

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G09G 3/36 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810150234.9

[43] 公开日 2008 年 12 月 3 日

[11] 公开号 CN 101315756A

[22] 申请日 2008.7.2

[21] 申请号 200810150234.9

[71] 申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁路 28 号

[72] 发明人 梅雪松 刘 栋 陶 涛 许睦旬
姜歌东 孙挪刚

[74] 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公
司

代理人 朱海临

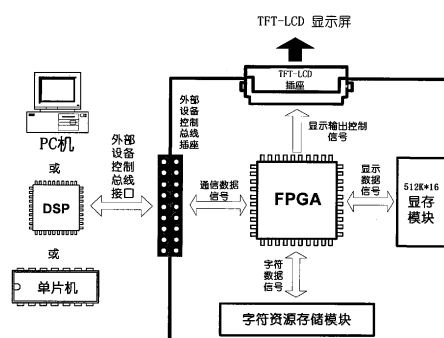
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称

一种液晶图形显示控制器及控制方法

[57] 摘要

本发明公开了一种液晶图形显示控制器及控制方法，控制器包括 FPGA 模块、显存模块、字符资源存储模块、外部设备控制总线插座和 TFT-LCD 插座，其特征在于：所述的 FPGA 模块包括有外部总线扩展接口与外部设备控制总线插座双向通讯数据连接，以实现与外部控制设备的交互；FPGA 模块的显示输出控制信号连接 TFT-LCD 插座实现对 TFT-LCD 的显示控制；FPGA 模块的显示数据信号与显存模块双向连接，实现对显示内容的读写操作；FPGA 模块的字符数据信号与字符资源存储模块双向连接，实现对字符资源存储模块读取控制。



1、一种液晶图形显示控制器，包括 FPGA 模块、显存模块、字符资源存储模块、外部设备控制总线插座和 TFT-LCD 插座，其特征在于：所述的 FPGA 模块包括有外部总线扩展接口与外部设备控制总线插座双向通讯数据连接，以实现与外部控制设备的交互；FPGA 模块的显示输出控制信号连接 TFT-LCD 插座实现对 TFT-LCD 的显示控制；FPGA 模块的显示数据信号与显存模块双向连接，实现对显示内容的读写操作；FPGA 模块的字符数据信号与字符资源存储模块双向连接，实现对字符资源存储模块读取控制。

2、如权利要求 1 所述的液晶图形显示控制器，其特征在于：所述的 FPGA 模块包括一个外部总线扩展接口与外部设备实现通讯，该外部总线扩展接口与一个功能寄存器双向信号连接；所述功能寄存器的输出分别与字符自动传输控制模块、图形引擎模块、TFT-LCD 时序控制器连接；其中，TFT-LCD 时序控制器的输入分别连接一个颜色查找表、一个前背景选择器，TFT-LCD 时序控制器的输出与 TFT-LCD 连接；所述字符自动传输控制模块与一个连接字符资源存储模块的接口时序控制器双向信号连接；所述字符自动传输控制模块、图形引擎模块的输出连接一个与显存模块相连的显存时序控制器，该显存时序控制器的输出与前背景选择器信号连接。

3、如权利要求 1 或 2 所述的液晶图形显示控制器，其特征在于：所述的硬件字符资源存储模块的存储结构由三部分构成，第一部分为字符资源的索引结构区，第二部分为实际的字符资源区，第三部分为字模点阵区。

4、一种用权利要求 1 的液晶图形显示控制器实现图形显示的控制方法，其特征在于，包括下述步骤：

a、首先对 FPGA 模块进行设置，配置指定的控制模式；

b、然后进入工作模式，在工作模式下等待用户的图形操作，若为读操作则要求设置读起始寄存器、终止寄存器，然后依次从颜色输出寄存器读出显示内容，若为写操作则执行下一步；

c、设置功能寄存器中的前背景选择寄存器，选择写入到显存模块的前景区或背景区，选择写前景区域时，将显示内容将保存到显存模块的低字节部分；选择写背景区域时，是将显示内容将保存到显存模块的高字节部分，并且背景内容的最高位为显示选择位；

d、判断写操作是否为字符方式和图形方式，字符方式下，由FPGA模块中自动传输控制模块来完成字符资源自动传输控制；图形方式下，执行图形操作过程。

e、输出显存模块的前背景内容，并根据步骤c中的显示选择位输出图像，当选择位为1值输出背景图像；当选择位为0时则输出前景图像。

5、如权利要求4所述一种用权利要求1的液晶图形显示控制器实现图形显示的控制方法，其特征在于，所述字符资源自动传输控制包括下述步骤：

(1) 根据字符资源编号设置资源索引编号寄存器，然后读取索引结构，根据索引结构体内容得到字符串的实际存储偏移地址和长度；

(2) 将读到的资源的实际存储偏移地址和长度来设置字符资源自动传输控制的传输起始寄存器和传输长度寄存器，然后启动字模自动传输功能；

(3) 逐个读出的字符信息，按字符信息来进一步读取字模信息，将字模内容按像素输出到显存中，当每读取一个字符，长度寄存器减1，直到长度寄存器为0输出结束。

6、如权利要求4所述一种用权利要求1的液晶图形显示控制器实现图形显示的控制方法，其特征在于，所述图形操作包括下述步骤：

-
- (1) 进行图形操作时首先设置绘图功能寄存器；
 - (2) 在点操作下，由图形引擎在当前显示位置处进行一次写点操作, 通过重新设置当前地址寄存器，可以在显示的任意区域进行写点操作；
 - (3) 在其它绘图操作下，根据绘图功能寄存器中的绘图类型，并设置起始地址寄存器和终点地址寄存器，由绘图引擎内部功能来自动实现一种特定图形输出功能。

一种液晶图形显示控制器及控制方法

技术领域

本发明涉及一种液晶图形显示控制器及控制方法。

背景技术

TFT-LCD 液晶显示器由于其超薄尺寸、高亮度和高清晰度等特点被广泛地应用于工业设备之中, 来实现图形界面显示及人机交互功能。现有的 TFT-LCD 显示控制解决方案主要有: 1) 使用专用的 LCD 控制器芯片。如日本夏普公司 (SHARP) 的 LR38820、和日本爱普生公司 (EPSON) 的 S1D13774 等。这些芯片可以支持多种型号 TFT-LCD 显示功能, 而且还提供了丰富的微控制器接口。但这些芯片主要用于 16 位以上 CPU, 设置和编程都较复杂。尤其在图形功能上如实现图形的叠加和不同图形切换时较为欠缺。同时还受到硬件封装、体积和成本的约束。2) 使用带液晶显示控制器的 SOC 芯片, 如韩国三星公司 (SAMSUNG) 的 S3C2410 ARM 芯片, 这一类芯片虽然集成度较高功能丰富, 但支持的液晶屏的接口类型较少, 并且造成对芯片内其它资源的大量浪费, 加大了系统成本。3) 利用 PC 机提供的 TFT-LCD 显示功能。虽然 PC 机能支持大量类型 TFT-LCD 输出, 但 PC 机成本过高, 体积过大, 只能应用于少数场合之中, 不能作为嵌入式设备使用。

并且上述 TFT-LCD 显示控制解决方案, 在显示图形时, 每个点的显示都需要通过 CPU 操作来实现, 因此图形显示的速度严重受限于 CPU 的运行速度和效

率,另外实现图形叠加和屏幕保护时,需要使用大量的系统内存做缓存来完成,对于大多数的单片机和 DSP 都不具备的这样的条件。

FPGA (Field Programmable Gate Array 现场可编程门阵列) 技术的发展为电子系统设计提供了一种集成化、可配置的解决方案,也为实现低成本、高可靠性和强扩展功能的 TFT-LCD 液晶控制模块提供了可能。因此通过 FPGA 来设计和实现一种可配置、高集成化和可扩展的 TFT-LCD 控制器具有较大的经济价值和市场前景。

发明内容

本发明的目的是提供一种高可靠性的 TFT-LCD 液晶图形显示控制器及控制方法,其具有较低的硬件成本,较小的硬件体积和较强的扩展能力等特点。

为到达上述目的,本发明是采取如下技术方案予以实现的:

一种液晶图形显示控制器,包括 FPGA 模块、显存模块、字符资源存储模块、外部设备控制总线插座和 TFT-LCD 插座,其特征在于:所述的 FPGA 模块包括有外部总线扩展接口与外部设备控制总线插座双向通讯数据连接,以实现与外部控制设备的交互;FPGA 模块的显示输出控制信号连接 TFT-LCD 插座实现对 TFT-LCD 的显示控制;FPGA 模块的显示数据信号与显存模块双向连接,实现对显示内容的读写操作;FPGA 模块的字符数据信号与字符资源存储模块双向连接,实现对字符资源存储模块读取控制。

上述方案中,所述的 FPGA 模块包括一个外部总线扩展接口与外部设备实现通讯,该外部总线扩展接口与一个功能寄存器双向信号连接;所述功能寄存器的输出分别与字符自动传输控制模块、图形引擎模块、TFT-LCD 时序控制器连接;其中,TFT-LCD 时序控制器的输入分别连接一个颜色查找表、一个前背

景选择器，TFT-LCD 时序控制器的输出与 TFT-LCD 连接；所述字符自动传输控制模块与一个连接字符资源存储模块的接口时序控制器双向信号连接；所述字符自动传输控制模块、图形引擎模块的输出连接一个与显存模块相连的显存时序控制器，该显存时序控制器的输出与前背景选择器信号连接。

所述的硬件字符资源存储模块的存储结构由三部分构成，第一部分为字符资源的索引结构区，第二部分为实际的字符资源区，第三部分为字模点阵区。

一种用上述显示控制器实现液晶图形显示控制的方法，包括下述步骤：

a、首先对 FPGA 模块进行设置，配置指定的控制模式；

b、然后进入工作模式，在工作模式下等待用户的图形操作，若为读操作则要求设置读起始寄存器、终止寄存器，然后依次从颜色输出寄存器读出显示内容，若为写操作则执行下一步；

c、设置功能寄存器中的前背景选择寄存器，选择写入到显存模块的前景区或背景区，选择写前景区域时，将显示内容将保存到显存模块的低字节部分，选择写背景区域时，是将显示内容将保存到显存模块的高字节部分，并且背景内容的最高位为显示选择位；

d、判断写操作是否为字符方式或图形方式，字符方式下，由 FPGA 模块中自动传输控制模块来完成字符资源自动传输控制；图形方式下，执行图形操作过程。

e、输出显存模块的前背景内容，并根据步骤 c 选择位输出图像，当选择位为 1 值输出背景图像；当选择位为 0 时则输出前景图像。

上述方法中，所述字符资源自动传输控制包括下述步骤：

(1) 根据字符资源编号设置资源索引编号寄存器，然后读取索引结构，根据索引结构体内容得到字符串的实际存储偏移地址和长度；

(2) 将读到的资源的实际存储偏移地址和长度来设置字符资源自动传输控制的传输起始寄存器和传输长度寄存器, 然后启动字模自动传输功能;

(3) 逐个读出的字符信息, 按字符信息来进一步读取字模信息, 将字模内容按像素输出到显存中, 当每读取一个字符, 长度寄存器减 1, 直到长度寄存器为 0 输出结束。

所述图形操作包括下述步骤:

(1) 进行图形操作时首先设置绘图功能寄存器;

(2) 在点操作下, 由图形引擎在当前显示位置处进行一次写点操作, 通过重新设置当前地址寄存器, 可以在显示的任意区域进行写点操作;

(3) 在其它绘图操作下, 根据绘图功能寄存器中的绘图类型, 并设置起始地址寄存器和终点地址寄存器, 由绘图引擎内部功能来自动实现一种特定图形输出功能。

本发明的有益效果是:

1、本发明通过利用 FPGA 和显存模块结合的方式实现了多功能的 TFT-LCD 液晶控制器。可以支持多种 TFT-LCD 显示分辨率和颜色位数, 其中分辨率可为 240X320, 640X480, 800X600 等。颜色位数可为 8 位或 16 位。

2、本发明在 FPGA 内部实现图形输出功能。设计了专用的基本硬件图形引擎。通过硬件图形引擎来实现点, 水平实、虚线, 竖直实、虚线, 矩形, 填充矩形, 圆弧等绘图的高速操作。

3、本发明实现了一种图形的前、背景操作模式。图形操作可以分别在前、背景进行操作, 通过一个图形控制位来控制前景或背景输出。方便地实现屏幕图形的切换和擦除功能。

4、本发明通过使用 FPGA 内部实现的字符自动传输控制模块和 NAND FLASH

内部特定的存储结构相结合的方式来实现硬件字符输出功能。并可支持多国语言显示。

5、本发明支持常用多种外部总线接口,如单片机外部扩展总线、DSP 外部总线、串并口、ISA 总线和 PC104 总线。单片机、DSP 和 PC104 等外部设备可以通过这些总线接口,操作本控制器来实现 LCD 输出控制功能。

通过本控制器提供的多种总线接口,可将本控制器嵌入到一般的工业设备之中,作为显示终端控制器来使用。

附图说明

图 1 是本发明显示控制器的整体结构示意图。

图 2 是图 1 中的 FPGA 功能结构框图。

图 3 是采用本发明显示控制器的控制方法流程图。

图 4 是图 1 中字符资源存储模块的存储结构示意图。

图 5 是图 3 中的字符资源自动传输控制的流程图。

图 6 是前、背景显示输出方法示意图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的作进一步详细说明。

本发明的硬件结构如图 1 所示,主要包括 FPGA 模块、显存模块、字符资源存储模块、外部设备控制总线插座和 TFT-LCD 插座。构成各主要部分的芯片均为常用芯片,如 FPGA 芯片采为 Altera 公司的 Cyclone EP1C3 系列 FPGA,字符资源存储模块采用 SAMSUNG 公司的 K9F1208U0M NAND FLASH,显存模块采用 ISSI 公司的 IS61LV51216 512KB16 位的 SRAM。由于主要的功能是在 FPGA

内部实现,使得系统的器件和连线较少,故本发明的PCB布板也较为简单。总体成本也较低。主要的系统功能依靠FPGA实现,集成度较高,使得系统体积较小。并且FPGA可进行在线配置,根据需求增加各种接口功能。使系统具有较强的扩展性。

所述的FPGA模块内部如图2所示,主要包括:

1) 外部控制总线接口 1,通过该接口与外部设备进行通讯,以实现与外部控制设备的交互。其集成了如单片机外部扩展总线、DSP外部总线、ISA总线和PC104总线在内的多种常用外部总线接口。通过这个总线接口,外部设备可以直接对控制器进行访问,从而实现对TFT-LCD的控制功能。

2) 字符资源存储模块接口控制器 2,产生字符资源存储模块的读、写控制信号。字符资源存储模块使用NAND FLASH时,则产生写允许信号WE、读允许信号RE、地址信号和数据输入输出信号。并在字符自动传输控制模块的读取命令控制下读取存储于NAND FLASH内的字符信息。

3) 显存时序控制器 3,实现对显存的读写时序控制信号,包括写允许信号WE、输出允许信号OE、地址信号和数据输入输出信号。通过显示数据连接来实现对显存模块的读写操作。把图形引擎模块7实现的图形数据和字符自动传输控制模块5实现的字符数据输出到显存模块。及将显存模块的内容读出,并经过前、背景选择器9及颜色查找表8输出到TFT-LCD时序控制器。

4) TFT-LCD时序控制器4,产出显示输出控制信号。主要包括水平同步信号Hsync,垂直同步信号Vsync,数据有效信号DE,时钟信号CLK和数据信号。其中对于水平同步信号,垂直同步信号,数据有效信号,和时钟信号需要根据显示分辨率进行设计。故将板上主晶振时钟通过锁相环进行分频后生成LCD的时钟信号CLK,并且将水平同步计数器、垂直同步计数器、水平前肩计数器、

水平后肩计数器和垂直前肩计数器、垂直后肩计数器都设计为可变计数器模块，可通过外部接口总线进行配置。从而现实对多种分辨率的 LCD 显示支持。

5) 字符自动传输控制模块 5，按照功能寄存器 6 中的字符资源编号索引寄存器，从字符资源存储模块中读出对应编号的索引结构，根据索引结构中的存储偏移和长度地址读出字符内容，然后由字符内容编码再读出字模点阵信息送到显存时序控制器以实现字符显示输出功能。

6) 功能寄存器 6，包括显示模式寄存器、颜色位数寄存器、读起始寄存器、读终止寄存器、绘图功能寄存器、当前地址寄存器和字符资源编号索引寄存器、前背景选择寄存器、传输起始寄存器和传输长度寄存器、写起始地址寄存器和写终止地址寄存器等其它寄存器。以完成显示模式设置及各种显示操作等。

7) 图形操作引擎 7，内部实现点、水平实、虚线，竖直实、虚线，矩形，填充矩形，圆弧绘图输出。

8) 颜色查找表 8，在 8 位色模式下，实现 8 位色向 16 位色的输出转换。

9) 前、背景选择器 9，在显示输出时以实现前、背景的选择。

将本控制器与外部控制设备通过外部控制接口相联后，就可以通过本控制器来收到外部设备的控制命令从而实现对 TFT-LCD 的显示控制。

系统总体的显示控制方法操作流程如图 3 所示，首先对功能寄存器 6 中的显示模式和颜色位数寄存器进行设置，配置成针对特定型号液晶的控制模式。然后进入工作模式。在工作模式下等待外部设备的操作。

对于读操作，则要求设置读起始寄存器、读终止寄存器然后依次从颜色输出寄存器读出显示内容。

对于写操作，设置功能寄存器 6 中的前背景选择寄存器，选择写入显存模

块的前景区或背景区,选择写前景区域时,将显示内容将保存到显存模块的低字节部分,选择写背景区域时,是将显示内容将保存到显存模块的高字节部分,并且背景内容的最高位为显示选择位。写操作分为图形操作和字符操作两种方式。

在图形方式下,由图形引擎模块7完成,如点、水平实、虚线,竖直实、虚线,矩形,填充矩形,圆弧等圆形输出,实现了高速硬件绘图输出。其中图形操作又分为点操作和绘图操作两种。在点操作下,只要设置颜色输出寄存器就可以完成一次点操作。通过修改当前地址,可以完成在显示的任意位置上进行一次写点。对于其它绘图操作,根据功能寄存器6中的绘图类型寄存器,并根据写起始地址寄存器和写终点地址寄存器等,由绘图引擎7内部功能来自动实现一种特定图形输出功能如直线、填充矩形等。

字符方式下,字符的输出由字符自动传输控制模块完成。该符自动传输控制功能首先要对字符资源存储模块的存储结构进行设计。图4给字符资源存储模块硬件存储区划分。存储结构包含三个部分:字符资源索引区、字符资源区和字模点阵区三个部分。三个区域依次存放于固定的地址区域。其中,字符资源索引区用于保存所有显示字符对应的索引结构信息,每个结构包括三个部分的内容:字符资源的编号,实际存储的偏移地址和字符长度信息。字符资源索引区是将所有字符资源预先编号排序,然后根据每个字符资源的存储偏移位置和长度构成一个索引结构,再将所有索引结构依次合并而构成。字符资源区用于保存实际字符串资源的内容。各个字符资源依次存放于该存储区域。字模资源区提供字符的点阵字模库。进行显示时通过编号读出索引结构体,再根据这些信息,来设置FPGA内的读起始寄存器和读个数寄存器,由FPGA自动完成字符的屏幕输出功能。这种操作模式极大的提高了显示速率。并且将不同语言的

字符资源和字模点阵分别存储于不同的资源区域内就可以实现对多国语言功能的支持。具体的显示操作过程如图 5 所示：首先根据字符资源编号设置资源索引编号寄存器，然后读取索引结构，根据索引结构体内容得到字符串的实际地址和长度。接着用读到的资源的实际地址和长度来设置功能寄存器中的传输起始寄存器和传输长度寄存器，启动字符自动传输功能。逐个读出的字符信息，按字符信息的编码来进一步对字模信息进行寻址，将字模内容按像素输出到显存中。当每读取一个字符，长度寄存器减 1，依次读取每个字符信息，直到长度寄存器为 0 输出结束。

本发明中图形输出是通过选择前景内容或背景内容来完成。其中前、背景内容的写入控制是执行写操作时设置功能寄存器 6 中的前背景选择寄存器来确定。当前背景选择寄存器设置为选择写前景时，显示内容将写到显存的低字节部分，当设置为选择写背景时，显示内容将写到显存的高低字节部分。如图 6 所示，背景区域的最高位为输出控制选择控制位，当选择控制位为 1 时，输出背景内容，当选择控制为 0 时，输出前景内容。显存时序控制器 3 将显存的内容读出后送入前、背景选择器 9，前、背景选择器根据输出控制选择控制位选择输出前景或是背景。这样就可以方便进行前、背景输出切换，实现一定的动画功能。

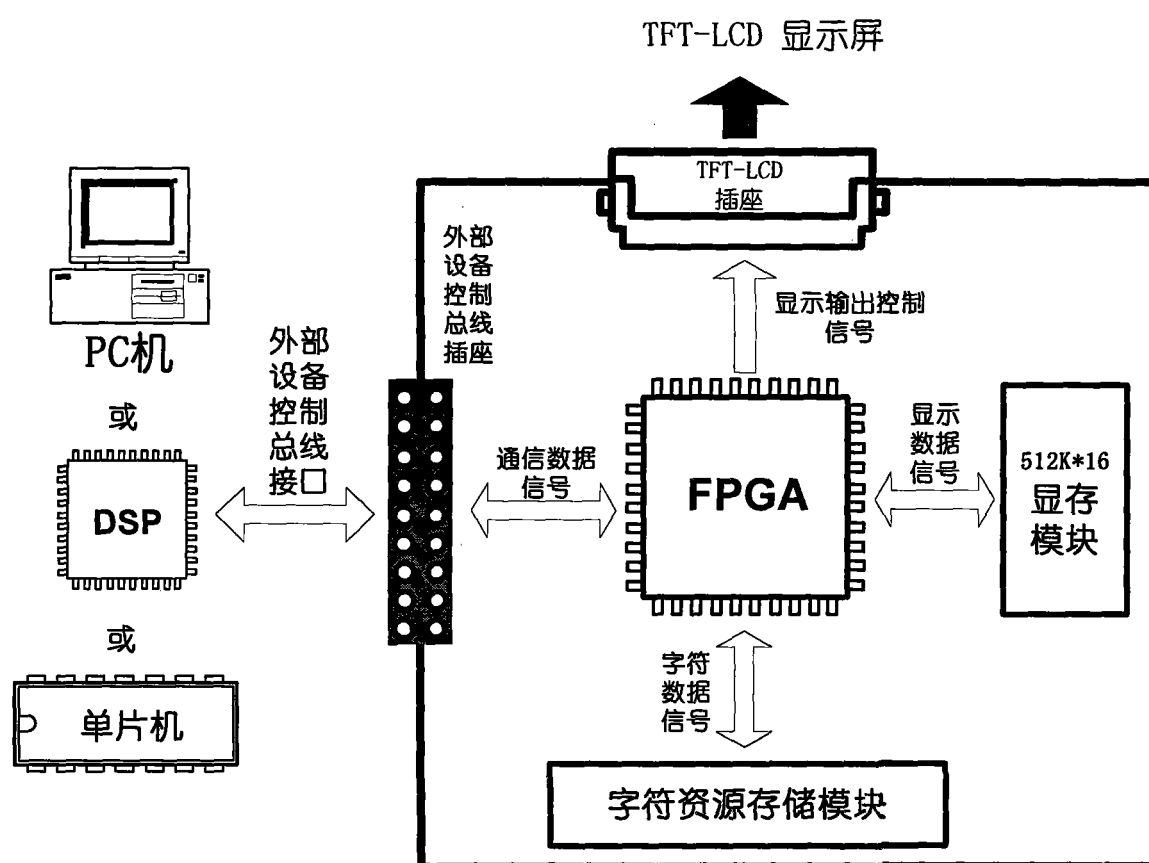


图 1

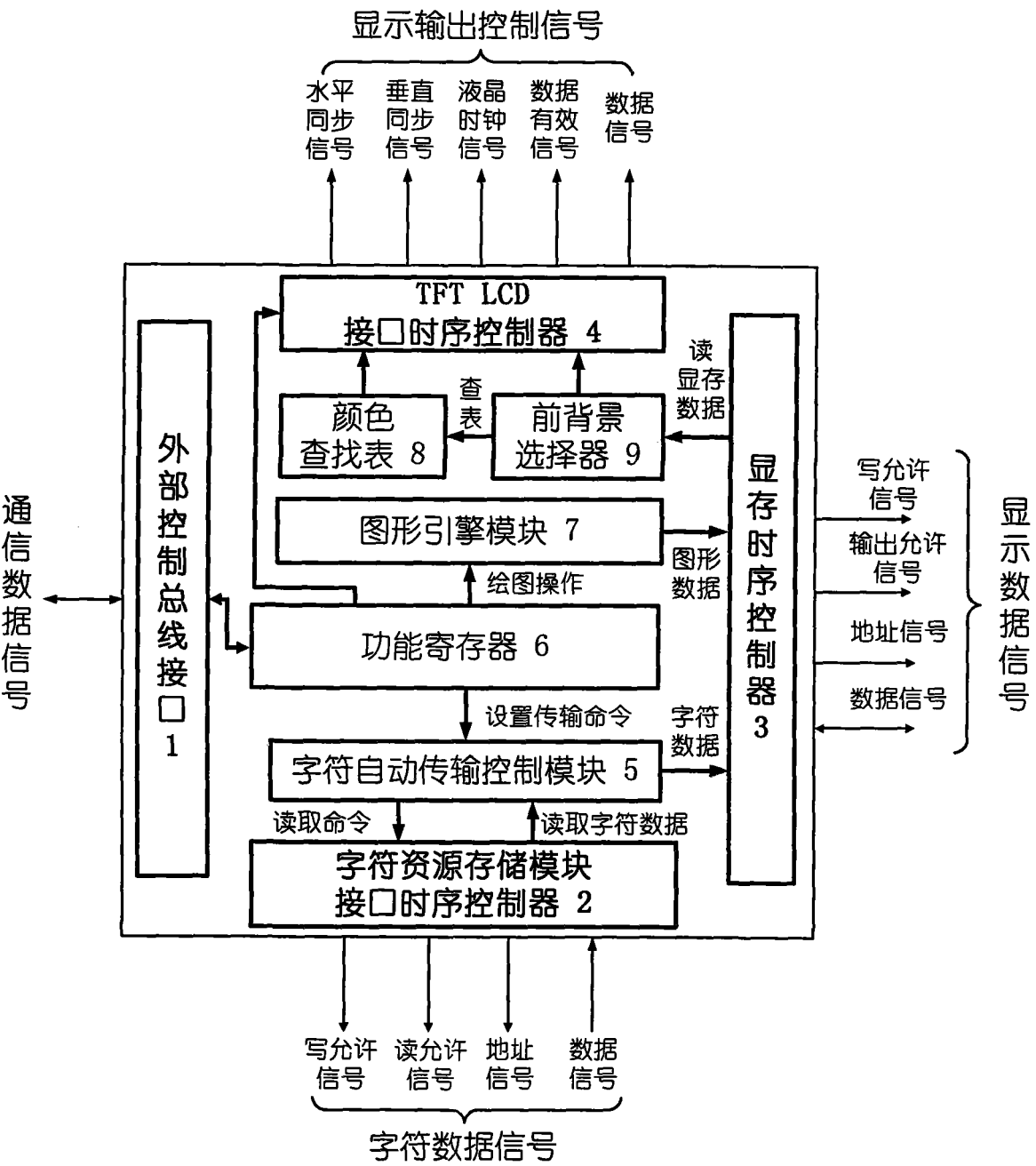


图 2

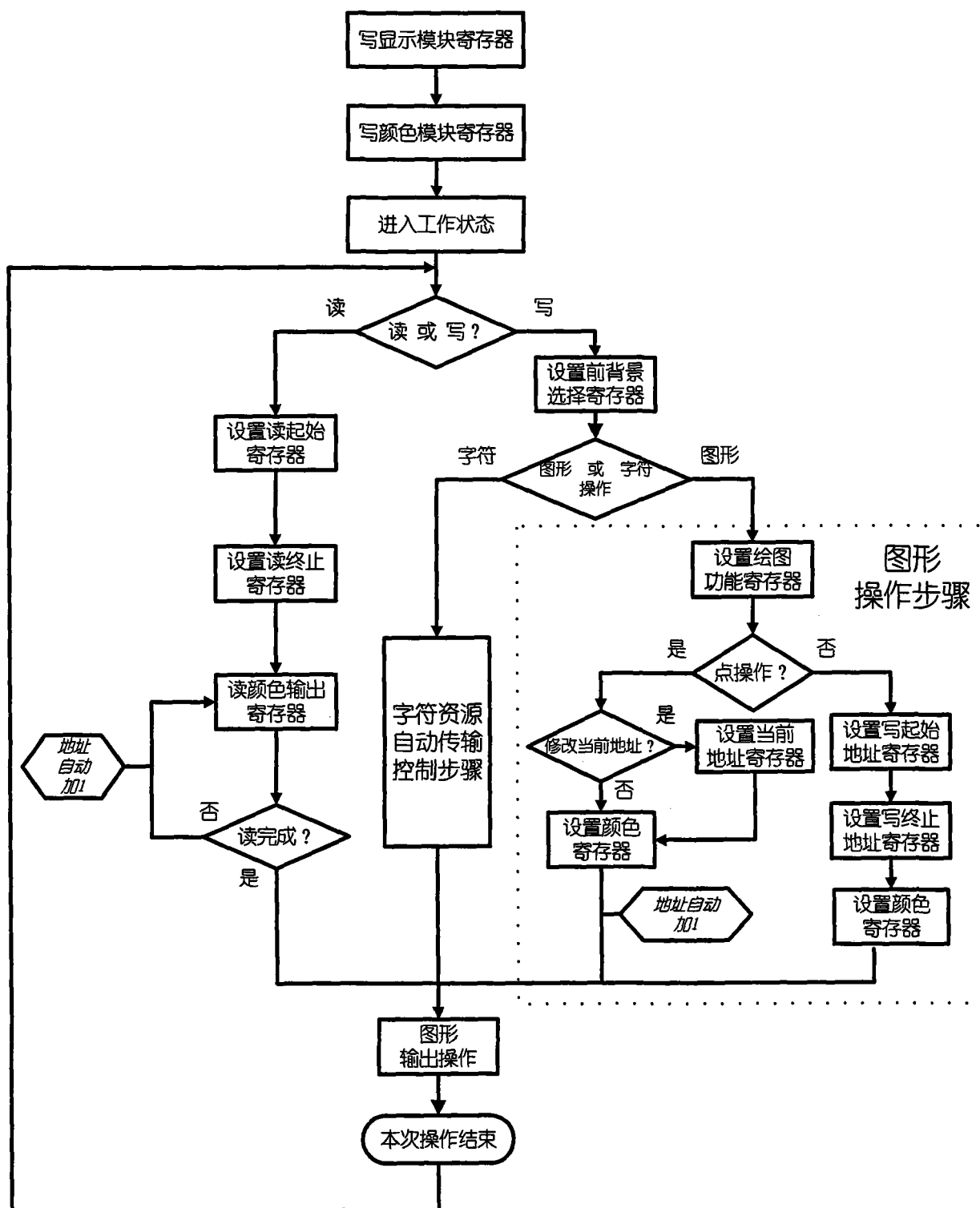


图 3

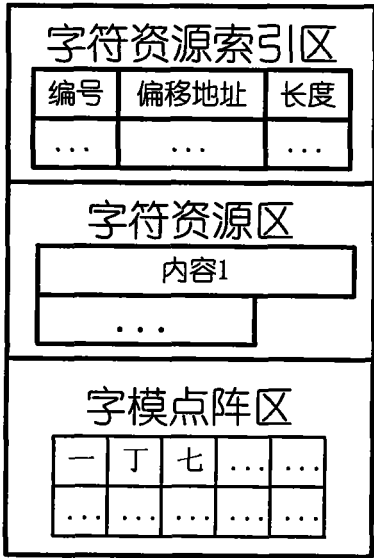


图 4

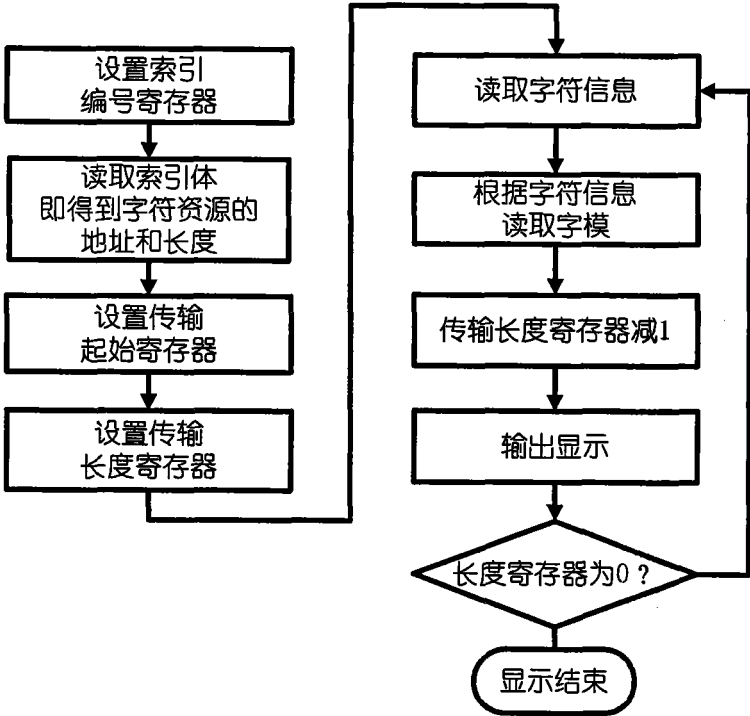


图 5

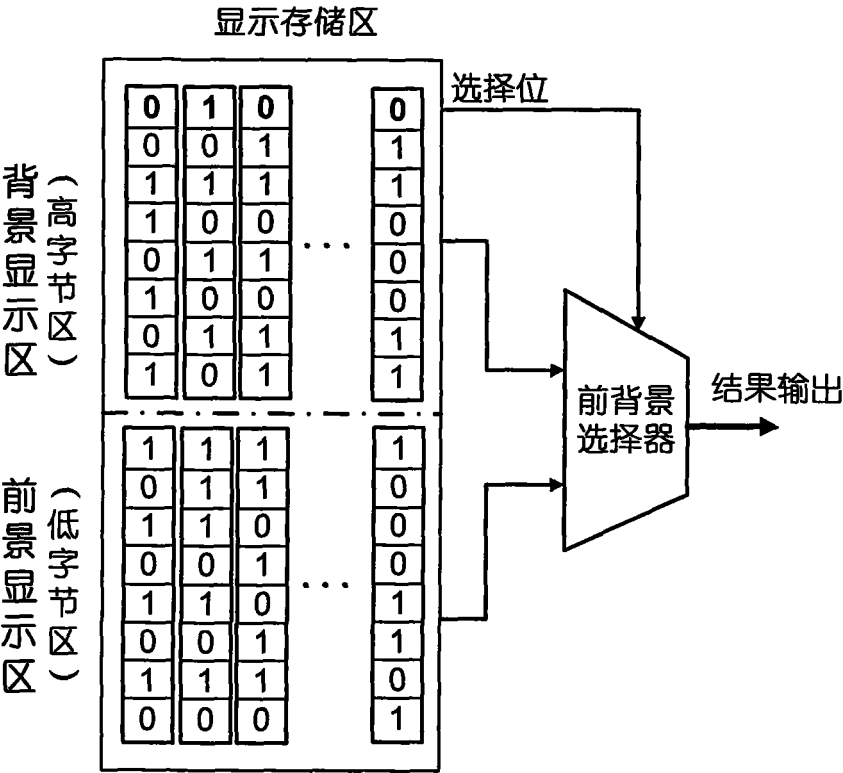


图 6

专利名称(译)	一种液晶图形显示控制器及控制方法		
公开(公告)号	CN101315756A	公开(公告)日	2008-12-03
申请号	CN200810150234.9	申请日	2008-07-02
[标]申请(专利权)人(译)	西安交通大学		
申请(专利权)人(译)	西安交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	西安交通大学		
[标]发明人	梅雪松 刘栋 陶涛 许睦旬 姜歌东 孙挪刚		
发明人	梅雪松 刘栋 陶涛 许睦旬 姜歌东 孙挪刚		
IPC分类号	G09G3/36		
其他公开文献	CN100592377C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种液晶图形显示控制器及控制方法，控制器包括FPGA模块、显存模块、字符资源存储模块、外部设备控制总线插座和TFT - LCD插座，其特征在于：所述的FPGA模块包括有外部总线扩展接口与外部设备控制总线插座双向通讯数据连接，以实现与外部控制设备的交互；FPGA模块的显示输出控制信号连接TFT - LCD插座实现对TFT - LCD的显示控制；FPGA模块的显示数据信号与显存模块双向连接，实现对显示内容的读写操作；FPGA模块的字符数据信号与字符资源存储模块双向连接，实现对字符资源存储模块读取控制。

