直以及互相关和自相关值低的性质（即在此上它们类似真实噪声），从而使非目标接收器的人为干扰或检测变得复杂。

利用 FHSS，载频按照它的唯一、随机序列偏移或“跳跃”。利用这种技术，离散频率的数量决定系统的带宽。

典型的 FHSS 设备是伪噪声码控频率合成器。根据该伪随机序列设备的瞬时频率输出从一个值跳到另一个值。瞬时频率的改变造成输出频谱有效地扩展在生成的频率范围内。驱动接收机本地振荡器频率合成器的同步化伪噪声码发生器在接收器中完成去跳频。从而，FHSS 使用一个可以快速地在载频组上跳频的频率合成器。

美国联邦通信委员会（“FCC”）允许在满足发射器功率和调制的一些技术限制情况下在称为工业、科学和医疗（“ISM”）频带的频谱部分上无须许可的操作。最周知的 ISM 频带是美国的 902-928 兆赫频带（通称为 915 兆赫频带）和世界上的 2.4-2.4835 吉赫。

如前面说明那样，通过技术上周知的技术可以方便地在本发明方案中实现这些技术。但是，本发明方案不在该方面上受到限制。例如，尽管包括 FHSS 和 DSSS 的扩频技术是优选的，也可以使用窄带通信。类似地，还可以使用 ISM 频带之外的频谱。

从而，应很清楚本说明书说明本发明方案的示例性、代表性和非

限制性实施例。因此，本发明的范围不受任何这些实施例的限制。相反，只是根据需要公开这些实施例的细节和特征。这样，业内人士清楚的许多改变和修改在不脱离本发明的范围情况下在其范围之内，并且本发明方案必然包含这些改变和修改。为此，为了向公众报告本发明的精神和范围，定出以下权利要求书。

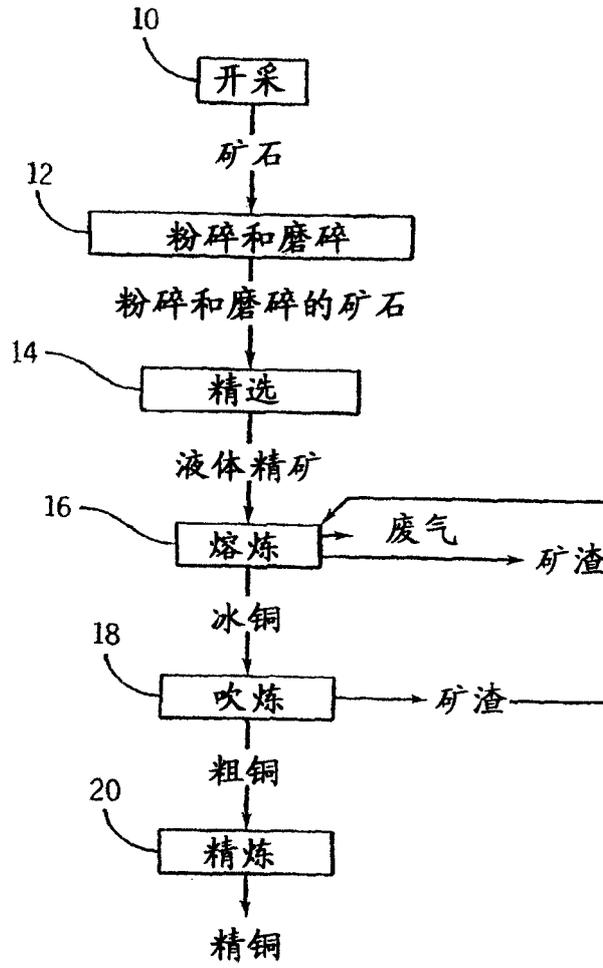


图1

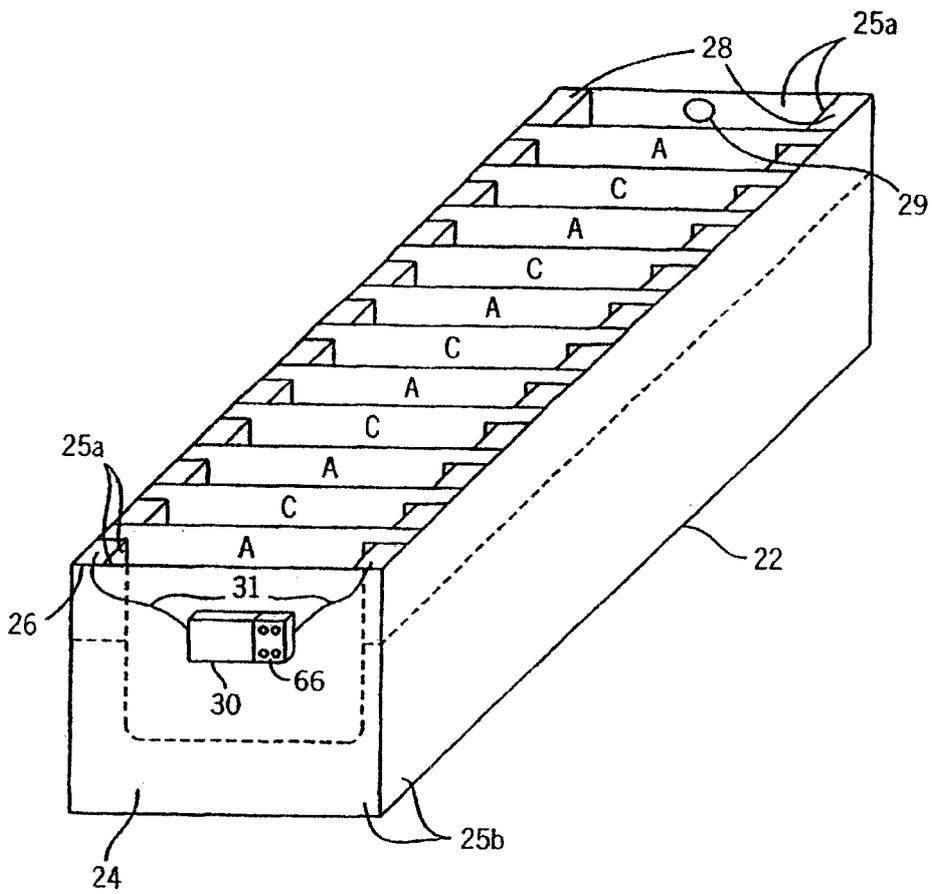


图2

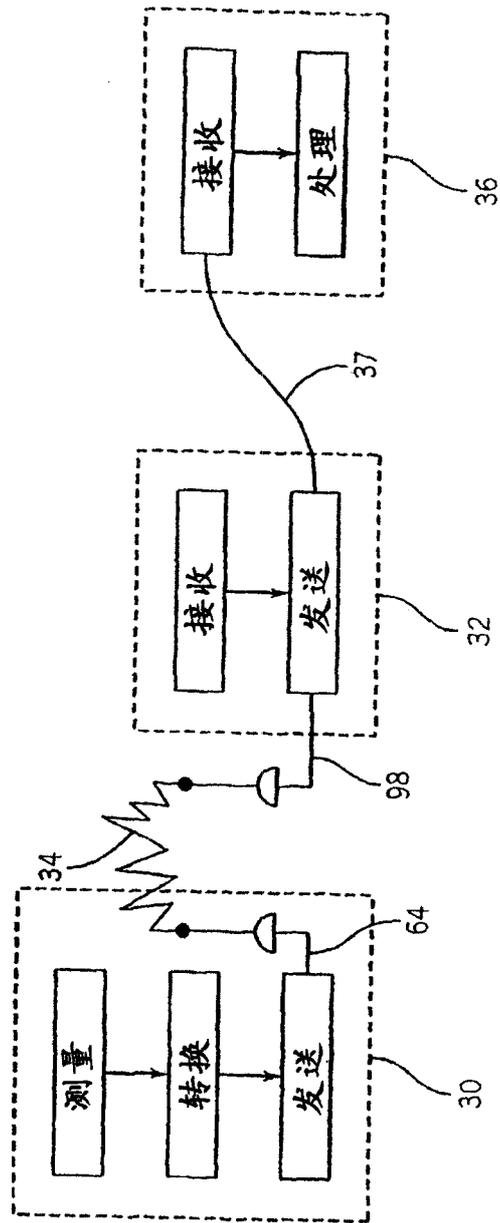


图3



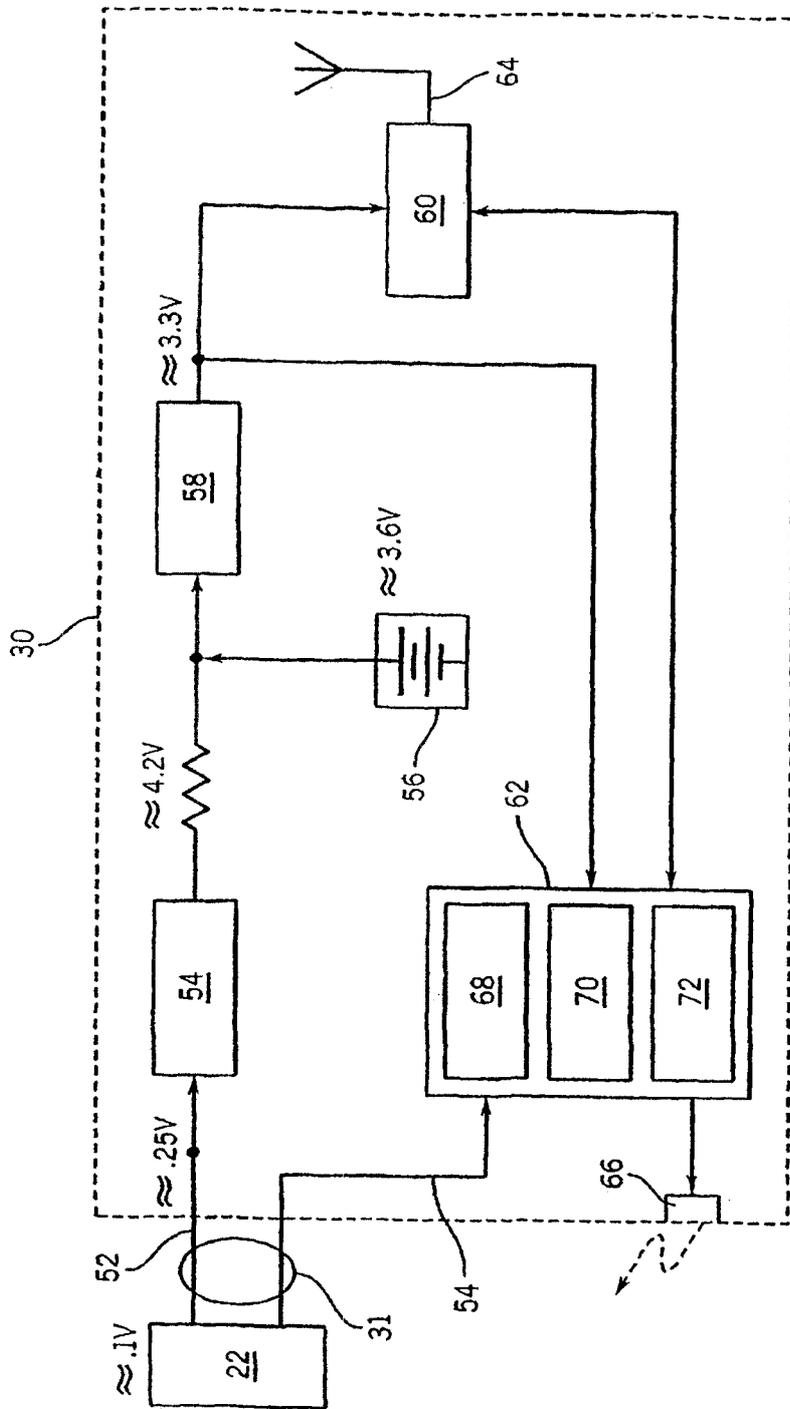


图 5

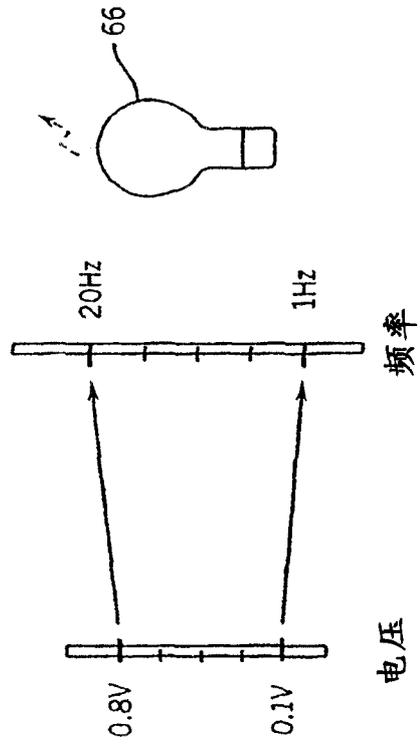


图6

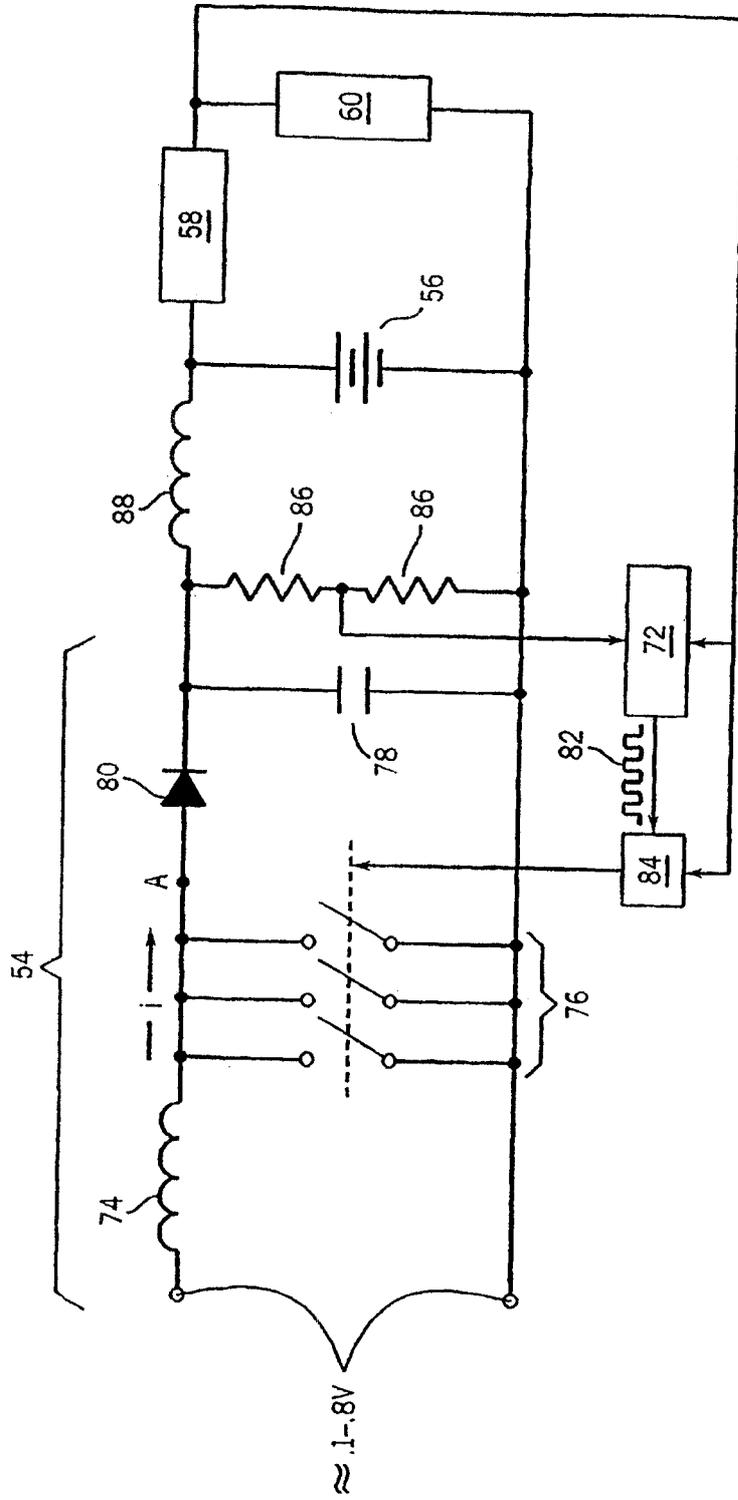


图7

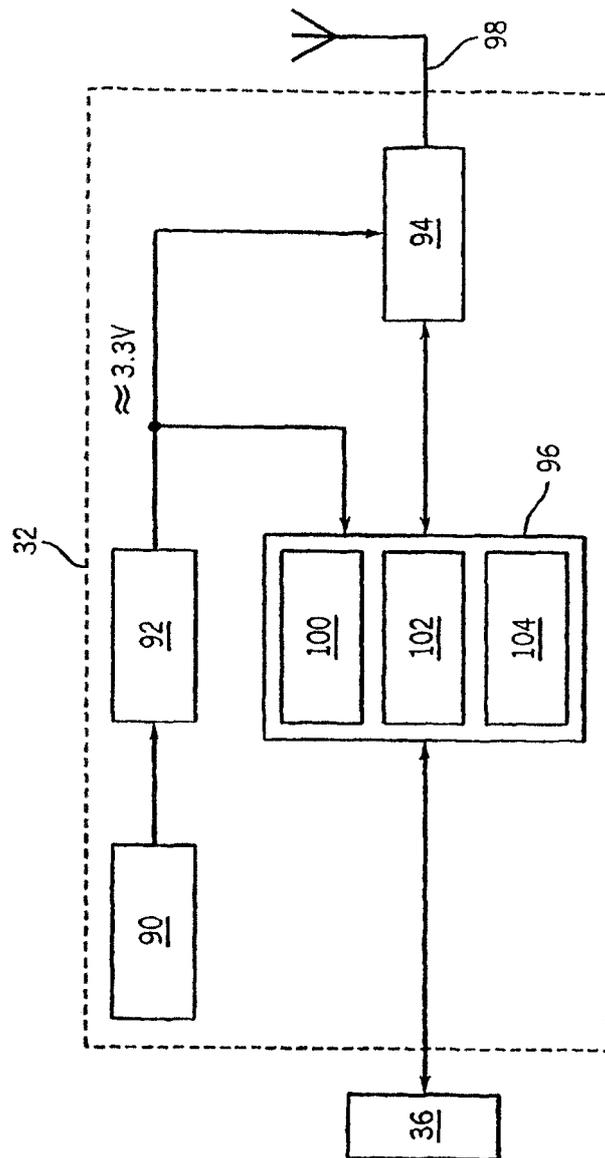


图 8

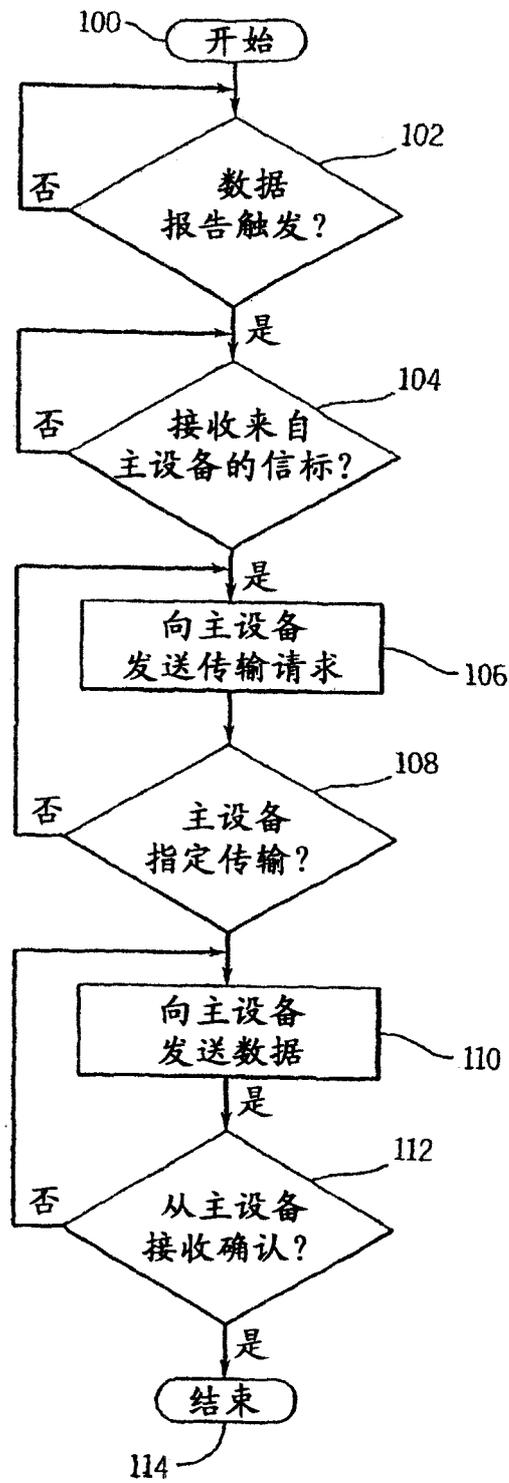


图9

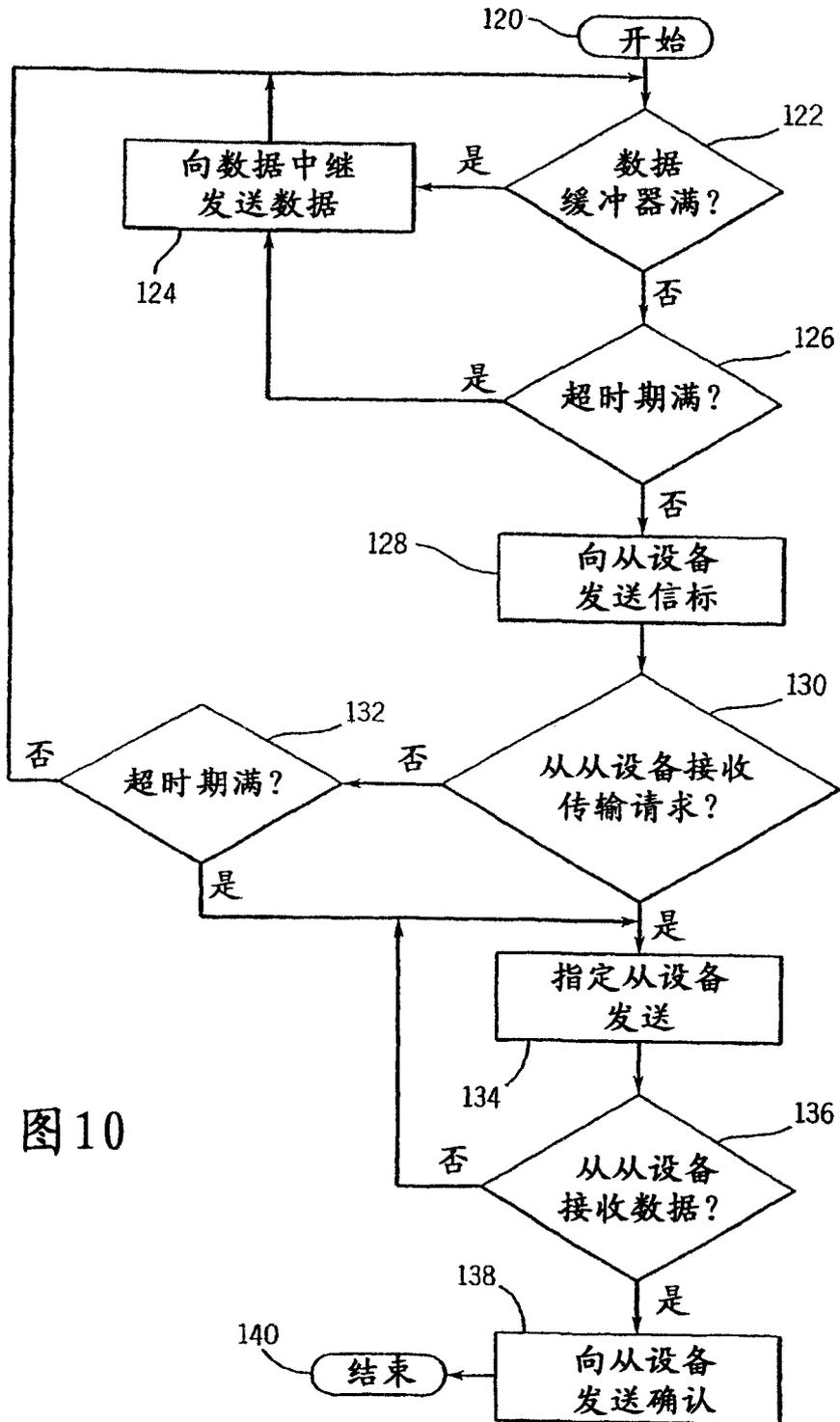
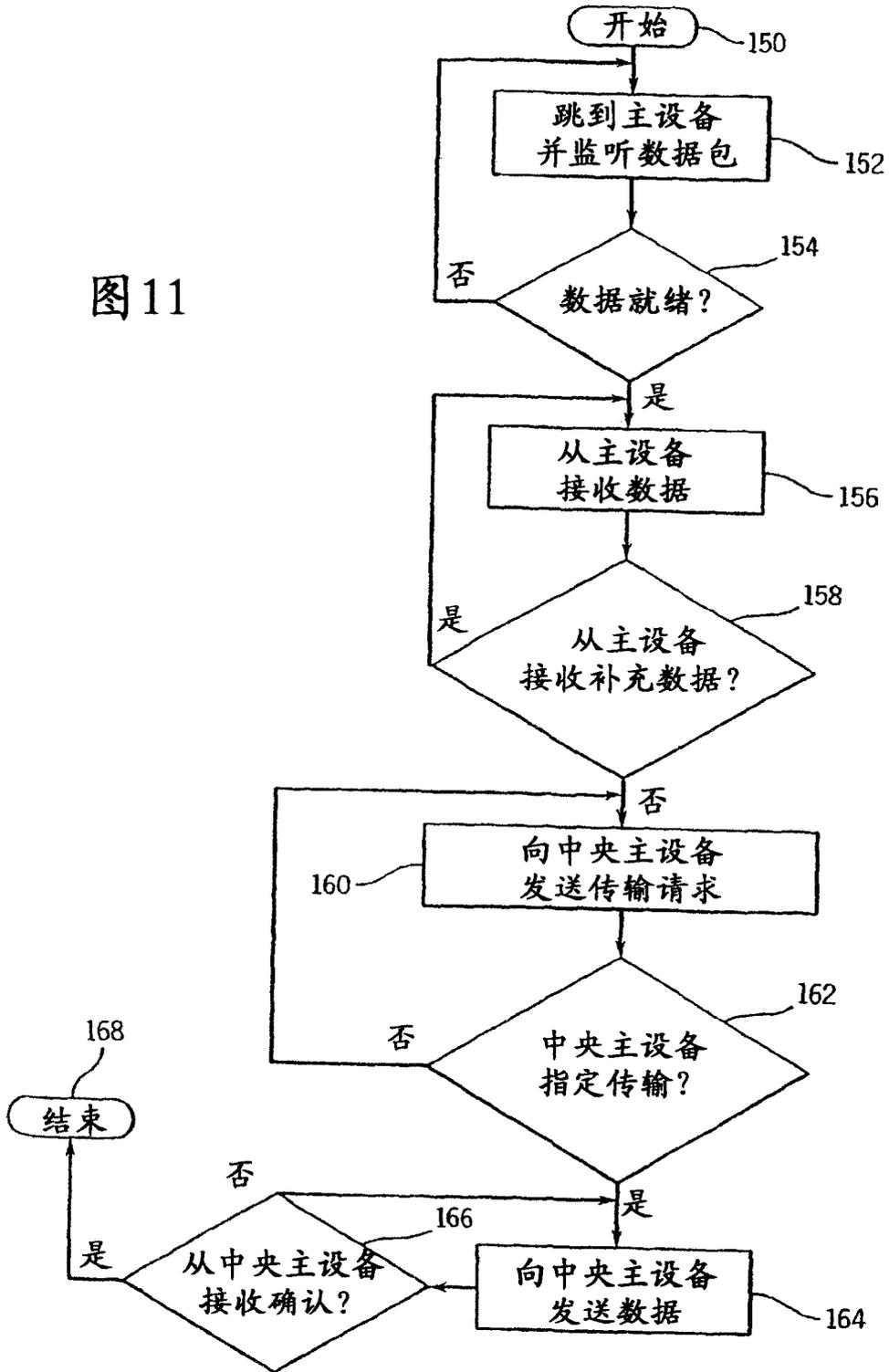


图 11



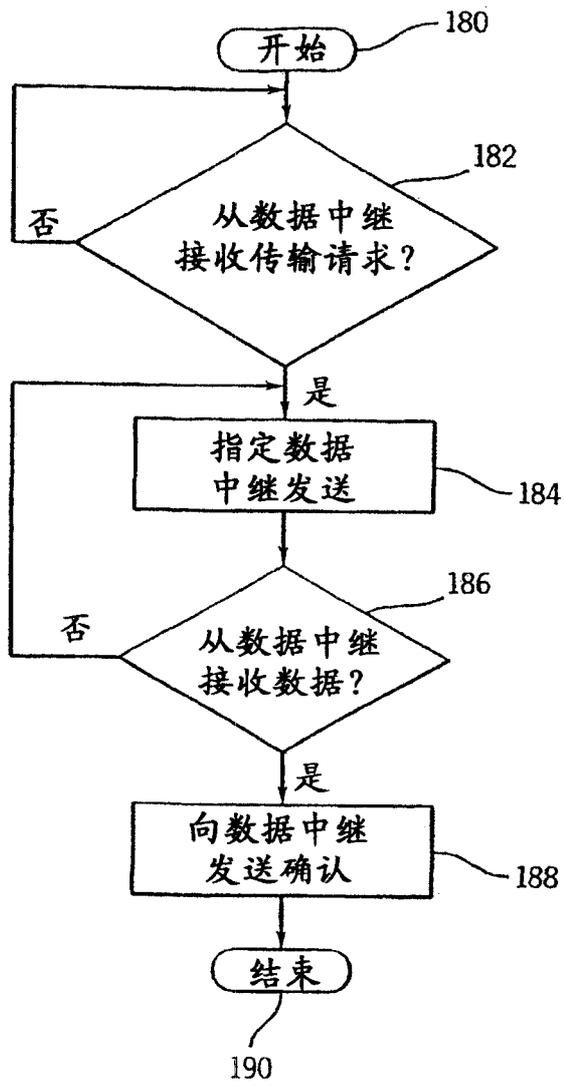


图 12