



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580044040.5

[43] 公开日 2007 年 12 月 5 日

[11] 公开号 CN 101084446A

[22] 申请日 2005.12.16

[21] 申请号 200580044040.5

[30] 优先权

[32] 2004.12.21 [33] US [31] 11/018,626

[86] 国际申请 PCT/US2005/045606 2005.12.16

[87] 国际公布 WO2006/068937 英 2006.6.29

[85] 进入国家阶段日期 2007.6.21

[71] 申请人 泰拉丁公司

地址 美国马萨诸塞州

[72] 发明人 欧内斯特·P·沃克

罗纳德·A·萨特斯基夫

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司
代理人 穆德骏 黄启行

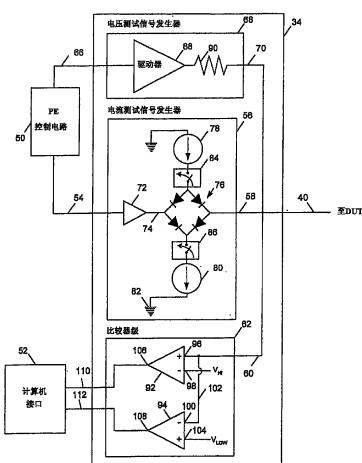
权利要求书 4 页 说明书 18 页 附图 8 页

[54] 发明名称

用于生成测试半导体器件的信号的方法和系统

[57] 摘要

一种用于生成测试半导体器件的信号的方法和系统，包括引脚电子(PE)级，用于将参数测量单元(PMU)电流测试信号提供给被测半导体器件。PE级还读出来自被测半导体器件的响应。



1. 一种半导体器件测试器，包括：
PE 级，其被构造为将 PMU 电流测试信号提供给被测半导体器件，其中该 PE 级还被构造为读出来自被测半导体器件的响应。
2. 如权利要求 1 的半导体器件测试器，其中读出的响应包括存在于被测半导体器件处的电压。
3. 如权利要求 1 的半导体器件测试器，其中 PMU 电流测试信号是 DC 电流信号。
4. 如权利要求 1 的半导体器件测试器，其中 PE 级包括至少一个电流源。
5. 如权利要求 1 的半导体器件测试器，其中 PE 级包括用于分析读出的响应的比较器级。
6. 如权利要求 5 的半导体器件测试器，其中比较器级包括运算放大器，其被构造为比较读出的响应。
7. 如权利要求 5 的半导体器件测试器，其中比较器级包括第一运算放大器，其被构造为比较读出的响应与第一电压，并且比较器级包括第二运算放大器，其被构造为比较读出的响应与比第一电压低的第二电压。
8. 如权利要求 1 的半导体器件测试器，其中 PE 级被构造为生成信号，该信号代表被测半导体器件的读出的响应。
9. 如权利要求 1 的半导体器件测试器，其中 PE 级包括二极管桥。

10. 如权利要求 1 的半导体器件测试器，其中 PE 级被进一步构造为将 PE 测试信号提供给被测半导体器件。

11. 一种半导体测试器，包括：
PE 电流信号发生器，其被构造为将 PMU 电流测试信号提供给被测半导体器件。

12. 如权利要求 11 的半导体测试器，其中 PMU 电流测试信号是 DC 电流信号。

13. 如权利要求 11 的半导体测试器，其中 PE 电流信号发生器包括用于生成 PMU 电流测试信号的二极管。

14. 如权利要求 11 的半导体测试器，其中 PE 电流信号发生器包括至少一个电流源。

15. 一种半导体测试器，包括：
PE 比较器级，其被构造为接收响应于 PMU 电流测试信号的来自被测半导体器件的信号。

16. 如权利要求 15 的半导体测试器，其中接收信号是电压信号。

17. 如权利要求 15 的半导体测试器，其中 PE 比较器级包括运算放大器，其被构造为比较接收信号与第一电压。

18. 如权利要求 15 的半导体测试器，其中 PE 比较器级被构造为提供用于代表对接收信号和第一电压进行的比较的信号。

19. 一种半导体器件的测试方法，包括以下步骤：

从 PE 级提供 PMU 电流测试信号到半导体器件；和
用 PE 级读出在半导体器件处对 PMU 电流测试信号的响应。

20. 如权利要求 19 的方法，其中读出对 PMU 电流测试信号的响应包括读出半导体器件处的电压。

21. 如权利要求 20 的方法，进一步包括以下步骤：
比较该电压与第一预定电压。

22. 如权利要求 21 的方法，进一步包括以下步骤：
比较该电压与第一和第二预定电压，其中该第二电压小于第一电压。

23. 如权利要求 21 的方法，进一步包括以下步骤：
生成代表对该读出电压与第一预定电压所进行的比较的信号。

24. 一种半导体测试器，包括：
PE 电流源，其被构造为将 PMU 电流测试信号提供给被测半导体器件；和
PE 比较器级，其被构造为接收来自被测半导体器件的响应电压，并比较该响应电压与用于识别响应电压的第一电压和第二电压。

25. 如权利要求 24 的半导体测试器，其中第一电压大于第二电压。

26. 如权利要求 24 的半导体测试器，其中 PE 电流源包括高阻抗输出。

27. 如权利要求 24 的半导体测试器，其中 PE 比较器级包括放大器，其用于比较该响应电压与第一电压。

28. 如权利要求 24 的半导体测试器，进一步包括：

PE 驱动器级，其被构造为将 PE 电压测试信号提供给被测半导体器件。

29. 如权利要求 24 的半导体测试器，进一步包括：

PMU 驱动器电路，其被构造为提供用于测试半导体器件的 DC 测试信号；和

反馈电路，其被构造为读出 PMU 驱动器电路的输出处的 DC 测试信号，并将读出的 DC 测试信号提供给 PMU 驱动器电路的输入以允许补偿 DC 测试信号。

30. 如权利要求 24 的半导体测试器，进一步包括：

PMU 级，其被构造为生成用于测试半导体器件的 DC 测试信号；

PE 级，其被构造为生成用于测试半导体器件的 AC 测试信号；和

驱动器电路，在第一模式下，其被构造为将 DC 测试信号提供给半导体器件，而在第二模式下，其被构造为将 AC 测试信号提供给半导体器件。

用于生成测试半导体器件的信号的方法和系统

技术领域

本公开涉及测试半导体器件，更具体地，涉及生成用于测试半导体器件的电流信号。

背景技术

随着对半导体器件（例如，存储芯片和微处理器）的商业需求增加，这些器件的测试对于器件制造商变得很关键。通过在运送给它们的消费者之前测试半导体器件，可检测和除去不合格或运行不良的器件。为了进行这种测试，可使用半导体器件测试器例如自动检验设备（ATE）来辨别和验证所制造的半导体器件的性能。

对于一些类型的测试，ATE可发送两种类型的信号给被测器件（DUT）。将直流（DC）信号发送给DUT，用于测量器件特性例如输入和输出阻抗、泄漏电流和DUT性能。为了生成和发送这些DC信号，ATE包括参数测量单元（PMU）。ATE还产生和发送交流（AC）信号给DUT，对于一些测试情形其模拟数字信号。例如，这些模拟的数字信号，可被输入到被测存储芯片。在存储由数字信号所代表的数字值之后，检索（在以后的时间）该值以确定DUT是否正确地存储了该值。为了产生和发送AC测试信号，ATE包括称引脚电子（Pin Electronics）（PE）线路的另一线路，其相比PMU线路一般以更高的速度工作。由于较慢的PMU线路，PMU测试一般使用比PE测试更多的测试时间。

发明内容

根据本公开的一个方面，半导体器件测试器包括引脚电子（PE）级，其将参数测量单元（PMU）电流测试信号提供给被测半导体器件，PE级还读出来自被测半导体器件的响应。

在一个实施例中，读出的响应可以是存在于被测半导体器件处的电压。PMU电流测试信号可以是DC电流信号。PE级可包括一个或多个电流源。PE级可包括用于分析读出的响应的比较器级。

根据另一方面，半导体测试器包括：将参数测量单元（PMU）电流测试信号提供给被测半导体器件的引脚电子（PE）电流信号发生器。

在另一实施例中，PMU电流测试信号可以是DC电流信号。PE电流信号发生器还可包括用于生成PMU电流测试信号的二极管。此外，PE电流信号发生器可包括一个或多个电流源。

根据另一方面，半导体测试器包括引脚电子（PE）比较器级，其接收响应于参数测量单元（PMU）电流测试信号的被测半导体器件的信号。

在另一实施例中，接收的信号可以是电压信号。PE比较器级可包括用于比较该接收信号与电压的运算放大器。PE比较器级还可提供代表接收信号和电压的比较的信号。

根据另一方面，一种半导体器件的测试方法，包括从引脚电子（PE）级提供参数测量单元（PMU）电流测试信号到半导体器件，并用PE级读出来自半导体器件的PMU电流测试信号的响应。

在另一实施例中，读出PMU电流测试信号的响应包括读出半导体器件处的电压。该方法还可进一步包括比较该电压与预定电压。该方法还可进一步包括比较该电压与两个电压，其中一个电压小于另一电压。该方法还可包括生成代表读出电压和预定电压的比较的信号。

通过以下的详细说明，本公开的另外优点和方面对于本领域技术

人员将更容易明白，其中通过对实施本发明的最佳模式进行图例说明的方式，仅示出和描述了本发明的实施例。如将说明的，本公开能够具有其它的和不同的实施例，且在不脱离本公开的精神的情况下，其若干细节均可以在各种显而易见的方面做出修改。因此，各附图和说明本质上被认为是示例性的，而非限制性的。

附图说明

图1是用于测试半导体器件的系统的简图。

图2是包括在图1所示的系统中的半导体器件测试器的简图。

图3是被配置以提供来自图2所示的测试器的PMU测试信号的PE级的简图。

图4是图3所示的PE级的示范性电路图。

图5是包括在图1所示的系统中的半导体器件测试器的另一实施例的简图。

图6是包括了用于减少PMU测试时间的反馈电路的PMU级的简图。

图7是具有被并入相同集成电路芯片中的PE和PMU线路的半导体器件测试器的简图。

图8是共用公共输出级的PE和PMU线路的简图。

具体实施方式

参考图1，用于测试半导体器件的系统10包括半导体器件测试器12例如ATE或其它类似测试器件。为了控制半导体器件测试器12，系统10包括经由硬连线连接(hardwire connection)16与测试器12相连接的计算机系统14。一般，计算机系统14发送命令给测试器12，其启动执行测试半导体器件的程序和功能。这种执行测试程序可启动测试信号产生和传输到测试半导体器件(DUT)并收集来自DUT的响应。各种类型的半导体器件可由系统10测试。在该实例中，集成电路(IC)芯片18(例如，存储芯片、微处理器、模拟-数字转换器、数字-模拟转换器等)作为DUT被测试。

为了提供测试信号并收集来自DUT的响应，半导体器件测试器12连接至用于为IC芯片18的内部电路提供了接口的一个或多个连接引脚。为了测试一些DUT，例如，可将多达六十四个或一百二十八个连接引脚（或更多）连接至测试器12。为了说明的目的，在该实例中半导体器件测试器12通过硬连线连接被连接至IC芯片18的一个连接引脚。导体20（例如，电缆）连接至引脚22并用于将测试信号（例如，PMU测试信号、PE测试信号等）传送至IC芯片18的内部线路。导体20还响应于由半导体器件测试器12提供的测试信号读出引脚22处的信号。例如，可响应于测试信号在引脚22读出电压信号或电流信号，并经由导体20发送给测试器12用以进行分析。还对包括在IC芯片18中的其它引脚进行这种单端口测试。例如，测试器12可将测试信号提供到其它引脚中并收集经由导体（传送提供的信号）所反射回的相关信号。通过收集反射的信号，引脚的输入阻抗可以连同其它单端口测试数量被特征化。在其它测试情形下，数字信号可经由导体20被发送至引脚22，用于在IC芯片18上存储数字值。一旦存储了，就可以访问IC芯片18以检索并经由导体20来发送所述的被存储的数字值至测试器12。然后可识别该检索的数字值来确定在IC芯片18上是否存储了正确值。

连同进行单端口测量，还可由半导体器件测试器12进行双端口测试。例如，测试信号可经由导体20注入到引脚22中，并且可从IC芯片18的一个或多个其它引脚收集响应信号。该响应信号提供给半导体器件测试器12，以确定例如增益响应、相位响应这样的参量和产生的其它测量参量。

还参考图2，为了从DUT（或多个DUT）的多个连接引脚发送和收集测试信号，半导体器件测试器12包括可以与许多引脚通信的接口卡24。例如，接口卡24可发送测试信号给例如32、64或128个引脚并收集相应的响应。对于引脚的每个通信链路一般称为通道，并通过将测试信号提供给大量通道，减少了测试时间，因为可同时进行多个测试。

连同接口卡上的许多通道，通过包括测试器12中的多个接口卡，通道的总数量增加，由此进一步减少了测试时间。在该实例中，示出了两个另外的接口卡26和28以证明多个接口卡可组装在测试器12上。

每个接口卡都包括用于进行特定测试功能的专用集成电路（IC）芯片（例如，专用集成电路（ASIC））。例如，接口卡24包括用于进行参数测量单元（PMU）测试和引脚电子（PE）测试的IC芯片30。IC芯片30分别具有：包括进行PMU测试的线路的PMU级32和包括进行PE测试的线路的PE级34。另外，接口卡26和28分别包括IC芯片36和38，IC芯片36和38包括PMU和PE线路。一般，PMU测试包括提供DC电压或电流信号给DUT，以确定输入和输出阻抗、泄漏电流和其它类型的DC性能特性这样的参量。PE测试包括将AC测试信号和波形发送至DUT（例如，IC芯片18）并收集响应以进一步特征化DUT性能。例如，IC芯片30可传送（至DUT）代表在DUT上存储的二进制值的向量的AC测试信号。一旦存储了，就通过测试器访问DUT以确定是否已存储了正确的二进制值。由于数字信号一般包括陡变的电压转换，所以IC芯片30上的PE级34中的线路相比PMU级32中的线路以较高的速度工作。

为了将DC和AC测试信号和波形从接口卡24传给DUT 18，导电迹线40将IC芯片30连接至能使信号在接口板24通过和停止的接口板连接体42。接口板连接体42还连接至导体44，导体44连接至能使信号往返传送于测试器12的接口连接体46。在该实例中，导体20连接至用于在测试器12和IC芯片18的引脚22之间双向传送信号的接口连接体46。在一些配置中，接口器件可用于将一个或多个导体从测试器12连接至DUT。例如，DUT（例如，IC芯片18）可装配到器件接口板（DIB）上，以便于访问每个DUT引脚。在这样的配置中，导体20可连接至DIB用于将测试信号放置在DUT的合适的引脚（例如，引脚22）上。

在该实例中，只有导电迹线40和导体44分别连接IC芯片30和接口板24，用于输送和收集信号。然而，IC芯片30（连同IC芯片36和38）

一般具有多个引脚（例如，八个、十六个等），所述多个引脚分别连接多个导电迹线和相应的导体，用于提供和收集来自DUT的信号（通过DIB）。另外，在一些配置中，测试器12可连接两个或多个DIB，用于将由接口卡24、26和28提供的通道连接至一个或多个测试器件。

为了启动和控制由接口卡24、26和28执行的测试，测试器12包括PMU控制电路48和PE控制电路50，提供用于产生测试信号和分析DUT响应的测试参数（例如，测试信号电压电平、测试信号电流电平、数字值等）。测试器12还包括计算机接口52，其允许计算机系统14控制由测试器12执行的操作且还允许数据（例如，测试参数、DUT响应等）在测试器12和计算机系统14之间通过。

如所提到的，PMU测试一般包括发送DC测试信号给DUT并收集响应信号。例如，可发送测试信号以提供特定的DC电流或DC电压给DUT。一般，当这些测试信号在PMU级32中的线路生成时，不能同时获得希望的电流和电压电平，并且这些信号需要时间以在它们的预定电平稳定下来。由于这种信号稳定周期，所以需要另外的时间来进行PMU测试。使该延迟时间乘以正在DUT（或一组DUT）上进行PMU测试的数量，可见会损失相当多的测试时间。因此损失的测试时间降低了制造效率并增加了制造成本。

还参考图3，为了减少PMU测试时间，使用相对高速度的PE级以通过产生PMU测试信号进行一些PMU测试。通过用PE级34生成PMU测试信号，信号稳定时间连同测试时间一同降低。另外，PE级34用于收集来自DUT的、被提供PMU测试信号的响应信号。尤其是，PE级34用于生成PMU测试信号，其提供特定的电流信号给DUT。连同提供PMU测试信号，PE级34还读出响应于电流测试信号产生的DUT处的电压。通过利用PE级34的高速度线路（相比PMU级32），相对快地生成PMU测试信号并减少了测试时间。通过减少测试时间，节约了时间并可用于测试另外的DUT并由此提高了制造效率。

为了用PE级34启动PMU测试，PE控制电路50经由导体54发送控制信号给在PE级34中包括的电流测试信号发生器56。一般，电流测试信号发生器56使用控制信号，用于设置被发送给DUT的输出信号的电流电平。例如，控制信号可引导电流测试信号发生器56以经由导体58输出五十毫安DC电流信号，用于传送给IC芯片18的引脚22（经由导电迹线40和导体44和20）。

连同发送DC测试电流信号一起，PE级34还在注入PMU测试信号之后从DUT收集响应信号。例如，在提供DC电流测试信号之后，可在引脚22处读出电压信号并经由用于提供电流信号给DUT的相同导体（即，导体20和44，和导体迹线40）将电压信号发送至PE级34。一接收到电压信号，导体60就提供信号给包括在PE级34中的比较器级。通过比较电压信号与预定电压，比较器级62能够确定在DUT处读出的响应信号的DC电压电平。一确定了在DTU处读出的DC电压信号的电平，比较器级62就将代表数据经由导体64传送给计算机接口52，计算机接口52将数据传送给计算机系统（例如，计算机系统14）或另一类型的数据设备（例如，个人数字助理（PDA）、蜂窝电话等）或网络（例如，因特网）。

当PE级34提供用于减少PMU测试时间的PMU测试信号时，该级还提供PE测试功能。例如，PE控制电路50可经由导体66将控制信号发送给在PE级34中包括的电压测试信号发生器68。电压测试信号发生器68生成PE测试信号例如AC波形，该PE测试信号经由导体70（与导体迹线40和导体44和20一起）被发送给DUT。与提供PMU测试信号相似，DUT可生成响应于PE测试信号的信号。这些响应信号的一些可通过PE级34经由导体20、44和导电迹线40接收。一旦接收到信号，信号就经由导体60被发送到比较器级62用以进行分析。例如，响应于从电压测试信号发生器68发送的AC信号，可由PE级34接收AC信号。到达比较器级62，可比较该AC响应信号与预定电压电平，确定信号大于还是小于电压。

一旦确定了，代表该对比的数据可经由导体64发送给计算机接口52，用于通过计算机系统例如计算机系统14进行进一步的分析。

还参考图4，用于PE级34的示范性电路包括电压测试信号发生器68、电流测试信号发生器56和比较器级62。连同于提供PE测试信号给DUT一起，PE级34提供PMU测试信号以减少PMU测试时间。尤其是，使用电流测试信号发生器56生成PMU电流测试信号，其被经由导体58和导电迹线40发送给DUT（例如，IC芯片18）的。响应于接收DC电流测试信号，由DUT生成电压响应信号。例如，通过使电流测试信号进入引脚22，由于DUT的输入阻抗可在引脚22处生成电压信号。引脚22处的该电压信号经由导体20、44和导电迹线40提供给PE级34。当由DUT提供信号时，电流测试信号发生器56和电压测试信号发生器68设置在高输出阻抗模式。由于高的输出阻抗模式，电压信号经由导体60被提供给比较器级62，并且没有被电流测试信号发生器56和电压测试信号发生器68收到。比较器级62确定了来自DUT的电压信号的电平并将信号提供给识别该电压电平的计算机接口52。如已提到的，用于PE测试的电路以相对高的速度工作以将例如数字测试信号提供给DUT并收集来自DUT的相应响应信号。通过利用用于PMU测试的PE级34的该高速度电路，较快地进行PMU测试并且另外的操作例如更多的PMU和PE测试会节省测试时间。

为了提供电流测试信号，PE控制电路50经由导体54发送信号给电流测试信号发生器56。在该实例中，导体54将从PE控制电路的信号提供到放大器72，放大器72调节（例如，放大）该信号并将它经由导体74发送给二极管桥76。由二极管桥76接收的信号用于向包括在该桥中的二极管加偏压并控制由发生器56提供的电流信号。通过向二极管桥76加偏压，电流可从电流源78流到导体58或者电流可从导体58流到与接地端子82相连接的第二电流源80。由于发生器56通过利用电流源78和电流源80提供双向电流流动，PE控制电路50可以通过控制二极管桥76的偏压来调节发送到DUT的电流信号。通过提供调节的电流信号，

测试器12可提供多个AC信号给DUT，用于PE测试。电流测试信号发生器56还包括两个开关84和86，分别控制来自电流源78的或者流向电流源80的电流。例如，如果闭合开关84，则电流源78连接至二极管桥76并可经由导体58将电流信号发送给DUT。相似地，如果开关86闭合，则电流源80连接至二极管桥76并可经由导体58抽取(draw)电流。如果开关84或86打开，则相应的电流源78或80与二极管桥76隔开。

为了将电压测试信号提供给DUT用于PE测试，PE控制电路50将测试信号(例如，AC信号、数字信号等)经由导体66发送给电压测试信号发生器68。导体66提供信号给驱动器(例如，放大器电路)，该驱动器调节(例如，放大)该信号并将电压测试信号发送给电阻器90。选择电阻器90的电阻用于阻抗匹配。为了将电压测试信号传送给DUT，电阻器90连接至与导电迹线40相连接的导体70。

为了提供用于PMU测试DC电流信号，在一种情形下，PE控制电路50将信号提供给放大器72，用于向二极管桥76加偏压。来自放大器72的信号向二极管桥76加偏压，以使得电流流过实质上未调节的桥(以生成DC电流信号)。在一个实例中，开关84闭合并且电流源78将电流提供给二极管桥76。由于没有调节电流，所以实质上，DC电流信号经由导体58被发送给导电迹线40，用于传送给DUT(例如，IC芯片18)。在其它测试情形，电流源80、或电流源78和80的组合可提供DC电流测试信号给DUT。

一旦接收到来自信号发生器56的DC电流测试信号，在DUT(例如，IC芯片18的引脚22)处就生成了电压信号。该电压信号从DUT被提供到导电迹线40(经由导体20和44)。由于电压测试信号发生器68和电流测试信号发生器56的输出阻抗较大，所以隔离了这些级并且将电压信号提供给比较器级62用于分析。对于一种分析，把电压信号与一个电压电平(即， V_{HI})和低电压电平(即， V_{LOW})作比较。通过进行比较，比较器级62可确定导体60上的电压信号是否大于 V_{HI} 、小于 V_{LOW} 、

或在 V_{HI} 和 V_{LOW} 之间。通过将电压指定为略微不同的 V_{HI} 和 V_{LOW} ，可近似确定电压信号的值。例如，可将 V_{LOW} 设定为0.65伏以及将 V_{HI} 设定为0.75伏。如果比较器级62确定来自DUT的电压信号在 V_{HI} 和 V_{LOW} 之间，则0.7伏的电压电平可用于近似特征化电压信号。如果比较器级62确定电压信号小于 V_{LOW} 或大于 V_{HI} ，则可将新的电压指定为 V_{LOW} 和 V_{HI} 。例如， V_{LOW} 和 V_{HI} 可增加或降低相同的量以保持检测窗宽。可选地，可调节 V_{LOW} 和 V_{HI} 以使检测窗加宽或变窄。然后可将对于 V_{LOW} 和 V_{HI} 的这些已调节电压与电压信号作比较，以逼近信号的电压电平。在一些配置中，可以以迭代的方式进行对于 V_{LOW} 和 V_{HI} 的调节以及与该电压的比较，以逼近来自DUT的电压信号。

在该实例中，比较器级62包括两个运算放大器92、94，用于逼近来自DUT的导体60上的电压信号的电压。运算放大器92被提供有正相输入96上的电压信号和反相输入98上的 V_{HI} 。相似地，运算放大器94被提供有反相输入100（经由导体102）上的电压信号和正相输入104上的 V_{LOW} 。运算放大器92在输出106提供信号，用于识别电压信号大于还是小于 V_{HI} 。相似地，运算放大器94在输出108处提供信号，用于识别电压信号大于还是小于 V_{LOW} 。在该实例中，该两个信号被经由各个导体110和112发送给计算机接口52。通过将这些信号提供给计算机接口52，可将代表了由比较器级62进行的比较的数据提供给测试器12和计算机系统14的其它部分。基于该数据，如果该电压在 V_{LOW} 和 V_{HI} 之间，则可逼近来自DUT的电压信号。如果信号电压大于 V_{HI} 或小于 V_{LOW} ，则计算机系统14或测试器12可启动调节 V_{LOW} 和/或 V_{HI} 并执行电压信号的另一比较。然而，由于PE级34相比于PMU级以较高速度工作，所以通过用PE级34测试进行PMU测试，可以有效地增加了测试效率并且减少了测试时间。

在一些实施例中参考图5，半导体器件测试器12包括能够与DUT（或多个DUT）的许多引脚通信的接口卡260。例如，接口卡260可启动传输测试信号给例如三十二、六十四或一百二十八个引脚并收集相

应的响应。引脚的每个通信线路一般称为通道并通过提供大量通道，减少测试时间。与具有接口卡上的许多通道一起，通过包括测试器12中的多个接口卡，增加了通道的总数，由此进一步减少了测试时间。在该实例中，示出了两个另外的接口卡280和300以证明多个接口卡可组装在测试器12上。

每个接口卡都包括用于进行特定测试功能的专用集成电路（IC）芯片（例如，专用集成电路（ASIC））。例如，接口卡260包括用于进行PMU和PE测试的IC芯片320。另外，接口卡280和300分别包括提供PMU和PE测试的IC芯片340和360。一般，PMU测试包括提供DC电压或电流信号给DUT以确定例如输入和输出阻抗、泄漏电流以及其它类型的DC性能特征等参量。PE测试包括发送AC测试信号和波形给DUT（例如，IC芯片18）并收集响应以进一步特征化DUT的性能。例如，IC芯片320可启动传送（至DUT）代表在DUT上存储的二进制值向量的AC测试信号。一旦存储了，就由测试器12访问DUT以确定是否存储了正确的二进制值。由于数字信号一般包括陡变的电压转换，所以IC芯片320上的PE电路相比于IC芯片320上的PMU电路以较高的速度工作。

为了使DC和AC测试信号和波形从接口卡260传送给DUT 18，一对导电迹线380、400将IC芯片320连接到各个导体200和240。在一些配置中，可采用接口器件将导体200和240连接到DUT。例如，DUT（例如，IC芯片18）可被装配到器件接口板（DIB）上，以使得很容易地访问每个DUT引脚。在这种配置中，导体200和240可分别连接到DIB，用于将测试信号放置在DUT的适当引脚上。

在该实例中，仅两个导体380、400分别将IC芯片320连接到导体200和240用于传输和收集信号。然而，IC芯片320（与IC芯片340和360一起）一般具有用于分别将多个导体连接至DIB的多个引脚（例如，八个、十六个等）。另外，在一些配置中，测试器12可连接到两个或更多个DIB，以将由接口卡260、280和300提供的通道接口连接到一个或多个

被测器件。

为了启动和控制由接口卡260、280和300进行的测试，测试器12包括PMU控制电路420和PE控制电路440，其提供用于生成测试信号和分析DUT响应的测试参数（例如，测试信号电压电平、测试信号电流电平、数字值等）。测试器12还包括计算机接口460，其允许计算机系统14控制由测试器12执行的操作，并且还允许数据（例如，测试参数、DUT响应等）在测试器12和计算机系统14之间传输。

参考图6，示出了IC芯片320的一部分，其包括用于进行PMU测试的PMU级480。为了启动发送PMU测试信号给DUT 18，PMU控制电路420经由导电迹线500将DC信号发送至驱动器电路540的输入520，驱动器电路540调节（例如，放大）该信号并将它发送至输出560。例如，PMU控制电路420可提供3伏DC信号给输入520。利用该输入信号，驱动器电路540可应用单位增益并在高阻抗输出560处提供3伏DC信号。为了将3伏DC信号发送给IC芯片18以进行PMU测试，导体580连接至输出560。导体580连接至读出电阻器600，用于监控发送给DUT的PMU测试信号。读出电阻器600还连接至将3伏DC测试信号提供给的导体620，接口连接器640能使测试信号离开IC芯片320。在该实例中，接口连接器640连接至导体380，其经由导体200将PMU测试信号提供给IC芯片18的引脚220。

在该实例中，通过半导体器件测试器12将3伏DC信号提供给引脚220用于进行PMU测试。然而，如果IC芯片18从该信号抽取电流，则通过存在驱动器电路540和IC芯片18之间的阻抗而产生电压降。例如，如果电流流入引脚220中，则在读出电阻器600两端产生了电压降。另外，存在于接口连接器620和/或导体620、380和200中的电阻由于该电流流动而会产生电压降。由于这些电压降，相比于由PMU控制电路420提供给驱动器电路540的输入520的测试信号，引脚220处的3伏DC信号的电平减小了。例如，由于由IC芯片18抽取的电流，引脚220处的DC信号基

本上小于（例如，1伏）存在于驱动器电路540的输入520处的3伏DC信号。

为了补偿驱动器电路540和IC芯片18（或另一DUT）之间的电压降，半导体器件测试器12包括用于检测信号损失和适当调节驱动器电路540的输出的电路。例如，如果引脚220处的测试信号减小为2伏信号，则测试器12检测该1伏信号损失并调节驱动器电路540的输出以便所希望的3伏信号传输给IC芯片18。为了检测DUT处的该信号损失，一种常规技术监控存在于DUT处的测试信号并调节驱动器电路540的输出以补偿所检测的信号损失。在该实例中，为了监控提供给IC芯片18的PMU测试信号，导体240连接至引脚220。通过监控存在于引脚220的测试信号，可将反馈信号发送给驱动器电路540用于调节其输出。具体是，反馈信号从导体240传送给与接口连接器660相连接的导体400。接口连接器660将反馈信号提供给IC芯片320的内部电路。在该实例中，反馈信号传送给缓冲放大器700（例如，单位增益放大器）的输入680，以便经由导体240和400和接口连接器660抽取最小的电流。当将缓冲放大器700并入IC芯片320中时，在其它配置中缓冲放大器700可设置在IC芯片320的外部。例如，缓冲放大器700可设置在接口卡260上或在DUT附近。

缓冲放大器700通过导体740将反馈信号传送给开关720，其控制将反馈从哪个源提供给驱动器电路540。一般，测试器12或计算机系统14控制放置开关720的位置。如果开关720放置在将连接器740和导体760相连接的位置，则来自引脚220的反馈信号被提供给驱动器电路540的输入780。通过提供该反馈信号，驱动器电路540可以确定该反馈信号和由PMU控制电路420提供的测试信号（在输入520）之间的差。例如，如果反馈信号为2伏DC信号以及来自PMU控制电路420的信号为3伏DC信号，则驱动器电路540比较该信号以确定在传送给引脚220期间损耗了1伏。为了补偿该损耗，驱动器电路540可调节其输出以便从输出560提供4伏DC信号。相应地，由于驱动器电路540和DUT之间的损耗，4伏信号在引脚220处减少为3伏DC信号。那么，通过监控存在于引脚220

处的信号并适当地调节驱动器电路540的输出，将所希望的测试信号提供给DUT。

用于监控被提供给DUT的PMU测试信号的另一常规技术是监控由DUT抽取的电流。通过监控该电流，可调节驱动器电路540的输出以补偿由于该抽取电流引起的电压降。为了提供该监控技术，一对导体800、820连接在读出电阻器600的两端以检测电阻器两端的电压。因此，如果引脚220通过导体200、380和620抽取电流，则检测读出电阻器600两端的电压。导体800和820将存在于读出电阻器600两端的该电压降提供给缓冲放大器840，该缓冲放大器840提供代表读出电阻器600两端的电压降的DC信号。导体860将来自缓冲放大器840的输出的DC信号传送给开关720。如果开关720闭合（由测试器12或计算机系统14）以连接导体860和导体760，则来自缓冲放大器840的DC信号提供给驱动器电路540的输入780。与存在于导体740上的DC信号相似（来自引脚220），通过驱动器电路540使用存在于导体860上的反馈信号，来调节它的输出以补偿由DUT抽取的电流。

通过监控具有在读出电阻器600或DUT处（例如，引脚220）检测的反馈信号的PMU测试信号，驱动器电路540可精确地调节驱动器电路和DUT之间的信号损失。然而，在由开关720接收之前，跨越了相当大距离来发送这两个反馈信号。例如，在引脚220处检测的DC电压信号经由导体240、400和740发送，并通过接口连接器660和缓冲放大器700被传送。为了监控读出电阻器600两端的电压，反馈DC电压信号通过导体800、820和860传送，并通过缓冲放大器840被传送。对于将驱动器电路540的输出调节为适当的测试信号，这些传输距离会引起延时。相应地，由于该延时，需要额外的时间用于进行PMU测试。此外，当测试更多的器件时，会损失相当大的测试时间。

为了减少用于驱动器电路540提供适当DC测试信号的时间，PMU级480包括反馈电路以监控驱动器电路540的输出560的信号，并将反馈

信号提供给开关720。通过监控输出560处的信号，大大地减少了将反馈信号提供给驱动器电路540所需的时间。通过减少提供反馈信号的时间，驱动器电路540相对快地调节它的输出，用于由DUT抽取的电流。在该实例中，反馈电路通过与驱动器电路540的输出560和开关720相连接的导体880提供。当开关720闭合（由此连接导体880至导体760）时，存在于输出560的信号提供给驱动器电路540的输入780。因此，如果由于由IC芯片18抽取的电流导致减少了存在于输出560处的DC测试信号，则驱动器电路540可以较快地调节输出信号以便在引脚220处接收所希望的测试信号（例如，3伏DC信号）。

在该实例中，导体880提供从输出560到开关720的反馈信号，然而在其它配置中可实施其它电路以提供反馈电路。例如，缓冲放大器可沿着导体880连接以减少由导体抽取的电流。而且，导体880可从输出560直接连接到输入780。通过去除开关720，进一步减少了传播延时。然而，包括开关720和用于监控读出电阻器600两端和/或引脚220处的电压信号的电路使得能在DUT处（或在附近）检测精确的反馈信号。然而，监控读出电阻器600和引脚220处的PMU测试信号增加了用于使驱动器电路540调节驱动器电路输出所需的时间，连同于总的PMU测试时间一同增加。

参考图7，为了减小每个接口卡上的占用空间以及减少输出级冗余，将PE电路和PMU电路并入同一IC芯片中。另外，PE电路和PMU电路共用公共输出级以减小用于提供PE和PMU功能的每个IC芯片中的电路。为了示例性的目的，测试器12的另一实施例包括分别装配了IC芯片的一系列接口卡885、905和925，该IC芯片提供用于DUT（例如，存储器芯片、微处理器、模拟-数字转换器等）测试的PE和PMU功能。尤其是，各个的IC芯片945、965和985包括提供PE和PMU测试信号的电路。通过在相同芯片上组合PE和PMU功能，减少了在每个接口卡上的芯片数并节约了每个卡上的空间。可使用该节省的空间，以例如实施另外的功能或将更多的测试通道增加给接口卡。此外，通过共用每个IC芯

片上的PE和PMU电路之间的公共输出级，节省了在前用于冗余的输出级和阻抗匹配电阻器的芯片面积。测试器12连接至器件接口板1005，用于将测试信号引入DUT的适当引脚。另外，测试器12包括PMU控制电路1025、PE控制电路1045和计算机接口1065，用于在测试器12和计算机系统（例如，计算机系统14）之间传送命令和数据。

还参考图8，示出了IC芯片965的一部分，该部分包括用于将PE和PMU测试信号提供给DUT的电路。另外，IC芯片965包括由PE和PMU电路共用的输出级1085。通过共用公共输出级1085，在IC芯片965上节省了芯片空间。另外，通过在同一IC芯片中实施两种功能，在接口卡905上节省了板空间。

PMU控制电路1025通过放大器1105将DC测试信号发送给选择器1145的输入1125，该选择器1145将信号引向具体输出端口。在该实例中，选择器1125包括五个输出端口1165、1185、1205、1225和1245。每个输出端口用于将具有特定电流电平（例如，50毫安、2毫安、200微安、20微安、2微安等）的DC测试信号提供给DUT。读出电阻器1265、1285和1305具有不同电阻值，用于从相应输出端口传播的特定DC读出测试信号。输出端口1225连接用于传送DC测试信号的导电迹线1325（不包括读出电阻器）。在其它配置中，其它类型的电阻器或电阻器网络可连接至选择器1145的输出端口1165、1185、1205、1225和1245。例如可插入电阻器与导体1325串联。

来自输出端口1165、1185、1205和1225的测试信号通过电阻器1345传送给开关1365，开关1365控制传送到共用的输出级1085的测试信号的通路。开关1365可由测试器12或从计算机系统例如计算机系统145发送的命令控制。一般当进行PMU测试时，开关1365闭合。然而，当从输出端口1245提供PMU信号（例如，50毫安）时，开关1365打开。另外，用于进行PE测试，开关1365打开。为了控制开关1365的位置，测试器12可生成电压或电流信号以启动放置开关1365到打开或闭合位

置。开关1365可通过半导体器件发展和制造的本领域技术人员公知的各种技术并入IC芯片965中。例如，一个或多个晶体管或其它类型的半导体部件可并入IC芯片965中以生成开关1365。

为了提供较高电流的PMU测试信号，选择器1145还连接至放大测试信号的PE/PMU驱动器1385。尤其是输出端口1245经由导体1425连接至PE/PMU驱动器1385的输入1405。PE/PMU驱动器1385由并入IC芯片96中的PMU和PE电路共用。通过共用驱动器1385，PMU测试信号可由被用于PE测试信号的同一驱动器放大。例如，通过用驱动器1385放大PMU测试信号，可将大的DC电流信号（例如，50毫安）提供给DUT用于测试。通过利用同一驱动器与PE测试信号一起生成相对大电流的PMU测试信号，不需要冗余的驱动器并且在IC芯片965上节省了芯片空间。另外通过利用同一驱动器1385，通过减少冗余驱动器的功率需求还节省了功耗。

PE控制电路1045经由导体1465将PE测试信号提供到PE/PMU驱动器1385的另一输入1445中。PE/PMU驱动器1385的输出1485将放大的PE测试信号（或高电流PMU测试信号）发送给共用的输出级1085。在该配置中，输出级1085包括用于阻抗匹配的电阻器1505，然而，两个或多个电阻器可包括在输出级1085中。例如，电阻器1505可具有50欧姆的电阻，用于匹配与DIB相连接的传输线。

由于输出级1085由PE和PMU电路共用，所以通过电阻器1505传送PE和PMU测试信号。例如，较高电流的PMU测试信号和PE测试信号从PE/PMU驱动器1385的输出1485发送给电阻器1505。相似地，较低电流的PMU测试信号通过导体1525从开关1365（在闭合位置）传送给电阻器1505。这些较低电流的PMU测试信号通过用于传送高电流PE测试信号和高电流PMU测试信号（例如，50毫安）的同一电阻器（电阻器1505）传送。为了体现（account for）电阻器1505的电阻，可通过放大器1105或PMU控制电路1025来增加较低电流的PMU测试信号的信号电平。还

可实施其它技术以体现电阻器1505的电阻。例如可减少电阻器1265、1285、1305和1345的电阻（例如，减少50欧姆）以体现电阻器1505的电阻。通过共用输出级1085，与共用PE/PMU驱动器1385相似，电阻器1505被公共地用于将PMU和PE测试信号提供给DUT，并节省了IC芯片965上的空间。

已描述了许多实现方式。不过，应当理解可进行各种修改。因此，其它实施方式包含在以下权利要求的范围之内。

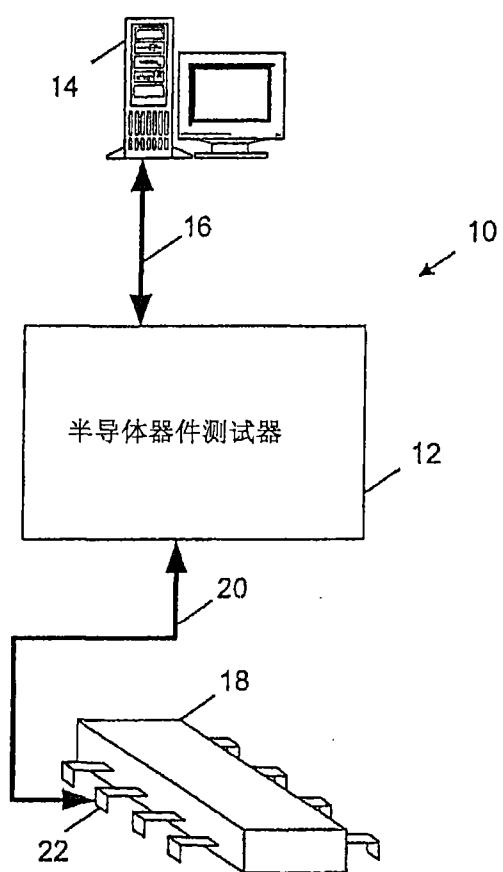


图1

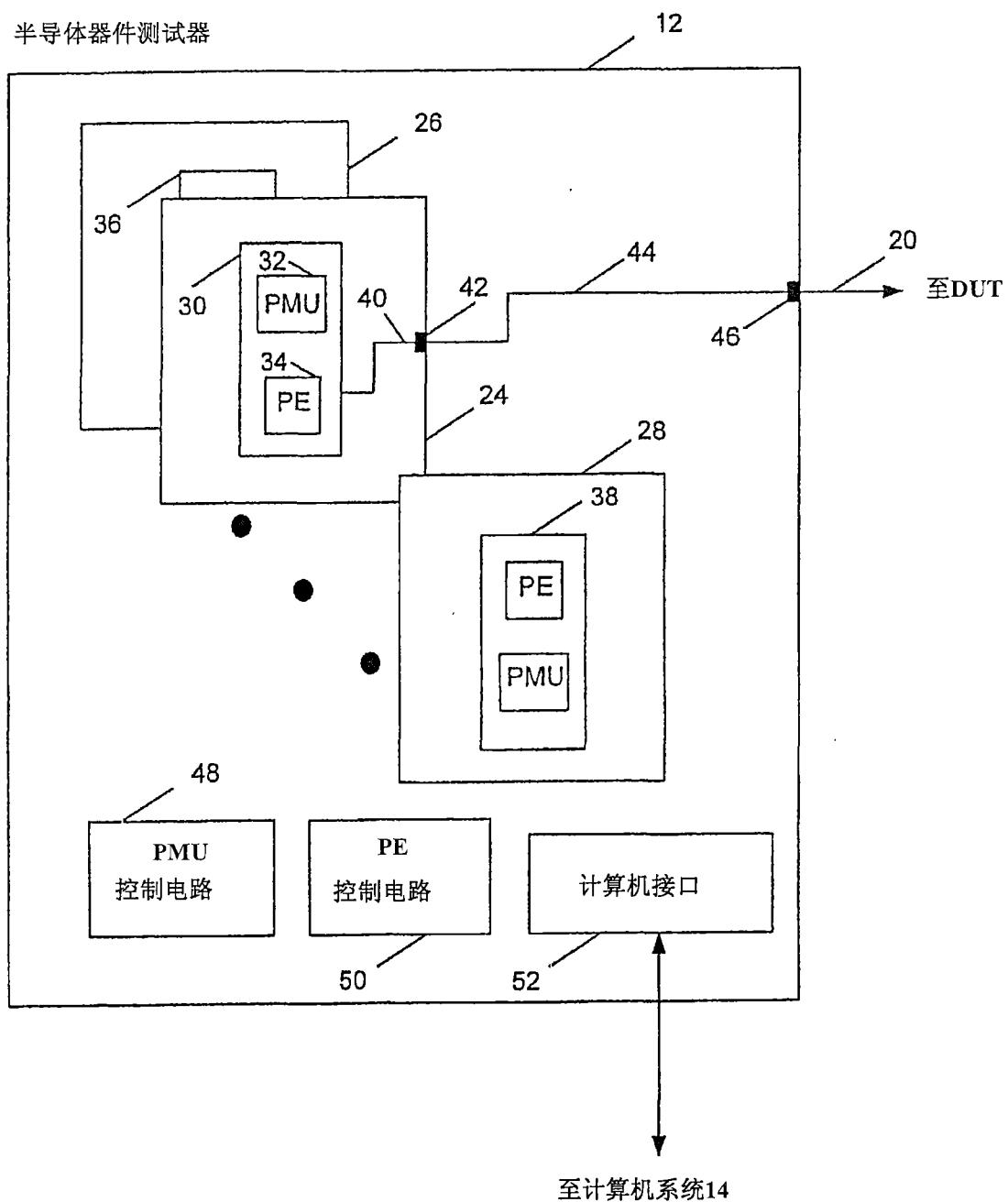


图2

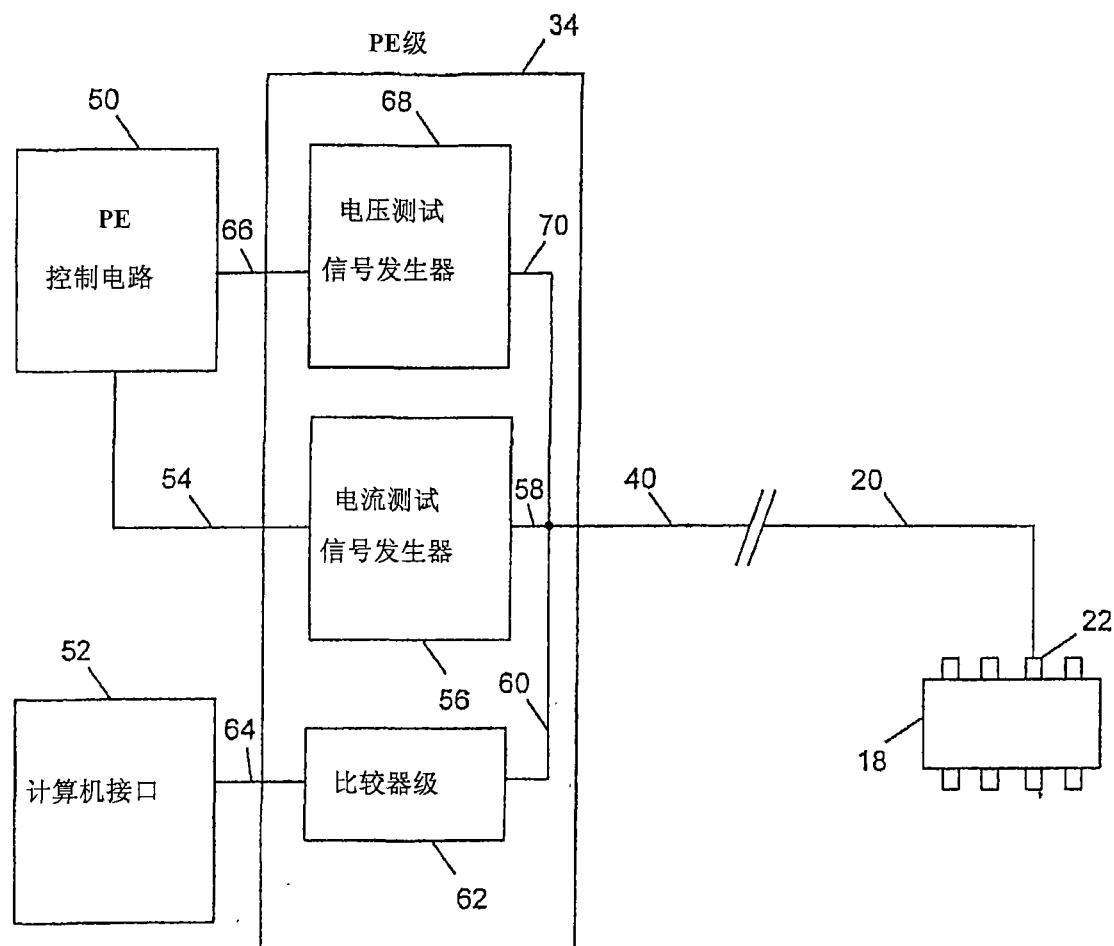


图3

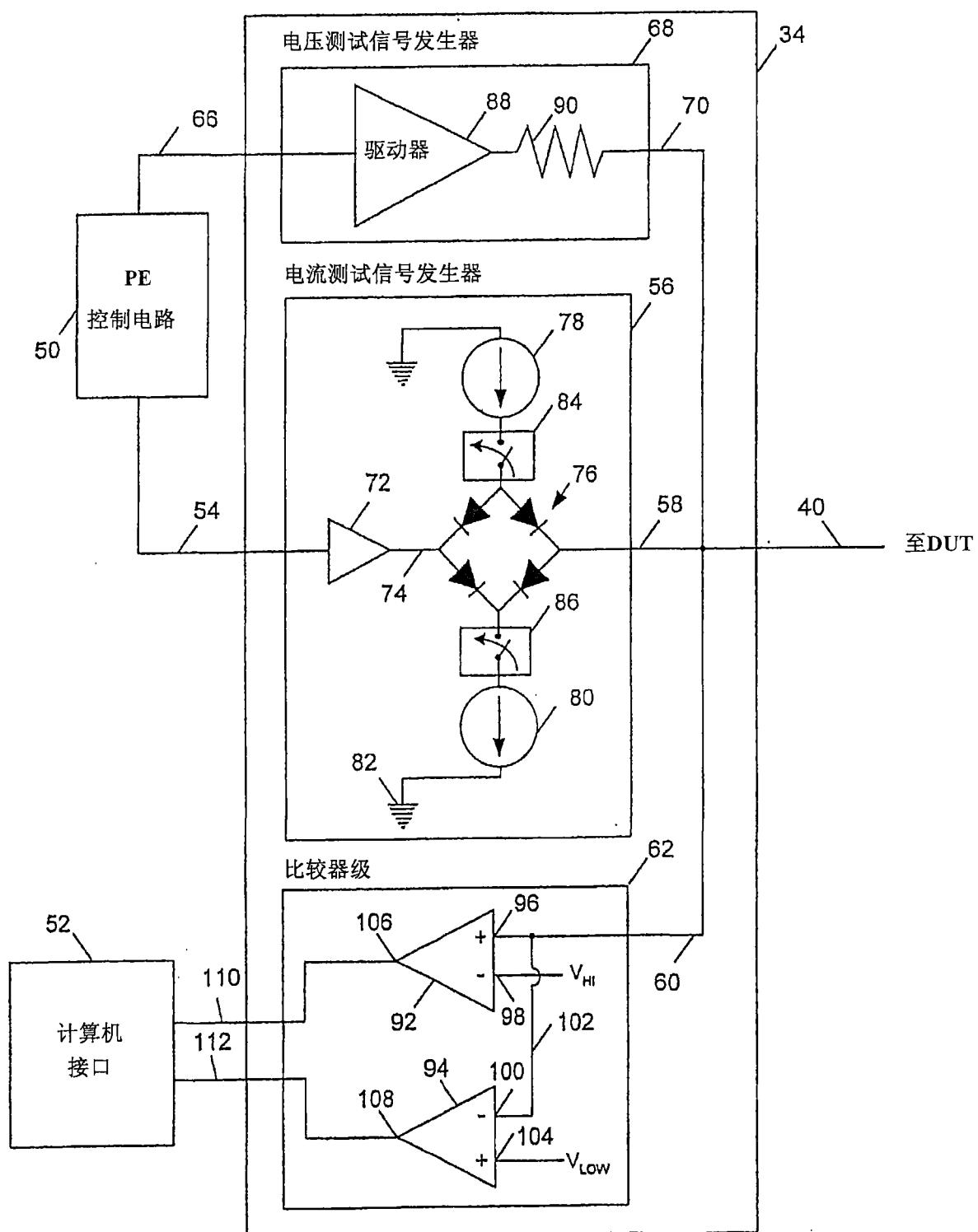


图4

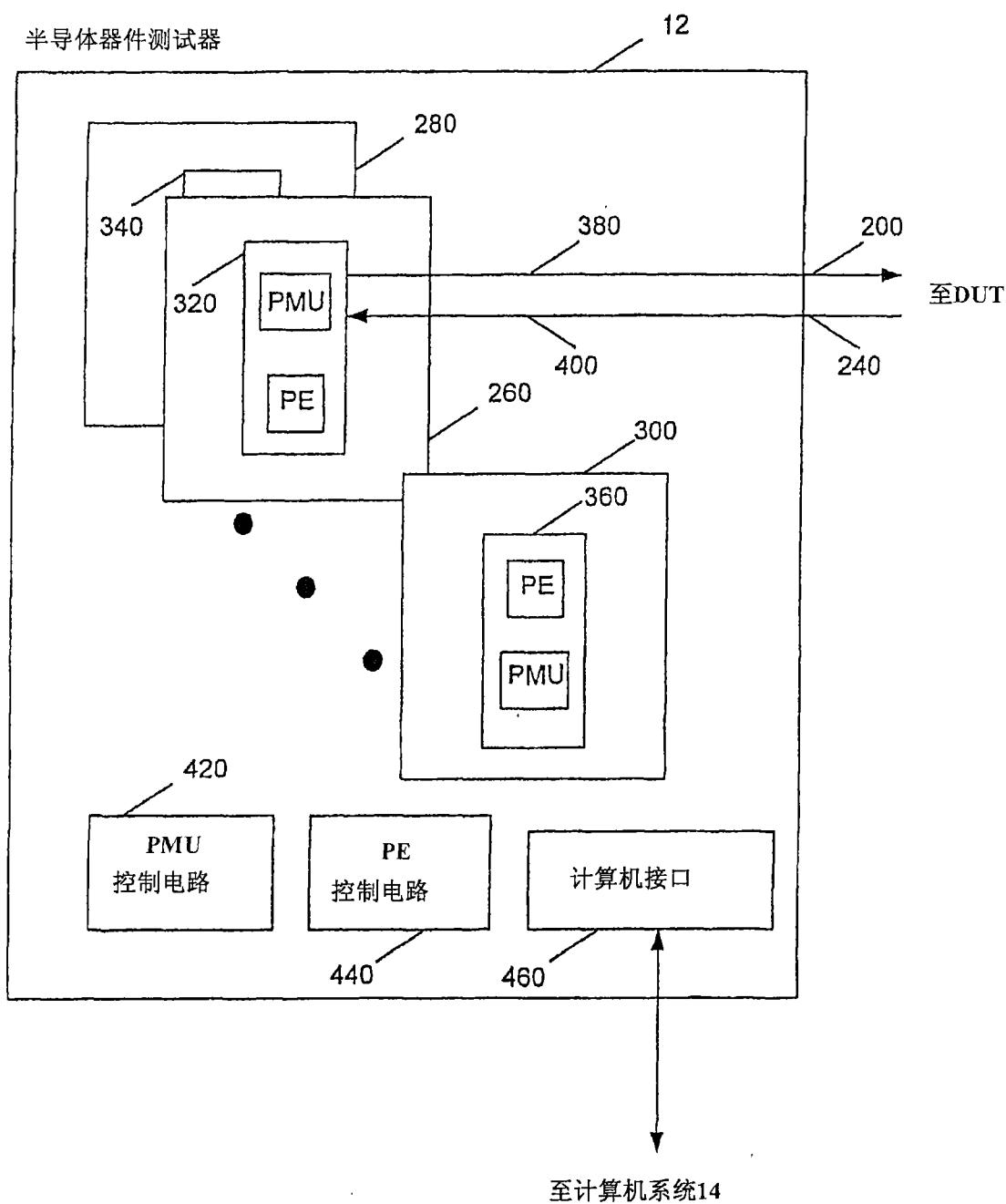


图5

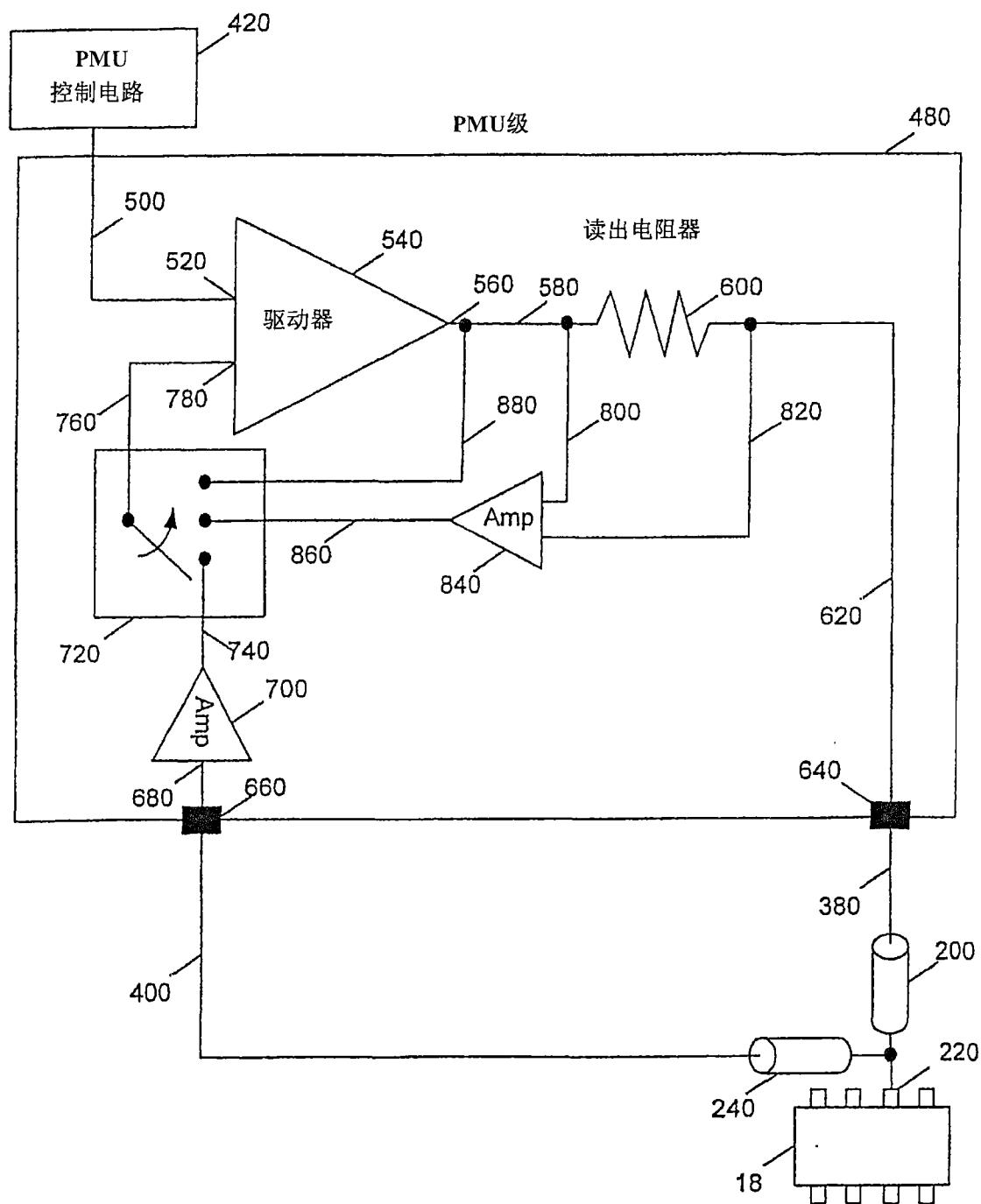


图6

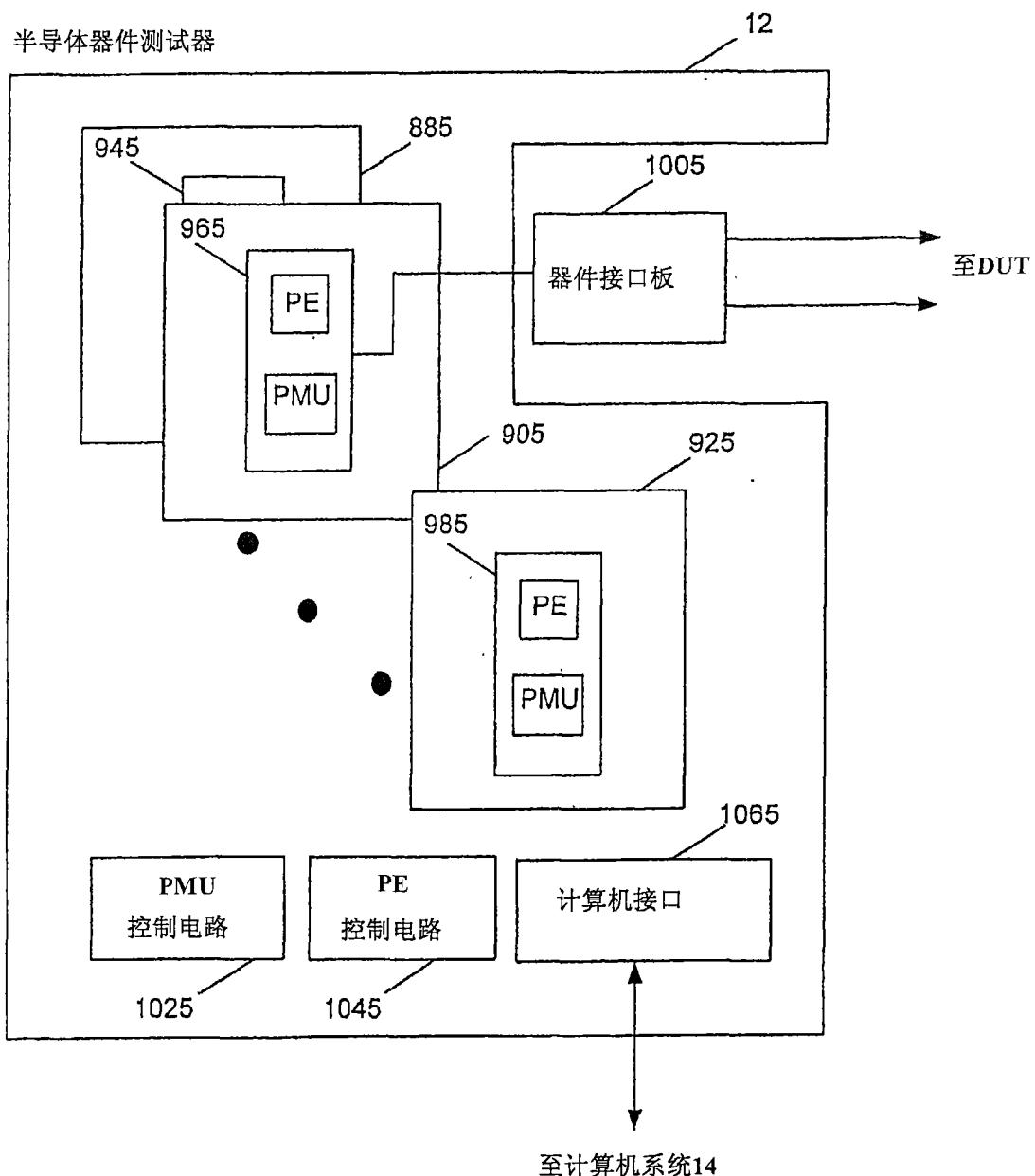


图7

