



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410007628.0

[43] 公开日 2004 年 9 月 1 日

[11] 公开号 CN 1525652A

[22] 申请日 2004.2.25

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

[21] 申请号 200410007628.0

代理人 谢喜堂

[30] 优先权

[32] 2003.2.25 [33] KR [31] 10-2003-0011662

[71] 申请人 LG 电子株式会社

地址 韩国汉城

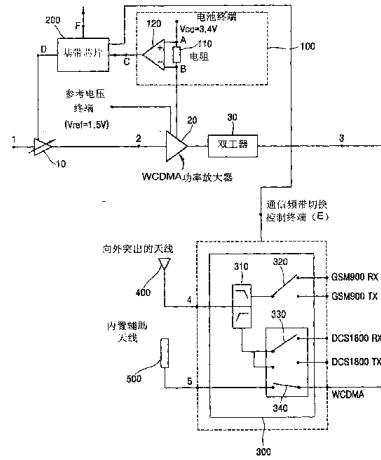
[72] 发明人 李昌揆

[54] 发明名称 用于监视移动站天线状态的装置及方法

[57] 摘要

提供了一种用于监视移动站天线状态的装置和方法。在电池电压终端和功率放大器的功率源电压终端之间提供了一个电阻。可以产生一个电压电平，该电压电平同由电阻引起的电压下降量相对应，将该电压电平同预先存储的电压电平相比较，来测定功率放大器的电流消耗量是否增加。如果功率放大器电流消耗量的增加量较大，当前连接的天线被确定处于异常状态，传输路径被切换至另一天线。如果移动通信提供的两个天线都处于电力异常状态，基带芯片可以将天线的异常状态通知用户。因此，可以避免当天线工作在电力异常状态时所产生的输出电平下降以及电池使用寿命的缩短。从而，输出终端的性能得到了提高。

权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图 8 页



1. 一种用于检测移动站天线的装置，其特征在于，它包括：

电流感测电路，用于感测放大传输信号的功率放大器的电流消耗量；

5 基带芯片，用于根据感测到的电流确定第一天线的故障，基带开关用于在第一天线被确定有故障时控制切换至第二天线；以及

通信频带开关，用于根据基带芯片有选择地将传输信号从第一天线切换至第二天线。

2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，当至少一个天线发生故障
10 时，所述基带芯片还可将天线故障通知用户。

3. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述电流感测电路包括：

耦合于节点 ‘A’ 和节点 ‘B’ 之间的电阻，所述节点 ‘A’ 与电池电压
终端耦接，所述节点 ‘B’ 与功率放大器的功率源电压终端耦接，电阻用于感
测功率放大器的电流消耗量；以及

15 比较器，用于输出对应于节点 ‘A’ 电压和节点 ‘B’ 电压之间差值的
电压电平。

4. 如权利要求 3 所述的装置，其特征在于，所述节点 ‘A’ 的电压被输入
至比较器的非反向输入终端，所述节点 ‘B’ 的电压被输入至比较器的反向
输入终端。

20 5. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，当所感测的电流增加时基
带芯片确定为故障状态。

6. 如权利要求 5 所述的装置，其特征在于，如果电流的增加量不在确
定天线属正常状态的允许范围内，则基带芯片确定第一天线处于电力故障状
态。

25 7. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述通信频带开关包括：

同向双工器，用于通过低通滤波器和高通滤波器分离第一和第二信号；

第一开关，用于根据输入至频带切换控制终端的频带切换控制信号发送
和接收第一信号；

第二开关，用于根据频带切换控制信号发送和接收第二信号；以及
第三开关，用于根据基带芯片的切换控制信号将从双工器接收到的功率
放大了的传输信号切换至第一和第二天线的其中之一。

8. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述第一天线包括一个当
5 前连接至传输信号的传输路径的天线，所述第二天线包括一初级供给的天线。

9. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述第一天线包括一外置
天线，所述第二天线包括一辅助天线。

10. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述第一天线包括一辅助
天线，所述第二天线包括一外置天线。

10 11. 一种用于监视移动站天线的装置，其特征在于，它包括：

电阻，耦接于电池电压终端和功率放大器的功率源电压终端之间，用于
感测功率放大器的电流消耗量；

比较器，用于检测对应于由电阻引起的电压下降量的电压电平；以及

15 基带芯片，用于根据所检测到的电压电平确定连接至当前传输路径的天
线处于电力故障状态。

12. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于，如果所述天线被确定处
于故障状态，所述基带芯片生成一切换控制信号，将当前传输路径切换至初
级天线。

13. 如权利要求 12 所述的装置，其特征在于，当所述天线被确定处于
20 故障状态并且初级天线处于故障状态时，基带芯片将天线的异常工作情况通
知用户。

14. 一种用于监视移动站天线的方法，其特征在于，它包括：
感测功率放大器的电流消耗量；
检验所感测到的电流量是否处于确定属正常状态的允许范围之内；以及
25 如果感测到的电流量不在允许范围之内，切换至初级天线。

15. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述感测包括：
测量由置于电池电压终端和功率放大器的功率源电压终端之间的电阻引
起的电压下降量；以及

生成一对应于所测得的电压下降量的电压电平。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述测量电阻引起的电压下降量是由将电池电压终端连接至比较器的非反向输入终端并将功率放大器的功率源电压终端连接至比较器的反向输入终端而实现的。

5 17. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，如果所生成的电压电平比所存储的相应电平高出一个预设值，则当前连接至传输路径的天线被确定处于故障状态。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所存储的电压电平包括一在天线处于正常状态时测量并存储的值。

10 19. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述切换包括：

当感测到的电流量不处于允许范围内并且初级天线正常工作时，将传输路径切换至初级天线。

20. 如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，还包括：

当感测到的电流量不处于允许范围之内并且初级天线工作的电力异常时，将当前天线和初级天线的故障状态通知用户。

21. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，还包括：

如果所感测的电流量在允许范围之内，则维持当前的传输路径。

22. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，初级天线包括另一个当前未连接至传输途径的天线。

20 23. 如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述另一个天线包括从移动站表面突出的外置天线和设置于移动站内部的辅助天线的其中之一。

24. 一种移动终端，其特征在于，它包括：

第一装置，用于确定第一天线的状态；以及

第二装置，用于根据第一装置确定的结果切换至第二天线工作。

25 25. 如权利要求 24 所述的移动终端，其特征在于，所述第一装置包括：

电路，用于感测放大器的电流消耗；以及

芯片，用于根据感测到的电流确定所述第一天线的状态。

26. 如权利要求 25 所述的移动终端，其特征在于，当第一天线被确定

为发生故障时，所述第二装置切换至第二天线工作。

27. 如权利要求 25 所述的移动终端，其特征在于，所述电路包括：

耦接于节点 ‘A’ 和节点 ‘B’ 之间的电阻，所述节点 ‘A’ 与电池电压终端耦接，节点 ‘B’ 与放大器的功率源电压终端耦接，用于感测放大器的电
5 流消耗量；以及

比较器，用于输出同节点 ‘A’ 电压和节点 ‘B’ 电压之间的电压差值相对应的电压电平。

28. 如权利要求 24 所述的移动终端，其特征在于，所述第二装置包括：

同向双工器，用于通过低通滤波器和高通滤波器分离第一信号和第二信
10 号；

第一开关，用于根据输入至频带切换控制终端的频带切换控制信号发送和接收第一信号；

第二开关，用于根据频带切换控制信号发送和接收第二信号；以及

第三开关，用于根据基带芯片的切换控制信号将从双工器接收到的功率
15 放大了的传输信号切换至第一天线和第二天线的其中之一。

用于监视移动站天线状态的装置及方法

5 本申请要求于 2003 年 2 月 25 日提交的韩国专利申请第 11662/2003 号的优先权，其主题内容通过引用包含在此。

技术领域

10 本发明的实施例涉及移动通信终端的发送端，尤其涉及用于监视移动通信终端天线状态的装置和方法。

发明背景

移动站可以既提供第二代移动通信服务，也提供第三代移动通信服务。多模终端可以提供多媒体服务以及语音服务和数据服务。

15 图1描绘了一种示例装置的多模移动站的发射器。也可以采用其他装置。如图1所示，多模移动站的发射器可以包含可变增益放大器10、功率放大器20、双工器30、通信频带开关40以及外置天线50。可变增益放大器可以改变传输信号的放大增益。功率放大器20可以对可变增益放大器10的输出信号进行功率放大。双工器30可以将功率放大了的传输信号传输至传输途径。通信频带开关40可以将双工器30输出的宽带码分多址（WCDMA）信号输出到外置天线50，并为GSM（全球移动通信系统）信号和DSC（数字蜂窝服务）信号提供传输路径。

20 图2描绘了一种示例装置的通信频带开关。也可采用其他装置。如图所示，通信频带开关包括同向双工器41、第一开关42、第二开关43和第三开关44。同向双工器41可以通过低通滤波器和高通滤波器分离含有不同频率成分的信号。第一开关42可以根据输入至频带交换控制终端的频带交换控制信号进行交换，从而发送和接收GSM信号。第二开关43可以根据频带切换控制信号来发送和接收DCS信号。第三开关44可以根据频带切换控制信号进行切换，从而传输WCDMA信号。

以上描述的多模移动站发射器可以如下进行工作。WCDMA传输信号通过可变增益放大器10输入至功率放大器20。功率放大器20可以对WCDMA传输信号进行功率放大。双工器30可以将功率放大了的WCDMA传输信号通过通信频带开关40输出至外置天线50。

5 移动站发射器的输出电平可以根据标准来设置。由于外置天线50在终端的表面突出，很容易折断或破裂，因此天线发生电力故障的可能性很大。在这一情况下，移动站的输出电平将会急剧下降，而功率放大器20的电流消耗却有相当幅度增长。

10 功率放大器20电流消耗的增长会导致对如双工器30、通信频带开关40和外置天线50等元件的物理损坏，这种损坏影响输出终端匹配。这也将缩短移动站电池的使用寿命。

在移动站内安装绝缘体可以减少对影响移动站输出终端匹配的元件的物理损坏，但是在这种情况下，将不可避免地产生绝缘体插入损失，从而引起功率放大器比不用绝缘体时更多的电流消耗，导致电池使用寿命的缩短。

15

发明概述

本发明的目的是至少解决上述问题和/或缺点，并且至少能产生下文所述的优点。

本发明的实施例可提供用于监视多模移动站天线（也就是天线状态）感测20天线特性的下降或者天线的损坏的装置和方法。这使用户可以替换或者停止使用有问题的天线。

本发明的实施例可提供用于监视移动站天线状态，能增强发射器的性能并延长电池的使用寿命的装置和方法。可以通过感测功率放大器的电流消耗量从而探测电力故障来提供这项功能。通过切换至一个正常天线可以增强性能。

25 可以提供一种装置用于监视移动站的天线。该装置包括一个电流感测电路，用于感测对传输信号进行功率放大的功率放大器的电流消耗量。基带芯片可以根据感测到的电流量的增加来测定第一天线的故障。当第一天线发生电力故障时，基带芯片可以更进一步控制切换至第二天线，并在第一和/或第二天线发生故障的

时候将天线故障通知用户。通信频带开关可以在基带芯片控制的基础上有选择地将信号在第一和第二天线之间切换。

用于监视移动站天线的装置包括连接于电池电压终端和功率放大器的功率源电压终端之间的电阻，用以感测功率放大器的电流消耗量。一比较器可检测与
5 由电阻引起电压下降量相对应的电压电平。基带芯片在测得的电压电平的基础上可以确定连接到当前传输路径的天线处于电力故障状态。

同时还提供一种用于监视移动站天线状态的方法。其包括感测功率放大器消耗的电流量，并验证所感测到的量是否处于测定正常状态允许范围之内（或之外）。如果感测到的量不处于允许范围之内（或之外），可切换到初级天线。

10 所谓感测可包括测量由于连接于电池电压终端和功率放大器功率源电压终端之间的电阻所引起的电压下降量。对于所测得的电压下降量可生成电压电平。

将电池电压终端连接至比较器的非反向输入终端，并将功率放大器的功率源电压终端连接至比较器的反向输入端，就可以测量出电阻引起的电压下降量。

15 如果所生成的电压电平比已存储的相应电压电平高出一个预定值，则可确定当前连接至传输路径的天线处于电力故障状态。已存储的电压值是在天线处于正常状态下测得并储存的一个值。

所谓切换包括在所感测的电流量不处于允许范围之内并且初级天线正常工作时将传输路径切换至初级天线。

20 切换更进一步包括当感测到的电流量不处于允许范围之内并且初级天线的工作电力异常时将当前天线和初级天线的故障状态通知用户。如果感测到的电流量处于允许范围之内，当前传输路径可以保留。

本发明其它的优点、目标、特征以及实施例将在以下描述部分阐述到，对本领域一般技术人员而言，部分的优点、目标及特征可以通过对下文的研究或者从对本发明的实践中学习，而变得更清楚。

25

附图简要说明

本发明将结合以下附图进行详细描述，附图中，相同的数字对应相同的元件，其中：

- 图1描绘了根据一种示例装置的多模移动站的发射器；
图2描绘了根据一种示例装置的通信频带开关；
图3描绘了一种根据本发明实施例用于监视移动站天线状态的装置；
图4是当天线正常工作时功率放大器的电流消耗和输出电平曲线图；
5 图5是当天线非正常工作时功率放大器的电流消耗和输出电平曲线图；
图6是依照本发明的一个实例的一种监视移动站天线状态方法的流程图；
图7描绘了当天线处于正常状态时功率放大器的电流消耗和输出电平，以及
电流感测电路每一终端的电压；
图8描绘了当天线处于电力异常状态时功率放大器的电流消耗和输出电平，
10 以及电流感测电路每一终端的电压；
图9描绘了通信频带开关根据基带芯片控制进行的天线切换操作过程。

较佳实施例的详细描述

- 图3描绘了依照本发明的一个示范实施例用来监视移动站天线状态的装置。
15 其它实施例以及配置也包括在本发明的范围之内。

如图3所示，用于监视移动站天线状态的装置包括可变增益放大器10、功率放大器20、双工器30、电流感测电路100、基带芯片200、以及通信频带开关300。可变增益放大器可以根据增益控制信号来改变传输信号的放大增益。功率放大器20对可变增益放大器10的输出信号进行功率放大。双工器30将功率放大了的传输信号传输至传输路径。电流感测电路100可以感测功率放大器20的电流消耗量。基带芯片200可以根据感测到的电流增加量来测定第一天线的故障。基带芯片200也可以在第一天线发生故障时控制切换至第二天线，并通知用户第一和/或第二天线发生故障。通信频带开关300可以在基带芯片200的控制基础上有选择地将双工器30的输出信号切换至第一和第二天线。

25 电流感测电路100包括连接在终端A（节点A）和终端B（节点B）之间的电阻，用来感测功率放大器20的电流消耗量。电流感测电路100还可包括比较器120，用于输出电压电平，该电压电平与输入至非反向输入终端的节点A的电压和输入至反向输入终端的节点B的电压之间的差值相对应。

节点A的电压可以是移动站的电池电压，节点B的电压可以是从电池电压中减去由电阻引起的电压下降量所得的并提供给功率放大器20的功率源电压终端的电压。

通信频带开关300包括一同向双工器310、第一开关320、第二开关330以及第5三开关340。同向双工器310通过低通滤波器和高通滤波器对GSM（全球移动通信系统）信号和CDMA（码分多址）信号进行分离。第一开关320根据输入至频带切换控制终端的频带控制信号发送和接收GSM信号。第二开关330根据频带切换控制信号发送和接收DCS信号。第三开关340根据基带芯片200的切换控制信号有选择性地将双工器30的输出终端切换至第一和第二天线的其中之一。

10 如图3所示，第一天线可以是从移动站上突出的外置天线400。第二天线可以是由移动站内部提供的辅助天线500。作为选择，第一天线可以是辅助天线500，第二天线可以是外置天线400。

15 图4是当天线在正常工作时功率放大器的电流消耗和输出电平曲线图。如果终端‘D’的增益控制信号是2.5V，输出终端的匹配阻抗是 50Ω ，天线处于正常状态，功率放大器20的输入电平是0dBm，功率放大器20的电流消耗为201mA，输出电平为21.9dBm左右。作为参考，0dBm与1mW等效。也可采用其它值。

20 图5是天线在电力非正常工作时功率放大器的电流消耗和输出电平曲线图。如果终端‘D’的增益控制信号是2.5V，输出终端的匹配阻抗大于 50Ω ，天线电力工作在异常状态下，功率放大器20的输入电平是0dBm，输出电平是21.9dBm，与正常状态相同，但是功率放大器20的电流消耗是337mA，比天线在正常状态下的电流消耗201mA要高出相当多。当输入电平为4dBm时，电流消耗有较多的增加，从而增加了输出电平和电流消耗的无效性。也可采用其它值。

因此，天线的电力工作是否正常是由检测功率放大器20的电流消耗是否增加来确定的。

25 现在描述用于监视移动站天线状态的装置的操作情况。图6是依照本发明一个示例实施例的用于监视移动站天线的方法的流程图。其它实施例、操作以及操作顺序也包含在本发明的范围之内。

电流感测电路100可以感测功率放大器20消耗的电流量（步骤S100和S110）。基带芯片200可以验证所感测到的电流量是否处于确定正常状态所需的允许范围之内。如果感测到的电流量处于允许范围之内，基带芯片200可以确定天线当前处于正常状态，并维持通信频带开关300的当前状态（步骤S120）。

5 然而，如果感测的电流量并不在允许范围之内，基带芯片200则确定天线处于电力故障状态，并输出一个切换控制信号至通信频带开关300。然后，通信频带开关300根据切换控制信号将当前天线切换至另一天线。

此外，如果移动终端的所有天线都被确定为处于故障状态，基带芯片可以将天线的故障状态通知用户（步骤S130～S170）。如果其中一个电线发生故障10 基带芯片200也可以通知用户。

当天线处于正常状态时，基带芯片可以根据功率放大器20的输入电平将电流感测电路100的每一终端电压电平储存起来作为特定增益控制信号值。允许范围可以通过已储存的电压电平来决定。

图7描绘了当天线处于正常状态时功率放大器的电流消耗和输出电平以及电15 流感测电路的每一终端电压。也可采用其它值。

参考图1，终端‘A’的电压可以是移动站的电池电压，终端‘B’的电压可以是终端‘A’电压和由电阻110引起的电压下降量之间的电压差，该电压施加为功率放大器20的功率源电压。终端‘C’的电压可以是电流感测电路的输出终端电压，该电压对应于终端‘A’电压和终端‘B’电压之间的差值。

20 功率放大器消耗的电流（即流向电阻110的电流量）可以由（终端‘A’的电压 - 终端‘B’的电压）/电阻值测出。

如果增益控制信号值为2.5V，输出匹配阻抗为 50Ω ，输入电平为0dBm，则功率放大器20的输出电平为21.9dBm，电流消耗为201mA，电流感测电路100终端‘A’的电压为3.4V，终端‘B’的电压为3.38995V，终端‘C’的电压为0.201V。

25 同样，也可采用其它值。

当天线正常工作时，基带芯片200可以根据功率放大器20的输入电平以及电流感测电路100各终端A、B、C的电压将消耗的电流和输出电平储存起来，作为特定增益控制信号值。

基带芯片200可确定一个允许范围，用于根据每一存储的输入电平来确定终端‘C’的电压的正常状态。

图8描绘了当天线处于电力异常状态时功率放大器的电流消耗和输出电平以及电流感测电路的每一终端电压。

5 如果输出匹配阻抗超过 50Ω ，天线处于电力异常状态，增益控制信号值为2.5V，输入电平为4dBm，则功率放大器20的电流消耗量为511mA，比正常状态的289mA高得多。

当移动站处于传输状态时，电流感测电路可以感测功率放大器20消耗的电流量（步骤S100和S110）。即，移动站的电池电压可能施加到功率放大器20的功
10 率源电压终端，此时，设置在电池电压施加于其上的线路中的电流感测电路100可感测线路上流动的电流量，由此可以感测到功率放大器20消耗的电流量。然后，电流感测电路100经由比较器120的终端输出一个与流经线路上提供的电阻110的电流量相对应的电压电平。

基带芯片200可以根据功率放大器的输入电平来检验电流感测电路110输出的电压电平是否处于相应电压电平的允许范围之内。此外，基带芯片200可以检验通信频带开关300的当前切换状态以及另一当前未连接的天线的状态信息。
15

例如，当双工器30的输出连接至外置天线400的终端4（图3）时，如果功率放大器20的输入电平是4dBm，电流感测电路100的输出电压是0.289V，基带芯片200则可确定天线当前处于用于确定正常状态的允许范围之内，并维持通信频带开关
20 300切换状态的当前状态（步骤S120）。

然而，如果当前未连接的另一天线的状态信息表明处于正常状态，并且电流感测电路100输出的电压电平不处于相应电压电平的允许范围之内，基带芯片可确定当前连接的天线处于电力故障状态。

例如，如果输入电平是4dBm，电流感测电路110终端‘C’的电压是0.511V，
25 基带芯片200可确定天线当前不处于用于确定正常状态的允许范围之内，并通过终端E输出一个切换控制信号至通信频带开关300。

如果双工器30的输出终端和外置天线400的终端4（图3）相互耦合，当前未连接的另一天线的状态信息表明属正常状态，电流感测电路100输出的电压电平不

处于允许范围之内，基带芯片200则确定外置天线400处于电力异常状态，并输出一个高电平切换控制信号（步骤S140和S150）。

如果双工器30的输出终端和内置辅助天线500的终端5（图3）相互耦合，当前未连接的另一天线的状态信息表明属正常状态，电流感测电路100输出的电压电平不处于允许范围之内，基带芯片200则确定辅助天线500处于电力异常状态，并输出一个低电平切换行控制信号（步骤S140、S160和S170）。

图9描绘了通信频带开关300根据切换控制信号的切换操作示例。例如，如果基带芯片200输出的切换控制信号具有高电平，通信频带开关300的第三开关340将双工器30输出终端连接至内置辅助天线500的终端5。因此，功率放大器20的输出信号将通过终端3传输至终端5。

如果切换控制信号具有低电平，通信频带开关300的第三开关将双工器30的输出终端连接至外置天线400的终端4。因此，功率放大器的输出信号通过终端3传输至终端4。

与此同时，如果当前未连接的另一天线的状态信息表明属异常状态，并且电流感测电路100输出的电压电平不处于相应电压电平的允许范围之内，基带芯片200则确定外置天线400和辅助天线500都处于异常状态，并通过终端F将天线的异常状态通知用户（步骤S130和S180）。然后，用户可以在识别了天线的异常状态之后采取措施。

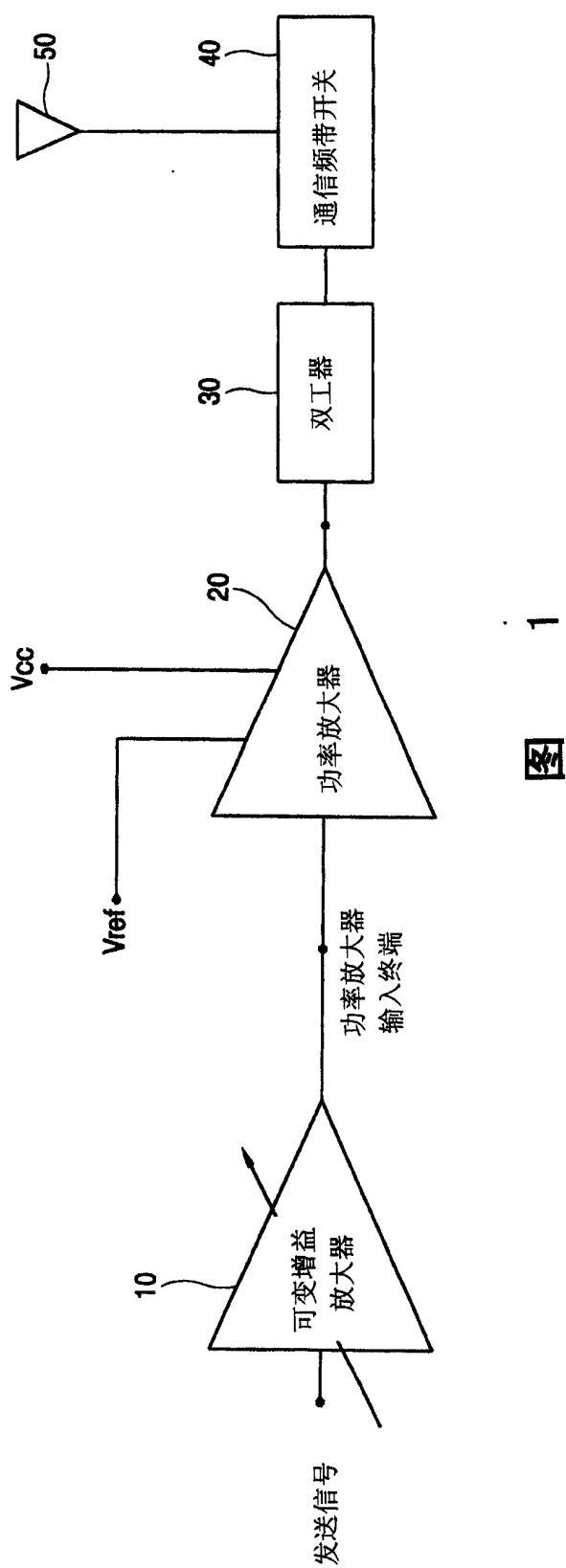
本发明用于监视移动站天线状态的装置和方法具有很多优点。

为了检测天线的电力异常状态并控制切换至正常天线，可以测量当电池电压施加到功率放大器的功率源电压终端时在线路上流动的电流量来感测功率放大器的电流消耗量是否有所增加。通过这一操作使得移动站的输出终端性能得到提高，而电池消耗量降低。这可避免缩短电池的使用寿命。

此外，在没有绝缘体的移动站内，由于切换至正常天线是由检测天线异常工作状态来控制的，可以避免终端输出电平的下降，从而使输出终端的性能得到改善。由于防止了功率放大器对电池电压的过度消耗，可以延长电池的使用寿命。

上述实施例和优点只是一种示范，不应理解对本发明的限定。本发明的教导可以方便地应用到其它类型的装置上。对本发明的描述旨在说明而非限

制权利要求的范围。对本领域的熟练技术人员而言，许多可供选择的办法、修改和变化都是显而易见的。



1

图

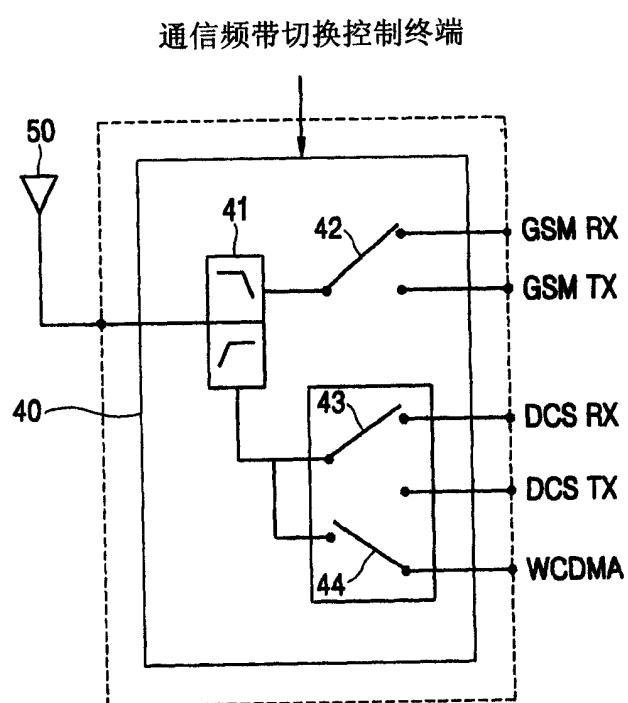
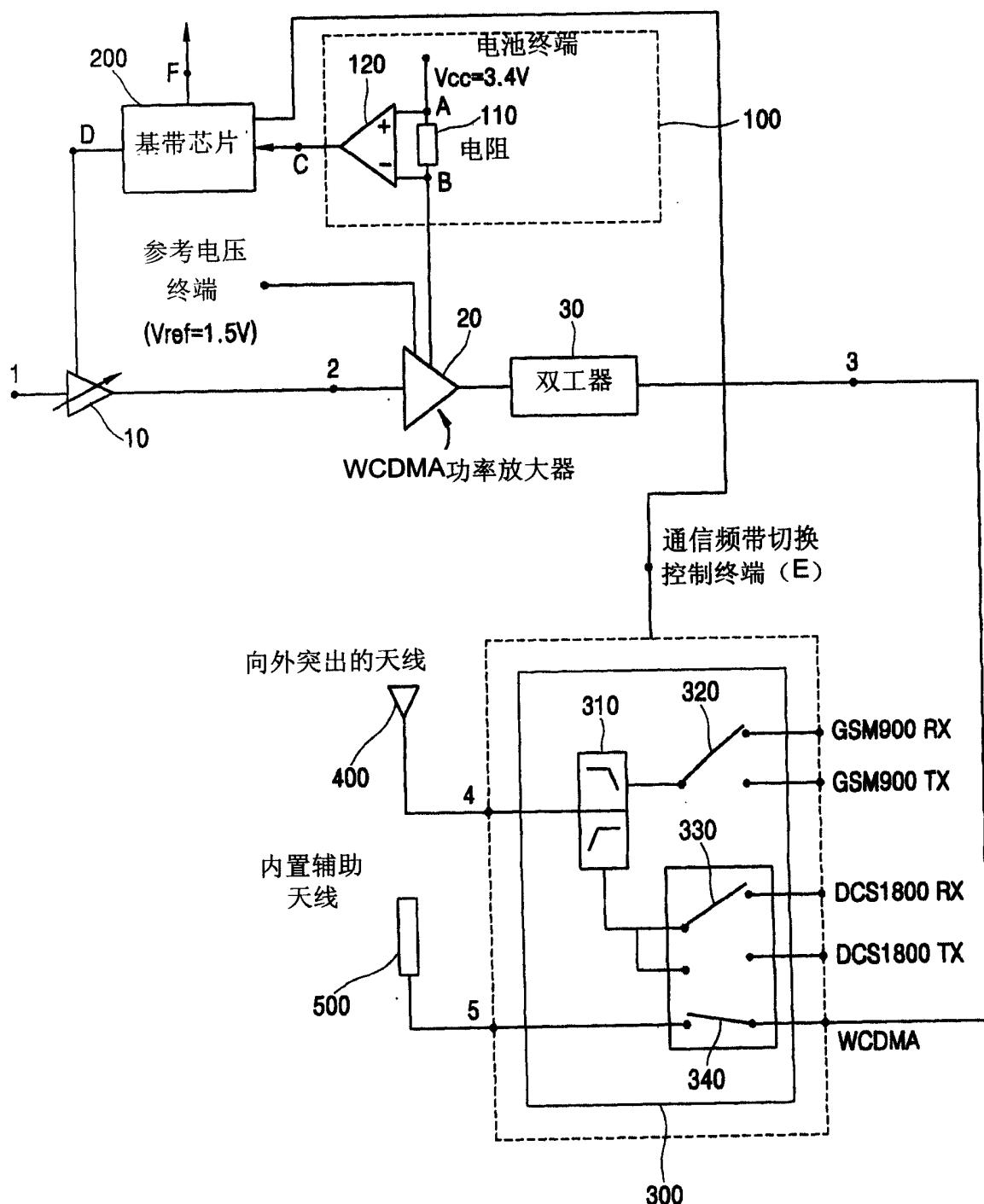


图 2



3

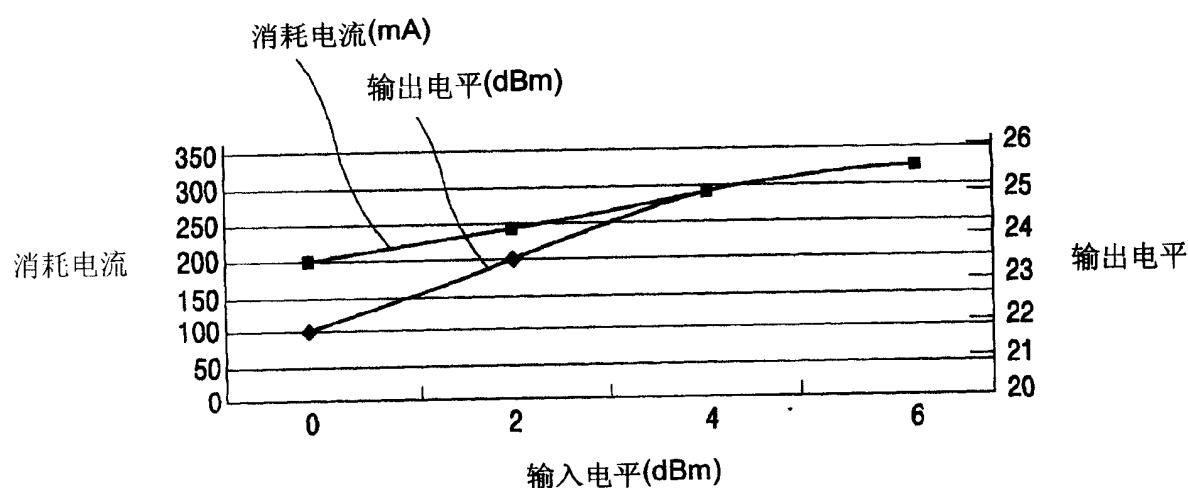


图 4

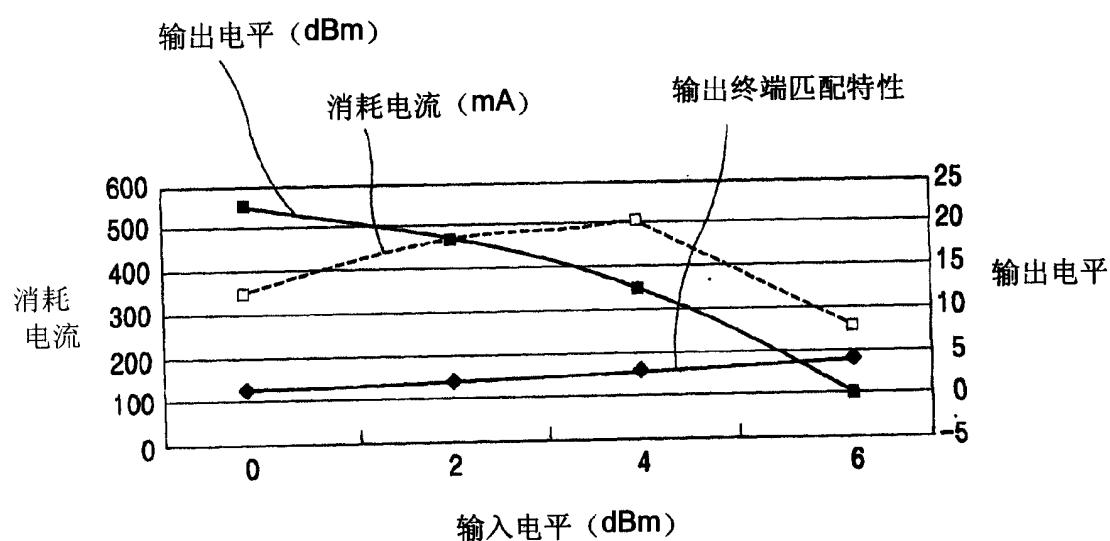


图 5

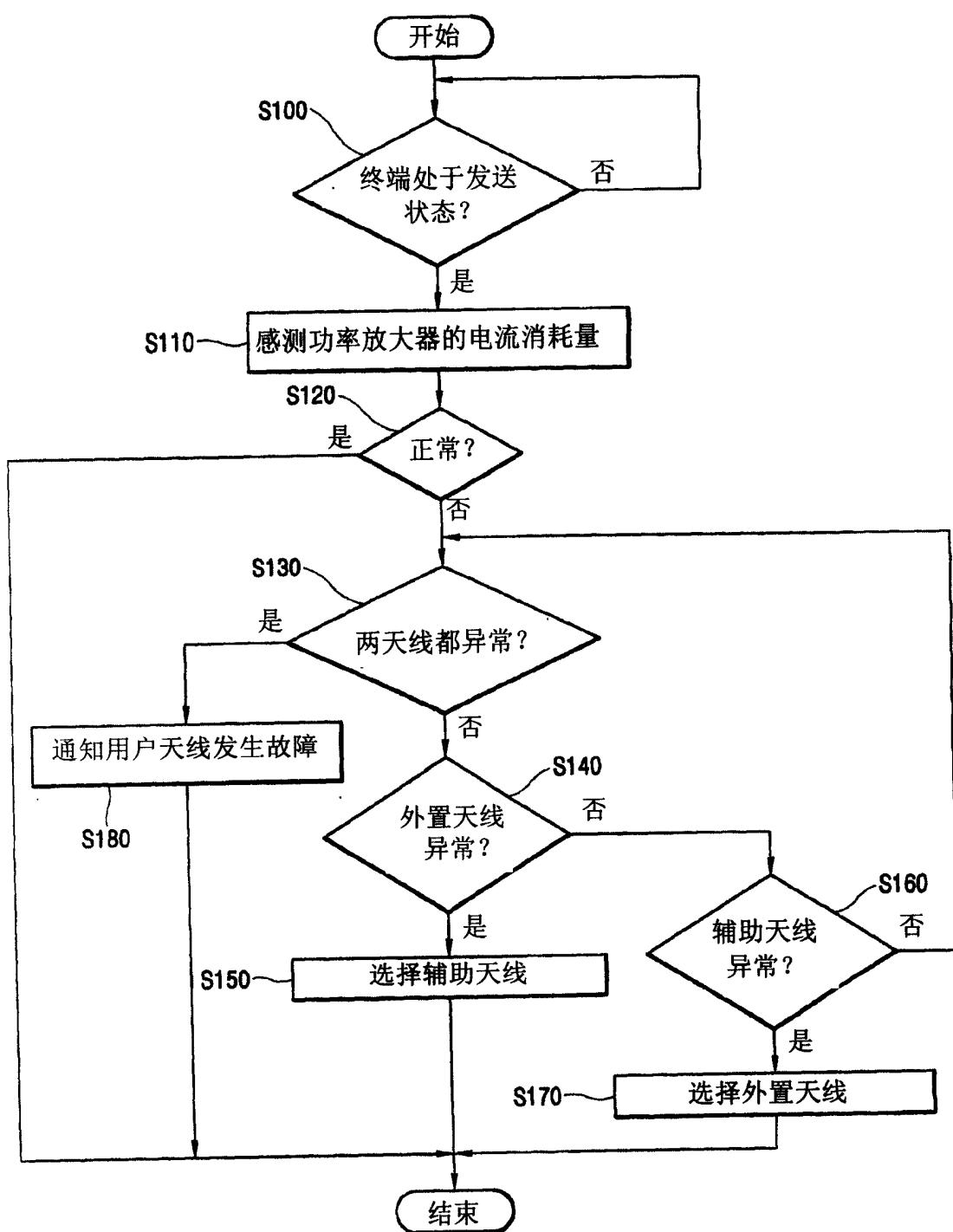


图 6

输入电平	输出电平 (dBm)	消耗电流 (mA)	终端B电压	终端A电压	终端C电压
0	21.9	201	3.38995	3.4	0.201
2	23.65	244	3.3878	3.4	0.244
4	24.98	289	3.38555	3.4	0.289
6	25.68	327	3.38365	3.4	0.327

图 7

终端C电压

输入电平	输出终端匹配特性	输出电平 (dBm)	消耗电流 (mA)	终端B电压	终端A电压	终端C电压
0	1	21.9	337	3.38315	3.4	0.337
2	2	18.6	477	3.37615	3.4	0.477
4	3	12.1	511	3.37445	3.4	0.511
6	4	-0.9	275	3.38625	3.4	0.275

图 8

终端 E	特性频带开关	消耗发送路径	终端C电压状态
1	开	终端3 → 终端5	如果终端C 电压 与正常状态不同
0	关	终端3 → 终端4	如果终端C 电压与 正常状态相同

图 9