

测试电路、测试装置及其测试方法

相关申请交叉引用

本申请要求 2020 年 08 月 31 日递交的、标题为“测试电路、测试装置及其测试方法”、申请号为 2020108929685 的中国申请，其公开内容通过引用全部结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及一种测试电路、测试装置及其测试方法。

背景技术

存储器是用于存储数据的器件，存储器通常包括多个存储阵列，每个存储阵列中包括多个存储单元，存储单元作为存储数据的基本单元结构，每个存储单元都具有数据存储的功能。

在对存储器进行读写操作时，需要由脉冲信号进行控制。示例性地，脉冲信号可以用于控制字线连接的晶体管对导通和断开，具体地，当脉冲信号有效时，存储单元进行读或写操作，当脉冲信号失效时，存储单元保持原来的数据。随着对存储器对读写速度对要求对不断提高，需要进一步提高脉冲信号的发送频率并减小脉冲宽度。为了保证脉冲信号可靠性，需要通过测试电路对脉冲宽度进行测试，以确保生成对脉冲信号与设计的信号相同。

发明内容

根据多个实施例，本申请第一方面提供一种测试电路，包括：

第一采样模块，用于接收待测试的脉冲信号，并根据所述脉冲信号生成第一采样信号；以及

第二采样模块，用于接收所述脉冲信号，并根据所述脉冲信号生成第二采样信号；

其中，所述第二采样信号与所述第一采样信号具有一相位差，所述相位差等于所述脉冲信号的脉冲宽度。

根据多个实施例，本申请第二方面提供一种测试装置，包括：

如上述的测试电路；以及

分析模块，与所述测试电路连接，用于根据所述第一采样信号和所述第二采样信号获取所述脉冲信号的宽度。

根据多个实施例，本申请第三方面提供一种测试方法，基于如上述的测试装置，所述方法包括：

接收待测试的脉冲信号；

根据所述脉冲信号生成第一采样信号和第二采样信号；以及

获取所述第一采样信号和所述第二采样信号，并根据所述第一采样信号和所述第二采样信号获取所述脉冲信号的宽度；

其中，所述第二采样信号与所述第一采样信号具有一相位差，所述相位差等于所述脉冲信号的脉冲宽度。

本申请的一个或多个实施例的细节在下面的附图和描述中提出。本申请的其它特征和优点将从说明书、附图以及权利要求书变得明显。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例或传统技术中的技术方案，下面将对实

施例或传统技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为第一实施例的测试电路的结构示意图。

图 2 为一实施例的信号时序图。

图 3 为第二实施例的测试电路的结构示意图。

图 4 为第三实施例的测试电路的结构示意图。

图 5 为第四实施例的测试电路的结构示意图。

图 6 为另一实施例的信号时序图。

图 7 为第五实施例的测试电路的结构示意图。

图 8 为一实施例的测试装置的结构示意图。

图 9 为一实施例的测试方法的流程图。

元件标号说明：

测试电路：10；传输门：210；第二采样模块：200；第二反相器：130；第二暂存单元：220；第三反相器：140；第四反相器：230；第五反相器：240；第一采样模块：100；第一反相器：120；第一暂存单元：110；分析模块：20

具体实施方式

随着脉冲宽度的不断缩窄，对脉冲宽度的测试电路和测试装置提出了更高的要求，目前的测试电路已经无法准确地测试不断缩窄的脉冲宽度。

为了便于理解本申请实施例，下面将参照相关附图对本申请实施例进行更全面的描述。附图中给出了本申请实施例的首选实施例。但是，本申请实施例可以以许多不同的形式来实现，并不限于本文所描述的实施例。相反地，

提供这些实施例的目的是使对本申请实施例的公开内容更加透彻全面。

除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请实施例的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本申请实施例的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本申请实施例。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

在本申请实施例的描述中，需要理解的是，术语“上”、“下”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方法或位置关系，仅是为了便于描述本申请实施例和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请实施例的限制。

图 1 为第一实施例的测试电路 10 的结构示意图，其中，测试电路 10 用于对待测试的脉冲信号进行处理，并通过处理后的信号获取待测试的脉冲信号的脉冲宽度，参考图 1，在本实施例中，测试包括第一采样模块 100 和第二采样模块 200。

第一采样模块 100 用于接收待测试的脉冲信号，并根据所述脉冲信号生成第一采样信号。

其中，待测试的脉冲信号由脉冲生成器产生，并被划分为至少两路，一路脉冲信号传输至测试电路 10，以进行测试，另一路脉冲信号传输至存储阵列，以控制存储阵列的数据读写。待测试的脉冲信号中包括至少一个脉冲，脉冲信号的脉冲宽度是指脉冲的高电平的持续时间。当脉冲信号中包括多个脉冲时，多个脉冲的脉冲宽度可以相同，也可以不同。

具体地，以一个脉冲为示例进行说明，可以理解的是，具有一定脉冲宽

度的信号必然具有一个上升沿和一个下降沿，上升沿时刻和下降沿时刻的时间间隔即为脉冲宽度。根据脉冲信号生成第一采样信号是指，响应于脉冲信号的电平变化生成第一采样信号，即响应于脉冲信号的上升沿或下降沿生成第一采样信号。

第二采样模块 200，用于接收所述脉冲信号，并根据所述脉冲信号生成第二采样信号。

具体地，第一采样模块 100 响应于脉冲信号的上升沿和下降沿中的一个生成第一采样信号，第二采样模块 200 响应于脉冲信号的上升沿和下降沿中的另一个生成第二采样信号。其中，所述第二采样信号与所述第一采样信号具有一相位差，例如，第一采样信号和第二采样信号可以具有相同的信号波形，只是二者存在时序上的相位差，即，对第一采样信号和第二采样信号中的一个信号进行与相位差相对应的延迟，即可与另一个信号相重合。根据第一采样信号和第二采样信号的生成原理可知，所述相位差等于所述脉冲信号的脉冲宽度，因此，根据第一采样信号和第二采样信号即可进一步获取脉冲信号的脉冲宽度。

在本实施例中，测试电路 10 包括：第一采样模块 100，用于接收待测试的脉冲信号，并根据所述脉冲信号生成第一采样信号；第二采样模块 200，用于接收所述脉冲信号，并根据所述脉冲信号生成第二采样信号；其中，所述第二采样信号与所述第一采样信号具有一相位差，所述相位差等于所述脉冲信号的脉冲宽度。本实施例基于一个脉冲信号生成两个采样信号，即，将脉冲宽度较窄的脉冲信号拆分为更易识别和计算的第一采样信号和第二采样信号，以降低对后续的分析模块 20 的测试速度和测试精度需求，从而提供了一种准确性更高的测试电路 10。

进一步地，通过生成波形相同的第一采样信号和第二采样信号，可以降低对第一采样信号和第二采样信号的识别难度，从而提高测试精度。示例性地，第一采样信号和第二采样信号可以均为方波信号，且具有相同的信号幅值、频率和占空比，从而可以通过识别第一采样信号和第二采样信号的上升沿或下降沿，以获取相位信息。第一采样信号和第二采样信号也可以均为正弦波信号，且具有相同的信号幅值和频率，从而可以通过识别第一采样信号和第二采样信号的波峰或波谷，以获取相位信息。在其他示例中，第一采样信号和第二采样信号也可以均为三角波、锯齿波等其他波形的信号，本申请实施例不具体限定其波形。

再进一步地，即使第一采样信号和第二采样信号的信号波形不同，只要第一采样信号和第二采样信号均是基于输入的脉冲信号生成的，且通过分析模块 20 可以获取第一采样信号和第二采样信号的相位信息，从而可以根据两个相位信息分析获取脉冲宽度的，也属于本申请的保护范围。

在其中一个实施例中，所述第一采样模块 100 响应于所述脉冲信号的下降沿生成所述第一采样信号，所述第二采样模块 200 响应于所述脉冲信号的上升沿生成所述第二采样信号。

具体地，图 2 为一实施例的信号时序图，参考图 2，在本实施例中，脉冲信号中包括一个脉冲，第一采样信号和第二采样信号的初始状态均为 0 状态。第一采样信号响应于脉冲信号的下降沿发生状态切换，即由 0 状态切换为 1 状态，第一采样信号的状态切换的时刻为 t_2 。第二采样信号响应于脉冲信号的上升沿发生状态切换，即由 0 状态切换为 1 状态，第二采样信号的状态切换的时刻为 t_1 。在本实施例中， t_1 与 t_2 之间的时间间隔即为脉冲宽度 T_1 。在本实施例中，通过获取两个信号的切换时刻，即可计算获得脉冲宽度，

而无需通过测试机对同一脉冲的时间间隔极短的上升沿和下降沿进行采样，从而降低了对测试机的响应速度的要求，也提高了脉冲宽度的测试精度。

在其中一个实施例中，所述第一采样模块 100 在传输路径上的第一延迟时间和所述第二采样模块 200 在数据传输路径上的第二延迟时间相等。继续参考图 1，定义脉冲生成器的输出端为 A，且第一采样信号和第二采样信号传输至同一分析模块 20 进行分析，定义分析模块 20 接收第一采样信号的端口为 B1，分析模块 20 接收第二采样信号的端口为 B2，则第一延迟时间为信号在 AB1 路径上的传输时间，第二延迟时间为信号在 AB2 路径上的传输时间。示例性地，可以在第一采样模块 100 和第二采样模块 200 中设置数据处理和传输时间相近的元件，以使第一延迟时间与第二延迟时间相等。在本实施例中，通过设置延迟时间相等，可以提高第一采样信号和第二采样信号的同步性，从而减少信号接收时刻的差异对测试结果的影响。应当注意的是，考虑到实际电路情况，上述时间相等并不意味着绝对相等，而是允许一定的误差，只要该误差对脉冲宽度的测试影响很小即可，例如 1% 的误差。

图 3 为第二实施例的测试电路 10 的结构示意图，参考图 3，在本实施例中，所述第一采样模块 100 包括：第一暂存单元 110，用于响应于所述脉冲信号对第一待采样信号进行采样，以生成第一暂存信号，所述第一暂存单元 110 的触发类型为边沿触发，所述第一暂存信号的边沿与所述脉冲信号的第一边沿相对应，且与所述第一采样信号的边沿相对应。其中，所述第一暂存单元 110 包括触发器、锁存器、寄存器中的一种或多种。

在本实施例中，第一暂存单元 110 可以对脉冲信号的边沿进行采样和锁存，从而准确、稳定地输出第一暂存信号。进一步地，由于第一暂存信号的边沿与脉冲信号的第一边沿（例如下降沿）相对应，因此，可以将第一暂存

信号作为第一采样信号进行输出，进而分析输入的脉冲信号的脉冲宽度。可以理解的是，为了使第一延迟时间和第二延迟时间相等，可以在第二采样模块 200 中设置第二暂存单元 220，且第二暂存单元 220 与第一暂存单元 110 的结构相同，从而提高信号的同步性和测试结果的准确性。

在其中一个实施例中，所述第一采样模块 100 还包括：第三反相器 140，所述第三反相器 140 的输入端与所述脉冲信号连接，所述第三反相器 140 的输出端与所述第一暂存单元 110 的驱动端连接，所述第三反相器 140 用于接收所述脉冲信号，并将反相后的所述脉冲信号输出至所述第一暂存单元 110。

为了实现第一暂存单元 110 和第二暂存单元 220 的采样边沿不同，一方面可以在暂存单元的内部结构中进行响应的设置，即示例性地，使第一暂存单元 110 响应于下降沿，并使第二暂存单元 220 响应于上升沿。另一方面，也可以使第一暂存单元 110 和第二暂存单元 220 的内部结构完全相同，而通过改变输入的信号实现对不同边沿的采样。即示例性地，使第一暂存单元 110 和第二暂存单元 220 均响应于上升沿，但在第一暂存单元 110 前设置第三反相器 140，输入的脉冲信号经过第三反相器 140 后，原来的 0 状态会反相为 1 状态，且原来的 1 状态会反相为 0 状态，以使原来信号中的上升沿转化为下降沿，并使原来信号中的下降沿转化为上升沿。通过本实施例的上述结构，可以使第一暂存单元 110 对反相的脉冲信号的上升沿进行采样，而实际上是对脉冲信号的下降沿进行采样，而且第二暂存单元 220 之前不连接反相器，从而实现了对不同边沿进行采样的第一暂存单元 110 和第二暂存单元 220。

进一步地，为了使第一延迟时间与第二延迟时间相同，可以在第二暂存单元 220 的数据传输路径上设置一传输门 210，且传输门 210 的延迟时间与第三反相器 140 的延迟时间相同。在图 3 所示的实施例中，传输门 210 设置

于脉冲生成器与第二暂存单元 220 之间，在其他实施例中，传输门 210 的输出端也可以与第二暂存单元 220 的输出端连接，仍可实现上述延迟时间相同的效果。

图 4 为第三实施例的测试电路 10 的结构示意图，参考图 4，在本实施例中，第一暂存单元 110 和第二暂存单元 220 均为 D 触发器，第一暂存单元 110 和第二暂存单元 220 的输入端均连接至待采样信号源，第一暂存单元 110 和第二暂存单元 220 的复位端均连接至复位信号源，第一暂存单元 110 的驱动端连接至反相的脉冲信号，第二暂存单元 220 的驱动端连接至脉冲信号。其中，待采样信号源具有一恒定输出，在本实施例中，待采样信号源可以恒定输出高电平。当复位信号源输出的复位信号使能时，第一暂存单元 110 和第二暂存单元 220 均输出 0 状态；当复位信号源输出的复位信号不使能时，第一暂存单元 110 和第二暂存单元 220 分别响应于驱动端输入的信号对待采样信号进行采样，从而分别在不同的时刻切换为输出 1 状态。

在其他实施例中，也可以将复位信号源替换为置位信号源，第一暂存单元 110 和第二暂存单元 220 的置位端均连接至置位信号源，待采样信号源恒定输出低电平。与上一实施例相似地，当置位信号源输出的置位信号使能时，第一暂存单元 110 和第二暂存单元 220 均输出 1 状态；当置位信号源输出的置位信号不使能时，第一暂存单元 110 和第二暂存单元 220 分别响应于驱动端输入的信号对待采样信号进行采样，从而分别在不同的时刻切换为输出 0 状态。

图 5 为第四实施例的测试电路 10 的结构示意图，参考图 5，在本实施例中，所述第一采样模块 100 还包括：第一反相器 120，与所述第一暂存单元 110 共同构成第一反馈环路，所述第一反馈环路用于响应于所述脉冲信号，

并生成第一反馈信号，所述第一反馈信号的边沿与所述脉冲信号的第一边沿相对应。可以理解的是，前述实施例中提供的测试电路 10 需要通过不断切换复位信号源输入的信号，才能对连续的多个脉冲的脉冲宽度进行测试，而且复位信号的切换需要与脉冲的到达时刻相匹配，才能准确测试脉冲宽度。

具体地，所述第一反相器 120 的输入端与所述第一暂存单元 110 的输出端连接，所述第一反相器 120 的输出端与所述第一暂存单元 110 的输入端连接，所述第一反相器 120 用于对所述第一暂存信号进行反相，以生成第一反馈信号。

在本实施例中，通过第一暂存单元 110 和第一反相器 120 构成第一反馈环路，并通过第一反馈信号进行反馈，可以使测试电路 10 中第一采样模块 100 实现自动的切换和测试。相应地，在第二采样单元中也设置一第四反相器 230，以使第二暂存单元 220 和第四反相器 230 共同构成第二反馈环路，从而实现了第二采样模块 200 的自动切换和测试。进一步地，图 6 为另一实施例的信号时序图，参考图 6，可以使第一反馈信号的边沿与脉冲信号的下降沿相对应，并使第二反馈信号的边沿与脉冲信号的上升沿相对应，并将第一反馈信号作为第一采样信号进行输出，将第二反馈信号作为第二采样信号进行输出。

图 7 为第五实施例的测试电路 10 的结构示意图，参考图 7，在本实施例中，所述第一采样模块 100 还包括：第二反相器 130，所述第二反相器 130 的输入端与所述第一反相器 120 的输出端连接，所述第二反相器 130 用于接收所述第一反馈信号，并根据所述第一反馈信号生成所述第一采样信号。在本实施例中，通过设置第二反相器 130，可以使第一采样信号的切换方式与第一暂存单元 110 输出的信号的切换方式相对应。

继续参考图 7，在本实施例中，所述第二采样模块 200 包括传输门 210、第二暂存单元 220、第四反相器 230 和第五反相器 240；其中

所述传输门 210 的输入端与所述脉冲信号连接，所述传输门 210 的输出端与所述第二暂存单元 220 的驱动端连接，所述传输门 210 用于将所述脉冲信号传输至所述第二暂存单元 220；

所述第二暂存单元 220 的输入端与所述第四反相器 230 的输出端连接，所述第二暂存单元 220 用于响应于所述脉冲信号对所述第四反相器 230 输出的信号进行采样，以生成第二暂存信号，所述第二暂存信号的边沿与所述脉冲信号的第二边沿相对应；

所述第四反相器 230 用于对所述第二暂存信号进行反相，以生成第二反馈信号；

所述第五反相器 240 的输入端与所述第四反相器 230 的输出端连接，所述第五反相器 240 用于接收所述第二反馈信号，并根据所述第二反馈信号生成所述第二采样信号。

具体地，第一暂存单元 110 与第二暂存单元 220 相对应，第一反相器 120 与第四反相器 230 相对应，第二反相器 130 与第五反相器 240 相对应，第三反相器 140 与传输门 210 相对应，因此，本实施例的第二采样模块 200 可参考前述第一采样模块 100 的实施方式，此处不再一一赘述。

图 8 为一实施例的测试装置的结构示意图，参考图 8，在本实施例中，测试装置，包括：如上述的测试电路 10；分析模块 20，与所述测试电路 10 连接，用于根据所述第一采样信号和所述第二采样信号获取所述脉冲信号的宽度。关于测试电路 10 的具体限定可以参见上文中对于的限定，在此不再赘述。在本实施例中，通过测试电路 10 和分析模块 20 实现了一种脉冲宽度测

试准确的测试装置。

图 9 为一实施例的测试方法的流程图，基于如上述的测试装置，参考图 9，在本实施例中，所述方法包括 S100 至 S300。

S100: 接收待测试的脉冲信号；

S200: 根据所述脉冲信号生成第一采样信号和第二采样信号；以及

S300: 获取所述第一采样信号和所述第二采样信号，并根据所述第一采样信号和所述第二采样信号获取所述脉冲信号的宽度；

其中，所述第二采样信号与所述第一采样信号具有一相位差，所述相位差等于所述脉冲信号的脉冲宽度。

需要说明的是，关于测试方法的具体限定可以参见上文中对于测试装置的限定，在此不再赘述。

应该理解的是，虽然图 9 的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示，但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明，这些步骤的执行并没有严格的顺序限制，这些步骤可以以其它的顺序执行。而且，图 9 中的至少一部分步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段，这些子步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成，而是可以在不同的时刻执行，这些子步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行，而是可以与其它步骤或者其它步骤的子步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

以上所述实施例仅表达了本申请实施例的几种实施方式，其描述较为具

体和详细，但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请实施例构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请实施例的保护范围。因此，本申请实施例专利的保护范围应以所附权利要求为准。