(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 101714348 A
(43)申请公布日 2010.05.26

(21)申请号 200910218068.6

(22)申请日 2009.12.22

(71)申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
地址 130033 吉林省长春市东南湖大路3888号

(72)发明人 丁铁夫 王瑞光 郑喜凤 常锋

(74)专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210
代理人 王淑秋

(51)Int.Cl.
G09G 5/00(2006.01)

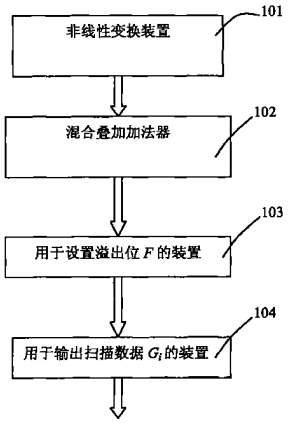
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 8 页

(54)发明名称

混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路

(57)摘要

本发明涉及一种混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路包括灰度级控制装置，该装置包括将N bit的灰度数据G的高M bit作为叠加的基准值G_H，低(N-M)bit作为叠加的增量值G_L，将G_H与叠加量X_i叠加得到多次扫描过程中用到的扫描数据G_i的混合叠加加法器；用于设置溢出位F的装置；用于输出扫描数据G_i的装置。与脉宽调制的灰度级控制方法相比，在实现相同的灰度表现能力时，本发明可以提高显示屏的刷新频率。本发明在实现过程中每次扫描所用的时间即扫描周期的时间是固定的，便于软件实现；此外表示灰度级大小的脉冲宽度是通过多次扫描叠加实现的，在灰度级控制过程中不需要调节脉冲电流的大小，节约了驱动电路的硬件成本。



CN 101714348 A

1. 一种混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路，包括灰度级控制装置，其特征在于所述的灰度级控制装置包括：

混合叠加加法器：将 Nbit 的灰度数据 G 分成高 Mbit 和低 (N-M)bit，高 Mbit 作为叠加的基准值 G_H，低 (N-M)bit 作为叠加的增量值 G_L，将 G_H 与叠加量 X_i 叠加得到 S 次扫描过程中用到的扫描数据 G_i；

$G_i = G_H + X_i$；

$$G = \sum_{i=1}^{S} G_i = S \cdot G_H + G_L \text{；} S = 2^{N-M} \text{；} G_L = \sum_{i=1}^{S} X_i \text{；}$$

用于设置溢出位 F 的装置：当 $G_H+X_i \leqslant (2^M-1)$ 时，F = 0，表明没有溢出，$G_i = G_H+X_i$；当 $G_H+X_i > (2^M-1)$ 时，F = 1，表明出现溢出，设置 $G_i = 2^M-1$；

用于输出扫描数据 G_i 的装置。

2. 根据权利要求 1 所述的混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路，其特征在于所述的灰度级控制装置还包括：

非线性变换装置：用于根据式 (2) 对 Kbit 的原始数据 D 作非线性变换得到 Nbit 的灰度数据 G；

$G = C \cdot D^r$　　(2)

其中 C 是比例常数，r 是非线性变换系数，$2.2 \leqslant r \leqslant 2.9$，C = 1。

3. 根据权利要求 2 所述的混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路，其特征在于所述的非线性变换装置存储有按照点对点的方式计算出的 K bit 原始数据 0 ～ 2^K-1 对应的非线性变换的结果，这些计算结果按照地址 0 ～ 2^K-1 的顺序存放，构成非线性变换查找表。

混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路

技术领域

[0001] 本发明属于显示屏灰度级控制技术领域，涉及一种混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路。

背景技术

[0002] 显示屏是人们接收各种信息的重要媒介之一。作为一种多媒体显示终端，显示屏有一个重要指标，即显示屏所能表现出的灰度级数也称灰度表现能力。显示屏所能表现出的灰度级数越多，即灰度表现能力越强，显示出的图像就越细腻，图像的层次就越分明，给人眼的视觉感觉就越好。灰度级数和灰度数据的位宽有关，假设灰度数据的位宽为 Nbit，则显示屏能表现出 0 ～ (2^N-1) 共计 2^N 个灰度级，此时也称显示屏有 Nbit 的灰度表现能力。显示屏每增加 1bit 的灰度表现能力，相应的灰度级数需增加一倍。脉宽调制是当前控制灰度级的主要方法之一，该方法通过调节占空比的大小来表现不同的灰度级。这种方法控制灰度级的具体步骤是，首先根据灰度数据的位宽确定一个显示周期 T，然后根据灰度数据的大小调制相应的占空比，根据调制的占空比就可以得到在一个显示周期内一个显示单元显示该灰度数据的时间。设灰度数据为 G，调制的占空比为 d，显示单元的显示时间为 T_{on}，则有

[0003]
$$\begin{cases} d = \dfrac{G}{G_{\max}} = \dfrac{G}{2^N - 1} \\ T_{on} = d \cdot T = \dfrac{G}{2^N - 1} \cdot T \end{cases} \tag{1}$$

[0004] 以控制 8bit 灰度数据的灰度级为例，当灰度数据在 0 ～ 255 之间时，由式 (1) 可知对应的占空比 d 在 0/255 ～ 255/255 之间调节，此时显示屏可以表现出 0 ～ 255 共计 256 个灰度级。在一个显示周期内，当灰度数据为 0 时，对应的灰度级为 0 级；当灰度数据为 255 时，对应的灰度级为 255 级。采用这种方法控制显示屏的灰度级时，为了使灰度表现能力增加 1bit，占空比计数器的计数时钟的个数必须增加一倍，当使用相同频率的计数时钟时，一个显示周期的时间变成原来的二倍。例如，生成并调制 12bit 灰度数据的占空比时，它比 8bit 灰度数据多 4bit，如果计数时钟的频率不变，12bit 灰度数据对应的显示周期是 8bit 灰度数据的 16 倍，此时显示屏刷新频率降到原来的 1/16。这种刷新频率的成倍降低，将会引起显示屏的闪烁，图像变得不适于观看。

[0005] 中国专利公报公开了一种“调制电路、使用该调制电路的图像显示器和调制方法”。（公开日：2001.04.21；公开号：01123328）该发明提供了一种具有高分辨率脉冲宽度调制并同时控制位数增加的调制电路。这种调制电路用于输出根据二进制码的值调制的脉冲信号，它包括用于将从最高有效位到最低有效位的二进制码分成多个二进制码，并以预设的顺序选择和输出由此分割产生的分割二进制码的选择装置；用于接收从选择装置获得的分割二进制码，并以预定周期输出多个具有对应于分割二进制码的脉冲宽度和电平的脉冲信号的脉冲输出装置。根据该发明的调制电路，把用于调制脉冲信号的二进制码，从最高

有效位到最低有效位分成多个二进制码，由此分割获得的多个二进制码被定义为分割二进制码。对应于每个分割二进制码，选择装置将预定周期分成多个长度子帧周期，不同的子帧周期提供的脉冲电流的值是不同的。以将 14 位二进制码分割成高 10 位和低 4 位两个分割二进制码为例，记高 10 位分割二进制码和低 4 位二进制码分别为 B_1 和 B_2，与其对应的子帧周期的长度为 T_1 和 T_2，与 T_1 和 T_2 对应的脉冲电流的大小为 I_1 和 I_2。T_1 和 T_2、I_1 和 I_2 之间存在如下关系：$T_1 = 2^4 \times T_2$；$I_1 = 2^4 \times I_2$。采用这种方法虽然可以精确的控制灰度级，但是一方面该方法在分割二进制码的时候，需要根据不同的分割二进制码设置不同长度的子帧周期，这无疑增加了软件设计的工作量；另一方面该方法在精确控制灰度级的过程中需要根据不同长度的子帧周期调节不同大小的脉冲电流，这无疑会增加的驱动电路的硬件成本。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供一种可以在同等的灰度表现能力下，使显示屏具有更高的刷新频率，并且不增加驱动电路硬件成本的混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路。

[0007] 为了解决上述技术问题，本发明的混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路包括灰度级控制装置，其特征在于所述的灰度级控制装置包括：

[0008] 混合叠加加法器：将 Nbit 的灰度数据 G 分成高 Mbit 和低 (N-M)bit，高 Mbit 作为叠加的基准值 G_H，低 (N-M)bit 作为叠加的增量值 G_L，将 G_H 与叠加量 X_i 叠加得到 S 次扫描过程中用到的扫描数据 G_i；

[0009] $G_i = G_H + X_i$；

[0010] $G = \sum_{i=1}^{S} G_i = S \cdot G_H + G_L$；$S = 2^{N-M}$；$G_L = \sum_{i=1}^{S} X_i$；

[0011] 用于设置溢出位 F 的装置：当 $G_H + X_i \leqslant (2^M - 1)$ 时，$F = 0$，表明没有溢出，$G_i = G_H + X_i$；当 $G_H + X_i > (2^M - 1)$ 时，$F = 1$，表明出现溢出，设置 $G_i = 2^M - 1$；

[0012] 用于输出扫描数据 G_i 的装置。

[0013] M 大小不是固定的，是可以根据对显示屏刷新频率的要求、显示屏驱动电路的特点以及显示屏本身的特点设置的。

[0014] 实现 Nbit 的灰度表现能力即控制 2^{N-1} 个灰度级时，如果采用的是背景技术中介绍的脉宽调制的灰度级控制方法，设完成一个显示周期所用的时间是 T，则显示屏的刷新频率为 1/T；如果采用本发明，则在计数时钟的周期不变的情况下，完成一个显示周期需要的时间也是 T，但是由于在一个显示周期内完成了 S 次扫描，因此显示屏的刷新频率为 S/T，也就是说与脉宽调制的灰度级控制方法相比，在实现相同的灰度表现能力时，本发明可以将显示屏的刷新频率提高 S 倍。

[0015] 本发明在实现过程中每次扫描所用的时间即扫描周期的时间是固定的，便于软件实现；此外表示灰度级大小的脉冲宽度是通过 S 次扫描叠加实现的，在灰度级控制过程中不需要调节脉冲电流的大小，节约了驱动电路的硬件成本。

[0016] 所述的灰度级控制装置还包括：

[0017] 非线性变换装置：用于根据式 (2) 对 Kbit 的原始数据 D 作非线性变换得到 Nbit 的灰度数据 G；

[0018] $G = C \cdot D^r$ (2)

[0019] 其中 C 是比例常数，r 是非线性变换系数，$2.2 \leqslant r \leqslant 2.9$，$C = 1$。

[0020] 本发明采用上述装置对图像信息（即原始数据）做非线性变换，以增加灰度数据的位宽，目的是增强显示屏的灰度表现能力，使显示屏显示出的图像更细腻，层次更分明，视觉效果更好。

[0021] 所述的非线性变换装置存储有按照点对点的方式计算出的 Kbit 原始数据 0 ～ 2^K-1 对应的非线性变换的结果，这些计算结果按照地址 0 ～ 2^K-1 的顺序存放，构成非线性变换查找表。K 和 N 的大小不是固定的，K 的大小取决于数据源的位宽，N 的大小取决于预期实现的灰度表现能力。

[0022] 本发明采用非线性变换查找表，在显示的过程中，原始数据以寻址的方式对照非线性变换查找表即可完成非线性变换，对原始数据的非线性变换方便快捷，节省了数据运算时间和硬件资源。

附图说明

[0023] 图 1 是背景技术的脉宽调制灰度级控制方法的显示驱动电路结构框图。

[0024] 图 2 是本发明的混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路中灰度级控制装置结构框图。

[0025] 图 3 是本发明的混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路的结构框图。

[0026] 图 4 是逻辑控制单元的结构框图。

[0027] 图 5 是实现混合叠加灰度级控制的程序流程图。

[0028] 图 6 是当 $K = 8$，$M = 11$，$N = 12$，$G = 11$，扫描数据的叠加方式是一次叠加，扫描数据的混合方式是 G_1G_2 时，在一个显示周期内，一个显示单元在各次扫描过程中的显示情况示意图。

[0029] 图 7 是当 $K = 8$，$M = 11$，$N = 12$，$G = 11$，扫描数据的叠加方式是一次叠加，扫描数据的混合方式是 G_2G_1 时，在一个显示周期内，一个显示单元在各次扫描过程中的显示情况示意图。

[0030] 图 8 是当 $K = 8$，$M = 10$，$N = 12$，$G = 11$，扫描数据的叠加方式是三次叠加，扫描数据的混合方式是 $G_1G_2G_3G_4$ 时，在一个显示周期内，一个显示单元在各次扫描过程中的显示情况示意图。

[0031] 图 9 是当 $K = 8$，$M = 10$，$N = 12$，$G = 11$，扫描数据的叠加方式是三次叠加，扫描数据的混合方式是 $G_4G_3G_2G_1$ 时，在一个显示周期内，一个显示单元在各次扫描过程中的显示情况示意图。

[0032] 图 10 是当 $K = 8$，$M = 10$，$N = 12$，$G = 11$，扫描数据的叠加方式是一次叠加，扫描数据的混合方式是 $G_1G_2G_3G_4$ 时，在一个显示周期内，一个显示单元在各次扫描过程中的显示情况示意图。

[0033] 图 11 是当 $K = 8$，$M = 10$，$N = 12$，$G = 11$，扫描数据的叠加方式是一次叠加，扫描数据的混合方式是 $G_4G_3G_2G_1$ 时，在一个显示周期内，一个显示单元在各次扫描过程中的显示情况示意图。

具体实施方式

[0034] 背景技术的脉宽调制灰度级控制方法具体实现过程如图 1 所示，其中逻辑控制单元 1 通过控制移位寄存器 2、3、4 的移位时钟，将各个显示单元的灰度数据传送到相应的位置，在灰度数据到达指定的位置后，逻辑控制单元 1 将各个单元的灰度数据锁存到对应的灰度比较器 5、6、7 中。一个复位信号过后，所有显示单元都处于开启状态，各个显示单元的红绿蓝三基色占空比控制计数器 8、9、10 在计数时钟的驱动下开始计数。当占空比控制计数器 8 和灰度比较器 5 中的数值相等的时候，显示单元 11 中的红基色被关断。当占空比控制计数器 9 和灰度比较器 6 中的数值相等的时候，显示单元 11 中的绿基色被关断。当占空比控制计数器 10 和灰度比较器 7 中的数值相等的时候，显示单元 11 中的蓝基色被关断。这样在一个显示周期 T 内就完成了对各个显示单元的灰度级控制。在一个周期结束之后对所有计数器清零，准备开始下一个周期。值得注意的是，当灰度数据为 0 时，显示单元一直处于关断状态，灰度比较器 5、6、7 和占空比控制计数器 8、9、10 都无需工作。

[0035] 如图 2 所示，混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路中灰度级控制装置包括：

[0036] 非线性变换装置 101；

[0037] 混合叠加加法器 102；

[0038] 用于设置溢出位 F 的装置 103；

[0039] 用于输出扫描数据 G_i 的装置 104。

[0040] 本发明在保证显示屏具有显示 Mbit 灰度数据时的刷新频率的前提下，使显示屏具有 Nbit 的灰度表现能力 (M ＜ N)。也就是说在实现 Nbit 的灰度表现能力时，显示屏的刷新频率是背景技术中介绍的脉宽调制的灰度级控制方法的 2^{N-M} 倍。其原理是这样的，将灰度数据分成高 Mbit 和低 (N-M)bit，在一个显示周期内用 2^{N-M} 次扫描完成灰度数据的输出。通过对灰度数据的控制，保证在一个显示周期内显示屏可以表现出 2^N 个灰度级，即实现 Nbit 的灰度表现能力。由于在一个显示周期内完成了 2^{N-M} 次扫描，因此可以将刷新频率提升 2^{N-M} 倍。

[0041] 首先，为了增强显示屏的灰度表现能力，需要对图像信息做非线性变换，增加灰度数据的位宽。这里把未经过非线性变换的图像信息称为原始数据 D。非线性变换就是对原始数据 D 做类似于式 (2) 的运算，其中 C 是比例常数，r 是非线性变换系数，它们是根据人眼的视觉特性、原始数据特点以及显示屏的显示特性决定的。r 一般在 2.2 ～ 2.9 之间，LCD 中 r 一般取 2.2，LED 显示屏中 r 一般取 2.3 或者 2.5，也有一些 LED 显示屏的 r 为 2.9。比例常数 C 一般情况下取 1。

[0042] $$G = C \cdot D^r \qquad (1)$$

[0043] 在显示的过程中，如果对每一个原始数据 D 都做式 (2) 的运算，无疑会浪费很多时间和资源。为了更方便快捷的完成对原始数据的非线性变换，设原始数据的位宽为 Kbit，首先通过一些数学运算软件 (如 Matlab)，按照点对点的方式计算出原始数据 0 ～ 2^K-1 对应的非线性变换的结果，这些计算结果按照地址 0 ～ 2^K-1 的顺序存放，构成非线性变换查找表，存储在非线性变换装置 101 中。在显示的过程中，原始数据以寻址的方式对照非线性变换查找表即可完成非线性变换，无需再做式 (2) 的计算。若非线性变换后的灰度数据位宽为 Nbit，则非线性变换查找表的大小为 $2^K \times$ Nbit。

[0044] Kbit 的原始数据 D 经过非线性变换后得到的 Nbit 的灰度数据 G。

[0045] Nbit 的灰度数据 G 分成高 Mbit 和低 (N-M)bit，经过混合叠加加法器 103 后得到 Mbit 的扫描数据 G_1，G_2，…，G_{S-1}，G_S。混合叠加加法器的实现过程是这样的：取灰度数据的高 Mbit 为叠加的基准值记作 G_H，取灰度数据的低 (N-M)bit 为叠加的增量值记作 G_L。G，G_H，G_L 之间的关系可以用式 (3) 表示。

[0046] $G = 2^{(N-M)} \cdot G_H + G_L$ (3)

[0047] 一个显示周期所用的时间是 2^{N-1} 个计数时钟周期，一个显示周期内完成的扫描次数记作 S，则有

[0048] $S = 2^{N-M}$ (4)

[0049] 将 G_H 与叠加量 X_i 叠加得到扫描数据 $G_i = G_H + X_i$，$G_L = \sum_{i=1}^{S} X_i$。

[0050] 根据选择的混合方式和叠加方式，确定在第 i 次扫描时的叠加量 X_i 的大小，完成对灰度数据的叠加：

[0051] 当 $G_L = 0$ 时有

[0052] $G_i = G_H \quad i = 1, 2, \cdots S$ (5)

[0053] 当 $G_L = 1$ 时有

[0054]
$$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_i = G_H \qquad i = 2, 3, \cdots, S \end{cases} \tag{6}$$

[0055] 当 $G_L = 2$ 时有

[0056]
$$\begin{cases} G_1 = G_H + 2 \\ G_i = G_H \qquad i = 2, 3, \cdots, S \end{cases} \tag{7}$$

[0057] 或者

[0058]
$$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_2 = G_H + 1 \\ G_i = G_H \qquad i = 3, 4, \cdots, S \end{cases} \tag{8}$$

[0059] 当 $G_L = 3$ 时

[0060]
$$\begin{cases} G_1 = G_H + 3 \\ G_i = G_H \qquad i = 2, 3, \cdots, S \end{cases} \tag{9}$$

[0061] 或者

[0062]
$$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_2 = G_H + 2 \\ G_i = G_H \qquad i = 3, 4, \cdots, S \end{cases} \tag{10}$$

[0063] 或者

[0064]
$$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_2 = G_H + 1 \\ G_3 = G_H + 1 \\ G_i = G_H \qquad i = 4, 5, \cdots, S \end{cases} \tag{11}$$

[0065] 当 $G_L = 4$ 时

[0066]
$$\begin{cases} G_1 = G_H + 4 \\ G_i = G_H \qquad i = 2, 3, \cdots, S \end{cases} \tag{12}$$

[0067] 或者

[0068]
$$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_2 = G_H + 3 \\ G_i = G_H \qquad i = 3, 4, \cdots, S \end{cases} \tag{13}$$

[0069] 或者

[0070]
$$\begin{cases} G_1 = G_H + 2 \\ G_2 = G_H + 2 \\ G_i = G_H \qquad i = 3, 4, \cdots, S \end{cases} \tag{14}$$

[0071] 或者

[0072]
$$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_2 = G_H + 1 \\ G_3 = G_H + 2 \\ G_i = G_H \qquad i = 4, 5, \cdots, S \end{cases} \tag{15}$$

[0073] 或者

[0074]
$$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_2 = G_H + 1 \\ G_3 = G_H + 1 \\ G_4 = G_H + 1 \\ G_i = G_H \qquad i = 5, 6, \cdots, S \end{cases} \tag{16}$$

[0075] 依次类推就可得到 S 次扫描过程中用到的扫描数据。可以看出 G，G_H，G_L 和 G_1，G_2，…，G_{S-1}，G_S 之间存在如式 (17) 所示的关系。

[0076]
$$G = \sum_{i=1}^{S} G_i = S \cdot G_H + G_L \tag{17}$$

[0077] 像式 (5) 那样的叠加方式为零次叠加，它只会在 $G_L = 0$ 时出现；像式 (6)、式 (7)、式 (9)、式 (16) 那样把 G_L 叠加在一个扫描数据上的叠加方式为一次叠加；像式 (8)、式 (10)、式 (13)、式 (14) 那样把 G_L 分开叠加在两个扫描数据上的叠加方式为二次叠加；像式 (11)、式 (15) 那样把 G_L 分开叠加在三个扫描数据上的叠加方式为三次叠加；像式 (16) 那样把 G_L 分开叠加在四个扫描数据上的叠加方式为四次叠加。依次类推可以给所有叠加方式命名。不难推断出最高的叠加方式是 G_L 次叠加。

[0078] 由于在一个显示周期 T 内完成了 S 次扫描，因此一次扫描所用的时间就是 T/S。由式 (1) 可知，在 S 次扫描数据过程中扫描数据 G_1，G_2，…，G_{S-1}，G_S 对应的占空比分别为 $\frac{G_1}{2^M-1}, \frac{G_2}{2^M-1}, \cdots, \frac{G_{S-1}}{2^M-1}, \frac{G_S}{2^M-1}$。这样在一个显示周期内灰度数据 G 对应的显示单元的显示时间 T_{on}' 为

[0079]
$$T'_{on} = \sum_{i=1}^{S} \frac{G_i}{2^M-1} \cdot \frac{T}{S} \tag{18}$$

[0080] 将式 (3)、(4)、(17) 代入式 (18) 得

[0081]
$$T'_{on} = \frac{G}{2^N - 2^{N-M}} \cdot T \tag{19}$$

[0082] 可以看出采用本方法可以表现出 $\frac{0}{2^N-2^{N-M}} \sim \frac{2^N-2^{N-M}}{2^N-2^{N-M}}$ 共计 $(2^N-2^{N-M}+1)$ 种占空比，而不是预想的 $\frac{0}{2^N-1} \sim \frac{2^N-1}{2^N-1}$ 共计 2^N 种占空比，也就说此时的灰度级数比预期实现 Nbit 的灰度表现能力所需的灰度级数减少了 $(2^{N-M}-1)$ 个，这是由于当 $G_H > (2^M-1-X_i)$ 时，在叠加的过程中可能会出现 $G_H+X_i > (2^M-1)$ 的情况，此时混合叠加加法器会溢出。但是对 2^N 个灰度级来说减少的这些灰度级只是很少的一部分，以 N = 12，M = 10 为例，预期表现出的灰度级数是 4096，实际表现出的灰度级数是 4093，灰度级数只减少了 3 个，不会对显示屏的灰度表现能力造成太大的影响。

[0083] 之所以称这里的加法器为混合叠加加法器，一方面是因为 S 次扫描过程中输出扫描数据 G_1，G_2，…，G_{S-1}，G_S 的顺序不是固定的，它可以有多种混合方式，以四次扫描为例，表 1 给出了四次扫描过程中输出扫描数据的 24 种混合方式；另一方面是因为扫描数据 G_1，

G_2，…，G_{S-1}，G_S 可以采用多种叠加方式得到，同样以四次扫描为例，根据 GL 的不同可以有零次叠加、一次叠加、二次叠加、三次叠加这四种叠加方式。不管采用哪种叠加方式得到扫描数据，也不管采用何种混合方式输出扫描数据，最终在显示屏上体现出的灰度级是 S 个扫描数据混合叠加的结果。

[0084] 表 1

[0085]

G_1 G_2 G_3 G_4	G_1 G_2 G_4 G_3	G_1 G_3 G_2 G_4	G_1 G_3 G_4 G_2	G_1 G_4 G_2 G_3	G_1 G_4 G_3 G_2
G_2 G_1 G_3 G_4	G_2 G_1 G_4 G_3	G_2 G_3 G_1 G_4	G_2 G_3 G_4 G_3	G_2 G_4 G_1 G_3	G_2 G_4 G_3 G_1
G_3 G_1 G_2 G_4	G_3 G_1 G_4 G_2	G_3 G_2 G_1 G_4	G_3 G_2 G_4 G_1	G_3 G_4 G_1 G_2	G_3 G_4 G_2 G_1
G_4 G_1 G_2 G_3	G_4 G_1 G_3 G_2	G_4 G_2 G_1 G_3	G_4 G_2 G_3 G_1	G_4 G_3 G_1 G_2	G_4 G_3 G_2 G_1

[0086] 如图 3 所示，本发明的混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路包括显示数据输入单元 14，时钟输入单元 15，显示数据存储单元 16，显示数据输出单元 17，时钟输出单元 18，逻

辑控制单元 19。可以看出逻辑控制单元 19 是该装置的主控部分。逻辑控制单元 19 主要由图 4 中所示的 6 个模块构成，即时钟管理模块 21、数据输入控制模块 22、存储器控制模块 23、混合叠加灰度级控制模块 24 和数据输出控制模块 25。显示数据输入单元 14 采用串行接口或者网口，时钟输入单元 15 采用晶振，显示数据存储单元 16 采用 SDRAM 或者 DDRAM 存储器，显示数据输出单元 17 采用扁平电缆，时钟输出单元 18 采用扁平电缆，逻辑控制单元 19 采用 FPGA 或者 ASIC，但不限于 FPGA 或者 ASIC 实现。

[0087] 其中时钟管理模块 21 的功能是根据系统时钟生成各个模块所需的时钟，同时该模块还有同步和协调各个模块之间工作顺序的作用；数据输入控制模块 22 将输入的串行显示数据转换成并行原始数据；存储器控制模块 23 主要完成的是把原始数据写入存储器和从存储器中读出的操作；混合叠加灰度级控制模块 24 根据混合叠加的方法得到扫描数据。数据输出控制模块 25 将输出的扫描数据转换为与显示屏 20 兼容的数据格式，完成显示过程。

[0088] 本发明的灰度级控制装置是通过在显示屏驱动电路的逻辑控制单元中编制软件实现的（即图 4 中的混合叠加灰度级控制模块）

[0089] 如图 5 所示，混合叠加灰度级控制模块软件流程主要有以下几个步骤：

[0090] a. 从存储器中读出原始数据 D；

[0091] b. 对原始数据 D 做非线性变换得到灰度数据 G；

[0092] c. 选择灰度数据的混合叠加方式；

[0093] 至于采用哪一种叠加方式生成扫描数据以及采用何种混合方式得到扫描数据，可以通过一些参数在程序中设置；为了便于参数的设置这里还需要对程序做进一步的优化，这种优化主要体现在对扫描数据的混合方式的优化上，以 $G_L = 3$，$S = 4$，叠加方式为三次叠加为例，得到的扫描数据如式 (20) 所示

[0094]
$$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_2 = G_H + 1 \\ G_3 = G_H + 1 \\ G_4 = G_H \end{cases} \tag{20}$$

[0095] 此时的 G_1，G_2，G_3 是相等的，这样一来表 3 中所列出的 24 中混合方式除 $G_1G_2G_3G_4$，$G_1G_2G_4G_3$，$G_1G_4G_2G_3$，$G_4G_1G_2G_3$ 这四种混合方式互不相同外，其它混合方式都和这四种混合方式中的某一种是相同。也就是说在这种情况下，扫描数据实际上只有四种混合方式。基于这些情况，本发明在设置混合方式的参数的时候，除去了混合方式中相同的混合情况。

[0096] d. 根据选择的混合方式和叠加方式，确定在第 i 次扫描时的叠加量 X_i 的大小，完成对灰度数据的叠加。

[0097] e. 设置一个溢出位 F，当 F = 0 时表明没有溢出，当 F = 1 时表明出现溢出。一旦出现溢出的情况，混合叠加加法器的计算结果一律设置为 2^M-1。

[0098] f. 输出扫描数据。

[0099] g. 判断扫描次数，当扫描次数 i 等于 S 时表明一个灰度数据处理完毕，开始处理下一个灰度数据。

[0100] 本发明的混合叠加灰度级控制显示屏驱动电路不限于上述实施方式，只要是包含

了采用混合叠加方式对灰度级进行控制的装置，都在本发明意图保护范围之内。

[0101] 实施例 1：

[0102] 以 LED 显示屏为例，取 K = 8、N = 12、M = 11。在这种情况下，扫描次数 $S = 2^{(N-M)} = 2$，$G_H = G[11:1]$，$G_L = G[0]$。表 1 给出了二次扫描时扫描数据的叠加方式和叠加结果。图 6 和图 7 给出了在 G = 11 即 $G_H = 5$，$G_L = 1$ 的情况下，扫描数据的叠加方式是一次叠加，扫描数据的混合方式是 G_1G_2 和 G_2G_1 时，在一个显示周期内，一个显示单元在各次扫描过程中的显示情况示意图。图中 P 表示一个显示周期的时间为 T，也就说完成一次扫描所用的时间是 T/2。P_1、P_2 表示两次扫描过程，T_1、T_2 表示在两次扫描过程中扫描数据对应的显示单元的显示时间。图 6 中，$T_1 = \frac{6}{2^{11}-1} \times \frac{T}{2}$，$T_2 = \frac{5}{2^{11}-1} \times \frac{T}{2}$。图 7 中，$T_1 = \frac{5}{2^{11}-1} \times \frac{T}{2}$，$T_2 = \frac{6}{2^{11}-1} \times \frac{T}{2}$。此时显示屏的刷新频率为 $\frac{2}{T}$，与采用脉宽调制的灰度级控制方法时的刷新频率相比，刷新频率提高了 2 倍。

[0103] 表 2

[0104]

增量值	叠加方式	叠加结果
$G_L=0$	零次叠加	$\begin{cases} G_1 = G_H \\ G_2 = G_H \end{cases}$
$G_L=1$	一次叠加	$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_2 = G_H \end{cases}$

[0105] 实施例 2：

[0106] 以 LED 显示屏为例，取 K = 8、N = 12、M = 10。在这种情况下，扫描次数 $S = 2^{(N-M)} = 4$，$G_H = G[11:2]$，$G_L = G[1:0]$。表 3 给出了四次扫描时扫描数据的叠加方式和叠加结果。图 8、图 9、图 10、图 11 分别给出了在 G = 11 即 $G_H = 2$，$G_L = 3$ 的情况下，扫描数据的叠加方式是三次叠加，扫描数据的混合方式是 $G_1G_2G_3G_4$ 时；扫描数据的叠加方式是三次叠加，扫描数据的混合方式是 $G_4G_3G_2G_1$ 时；扫描数据的叠加方式是一次叠加，扫描数据的混合方式是 $G_1G_2G_3G_4$ 时；扫描数据的叠加方式是一次叠加，扫描数据的混合方式是 $G_4G_3G_2G_1$ 时，在一个显示周期内，一个显示单元在各次扫描过程中的显示情况示意图。图中 P 表示一个显示周期的时间为 T，也就说完成一次扫描所用的时间是 T/4。P_1、P_2、P_3、P_4 表示四次扫描过程，T_1、T_2、T_2、T_4 表示在 4 次扫描过程中扫描数据对应的显示单元的显示时间。图 8 中，$T_1 = \frac{3}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$，$T_2 = \frac{3}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$，$T_3 = \frac{3}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$，$T_4 = \frac{2}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$。图 9 中，$T_1 = \frac{2}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$，$T_2 = \frac{3}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$，$T_3 = \frac{3}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$，$T_4 = \frac{3}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$。图 10 中，$T_1 = \frac{5}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$，$T_2 = \frac{2}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$，$T_3 = \frac{2}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$，$T_4 = \frac{2}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$。图 11 中，$T_1 = \frac{2}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$，$T_2 = \frac{2}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$，$T_3 = \frac{2}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$，$T_4 = \frac{5}{2^{10}-1} \times \frac{T}{4}$。此时显示屏的刷新频率为 $\frac{4}{T}$，与采用脉宽调制的灰度级控制方法时的刷新频率相比，刷新频率提高了 4 倍。

[0107] 表 3

[0108]

增量值	叠加方式	叠加结果
$G_L=0$	零次叠加	$\begin{cases} G_1 = G_H \\ G_2 = G_H \\ G_3 = G_H \\ G_4 = G_H \end{cases}$
$G_L=1$	一次叠加	$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_2 = G_H \\ G_3 = G_H \\ G_4 = G_H \end{cases}$
$G_L=2$	一次叠加	$\begin{cases} G_1 = G_H + 2 \\ G_2 = G_H \\ G_3 = G_H \\ G_4 = G_H \end{cases}$
	二次叠加	$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_2 = G_H + 1 \\ G_3 = G_H \\ G_4 = G_H \end{cases}$
$G_L=3$	一次叠加	$\begin{cases} G_1 = G_H + 3 \\ G_2 = G_H \\ G_3 = G_H \\ G_4 = G_H \end{cases}$
	二次叠加	$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_2 = G_H + 2 \\ G_3 = G_H \\ G_4 = G_H \end{cases}$
	三次叠加	$\begin{cases} G_1 = G_H + 1 \\ G_2 = G_H + 1 \\ G_3 = G_H + 1 \\ G_4 = G_H \end{cases}$

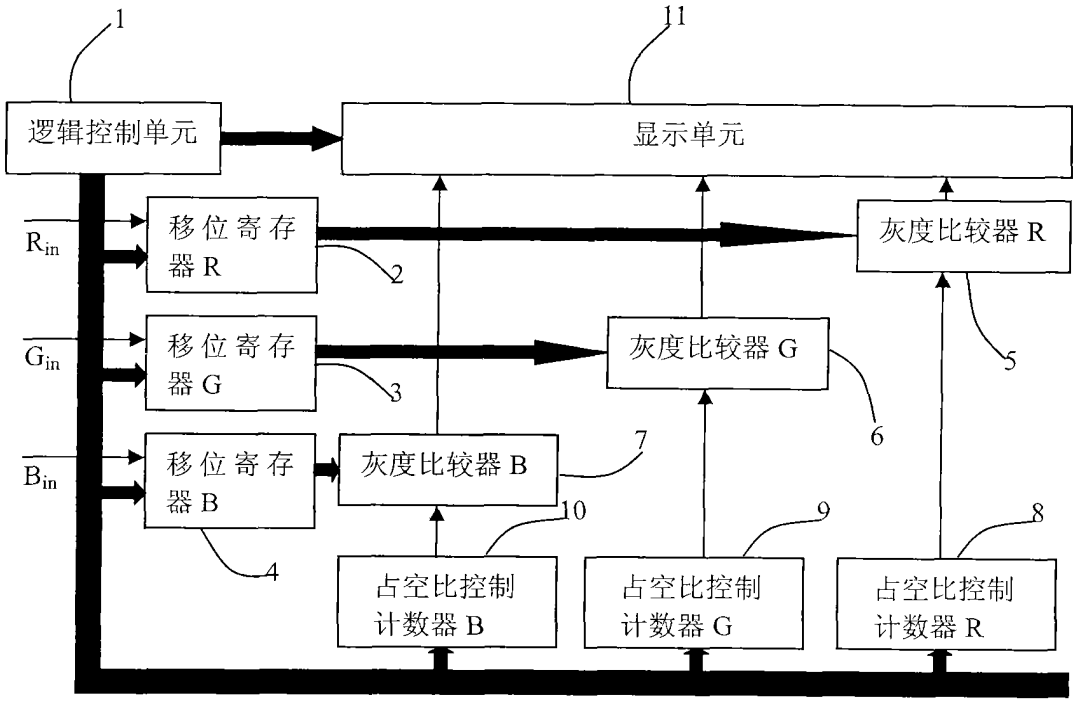

1
11
逻辑控制单元
显示单元
R_{in}
移位寄存器 R
2
灰度比较器 R
5
G_{in}
移位寄存器 G
3
灰度比较器 G
6
B_{in}
移位寄存器 B
4
灰度比较器 B
7
10
9
8
占空比控制计数器 B
占空比控制计数器 G
占空比控制计数器 R

图 1

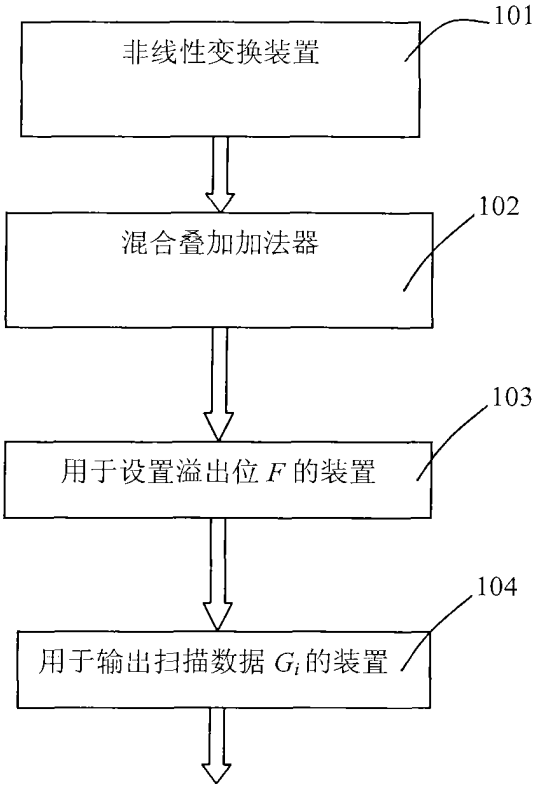

非线性变换装置
101
混合叠加加法器
102
用于设置溢出位 F 的装置
103
用于输出扫描数据 G_i 的装置
104

图 2

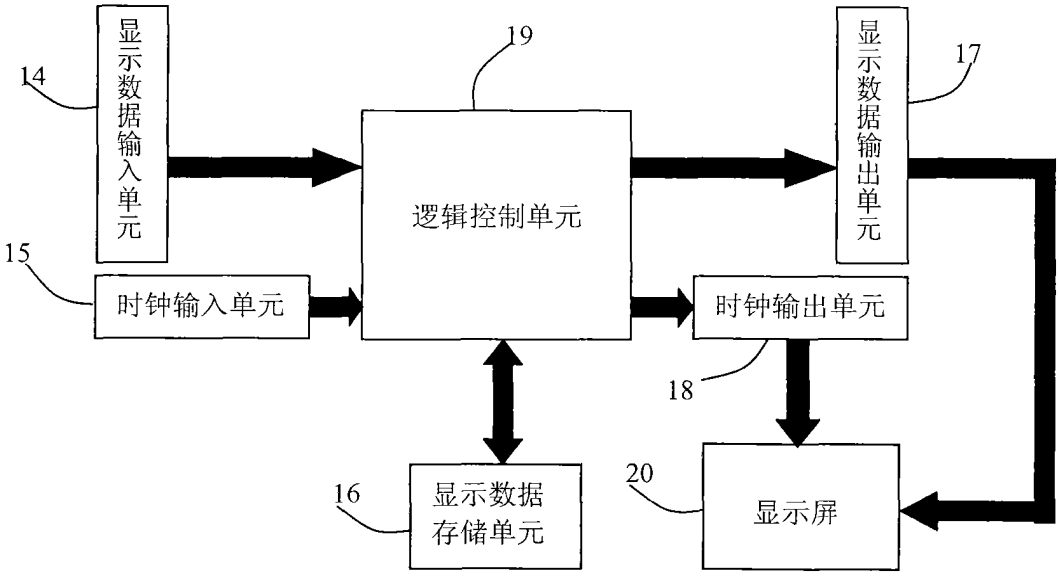

显示数据输入单元
14
19
逻辑控制单元
显示数据输出单元
17
15
时钟输入单元
时钟输出单元
18
16
显示数据存储单元
20
显示屏

图 3

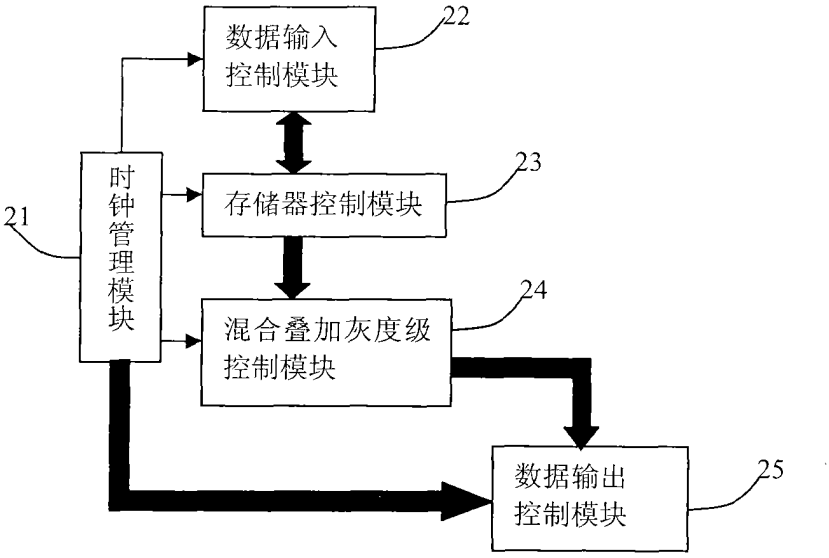

数据输入控制模块
22
时钟管理模块
21
存储器控制模块
23
混合叠加灰度级控制模块
24
数据输出控制模块
25

图 4

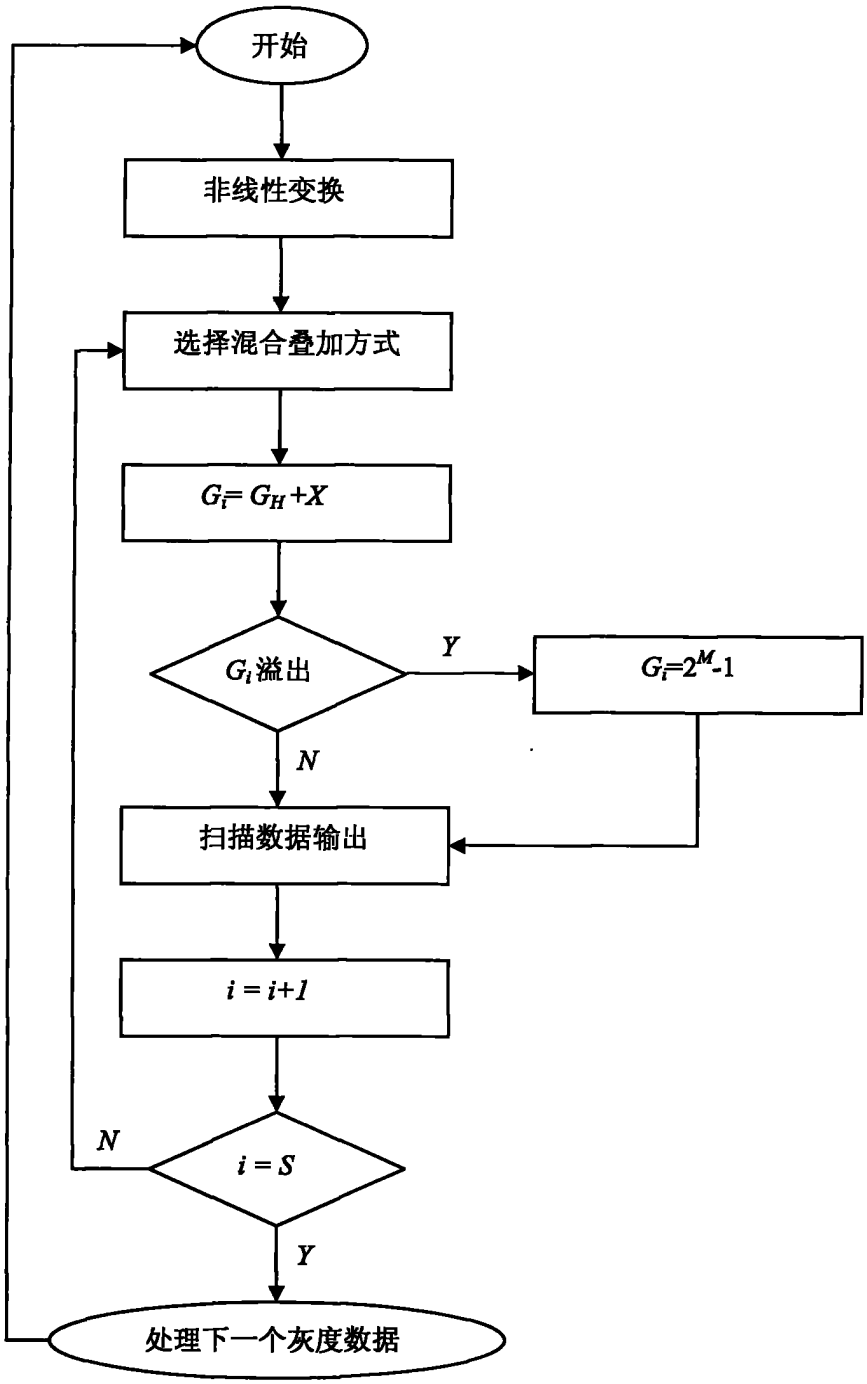

开始
非线性变换
选择混合叠加方式
$G_i = G_H + X$
G_i溢出
Y
$G_i = 2^M - 1$
N
扫描数据输出
$i = i+1$
N
$i = S$
Y
处理下一个灰度数据

图 5

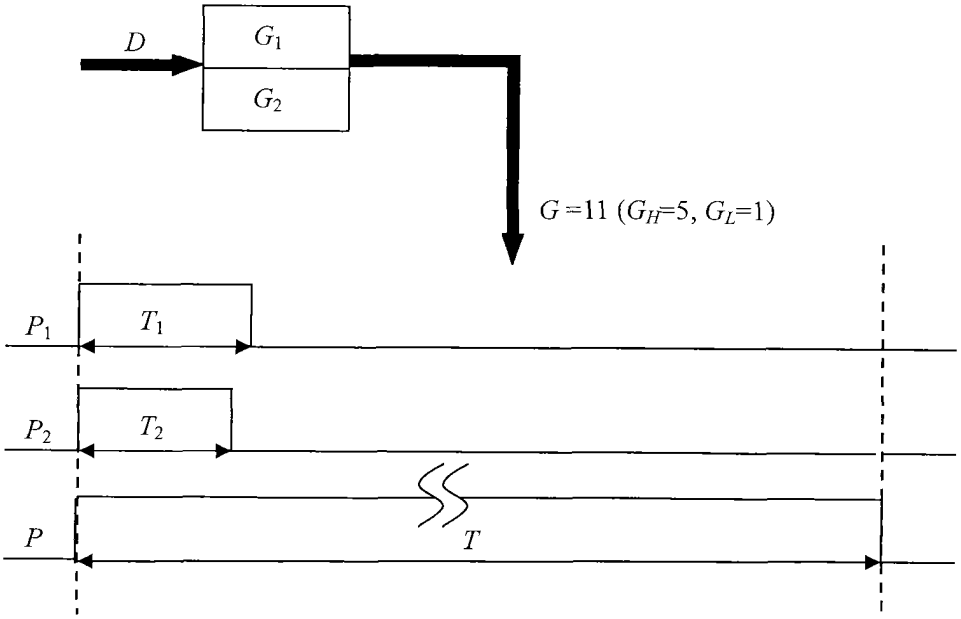


图 6

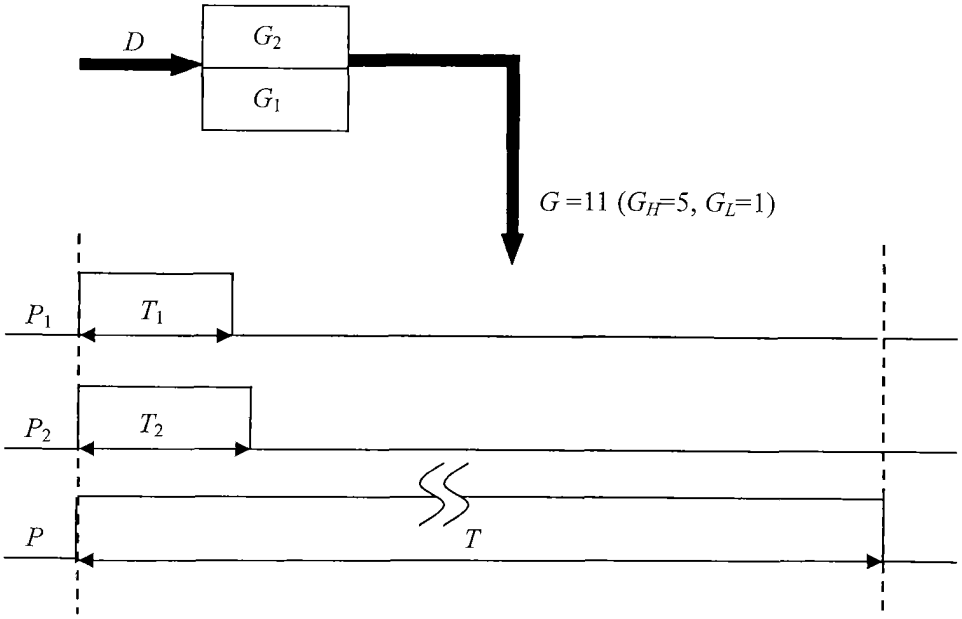


图 7

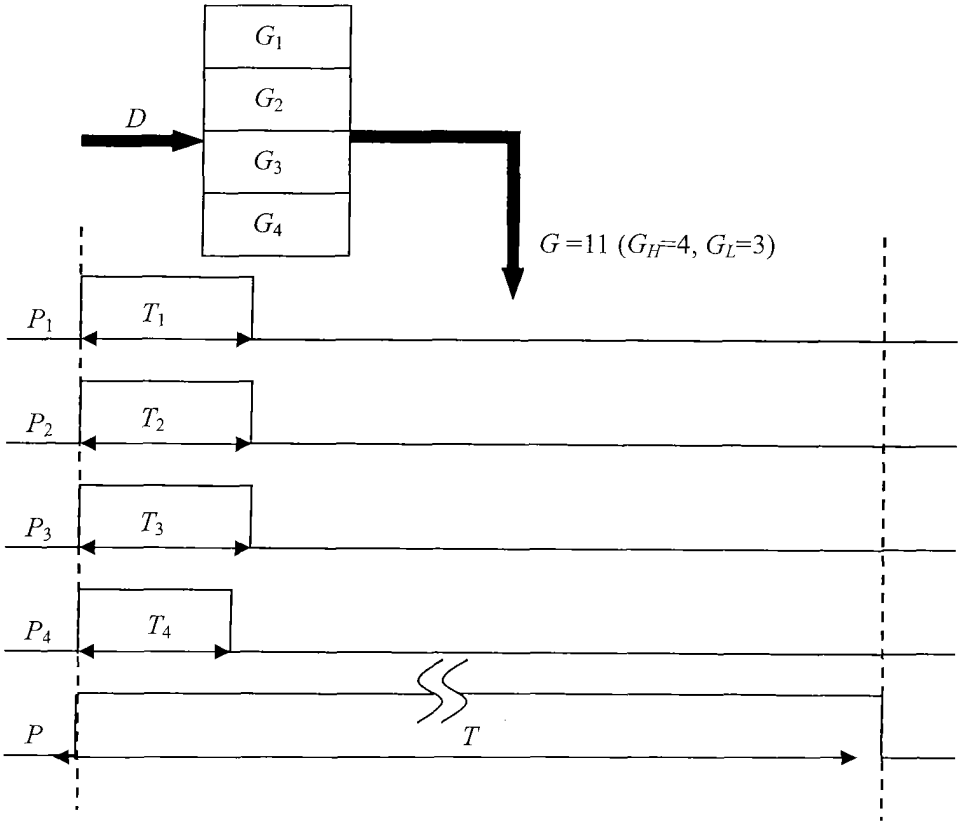


图 8

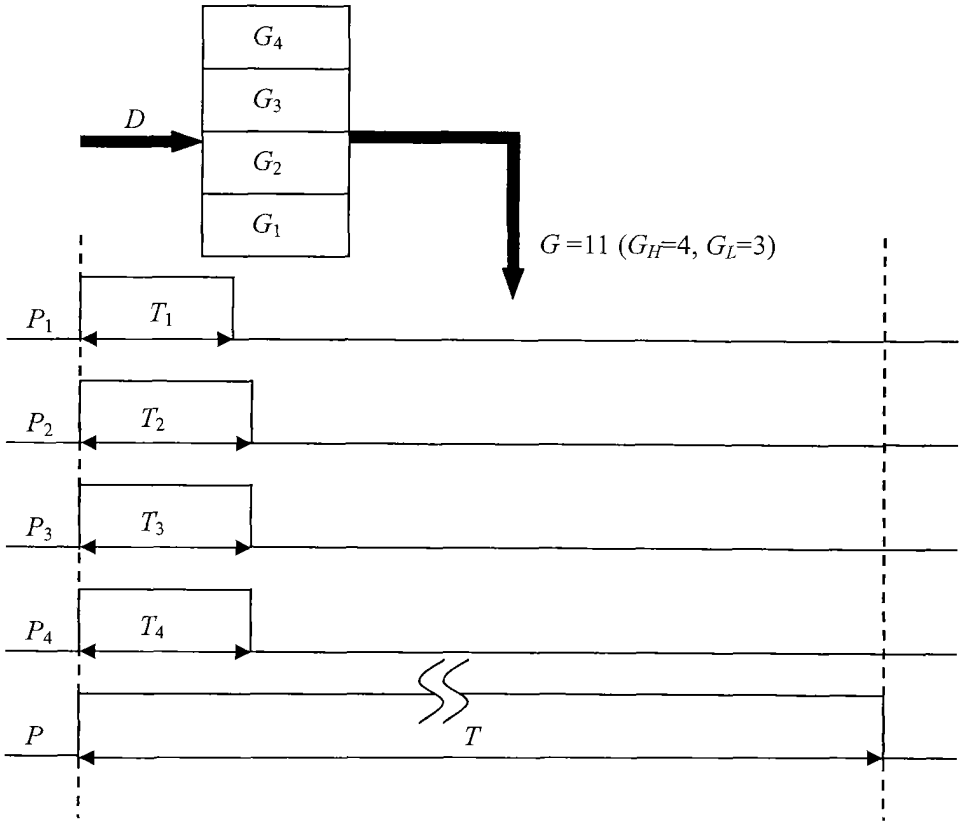


图 9

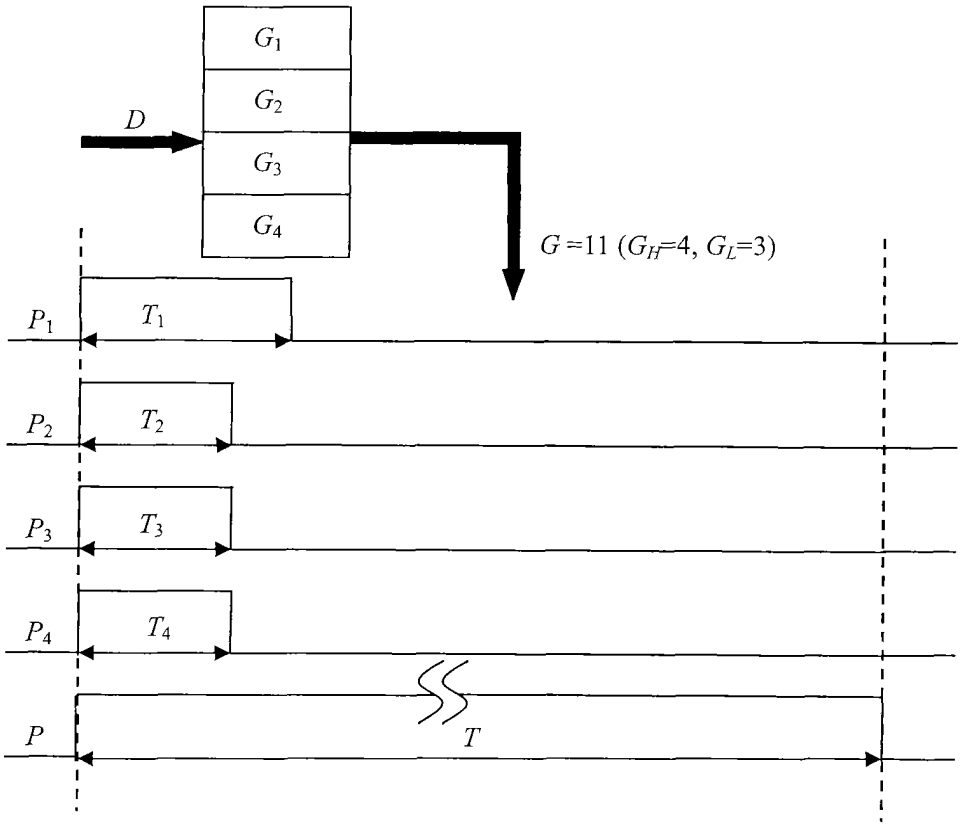


图 10

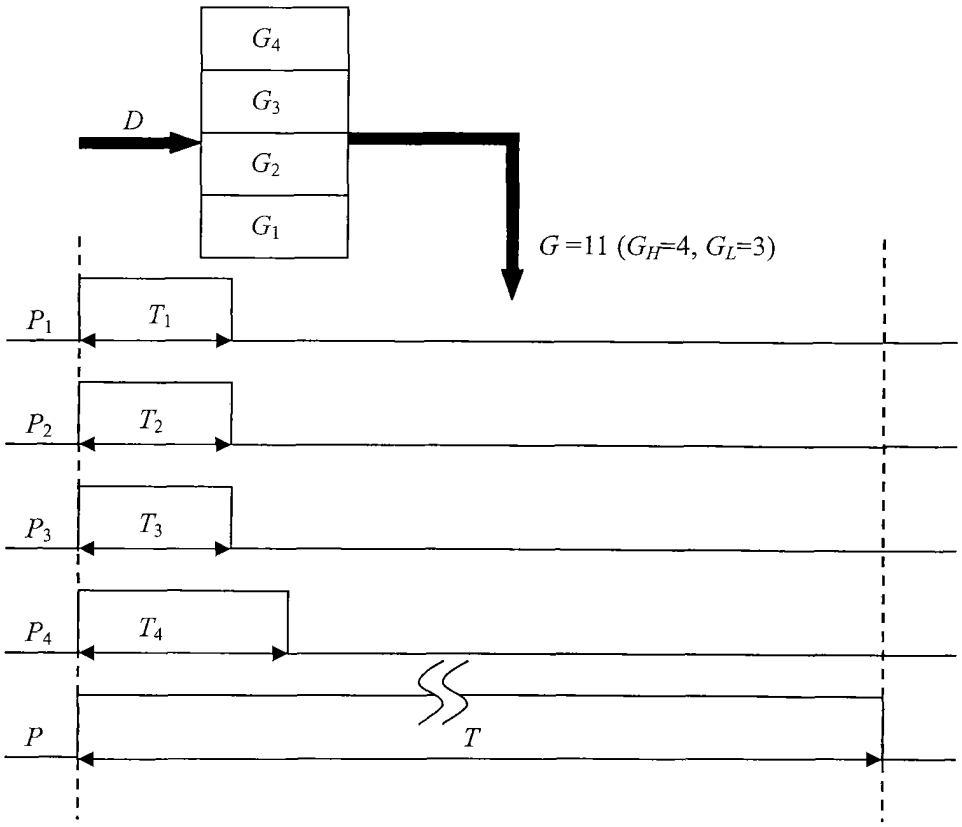


图 11