



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103747576 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201310738513. 8

审查员 莫春红

(22) 申请日 2013. 12. 27

(73) 专利权人 中航华东光电有限公司

地址 241000 安徽省芜湖市弋江区城南高新技术开发区华夏科技园

(72) 发明人 晋兴强 王亮 顾娅南 黄荣园 钱洁

(74) 专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限公司 34107

代理人 朱圣荣

(51) Int. Cl.

H05B 37/02(2006. 01)

G09G 5/10(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101730365 A, 2010. 06. 09,

US 2013/0328491 A1, 2013. 12. 12,

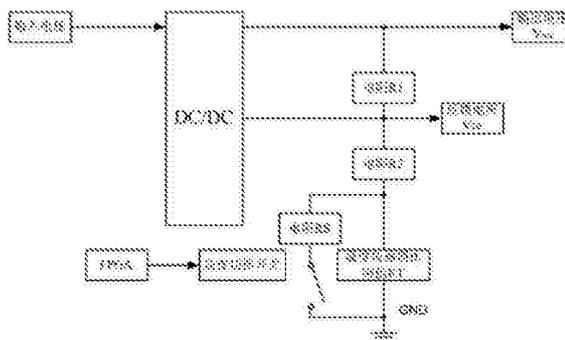
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种 LED 背光源驱动电路及其驱动方法

(57) 摘要

本发明揭示了一种 LED 背光源驱动电路, 驱动电路的控制器输出 PWM 调光信号至线性恒流源控制背光灯, 所述的控制器输出控制信号至昼夜切换开关, 所述的背光灯由电压转换电路供电, 所述的昼夜切换开关串联电阻 RS 后与电阻型温度传感器并联, 该并联电路一端接地, 另一端经电阻 R2 接入电压转换电路反馈电压输入端, 所述的反馈电压输入端和电压转换电路供电输出端通过电阻 R1 连接。本发明的优点在于该驱动电路及其驱动方法具有功率小、夜视颜色可配的特点, 同时解决了亮度衰减以及高、低温环境下偏色的问题。



1. 一种 LED 背光源驱动电路, 驱动电路的控制器(1) 输出 PWM 调光信号至线性恒流源(8) 控制背光灯(9), 其特征在于: 所述的控制器(1) 输出控制信号至昼夜切换开关(4), 所述的背光灯(9) 由电压转换电路(5) 供电, 所述的昼夜切换开关(4) 串联电阻 R_S 后与电阻型温度传感器并联, 该并联电路一端接地, 另一端经电阻 R_2 接入电压转换电路(5) 反馈电压输入端, 所述的反馈电压输入端和电压转换电路(5) 供电输出端通过电阻 R_1 连接;

所述的控制器(1) 连接有采集背光灯(9) 工作环境温度和亮度的温度传感器(3) 和光传感器(2);

所述的昼夜切换开关(4) 分为昼模式和夜模式, 在昼模式下由控制器(1) 控制其断开, 在夜模式下由控制器(1) 控制其闭合。

2. 根据权利要求 1 所述的 LED 背光源驱动电路, 其特征在于: 所述的背光灯(9) 设有各路, 每路背光灯由多串 LED 光源并联构成, 每串 LED 光源串联有多个 LED 光源, 每路所述的背光灯(9) 颜色不同, 包括白色 LED 光源和彩色 LED 光源。

3. 根据权利要求 2 所述的 LED 背光源驱动电路, 其特征在于: 所述的控制器(1) 通过串口与上位机(6) 进行通讯, 并设有用于存储的 EEPROM (7)。

4. 一种基于权利要求 3 所述的 LED 背光源驱动电路的驱动方法, 其特征在于: 在昼模式下以白色 LED 光源为背光灯(9) 光源, 在夜模式下以彩色 LED 光源为背光灯(9) 光源。

5. 根据权利要求 4 所述的 LED 背光源驱动电路的驱动方法, 其特征在于: 光传感器(2) 采集的光亮反馈值为 Z , 所述的 LED 背光源设有 $0-N$ 级别调光等级, 级别越高亮度越大, 当 LED 背光源处于调光等级为 X , 其中 $0 < X < N$, 此时标准光反馈值 Y , 如果 Z 大于 Y , 则控制器(1) 减小 PWM 调光信号的占空比, 使亮度下降, 如果 Z 小于 Y , 则控制器(1) 增加 PWM 调光信号的占空比, 使亮度上升。

6. 根据权利要求 5 所述的 LED 背光源驱动电路的驱动方法, 其特征在于: Z 与 Y 的比较未超过预设调整阈值, 则控制器(1) 不进行输出 PWM 调光信号的调整, 若超过预设调整阈值, 则控制器(1) 进行输出 PWM 调光信号的调整。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的 LED 背光源驱动电路的驱动方法, 其特征在于: 彩色 LED 光源中设有橙灯, 控制器(1) 输出至橙灯的 PWM 调光信号占空比为 C , 温度传感器(3) 采集的温度为 T , 控制器(1) 在常温状态下输出至橙灯的 PWM 调光信号占空比为 C_0 ,

$$C=C_0 \times [(-0.0002)(T+55)^2+0.4288 \times (T+55)+70.7273] / 100.$$

8. 根据权利要求 7 所述的 LED 背光源驱动电路的驱动方法, 其特征在于: 所述的控制器(1) 通过串口与上位机(6) 进行通讯, 通过 I^2C 将上位机设置的值存到 EEPROM (7) 中作为掉电保存数据。

一种 LED 背光源驱动电路及其驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及彩色液晶显示器内 LED 背光源的驱动电路,尤其涉及一种可自我适应环境的 LED 驱动电路以及亮度反馈和补色的方法。

背景技术

[0002] 在航空液晶显示器领域,LED (Light Emitting Diode,发光二极管)逐渐成为了背光源的主流。LED 具有体积小、寿命长、能耗小、发热低以及颜色可控性强等优势。然而,随着 LED 技术的广泛应用,航空领域对其中的 LED 液晶显示器的要求也越来越高,其中较主要的两个方面是颜色和功耗。

[0003] 随着显示信息画面越来越复杂,为了能让飞行员更好的观测和明确各种信息,LED 液晶显示器则被要求具有更好的色彩显示效果,特别是在夜视环境下,需要满足更利于人眼观察的夜视兼容色坐标。因此,LED 彩色背光源也逐渐成为必要。同时,为了保证显示器的高可靠性,功耗问题从始至终都是一个着重考虑的方面。因此,在进行 LED 液晶显示器设计时,则需要增加 LED 彩色背光源,同时要求显示器功耗小,以减少显示器内部的发热量,保证显示器的可靠性。

[0004] 由于 LED 彩色背光源应用暂不广泛,就目前而言,如何在保证功耗的同时,兼容显示器的色彩,此类操作的公开文献不多。同时,在高亮度航空显示器领域,还存在背光板温度变化大的特点,LED 灯的导通电压随温度变化而变化,就会导致功耗的浪费或者显示器亮度的变化,而且 LED 灯的光效还会随温度变化而衰减。

[0005] 上述问题一直困扰着 LED 彩色背光源设计人员,因此需要设计一种可以兼顾显示器颜色和功耗,同时在最大亮度进行反馈调整,在高、低温下进行颜色补偿的光源驱动系统。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是实现一种可以根据外部环境的变化,自我适应的 LED 驱动电路,能够进行昼夜切换、功率调节、亮度反馈和色度补偿的驱动控制。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案为:一种 LED 背光源驱动电路,驱动电路的控制器输出 PWM 调光信号至线性恒流源控制背光灯,所述的控制器输出控制信号至昼夜切换开关,所述的背光灯由电压转换电路供电,所述的昼夜切换开关串联电阻 R_S 后与电阻型温度传感器并联,该并联电路一端接地,另一端经电阻 R_2 接入电压转换电路反馈电压输入端,所述的反馈电压输入端和电压转换电路供电输出端通过电阻 R_1 连接。

[0008] 所述的控制器连接有采集背光灯工作环境温度 and 亮度的温度传感器和光传感器。

[0009] 所述的背光灯设有多个路,每路背光灯由多串 LED 光源并联构成,每串 LED 光源串联有多个 LED 光源,每路所述的背光灯颜色不同,包括白色 LED 光源和彩色 LED 光源。

[0010] 所述的控制器通过串口与上位机进行通讯,并设有用于存储的 EEPROM。

[0011] 昼夜切换开关分为昼模式和夜模式,在昼模式下由控制器控制其断开,在夜模式

下由控制器控制其闭合。

[0012] 在昼模式下以白色 LED 光源为背光灯光源,在夜模式下以彩色 LED 光源为背光灯光源。

[0013] 光传感器采集的光亮反馈值为 Z,所述的 LED 背光源设有 0-N 级别调光等级,级别越高亮度越大,当 LED 背光源处于调光等级为 X,其中 $0 < X < N$,此时标准光反馈值 Y,如果 Z 大于 Y,则控制器减小 PWM 调光信号的占空比,使亮度下降,如果 Z 小于 Y,则控制器增加 PWM 调光信号的占空比,使亮度上升。

[0014] Z 与 Y 的比较未超过预设调整阈值,则控制器不进行输出 PWM 调光信号的调整,若超过预设调整阈值,则控制器进行输出 PWM 调光信号的调整。

[0015] 彩色 LED 光源中设有橙灯,控制器输出至橙灯的 PWM 调光信号占空比为 C,温度传感器(3)采集的温度为 T,控制器在常温状态下输出至橙灯的 PWM 调光信号占空比为 C_0 ,

[0016] $C=C_0 \times [(-0.0002)(T+55)^2+0.4288 \times (T+55)+70.7273] / 100$ 。

[0017] 所述的控制器通过串口与上位机进行通讯,通过 I²C 将上位机设置的值存到 EEPROM 中作为掉电保存数据。

[0018] 本发明的优点在于该驱动电路及其驱动方法具有功率小、夜视颜色可配的特点,同时解决了亮度衰减以及高、低温环境下偏色的问题。

附图说明

[0019] 下面对本发明说明书中每幅附图表达的内容及图中的标记作简要说明:

[0020] 图 1 为自适应 LED 驱动电路的框图;

[0021] 图 2 为电压转换模块的电路框图;

[0022] 图 3 为 LED 白灯的额定导通电压与环境温度的关系,其中横坐标为环境温度 T,纵坐标为额定导通电压值 V;

[0023] 图 4 为 LED 彩灯的导通电流与导通电压的关系;其中横坐标为导通电压 V,纵坐标为导通电流值 I;

[0024] 图 5 为 LED 白灯的发光光效与环境温度的关系,其中横坐标为环境温度 T,纵坐标为相对光效值 L;

[0025] 图 6 为 LED 彩灯的发光光效与环境温度的关系,其中横坐标为环境温度 T,纵坐标为实际光效相对 25℃时光效的比值 $I_V / I_V(25^\circ\text{C})$;

[0026] 图 7 为通过实测拟合的橙灯输出占空比与环境温度的关系,其中横坐标为环境温度 (T+55),纵坐标为橙灯的输出占空比 C (基础值设定的是 100);

[0027] 图 8 为拟合的近似二次曲线,其中横坐标为环境温度 (T+55),纵坐标为橙灯的输出占空比 C (基础值设定的是 100);

[0028] 图 9 为实测曲线和拟合曲线的比较,其中横坐标为环境温度 (T+55),纵坐标为橙灯的输出占空比 C (基础值设定是 100);

[0029] 上述图中的标记均为:1、控制器;2、光传感器;3、温度传感器;4、昼夜切换开关;5、电压转换电路;6、上位机;7、EEPROM;8、线性恒流源;9、背光灯。

具体实施方式

[0030] 参见图 1、2 可知,LED 背光源驱动电路包括控制器 1、光传感器 2、温度传感器 3、昼夜切换开关 4、电压转换电路 5、上位机 6、EEPROM7、线性恒流源 8、背光灯 9 以及配置电阻 R1、R2、电阻型温度传感器 RT。控制器 1 采用 FPGA (Field-Programmable Gate Array,现场可编程门阵列),背光灯 9 设有多个路,每路背光灯由多串 LED 光源并联构成,每串 LED 光源串联有多个 LED 光源,每路所述的背光灯 9 颜色不同,至少包括白色 LED 光源和彩色 LED 光源,优选设置白、橙、绿、蓝四色光源,由此采用四路线性恒流源 8 供电,每路线性恒流源 8 分别驱动一路背光灯 9。

[0031] 电压转换电路 5 是将外部供电转换成背光灯 9 需要的供电电压,昼夜切换开关 4 串联电阻 RS 后与电阻型温度传感器并联,该并联电路一端接地,另一端经电阻 R2 接入电压转换电路 5 反馈电压输入端,反馈电压输入端和电压转换电路 5 供电输出端通过电阻 R1 连接,这样可以根椐背光灯 9 的工作环境温度微调输出电压。

[0032] 该驱动电路的控制器 1 输出 PWM 调光信号至线性恒流源 8 控制背光灯 9,且控制器 1 输出控制信号至昼夜切换开关 4,控制其通断,背光灯 9 由电压转换电路 5 供电,控制器 1 连接有采集背光灯 9 工作环境温度和亮度的温度传感器 3 和光传感器 2,椐其采集的信号控制电压转换电路 5 的输出,以及四路线性恒流源 8 的调光比例和亮度。控制器 1 通过串口与上位机 6 进行通讯,通过 I²C 将上位机设置的值存到 EEPROM7 中,EEPROM7 可以掉电保存数据。

[0033] 该实施例中,每路背光灯 9 包括串联的 3 个 LED 灯。每一串 LED 白灯设置的电流是其典型电流 30mA,而因夜模式下亮度要求较低,则每一串 LED 白彩灯设置的电流是 10mA。每路线性恒流源 8 独立采用 PWM 调光方式,它们的频率是相同的,但每个周期内的高低电平占空比各有不同。

[0034] 上述系统采用电压转换电路 5 的输出作为背光灯 9 的正端电压,采用 PWM 波形控制线性恒流源 8 的工作状态。由于采用恒流驱动背光灯 9,则其 LED 灯的正端电压在满足导通电压的前提下,越小越好,多出的额外电压则会消耗在开关管上,造成功率损耗。因此通过昼夜切换开关 4 为主,电阻型温度传感器为辅,两者结合调节背光灯 9 正端电压,从而达到功率最优的工作方式。具体控制时,采用二次方程对白灯与彩灯之间的导通电压关系,以及各个温度下,白灯导通电压的变化关系进行计算,当昼夜切换时,环境温度变化时,LED 灯在同一电流级别下的导通电压都是刚刚满足的,从而达到显示和功率最优的目的,此外,采样线性拟合以及算法,对显示器进行亮度反馈调整以及颜色补偿。

[0035] 基于上述系统,下面针对背光灯 9 的各个驱动方法详细说明:

[0036] 1、电阻型温度传感器随环境温度变化调节背光灯 9 电压:

[0037] 如图 2 所示,通过电压转换电路 5 实现背光灯 9 电压的调节,将输入电压经过 DC/DC 芯片进行降压得到背光灯 9 所需要的正端电压值。该 DC/DC 模块的输出电压的大小是通过配置的反馈电阻进行计算的。昼夜切换开关断开时,LED 的供电电压 $V_{OUT}=V_{FB} \times [1+R1 / (R2+RT)]$ 。其中 R1、R2、电阻型温度传感器 RT 为配置电阻, V_{OUT} 为输出电压, V_{FB} 为反馈电压,是标准值。DC/DC 芯片即是通过检测反馈电压值的大小来进行输出电压的调整,以保证 VFB 的值恒定为标准值。则椐此计算方式,可以实现 LED 电压的自适应调节。

[0038] 如图 3 所示的 LED 白灯,在 30mA 电流情况下,-45℃时的导通电压为 3.2V,则 3 个一串的回路电压为 $V_{OUT}=3.2 \times 3+0.4=10V$,其中 0.4V 为线性恒流源中的开关管和采样电阻

的电压损耗,而在 65℃时的导通电压为 2.8V,则 $V_{OUT}=2.8 \times 3+0.4=8.8V$ 。

[0039] 所以,如果设定的 LED 灯电压刚好满足常温下的工作状态,则低温时,LED 灯的亮度会降低,导致液晶显示器亮度不满足;而如果设定的 LED 灯电压同时满足低温下的工作状态,则会在常温状态下造成功率浪费,LED 灯串数越多,损耗越严重。同时还会产生大量的热能,增加显示器功耗的同时还降低了可靠性。因此,随着环境温度的变化,合理的调整 LED 灯正端电压则显得相当必要。

[0040] 此温度传感器调节电压功能只在昼模式情况下有效。在夜模式下,只使用 LED 彩灯,亮度要求低,功耗很小,因此,夜模式情况下,无需考虑功耗问题。故实施此功能时,昼夜切换开关是一直保持在断开状态的。

[0041] 此处选用的电阻型温度传感器是随着环境温度的变化而阻值变化的电阻型传感器,放在背光灯板上,实时反应 LED 灯的工作环境温度。

[0042] 设电阻型温度传感器的阻值为 R,环境温度为 T,则 R 和 T 满足以下关系式:
 $R=R_0+N \times T$ (1)

[0043] 其中 R_0 表示是电阻型温度传感器在环境温度 0℃时的电阻值, N 是电阻型温度传感器随温度变化的正系数。

[0044] 因此处是对 LED 灯的正端电压进行微调,所以取最大、最小两点。则可以得到以下关系式:

[0045] 在 -45℃的环境条件下:

$$V_{OUT1}=10V=V_{FB} \times [1+R1 / (R2+RT1)]$$
 (2)

[0047] 在 65℃的环境条件下:

$$V_{OUT2}=8.8V=V_{FB} \times [1+R1 / (R2+RT2)]$$
 (3)

[0049] 其中 V_{FB} 是定值, $RT1$ 是 -45℃环境下的电阻型温度传感器的电阻值, $RT2$ 是 65℃环境下的电阻型温度传感器的电阻值。因此,由(2)、(3)可以得到关于 $R1$ 、 $R2$ 的二次方程,从而得出 $R1$ 、 $R2$ 的值。

[0050] 因此,在昼模式下,LED 灯正端驱动电压则会随着温度的变化而自我调节,既可以保证低温下亮度满足要求,又可以在高温时最大程度的降低显示器功耗,减少热量,增加显示器的可靠性。

[0051] 2、昼、夜切换功能调节,利用昼、夜模式调节背光灯 9 的供电电压;

[0052] 因在夜模式下,LED 彩灯只需要 10mA 电流即可满足亮度要求,则此电流下的导通电压为:橙灯为 2.0V,绿灯和蓝灯为 3.1V,同时,在低温 -45℃下,绿灯和蓝灯的导通电压会提高到 3.4V,则为了满足低温下的配色要求,3 个 LED 彩灯一串时,则相应的回路电压 $V_{RGB}=3.4 \times 3+0.4=10.6V$ 。

[0053] 如图 2 所示,控制器 1 输出指令给昼、夜切换电路,以控制该开关的开断。昼模式状态下,控制器 FPGA 控制昼夜切换电路,使开关处于断开状态, $V_{OUT}=V_{FB} \cdot [1+R1 / (R2+RT)]$,在夜模式状态下,控制器 1 使开关处于闭合状态,则 RT 与 RS 并联,阻值设为 R,导致 V_{FB} 的值由 $V_{OUT} \times [1-R1 / (R1+R2+RT)]$ 变为 $V_{OUT} \times [1-R1 / (R1+R2+R)]$,因 R 的值小于 RT ,则 V_{FB} 小于原来的标准值。DC/DC 芯片检测到 V_{FB} 的值小于标准值后,会及时进行调整,通过抬高输出电压 V_{OUT} 的值,来提升 V_{FB} 点的值,使之稳定于标准值。因此,当 V_{FB} 、 $R1$ 、 $R2$ 的值均不变时,最终的输出电压调整为 $V_{OUT}=V_{FB} \cdot [1+R1 / (R2+R)]$,则 V_{OUT} 的值抬高,实现了 LED 灯供电

电压在昼模式时为 8.8V,夜模式时为 10.6V 的功能。

[0054] 因并上电阻 RS 后,RT 的值随温度变化对 V_{OUT} 的影响较小,且在夜模式下,功耗可以不做考虑,RT 的值以固定值 RP 计算,

[0055] 则可以得到以下关系式:

[0056] 在夜模式条件下:

$$V_{OUT(N)}=10.6V=V_{FB} \times \{1+R1 / [R2+RP \times RS / (RP+RS)]\} \quad (4)$$

[0058] 其中 V_{FB} 是定值,R1、R2 已通过上述(2)、(3)式计算得到,RP 是电阻型温度传感器在环境温度 25℃时的电阻值,因此,由(4)可以计算出 RS 的值。

[0059] 通过以上电路,可以实现 LED 灯电压随环境自适应的功能,即保证了液晶显示器的颜色可控性,又最大程度的降低了功耗,同时提高了可靠性。

[0060] 3、采样光传感器 2 的数据进行光反馈调节;

[0061] 参考图 4,可以知道 LED 灯的光效是随着温度的升高而降低的,这导致了使用 LED 灯作为背光源的液晶显示器,在温度升高时,最大亮度会有衰减,只是衰减程度会因显示器不同而有区别。因此,在某些显示器中,光反馈功能是有需要的。

[0062] 参考图 1,光传感器将采样的数据送到控制器 FPGA,然后 FPGA 根据反馈值的变化进行相应的白灯 PWM 波形调节。

[0063] 考虑到显示器有差异性,因此,我们还需要进行归一化处理。假设显示器的调光等级是 256 级,为 0 ~ 255。将显示器亮度调至 255 级,然后读取并记录亮度反馈值 X (范围 0 ~ 255),然后通过串口和 I²C 将该反馈值 X 存入到 EEPROM 中。所以,每一个显示器都有其对应的 X 值。

[0064] 设置完成后,则其他功能由控制器 FPGA 内部完成。首先是通过查找表的方式设置一组标准值 A,因光反馈的功能主要是防止最大亮度的衰减,因此标准值对应的调光等级范围只是 224 ~ 255,分别为 A1 ~ A32,即每一个调光等级对应一个标准值。例如,255 时的标准值是 160,254 时的标准值为 158,253 的标准值为 155 等。标准值的大小随调光等级的降低依次减小,该组标准值的取值也是与调光曲线相一致的。

[0065] 显示器工作时,FPGA 读取 EEPROM 中的 X 值,然后根据显示器此时的调光等级,找到相应的标准值,则对应此调光等级下的亮度反馈值则为:

$$Y=X \times A / A32 \quad (5)$$

[0067] 其中 X 为 EEPROM 中存入的 255 级下的光反馈值,A 为现调光等级对应的标准值,A32 为调光等级 255 级对应的标准值。

[0068] 由(5)式则可以得出该调光等级下的标准光反馈值 Y,然后用光传感器采样的实际反馈值 Z 与 Y 比较,如果 Z 大于 Y,则 FPGA 减小白灯 PWM 的占空比,使亮度下降,如果 Z 小于 Y,则 FPGA 增加白灯 PWM 的占空比,使亮度上升。

[0069] 此处调节需要注意两点,一是 Z 与 Y 的比较,只有两者之间的差距达到一定程度才进行调节,避免在平衡点时,控制器频繁动作,导致闪烁;二是 PWM 的占空比调节需要逐步微调,不应产生人眼能观察到的亮度跳变。

[0070] 4、采样温度传感器 3 的数据进行色度补偿;

[0071] 如图 6 所示,LED 彩灯的光效也会随着温度的变化而变化,而且橙灯的变化程度很大。常温配置好颜色的背光源,在低温 -45℃时,三色灯产生的混合白光会发黄,高温 65℃

时,产生的混合白光会发蓝,就是因为低温时,橙灯光效升高,高温时,橙灯光效降低。

[0072] 此自适应 LED 驱动电路的 LED 彩灯的调光方式是调频调光,然后可以自由设定调光占空比,范围是 0 ~ 255。可以通过更改占空比的方式来调节彩灯的发光情况。因蓝、绿灯随温度变化光效变化较小,故色度补偿暂只针对橙灯进行调节。

[0073] 假设常温 25℃ 环境下,配置好颜色后,橙灯的占空比值为 C_0 。根据多次实验验证,在低温 -45℃ 和高温 65℃ 时,可以通过调节占空比的值进行颜色的修正,一般低温 -45℃ 时,需要将占空比的值修正到 $0.75 \times C_0$,而到高温 65℃ 时占空比的值需修正到 $1.2 \times C_0$ 。因此可以得到关于橙灯占空比与 LED 工作温度的图 7(因 FPGA 采样的温度模拟量转换成数字量后实为 $T+55^\circ\text{C}$, T 为 LED 彩灯工作的环境温度)。然后使用线性拟合。设定最终输出的橙灯占空比为 C_{OUT} ,则可以得到关于 C_{OUT} 和 T 的二次多项式:

$$[0074] \quad C_{\text{OUT}} = (-0.0002)(T+55)^2 + 0.4288 \times (T+55) + 70.7273 \quad (6)$$

[0075] 通过(6)式得到的函数如图 8。图 9 是对两个函数曲线进行的比较,可以看出,两者基本一致。

[0076] 此处 C_{OUT} 是以常温设定的 C_0 为 100 来计算的,因此最终对于任何一块显示器,如果常温设置的橙灯占空比为 C_0 ,则对应的调整过后的输出 PWM 波形的占空比值 C 与 LED 彩灯工作的环境温度 T 有以下的关系式:

$$[0077] \quad C = C_0 \times [(-0.0002)(T+55)^2 + 0.4288 \times (T+55) + 70.7273] / 100 \quad (7)$$

[0078] 则在控制器 FPGA 中,可以使用算法进行橙灯占空比的调节,以达到随温度变化校正液晶显示器颜色的目的,保证液晶显示器的颜色不会发生变化。

[0079] 上面结合附图对本发明进行了示例性描述,显然本发明具体实现并不受上述方式的限制,只要采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进,或未经改进将本发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的,均在本发明的保护范围之内。

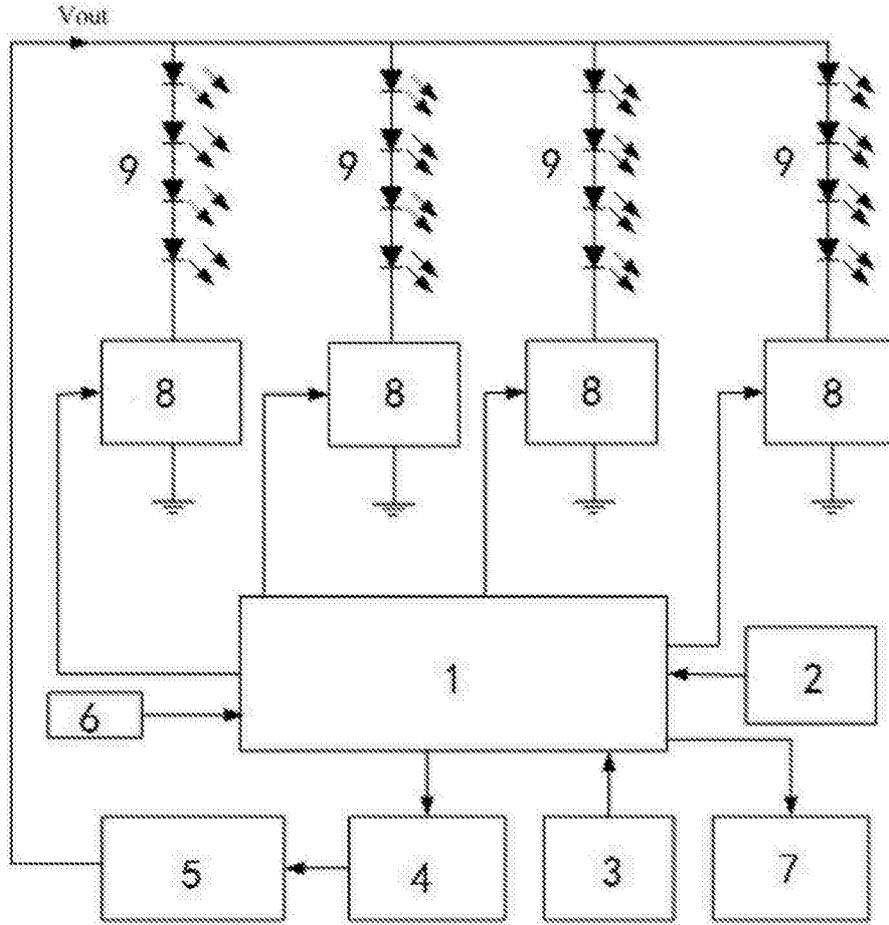


图 1

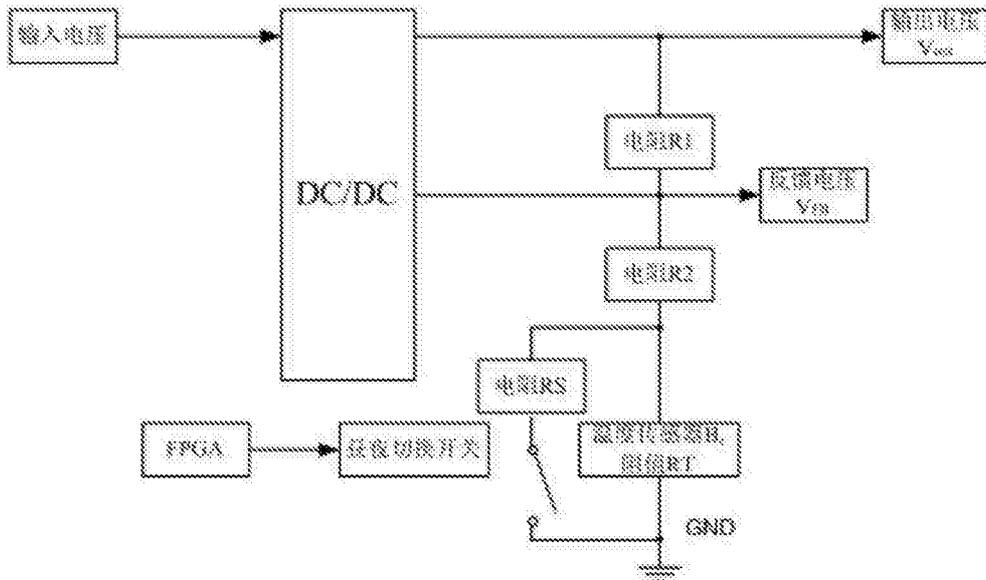


图 2

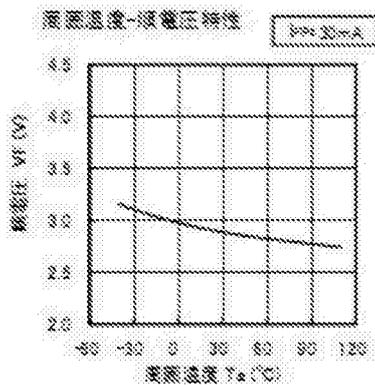


图 3

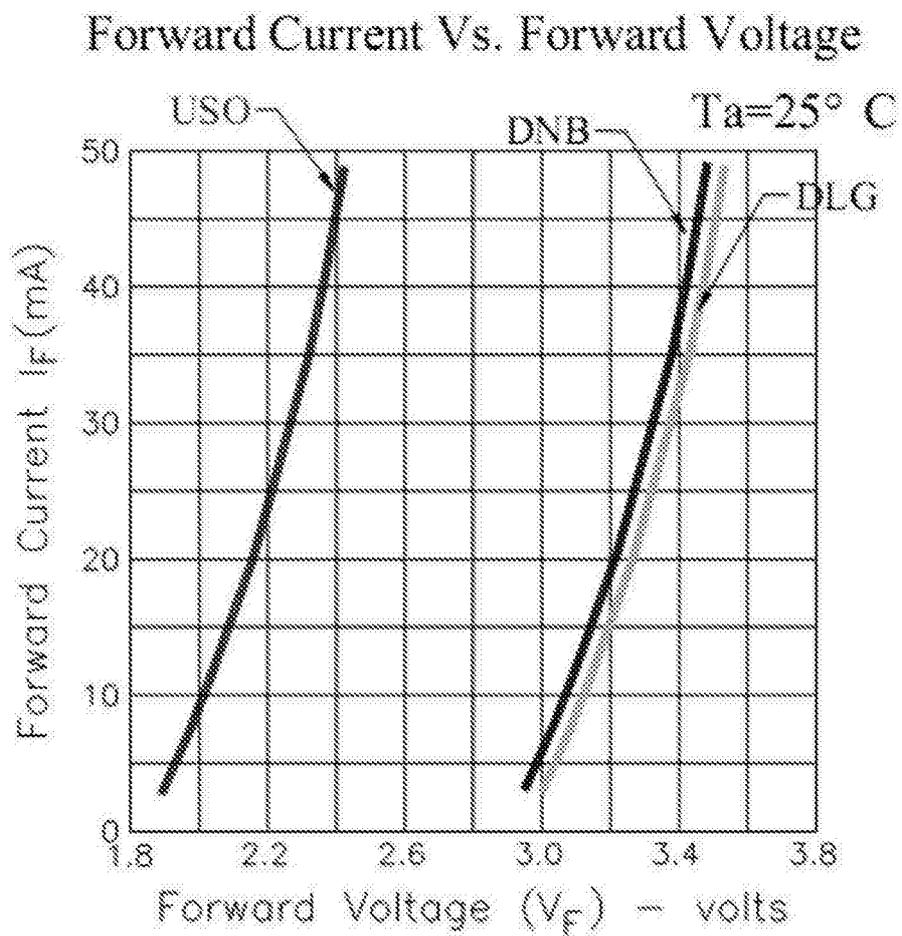


图 4

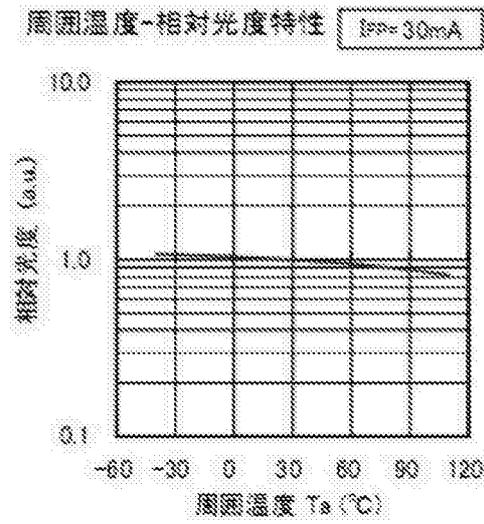


图 5

$$I_V / I_{V(25^\circ\text{C})} = f(T_A); I_F = 20 \text{ mA}$$

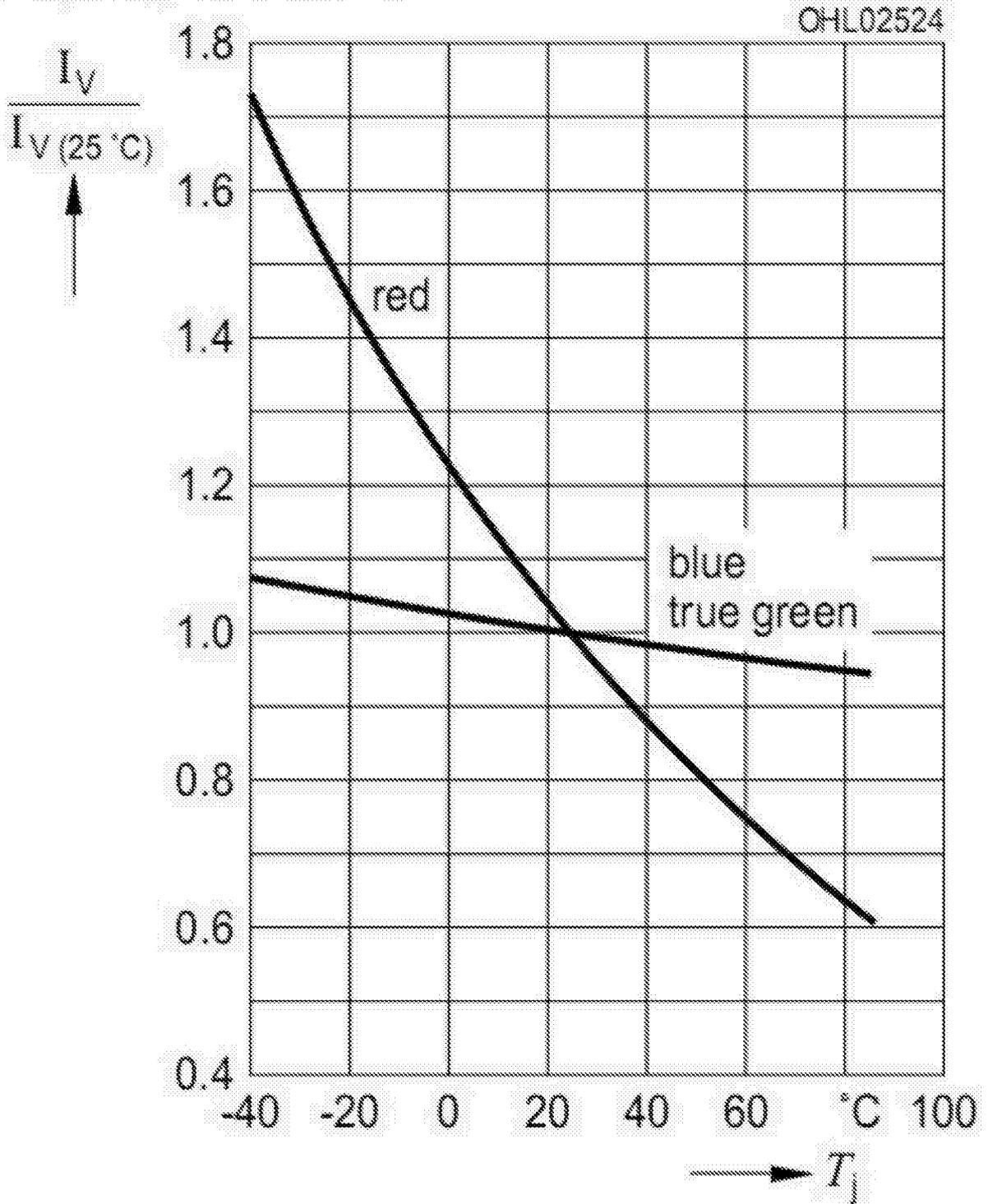


图 6

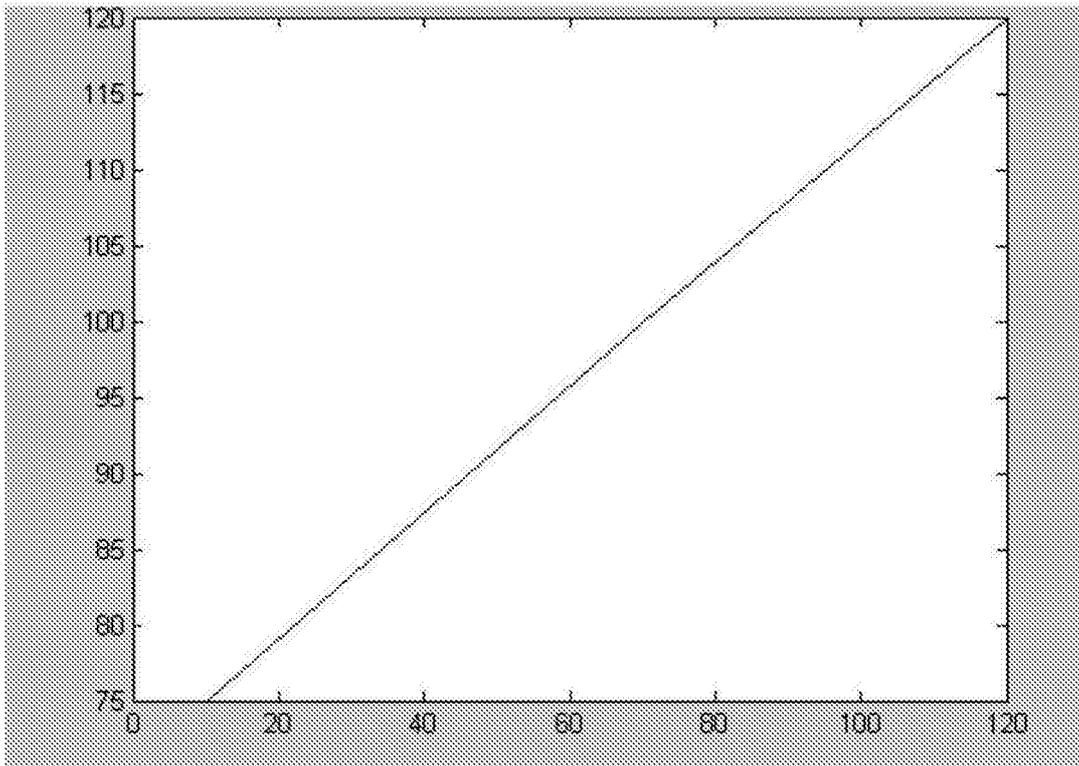


图 7

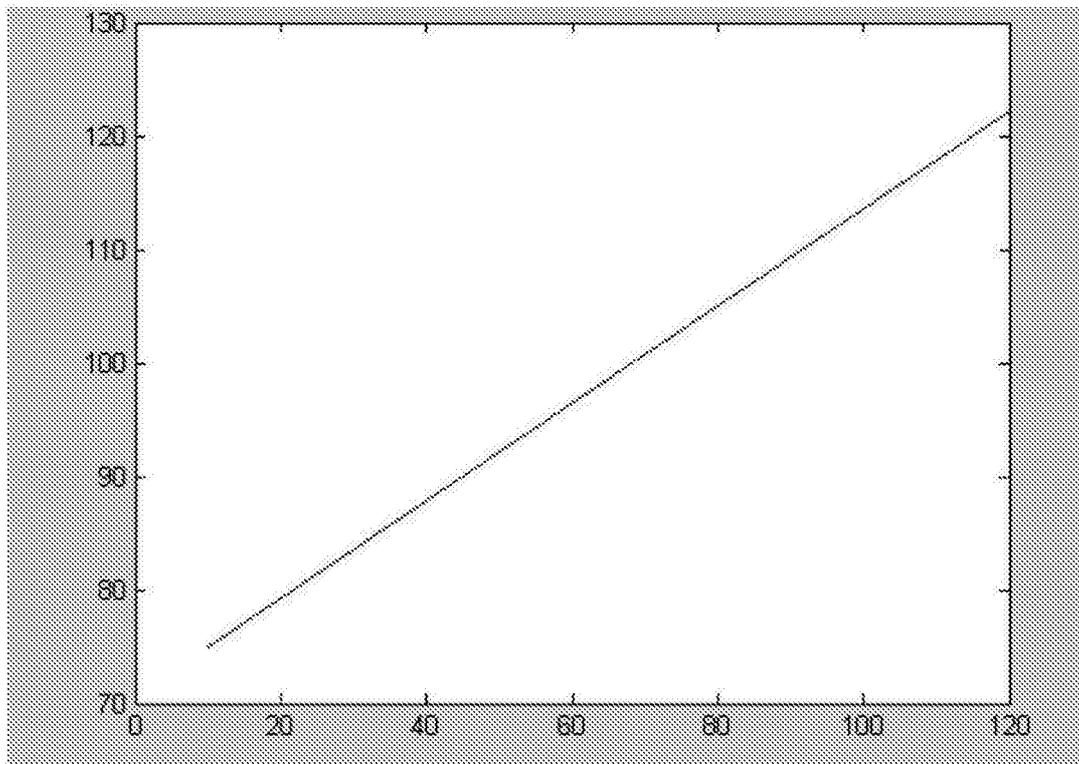


图 8

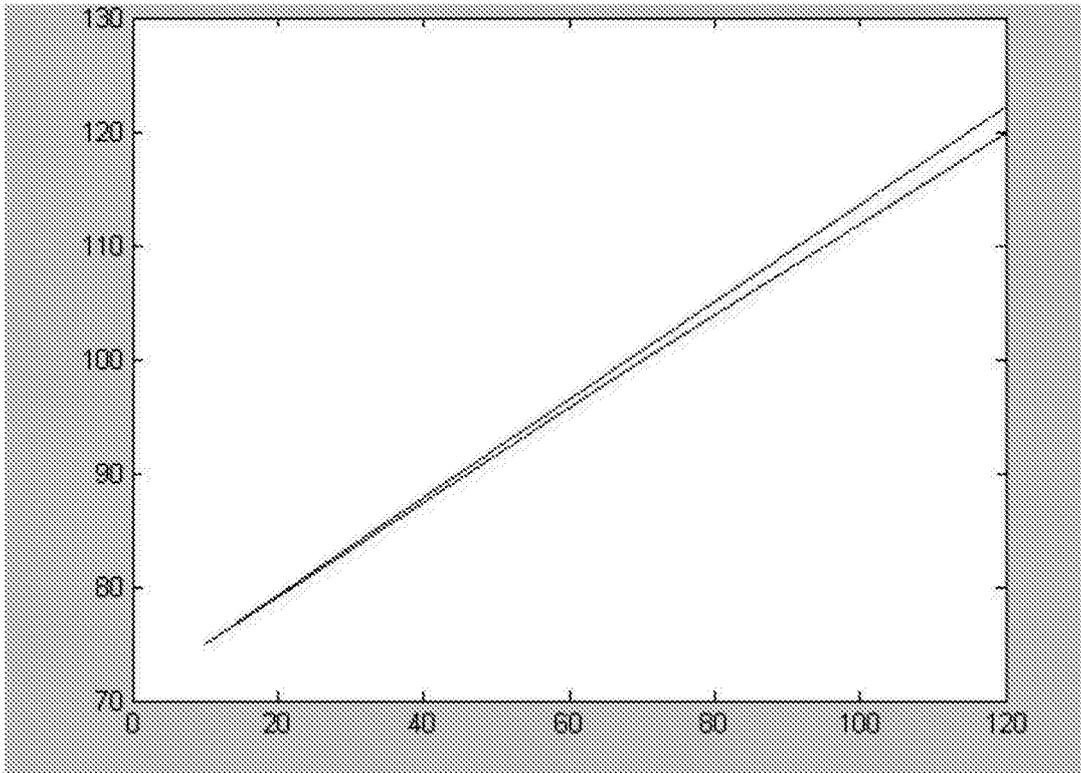


图 9