



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1892246 B

(45) 授权公告日 2011.06.29

(21) 申请号 200610090514.6

WO 02/101404 A1, 2002.12.19, 说明书正文
的第 18 页第 1 行至第 26 页第 4 行、附图 1-8.

(22) 申请日 2006.06.27

CN 1199049 C, 2005.04.27, 全文.

(30) 优先权数据

11/168, 033 2005.06.27 US

审查员 刘俊杰

(73) 专利权人 惠瑞捷(新加坡)私人有限公司

地址 新加坡新加坡市

(72) 发明人 杉原宪幸

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 王怡

(51) Int. Cl.

G01R 31/28(2006.01)

(56) 对比文件

US 6831473 B2, 2004.12.14, 全文.

US 20040124852 A1, 2004.07.01, 全文.

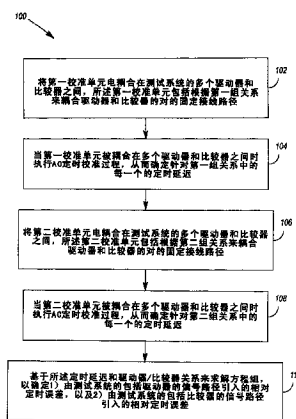
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于校准自动电路测试系统的系统、方法和装置

(57) 摘要

在一个实施例中,自动电路测试系统是通过将第一校准单元电耦合在测试系统的多个驱动器和比较器之间,然后执行 AC 定时校准过程以确定针对第一组关系中的每一个的定时延迟来校准的。然后,第二校准单元被电耦合在多个驱动器和比较器之间,并且 AC 定时校准过程被执行,以确定针对第二组关系中的每一个的定时延迟。第一和第二校准单元包括分别根据第一和第二组关系来耦合驱动器和比较器对的固定接线路径。基于定时延迟和驱动器/比较器关系对方程组进行求解,以确定由测试系统中包括驱动器和比较器的信号路径引入的相对定时误差。



1. 一种用于校准自动电路测试系统的方法,包括:

将第一校准单元电耦合在所述测试系统的多个驱动器和比较器之间,所述第一校准单元包括根据第一组连接关系来耦合所述驱动器和比较器的对的固定接线路径;

当所述第一校准单元被耦合在所述多个驱动器和比较器之间时执行 AC 定时校准过程,从而确定针对所述第一组连接关系中的每一个的定时延迟;

将第二校准单元电耦合在所述多个驱动器和比较器之间,所述第二校准单元包括根据第二组连接关系来耦合所述驱动器和比较器的对的固定接线路径;

当所述第二校准单元被耦合在所述多个驱动器和比较器之间时执行 AC 定时校准过程,从而确定针对所述第二组连接关系中的每一个的定时延迟;以及

基于针对所述第一组连接关系中的每一个的定时延迟、针对所述第二组连接关系中的每一个的定时延迟以及驱动器/比较器连接关系来求解方程组,以确定 i) 由所述测试系统的包括所述驱动器的信号路径引入的相对定时误差,以及 ii) 由所述测试系统的包括所述比较器的信号路径引入的相对定时误差。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述方程组是通过将与所述信号路径中包括所述驱动器之一的一条参考路径相关联的定时误差设置为缺省值来部分地求解的。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述缺省值为 0。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述方程组是通过将与所述信号路径中包括所述比较器之一的一条参考路径相关联的定时误差设置为缺省值来部分地求解的。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其中所述缺省值为 0。

6. 如权利要求 1 所述的方法,还包括利用机器人系统将所述第一校准单元和所述第二校准单元放置在所述多个驱动器和比较器之间,以及从所述多个驱动器和比较器之间移除所述第一校准单元和所述第二校准单元。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述第一校准单元和所述第二校准单元包括氧化铝基板,该基板上淀积着所述固定接线路径。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其中所述固定接线路径是薄膜电路导电线。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述第一校准单元和所述第二校准单元包括印制电路板。

10. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述固定接线路径包括同轴电缆。

11. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述第一校准单元和所述第二校准单元的尺寸被确定为模仿将在所述测试系统被用所述第一校准单元和所述第二校准单元校准之后由所述测试系统测试的实际被测设备。

12. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述第一校准单元和所述第二校准单元被定形为模仿将在所述测试系统被用所述第一校准单元和所述第二校准单元校准之后由所述测试系统测试的晶片。

13. 一种用于校准自动电路测试系统的装置,包括:

用于在第一校准单元被电耦合在所述测试系统的多个驱动器和比较器之间时发起第一 AC 定时校准过程的装置,其中所述第一校准单元包括根据第一组连接关系来耦合所述驱动器和比较器的对的固定接线路径,并且其中所述第一 AC 定时校准过程确定针对所述第一组连接关系中的每一个的定时延迟;

用于在第二校准单元被电耦合在所述多个驱动器和比较器之间时发起第二 AC 定时校准过程的装置,其中所述第二校准单元包括根据第二组连接关系来耦合所述驱动器和比较器的对的固定接线路径,并且其中所述第二 AC 定时校准过程确定针对所述第二组连接关系中的每一个的定时延迟;以及

用于基于针对所述第一组连接关系中的每一个的定时延迟、针对所述第二组连接关系中的每一个的定时延迟以及驱动器/比较器连接关系来求解方程组,以确定所述驱动器之间的相对定时误差和所述比较器之间的相对定时误差的装置。

14. 如权利要求 13 所述的用于校准自动电路测试系统的装置,其中用于求解方程组的装置通过将所述信号路径中包括所述驱动器之一的一条参考路径相关联的定时误差设置为缺省值来部分地求解所述方程组。

15. 如权利要求 14 所述的用于校准自动电路测试系统的装置,其中所述缺省值为 0。

16. 如权利要求 13 所述的用于校准自动电路测试系统的装置,其中用于求解方程组的装置通过将所述信号路径中包括所述比较器之一的一条参考路径相关联的定时误差设置为缺省值来部分地求解所述方程组。

17. 如权利要求 16 所述的用于校准自动电路测试系统的装置,其中所述缺省值为 0。

18. 一种用于校准自动电路测试系统的方法,包括:

将第一校准单元电耦合在所述测试系统的多个驱动器和比较器之间,所述第一校准单元包括根据第一组连接关系来耦合所述驱动器和比较器的对的固定接线路径;

当所述第一校准单元被耦合在所述多个驱动器和比较器之间时执行电阻检查,从而确定由所述第一组连接关系定义的信号路径的电阻;

将第二校准单元电耦合在所述多个驱动器和比较器之间,所述第二校准单元包括根据第二组连接关系来耦合所述驱动器和比较器的对的固定接线路径;

当所述第二校准单元被耦合在所述多个驱动器和比较器之间时执行电阻检查,从而确定由所述第二组连接关系定义的信号路径的电阻;以及

基于由所述第一组连接关系定义的信号路径的电阻、由所述第二组连接关系定义的信号路径的电阻以及驱动器/比较器连接关系来求解方程组,以确定 i) 由所述测试系统的包括所述驱动器的信号路径提供的相对电阻,以及 ii) 由所述测试系统的包括所述比较器的信号路径提供的相对电阻。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述方程组是通过以下方式部分地求解的:i) 将与所述信号路径中包括所述驱动器之一的一条参考路径相关联的电阻设置为缺省值,并 ii) 将与所述信号路径中包括所述比较器之一的一条参考路径相关联的电阻设置为缺省值。

用于校准自动电路测试系统的系统、方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于校准自动电路测试系统的系统、方法和装置。

[0002] 背景技术

[0003] 在制造和 / 或销售电气设备 (包括诸如电路板、集成电路或片上系统 (SOC) 之类的系统或组件) 之前, 通常先要测试设备, 以确定其是否是按设计构建或工作的。通常, 该测试由自动电路测试系统 (也称之为自动测试设备 (ATE)) 执行。

[0004] 为了使测试系统的结果有意义, 系统需要被校准。就是说, 测试系统在测试期间可能引入的固有系统误差必须被量化。

[0005] 为了表征测试系统的固有系统误差, 经校准的驱动器可以被顺序耦合到系统的每个测试信号比较器。由经校准的驱动器发起的测试信号随后可以被每个比较器所读取 ; 并且由比较器读取的信号可与预期信号相比较以确定它们之间的偏离。同样, 经标准的比较器可以被顺序耦合到系统的每个驱动器。由驱动器发起的测试信号随后可以被经校准的比较器所读取 ; 并且由经校准的比较器读取的信号可以与预期信号相比较以确定它们之间的偏离。

[0006] 为了利用以上方法表征测试系统的固有系统误差, 系统的每个驱动器和比较器都必须被探测, 以便将其连接到经校准的驱动器或比较器。一种执行这样的探测的方法是经由机器人, 该机器人将包括驱动器和比较器在内的经校准的测试头顺序耦合到测试系统的每个信号引脚。但是, 这样的机器人非常昂贵, 并且其机械公差难以维持。

[0007] 另一种对测试系统的信号引脚执行探测的方法是经由中继信号选择器。就是说, 经校准的驱动器或比较器可被顺序切换为与系统的每个驱动器和比较器相接触。但是, 中继信号比较器可能导致信号衰减, 这种信号衰减使系统校准变得困难, 尤其是在高频 AC 定时校准期间。

发明内容

[0008] 在一个实施例中, 一种用于校准自动电路测试系统的方法包括将第一校准单元电耦合在测试系统的多个驱动器和比较器之间。所述第一校准单元包括根据第一组关系来耦合驱动器和比较器的对的固定接线路径。当所述第一校准单元被耦合在多个驱动器和比较器之间时, 执行 AC 定时校准过程, 以确定针对所述第一组关系中的每一个的定时延迟。然后将第二校准单元电耦合在多个驱动器和比较器之间。所述第二校准单元包括根据第二组关系来耦合驱动器和比较器的对的固定接线路径。当所述第二校准单元被耦合在多个驱动器和比较器之间时, 执行 AC 定时校准过程, 以确定针对所述第二组关系中的每一个的定时延迟。最后, 基于所述定时延迟和驱动器 / 比较器关系求解方程组, 以确定 1) 由测试系统的包括驱动器的信号路径引入的相对定时误差, 以及 2) 由测试系统的包括比较器的信号路径引入的相对定时误差。

[0009] 在第二实施例中, 一种用于校准自动电路测试系统的系统包括第一和第二校准单元。其中每个校准单元包括 1) 具有用于将校准单元电耦合到测试系统的多个驱动器的多

个驱动器触点的驱动器接口, 2) 具有用于将校准单元电耦合到测试系统的多个比较器的多个比较器触点的比较器接口, 以及 3) 耦合所述校准单元的驱动器触点和比较器触点对的多个固定接线路径。所述第一校准单元的固定接线路径根据第一组关系来耦合所述校准单元的驱动器和比较器触点对, 所述第二校准单元的固定接线路径根据第二组关系来耦合所述第二校准单元的驱动器和比较器触点对。

[0010] 在第三实施例中, 一种用于校准自动电路测试系统的方法包括将第一校准单元电耦合在测试系统的多个驱动器和比较器之间。所述第一校准单元包括根据第一组关系来耦合驱动器和比较器的对的固定接线路径。当所述第一校准单元被耦合在多个驱动器和比较器之间时, 执行电阻检查, 以确定由所述第一组关系定义的信号路径的电阻。然后将第二校准单元电耦合在测试系统的多个驱动器和比较器之间。所述第二校准单元包括根据第二组关系来耦合所述驱动器和比较器的对的固定接线路径。当第二校准单元被耦合在多个驱动器和比较器之间时, 执行电阻检查, 以确定由第二组关系定义的信号路径的电阻。最后, 基于所述电阻和驱动器/比较器关系来求解方程组, 以确定 1) 由测试系统的包括驱动器的信号路径提供的相对电阻, 以及 2) 由测试系统的包括比较器的信号路径提供的相对电阻。

[0011] 还公开了其他实施例。

附图说明

[0012] 在附图中示出了本发明的示例性实施例, 其中:

[0013] 图 1 示出了用于校准自动电路测试系统的第一示例性方法;

[0014] 图 2 到图 5 示出在执行图 1 所示的方法期间, 当第一和第二校准单元被耦合在测试系统的驱动器和比较器之间时, 在其驱动器和比较器之间形成的各种连接;

[0015] 图 6 示出了图 2 和图 4 所示校准单元的示例性形式; 以及

[0016] 图 7 示出了用于校准自动电路测试系统的第二示例性方法。

具体实施方式

[0017] 图 1 示出了用于校准自动电路测试系统的示例性方法 100。方法 100 开始于第一校准单元 200 (图 2) 在测试系统 218 的多个驱动器 202、204、206、208 和比较器 210、212、214、216 之间的电耦合 (102)。如图 2 所示, 第一校准单元 200 包括固定接线路径 220、222、224、226, 它们根据第一组关系来耦合驱动器 202-208 和比较器 210-216 的对。例如, 这些关系被示为包括驱动器 202 和比较器 210 之间的串联连接 (包括耦合在驱动器 202 和比较器 210 之间的任何接线路径、开关电路和自动电路测试系统的其他元件、其探测卡及其测试插座)。与驱动器 202 和比较器 210 之间的串联连接类似, 第一校准单元 200 可以形成驱动器 204 和比较器 212 之间、驱动器 206 和比较器 214 之间以及驱动器 208 和比较器 216 之间的串联连接。

[0018] 当第一校准单元 200 就位时, 第一 AC 定时校准过程被执行 (104) 以确定针对第一组关系中的每个关系的定时延迟。

[0019] 在执行了第一 AC 定时校准过程之后, 第二校准单元 300 (图 3) 被耦合 (106) 在多个驱动器 202-208 和比较器 210-216 之间。如图 3 所示, 第二校准单元 300 包括固定接线路径 302、304、306、308, 它们根据第二组关系 (例如在驱动器 202 和比较器 212 之间、驱动

器 204 和比较器 214 之间、驱动器 206 和比较器 216 之间以及驱动器 208 和比较器 210 之间的串联连接) 来耦合驱动器 202-208 和比较器 210-216 的对。当第二校准单元 300 就位时, 第二 AC 定时校准过程被执行 (108) 以确定针对第二组关系中的每个关系的定时延迟。

[0020] 在执行了第一和第二 AC 定时校准过程之后, 基于定时延迟和驱动器 / 比较器关系来求解 (110) 一个方程组。以这种方式, 可以确定 1) 由包括驱动器 202-208 的测试系统的信号路径引入的相对定时误差 (例如定时误差 A1、A2、A3 和 A4), 以及 2) 由包括比较器 210-216 的测试系统的信号路径引入的相对定时误差 (例如定时误差 B1、B2、B3 和 B4)。

[0021] 例如, 经由第一校准单元 200, 第一 AC 定时校准过程可以包括经由驱动器 202-208 生成多个测试信号, 并经由比较器 210-216 捕获测试信号。以这种方式并假设由第一校准单元 200 引入的任何延迟都可忽略, 则针对由定时误差 A1-A4 和 B1-B4 代表的路径可获得一组定时延迟 T_{11} 、 T_{22} 、 T_{33} 和 T_{44} , 如下所示:

$$[0022] \quad T_{11} = A1+B1 \quad (1)$$

$$[0023] \quad T_{22} = A2+B2$$

$$[0024] \quad T_{33} = A3+B3$$

$$[0025] \quad T_{44} = A4+B4$$

[0026] 还例如, 经由第二校准单元 300, 第二 AC 定时校准过程可以包括经由驱动器 202-208 生成多个测试信号, 并经由比较器 210-216 捕获测试信号。以这种方式并假设由第二校准单元 300 引入的任何延迟都可忽略, 则针对由定时误差 A1-A4 和 B1-B4 代表的路径可获得一组定时延迟 T_{12} 、 T_{23} 、 T_{34} 和 T_{41} , 如下所示:

$$[0027] \quad T_{12} = A1+B2 \quad (2)$$

$$[0028] \quad T_{23} = A2+B3$$

$$[0029] \quad T_{34} = A3+B4$$

$$[0030] \quad T_{41} = A4+B1$$

[0031] 为了求解上述方程以确定由包括驱动器 202-208 的测试系统的信号路径所引入的相对定时误差, 可以从第一方程组 (1) 中减去第二方程组 (2) 以导出定时误差 T_a 、 T_b 、 T_c 和 T_d :

$$[0032] \quad T_a = T_{22}-T_{12} = A2+B2-(A1+B2) = A2-A1 ; A2 = T_a+A1 \quad (3)$$

$$[0033] \quad T_b = T_{33}-T_{23} = A3+B3-(A2+B3) = A3-A2 ; A3 = T_b+A2$$

$$[0034] \quad T_c = T_{44}-T_{34} = A4+B4-(A3+B4) = A4-A3 ; A4 = T_c+A3$$

$$[0035] \quad T_d = T_{11}-T_{41} = A1+B1-(A4+B1) = A1-A4 ; A1 = T_d+A4$$

[0036] 现在, 通过将信号路径中的一条参考路径相关联的定时误差设置为缺省值 (例如通过将定时误差 A1 设置为 0), 上述方程可以按如下方法来求解以确定由驱动器侧信号路径引入的相对定时误差:

$$[0037] \quad A2 = T_a+A1 = T_a+0 = T_a \quad (4)$$

$$[0038] \quad A3 = T_b+A2 = T_b+T_a$$

$$[0039] \quad A4 = T_c+A3 = T_c+T_b+T_a$$

$$[0040] \quad A1 = T_d+A4 = T_d+T_c+T_b+T_a$$

[0041] 在给定的以上定时误差 (A1-A4) 的情况下, 可以对自动电路测试系统进行适当的调整, 或可以存储适当的校准因子, 以使它们可以被应用到由自动电路测试系统所获取的任

何测量结果。

[0042] 方程组 (1) 和 (2) 也可以被求解以确定由包括比较器 210-216 的测试系统的信号路径引入的相对定时误差。从第二方程组 (2) 中减去第一方程组 (1) 而得出定时误差 T_1 、 T_2 、 T_3 和 T_4 ：

$$[0043] \quad T_1 = T_{12} - T_{11} = A1 + B2 - (A1 + B1) = B2 - B1 ; B2 = T_1 + B1 \quad (5)$$

$$[0044] \quad T_2 = T_{23} - T_{22} = A2 + B3 - (A2 + B2) = B3 - B2 ; B3 = T_2 + B2$$

$$[0045] \quad T_3 = T_{34} - T_{33} = A3 + B4 - (A3 + B3) = B4 - B3 ; B4 = T_3 + B3$$

$$[0046] \quad T_4 = T_{41} - T_{44} = A4 + B1 - (A4 + B4) = B1 - B4 ; B1 = T_4 + B4$$

[0047] 现在, 通过将信号路径中的一条参考路径相关联的定时误差设置为缺省值 (例如通过将定时误差 $B1$ 设置为 0), 上述方程可以按如下方法来求解以确定由比较器侧信号路径引入的相对定时误差：

$$[0048] \quad B2 = T_1 + B1 = T_1 + 0 = T_1 \quad (6)$$

$$[0049] \quad B3 = T_2 + B2 = T_2 + T_1$$

$$[0050] \quad B4 = T_3 + B3 = T_3 + T_2 + T_1$$

$$[0051] \quad B1 = T_4 + B4 = T_4 + T_3 + T_2 + T_1$$

[0052] 在给定以上定时误差 ($B1$ - $B4$) 的情况下, 可以对自动电路测试系统进行适当的调整, 或可以存储适当的校准因子, 以使它们可以被应用到由自动电路测试系统所获取的任何测量结果。

[0053] 如果自动电路测试系统包括多个信号引脚, 其中每个引脚既连接到驱动器也连接到比较器 202/408、204/410、206/412、208/414、400/210、402/212、404/214、406/216, 则也可以使用第一和第二校准单元 200、300 来校准图 4 和图 5 所示的驱动器 / 比较器关系。就是说, 按图 4 所示方式布置第一校准单元 200 时, 可以执行第三 AC 定时校准过程来获取一组定时延迟 T_{1-1} 、 T_{2-2} 、 T_{3-3} 和 T_{4-4} , 这些定时延迟可能是针对由定时误差 $C1$ - $C4$ 和 $D1$ - $D4$ 代表的路径而获取的, 如下所示：

$$[0054] \quad T_{1-1} = C1 + D1 \quad (7)$$

$$[0055] \quad T_{2-2} = C2 + D2$$

$$[0056] \quad T_{3-3} = C3 + D3$$

$$[0057] \quad T_{4-4} = C4 + D4$$

[0058] 同样, 利用按图 5 所示方式布置的第二校准单元 300, 可以执行第四 AC 定时校准过程来获取一组针对由定时误差 $C1$ - $C4$ 和 $D1$ - $D4$ 代表的路径的定时延迟 T_{1-2} 、 T_{2-3} 、 T_{3-4} 和 T_{4-1} , 如下所示：

$$[0059] \quad T_{1-2} = C1 + D2 \quad (8)$$

$$[0060] \quad T_{2-3} = C2 + D3$$

$$[0061] \quad T_{3-4} = C3 + D4$$

$$[0062] \quad T_{4-1} = C4 + D1$$

[0063] 方程组 (7) 和 (8) 可以与方程组 (1) 和 (2) 类似地被求解。

[0064] 在另一种实施例中, 图 4 和图 5 所示的驱动器 400-406 和比较器 408-414 可以利用单独的一组校准单元来测试。

[0065] 优选地, 方法 100 被实现在包括用于执行其各种步骤的代码 (例如指令序列) 的

计算机程序中。代码可以被存储在任何一种或多种计算机可读介质上,例如包括固定的或可移动的存储器或盘。在某些情况下,计算机程序可以由正被校准的自动电路测试系统 218 来执行。在其他情况下,计算机程序的部分或全部可以由连接到测试系统 218 的一个或多个计算机来执行,以便控制测试系统 218 的操作。

[0066] 例如,图 6 更详细示出了第一校准单元 200。如图所示,校准单元 200 可以包括具有多个驱动器触点 602、604、606、608 的驱动器接口 600,所述驱动器触点用于将校准单元 200 电耦合到测试系统的多个驱动器。校准单元 200 还可以包括具有多个比较器触点 612、614、616、618 的比较器接口 610,所述比较器触点用于将校准单元 200 电耦合到测试系统的多个比较器。校准单元 200 还可以包括多个固定接线路径 220-226,这些接线路径耦合校准单元的驱动器触点和比较器触点的对 602/612、604/614、606/616、608/618。

[0067] 在一个实施例中,校准单元 200 可以包括基板,在基板上(或基板中)淀积或形成其固定接线路径。例如,校准单元 200 可以包括氧化铝 (Al₂O₃) 基板,其上淀积着薄膜电路导电线。或者,例如,校准单元 200 可以包括印制电路板 (PCB) 基板,其上(或其中)形成电路导电线。或者,校准单元 200 可以包括附接有同轴线缆等的基板。但是,在任一情况下,固定接线路径都消除了可能使信号衰减或以其他方式向校准过程引入误差的机械中继或有源半导体组件。

[0068] 在一个实施例中,校准单元 200、300 的尺寸被确定为模仿将在测试系统被用校准单元 200、300 校准之后由测试系统测试的实际被测设备 (DUT)。在某些情况下,这可能要求校准单元 200、300 被定形为模仿将被测试系统测试的晶片(即如果测试系统要用于晶片测试)。如果校准单元 200、300 充分地模仿将被测试系统测试的 DUT,则机器人系统可以将校准单元放置在测试系统中或从测试系统中移除校准单元。

[0069] 第二校准单元 300 可以按类似于第一校准单元 200 的方式来构造,唯一不同之处在于第一校准单元的固定接线路径按第一组关系耦合校准单元的驱动器和比较器触点对,而第二校准单元的固定接线路径按第二组关系耦合校准单元的驱动器和比较器触点对。

[0070] 在一个方面,这里描述的方法和装置的优点在于它们能够在系统的测试插座 (test socket) 处对自动电路测试系统进行校准。在高频 AC 定时校准期间,测试系统探测卡和测试插座的阻抗可能是定时误差的最主要来源。很多现有校准方法都尚未考虑到探测卡和测试插座的定时误差。

[0071] 这里描述的方法和装置中的某些或全部可以提供的另一优点在于消除了对将经校准的驱动器或比较器连接到测试系统的每个和全部信号引脚的任何需求。相反,仅仅两个信道可被连接到参考信道,就可以以相对的方式来计算所有其他信道的定时误差。

[0072] 这里描述的方法和装置还可被用于减小 AC 定时校准的时间和成本。例如,不需要重新定位机器人臂来探测测试系统的每个和全部信号引脚。而且,生产第一和第二校准单元的成本与 1) 机器人的成本或 2) 包含有源的机械或半导体组件的中继信号选择器的成本相比是最小的。

[0073] 这里公开的方法和装置还可以提供良好的可靠性,因为不存在会导致故障的有源组件。

[0074] 除了 AC 定时校准之外,这里公开的方法和装置还具有其他应用。例如,图 7 示出

了用于校准自动电路测试系统的第二示例性方法 700。在方法 700 中,当第一校准单元 200 被耦合 (702) 在测试系统的驱动器和比较器之间时,电阻检查被执行 (704)。以这种方式,与由第一校准单元 200 的接线关系所定义的信号路径相对应的多个电阻可以被确定。然后,当第二校准单元 300 被耦合 (706) 在测试系统的驱动器和比较器之间时,第二电阻检查可以被执行 (708)。以这种方式,与由第二校准单元 300 的接线关系所定义的信号路径相对应的多个电阻可以被确定。在一个实施例中,电阻检查是利用测试系统的 DC 参数测试单元 (PMU) 的驱动器侧电流源或比较器侧电压源执行的 DC 电阻变动测试。

[0075] 与先前求解定时误差方程的方式类似,可以基于电阻和驱动器 / 比较器关系来求解 (710) 方程组以确定 i) 由包括驱动器的测试系统的信号路径提供的相对电阻,以及 ii) 由包括比较器的测试系统的信号路径提供的 相对电阻。确定 DC 电阻变动是有用的,这是因为在执行 AC 定时校准测试之前,需要知道信号路径触点电阻变动。

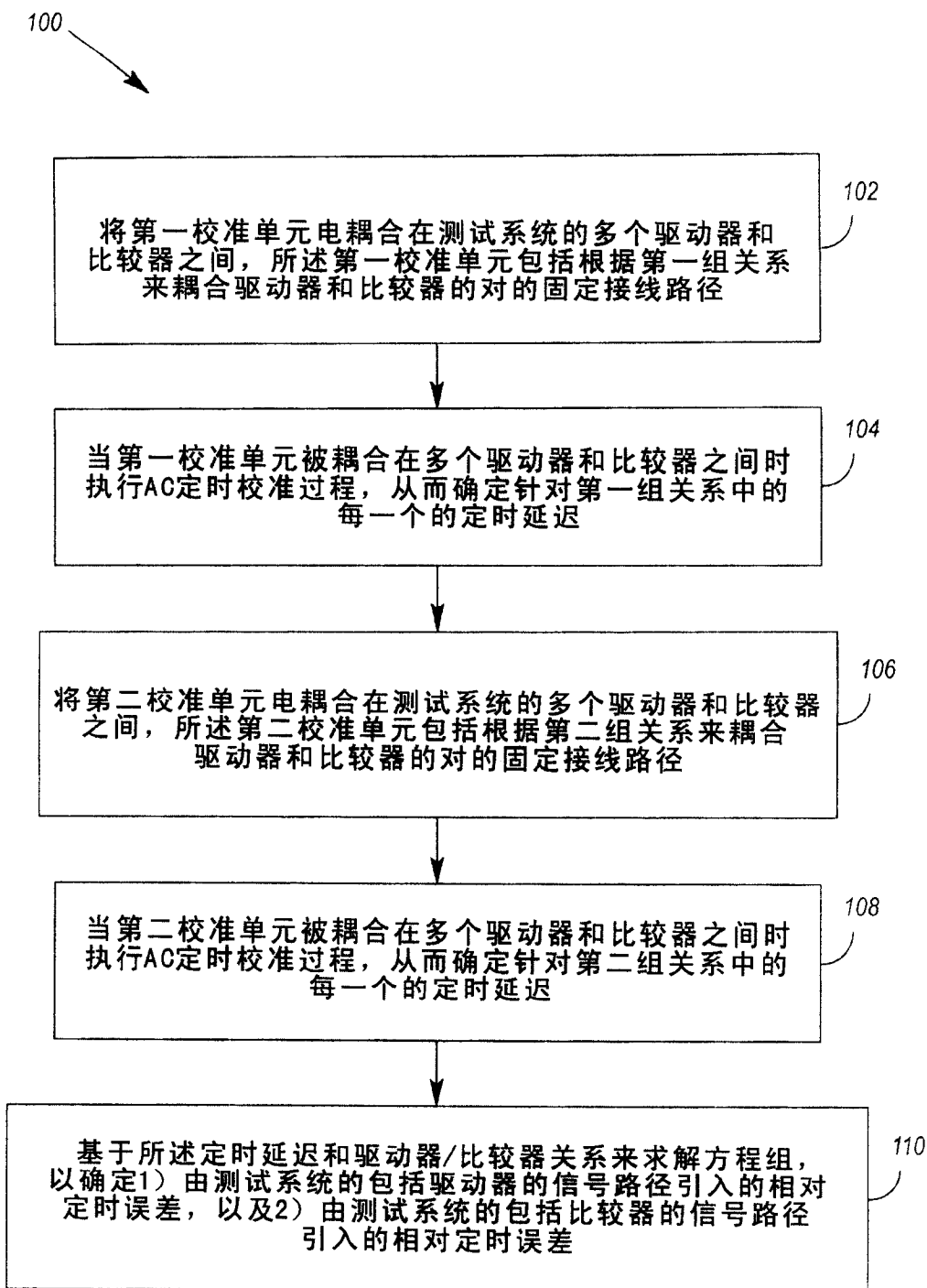


图 1

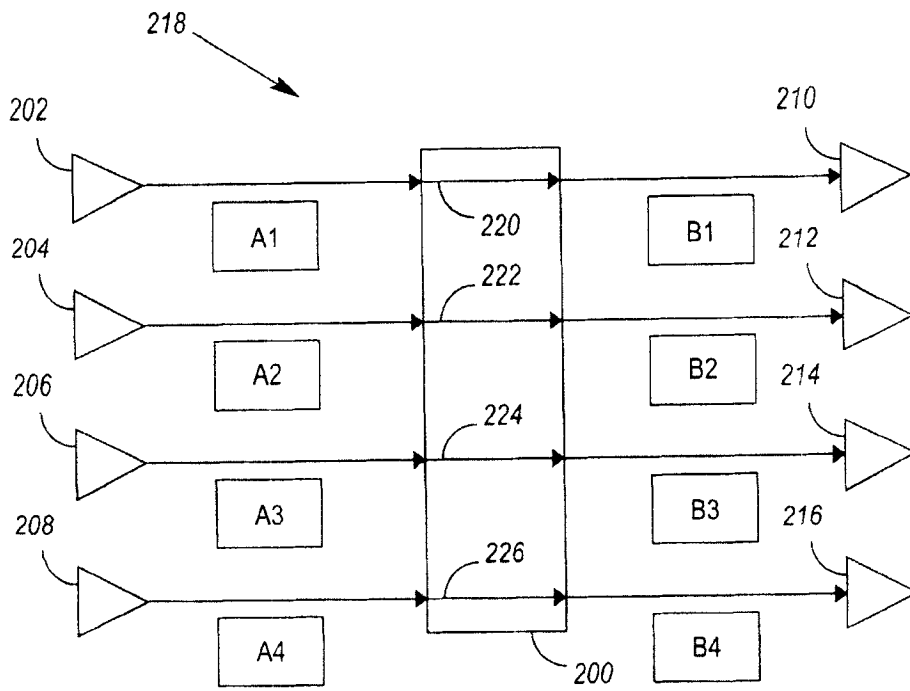


图 2

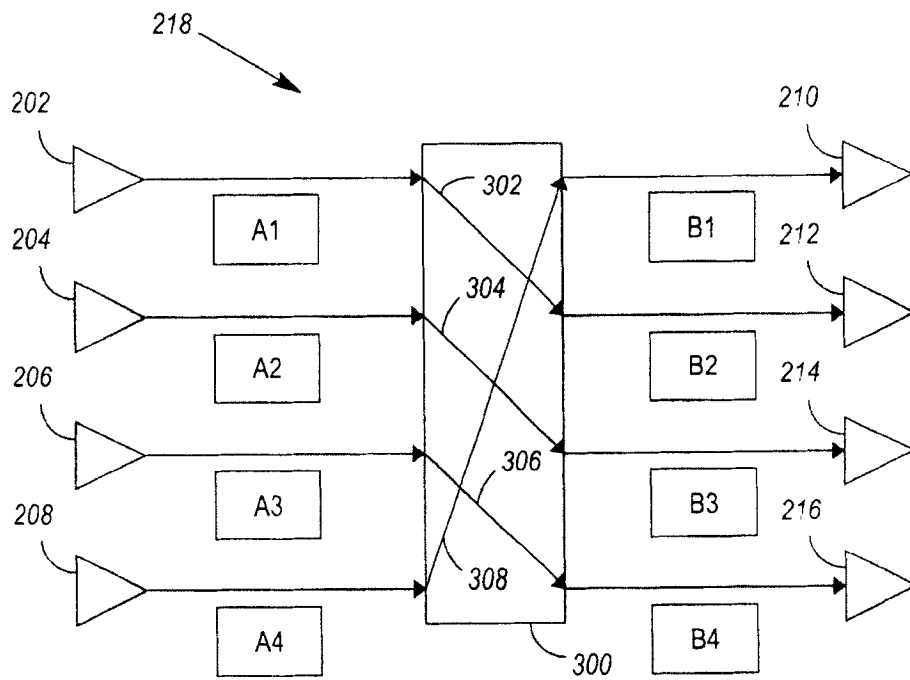


图 3

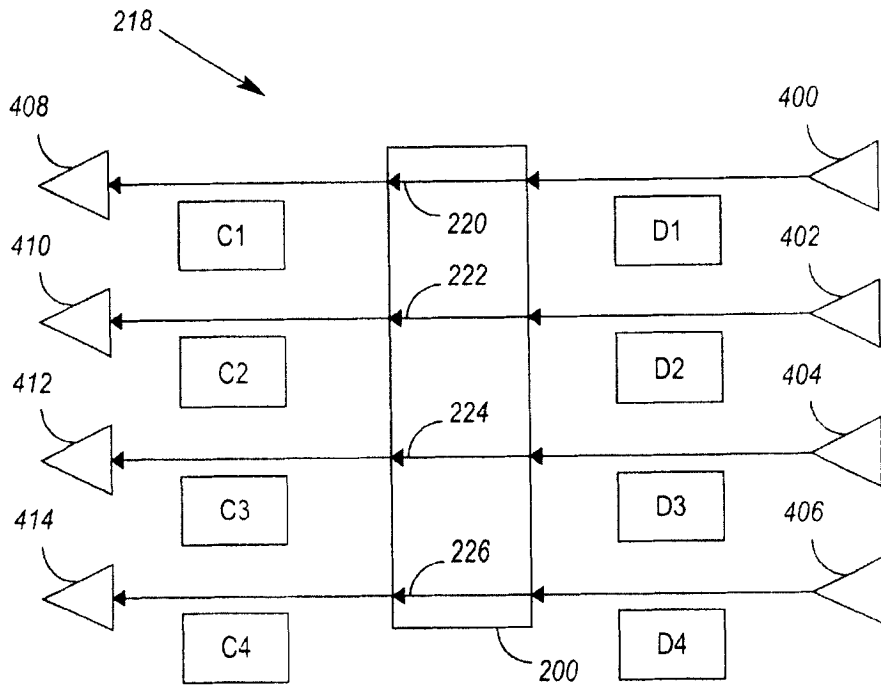


图 4

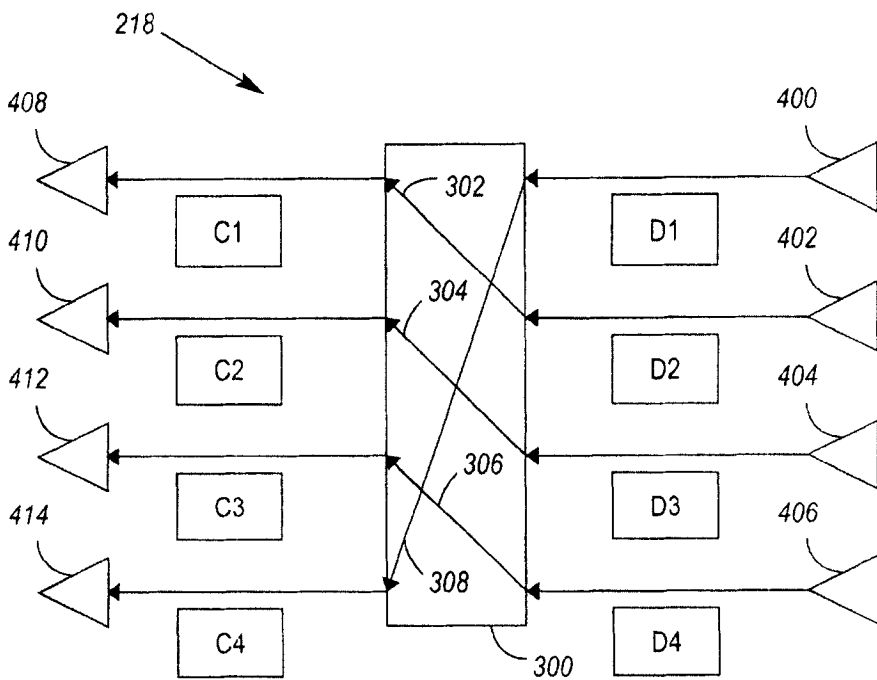


图 5

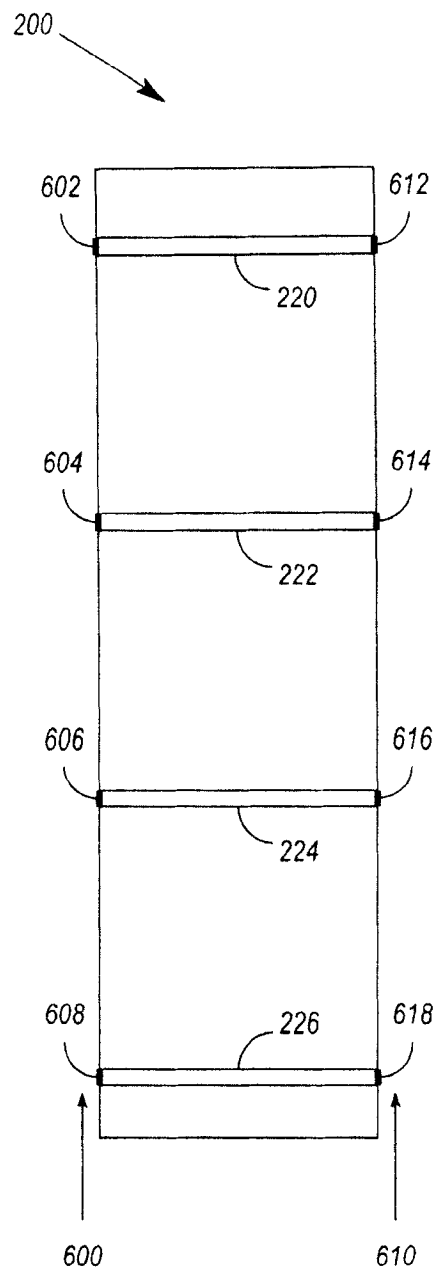


图 6

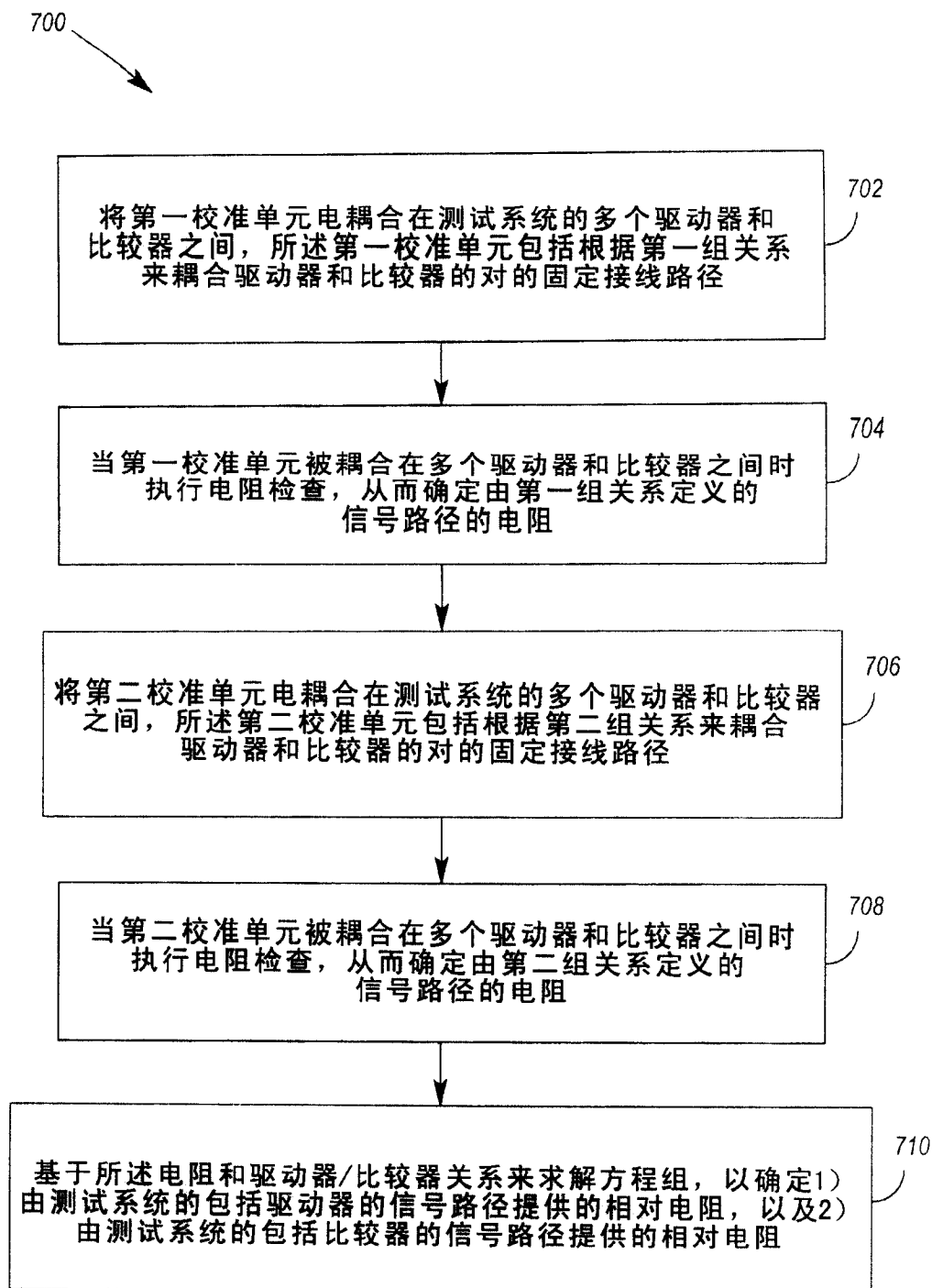


图 7