



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114787750 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 22

(21) 申请号 202080085080.9

(22) 申请日 2020.12.28

(30) 优先权数据

16/732,187 2019.12.31 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.06.08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/067117 2020.12.28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/138239 EN 2021.07.08

(71) 申请人 德州仪器公司

地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 R·R·夏尔马

N·纳拉亚纳·斯瓦米

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

专利代理师 林斯凯

(51) Int.Cl.

G06F 1/26 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

G01R 27/16 (2006.01)

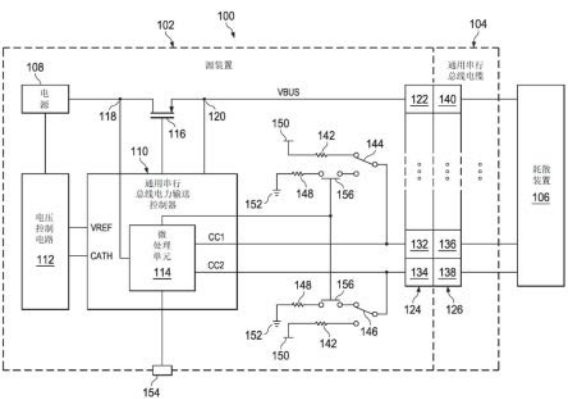
权利要求书3页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

防双重角色端口自动角色逆转

(57) 摘要

本公开的方面提供一种电路(102)。在至少一些实例中,所述电路包含用于向所述电路及从所述电路传送电力的双重角色端口(124)。所述电路还包含微处理单元(114)。所述微处理单元经配置以:当电力供应器包含第一量的存储能量时,控制所述电路操作为耗散装置以经由所述双重角色端口从源装置接收电力;在所述双重角色端口处检测所述源装置的终端电阻的变化;及当所述电力供应器使状态从供应状态变成耗散状态时,控制所述电路限制经由所述双重角色端口从所述电路到所述电力供应器的电力传送。



1. 一种电路,其包括:

双重角色端口,其用于向所述电路及从所述电路传送电力;及

微处理单元,其经配置以:

当电力供应器包含第一量的存储能量时,控制所述电路操作为耗散装置以经由所述双重角色端口从源装置接收电力;

在所述双重角色端口处检测所述源装置的终端电阻的变化;及

当所述电力供应器使状态从供应状态变成耗散状态时,控制所述电路限制经由所述双重角色端口从所述电路到所述电力供应器的电力传送。

2. 根据权利要求1所述的电路,其中为了限制所述电力传送,所述微处理单元经配置以防止经由所述双重角色端口从所述电路到所述电力供应器的电力传送。

3. 根据权利要求1所述的电路,其中为了限制所述电力传送,所述微处理单元经配置以依低于所述电路从所述电力供应器接收电力的能量传送速率的充电速率将电力从所述电路传送到所述电力供应器。

4. 根据权利要求1所述的电路,其中为了限制经由所述双重角色端口从所述电路到所述电力供应器的所述电力传送,所述微处理单元进一步经配置以:

从所述源装置接收识别所述电力供应器的剩余电量的警报消息;

在接收到所述警报消息之后,停用所述双重角色端口的双重角色功能;

监测用户输入的接收;

除非由所述用户输入另外指示,否则维持所述双重角色端口的所述双重角色功能的停用状态;及

当所述用户输入指示所述电路操作为另一源装置时,启用所述双重角色端口的所述双重角色功能。

5. 根据权利要求1所述的电路,其中所述源装置的所述状态变化包括解耦上拉终端与将所述源装置耦合到所述双重角色端口的通信线,且其中所述电路经配置以在检测到所述上拉终端的所述解耦之后启动定时器。

6. 根据权利要求5所述的电路,其中为了限制经由所述双重角色端口从所述电路到所述电力供应器的所述电力传送,所述微处理单元进一步经配置以:

当在所述定时器期满之后检测到将所述源装置耦合到所述双重角色端口的所述通信线的下拉终端时,经由所述双重角色端口向所述源装置传送电力;及

当在所述定时器期满之前检测到将所述源装置耦合到所述双重角色端口的所述通信线的所述下拉终端时,不经由所述双重角色端口向所述源装置传送电力。

7. 根据权利要求6所述的电路,其中所述微处理单元进一步经配置以在所述定时器期满之后检测到将所述源装置耦合到所述双重角色端口的所述通信线的所述下拉终端且所述微处理单元接收到指示所述电路操作为另一源装置的用户输入时,经由所述双重角色端口向所述源装置传送电力。

8. 根据权利要求1所述的电路,其中所述双重角色端口是C型通用串行总线,且所述电路是C型通用串行总线电力输送控制器的至少一部分。

9. 一种系统,其包括:

移动电源,其经配置以操作为源装置,所述移动电源包括:

电池；

双重角色总线电压端子，其用于向所述电池及从所述电池传送电力；及

微处理单元，其经配置以：

当所述电池包含第一量的存储能量时，控制所述电池经由所述双重角色总线电压端子向耗散装置供应电力；及

当所述电池包含少于所述第一量的存储能量的能量时，抑制经由所述双重角色端口从所述耗散装置到所述电池的电力传送。

10. 根据权利要求9所述的系统，其中所述微处理单元经配置以通过向所述耗散装置发射警报消息以引起所述耗散装置禁止所述源装置及所述耗散装置的电力输送角色逆转来抑制经由所述双重角色端口从所述耗散装置到所述电池的所述电力传送。

11. 根据权利要求9所述的系统，其中所述微处理单元经配置以通过以下来抑制经由所述双重角色端口从所述耗散装置到所述电池的所述电力传送：

检测所述电池的电量水平；及

当所述电池的所述电量水平下降到阈值时，停止从所述电池到所述耗散装置的电力传送，其中停止从所述电池到所述耗散装置的所述电力传送防止所述电池完全放电，且其中防止所述电池完全放电防止所述源装置及所述耗散装置的电力输送角色逆转。

12. 根据权利要求9所述的系统，其中所述双重角色端口是经配置以至少部分操作为用于使所述电池充电的输入端子及用于使所述电池放电到所述耗散装置的输出端子的C型通用串行总线端口。

13. 根据权利要求9所述的系统，其中所述微处理单元经配置以通过以下来抑制经由所述双重角色端口从所述耗散装置到所述电池的所述电力传送：

接收指定所述源装置的操作模式的用户输入；及

当所述源装置的所述操作模式为供应模式时，控制开关以防止将所述源装置耦合到所述耗散装置的通信线在所述通信线的源装置侧处以下拉信号终止，其中电力在所述供应模式中通过所述移动电源的所述双重角色端口从所述电池传递到所述耗散装置。

14. 根据权利要求13所述的系统，其中所述微处理单元经配置以在所述源装置的所述操作模式为耗散模式时控制所述开关以准许将所述源装置耦合到所述耗散装置的所述通信线在所述通信线的所述源装置侧处以所述下拉信号终止，其中电力在所述耗散模式中通过所述电路的所述双重角色端口从所述耗散装置传递到所述源装置。

15. 一种有形非暂时性计算机可读存储媒体，其包括指令，所述指令在由微处理单元实施时引起所述微处理单元：

引起通信耦合到所述微处理单元的装置经由能够非同时操作为输入端子及输出端子两者的双重角色端口从源装置接收电力，当所述源装置输出电力时，所述源装置已终止通信通道，所述通信通道耦合所述源装置及所述双重角色端口与所述通信通道的源侧处的上拉信号；

在所述通信通道的所述源侧处检测所述上拉信号的移除；

当检测到所述上拉信号的所述移除时，开始定时器；

在所述通信通道的所述源侧处检测终止所述通信的下拉信号；及

当在所述定时器期满之前检测到在所述通信通道的所述源侧处终止所述通信的所述

下拉信号时,抑制经由所述双重角色端口向所述源装置传送电力。

16.根据权利要求15所述的计算机可读存储媒体,其中执行所述程序指令进一步引起所述微处理单元控制所述装置在所述定时器期满之后检测到在所述通信通道的所述源侧处终止所述通信的所述下拉信号时经由所述双重角色端口向所述源装置传送电力。

17.根据权利要求15所述的计算机可读存储媒体,其中执行所述程序指令进一步引起所述微处理单元控制所述装置:

接收指导经由所述双重角色端口向所述源装置传送电力的用户输入;及

无论在所述通信通道的所述源侧处终止所述通信的所述下拉信号的检测与所述定时器的期满之间的关系如何,经由所述双重角色端口向所述源装置传送电力。

18.根据权利要求17所述的计算机可读存储媒体,其中所述用户输入进一步引起所述装置在所述定时器期满之前向所述源装置传送所述电力。

19.根据权利要求15所述的计算机可读存储媒体,其中执行所述程序指令引起所述微处理单元通过停用所述双重角色端口的双重角色功能来控制所述装置不经由所述双重角色端口向所述源装置传送电力,直到所述定时器期满。

20.根据权利要求19所述的计算机可读存储媒体,其中执行所述程序指令进一步引起所述微处理单元在所述定时器期满之后启用所述双重角色端口的双重角色功能。

防双重角色端口自动角色逆转

背景技术

[0001] 通用串行总线 (USB) 通信发生在具有面向下游端口 (DFP) 的主机与具有面向上游端口 (UFP) 的装置之间。DFP及UFP有时由称为双重角色端口 (DRP) 的单个端口实施,DRP可控制操作为DFP或UFP。在例如USB C型 (USB-C) 的一些USB技术中,单个DRP端口既可供应又可耗散电力。DRP端口还可基于一或多个监测条件来动态或自动滚动改变于DFP或UFP之间及/或供应电力或耗散电力之间。此动态或自动改变有时可为不利的。

发明内容

[0002] 本公开的方面提供一种电路。在至少一些实例中,所述电路包含用于向所述电路及从所述电路传送电力的双重角色端口。所述电路还包含微处理单元。所述微处理单元经配置以:当电力供应器包含第一量的存储能量时,控制所述电路操作为耗散装置以经由所述双重角色端口从源装置接收电力;在所述双重角色端口处检测所述源装置的终端电阻的变化;及当所述电力供应器使状态从供应状态变成耗散状态时,控制所述电路限制经由所述双重角色端口从所述电路到所述电力供应器的电力传送。

[0003] 本公开的其它方面提供一种系统。在至少一个实例中,所述系统包含经配置以充当源装置的移动电源。所述移动电源包括:电池;双重角色总线电压端子,其用于向所述电池及从所述电池传送电力;及微处理单元。所述微处理单元经配置以:当所述电池包含第一量的存储能量时,控制所述电池经由所述双重角色总线电压端子将电力供应到耗散装置;及当所述电池包含少于所述第一量的存储能量的能量时,抑制经由所述双重角色端口从所述耗散装置到所述电池的电力传送。

[0004] 本公开的其它方面提供一种计算机程序产品,其包括包含程序指令的计算机可读存储媒体。在至少一个实例中,所述程序指令可由微处理单元执行以引起所述微处理单元引起通信耦合到所述微处理单元的装置经由能够非同时操作为输入端子及输出端子两者的双重角色端口从源装置接收电力,当所述源装置输出电力时,所述源装置已终止通信通道以在所述通信通道的源侧处耦合所述源装置及所述双重角色端口与上拉信号。执行所述程序指令进一步引起所述微处理单元在所述通信通道的所述源侧处检测所述上拉信号的移除且当检测到所述上拉信号的所述移除时开始定时器。执行所述程序指令进一步引起所述微处理单元在所述通信通道的所述源侧处检测终止所述通信的下拉信号且当在所述定时器期满之前检测到在所述通信通道的所述源侧处终止所述通信的所述下拉信号时抑制经由所述双重角色端口向所述源装置传送电力。

附图说明

[0005] 为了详细描述各种实例,现将参考附图,其中:

[0006] 图1展示根据各种实例的说明性通用串行总线 (USB) 系统的框图;

[0007] 图2展示根据各种实例的用于控制电力传送的说明性方法的流程图;

[0008] 图3展示根据各种实例的用于实施电力传送的说明性伪码的表;

- [0009] 图4A展示根据各种实例的用于控制电力传送的说明性方法的流程图；
- [0010] 图4B展示根据各种实例的用于控制电力传送的说明性方法的流程图；
- [0011] 图5展示根据各种实例的用于实施电力传送的说明性伪码的表；及
- [0012] 图6展示根据各种实例的用于电力传送的说明性方法的流程图。

具体实施方式

[0013] 为了本公开的目的，源装置指代具有放电给另一装置充电的有限电力供应器的装置（例如包含可再充电电池的移动电源、具有可再充电电池的便携式计算装置等）。此外，为了本公开的目的，耗散装置指代耦合到源装置以从源装置接收电力用于对耗散装置进行操作及/或充电的装置。源装置及耗散装置各者具有逆转角色的能力（例如，源充当耗散器且反之亦然）。当例如可再充电电池组（例如移动电源）的源装置电耦合到例如移动电话、平板装置、可穿戴装置、便携式计算机等的耗散装置时，通常希望使用存储于源装置中的电力来给耗散装置充电。如果源及耗散装置在充电期间逆转角色，那么可发生浪费能量（例如以传送损耗形式）且有违期望充电结果。

[0014] 当源装置及耗散装置各者为利用双重角色端口（DRP）的通用串行总线（USB）C型（USB-C）装置时，端口可基于源装置及耗散装置的充电状态来动态逆转角色。例如，当源装置耦合到耗散装置且已存储多于耗散装置的电荷时，电力从源装置传递到耗散装置。在此时间期间，源装置处于供应操作状态或模式。在至少一些实例中，当由源装置存储的电力耗尽时，源装置呈现（例如，达到初始耗散装置的程度）本身是耗散装置。在此时间期间，源装置现处于耗散操作状态或模式。由于DRP的动态角色逆转能力，如果耗散装置进入供应操作状态或模式，那么耗散装置可开始使源装置的电池再充电。在至少一些情况中，此角色逆转是不可取，因为能量可由于热及其它传送相关损耗而损耗，从而减少可用于进一步充电的电量。在某些情况中，此角色逆转更不可取，因为用户希望通过将源装置耦合到耗散装置来给其充电的耗散装置可充电且接着再次放电，从而使用户几乎没有额外时间来使用耗散装置。例如，如果用户经由DRP将外部可再充电电池耦合到膝上型计算机，那么膝上型计算机的内部可再充电电池可基于从外部可再充电电池接收的能量来充电。当外部可再充电电池中几乎没有能量留下时，充电停止。然而，膝上型计算机现将经放电外部可再充电电池视为充电装置，类似于经放电移动电话是否耦合到膝上型计算机。因此，膝上型计算机可开始将能量从内部可再充电电池自动传送到外部可再充电电池。如果用户没有察觉此自动角色变化，例如若干充电被放任执行，那么内部可再充电电池及外部可再充电电池可持续来回传送能量。在至少一些实例中，此角色逆转可持续，一直重复到所有可用能量由于损耗而耗尽且没有能量留给膝上型计算机的充电或操作。因此，在至少一些情况中，期望防止源及/或耗散装置中DRP的角色自动逆转。

[0015] 本公开的至少一些方面提供一种用于防止DRP的角色自动逆转的机构。此外，本公开的至少一些方面依其它方式抑制从耗散装置到耗散装置从其接收电力的源装置的电力传送。一些实施方案至少部分机械执行，例如通过开关、按钮或耦合的插入及重新插入。例如，当开关处于第一位置时，DRP经控制以供应电力而非耗散电力。当开关处于第二位置时，DRP经控制以耗散电力而非供应电力。开关由用户基于用户在给定时间对DRP的期望操作来致动。因此，本公开的机械实施方案需要某种形式的用户输入。替代地，防止角色逆转，直到

两个装置之间的耦合经解耦且接着重新耦合。其它实施方案可至少部分通过软件执行。例如,软件实施方案是基于定时器。在其它实例中,软件实施方案基于一或多个警报或消息警告即将发生DRP的角色逆转且允许用户提供输入来准许或拒绝DRP的角色逆转。在至少一些实例中,软件实施方案进一步利用用户输入,例如防止角色逆转直到用户提供指示以供应模式操作的用户输入。

[0016] 现转到图1,展示说明性USB系统100的框图。在一个实例中,USB系统包含源装置102、USB电缆104及耗散装置106。在至少一个实例中,源装置102是经由USB电缆104向耗散装置106提供信号使得耗散装置106经由USB电缆104从源装置102汲取电流的装置。在一些实例中,由耗散装置106从源装置102接收的至少一些电流由耗散装置106存储于电池(未展示)中,使得电池被充电。在一些实施方案中,源装置102包含电力供应器108、USB电力输送(PD)控制器110及电压控制电路112。电力供应器108是能够提供具有可调电压电平的输出信号的电力供应器,可调电压电平(例如)基于由电力供应器108接收的控制信号调整。在至少一些实例中,电力供应器108是或包含可再充电电池。

[0017] 电力供应器108从电压控制电路112接收控制信号。在一些实例中,电力供应器108经由光学通信(例如光耦合器)从电压控制电路112接收控制信号。在其它实例中,电力供应器108经由电力供应器108与电压控制电路112之间的物理耦合从电压控制电路112接收控制信号。在其它实例中,电力供应器108本身不可调,而是耦合到或经配置以耦合到电力供应器108的输出的外部组件调整由电力供应器108输出的信号的值。例如,电力供应器108的输出可为具有大体上恒定电压值的信号,其经操纵以输出具有不同于电力供应器108的输出电压值的一或多个其它信号。例如,电力供应器108的输出可由电力转换器(未展示)(例如降压转换器、升压转换器或降压-升压转换器)操纵,且电力转换器的输出可提供到节点118。在至少一些实例中,电力转换器由电压控制电路112控制以操纵电力供应器108的输出形成一或多个其它信号。在至少一个实例中,USB PD控制器110是具有处理能力的微控制器。在其它实例中,USB PD控制器110是能够接收一或多个输入且基于应用于至少一些输入的规则、分析或其它处理来产生一或多个输出的任何处理元件。

[0018] 电压控制电路112是能够调节及/或控制存在于节点118处的信号的任何电路。例如,电压控制电路112是能够接收来自USB PD控制器110的参考电压(VREF)且根据VREF控制电力供应器108以控制存在于节点118处的总线电压(VBUS)信号的任何电路。例如,电压控制电路112根据VREF控制电力供应器108以引起存在于节点118处的信号具有与VREF的值大致相等、成比例或以其它方式具有一关系的值,其范围不限于此。

[0019] 在至少一些实例中,USB PD控制器110包含及/或实施微处理单元114中的至少一部分。在各种实例中,微处理单元114是处理器、微处理器、现场可编程门阵列(FPGA)、适于或能够实施状态机的组件或具有处理能力的任何其它合适组件或装置。例如,当USB PD控制器110是微控制器时,微处理单元114中的至少一部分经实施为USB PD控制器110内的特定编程以执行本文中所公开的至少一些操作。例如,微处理单元114执行或实施用于防止源装置102的DRP端口自动角色逆转的软件或其它代码。在至少一个实例中,DRP端口是VBUS端子122。例如,VBUS端子122可为能够经由USB电缆104向耗散装置106提供电力或经由USB电缆104从耗散装置106接收电力的DRP端口。在一些实例中,源装置102进一步包含晶体管116,其可操作为开关以控制经由VBUS端子122及插座124输出VBUS信号,插座124经配置以

接收插头以提供与源装置102的通信耦合。晶体管116可为任何合适技术,包含至少p型场效晶体管(FET)或n型FET。

[0020] 在至少一个实例架构中,电力供应器108的输出耦合到节点118且电压控制电路112的输入耦合到节点118。微处理单元114的第一端子耦合到或经配置以耦合到节点118且晶体管116的第一端子(例如漏极端子)耦合到节点118。电压控制电路112的第一输入耦合到USB PD控制器110的VREF输出且电压控制电路112的第一输出耦合到USB PD控制器110的阴极(CATH)输入。USB PD控制器110的第一端子耦合到晶体管116的栅极端子,USB PD控制器110的第二端子耦合到节点120,晶体管116的第二端子(例如源极端子)耦合到节点120,且VBUS端子122耦合到节点120。微处理单元114的第二端子经配置以耦合到配置通道(CC)1端子132且微处理单元114的第三端子经配置以耦合到CC2端子134。在各种实例中,CC1及CC2各自可配置以耦合到USB电缆104的连接电压(VCONN)端子138或USB电缆104的CC端子136,这取决于插头126插入到插座124中的定向。在一些实例中,VBUS端子122、CC1端子132及CC2端子134收容于插座124中、是插座124的部分或以其它方式与插座124相互作用以将源装置102通信耦合到USB电缆104。

[0021] 在至少一个实例中,USB电缆104包含经配置以与插座124相互作用以将USB电缆104通信耦合到源装置102的插头126。插头126收容、包含VBUS端子140、CC端子136及VCONN端子138或以其它方式与其相互作用,其各自经配置以将USB电缆104通信耦合到源装置102。

[0022] 耗散装置106是适于耦合到USB电缆104以从源装置102接收电力及/或与源装置102就数据进行通信的任何装置,且耗散装置106的范围、其硬件架构或其操作方法在本文中不受限制。在至少一些实例中,耗散装置106还实施大体上类似于USB PD控制器110的USB控制器及/或包含大体上类似于微处理单元114的功能。

[0023] 在系统100的操作实例中,在源装置102(例如USB PD控制器110)确定耗散装置106已经由USB电缆104连接到源装置102之后,USB PD控制器110控制电力供应器108输出具有由电力供应器108接收的控制信号指定的电压电平的信号。USB PD控制器110控制电力供应器108输出信号,例如通过控制电压控制电路112。

[0024] 在至少一些实例中,USB PD控制器110在CC1端子132及CC2端子134两者上施加上拉信号,且监测存在于CC1端子132及CC2端子134中的的每一者处的信号的值。在一些实例中,上拉信号通过上拉终端电阻器(Rp) 142将CC1端子132及CC2端子134耦合到电压源150来施加。在至少一些实例中,电压源150输出具有不同于电力供应器108的电压值的信号。例如,在至少一些实施方案中,电压源150输出具有约5V、约3.3V或另一合适电压的电压的信号。在一些实例中,由电压源150输出的信号的电压基于由电力供应器108输出的信号(例如,例如接受电力供应器108的输出作为用于产生由电压源150提供的电压的输入的调节器或转换器的输出)。在一些实例中,上拉信号中的的每一者具有大体上相同的电压电平。在其它实例中,上拉信号中的的每一者具有不同电压电平。例如,USB PD控制器110比较存在于CC1端子132及CC2端子134中的的每一者处的信号的值与阈值以确定其是否小于上拉信号的值(或上拉信号的值的某一成比例量)。在各种实施方案中,源装置102监测CC1端子132及/或CC2端子134是否存在打开状态、Rd附接状态或Ra附接状态。当存在于CCx端子(例如CC1端子132或CC2端子134)的信号的值高于第一阈值(在一个实例中,1.6V)时,所述CCx端子存在打开状

态。当存在于CCx端子处的信号低于第一阈值且高于第二阈值(在一个实例中,0.25V)时,所述CCx端子存在Rd附接状态。当存在于CCx端子处的信号低于第二阈值时,所述CCx端子存在Rp附接状态。在至少一些实例中,确定为处于Rd附接状态的CCx或CCy端子(例如不是CCx端子的CC1端子132或CC2端子134)由耗散装置106以耦合到接地节点152的下拉终端电阻器(Rd)终止。

[0025] 在一些实例中,当耗散装置106未耦合到USB电缆104(且由此未耦合到源装置102)时,USB PD控制器110忽略USB电缆104的存在。例如,当CCx端子处于Ra附接状态且CCy端子处于打开状态时,USB PD控制器110忽略USB电缆104的存在且不与USB电缆104通信。在其它实例中,当CCx端子处于Ra附接状态且CCy端子处于打开状态时,USB PD控制器110与USB电缆104通信(例如当USB电缆104包含电子标记时)。

[0026] 在至少一些实例中,当USB PD控制器110检测耗散装置106的存在时,USB PD控制器110将信号施加到VBUS端子122,例如通过控制电力供应器108输出VBUS。在一些实例中,USB PD控制器110依两种方式中的一者检测耗散装置106的存在。首先,当CCx端子处于Rd附接状态且CCy端子处于打开状态或Ra附接状态时,USB PD控制器110确定耗散装置106耦合到源装置102。其次,当CCx端子处于打开状态或Ra附接状态且CCy端子处于Rd附接状态时,USB PD控制器110也确定耗散装置106耦合到源装置102。在至少一些实例中,USB PD控制器110基于USB PD控制器110以Rp 142终止CCx或CCy端子来确定CCx端子或CCy端子处于Rd附接状态。USB PD控制器110通过控制开关144及开关146将CCx及CCy端子耦合到Rp 142来以Rp 142终止CCx或CCy端子。在至少一些实例中,开关144及开关146各自由微处理单元114控制。

[0027] 类似地,当源装置102耦合到耗散装置106(例如经由利用插头126及插座124的USB电缆104)时,耗散装置106负载或下拉(例如,例如经由约5.1千欧电阻)耦合到CC端子136的CC1端子132或CC2端子134中的任一者。下拉CC1端子132或CC2端子134中的一者减小存在于耦合到CC端子136的CC1端子132或CC2端子134中的一者处的信号的值且使CC1端子132或CC2端子134中的所述一者处于Rd附接状态。

[0028] 在至少一些实例中,微处理单元114控制向VBUS端子122提供VBUS。例如,微处理单元114控制晶体管116将节点118耦合到VBUS端子122。当电力供应器108放电时,微处理单元114切换开关144及开关146以将CCx或CCy端子耦合到下拉终端电阻器(Rd) 148。当耗散装置106执行Rd到Rp切换且看到源装置102的CCx或CCy端子以Rd 148终止时,耗散装置106转变为新源装置且源装置102变成新耗散装置。然而,在至少一些实例中,微处理单元114向耗散装置106提供指示源装置102及耗散装置106不应逆转角色的信号(例如作为PD消息或警报消息的位或组分)。当耗散装置106已接收到指示其不应与源装置102逆转角色的信号时,在至少一些实例中,当耗散装置106检测到源装置102处的Rp断接时,耗散装置106实施定时器。接着,如果耗散装置106在定时器期满之前检测到源装置102处的Rd,那么耗散装置106不逆转角色且变成新源装置。然而,如果耗散装置106在定时器期满之后检测到源装置102处的Rd,那么耗散装置106逆转角色且变成新源装置以向充当新耗散装置的源装置102提供电力。

[0029] 在其它实例中,当微处理单元114确定电力供应器108的电力电平处于或低于预定义阈值时,微处理单元114将警报或其它消息传送到耗散装置106。预定义阈值可为电力供

应器108的最大电量的一百分比,例如剩余约10%最大电量、剩余5%最大电量或任何其它预定义阈值。警报是(例如)通知电力供应器108的电量下降。在至少一些实例中,警报进一步包含一或多个相互作用元件使用户能够提供反馈。例如,相互作用元件包含用于准许源装置102及耗散装置106角色逆转的选项或用于防止源装置102及耗散装置106角色逆转的选项。在至少一些实例中,如果用户未在预定义时段内响应警报,那么用户的不作为被认为是是否定响应以防止源装置102及耗散装置106角色逆转。

[0030] 在其它实例中,源装置102包含硬件开关154。在至少一些实例中,硬件开关154断接Rd,使得当电力供应器108耗尽时,CCx或CCy端子将不由Rp 142或Rd 148终止。在此实例中,用户致动硬件开关154以防止源装置102以Rd终止CCx或CCy端子。在至少一些实例中,防止此终止防止耗散装置106检测到源装置102的Rd 148终止且逆转角色以将电力从耗散装置106供应回源装置102。在至少一些实例中,基于硬件开关154的状态(例如致动或未致动),微处理单元114控制开关156解耦Rd 148与开关144及146。

[0031] 在其它实例中,当耗散装置106检测到源装置102的Rp 142终止移除时,耗散装置106启动定时器。在一些实例中,定时器以非零值开始且倒计时到零,当计数到达零时期满。在其它实例中,定时器以零开始且累加计数,当计数到达预定义非零值时期满。当耗散装置106启动定时器时,耗散装置停用耗散装置106的双重角色功能。如果耗散装置106在定时器期满之前检测到源装置102的Rd 148终止,那么耗散装置106维持双重角色功能的停用状态。例如,双重角色功能维持停用状态,直到接收到指示源装置106操作为源装置的用户输入或直到源装置102的Rd 148终止不再存在。如果耗散装置106在定时器期满之后检测到源装置102的Rd 148终止,那么耗散装置106重新启用双重角色功能且开始以供应模式操作以向现以耗散模式操作的源装置102供应电力。

[0032] 尽管上文论述防止耗散装置106与源装置102之间的电力传送,但在至少一些其它实例中,电力传送被抑制。在一些实例中,当电力传送被抑制时,电力传送被完全防止。在其它实例中,当电力传送被抑制时,电力传送被准许但以减小速率。例如,当电力传送被抑制时,所述电力传送的速率小于电力传送未被抑制时的速率。

[0033] 尽管本文中论述且图1中说明CC1端子132经配置以耦合到CC端子136且CC2端子134经配置以耦合到VCONN端子138,但在一些实例中,耦合被逆转。例如,至少一些USB电缆104可逆转,使得取决于插头126插入到插座124中的定向,CC1端子132经配置以耦合到CC端子136或VCONN端子138中的一者且CC2端子134经配置以耦合到CC端子136或VCONN端子138中的另一者。因此,尽管本文中描述与插头126插入到插座124中的一个定向相关联的耦合,但与插头126插入到插座124中的任何定向相关联的耦合在本文中可被考虑且涵盖于本公开的范围。因此,在至少一些实例中,USB PD控制器110进一步经配置以检测及/或确定CC1端子132或CC2端子134中的哪一个耦合到VCONN端子138(或耦合到CC端子136)以确定CC1端子132或CC2端子134中的哪一个耦合到节点118。

[0034] 现转到图2,展示用于控制电力传送的说明性方法200的流程图。在至少一些实例中,方法200由操作为耗散装置的第二装置中的微处理单元(例如微处理单元114)实施,第二装置最初从操作为源装置的第一装置接收电力,但后来可改变角色且操作为源装置。在至少一些特定实例中,方法200由实施于耗散装置(例如耗散装置106)中的微处理单元(例如微处理单元114)实施,每一者在上文关于图1论述。

[0035] 在操作202,第二装置确定不再检测到Rp。例如,当第一装置停止在耦合第一及第二装置的CC线上呈现Rp时,第二装置确定不再检测到Rp。在一些实例中,通过比较存在于CC线上的电压的值与阈值来确定Rp不再存在。例如,当Rp存在时,存在于CC线上的电压超过阈值。当Rp不存在时,存在于CC线上的电压小于阈值。在至少一些实例中,不再检测到Rp指示电力不再由第一装置输送到第二装置。

[0036] 在操作204,第二装置检测耦合第一及第二装置的CC线上Rd的存在。在一些实例中,通过比较存在于CC线上的电压的值与阈值来确定Rd存在。例如,当Rd存在时,存在于CC线上的电压可在一对阈值之间。当Rd不存在时,存在于CC线上的电压可在所述一对阈值外。当未检测到Rd时,方法停留在操作206。在至少一些实施方案中,CC线上存在Rd指示第一装置现操作为耗散装置。在至少一些实例中,当第二装置在CC线上检测到Rd时,第二装置开始向第一装置反向供应电力。然而,如本文中先前所论述,此动作可导致第一及第二装置的非期望操作。因此,在第二装置向第一装置供应电力之前,第二装置进行到操作206。

[0037] 在操作206,第二装置确定在不再检测到Rp的预定时段内是否检测到Rd。例如,当在不再检测到Rp的预定时段内检测到Rd时,其可为第一装置已放电但保持耦合到第二装置的指示。在此类实例中,当第一及第二装置经由DRP耦合时,可发生从第二装置到第一装置的非期望电荷传送。例如,在一些实例中,当第一装置的电力供应器放电时,第一装置的端子变成由Rd终止。在至少一些实例中,此终止发生在约10毫秒(ms)内。在其它实例中,终止发生在约10ms到约100ms内。当第一装置与第二装置解耦且接着重新耦合到第二装置时,第一装置的端子仍由Rd终止。然而,当第一装置的电力供应器放电时,解耦及重新耦合第一装置及第二装置的物理动作可超过终止第一装置的端子所消耗的时间量。例如,解耦及重新耦合第一装置及第二装置的物理动作要消耗约100ms或更多。依此方式,第二装置能够区分其中电力供应器已放电但第一装置尚未与第二装置解耦的第一装置与耦合到第二装置以意欲使第二装置向新耦合装置供应电力的装置。

[0038] 当在预定时段内检测到Rd时,方法200进行到操作208。在至少一些实例中,确定是否在预定时段内检测到Rd包含:当在操作202不再检测到Rp时,启动或以其它方式开始计数器或定时器。当在操作204检测到Rd时,比较计数器或定时器的值与定时器阈值以确定定时器值是否已超过定时器阈值。在至少一些实例中,定时器阈值是可配置的。例如,定时器阈值经配置以在约10ms、约50ms、约100ms、约200ms或任何其它合适时间量之后期满。

[0039] 在操作208,第二装置停用第二装置的DRP功能。在至少一些实例中,停用DRP功能防止第二装置在CC线上呈现Rp且开始操作为源装置以在第一装置在CC线上呈现Rd时使第一装置再充电。替代地,在至少一些实例中,不是在操作208停用DRP功能,而是第二装置限制准许电力传送速率,使得电力传送被抑制但未被完全防止。

[0040] 在操作210,第二装置确定用户是否希望第二装置操作为源装置。在至少一些实例中,第二装置基于从用户接收的输入做出确定。在一些实例中,输入经由物理、活节输入源(例如开关、切换键、按钮等)接收。在其它实例中,输入经由软输入源(例如软件按钮、图形用户接口按钮、软件设置切换键等)接收。在其它实例中,输入通过用户拔出及插回第一装置与第二装置之间的耦合来接收。当用户不希望第二装置操作为源装置时,方法200停留在操作210。当用户希望第二装置操作为源装置时,方法200进行到操作212。

[0041] 在操作212,第二装置启用第二装置的DRP功能。在至少一些实例中,启用DRP功能

准许第二装置在CC线上呈现Rp且开始操作为源装置以在第一装置(或耦合到第二装置的另一装置)在CC线上呈现Rd时使第一装置再充电。在启用DRP功能之后,方法200进行到操作214。替代地,当第二装置未在操作208停用DRP功能而是抑制电力传送时,在操作212,第二装置移除在操作208施加的准许电力传送速率限制。

[0042] 现返回到操作206,当在预定时段内未检测到Rd时,其可为第一装置已放电且与第二装置解耦但第一装置或操作为耗散装置的另一装置已耦合到第二装置的指示。在此类实例中,方法200进行到操作214。

[0043] 在操作214,第二装置开始向耦合到第二装置且呈现Rd的装置(其可为第一装置)供应电力。在至少一些实例中,第二装置经由在操作202不再检测到Rp之前先前从第一装置接收电力的DRP来供应电力。

[0044] 现转到图3,展示用于实施电力传送的说明性伪码的表300。在至少一些实例中,表300中所说明的伪码的执行实施方法200的至少一些操作。在至少一些实例中,当微处理单元(例如图1的微处理单元114)实施于耗散装置中时,表300的伪码由微处理单元实施,如本文别处所描述。

[0045] 表300说明RpConnectionDetected、RpDisconnectDetected及DisconnectHandler操作例程。在至少一些实例中,表300中所说明的例程是另一软件程序或过程的部分,使得表300的例程是由软件程序或过程调用的软件程序或过程的子例程。例如,当软件程序或过程接收到指示检测到Rp的输入信号时,软件程序或过程调用RpConnectionDetected例程以将变量RpLossSignal设置为假。类似地,当软件程序或过程接收到指示不再检测到Rp的输入信号时,软件程序或过程调用RpDisconnectDetected例程以将变量RpLossSignal设置为真。另外,如表300中所说明,RpDisconnectDetected例程调用DisconnectHandler例程作为检测Rp失败的结果。在其它实例中,在将RpLossSignal设置为真之后,RpDisconnectDetected例程返回到调用RpDisconnectDetected例程的软件程序或过程且所述软件程序或过程接着调用DisconnectHandler例程。

[0046] 如DisconnectHandler例程中所说明,在检测到Rp断接之后,通过调用例程DisableDRPConfiguration来停用DRP功能。在停用DRP功能之后,变量DisconnectTimeOut初始化为零且只要RpLossSignal保持为真,那么随着定时器延迟而每ms递增一个单位,直到200ms流逝或用户提供超控定时器延迟的输入。例如,当用户指示实施表300的伪码的装置应操作为源装置(引起变量OperateAsSourceDevice具有真值,例如通过另一例程或子例程设置)时,DisconnectHandler停止递增计数器且启用DRP功能。另外,在一些实例中,当自初始化DisconnectTimeOut以来已流逝200ms时,DisconnectHandler停止递增计数器且启用DRP功能。在至少一些实例中,通过调用例程EnableDRPConfiguration来启用DRP功能。

[0047] 尽管表300说明包含某些变量、操作、函数及处理流程的伪码,但存在方法200的各种其它编程实施方案。表300的伪码不意味将这些其它编程实施方案排除在本公开的范围之外。相反地,表300的伪码仅说明一个示范性实施方案,同时使方法200的其它编程实施方案留在本公开的范围之内。

[0048] 现转到图4A及图4B,展示用于控制电力传送的说明性方法的流程图。在至少一些实例中,方法由经由DRP耦合在一起的一对装置实施,其中的一者操作为源装置且其中的一者操作为耗散装置。例如,方法至少部分由操作为源装置的第一装置中的微处理单元(例如

微处理单元114)实施,第一装置最初向操作为耗散装置的第二装置提供电力,但后来可改变角色且操作为源装置。方法进一步至少部分由第二装置中的另一微处理单元(例如微处理单元114)实施。在至少一些特定实例中,方法部分由实施于源装置(例如源装置102,如上文关于图1所论述)及耗散装置(例如耗散装置106,也如上文关于图1所论述)中的微处理单元(例如微处理单元114)实施。

[0049] 例如,方法包含第一部分405及第二部分410。在至少一些实例中,第一部分405在最初操作为源装置的第一装置中实施。在至少一些实例中,第二部分410在最初操作为耗散装置的第二装置中实施。在操作415,第一装置确定第一装置的电力供应器的剩余电量是否小于最大容量的约5%。当剩余电量不小于最大容量的5%时,第一部分405停留在操作415。当剩余电量小于最大容量的5%时,第一部分进行到操作420。在其它实例中,警报消息基于剩余电量的另一阈值(例如剩余电量的约10%、约20%、约2%或任何其它合适量)来发送。在至少一些实例中,警报消息基于第一装置的电力供应器的放电率来发送,使得在特定电流消耗下,更改消息以特定剩余充电时间量发送(例如,警报消息在电量终止之前约5分钟发送,等等)。在至少一些实例中,警报消息是PD消息或发送为PD消息的组分。

[0050] 在操作420,第一装置发射警报消息。在至少一些实例中,警报消息包含第一装置的状态且指示第一装置的电力供应器的剩余电量。例如,在一些实施方案中,第一装置的电力供应器是电池且第一装置的状态指示电池中剩余的电量。在至少一些实例中,当第二装置耦合到第一装置且从第一装置接收电力时,向第二装置发射更改消息。

[0051] 在操作425,第二装置接收警报消息。在至少一些实例中,从第一装置接收警报消息。例如,在至少一些实施方案中,在操作425接收的警报消息是在操作420由第一装置发射的更改消息。在其它实例中,在操作425由第二装置接收的警报消息从任何合适源接收,其范围不限于此,使得方法的第二部分410可分离且可独立于方法的第一部分405。在至少一些实例中,警报消息指示操作为源装置的装置向第二装置提供电力的状态。例如,状态包含源装置的电力供应器(例如电池)的剩余电量。

[0052] 在操作430,第二装置停用第二装置的DRP功能。在至少一些实例中,停用DRP功能防止第二装置在将第二装置耦合到第一装置的CC线上呈现 R_p 且开始操作为源装置以在第一装置在CC线上呈现 R_d 时使第一装置再充电。替代地,在至少一些实例中,不是在操作430停用DRP功能,而是第二装置限制准许电力传送速率,使得电力传送被抑制但未被完全防止。

[0053] 在操作435,第二装置确定用户是否希望第二装置操作为源装置。在至少一些实例中,第二装置基于从用户接收的输入做出确定。在一些实例中,输入经由物理、活节输入源(例如开关、切换键、按钮等)接收。在其它实例中,输入经由软输入源(例如软件按钮、图形用户接口按钮、软件设置切换键等)接收。当用户不希望第二装置操作为源装置时,方法的第二部分410停留在操作435。当用户希望第二装置操作为源装置时,方法的第二部分410进行到操作440。

[0054] 在操作440,第二装置启用第二装置的DRP功能。在至少一些实例中,启用DRP功能准许第二装置在CC线上呈现 R_p 且开始操作为源装置以在第一装置(或耦合到第二装置的另一装置)在CC线上呈现 R_d 时使第一装置再充电。替代地,当第二装置未在操作430停用DRP功能而是抑制电力传送时,在操作440,第二装置移除在操作430施加的准许电力传送速率限

制。

[0055] 现转到图5,展示用于实施电力传送的说明性伪码的表505及表510。在至少一些实例中,表505中所说明的伪码的执行实施图4A及4B的方法的至少一些操作,例如包含于图4A及4B的方法的第一部分405中的所述操作。类似地,在至少一些实例中,表510中所说明的伪码的执行实施图4A及4B的方法的至少一些操作,例如包含于图4A及4B的方法的第二部分410中的所述操作。在至少一些实例中,当微处理单元(例如图1的微处理单元114)实施于源装置中时,表505的伪码由微处理单元实施,如本文别处所描述。在至少一些实例中,当微处理单元(例如图1的微处理单元114)实施于耗散装置中时,表510的伪码由微处理单元实施,如本文别处所描述。

[0056] 如由表505的伪码所说明,第一装置持续监测电量以确定电量水平是否小于更改阈值。在至少一些实例中,电量水平是关于第一装置的电力供应器(例如电池)且警报阈值是最大剩余电量的一百分比、直到电量终止的剩余时间量或任何其它合适阈值。当电量水平小于警报阈值时,发送警报消息。

[0057] 如由表510的伪码所说明,当第二装置未接收警报消息时,第二装置调用Delay子例程,其在返回再次确定是否已接收警报消息之前的预定时段内实施延迟。当第二装置接收警报消息时,第二装置通过调用例程DisableDRPConfiguration来停用DRP功能。在停用DRP功能之后,第二装置监测用户输入,一直延迟到接收输入。在一些实例中,用户输入采取用户拔出及重新插入第一装置与第二装置之间的耦合的形式。例如,当用户指示第二装置应操作为源装置(引起变量OperateAsSourceDevice具有真值,例如通过另一例程或子例程设置)时,第二装置启用DRP功能。在至少一些实例中,通过调用例程EnableDRPConfiguration来启用DRP功能。

[0058] 尽管表505及表510说明包含某些变量、操作、功能及处理流程的伪码,但存在图4A及4B的方法的各种其它编程实施方案。表505及表510的伪码不意味将这些其它编程实施方案排除在本公开的范围之外。相反地,表505及表510的伪码仅说明一个示范性实施方案,同时使图4A及4B的方法的其它编程实施方案留在本公开的范围之内。

[0059] 现转到图6,展示用于电力传送的说明性方法600的流程图。在至少一些实例中,方法600由源装置(例如源装置102)或耗散装置(例如耗散装置106)中的微处理单元(例如微处理单元114)实施。

[0060] 在操作602,将电力从源装置传送到耗散装置。例如,电力从源装置传送到耗散装置。当电力从源装置传送到耗散装置时,源装置处于供应操作状态或模式且以上拉终端终止源装置与耗散装置之间的耦合。类似地,当电力从源装置传送到耗散装置时,耗散装置处于耗散操作状态或模式且以下拉终端终止源装置与耗散装置之间的耦合。

[0061] 在操作604,抑制从耗散装置到源装置的电力传送。在一些实例中,抑制电力传送防止电力传送,例如直到接收指导电力传送发生的用户输入。在其它实例中,抑制电力传送准许电力传送发生但以减小传送速率(例如,与未受抑制时的传送速率相比)。

[0062] 存在用于抑制电力传送的多个合适过程。在至少一个实例中,在一个实施方案中,源装置向耗散装置发送指示源装置的电力供应器中剩余的电量的警报消息。至少部分基于此警报消息,耗散装置抑制电力从耗散装置传送回源装置。在至少一些实例中,电力传送被抑制,直到定时器期满及/或直到接收用户输入。用户输入可包含用户拔出及重新插入源装

置与耗散装置之间的耦合、用户按下硬件或软件按钮、用户切换开关等。

[0063] 在另一实例中,当源装置的电力供应器耗尽时,源装置将充电状态或模式从供应变成耗散。改变通过源装置移除源装置与耗散装置之间的耦合的上拉终端且向源装置与耗散装置之间的耦合提供下拉终端来完成。耗散装置检测到上拉终端移除且开始定时器。如果耗散装置检测到源装置与耗散装置之间的耦合的下拉终端,那么耗散装置抑制电力传返回源装置。例如,耗散装置准许以减小速率进行传送电力或耗散装置防止电力传送。在至少一些实例中,抑制电力传送一直持续到接收到指示耗散装置向源装置传送电力的用户输入。

[0064] 在以下论述中,术语“包含”及“包括”以开放式方式使用,且因此应被解译为意谓“包含(但不限于)…”。贯穿说明书使用术语“耦合”。术语可涵盖实现与本公开的描述一致的功能关系的连接、通信或信号路径。例如,如果装置A产生信号以控制装置B执行动作,那么在第一实例中装置A耦合到装置B,或在第二实例中装置A通过介入组件C耦合到装置B(如果介入组件C大体上不更改装置A与装置B之间的功能关系),使得装置B由装置A经由装置A产生的控制信号控制。“经配置以”执行任务或功能的装置可在由制造商制造时配置(例如,编程及/或硬连线)以执行功能,及/或可在制造之后由用户配置(或重新配置)以执行功能及/或其它额外或替代功能。配置可通过装置的固件及/或软件编程、通过装置的硬件组件及互连的构造及/或布局或其组合。此外,被认为包含某些组件的电路或装置可代以经配置以耦合到所述组件以形成所描述电路系统或装置。例如,描述为包含一或多个半导体元件(例如晶体管)、一或多个无源元件(例如电阻器、电容器及/或电感器)及/或一或多个源(例如电压及/或电流源)的结构可代以仅包含单个物理装置(例如半导体裸片及/或集成电路(IC)封装)内的半导体元件,且可经配置以耦合到至少一些无源元件及/或源以(例如)由终端用户及/或第三方在制造时或制造之后形成所描述结构。

[0065] 尽管本文中某些组件描述为关于特定过程技术(例如FET、金属氧化物半导体FET(MOSFET)、n型、p型等),但这些组件可更换为其它过程技术的组件(例如,将FET及/或MOSFET替换为双极结型晶体管(BJT),将n型替换为p型或反之亦然等)及重新配置包含所替换组件的电路以提供至少部分类似于在组件替换之前可用的功能的期望功能。除非另有说明,否则说明为电阻器的组件通常表示串联及/或并联耦合以提供由所说明电阻器表示的阻抗量的任一或多个元件。另外,在前述论述中使用短语“接地电压电势”希望包含底板接地、大地接地、浮动接地、虚拟接地、数字接地、共同接地及/或适用于或适于本公开的教示的任何其它形式的接地连接。除非另有说明,否则值之前的“约”、“大约”或“大体上”意谓所述值的 $\pm 10\%$ 。

[0066] 上文论述意在说明本公开的原理及各种实例。所属领域的技术人员将在完全了解上文揭示内容之后明白许多变化及修改。本公开希望被解译为涵盖所有此类变化及修改。

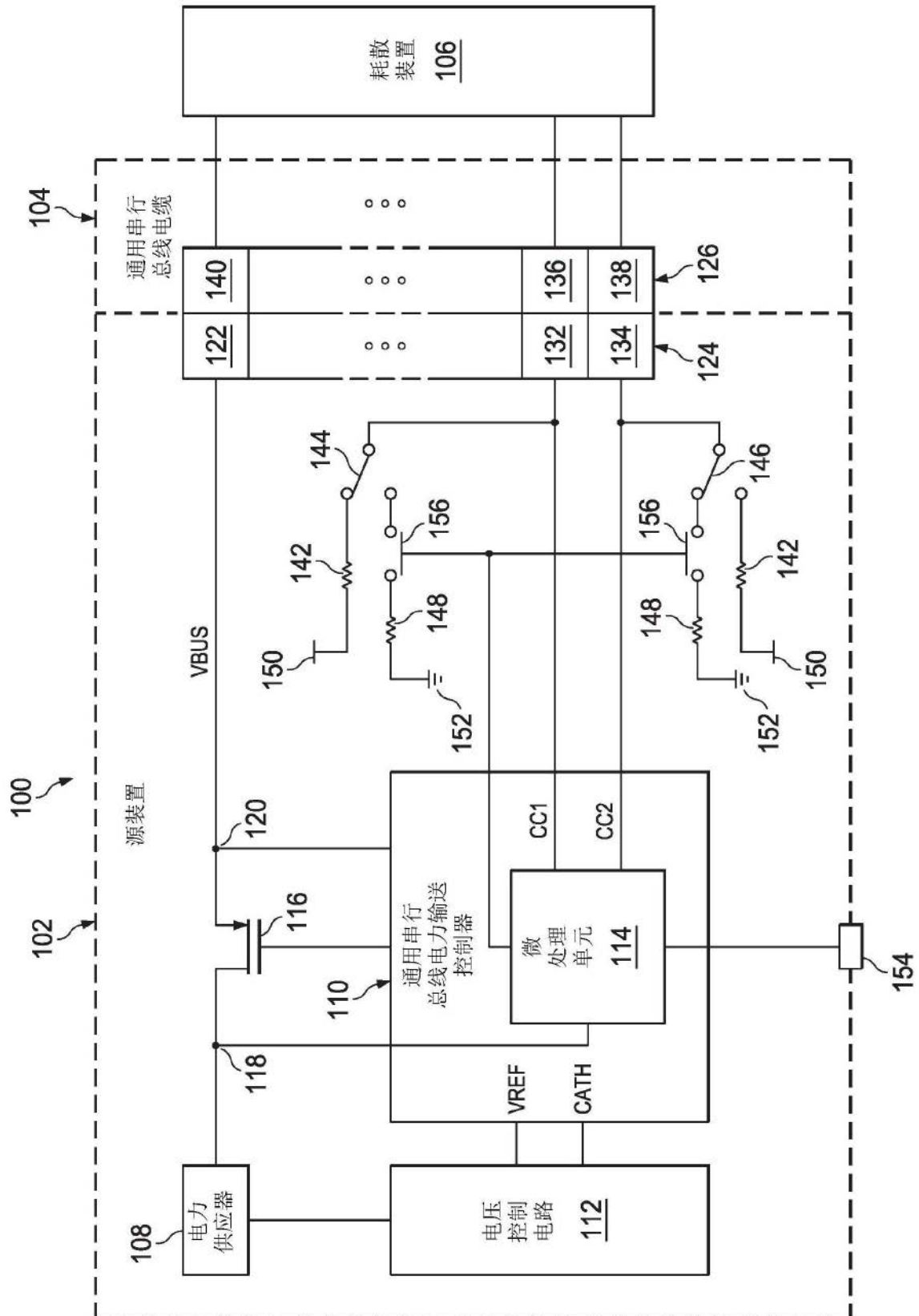


图1

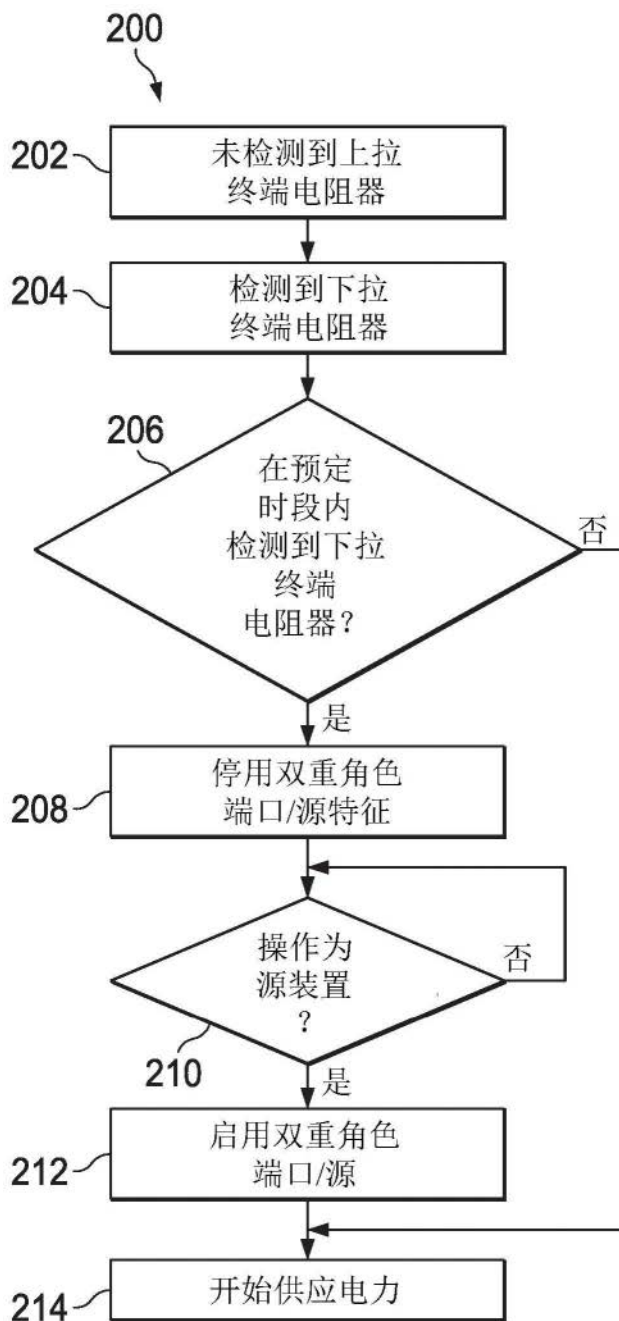


图2

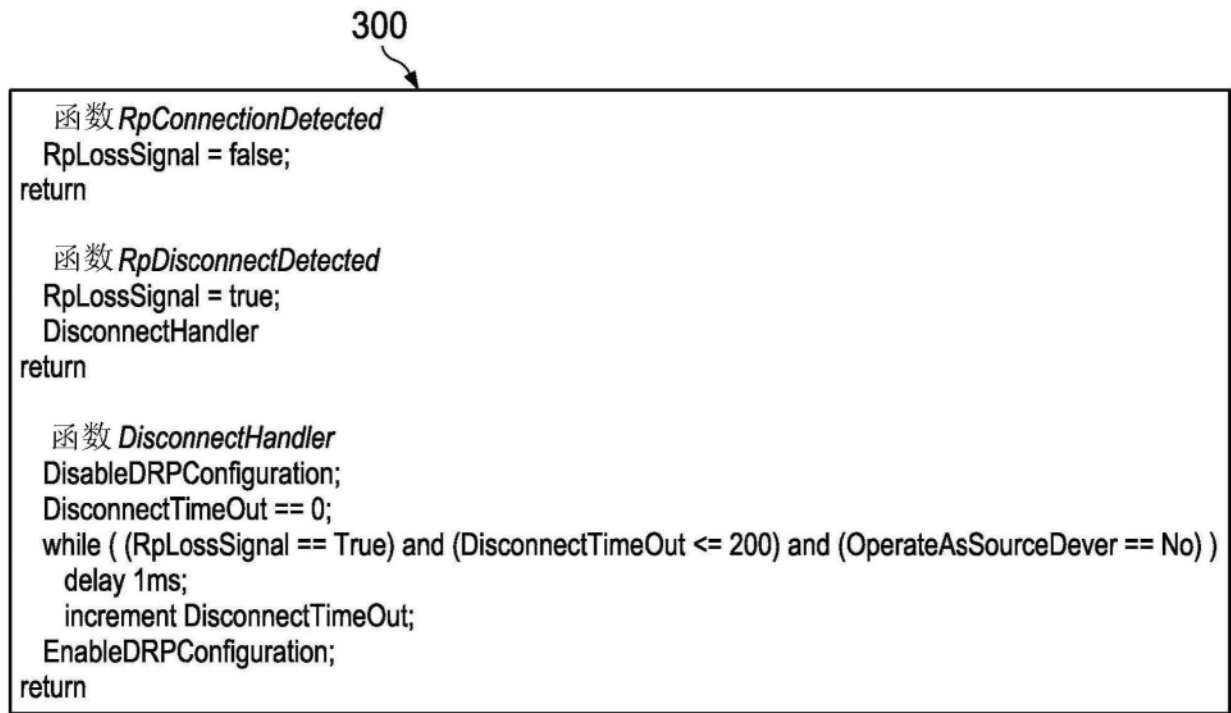


图3

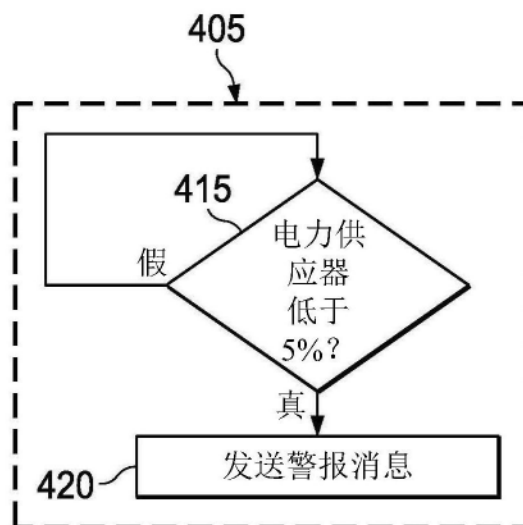


图4A

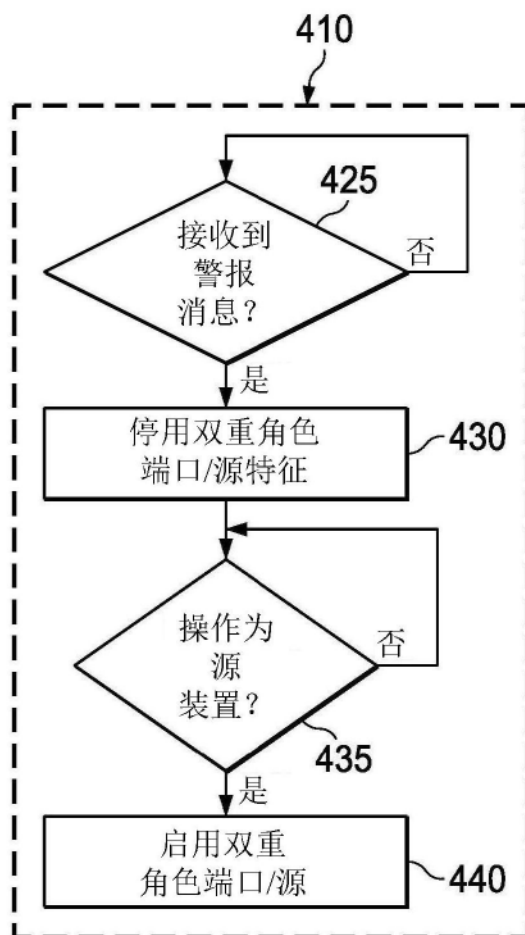


图4B

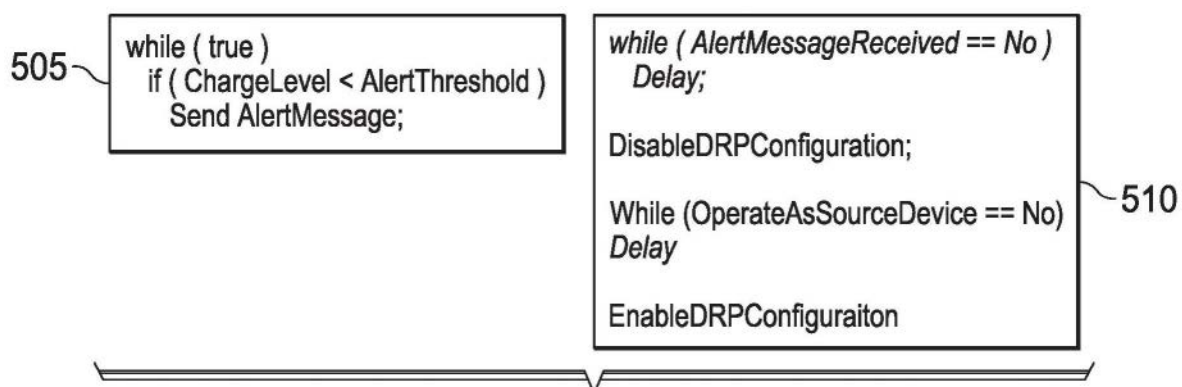


图5

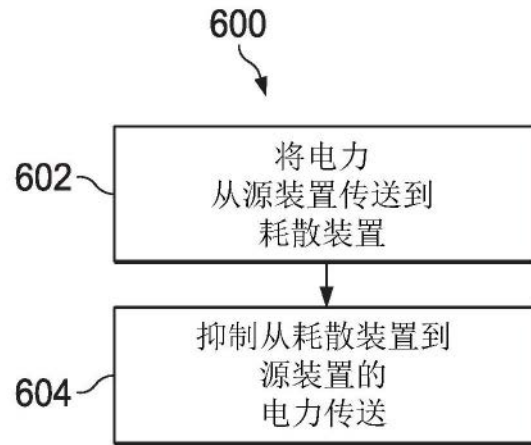


图6