



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110910824 A

(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201911200348.4

(22)申请日 2019.11.29

(71)申请人 西安理工大学

地址 710048 陕西省西安市碑林区金花南路5号

(72)发明人 张鹤玖 余宁梅 刘尕 吕楠

(74)专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214

代理人 曾庆喜

(51)Int.Cl.

G09G 3/3208(2016.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

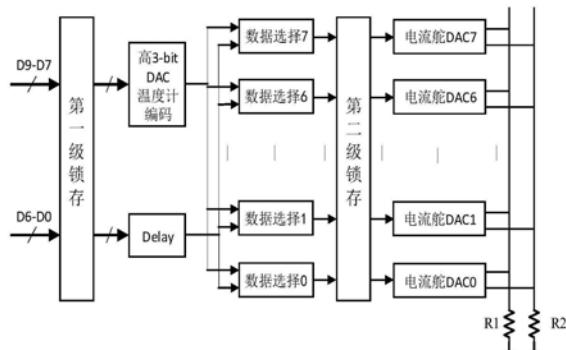
(54)发明名称

一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统及产生方法

(57)摘要

本发明公开了一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统,包括DAC,DAC的输入端用于接收视频数据,DAC输出端连接显示器驱动电路,显示器驱动电路连接像素电路,像素电路连接OLED;本发明还公开了一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生方法,发明将输入数据巧妙的分为选择信号和传输信号,选择信号经温度计码编码后,其独特的编码形式刚好作用于数据选择器,最终使电流舵DAC在整个范围内,其输出电压变化近似呈现Gamma特性,整个系统用结构简单、易于实现的组合逻辑电路和低位的电流舵DAC即实现高位的非线性DAC,该结构的非线性DAC扩展性强,可实现更高精度非线性电压的转化,适用于未来OLED显示系统对于显示效果的需求和发展。

A  
CN 110910824



CN

1. 一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统，其特征在于，包括DAC，DAC的输入端用于接收视频数据，DAC输出端连接显示器驱动电路，显示器驱动电路连接像素电路，像素电路连接OLED。

2. 根据权利要求1所述的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统，其特征在于，所述DAC包括依次相连的第一锁存器、延时和温度计码转换模块、数据选择阵列、第二级锁存、电流舵DAC和转换电阻。

3. 根据权利要求2所述的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统，其特征在于，所述数据选择阵列包括8个数据选择单元。

4. 根据权利要求3所述的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统，其特征在于，所述数据选择单元由7个三选一选择器构成。

5. 根据权利要求2所述的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统，其特征在于，所述电流舵DAC包括偏置、电流源阵列及开关驱动阵列，电流源阵列采用两层共源共栅结构，电流控制开关采用差分开关结构，差分开关采用上互不交叠时钟控制。

6. 一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生方法，采用权利要求1~5所述的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统，其特征在于，具体步骤包括：视频数据将数字信号输出至DAC，DAC为非线性Gamma曲线，DAC将产生的非线性电压输出至显示器驱动电路，最后传输至像素电路，作用在OLED上，产生对应的亮度。

7. 根据权利要求6所述的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生方法，其特征在于，所述非线性DAC的工作过程具体包括以下步骤：

步骤1，第一级锁存器将输入的10-bit二进制数据做数据整形处理；

步骤2，将整形处理后的高3-bit二进制数据转换为温度计码形式输出，输出为7-bit的数据，同时对低7-bit数据做延时处理，然后输出至数据选择阵列中；

步骤3，低7-bit二进制数据为数据选择单元的输入信号，7-bit的温度计码为数据选择的控制信号，数据选择单元根据7-bit的温度计码判断是否选择传输7-bit二进制数据；

步骤4，第二级锁存将经步骤3输出的信号再次进行整形输出；

步骤5，电流舵DAC根据输入的控制信号，选择不同的电流流出，在电阻R1和R2上产生相应的电压。

8. 根据权利要求7所述的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生方法，其特征在于，所述步骤3中，数据选择单元均由7个三选一选择器构成，将经步骤2处理后的数据分别接7个三选一选择器的一个输入端，选择器的其余输入端口分别为0,1，选择器的控制选择信号为7-bit温度计码中相邻的两位，控制选择信号输入9个信号， $A_0 \sim A_8$ ，其中 $A_0 = 1, A_8 = 0, A_1 \sim A_7$ 对应的步骤2中所述的温度计码，当控制信号为00时，选择器选择0输出，当控制信号为01时，选择器选择D0-D6输出，当控制信号为11时，选择器选择1输出，根据不同的输入数码，控制对应的电流舵DAC开通或关断。

9. 根据权利要求7所述的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生方法，其特征在于，所述步骤5具体包括：为实现斜坡的非线性，一共设计有8个电流舵DAC，每个电流舵DAC单独控制，电流舵DAC的斜坡变化的步长是 $I_{LSB} * R$ ，在所有电流舵DAC共用一个电阻的情况下，每个电流舵DAC的单位电流源设计的值均不相同，即实现输出的非线性，得出非线性Gamma曲线。

10. 根据权利要求7所述的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生方法，其特征在于，所述非线性Gamma曲线根据2.2的Gamma值，设计电流舵DAC0-7的参考电流 $I_0-I_7$ 分别为： $I_0, I_1=4I_0, I_2=10I_0, I_3=18I_0, I_4=29I_0, I_5=43I_0, I_6=60I_0, I_7=80I_0$ 。该电流组合作用在电阻上，结合数据选择单元，在数字控制下，可在输出端近似拟合一条Gamma值为2.2的曲线。

## 一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统及产生方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于非线性数模转换器的技术领域,具体涉及一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统。

[0002] 本发明还涉及一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生方法。

### 背景技术

[0003] 人类通过感知器官从外界获得信息。二十世纪初的研究表明,人的大脑每天通过器官感受到的外部信息中约60%来源于视觉器官,而近年来研究数据有所变化,视觉器官每天获得的外部信息约占人体大脑每天接受外部信息的83%,电子显示行业的发展,促使了视觉器官传递更多的信息,人类获取信息方式的改变,同时也促进电子显示行业向着更适合人眼的方向不断发展。现今电子显示行业,日行千里。其中有机电致发光二极管面板OLED成为了一个研究热点。相对于当今主流的液晶显示面板,OLED拥有自身的很多优势,例如生产工艺相对简单、视角宽广、自主发光、较低的生产成本、相对较低的功耗、高对比度、良好的温度适应性、更快的响应速度等。

[0004] 人眼在感知自然界环境时,有一种特性:在低亮度环境中,对亮度变化敏感,能够感知很小的亮度差异;在高亮度环境中,对亮度变化不敏感,亮度值变化较大时,人眼才能分辨。这种特性,叫做人眼的Gamma特性。由于人眼对亮度非线性感知的特性,如果我们需要获得均匀变化的亮度感受,那么显示器显示的亮度就需要非均匀变化,其亮度输出即需要具有Gamma特性,电压和亮度描绘的曲线也称之为Gamma曲线,显示器Gamma值在1.9至2.5之间,目前业界公认显示器最佳Gamma值是2.2。为使显示器显示特性呈Gamma曲线特性,常用的解决方案为:1、数字逻辑算法和线性DAC结合产生非线性Gamma曲线,该方案需要位数更高的DAC和较优的算法,设计较为复杂。2、用非线性DAC直接产生非线性Gamma曲线,现有的做法是用电阻型DAC的结构实现非线性DAC,非线性电阻型DAC通过在电阻串之间插入不同的Gamma电压,改变每一段的斜率,实现Gamma曲线的产生,但随着灰阶的增加,电阻的数目越来越多,面积也越来越大,很难应用于更高精度的显示系统中。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统,使其可以更好的应用于OLED显示系统,更好地适应人眼对灰度的要求,提高人眼对视觉信息的感知度。

[0006] 本发明的另一个目的是提供一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生方法。

[0007] 本发明的第一个技术方案是,一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统,包括DAC,DAC的输入端用于接收视频数据,DAC输出端连接显示器驱动电路,显示器驱动电路连接像素电路,像素电路连接OLED。

- [0008] 本发明的第一个技术方案的特点还在于：
- [0009] 其中DAC包括依次相连的第一锁存器、延时和温度计码转换模块、数据选择阵列、第二级锁存、电流舵DAC和转换电阻；
- [0010] 其中数据选择阵列包括8个数据选择单元；
- [0011] 其中数据选择单元由7个三选一选择器构成；
- [0012] 其中电流舵DAC包括偏置、电流源阵列及开关驱动阵列，电流源阵列采用两层共源共栅结构，电流控制开关采用差分开关结构，差分开关采用上互不交叠时钟控制。
- [0013] 本发明的第二个技术方案是，一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生方法，采用第一个技术方案所述的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统，具体步骤包括：视频数据将数字信号输出至DAC，DAC为非线性Gamma曲线，DAC将产生的非线性电压输出至显示器驱动电路，最后传输至像素电路，作用在OLED上，产生对应的亮度。
- [0014] 本发明的第二个技术方案的特点还在于：
- [0015] 其中非线性DAC的工作过程具体包括以下步骤：
- [0016] 步骤1，第一级锁存器将输入的10-bit二进制数据做数据整形处理；
- [0017] 步骤2，将整形处理后的高3-bit二进制数据转换为温度计码形式输出，输出为7-bit的数据，同时对低7-bit数据做延时处理，然后输出至数据选择阵列中；
- [0018] 步骤3，低7-bit二进制数据为数据选择单元的输入信号，7-bit的温度计码为数据选择的控制信号，数据选择单元根据7-bit的温度计码判断是否选择传输7-bit二进制数据；
- [0019] 步骤4，第二级锁存将经步骤3输出的信号再次进行整形输出；
- [0020] 步骤5，电流舵DAC根据输入的控制信号，选择不同的电流流出，在电阻R1和R2上产生相应的电压；
- [0021] 其中步骤3中，数据选择单元均由7个三选一选择器构成，将经步骤2处理后的数据分别接7个三选一选择器的一个输入端，选择器的其余输入端口分别为0,1，选择器的控制选择信号为7-bit温度计码中相邻的两位，控制选择信号输入9个信号， $A_0 \sim A_8$ ，其中 $A_0 = 1$ ， $A_8 = 0$ ， $A_1 \sim A_7$ 对应的步骤2中所述的温度计码，当控制信号为00时，选择器选择0输出，当控制信号为01时，选择器选择D0-D6输出，当控制信号为11时，选择器选择1输出，根据不同的输入数字码，控制对应的电流舵DAC开通或关断；
- [0022] 其中步骤5具体包括：为实现斜坡的非线性，一共设计有8个电流舵DAC，每个电流舵DAC单独控制，电流舵DAC的斜坡变化的步长是 $I_{LSB} * R$ ，在所有电流舵DAC共用一个电阻的情况下，每个电流舵DAC的单位电流源设计的值均不相同，即实现输出的非线性，得出非线性Gamma曲线；
- [0023] 其中非线性Gamma曲线根据2.2的Gamma值，设计电流舵DAC0-7的参考电流 $I_0 \sim I_7$ 分别为： $I_0, I_1 = 4I_0, I_2 = 10I_0, I_3 = 18I_0, I_4 = 29I_0, I_5 = 43I_0, I_6 = 60I_0, I_7 = 80I_0$ 。该电流组合作用在电阻上，结合数据选择单元，在数字控制下，可在输出端近似拟合一条Gamma值为2.2的曲线。
- [0024] 本发明的有益效果是：本发明应用于OLED显示系统，设计了系统中的非线性Gamma数模转换器，提高了OLED的显示效果，该非线性Gamma DAC由多个低位电流舵DAC构成，根据输入的数字信号可直接产生对应的Gamma电压，较传统采用电阻串分压结构的非线性DAC，

不需要多个参考电压和开关数量, n-bit 电阻型DAC即需要 $2^n$ 个开关, 且随着精度的增加, 开关数量成倍的增加, 难以实现更高精度的应用; 本发明的非线性DAC采用多层电流舵DAC的结构, 单个电流舵DAC结构、控制简单, 且没有冗余, 多个电流舵DAC之间的组合关系通过简单的组合逻辑即可实现, 实现输入数字码和输出Gamma电压值一一对应, 该系统思路简单新颖, 且可实现更高精度的DAC, 实现更高精度DAC的同时, 电路结构不会发生很大的改变, 只需增加单个电流源阵列的精度即可, 适用于更高精度的OLED系统的应用, 提高其显示效果。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统中基于电流舵结构的非线性DAC示意图;

[0026] 图2是本发明的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统中应用于OLED系统中的非线性斜坡;

[0027] 图3是本发明的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统中传统电阻型非线性DAC结构示意图;

[0028] 图4是本发明的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统中OLED系统结构构示意图;

[0029] 图5是本发明的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统中数据选择单元示意图;

[0030] 图6是本发明的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统中单位电流舵DAC电路结构示意图。

## 具体实施方式

[0031] 下面结合附图以及具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0032] 本发明提供了一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统, 其特征在于, 包括DAC, DAC的输入端用于接收视频数据, DAC输出端连接显示器驱动电路, 显示器驱动电路连接像素电路, 像素电路连接OLED; DAC包括依次相连的第一锁存器、延时和温度计码转换模块、数据选择阵列、第二级锁存、电流舵DAC和转换电阻; 数据选择阵列包括8个数据选择单元, 数据选择单元由7个三选一选择器构成; 电流舵DAC包括偏置、电流源阵列及开关驱动阵列, 电流源阵列采用两层共源共栅结构, 电流控制开关采用差分开关结构, 差分开关采用上互不交叠时钟控制。

[0033] 本发明还提供一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生方法, 采用上述的一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统, 具体步骤包括: 视频数据将数字信号输出至DAC, DAC为非线性Gamma曲线, DAC将产生的非线性电压输出至显示器驱动电路, 最后传输至像素电路, 作用在OLED上, 产生对应的亮度;

[0034] 非线性DAC的工作过程具体包括以下步骤:

[0035] 步骤1, 第一级锁存器将输入的10-bit二进制数据D0-D9做数据整形处理;

[0036] 步骤2, 将整形处理后的高3-bit二进制数据转换为温度计码形式输出, 输出为7-bit的数据, 同时对低7-bit数据做延时处理, 然后输出至数据选择阵列中;

[0037] 步骤3, 低7-bit二进制数据为数据选择单元的输入信号, 7-bit的温度计码为数据

选择的控制信号,数据选择单元根据7-bit的温度计码判断是否选择传输7-bit二进制数据:数据选择单元均由7个三选一选择器构成,将经步骤2处理后的数据D0-D6分别接7个三选一选择器的一个输入端,选择器的其余输入端口分别为0,1,选择器的控制选择信号为7-bit温度计码中相邻的两位,控制选择信号输入9个信号,A<sub>0</sub>~A<sub>8</sub>,其中A<sub>0</sub>=1,A<sub>8</sub>=0,A<sub>1</sub>~A<sub>7</sub>对应的步骤2中所述的温度计码,当控制信号为00时,选择器选择0输出,当控制信号为01时,选择器选择D0-D6输出,当控制信号为11时,选择器选择1输出,根据不同的输入数字码,控制对应的电流舵DAC开通或关断;

[0038] 步骤4,第二级锁存将经步骤3输出的信号再次进行整形输出;

[0039] 步骤5,电流舵DAC0-7根根据输入的控制信号,选择不同的电流流出,在电阻R1和R2上产生相应的电压:为实现斜坡的非线性,一共设计有8个电流舵DAC,每个电流舵DAC单独控制,电流舵DAC的斜坡变化的步长是I<sub>LSB</sub>\*R,在所有电流舵DAC共用一个电阻的情况下,每个电流舵DAC的单位电流源设计的值均不相同,即实现输出的非线性,得出非线性Gamma曲线,非线性Gamma曲线根据2.2的Gamma值,设计电流舵DAC0-7的参考电流I<sub>0</sub>-I<sub>7</sub>分别为:I<sub>0</sub>,I<sub>1</sub>=4I<sub>0</sub>,I<sub>2</sub>=10I<sub>0</sub>,I<sub>3</sub>=18I<sub>0</sub>,I<sub>4</sub>=29I<sub>0</sub>,I<sub>5</sub>=43I<sub>0</sub>,I<sub>6</sub>=60I<sub>0</sub>,I<sub>7</sub>=80I<sub>0</sub>。该电流组合作用在电阻上,结合数据选择单元,在数字控制下,可在输出端近似拟合一条Gamma值为2.2的曲线。

[0040] 具体实现机理如下:

[0041] 如图4所示是OLED显示系统系统框图,其主要包括视频数据、数模转换器DAC、驱动电路、像素电路、OLED显示;视频数据主要提供OLED显示的二进制数,包含显示的灰度信息、彩色信息,DAC将接收到的二进制数据转换成像素所需的对应的电压值,由于DAC的输出不具有驱动能力,所以将该电压传输到像素时需要驱动电路,像素电路接收到驱动电路传输的电压后作用到OLED上,OLED在相应电压的作用下,发光,产生对应的亮度;

[0042] 如图2所示是本发明OLED显示系统中的非线性Gamma曲线,根据显示器行业公认2.2的Gamma值,可以得出数字码和对应电压值的非线性曲线,将其按照数字码均分为8个数字区间段,每一数字区间段均为7-bit的码宽,8段数字区间分别为:0-127,128-255,256-383,384-511,512-639,640-767,768-895,896-1023,各数字区间对应的电压范围分别为:(0,0.0127),(0.0127,0.0511),(0.0511,0.127),(0.127,0.230),(0.230,0.371),(0.371,0.550),(0.550,0.767),(0.767,1.023)。各数字区间内,数字码和电压间呈线性关系,在整个1024范围内,数字码和电压的关系呈非线性关系,且该非线性关系近似拟合Gamma曲线,具有Gamma特性;

[0043] 如图3所示是传统实现非线性Gamma曲线的电阻型DAC,在电阻串中插入x-1个电压,即可将整个电阻DAC拆分成为x段线性DAC,在每一个小区间段内电压的变化呈线性变化,但在整个0-Vref的变化范围内,电压的变化呈非线性变化,通过不同开关的控制即可选取不同点处的电压输出,实现数字码和Gamma电压的一一选取,在该结构下,需要x-1个精确的参考电压,基准电路的设计具有一定的难度,对于数字开关控制,该结构10-bit的非线性DAC即需要2<sup>11</sup>个开关,且随着精度的提高,电路规模和开关数量也成倍的增加;

[0044] 如图1所示是本发明应用于OLED显示系统的非线性DAC,该DAC主要包括第一级锁存、延时和温度计码转换模块、数据选择、第二级锁存、电流舵DAC和转换电阻,第一级锁存主要对输入信号进行数据整形,然后输入的高三位由二进制码转换成温度计码输出,低7位经过一个延时单元输出,使输出到数据选择单元的信号同步,数据选择阵列共有8个数据选

择单元,每个数据选择单元的输入信号均为低7-bit数据,温度计码的其中两位为对应数据选择单元的选择信号,数据选择单元阵列根据高3-bit的温度计码选择对应的低7-bit数据的传输状态,数据选择单元的输出信号准备好后传输至第二级锁存,第二级锁存进行二次整形后输出至电流舵DAC,控制电流舵DAC输出对应的电流值,根据数字码和电压范围的对应关系,电流舵DAC0-7的参考电流 $I_0-I_7$ 分别为: $I_0, I_1=4I_0, I_2=10I_0, I_3=18I_0, I_4=29I_0, I_5=43I_0, I_6=60I_0, I_7=80I_0$ ,每一路电流在电阻上的累加即形成相应的电压值;

[0045] 如图5所示是本发明数据选择单元的基本结构,数据选择单元均由7个三选一选择器构成,D0-D6分别接7个三选一选择器的一个输入端,选择器的其余输入端口分别为0,1,选择器的控制选择信号为7-bit温度计码中相邻的两位,数据选择器0-7,一共需要9个输入信号 $A_0-A_8$ ,其中 $A_0=1, A_8=0, A_1-A_7$ 为对应的温度计码,当控制信号为00时,选择器选择0输出,当控制信号为01时,选择器选择D0-D6输出,当控制信号为11时,选择器选择1输出,这样即可以根据不同的输入数字码,控制对应的电流舵DAC开通或关断,且可保证选择阵列中任意时刻有且只有一个数据选择单元选择输出当前低7-bit数据。当输入的10-bit数据从0开始依次增加时,数据选择阵列即从选择0,到选择低7-bit数据,再到选择输出1;

[0046] 如图6所示是本发明电流舵DAC结构示意图,包括偏置、电流源阵列及开关驱动阵列,电流源阵列采用两层共源共栅结构,提高电流源输出阻抗,增加电流复制精度及稳定性,电流控制开关采用差分开关结构,差分开关采用上互不交叠时钟控制,保证电流源始终有电流输出,避免电流源中电流的突然切断和导通,整个电流舵DAC在7-bit数字码的控制下,选择流出电流 $I_1$ 和 $I_2$ 的大小;

[0047] 本发明的原理是:人眼对大自然的感知呈现Gamma特性,对于OLED显示系统,为呈现更佳的显示效果,研究者希望OLED输出显示效果也呈现Gamma特性,决定这一特性的是OLED显示系统中数模转换器,本发明巧妙地通过数据选择的方式、分级处理的思路,组合多个线性电流舵DAC,在整个DAC范围内电压变化近似呈现Gamma特性,在单个电流舵DAC范围内电压变化依然是线性的。输入数字码通过组合逻辑转化后直接传输至电流舵DAC,整个系统用结构简单、易于实现的组合逻辑电路和低位的电流舵DAC即实现高位的非线性DAC,该结构的非线性DAC扩展性强,可实现更高精度非线性电压的转化,对于提高OLED显示系统的显示效果有着重要的意义。

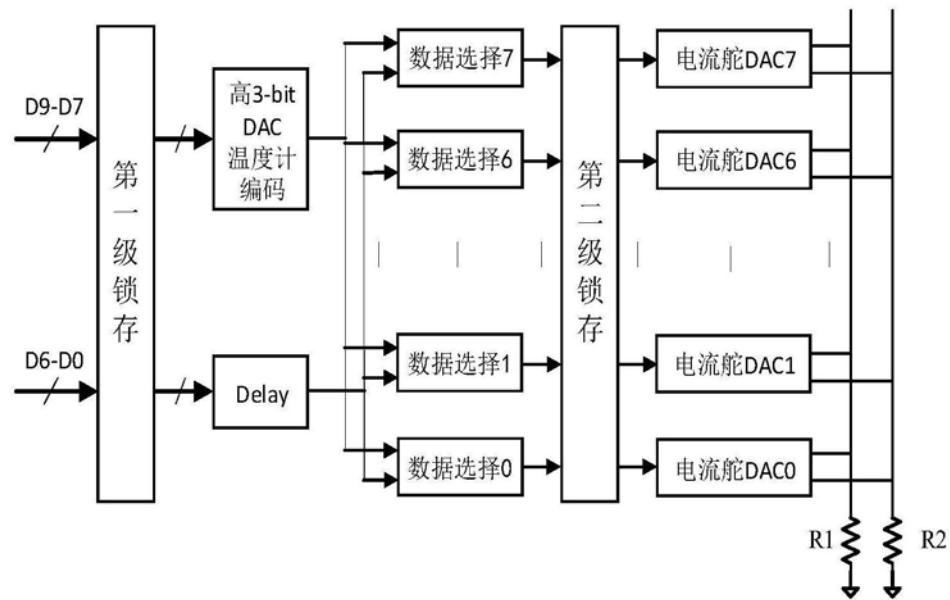


图1

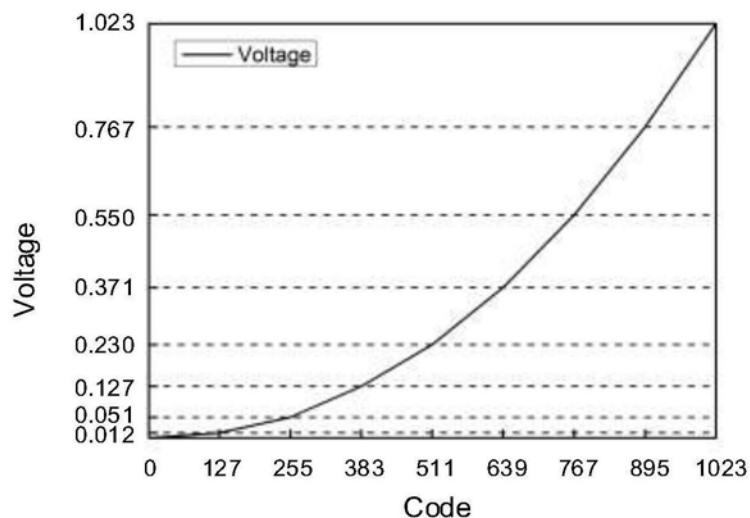


图2

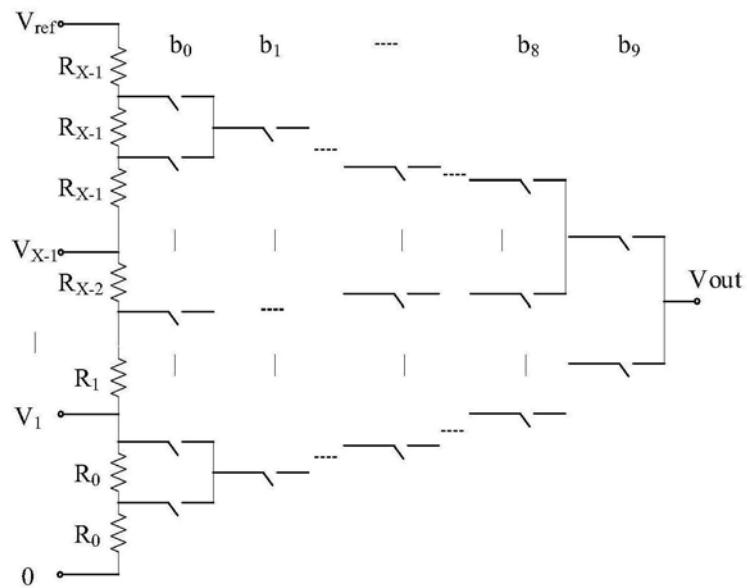


图3

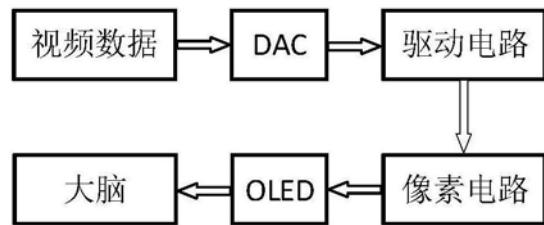


图4

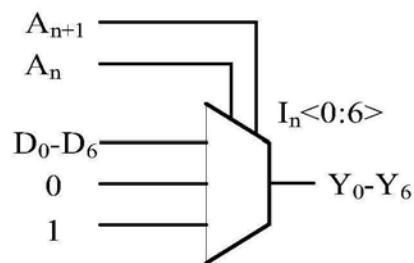


图5

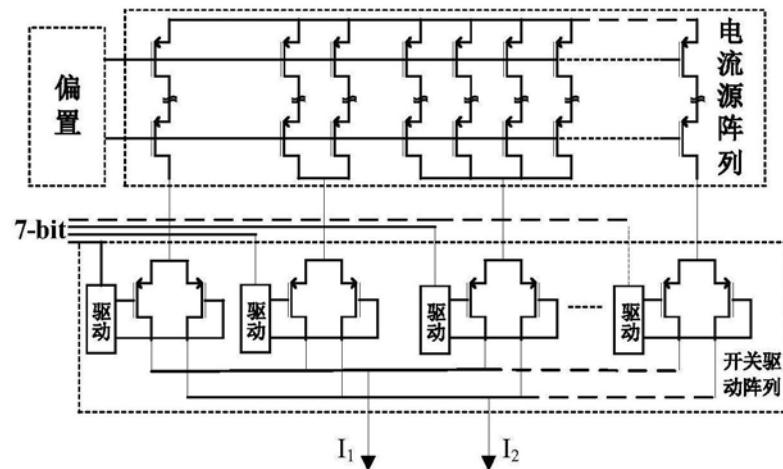


图6

专利名称(译)	一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统及产生方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN110910824A</a>	公开(公告)日	2020-03-24
申请号	CN201911200348.4	申请日	2019-11-29
[标]申请(专利权)人(译)	西安理工大学		
申请(专利权)人(译)	西安理工大学		
当前申请(专利权)人(译)	西安理工大学		
[标]发明人	张鹤玖 余宁梅 吕楠		
发明人	张鹤玖 余宁梅 刘朵 吕楠		
IPC分类号	G09G3/3208		
CPC分类号	G09G3/3208 G09G2320/0276		
代理人(译)	曾庆喜		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

### 摘要(译)

本发明公开了一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生系统，包括DAC，DAC的输入端用于接收视频数据，DAC输出端连接显示器驱动电路，显示器驱动电路连接像素电路，像素电路连接OLED；本发明还公开了一种提高OLED显示效果的非线性Gamma曲线产生方法，发明将输入数据巧妙的分为选择信号和传输信号，选择信号经温度计码编码后，其独特的编码形式刚好作用于数据选择器，最终使电流舵DAC在整个范围内，其输出电压变化近似呈现Gamma特性，整个系统用结构简单、易于实现的组合逻辑电路和低位的电流舵DAC即实现高位的非线性DAC，该结构的非线性DAC扩展性强，可实现更高精度非线性电压的转化，适用于未来OLED显示系统对于显示效果的需求和发展。

