



# [12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 200420027437.6

[45] 授权公告日 2005 年 8 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 2717391Y

[22] 申请日 2004.5.31

[21] 申请号 200420027437.6

[73] 专利权人 无锡祥生医学影像有限责任公司

地址 214142 江苏省无锡市硕放香楠路 8 号

无锡祥生医学影像有限责任公司

[72] 设计人 陶书僮 莫善珏

[74] 专利代理机构 南京知识律师事务所

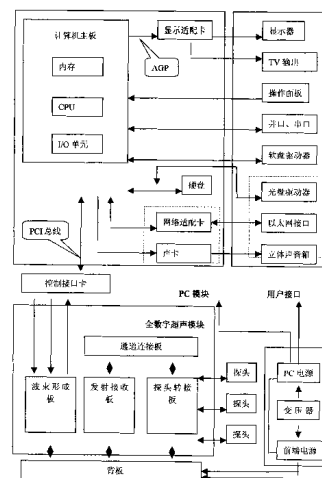
代理人 陈建和

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 7 页

[54] 实用新型名称 全数字化 B 超装置

[57] 摘要

全数字化 B 超装置，基于 PC 平台实现的全数字化黑白超声装置，包括全数字化超声模块，PC 模块，用户接口，电源单元四部分；PC 模块与用户接口部分采用外购标准的个人计算机组件组装而成，其相互联接遵照 PC 标准；用户接口以 PC 的工业标准与系统内部的 PC 模块连接，用户通过计算机人机接口控制系统的工作，电源单元为整个系统提供电源；所述全数字超声模块由波束形成板、发射接收板、探头转接板、控制接口卡、背板及通道连接板组成，本实用新型基于 PC 平台实现的全数字化黑白超声装置，波束合成精度高，具备或超过当前高档黑白超的功能与图像质量，提供大容量数据存储功能，支持多达 255 种探头。



ISSN 1008-4274

1、全数字化 B 超装置，基于 PC 平台实现的全数字化黑白超声装置，包括全数字化超声模块，PC 模块，用户接口，电源单元四部分；PC 模块与用户接口部分采用外购标准的个人计算机组件组装而成，其相互联接遵照 PC 标准；用户接口以 PC 的工业标准与系统内部的 PC 模块连接，用户通过计算机人机接口控制系统的工作，电源单元为整个系统提供电源；其特征是所述全数字超声模块由波束形成板、发射接收板、探头转接板、控制接口卡、背板及通道连接板组成：

波束形成板包括 LVDS 连接器、48 通道的发射脉冲信号以及两路 TGC 信号电路发生电路，并由波束形成板提供探头转接板上的探头及基元选择电路的控制信号电路，LVDS 连接器与控制接口卡连接，波束形成板的 48 通道的发射脉冲信号以及两路 TGC 信号经过背板的连接器送至发射接收板，发射接收板的 24 路回波信号同样经过背板的连接器送至波束形成板；

发射接收板与探头转接板上的探头及基元选择电路经通道连接板建立 48 路的信号连接；所述探头转接板提供 1-3 只 156 芯插座，可同时连接一至三只探头；8 位的探头识别码送至波束形成板，探头转接板上包含高压开关组，用于选择探头及工作基元，其控制信号来自波束形成板；

所述波束形成板通过 3 只 96 芯欧式接插件与背板连接，其中输出信号有送往发射接收板的 48 路发射脉冲信号、2 路 TGC 信号、接收通道模拟开关控制信号、送往探头转接板高压开关电路的高压开关控制信号以及前端电源控制信号，输入信号有来自发射接收板的 24 路经孔径预合成的回波信号以及来自探头转接电路的 8 位探头及插座识别码信号；

所述发射接收板包括 48 通道的发射高压驱动电路、接收信号的模拟电路部分，模拟电路部分包括低噪声前置放大器、两级 TGC 放大器、抗混叠低通滤波器，还包括 48 通道至 24 通道的孔径预合成电路；

发射接收板同样通过 3 只接插件与背板连接，其中输入信号有来自波束形成板 48 路发射脉冲信号、2 路 TGC 信号、接收通道模拟开关控制信号，输出信号有送至波束形成板的 24 路回波信号，同时发射接收板提供 48 路双向信号经探头转接板的高压开关电路与探头连接；

所述通道连接板，用于连接探头转接板和发射接收板之间的 48 路通道信号；

所述背板提供 3 组欧式插头，分别用于连接波束形成板、发射接收板和探头转接板；背板还提供电源输入连接器，PC 电源通过背板向波束形成板提供电源，前端电源经背板向发射接收板和探头转接板提供电源；

控制接口卡包括 PCI 接口电路，DMA 控制器，系统控制参数存储器，回波

信号 FIFO, 系统控制电路, LVDS 接口电路; 控制接口卡通过 LVDS 方式以电缆与全数字化超声模块的波束形成板连接, 将全数字化超声模块和 PC 模块分隔; 控制接口卡与波束形成板的连接信号包括下行的 FPGA 配置信号线、系统控制信号线以及上行的经预处理后的回波信号线。

2、由权利要求 1 所述的全数字化 B 超装置, 其特征是 PC 模块通过控制接口卡与数字超声模块连接, 由 PCI 总线连接并写入系统内存; 计算机对内存中的回波信号进行后处理以及扫描变换后, 送往显示器显示或经过其他处理送往其他外设。

3、由权利要求 1 所述的全数字化 B 超装置, 其特征是操作面板的选配件包括 PC 标准键盘、轨迹球及专用功能键盘三部分组成, PC 键盘和轨迹球分别以键盘和鼠标接口与计算机主板连接, 而专用功能键盘通过串行口与计算机主板连接; 上层为内嵌轨迹球专用功能键盘。

4、由权利要求 1 所述的全数字化 B 超装置, 其特征是所述超声模块通过计算机 PCI 插卡的接口卡总线由可编程 FPGA 器件进行控制, 且每六个通道连接一片 FPGA, 由一片 FPGA 控制。

## 全数字化 B 超装置

### 技术领域

本实用新型属于医学超声成像技术领域。尤其是涉及一种全数字化 B 超装置，尤其是基于 PC 平台实现的全数字化黑白超声系统。

### 背景技术

目前，市场上大部分黑白超都是采用模拟技术，来实现从换能器返回的各个通道的回波信号到形成可供显示处理模块用的超声数据转换的这一过程，其主要缺点在于它使用模拟延迟线进行波束合成，精度不高，更不能做到全程逐点动态聚焦，不如数字化机器的图像质量好。随着数字化技术的诞生，近两年内开始有个别厂家推出了数字化机型，是利用计算机采集图像数据，不做或稍做变换，不使用计算机做系统控制器及相应处理部分，它们的系统控制器及相应处理部分也都局限于 DSP、精简型 CPU 或嵌入式小型工控机主板等，受存储容量限制，大量数据存储及相应处理功能在该机型上都无法实现，一些用户需求的功能如超声工作站、三维成像等也无法在机型上升级，更没有升级使用标准医用数字图像通信格式（DICOM）进行网络会诊的可能性。

本申请人的中国专利 00240538：数字扫描变换器，包括帧存储器、帧处理器、曲线形成器、字符存储器、D/A 转换器等组成，并有微处理器的控制端和数据端与帧处理器和存储器的相应端口相连接，帧处理器由一片超大规模的可编程 CPLD 构成，其地址和信号端分别与帧存储器、曲线形成器、字符存储器、A/D、D/A 转换器连接。但上述不足仍然存在。

### 发明内容

本实用新型的目的是提供一种全数字化 B 超装置，实现全数字化超声数据获取技术，波束合成精度高，能够全程动态逐点聚焦；

本实用新型的目的在于：提供一种具备或超过当前市面上高档黑白超的功能与图像质量，图像质量得以明显的改善，显示清晰细腻；

本实用新型的目的还在于：提供大容量数据存储功能，可达 70G，电影回放为 128 帧；丰富的病人信息、档案管理、报表等功能；支持多达 255 种探头；

本实用新型的目的还在于：具备计算机的 USB、COM、PARALLEL、LAN、CDROM、FLOPPY、音频等，使用方便灵活；

本实用新型的目的还在于：具有易升级性，在后续升级时可以很方便的实现超声工作站、三维成像、网络诊断等。

本实用新型目的是这样实现的：全数字化 B 超装置，基于 PC 平台实现的全数字化黑白超声系统，包括全数字化超声模块，PC 模块，用户接口，电源单元

四部分；PC 模块与用户接口部分采用外购标准的个人计算机组件组装而成，其相互联接遵照 PC 标准；用户接口以 PC 的工业标准与系统内部的 PC 模块连接，用户通过计算机人机接口控制系统的工作，电源单元为整个系统提供电源；所述全数字超声模块由波束形成板、发射接收板、探头转接板、控制接口卡、背板及通道连接板组成：

波束形成板包括 LVDS 连接器、48 通道的发射脉冲信号以及两路 TGC 信号电路发生电路，并由波束形成板提供探头转接板上的探头及基元选择电路的控制信号电路，LVDS 连接器与控制接口卡连接，波束形成板的 48 通道的发射脉冲信号以及两路 TGC 信号经过背板的连接器送至发射接收板，发射接收板的 24 路回波信号同样经过背板的连接器送至波束形成板；

发射接收板与探头转接板上的探头及基元选择电路经通道连接板建立 48 路的信号连接；所述探头转接板提供 1-3 只 156 芯插座，可同时连接一至三只探头；8 位的探头识别码送至波束形成板。探头转接板上包含高压开关组，用于选择探头及工作基元，其控制信号来自波束形成板；

所述波束形成板通过 3 只 96 芯欧式接插件与背板连接，其中输出信号有送往发射接收板的 48 路发射脉冲信号、2 路 TGC 信号、接收通道模拟开关控制信号、送往探头转接板高压开关电路的高压开关控制信号以及前端电源控制信号等，输入信号有来自发射接收板的 24 路经孔径预合成的回波信号以及来自探头转接电路的 8 位探头及插座识别码信号；

所述发射接收板包括 48 通道的发射高压驱动电路、接收信号的模拟电路部分，模拟电路部分包括低噪声前置放大器、两级 TGC 放大器、抗混叠低通滤波器，还包括 48 通道至 24 通道的孔径预合成电路；

发射接收板同样通过 3 只接插件与背板连接，其中输入信号有来自波束形成板 48 路发射脉冲信号、2 路 TGC 信号、接收通道模拟开关控制信号等，输出信号有送至波束形成板的 24 路回波信号，同时发射接收板提供 48 路双向信号经探头转接板的高压开关电路与探头连接；

所述通道连接板，用于连接探头转接板和发射接收板之间的 48 路通道信号。

所述背板提供 3 组欧式插头，分别用于连接波束形成板、发射接收板和探头转接板；背板还提供电源输入连接器，PC 电源通过背板向波束形成板提供电源，前端电源经背板向发射接收板和探头转接板提供电源；

控制接口卡包括 PCI 接口电路，DMA 控制器，系统控制参数存储器，回波信号 FIFO，系统控制电路，LVDS 接口电路；控制接口卡通过 LVDS 方式以电缆与全数字化超声模块的波束形成板连接，将全数字化超声模块和 PC 模块分隔；控制接口卡与波束形成板的连接信号包括下行的 FPGA 配置信号线、系统控制信号线以及上行的经预处理后的回波信号线。

本实用新型的改进包括：PC 模块通过控制接口卡与数字超声模块连接，由 PCI 总线连接并写入系统内存；计算机对内存中的回波信号进行后处理以及扫描变换后，送往显示器显示或经过其他处理送往其他外设。

本实用新型的改进还包括：操作面板的选配件包括 PC 标准键盘、轨迹球及专用功能键盘三部分组成，PC 键盘和轨迹球分别以键盘和鼠标接口与计算机主板连接，而专用功能键盘通过串行口与计算机主板连接。上层为内嵌轨迹球专用功能键盘。超声模块通过计算机 PCI 插卡的接口卡总线由可编程 FPGA 器件进行控制，且每六个通道连接一片 FPGA，由一片 FPGA 控制。

在实施例中：探头转接板提供 3 只 156 芯的探头连接插座，8 位的探头识别码送至波束形成板。所述波束形成板通过 3 只 96 芯欧式接插件与背板连接，发射接收板同样通过 3 只 96 芯欧式接插件与背板连接，所述探头转接板提供 3 只 156 芯插座，可同时连接三只探头。所述背板提供 3 组（每组 3 只）96 芯欧式插头，分别用于连接波束形成板、发射接收板和探头转接板。所述通道连接板（相同的两块），用于连接探头转接板和发射接收板之间的 48 路通道信号。

如上所述，本实用新型所述的基于 PC 平台实现的全数字化黑白超声系统的基本层次结构请见图 1 所示，系统硬件由以下单板及部件组成：1、计算机主板；2、显卡；3、集成网卡；4、集成声卡；5、操作面板；6、控制接口卡；7、波束形成板；8、发射接收板；9、探头转接板；10、背板；11、通道连接板；12、PC 电源；13、变压器；14、电源输入板；15、前端电源等。

用户接口以 PC 的工业标准与系统内部的 PC 模块连接，PC 模块通过控制接口卡与数字超声模块连接，电源单元为整个系统提供电源。用户通过计算机人机接口控制系统的工作，计算机在软件的控制下，通过超声模块接口控制全数字化超声模块的初始化和工作方式，数字化发射波束形成电路形成发射脉冲驱动探头产生超声波进入人体，反射波经探头转换为电信号通过数字化接收波束形成电路产生回波信号，经射频信号预处理电路处理后通过前端模块接口传给接口卡，接口卡以 DMA 方式由 PCI 总线写入系统内存。计算机对内存中的回波信号进行后处理以及扫描变换后，送往显示器显示。回波信号也可经过其他处理送往其他外设。

1、本实用新型的全数字化 B 超机在个人计算机架构及通用 WINDOWS 操作系统基础上建立产品的结构，使产品具有易升级、用户接口友好等优点。

2、本实用新型的全数字化 B 超机采用 48 通道，而且提高了帧频，有效的提高了图像的分辨率，抑制旁瓣。

3、本实用新型的全数字化 B 超机在波束形成时采用特有的 FPGA 构架，利用 FPGA 在线重构技术，实现动态控制。

4、本实用新型的全数字化 B 超机蕴含数字化发射波束形成、数字化接收波

束形成、数字信号处理、数字存储及传输等技术，其关键在于数字化接收波束形成——对超声回波信号直接进行高速 A/D 变换，以数字化技术完成延时叠加，实现连续动态聚焦、连续动态孔径、连续动态变迹，提供优质的图像质量。

本实用新型的全数字化 B 超机总体框架分为全数字化超声模块，PC 模块，用户接口，电源单元四部分。现将各模块原理、结构及功能简述如下：

PC 电源采用 250W ATX 电源，为符合 B 型超声诊断设备的安全要求，输入交流电源经 300W 隔离变压器向系统供电（包括 CRT 显示器），输入交流电压为  $220V \pm 22V$ 、 $50Hz \pm 1Hz$ ，整机功耗小于 300W，其中 CRT 显示器功耗小于 100W。

探头转接板需 +5V、+150V、-45V，由前端电源经背板供给。

发射接收板需 +5V、-5V 及 +30V 至 +145V 可调电源，由前端电源经背板供给。

波束形成板需 +5V、-5V、+3.3V、+1.8V 电源。模拟 +5V、-5V 由前端电源经背板供给，数字 +5V、+3.3V 由 PC 电源经背板供电，+1.8V 由 +3.3V 经 LDO 稳压产生。

控制接口卡由计算机板经 PCI 插槽供电，卡上 +1.8V 由 +3.3V 经 LDO 稳压产生。

操作面板由 PC 电源直接供电。

其他部件为计算机标准外部设备，由 PC 电源直接供电。

本实用新型利用 PC 平台的优势做系统控制器及相应处理部分，从根本上解决了上述所不能解决的问题。

所述全数字化超声模块从功能上看由发射部分、接收部分及预处理部分组成，参考图 2 所示。

所述发射部分由发射波形存储器、控制电路和功率驱动电路组成，系统软件可经过接口电路将发射波形数据写入发射波形存储器，进而控制发射脉冲的产生，发射脉冲经功率驱动电路驱动探头换能器。

所述接收部分由低噪声前置放大器、TGC 放大器、低通滤波器、A/D 变换器、波束形成器、控制电路及接收参数存储器等组成。系统软件将 TGC 曲线数据及波束形成中的延时、变迹等参数写入接收参数存储器，在控制电路的控制下，TGC 曲线数据经 D/A 变换器控制 TGC 放大器，延时、变迹参数送到数字波束形成器电路控制波束形成。

所述预处理部分根据系统功能的不同，所实现的功能稍有不同，主要包括滤波、幅度信息提取、对数压缩等，

PC 模块与用户接口部分采用外购标准的个人计算机组件组装而成，其相互联系遵照 PC 标准。图中虚线框内的为选配件。操作面板作为用户操作系统的接口，其由 PC 标准键盘、轨迹球及专用功能键盘（包括八段 STC 控制）三部分组成

成，PC 键盘和轨迹球分别以键盘和鼠标接口与计算机主板连接，而专用功能键盘通过串行口与计算机主板连接。上层为专用功能键盘（内嵌轨迹球），下层为 PC 小键盘，PC 小键盘安装可采用抽屉式结构。

系统显示器采用 15 吋纯平 CRT 显示器(XGA),PC 的最低配置为 INTEL PIII 800M CPU、128M 内存、20G 硬盘、AGP 4X 显示适配器，主板采用标准 ATX 主板。系统电源采用标准的 PC 机 ATX 电源，为符合医用电气设备通用安全要求，输入交流电源经变压器隔离，供给 CRT 及系统电源，同时隔离变压器提供副绕组以线性稳压的方式产生模拟电路部分所需高压及低压电源。

本实用新型的特点是：基于 PC 平台实现的全数字化黑白超声装置，波束合成精度高，能够全程动态逐点聚焦；具备或超过当前高档黑白超的功能与图像质量，显示清晰细腻；提供大容量数据存储功能，支持多达 255 种探头等。

#### 附图说明

- 图 1：本实用新型硬件总体框架图
- 图 2：本实用新型全数字化超声模块原理框图
- 图 3：本实用新型硬件结构排列图
- 图 4：本实用新型超声数据获取技术流程图比较
- 图 5：本实用新型数字化发射波束形成示意图
- 图 6：本实用新型数字化接收波束形成示意图
- 图 7：本实用新型控制接口卡功能框图
- 图 8：本实用新型前端模块 FPGA 方案实现电原理图

#### 具体实施方式

以下结合附图并通过实施例对本实用新型进行说明。

图 1 至图 3，以上已作相应说明，超声模块的电路均为现有技术；

如图 4 所示，a 图为常规超声数据获取技术，b 图为采用全数字化技术的超声数据获取技术。两种技术从第二阶段开始便采用了不同的技术，所述全数字化技术的超声数据获取技术采用 48 通道，每通道 AD 变换后数字波束合成一路信号，经一系列的数字功能处理后供数据后处理及显示处理模块用。

如图 5 所示，所述数字化发射波束形成原理为发射波束形成由 FPGA 控制，FPGA 读出发射波形存储器的内容控制发射脉冲的个数、宽度、延时，发射方式为脉冲激励式。

如图 6 所示，所述数字化接收波束形成原理为射频回波信号经高速 A/D 变换器采样后送入 FPGA，经 FIFO 缓存、插值、延时、加权叠加、抽取后形成聚焦波束，在此可以实现波束的连续动态聚焦、连续动态孔径及连续动态变迹。

上述图可以看出控制接口卡通过 PCI 总线与计算机主板连接，接收系统控制参数，并上传回波信号数据。PC 模块和全数字化超声模块在空间上相互隔离，

两者之间通过插在 PC 模块中的控制接口卡建立联系。控制接口卡通过 PCI 总线与计算机主板连接,而以 LVDS 方式提供与全数字化超声模块的跨机箱的高速信号连接,其中包括下行的 FPGA 配置总线、系统控制信号线以及上行的经预处理后的回波数据总线。

如图 7 所示,控制接口卡作为全数字超声模块的控制中心,主要包括 PCI 接口电路, DMA 控制器,系统控制参数存储器,回波信号 FIFO,系统控制电路, LVDS 接口电路。控制接口卡通过 LVDS 方式以电缆与全数字化超声模块的波束形成板连接,可以方便系统结构设计,有效地将全数字化超声模块和 PC 模块分隔,有助于系统抗干扰设计,并便于 PC 机的升级。控制接口卡与波束形成板的连接信号包括下行的 FPGA 配置信号线、系统控制信号线以及上行的经预处理后的回波信号线,为减少连线数目,系统控制信号线中的数据线 with 回波信号线分时复用,宽度为 16Bits,系统控制信号线中还包含全局时钟信号、同步信号等。系统上电复位或需在线重构 FPGA 时,将配置数据写入控制接口卡的系统控制参数存储器,系统控制电路读取配置数据经 FPGA 配置信号线对全数字化超声模块中的 FPGA 进行配置。系统上电复位或功能变换时,系统将控制参数(如开关控制数据、波束形成数据、TGC 波形参数等)写入系统控制参数存储器,系统控制电路将上述参数写入波束形成板的相应存储器中。以上操作均为非实时性操作,在实时扫描中,随同步信号经控制信号数据线写入波束地址,波束形成板根据波束地址查表取得开关控制、波束形成等参数,完成波束形成。经预处理后的回波数据经 FIFO 缓存,以 DMA 方式写入系统内存,可以减少系统开销。

如图 8 所示,整个超声模块通过计算机 PCI 插卡的接口卡总线协调工作,所述 FPGA 方案实现原理可由图 8 阐述,每六个通道由一片 FPGA 控制,如图所示 COMPOUND1、COMPOUND2、COMPOUND3、COMPOUND4 四片 FPGA 分别控制六个通道,完成动态孔径、动态变迹、逐点动态聚焦等波束合成功能; PROCESS 通过控制接口卡总线与控制接口卡相连,完成动态滤波、正交变换、幅度提取、回波数据传输、数据总线传输等功能; RECVCTRL 和 RMA2 存储器共同完成片选控制、TGC、数据总线传输等功能; TRRV 和 RAM1 存储器共同完成发射控制、接受控制、数据总线传输等功能。

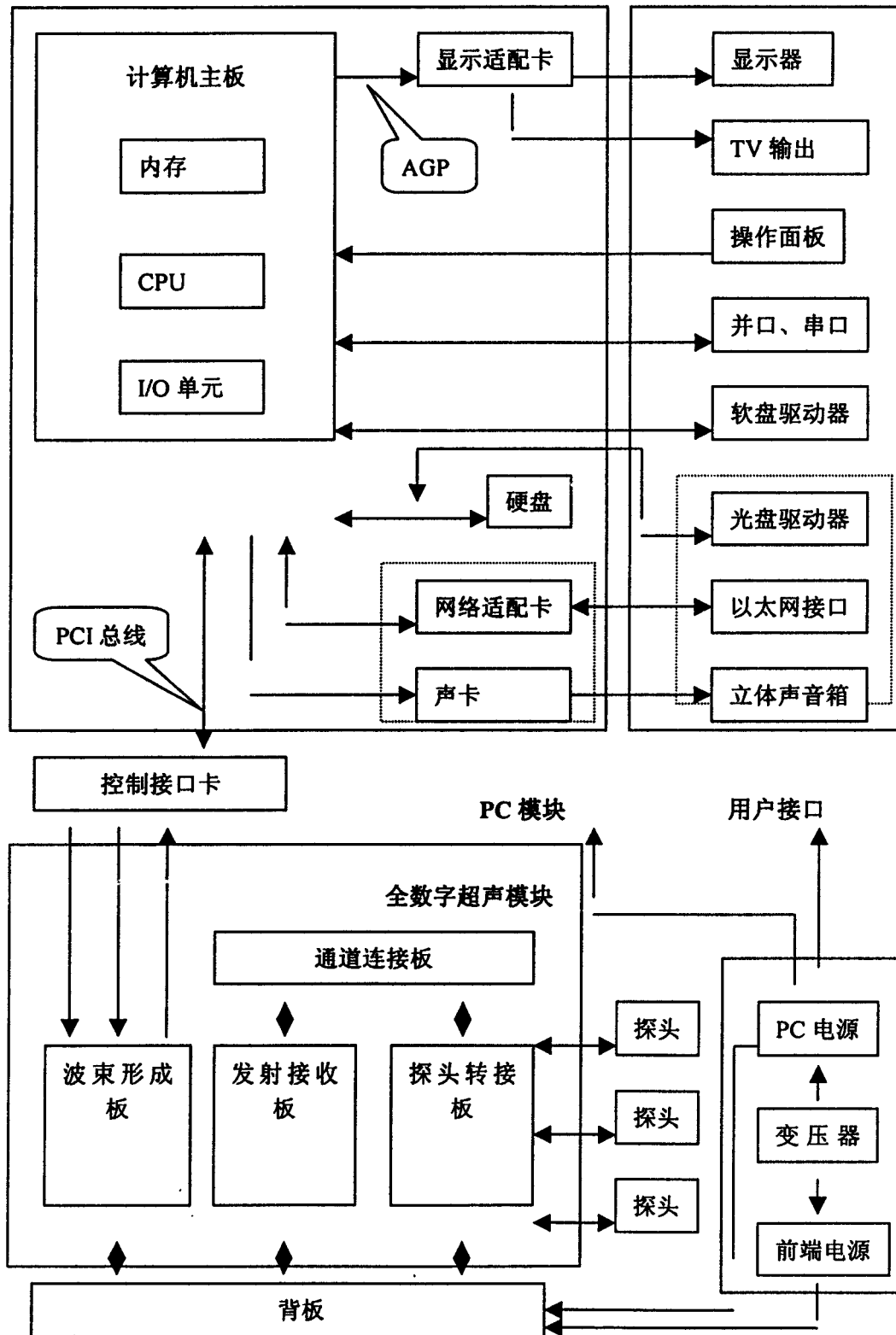


图 1

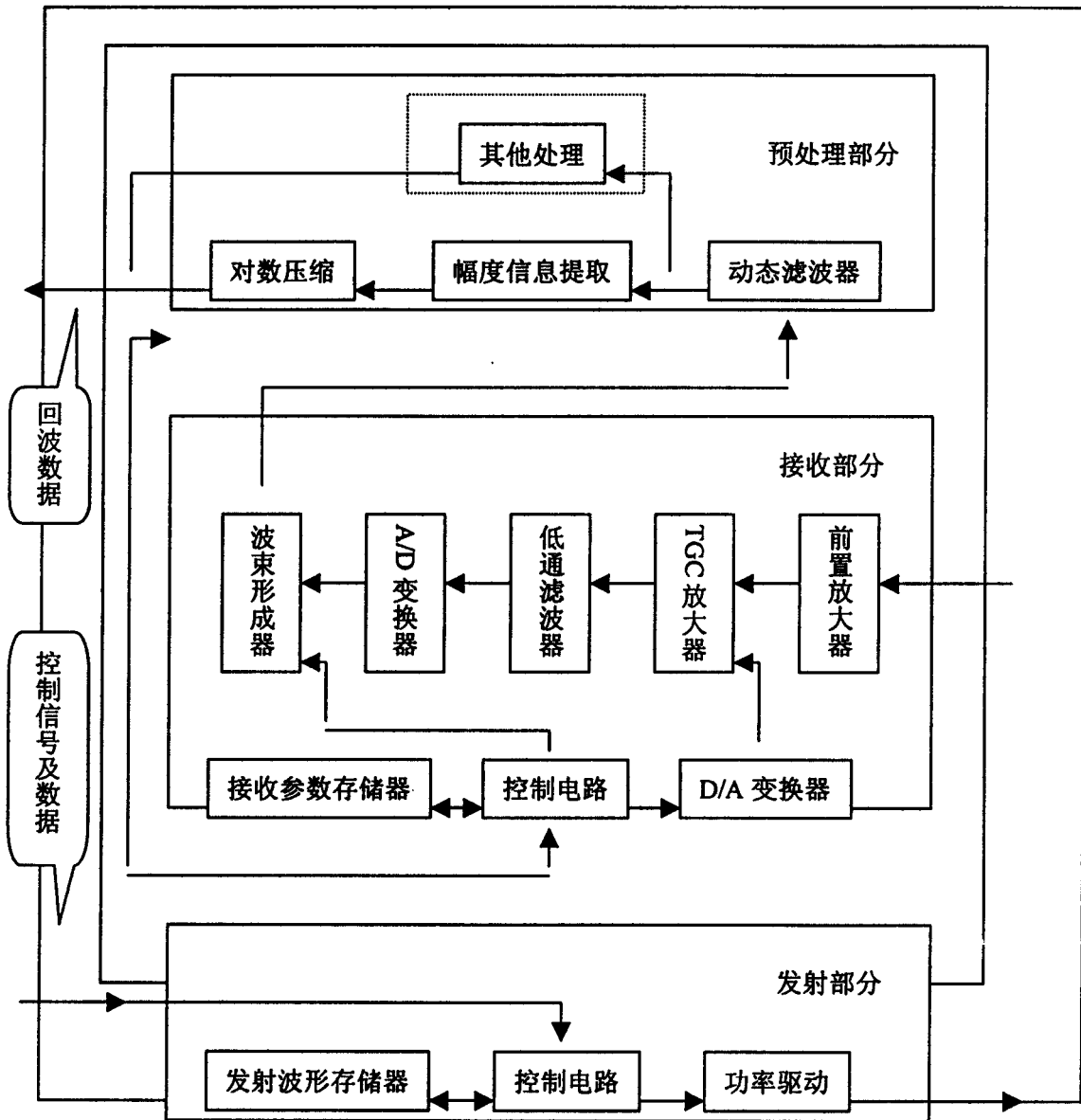


图2

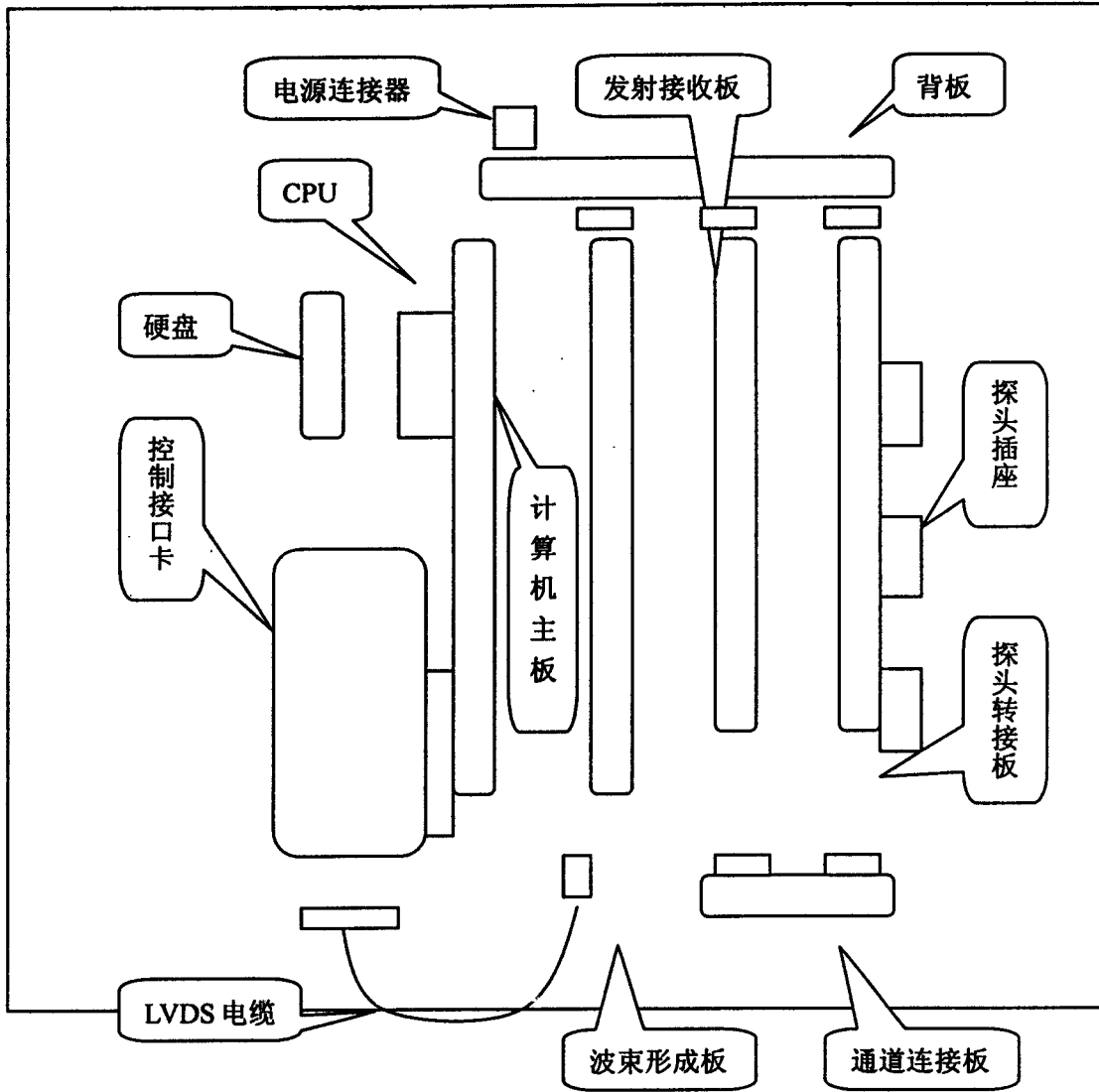
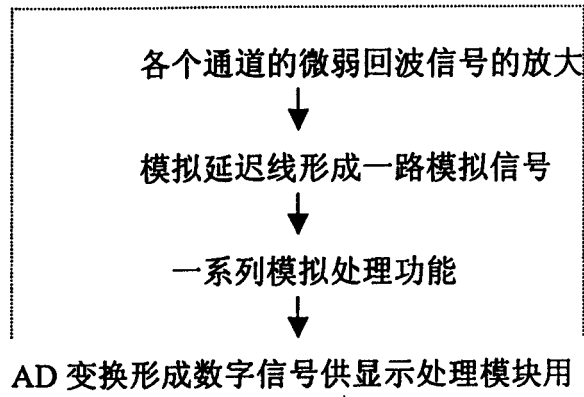
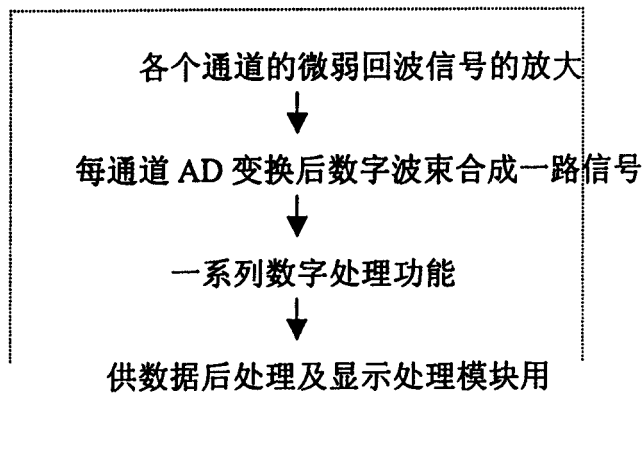


图 3

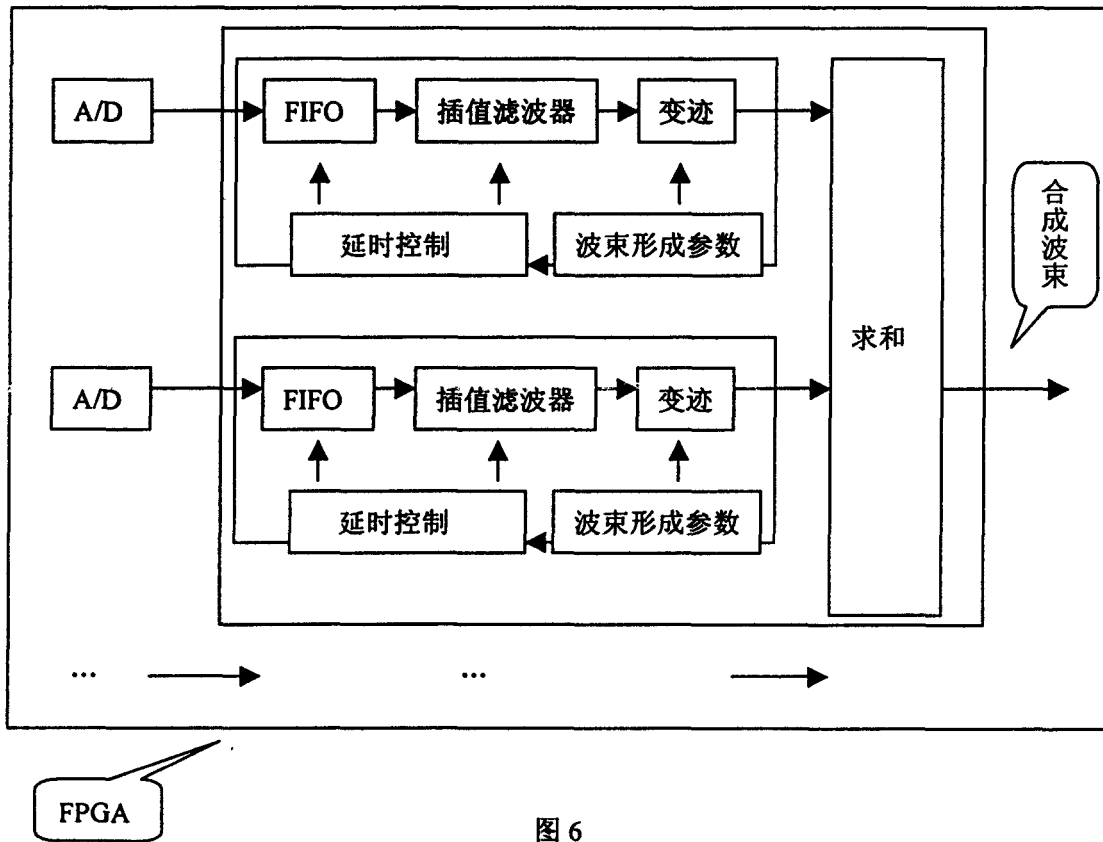
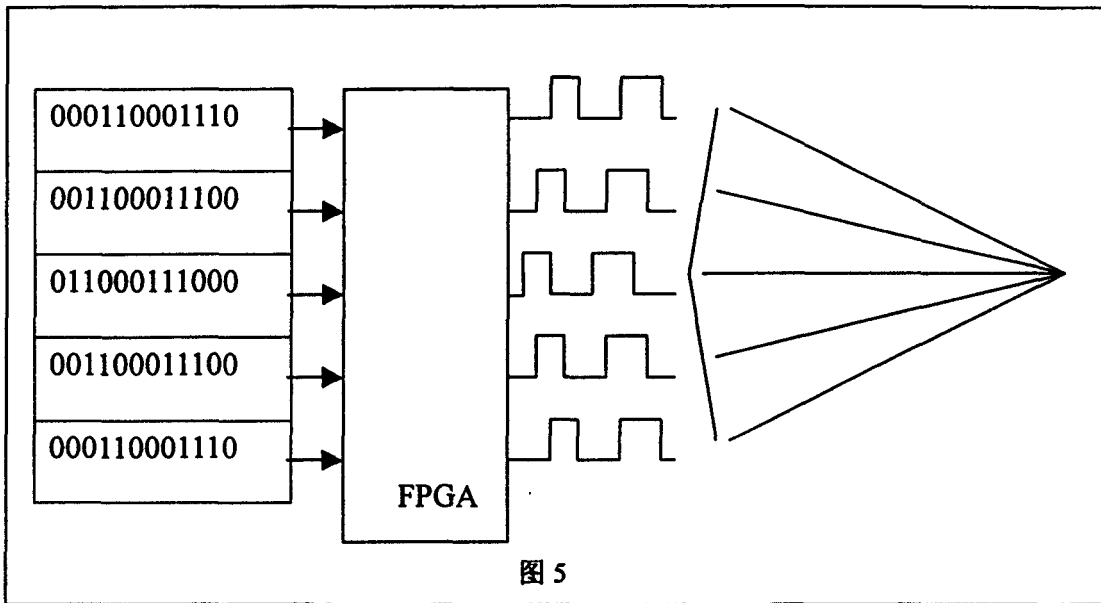


(a)



(b)

图 4



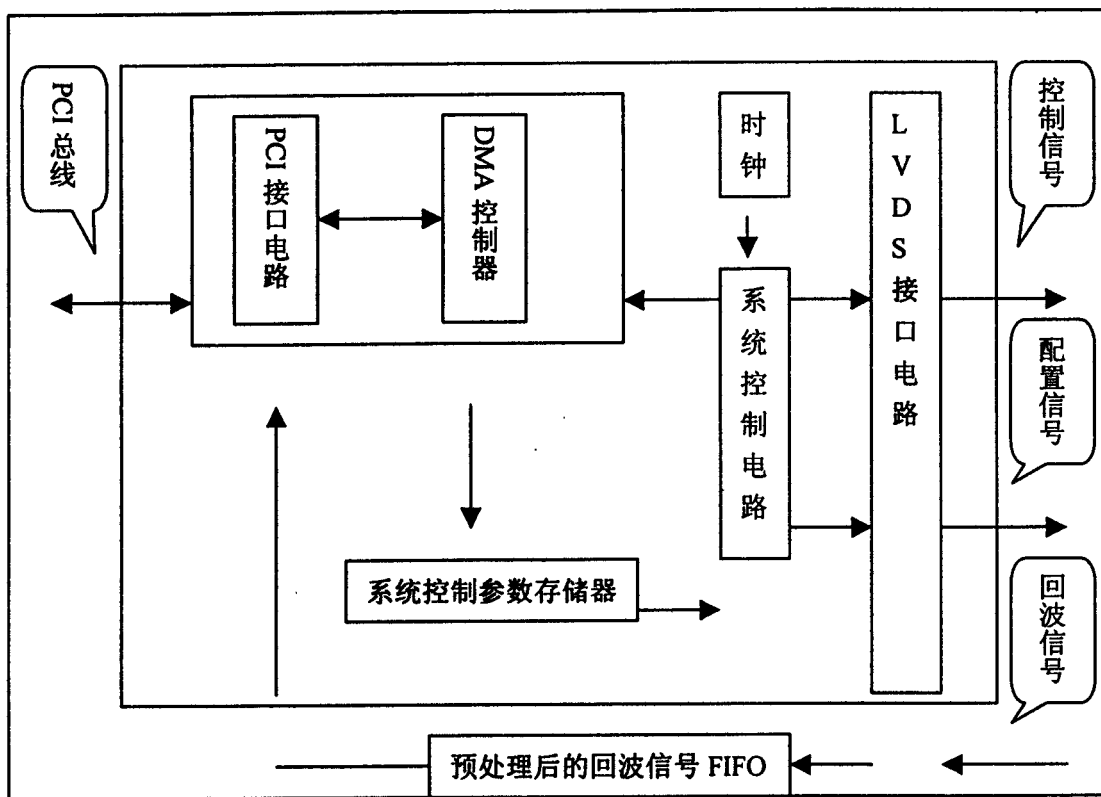


图 7

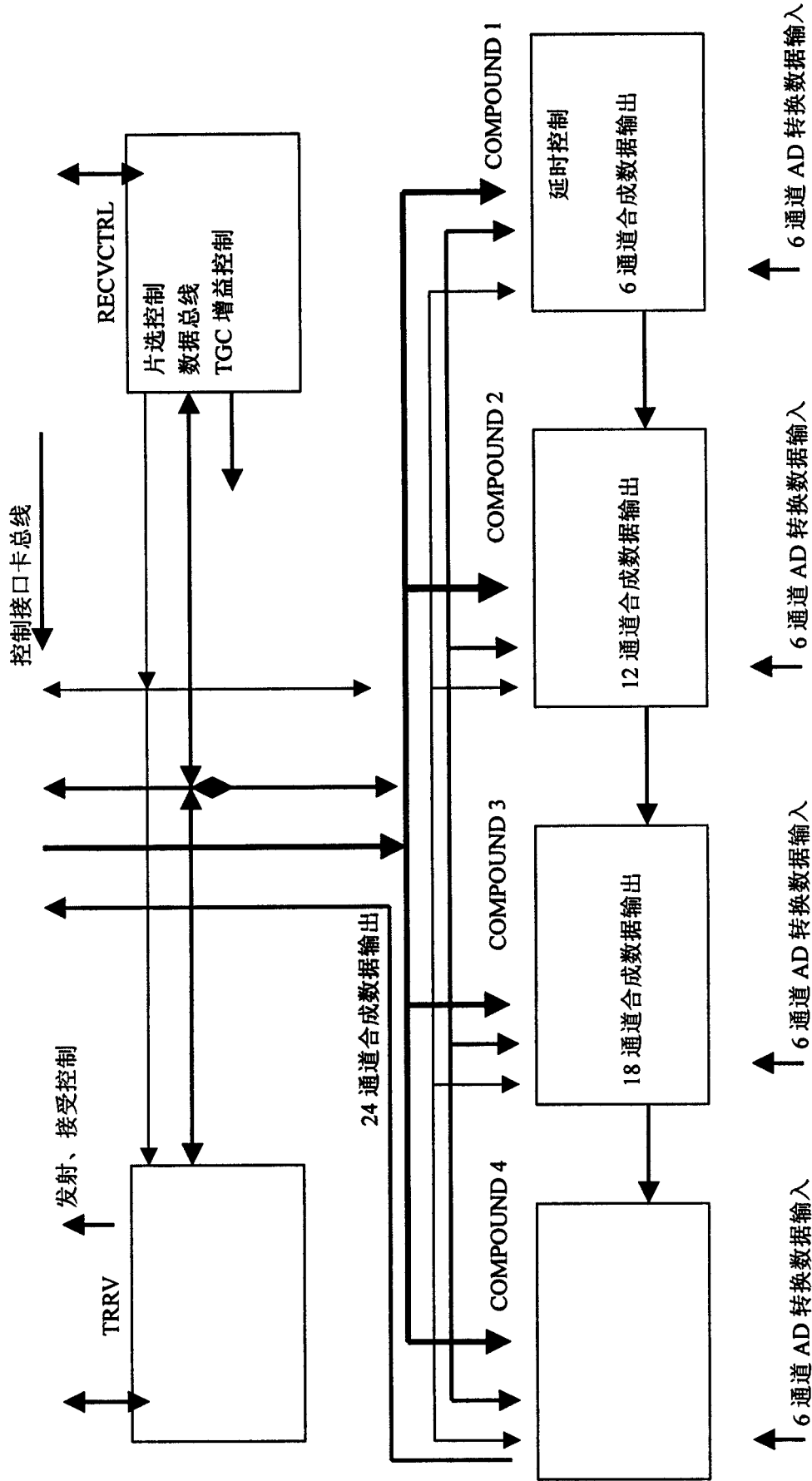


图 8

专利名称(译)	全数字化B超装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN2717391Y</a>	公开(公告)日	2005-08-17
申请号	CN200420027437.6	申请日	2004-05-31
[标]申请(专利权)人(译)	无锡祥生医学影像有限责任公司		
申请(专利权)人(译)	无锡祥生医学影像有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	无锡祥生医学影像有限责任公司		
[标]发明人	陶书僮 莫善珏		
发明人	陶书僮 莫善珏		
IPC分类号	A61B8/00 G06F17/00		
代理人(译)	陈建和		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

全数字化B超装置，基于PC平台实现的全数字化黑白超声装置，包括全数字化超声模块，PC模块，用户接口，电源单元四部分；PC模块与用户接口部分采用外购标准的个人计算机组件组装而成，其相互联接遵照PC标准；用户接口以PC的工业标准与系统内部的PC模块连接，用户通过计算机人机接口控制系统的工作，电源单元为整个系统提供电源；所述全数字超声模块由波束形成板、发射接收板、探头转接板、控制接口卡、背板及通道连接板组成，本实用新型基于PC平台实现的全数字化黑白超声装置，波束合成精度高，具备或超过当前高档黑白超的功能与图像质量，提供大容量数据存储功能，支持多达255种探头。

