



(12)发明专利



(10)授权公告号 CN 106102584 B

(45)授权公告日 2019.06.21

(21)申请号 201480077182.0

(22)申请日 2014.03.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106102584 A

(43)申请公布日 2016.11.09

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.09.14

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2014/002198 2014.03.14

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/137543 KO 2015.09.17

(73)专利权人 爱飞纽医疗器械贸易有限公司
地址 韩国京畿道

(72)发明人 张善烨 具滋云 姜承范 孙健豪

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283

代理人 金旭鹏 肖冰滨

(51)Int.Cl.
A61B 8/00(2006.01)

(56)对比文件
TW 201111823 A,2011.04.01,
JP 2013154169 A,2013.08.15,
KR 20120125076 A,2012.11.14,
US 8395631 B1,2013.03.12,
US 2004015079 A1,2004.01.22,
US 2011074792 A1,2011.03.31,
JP 2012011193 A,2012.01.19,
JP 2012187418 A,2012.10.04,

审查员 朱晓旻

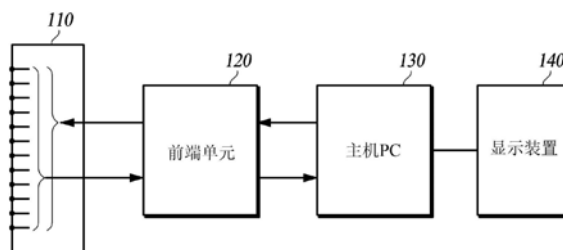
权利要求书4页 说明书11页 附图9页

(54)发明名称

基于软件的超声波成像系统

(57)摘要

本发明公开基于软件的超声波成像系统。根据本实施例的一实施方式,在基于软件的超声波成像系统中,提供可有效地传输、处理及保存信道数据(或Raw数据)的方法及技术。



1. 一种超声波诊断装置, 上述超声波诊断装置包括前端单元和主机PC, 上述前端单元与变换器进行电连接, 上述主机PC用于处理通过数据总线从上述前端单元所接收的信道数据,

上述超声波诊断装置的特征在于, 包括:

系统内存;

至少一个并发核心处理器; 以及

中央处理器, 用于对上述系统内存内的规定区域进行锁页, 上述规定区域以下称为“第一区域”,

上述前端单元以直接内存存取方式向上述第一区域传输上述信道数据,

上述并发核心处理器以直接内存存取方式访问上述第一区域, 在用于生成超声波图像的进程中, 以多线程处理方式执行其中的至少部分进程,

其中上述并发核心处理器在执行上述进程时, 将保存于上述第一区域的信道数据分割为多个块, 并以并行复制与执行方式处理所分割的块, 以及

其中分割上述信道数据的基准随着在获得上述信道数据时使用的超声波发送方式而不同。

2. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置, 其特征在于, 上述前端单元及上述并发核心处理器可利用上述第一区域的地址信息同时访问上述第一区域。

3. 根据权利要求2所述的超声波诊断装置, 其特征在于, 上述第一区域的地址信息为上述第一区域的物理地址或与上述物理地址相对应的逻辑地址。

4. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置, 其特征在于, 上述前端单元对于上述信道数据按信道生成数据包, 并分配各数据包的目的地地址, 使得各信道数据保存 to 上述第一区域内连续的地址空间。

5. 根据权利要求4所述的超声波诊断装置, 其特征在于, 上述前端单元以上述数据总线的最大负荷大小为基准, 向上述信道数据按信道适用循环方式并生成数据包。

6. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置, 其特征在于, 在上述超声波发送方式为利用集束超声波的情况下, 各块由至少一个扫描线数据的集合构成。

7. 根据权利要求6所述的超声波诊断装置, 其特征在于, 上述块的大小由扫描景深、扫描线的数量、集成、帧率及实时/非实时工作与否中的至少一种决定。

8. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置, 其特征在于, 在上述超声波发送方式为利用平面波的情况下, 各块由多个帧数据的集合构成。

9. 根据权利要求8所述的超声波诊断装置, 其特征在于, 上述块的大小由扫描景深、扫描线的数量、集成、帧率、拟合成帧的数量及实时/非实时工作与否中的至少一种决定。

10. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置, 其特征在于, 上述超声波诊断装置获得超越上述主机PC的实时处理能力的信道数据。

11. 根据权利要求10所述的超声波诊断装置, 其特征在于, 在上述超声波诊断装置以实时处理方式工作的情况下, 上述并发核心处理器仅选择性地处理保存于上述第一区域的信道数据中的部分数据。

12. 根据权利要求10所述的超声波诊断装置, 其特征在于, 上述超声波诊断装置在进行标签循环工作时, 上述并发核心处理器处理保存于上述第一区域的所有信道数据或至少多

于以实时处理方式工作的情况下的信道数据。

13. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在於,上述并发核心处理器将用于生成上述超声波图像的进程中某一步骤的结果物向上述系统内存的第二区域进行直接内存存取传输。

14. 根据权利要求13所述的超声波诊断装置,其特征在於,上述超声波诊断装置在进行标签循环工作时,将上述系统内存的上述第一区域和/或上述第二区域用作标签内存。

15. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在於,上述并发核心处理器在执行上述进程时,以保存输入数据及输出数据的方式限制片外内存的利用。

16. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在於,上述并发核心处理器在执行上述进程时,将片上内存用于中间结果物的保存。

17. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在於,上述并发核心处理器为图形处理器、通用图形处理器及超多核心中的一种。

18. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在於,上述前端单元为现场可编程门阵列。

19. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在於,上述前端单元以周边设备形态整合到上述主机PC。

20. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在於,上述前端单元以板对板访问方式整合到探针内。

21. 一种主机PC,上述主机PC为超声波诊断装置的主机PC,

上述超声波诊断装置包括前端单元和主机PC,上述前端单元与变换器进行电连接,上述主机PC用于处理通过数据总线从上述前端单元所接收的信道数据,

上述主机PC的特征在於,包括:

系统内存;

至少一个并发核心处理器;以及

中央处理器,用于对上述系统内存内的规定区域进行锁页,上述规定区域以下称为“第一区域”,

上述前端单元以直接内存存取方式向上述第一区域传输上述信道数据,

上述并发核心处理器以直接内存存取方式访问上述第一区域,在用于生成超声波图像的进程中,以多线程处理方式执行其中的至少部分进程,

其中上述并发核心处理器在执行上述进程时,将保存于上述第一区域的信道数据分割为多个块,并以并行复制与执行方式处理所分割的块,以及

其中分割上述信道数据的基准随着在获得上述信道数据时使用的超声波发送方式而不同。

22. 根据权利要求21所述的主机PC,其特征在於,上述信道数据在由上述前端单元进行传输的同时,按信道保存到上述第一区域内的连续地址空间。

23. 根据权利要求21所述的主机PC,其特征在於,在上述超声波发送方式为利用集束超声波的情况下,各块由至少一个扫描线数据的集合构成。

24. 根据权利要求21所述的主机PC,其特征在於,在上述超声波发送方式为利用平面波的情况下,各块由多个帧数据的集合构成。

25. 根据权利要求21所述的主机PC,其特征在于,在上述超声波诊断装置以实时处理方式工作的情况下,上述并发核心处理器仅选择性地处理保存于上述第一区域的信道数据中的部分数据。

26. 根据权利要求21所述的主机PC,其特征在于,上述并发核心处理器将用于生成上述超声波图像的进程中某一步骤的结果物向上述系统内存的第二区域进行直接内存存取传输。

27. 根据权利要求26所述的主机PC,其特征在于,上述超声波诊断装置在进行标签循环工作时,将上述系统内存的上述第一区域和/或上述第二区域用作标签内存。

28. 一种经由超声波诊断装置的超声波图像生成方法,上述超声波诊断装置包括前端单元和主机PC,上述前端单元与变换器进行电连接,上述主机PC用于处理通过数据总线从上述前端单元所接收的信道数据,

上述超声波图像生成方法的特征在于,包括:

由主机PC对系统内存的规定区域进行锁页的步骤,上述规定区域以下称为“第一区域”;

前端单元利用变换器获得信道数据的步骤;

上述前端单元向上述第一区域传输上述信道数据的步骤;以及

利用包含在上述主机PC的中央处理器及并发核心处理器,对于上述信道数据执行用于生成超声波图像的进程的步骤,

上述前端单元及并发核心处理器可通过直接内存存取方式同时访问上述第一区域,

其中上述并发核心处理器在执行上述进程时,将保存于上述第一区域的信道数据分割为多个块,并以并行复制与执行方式处理所分割的块,以及

其中分割上述信道数据的基准随着在获得上述信道数据时使用的超声波发送方式而不同。

29. 根据权利要求28所述的超声波图像生成方法,其特征在于,上述并发核心处理器在用于生成上述超声波图像的进程中,以多线程处理方式执行其中的至少部分进程。

30. 根据权利要求28所述的超声波图像生成方法,其特征在于,上述前端单元对于上述信道数据按信道生成数据包,并分配各数据包的目的地址,使得各信道数据保存到上述第一区域内连续的地址空间。

31. 根据权利要求28所述的超声波图像生成方法,其特征在于,在上述超声波发送方式为利用集束超声波的情况下,各块由至少一个扫描线数据的集合构成。

32. 根据权利要求28所述的超声波图像生成方法,其特征在于,在上述超声波发送方式为利用平面波的情况下,各块由多个帧数据的集合构成。

33. 根据权利要求28所述的超声波图像生成方法,其特征在于,在上述超声波诊断装置以实时处理方式工作的情况下,上述并发核心处理器仅选择性地处理保存于上述第一区域的信道数据中的部分数据。

34. 根据权利要求28所述的超声波图像生成方法,其特征在于,上述并发核心处理器将用于生成上述超声波图像的进程中某一步骤的结果物向上述系统内存的第二区域进行直接内存存取传输。

35. 根据权利要求34所述的超声波图像生成方法,其特征在于,上述超声波诊断装置在

进行标签循环工作时,将上述系统内存的上述第一区域和/或上述第二区域用作标签内存。

36.一种计算机可读存储介质,用于保存指令,

上述计算机可读存储介质的特征在于,包括:

指令;

上述指令在包含系统内存、中央处理器和并发核心处理器的计算机中运行的情况下,使得上述计算机对上述系统内存的规定区域进行锁页,上述规定区域以下称为“第一区域”;

使得上述计算机针对从通过数据总线相连接的前端单元向上述第一区域以直接内存存取方式传输的信道数据,执行用于生成超声波图像的进程;

上述并发核心处理器以直接内存存取方式访问上述第一区域,使得上述计算机以多线程处理方式执行用于生成超声波图像的进程中的至少部分进程,

其中,上述指令使得上述并发核心处理器在执行上述进程时,将保存于上述第一区域的信道数据分割为多个块,并以并行复制与执行方式处理所分割的块,

其中分割上述信道数据的基准随着在获得上述信道数据时使用的超声波发送方式而不同。

37.根据权利要求36所述的计算机可读存储介质,其特征在于,上述信道数据保存于上述第一区域的按信道连续的地址空间。

38.根据权利要求36所述的计算机可读存储介质,其特征在于,在上述超声波发送方式为利用集束超声波的情况下,各块由至少一个扫描线数据的集合构成。

39.根据权利要求36所述的计算机可读存储介质,其特征在于,在上述超声波发送方式为利用平面波的情况下,各块由多个帧数据的集合构成。

40.根据权利要求36所述的计算机可读存储介质,其特征在于,还包括指令,上述指令进行控制,使得在以实时处理方式工作时,上述并发核心处理器仅选择性地处理保存于上述第一区域的信道数据中的部分数据。

41.根据权利要求36所述的计算机可读存储介质,其特征在于,还包括指令,上述指令进行控制,使得上述并发核心处理器将用于生成上述超声波图像的进程中某一步骤的结果物向上述系统内存的第二区域进行直接内存存取传输。

42.根据权利要求41所述的计算机可读存储介质,其特征在于,还包括指令,上述指令进行控制,使得超声波诊断装置在进行标签循环工作时,将上述系统内存的上述第一区域和/或上述第二区域用作标签内存。

基于软件的超声波成像系统

技术领域

[0001] 本实施例涉及超声波成像系统。更具体地,涉及改善数据传输、内存访问方式等的基于软件的超声波成像系统。

背景技术

[0002] 在该部分中记述的内容仅提供本实施例有关背景信息,不构成现有技术。

[0003] 超声波成像系统广泛用于利用入射超声波的对象体内部的反射信号来获取对象体的内部信息的医疗领域。超声波成像系统是需要多信道超声波信号获取及实时处理的复杂的电子系统。尤其,数字波束赋形是在超声波成像系统中最为运算集约型的功能模块,在传统方式中设计成硬连线(

[0004] hard-wired) 结构(例如,ASICs,FPGA)。近年来由于软件处理,尤其通用图形处理器(General-Purpose GPU,GPGPU)、超多核心(Many Integrated Core,MIC)等并发核心处理器的快速发展,以软件形式实现这种功能的尝试正在进行。

[0005] 根据这种基于软件的超声波成像系统,利用主机装置来处理实时获取的超声波数据,而这种主机装置本质上基于以非实时方式工作的操作系统,从这一点上看,可确保实时处理的超声波数据的传输、处理方式的设计显得很重要。

发明内容

[0006] 本实施例的主要目的在于,提供改善数据传输、内存访问方式等的基于软件的超声波成像系统及利用上述基于软件的超声波成像系统的超声波图像生成方法。

[0007] 在本发明的部分实施例中,从前端单元向主机PC传输信道数据时,通过对于数据总线的总线主控(Bus Mastering),不经过额外的内存,直接向主机PC的系统内存传输信道数据。并且,控制各信道数据的目的地地址,信道数据以按照变换器元素顺序进行排序的状态保存到系统内存。

[0008] 在本发明的部分实施例中,主机PC对系统内存的部分区域进行锁页(Page-Lock),前端单元向锁页(Page-Locked)区域直接传输信道数据。锁页(Page-Locked)区域的地址信息与前端单元及并发核心处理器相联动,实现前端单元和图形处理器(GPU)的同时访问。并且,主机PC对系统内存的其他部分区域进行锁页,并可用于保存上述信道数据有关图像生成进程中某一步骤的结果物。主机PC可将系统内存的锁页(Page-Locked)区域用作标签内存。

[0009] 在本发明的部分实施例中,主机PC在执行用于形成超声波图像的进程中的至少一个下级进程的过程中,利用并发核心处理器的多线程处理方式。并且,为了提高并发核心处理器的处理速度,在系统内存和并发核心处理器的本地内存的数据复制时,以非同步传输方式分割并复制数据,使用数据复制和数据处理被重叠执行的流媒体技术。

[0010] 根据本实施例的一实施方式,提供超声波诊断装置,上述超声波诊断装置包括前端单元和主机PC,上述前端单元与变换器进行电连接,上述主机PC用于处理通过数据总线

从上述前端单元所接收的信道数据,上述超声波诊断装置的特征在于,包括:系统内存;至少一个并发核心处理器;以及中央处理器(Central Processing Unit,CPU),用于对上述系统内存内的规定区域进行锁页(page-lock),上述规定区域以下称为“第一区域”,上述前端单元以直接内存存取(Direct Memory Access,DMA)方式向上述第一区域传输上述信道数据,上述并发核心处理器以直接内存存取方式访问上述第一区域,在用于生成超声波图像的进程中,以多线程处理(Multi-Thread Processing)方式执行其中的至少部分进程。

[0011] 根据本实施例的再一实施方式,提供前端单元,上述前端单元与变换器进行电连接,上述前端单元的特征在于,包括:A/D转换器,用于将从上述变换器实时传输的射频信号转换为数字信号;缓冲内存,对上述A/D转换器的输出按信道进行缓冲;以及处理电路,以循环方式对缓冲于上述缓冲内存的各信道数据按数据总线的最大负荷大小(Max Payload Size)生成数据包,不论主机PC的数据请求与否,向上述主机PC的系统内存上的锁页(Page-Locked)区域进行传输。

[0012] 根据本发明的另一实施方式,提供主机PC,上述主机PC为超声波诊断装置的主机PC,上述超声波诊断装置包括前端单元和主机PC,上述前端单元与变换器进行电连接,上述主机PC用于处理通过数据总线从上述前端单元所接收的信道数据,上述主机PC的特征在于,包括:系统内存;至少一个并发核心处理器;以及中央处理器(Central Processing Unit,CPU),用于对上述系统内存内的规定区域进行锁页(page-lock),上述规定区域以下称为“第一区域”,上述前端单元以直接内存存取(Direct Memory Access,DMA)方式向上述第一区域传输上述信道数据,上述并发核心处理器以直接内存存取方式访问上述第一区域,在用于生成超声波图像的进程中,以多线程处理(Multi-Thread Processing)方式执行其中的至少部分进程。

[0013] 根据本发明的还有一实施方式,提供超声波图像生成方法,上述超声波诊断装置包括前端单元和主机PC,上述前端单元与变换器进行电连接,上述主机PC用于处理通过数据总线从上述前端单元所接收的信道数据,上述超声波图像生成方法的特征在于,包括:由主机PC对系统内存的规定区域进行锁页(page-lock)的步骤,上述规定区域以下称为“第一区域”;前端单元利用变换器获得信道数据的步骤;上述前端单元向上述第一区域传输上述信道数据的步骤;以及利用包含在上述主机PC的中央处理器及并发核心处理器,对于上述信道数据执行用于生成超声波图像的进程的步骤,上述前端单元及并发核心处理器可通过直接内存存取(Direct Memory Access,DMA)方式同时访问上述第一区域。

[0014] 根据本发明的又一实施方式,提供计算机可读存储介质,用于保存指令,上述计算机可读存储介质的特征在于,包括:指令;上述指令在包含系统内存、中央处理器(Central Processing Unit,CPU)和并发核心处理器的计算机中运行的情况下,使得上述计算机对上述系统内存的规定区域进行锁页(page-lock),上述规定区域以下称为“第一区域”;使得上述计算机针对从通过数据总线相连接的前端单元向上述第一区域以直接内存存取(Direct Memory Access,DMA)方式传输的信道数据,执行用于生成超声波图像的进程;上述并发核心处理器以直接内存存取方式访问上述第一区域,使得上述计算机以多线程处理(Multi-Thread Processing)方式执行用于生成超声波图像的进程中的至少部分进程。

[0015] 如上所述,根据本发明,提供在基于软件的超声波成像系统中可有效地传输、处理及保存信道数据的方法及技术。

[0016] 并且,前端单元不受到主机PC上的中央处理器(CPU)的干预,通过总线主控向系统内存直接传输信道数据,由此可以最小化因数据传输产生的时间延迟。

[0017] 并且,从前端单元向系统内存传输信道数据的同时,各信道的样本值以按照变换器元素顺序排列的方式保存,因此,使数据的联合(Coalescing)增加,从而在主机PC中的信道数据有关运算,例如,波束赋形运算时,提高内存访问的效率性。

[0018] 并且,在图形处理器(GPU)的本地内存和系统内存之间进行数据复制时,以非同步传输方式分割并传输数据,使得数据传输和数据处理被重叠同时执行,可将数据复制的延时彻底隐藏于图形处理器(GPU)的运算之后。

[0019] 并且,将系统内存的锁页空间用作标签内存,将已保存的数据文件加载(Load)到系统内存的锁页空间,在重新构成超声波图像的过程中,可以更加有效地应用图形处理器(GPU)。

附图说明

[0020] 图1为简要地示出根据本发明的一实施例的超声波成像系统的框图。

[0021] 图2为简要地示出根据本发明的一实施例的前端单元的构成的框图。

[0022] 图3为对于根据本发明的一实施例的前端单元的信道数据传输方式进行图示化的图。

[0023] 图4为对于保存在主机PC的系统内存上的信道数据的排序方式进行图示化的图。

[0024] 图5为简要地示出根据本发明的一实施例的主机PC的构成的框图。

[0025] 图6为对于根据本发明的一实施例的图形处理器的数据复制及处理方法进行图示化的图。

[0026] 图7为对于根据本发明的一实施例的实时工作时主机PC的超声波数据处理方法进行图示化的图。

[0027] 图8为示出根据本发明的一实施例的超声波成像系统的实时工作方法的流程图。

[0028] 图9a及图9b为对于根据本发明的一实施例的非实时工作时主机PC的超声波数据处理方法进行图示化的图。

[0029] 图10a及图10b为示出根据本发明的一实施例的非实时工作时主机PC的超声波数据处理方法的流程图。

[0030] 附图标记的说明

[0031]	110:变换器	120:前端单元
[0032]	130:主机PC	140:显示装置
[0033]	210:发送部	220:接收部
[0034]	230:前端处理电路	510:CPU
[0035]	520:GPU	530:系统内存
[0036]	531:第一区域	532:第二区域
[0037]	540:桥接芯片	550:数据总线

具体实施方式

[0038] 下面,将通过示例性附图对本发明的部分实施例进行详细说明。需要注意的是,在

向各附图的结构要素附加附图标记的过程中,对于相同的结构要素,即使其表示于不同的附图中,也尽可能采用相同的标记。并且,在对本发明进行说明的过程中,若认为相关公知构成或功能有关具体说明可能混淆本发明的要旨,则将省略其具体说明。

[0039] 并且,在对本发明的结构要素进行说明的过程中,可使用第一、第二、A、B、(a)、(b)等术语。这种术语仅仅用于将该结构要素区别于其他结构要素,其术语并不限定该结构要素的本质或次序或顺序等。在说明书全文中,当表示为某一部分“包括”、“具有”某一结构要素时,除非另行记载明确反对的内容,否则意味着可进一步包括其他结构要素,而不是排除其他结构要素。并且,在说明书中记载的“…部”、“模块”等术语表示至少一个功能或工作的处理单位,这些可通过硬件或软件或硬件及软件相结合来实现。

[0040] 图1为简要地示出根据本发明的一实施例的超声波成像系统的框图。

[0041] 如图1所示,超声波成像系统与超声波变换器110及显示装置140进行电连接。超声波成像系统包括前端单元120及主机PC130。

[0042] 前端单元120基于从主机PC130传输的控制信号来生成拟施加于超声波变换器的电气驱动信号。超声波变换器110用于将由前端单元120提供的电气驱动信号转换为超声波信号并发送到对象体,接收从对象体发送的超声波信号的反射信号并转换为电气信号(即,射频信号)。“射频信号(RF)”是在该技术领域中通常使用的术语,它表示超声波的频率(通常为0.5至100Mhz),但本发明的权利并非受到这种表达方式的限制。

[0043] 另一方面,在图1中仅示出了数个元件(Element),但通常超声波转换器包括数百个(例如,128,256个)元件。众所周知,射频信号能够按各扫描线获得,或者利用平面波(Plane Wave)或发散波(Divergent Wave)并以帧为单位获得。并且,射频信号可用于生成对象体内关注区域的二维影像或三维影像。

[0044] 前端单元120将作为模拟信号的射频信号转换为数字信号,通过针对数据总线(例如,PCI Express总线)的总线主控(Bus Mastering),将所转换的数字信号向主机PC130的系统内存进行直接内存存取传输。射频信号在转换为数字信号之前或之后,可适用低通滤波(Low-pass Filtering)、反混淆滤波(Anti-aliasing Filtering)、脉冲压缩(Pulse Compression)、带通滤波(Band-pass Filtering)、IQ解调(IQ Demodulation)、抽取(Decimation)等处理,但即使在这种情况下,经过最小限度的处理的超声波数据保存到系统内存。

[0045] 前端单元120能够以各种方法在探针或主机PC130内呈现,也能够与其相独立地构成。例如,前端单元120能够以板对板(Board-to-Board,BTB)连接在探针内呈现,也能够主机PC130的主板上以插件方式呈插入形态。当然,前端单元120也可位于主机PC130的外部,通过数据总线与主机PC130相连接。

[0046] 主机PC130通过控制前端单元120来获得超声波数据,并处理所获得的超声波数据,驱动用于生成超声波图像的软件。

[0047] 具有前述构成的超声波成像系统能够简化由专用硬件(例如,FPGA)组成的前端单元,另外还可以通过软件的修改,来方便地适用B模式、M模式等众所周知的模式以外的其他新模式或最新的波束赋形方式。即,在超声波成像系统的开发前后,为了满足使用者的各种要求事项,可以方便地修改软件的一部分。最终,具有超声波成像系统的开发容易,并且超声波成像系统的功能拓展更加容易的优点。

[0048] 图2为简要地示出根据本发明的一实施例的前端单元的构成的框图。

[0049] 如图2所示,前端单元120包括发送部210、接收部220及前端处理电路230。在这里,前端单元120根据其功能可进一步包括其他结构要素,但作为本发明的特征之一,面向主机PC的数据传输方式有关说明中,将省略有可能混淆要旨的构成有关说明。

[0050] 发送部210通过前端处理电路230并基于从主机PC130传输的控制信号,生成拟施加于变换器110的电气驱动信号。在本实施例中,示出了发送部210包含在前端单元120,但也能够与前端单元120相独立而组成。

[0051] 接收部220可包括接收电路、N个A/D转换器及N个缓冲内存。来自对象体的反射信号(Echo)在变换器110中转换为电气信号(即,射频信号),接收电路接收从变换器110发送的射频信号。A/D转换器用于将作为接收电路的输出的模拟形态的射频信号转换为数字信号。作为A/D转换器的输出的数字信号(即,各信道样本值)向N个缓冲内存按信道临时缓冲。

[0052] 前端处理电路230从通过数据总线相连接的主机PC130中获得系统内存上的锁页(Page-lock)区域有关地址(Address)信息。在这里,地址信息可以是锁页区域的物理地址(Physical Address)或与物理地址相对应的虚拟地址(Virtual Address),即逻辑地址。前端处理电路230可将缓冲于缓冲内存223的各信道样本值,通过数据总线有关总线主控(Bus Mastering),直接传输到主机PC130的系统内存。即,前端处理电路230利用DMA技术。数据总线可使用保障实时传输的适当的高速总线技术。例如,数据总线550能够以PCI-E(PCI Express)总线实现。在本发明的一实施方式中,前端处理电路230可包括:DMA控制器,用于将通过数据总线缓冲于缓冲内存的各信道样本值向主机PC130的系统内存进行直接内存存取传输;以及控制部,当规定大小的样本值缓冲于缓冲内存时,上述控制部进行控制,使得对于DMA控制器执行直接内存存取传输。

[0053] 在部分实施例中,前端单元120中在将射频信号转换为数字信号之前或之后,也可执行低通滤波(Low-pass Filtering)、反混淆滤波(Anti-aliasing Filtering)、脉冲压缩(Pulse Compression)、带通滤波(Band-pass Filtering)、IQ解调(IQ Demodulation)、抽取(Decimation)等的预处理(Pre-processing)。由此,向主机PC130的系统内存传输的数据,可根据在前端单元120中执行的预处理(Pre-processing)方式而具有各种格式。例如,前端处理电路230以可执行IQ解调的方式组成的情况下,可向系统内存传输以基带

[0054] (Baseband)解调的IQ数据。下面,将传输到主机PC的系统内存的数据称为“信道数据(Channel Data)”。

[0055] 下面,将参照图3及图4,更详细地说明由前端单元120向主机PC130的系统内存传输信道数据的方法。图3为示出根据本发明的一实施例的前端单元的信道数据传输方式的图,图4为示出保存到主机PC的系统内存上的信道数据的排序方式的图。

[0056] 如前所述,在接收部220的各信道缓冲内存中,作为A/D转换器的输出的各信道样本值以FIFO方式被缓冲。前端处理电路230对于各信道缓冲器以循环(Round-Robin)方式生成数据包并传输到主机PC130的系统内存。即,按各信道依次生成数据包。此时,前端处理电路230以根据数据总线的协议确定的最大负荷大小(Max_Payload_Size)为基准生成数据包,并传输以系统内存内的各信道目的地地址(Destination Address)生成的数据包。

[0057] 前端处理电路230事先从主机PC130获得系统内存上的锁页(Page-lock)区域有关地址(Address)信息。在这里,地址信息可以是锁页区域的物理地址(Physical Address)或

与物理地址相对应的虚拟地址 (Virtual Address), 即逻辑地址。基于以上地址信息, 前端处理电路230分配目的地地址, 上述目的地地址保存有拟包含到各数据包的样本值。分配目的地地址, 使得样本值按各信道保存到连续的地址空间。补充地, 在最后索引中, 再次返回到最初的索引部分, 从最初区域开始重新保存 (即, 以循环方式进行保存), 使得各信道目的地地址从内存排列的开始索引开始依次保存。通过如上所述的目的地地址的控制, 信道数据被传输的同时, 按各信道 (或元件) 排序的系统保存到系统内存。参考图4, 系统内存上的地址空间中纵向依次记录有各信道样本值, 横向依次记录有相同信道的样本值。即, 信道数据按各信道保存到连续的内存地址空间。

[0058] 如上所述的传输方式及与此相关的系统内存上的信道数据保存形态增加数据的联合 (Coalescing), 提高在进行主机PC130中的信道数据有关运算, 例如波束赋形运算时内存访问的效率性。

[0059] 图5为简要地示出根据本发明的一实施例的主机PC的构成的框图。

[0060] 如图5所示, 根据本发明的一实施例的主机PC130包括中央处理装置510 (Central Processing Unit, CPU)、图形处理装置520 (Graphics Processing Unit, GPU)、图形处理器内存525、系统内存530及桥接芯片540。在这里, 主机PC130根据其功能可进一步包括其他结构要素, 但在说明作为本发明特征之一的信道数据处理方式的过程中, 将省略可能混淆要旨的构成有关说明。并且, 下述的主机PC130的构成仅为本发明的示例性实施例, 用于本发明的实施的主机PC130的构成并不限于示出的构成例。

[0061] 桥接芯片540通过数据总线550与前端单元120进行电连接。并且, 桥接芯片540与中央处理器510、系统内存530及图形处理器520进行电连接。桥接芯片540例如可以是北桥芯片, 也可以支持连接各种I/O装置 (例如, 硬盘驱动器等至少一个大容量存储装置、人机界面装置、以太网适配器等通信适配器、CD-ROM、DVD等) 的扩展总线。数据总线能够使用可实时传输信道数据的适当的高速总线技术。例如, 数据总线550能够以PCI-E (PCI Express) 总线实现。

[0062] 中央处理器510可以由本领域技术人员广泛知晓的Intel Corporation, 或者是由其他供应商制造的处理器。系统内存530可以是多个DRAM (Dynamic Random Access Memory) 设备。图形处理器520可配置于显卡, 中央处理器510及系统内存530可配置于主机PC130的 motherboard。包含图形处理器520的显卡通常为附着图形处理器520的数据PCB (Printed Circuit Board)。在其他部分实施例中, 图形处理器520可包含在 motherboard。示出的主机PC130也可以包括多个图形处理器。这种图形处理器可分别配置于不同的显卡, 在部分实施例中, 也可以只有部分图形处理器配置于 motherboard。通常, 图形处理器大致由多个流式多处理器 (Streaming Multi-processor) 和片外存储器 (Off-chip Memory) 组成, 流式多处理器由多个流处理器 (Stream Processor) 和片上内存 (On-chip Memory) 等组成。

[0063] 在图5所示的实施例中, 示出了桥接芯片540与中央处理器510、图形处理器520及系统内存530进行电连接, 但在部分实施例中, 主机PC130的图形处理器520与中央处理器510及存储器530直接进行电连接, 图形处理器520直接通过数据总线550与前端处理电路230进行电连接。并且, 在其他部分实施例中, 主机PC130的中央处理器510及图形处理器520设计于简单模 (Single Die), 能够以共享系统内存530的形态并以单芯片集成形态构成。这种构成具有在延时、数据处理速度等层面上的优点。在部分实施例中, 通用图形处理器

(General Purpose GPU, GPGPU) 可作为图形处理器520使用,在其他部分实施例中,超多核心(Many Integrated Core, MIC)可替代图形处理器520而使用。

[0064] 基于前述的构成,主机PC130的中央处理器510通过控制前端单元120来获得信道数据,利用图形处理器以实时或非实时(例如,标签循环)方式处理信道数据,并驱动用于生成超声波图像的软件。也就是说,中央处理器510通过前端处理电路230来控制发送部210及接收部220的工作,前端单元120利用变换器110来获得信道数据。并且,为了使图形处理器520生成超声波图像数据,中央处理器510进行控制,使得针对所获得的超声波扫描数据,以多线程处理方式执行用于形成图像的进程。

[0065] 事先设定

[0066] 在系统内存530中,借助中央处理器510由规定大小的内存块(第一区域;531)被锁页(Page-lock),以保存从前端单元120接收的信道数据。即,保存有信道数据的第一区域531禁止分页(Paging),相应内存空间始终仅仅位于系统内存。被锁页的内存也称为固定内存(Pinned memory)。并且,系统内存530可由规定大小的其他内存块(第二区域;532)被锁页(Page-lock)。第二区域(532)中保存有针对保存在第一区域的信道数据执行波束赋形等补充进程的数据(即,波束赋形的数据、I/Q数据等)。当然,在系统内存530的其他内存块中也可以保存有借助中央处理器510而被执行的软件。

[0067] 中央处理器510向前端处理电路230提供作为锁页内存块的第一区域531有关地址(Address)信息,上述地址信息是由前端处理电路230将信道数据以直接内存访问(Direct Memory Access, DMA)方式保存到系统内存530所需的信息。并且,中央处理器510向图形处理器520提供第一区域531的地址信息,上述地址信息是由图形处理器以直接内存存取方式获得保存在系统内存530的第一区域531的信道数据所需的信息。并且,中央处理器510向图形处理器520提供第二区域的地址信息,上述地址信息是图形处理器保存有关信道数据执行进程结果所需的信息。由此,前端处理电路226及图形处理器520基于从中央处理器510获得的第一区域531的地址信息,无需中央处理器510介入,即可同时接入锁页的第一区域。在这里,地址信息可以是锁页区域的物理地址(Physical Address)或与物理地址相对应的虚拟地址(Virtual Address),即逻辑地址。在强调实时处理的超声波成像的过程中,相比于可分页(pageable)的内存,被锁页的内存可以实现更快的内存访问。即,前端单元120及图形处理器520无需中央处理器的介入,以DMA方式接入锁页的存储器,由此,不需要面向中央处理器缓冲器的数据复制等补充的数据复制、运算。

[0068] 下面,将参照图6,对于图形处理器复制和处理系统内存上的超声波数据的方式进行说明。图6为示出根据本发明的一实施例的图形处理器的数据复制及处理方法的图。

[0069] 2. 信道数据的选择性处理

[0070] 参照图6的(a),在实时工作或非实时工作(例如,标签循环工作)中,主机PC在保存到系统内存上的第一区域的信道数据中只能选择性地执行部分进程。例如,超声波成像系统可利用最大可用脉冲重复频率(Pulse Repetition Frequency, PRF),在系统内存的第一区域上获得超出主机PC的实时处理能力的足够的信道数据。在此情况下,主机PC为了维持实时处理,仅选择性地处理一部分,而不是处理在系统内存的第一区域上获得的所有信道数据。如此,超出主机PC的实时处理能力的信道数据可有效地应用于非实时工作。即,主机PC在实时处理或帧率(Frame Rate)有关限制(几乎)不存在的标签循环工作下,可处理保存

在系统内存的第一区域上的所有信道数据或至少多于实时处理的相应量的信道数据。

[0071] 3. 图形处理器的数据复制及运算

[0072] 图形处理器在超声波成像系统中用于执行作为最集约型运算功能的数字波束赋形。用于执行图像形成进程的图形处理器为由多核组成的并联处理装置,因此,图像形成进程的各步骤可分割为多个下级进程,下级进程可分配到其他核进行同时处理。

[0073] 为了利用图形处理器来处理系统内存上的数据,相应数据应复制到图形处理器的片外存储器(全局存储器:Global Memory)。一旦数据从系统内存复制到图形处理器的全局存储器,图形处理器内的多处理器为了进行处理而访问全局存储器上的数据。在这里,从系统内存到图形处理器的全局存储器的数据复制具有高延时(Latency)性,这种内存复制起因于数据总线的受限带宽。例如,PCI-E 2.0×16总线的最大带宽限制为8GB/s。将在图形处理器中处理的结果传输到系统内存的情况下,也同样存在高延时性的问题。

[0074] 考虑到这种情况,在本发明的部分实施例中,图形处理器并不是从系统内存向图形处理器的本地内存(全局存储器)复制全部数据(例如,组成扫描线或框架的数据)后开始运算,而是将数据整体分割成多个块(参照图6的(b)),重叠执行所分割的块的复制和运算。即,如图6的(c)所示,基于第一次获得的数据块开始运算的同时,开始第二次数据块的复制。通常,内存复制所需的执行时间少于图形处理器运算,因此,系统内存和显卡的内存直接的数据复制所需时间可完全隐藏于图形处理器运算中。

[0075] 在适用这种并行复制与执行(Concurrent Copy and Execution)方式的情况下,图形处理器的全局存储器用作所谓的“乒乓内存(Ping-pong Memory)”。即,图形处理器的全局存储器可运用为多个缓冲器。在图6的(c)中,示出了将图形处理器的全局存储器运用为两个缓冲器的并行复制与执行方式。在向一个缓冲器复制下一个数据期间,对于其他缓冲器内的数据,执行图形处理器运算。通过这种并行复制与执行,可减少内存之间数据复制所需要的操作时间。加上,只要确保最小限度的乒乓内存尺寸,即可分割处理大尺寸的帧数据,因此,可有效使用有限容量的图形处理器内存。这种并行复制与执行方式同样适用于将在图形处理器中运算的结果传输到系统内存的情况(图6的(d))。

[0076] 另一方面,为了适用并行复制与执行方式,将全部数据(例如,组成扫描线或框架的数据)分割为多个块后进行处理(复制及运算)(参照图6的(b)),数据的分割不需要根据保存在系统内存的第一区域的数据的获得方式而改变。例如,在发送集束超声波并按扫描线获得信道数据的情况下,优选地,分割处理的块由一个框架内的扫描线的集合组成。此时,各块的大小可由扫描景深(Scan Depth)、扫描线(Scanline)的数量、集成(Ensemble)、帧率(Frame Rate)、实时/非实时工作与否等来决定。在利用平面波来获得信道数据的情况下,优选地,分割处理的块由至少一个框架的集合组成。此时,各块的大小可由扫描景深、扫描线的数量、集成、帧率、拟合成的框架数量、实时/非实时工作与否等来决定。另一方面,在图形处理器的数据复制及运算顺序与扫描线或集成(Ensemble)的顺序不一致的情况下,可在将运算结果输出到系统内存时进行调整。

[0077] 在图形处理器内存中,内存访问速度按照片内寄存器(On-chip Registers)、片内共享内存(On-chip Shared Memory)、片外全局存储器(Off-chip Global Memory)的顺序减小。因此,优选地,最慢的全局存储器的利用限制在保存波束赋形步骤的输入数据及输出数据。并且,优选地,更快的共享内存(Shared Memory)用于在波束赋形步骤的中间结果物

的保存,最快的寄存器 (Registers) 分配到保有波束赋形的下级步骤的内的临时结果。这种方式的内存分配,除了波束赋形以外,还可以适用于图片形成步骤的其他下级流程。

[0078] 4. 实时工作

[0079] 下面,将参照图7及图8,对超声波成像系统的实时工作进行说明。图7为示出根据本发明的一实施例的实时工作时主机PC的超声波数据处理方法的图,图8为示出根据本发明的一实施例的超声波成像系统的实时工作方法的流程图。图7及图8所示的方法基于前述的超声波成像系统的实施例。

[0080] 中央处理器510事先对系统内存530内的规定大小的内存块(第一区域)进行锁页(Page-lock),并将相应内存块的地址信息传递给前端单元及图形处理器。并且,中央处理器510对系统内存530内的规定大小的其他内存块(第二区域)进行锁页,并将相应内存块的地址信息传输给图形处理器(步骤S810)。利用这些地址信息,前端单元和图形处理器能够同时以DMA方式访问第一区域,图形处理器能够以DMA方式访问第二区域。如上所述,地址信息可以是锁页区域的物理地址(Physical Address)或与物理地址相对应的虚拟地址(Virtual Address)。

[0081] 接着,变换器阵列根据由发送部提供的驱动信号,发送超声波信号(步骤S820)。此时,所发送的超声波信号按照扫描线可以是聚焦的聚焦束(Focused Beam)、平面波(Plane Wave)或发散波(Divergent Wave)形态。

[0082] 接着,变换器阵列接收发送到对象体的超声波信号的反射信号,并将其转换为电气信号(即,射频信号)。射频信号数字化后临时缓冲到N个缓冲内存(步骤S830)。射频信号在数字转换前后适用低通滤波(Low-pass Filtering)、反混淆滤波(Anti-aliasing Filtering)、脉冲压缩(Pulse Compression)、带通滤波(Band-pass Filtering)、IQ解调(IQ Demodulation)、抽取(Decimation)等进程。可经过低通滤波(Low-pass Filtering)或反混淆滤波(Anti-aliasing Filtering)。

[0083] 接着,前端处理电路参照从主机PC传递的系统内存上的第一区域的物理地址,通过数据总线,将缓冲到缓冲内存的信道数据发送到第一区域内的目的地地址。此时,针对N个缓冲内存的输出,适用循环方式,并生成数据包。目的地地址以信道数据按各信道保存到连续的地址空间的方式进行分配(步骤S840)。

[0084] 接着,中央处理器控制图形处理器,使得以多线程处理方式执行用于形成超声波图像的进程中的至少一个下级进程(例如,数字波束赋形)(步骤S850~步骤S870)。图形处理器以直接内存存取方式访问系统内存530的第一区域,并向自身的本地内存复制保存到第一区域的信道数据(步骤S850)。图形处理器根据信号处理流水线对于信道数据执行接收波束赋形等附加进程(步骤S860)。图形处理器可将在信号处理流水线上的至少一个步骤的结果物(例如,波束赋形的数据、执行IQ解调(IQ Demodulation)的I/Q数据等)向系统内存的第二区域进行直接内存存取传输(步骤S870)。尤其,图形处理器在执行S850~S870步骤时,利用并行复制与执行(Concurrent Copy and Execution)方式。

[0085] 5. 非实时工作

[0086] 下面,将参照图9a至图10b,对根据本发明的一实施例的超声波成像系统的非实时工作进行说明。图9a及图9b为示出根据本发明的一实施例的非实时工作时主机PC的超声波数据处理方法的图,图10a及图10b为示出根据本发明的一实施例的非实时工作时主机PC的

超声波数据处理方法的流程图。

[0087] 通常,超声波成像系统在实时生成超声波图像的过程中,根据使用者的输入信号,提供可回放 (Playback) 包含上一个数秒钟或数十秒钟前的对象体有关信息的超声波影像的标签循环功能。通常,标签循环内存中保存有执行信道数据有关处理 (例如,波束赋形、IQ 解调等) 的数据或为了显示而生成的数据。在这种现有的标签循环方式中,回放 (Playback) 信息只能受到保存当时的特定处理方式的限制。这是由于,保存到标签循环内存的处理数据,因保存当时的工作模式及参数,处于部分信息不包含在信道数据的状态。

[0088] 本实施例的超声波成像系统可将主机PC的系统内存用作标签循环内存,可以克服现有的标签循环方式所具有的有限性。即,在本实施例中,保存在系统内存的第一区域和/或第二区域的超声波数据用作标签回路用数据。

[0089] 首先,参照图9a及图10a,对于将保存在系统内存的第一区域的信道数据用作标签回路用数据的实施例进行说明。

[0090] 主机PC在实时图像形成过程中,根据使用者的特定输入,转换为标签循环工作 (步骤S1010)。当进行标签循环工作时,图形处理器以直接内存存取方式访问系统内存530的第一区域,将拟重新构成图像的区间的信道数据复制到自身的本地内存 (步骤S1020)。尤其,当复制信道数据时,可以选择性地仅仅复制与由使用者输入的关注区域相对应的扫描线数据,而不是拟重新构成的区间的帧数据。图形处理器根据信号处理流水线,对于复制的信道数据执行波束赋形等补充处理 (步骤S1030)。尤其,图形处理器可适用不同于进入标签循环当时的工作模式、处理方法、适用参数来执行处理,以此来克服现有的标签循环方式所具有的限制性。加上,根据本实施例,将用于实时工作的系统内存用作标签循环内存,而不是使用独立的内存,适用于实时工作的图形处理器的有效的系统内存访问方式可直接用于标签循环工作。

[0091] 接着,参照图9b及图10b,对于将保存到系统内存的第二区域的数据用作标签回路用数据的实施例进行说明。如上所述,在第二区域中保存有对于信道数据执行波束赋形等附加处理的数据。

[0092] 主机PC在实时图像生成过程中根据使用者的特定输入转换为标签循环工作 (步骤S1060)。当进行标签循环工作时,图形处理器以直接内存存取方式访问保存有已执行系统内存530的波束赋形等附加处理的数据的第二区域,选择性地将拟重新构成图像的区间的数据复制到自身的本地内存 (步骤S1070),确保针对已复制的数据可执行下一个进程 (步骤S1080)。本实施例与图9a及图10a的实施例的不同点在于,回放 (Playback) 信息受到保存于系统内存的第二区域当时的特定处理方式的限制 (现有的标签循环方式的限制),但依然具有适用于实时工作的图形处理器的有效的系统内存访问方式可直接用于标签循环工作的优点。

[0093] 在以上实施例中,按照依次实施各步骤的情况进行了记载,但这仅仅是示例性地说明本发明的一实施例的技术思想。也就是说,在本发明的一实施例所属技术领域的普通技术人员可在不超出本发明的一实施例的本质特性范围内,变更各实施例中记载的顺序来实施,或者并列实施至少一个步骤,以此可进行各种修改及变形来应用,前述的实施例并非受限于时间顺序层面上的顺序。

[0094] 另一方面,以前述的实施例说明的超声波图像生成方法能够以计算机可读存储介

质和计算机可读编码来实现。计算机可读存储介质包括保存有可由计算机系统读取的数据的所有类型的存储装置。即,计算机可读存储介质包括磁存储介质(例如,只读存储器、软磁盘、硬盘等)、光学读取介质(例如,只读光盘存储器、数字影像光盘等)及载波(例如,通过互联网的传输)等存储介质。并且,计算机可读存储介质分散在以网络相连接的计算机系统中,可保存并执行能够以分散方式由计算机读取的编码。

[0095] 以上说明仅为针对本发明的技术思想的示例性说明,本发明所属技术领域的普通技术人员可在不脱离本发明的本质特性的范围内进行各种修订及变形。因此,本实施例是用于说明本实施例的技术思想,而并非用于限定,本发明的技术思想的范围不受这种实施例的限定。本实施例的保护范围应由本发明所要保护的内容来予以解释,并且在与此等等的范围内的所有技术思想应解释成包含在本实施例的保护范围。

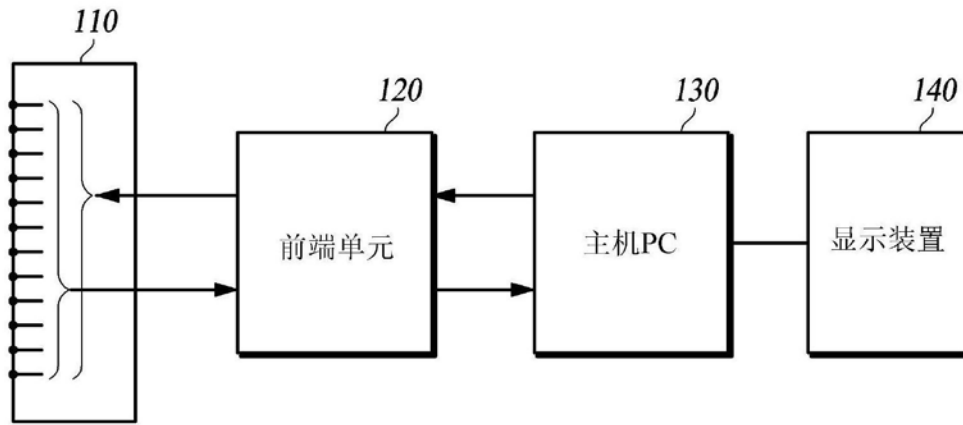


图1

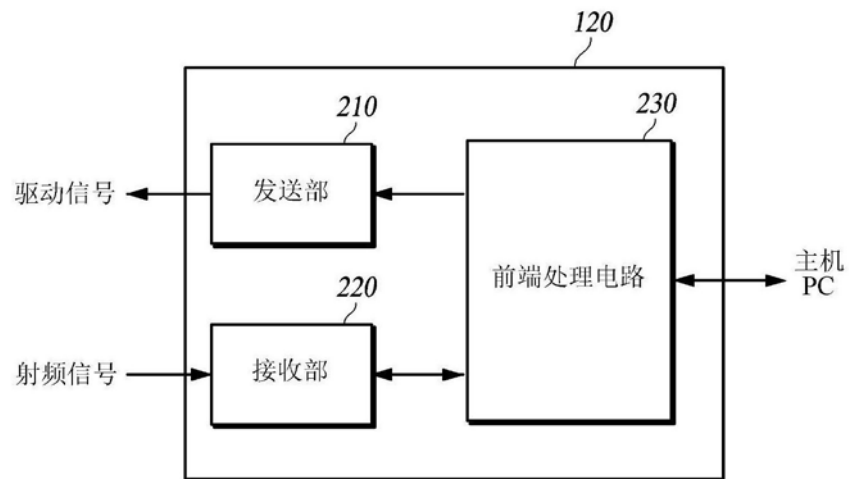


图2

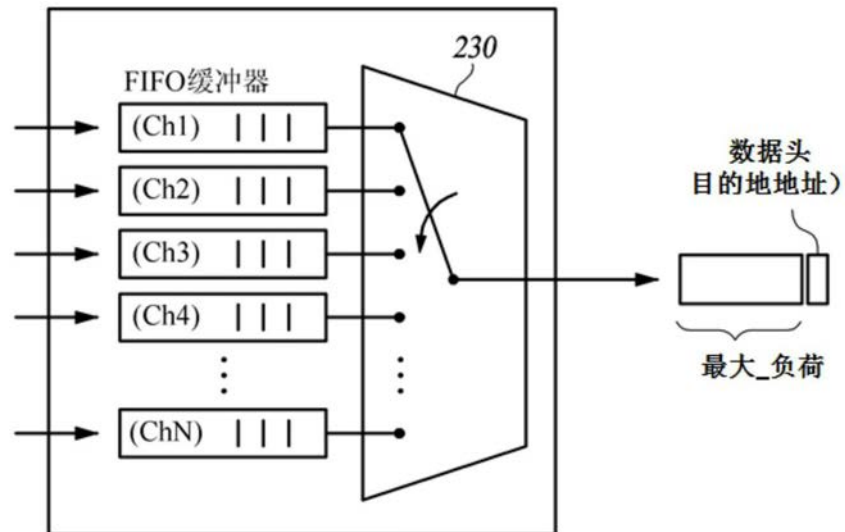


图3

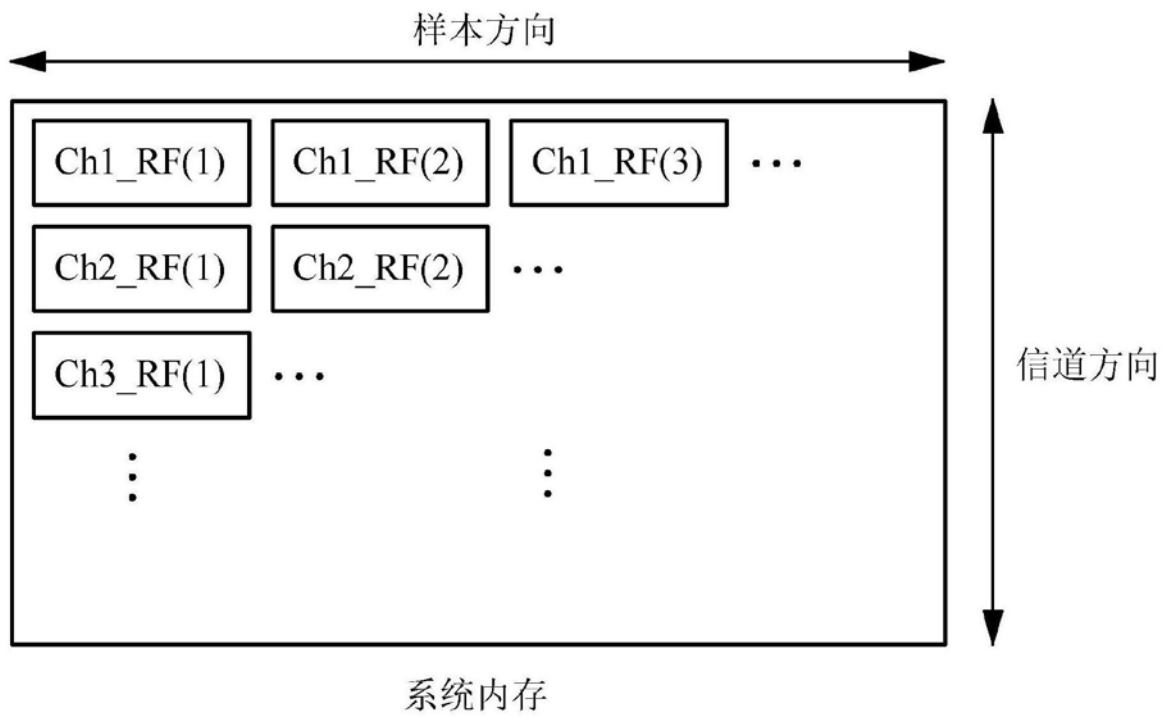


图4

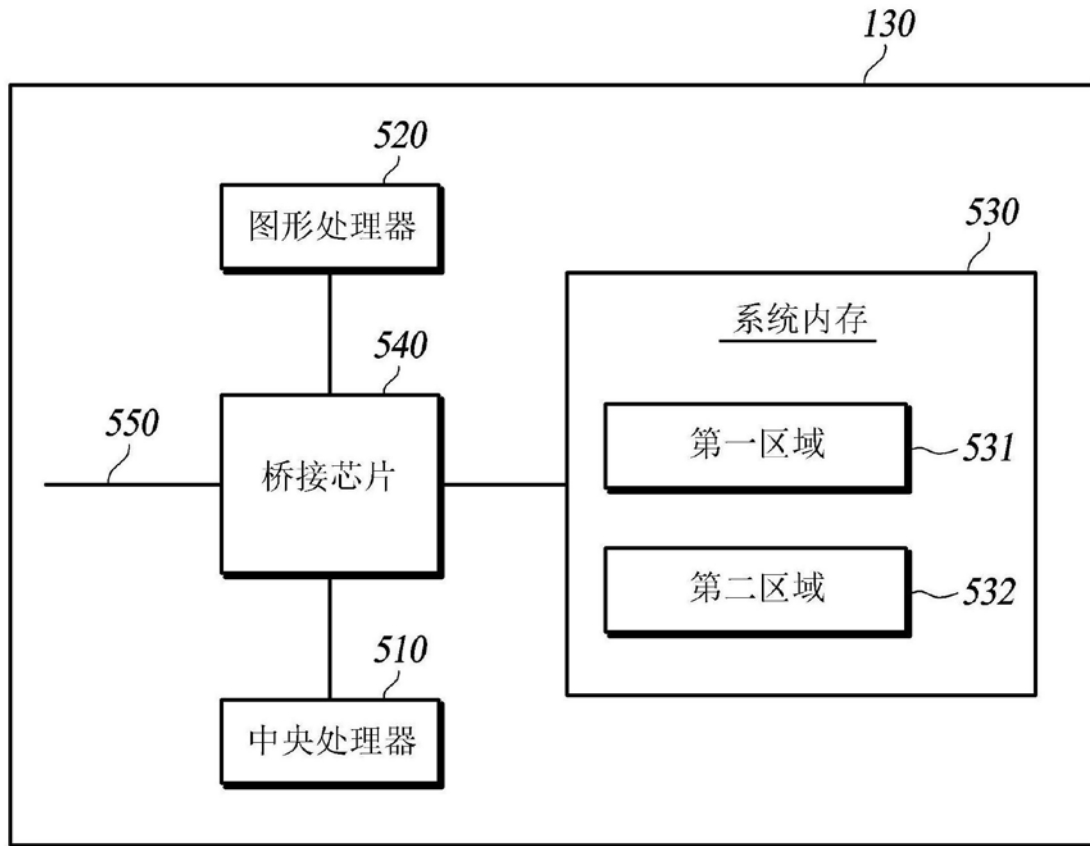


图5

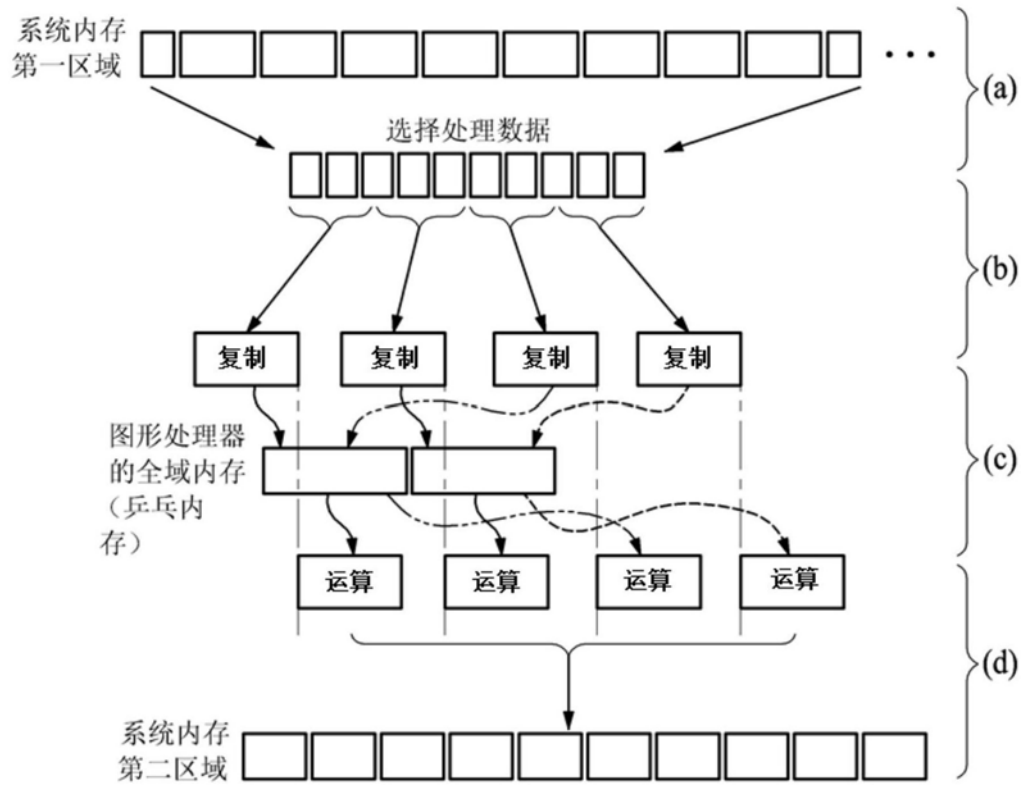


图6

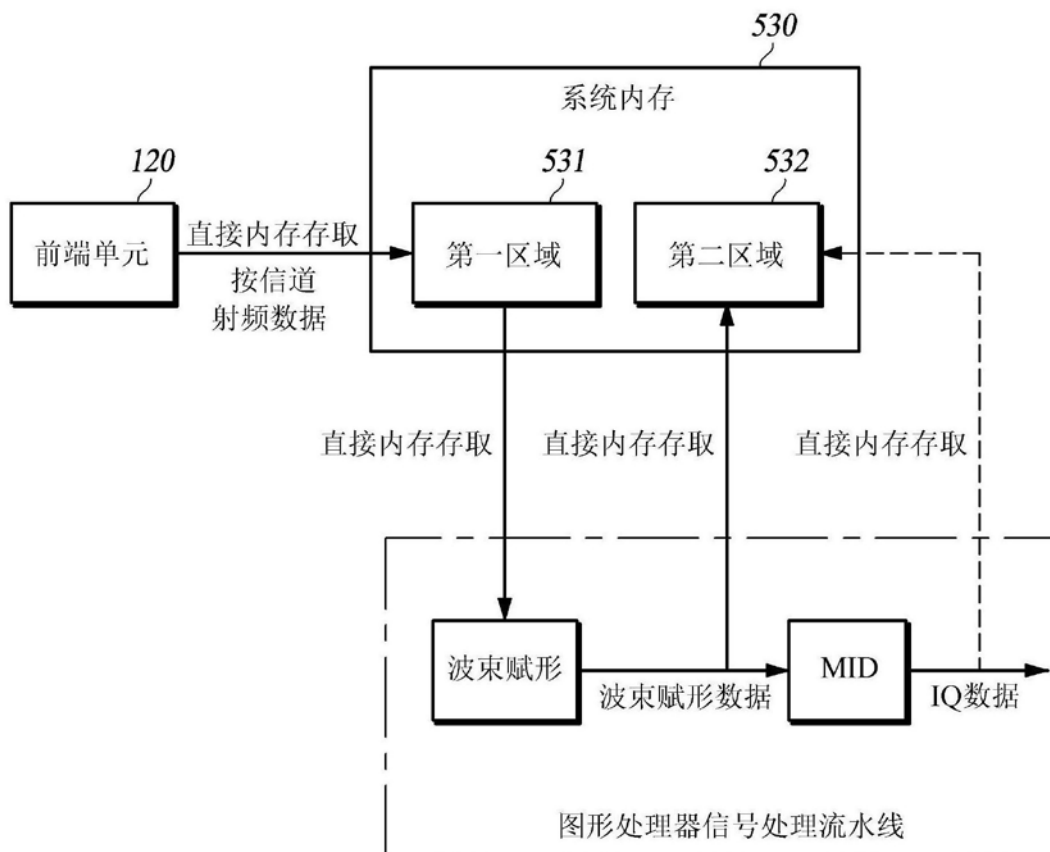


图7

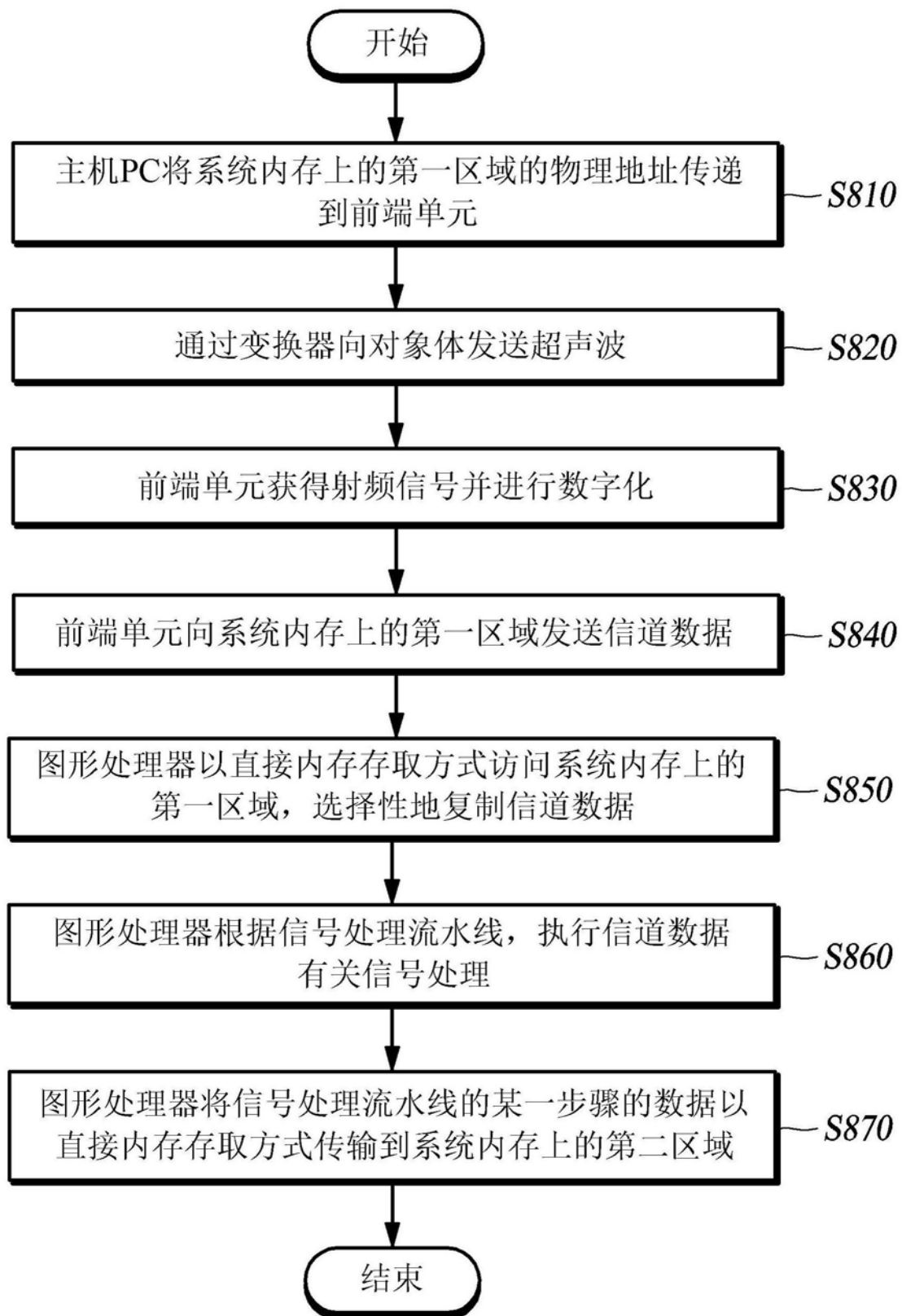


图8

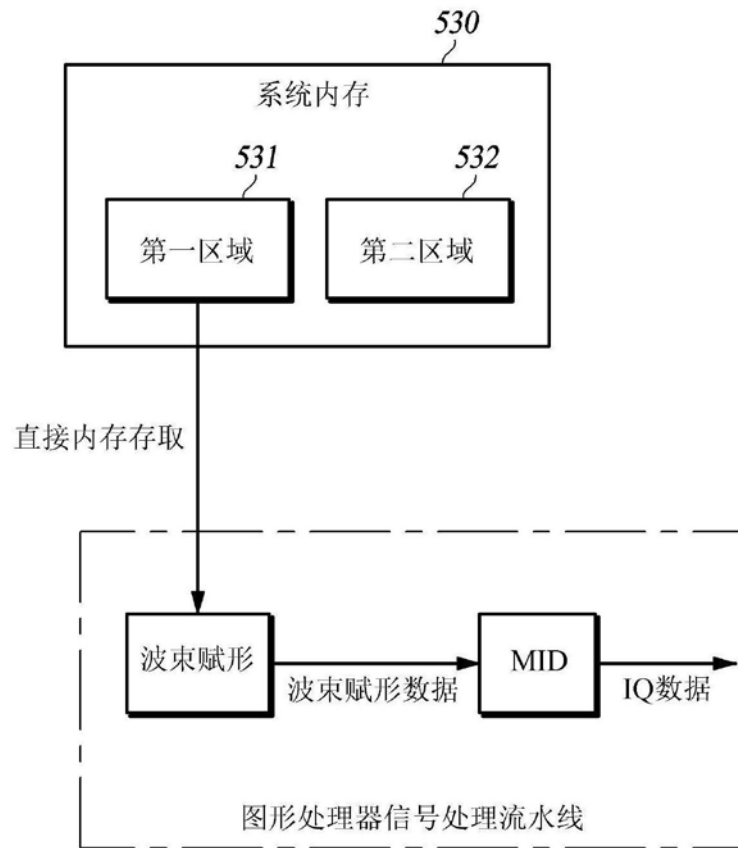


图9a

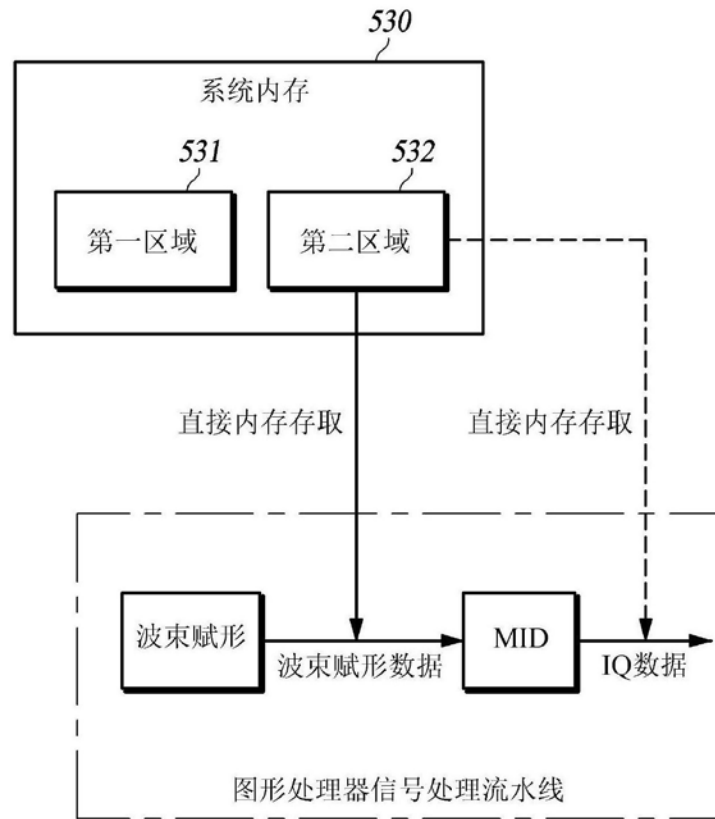


图9b

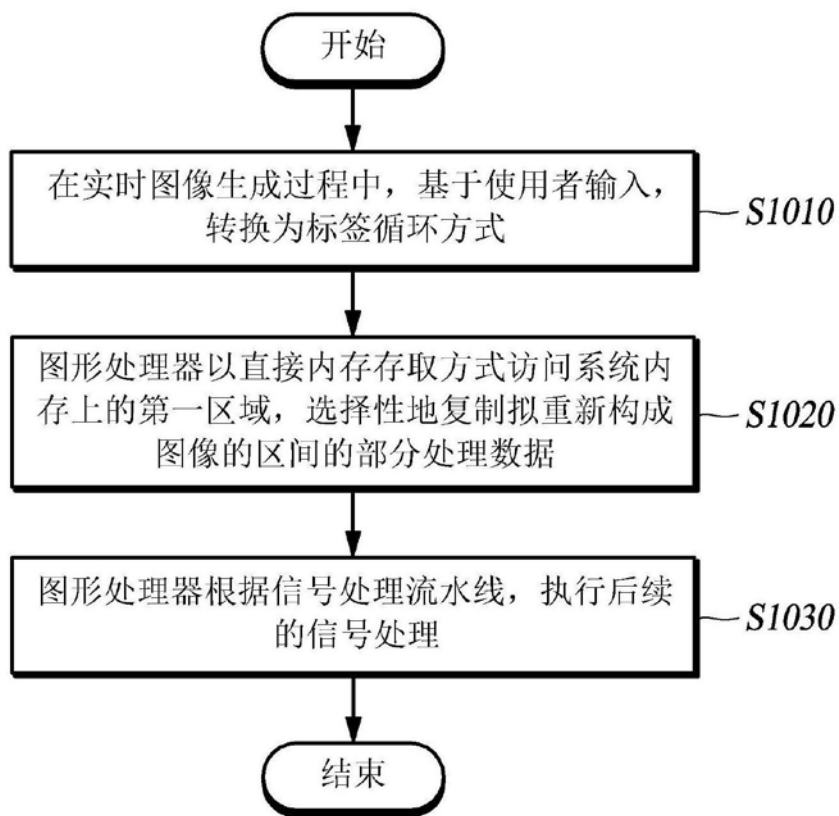


图10a

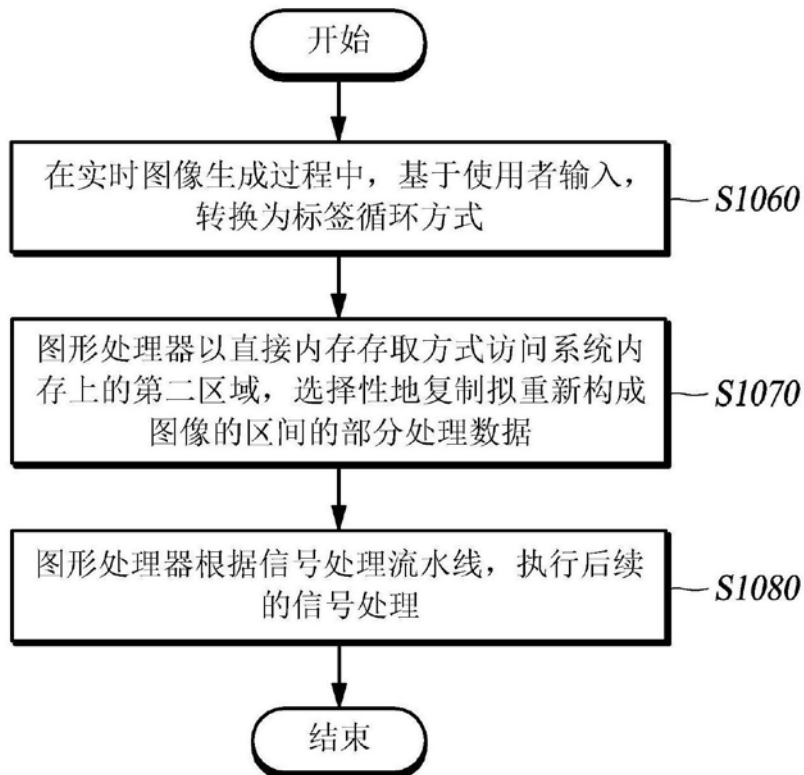


图10b

专利名称(译)	基于软件的超声波成像系统		
公开(公告)号	CN106102584B	公开(公告)日	2019-06-21
申请号	CN201480077182.0	申请日	2014-03-14
[标]申请(专利权)人(译)	爱飞纽医疗机械贸易有限公司		
申请(专利权)人(译)	爱飞纽医疗机械贸易有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	爱飞纽医疗机械贸易有限公司		
[标]发明人	张善烨 具滋云 姜承范 孙健豪		
发明人	张善烨 具滋云 姜承范 孙健豪		
IPC分类号	A61B8/00		
其他公开文献	CN106102584A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开基于软件的超声波成像系统。根据本实施例的一实施方式，在基于软件的超声波成像系统中，提供可有效地传输、处理及保存信道数据(或Raw数据)的方法及技术。

