



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107404226 B

(45)授权公告日 2019.07.19

(21)申请号 201710621727.5

(22)申请日 2014.03.13

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107404226 A

(43)申请公布日 2017.11.28

(30)优先权数据

61/785,588 2013.03.14 US

(62)分案原申请数据

201480012810.7 2014.03.13

(73)专利权人 匡坦斯公司

地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 S·F·德罗吉 马库斯·默斯钦

路易吉·潘塞里

(74)专利代理机构 北京市正见永申律师事务所
11497

代理人 黄小临

(51)Int.Cl.

H02M 3/156(2006.01)

H02M 3/158(2006.01)

H04B 1/16(2006.01)

(56)对比文件

CN 1879070 A,2006.12.13,

CN 101114860 A,2008.01.30,

CN 101548476 A,2009.09.30,

US 2008278136 A1,2008.11.13,

US 6683499 B2,2004.01.27,

审查员 边境

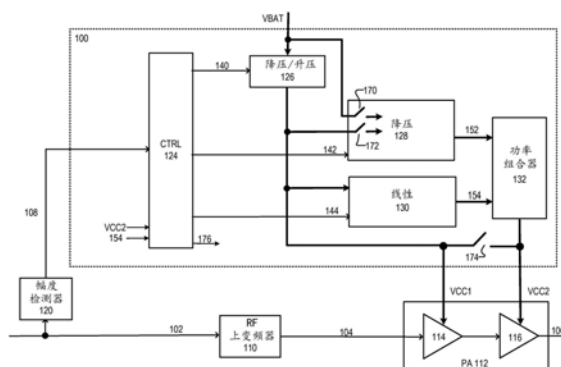
权利要求书4页 说明书8页 附图8页

(54)发明名称

射频功率放大器系统、电源和供电方法

(57)摘要

一种射频功率放大器系统、电源和供电方法,该系统包括:功率放大器,配置为接收射频输入信号、第一供电电压、和第二供电电压,并且将该射频输入信号放大为射频输出信号;以及电源,耦接到该功率放大器,该电源包括:第一功率转换器,配置为接收输入电压并且生成第一输出电压;以及第二功率转换器,配置为接收该第一输出电压并且生成第二输出电压,该电源配置为响应于处于第一操作模式中,将该第一输出电压作为该第一供电电压和该第二供电电压两者提供给该功率放大器,并且响应于处于第二操作模式中,将该第一输出电压作为该第一供电电压提供给该功率放大器并将该第二输出电压的至少一部分作为该第二供电电压提供给该功率放大器。



1. 一种射频功率放大器系统,包括:

功率放大器,配置为接收射频输入信号、第一供电电压、和第二供电电压,并且将所述射频输入信号放大为射频输出信号;以及

电源,耦接到所述功率放大器,所述电源包括:第一功率转换器,配置为接收输入电压并且生成第一输出电压;以及第二功率转换器,配置为接收所述第一输出电压并且生成第二输出电压,所述电源配置为响应于处于第一操作模式中,将所述第一输出电压作为所述第一供电电压和所述第二供电电压两者提供给所述功率放大器,并且响应于处于第二操作模式中,将所述第一输出电压作为所述第一供电电压提供给所述功率放大器并将所述第二输出电压的至少一部分作为所述第二供电电压提供给所述功率放大器。

2. 根据权利要求1的射频功率放大器系统,还包括:幅度检测器,配置为生成指示所述射频输入信号的幅度的幅度信号。

3. 根据权利要求2的射频功率放大器系统,其中,所述电源配置为基于所述幅度信号来选择所述第一操作模式和所述第二操作模式中的一个。

4. 根据权利要求1的射频功率放大器系统,其中,所述电源配置为响应于处于所述第一操作模式中,禁止所述第二功率转换器。

5. 根据权利要求1的射频功率放大器系统,其中,所述电源还包括:第三功率转换器,配置为接收所述第一输出电压并且生成第三输出电压。

6. 根据权利要求5的射频功率放大器系统,其中,所述电源还包括:功率组合器,所述功率组合器耦接到所述第二功率转换器和所述第三功率转换器,所述功率组合器配置为将所述第二输出电压与所述第三输出电压组合以生成第四输出电压。

7. 根据权利要求6的射频功率放大器系统,其中,所述电源配置为响应于处于第三操作模式中,将所述第一输出电压作为所述第一供电电压提供给所述功率放大器,并且将所述第四输出电压作为所述第二供电电压提供给所述功率放大器。

8. 根据权利要求5的射频功率放大器系统,其中,所述电源配置为响应于处于所述第一操作模式和所述第二操作模式中的至少一个中,禁止所述第三功率转换器。

9. 根据权利要求1的射频功率放大器系统,其中,所述第二功率转换器还配置为接收所述输入电压,并且选择性地将所述输入电压或所述第一输出电压转换为所述第二输出电压。

10. 一种用于射频功率放大器的电源,所述射频功率放大器将射频输入信号放大为射频输出信号,所述电源包括:

第一功率转换器,配置为接收输入电压并且生成第一输出电压;

第二功率转换器,配置为接收所述第一输出电压并且生成第二输出电压;以及

控制器,耦接到所述第一功率转换器和所述第二功率转换器,所述控制器配置为接收指示所述射频输入信号的幅度的信号,并且基于所述信号从多个模式中选择所述电源的操作模式,所述多个模式包括仅将所述第一输出电压提供给所述功率放大器的第一操作模式、和将所述第一输出电压和所述第二输出电压的至少一部分提供给所述功率放大器的第二操作模式。

11. 根据权利要求10的电源,还包括:第一输出端子,耦接到所述第一功率转换器以将所述第一输出电压提供给所述功率放大器;以及第二输出端子,耦接到所述第二功率转换

器以将所述第一输出电压和所述第二输出电压的所述部分中的至少一个提供给功率放大器。

12. 根据权利要求11的电源,还包括:开关,耦接在所述第一输出端子和所述第二输出端子之间,所述控制器配置为在所述第一操作模式中闭合所述开关,并且在所述第二操作模式中断开所述开关。

13. 根据权利要求10的电源,其中,所述第二功率转换器还配置为接收所述电源的输入电压,并且选择性地将所述输入电压或所述第一输出电压转换为所述第二输出电压。

14. 根据权利要求10的电源,还包括:第三功率转换器,配置为将所述第一输出电压转换为第三输出电压。

15. 根据权利要求14的电源,还包括:功率组合器,耦接到所述第二功率转换器和所述第三功率转换器,所述功率组合器配置为将所述第二输出电压与所述第三输出电压组合以生成第四输出电压。

16. 根据权利要求15的电源,其中,所述多个模式包括将所述第一输出电压和所述第四输出电压提供给所述功率放大器的第三操作模式。

17. 一种用于射频功率放大器的电源,所述射频功率放大器将射频输入信号放大为射频输出信号,所述电源包括:

第一功率转换器,配置为将给所述电源的输入电压转换为第一输出电压;以及

第二功率转换器,配置为接收所述输入电压和所述第一输出电压,并且基于所述输入电压的大小,选择性地将所述输入电压或所述第一输出电压转换为用于所述射频功率放大器的供电电压的至少一部分。

18. 根据权利要求17的电源,还包括:功率组合器电路,配置为将所述第二功率转换器的第二输出电压与第三输出电压组合以生成用于所述射频功率放大器的所述供电电压。

19. 根据权利要求18的电源,还包括:第三功率转换器,配置为接收所述第一输出电压,并且将所述第一输出电压转换为所述第三输出电压。

20. 根据权利要求17的电源,还包括:控制器,配置为基于指示所述射频输入信号的幅度的幅度信号来生成用于所述第二功率转换器的供电控制信号,所述第二功率转换器基于所述供电控制信号来控制用于所述射频功率放大器的所述供电电压的所述部分的电平。

21. 一种射频功率放大器系统,包括:

功率放大器,配置为接收射频输入信号并且提供放大的射频输出信号,所述功率放大器包括第一级和第二级;

第一功率转换器,配置为接收第一输入电压并生成第一输出电压,所述第一功率转换器配置为响应于第一操作模式,将所述第一输出电压提供给所述第一级和所述第二级;以及

第二功率转换器,配置为接收第二输入电压并生成第二输出电压,所述第二功率转换器配置为响应于第二操作模式,将所述第二输出电压的至少一部分提供给所述第二级。

22. 根据权利要求21的射频功率放大器系统,还包括:幅度检测器,配置为生成指示所述射频输入信号的幅度包络的幅度信号。

23. 根据权利要求22的射频功率放大器系统,还包括:控制器,配置为基于所述幅度信号来选择所述第一操作模式和所述第二操作模式中的一个。

24. 根据权利要求21的射频功率放大器系统, 其中, 所述第二功率转换器配置为响应于所述第一操作模式而被禁止。

25. 根据权利要求21的射频功率放大器系统, 还包括: 第三功率转换器, 配置为接收所述第一输出电压并生成第三输出电压。

26. 根据权利要求25的射频功率放大器系统, 还包括: 功率组合器, 耦接到所述第二功率转换器和所述第三功率转换器, 所述功率组合器配置为将所述第二输出电压与所述第三输出电压组合以生成第四输出电压。

27. 根据权利要求26的射频功率放大器系统, 其中, 所述第一功率转换器配置为将所述第一输出电压提供给所述第一级, 并且所述功率组合器配置为响应于第三操作模式, 将所述第四输出电压提供给所述第二级。

28. 根据权利要求25的射频功率放大器系统, 其中, 所述第三功率转换器配置为响应于所述第一操作模式和第二操作模式中的至少一个而被禁用。

29. 根据权利要求21的射频功率放大器系统, 其中, 所述第二功率转换器配置为选择性地接收所述第一输入电压和所述第一输出电压中的至少一个作为所述第二输入电压。

30. 一种用于向射频功率放大器供电的方法, 所述方法包括:

将第一输入电压转换为第一输出电压;

在第一操作模式中, 将所述第一输出电压提供给所述射频功率放大器的第一级和所述射频功率放大器的第二级;

在第二操作模式中, 将第二输入电压转换为第二输出电压; 以及

在所述第二操作模式中, 将所述第一输出电压提供给所述射频功率放大器的所述第一级, 并且将所述第二输出电压的至少一部分提供给所述射频功率放大器的所述第二级。

31. 根据权利要求30的方法, 还包括: 检测射频输入信号的幅度, 并且基于所述幅度来选择所述第一操作模式和所述第二操作模式中的一个。

32. 根据权利要求30的方法, 还包括: 将所述第一输出电压转换为第三输出电压, 将所述第二输出电压和所述第三输出电压组合为第四输出电压, 并且将所述第四输出电压提供给所述第二级。

33. 根据权利要求30的方法, 还包括: 选择所述第一输入电压和所述第一输出电压中的至少一个作为所述第二输入电压。

34. 一种用于向功率放大器供电的方法, 所述方法包括:

检测输入信号的幅度;

将所述幅度与信号阈值进行比较;

响应于所述幅度低于所述信号阈值, 选择性地将第一转换电压和第二转换电压中的至少一个提供给所述功率放大器; 以及

响应于所述幅度高于所述信号阈值, 将所述第二转换电压和第三转换电压组合以将组合电压提供给所述功率放大器。

35. 根据权利要求34的方法, 其中, 所述第三转换电压能够进行比所述第二转换电压更高频率的操作。

36. 根据权利要求34的方法, 其中, 响应于所述幅度低于所述阈值, 选择性地将第一转换电压和第二转换电压中的至少一个提供给所述功率放大器, 包括: 响应于目标电压电平

高于电压阈值,将所述第一转换电压提供给所述功率放大器,并且响应于所述目标电压电平低于所述电压阈值,将所述第二转换电压提供给所述功率放大器。

37.根据权利要求34的方法,其中,选择性地提供所述第一转换电压,包括:增加和降低电池电压中的一个。

38.根据权利要求34的方法,其中,通过在电池电压高于电池阈值时转换所述电池电压并在所述电池电压低于所述电池阈值时转换所述第一转换电压来提供所述第二转换电压。

39.根据权利要求34的方法,其中,通过由降压转换器转换输入电压来提供所述第二转换电压。

40.根据权利要求34的方法,还包括:由线性转换器提供所述第三转换电压。

射频功率放大器系统、电源和供电方法

[0001] 本申请是申请日为2014年03月13日、题为“电源”的发明专利申请201480012810.7的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求来自名称为“Power Supply (电源)”并且于2013年3月14日提交的美国临时专利申请第61/785,588号的优先权,通过引用将其全部合并。

技术领域

[0004] 本申请涉及电源,且更具体地,涉及用于包络跟踪功率放大器系统的电源。

背景技术

[0005] 移动装置使用各种无线技术进行通信,所述无线技术中的一些使用具有包络跟踪电源的射频(RF)功率放大器(PA)系统来发送无线信号。移动装置还具有用于向RF PA系统提供电力来源的电池。然而,电池是有限的电力来源。因而,优选地是使得RF PA系统的电源变得功率高效(power efficient)。另外,电池电压可能由于来自移动装置中的其他电路的功率需求而减小(droop)。电池电压中的变化可能使得RF PA系统的信号完整性(integrity)劣化。

发明内容

[0006] 本申请的实施例包括一种用于射频(RF)功率放大器的电源,所述RF功率放大器将RF输入信号放大为RF输出信号。所述电源包括:第一功率转换器,用于将给所述电源的输入电压转换为所述RF功率放大器的第一供电电压。所述电源包括:第二功率转换器,用于接收所述输入电压和所述第一供电电压,并且选择性地将所述输入电压或所述第一供电电压转换为所述RF功率放大器的第二供电电压的至少一部分。

[0007] 在一个实施例中,所述电源还包括:控制电路,用于基于指示所述RF输入信号的幅度的幅度信号来生成用于所述第二功率转换器的供电控制信号。所述第二功率转换器基于所述供电控制信号来控制所述RF功率放大器的第二供电电压的所述部分的电平。在另一实施例中,所述第二功率转换器还基于给所述电源的输入电压的电平来选择要转换的输入电压或第一供电电压。

[0008] 在另一实施例中,所述第二功率转换器选择性地将所述输入电压或所述第一供电电压转换为第一输出电压。第三功率转换器,用于接收所述输入电压,并且将所述输入电压转换为第二输出电压。功率组合器电路,用于将所述第一输出电压和所述第二输出电压组合为所述RF功率放大器的第二供电电压。

[0009] 本申请的实施例包括一种所述电源中的操作方法。所述方法包括:由第一功率转换器将给所述电源的输入电压转换为所述RF功率放大器的第一供电电压。所述方法还包括:由第一功率转换器选择性地将给所述电源的输入电压或所述RF功率放大器的第一供电电压转换为所述RF功率放大器的第二供电电压的至少一部分。

[0010] 具体而言,本申请的实施例包括一种射频功率放大器系统,包括:功率放大器,配置为接收射频输入信号、第一供电电压、和第二供电电压,并且将所述射频输入信号放大为射频输出信号;以及电源,耦接到所述功率放大器,所述电源包括:第一功率转换器,配置为接收输入电压并且生成第一输出电压;以及第二功率转换器,配置为接收所述第一输出电压并且生成第二输出电压,所述电源配置为响应于处于第一操作模式中,将所述第一输出电压作为所述第一供电电压和所述第二供电电压两者提供给所述功率放大器,并且响应于处于第二操作模式中,将所述第一输出电压作为所述第一供电电压提供给所述功率放大器并将所述第二输出电压的至少一部分作为所述第二供电电压提供给所述功率放大器。

[0011] 本申请的实施例包括一种用于射频功率放大器的电源,所述射频功率放大器将射频输入信号放大为射频输出信号,所述电源包括:第一功率转换器,配置为接收输入电压并且生成第一输出电压;第二功率转换器,配置为接收所述第一输出电压并且生成第二输出电压;以及控制器,耦接到所述第一功率转换器和所述第二功率转换器,所述控制器配置为接收指示所述射频输入信号的幅度的信号,并且基于所述信号从多个模式中选择所述电源的操作模式,所述多个模式包括仅将所述第一输出电压提供给所述功率放大器的第一操作模式、和将所述第一输出电压和所述第二输出电压的至少一部分提供给所述功率放大器的第二操作模式。

[0012] 本申请的实施例包括一种用于射频功率放大器的电源,所述射频功率放大器将射频输入信号放大为射频输出信号,所述电源包括:第一功率转换器,配置为将给所述电源的输入电压转换为第一输出电压;以及第二功率转换器,配置为接收所述输入电压和所述第一输出电压,并且基于所述输入电压的大小,选择性地将所述输入电压或所述第一输出电压转换为用于所述射频功率放大器的供电电压的至少一部分。

[0013] 本申请的实施例包括一种射频功率放大器系统,包括:功率放大器,配置为接收射频输入信号并且提供放大的射频输出信号,所述功率放大器包括第一级和第二级;第一功率转换器,配置为接收第一输入电压并生成第一输出电压,所述第一功率转换器配置为响应于第一操作模式,将所述第一输出电压提供给所述第一级和所述第二级;以及第二功率转换器,配置为接收第二输入电压并生成第二输出电压,所述第二功率转换器配置为响应于第二操作模式,将所述第二输出电压的至少一部分提供给所述第二级。

[0014] 本申请的实施例包括一种用于向射频功率放大器供电的方法,所述方法包括:将第一输入电压转换为第一输出电压;在第一操作模式中,将所述第一输出电压提供给所述射频功率放大器的第一级和所述射频功率放大器的第二级;在第二操作模式中,将第二输入电压转换为第二输出电压;以及在所述第二操作模式中,将所述第一输出电压提供给所述射频功率放大器的所述第一级,并且将所述第二输出电压的至少一部分提供给所述射频功率放大器的所述第二级。

[0015] 本申请的实施例包括一种用于向功率放大器供电的方法,所述方法包括:检测输入信号的幅度;将所述幅度与信号阈值进行比较;响应于所述幅度低于所述信号阈值,选择性地将第一转换电压和第二转换电压中的至少一个提供给所述功率放大器;以及响应于所述幅度高于所述信号阈值,将所述第二转换电压和第三转换电压组合以将组合电压提供给所述功率放大器。

附图说明

[0016] 通过结合附图考虑接下来的详细描述,可以容易地理解在这里所公开的实施例的教导。

[0017] 图1是根据一实施例的具有包络跟踪电源的RF PA系统。

[0018] 图1A是根据一实施例的来自图1的降压转换器(buck converter)。

[0019] 图1B是根据一实施例的来自图1的功率组合器电路。

[0020] 图2是根据一实施例的在包络跟踪操作模式期间由包络跟踪电源所供电的RF PA系统。

[0021] 图3是根据一实施例的在另一包络跟踪操作模式期间由包络跟踪电源所供电的RF PA系统。

[0022] 图4是根据一实施例的在平均功率跟踪操作模式期间由包络跟踪电源所供电的RF PA系统。

[0023] 图5是根据一实施例的在另一平均功率跟踪操作模式期间由包络跟踪电源所供电的RF PA系统。

[0024] 图6是根据另一实施例的由包络跟踪电源所供电的RF PA系统。

具体实施方式

[0025] 现在,将对于几个实施例详细地做出参考,在附图中图示了所述实施例的示例。注意到,只要可行,相似的或同样的附图标记可以使用在附图中,并且可以指示相似的或同样的功能。仅仅为了说明的目的,附图和伴随的描述描绘了各种实施例。根据接下来的描述,本领域技术人员将容易地认识到,可以采用在这里所说明的结构和方法的替换实施例,而没有脱离在这里所描述的原理。如在这里所使用的,可以彼此交换地使用术语“估算”、“确定”或“计算”。

[0026] 公开了一种超快速电源架构。其主要用途是作为包络跟踪(ET)功率放大器(PA)系统中的包络跟踪(ET)电源。电源包括两个开关功率转换器(例如,一个降压/升压、一个降压)和线性功率转换器。两个开关功率转换器和线性功率转换器的组合使得电源即使在电源输入电压减小时,也能够两个功率轨(power rail)中维持输出功率调节。功率转换器的组合还增加了电源的灵活性,这允许电源操作在不同的模式中,以得到更大的功率效率。

[0027] 图1是根据一实施例的具有包络跟踪电源的RF PA系统。可以在诸如使用CDMA、LTE等的蜂窝电话之类的移动通信装置中找到RF PA系统。如所示出的,RF PA系统包括幅度检测器120、RF上变频器(upconverter)110、功率放大器112和包络跟踪电源100。

[0028] RF上变频器电路110接收数字基带信号102。RF上变频器110将基带信号102上变频到载频,并且生成具有变化的幅度和相位的RF输入信号104。功率放大器(PA)接收该RF输入信号104,并且对它进行放大,以生成RF输出信号106。向天线(未示出)提供RF输出信号106,以用于发送到远程装置。

[0029] 在一个实施例中,PA 112是具有两个放大级的两级PA 112。第一级114由供电电压VCC1来供电。第二级116跟随在第一级114之后,并且由供电电压VCC2来供电。第二级116可以比第一级114更大,并且消耗更多的功率。PA 112还具有用于偏压供电电压(未示出)的偏压输入。

[0030] 幅度检测器120接收数字基带信号102,并且生成跟踪RF输入信号104的包络幅度的包络幅度信号108。幅度检测器可以作为基带信号102的数字调制分量(I和Q)的函数来生成幅度信号108。包络幅度信号108可以是差分信号。在一个实施例中,可以将包络幅度信号108看作是可调的并且改变的控制信号,其随着RF输入信号104的幅度改变而改变。

[0031] 包络跟踪电源100将电池输入电压VBAT转换为用于PA 112的供电电压VCC1和VCC2。可以在包络跟踪模式中控制供电电压VCC1和VCC2,在所述包络跟踪模式期间,VCC1被保持为相对恒定,并且VCC2跟踪幅度信号108的瞬时包络幅度。可以在平均功率跟踪模式中控制供电电压VCC1和VCC2,在所述平均功率跟踪模式期间,VCC1和VCC2粗略地跟踪幅度信号108的平均包络幅度。PA 112是包络跟踪电源100的负载的示例,然而,在其他实施例中,所述电源可以用于向除了PA 112之外的负载供电。如所示出的,包络跟踪电源100包括控制电路124、降压/升压功率转换器126、降压功率转换器128、线性功率转换器130和功率组合器电路132。

[0032] 控制电路124接收包络幅度信号108,并且根据该包络幅度信号108来生成用于控制功率转换器126、128和130的供电控制信号140、142和144。供电控制信号140、142和144指示出要由功率转换器126、128和130中的每一个输出的各个目标或期望的电压电平。功率转换器126、128和130在控制它们的输出电压电平时,使用它们相应的供电控制信号140、142和144。控制电路124也可以生成向功率转换器126、128和130提供的使能信号(未示出),用于使能或禁止功率转换器126、128和130。

[0033] 另外,控制电路124接收反馈信号,其指示出线性功率转换器130的供电电压VCC2和输出电压154的电平。这些反馈信号可以用作闭环反馈,用于控制电源100内的各个功率转换器126、128和130的操作。

[0034] 降压/升压转换器126接收电池电压VBAT,并且根据该电池输入电压VBAT来生成供电电压VCC1。降压/升压转换器126是开关功率转换器,其可以取决于由供电控制信号140所指示的目标电压电平和电池输入电压VBAT的电平,来增高(step up)或降低(step down)电池输入电压VBAT,以生成供电电压VCC1。如果目标电压电平高于VBAT,则降压/升压转换器126操作在升压模式中,以生成比VBAT更高的用于PA 114的供电电压VCC1。如果目标电压电平低于VBAT,则降压/升压转换器126操作在降压模式中,以生成比VBAT更低的供电电压VCC1。

[0035] 一般地,降压/升压转换器126的输出跟踪供电控制信号140。随着供电控制信号140增加,降压/升压转换器126所输出的供电电压VCC1增加。随着供电控制信号140降低,降压/升压转换器126所输出的供电电压VCC1降低。降压/升压转换器126可以包括诸如电感器(未示出)之类的组件,用于帮助调节降压/升压转换器126的输出。

[0036] 降压转换器128接收电池输入电压VBAT和供电电压VCC1。降压转换器128在供电控制信号142的控制之下,根据电池输入电压VBAT或供电电压VCC1来生成降压输出供电电压152。降压转换器128是降低电压(step down)开关功率转换器,其只能将输入电压降低为更低的降压输出供电电压152。随着供电控制信号142增加,降压输出供电电压152增加。随着供电控制信号142降低,降压输出供电电压152降低。

[0037] 降压转换器128还是双轨功率转换器,其使用其两个输入电压(VBAT、VCC1)中的一个来生成降压输出供电电压152。降压转换器128包括两个开关170和172,其选择电池输

入电压VBAT或供电电压VCC1,以在生成降压输出供电电压152时使用。

[0038] 现在参考图1A,图1A图示的是根据一实施例的来自图1的降压转换器128。降压转换器128包括基准发生器176、比较器180、反相器(inverter) 184和开关功率转换电路188。基准发生器176将0.3V添加到降压输出电压152,以生成阈值基准电压178(降压输出电压152+0.3V)。比较器180比较阈值基准电压178与VBAT,并且生成输出信号,该输出信号被提供到开关170,并且利用反相器184进行反相并提供到开关172。一般地,如果VBAT电平高于阈值基准电压178,则开关170闭合,以向开关功率转换电路188提供VBAT,作为输入。另一方面,如果VBAT电平低于阈值基准电压178,则开关172断开,以向开关功率转换电路188提供VCC1,作为输入(假设VCC1高于VBAT)。这个选择假设当它在其输出处具有充足裕度(margin)来生成目标电压时将使用VBAT。开关功率转换电路188使用所选择的电压(VBAT或VCC1)来生成降压输出供电电压152。

[0039] 返回参考图1,在另一实施例中,所选择的输入电压取决于由供电控制信号142所指示的目标输出电压和电池输入电压VBAT的电平。降压转换器128比较供电控制信号142与VBAT所确定的阈值基准电压(例如,VBAT-0.3V)。如果目标输出电压低于阈值基准电压,则降压功率转换器128使用电池输入电压VBAT来生成降压输出供电电压152。如果目标输出电压高于阈值基准电压,则降压功率转换器128使用供电电压VCC1来生成降压输出供电电压152(假设VCC1高于VBAT)。

[0040] 降压功率转换器128的双重性允许电源100具有良好的功率效率,同时仍然能够应对电池输入电压VBAT中的下降(dip)。当电池输入电压VBAT提供充足的净空(headroom)时,降压转换器128可以直接使用它来高效地生成降压输出供电电压152。当电池输入电压VBAT没有提供充足的净空时,电源100可以使用供电电压VCC1来生成降压输出供电电压152,而在效率上仅仅存在很小的降低,这是由于降压/升压转换器126中的损耗所导致的。

[0041] 线性功率转换器130是线性放大器,其接收供电电压VCC1,并且在供电控制信号144的控制之下生成线性输出供电电压154。随着供电控制信号144增加,线性输出供电电压154增加。随着供电控制信号144降低,线性输出供电电压154降低。

[0042] 线性功率转换器130可以按照比降压/升压转换器126和降压转换器128更高的频率进行操作,该降压/升压转换器126和该降压转换器128包括用于使得它们按照更低的频率进行操作的开关元件。然而,线性功率转换器130具有比降压/升压转换器126和降压转换器128更低的功率效率。控制电路124使用线性功率转换器130来补偿RF输入信号104的包络中的快速改变,同时,降压/升压转换器126和降压转换器128可以用于以较高的功率效率来补偿较慢的改变。

[0043] 利用频率阻止(frequency blocking)功率组合器电路132来组合降压输出供电电压152和线性输出供电电压154。频率阻止功率组合器电路132的输出是用作供电电压VCC2的组合电压输出。图1B图示了根据一实施例的来自图1的频率阻止功率组合器电路132。频率阻止功率组合器电路132包括电感器L2和电容器C2。电容器C2通过较高频率的线性输出供电电压154,同时,阻止较低频率的降压输出供电电压152。电感器L2通过较低频率的降压输出供电电压152,同时,阻止较高频率的线性输出供电电压154。

[0044] 如此地组合两个输出供电电压152和154,以生成作用于PA 116的供电电压VCC2的组合输出电压。供电电压152和154两者都贡献为供电电压VCC2的一部分。在RF输入信号

104的低频率包络幅度改变期间,可以完全地从降压输出供电电压152来生成供电电压VCC2。

[0045] 控制电路124可以取决于包络幅度信号108的电平,在包络跟踪操作模式或平均功率跟踪 (APT) 操作模式中操作电源100。通过参考图2和图3来描述包络跟踪操作模式。在包络跟踪操作模式期间,电源100使得供电电压VCC1恒定,并且控制供电电压VCC2,以便它基本上跟踪RF输入信号104的瞬时包络幅度。包络跟踪模式一般发生在以下情形期间,即RF输入信号104的包络幅度为高,即在某个阈值以上,使得高精度地跟踪RF输入信号的包络幅度。

[0046] 在包络跟踪模式中,生成控制信号140,以具有恒定电压。例如通过将幅度信号108通过低通滤波器来生成控制信号142,以跟踪幅度信号108中的缓慢改变。这使得降压输出电压152跟踪RF输入信号104的包络幅度中的缓慢改变。例如通过将幅度信号108通过高通滤波器来生成控制信号144,以跟踪幅度信号108中的快速改变。这使得线性输出电压154跟踪RF输入信号104的包络幅度中的快速改变。

[0047] 通过参考图4、图5和图6来描述平均功率跟踪 (APT) 操作模式。在平均功率跟踪 (APT) 操作模式期间,电源100控制供电电压VCC1和VCC2,以跟踪RF输入信号104的平均包络幅度。平均包络可以是一时段,诸如,基带信号的几个调制周期(例如,0.5ms)上的平均值。APT模式一般发生在以下情形期间,即RF输入信号104的包络幅度为低,即在某个阈值以下,使得无法以高精度地跟踪RF输入信号的包络幅度。

[0048] 在APT模式中,生成控制信号140,以跟踪幅度信号108中的缓慢改变。这使得VCC2跟踪RF输入信号104的平均包络幅度。可以禁止降压调节器128和线性调节器130两者,如图4所示。替换地,可以生成控制信号142,以跟踪幅度信号108中的缓慢改变,如图5所示。

[0049] 还在供电电压VCC1和供电电压VCC2之间耦接开关174。开关174可以是晶体管开关,其可以在控制电路124所生成的开关控制信号176的控制之下闭合或断开。典型地,开关174断开,使得可以彼此单独地控制供电电压VCC1和供电电压VCC2。在平均功率跟踪操作模式中,控制电路124可以生成开关控制信号176以闭合开关174,使得降压/升压转换器126生成供电电压VCC1和供电电压VCC2两者。

[0050] 在一个实施例中,控制电路124比较包络幅度信号108与阈值电压电平(例如,3V)。如果包络幅度信号108在阈值以上,则控制电路124生成控制信号140、142和144,以在包络跟踪操作模式中操作电源100。另一方面,如果包络幅度信号108在阈值以下,则控制电路124可以生成控制信号140、142和144,以在APT操作模式中操作电源100。

[0051] 图2是根据一实施例的在包络跟踪操作模式期间由包络跟踪电源所供电的RF PA系统。降压/升压转换器126可以操作在降压或升压配置中,以生成供电电压VCC1。供电电压VCC1对线性放大器进行供电。开关174断开,使得供电电压VCC1和VCC2彼此独立地进行操作。电源100控制供电电压VCC2,使得它基本上跟踪RF输入信号104的瞬时包络幅度。这被认为是正常VBAT包络跟踪操作模式。

[0052] 在该模式中,供电电压VCC2的目标电平低于电池电压VBAT减去0.3V所定义的阈值。因而,电池电压VBAT具有要由降压转换器128用作输入电压的足够净空。为了选择VBAT作为输入电压,降压转换器128闭合开关170,同时断开开关172。在此模式中使用VBAT作为给降压转换器128的输入电压通过避免由降压/升压转换器126所导致的潜在功率损耗而减

少了功率消耗。

[0053] 图3是根据一实施例的在另一包络跟踪操作模式期间由包络跟踪电源100所供电的RF PA系统。类似于图2,图3表现了包络跟踪模式,在该包络跟踪模式期间,电源100控制供电电压VCC2,使得它基本上跟踪RF输入信号104的瞬时包络幅度。然而,对比图2,供电电压VCC2的目标电平现在比VBAT减去0.3V的阈值电压更多。电池输入电压VBAT的低电平可能是由电池输入电压VBAT中的下降所导致的。这被认为是低VBAT包络跟踪操作模式。

[0054] 在图3中,电池输入电压VBAT不再具有在仍然生成满足目标电压电平的降压输出供电电压152的同时、要由降压转换器128用作输入电压的足够净空。降压/升压转换器126操作在升压模式中,使得供电电压VCC1大于电池输入电压VBAT。供电电压VCC1具有要由降压转换器128用作输入电压的足够净空。为了选择供电电压VCC1作为输入电压,降压转换器128闭合开关172,并且断开开关170。因而,即使电池电压VBAT已经下降,降压转换器128也仍然能够生成将供电电压VCC2电压维持在其期望电平的降压输出供电电压152。

[0055] 图4是根据一实施例的在平均功率跟踪操作模式期间由包络跟踪电源100所供电的RF PA系统。控制电路124通过降压转换器128和线性转换器13的使能输入来禁止它们。开关174闭合,以旁路降压转换器128和线性转换器130,其使得供电电压VCC1连接到供电电压VCC2。因而,降压/升压转换器126提供供电电压VCC1和VCC2两者。由于降压/升压转换器126产生跟踪RF输入信号104的平均包络幅度的输出,供电电压VCC1和VCC2也跟踪RF输入信号的平均包络幅度。APT模式高效率地进行操作,这是因为单一的降压/升压转换器126提供供电电压VCC1和VCC2两者。这被认为是正常APT操作模式。

[0056] 图5是根据一实施例的在另一平均功率跟踪操作模式期间由包络跟踪电源100所供电的RF PA系统。在此模式中,供电电压VCC2的目标电平小于阈值(例如,2V)。供电电压VCC2以可以低于供电电压VCC1的低电压进行操作,以节省电力。这被认为是低功率APT操作模式。线性功率转换器130被禁止并且没有使用。

[0057] 降压转换器128被使能,并且选择要在生成降压输出电压152时使用的电池输入电压VBAT。当禁止线性转换器130时,降压输出供电电压152与供电电压VCC2相同。降压/升压转换器126和降压转换器128可以生成导致不同供电电压的输出。例如,供电电压VCC1可以是0.7V,而供电电压VCC2可以是0.5V。

[0058] 可以控制VCC1和VCC2,以跟踪RF输入信号104的平均包络,但是它们可以跟踪不同的平均值。例如,VCC1可以通过控制信号140的控制来在10ms中跟踪较长的平均值。VCC2可以通过控制信号142的控制来在0.5ms中跟踪较短的平均值。

[0059] 图6是根据另一实施例的由包络跟踪电源100所供电的RF PA系统。图6的该RF PA系统与图5的RF PA系统相似,只是反转了用于供电电压VCC1和供电电压VCC2的连接。降压转换器128现在经由功率组合器132来提供供电电压VCC1。降压/升压转换器126现在提供供电电压VCC1。线性转换器130仍然被禁止。

[0060] 图6中的PA 612可以与来自图1的PA 112不同。一些RF PA系统包括可以由相同电源供电的多个PA。因而,PA 112可以代表RF PA系统中的一个PA,并且PA 612可以代表相同RF PA系统中的不同PA。

[0061] 图6的RF PA系统操作在APT模式中。降压/升压转换器126用于提升高于电池电压VBAT的供电电压VCC2的电平。供电电压VCC1跟踪RF输入信号104的平均包络幅度。图6的配

置典型地用于PA 612,其需要第二级116的升压。这些类型的PA 612可以在第二级116中利用更高的电压以更高的效率进行操作。

[0062] 一旦阅读了此申请,本领域技术人员将领会用于电源的额外的替换设计。因而,尽管已经图示并描述了本申请的具体实施例和应用,但是要理解,所述实施例不限于此在这里公开的确切结构和组件,并且可以在公开于此的本申请的方法和设备的安排、操作和细节上做出对于本领域技术人员将是明显的各种修改、改变和变化,而没有脱离如在所附权利要求中限定的所述申请的精神和范围。

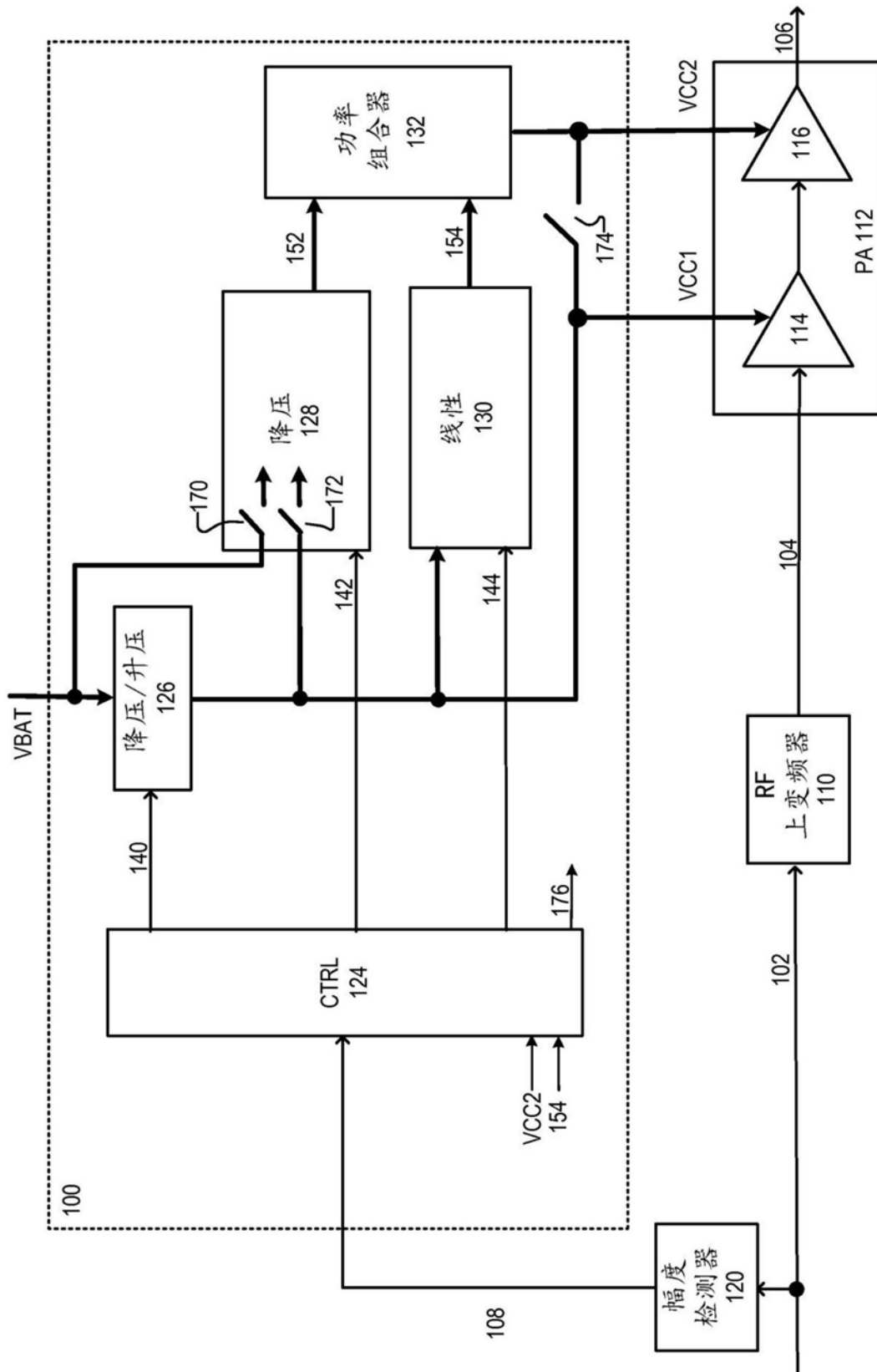


图1

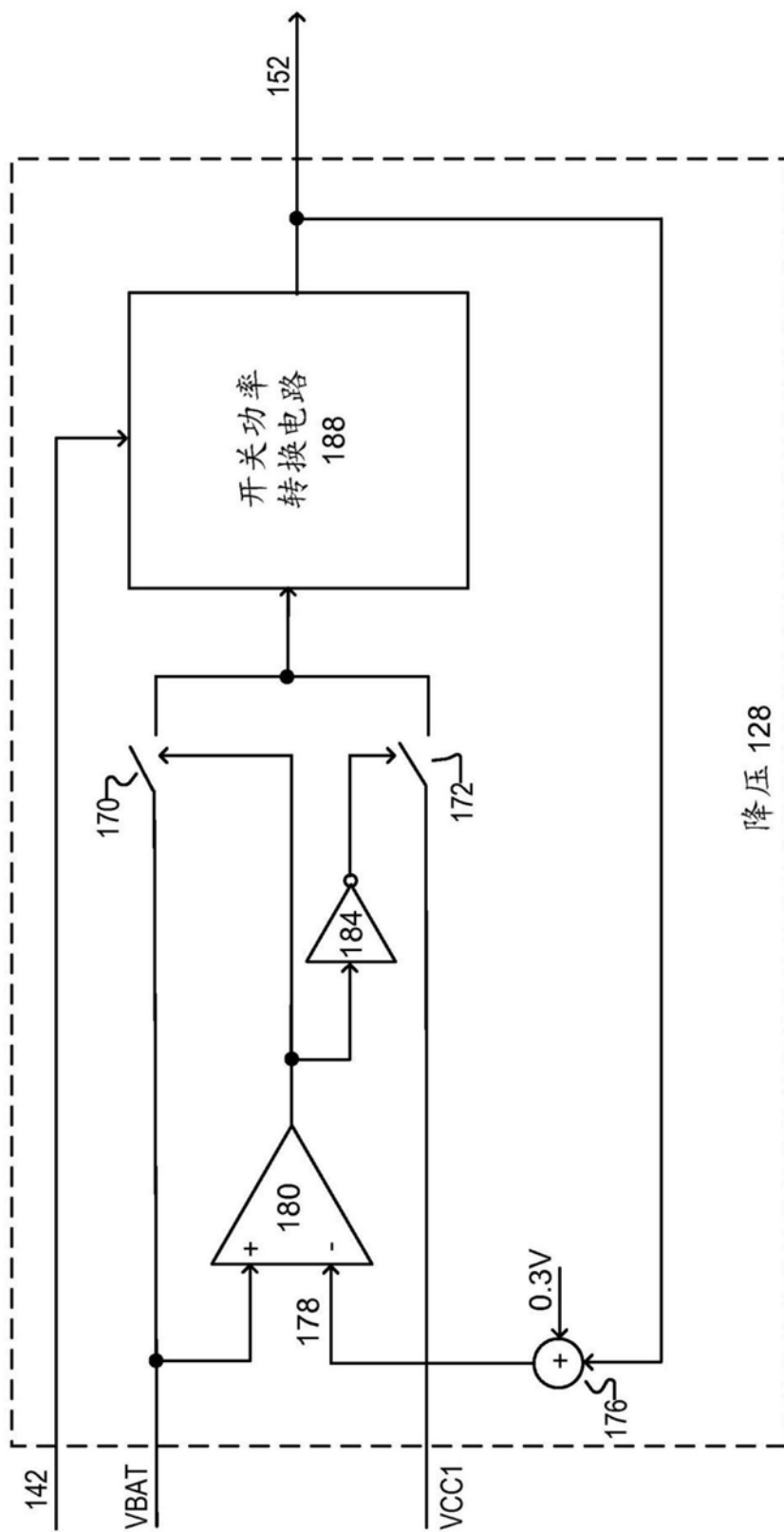


图1A

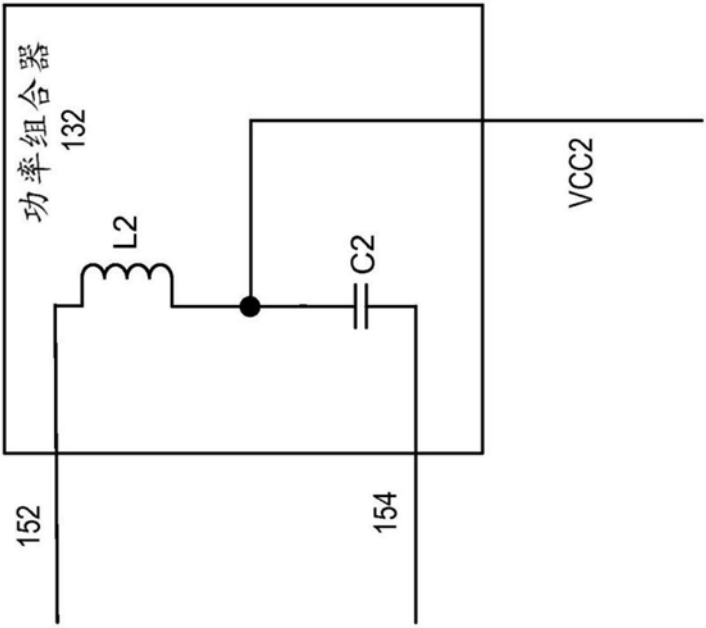


图1B

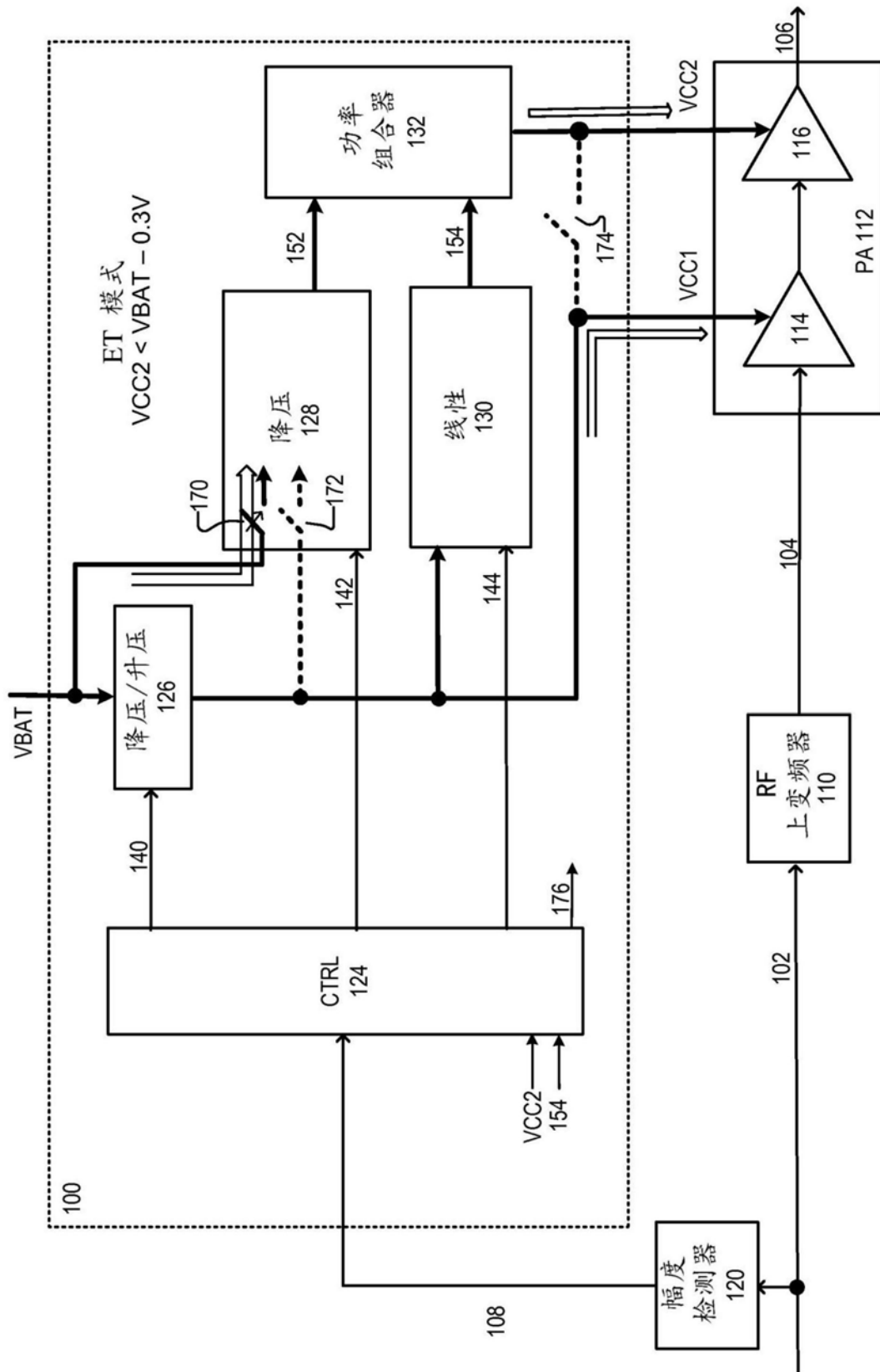


图2

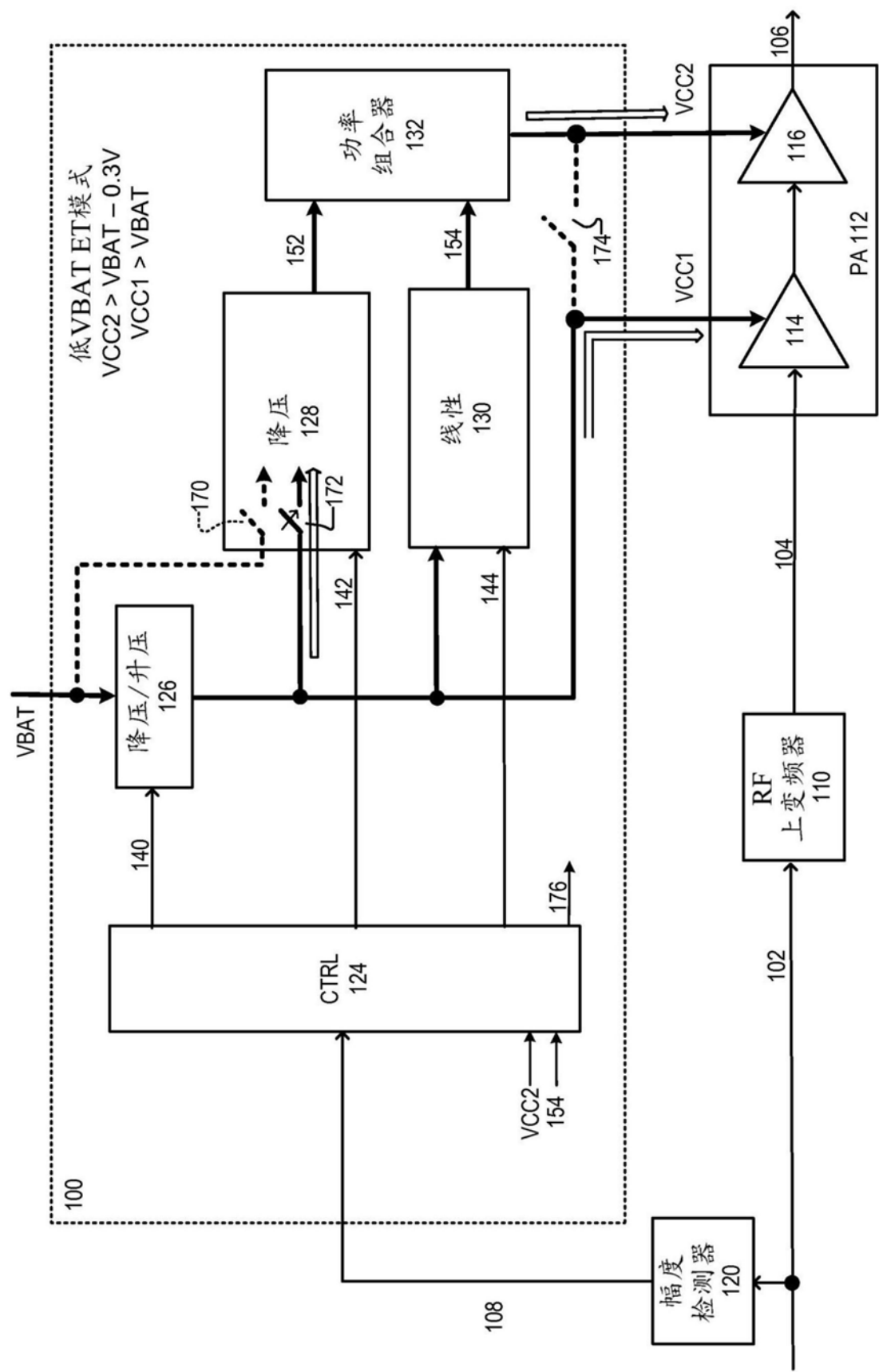


图3

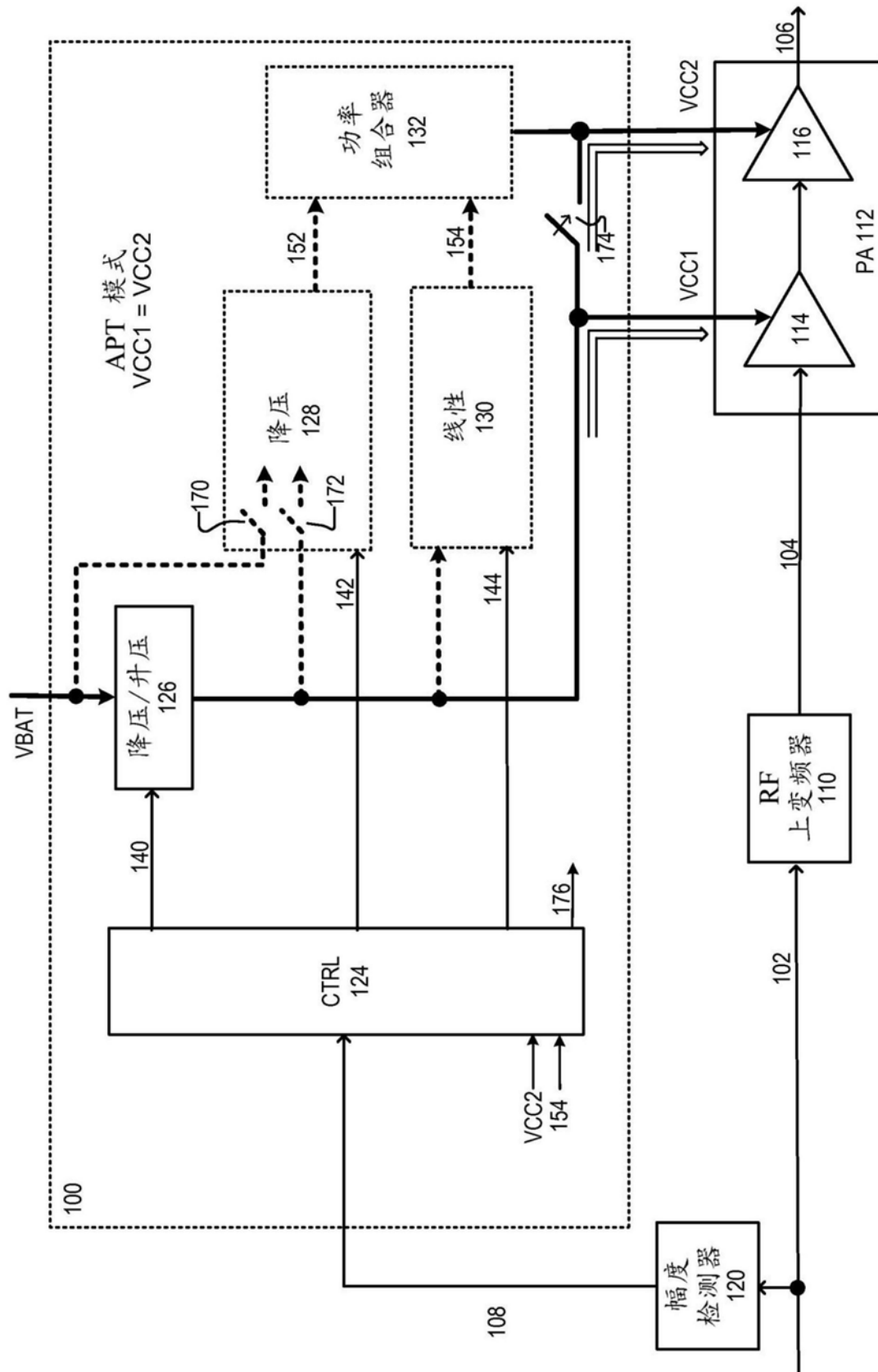


图4

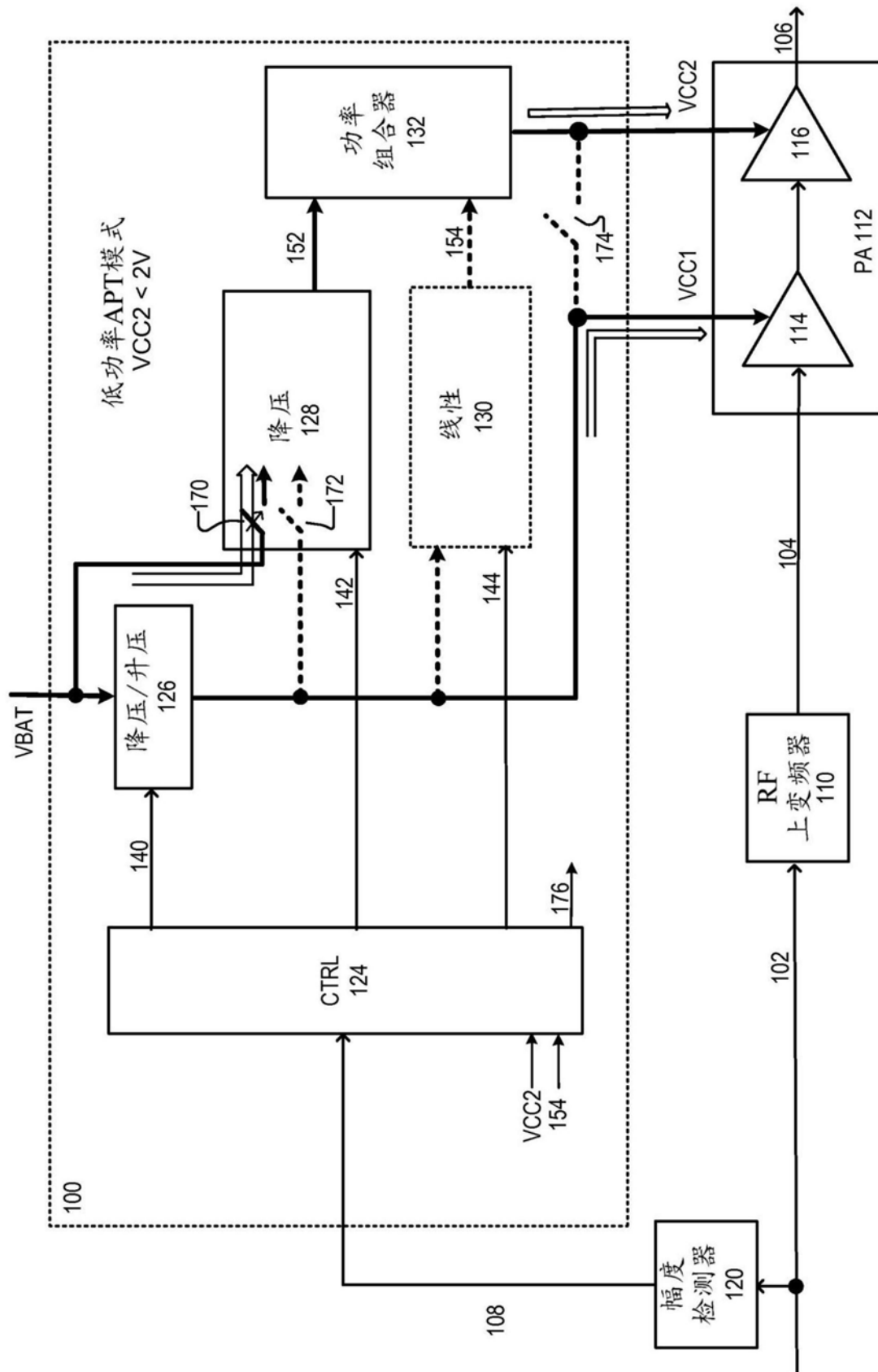


图5

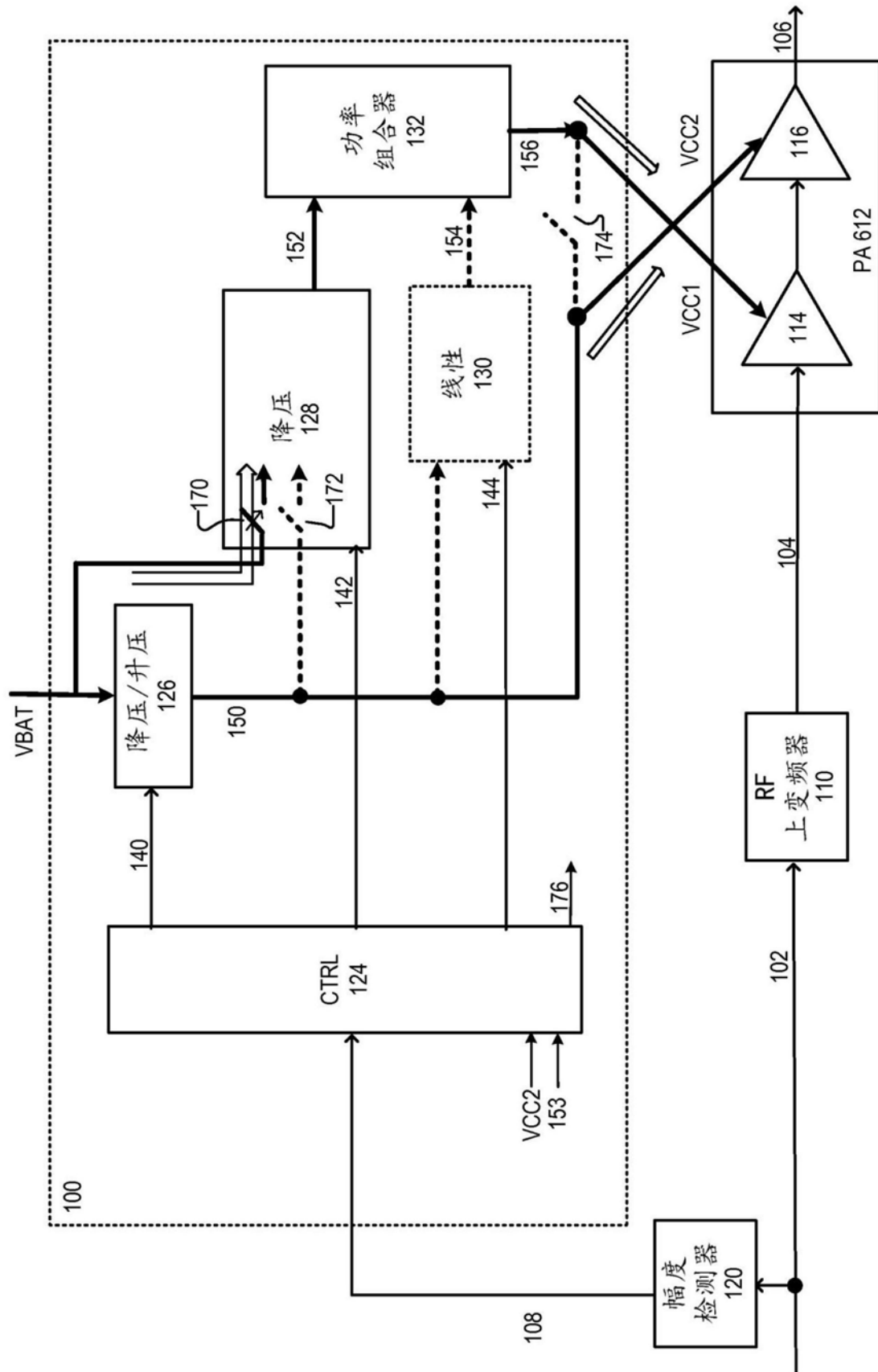


图6