



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105103214 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201480011082. 8

(22) 申请日 2014. 01. 14

(30) 优先权数据

61/752, 390 2013. 01. 14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 08. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/011419 2014. 01. 14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/110553 EN 2014. 07. 17

(71) 申请人 苹果公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 P·纳姆比 J·N·戈麦斯 郑丰华

P·萨凯托 S·H·品兹 金太星

C·P·坦恩 M·阿尔布雷希特

D·W·卢姆

(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 11038

代理人 边海梅

(51) Int. Cl.

G09G 3/36(2006. 01)

G09G 3/20(2006. 01)

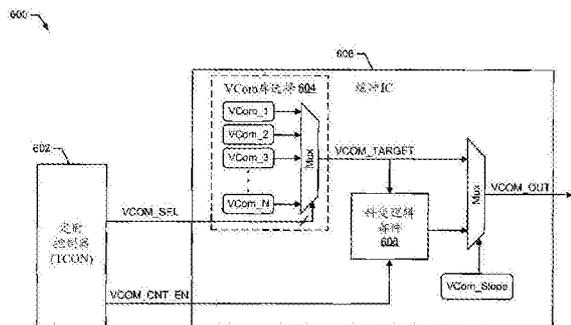
权利要求书6页 说明书17页 附图22页

(54) 发明名称

具有可变刷新率的低功率显示设备

(57) 摘要

本公开描述了用于在消费电子设备的LCD显示器处动态采用可变刷新率的过程, 消费电子设备诸如膝上型计算机、平板电脑、移动电话或音乐播放器设备。在一些配置中, 消费电子设备可以包括: 具有一个或多个处理器的主机系统部分, 和具有定时控制器、缓冲电路、显示驱动器和显示面板的显示系统部分。显示系统可以从主机系统的GPU接收图像数据和图像控制数据, 评估所接收的图像控制数据以确定降低的刷新率(RRR)以在显示面板处采用, 并且然后在任何可行的时候过渡到RRR以节省功率。在一些情形中, 过渡到RRR可以从50赫兹或更高的LRR过渡到40赫兹或更低的RRR。



1. 一种补偿液晶显示器 (LCD) 处的图像呈现缺陷的方法,所述方法包括:
在缓冲电路处,接收基准电压输入选择;
在所述缓冲电路处,将所述基准电压输入选择与多个预加载的寄存器值进行比较;以及
在所述缓冲电路处,基于所述基准电压输入选择与所述多个预加载的寄存器值的所述比较来选择目标基准电压值,以影响 LCD 的发光度的变化。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述图像呈现缺陷与在所述 LCD 处由采用可变刷新率而导致的所述 LCD 的改变的发光度水平相关联。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中在所述缓冲电路的专用硬件管脚处从显示器定时控制器接收所述基准电压输入选择。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中响应于识别所述图像呈现缺陷来接收所述基准电压输入选择。
5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中在所述缓冲电路处或在被配置为驱动所述 LCD 的图形处理器单元 (GPU) 处识别所述图像呈现缺陷。
6. 根据权利要求 4 所述的方法,其中所述识别所述图像处理缺陷对应于检测所述 LCD 采用的降低的刷新率。
7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中选择所述目标基准电压值,以在所述 LCD 以降低的刷新率操作时增大所述 LCD 的发光度。
8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中选择所述目标基准电压值,以在所述 LCD 以增大的刷新率操作时降低所述 LCD 的发光度。
9. 一种液晶显示器 (LCD) 的缓冲电路,包括:
基准电压库选择部件,所述基准电压库选择部件存储多个寄存器值;
多个运算放大器;和
多个图像缓冲器,
其中所述缓冲电路被配置为:
接收基准电压输入选择;
将所述基准电压输入选择与所述多个寄存器值进行比较;
基于所述比较来选择目标基准电压值;以及
向所述 LCD 传输所述目标基准电压值,以在所述 LCD 以降低的刷新率操作时改变所述 LCD 的发光度。
10. 根据权利要求 9 所述的缓冲电路,其中在所述缓冲电路的专用硬件管脚处从显示器定时控制器接收所述基准电压输入选择。
11. 根据权利要求 9 所述的缓冲电路,其中:
响应于识别图像呈现缺陷来接收所述基准电压输入选择;并且
所述图像呈现缺陷与一个或多个不希望的图像伪影或改变的图像发光度相关联。
12. 根据权利要求 11 所述的缓冲电路,其中在所述缓冲电路处或在被配置为驱动所述 LCD 的图形处理器单元 (GPU) 处识别所述图像呈现缺陷。
13. 根据权利要求 11 所述的缓冲电路,其中所述识别所述图像处理缺陷对应于检测所述 LCD 采用的降低的刷新率。

14. 根据权利要求 9 所述的缓冲电路,其中选择所述目标基准电压值,以在所述 LCD 以降低的刷新率操作时增加所述 LCD 的发光度,或在所述 LCD 以增大的刷新率操作时降低所述 LCD 的发光度。

15. 一种补偿液晶显示器 (LCD) 处的图像呈现缺陷的方法,所述方法包括:

在缓冲电路处,从多个寄存器值选择目标基准电压值;

在所述缓冲电路处,将计数器时钟信号与来自显示器定时控制器的输入同步;

在所述缓冲电路处,基于所述目标基准电压值和所同步的计数器时钟信号来选择斜率设置;以及

在所述缓冲电路处,应用所述斜率设置以影响从当前基准电压输出到目标基准电压输出的逐渐过渡。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中所述目标基准电压输出对应于等于所述目标基准电压值的电压值。

17. 根据权利要求 15 所述的方法,其中从所述当前基准电压输出到所述目标基准电压输出的所述逐渐过渡导致在所述 LCD 处的不含由所述过渡引起的可察觉图像呈现伪影的视觉呈现。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中从所述当前基准电压输出到所述目标基准电压输出的所述逐渐过渡对应于所述 LCD 采用的第一刷新率和第二刷新率之间的过渡。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,其中所述第一刷新率大于所述第二刷新率,并且所述第二刷新率被配置为使所述 LCD 节省功率。

20. 根据权利要求 15 所述的方法,其中应用所述斜率设置使所述目标基准电压输出跟踪所同步的计数器时钟信号的方向。

21. 一种用于在液晶显示器 (LCD) 处节省功率的方法,所述方法包括:

在显示驱动器处,从显示控制器接收第一输入信号;

在所述显示驱动器处,确定所述第一输入信号的设置;

在所述显示驱动器处,基于所述第一输入信号的所述设置来选择性地关闭所述 LCD 的一个或多个电路,

其中所述第一输入信号的所述设置被进一步配置为控制所述显示驱动器的输出电压。

22. 根据权利要求 21 所述的方法,还包括:

在所述显示驱动器处,从所述显示控制器接收第二输入信号;

在所述显示驱动器处,确定所述第二输入信号的设置;以及

在所述显示驱动器处,基于所述第二输入信号的所述设置来选择性地关闭所述 LCD 的一个或多个电路。

23. 根据权利要求 22 所述的方法,其中:

需要所述显示驱动器的数字电路部分来确定所述第二输入信号的所述设置;并且

所述第二输入信号的所述设置是不能关闭所述显示驱动器的所述数字电路部分的协议设置。

24. 根据权利要求 21 所述的方法,还包括在所述显示驱动器处,基于所述第一输入信号的所述设置来选择性地关闭所述显示驱动器的数字电路部分。

25. 根据权利要求 21 所述的方法,其中:

所述显示驱动器是被配置为驱动所述 LCD 的显示面板的列驱动器 ;并且
所述第一输入信号在所述列驱动器的专用硬件管脚处被接收。

26. 根据权利要求 21 所述的方法,其中 :

所述第一输入信号的所述设置被进一步配置为设置所述显示驱动器的输出处的阻抗 ;
并且

所述 LCD 的显示面板是所述显示驱动器的所述输出处的负载。

27. 根据权利要求 21 所述的方法,其中所述第一输入信号的所述设置被配置为控制所述显示驱动器的所述输出电压以 :

I. 在所述 LCD 以降低的刷新率操作时,增大所述 LCD 的显示面板的发光度水平 ;或者
II. 在所述 LCD 以增大的刷新率操作时,降低所述 LCD 的显示面板的发光度水平。

28. 一种液晶显示器 (LCD) 的列驱动器,包括 :前端电路,所述前端电路用于接收输入信号 ;和

后端电路,所述后端电路用于向显示面板输出基准电压,其中所述列驱动器被配置为 :

从显示控制器接收至少一个输入信号 ;

从所述至少一个输入信号确定一个或多个设置 ;以及

基于所述至少一个输入信号的所述一个或多个设置来关闭所述列驱动器的至少一部分。

29. 根据权利要求 28 所述的列驱动器,其中接收所述一个或多个设置中的第一设置作为所述列驱动器的专用硬件管脚处的输入信号。

30. 根据权利要求 29 所述的列驱动器,其中所述第一设置是被配置为关闭所述列驱动器的所有电路的非协议设置。

31. 根据权利要求 29 所述的列驱动器,其中所述一个或多个设置中的第二设置是不能关闭所述列驱动器的数字电路部分的协议设置。

32. 根据权利要求 29 所述的列驱动器,其中所述第一设置被配置为控制所述基准电压的电压值。

33. 根据权利要求 32 所述的列驱动器,其中所述基准电压的所述输出电压值决定所述显示面板的发光度。

34. 根据权利要求 29 所述的列驱动器,其中 :

所述第一设置被配置为设置所述列驱动器的输出处的特定阻抗 ;并且

所述显示面板是所述列驱动器的所述输出处的负载。

35. 一种用于在液晶显示器 (LCD) 处节省功率的方法,所述方法包括 :

在显示驱动器处,从显示控制器接收至少一个输入信号 ;

在所述显示驱动器处,从所述至少一个输入信号确定一个或多个设置 ;以及

在所述显示驱动器处,基于所述至少一个输入信号的所述一个或多个设置来关闭所述显示驱动器的至少一部分,

其中所述一个或多个设置中的第一设置被配置为控制所述显示驱动器的基准电压输出的电压值 ;并且

其中所述基准电压的所述电压值与所述 LCD 的显示面板的发光度水平成比例。

36. 根据权利要求 35 所述的方法,其中接收所述第一设置作为所述显示驱动器的专用硬件管脚处的输入信号。

37. 根据权利要求 35 所述的方法,其中所述第一设置是被配置为关闭所述显示驱动器的所有电路的非协议设置。

38. 根据权利要求 37 所述的方法,其中所述一个或多个设置中的第二设置是不能关闭所述显示驱动器的数字电路部分的协议设置。

39. 根据权利要求 35 所述的方法,其中:

所述第一设置被配置为设置所述显示驱动器的输出处的特定阻抗;并且

所述显示面板是所述显示驱动器的所述输出处的负载。

40. 根据权利要求 35 所述的方法,其中所述第一设置被配置为控制所述基准电压输出的所述电压值以:

I. 在所述 LCD 以降低的刷新率操作时,增大所述显示面板的发光度水平;或者

II. 在所述 LCD 以增大的刷新率操作时,降低所述显示面板的发光度水平。

41. 一种用于在液晶显示器 (LCD) 处采用可变刷新率的方法,所述方法包括:

在显示控制器处,从主机系统的图形处理器单元 (GPU) 接收图像控制数据;

在所述显示控制器处,评估所接收的图像控制数据,以确定用于所述 LCD 的显示面板的降低的刷新率 (RRR);以及

在所述显示控制器处,向所述 LCD 的一个或多个部件传输与所述 RRR 相关联的显示控制信令信息,以影响向所述 RRR 的过渡。

42. 根据权利要求 41 所述的方法,其中所述显示控制信令信息被进一步配置为影响一个或多个图像补偿过程,以校正由以所述 RRR 操作所述显示面板而引起的图像呈现缺陷。

43. 根据权利要求 42 所述的方法,其中所述图像呈现缺陷与由过渡到所述 RRR 而引起的所述显示面板的降低的发光度或一个或多个不希望的图像伪影相关联。

44. 根据权利要求 41 所述的方法,其中向所述 RRR 的所述过渡是从 50 赫兹或更高的实况刷新率 (LRR) 过渡到 40 赫兹或更低的 RRR。

45. 根据权利要求 44 所述的方法,其中所述显示控制器被进一步配置为通过使所述显示面板从所述 RRR 过渡回所述 LRR 来影响立刻从所述显示面板处的所述 RRR 退出。

46. 根据权利要求 41 所述的方法,其中所述显示控制器是包括时钟电路的定时控制器,所述时钟电路被配置为以一种或多种 RRR 来驱动所述显示面板,如由所述主机系统的所述 GPU 所指定的。

47. 根据权利要求 46 所述的方法,其中所述定时控制器进一步包括用于驱动所述 LCD 的缓冲电路的显示缓冲驱动电路,和用于控制所述显示面板的显示驱动器的显示面板驱动电路。

48. 根据权利要求 47 所述的方法,其中所述显示面板是所述 LCD 的薄膜晶体管 (TFT) 面板,并且所述主机系统的所述 GPU 包括被配置为并行地向所述 LCD 的所述缓冲电路呈现图像帧数据的多个图形处理器。

49. 一种液晶显示器 (LCD) 的定时控制器,包括:

时钟电路,所述时钟电路用于调节刷新率定时;

缓冲驱动电路,所述缓冲驱动电路用于驱动所述 LCD 的缓冲电路;和

显示面板驱动电路,所述显示面板驱动电路用于控制所述 LCD 的显示面板的显示驱动器,

其中所述定时控制器被配置为:

从主机系统的图形处理器单元 (GPU) 接收图像控制数据;

评估所接收的图像控制数据,以确定用于所述显示面板的降低的刷新率 (RRR);以及向所述 LCD 的一个或多个部件传输与所述 RRR 相关联的显示控制信令信息,以影响向所述 RRR 的过渡。

50. 根据权利要求 49 所述的定时控制器,其中向所述 RRR 的所述过渡是从 50 赫兹或更高的实况刷新率 (LRR) 过渡到 40 赫兹或更低的 RRR。

51. 根据权利要求 49 所述的定时控制器,其中所述定时控制器被进一步配置为通过使所述显示面板从所述 RRR 过渡回所述 LRR 来影响立刻从所述显示面板处的所述 RRR 退出。

52. 根据权利要求 49 所述的定时控制器,其中所述显示控制信令信息被进一步配置为影响一个或多个图像补偿过程,以校正由以所述 RRR 操作所述显示面板而引起的图像呈现缺陷。

53. 根据权利要求 52 所述的定时控制器,其中所述图像呈现缺陷与由过渡到所述 RRR 而引起的所述显示面板的降低的发光度或一个或多个不希望的图像伪影相关联。

54. 根据权利要求 49 所述的定时控制器,其中所述时钟电路被进一步配置为以一种或多种 RRR 来驱动所述显示面板,如由所述主机系统的所述 GPU 所指定的。

55. 根据权利要求 49 所述的定时控制器,其中所述显示面板是所述 LCD 的薄膜晶体管 (TFT) 面板,并且所述主机系统的所述 GPU 包括被配置为并行地向所述 LCD 的所述缓冲电路呈现图像帧数据的多个图形处理器。

56. 一种用于在液晶显示器 (LCD) 处控制刷新率的方法,所述方法包括:

在定时控制器处,接收图像控制信息;

在所述定时控制器处,评估所接收的图像控制信息,以确定用于所述 LCD 的显示面板的降低的刷新率 (RRR) 以及由以所述 RRR 操作所述显示面板而引起的一种或多种图像呈现缺陷;

在所述定时控制器处,向所述 LCD 的一个或多个部件传输与所述 RRR 相关联的显示控制信令信息,以影响向所述 RRR 的过渡,以及补偿所述一种或多种图像呈现缺陷。

57. 根据权利要求 56 所述的方法,其中所述一种或多种图像呈现缺陷与由过渡到所述 RRR 而引起的所述显示面板的降低的发光度或一个或多个不希望的图像伪影相关联。

58. 根据权利要求 56 所述的方法,其中:

向所述 RRR 的所述过渡是从 50 赫兹或更高的实况刷新率 (LRR) 过渡到 40 赫兹或更低的 RRR;并且

所述定时控制器被进一步配置为通过使所述显示面板从所述 RRR 过渡回所述 LRR 来影响立刻从所述显示面板处的所述 RRR 退出。

59. 根据权利要求 56 所述的方法,其中所述定时控制器包括时钟电路,所述时钟电路被配置为以一种或多种 RRR 来驱动所述显示面板,如由主机系统的 GPU 所指定的。

60. 根据权利要求 56 所述的方法,其中所述定时控制器进一步包括用于驱动所述 LCD 的缓冲电路的显示缓冲驱动电路,和用于控制所述显示面板的显示驱动器的显示面板驱动

电路。

具有可变刷新率的低功率显示设备

技术领域

[0001] 本发明所描述的实施例总体涉及用于通过监测各种图像呈现过程并在可行的任何时候动态降低设备的图像刷新率来降低设备显示器的功耗的装置与方法。

背景技术

[0002] 很多现代个人计算设备配置了高分辨率彩色液晶显示器 (LCD), 其可采用开关薄膜晶体管 (TFT) 和像素存储电容器、垂直和水平极化滤波器、滤色器、液晶层、发光二极管 (LED) 背光系统等的复杂矩阵 (例如 有源矩阵)。如显示技术领域中的普通技术人员所理解的, 与其对应的无源矩阵寻址的 TFT 显示器 (例如 相似尺寸的无源矩阵显示器) 相比, 有源矩阵寻址的 TFT 显示器通常显得更亮, 呈现更清晰的图像, 并表现出改善的响应时间。

[0003] 在这些有源矩阵 LCD 显示器中, 可以对特定的列线充电以通过选择性地导通与一个或多个对应像素地址 (例如 寻址到单个行线的像素) 相关联的一个或多个 TFT 来沿着不同的行线照亮单个显示器像素或多个显示器像素。在导通 TFT 时, 可以沿着列线对对应的像素存储电容器充电, 以充分扭转像素的液晶来允许来自 LED 背光系统的光通过液晶层并照亮像素。被照亮像素的颜色是由其应用的滤色器定义的。通过这种方式, 可以通过向 LCD 显示器中的特定列线供应电流、并因此供应电力来照亮各个像素。可以采用显示驱动器或控制器来动态管理流向 LCD 显示器之内列线和 / 或对应行线中栅极 TFT (例如 导通 / 截止 TFT) 中的每一者的电流。

[0004] 遗憾的是, 在根据可以由设备制造商分配的实况刷新率 (LRR) 周期性地刷新显示器呈现的图像时, LCD 显示器会出现一种主要的功率耗用。可以由定时控制器实体驱动设备显示器的默认 LRR, 由图形处理器单元 (GPU) 或主机系统的另一种指定片上系统 (SoC) 部件静态配置定时控制器实体, 以确保无论在设备上正执行什么图像呈现过程或在显示器上正在 (或将要) 呈现什么图像内容, 都在显示器处维持恒定的 LRR。在很多不同类型的个人计算设备中, 针对设备 LCD 显示器的 LRR 都被标准化成 50 或 60 赫兹 (Hz) 的刷新率。然而, 随着近来出现了高清晰度 (HD) 三维 (3D) 显示系统, LRR 已经增大到 120Hz 和 240Hz。预计这种趋势会继续, 使得将来的显示技术可能具有 300Hz 或更高的 LRR。

[0005] 设备显示器的 LRR 与其功耗成比例; 针对特定显示器类型的 LRR 越高, 显示器就会消耗越多功率。这样一来, 对于工作在消费电子设备显示器领域中的科学家和工程师而言, 设备显示器功耗是越来越大的感兴趣领域。很多具有有限、可耗尽电池寿命的便携式电子设备 (例如 膝上型计算机、平板电脑、移动电话、电子书设备、音乐播放器等) 能够执行不需要 LRR 等于或超过 50 或 60Hz 的例行显示流程。在这些情形中, 有利的是能够动态检测不同的设备状态和 / 或不需要这样保守的 LRR 的显示器操作, 并且然后相应地降低对应设备的显示器刷新率, 以使功耗最小化并扩展设备的移动性。

[0006] 例如, 在一些情况下, 可以控制设备显示器以呈现在已知一段时间内将不会变化的单个图像帧。在这一确立的时间间隔期间, 设备显示器可以处于被称为屏幕空闲模式的模式中, 这不需要显示屏图像刷新动作。然而, 为了防止有害的“烧屏”以及限制显示器部件

的劣化,仍可能有必要在屏幕空闲模式期间刷新静态显示屏图像。这样一来,有益的是,能够在很多情况下,包括上述情形下,将设备显示器的刷新率降低到低于设备的默认 LRR。因此,存在着对如下方案的需求:能够动态降低设备的显示器刷新率以使功耗最小化,而不会降低用户的视觉体验。就此而言,希望能够补偿可能因为在降低的刷新率下操作显示器而导致的亮度水平降低和其他视觉伪影。

发明内容

[0007] 本公开描述了用于响应于显示系统之内各种图形呈现操作确定而动态调节设备显示器刷新率,以节省可耗尽设备资源的装置与方法。根据本公开的一些方面,可以在消费电子设备(例如膝上型计算机、平板电脑、移动电话或音乐播放器设备)的液晶显示器(LCD)处动态采用可变刷新率。

[0008] 在各方面中,消费电子设备可以包括具有一个或多个处理器的主机系统部分以及具有定时控制器、缓冲电路、显示驱动器和显示面板的显示系统部分。在各种配置中,显示系统可以从主机系统的图形处理器单元(GPU)或中央处理单元(CPU)接收图像数据和图像控制数据,评估接收的图像控制数据以确定降低的刷新率(RRR)以在显示面板处采用,并且然后在无论何时适用时使 LCD 从实况刷新率(LRR)过渡到 RRR(例如在呈现图像数据时),尝试节省功率并扩展设备移动性。

[0009] 根据一些方面,LCD 显示系统的缓冲电路可以包括存储多个寄存器值的基准电压库选择部件、多个运算放大器和用于缓冲所接收的图像数据的多个图像缓冲器。

[0010] 在一个方面中,可以配置缓冲电路以接收基准电压输入选择,将基准电压输入选择与多个寄存器值进行比较,基于比较来选择目标基准电压值,并向 LCD 传输目标基准电压值,以在 LCD 以降低的刷新率操作时改变 LCD 的发光度。

[0011] 在本公开的另一个方面中,在缓冲电路处,可以在耦接到缓冲电路的专用硬件管脚处从显示定时控制器接收基准电压输入选择。

[0012] 在其他方面中,LCD 的列驱动器可以包括用于从源 GPU 接收输入信号的前端电路和用于向 LCD 显示面板诸如薄膜晶体管(TFT)面板输出基准电压的后端电路。此外,可以配置列驱动器以从显示控制器接收至少一个输入信号,从至少一个输入信号确定一个或多个设置,以及基于至少一个输入信号的一个或多个设置来关闭列驱动器的至少一部分。

[0013] 根据本公开的方面,可以接收一个或多个设置中的第一设置作为列驱动器的专用硬件管脚处的输入信号。

[0014] 在本公开的另一个方面中,第一设置可以是配置为关闭列驱动器的所有电路的非协议设置。

[0015] 在一种情形中,一个或多个设置中的第二设置可以是不能关闭列驱动器的数字电路部分的协议设置。

[0016] 根据本公开的另一个方面,LCD 的定时控制器可以包括用于调节刷新率定时的时钟电路、用于驱动 LCD 的缓冲电路的缓冲驱动电路,和用于控制 LCD 的显示面板的显示驱动器的显示面板驱动电路。

[0017] 在一些方面中,可以配置定时控制器以从主机系统的 GPU 接收图像控制数据,评估接收的图像控制数据,以确定用于显示面板的 RRR,并且然后向 LCD 的一个或多个部件传

输与 RRR 相关联的显示控制信令信息,以影响向 RRR 的过渡。

[0018] 在本公开的另一个方面中,过渡到 RRR 是从 50 赫兹或更高的实况刷新率 (LRR) 过渡到 40 赫兹或更低的 RRR。

附图说明

[0019] 参考结合附图所作的以下描述可最佳地理解所述实施例及其优点。这些附图未必是按比例绘制的,并且它们绝不是要意在限制或排除做出本公开时本领域的普通技术人员可以在形式和细节上对其做出的可预见修改。

[0020] 图 1 示出了绘示根据本公开的各种实施例通过系统接口耦接的主机系统和显示系统的框图。

[0021] 图 2 示出了绘示根据本公开的一些实施例被配置为驱动列驱动器 (CD) 以采用可变刷新率的定时控制器 (TCON) 的显示系统图。

[0022] 图 3 示出了绘示根据本公开的一些具体实施采用降低的刷新率 (RRR) 的未补偿设备显示器呈现和采用相同 RRR 的补偿设备显示器呈现两者的图示。

[0023] 图 4 示出了根据本公开的各种实施例的显示系统缓冲集成电路 (IC) 的框图。

[0024] 图 5 示出了根据本公开的一些实施例的能够利用专用硬件管脚选择目标输出电压以从 TCON 接收输入的缓冲 IC 的库选择部件的框图。

[0025] 图 6 示出了根据本公开的各种实施例采用斜率控制逻辑部件以实现不同刷新率之间的平滑过渡的缓冲 IC 的框图。

[0026] 图 7 示出了绘示根据本公开的一些具体实施在寄存器设置导致 VCom 跳跃模式时的 VCom 斜率控制输出的图示。

[0027] 图 8 示出了绘示根据本公开的各种实施例在寄存器设置导致 VCom 斜变模式时的 VCom 斜率控制输出的图示。

[0028] 图 9 示出了根据本公开的一些实施例采用输出偏置控制的缓冲 IC 的框图。

[0029] 图 10 示出了绘示根据本公开的各种具体实施用于补偿液晶显示器 (LCD) 处应用 RRR 的过程的流程图。

[0030] 图 11 示出了绘示根据本公开的一些实施例用于补偿在 LCD 处应用 RRR 的另一过程的流程图。

[0031] 图 12 示出了根据本公开的各种具体实施的显示系统的 CD 的框图。

[0032] 图 13 示出了根据本公开的各种具体实施的显示系统的 CD 的另一框图。

[0033] 图 14 示出了绘示根据本公开的各种具体实施的用于节省 LCD 的显示驱动器处的功率的过程的流程图。

[0034] 图 15 示出了绘示根据本公开的一些实施例用于节省 LCD 的显示驱动器处的功率的另一过程的流程图。

[0035] 图 16 示出了根据本公开的各种实施例的被配置为以可变刷新率驱动显示面板的显示系统 TCON 的框图。

[0036] 图 17 示出了绘示根据本公开的一些具体实施用于在 LCD 显示面板处建立 RRR 的过程的流程图。

[0037] 图 18 示出了绘示根据本公开的一些具体实施用于在 LCD 显示面板处建立 RRR 的

另一过程的流程图。

[0038] 图 19 示出了显示根据本公开的各种具体实施被配置为采用不同可变刷新率的 LCD 显示器的操作的实例刷新率时序图。

[0039] 图 20 示出了显示根据本公开的各种实施例在第一刷新率和第二刷新率之间的过渡期间的垂直消隐时间的另一刷新率时序图。

[0040] 图 21 示出了根据本公开的一些实施例在可变刷新率过渡过程期间的最优基准电压输出曲线图。

[0041] 图 22 示出了绘示根据本公开的一些具体实施以 RRR 操作 LCD 时用于功率节省的改进协议的曲线图。

具体实施方式

[0042] 在这一部分中描述用于在设备显示器处实施可变刷新率以降低消费电子设备功耗的代表性实例。在一些配置中,可以在设备处采用各种显示器亮度和图像呈现补偿技术,以消除或显著降低与以降低的刷新率 (RRR) 操作设备显示器 (与以默认实况刷新率 (LRR) 操作设备显示器相反) 相关联的一个或多个负面效应 (例如不希望的可见伪影的呈现)。本公开描述了用于动态降低设备的显示器刷新率以实现以上目标以及实现本文进一步描述的各种其他优点的几个实例。

[0043] 提供的实例意在向本公开的累积主题增加语境并辅助对其进行理解。在说明书中提到“一个实施例”、“实施例”、“一些实施例”或“各种实施例”、“一种具体实施”、“具体实施”、“一些具体实施”或“各种具体实施”等是表示可以在本公开的至少一个实施例中包括结合示例性具体实施描述的一个或多个特定特征、一个或多个结构或一个或多个特性。在说明书之内出现任意以上短语未必是指单一或相关的实施例或具体实施。此外,可以由处理逻辑部件执行本文描述且在附图中示出的显示过程,处理逻辑部件包括硬件 (例如图形处理器电路、专用显示逻辑单元等)、软件 (例如可以在个人计算设备处执行的程序代码) 或它们的任意组合。

[0044] 尽管下文就一种或多种顺序操作描述了各种显示器呈现过程,但应当理解,可以按照不同的次序或并行地执行本文描述的顺序操作的任何部分而不脱离本公开的实质和范围。例如,很多现代图形处理器被配置为并行地执行众多成像操作以改善显示系统的图像数据吞吐量。此外,应显而易见的是,可以实践本公开中论述的实施例而有或没有本文描述的一些特定细节。就此而言,可以对本文描述并在对应附图中例示的主题做出各种修改和 / 或变更,以实现相似的优点和结果。因此,本公开的各种实施例和实例不应被解释为过度限制性或包括全部。

[0045] 图 1 示出了绘示根据本公开的各种实施例通过系统接口 106 耦接的主机系统 102 和显示系统 104 的框图 100。在一些具体实施中,主机系统 102 和显示系统 104 可以合并于单个设备之内和 / 或同一设备外壳之内。在这种配置中,合并的设备可以对应于膝上型计算机、平板电脑、蜂窝电话、音乐播放器设备、电子书设备、便携式游戏设备或任何其他类型的媒体回放设备、车载娱乐 / 导航系统、医疗或科学设备等。在这样的合并设备之内,系统接口 106 可以对应于系统总线或任何另一种有线连接,其能够采用常见的有线接口通信协议在主机系统 102 和显示系统 104 之间传送图像数据和图像呈现控制数据。

[0046] 在其他实施例中,主机系统 102 和显示系统 104 可以作为能够经由系统接口 106 耦接的独立或可独立的设备被分布。在这种情形中,系统接口 106 可由任何常见类型的有线通信接口或任何常见类型的短程无线通信接口构成,作为有线或无线局域网 (LAN) 的部分,或者作为有线或无线个人区域网 (PAN) 的部分。例如,在分布式设备配置中,显示系统 104 可以对应于独立的电子视觉显示设备,诸如能够经由系统接口 106 耦接到主机系统 102 (例如 DVD 或 Blu-Ray[®] 播放器设备、膝上型计算机、平板电脑等) 的计算机监视器或任何其他类型的平板显示设备 (例如液晶显示器 (LCD) 电视), 以方便主机系统 102 和显示系统 104 之间的图像数据和控制数据通信。

[0047] 根据一些配置,主机系统 102 可包括但不限于包括用于与外部设备传送数据的输入-输出 (I/O) 部件 108 ;一个或多个处理器 110, 诸如中央处理单元 (CPU) 和任意数量的图形处理单元 (GPU) 或视觉处理单元 (VPU), 其可以集成于片上系统 (SoC) 集成电路 (IC) 之内 ;以及存储装置或存储器部件 112, 该存储装置或存储器部件可以由常见类型的易失性和非易失性存储器的任意组合构成。此外,在一些具体实施中,显示系统 106 (例如 LCD 显示器) 可以包括但不限于包括定时控制器 (TCON) 114、缓冲 IC 部件 116 (例如由图像帧缓冲构成)、列驱动器 (CD) 118 和薄膜晶体管 (TFT) 显示面板 120。应当理解,主机系统 102 和显示系统 104 被绘示于高层次图示内,并且这样一来,可以配置主机系统 102 或显示系统 104 以任选地包括执行本文中进一步描述的任何显示器刷新率和显示图像补偿过程所需的额外电路部件而不脱离本公开的实质和范围。

[0048] 如本文中进一步详细描述,在一些实施例中,可以采用主机系统 102 的一个或多个处理器 110 (例如 CPU 和 / 或 GPU) 来与显示系统 104 的 TCON 114 和 / 或缓冲 IC 部件 116 传送图像数据和 / 或控制数据 (例如,刷新率信息和 / 或图像补偿信息), 以配置显示系统 104 以采用一个或多个 RRR。在一些具体实施中,在 (例如,通过主机系统 102 的处理器 110 和 / 或显示系统 104 的部件) 确定在当前或将来的成像操作期间显示特定图像内容不需要现有的实况刷新率 (LRR) 时,处理器 110 可以利用 RRR 配置 TCON 114。

[0049] 例如,在一些实施例中,可以配置主机系统 102 的任何处理器 110 以动态确定正在 TFT 面板 120 处显示的图像内容或要在 TFT 面板 120 处显示的图像内容 (例如,缓冲 IC 部件 116 的缓冲的图像数据) 对应于不需要根据现有 LRR (例如,60Hz 的默认图像刷新率) 刷新的静态图像内容。在这种情形中,TCON 114 可以 (响应于确定) 采用 RRR (例如,30Hz 的降低的图像刷新率), 以使得 CD 118 以更低的显示器刷新率刷新在 TFT 面板 120 处显示的静态图像内容,由此在显示系统 104 采用 RRR 时的时间间隔期间,显著降低显示系统 104 处的功耗。

[0050] 或者,在另一个实施例中,可以配置缓冲 IC 部件 116 以在缓冲 IC 部件 116 正在刷新来自其本地帧缓冲中的一个本地帧缓冲的特定屏幕图像时,动态降低刷新率 (独立于主机系统 102 的控制)。在缓冲 IC 识别出不需要刷新的图像缓冲内容或图像帧时 (例如,在 TFT 面板 120 处于屏幕空闲模式中时), 可能发生这种情况。在其他实施例中,可以配置 TFT 面板 120 (包括 CD 118) 以动态比较接收的图像帧 (例如视频数据帧), 来识别重复的图像帧。在这种情形中,TFT 面板 120 可以决定丢弃一个或多个识别的重复图像帧, 以尝试在丢弃的帧时间期间节省功率。在这些情形中,可以由显示系统 104 快速且自主地管理 RRR 和 / 或降低的帧呈现,而无需来自主机系统 102 的处理器 110 的任何输入 (或需要来自其的最

少输入)。

[0051] 根据一些实施例,可以配置显示系统 106 的缓冲 IC 部件 116,以从主机系统 102 的任何处理器 110 接收图像数据,缓冲来自所接收的图像数据的一个或多个图像帧,并随后与 TCON 114 和 / 或 CD 118 实体协作在 TFT 面板 120 处驱动一个或多个缓冲的图像帧的呈现。此外,在一些配置中,可以配置缓冲 IC 部件 116 以采用各种图像补偿机制消除或最小化在两种不同显示器刷新率之间过渡时或在 TFT 面板 120 处采用 RRR 时可能发生的各种图像呈现缺陷或伪影的出现。本文进一步详细描述了各种对应的图像补偿机制。

[0052] 图 2 示出了绘示根据本公开的各种实施例被配置为驱动 CD 206 (例如,经由 CD 206 处的一个或多个专用输入管脚)以采用可变刷新率的 TCON 204 的显示系统图 200。如本文中将进一步描述的,诸如在确定默认 LRR 对于呈现各种图像帧内容而言是过度保守的刷新率值时,可以向 CD 206 传送来自 TCON 204 的定时控制信令,以使得 CD 206 以任意数量的不同 RRR 操作 TFT 面板 120 的像素电路 208。在一些具体实施中,CD 206 可以由任意数量的列驱动器 (例如,CD1 到 CDN) 构成,它们可以分别控制各个列的像素电路 208,以通过各种方式从电压源轨 202 向 TFT 面板 120 的一个或多个列线供应电荷。应当理解,TCON 204 和 CD 206 被绘示于高层次图示之内,并且这样一来,可以配置 TCON 204 和 CD 206 以任选地包括执行本文中进一步描述的任何显示器刷新率和显示图像补偿过程所需的额外电路部件。

[0053] 根据一些实施例,像素电路 208 可以由具有 TFT 和像素存储电容器的个体像素电路 210a 的有源矩阵构成。示出了单个像素电路 210b 的分解视图,以示例性地绘示像素照明的基本原理。例如,在 CD 206 向与 CD1 关联的列线发送电荷时,可以通过打开晶体管栅极 (例如,导通晶体管) 来激活像素电路 210a-b,以对像素存储电容器充电并照亮像素。根据一些实施例,像素的照明可以由像素存储电容器相对侧处施加的电压 (例如, V_{γ} 和 V_{Com}) 定义。在像素存储电容器的电压之间的差值 (例如,表示为 ΔV , 等于 $V_{\gamma} - V_{Com}$) 最大化时,像素将表现得更亮,具有更高发光度;相反,在像素存储电容器电压之间的差值最小化时,像素将具有更低发光度,并且将表现得不亮。

[0054] 人眼对于小的图像差异高度敏感,这通常被称为图像伪影。在现代 LCD 设备显示器中,设备采用的显示器刷新率与其显示屏的发光度或亮度成正比。因此,在没有图像呈现补偿时,设备的显示器刷新率的变化将导致显示器亮度的可觉察变化。图 3 示出了绘示采用降低的刷新率 (RRR) 302 的未补偿设备显示器呈现和采用相同 RRR 304 的补偿设备显示器呈现两者的图示 300。在应用任何发光度补偿 306 之前,采用 RRR 302 的设备显示器呈现的屏幕亮度可能在其现有的 V_{Com} 308 和 V_{γ} 310 基准电压电平处具有较低发光度。然而,根据本公开的一些实施例,在应用各种发光度补偿技术 306 时 (例如,经由缓冲 IC 116),采用相同 RRR 304 的设备显示器呈现的屏幕亮度可以实现与修改 / 补偿的 V_{Com} 312 和 V_{γ} 314 基准电压电平成比例的更高发光度。

[0055] 根据一些配置,可以结合现有的 γ 库切换实施采用缓冲 IC 116 以补偿逐个帧的刷新率变化,诸如,在 TFT 面板 120 处应用 RRR 时。此外,如本文进一步所述,也可以配置缓冲 IC 116 以消除或减小在图像呈现过程期间由于改变刷新率而引起的视觉伪影。根据一些具体实施,可以配置缓冲 IC 116 的可编程 γ 缓冲 (PGB) 电路以向 TFT 面板 120 的源极驱动器电路 (例如 CD 118) 提供亮度参考电平 (例如 V_{γ})。此外,可以配置缓冲 IC 116 的

VCom 电路,以对 TFT 面板 120 的所有像素提供公共电压参考。缓冲 IC 116 的 PGB 和 VCom 电路都能够影响显示屏亮度(例如,与 ΔV 成比例)。

[0056] 图 4 示出了根据本公开的各种实施例的显示系统缓冲 IC 402 的框图 400。缓冲 IC 402 可包括但不限于包括:包括 VCom 库选择部件 404 和任意数量的 VCom 运算放大器 408 的 VCom 电路 404,和具有 γ 库选择部件 412 和任意数量帧缓冲 414 的 PGB 电路 410。根据各种实施例,可以配置 VCom 电路 404 以生成任意数量的不同 VCom 输出,而可以配置 PGB 电路以生成各种 γ 输出。可以在缓冲 IC 402 处从 TCON 114 接收的各种输入生成/导出这些 VCom 和 γ 输出。应当理解,缓冲 IC 402 被绘示为高层次图示,并且这样一来,可以配置缓冲 IC 402 以任选地包括执行本文中进一步描述的任何显示器刷新率和显示图像补偿过程所需的额外电路部件。

[0057] 在一些具体实施中,可以配置显示系统 104 的缓冲 IC 402 以支持不连续的操作模式,用于降低和增加刷新率具体实施。例如,在 TCON 114 在 TFT 面板 120 处采用增加的刷新率,从而增加察觉到的显示屏亮度的情形中,可以配置缓冲 IC 402 以通过相应地降低屏幕亮度(例如,通过减小 ΔV)来补偿不希望的发光度增加。在这些情形中,可以配置缓冲 IC 402 以支持传输过程中刷新率修改,目标在于实现可变刷新率过渡。在一些实施例中,可以由缓冲 IC 402 采用源自 TCON 114 的专用硬件信号以动态调节 VCom 电路 404 的 VCom 输出,和 PGB 电路 410 的 γ 输出;这些调节可以逐帧进行。

[0058] 图 5 示出了根据本公开的一些实施例的能够利用专用硬件管脚 (VCOM_SEL) 选择目标 VCom 输出 (VCOM_TARGET) 以从 TCON 502 接收输入的缓冲集成电路 (IC) 402 的库选择部件 504 的框图 500。应当理解,缓冲 IC 402 的库选择部件 504 被绘示为高层次图示,并且这样一来,可以配置库选择部件 504 以任选地包括执行本文中进一步描述的任何显示器刷新率和显示图像补偿过程所需的额外电路部件。

[0059] 例如,可以配置缓冲 IC 402 以利用来自一个或多个专用管脚的输入来选择其 VCom 库选择部件 504 的各种 VCom 输出设置,以选择能够预加载目标输出值的寄存器或库。在一些实施例中,可以在专用的 VCOM_SEL 管脚处从 TCON 502 接收 VCOM_SEL 信号,以选择多个 VCom 库中的一个 VCom 库作为用于输出信号 VCOM_TARGET 的源。在一种具体实施中,可能需要指定数量的“N”个 VCOM_SEL 信号以选择 $2 \times N$ 个可能的 VCom 库中的一个可能的 VCom 库。

[0060] 图 6 示出了根据本发明的各种实施例被配置为采用斜率控制逻辑部件 608 的缓冲 IC 606 的框图 600。应当理解,缓冲 IC 606 被绘示为高层次图示,并且这样一来,可以配置缓冲 IC 606 以任选地包括执行本文中进一步描述的任何显示器刷新率和显示图像补偿过程所需的额外电路部件。在一些配置中,可以配置缓冲 IC 606 以采用其 VCom 库选择部件 604 来利用一个或多个专用 IC 硬件输入管脚执行各种 VCom 斜率控制操作。

[0061] 在一种具体实施中,可以通过硬件管脚和寄存器设置在缓冲 IC 606 的输出管脚上观察到的给定 VCom 值的变化率。寄存器设置 (VCOM_SLOPE) 可确定是突然地、跳跃地,还是逐渐地、斜变地应用变化。在变化是突然的(例如,在跳跃时)时,可以直接将 VCOM_TARGET 值传递到输出管脚 VCOM_OUT。图 7 示出了绘示根据本公开的一些具体实施在寄存器设置在“跳跃模式”期间导致 VCom 输出 702 时的 VCom 斜率控制输出 (VCOM_OUT) 的图示 700。图 8 示出了绘示根据本公开的各种实施例在寄存器设置 (VCOM_SLOPE) 导致 VCom“斜

变模式”时的 VCom 斜率控制输出 804 的图示。

[0062] 在 VCom 输出 804 处于斜变模式时,可以将 VCOM_TARGET 值作为计数器电路的端子值传递到斜变逻辑部件 608。可以在加电时对计数器的预加载值进行初始化或利用 VCOM_TARGET 进行重置。计数器时钟信号 802 可以从 TCON 602 接收的 VCOM_CNT_EN 输入的內部同步版本。可以利用大小比较器设置计数器的上下方向,使得计数值能够与 VCOM_TARGET 沿相同方向发展。在各种配置中,在计数器达到 VCOM_TARGET 值时,将不再应用任何进一步的更新。通过这种方式,可以将 VCOM_OUT 值从前一个值逐渐调节到由 VCOM_SEL 选择的值。在一些实施例中,可以由 VCOM_CNT_EN 输入脉冲的频率确定由斜变逻辑部件 608 施加的斜变率。

[0063] 图 9 示出了根据本公开的一些实施例采用输出偏置控制的缓冲 IC 904 的框图 900。应当理解,缓冲 IC 904 被绘示为高层次图示,并且这样一来,可以配置缓冲 IC 以任选地包括执行本文中进一步描述的任何显示器刷新率和显示图像补偿过程所需的额外电路部件。在一些具体实施中,在采用缓冲 IC 904 的显示系统正在根据可变刷新率操作时(例如,在 RRR 操作期间),缓冲 IC 904 可以利用一个或多个专用硬件管脚选择性地控制输出偏置。在 RRR 期间,由于刷新周期的频率更低,因此屏幕图像更新之间的时间增加。在这一空闲时间期间,显示系统可以有利地进入低功率模式,以节省能量,并且相应地可以减少缓冲 IC 904 到 TFT 面板的驱动。

[0064] 在一个实施例中,可以配置能够进行偏置控制的缓冲 IC 904 以支持动态驱动强度 (PGB_HIGH_DRIVE、PGB_LOW_DRIVE、VCOM_HIGH_DRIVE 和 VCOM_LOW_DRIVE) 实施,其可以受到一个或多个专用硬件管脚的控制。在一些配置中,预加载的寄存器可以包含针对 PGB 和 VCOM 的驱动强度值。可以采用关联管脚 (P_DRIVE_SEL 或 V_DRIVE_SEL) 来选择要结合 VCom 生成 906 和 γ 生成 908 部件施加到缓冲的输出偏置。在各种低功率空闲时期期间,可以降低输出偏置以节省能量;这种功率节省可与降低刷新率成比例地增大。

[0065] 图 10 示出了根据本公开的各种具体实施用于补偿液晶显示器 (LCD) 处应用 RRR 的过程 1000 的流程图。应当理解,图 10 中示出的过程 1000 可以由图 1 中所示的显示系统 104 的缓冲 IC 116 部件执行。在图 4-6 的缓冲 IC 实体/部件之内更详细地示出了图 1 的缓冲 IC 116。初始,在操作框 1002,缓冲 IC 402 的 VCom 库选择部件 504 可从定时控制器 502 接收电压输入选择 (VCOM_SEL)。然后,在操作框 1004,缓冲 IC 402 可以将基准电压输入选择 (VCOM_SEL) 与缓冲 IC 402 的寄存器库选择部件(例如 VCom 库选择部件 504) 处的多个预加载的寄存器值 (VCom_1 到 VCom_N) 进行比较。

[0066] 接下来,缓冲 IC 402 可以采用其 VCom 库选择部件 504 来基于比较来选择目标基准电压值,以影响 LCD 显示器处发光度的变化(例如,以补偿 RRR)。通过这种方式,缓冲 IC 402 可有效地补偿 LCD 处的图像呈现缺陷。根据一些实施例,图像呈现缺陷可以与在 LCD 处采用可变刷新率引起的 LCD 的改变的发光度水平相关联。在一些配置中,可以在缓冲 IC 402 的专用硬件管脚处从显示器定时控制器 502 接收基准电压输入选择,并可以响应于识别图像呈现缺陷来接收基准电压输入选择。

[0067] 根据一种具体实施,可以在配置成驱动 LCD 的缓冲 IC 402 或 GPU 110 处识别图像呈现缺陷。此外,对图像处理缺陷的识别可以对应于对 LCD 采用的 RRR 的检测。可以选择目标基准电压值以在 LCD 以 RRR 操作时增加 LCD 的发光度或在 LCD 以增大的刷新率操作时

降低 LCD 的发光度。

[0068] 图 11 示出了根据本公开的一些实施例用于补偿液晶显示器 (LCD) 处图像呈现缺陷的另一过程 1100 的流程图。应当理解,图 11 中示出的过程 1100 可以由图 1 中所示的显示系统 104 的缓冲 IC 116 部件执行。在图 4-6 的缓冲 IC 实体 / 部件之内更详细地示出了图 1 的缓冲 IC 116。初始,在操作框 1102,可以配置缓冲 IC 606 的 VCom 库选择部件 604 以从多个寄存器值 (VCom_1 到 VCom_N) 中选择目标基准电压值 (VCOM_TARGET)。然后,在操作框 1104,可以将缓冲 IC 606 的计数器时钟信号与来自显示器定时控制器 602 的输入 (VCOM_CNT_EN) 信号同步。

[0069] 接下来,在操作框 1106,可以基于目标基准电压值 (VCOM_TARGET) 和同步的计数器时钟信号来 (例如,在斜率逻辑部件 608 处) 选择缓冲 IC 606 的斜率设置。然后,在操作框 1108,可以在缓冲 IC 处应用选择的斜率设置,以影响从当前基准电压输出到目标基准电压输出的逐渐过渡。根据各种实施例,目标基准电压输出可以对应于等于或基本等于 (例如,在特定误差容限之内) 目标基准电压值的电压值。应当理解,从当前基准电压输出逐渐过渡到目标基准电压输出可能导致在 LCD 处的不含由于过渡 (例如,过渡到 RRR) 而引起的可察觉图像呈现伪影的视觉呈现。

[0070] 此外,从当前基准电压输出逐渐过渡到目标基准电压输出可以对应于 LCD 采用的第一刷新率和第二刷新率之间的过渡,其中第一刷新率大于第二刷新率 (例如 RRR),从而配置第二刷新率以在采用时使 LCD 节省功率。此外,根据一些配置,缓冲 IC 606 应用斜率设置可能导致目标基准电压输出跟踪同步的计数器时钟信号的方向,使得目标基准电压输出追随计数器时钟信号。

[0071] 根据本公开的一些具体实施,根据对应 IC 之内的转换器应用,显示系统 104 的缓冲 IC 116 或 CD 118 可以包括具有最优性能所需的目标操作范围的一个或多个部件模数转换器 (ADC) 和 / 或一个或多个数模转换器 (DAC)。可以配置 ADC 和 DAC 转换器以利用各种标准操作参数执行转换过程,标准操作参数包括差分非线性 (DNL) 参数或积分非线性 (INL) 参数。然而,在很多现实情形中,DNL 或 INL 参数会对转换器性能提供估计不足的操作评价或过度估计的操作评价,这对于 IC 之内的最优使用过于极端和 / 或昂贵。

[0072] 因此,有利的是采用值域非线性 (RNL) 参数,其为 ADC 和 / 或 DAC 转换操作提供目标值域估计。在一些实施例中,RNL 参数可以大于或等于 DNL 参数,并小于或等于 INL 参数。这样一来,在各种具体实施中,与 RNL 参数相关联的代码范围可以更窄地聚焦于误差容限之内,该误差容限会为 ADC 或 DAC 提供更好的信号转换处理性能。然而,应当理解,可以根据很多其他信号处理操作类似地采用 RNL 范围参数,其中与采用宽的未聚焦代码范围相反,目标范围的操作代码将会有用。

[0073] 图 12 示出了根据本公开的各种具体实施的显示系统 104 的列驱动器 (CD) 1204 的框图 1200。应当理解,CD 1204 被绘示为高层次图示,并且这样一来,可以配置 CD 1204 以任选地包括执行本文中进一步描述的任何显示器刷新率和显示图像补偿过程所需的额外电路部件。应当理解,在一些实施例中,CD 1204 可以由专用控制管脚 (CD_VBLANK) 构成,可以从 TCON 1202 向专用控制管脚发出一个或多个命令信号,以动态地关闭 TFT 面板 1214 的选择性部分,诸如结合用于在 TFT 面板 1214 处采用可变刷新率 (例如 RRR) 的过程。

[0074] 就此而言,可以配置在 CD 1204 的专用控制管脚 (CD_VBLANK) 处接收的信令,以选

择性地关闭 CD 1204 的前端电路（例如 RX 电路）的一部分或多个部分，努力节省功率。通过采用这种专用控制机制，CD 1204 的内部 γ 过程可以出现更少的 γ 痕迹，例如，对于在 CD 1204 的 γ 处理部件，包括但不限于包括一个或多个 γ 放大器 1208、 γ 电阻器串 1210、DAC 1212 等处的处理。这可实现更简单的 γ 输出和更低的电源轨电阻。

[0075] 图 13 示出了根据本公开的一些具体实施的显示系统 104 的 CD 1304 的另一框图 1300。应当理解，CD 1304 被绘示为高层次图示，并且这样一来，可以配置 CD 1304 以任选地包括执行本文中进一步描述的任何显示器刷新率和显示图像补偿过程所需的额外电路部件。根据各种实施例，可以配置 CD 1304 以在利用标准协议输入和 / 或在 CD 1304 的专用硬件管脚 (CD_VBLANK) 处接收的输入两者驱动 TFT 面板 120 时节省功率。在一些配置中，在这些功率节省方法的每种方法中，可选择的输入（例如协议输入和专用管脚输入）可以源自 TCON 1302。利用协议方法，来自 TCON 1302 的协议输入可以继续通过 CD 1304 的前端电路 1306（例如，可以对应于专有数字电路）的 RX 和协议解码部件，以输出 BIAS_CNTRL 和 VB_PD 信号，BIAS_CNTRL 和 VB_PD 信号可以选择性地关闭 CD 1304 电路的不同部分（但并非所有部分）。

[0076] 或者，利用专用硬件管脚 (CD_VBLANK) 方法，来自 TCON 1302 的协议输入可以选择性地关闭 CD 1304 的任意或全部（例如，导致全面断电）电路，包括数字前端电路 1306，操作前述协议方法时可能需要它。应当理解，专用硬件管脚 (CD_VBLANK) 方法可能导致 CD 1304 或其部分的关闭，同时仍然允许专用管脚处的 TCON 1302 输入界定 γ 缓冲 1308 及其关联负载阻抗的输出电压。通过这种方式，专用硬件管脚方法比协议方法具有更可控的功能性。此外，在各种配置中，可以采用协议和专用硬件管脚方法的组合，以产生用于特定 IC 实施的期望的输出。

[0077] 例如，下面的表 1 针对 CD 1304 电路的不同电路块部件（例如 γ 偏置块、主缓冲偏置块、数字 RX 块和 CD 输出块）示出了各种关闭电平。这些输出可以由处于低、高或否（“X”）操作状态时由不同的专用管脚输入 (CD_VBLANK) 值和 / 或协议输入结果 (VB_PD 和 BIAS_CNTRL) 值定义。要指出的是，仅 CD_VBLANK（仅操作时）可以实现所有 CD 电路块的完全关闭（例如，如下方表 1 中最后一行中所示）。

[0078]

表 1

CD_VBlank	协议比特		γ 偏置	主缓冲偏置	数字 RX	CD 输出
	VB PD	BIAS CTRL				
低	低	XXX	正常	正常	正常	正常
低	高	LLL	正常	低偏置	100%	最后一条线
		LLH	低偏置	低偏置	100%	最后一条线
		LHL	低偏置	0%	100%	浮动
		LHH	0%	0%	100%	浮动
		HLL	100%	低偏置	低偏置	最后一条线
		HLH	低偏置	低偏置	低偏置	最后一条线
		HHL	低偏置	0%	低偏置	浮动
		HHH	0%	0%	低偏置	浮动
高	X	LLL	正常	低偏置	低偏置	最后一条线
		LLH	低偏置	低偏置	低偏置	最后一条线
		LHL	低偏置	0%	低偏置	浮动
		LHH	0%	0%	低偏置	浮动
		HLL	正常	低偏置	0%	最后一条线
		HLH	低偏置	低偏置	0%	最后一条线

[0079]

		HHL	低偏置	0%	0%	浮动
		HHH	0%	0%	0%	浮动

[0080] 图 14 示出了根据本公开的各种具体实施用于节省 LCD 的显示驱动器（例如 CD 1304）处功率的过程 1400 的流程图。应当理解，图 14 中示出的过程 1400 可以由图 1 中所示的显示系统 104 的 CD 118 部件执行。在图 12 和图 13 的显示驱动器实体 / 部件之内更详细地示出了图 1 的 CD 118。初始，在操作框 1402，CD 1304 的前端电路 1306 可以从 TCON 1302 接收第一输入信号（CD_VBLANK）。接下来，在操作框 1404，CD 1304 可以确定第一输入信号的设置。然后，在决策框 1406，CD 1304 可以确定是否已经从 TCON 1302 接收到另一个第二输入信号（协议信号）。

[0081] 在 CD 1304 处已经接收到第二输入信号的情形中，CD 1304 可以在操作框 1408 确定第二输入信号（协议信号）的设置。接下来，该过程前进到操作框 1410。或者，在未接收到第二输入信号（协议信号）的情形中，过程继续进行到操作框 1410。然后，在操作框 1410，在 CD 1304 的前端电路 1306 处基于第一输入信号（CD_VBLANK）或第二输入信号（协议信号）或两者的设置来确定关闭 LCD 的一个或多个电路（例如，CD 1304 的模拟和 / 或数字电路）。之后，在操作框 1412，可以至少部分地基于所确定的第一输入信号（CD_VBLANK）的设置来设置 CD 1304 的输出电压。

[0082] 根据各种具体实施，可能需要 CD 1304 的数字电路部分（例如，前端电路的数字电路）以确定第二输入信号（协议信号）的设置。在一些情形中，第二输入信号的设置可以是不能关闭 CD 1304 的数字电路部分的协议设置。在另一种情形中，可以配置 CD 1304 以基于第一输入信号（CD_VBLANK）的设置来选择性地关闭 CD 1304 的数字电路部分（例如，

前端电路的数字电路)。在各种具体实施中,可以配置 CD 1304 以驱动 LCD 的显示面板(例如, TFT 面板 1214),并可以在 CD 1304 的专用硬件管脚处接收第一输入信号(CD_VBLANK)。

[0083] 在一些配置中,可以进一步配置第一输入信号(CD_VBLANK)的设置以设置 CD 1304 的输出(V_OUT)处的阻抗值,并且 LCD 的显示面板(例如, TFT 面板 1214)可以充当 CD 1304 的输出处的负载。此外,可以配置第一输入信号(CD_VBLANK)的设置以控制显示驱动器的输出电压,以便提高 LCD 的显示面板的发光度水平(诸如,在 LCD 以 RRR 操作时)或降低 LCD 的显示面板的发光度水平(诸如,在 LCD 以增大的刷新率操作时)。

[0084] 图 15 示出了绘示根据本公开的一些实施例用于节省 LCD 的显示驱动器(例如, CD 1304)处的功率的另一过程 1500 的流程图。应当理解,图 15 中示出的过程 1500 可以由图 1 中所示的显示系统 104 的 CD 118 部件执行。在图 12 和图 13 的显示驱动器实体/部件之内更详细地示出了图 1 的 CD 118。初始,在操作框 1402,可以配置 CD 1304 的前端电路 1306 以在显示驱动器(例如 CD 1304)处从显示控制器(例如 TCON 1302)接收至少一个输入(CD_VBLANK 和 / 或协议信号)。接着,在操作框 1504, CD 1304 可从至少一个输入(CD_VBLANK 和 / 或协议信号)确定一个或多个设置。

[0085] 接下来,在操作框 1506,可以由显示驱动器处的逻辑部件基于一个或多个设置来对显示驱动器的至少一部分断电和 / 或关机。然后,在操作框 1508,可以由显示驱动器通过设置显示驱动器的基准电压输出(V_OUT)来建立显示面板(例如, TFT 面板 1214)的发光度水平。在一些实施例中,可以在显示驱动器专用硬件管脚处接收一个或多个设置中的第一设置作为输入信号(CD_VBLANK)。在一些情形中,第一设置(CD_VBLANK)可以是被配置为关闭显示驱动器的所有电路的非协议设置。

[0086] 在各种情形中,一个或多个设置中的第二设置可以是不能关闭显示驱动器的数字电路部分(例如,前端电路的数字电路)的协议设置(协议信号)。此外,可以配置第一设置(CD_VBLANK)以设置显示驱动器的输出(V_OUT)处的特定阻抗,其中显示面板是在显示驱动器输出处的负载。在一些具体实施中,可以配置第一设置(CD_VBLANK)以控制基准电压输出(V_OUT)的电压值,以在 LCD 以降低的刷新率操作时增大显示面板(例如 TFT 面板 1214)的发光度水平,或在 LCD 以增大的刷新率操作时降低显示面板(例如 TFT 面板 1214)的发光度水平。

[0087] 图 16 示出了根据本公开的各种实施例的被配置为以可变刷新率驱动显示面板 1606 的显示系统 TCON 1602 的框图 1600。应当理解, TCON 1602 被绘示为高层次图示,并且这样一来,可以配置 TCON 1602 以任选地包括执行本文中进一步描述的任何显示器刷新率和显示图像补偿过程所需的额外电路部件。TCON 1605 可以包括时钟电路 1614、缓冲 IC 驱动电路 1610 和可向缓冲 IC 1604 和 TFT 面板 1606,包括 CD 1608 传送各种信令(如前所述)的 TFT 面板驱动电路 1612。这种 TCON 信令可以包括 VCOM_SEL、VCOM_CNT_EN、GAMMA_SEL、CD_VBLANK 和协议(例如, eRVDS 协议)通信。

[0088] 应当理解,可以由 TCON 1602 根据 TCON 1602 从 CPU 或任意数量的 GPU/VPU 110 接收的图像数据和控制数据设置 CD_VBLANK 和协议信令, CPU 或任意数量的 GPU/VPU 110 可以集成到主机系统 102 的片上系统(SoC)集成电路(IC)之内。根据一些实施例, TCON 1602 采用的可变刷新率可以允许源(例如, CPU、一个或多个 GPU 或缓冲 IC 1604)通过改变经 TFT 面板 1606 的接口链路通信的 CD_VBLANK 来有效地控制 TFT 面板 1606 的刷新率(经由

CD 1608)。根据一些实施例,对这一特征的支持可以限于单个 RRR(例如,从 60Hz 到 30Hz),或者它可以包括多个 RRR,表示源可以逐个帧地决定发送 LRR 帧还是 RRR 帧。图像帧的有源像素部分可以在 LRR(例如,在 60Hz)帧和 RRR(例如,在 30Hz)帧之间保持相同,使得刷新率的变化可以经由垂直消隐(VBlank)唯一源自指定变化。

[0089] 可变刷新率支持可需要在 TCON 1602 处(例如,在缓冲 IC 驱动电路 1610 之内或在 TFT 面板驱动电路 1612 之内)采用几种专用特征。根据其各种具体实施,通过动态使 TCON 1602、缓冲 IC 1604、CD 1608 和 TFT 面板 1606 或其部件在扩展的 VBlank 周期期间诸如响应于采用 RRR 进入各种低功率状态,从而实现显著的功率节省。在一些实施例中,在从 LRR 过渡到 RRR 期间,或反之,TFT 面板 1606 处可能会出现可见的伪影,这可能导致 LRR 帧和 RRR 帧之间静态亮度的差异。在各种刷新率之间切换时,这些图像伪影可能是可察觉的。TCON 1602 可支持几种补偿机制(本文进一步描述)以提供补偿,用于消除或减少这些不希望的视觉伪影。

[0090] 显示技术领域中的普通技术人员将会理解,可以针对个体帧定义图像帧的刷新率。例如,可以在前一帧的最后有源像素之后立即开始图像帧,并且该图像帧可以一直继续到当前帧的最后有源像素被照亮为止。这一时间周期的长度决定了当前帧的刷新率。可以通过针对一个或多个图像帧伸展垂直前边沿(VFP)或垂直后边沿(VBP)或它们的任意组合来实现 RRR。

[0091] 根据本公开的各种实施例,可以与显示系统应用的 RRR 成比例地减少 TFT 面板 1606 消耗的动态功率(例如,如 TCON 1602 的 TFT 面板驱动电路 1612 实现的那样)。此外,可以动态地扩展垂直消隐周期以实现 RRR,同时在 TCON 1602 的时钟电路 1614 处保持相同的时钟频率。在一些具体实施中,可以在扩展的消隐时间期间动态地关闭 TFT 面板 1606 处的各个电源轨,因为在这个时间周期期间可以不主动驱动各个显示器像素。此外,在一些情形中,在对电路进行时钟门控的情况下,诸如在垂直消隐关闭周期期间(例如,在进一步努力节省设备电力资源时),可以选择性地关闭对应的数字电路。

[0092] 图 17 示出了绘示根据本公开的一些具体实施用于在 LCD 显示面板 1606 处确立 RRR 的过程 1700 的流程图。应当理解,图 17 中示出的过程 1700 可以由图 1 中所示的显示系统 104 的 TCON 114 部件执行。在图 16 的 TCON 1602 实体/部件之内更详细地示出了图 1 的 TCON 114。初始,在操作框 1702, TCON 1602 可以从主机系统的 GPU 接收图像控制数据。然后,在操作框 1704, TCON 1602 可以评估接收的图像控制信息以确定用于 LCD 的显示面板 1606 的对应的 RRR 分配。

[0093] 接下来,在操作框 1706, TCON 1602 可以向 LCD 的其他电路部件(例如,缓冲 IC 1604 和 CD 1608)传输与 RRR 相关联的显示控制信令信息(例如, VCOM_SEL、VCOM_CNT_EN、GAMMA_SEL、CD_VBLANK 和协议信令)。之后,响应于接收到显示控制信令信息, LCD 的其他电路部件(例如,缓冲 IC 1604 和 CD 1608)(结合 TCON 1602)可实现 LCD 从当前采用的实况刷新率(LRR)到目标 RRR 的过渡。根据各种具体实施,可以进一步配置显示控制信令信息以影响一个或多个图像补偿过程,以校正由以 RRR 操作显示面板而导致的图像呈现缺陷。

[0094] 在一些实施例中,图像呈现缺陷可与显示面板的降低的发光度或由过渡到 RRR 导致的一个或多个不希望的图像伪影相关联,并且过渡到 RRR 可以对应于从 50 赫兹或更高的 LRR 过渡到 40 赫兹或更低的 RRR。在一些配置中,可以进一步配置 TCON 1602 以响应于检

测到主机系统处的活动（例如，在主机系统的触摸屏显示器处检测到触摸输入），通过将显示面板从 RRR 过渡回到 LRR，从显示面板处的 RRR 立即退出，以支持有源图像呈现过程。

[0095] 在一些具体实施中，TCON 1602 可以包括时钟电路 1614，其被配置为以一个或多个 RRR 驱动显示面板 1606（例如，结合 CD 1608），如主机系统的 GPU 所指定的。根据特定的设备活动，导致变化的呈现过程水平（例如视频呈现、互联网驱动的应用呈现、静态本地应用呈现等），TCON 1602 可以接收需要特定设备的 LCD 显示面板进行高分辨率（例如 5-10Hz 或更低的小刷新率状态过渡）或低分辨率（例如 20-30Hz 或更大的大刷新率状态过渡）刷新率过渡的控制数据。这些取决于分辨率的过渡可以取决于任意数量的变量，包括设备的移动性、当前的电池寿命状态、历史或预计的显示器呈现过程等。

[0096] 在各种配置中，TCON 1602 还可以由用于驱动 LCD 的缓冲电路 1604 的显示器缓冲驱动电路 1610 和用于控制显示面板 1606 的显示驱动器 1608 的显示面板驱动电路 1612 构成。LCD 的显示面板 1606 可以是薄膜晶体管 (TFT) 面板 1606，并且可以配置主机系统的一个或多个 GPU 以包括可利用并行图形处理向 LCD 的缓冲电路 1604 动态呈现图像数据的多个 GPU。

[0097] 图 18 示出了绘示根据本公开的一些实施例在 LCD 显示面板 1606 处确立 RRR 的另一过程 1800 的流程图。应当理解，图 18 中示出的过程 1800 可以由图 1 中所示的显示系统 104 的 TCON 114 部件执行。在图 16 的 TCON 1602 实体 / 部件之内更详细地示出了图 1 的 TCON 114。初始，在操作框 1802 处，可以配置 TCON 1602 以通过从 GPU 接收图像控制信息来控制液晶显示器 (LCD) 处的刷新率。接着，在操作框 1804，TCO 1602 可以利用接收的图像控制信息为 LCD 的显示面板 1606 确定 RRR。

[0098] 然后，在操作框 1806，TCO 1602 可确定由以 RRR 操作显示面板而导致的一个或多个图像呈现缺陷。接下来，在操作框 1808，TCO 1602 可以向 LCD 的缓冲电路（例如，缓冲 IC 1604）和显示驱动器（例如，CD 1608）传输与 RRR 相关联的显示控制信令信息。接着，在操作框 1810，可以使 LCD 从现有的 LRR 过渡到以 RRR 操作，同时缓冲 IC 1604 和 / 或 CD 1608 补偿与以 RRR 操作 LCD（同时）相关联的图像呈现缺陷。通过这种方式，LCD 的面板显示器 1606 可在功率节省模式中以 RRR 操作，并且可以通过采用可保持 LCD 的用户察觉到的视觉图像呈现一致性的各种图像补偿机制来补救与这样做相关联的任何不利图像呈现效应。

[0099] 在一些配置中，TCO 1602 可选择性地向 LCD 的一个或多个部件发送与 RRR 相关联的显示控制信令信息，以影响向 RRR 过渡，并补偿与显示面板 1606 显示发光度或亮度不希望的增大或不希望的减小相关联的图像呈现缺陷，以及补偿由过渡到新刷新率导致的不希望的图像伪影或图像缺陷。通过这种方式实现两种刷新率之间（例如，LRR 和 RRR 之间，RRR 和 LRR 之间或两种不同 RRR 之间）的过渡。在一些实施例中，过渡到 RRR 可以对应于从 50 赫兹或更高的 LRR 过渡到 40 赫兹或更低的 RRR，并且在显示器呈现期间的任何时间点，都可以进一步配置 TCON 1602 以影响在显示面板处从 RRR 立即退出（例如，通过使显示面板从 RRR 过渡回 LRR）。

[0100] 图 19 示出了绘示根据本公开的各种具体实施配置成采用不同可变刷新率的 LCD 的操作的实例刷新率时序图 1900。在一些配置中，可以将默认设备显示器刷新率设置在 60Hz 1902，其中 60Hz 的刷新率周期可能没有以标准刷新率操作 LCD 显示面板（例如，TFT

面板 1606) 导致的关机间隔。就此而言,应当理解,实际有 60Hz 刷新率循环间隔的周期性关闭间隔;然而,这种刷新率被视为基线 LRR,用于例示性绘示由于以低于基线 LRR 的 RRR 操作显示面板实现的功率节省优点。

[0101] 在各种实施例中,可以将设备显示器的 RRR 设置在 40Hz 1904,其中 40Hz 的刷新率周期具有因为以第一 RRR(参考 LRR)操作 LCD 显示面板(例如, TFT 面板 1606)而导致的增大的关机、功率节省间隔。与以 40Hz 的 RRR 操作 LCD 相关联的功率节省益处可以与刷新率 20Hz 的降低成正比。类似地,在其他配置中,可以将设备显示器的 RRR 设置在 30Hz 1906,其中 30Hz 时的刷新率周期具有以第二更低 RRR 操作 LCD 显示面板而导致的增大的关机、功率节省间隔。与以 30Hz 的 RRR 操作 LCD 相关联的功率节省益处也可以与刷新率 30Hz (LRR 的一半)的降低成正比。在这些实例的每个中,30Hz 和 40Hz 下的刷新率时间可以与 60Hz 的 LRR 相同(例如,在正常驱动期间),但在不同刷新率之间过渡期间,垂直消隐时间可能增加。

[0102] 图 20 示出了绘示根据本公开的一些实施例,在两种不同刷新率之间(例如,40Hz 的刷新率和 60Hz 的刷新率之间)过渡期间的垂直消隐间隔 2002a-f 的另一刷新率时序图 2000。在 40Hz 的第一刷新率和 60Hz 的增大的第二刷新率之间这种斜变(平滑)过渡期间,在垂直消隐间隔期间可以逐渐增大有源视频图像帧 2004、2006、2008、2010 和 2012 的频率。

[0103] 这种过渡可以根据 LCD 的缓冲 IC 606 的斜变逻辑部件 608 而发生,使得在 2 到 3 秒的时间周期内(对应于 400 个图像帧),消隐时间期间电源轨关机可相应地降低面板驱动功率。在这种配置中,可以在下一刷新率开始之前,选择性地再次导通 LCD 的个体电源轨。通过这种方式,可以避免 LCD 的显示面板处的视觉伪影呈现。应当理解,用于刷新率过渡的总切换时间可以根据刷新率过渡的应用和定时要求而变化。

[0104] 图 21 示出了根据本公开的一些实施例在可变刷新率过渡过程 2100 期间的最优基准电压输出曲线图。根据在缓冲 IC 606 处从 TCON 602 接收的刷新率选择 (VCOM_SEL),可以根据目标基准电压输出 (VCOM_TARGET) 在缓冲 IC 606 处(例如经由 VCom 库选择部件 604)选择可直接影响显示面板各像素发光度的基准电压输出 (VCOM_OUT)。应当部分基于源自 TCON 602 的特定刷新率选择 (VCOM_SEL) 来选择这一目标基准电压 (VCOM_TARGET) 为最优基准电压值。

[0105] 在各种配置中,最优 VCom 输出值(在最优 VCom 电压曲线 2104 中示出)可以取决于刷新率,并因此应当被动态分配。因此,在 LCD 处(例如,根据对应的 GPU 控制数据)改变(例如,增大或减小)刷新率时,可以选择 Vcom 输出电压以使可察觉的亮度变化、尤其是在低刷新率实施期间(例如,在 LCD 处采用 RRR 时)最小化。在各种实施例中,可以在 LCD 处采用 CD 1204 电路以随时间动态调节 VCom 电压。

[0106] 在特定的刷新率切换间隔 2106 期间示出了变化的刷新率曲线 2102,以例示优化的 VCom 基准电压 2104 如何与具有 40Hz 到 60Hz 之间的刷新率范围的不同显示面板刷新率相关。尽管图 21 中未示出,但应当理解,在可变刷新率驱动情形期间也可以改变 γ 基准电压 (V_γ),以进一步补偿导致的任何亮度变化(例如,在应用 RRR 时)。

[0107] 在一些具体实施中,可以通过扩展垂直消隐周期,同时维持相同的时钟频率值来实现 RRR。此外,在各种静态和动态图像呈现情形中,在扩展的垂直消隐间隔期间,通过在垂直消隐时间期间动态关闭不必要的电路块,可以显著降低功耗。在一些配置中,与数字电源

轨关机相比,模拟电源轨关机可以具有最显著的功率节省影响,因为模拟功率通常占据 LCD 总功耗的显著部分。此外,应当理解,像素充电时间未必随着本公开中所述的应用而改变,因为可以将对应的像素时钟频率维持在一个或多个相同水平。

[0108] 图 22 示出了绘示根据本公开的一些具体实施以 LRR 2202 和 RRR 2204 操作 LCD 时用于在 LCD 的驱动电路处节省功率的协议的曲线图 2200。以 60Hz 的标准 LRR 2202,该协议可以根据在 LCD 的显示面板之内维持最大数量的一个或多个对应电源轨的刷新周期而切换。在这种情形中,LCD 之内的一个或多个对应驱动电路(例如,在 CD 处)可以是活动的,并在满功率下操作。然而,以 30Hz 的 RRR 2204,该协议可以根据在 LCD 的显示面板之内维持更小数量的一个或多个对应活动电源轨的减少的刷新周期而切换。在这种情形中,在指定的“CD 关”周期 2206 期间,LCD 之内的一个或多个对应驱动电路可以是不活动的,其中可以对 CD 电路的至少一部分进行去活和 / 或断电。

[0109] 根据一些具体实施,内部电源轨可以通过利用用于 CD 的各种放大器和 DAC 电路的最小偏置电流,在指定的“CD 关”周期 2206 期间节省功率。在从“CD 关”状态退出之后,从 CD 处的最小偏置电流过渡到 CD 处的完整操作电流的时间可以最小,以快速过渡回“CD 开”状态。此外,在各种配置中,可以相继激活 / 去活 CD 部件,以减小跨特定电压源轨的电流变化。

[0110] 根据一些实施例,源(例如 GPU)可以向 TCON 1602 发送有源像素数据,并然后继续进行标准的高级链路功率管理(ALPM)关机。例如,对于标准的 LRR 帧,可以在预指定的时间间隔内对对应的接口链路进行关机,并且之后,可以再次打开该链路(例如,在适当电平下,以重新开始传输下一个有源像素数据)。一帧的活动结束(EOA)点和下一帧的活动开始(SOA)点之间的总时间可以等于所需垂直消隐时间(例如,由对应的图像定时水平(例如,在 60Hz)定义)。

[0111] 在一些情形中,在源(例如 GPU)决定发送一个或多个 RRR 图像帧时,过程可以与前面描述的相同。例如,源可以发送最后一个有源像素,并且然后根据 60Hz 的图像帧,关闭数据处理链路。然而,在一些情形中,重新启动链路之前的时间间隔可能已经增大,使得一帧的 EOA 和下一帧的 SOA 之间的总时间可以等于 RRR 帧所需的垂直消隐时间。

[0112] 根据一些具体实施,LCD 可以采用在处理期间从 RRR 图像帧立即退出的过程。例如,在一些配置中,在源 GPU 已经开始处理 RRR 图像帧且出现用户输入(例如,移动电话或平板电脑的触摸屏显示器处的输入)时,可能希望立刻终止过程中的 RRR 图像帧垂直消隐,以使 RRR 和 LRR 之间的延迟最小化(例如,以改善用户的视觉体验)。在一些情形中,这种快速过渡可以包括根据 LRR 和退出的 RRR 之间某处的中等刷新率向用户呈现补充图像帧。在一些具体实施中,GPU 源可以在每个新帧处发送这些快速响应退出帧,以利用范围介于 LRR 和 RRR 之间任何地方的刷新率有效产生帧的序列。

[0113] 根据一些实施例,LCD 处的可变刷新率具体实施可以包括刷新率检测机制,其包括各种补偿特征,需要 TCON 1602 了解当前图像帧处应用的当前刷新率。在一些情形中,可能不需要 GPU 源通告向缓冲 IC 1604 发送的帧数据的当前刷新率。在这种配置中,可以由 TCON 1602 自己确定刷新率,使得 GPU 可在任何时间传输 LRR 帧或 RRR 帧,并可以配置 TCON 1602 本身以基于其自己对当前帧的刷新率的确定来确定适当的动作。

[0114] 在各种实施例中,TCON 1602 可以通过在当前链路关机期间为垂直消隐维持有效

线的数量来实现这一目标。就此而言,由于在这个时间间隔期间可能没有链路或数据处理时钟源,因此 TCON 1602 可以使用其自己的内部时钟电路 1614 和预先编程的线路定时配置,以准确计数在这个时间周期期间采用的垂直消隐线的数量。在这一时间期间源 GPU 和 TCON 1602 可能不同步的事实可意味着 TCON 1602 中的垂直消隐线数可能与主机系统中的稍微不同(例如,在主机 CPU 或 GPU 处,由于诸如相对时钟漂移、虚拟时钟编程中的差异等因素)。

[0115] 为了补偿这种情形,可以提供专用寄存器,以允许在像素管线时钟中编程垂直消隐时间,从而更密切匹配来自主机系统处源的值。此外,在一些配置中,由于有必要支持立刻退出,因此传入的帧可能具有任意数量的垂直消隐线,例如,数量介于 LRR 垂直消隐和 RRR 垂直消隐之间。可以使用可编程的阈值以确定特定帧是 LRR 帧还是 RRR 帧,并可以根据需要将该信息传输到 LCD 之下的下游逻辑部件。在一些实施例中,可以向任何下游 LCD 逻辑部件提供垂直消隐线的绝对数量,该下游 LCD 逻辑部件可通过利用绝对计数数据做出智能补偿决策。在各种配置中,可以部分地基于各种 RRR 触发设置来评估 VRR 率检测实施。在一些情形中,可以维持(保持恒定)LRR、RRR 和 / 或垂直消隐计数,直到随后的触发事件。

[0116] 可单独地或以任何组合方式来使用所述实施例的各方面、实施例、具体实施或特征。此外,可由软件、硬件或硬件与软件的组合来实现所述实施例的一些方面。所述实施例也可以体现为非暂态计算机可读介质上存储的计算机程序代码。计算机可读介质可与能够存储可在此之后被计算机或计算机系统读取的数据的任何数据存储设备相关联。计算机可读介质的示例包括只读存储器、随机存取存储器、CD-ROM、固态磁盘(SSD 或闪存)、HDD、DVD、磁带和光学数据存储设备。计算机可读介质还可分布在网络耦接的计算机系统中,使得计算机程序代码可以通过分布式方式被执行。

[0117] 在上述描述中,为了进行解释,所使用的特定命名提供对所述实施例的彻底理解。然而,对于本领域的技术人员而言将显而易见的是,实践所述实施例不需要这些具体细节中的一些。因此,对特定实施例的上述描述是出于举例说明和描述的目的而在此呈现的。这些描述并非意在穷举的、全部包含的或将所述的实施例限制为所公开的精确形式或细节。对于本领域的普通技术人员而言将显而易见的是,根据上述教导内容,在不脱离本公开的实质和范围的情况下,许多修改和变型是可能的。

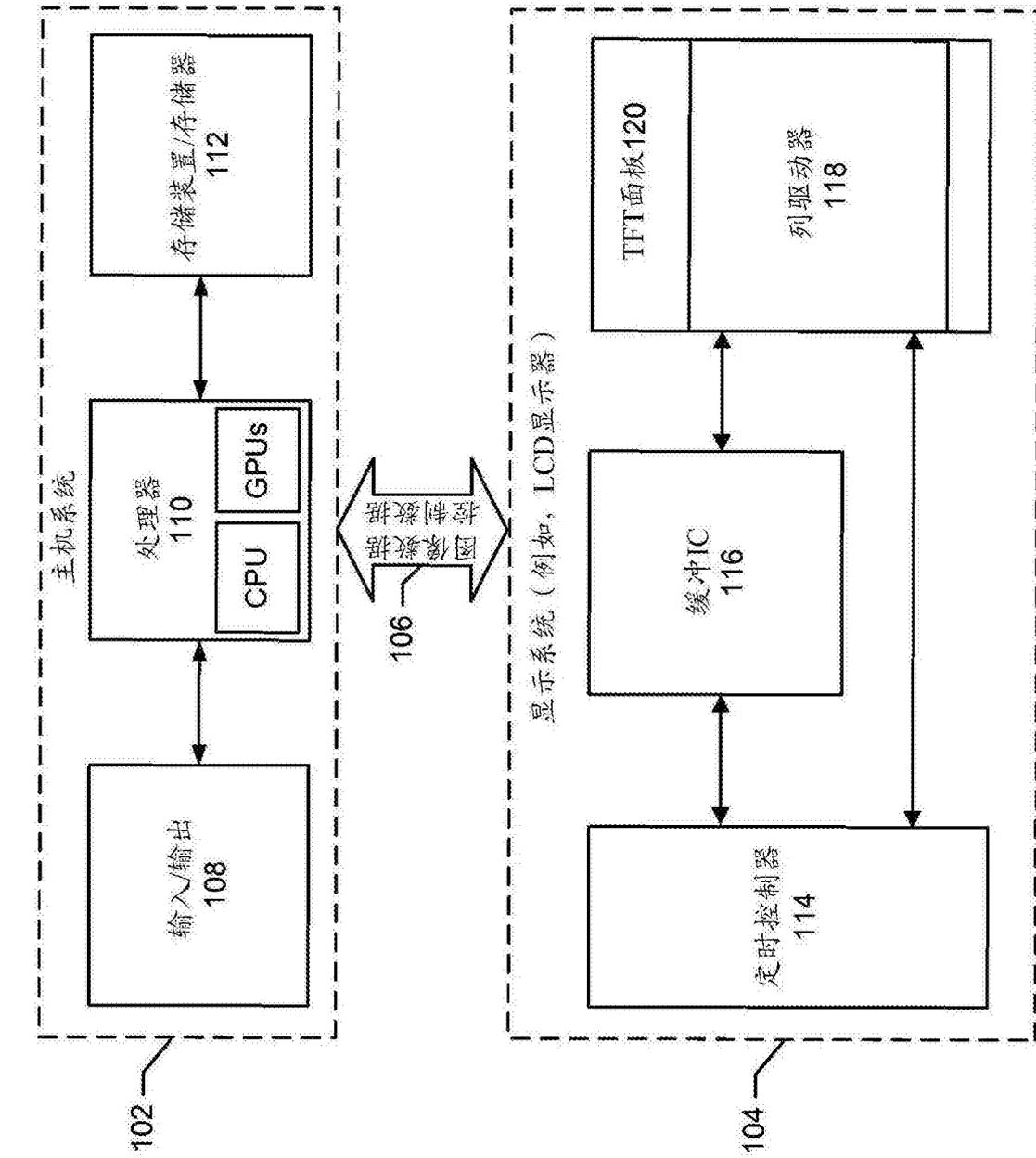


图 1

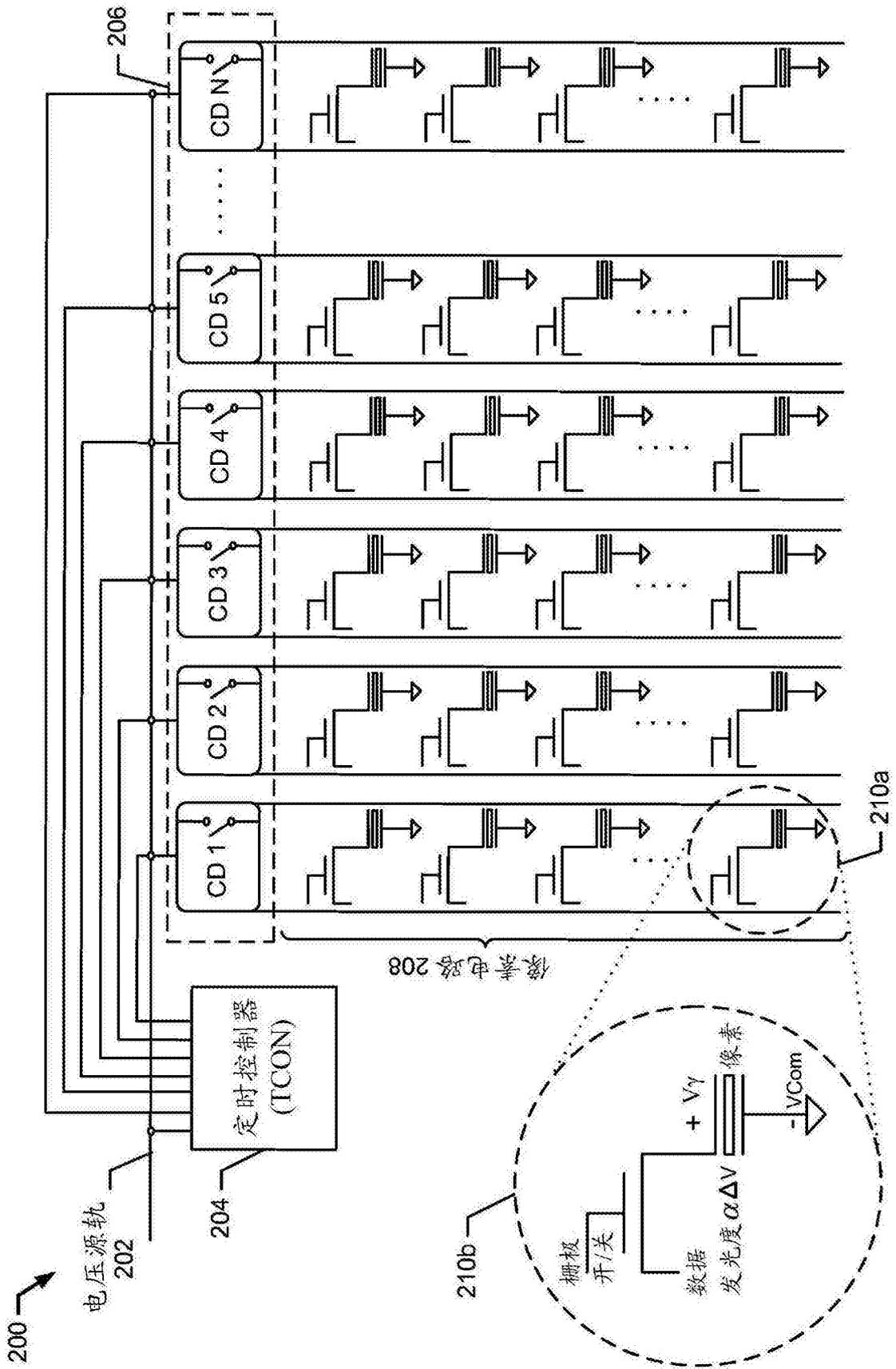


图 2

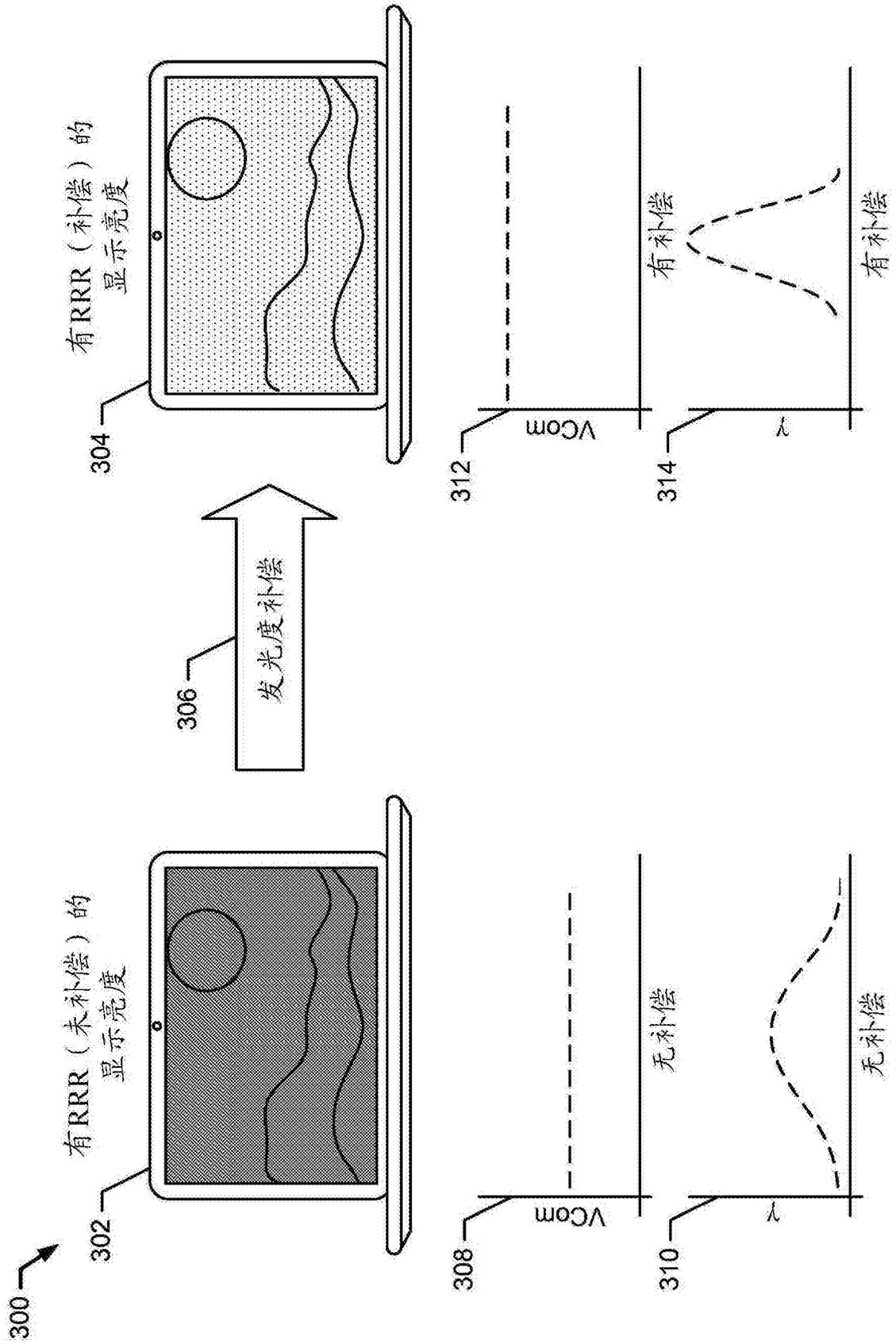


图 3

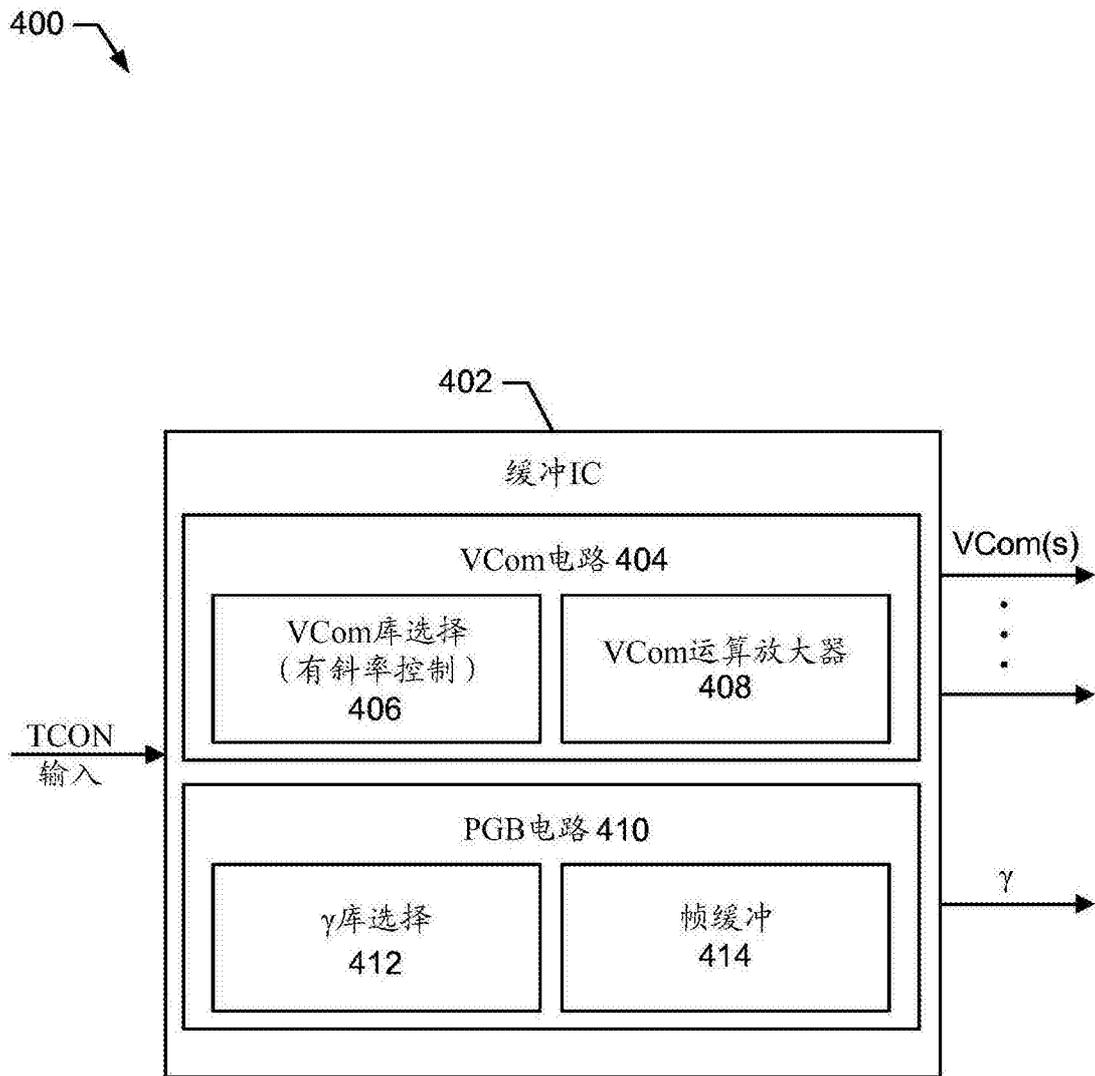
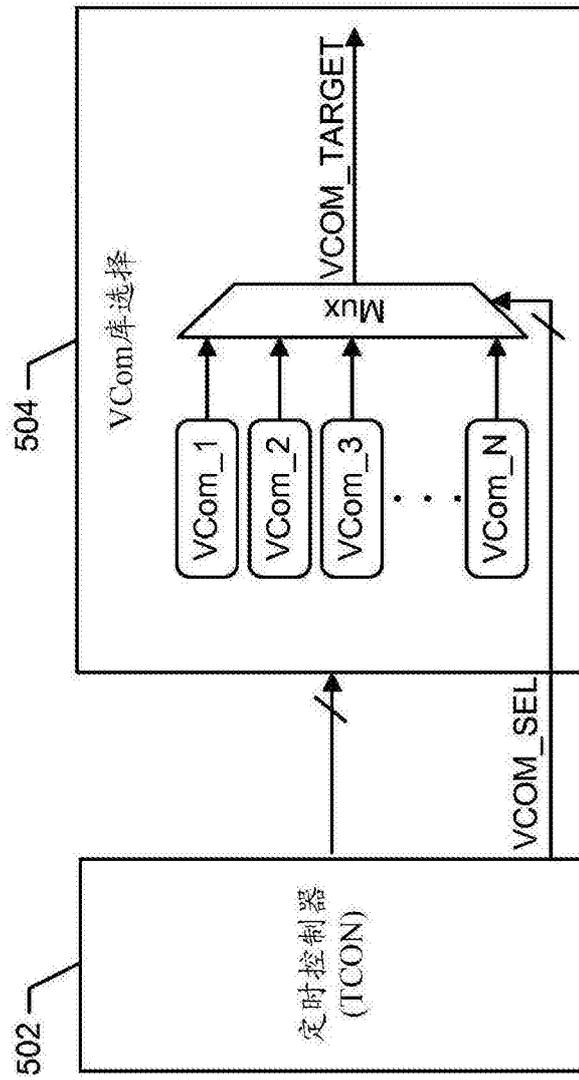


图 4



500 ↗

图 5

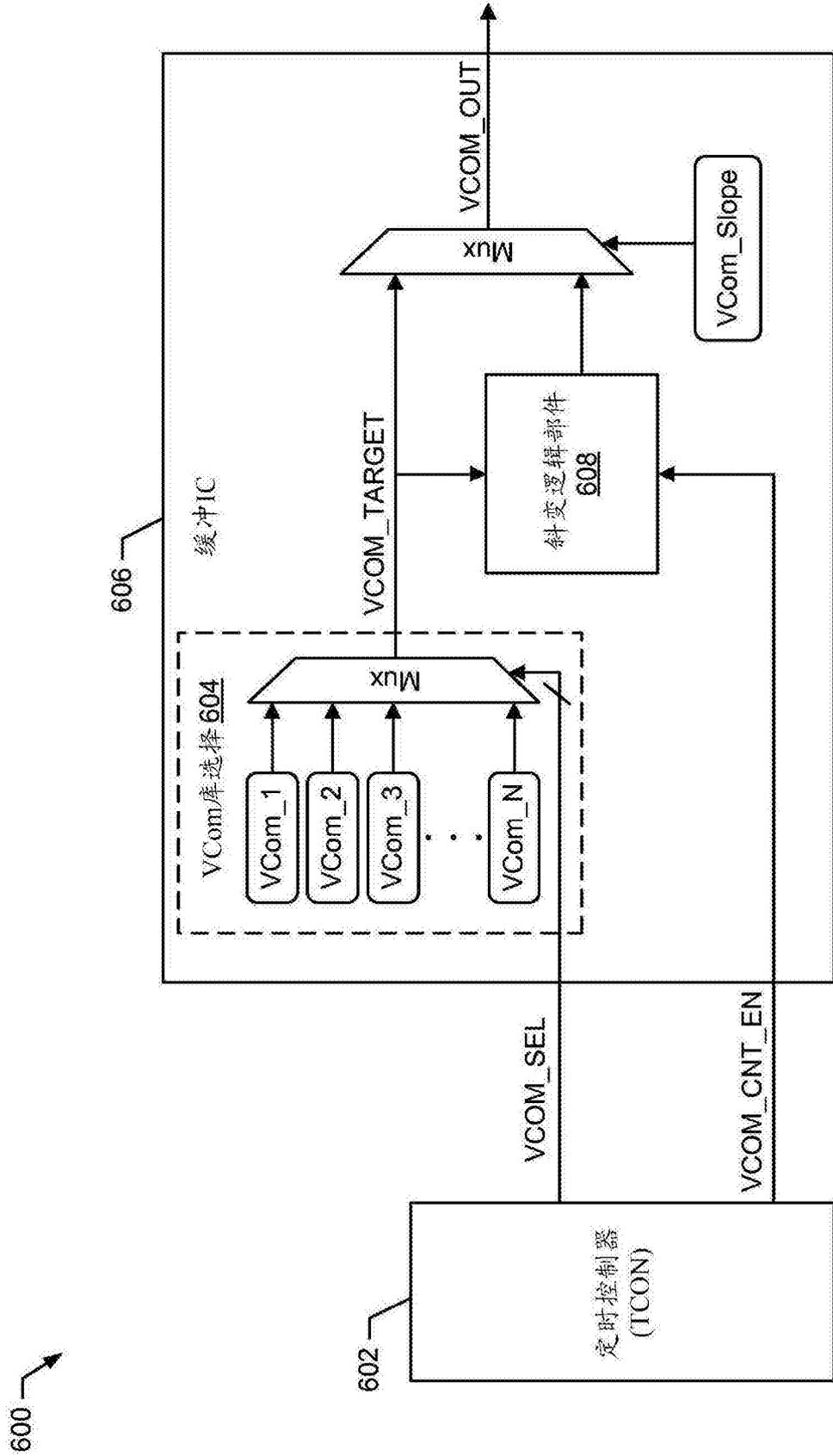


图 6

700 ↗

VCom斜率控制-跳跃模式

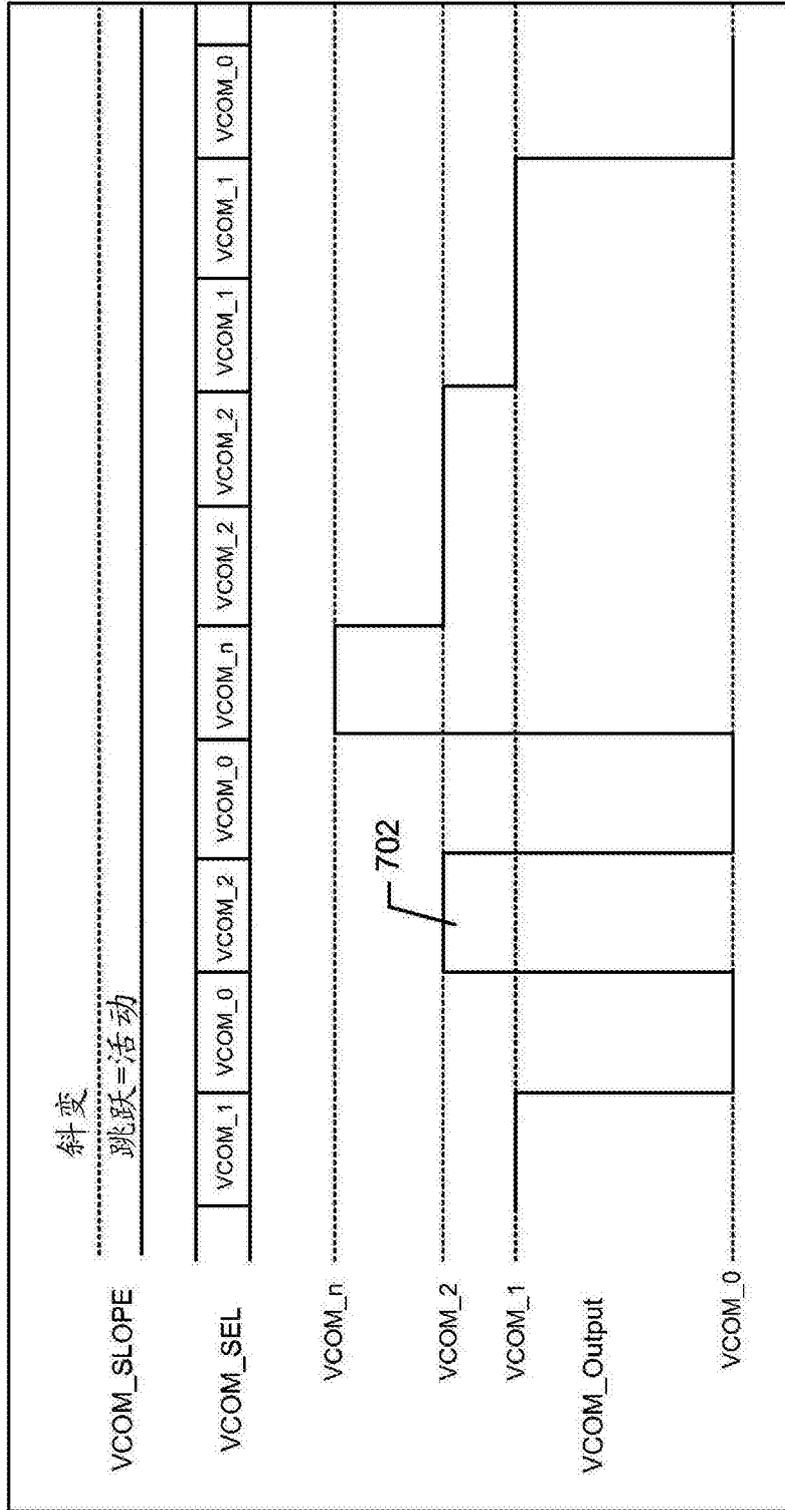


图 7

VCom斜率控制-斜变模式

800 ↗

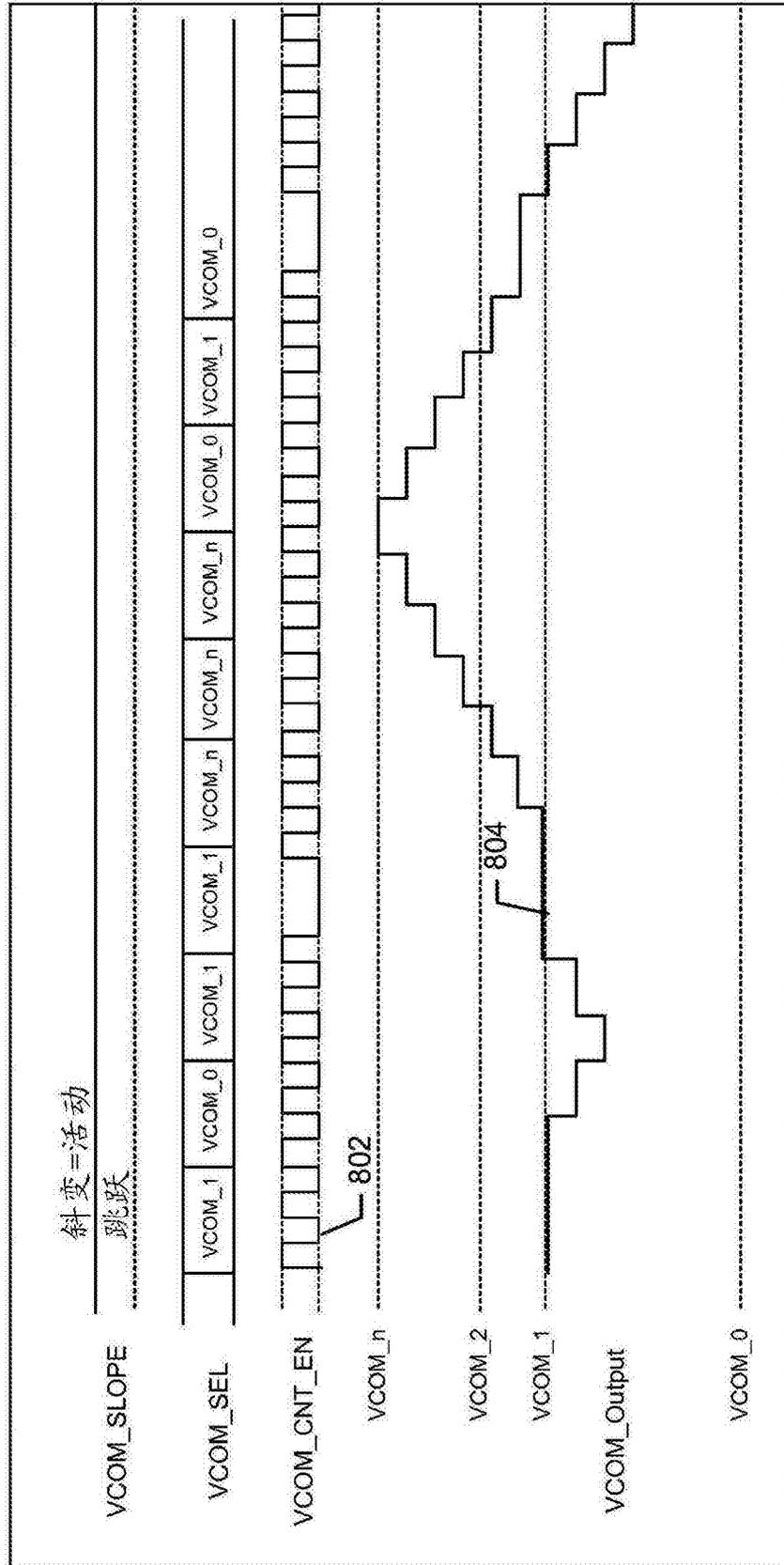


图 8

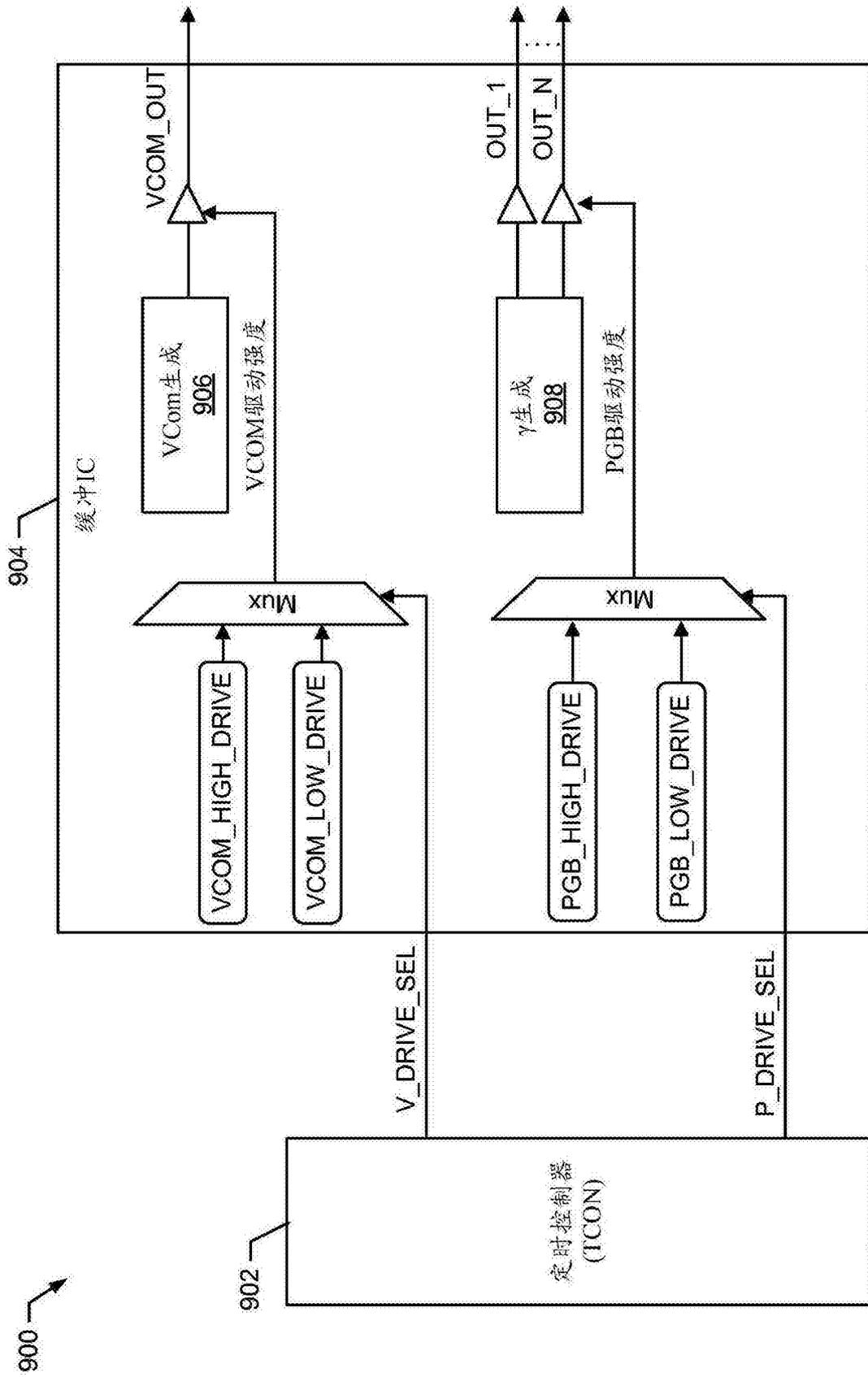


图 9

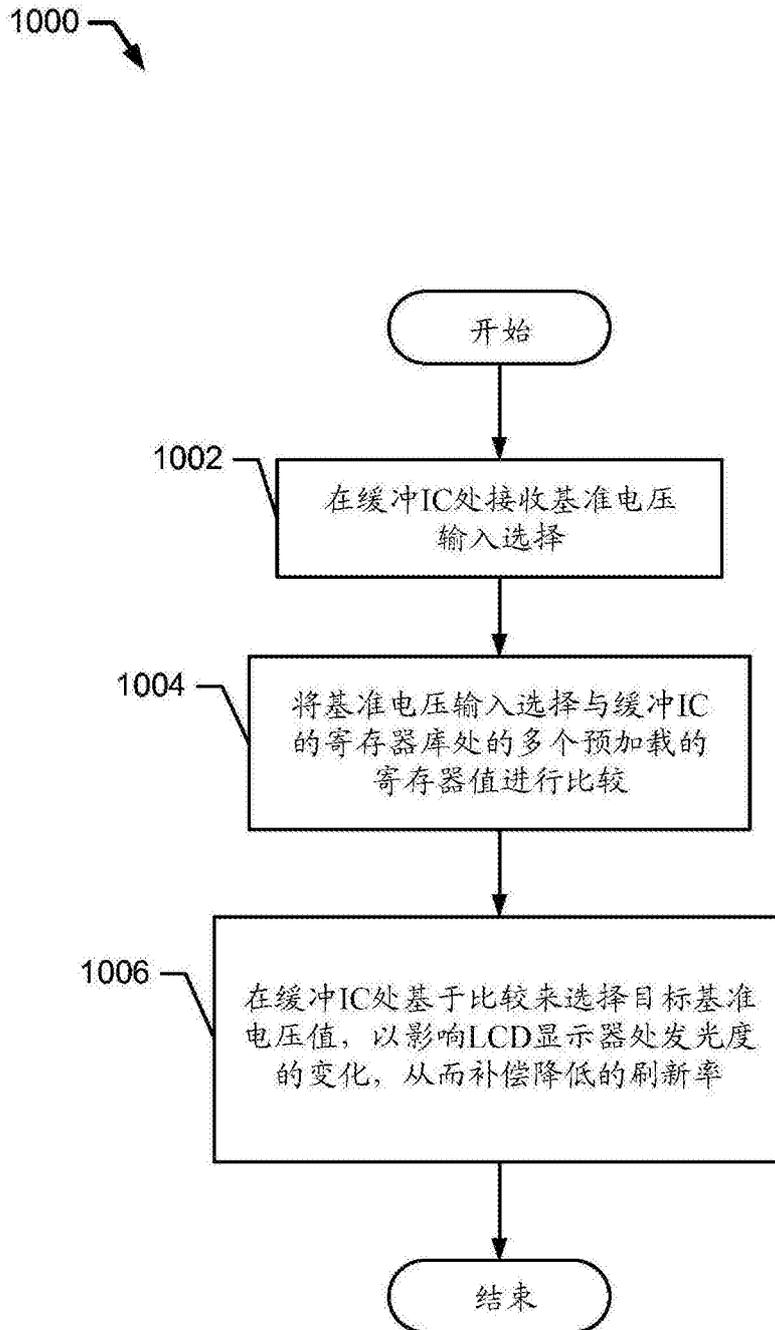


图 10

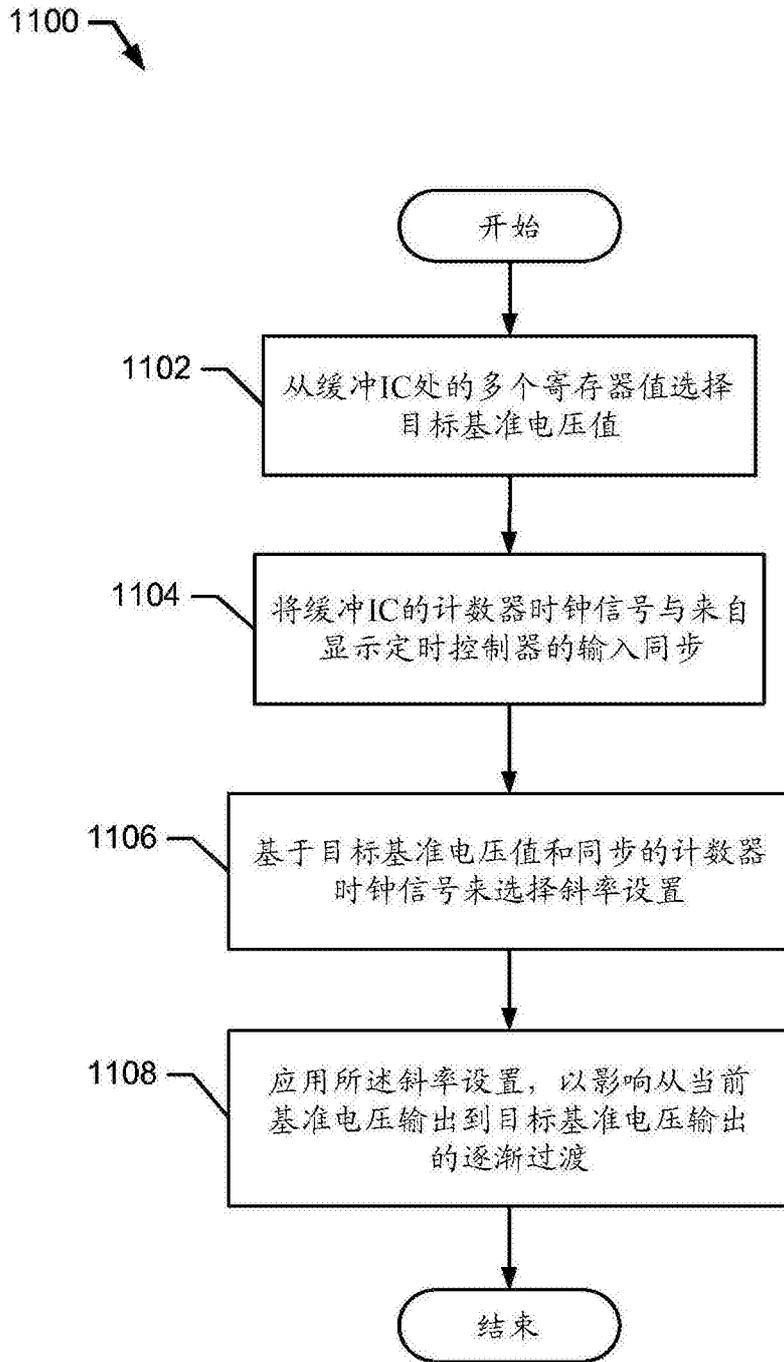


图 11

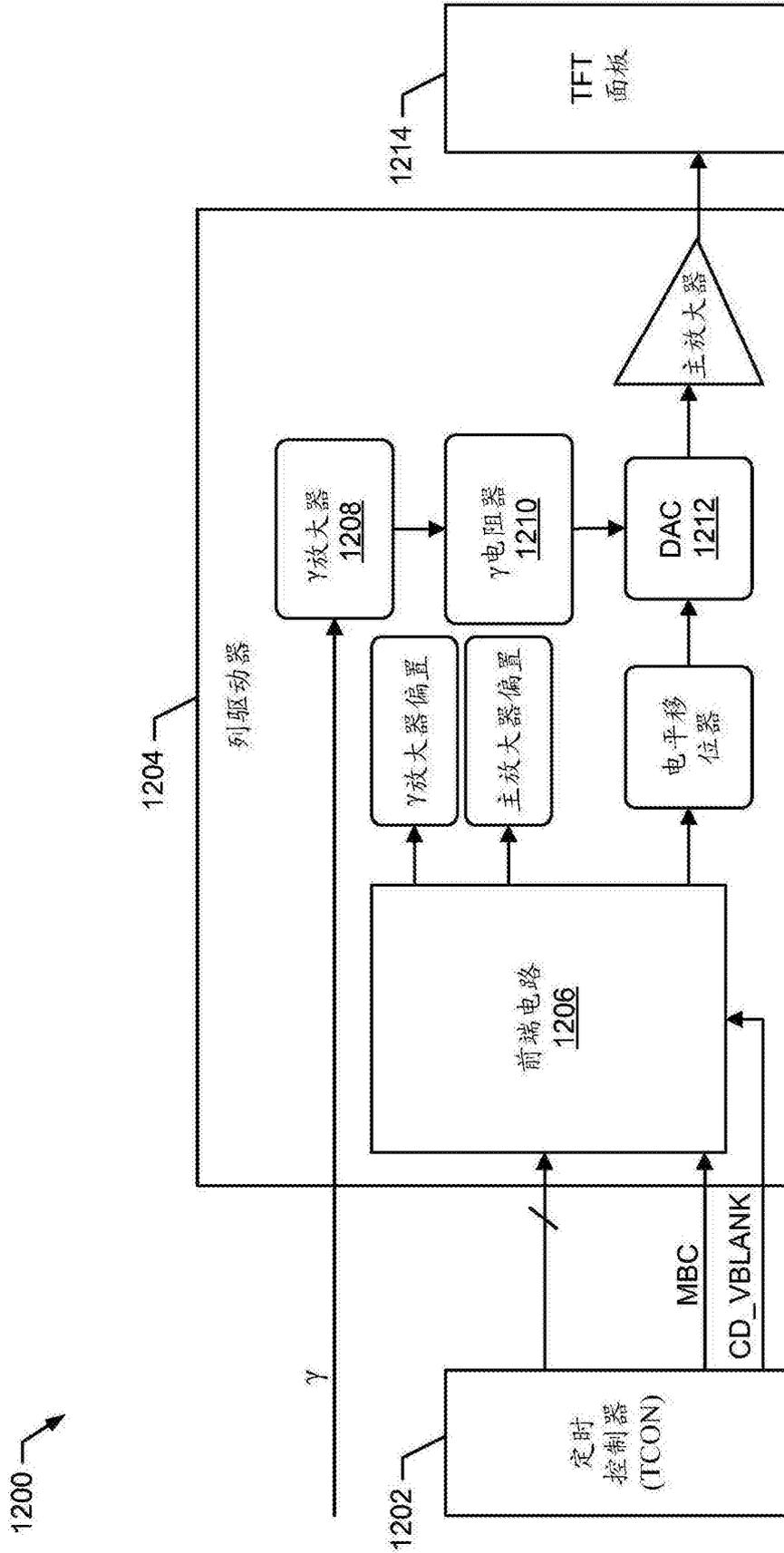


图 12

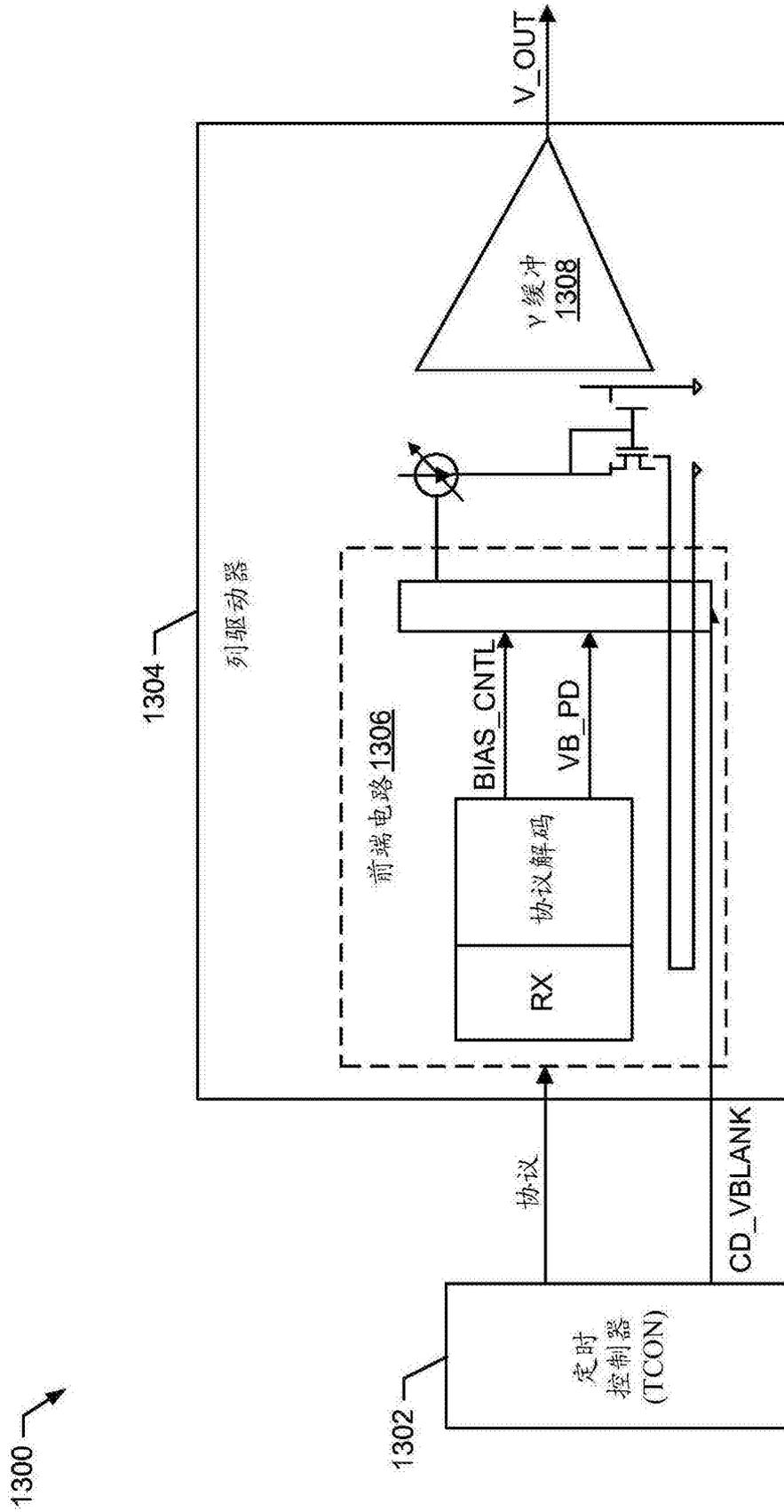


图 13

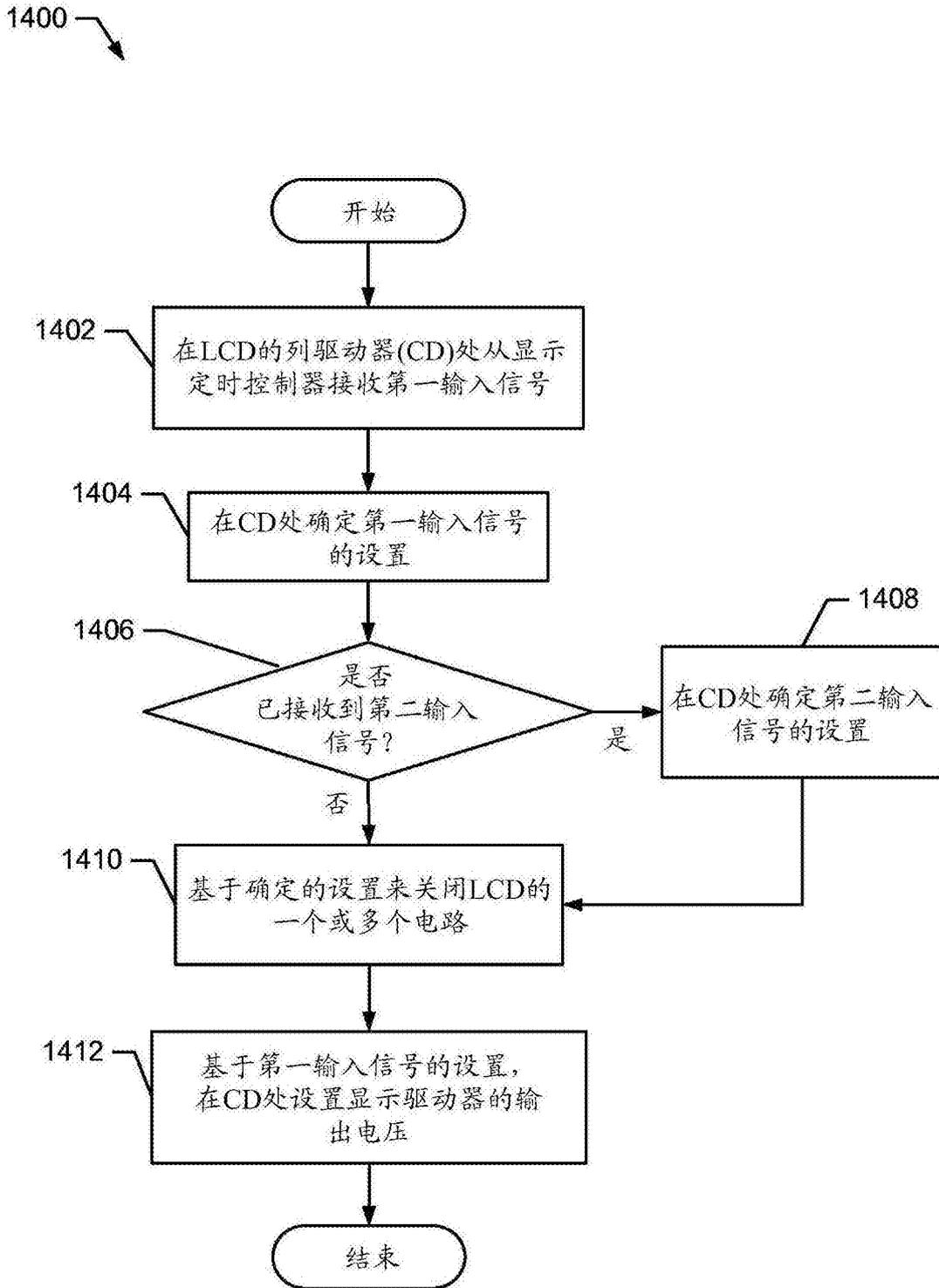


图 14

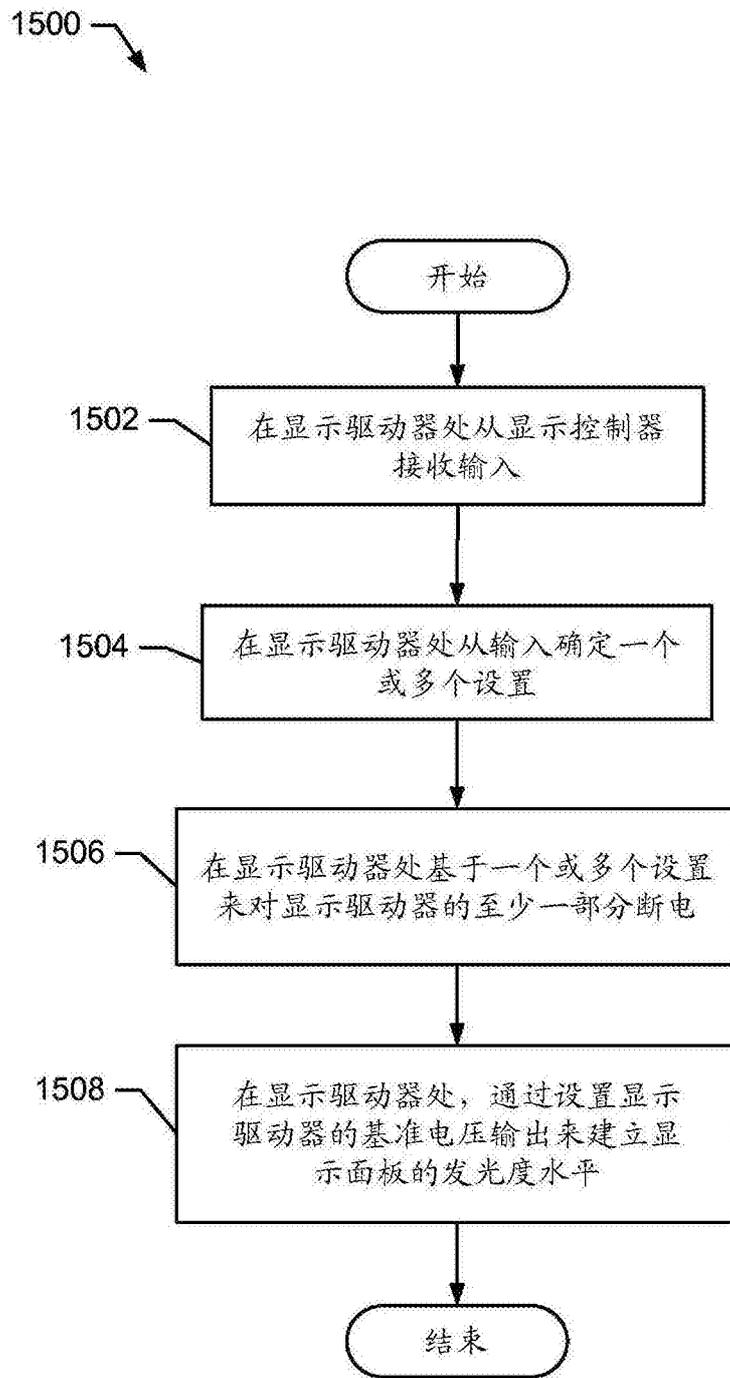


图 15

1600 ↗

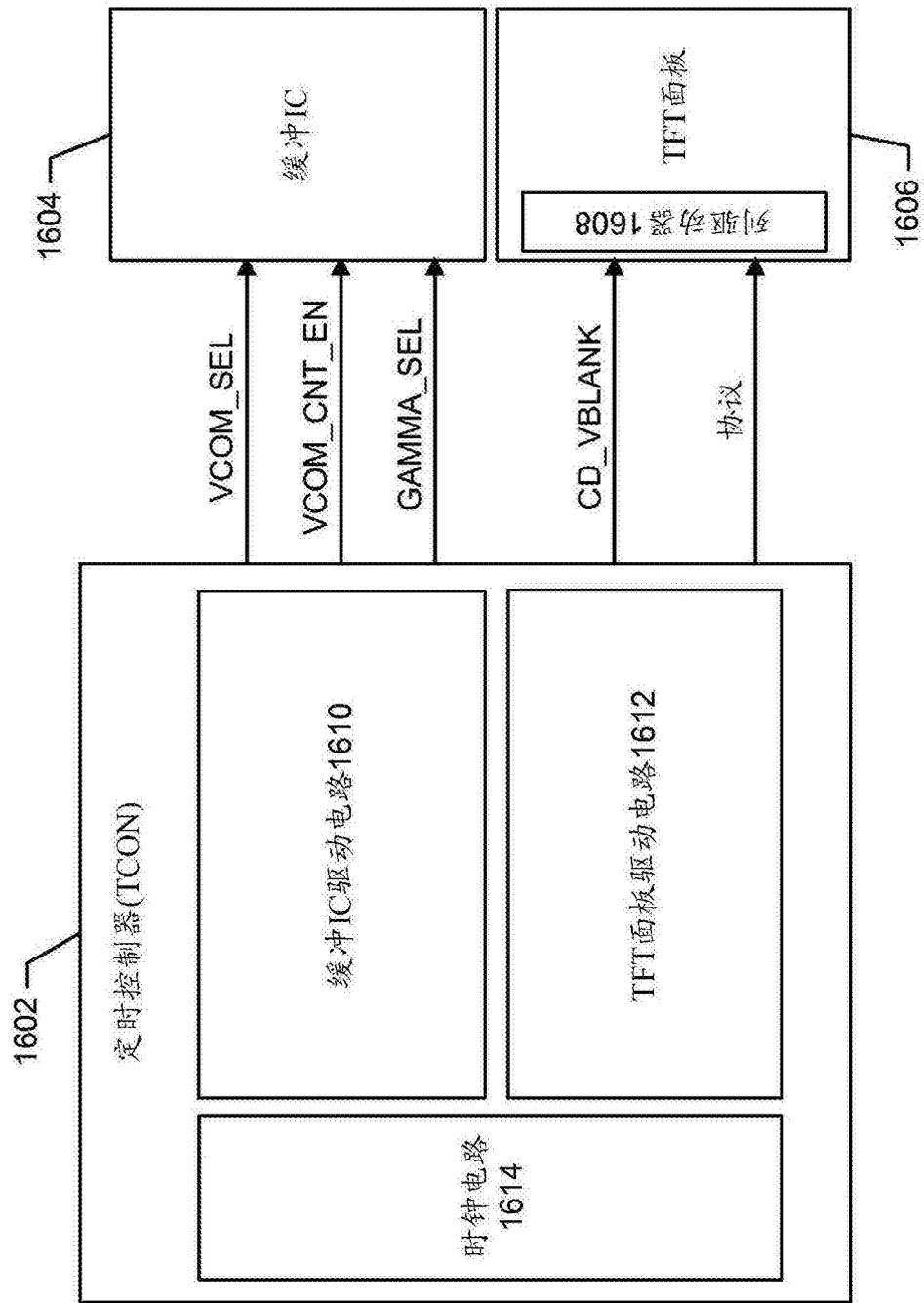


图 16

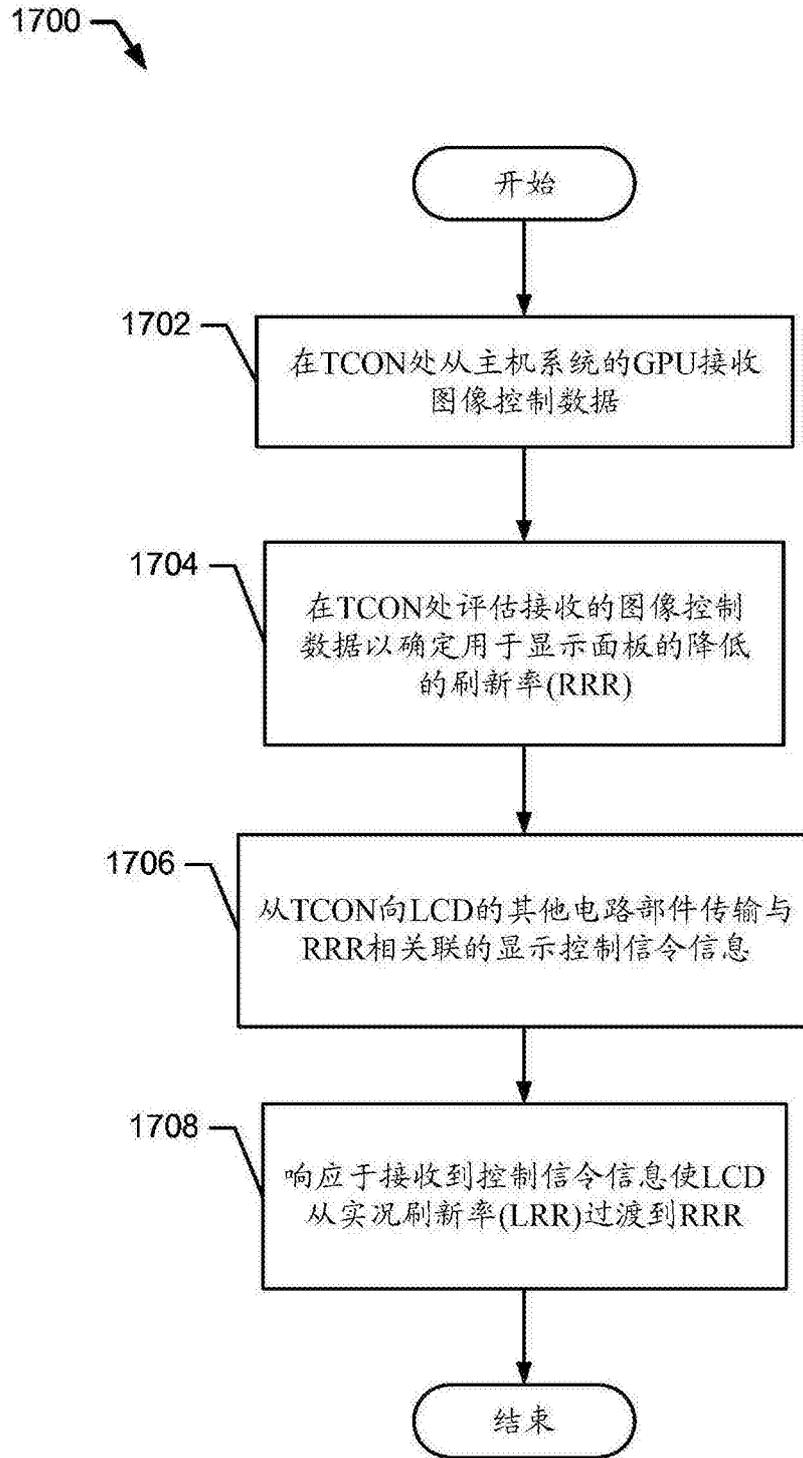


图 17

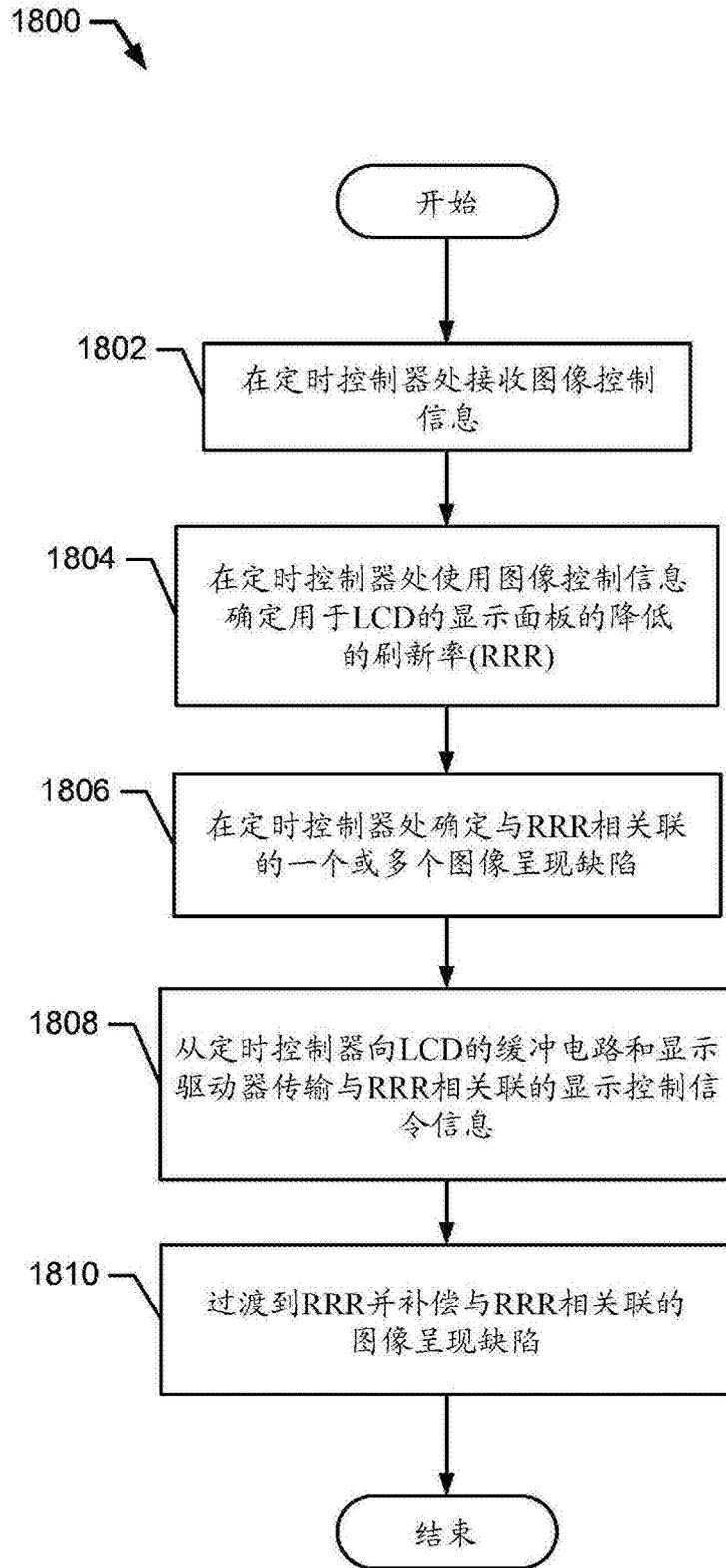


图 18

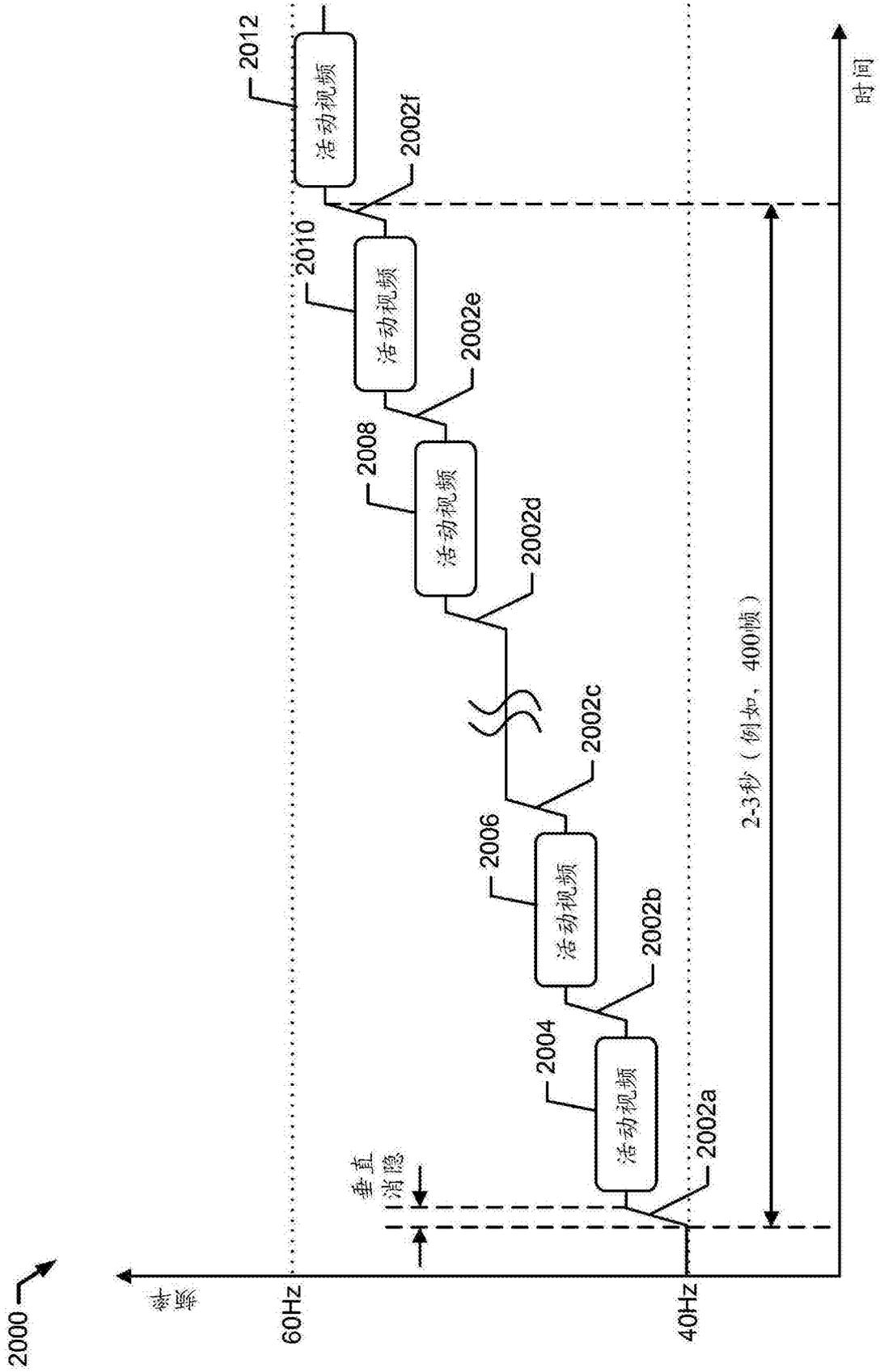


图 20

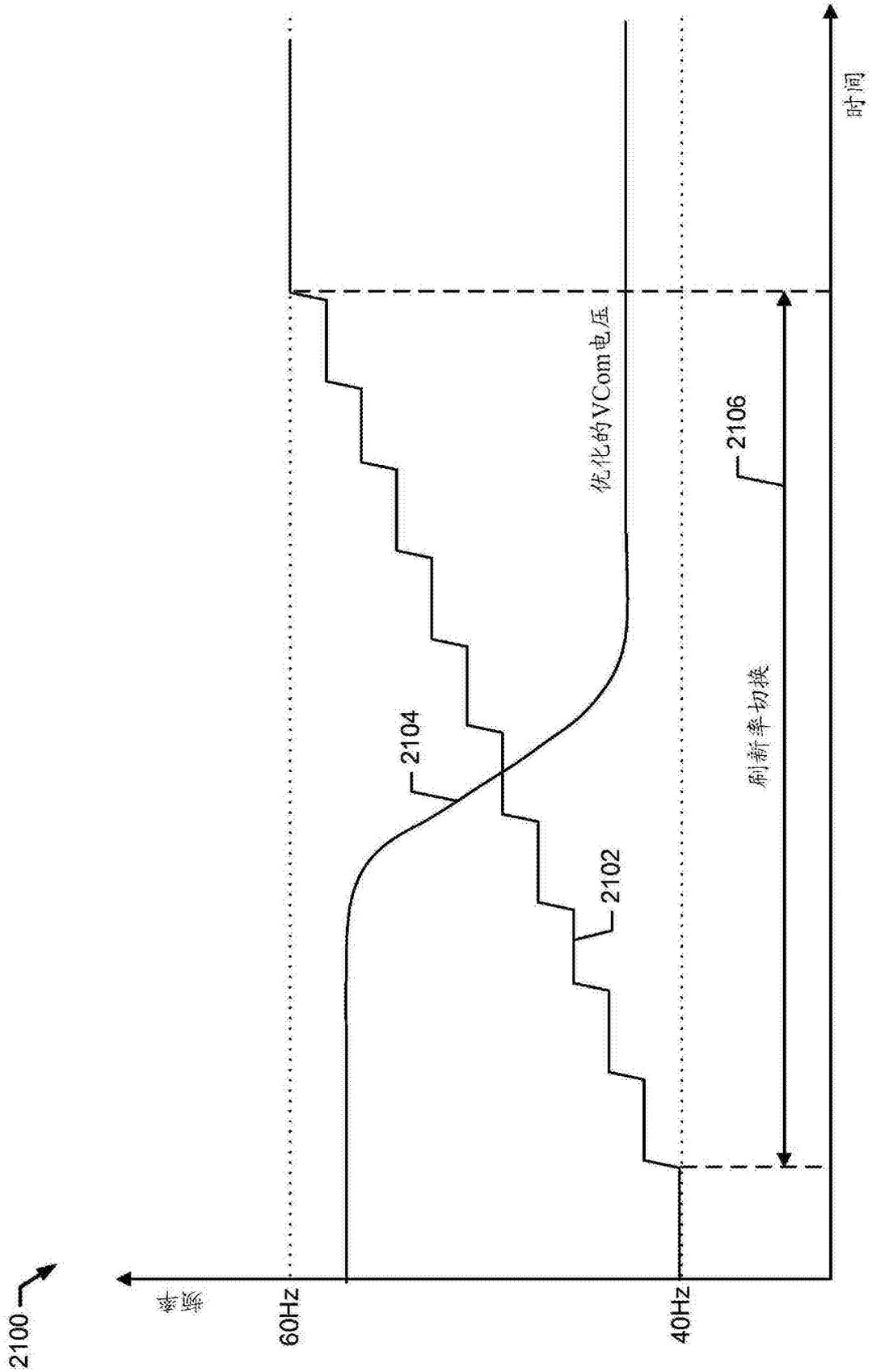


图 21

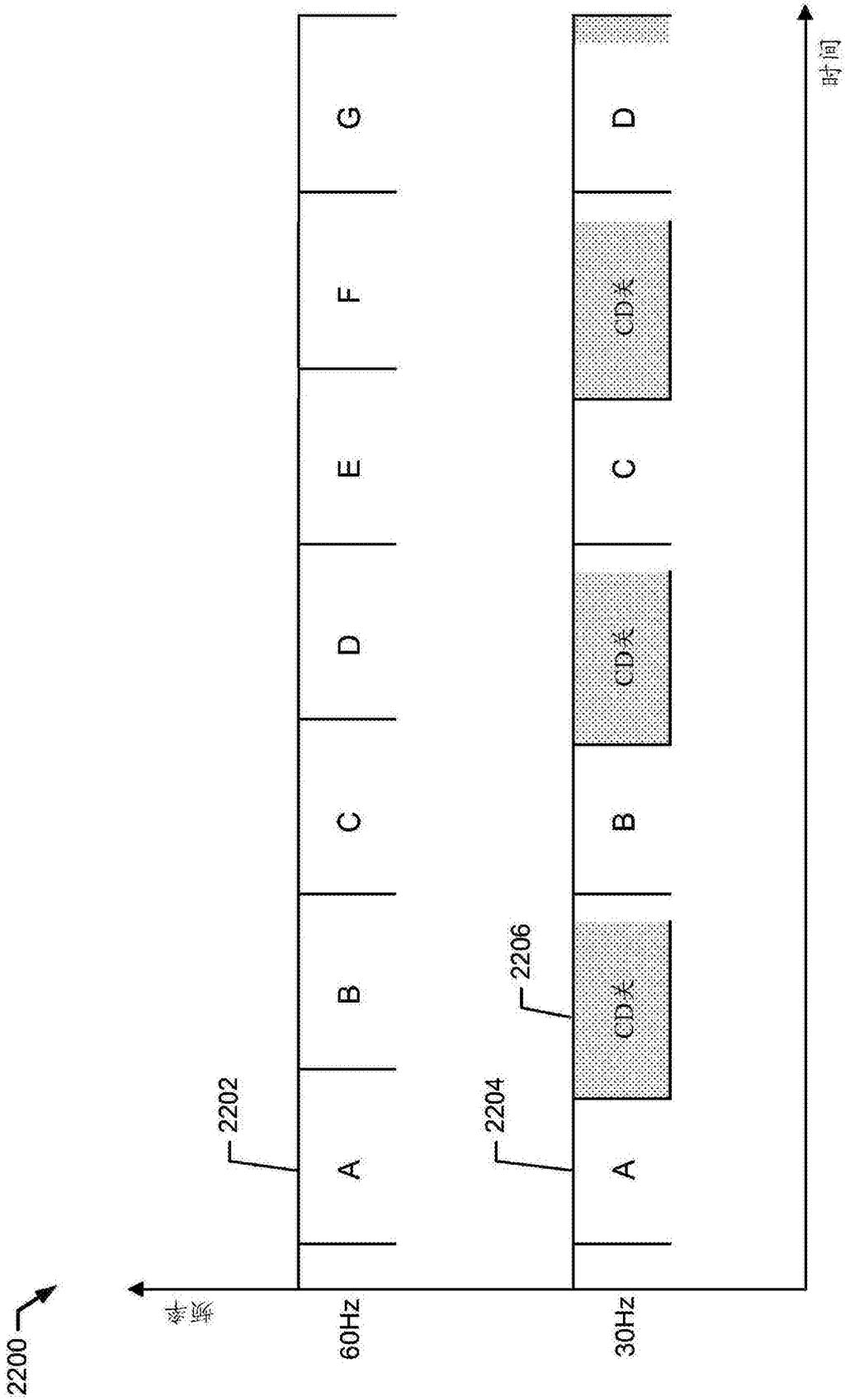


图 22

专利名称(译)	具有可变刷新率的低功率显示设备		
公开(公告)号	CN105103214A	公开(公告)日	2015-11-25
申请号	CN201480011082.8	申请日	2014-01-14
[标]申请(专利权)人(译)	苹果公司		
申请(专利权)人(译)	苹果公司		
当前申请(专利权)人(译)	苹果公司		
[标]发明人	P纳姆比 JN戈麦斯 郑丰华 P萨凯托 SH品兹 金太星 CP坦恩 M阿尔布雷希特 DW卢姆		
发明人	P·纳姆比 J·N·戈麦斯 郑丰华 P·萨凯托 S·H·品兹 金太星 C·P·坦恩 M·阿尔布雷希特 D·W·卢姆		
IPC分类号	G09G3/36 G09G3/20		
CPC分类号	G09G3/3696 G09G3/36 G09G3/3611 G09G3/3618 G09G3/3655 G09G2330/02 G09G2330/021 G09G2340/0435 G09G2360/18 G09G2370/08 G06T1/20 G06T2210/52 G09G3/3648 G09G2310/08 G09G2320/0626		
优先权	61/752390 2013-01-14 US		
其他公开文献	CN105103214B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本公开描述了用于在消费电子设备的LCD显示器处动态采用可变刷新率的过程，消费电子设备诸如膝上型计算机、平板电脑、移动电话或音乐播放器设备。在一些配置中，消费电子设备可以包括：具有一个或多个处理器的主机系统部分，和具有定时控制器、缓冲电路、显示驱动器和显示面板的显示系统部分。显示系统可以从主机系统的GPU接收图像数据和图像控制数据，评估所接收的图像控制数据以确定降低的刷新率(RRR)以在显示面板处采用，并且然后在任何可行的时候过渡到RRR以节省功率。在一些情形中，过渡到RRR可以从50赫兹或更高的LRR过渡到40赫兹或更低的RRR。

600

