



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102158377 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 06

(21) 申请号 201110055936. 0

(56) 对比文件

(22) 申请日 2011. 03. 08

CN 101710256 A, 2010. 05. 19,

US 2002/0067409 A1, 2002. 06. 06,

(73) 专利权人 武汉大学

地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山武汉大学

审查员 陈希元

(72) 发明人 石文轩 李婕 黄腾 夏巧桥

陈曦 张青林 宋冬立

(74) 专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 42222

代理人 张火春

(51) Int. Cl.

H04L 12/28(2006. 01)

H04N 7/18(2006. 01)

H04L 29/08(2006. 01)

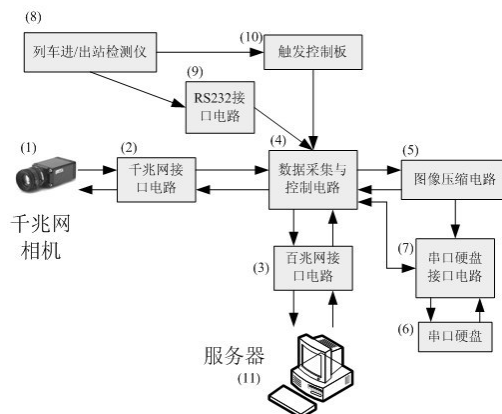
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 17 页

(54) 发明名称

一种嵌入式列车图像检测系统

(57) 摘要

本发明公开了一种嵌入式列车图像检测系统,包括千兆网相机、千兆网接口电路、百兆网接口电路、数据采集与控制电路、图像压缩电路、串口硬盘、串口硬盘接口电路、列车进/出站检测仪、RS232 接口电路、触发控制板和服务器,其中,数据采集与控制电路通过千兆网接口电路、百兆网接口电路、串口硬盘接口电路、RS232 接口电路分别与千兆网相机、服务器、串口硬盘、列车进/出站检测仪相连,触发控制板同时与数据采集与控制电路、列车进/出站检测仪相连,图像压缩电路同时与数据采集与控制电路、串口硬盘接口电路相连。与传统的列车图像检测系统相比,本发明降低了系统的复杂性、成本、体积和功耗,提高了系统的稳定性,并具有优异的鲁棒性。



1. 一种嵌入式列车图像检测系统,其特征在于,包括:

千兆网相机 (1)、千兆网接口电路 (2)、百兆网接口电路 (3)、数据采集与控制电路 (4)、图像压缩电路 (5)、串口硬盘 (6)、串口硬盘接口电路 (7)、列车进 / 出站检测仪 (8)、RS232 接口电路 (9)、触发控制板 (10) 和服务器 (11),其中,数据采集与控制电路 (4) 通过千兆网接口电路 (2)、百兆网接口电路 (3)、串口硬盘接口电路 (7)、RS232 接口电路 (9) 分别与千兆网相机 (1)、服务器 (11)、串口硬盘 (6)、列车进 / 出站检测仪 (8) 相连,触发控制板 (10) 同时与数据采集与控制电路 (4)、列车进 / 出站检测仪 (8) 相连,图像压缩电路 (5) 同时与数据采集与控制电路 (4)、串口硬盘接口电路 (7) 相连;

所述的千兆网接口电路 (2) 包括千兆位以太网收发器 (21)、网络变压器 (22)、网络接口 (23)、状态灯显示电路 (24) 和第一电压保护电路 (25),其中,千兆位以太网收发器 (21)、网络变压器 (22)、网络接口 (23) 依次相连,千兆位以太网收发器 (21) 的输出连接状态灯显示电路 (24)、输入连接第一电压保护电路 (25),千兆位以太网收发器 (21) 还与千兆网接口电路接口 (41) 相连,网络接口 (23) 与千兆网相机 (1) 相连;

所述的数据采集与控制电路 (4) 由相互连接的 FPGA 和 DSP 构成,其中,FPGA 包括千兆网接口电路接口 (41)、串口硬盘接口电路接口 (42)、触发信号接口 (43),DSP 包括有 VPORT 接口 (44)、EMIF 接口 (45)、UART 接口 (46) 和百兆网接口 (47),千兆网接口电路接口 (41) 与千兆位以太网收发器 (21) 连接,串口硬盘接口电路接口 (42) 与串口硬盘协议芯片 (71) 连接,触发信号接口 (43) 的输入与触发信号输出接口 (103) 连接,千兆网接口电路接口 (41) 和触发信号接口 (43) 的输出端均与图像压缩电路 (5) 的输入端连接,VPORT 接口 (44) 和 EMIF 接口 (45) 的输入端均与图像压缩电路 (5) 的输出端连接,UART 接口 (46) 的输入端与 UART 收发器 (93) 相连,百兆网接口 (47) 与百兆网接口电路 (3) 连接;

所述的图像压缩电路 (5) 由依次相连的数据输入接口 (51)、数据预处理电路 (52)、数据缓存与 2 维 DCT 变换电路 (53)、Zigzag 编码电路 (54)、量化电路 (55)、霍夫曼编码电路 (56) 和码流并串转换电路 (57) 构成,其中,数据输入接口 (51) 的输入端与千兆网接口电路接口 (41)、触发信号接口 (43) 连接,码流并串转换电路 (57) 的输出端与 VPORT 接口 (44)、EMIF 接口 (45) 和串口硬盘协议芯片 (71) 连接;

所述的串口硬盘接口电路 (7) 包括串口硬盘协议芯片 (71)、串口硬盘线的接插件 (72) 和第二电压保护电路 (73),其中,串口硬盘协议芯片 (71) 与第二电压保护电路 (73)、码流并串转换电路 (57)、串口硬盘接口电路接口 (42) 连接,其输出与串口硬盘线的接插件 (72) 连接,串口硬盘线接插件 (72) 与串口硬盘 (6) 连接;

所述的 RS232 接口电路 (9) 由依次相连的 RS232-A 接口 (91)、多通道 RS232 线性驱动 / 接收器 (92) 和 UART 收发器 (93) 构成,RS232-A 接口 (91) 连接列车进 / 出站检测仪 (8) 的输出端和多通道 RS232 线性驱动 / 接收器 (92) 的输入端,多通道 RS232 线性驱动 / 接收器 (92) 的输出端与 UART 收发器 (93) 的接收端连接,UART 收发器 (93) 的发送端与 UART 接口 (46) 连接;

所述的触发控制板 (10) 包括触发信号输入接口 (101)、FPGA(102) 和触发信号输出接口 (103),FPGA(102) 分别与触发信号输入接口 (101) 的输出端和触发信号输出接口 (103) 的输入端相连。

2. 根据权利要求 1 所述的嵌入式列车图像检测系统,其特征在于:

所述的第一电压保护电路 (25) 由极性电容、非极性电容和电感组合而成。

3. 根据权利要求 2 所述的嵌入式列车图像检测系统,其特征在于:

所述的极性电容、非极性电容、电感分别为 10uF/10V 规格、0.1uF 规格、10uH 规格。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的嵌入式列车图像检测系统,其特征在于:

所述的第二电压保护电路 (73) 仅由非极性电容组成。

5. 根据权利要求 4 所述的嵌入式列车图像检测系统,其特征在于:

所述的非极性电容为 0.1uF 规格。

一种嵌入式列车图像检测系统

技术领域

[0001] 本发明属于电子监控技术领域,尤其涉及一种嵌入式列车图像检测系统。

背景技术

[0002] 随着我国铁路建设向高速化的方向发展,传统的依靠列车检测员用检点锤、提灯和扳手等传统手工工具进行人工检查列车各个部位的方法已不能适应铁路运输对日常列车技检的要求。新一代的列车图像检测系统是采用高速摄像技术对运行中的列车各部位进行快速抓拍,将抓拍的图像压缩存储到计算机中,列车检测员就可以在环境较好的列车检测室通过计算机查看相机所抓拍的图片来检测列车的安全状况。

[0003] 目前所使用的列车图像检测系统中采用的相机大部分是 Basler 公司的 IEEE 1394a 接口的相机 A312f,并使用带有 IEEE 1394a 接口的工控机和 Windows 操作系统来对图像进行采集处理。由于 IEEE 1394a 接口的最高传输速率为 400Mbps,传输线缆长度为 4.5 米,因此目前的列车图像检测系统存在以下几个主要问题:(1) 由于 IEEE 1394a 接口的传输速率有限,造成相机的分辨率和帧率受限,无法满足高速列车获取更清晰照片的需要;(2) 采用 1394 接口来传输数据,在传输过程中容易受到电磁等各种因素干扰,另外,由于传输线缆长度有限,在列车图像检测应用中必须根据实际传输距离增加中继,这样更容易造成相机掉线以致获取图像不全;(3) 由于目前的图像采集处理是采用工控机和 Windows 操作系统的方案,所以存在系统复杂、体积大、易受病毒感染、在恶劣环境下长时间工作容易出问题等缺点。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提供了一种传输速率更高、降低了系统复杂性、提高了系统稳定性、且鲁棒性优异的嵌入式列车图像检测系统。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种嵌入式列车图像检测系统,包括:千兆网相机(1)、千兆网接口电路(2)、百兆网接口电路(3)、数据采集与控制电路(4)、图像压缩电路(5)、串口硬盘(6)、串口硬盘接口电路(7)、列车进/出站检测仪(8)、RS232 接口电路(9)、触发控制板(10)和服务器(11),其中,数据采集与控制电路(4)通过千兆网接口电路(2)、百兆网接口电路(3)、串口硬盘接口电路(7)、RS232 接口电路(9)分别与千兆网相机(1)、服务器(11)、串口硬盘(6)、列车进/出站检测仪(8)相连,触发控制板(10)同时与数据采集与控制电路(4)、列车进/出站检测仪(8)相连,图像压缩电路(5)同时与数据采集与控制电路(4)、串口硬盘接口电路(7)相连;

[0007] 其中,

[0008] 千兆网接口电路(2)包括千兆位以太网收发器(21)、网络变压器(22)、网络接口(23)、状态灯显示电路(24)和第一电压保护电路(25),其中,千兆位以太网收发器(21)、网络变压器(22)、网络接口(23)依次相连,千兆位以太网收发器(21)的输出连接状态灯显示

电路 (24)、输入连接第一电压保护电路 (25), 千兆位以太网收发器 (21) 还与千兆网接口电路接口 (41) 相连, 网络接口 (23) 与千兆网相机 (1) 相连;

[0009] 数据采集与控制电路 (4) 由相互连接的 FPGA 和 DSP 构成, 其中, FPGA 包括有千兆网接口电路接口 (41)、串口硬盘接口电路接口 (42)、触发信号接口 (43), DSP 包括有 VPORT 接口 (44)、EMIF 接口 (45)、UART 接口 (46) 和百兆网接口 (47), 千兆网接口电路接口 (41) 与千兆位以太网收发器 (21) 连接, 串口硬盘接口电路接口 (42) 与串口硬盘协议芯片 (71) 连接, 触发信号接口 (43) 的输入与触发信号输出接口 (103) 连接, 千兆网接口电路接口 (41) 和触发信号接口 (43) 的输出端还均与图像压缩电路 (5) 的输入端连接, VPORT 接口 (44) 和 EMIF 接口 (45) 的输入端均与图像压缩电路 (5) 的输出端连接, UART 接口 (46) 的输入端与 UART 收发器 (93) 相连, 百兆网接口 (47) 与百兆网接口电路 (3) 连接;

[0010] 图像压缩电路 (5) 由依次相连的数据输入接口 (51)、数据预处理电路 (52)、数据缓存与 2 维 DCT 变换电路 (53)、Zigzag 编码电路 (54)、量化电路 (55)、霍夫曼编码电路 (56) 和码流并串转换电路 (57) 构成, 其中, 数据输入接口 (51) 的输入端与千兆网接口电路接口 (41)、触发信号接口 (43) 的输出端连接, 码流并串转换电路 (57) 的输出端与 VPORT 接口 (44)、EMIF 接口 (45) 和串口硬盘协议芯片 (71) 的输入端连接;

[0011] 串口硬盘接口电路 (7) 包括串口硬盘协议芯片 (71)、串口硬盘线的接插件 (72) 和第二电压保护电路 (73), 其中, 串口硬盘协议芯片 (71) 与第二电压保护电路 (73)、码流并串转换电路 (57)、串口硬盘接口电路接口 (42) 连接, 其输出与串口硬盘线的接插件 (72) 连接, 串口硬盘线接插件 (72) 与串口硬盘 (6) 连接;

[0012] RS232 接口电路 (9) 由依次相连的 RS232-A 接口 (91)、多通道 RS232 线性驱动 / 接收器 (92) 和 UART 收发器 (93) 构成, RS232-A 接口 (91) 连接列车进 / 出站检测仪 (8) 和多通道 RS232 线性驱动 / 接收器 (92) 的输入端, 多通道 RS232 线性驱动 / 接收器 (92) 的输出端与 UART 收发器 (93) 的接收端连接, UART 收发器 (93) 的发送端与 UART 接口 (46) 连接;

[0013] 触发控制板 (10) 包括触发信号输入接口 (101)、FPGA (102) 和触发信号输出接口 (103), FPGA (102) 分别与触发信号输入接口 (101) 的输出端和触发信号输出接口 (103) 的输入端相连。

[0014] 上述第一电压保护电路 (25) 由极性电容、非极性电容和电感组合而成。

[0015] 所述的极性电容、非极性电容、电感分别为 10 μ F/10V 规格、0.1 μ F 规格、10 μ H 规格。

[0016] 上述第二电压保护电路 (73) 仅由非极性电容组成。

[0017] 所述的非极性电容为 0.1 μ F 规格。

[0018] 本发明所述系统安装在铁轨旁边的列检站, 当列车要达到列检站的时候, 列车进 / 出站检测仪 (8) 检测到列车到来后, 千兆网相机 (1) 对运行中的列车的各部位进行快速抓拍, 将抓拍的图像通过千兆网接口电路 (2)、数据采集与控制电路 (4) 传输到图像压缩电路 (5), 压缩后的图像数据通过串口硬盘接口电路 (7) 存储到串口硬盘 (6) 中, 同时通过百兆网接口电路 (3) 以 FTP 方式上传到位于列检中心的服务器 (11) 中, 工作人员就可以在列检中心的服务器 (11) 上预览千兆网相机 (1) 拍摄到的图像, 来检测列车的安全状态。

[0019] 与现有技术相比, 本发明具有以下优点和有益效果:

[0020] 1、本发明的嵌入式列车图像检测系统采用嵌入式系统替代了现有的工控机与

Windows 操作系统,克服了基于工控机和 Windows 操作系统的列车图像检测系统经常死机且容易中毒的缺陷,从而使列检员可以在较好的环境下通过查看所拍图像来检测列车的安全状况;

[0021] 2、与现有的基于工控机和 Windows 操作系统的列车图像检测系统相比,本发明方法降低了图像采集处理系统的复杂性,同时还降低了成本、体积以及功耗,提高了系统的稳定性;

[0022] 3、本发明的嵌入式列车图像检测系统能控制千兆网相机进行图像采集,并对采集到的图像进行硬件 JPEG 压缩,而且具有网络断线重传功能,鲁棒性好;

[0023] 4、采用本发明系统在武汉某铁路现场进行试验,试验结果表明:本发明系统具有良好的稳定性,采用本发明系统所获得的图像分辨率高达 1400*1024,图像帧率为 60,图 24 ~ 25 是采用本发明系统获得的列车图像,从图中看出所获得图像清晰度良好。

附图说明

[0024] 图 1 是本发明的结构框图;

[0025] 图 2 是千兆网接口电路的结构框图;

[0026] 图 3 是千兆网接口电路中的千兆位以太网收发器的电路图;

[0027] 图 4 是千兆网接口电路中的网络变压器、网络接口、状态灯显示电路和电压保护电路的电路图;

[0028] 图 5 是数据采集与控制电路的结构框图;

[0029] 图 6 是数据采集与控制电路中的千兆网接口电路与 FPGA 的接口的电路图;

[0030] 图 7 是数据采集与控制电路中的串口硬盘接口电路与 FPGA 的接口的电路图;

[0031] 图 8 是数据采集与控制电路中的 DSP 的 VPORT 接口的电路图;

[0032] 图 9 是数据采集与控制电路中的 DSP 的 EMIF 接口的电路图;

[0033] 图 10 是图像压缩电路的结构框图;

[0034] 图 11 是图像压缩电路中的数据输入接口和数据预处理电路的电路图;

[0035] 图 12 是图像压缩电路中的数据缓存与二维 DCT 变换电路的电路图;

[0036] 图 13 是图像压缩电路中的数据缓存与二维 DCT 变换电路的电路图(续);

[0037] 图 14 是图像压缩电路中的 Zigzag 编码电路的电路图;

[0038] 图 15 是图像压缩电路中的量化电路的电路图;

[0039] 图 16 是图像压缩电路中的霍夫曼编码电路的电路图;

[0040] 图 17 是图像压缩电路中的码流并串转换电路的电路图;

[0041] 图 18 是串口硬盘接口电路的结构框图;

[0042] 图 19 是串口硬盘接口电路的电路图;

[0043] 图 20 是列车进 / 出站检测仪的结构框图;

[0044] 图 21 是 RS232 接口电路的结构框图;

[0045] 图 22 是 RS232 接口电路的电路图;

[0046] 图 23 是触发控制板的结构框图;

[0047] 图 24 是采用本发明系统检测到列车的第 1 组图像;

[0048] 图 25 是采用本发明系统检测到列车的第 66 组图像;

[0049] 图中：千兆网相机 (1)、千兆网接口电路 (2)、千兆位以太网收发器 (21)、网络变压器 (22)、网络接口 (23)、状态灯显示电路 (24)、第一电压保护电路 (25)、百兆网接口电路 (3)、数据采集与控制电路 (4)、千兆网接口电路接口 (41)、串口硬盘接口电路接口 (42)、触发信号接口 (43)、VPORT 接口 (44)、EMIF 接口 (45)、UART 接口 (46)、百兆网接口 (47)、图像压缩电路 (5)、数据输入接口 (51)、数据预处理电路 (52)、数据缓存与 2 维 DCT 变换电路 (53)、Zigzag 编码电路 (54)、量化电路 (55)、霍夫曼编码电路 (56)、码流并串转换电路 (57)、串口硬盘 (6)、串口硬盘接口电路 (7)、串口硬盘协议芯片 (71)、串口硬盘线的接插件 (72)、第二电压保护电路 (73)、列车进 / 出站检测仪 (8)、RS232 接口电路 (9)、RS232-A 接口 (91)、多通道 RS232 线性驱动 / 接收器 (92)、UART 收发器 (93)、触发控制板 (10)、触发信号输入接口 (101)、FPGA (102)、触发信号输出接口 (103)、服务器 (11)。

具体实施方式

[0050] 下面将结合附图及实施例对本发明的嵌入式列车图像检测系统作进一步的详细描述。

[0051] 如图 1 所示为本发明的嵌入式列车图像检测系统,包括：千兆网相机 (1)、千兆网接口电路 (2)、百兆网接口电路 (3)、数据采集与控制电路 (4)、图像压缩电路 (5)、串口硬盘 (6)、串口硬盘接口电路 (7)、列车进 / 出站检测仪 (8)、RS232 接口电路 (9)、触发控制板 (10) 和服务器 (11),其中,数据采集与控制电路 (4) 通过千兆网接口电路 (2)、百兆网接口电路 (3)、串口硬盘接口电路 (7)、RS232 接口电路 (9) 分别与千兆网相机 (1)、服务器 (11)、串口硬盘 (6)、列车进 / 出站检测仪 (8) 相连,触发控制板 (10) 同时与数据采集与控制电路 (4)、列车进 / 出站检测仪 (8) 相连,图像压缩电路 (5) 同时与数据采集与控制电路 (4)、串口硬盘接口电路 (7) 相连;

[0052] 其中,

[0053] 千兆网接口电路 (2) 包括千兆位以太网收发器 (21)、网络变压器 (22)、网络接口 (23)、状态灯显示电路 (24) 和第一电压保护电路 (25),其中,千兆位以太网收发器 (21)、网络变压器 (22)、网络接口 (23) 依次相连,千兆位以太网收发器 (21) 的输出连接状态灯显示电路 (24)、输入连接第一电压保护电路 (25),千兆位以太网收发器 (21) 还与千兆网接口电路接口 (41) 相连,网络接口 (23) 与千兆网相机 (1) 相连;

[0054] 数据采集与控制电路 (4) 由相互连接的 FPGA 和 DSP 构成,其中,FPGA 包括有千兆网接口电路接口 (41)、串口硬盘接口电路接口 (42)、触发信号接口 (43),DSP 包括有 VPORT 接口 (44)、EMIF 接口 (45)、UART 接口 (46) 和百兆网接口 (47),千兆网接口电路接口 (41) 与千兆位以太网收发器 (21) 连接,串口硬盘接口电路接口 (42) 与串口硬盘协议芯片 (71) 连接,触发信号接口 (43) 的输入与触发信号输出接口 (103) 连接,千兆网接口电路接口 (41) 和触发信号接口 (43) 的输出端还均与图像压缩电路 (5) 的输入端连接,VPORT 接口 (44) 和 EMIF 接口 (45) 的输入端均与图像压缩电路 (5) 的输出端连接,UART 接口 (46) 的输入端与 UART 收发器 (93) 相连,百兆网接口 (47) 与百兆网接口电路 (3) 连接;

[0055] 图像压缩电路 (5) 由依次相连的数据输入接口 (51)、数据预处理电路 (52)、数据缓存与 2 维 DCT 变换电路 (53)、Zigzag 编码电路 (54)、量化电路 (55)、霍夫曼编码电路 (56) 和码流并串转换电路 (57) 构成,其中,数据输入接口 (51) 的输入端与千兆网接口电路接口

(41)、触发信号接口 (43) 的输出端连接,码流并串转换电路 (57) 的输出端与 VPORT 接口 (44)、EMIF 接口 (45) 和串口硬盘协议芯片 (71) 的输入端连接;

[0056] 串口硬盘接口电路 (7) 包括串口硬盘协议芯片 (71)、串口硬盘线的接插件 (72) 和第二电压保护电路 (73),其中,串口硬盘协议芯片 (71) 与第二电压保护电路 (73)、码流并串转换电路 (57)、串口硬盘接口电路接口 (42) 连接,其输出与串口硬盘线的接插件 (72) 连接,串口硬盘线接插件 (72) 与串口硬盘 (6) 连接;

[0057] RS232 接口电路 (9) 由依次相连的 RS232-A 接口 (91)、多通道 RS232 线性驱动 / 接收器 (92) 和 UART 收发器 (93) 构成,RS232-A 接口 (91) 连接列车进 / 出站检测仪 (8) 和多通道 RS232 线性驱动 / 接收器 (92) 的输入端,多通道 RS232 线性驱动 / 接收器 (92) 的输出端与 UART 收发器 (93) 的接收端连接,UART 收发器 (93) 的发送端与 UART 接口 (46) 连接;

[0058] 触发控制板 (10) 包括触发信号输入接口 (101)、FPGA(102) 和触发信号输出接口 (103),FPGA(102) 分别与触发信号输入接口 (101) 的输出端和触发信号输出接口 (103) 的输入端相连。

[0059] 1、千兆网接口电路 (2)

[0060] 千兆网接口电路 (2) 能控制和调整千兆网相机 (1) 的工作模式、帧率、曝光时间、增益等参数,并且能接收千兆网相机 (1) 拍摄的图像数据和发送相机命令,千兆网接口电路 (2) 的结构框图如图 2 所示,千兆网接口电路 (2) 的各组成部分的具体电路图如图 3 ~ 4 所示。

[0061] 在本实施例中,千兆网接口电路 (2) 中的千兆位以太网收发器 (21) 选用 88E1111-RCJ 型号的网络芯片;网络变压器 (22) 选用 LF9202A 型号的芯片;网络接口 (23) 选用 RJ45 网络接插件;状态灯显示电路 (24) 中的指示灯选用 LED;第一电压保护电路 (25) 是由极性电容、非极性电容和电感组合而成,其中,极性电容选用 10uF/10V 规格,非极性电容选用 0.1uF 规格,电感选用 10uH 规格,第一电压保护电路 (25) 有两个,分别为第一电压保护电路 (25a) 和第一电压保护电路 (25b),具体电路如图 4 所示,第一电压保护电路 (25a) 连接 2.5V 直流电源并同时接地,第一电压保护电路 (25b) 连接 1.2V 直流电源并同时接地。网络接口 (23) 与 LF9202A 芯片的 P13、P14、P16、P17、P19、P20、P22、P23 端口连接;LF9202A 型号芯片的 P12、P11、P9、P8、P6、P5、P3、P2 端口分别与 88E1111-RCJ 型号芯片的 MDI_0_P、MDI_0_N、MDI_1_P、MDI_1_N、MDI_2_P、MDI_2_N、MDI_3_P、MDI_3_N 端口连接;88E1111-RCJ 型号芯片的 5 个输出引脚 LED_TX、LED_RX、LED_LINK100、LED_LINK1000、LED_DUPLEX 与状态灯显示电路 (24) 连接,从而可显示千兆网接口电路 (2) 的网络状态和工作方式,其中,千兆网接口电路 (2) 的网络状态包括网络通与不通,工作方式包括 10M 网、100M 网和千兆网等工作方式;88E1111-RCJ 型号芯片的 GTXCLK、TX_CLK、TXEN、TXER、TXD0 ~ 7、RXCLK、RXDV、RXER、RXD0 ~ 7、CRS、COL、MDC、MDIO、INTn 端口与数据采集与控制电路 (4) 的千兆网接口电路接口 (41) 连接 (图 5 所示),从而可以实现千兆网图像数据的接收和千兆网相机的命令控制。千兆网接口电路 (2) 通过外接晶振提供时钟信号,千兆网接口电路 (2) 所接的外接晶振频率为 25MHz,经 FPGA 的锁相环倍频为 125MHz 的工作频率。在本实施例中千兆网接口电路 (2) 可实现的最高传输速率为 656.25Mbps。

[0062] 2、百兆网接口电路 (3)

[0063] 百兆网接口 (47) 通过百兆网接口电路 (3) 与服务器 (11) 进行网络通信,其可以通过 TCP/IP 协议传送压缩后的图像码流给服务器 (11),使得服务器 (11) 能实时预览图像;也可以通过 FTP 协议传送压缩后的图像文件给服务器 (11),便于以后的故障检测。本实施例中采用的百兆网接口 (47) 和百兆网接口电路 (3) 是现有技术中已有的,具体实施方法可参考 DM642 型 DSP 的技术手册。

[0064] 3、数据采集与控制电路 (4)

[0065] 数据采集与控制电路 (4) 分别与千兆网接口电路 (2)、百兆网接口电路 (3)、图像压缩电路 (5)、串口硬盘接口电路 (7)、RS232 接口电路 (9)、触发控制板 (10) 连接,数据采集与控制电路 (4) 与千兆网接口电路 (2) 连接实现千兆网图像数据的接收与发送,数据采集与控制电路 (4) 与百兆网接口电路 (3) 连接实现将压缩文件上传给服务器 (11),数据采集与控制电路 (4) 与图像压缩电路 (5) 连接实现将图像数据传输给图像压缩电路 (5) 从而进行数据压缩,数据采集与控制电路 (4) 与串口硬盘接口电路 (7) 连接实现将压缩码流传输给串口硬盘接口电路 (7) 从而将数据存盘,数据采集与控制电路 (4) 与 RS232 接口电路 (9) 连接用来接收列车进 / 出站检测仪 (8) 传过来的命令,数据采集与控制电路 (4) 与触发控制板 (10) 连接用来接收列车进 / 出站检测仪 (8) 传过来的触发信号。其结构框图如图 5 所示,各组成部分的具体电路图如图 6 ~ 9 所示。本实施中数据采集与控制电路 (4) 是由 FPGA 和 DSP 来实现,其中, FPGA 选用的是 ALTERA 公司的 EP2S60F1020C5N 型 FPGA 芯片, DSP 选用的是美国德州仪器公司 (TI) 的 TMS320DM642 型 DSP 芯片,千兆网接口电路接口 (41)、串口硬盘接口电路接口 (42) 和触发信号接口 (43) 在同一个 FPGA 芯片上, VPORT 接口 (44)、EMIF 接口 (45)、UART 接口 (46)、百兆网接口 (47) 与 FPGA 芯片相连。

[0066] 4、图像压缩电路 (5)

[0067] 图像压缩电路 (5) 的结构框图如图 10 所示,其各组成部分的具体电路图如图 11 ~ 17 所示。本实施例中的图像压缩电路 (5) 也是由 FPGA 实现,其各个子电路模块的实现按照国际标准 JPEG 编码算法完成,工作频率为 100MHz,由 FPGA 的锁相环倍频输出。数据采集与控制电路 (4) 向数据输入接口 (51) 提供复位信号 pRST、时钟信号 c1k_100M、行有效信号 LVAL、数据有效信号 Data_clk 和图像数据 Cam_Data[7..0],码流并串转换电路 (57) 与 VPORT 接口 (44) 和 EMIF 接口 (45) 连接,如图 7 ~ 8 所示,从而可将压缩后的码流传给 DSP。本实施例中的图像压缩电路 (5) 最高能实现每秒 60 帧、每帧 140 万像素黑白相机图像数据压缩的电路。

[0068] 5、串口硬盘接口电路 (7)

[0069] 串口硬盘接口电路 (7) 的结构框图如图 18 所示,图 19 是其具体电路图。串口硬盘接口电路 (7) 能将图像压缩电路 (5) 压缩后的图像数据存入串口硬盘 (6),也可以读取串口硬盘 (6) 中的图像数据并将读取的图像数据上传给数据采集与控制电路 (4)。本实施例中,串口硬盘协议芯片 (71) 选用 JM20330 型号芯片,串口硬盘线的接插件 (72) 选用直插式接插件,第二电压保护电路 (73) 仅由非极性电容组成,且非极性电容选用 0.1uF 规格的,具体如图 19 所示。串口硬盘线的接插件 (72) 通过引脚 A+、A-、B+、B- 分别与 JM20330 型号芯片的 TXP、TXN、RXP、RXN 端口连接,第二电压保护电路 (73) 连接 3.3V 直流电源并接地, JM20330 型号芯片的 ATA_DD0 ~ 15、RESETn、DMARQ、DIOWn、DIORn、IORDY、DMACK、INTRQ、DA0 ~ 2、CS0n、CS1n 端口与串口硬盘接口电路接口 (42) 连接,从而实现串口硬盘的读写,

图像数据通过串口硬盘线最高能以 80MBps 的速度实时存入串口硬盘 (6)。串口硬盘协议芯片 (71) 的外接晶振为 25MHz, 经 FPGA 的锁相环倍频为 125MHz 的串口硬盘存储工作频率。

[0070] 6、列车进 / 出站检测仪 (8)

[0071] 列车进 / 出站检测仪 (8) 能实现采图触发发生功能和串口命令发送功能, 其结构框图如图 20 所示。本实施例中列车进 / 出站检测仪 (8) 由触发生模块和命令发生模块组成, 其中, 触发生模块与触发控制板 (10) 的触发信号输入接口 (101) 连接, 命令发生模块与 RS232 接口电路 (9) 的 RS232-A 接口 (91) 连接。

[0072] 7、RS232 接口电路 (9)

[0073] RS232 接口电路 (9) 能接收列车进 / 出站检测仪 (8) 发出的接车开始、接车结束和千兆网相机参数控制命令, 其中, 千兆网相机参数控制命令包括对相机曝光时间、增益等参数的控制, 上述参数由列车进 / 出站检测仪 (8) 发出, 然后通过 RS232 接口电路 (9) 将参数发送至数据采集与控制电路 (4), 数据采集与控制电路 (4) 将接收到的参数数据通过千兆网相机接口 (2) 发给千兆网相机 (1), 从而实现对相机参数的更改。RS232 接口电路 (9) 的结构框图如图 21 所示, 其具体电路图如图 22 所示。本实施例中, RS232-A 接口 (91) 采用母头串口接插件, 多通道 RS232 线性驱动 / 接收器 (92) 采用 MAX3243C 型号芯片, UART 收发器 (93) 采用 TL16C752B 型号芯片, 其晶振为 29.4912MHz。RS232-A 接口 (91) 与 MAX3243C 型号芯片的引脚 T1OUT、T2OUT、T3OUT、R1IN、R2IN、R3IN、R4IN、R5IN 连接, MAX3243C 型号芯片通过引脚 T1IN、T2IN、T3IN、R1OUT、R2OUT、R3OUT、R4OUT、R5OUT 分别与 TL16C752B 芯片的引脚 \overline{RTSA} 、TXA、 \overline{DTRA} 、 \overline{CDA} 、 \overline{DSRA} 、RXA、 \overline{CTSA} 、 \overline{RIA} 连接; TL16C752B 芯片通过引脚 D0 ~ 7、A0 ~ 2、 \overline{CSA} 、RESET、 \overline{IORD} 、 \overline{IOWR} 、 \overline{RXRDYA} 、 \overline{TXRDYA} 与 UART 接口 (46) 连接。

[0074] 8、触发控制板 (10)

[0075] 触发控制板 (10) 能将单脉冲触发输入转换为双脉冲触发输出, 便于触发线较长时消除信号毛刺, 以达到精确控制触发数量的目的, 其结构框图如图 23 所示。

[0076] 9、服务器 (11)

[0077] 工作人员可以通过服务器 (11) 接收 JPEG 图像码流, 实时解码并预览图像, 还可以通过百兆网接口电路 (3) 向数据采集与控制电路 (4) 发送命令, 改变相机的曝光时间、增益等设置。本实施例中服务器 (11) 采用配置为: 英特尔酷睿双核 CPU (I5-480)、1TB 硬盘、4GB 内存、Windows Server 2003 操作系统、具备百兆网接口、安装了 Serv-U 软件, 在 Serv-U 软件中设定用户名等信息, 并指定图像存放目录。

[0078] 下面将详细说明本发明的嵌入式列车图像检测系统的工作过程:

[0079] 本发明所述系统安装在铁轨旁边的列检站, 当列车要达到列检站的时候, 列车进 / 出站检测仪 (8) 检测到铺设于铁轨的磁钢信号, 通过命令发生模块的串口发出一个字节 (0xFF) 的接车开始命令给 RS232 接口电路 (9), 数据采集与控制电路 (4) 接收到 RS232 接口电路 (9) 传来的开始命令后, 通过千兆网相机接口电路 (2) 开启千兆网相机 (1), 同时, 数据采集与控制电路 (4) 通过百兆网接口电路 (3)、并采用 FTP 通信协议在服务器 (11) 的某路径下新建一个以当前日期和当前时间为目录名的 2 级子目录。

[0080] 在列车通过列检站的过程中, 即接车过程中, 列车进 / 出站检测仪 (8) 会不断地检测到磁钢信号从而通过触发生模块发出脉冲触发信号给触发控制板 (10)。由于铁轨离

列车检测室较远,触发线较长,容易使列车进/出站检测仪(8)发出的脉冲触发信号产生毛刺,触发控制板(10)将收到的单脉冲触发信号通过FPGA(102)转换为有一定时间间隔的双脉冲触发信号,并将双脉冲触发信号发送给数据采集与控制电路(4),数据采集与控制电路(4)每收到一个双脉冲触发信号就通过千兆网相机接口电路(2)向千兆网相机(1)传送抓拍一帧图像的信号,千兆网相机(1)将抓拍后的图像数据通过千兆网相机接口电路(2)上传给数据采集与控制电路(4),数据采集与控制电路(4)将接收到的图像数据通过图像压缩电路(5)进行JPEG压缩,形成压缩图像码流,该图像码流通过串口硬盘接口电路(7)存入串口硬盘(6),同时,图像压缩电路(5)将压缩图像码流回传给图像数据采集与控制电路(4),码流加上JPEG文件头和JPEG文件尾后形成JPEG图像文件,该图像文件通过百兆网接口电路(3),以FTP协议传输到列检中心的服务器(11)建立的2级子目录中。

[0081] 当列车离开列检站的时候,列车进/出站检测仪(8)检测到铺设于铁轨的磁钢信号,通过检测仪上的命令发生模块的串口发出一个字节(0xFD)的接车结束命令给RS232接口电路(9),数据采集与控制电路(4)接收到RS232接口电路(9)传来的结束命令后,通过千兆网相机接口电路(2)关闭千兆网相机(1)。

[0082] 在列车到达列检站之前和离开列检站之后,还可以通过服务器(11)进行图像实时预览来检查相机摆放位置是否正确、并可测试网络和相机的工作状态。图像实时预览的工作过程为:服务器(11)通过百兆网接口电路(3)发送相机开启命令给数据采集与控制电路(4),数据采集与控制电路(4)通过千兆网相机接口电路(2)开启千兆网相机(1),采集与控制电路(4)通过百兆网接口电路(3)通过TCP/IP协议传送压缩后的图像码流给服务器(11),服务器(11)实现实时解码并预览图像。

[0083] 本发明所述系统在工作的时候,由于震动或连接不当可能存在网线松动,从而导致接车过程中的图像文件未能成功上传到服务器(11)中。但由于已将压缩图像码流通过串口硬盘接口电路(7)存入串口硬盘(6),因此可以由服务器(11)通过百兆网接口电路(3)发命令给数据采集与控制电路(4),数据采集与控制电路(4)通过串口硬盘接口电路(7)读取串口硬盘(6)中的图像码流数据,图像码流加上JPEG文件头和JPEG文件尾后形成JPEG图像文件,将得到的图像文件通过百兆网接口电路(3),以FTP协议传输到列检中心的服务器(11)建立的2级子目录中,从而实现网络断线重传功能。

[0084] 采用本发明的嵌入式列车图像检测系统在武汉某铁路现场进行试验,经过两年多时间的运行,本发明系统均能稳定工作,且测试效果良好。图24和图25是2009年9月2日在铁路现场由5个相机在某列车通过时获取的该列车第1组和第66组图像,从图中看出图像清晰良好。表1为本发明系统和现有的基于工控机的列车图像检测系统的比较表,从表中可以看出,本发明系统更简便、具有更小的体积、更低的功耗、优异的系统稳定性、更高的输出速率,采用本发明系统可以获得更清晰的图像。

[0085] 表1 本发明系统和基于工控机的列车图像检测系统的比较

[0086]

	本发明的嵌入式列车图像检测系统	基于工控机的列车图像检测系统
相机	千兆网相机	1394 相机

电缆	20 米千兆网网线	2 ~ 6 根 1394a 电缆
中继器	无	2 ~ 5
图像处理设备	嵌入式系统	工控机
体积	1U	4U
功耗	300W	200W
系统稳定性	从不掉线	经常掉线
图像分辨率	1400*1024	720*576
图像帧率	60	25

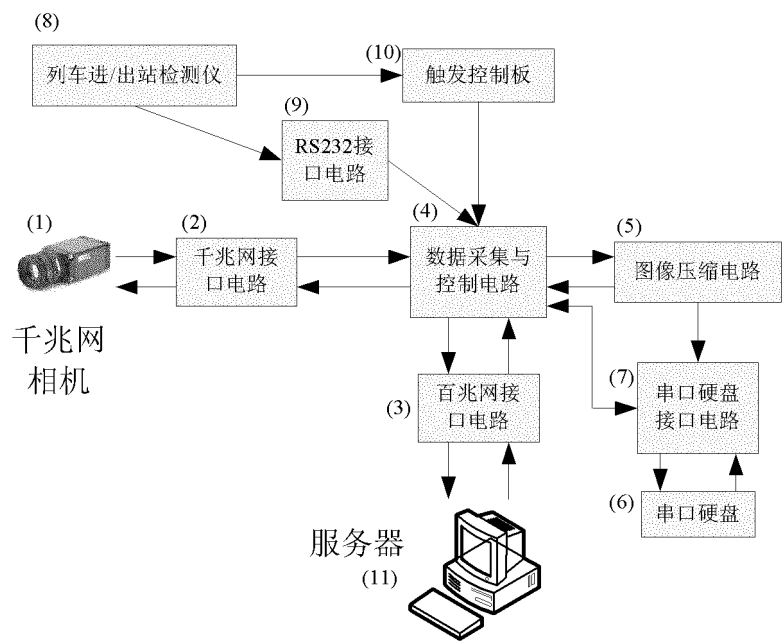


图 1

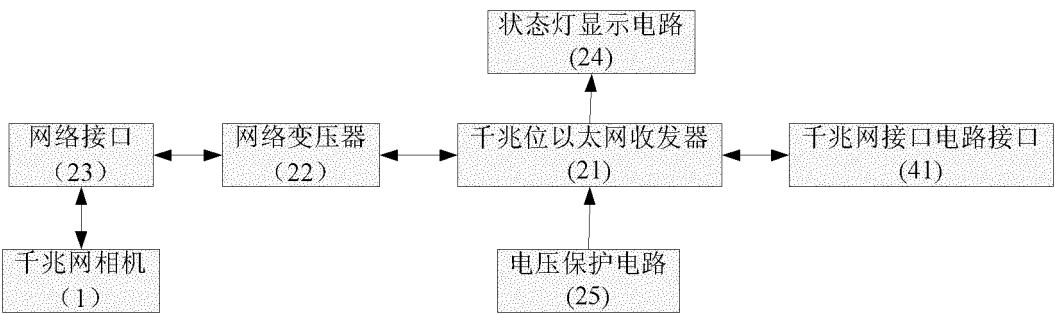


图 2

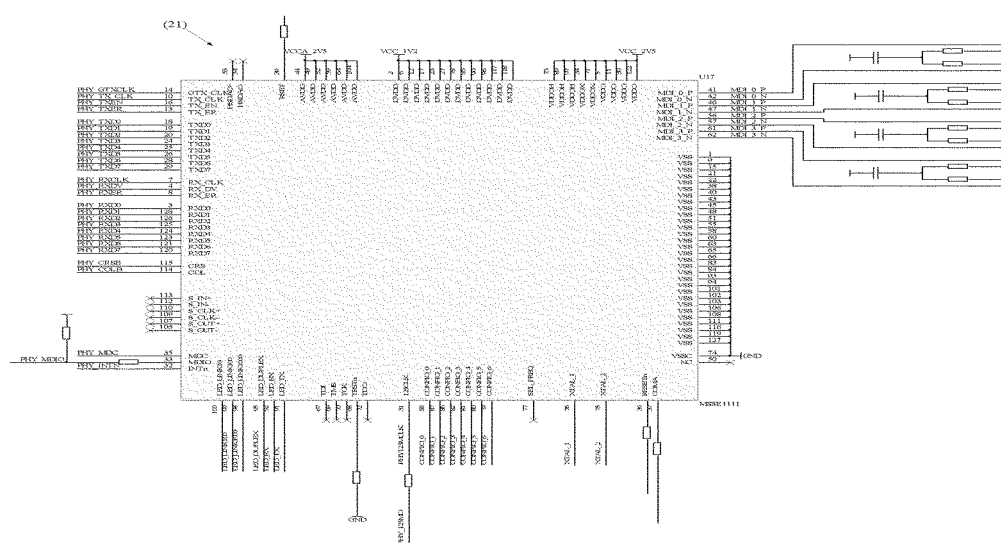


图 3

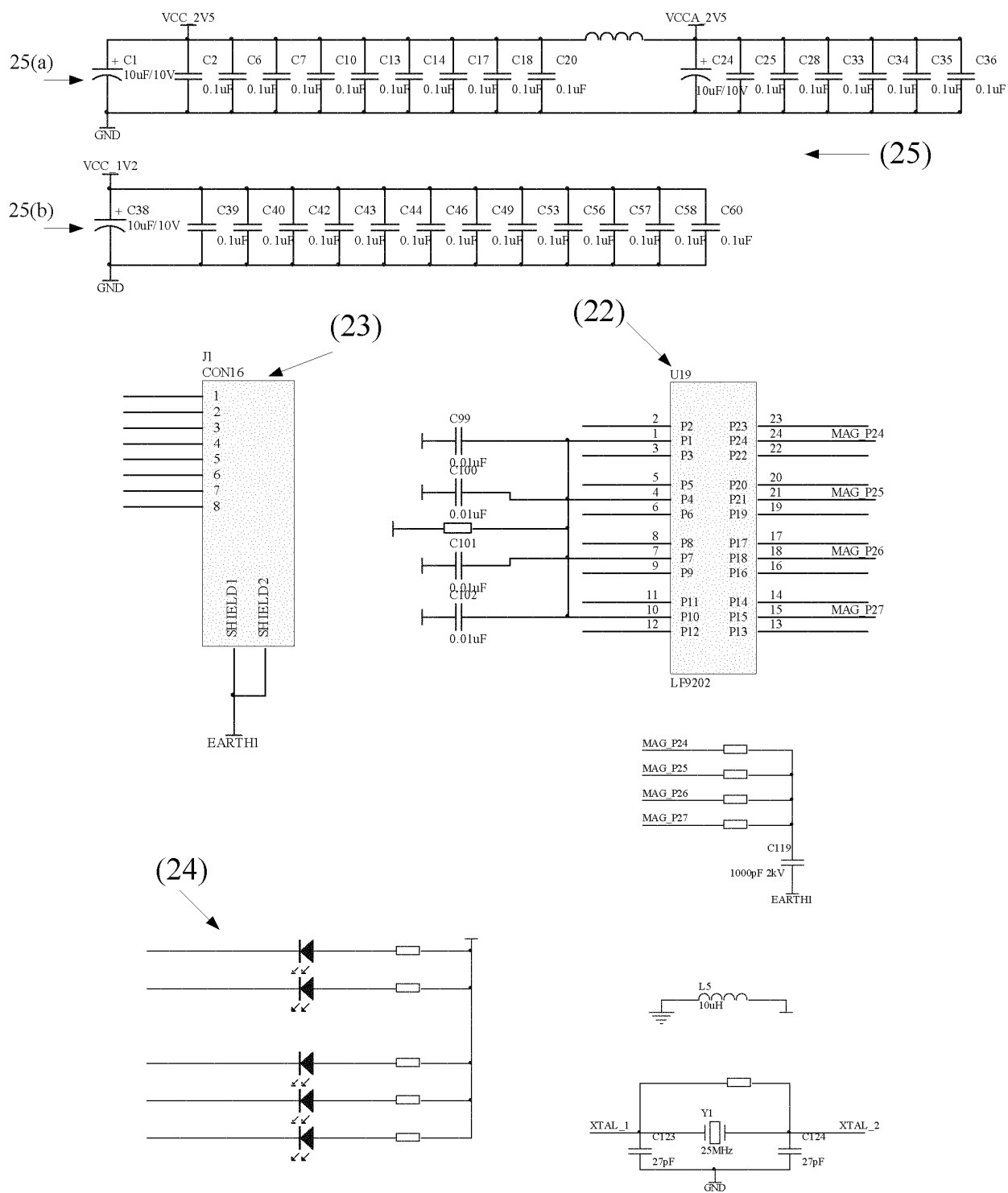


图 4

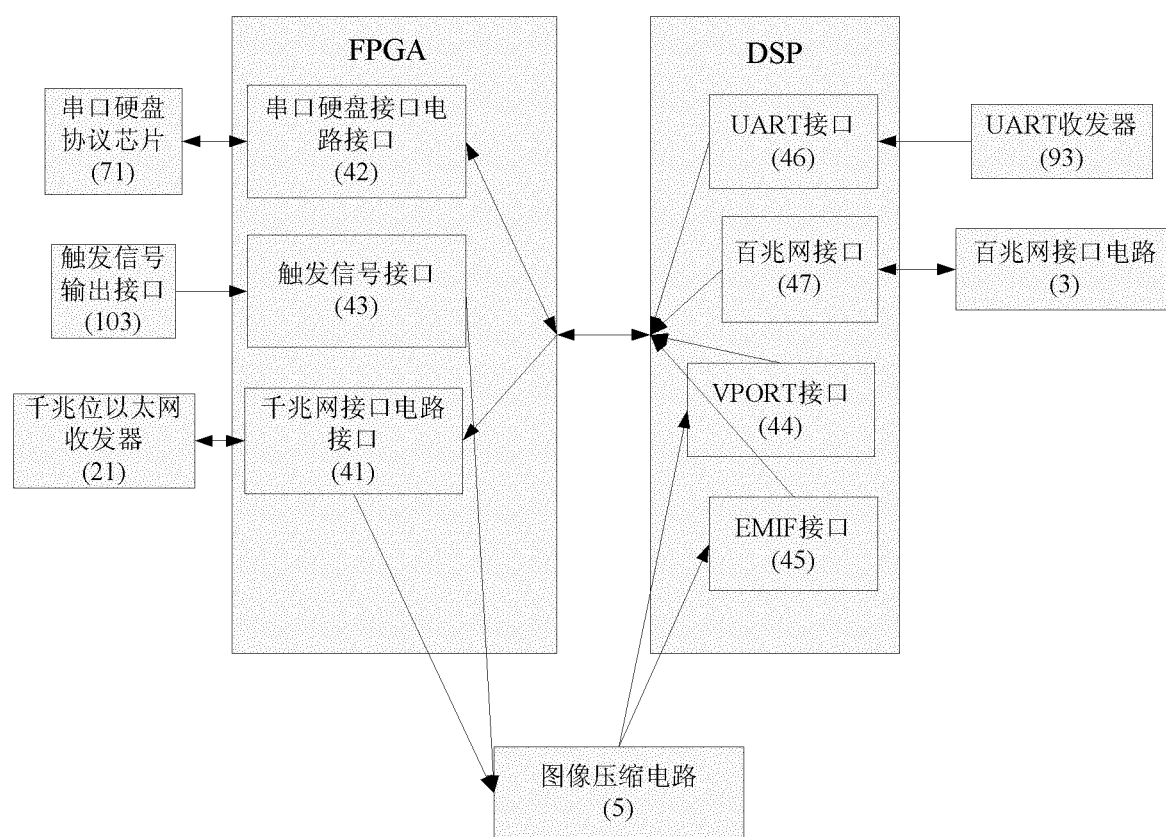


图 5

(41)

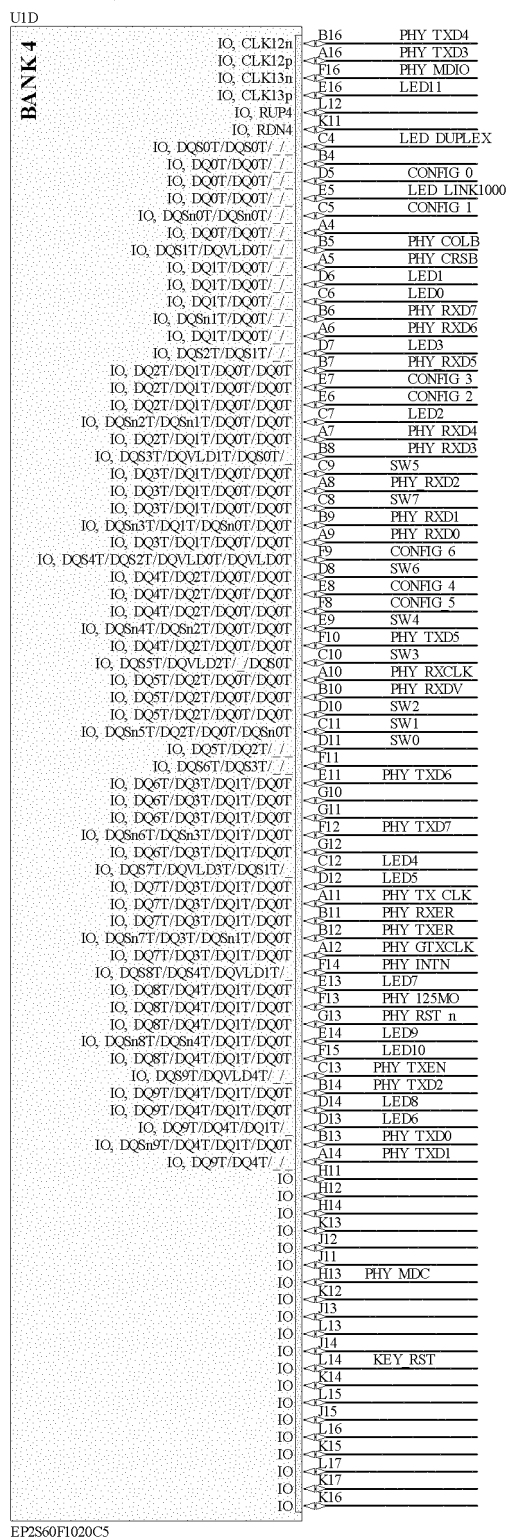


图 6

(42)

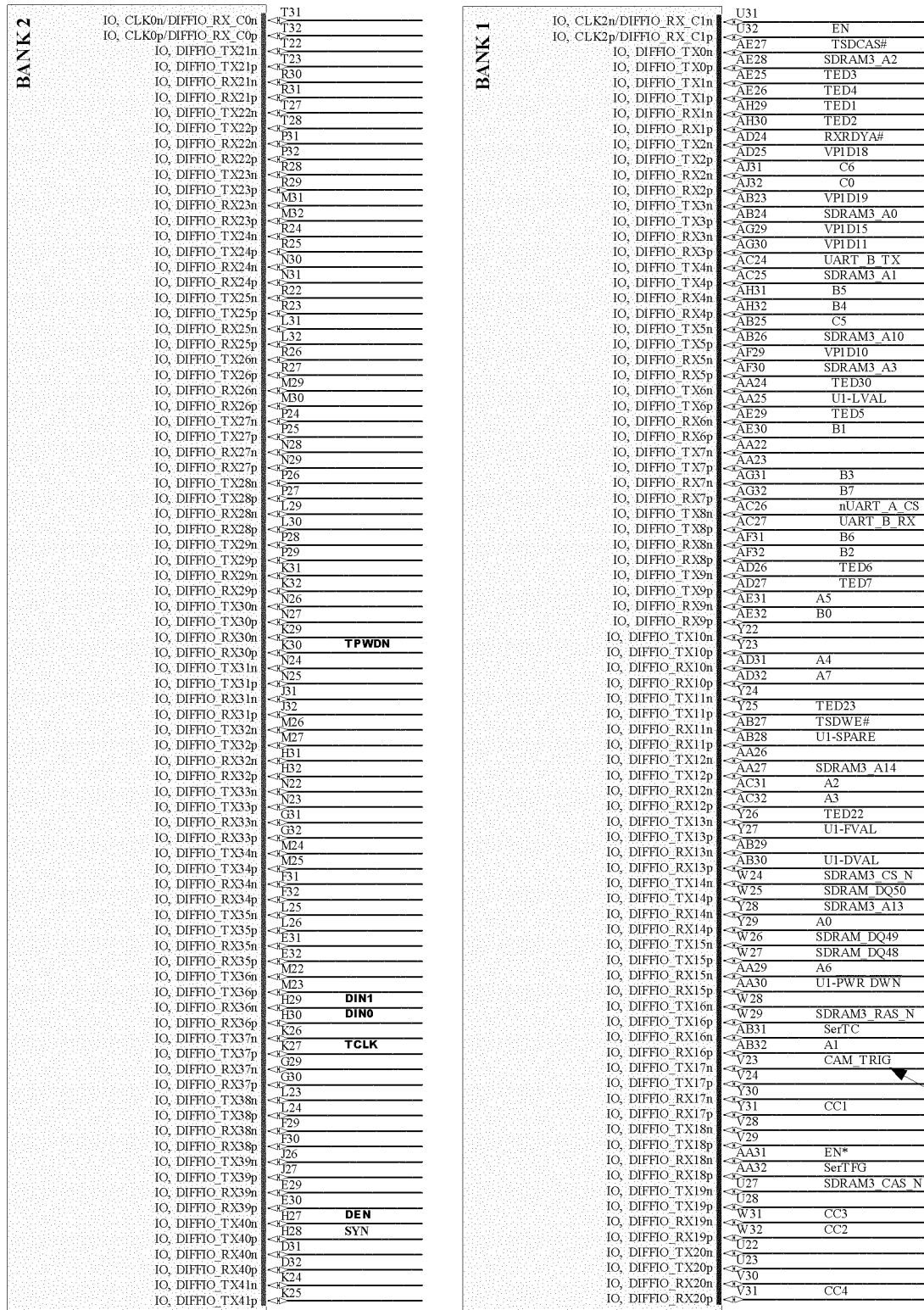


图 7

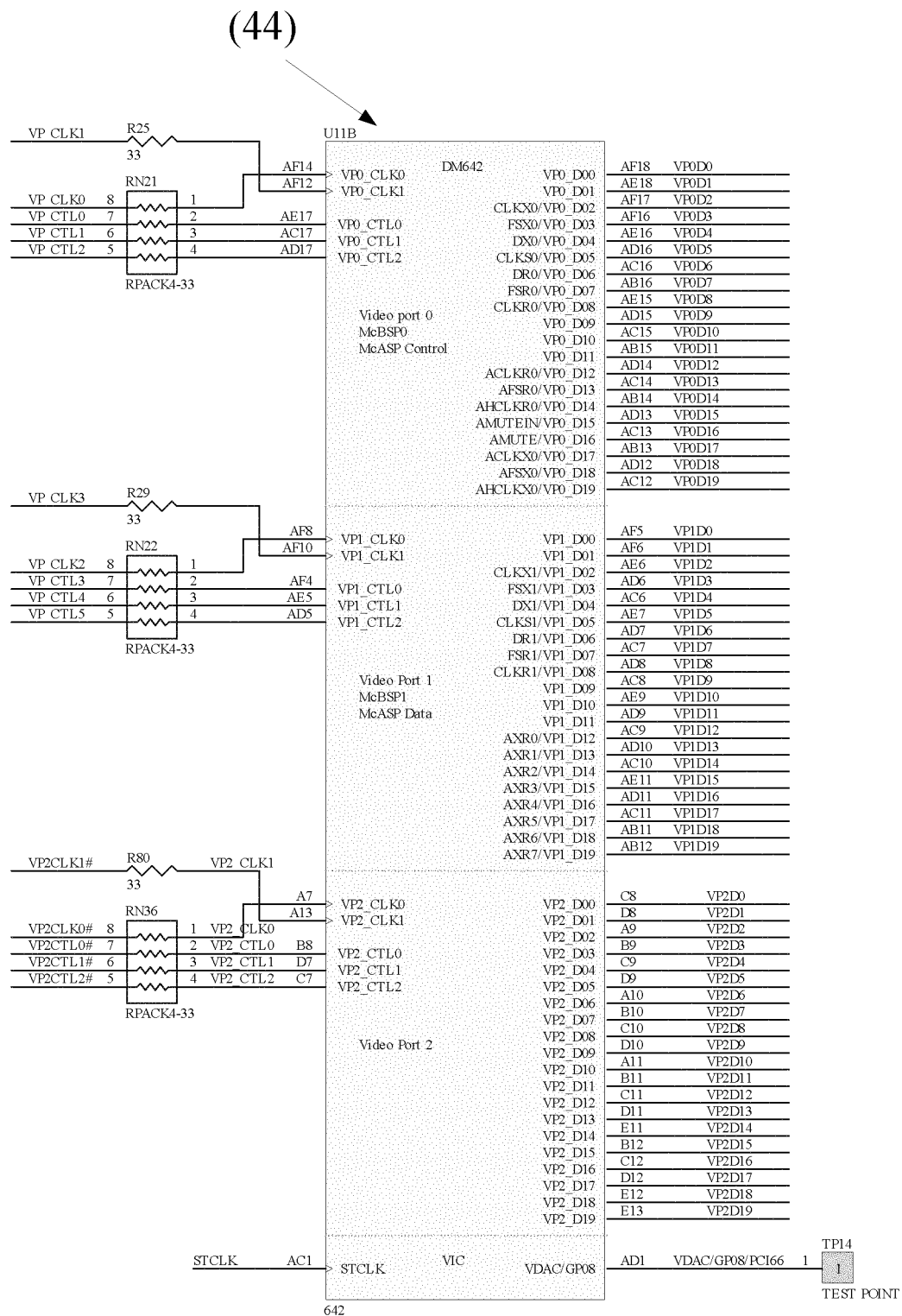


图 8

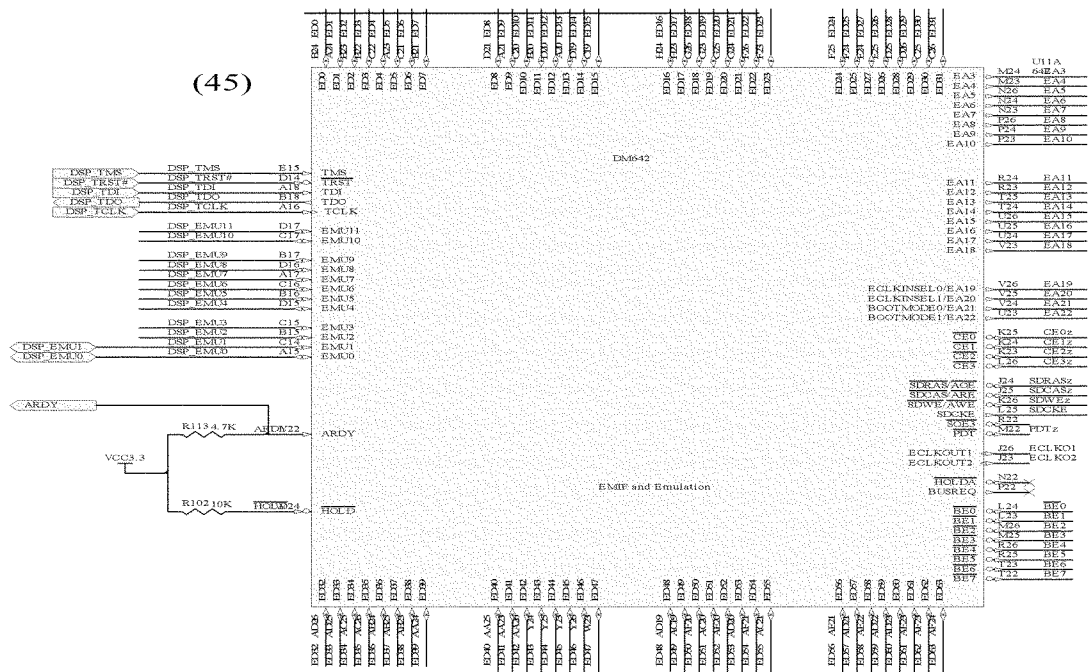


图 9

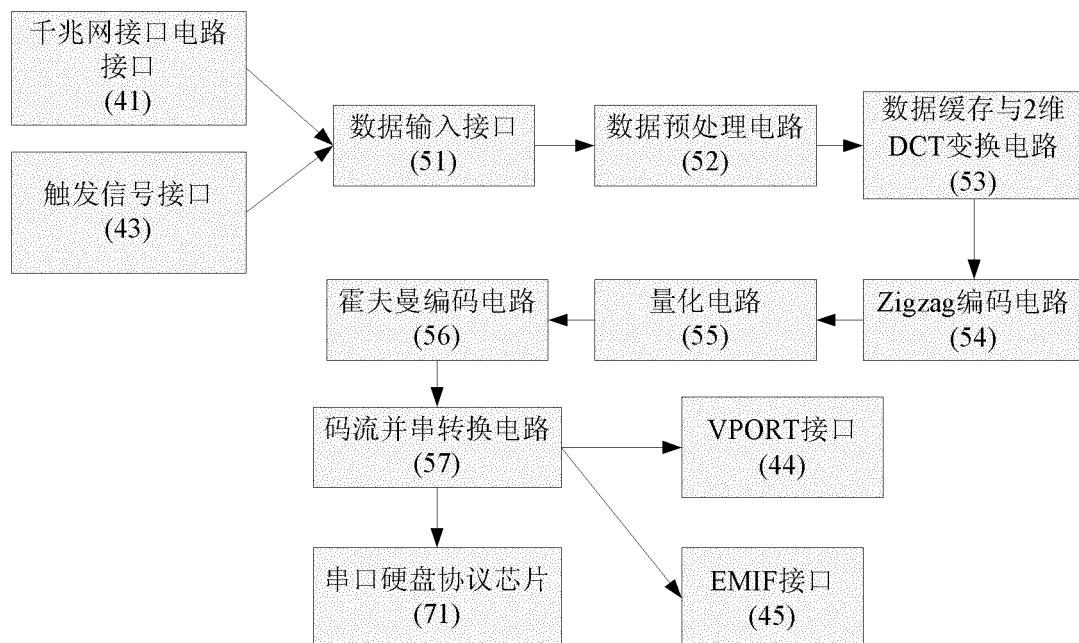


图 10

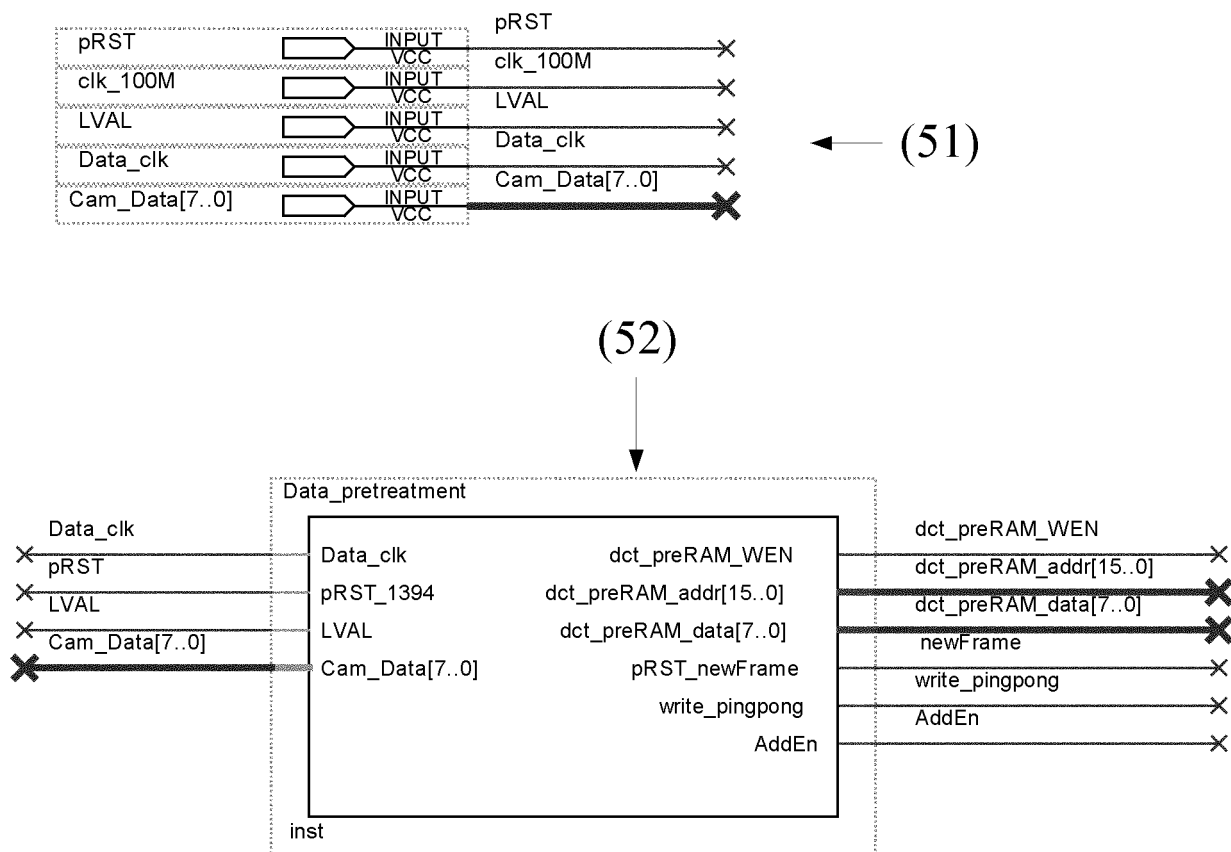


图 11

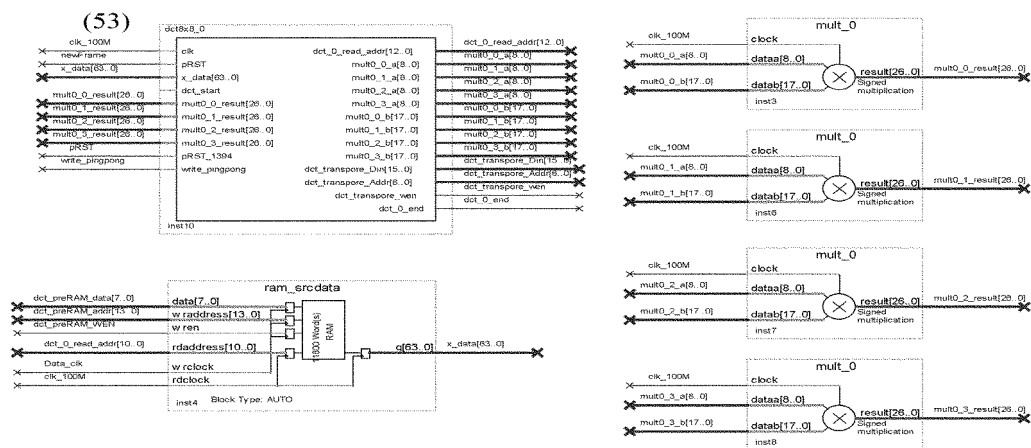


图 12

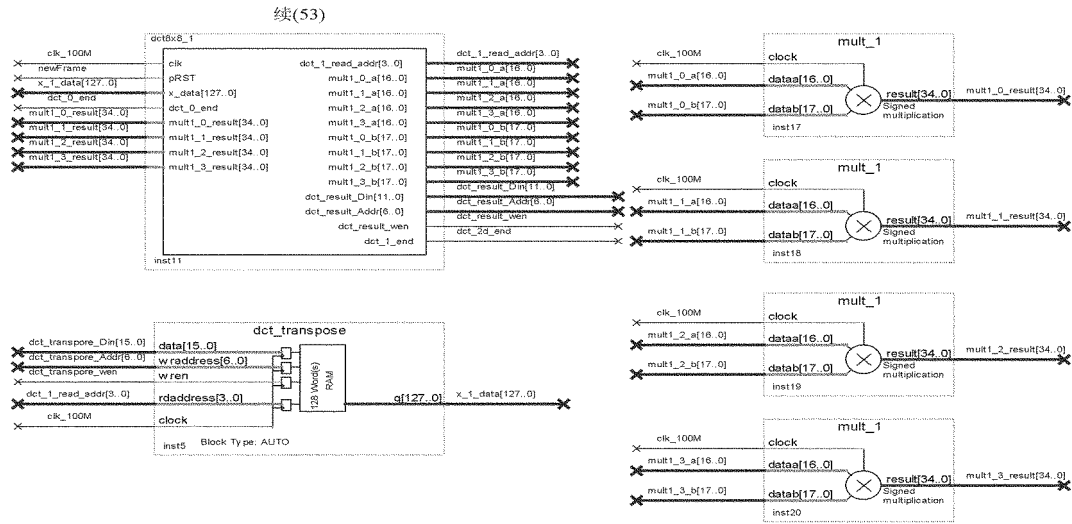


图 13

(54)

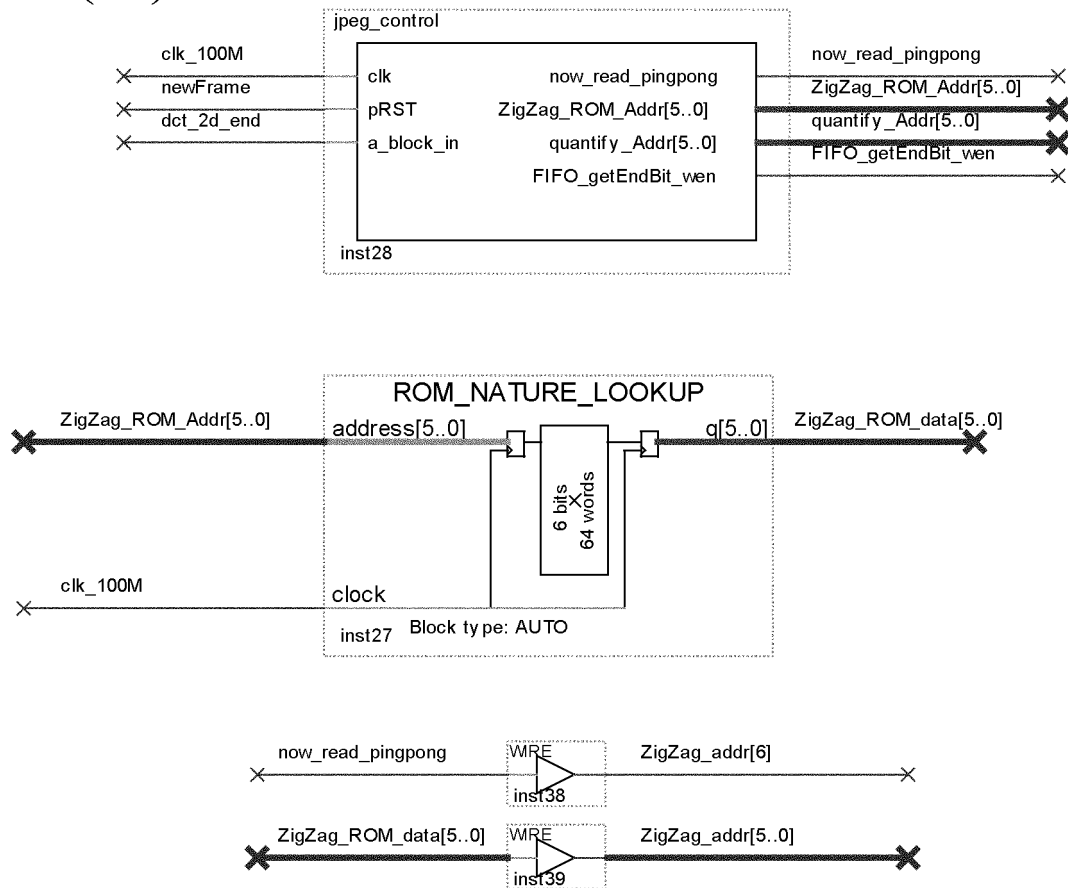


图 14

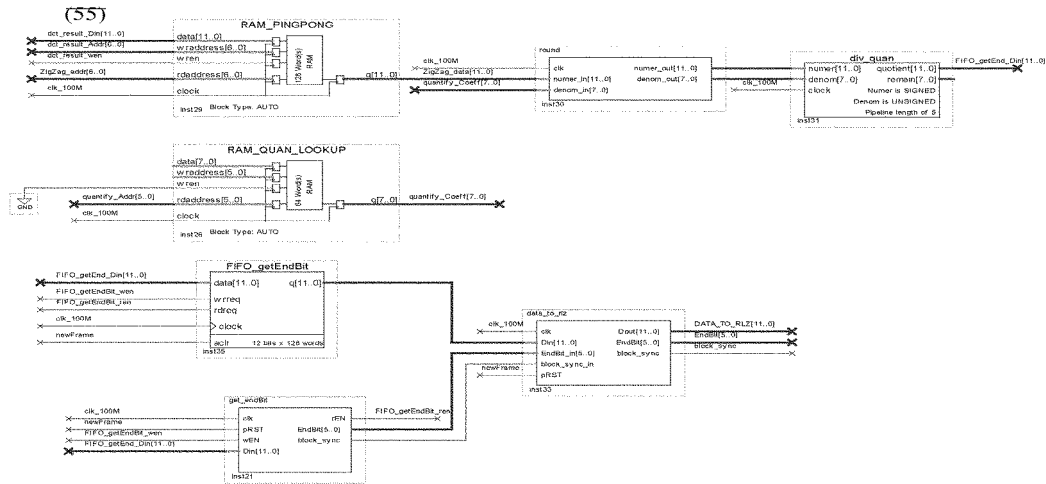


图 15

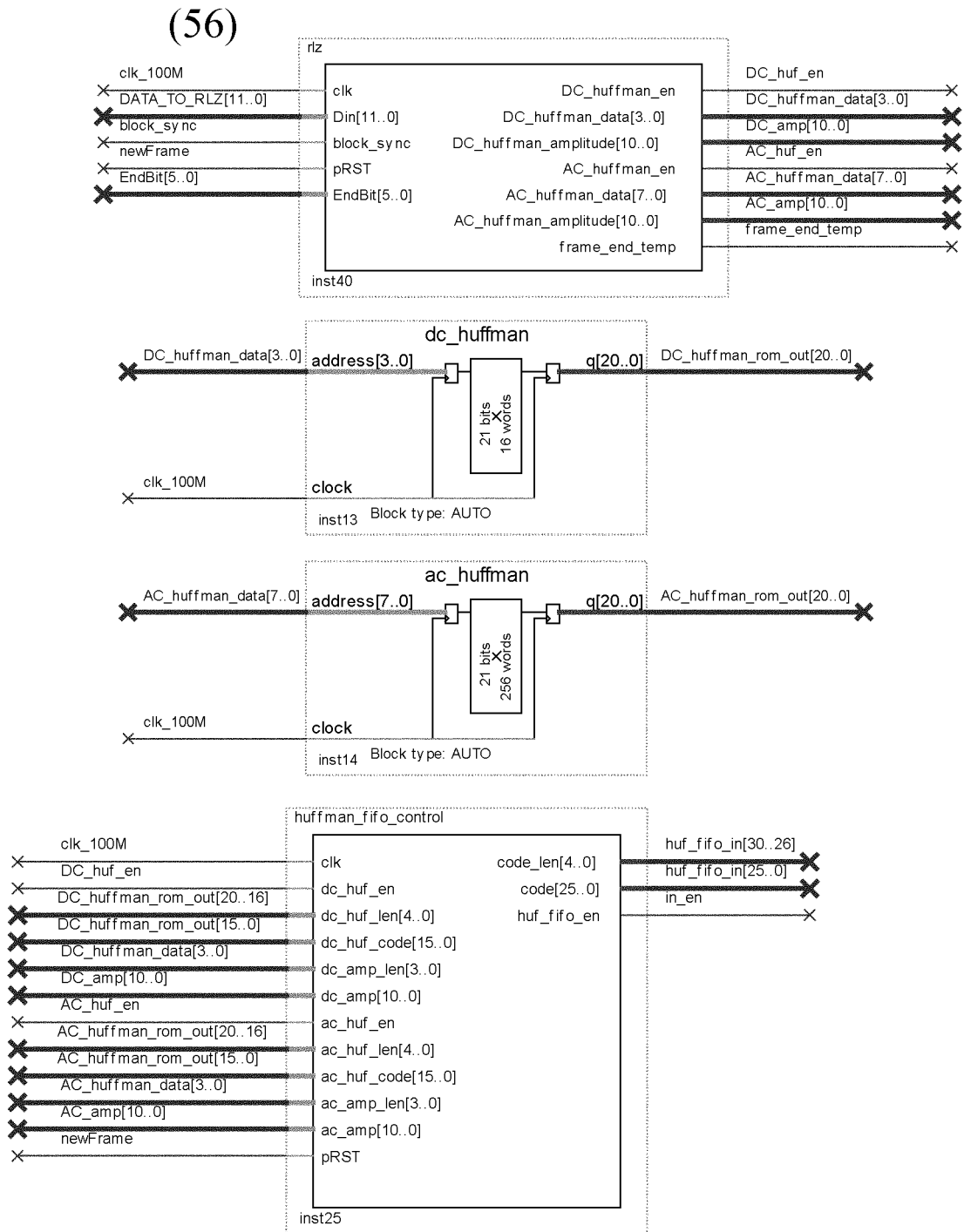


图 16

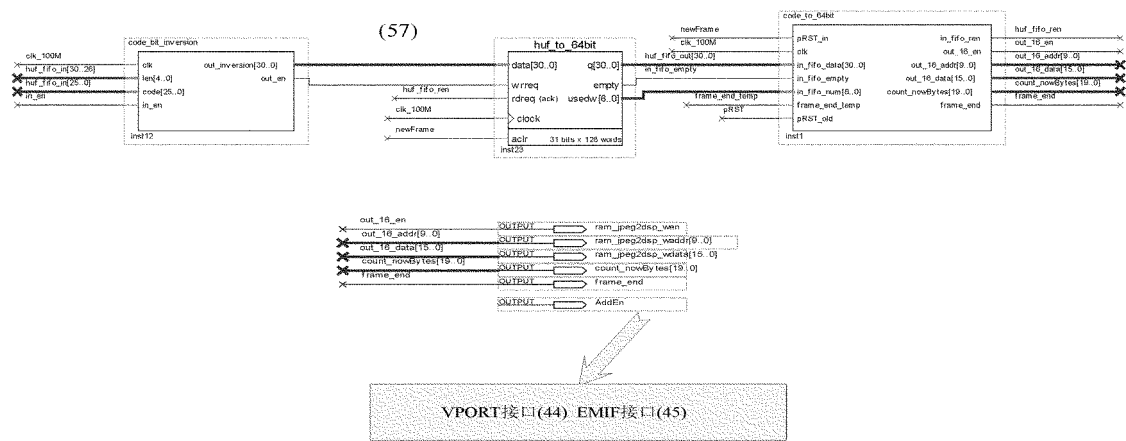


图 17

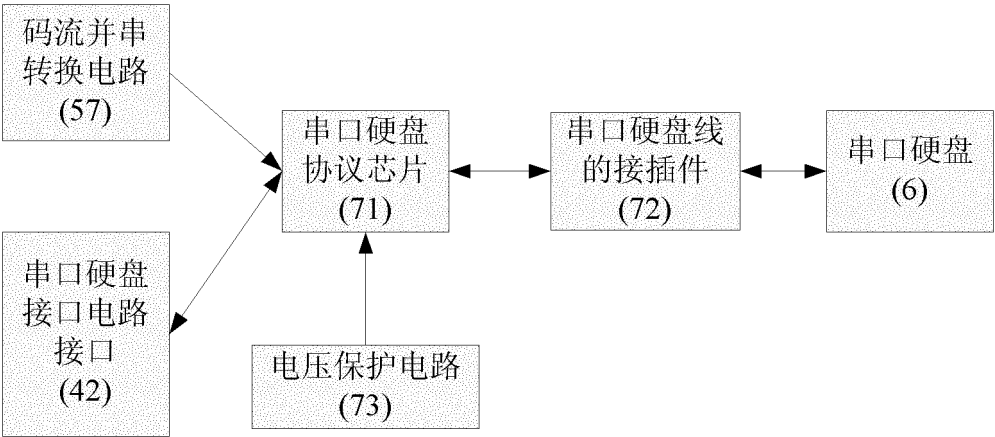


图 18

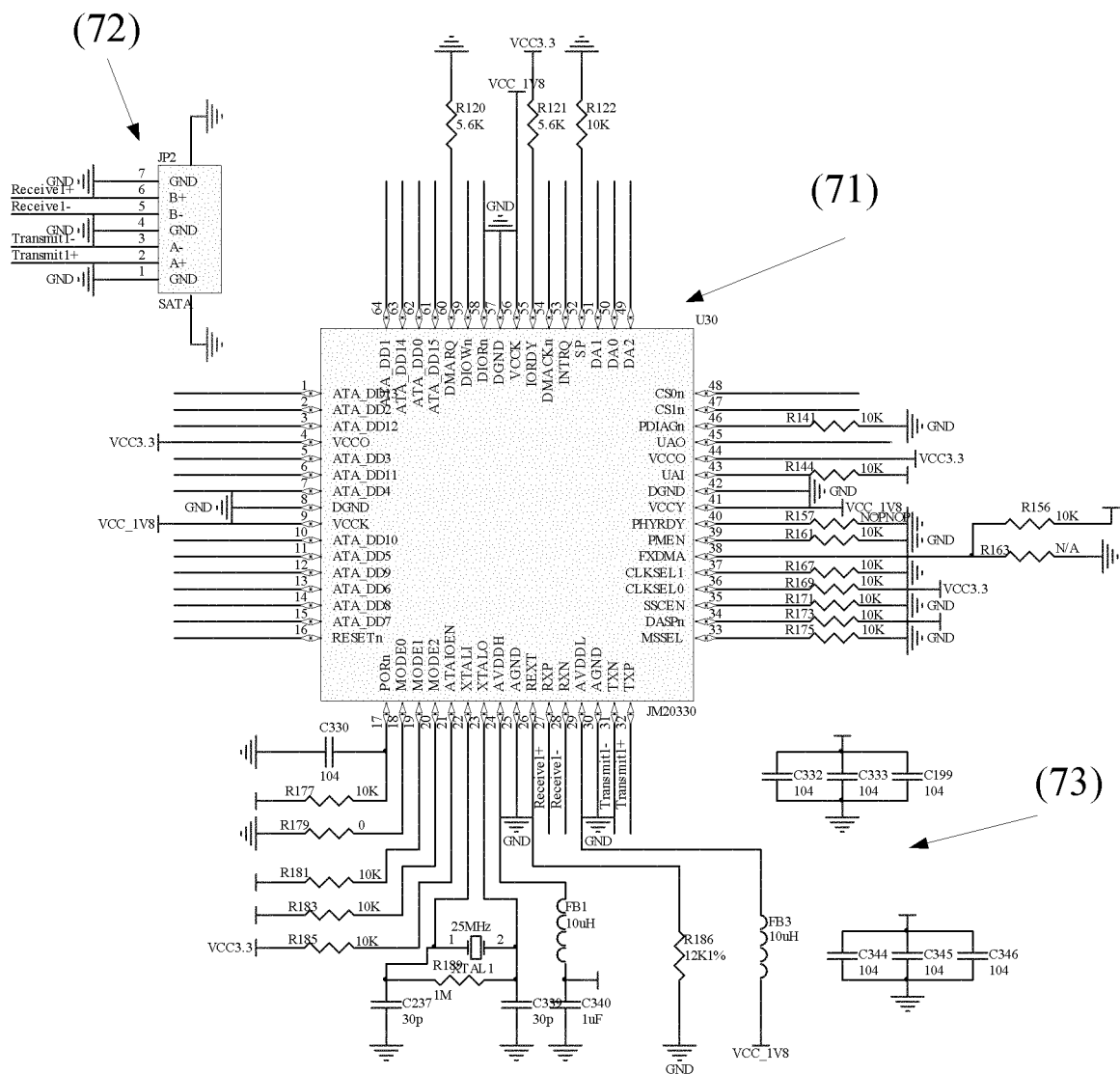


图 19

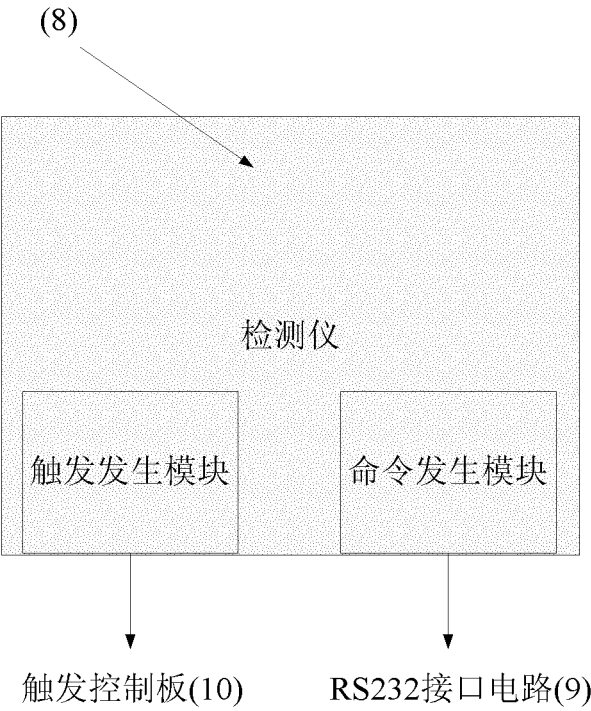


图 20

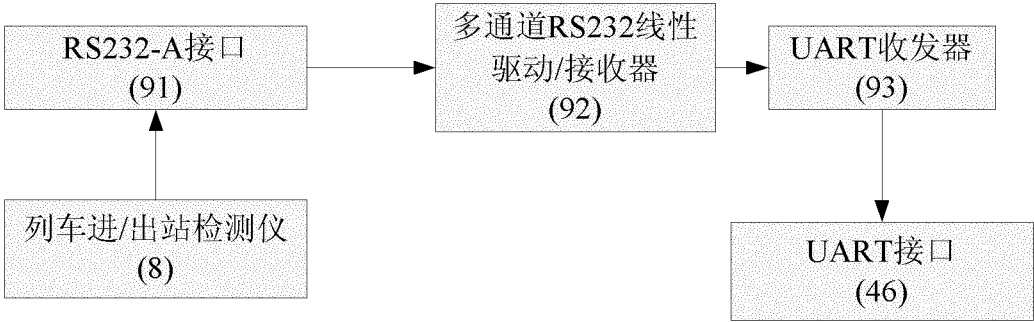


图 21

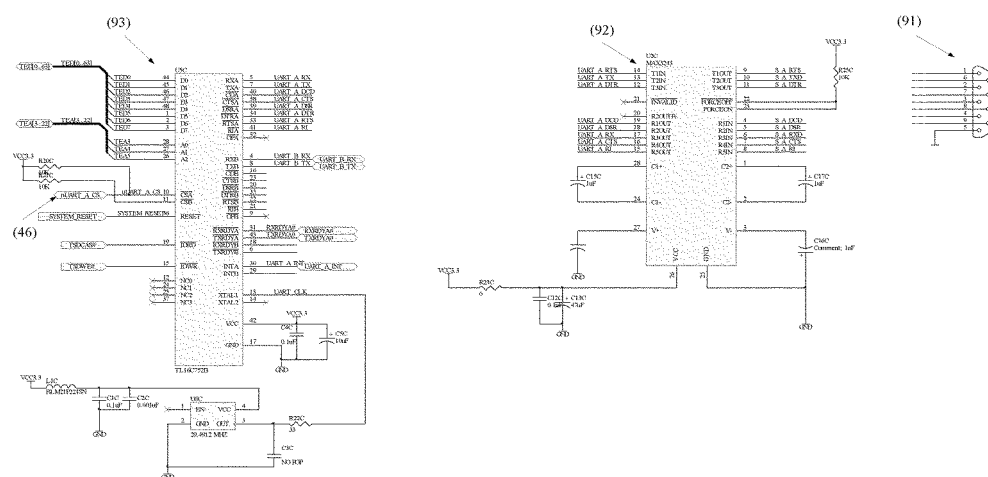


图 22

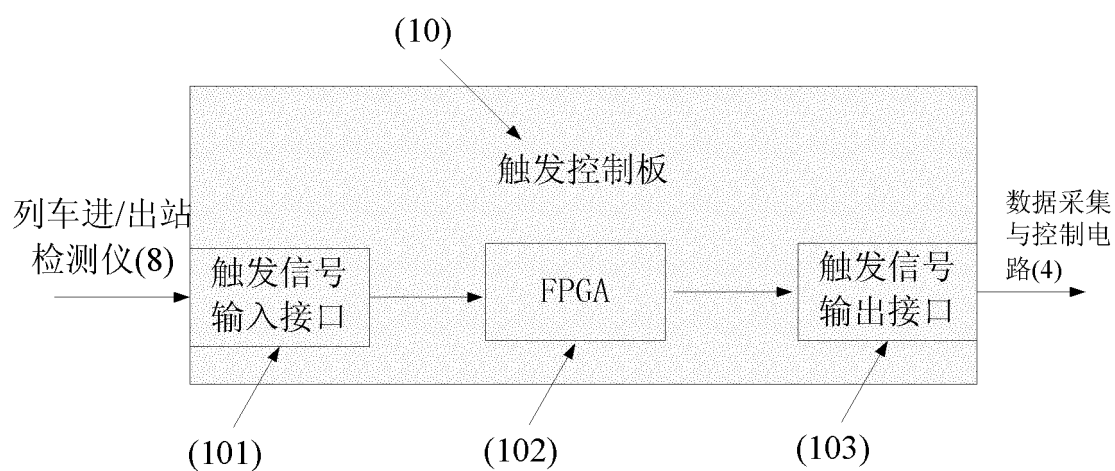


图 23

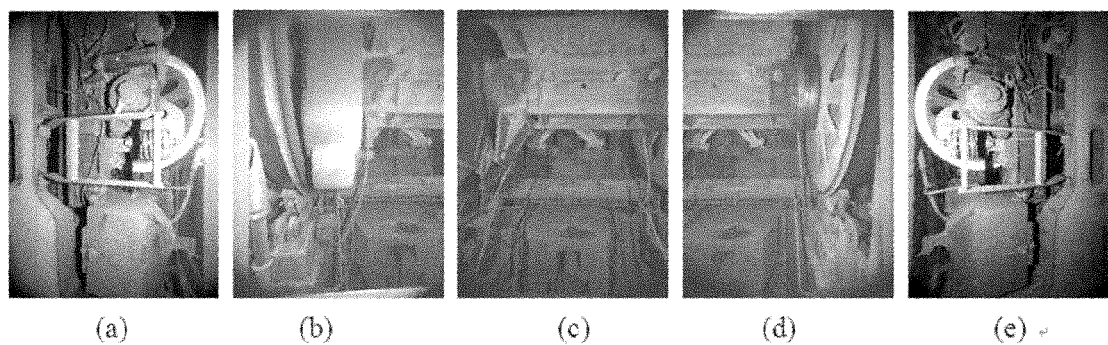


图 24

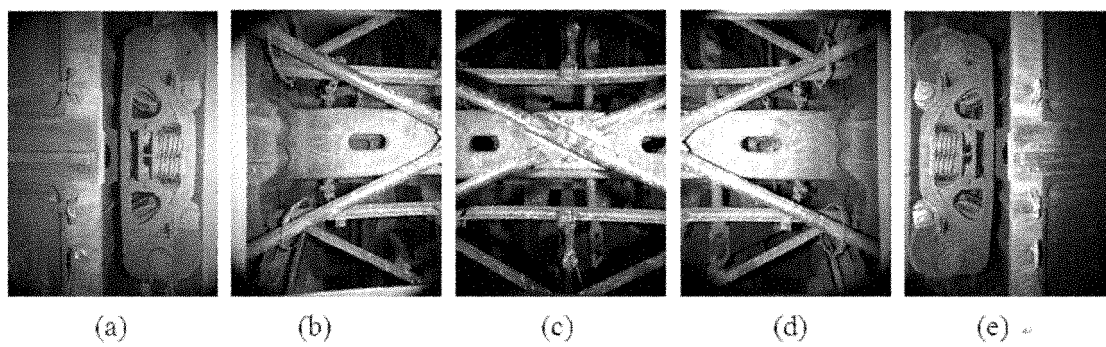


图 25