



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106471739 B

(45)授权公告日 2019.04.26

(21)申请号 201580028622.8

(72)发明人 X·彭 S·C·德哈

(22)申请日 2015.05.18

T·斯托克斯塔德

(65)同一申请的已公布的文献号

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

申请公布号 CN 106471739 A

11256

(43)申请公布日 2017.03.01

代理人 王茂华 张宁

(30)优先权数据

(51)Int.Cl.

14/293,489 2014.06.02 US

H03K 3/01(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H05B 33/08(2006.01)

2016.11.29

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据

US 2009284235 A1, 2009.11.19,

PCT/US2015/031381 2015.05.18

CN 103828483 A, 2014.05.28,

(87)PCT国际申请的公布数据

US 2012133293 A1, 2012.05.31,

W02015/187351 EN 2015.12.10

US 2009230874 A1, 2009.09.17,

审查员 邓承

(73)专利权人 高通股份有限公司

权利要求书3页 说明书6页 附图11页

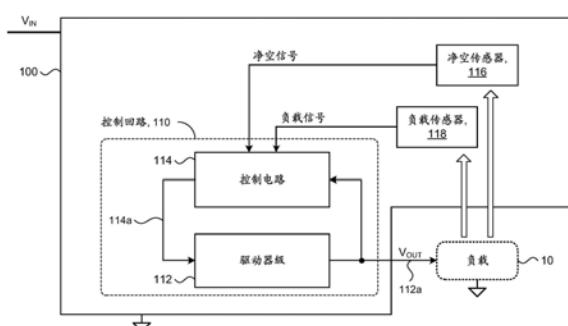
地址 美国加利福尼亚州

(54)发明名称

用于驱动器电路的自适应稳定性控制

(57)摘要

一种用于驱动负载的电路可以包括具有响应特性的控制回路。指示电路的净空电压的净空信号可以设置响应特性的一个或多个参数。指示了电路上电负载的负载信号可以进一步设置响应特性。



1. 一种电路(100),包括:

输入电源电压(V_{IN}) ;

驱动输出端(112a) ;

驱动器级,所述驱动器级具有输入端并且进一步具有用于驱动信号的输出端,所述驱动信号能够驱动连接至所述驱动输出端的外部负载;

以及

控制电路,所述控制电路具有第一输入端以及用于由所述控制电路产生的控制信号的输出端;

所述控制电路和所述驱动器级被连接在一起以限定控制回路,其中所述驱动器级的所述输出端连接至所述控制电路的所述第一输入端,以及所述控制电路的所述输出端连接至所述驱动器级的所述输入端,

所述电路的特征在于净空感测电路(116),所述净空感测电路(116)具有用于净空信号的输出端,所述净空信号表示介于所述电路的所述输入电源电压(V_{IN})和所述电路(100)的所述驱动输出端(112a)的电压之间的差值,

所述控制电路具有连接至所述净空感测电路的所述输出端的第二输入端,其中基于从所述净空感测电路接收的所述净空信号设置所述控制回路的响应特性。

2. 根据权利要求1所述的电路,其中,所接收的所述净空信号设置所述控制回路的所述响应特性的增益(304,404)。

3. 根据权利要求1所述的电路,其中,所接收的所述净空信号设置所述响应特性的带宽(402,404)。

4. 根据权利要求1所述的电路,其中,所接收的所述净空信号设置频率响应曲线的极点位置(R_C, C_{C2}),所述频率响应曲线表示所述控制回路的响应特性。

5. 根据权利要求4所述的电路,其中,所接收的所述净空信号设置频率响应曲线的主极点位置,所述频率响应曲线表示所述控制回路的所述响应特性。

6. 根据权利要求1所述的电路,其中,所述控制电路包括放大器级(404)和补偿级(402),其中包括所述补偿级的电路元件确定所述控制回路的所述响应特性,其中所述补偿级的所述电路元件中的至少一个电路元件使用所述净空信号而可选择用于改变所述控制电路的带宽。

7. 根据权利要求6所述的电路,其中,所述放大器级(404)包括增益控制输入端,其中所述净空信号被提供至所述增益控制输入端以设置所述放大器级的增益。

8. 根据权利要求1所述的电路,进一步包括负载感测电路(118),所述负载感测电路(118)具有用于负载信号的输出端,所述负载信号表示所述电路上的电负载,所述控制电路进一步具有连接至所述负载感测电路的所述输出端的第三输入端,其中基于从所述负载感测电路接收的所述负载信号进一步设置所述控制回路的所述响应特性。

9. 根据权利要求8所述的电路,其中,所接收的所述负载信号设置频率响应曲线的零点的零点位置(R_C),所述频率响应曲线表示所述控制回路的响应特性。

10. 根据权利要求8所述的电路,其中,所述电负载是从所述驱动器级的所述输出端去往连接至所述驱动器级的负载的电流。

11. 根据权利要求1所述的电路,其中,所述净空感测电路连接至所述驱动器级的电压

源以及所述驱动器级的所述输出端。

12. 根据权利要求11所述的电路,其中,所述净空感测电路包括阈值设置电路。

13. 一种电路(100),包括:

输入电源电压(V_{IN}) ;

驱动输出端(112a) ;

第一装置(112),用于产生电流以驱动连接至所述驱动输出端的负载;

第二装置(114),用于控制所述第一装置,所述第一装置和所述第二装置被配置作为控制回路(110);以及

其特征在于,第三装置(116),用于感测所述电路的电压净空并且产生净空信号,所述净空信号表示所述电路的所述输入电源电压和所述电路的驱动输出端的电压之间的差值;

其中所述第三装置连接至所述第二装置,以使用所述净空信号调节所述控制回路的响应特性(402,404)。

14. 根据权利要求13所述的电路,其中,所接收的所述净空信号设置所述控制回路的所述响应特性的增益(304,404)。

15. 根据权利要求13所述的电路,其中,所接收的所述净空信号设置所述控制回路的所述响应特性的带宽(402,404)。

16. 根据权利要求13所述的电路,进一步包括第四装置(118),所述第四装置用于感测来自所述第一装置的电流的流动并且产生表示来自所述第一装置的电流的流动的负载信号,其中所述第四装置连接至所述第二装置,以使用所述负载信号进一步调节所述控制回路的所述响应特性。

17. 根据权利要求16所述的电路,其中,所述负载信号设置频率响应曲线的零点位置,所述频率响应曲线表示所述控制回路的响应特征。

18. 一种电路,包括:

驱动器级(112),所述驱动器级具有输入端并且进一步具有用于驱动信号的输出端,所述驱动信号能够驱动外部负载;

负载感测电路(118),所述负载感测电路具有用于由所述负载感测电路产生的负载信号的输出端,所述负载信号表示所述外部负载在所述电路上的电负载;以及

控制电路(114),具有输入端以及用于由所述控制电路产生的控制信号的输出端,

所述控制电路和所述驱动器级被连接在一起以限定控制回路(110),其中所述驱动器级的所述输出端连接至所述控制电路的所述输入端,以及所述控制电路的所述输出端连接至所述驱动器级的所述输入端,

其特征在于,所述负载感测电路的所述输出端连接至所述控制电路的控制输入端,以及其特征在于基于从所述负载感测电路接收的所述负载信号设置所述控制回路的响应特性(402,404)。

19. 根据权利要求18所述的电路,其中,所述电负载是电流负载。

20. 根据权利要求18所述的电路,其中,所述负载信号设置频率响应曲线的零点的零点位置,所述频率响应曲线表示所述控制回路的所述响应特性。

21. 根据权利要求18所述的电路,进一步包括输入电源电压、驱动输出端、以及净空感测电路,所述净空感测电路具有用于净空信号的输出端,所述净空信号表示介于所述电路

的所述输入电源电压和所述电路的驱动输出端的电压之间的差值，所述净空感测电路的所述输出端连接至所述控制电路的另一控制输入端，其中基于从所述净空感测电路接收的所述净空信号进一步设置所述控制回路的所述响应特性。

22. 根据权利要求21所述的电路，其中，所接收的所述净空信号设置所述控制回路的所述响应特性的增益，或者所述响应特性的带宽，或者设置两者。

用于驱动器电路的自适应稳定性控制

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求享有2014年6月2日提交的美国临时申请No.14/293,489的权益,该申请在此出于所有目的通过全文引用方式并入本文。

背景技术

[0003] 除非另外指示,不认为上述内容构成对于在此所述权利要求的现有技术并且同样不应如此解释。

[0004] 随着高分辨率相机集成至诸如智能电话和计算平板之类的移动装置中,高像素(例如>5M像素)相机通常要求高电流(例如>1A)闪光LED。因此,提高了包括闪光LED驱动器的电源管理IC(PMIC)的功耗。因为闪光LED驱动器是PMIC中较高功耗模块之一,因此最小化来自闪光LED驱动器的功耗是PMIC设计中用于延长电池寿命并减小热风险的重要的考量。

[0005] 通常,闪光LED驱动器包括输出级,以及调节输出级的输出电流的电流调节器。电流调节器可以包括在反馈回路中连接至输出级的误差放大器。

[0006] 可以通过减小闪光LED驱动器的净空(headroom)电压而减小功耗。净空电压涉及驱动器的电压源与驱动器的输出电压之间的电压降。然而,当净空电压减小时,反馈回路倾向于驱动输出级至线性区域中,因此减小了系统环路增益。相反,当净空电压增大时,输出级被驱动至具有远远更大增益(例如50—60dB或更高)的饱和区域,这减小了相位容限以及因此降低系统稳定性。

[0007] 进一步恶化问题是传统PMIC设计无法预知PMIC将用于什么装置(智能电话、计算机输入板、便携式相机等),并且这些装置如何由最终用户使用。因此,给定PMIC可以暴露至大范围的净空电压条件和负载条件,并且因此其设计不太适用于所有使用情形。

发明内容

[0008] 在各个实施例中,一种电路可以包括用于驱动外部负载的驱动器级。驱动器级可以以控制回路配置与控制电路连接。在一些实施例中,净空传感器可以提供净空信号以控制控制回路的响应特性。在其他一些实施例中,负载传感器可以提供负载信号以进一步控制控制回路的响应特性。

[0009] 在一些实施例中,可以根据净空信号改变响应特性的增益。在其他实施例中,可以根据净空信号改变响应特性的带宽。在特定实施例中,净空信号可以改变响应特性的主极点位置。

[0010] 在一些实施例中,可以由负载信号设置响应特性的内零点。

[0011] 以下详细说明书和附图提供了本公开本质和优点的更佳理解。

附图说明

[0012] 参照以下讨论以及特别地参照附图,着重强调的是所示特例为了示意讨论目的表示示例,并且为了提供本公开原理和概念性方面的描述说明而展示。在这点上,并未尝试展

示超越基础理解本公开所需的实施方式细节。结合附图的以下讨论使得本领域技术人员明白可以如何实施根据本公开的实施例。在附图中：

- [0013] 图1示出了根据本公开的电路的高层级方框图的示例。
- [0014] 图2、图2A、图2B示出了频率响应曲线。
- [0015] 图3示出了根据本公开的示意性实施例。
- [0016] 图3A示出了对于负载传感器的一些细节。
- [0017] 图4示出了对于运算放大器304的示意性实施例的一些细节。
- [0018] 图4A示出了图4的备选实施例。
- [0019] 图5A—图5D示出了表征本公开方面的频率响应曲线。
- [0020] 图6A—图6D示出了表征本公开其他方面的频率响应曲线。

具体实施方式

[0021] 在以下说明书中,为了解释说明的目的,阐述数个示例和具体细节以便于提供本公开的全面彻底理解。然而,对于本领域技术人员明显的是,如权利要求中所表述的本公开可以单独地或者与以下所述其他特征组合地包括这些示例中一些或所有特征,并且可以进一步包括在此所述特征和概念的修改例和等价形式。

[0022] 图1示出了根据本公开的电路100。在一些实施例中,电路100可以包括驱动器级112,驱动器级112具有可以连接以驱动负载10的驱动输出112a。通常,负载10可以是任何类型的负载。在一些实施例中,负载10可以是相机的LED闪光部件;例如,数字相机,或者诸如平板计算机、智能电话等的便携式计算装置中的相机。

[0023] 控制电路114可以提供控制信号114a,其可以用于控制驱动器级112的操作。在一些实施例中,控制电路114可以与驱动器级112配置作为反馈控制回路110,具有反馈回至控制电路的输入(例如第一输入)的驱动器输出112a。

[0024] 根据本公开,在当电路驱动负载10时的操作期间,可以根据指示电路100的净空电压的信号而设置或另外改变控制回路110的响应特性。净空电压(“净空”)涉及在驱动器的电压源(例如 V_{IN})与驱动器112的输出电压(例如 V_{OUT})之间的电压降,例如 $V_{IN}-V_{OUT}$ 。因此,电路100可以包括感测电路净空的净空感测电路116。净空感测电路116可以产生净空信号,其指示或者以其它方式表示电路100的净空电压。净空信号可以提供至控制电路114的另一输入(例如第二输入)以影响控制回路110的响应特性。以下将更详细讨论本公开的该方面。

[0025] 在一些实施例中,可以根据指示了在操作期间由于负载10而在电路100上电负载的信号而进一步设置或另外改变控制回路110的相应特性;例如可以由流过负载的电流表示电负载。因此,电路100可以包括负载感测电路118,其可以产生指示或者另外表示电路上电负载的负载信号。负载信号可以提供至控制电路114的另一输入(例如第三输入)以影响控制回路110的响应特性。以下将更详细讨论本公开的该方面。

[0026] 参照图2,可以由频率响应曲线200(例如Bode图)表示控制回路110(图1)的响应特性。可以由随着频率改变的增益(有时称作闭环增益)表征控制回路110的响应特性,如频率响应曲线200中所示。可以由带宽($f_{bandwidth}$)进一步表征控制回路110的响应特性,该带宽常规定义为闭环增益降低-3dB所处的频率。如本领域技术人员应该知晓的,图2中所示曲线是真实响应特性的直线曲线,其是连续的并且在极点位置 P_D 处具有3dB下降。

[0027] 图2中所示频率响应曲线200表示控制回路110的响应特性的极点 P_D 、 P_L 。应该知晓的是,通常,控制回路110的响应特性可以包括极点和零点的任意数目和组合。例如,控制回路110的响应特性可以表示为由以下拉普拉斯变换所表示的转移函数:

$$[0028] H(s) = G \prod \frac{(s - x_n)^{a_n}}{(s - y_n)^{b_n}}$$

[0029] 其中 $H(s)$ 是转移函数, G 是闭环增益, x_n 和 y_n 是常数, s 是复频率 $j\omega$,以及 a_n 和 b_n 是 >0 。对于其中 $\omega = y_n$ 的每个 s 值存在极点,并且对于其中 $\omega = x_n$ 每个 s 存在零点。所公开的实施例描述了在极点 P_D 和 P_L 以及在关于极点 P_L 的零点处的响应特性的行为。然而,从本公开中所阐述教导应该知晓的是,根据本公开的实施例不必限制于本公开中具体所公开的极点和零点,并且其他实施例可以包含控制回路110的响应特性的其他极点和/或零点。

[0030] 最低频率极点 P_D 有时称作“主极点”,因为其支配了任何更高频率极点的效应。如上所述,主极点通常限定了控制回路110的响应特性的带宽。

[0031] 由驱动器级112(图1)驱动的负载10可以影响控制回路110的响应特性。负载10引入外部极点 P_L 至控制回路110的频率响应曲线。外部极点 P_L 的位置或定位取决于负载10的大小(例如表示为阻抗 Z)。在图2、图2A和图2B中对于不同大小负载示出了该效应。

[0032] 图2、图2A和图2B进一步显示,随着负载10的大小增大(例如增大的阻抗 Z),外部极点 P_L 移动为更靠近主极点 P_D 。通常,比距反馈回路的单位增益带宽的十倍更近的每个非主极点将减小相位容限,这可以最终降低控制回路稳定性。如果外部极点 P_L 足够远离主极点 P_D ,则外部极点对控制回路110的稳定操作的影响可以是小的;例如图2中外部极点 P_L 的位置可以足够远离主极点 P_D ,从而控制回路110将是稳定的。然而,在图2B中,外部极点 P_{Lb} 可以足够靠近主极点 P_D ,从而相位容限如此小以至于可以导致不稳定的操作。

[0033] 参照图3,在特定实施例中,负载可以是LED闪光单元30,诸如可以在数字相机、便携式计算装置、智能电话等中LED闪光单元。驱动器级112可以包括晶体管 P_2 ,诸如例如功率MOSFET。晶体管 P_2 可以提供驱动电流从电源电压 V_{IN} 至LED闪光单元30。

[0034] 控制电路114可以包括运算放大器304和恒流源 I_{REF} 。控制电路114可以进一步包括电流镜,电流镜包括晶体管 P_1 以及由运算放大器304的输出 V_{DRV_R} 所驱动的驱动器级晶体管 P_2 。

[0035] 驱动器级112和控制电路114可以构成控制回路110。通过基于由恒流源 I_{REF} 所提供的参考(提供作为 V_{REF})调节驱动电流(提供作为反馈电压 V_{FB}),控制回路114中的运算放大器304可以控制反馈回路中的驱动器级晶体管 P_2 。在一些实施例中,恒流源 I_{REF} 可以是小的恒流源(例如 $10\mu A$)。因此,电流镜中 P_1 和 P_2 的器件尺寸可以设计用于提供合适的 P_1/P_2 电流比,以便于提供合适的驱动电流以操作LED闪光单元30。在一个实施例中,例如, P_1/P_2 电流比可以是1:10,000,假定在 P_2 处电流增益的10000。自然应该知晓的是,在其他实施例中,可以设计 P_1 和 P_2 用于提供任何合适的电流增益。

[0036] 如上所述,净空感测电路116可以产生指示或者以其它方式表示电路100的净空电压的净空信号。在一些实施例中,净空感测电路116可以包括比较器302以比较提供至负载(例如LED闪光单元30)的驱动器级输出电压 V_{OUT} 与电源电压(例如 V_{IN})。由净空感测电路116产生的净空信号 $HDRM_{out}$ 因此表示电路100的净空电压,并且可以被馈送至控制电路114

中。在一些实施例中，HDRM_out馈送至控制电路114的运算放大器304的控制输入IN₁中。

[0037] 在一些实施例中，电阻器分压器网络可以用于减小馈送至比较器302中的电压电平。例如，负载30上输出电压V_{OUT}可以由包括R₄和R₅的电阻分压器而分压降低。可以如下所述以类似方式分压降低电源电压V_{IN}。

[0038] 净空感测电路116可以包括可编程电流源I_{BIAS}。净空感测电路116可以包括电阻器R₁，以将电源电压V_{IN}降低由电流源I_{BIAS}和电阻器R₁所确定的量V_{hdrm}（例如V_{hdrm}=I_{BIAS}×R₁）。随后可以基于减小的电源电压电平（也即（V_{IN}-V_{hdrm}））而确定净空检测。电压电平V_{hdrm}可以视作限定了净空电压阈值。电阻器R₂和R₃随后分压降低净空电压阈值。图3中的插图限定了常数K，其在特定实施例中也阐述了在电阻器R₁-R₅的电阻值之间的相互关系。

[0039] 如上所述，取决于负载是什么、其如何使用等，可以改变由驱动器级112驱动的负载；例如，LED闪光装置30可以操作在不同模式；例如，闪光、选通频闪等。如以下所详述，负载的大小可以影响控制回路110的响应特性。在一些实施例中，负载感测电路118可以产生信号Ld_sns_out，信号Ld_sns_out表示可以馈送至控制电路114中的、来自驱动器级112的驱动电流。在一些实施例中，Ld_sns_out信号被馈送至控制电路114中的运算放大器304的控制输入IN₂中。

[0040] 作为示例，在一些实施例中，负载感测电路118可以包括电流传感器。参照图3A，例如，负载感测电路118'可以包括镜像感测晶体管P_{sense}，其镜像复制了流过驱动器级晶体管P₂的电流。比较器306可以将流过P_{sense}的电流与参考作比较，并且输出表示流至负载30中驱动电流的水平的信号Ld_sns_out。在其他一些实施例中，负载感测电路118可以是编程负载电流的电流编程电路（未示出），以及Ld_sns_out信号可以是基于用于编程负载电流的参数（例如存储在编程寄存器中）。

[0041] 根据本公开，可以基于净空信号HDRM_out、或者负载信号Ld_sns_out、或者两者而设置控制回路110的响应特性。例如，HDRM_out信号可以用于设置响应特性的增益，或者响应特性的带宽，或者两者。类似地，Ld_sns_out信号可以用于设置响应特性的零点位置。如以下所述，在电路100操作期间，随着净空电压和负载条件（例如电流负载）的改变，这可以改进控制回路110的稳定性。

[0042] 现在参照图4，运算放大器304的额外细节示出了可以如何使用HDRM_out和Ld_sns_out信号设置控制回路110的响应特性。在一些实施例中，例如，可以通过设置运算放大器304中电路元件而设置控制回路110的响应特性。

[0043] 运算放大器304可以包括运算放大器装置404，运算放大器装置404具有反相输入端和非反相输入端。参考电压V_{REF}可以通过电阻器R_B连接至非反相输入端。反馈电压V_{FB}可以通过电阻器R_A连接至反相输入端。运算放大器装置404可以包括增益控制输入端G，其改变运算放大器装置的增益。HDRM_out信号可以直接耦合至或者另外连接至增益控制输入端G，由此允许HDRM_out信号控制运算放大器装置404的增益。因此，电路元件Z₁可以表示用于将HDRM_out信号直接连接至增益控制输入端G的引线，或者Z₁可以表示可以作为HDRM_out信号的一些函数而提供增益控制的一些插入电子电路。类似地，电路元件Z₂可以表示引线或者一些合适的插入电子电路。

[0044] 运算放大器304可以包括任何合适设计的补偿网络402。在一些实施例中，控制回路110的响应特性（例如转移函数H(s)）可以按照包括补偿网络的电路元件而表示。根据本

公开,补偿网络402可以包括如下的一个或多个电路元件,其可以使用HDRM_out信号和/或Ld_sns_out信号而调节或以其他方式改变,以便于改变控制回路110的响应特性。

[0045] 仅作为本公开原理的示意说明,考虑图4中所示补偿网络。补偿网络402可以包括与电容器元件Cc1串联连接的电阻器元件Rc,以及与Rc/Cc1配对并联连接的分路电容器Cc2。电阻器元件RC可以提供可选择的电阻值。设置电阻器Rc的电阻值可以设置控制回路110的响应特性中零点的位置。类似地,电容器Cc2可以提供可选择的电容值。设置电容器Cc2的电容值可以设置控制回路110的响应特性中主极点的位置。

[0046] 根据本公开,HDRM_out信号可以直接地耦合或者以其它方式连接至可变电容器Cc2的选择器输入端。如上所述,电路元件Z₁可以表示引线或一些合适的插入电子电路,并且同样地,电路元件Z₃可以表示引线或一些中间的电子电路。因此,HDRM_out信号可以用于设置控制回路110的响应特性的主极点位置。

[0047] 进一步根据本公开,Ld_sns_out信号可以直接地耦合或者以其它方式连接至可变电阻器Rc的选择器输入端。电路元件Z₄可以表示用于将Ld_sns_out信号直接连接至可变电阻器Rc的选择器输入端的引线,或者Z₄可以表示可以根据Ld_sns_out信号而可以设置电阻器Rc的一些中间的电子电路装置。因此,Ld_sns_out信号可以用于设置控制回路110的响应特性的零点位置。

[0048] 在一些实施例中,电路元件Z₁—Z₄是表示直通连接的引线,诸如例如图4A中所示。

[0049] 参照图5A—图5D,频率响应曲线502—508可以用于示出当根据本公开施加净空信号HDRM_out时对于控制回路110的响应特性的影响。假设图5A中频率响应曲线502表示如由主极点P_D所确定的具有增益G₁和带宽f_b的控制回路110的响应特性。图5A示出了净空信号HDRM_out可以改变响应特性的主极点位置和/或增益(以及因此改变带宽)。

[0050] 图5B示出了如果仅改变增益,例如,如果增益减小至G₂<G₁,则频率响应曲线504如何改变。因此,根据本公开的一些实施例,当净空电压超过阈值电压(例如,图3中V_hdrm)时,HDRM_out信号可以用于减小增益以便于改进控制回路110的稳定性。参照图4,HDRM_out信号可以控制运算放大器装置404的增益以改变频率响应曲线的增益。减小增益使得控制回路110的单位增益带宽从频率f₁返回至频率f₂。如果非主极点存在于f₁的十倍内或更近,则这改进稳定性。

[0051] 图5C示出了如果仅改变主极点,例如从f_b至f_b'<f_b,则频率响应曲线506如何改变。因为主极点确定带宽,改变主极点(例如P_D至P_D')具有改变响应特性的带宽的效果。因此,根据本公开的一些实施例,当净空电压超过阈值电压时,HDRM_out信号可以用于减小带宽以便于改进控制回路110的稳定性。相反地,当净空电压降至低于阈值电压时,HDRM_out信号可以用于增大带宽以改进控制回路110的响应时间。再次参照图4,HDRM_out信号可以控制可变电容器Cc2的值以改变频率响应曲线的主极点位置。

[0052] 参照图5D,在一些实施例中,HDRM_out信号可以控制控制回路110的响应特性的主极点(也即带宽)和增益位置。图5D中所示的频率响应曲线508示出了其中减小了增益和带宽的示例。因此,根据本公开的一些实施例,当净空电压超过阈值电压时,HDRM_out信号可以用于减小响应特性的增益和带宽,以便于改进控制回路110的稳定性。相反地,当净空电压降至低于阈值电压时,HDRM_out信号可以用于增大增益和带宽以改进控制回路110的响应时间。

[0053] 在一些实施例中,增益和带宽可以一起随着HDRM_out改变而改变。在其他实施例中,可以相互独立地改变增益和带宽。例如,电路元件Z₁—Z₃(图4)可以是合适的控制电路装置,以将HDRM_out信号与增益控制输入和电容器C_{c2}隔离以用于独立操作。

[0054] 参照图6A和图6B,频率响应曲线602、604可以用于示出当根据本公开施加负载信号Ld sns_out时对于控制回路110的响应特性的影响。如上所述,负载10(例如LED闪光单元30,图3)引入外部极点,其可以影响控制回路110的响应特性。例如考虑图6A中的例子。假设由频率响应曲线602表示不具有负载的控制回路110的响应特性。当添加负载时,由于负载而可以引入外部极点P_L,这可以导致频率响应曲线604。由于相位容限的减小,在频率f_L发生的额外跌落降低了控制回路110的稳定性。

[0055] 然而,根据本公开,Ld sns_out信号可以用于设置控制回路110中内部零点的零点位置以补偿外部极点P_L。此时参照图4,Ld sns_out信号可以控制可变电阻器R_c的值以改变响应特性的内部零点。该效应示出在图6B中,其中Ld sns_out信号可以设置内部零点Z_L的零点位置,以抵消外部极点P_L的效应并且消除在频率f_L的跌落以改进稳定性。

[0056] 当负载改变时,外部极点的极点位置也将改变,如图6C中所示。例如,在一个情形中,负载可以使得引入外部极点P_L至响应特性;在另一情形中,负载可以使得引入不同外部极点(例如P_b)至响应特性,等等。每次外部极点改变,控制回路110的响应特性改变。控制回路110的可靠性可以因此根据负载而改变,如由频率响应曲线612a、612b、612c、612d所示。如人们可以知晓的,设计控制电路114(图1)以在任何负载条件下维持稳定性可以是挑战性的,因为设计者无法控制电路100将连接至什么负载或者在操作期间负载可以如何改变。

[0057] 根据本公开,负载传感器118可以产生Ld sns_out信号,Ld sns_out信号表示或者以其它方式追踪负载。Ld sns_out信号可以用于调节控制回路110的内部零点(例如经由可变电阻器R_c)以补偿通过改变负载而改变的外部极点,以及因此改进控制回路110中稳定性,如由频率响应曲线612所示。该效应示出在图6D中,其示出了内部零点可以改变以随着负载改变而追踪外部极点。

[0058] 优点和技术效果

[0059] 根据本公开的电路的一些方面允许当驱动负载时基于操作期间的电压净空而自动调节控制回路的主极点位置和/或回路增益。

[0060] 根据本公开的电路的另一方面允许基于由电路所驱动的负载的负载条件而自动的改变控制回路的内部零点的零点位置。

[0061] 以上说明书示出了本公开的各个实施例以及可以如何实施特定实施例的方面的示例。以上示例不应被认为仅是实施例,而是展示用于说明如由以下权利要求所限定的特定实施例的灵活性和优点。基于以上公开和以下权利要求,可以采用其他设置、实施例、实施方式和等价形式而并未脱离由权利要求所限定的本公开的范围。

[0062] 我们请求保护权利要求书。

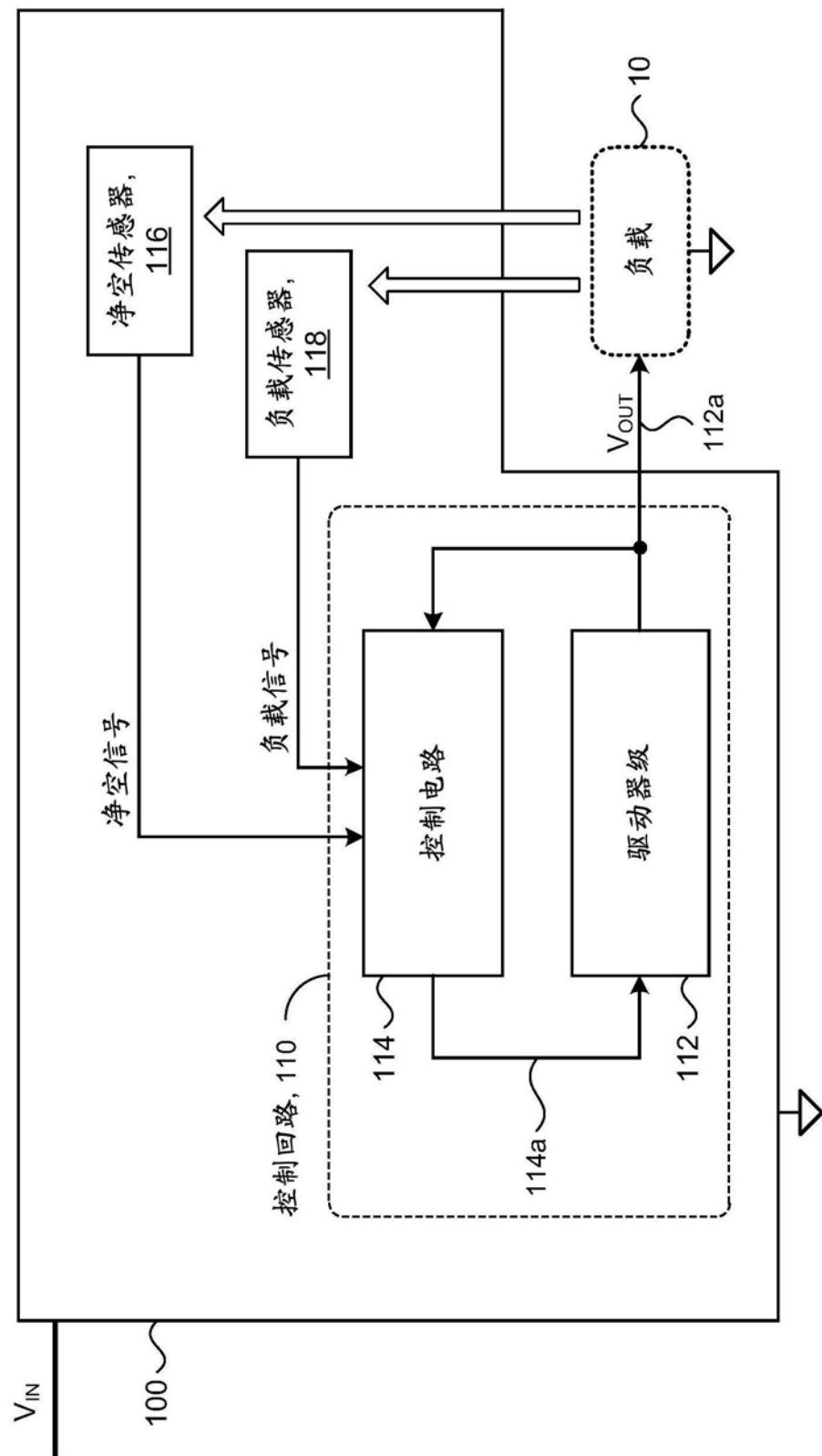


图1

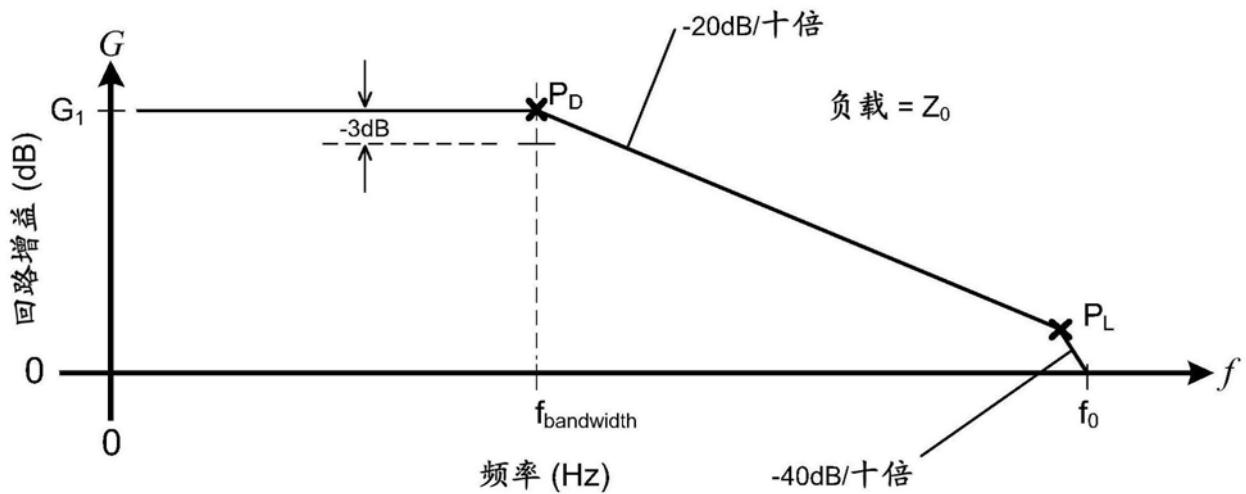


图2

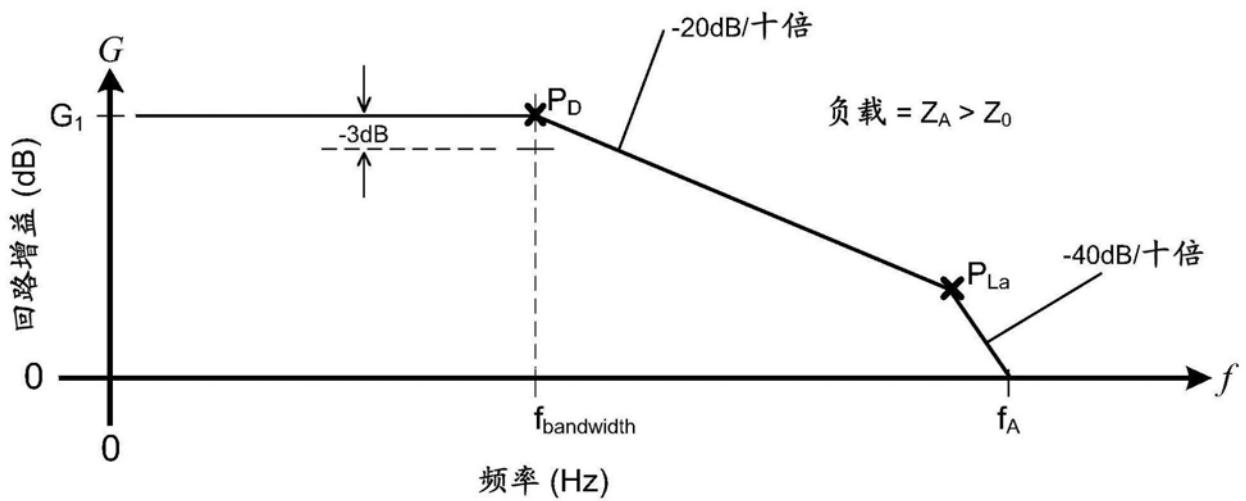


图2A

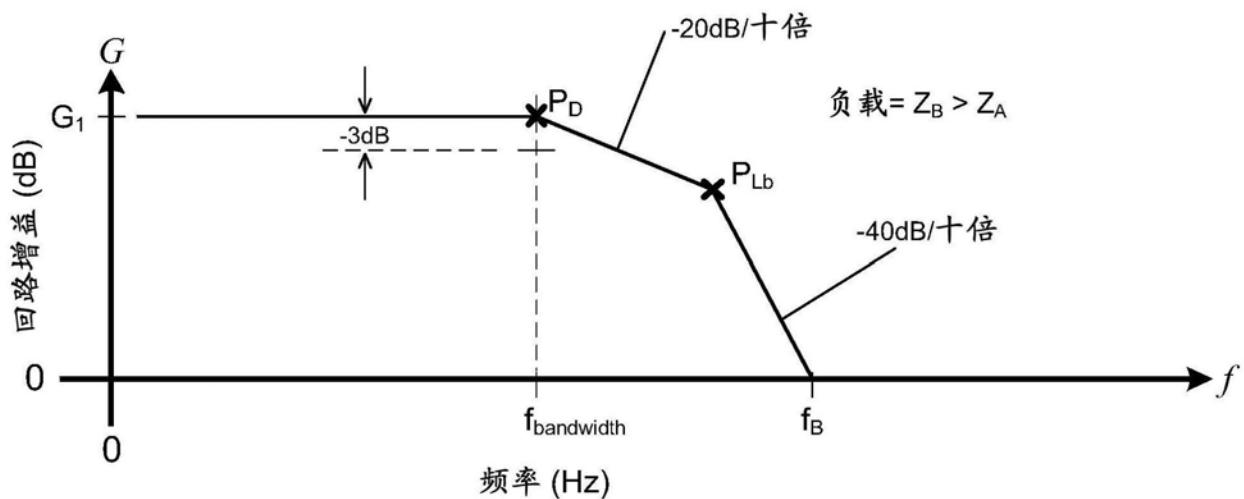


图2B

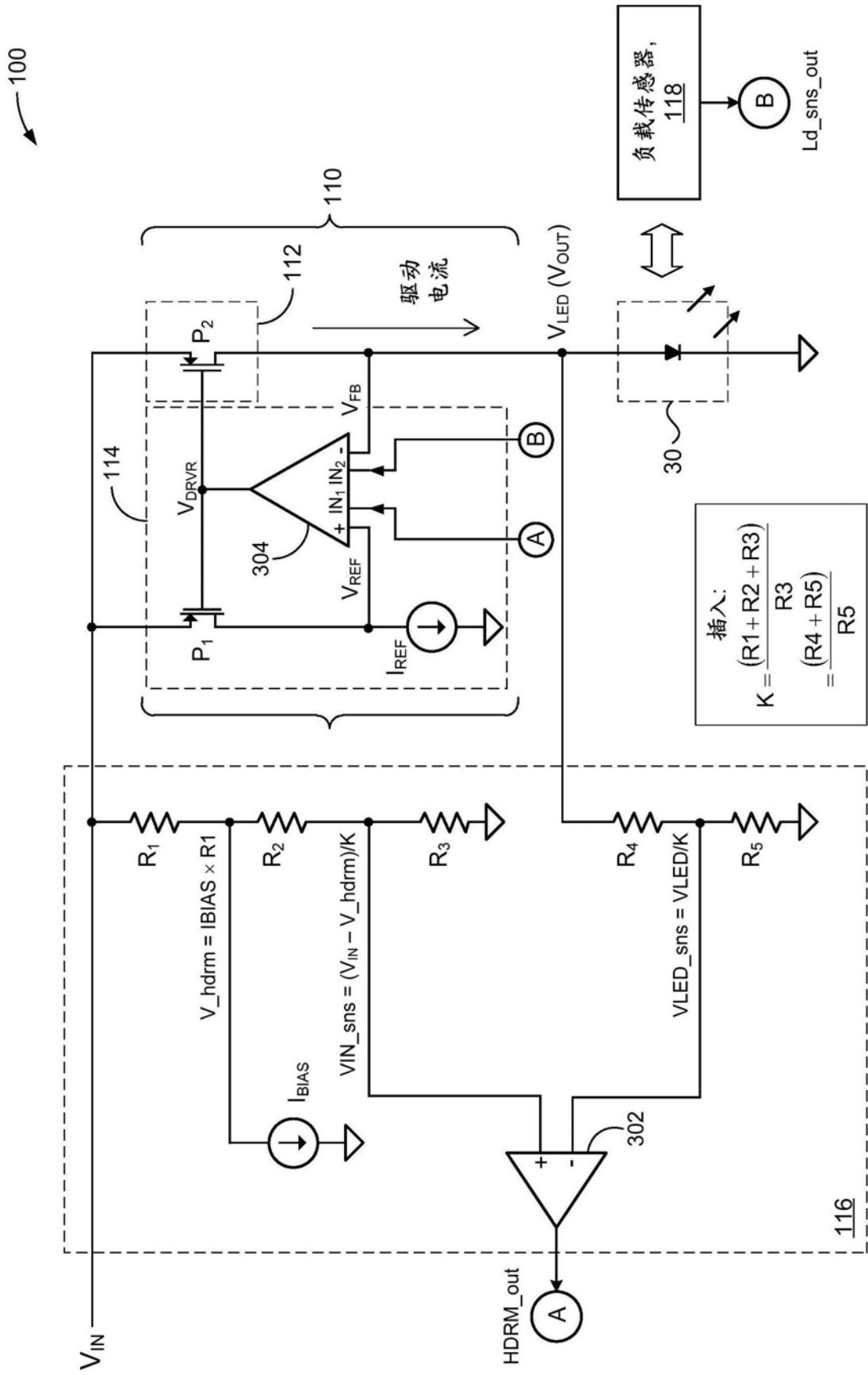


图3

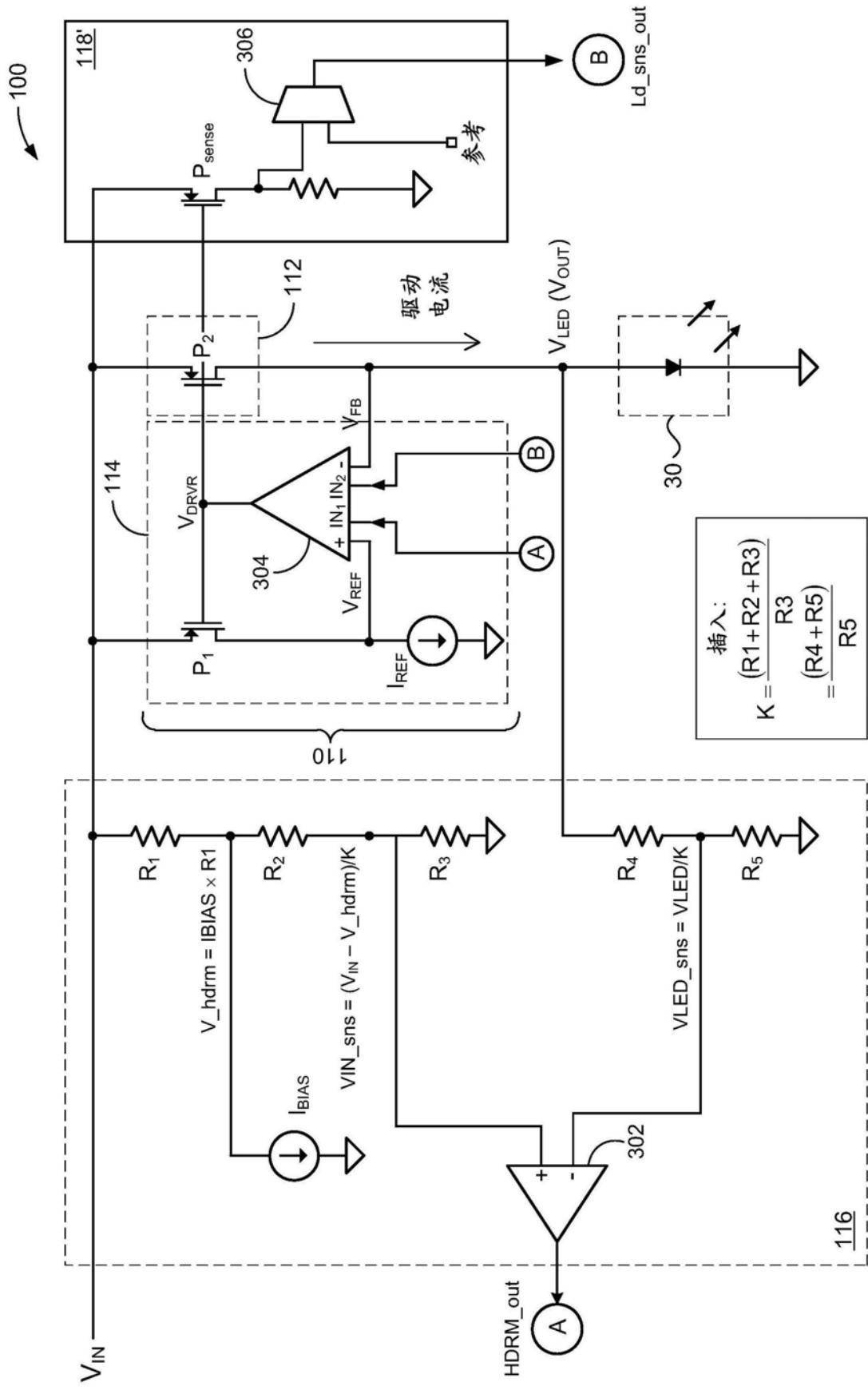


图3A

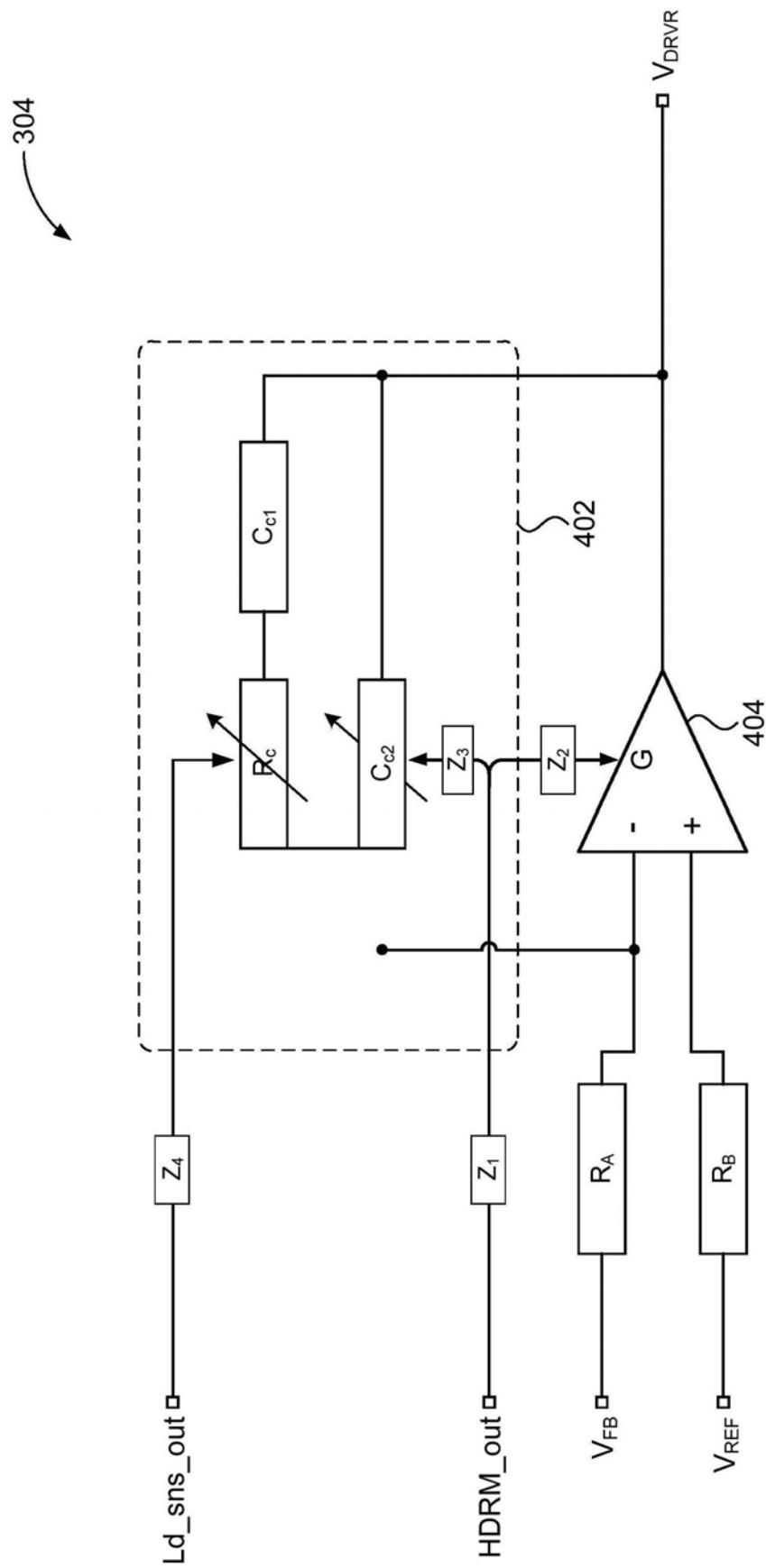


图4

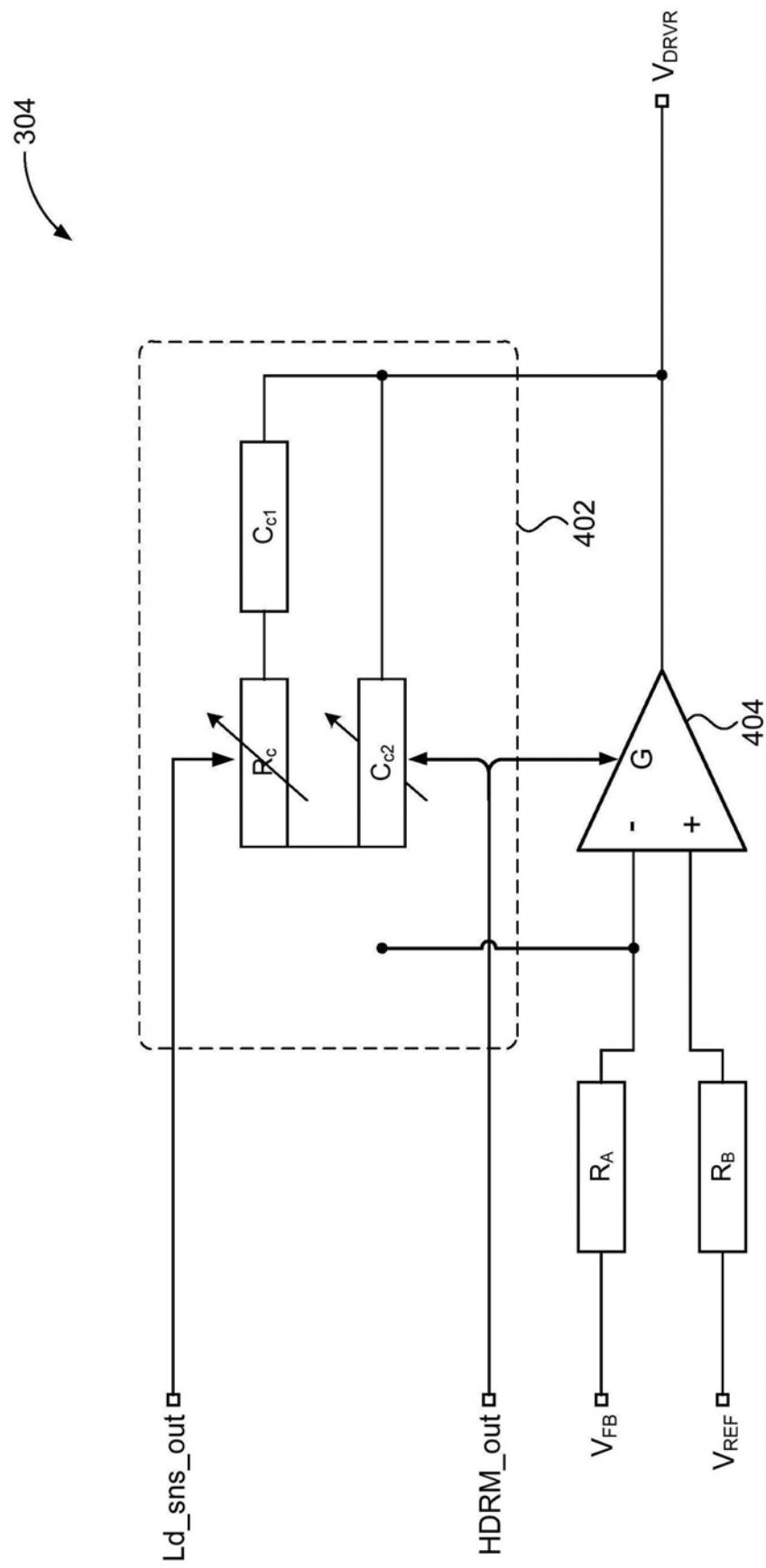


图4A

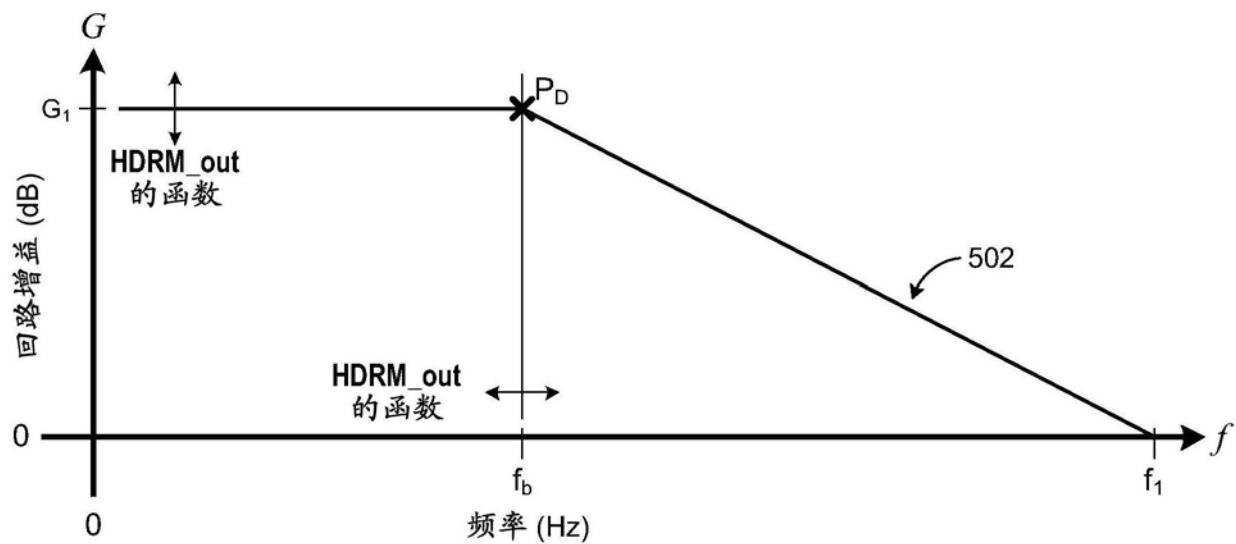


图5A

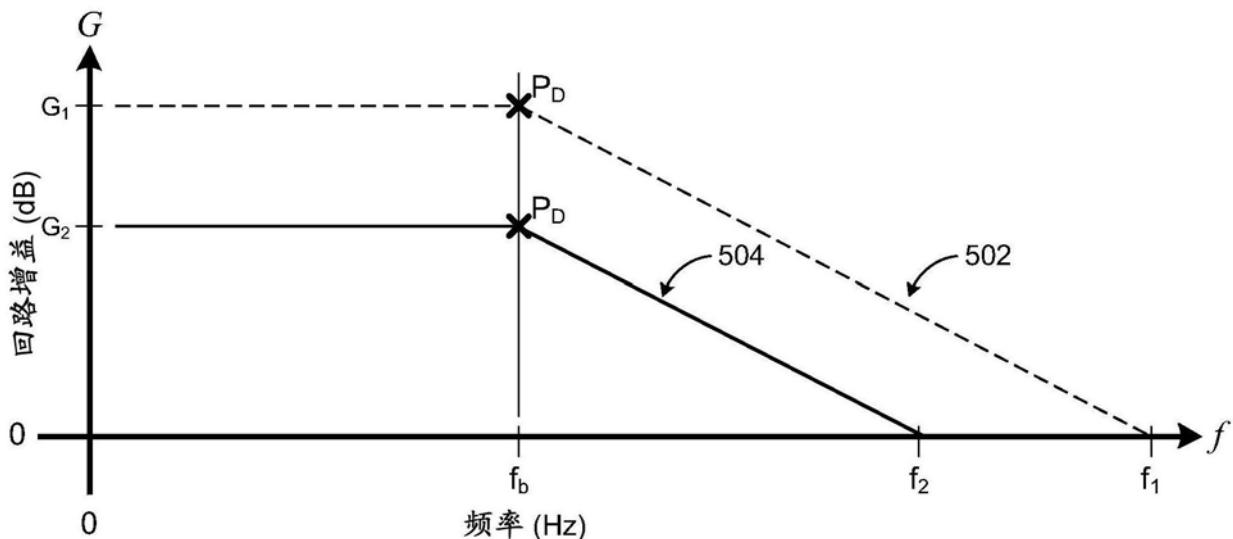
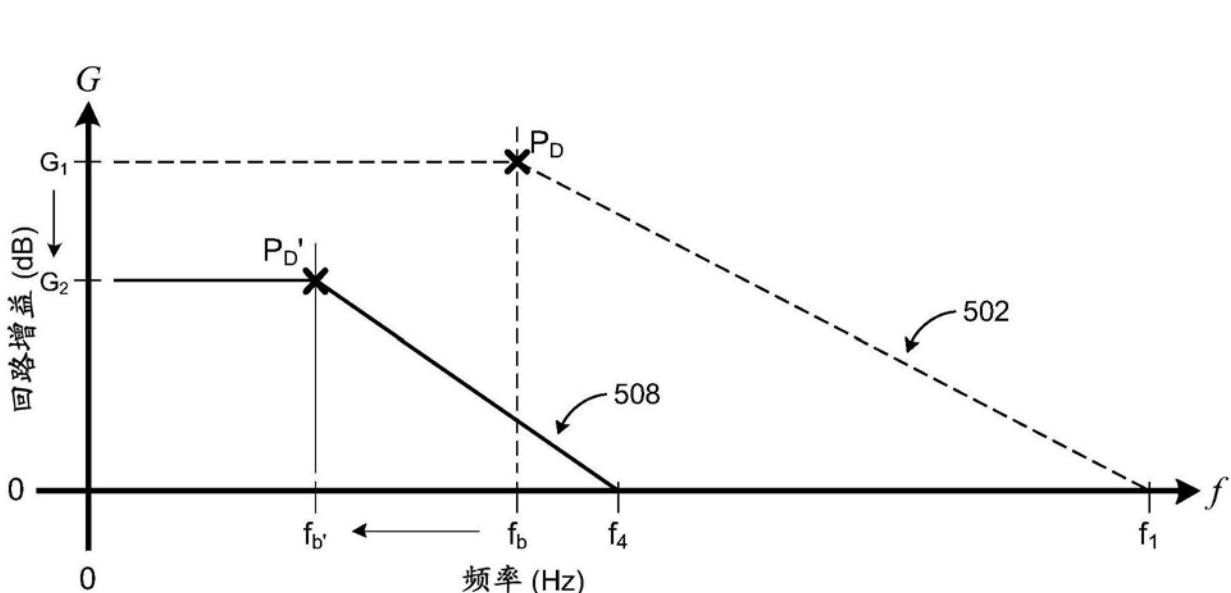
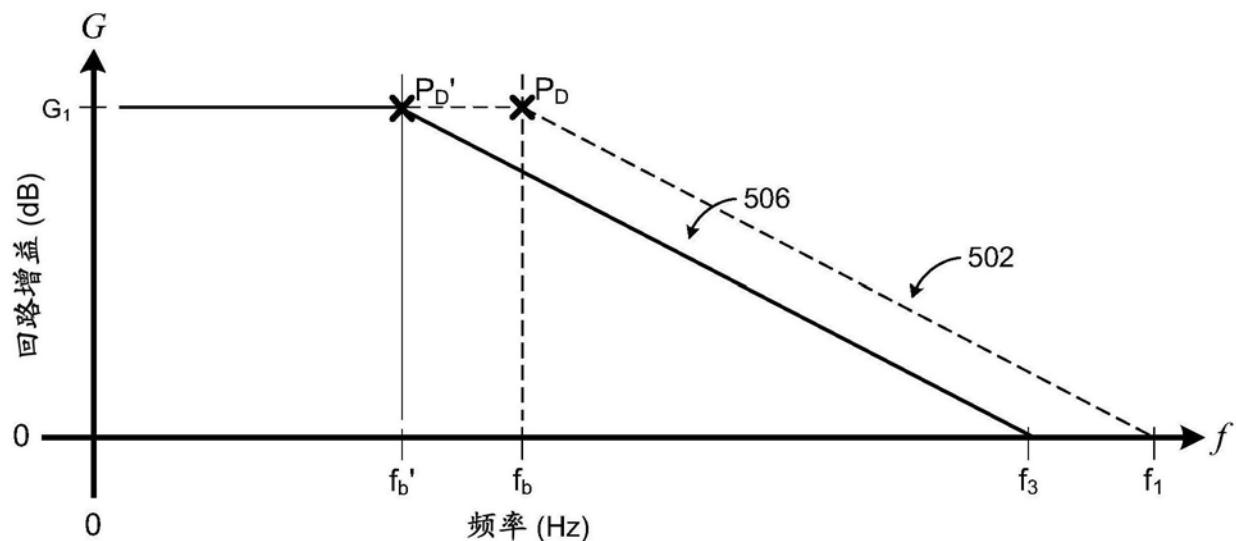
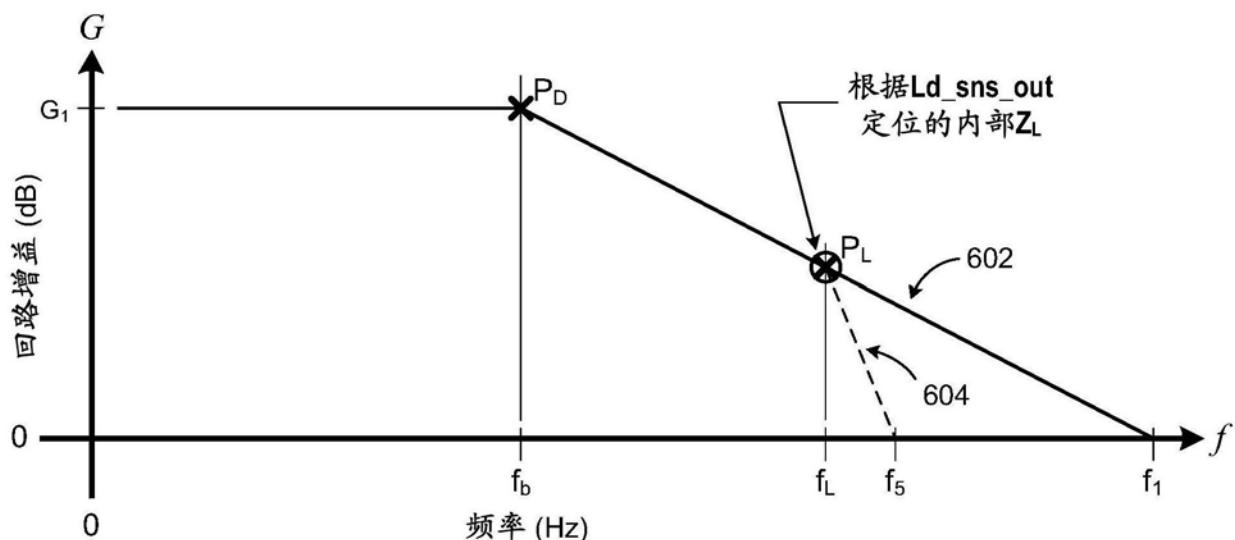
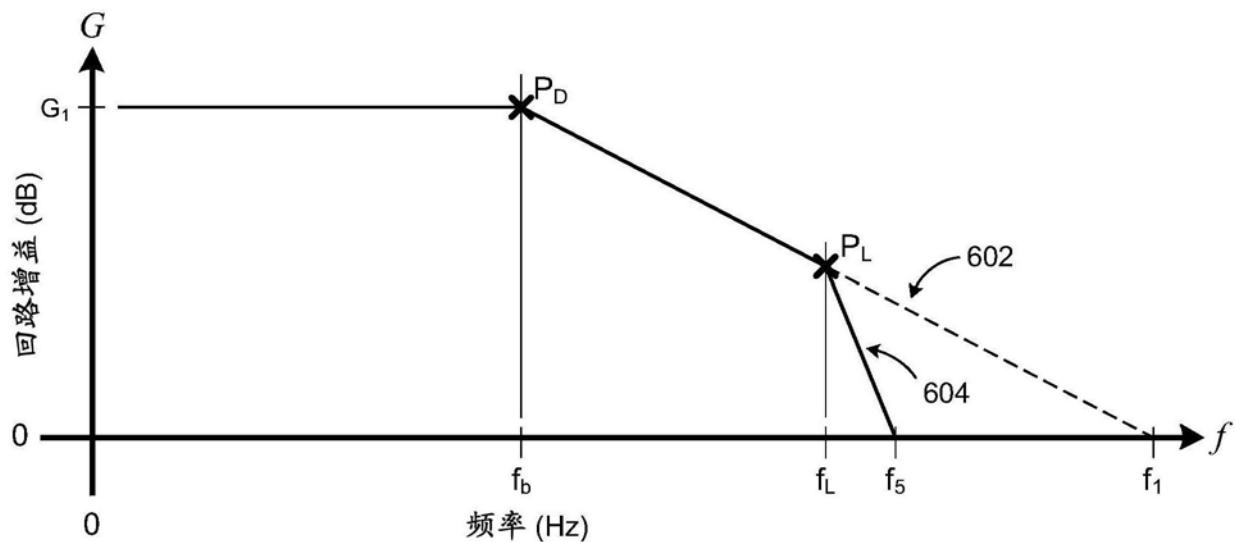


图5B





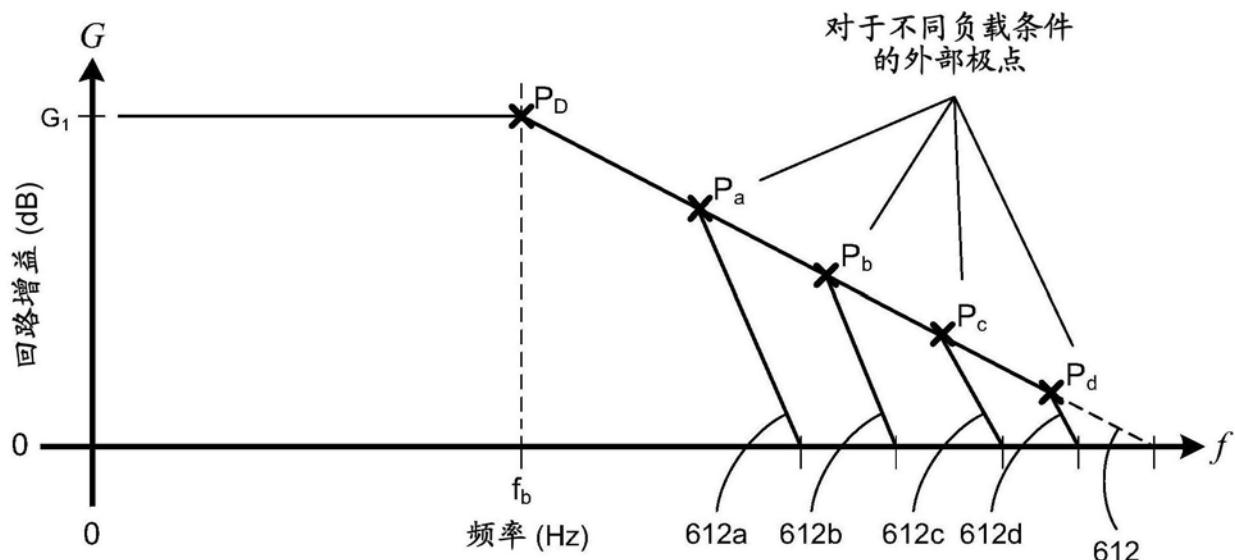


图6C

内部零点调节以补偿
改变的外部电极

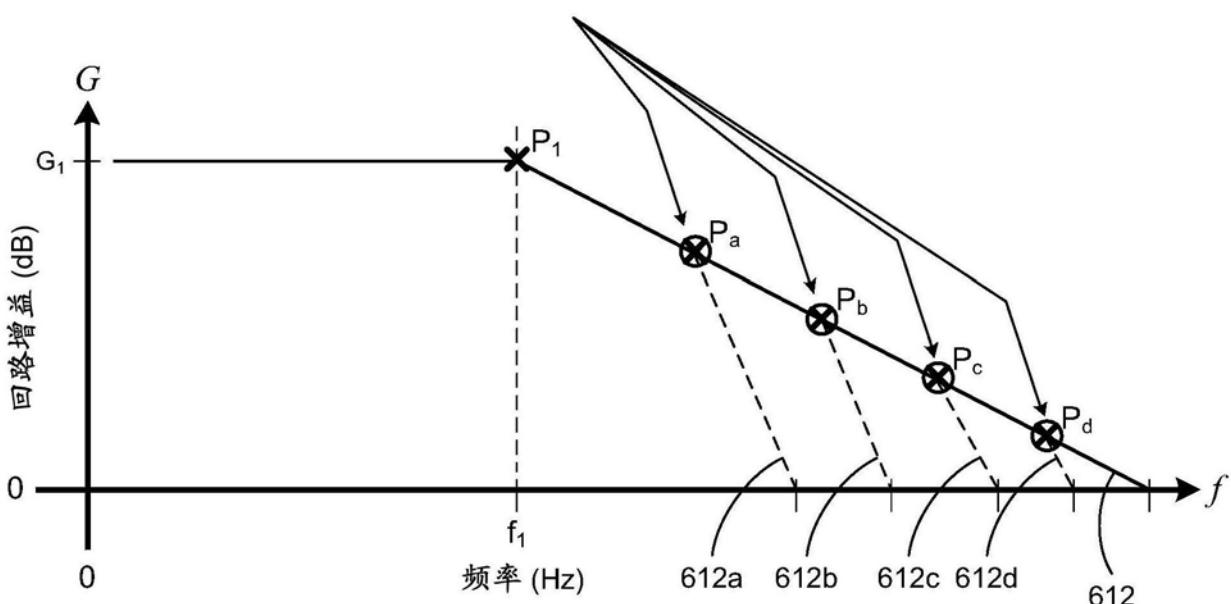


图6D