[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01S 15/89 (2006.01)
G01S 7/52 (2006.01)
G10K 11/34 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03823695.8

[45] 授权公告日 2009 年 12 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 100565242C

[22] 申请日 2003.9.1 [21] 申请号 03823695.8

[30] 优先权

[32] 2002.10.4 [33] US [31] 10/264,900

[86] 国际申请 PCT/IB2003/003999 2003.9.1

[87] 国际公布 WO2004/031802 英 2004.4.15

[85] 进入国家阶段日期 2005.4.4

[73] 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 M·D·波兰德 B·J·萨沃尔德

M·P·安东尼

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 吴立明 梁 永

[56] 参考文献

CN1170560A 1998.1.21

US 4019169 A 1977.4.19

审查员 隋 欣

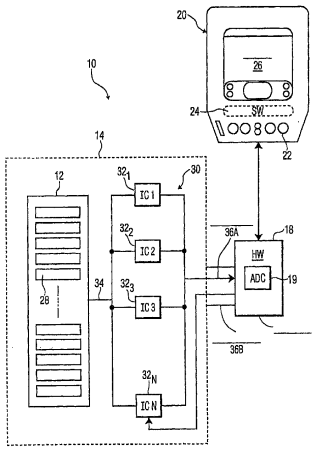
权利要求书 5 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称

针对 1D 阵列超声波探头的方法和设备

[57] 摘要

一种相控阵列超声扫描设备包括具有发送和接收元件的超声换能器元件的一维(1－D)阵列。该 1－D 阵列响应于发送器，该发送器被配置来激励发送元件，用来产生导入感兴趣区域的发送声束。可操作地连接到 1－D 阵列的接收波束生成器合成接收波束，以响应从感兴趣区域中接收到的发送声束的回波。接收波束生成器包括模拟随机存取存储器(ARAM)延迟元件，该模拟随机存取存储器(ARAM)元件被配置来延迟从接收元件中接收到的信号，并在该接收波束生成器的输出端上提供该被延迟的信号作为波束形成的 RF 输出。该波束形成的 RF 输出适合用于形成感兴趣区域的图像。



1. 一种相控阵列超声扫描设备，其包括:

包括发送和接收元件的超声换能器元件的一维阵列，所述一维阵列响应于一个发送器，该发送器被配置来激励发送元件，用来产生导入感兴趣区域的发送声束；以及

可操作地连接到所述一维阵列的接收波束生成器，所述接收波束生成器被配置来合成接收波束，以响应从感兴趣区域中接收到的发送声束的回波，所述接收波束生成器包括模拟随机存取存储器元件，该模拟随机存取存储器元件被配置来延迟从接收元件中接收到的信号，并在所述接收波束生成器的输出端上提供该被延迟的信号作为波束形成的 RF 输出，该波束形成的 RF 输出适合用于形成感兴趣区域的图像，

其中所述模拟随机存取存储器包括第一和第二计数器，用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在恒定值而提供固定的静态聚焦或用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在变化的值而提供动态的聚焦。

2. 权利要求 1 所述的设备，其中所述一维阵列包括从由相控阵列、直线相控阵列和曲线相控阵列组成的组中选择出的一个。

3. 权利要求 1 所述的设备，其中所述接收波束生成器被配置来实施静态聚焦。

4. 权利要求 3 所述的设备，其中所述波束形成的 RF 输出适合用于通过拼接以产生贯穿更大景深的一致的分辨率来形成图像。

5. 权利要求 1 所述的设备，其中所述接收波束生成器被配置来实施动态聚焦。

6. 权利要求 1 所述的设备，还包括:

用来检测感兴趣区域的图像以响应波束形成的 RF 输出的装置；以及

可操作地连接到所述检测装置的装置，用来显示所检测到的图像。

7. 权利要求 6 所述的设备，其中所述换能器阵列、所述接收波束生成器、所述图像检测装置和所述显示装置包括单个封装。

8. 权利要求 6 所述的设备，其中所述换能器阵列和所述接收波束生成器包括第一封装，而所述图像检测装置和所述显示装置包括第

二封装，其中该第一封装被可操作地耦合到该第二封装。

9. 权利要求 6 所述的设备，其中所述换能器阵列包括第一封装，而所述接收波束生成器、所述图像检测装置和所述显示装置包括第二封装，其中该第一封装被可操作地耦合到该第二封装。

10. 权利要求 6 所述的设备，还包括:

可操作地连接到所述图像检测装置和所述显示装置的用户接口，所述用户接口被配置来控制所述图像检测装置和所述显示装置中的至少一个的控制参数。

11. 权利要求 10 所述的设备，其中所述图像检测装置、所述显示装置和所述用户接口包括从由便携式个人计算机、个人数字助理和袖珍个人计算机组成的组中选择出的一个。

12. 权利要求 10 所述的设备，其中声学数据信号和所述控制参数中的一个或多个通过接口传送到所述检测装置和所述显示装置，该接口从由压缩闪存、PCMCIA、USB、火线、光纤通道、PCI 和 UART 组成的组中被选择出。

13. 一种相控阵列超声扫描设备，其包括:

包括发送和接收元件的超声换能器元件的一维阵列，所述一维阵列响应于一个发送器，该发送器被配置来激励发送元件，用来产生导入感兴趣区域的发送声束;

可操作地连接到所述一维阵列的接收波束生成器，所述接收波束生成器被配置来合成接收波束，以响应从感兴趣区域中接收到的发送声束的回波，所述接收波束生成器包括模拟随机存取存储器元件，该模拟随机存取存储器元件被配置来延迟从接收元件中接收到的信号，并在所述接收波束生成器的输出端上提供该被延迟的信号作为波束形成的 RF 输出，该波束形成的 RF 输出适合用于形成感兴趣区域的图像;

用来检测感兴趣区域的图像以响应该波束形成的 RF 输出的装置;以及

可操作地连接到所述检测装置的装置，用来显示所检测到的图像，其中所述换能器阵列、所述接收波束生成器、所述图像检测装置和所述显示装置共同包括从由可操作地耦合到一起的各个物理单元和可操作地耦合到一起的物理单元的组合组成的组中选择出的至少一个的配置，

其中所述模拟随机存取存储器包括第一和第二计数器，用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在恒定值而提供固定的静态聚焦或用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在变化的值而提供动态的聚焦。

14. 一种用于相控阵列超声扫描的方法，其包括:

提供了包括发送和接收元件的超声换能器元件的一维阵列，所述一维阵列响应于一个发送器，该发送器被配置来激励发送元件，用来产生导入感兴趣区域的发送声束；以及

将接收波束生成器配置来可操作地连接到一维阵列，并合成接收波束以响应从感兴趣区域中接收到的发送声束的回波，该接收波束生成器包括模拟随机存取存储器元件，该模拟随机存取存储器元件被配置来延迟从接收元件中接收到的信号，并在该接收波束生成器的输出端上提供该被延迟的信号作为波束形成的 RF 输出，该波束形成的 RF 输出适合用于形成感兴趣区域的图像，

其中所述模拟随机存取存储器包括第一和第二计数器，用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在恒定值而提供固定的静态聚焦或用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在变化的值而提供动态的聚焦。

15. 权利要求 14 所述的方法，其中所述一维阵列包括从由相控阵列、直线相控阵列和曲线相控阵列组成的组中选择出的一个。

16. 权利要求 14 所述的方法，还包括配置所述接收波束生成器来实施静态聚焦。

17. 权利要求 16 所述的方法，其中所述波束形成的 RF 输出适合用于通过拼接以产生贯穿更大景深的一致的分辨率来形成图像。

18. 权利要求 14 所述的方法，还包括配置所述接收波束生成器来实施动态聚焦。

19. 权利要求 14 所述的方法，还包括:

通过图像检测器检测感兴趣区域的图像，以响应所述波束形成的 RF 输出；以及

通过显示器显示所检测到的图像。

20. 权利要求 19 所述的方法，还包括:

将所述换能器阵列、所述接收波束生成器、图像检测器和显示器组合成单个封装。

21. 权利要求 19 所述的方法，还包括:

将所述换能器阵列、接收波束生成器、检测器和显示器组合成封装的多种组合中的至少一个。

22. 权利要求 19 所述的方法，还包括:

将用户接口配置来控制图像检测器和显示器中的至少一个的控制参数。

23. 权利要求 22 所述的方法，其中所述图像检测器、显示器和用户接口包括从由便携式个人计算机、个人数字助理和袖珍个人计算机组成的组中选择出的一个。

24. 权利要求 22 所述的方法，其中声学数据信号和所述控制参数中的一个或多个通过接口传送到所述图像检测器和所述显示器，该接口从由压缩闪存、PCMCIA、USB、火线、光纤通道、PCI 和 UART 组成的组中被选择出。

25. 一种相控阵列超声扫描的方法，其包括:

提供了包括发送和接收元件的超声换能器元件的一维阵列，该一维阵列响应于一个发送器，该发送器被配置来激励发送元件，用来产生导入感兴趣区域的发送声束;

将接收波束生成器配置来可操作地连接到一维阵列，并合成接收波束以响应从感兴趣区域中接收到的发送声束的回波，该接收波束生成器包括模拟随机存取存储器元件，该模拟随机存取存储器元件被配置来延迟从接收元件中接收到的信号，并在所述接收波束生成器的输出端上提供该被延迟的信号作为波束形成的 RF 输出，该波束形成的 RF 输出适合用于形成感兴趣区域的图像;

通过图像检测器检测感兴趣区域的图像以响应该波束形成的 RF 输出; 以及

通过显示器显示所检测到的图像，其中该换能器阵列、接收波束生成器、图像检测器和显示器共同包括可操作地耦合到一起的封装的多种组合中的至少一种的配置，

其中所述模拟随机存取存储器包括第一和第二计数器，用于响应

于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在恒定值而提供固定的静态聚焦或用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在变化的值而提供动态的聚焦。

针对1D阵列超声波探头的方法和设备

技术领域

本发明公开涉及超声成像设备，并且更特别地涉及一种针对 1-D 阵列超声波探头的方法和设备。

背景技术

相控阵列超声波成像系统已被用来产生人体内部的实时图像。这种成像系统包括多通道发送波束生成器和多通道接收波束生成器，它们或者利用发送/接收开关耦合到超声换能器的单个阵列，或者独立耦合到发送换能器阵列和接收换能器阵列。发送波束生成器产生定时电脉冲，并将它们以预定的时标序列施加到各个换能器元件。换能器响应于所述电脉冲，并发射相应的压力波，所述压力波被定相以形成发送波束，该发送波束沿来自换能器阵列的预定方向传播。

当发送波束通过人体时，从具有不同声学特性的组织结构向换能器阵列散射回一部分声能。接收换能器阵列（其可以与发送阵列相同）将压力脉冲转换成相应电脉冲。由于距离不同，从组织结构散射的超声能量在不同的时间返回到各个换能器。每个换能器产生电信号，该电信号被放大并提供给接收波束生成器的一个处理通道。接收波束生成器具有多个处理通道，其具有与求和元件连接的补偿延迟元件。所述系统针对每个通道选择一个延迟值，以采集从所选择的点散射的回波。

因此，当被延迟的信号被求和时，从对应于所选择点的信号中产生强信号，而对应于不同时间的从其它点到达的信号具有不同的相位关系，并因此产生破坏性的干涉。补偿延迟元件的相对延迟相对于换能器阵列控制了接收波束的方向。通过在从给定的发送事件接收回波期间改变延迟，接收波束生成器可以将接收波束转为具有想要的方向，并可以在深度的范围上动态地聚焦。

为了采集成像数据，发送波束生成器引导换能器阵列沿着在想要的扫描图案上分布的多条发送扫描线发射超声波束。对于每个发送波束，连接到接收波束生成器的接收换能器阵列合成一个或几个具有所选择方向的接收波束。发送和接收波束形成往返波束（即“质心”波

束），其在预定的角间距上被产生以构建楔形声学图像，或者在预定的线间距上被产生以构建平行四边形形状的声学图像。前述图案的任意组合可以用来产生更复杂的具有任意声学采样密度的扫描图像形状。

一维阵列可以具有多达几百个元件。这些元件典型地被连接到具有 128 个处理电子设备的通道的系统。在这些通道内的接收波束生成器使用涉及 A/D 转换器和数字电路的数字信号处理。此电路采用了相当大的尺寸数量和功率，以致手持式系统不能利用此方法来构建。

发明内容

通常，超声成像设备是与探头连接的巨大、昂贵的超声设备，并且不是很轻便，所述探头不含有集成的高压脉冲发生器，也不包含发送/接收波束形成。

因此，理想的是提供一种超声成像系统体系结构，其使用了用于提供二维图像的大的换能器阵列并且在尺寸、成本和复杂度方面都是实用的。

相控阵列超声扫描设备包括具有发送和接收元件的超声换能器元件的一维（1-D）阵列。1-D 阵列响应于发送器，所述发送器被配置来激励发送元件，用于产生导入感兴趣区域的发送声束。可操作地连接到 1-D 阵列的接收波束生成器合成接收波束，以响应从感兴趣区域中接收到的发送声束的回波。接收波束生成器包括模拟随机存取存储器（ARAM）延迟元件，其被配置来延迟从接收元件中接收到的信号，并在接收波束生成器的输出端上提供该被延迟的信号作为波束形成的 RF 输出。波束形成的 RF 输出适合用于形成感兴趣区域的图像。

根据本发明的一个实施方式，提供了一种相控阵列超声扫描设备，其包括:包括发送和接收元件的超声换能器元件的一维阵列，所述一维阵列响应于一个发送器，该发送器被配置来激励发送元件，用来产生导入感兴趣区域的发送声束。可操作地连接到所述一维阵列的接收波束生成器，所述接收波束生成器被配置来合成接收波束，以响应从感兴趣区域中接收到的发送声束的回波，所述接收波束生成器包括模拟随机存取存储器元件，该模拟随机存取存储器元件被配置来延迟从接收元件中接收到的信号，并在所述接收波束生成器的输出端上提供该被延迟的信号作为波束形成的 RF 输出，该波束形成的 RF 输出适合用于形成感兴趣区域的图像。其中所述模拟随机存取存储器包括第一和

第二计数器，用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在恒定值而提供固定的静态聚焦或用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在变化的值而提供动态的聚焦。

根据本发明的另一种实施方式，提供了一种相控阵列超声扫描设备。其包括:包括发送和接收元件的超声换能器元件的一维阵列，所述一维阵列响应于一个发送器，该发送器被配置来激励发送元件，用来产生导入感兴趣区域的发送声束；可操作地连接到所述一维阵列的接收波束生成器，所述接收波束生成器被配置来合成接收波束，以响应从感兴趣区域中接收到的发送声束的回波，所述接收波束生成器包括模拟随机存取存储器元件，该模拟随机存取存储器元件被配置来延迟从接收元件中接收到的信号，并在所述接收波束生成器的输出端上提供该被延迟的信号作为波束形成的 RF 输出，该波束形成的 RF 输出适合用于形成感兴趣区域的图像；用来检测感兴趣区域的图像以响应该波束形成的RF输出的装置;以及可操作地连接到所述检测装置的装置，用来显示所检测到的图像，其中所述换能器阵列、所述接收波束生成器、所述图像检测装置和所述显示装置共同包括从由可操作地耦合到一起的各个物理单元和可操作地耦合到一起的物理单元的组合组成的组中选择出的至少一个的配置。所述模拟随机存取存储器包括第一和第二计数器，用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在恒定值而提供固定的静态聚焦或用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在变化的值而提供动态的聚焦。

根据本发明的另一种实施方式，提供了一种用于相控阵列超声扫描的方法，其包括：包括发送和接收元件的超声换能器元件的一维阵列，所述一维阵列响应于一个发送器，该发送器被配置来激励发送元件，用来产生导入感兴趣区域的发送声束；以及将接收波束生成器配置来可操作地连接到一维阵列，并合成接收波束以响应从感兴趣区域中接收到的发送声束的回波，该接收波束生成器包括模拟随机存取存储器元件，该模拟随机存取存储器元件被配置来延迟从接收元件中接收到的信号，并在该接收波束生成器的输出端上提供该被延迟的信号作为波束形成的 RF 输出，该波束形成的 RF 输出适合用于形成感兴趣

区域的图像。所述模拟随机存取存储器包括第一和第二计数器，用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在恒定值而提供固定的静态聚焦或用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在变化的值而提供动态的聚焦。

根据本发明的另一实施方式，提供一种相控阵列超声扫描的方法，其包括：提供了包括发送和接收元件的超声换能器元件的一维阵列，该一维阵列响应于一个发送器，该发送器被配置来激励发送元件，用来产生导入感兴趣区域的发送声束；将接收波束生成器配置来可操作地连接到一维阵列，并合成接收波束以响应从感兴趣区域中接收到的发送声束的回波，该接收波束生成器包括模拟随机存取存储器元件，该模拟随机存取存储器元件被配置来延迟从接收元件中接收到的信号，并在所述接收波束生成器的输出端上提供该被延迟的信号作为波束形成的 RF 输出，该波束形成的 RF 输出适合用于形成感兴趣区域的图像；通过图像检测器检测感兴趣区域的图像以响应该波束形成的 RF 输出；以及通过显示器显示所检测到的图像，其中该换能器阵列、接收波束生成器、图像检测器和显示器共同包括可操作地耦合到一起的封装的多种组合中的至少一种的配置。其中所述模拟随机存取存储器包括第一和第二计数器，用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在恒定值而提供固定的静态聚焦或用于响应于第一和第二计数器之间的时间差对沿着声传输线的所有像素保持在变化的值而提供动态的聚焦。

附图说明

图 1 是根据本发明公开的一个实施例的相控阵列超声成像系统的示意图；

图 2 是根据本发明公开的一个实施例的包括可操作地耦合到发送波束生成器和接收波束生成器的超声换能器 1-D 阵列的成像系统的示意图；

图 3 是可操作地耦合到可编程延迟线的几个说明性的换能器元件的方框示意图，该可编程延迟线被连接到接收波束生成器的求和点；以及

图 4 是在本发明公开的超声成像系统的接收波束生成器中用作可

编程延迟元件的模拟随机存取存储器元件的示意图。

具体实施方式

参考图 1，相控阵列超声成像系统 10 包括位于换能器手柄 14 中的换能器元件的阵列 12。换能器手柄 14 通过换能器电缆 16 和换能器接口 18 可操作地耦合到电子单元 20。接口 18 可以包括例如用于将模拟信号转换为相应的数字信号的模拟数字转换器 19(ADC)以及其它电路。电子单元 20 包括控制面板 22、操作和应用软件 24，并提供成像信号给显示器 26。软件 24 包括用于图像检测和扫描变换的部件。图像检测优选地包括如下步骤：RF 滤波、混频、分析回波包络检测、记录和进一步平滑。扫描变换将回波数据从所扫描的声传输线的格式变换为优选地显示器 26 的笛卡儿格式。

换能器阵列 12 可以包括几百个换能器元件 28，其按照特定超声成像系统的需要被构造为大的一维阵列、相控阵列（PA）、直线阵列（LA）或曲线阵列（CLA）。此外，换能器阵列 12 可以具有被布置到沿着一维阵列分布的独立的发送和接收阵列的换能器元件。可替代地，换能器发送和接收元件可以沿着一维阵列在半随机的图案上分布。

换能器手柄 14 包括发送脉冲发生器和相关的高压驱动器、低噪声接收前置放大器、以及延迟和求和电路，其通常由参考编号 30 来表示。在一个实施例中，重要的是元件被集成在小的体积内并被放置在换能器手柄 14 的内部。

换能器电缆 16 包括至少一根信号线、电源线、时钟线和数字通信。

可替代地，换能器阵列 12 使用相同的换能器元件来发射发送波束与检测接收波束。在这种结构中，成像系统 10 包括发送/接收开关（未在图 1 中示出的 T/R 开关）以根据操作方式在发送波束生成器和接收波束生成器之间进行切换。在传输超声能量期间，所述开关将元件连接到发送波束生成器并保护接收波束生成器。在发射发送波束之后，T/R 开关将换能器元件连接到接收波束生成器。

在一个实施例中，超声成像系统 10 利用具有例如 128 个换能器元件的一维换能器阵列 12 以获得人的器官或感兴趣区域的二维图像数据。成像系统 10 利用大约一半的换能器元件来发送超声能量，并利用另一半来接收超声能量。发送和接收元件被随机地分布在阵列 12 上。通过隔离发送和接收元件，该系统可以不用 T/R 开关而被构造，因此

减少了系统的复杂度。

每个集成电路 32 可以包括一组产生发送脉冲的数字脉冲发生器和将发送脉冲放大到大约 100 伏特（～100v）的数量级的高压驱动器电路，所述大约 100 伏特用来激励换能器元件来发射超声。每个集成电路还可以包括低噪声接收前置放大器、模拟延迟电路以执行接收波束形成，以及数字控制电路，正如下面进一步讨论的一样。低噪声接收前置放大器预放大换能器信号，并将预放大的信号提供给延迟电路。延迟电路通过将所选择的延迟值应用到信号上来执行接收波束形成。

图 2 是具有可操作地耦合到发送波束生成器 38 和可操作地耦合到接收波束生成器 40 的换能器阵列 12 的成像系统 10 的框图。

如结合图 3 所述，接收波束生成器 40 的通道 44_i 包括连接到求和元件 48（求和点）的可编程延迟元件 46。接收波束生成器 40 的每个相应通道的可编程延迟元件 44_i 延迟相应的各个换能器信号并连接到求和点 48。求和点将被延迟的信号加起来，并将求和的信号提供给接收波束生成器 40 的通道输出 50。

再次参考图 2，系统控制器 52 包括微处理器和相关的存储器。控制器 52 被配置来控制成像系统 10 的操作。系统控制器 52 通过总线 54 将延迟命令提供给发送波束生成器通道。延迟数据将所产生的发送波束转向并聚焦在楔形发送图案、平行四边形形状的发送图案或其它图案的发送扫描线上。

系统控制器 52 还通过总线 56 将延迟命令提供给接收波束生成器的通道。所施加的相对延迟控制所合成的接收波束的转向和聚焦。每个接收波束生成器通道 44_i 包括可变增益放大器和延迟元件，该可变增益放大器控制增益作为接收到的信号深度的函数，该延迟元件延迟声学数据以实现所合成波束的波束转向和动态聚焦。求和元件 48 接收来自波束生成器通道的输出，并将该输出加起来以将所得到的波束生成器信号 50 提供给图像发生器 58。

波束生成器信号表示沿着接收扫描线合成的接收超声波束。图像发生器 58 构造了由多个往返波束探测的区域的图像，所述多个往返波束在扇形图案、平行四边形图案或其它图案上被合成。

发送波束生成器可以包括如例如在美国专利号为 4,140,022、5,469,851 或 5,345,426 中所描述的模拟的或数字的波束生成器，其中

所有的专利被并入以供参考。

可替代地，发送波束生成器可以使用与接收波束生成器相同的模拟延迟元件。在这种结构中，开关用来切换模拟延迟电路，以在发送期间延迟发送信号以及在信号接收期间延迟接收信号。模拟延迟电路可以被用来延迟模拟信号或数字脉冲。

再次参考图 3，接收波束生成器 40 包含模拟接收波束生成器，其包括一组连接到求和元件 48 的可编程延迟线 46_1、46_2、46_3和 46_N。求和元件 48 的输出 50 提供接收波束生成器 40 的被延迟的和被求和的信号。可编程延迟线 46_i被实施为模拟延迟线。每条模拟延迟线 46_i包括如结合图 4 所述的模拟 RAM。

如在此所述，超声系统包括换能器元件的阵列。换能器元件被可操作地耦合到接收波束生成器通道，所述波束生成器通道包括模拟延迟线，该延迟是可配置的。

现在参考图 4，模拟随机存取存储器（RAM）设备 60 被配置为可编程延迟元件。RAM 设备 60 包括一组 M 个存储电容器 62_1、62_2、62_3、...、62_M，用来利用分别连接到输入开关 65_1、65_2、...、65_M和输出开关 67_1、67_2、...、67_M的解码器 64 和 68 来存储 M 个输入采样信号。输入缓冲器 68 接收换能器信号，该换能器信号然后被由解码器 64 控制的输入开关 65_i发送到存储电容器 62_i。耦合到输出开关 67_i的解码器 66 对各个电容器的电荷在由输入计数器 70 和输出计数器 72 之间的定时差确定的延迟时间上进行采样。因此，换能器信号在从输入缓冲器 68 传送到输出缓冲器 74 时被延迟了所选择的延迟时间。

在一个实施例中，在两个计数器 70 和 72 之间的时间差通过使两个计数器的时钟（CLK1 和 CLK2）相同来使针对沿着声传输线的所有像素保持在恒定值。这个实施例提供了固定的静态聚焦。

在另一个实施例中，在两个计数器 70 和 72 之间的时间差通过对两个计数器使用不同的时钟而沿着声传输线变化。通过对两个时钟选择合适的脉冲流，可以对沿着声传输线的所有像素保持聚焦。这个实施例提供了动态的聚焦。

再次参考图 2，成像系统 10 包括系统控制器 52，其具有被配置来提供延迟值给发送和接收波束生成器的数字控制电路，正如由数据总线 54 和 56 所示意性示出的一样。发送和接收波束生成器都被配置来通过这些数据总线接收延迟值。

如在此所公开的那样，相控阵列超声扫描设备包括包含发送和接收元件的超声换能器元件的一维（1-D）阵列。1-D 阵列响应于发送器，该发送器被配置来激励发送元件，用来产生导入感兴趣区域的发送声束。所述设备还包括可操作地连接到 1-D 阵列的接收波束生成器。所述接收波束生成器被配置来合成接收波束，以响应从感兴趣区域中接收到的发送声束的回波。此外，所述接收波束生成器包括模拟随机存取存储器（aRAM）元件，其被配置来延迟从接收元件中接收到的信号，并在接收波束生成器的输出端上提供该被延迟的信号作为波束形成的 RF 输出。所述接收波束生成器还包括加法器，其被配置来对被延迟的信号求和并产生波束形成的 RF 输出，以响应于被延迟的信号的总和。所述波束形成的 RF 输出适合用于形成感兴趣区域的图像。

在一个实施例中，接收波束生成器被配置来实施静态波束形成。对于静态波束形成，波束形成的 RF 输出适合用于通过拼接以产生贯穿更大景深（depth of field）的一致的分辨率来形成图像。拼接使用了在给定方向上每条扫描线的多个发送事件，每个发送事件在连续更浅的深度处被聚焦。所接收到的来自连续事件的声学数据集被系统处理器采集，并且来自连续数据集的相邻部分被删节以便它们的数据在相应发送事件的焦点附近。所删节的数据集被组合成一个具有比任何供给者接收线在深度方面更优的复合接收线。所述拼接过程对于整个图像扫描的每条扫描线进行重复。

在另一个实施例中，接收波束生成器被配置来实施动态波束形成，其包括随着时间动态更新延迟值，以便针对沿着声传输线的所有像素维持聚焦。

相控阵列超声扫描设备还包括包含硬件和软件的适当的检测器，用于检测感兴趣区域的图像以响应波束形成的 RF 输出。此外，所述设备包括可操作地连接到检测器的显示单元，用于显示检测到的图像。用户接口被可操作地连接到图像检测器和显示单元，所述用户接口被配置来控制图像检测器和显示单元中的至少一个的控制参数。在一个实施例中，图像检测器、显示器和用户接口包括便携式个人计算机（PC）、个人数字助理（PDA）和袖珍 PC 中的一个或多个。

在一个实施例中，换能器阵列、接收波束生成器、图像检测器和显示器包括单个封装（package）。在另一个实施例中，换能器阵列和接收波束生成器包括第一封装，而图像检测器和显示器包括第二封装，

其中第一封装被可操作地耦合到第二封装。

根据又一个实施例，换能器阵列在一个封装中，而接收波束生成器、图像检测器和显示器在第二个封装中。

在本发明的一个实施例中，静态聚焦的RF被用来形成感兴趣区域的图像。应该认识到，这个实施例具有与由静态聚焦波束形成产生的有限景深相关的问题。然而，所减少的复杂度和较低的成本可以使得此问题变得可接受。

对于静态聚焦，通过拼接来自多个具有不同发送焦点的声传输线的接收数据可以增加景深。

如上所述，接收波束生成器可以被修改以在接收期间调整接收延迟，这允许连续地将通道数据的总和聚焦成单个RF信号。因此，波束生成器可以被配置用来动态聚焦。

对于上述的实施例，探头的外部不需要波束形成。简单的图像检测可以在直接插入到诸如笔记本、掌上型电脑或个人数字助理（PDA）之类的便携式PC中的接口板上完成。在探头本身的内部提供了超声数据采集和波束形成所需的电路。接口将探头耦合到PC。利用来自探头的波束形成的RF数据，图像检测、格式化和显示通过PC中适当的硬件和软件来执行。波束形成的RF数据在单个模拟或数字通道上被从探头传送到接口。所述接口可以包括诸如压缩闪存（Compact Flash,CF或CF+）、PCMCIA、USB、火线（FireWire）、光纤通道（FibreChannel）、PCI、UART或其它合适的接口之类的标准接口。

尽管只有几个示例性实施例已经在上面进行了详细描述，但是本领域技术人员将会容易地理解，本质上不背离本发明公开的实施例的新颖性教导和优点的条件下，在示例性实施例中进行许多修改是可能的。

例如，可以将波束生成器分裂成一个或多个级，其中第一级对元件的子阵列进行波束形成，以及第二级对子阵列波束生成器的输出进行波束形成。在另一个例子中，对于模拟延迟元件可以使用采样和保持设备或开关电容器设备或电荷耦合器件取代ARAM。因此，所有这种修改都被意图被包括在如下面权利要求中所规定的本发明公开的实施例的范围内。在权利要求中，装置加功能的权项意图覆盖在此在执行所引用的功能时描述的结构，以及不仅覆盖结构等效物而且覆盖等效的结构。

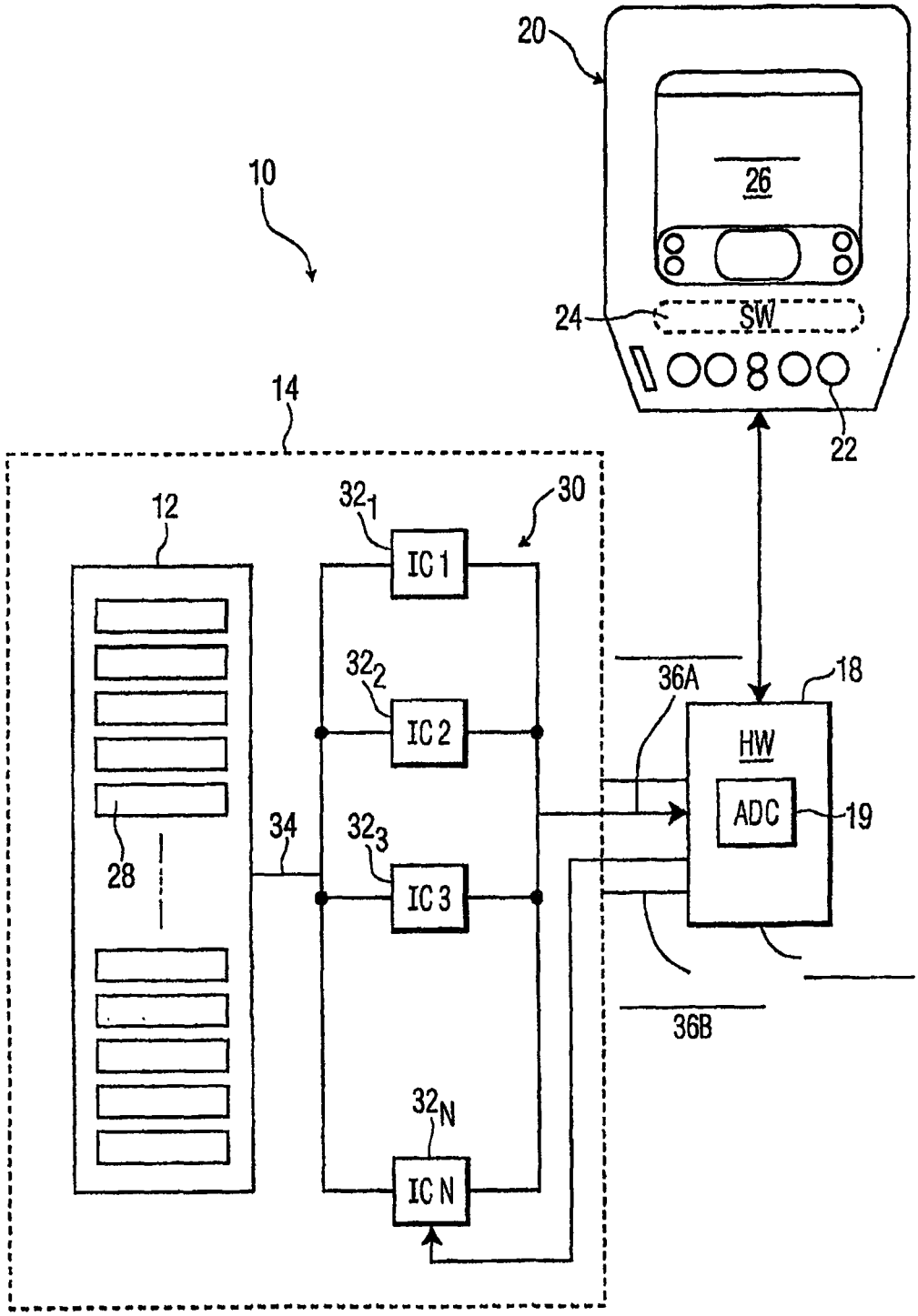

20
10
26
24
SW
14
22
12
32_1
30
IC 1
32_2
IC 2
36A
18
HW
ADC
19
34
32_3
IC 3
28
36B
32_N
IC N

图 1

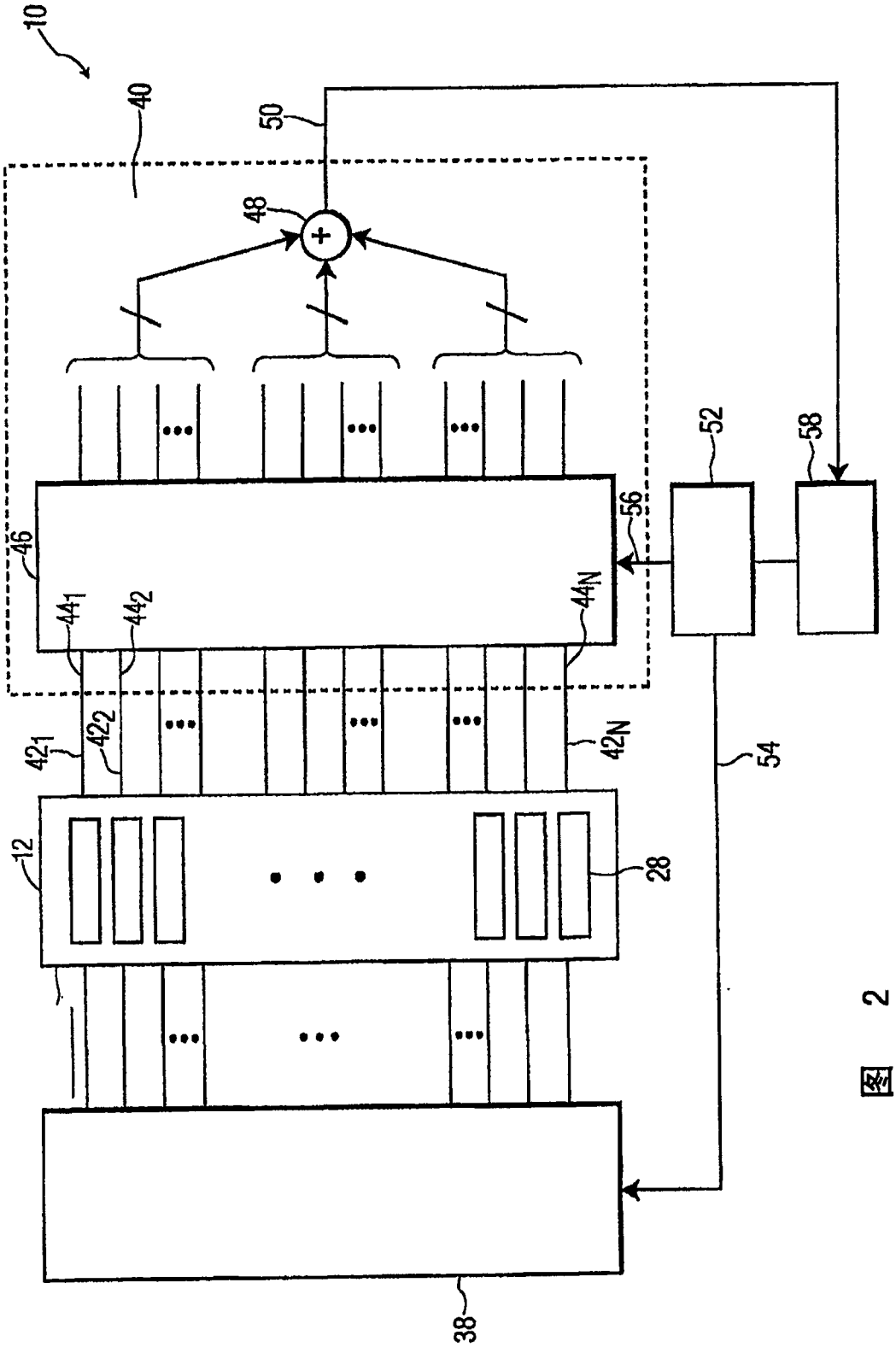


图 2

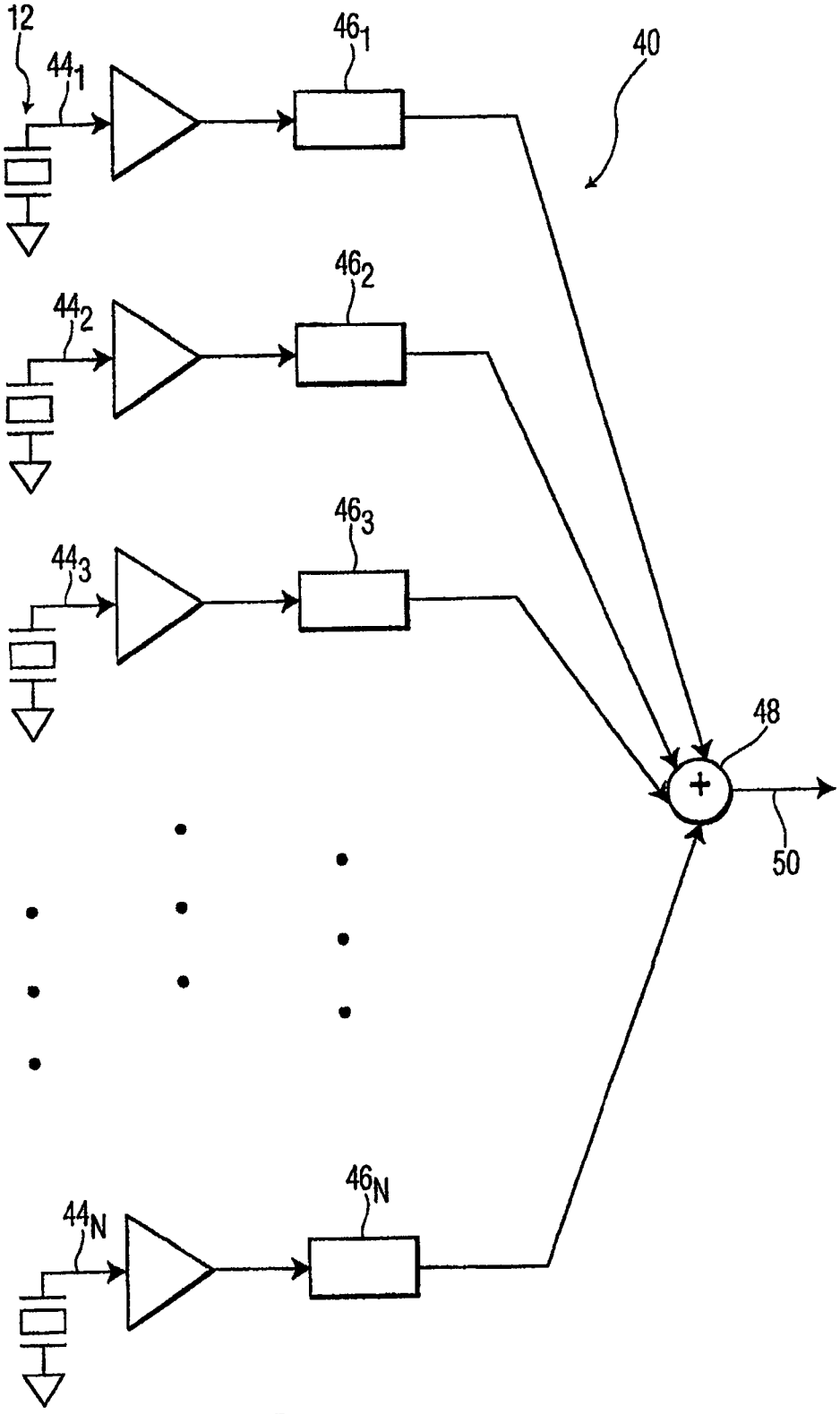


图 3

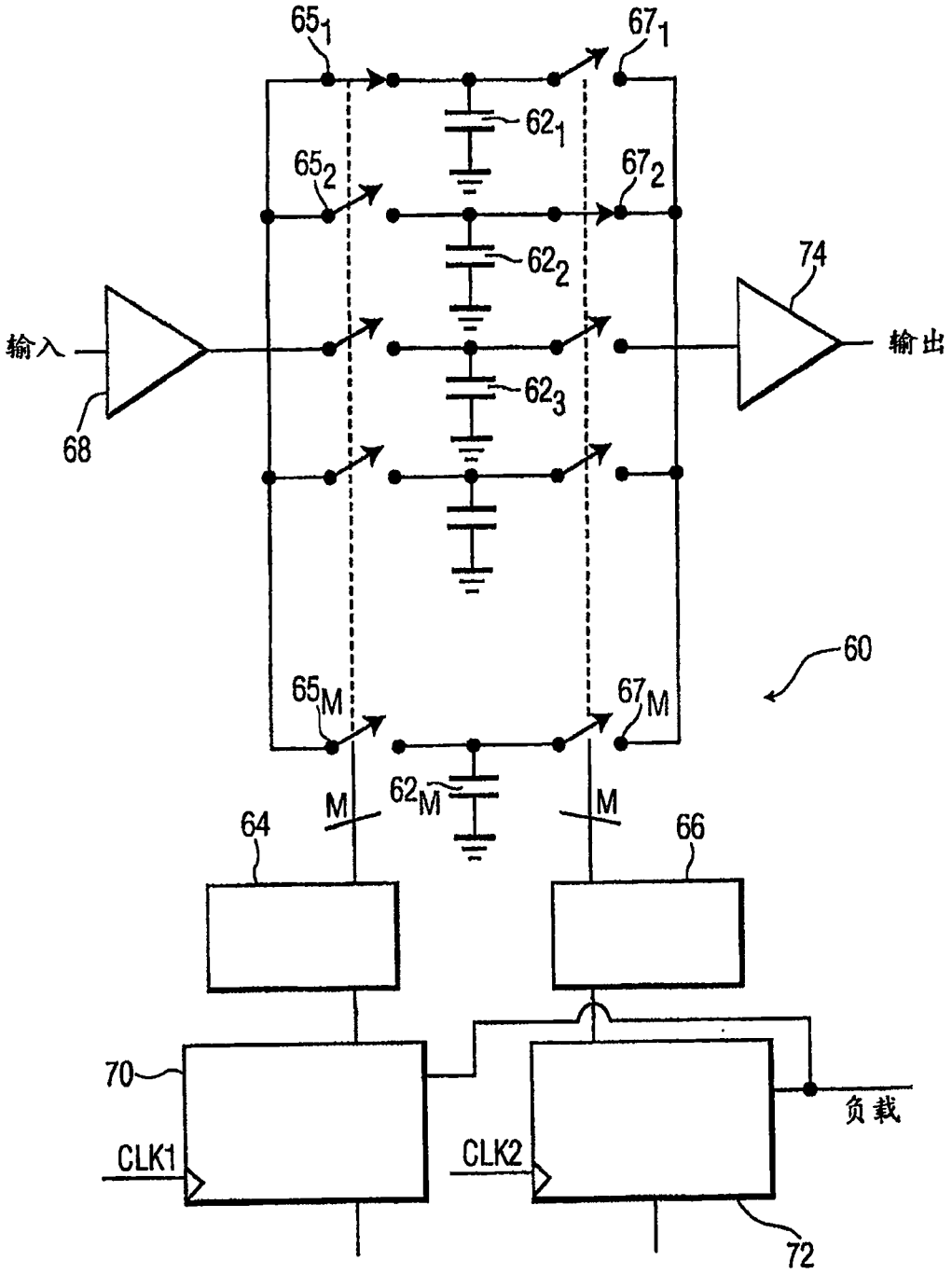

65_1
67_1
62_1
65_2
67_2
62_2
74
输入
输出
62_3
68
60
65_M
67_M
62_M
M
M
64
66
70
负载
CLK1
CLK2
72

图 4