

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580004626.9

[51] Int. Cl.

G06F 19/00 (2006.01)
G05D 7/00 (2006.01)
G05D 11/00 (2006.01)
G05D 13/04 (2006.01)
G05D 13/08 (2006.01)
G05D 13/10 (2006.01)

[43] 公开日 2008年4月9日

[11] 公开号 CN 101160585A

[51] Int. Cl. (续)

F16K 31/02 (2006.01)

[22] 申请日 2005.2.7

[21] 申请号 200580004626.9

[30] 优先权

[32] 2004.2.13 [33] US [31] 10/779,009

[86] 国际申请 PCT/US2005/003709 2005.2.7

[87] 国际公布 WO2005/079235 英 2005.9.1

[85] 进入国家阶段日期 2006.8.11

[71] 申请人 恩特格里公司

地址 美国明尼苏达

[72] 发明人 马尔考·拉维迪尔里

罗伯特·F·麦克罗克林

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

代理人 秦晨

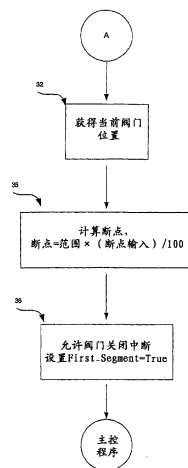
权利要求书7页 说明书17页 附图11页

[54] 发明名称

控制流体流的系统及方法

[57] 摘要

本发明的实施方案提供控制流体分配的系统及方法，它保证在分配过程结束时干净利索地切断流体并减小分配管嘴中的流体的结晶化。本发明的一种实施方案可以包括控制器，它可以根据第一段关闭范围的第一关闭速度参数来产生引起控制阀关闭的流控制信号，以及根据第二段关闭范围的第二关闭速度参数来产生引起控制阀关闭的流控制信号。



1. 一种调节流体流的系统，包括：

控制器，它进一步包括：

处理器；

计算机可读存储器；

存储在计算机可读存储器上的一组计算机指令，该计算机指令包括可由处理器执行的指令，以便：

基于第一段关闭范围的第一关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号；以及

基于第二段关闭范围的第二关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号。

2. 根据权利要求 1 的系统，其中计算机指令还包括可执行在断点处从根据第一关闭速度参数产生流控制信号切换到基于第二关闭速度参数产生流控制信号的指令。

3. 根据权利要求 2 的系统，其中第一关闭速度参数对应于第一关闭速度，并且第二关闭速度参数对应于第二关闭速度。

4. 根据权利要求 2 的系统，其中第一关闭速度参数对应于第一关闭速度变化率，并且第二关闭速度参数对应于第二关闭速度变化率。

5. 根据权利要求 2 的系统，其中第一关闭速度参数是对应于关闭速度加速度的第一变化率的第一加速度因子，并且第二关闭速度参数对应于关闭速度加速度的第二变化率。

6. 根据权利要求 2 的系统，其中计算机指令还包括可执行确定

阀门位置是否小于断点的指令。

7. 根据权利要求 2 的系统，其中第一关闭速度参数对应于尽可能快地关闭流体控制阀。

8. 根据权利要求 2 的系统，其中第二关闭速度参数对应于尽可能快地关闭流体控制阀。

9. 根据权利要求 1 的系统，其中计算机指令还包括可执行产生引起回吸阀将流体推到管嘴的回吸控制信号的指令。

10. 根据权利要求 1 的系统，还包括：

连接到控制器的包括流体控制阀的流体控制设备；

连接到控制器的与流体控制设备流体连通的回吸阀；以及

其中流体控制设备响应于流控制信号以关闭流体控制阀。

11. 根据权利要求 7 的系统，其中流体控制设备包括流体控制阀和比例气动控制阀。

12. 根据权利要求 7 的系统，其中比例气动控制阀响应于流控制信号通过施加气动压力到流体控制阀来关闭流体控制阀。

13. 根据权利要求 7 的系统，其中回吸阀响应于回吸控制信号；以及

其中计算机指令还包括可执行产生引起回吸阀将流体推到管嘴末端的回吸控制信号的指令。

14. 根据权利要求 1 的系统，其中计算机指令还包括可执行基于关闭范围的至少一个额外段的至少一个额外关闭速度参数来产生流

体控制信号的指令。

15. 一种计算机程序产品，包括存储在计算机可读存储器上可由计算机处理器执行的一组计算机指令，其中这组计算机指令包括可执行指令以便：

基于第一段关闭范围的第一关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号；以及

基于第二段关闭范围的第二关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号。

16. 根据权利要求 15 的计算机程序产品，其中这组计算机指令还包括可执行在断点处从根据第一关闭速度参数产生流控制信号切换到基于第二关闭速度参数产生流控制信号的指令。

17. 根据权利要求 16 的计算机程序产品，其中第一关闭速度参数对应于第一关闭速度，并且第二关闭速度参数对应于第二关闭速度。

18. 根据权利要求 16 的计算机程序产品，其中第一关闭速度参数对应于第一关闭速度变化率，并且第二关闭速度参数对应于第二关闭速度变化率。

19. 根据权利要求 16 的计算机程序产品，其中第一关闭速度参数是对应于关闭速度加速度的第一变化率的第一加速度因子，并且第二关闭速度参数对应于关闭速度加速度的第二变化率。

20. 根据权利要求 16 的计算机程序产品，其中这组计算机指令还包括可执行确定阀门位置是否小于断点的指令。

21. 根据权利要求 16 的计算机程序产品，其中第一关闭速度参数对应于尽可能快地关闭流体控制阀。

22. 根据权利要求 16 的计算机程序产品，其中第二关闭速度参数对应于尽可能快地关闭流体控制阀。

23. 根据权利要求 15 的计算机程序产品，其中这组计算机指令还包括可执行产生引起回吸阀将流体推到喷嘴末端的回吸控制信号的指令。

24. 根据权利要求 23 的计算机程序产品，其中这组计算机指令还包括可执行产生一旦流体已到达管嘴末端则引起回吸阀将流体拉入喷嘴中的回吸控制信号的指令

25. 根据权利要求 15 的系统，其中计算机指令还包括可执行基于关闭范围的至少一个额外段的至少一个额外关闭速度参数来产生流体控制信号的指令。

26. 一种结束分配过程的方法，包括：

基于第一段关闭范围的第一关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号；

确定第二关闭速度参数应当应用；以及

基于第二段关闭范围的第二关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号。

27. 根据权利要求 26 的方法，还包括在断点处从根据第一关闭速度参数产生流控制信号切换到基于第二关闭速度参数产生流控制信号。

28. 根据权利要求 27 的方法，还包括确定阀门位置是否小于断点。

29. 根据权利要求 27 的方法，其中第一关闭速度参数对应于尽可能快地关闭流体控制阀。

30. 根据权利要求 27 的方法，其中第二关闭速度参数对应于尽可能快地关闭流体控制阀。

31. 根据权利要求 27 的方法，其中第一关闭速度参数对应于第一关闭速度，并且第二关闭速度参数对应于第二关闭速度。

32. 根据权利要求 27 的方法，其中第一关闭速度参数对应于第一关闭速度变化率，并且第二关闭速度参数对应于第二关闭速度变化率。

33. 根据权利要求 27 的方法，其中第一关闭速度参数是对应于关闭速度加速度的第一变化率的第一加速度因子，并且第二关闭速度参数对应于关闭速度加速度的第二变化率。

34. 根据权利要求 26 的方法，进一步包括产生引起回吸阀将流体推入管嘴末端的回吸阀控制信号。

35. 根据权利要求 26 的方法，还包括根据关闭范围的至少一个额外段的至少一个额外关闭速度参数来产生流控制信号。

36. 一种调节流体流的系统，包括：
控制器，它还包括：
处理器；

计算机可读存储器；

存储在计算机可读存储器上的一组计算机指令，该计算机指令包括可由处理器执行的指令，以便：

确定流体控制阀已关闭；以及

产生引起回吸阀将流体推到管嘴的回吸控制信号；

37. 根据权利要求 36 的系统，还包括：

连接到控制器的回吸阀；

其中回吸阀响应于回吸信号将流体推到管嘴末端。

38. 根据权利要求 37 的系统，其中计算机指令还包括可执行指令以便：

产生在流体已达到管嘴末端之后引起回吸阀将流体拉入管嘴中的回吸控制信号。

39. 一种计算机程序产品，包括存储在计算机可读存储器上可由计算机处理器执行的计算机指令，其中这组计算机指令包括可执行指令以便：

确定流体控制阀已关闭；以及

产生引起回吸阀将流体推到管嘴的回吸控制信号。

40. 根据权利要求 39 的计算机程序产品，其中这组计算机指令还包括可执行指令，以便：

产生在流体已到达管嘴末端之后引起回吸阀将流体拉入管嘴中的回吸控制信号。

41. 一种用于分配处理的方法，包括：

确定流体控制阀已关闭；以及

产生引起回吸阀将流体推到管嘴末端的回吸控制信号。

42. 根据权利要求 41 的方法, 还包括:

产生在流体已到达管嘴末端之后引起回吸阀将流体拉入管嘴中的回吸控制信号。

控制流体流的系统及方法

技术领域

本发明一般地涉及分配流体的领域。更特别地，本发明涉及在分配过程结尾时控制流体流的系统及方法。

背景技术

半导体制造经常需要在硅晶片上分配各种液体。在旋涂式玻璃 (“SOG”) 方法中，用管嘴将典型地是二氧化硅溶液的 SOG 材料分配到硅晶片的中心上。然后立即以高速旋转晶片，使得在晶片上铺开 SOG 材料。分配 SOG 材料的量、SOG 材料溶液的表面张力、SOG 材料溶液的粘性、SOG 材料的氧化物浓度以及晶片的旋转速度影响作为结果的膜厚度。

在许多半导体制造系统中，使用泵和阀门来控制从管嘴分配的液体的量。在分配过程期间，控制器基于液体的流速和分配过程已进行的时间量来确定已分配多少液体。当已分配适当量的液体时，控制器可以发信号通知管嘴上游的控制阀关闭，从而切断到管嘴的流体流。也位于管嘴上游的回吸阀可以将余留在管嘴中的流体拉出管嘴。

为了获得整个晶片上 SOG 材料层的适当均匀性，必须干净利索地断止流体，使得在分配过程结束之后没有液滴落到晶片上。许多半导体制造系统使用开/关气动阀来终止分配过程。典型地以比期望更快的单速度关闭开/关阀来产生干净利索的断止。换句话说，当控制器发信号通知分配过程结束时，开/关阀典型地猛烈关闭。这会导致在分配过程结束时流体剧烈振荡，可能导致液滴或过量流体滴落到晶片上，从而影响晶片上膜厚度的均匀性。

针对该问题研发的一种解决方案利用可将关闭变化率（即加速度）设置成预确定值的比例阀，使得可以比“猛烈关闭”更缓慢地关闭

阀门。这种阀门的一个例子是气动控制阀，它使用针形阀控制气动控制阀的压力。基于针形阀的状态，控制气动控制阀的关闭速度。在这些系统中，选择某个加速度并将它应用到控制阀上，使得阀门关闭时关闭变化率基本上恒定。虽然这种系统可以减小分配过程结束时过量流体的液滴，但它们仍然可能允许某些过量流体沉积到晶片上。

不管是利用开/关阀还是利用具有预先确定关闭速度的比例阀，现有技术半导体制造系统还有不足。在控制阀关闭之后，启动回吸阀，它将余留流体拉起到分配管嘴中。将流体太快地拉回到管嘴中可能在管嘴中留下液滴。这些液滴可能结晶化，导致下一个分配过程中的问题。

发明内容

本发明的实施方案提供控制流体流的系统及方法，它消除或至少基本上减小现有技术流体流控制系统及方法的缺点。

本发明的一种实施方案可以包括控制器，它还包括处理器、计算机可读存储器，以及存储在计算机可读存储器上的一组计算机指令。可由处理器执行计算机指令基于第一段关闭范围的第一关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号，以及基于第二段关闭范围的第二关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号。

本发明的另一种实施方案可以包括计算机程序产品，它包括存储在计算机可读存储器上的一组计算机指令。这组计算机指令可以包括这样的指令，可执行这些指令基于第一段关闭范围的第一关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号，以及基于第二段关闭范围的第二关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号。

本发明的又一种实施方案可以包括结束分配过程的方法，它包括基于第一段关闭范围的第一关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号；确定使用第二关闭速度参数；以及基于第二段关闭范围的第二关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号。

本发明的又一种实施方案可以包括控制器，它还包括处理器、

计算机可读存储器，以及存储在计算机可读存储器上的一组计算机指令。计算机指令可以包括这样的指令，可由处理器执行这些指令以确定已关闭流体控制阀并产生促使回吸阀将流体推到管嘴末端的回吸控制信号。

本发明的又一种实施方案可以包括计算机程序产品，它包括存储在计算机可读存储器上的可由计算机处理器执行的一组计算机指令，其中这组计算机指令包括这样的指令，可执行这些指令以确定已关闭流体控制阀，并产生促使回吸阀将流体推到管嘴末端的回吸控制信号。

本发明的又一种实施方案可以包括分配过程的方法，它包括确定已关闭流体控制阀，以及产生促使回吸阀将流体推到管嘴末端的回吸控制信号。

本发明的实施方案提供优于现有技术的结束分配过程的系统及方法的优点，以减小分配过程结束之后过量流体的液滴落到晶片上的可能性的方式关闭流体控制阀。

本发明的实施方案还提供另一个优点，减小分配过程结束之后分配管嘴中流体的液滴的结晶化。

本发明的实施方案提供另一个优点，允许用户利用使用同一组计算机指令的多种技术来解决包括不同流速、分配系统设置和分配流体的多种应用的关闭控制问题。

附图说明

可以通过参考下面结合附图进行的描述来获得本发明及其优点的更完全理解，在附图中相似参考数字指示相似特征，其中：

图 1 是可实施本发明实施方案的流体分配系统的一种实施方案的图示；

图 2A 说明分配结束过程的初始例程的一种实施方案；

图 2B 说明根据本发明一种实施方案的模式选择例程；

图 2C 说明根据本发明一种实施方案的关闭流体控制阀的方法；

图 2D 说明关闭流体控制阀的方法的另一种实施方案；
图 2E 说明关闭流体控制阀的方法的又一种实施方案；
图 2F 说明控制回吸阀的方法的一种实施方案；
图 2G 是根据本发明一种实施方案的阀门关闭的阀门剖面图；
图 3 是分配系统的一种实施方案的图示；
图 4 是控制器的一种实施方案的图示；以及
图 5 是控制器的控制电路的一种实施方案的图示。

具体实施方式

在附图中说明发明的优选实施方案，使用相似附图标记指代各个附图中的相似和对应部分。

本发明的实施方案提供控制流体分配的系统及方法，它保证在分配过程结束时干净利索地断止流体，以及减小分配管嘴中流体的结晶化。本发明的一种实施方案可以包括控制器，它可以根据第一关闭速度参数产生在第一段关闭范围关闭控制阀的流控制信号，以及根据第二关闭速度参数产生在第二段关闭范围关闭控制阀的流控制信号。关闭速度参数可以导致以可控的速度、变化率或变化率的变化来关闭阀门。通过调节关闭速度参数，可以减小或防止分配过程结束时的剧烈振荡。另外，控制器可以产生促使回吸阀将流体推到管嘴末端、将流体拉上到管嘴中或帮助更平滑更快地切断分配的回吸控制信号。因为将流体推到管嘴末端，所以流体可以吸收管嘴中余留的液滴。

图 1 是流体分配系统 10 的一种实施方案的图示。流体分配系统 10 可以包括流体控制设备 12、与控制设备 12 流体连通的流监测器 14、与流监测器 14 流体连通的回吸设备 16，以及与回吸阀 16 流体连通的管嘴 18。回吸阀 16 的出口可以通向将液体分配到晶片或其他目标上的管嘴 18。控制器 20 可以通过一个或多个信号线连接到流速监测器 14、流体控制设备 12 和回吸设备 16。

根据本发明的一种实施方案，流体控制设备 12 可以包括任何比例控制阀。换句话说，流体控制设备 12 可以包括可基于所施加的流

控制信号的变化来改变关闭速度的任何流体控制阀。2003年7月18日提交的名称为“液体流控制器和精确分配装置及系统”（“液体流控制器应用”）的PCT申请PCT/US03/22579中描述了比例流体控制设备的一种实施方案，它要求2002年7月19日提交的名称为“液体流控制器和精确分配装置及系统”的临时申请系列号60/397,053的优先权，并涉及2000年1月20日提交的名称为“流控制器”的美国专利6,348,098号和2002年7月19日提交的名称为“流体流测量和比例流体流控制设备”的临时申请序列号60/397,162，在此整体引入这些申请的每个作为参考。在液体流控制器应用的实施方案中，结合图3所描述的流体控制设备可以包括调节流体流的流体控制阀以及调节流体控制阀打开或关闭的快慢和多少的比例启动控制阀。

在分配过程期间，流体如旋涂式玻璃流体、去离子水、光刻胶、聚酰胺、显影剂、化学机械抛光（“CMP”）浆或其他流体可以流过分配系统10。流监测器14可以测量指示流速的流体流参数（例如节流部件两边的压差、某个传感器处的压力或其他参数），并将测量值发送给控制器20。根据本发明的一种实施方案，控制器20可以计算流体的流速，以及基于流体的流速计算分配预先确定量的流体所需的时间量。在由控制器20确定分配过程结束时，控制器20可以产生促使流体控制设备12关闭的流控制信号。

另外，控制器20可以产生促使回吸设备16将流体推入管嘴18中或将流体拉上管嘴18的回吸控制信号。可以配置控制器来产生回吸控制，使得回吸阀可以将流体推到管嘴末端，然后将流体缓慢地拉回管嘴中。通过以适当速度将流体拉回管嘴中，可以防止管嘴中余留流体的液滴。此外，控制器20可以产生帮助结束分配过程的回吸控制信号。在本发明的该实施方案中，如果流体控制设备不能足够快地关闭，那么可以促使回吸设备开始将流体吸上管嘴，从而帮助终止流到晶片的流体流。

根据本发明的一种实施方案，控制器20可以包括处理器22如通用处理器（例如Santa Clara, California的Intel公司的8051处理

器)、RISC 处理器(例如 Chandler Arizona 的 Microchip Technologies 的 PIC 18c452)或其他处理器、可由处理器访问的计算机可读存储器 24(例如 RAM、ROM、磁存储器、光存储器、闪存),以及存储在存储器 24 上可由处理器 22 执行的计算机指令 25。根据本发明的一种实施方案,控制器 20 可以执行计算机可执行指令 25 基于第一关闭速度参数来产生流控制信号以促使在流控制设备的第一段阀门关闭范围上以第一关闭变化率关闭控制设备 12,以及基于第二关闭速度参数来产生流控制信号以促使在第二段阀门关闭范围上关闭流控制设备。控制器可以在断点从基于第一关闭速度参数产生流控制信号切换到基于第二关闭速度参数产生流控制信号。另外,控制器 20 可以执行计算机可执行指令 25 来产生促使回吸阀将流体推入管嘴 18 中或将流体拉上管嘴 18 的回吸控制信号。

图 2A-2F 是说明根据本发明实施方案的产生流控制信号和回吸控制信号的控制器的各个工作模式的流程图。图 2G 是根据本发明实施方案的示例阀门关闭的阀门概图。可以用存储在计算机可读存储器上的计算机可执行指令来实施图 2A-2F 的过程。例如,可以用较大控制程序的子例程、同一程序的部分、程序模块或根据本领域技术人员理解的任意合适编程体系结构来实施图 2A-2F 的过程。

根据本发明的一种实施方案,当运行控制程序的控制器确定要结束分配过程时,控制器可以宣布中断并进入分配结束过程。在分配结束过程期间,控制器可以根据多个关闭速度参数来产生关闭流体控制阀的流控制信号,并且可以产生将流体推入或拉上管嘴的回吸控制信号。

图 2A 说明分配结束过程的初始例程的一种实施方案。在步骤 32,控制器可以确定流体控制阀的当前阀门位置。本领域技术人员应当明白当前阀门位置对应于分配过程期间控制阀的阀门位置,并且可以基于控制器宣布或储存的用于调节分配过程的设定点(例如流速设定点)。在步骤 35,控制器还可以计算阀门关闭断点。如下面讨论的,断点可以对应于控制器在基于第一关闭速度参数产生流控制信号

和基于第二关闭速度参数产生流控制信号之间切换时的阀门位置。阀门断点可以基于阀门关闭范围（在步骤 32 确定的当前阀门位置减去关闭或闲置阀门位置）和预确定的断点参数。

在本发明的一种实施方案中，断点参数可以是阀门关闭范围的百分比。作为例子，如果当前阀门位置是 100 个单位，终点是 10 个单位，并且断点参数是 20，那么断点范围值相对于阀门终点将是 18 个单位（ 0.20×90 ）。因为关闭阀门的终点处于 10 个单位，所以断点可以具有 28 个单元的断点位置。在本发明的其他实施方案中，断点可以是预确定值。

在步骤 36，控制器可以将 First_Segment 标记设置成 True（真）并返回主控制程序来启动模式选择例程。First_Segment 标记指示流体控制阀处于其关闭范围的第一段。换句话说，First_Segment 标记指示是否已关闭流控制阀足够多以至达到断点。

如果控制器具有分配结束过程的多个工作模式，那么控制器可以进入如图 2B 中所说明的模式选择例程。在图 2B 的例子中，控制器具有五个工作模式。可以预确定、可以由与控制器通信的管理系统宣布或者可以用任何方式建立某个分配过程的工作模式。在本发明的一种实施方案中，控制器可以重复某个工作模式的过程直到关闭流体控制阀或直到不再宣布分配结束中断。

图 2C 说明在第一工作模式下（例如图 2B 的模式 1）控制器操作的一种实施方案。为了图 2C-2F 的目的，关闭速度参数是对应于关闭速度变化率的加速度参数。在图 2C 的实施方案中，在步骤 37，控制器可以确定阀门的剩余关闭范围。延续先前例子，阀门最初处于 100 个单位并具有 10 个单位的终点，模式 1 的第一迭代的新范围将是 90 个单位。在下面讨论的随后迭代中，剩余范围可以等于在前一个迭代的步骤 40 或步骤 42 计算的改变，或者可以基于新的阀门位置和终点来计算。

在步骤 38，控制器可以确定 First_Segment 标记是否为真，如果是则可以基于第一加速度因子来产生流控制信号。值改变（即终点

和迭代结束时阀门位置之间的差)将是在步骤 37 确定的范围除以第一加速度因子(步骤 40)。使用先前例子,并假设第一加速度因子是 10,那么第一迭代的值改变是 9(即 $90/10$)。另一方面,如果 `First_Segment` 标记为 `false`(假),那么控制器可以基于第二加速度因子来产生流控制信号。在该情况中,终点和阀门位置之间的值改变将是在步骤 37 确定的范围除以第二加速度因子(步骤 42)。

控制器可以基于迭代的值改变(即步骤 40 或步骤 42 确定的值)和阀门终点或闲置位置来确定新的阀门位置(步骤 44)。同样,延续先前例子,其中闲置位置是 10 个单位并且值改变是 9,那么在第一迭代结束时新的阀门位置是 19 个单位。

在步骤 46,控制器可以确定新的阀门位置是否小于断点位置。如果新阀门位置小于断点位置,那么在步骤 48 控制器可以将 `First_Segment` 标记设置为假。否则,控制器可以让 `First_Segment` 保持为真。使用先前例子,新阀门位置是 19 个单位并且断点位置是 28 个单位(图 2A),因此将 `First_Segment` 标记改变为假。然后控制器可以退出图 2C 的例程。

如果在某个迭代之后仍然设置分配结束标记,那么控制器可以再次进入图 2C 的例程。当设置分配结束标记时,控制器可以继续重复图 2C 的过程。在接下来的迭代中,在步骤 37 计算的范围将是在前一个迭代的步骤 44 计算的新阀门位置减去终点(例如先前例子中 $19-10$ 或 9)。在该情况中,新的范围将等于在前一个迭代的步骤 40 或步骤 42 确定的值改变。

应当注意,当控制器迭代根据图 2C 实施方案的模式 1 的过程时,阀门位置将逼近终点。如果迭代足够次数,那么阀门位置和终点之间的差可以变得非常小,使得在控制器的分辨率内检测不到。因此,控制器可以继续迭代模式 1 的过程,直到在步骤 44 计算的新阀门位置和终点之间的差小于某个值,并且当差小于预先确定值时,可以产生足够幅度的流控制信号来保证关闭阀门。

图 2D 是说明在第二工作模式下(例如图 2B 的模式 2)控制器

操作的一种实施方案的流程图。在模式 2 中，控制器以跟控制器在模式 1 时类似的方式工作，除了在模式 2 中设置第一加速度因子从而流控制信号促使流体控制阀在到达断点之前尽可能快地关闭。在到达断点之后，控制器可以根据第二加速度因子来产生流控制信号，使得较缓慢地关闭流体控制阀。

在图 2D 的实施方案中，在步骤 50 控制器可以确定剩余关闭范围。如果是第一迭代，那么剩余范围将是在图 2A 的步骤 32 确定的阀门位置减去阀门的终点位置。另外，在步骤 52 控制器可以确定 `First_Segment` 标记是否设置为真。如果 `First_Segment` 标记设置为真，那么控制器可以产生流控制信号，使得尽可能快地关闭流体控制阀。因此，在步骤 54 控制器可以基于尽可能快地关闭控制阀来确定某个迭代的值改变（即迭代结束时阀门位置和终点之间的差）。相反地，如果 `First_Segment` 标记为假，那么控制器可以基于第二加速度因子来产生流控制信号。在该情况中，值改变将是剩余关闭范围除以第二加速度因子（步骤 56）。

然后在步骤 58 控制器可以确定阀门的新位置，它可以等于阀门终点位置加上在步骤 54 或步骤 56 确定的值改变。在步骤 60，控制器可以确定阀门的新位置是否小于断点位置，如果是，那么可以将 `First_Segment` 标记设置为假（步骤 62）。否则，控制器可以让 `First_Segment` 标记保持为真。然后控制器可以退出图 2D 的例程。

如果在某个迭代之后仍然设置分配结束标记，那么控制器可以再次进入图 2D 的例程。当设置分配结束标记时，控制器可以继续迭代图 2D 的过程，直到在步骤 58 确定的新阀门位置和终点位置之间的差小于某个值。

图 2E 是说明在第三工作模式下（例如图 2B 的模式 3）控制器操作的一种实施方案的流程图。在模式 3 中，控制器以跟控制器在模式 2 时类似的方式工作，除了控制器根据第一段关闭范围的第一加速度因子来产生关闭流体控制阀的流控制信号以及产生在第二段关闭范围上尽可能快地关闭阀门的流控制信号。

在图 2E 的实施方案中，在步骤 64 控制器可以确定剩余关闭范围。如果是第一迭代，那么剩余范围将是在图 2A 的步骤 32 确定的阀门位置减去阀门的终点位置。另外，在步骤 66 控制器可以确定 **First_Segment** 标记是否设置为真。如果 **First_Segment** 标记设置为真，那么控制器可以根据第一加速度因子来产生流控制信号。在该情况中，值改变将是步骤 64 的剩余关闭范围除以第一加速度因子（步骤 68）。但是，如果 **First_Segment** 标记为假，那么控制器可以基于第二加速度因子来产生流控制信号，它促使流体控制阀尽可能快地关闭。因此，在步骤 70 控制器可以基于尽可能快地关闭控制阀来确定 **First_Segment** 标记为假的某个迭代的值改变（即迭代结束时阀门位置和终点之间的差）。

然后在步骤 72，控制器可以确定阀门的新位置，它可以等于阀门终点位置加上在步骤 68 或步骤 70 确定的值改变。在步骤 74，控制器可以确定阀门的新位置是否小于断点位置，如果是，那么可以将 **First_Segment** 标记设置为假（步骤 76）。否则，控制器可以让 **First_Segment** 标记保持为真。然后控制器可以退出图 2D 的例程。

如果在某个迭代之后仍然设置分配结束标记，那么控制器可以再次进入图 2D 的例程。当设置分配结束标记时，控制器可以继续迭代图 2D 的过程，直到在步骤 58 确定的新阀门位置和终点位置之间的差小于某个值。

在第四工作模式中（例如图 2C 的模式 4），控制器可以产生尽可能快地或根据某个加速度因子来关闭流体控制阀的流体控制信号。因此，可以“猛烈关闭”或根据某个加速度因子关闭流体控制阀。

图 2F 是说明在第五工作模式下（例如图 2B 的模式 5）控制器操作的一种实施方案的流程图。在模式 5 中，根据本发明的一种实施方案，控制器可以产生促使流体控制阀尽可能快地关闭的流控制信号（步骤 78）。一旦已关闭流体控制阀，那么不管是根据步骤 78 尽可能快地关闭还是根据多个加速度因子关闭，控制器可以产生促使回吸阀将流体推入分配管嘴中的回吸控制信号（步骤 82）。对于某个系

统设置和流体可以根据经验校准控制器来产生回吸控制信号，使得回吸将流体推到管嘴的末端，而不从管嘴分配流体。然后，控制器可以根据本领域中已知的任意回吸控制方案来产生促使回吸阀将流体拉回管嘴中的回吸控制信号（步骤 84）。可以根据经验校准控制器，使得将流体足够缓慢地拉入管嘴中，防止在管嘴中形成多余液滴。该校准可以基于例如分配过程设置、管嘴配置以及分配流体。

应当注意，虽然根据分开的软件例程讨论图 2A-2F，但可以用同一程序的部分、程序的模块、对象或根据任何合适的编程语言和体系结构来实施图 2A-2F 的过程。还应当注意，可以配置控制器根据结合图 2A-2F 讨论的每种模式、所有模式或这些模式的任意组合来工作。此外，提供图 2A-2F 作为例子，而不打算限制控制器根据多个加速度因子产生流控制信号的方式。

虽然图 2C-2D 例子中的关闭速度参数是促使关闭变化率（即关闭速度加速度）在第一段和第二段关闭范围上以不同速度改变的加速度因子，但是也可以配置本发明的实施方案使得关闭速度参数对应某个关闭速度。在该情况中，可以根据第一段关闭范围的第一关闭速度以及用第二段关闭范围的第二关闭速度来关闭流体控制阀。另外，关闭速度参数可以对应于关闭速度的某个变化率（即关闭速度加速度），使得可以用第一段关闭速度的第一关闭速度加速度来关闭阀门，以及用第二段关闭速度的第二关闭速度加速度来关闭阀门。

图 2G 说明根据本发明一种实施方案的示例阀门关闭的阀门关闭概图。x 轴表示时间，并且 y 轴表示由一个或多个压力传感器探测的压差（以电压度量）。因为流体流速与压差成正比，所以压差指示流体控制阀已关闭的程度。

在图 2G 的例子中，在点 85，控制器可以确定应当结束分配过程。对于第一段阀门关闭范围（即在断点 86 之前），控制器可以根据第一关闭速度参数来产生关闭流控制阀的流控制信号，导致点 85 和 86 之间的曲线所表示的流速减小。对于第二段关闭范围（例如在阀门已关闭到断点 86 或超过断点 86 之后），控制器可以基于第二关

闭速度参数来产生流控制信号。当已关闭阀门（点 87 所示）时，控制器可以产生保持流控制阀关闭所需的流控制信号。

因此，本发明的实施方案可以根据各种关闭速度参数来产生流控制信号，以促使流体控制阀（例如图 1 的流体控制设备 12）关闭。控制器可以基于第一段关闭范围（例如流体控制阀的第一关闭范围）的第一关闭速度参数来产生流控制信号以促使流体控制阀以第一关闭速度、关闭速度加速度或关闭速度加速度变化率来关闭，并且还可以基于第二段关闭范围的第二关闭速度参数来产生流控制信号以促使流体控制阀以第二关闭速度、关闭速度加速度或关闭速度加速度变化率来关闭。控制器可以在断点处使流控制信号基于第一关闭速度参数和基于第二关闭速度参数之间切换。

应当注意，可以针对某个分配过程和系统确定第一关闭速度参数、第二关闭速度参数和断点。这些参数可以根据分配流体的流体性质尤其是表面张力和粘性、分配系统配置、流体分配的速度和使用分配过程的应用而变化。可以使用经验测试和校准来确定减小某个分配过程中过量流体沉积到晶片上的可能性的第一关闭速度参数、第二关闭速度参数和断点。

还应当注意本发明的实施方案还可以应用另外的关闭速度参数。例如，控制器可以执行计算机指令基于第一段流体控制阀关闭范围的第一关闭速度参数来产生流体控制信号，基于流体控制阀的第二段关闭范围的第二关闭速度参数来产生流体控制信号，以及基于第三段流体控制范围的第三关闭速度参数来产生流体控制信号等等。控制器可以在一个或多个预确定断点处基于不同的关闭速度参数产生流体控制信号之间自动切换。因此，控制器可以产生流体控制阀的任意复杂的关闭概图。

另外，控制器可以促使回吸阀帮助结束分配控制来确定分配过程结束时的流体高度。可以配置控制器来促使回吸阀在分配期间的某个确定时间开始移动流体（例如在分配结束之前的分配时间的 0% ~ 50% 或其他时间）。移动流体可以将流体推到管嘴末端，或者将流体

拉上管嘴中，这由控制器配置所确定。

图 3 是可实施本发明实施方案的流体控制系统的一种实施方案的图示。显示的流体控制设备 90 具有液体入口线 92 和将液体最终分配到使用点如可以是晶片的衬底上（没有显示）的液体出口线 93。流体控制设备 90 可以包括流体控制阀 94 如在液体流控制应用中所描述的以及通过空气连接到流体控制阀 94 的气动比例控制阀 96。液体出口线 93 与摩擦流元件 97 流体连通，使得流出流体控制设备 90 的所有液体进入摩擦流元件 97。第一压力传感器 98 如可以跟流体控制设备 90 外壳集成在一起的压力变换器位于或接近摩擦流元件 97 的入口（例如位于或接近流体控制阀 94 的出口）以读出第一压力，以及第二压力传感器 100 如压力转变器位于或接近摩擦流元件 97 的出口以读出第二压力。可选地，可以使用单个压差读出设备。接触流体的压力传感器的部分优选地由惰性材料（关于应用中所使用的流体）如蓝宝石制成，或涂敷有与接触流体兼容的材料如全氟聚合物。传感器读出流体路径中的压力和温度，并将指示读出压力和温度的信号发送给控制器。

每个压力传感器 98、100（或单个压差读出设备）与控制器 102 如具有比例、积分和微分（PID）反馈部件的控制器连通。因为每个传感器 98 和 100 采样各自流体线中的压力和温度，并将采样的数据发送到控制器 102。控制器 102 可以比较这些值，并计算摩擦流元件 97 两边的压降。将基于该压降的信号从控制器 102 发送到气动比例控制阀 96，它优选地在补偿温度和/或粘性和/或强度之后相应地调制流体控制阀门 94。

更特别地，优选地使用合适流体如去离子水或异丙基酒精作为流体标准针对分配流体校准系统。例如，一旦根据标准校准系统，那么优选地在实验上，输入或自动确定分配流体的特征如粘性和强度，使得可以将分配流体跟标准比较并建立关系。基于该关系，根据流速校正摩擦流元件两边的测量压降（可选地对温度、粘性等校正），与期望或目标流速比较，并且用气动比例控制阀 96 相应地调制流体控

制阀 94。

优选地包括可编程比例阀 104 的回吸设备与比例控制阀连通（它可以与气动比例控制阀 96 相同或不同），并且可由控制器（或由不同的控制器）控制。当停止或转变流体分配时激活它，将流体推入分配管嘴中，从而减少或消除当中断流体分配操作时可能落到晶片上的不期望的液滴的形成，并将流体从分配管嘴拉回使其暴露于大气的部分达到最小或避免暴露于大气中。可以相应地控制回吸阀 104 打开和关闭的速度和程度。优选地，回吸阀 104 位于流体控制阀 94 的下游。

例如通过控制气动比例控制阀 96 控制流体控制阀 94 的压力，可以控制不同流体分配参数。例如，当分配的液体是低粘性液体时，可以使用压力小心地调制流体控制阀 94 以保证液体的均匀分配。

另外，可以调节流体控制阀 94 关闭的速度。通过改变流体控制阀 94 的关闭速度，可以减小或避免分配过程结束时过量流体的滴落。一旦表征了所使用的特定流体控制阀 94 的压力-体积关系，那么可以获得无限制的灵活性。

图 3 中所说明的实施方案只是可实施本发明实施方案的分配系统的一种实施方案。图 3 的流体控制设备（例如流体控制阀 94 和比例气动控制阀 96）可以响应于流体控制信号来关闭流体流通路。流体控制信号可以基于结合图 2A-2E 所讨论的一个或多个关闭速度参数。另外，回吸控制设备可以响应回吸控制信号将流体推入分配管嘴中或将流体拉入管嘴中，如结合图 2F 所描述的。

图 4 是说明控制器 102 的一种实施方案的框图，它能够产生流体控制信号以节流/打开气动比例控制阀（例如图 3 的气动比例控制阀 96），气动控制阀又促使流体控制阀（例如图 3 的流体控制阀 94）打开或关闭。控制器 102 可以包括电源 105、外壳保护处理器 106、压力电路 108、辅助功能电路 110、控制阀驱动器 112、回吸阀驱动器 114、协调接口 116、I/O 电路 118 以及控制处理器 120。控制处理器 120 可以包括可存储一组计算机可读指令 124 的闪存 122，可

以执行这组指令基于从压力电路接收的压力信号来产生流控制信号。可以根据本领域中已知或研发的产生阀门控制信号的任意方案来产生流控制信号。可以通过数据总线 126 连通控制器 102 的各个部件。管理单元 128 可以监视控制器 102 的各种功能。应当注意, 虽然计算机可读指令 124 显示为单个存储器中的软件, 可以用软件、固件、硬件指令或本领域中已知的任何合适编程方式来实现计算机可读指令。另外, 可以将指令分布在多个存储器之间, 并且可由多个处理器来执行指令。

在操作中, 电源 105 可以给控制器 102 的各个部件提供电力。压力电路 108 可以读出上游和下游压力传感器的压力, 并将上游和下游压力信号提供给控制处理器 120。控制处理器 120 可以基于从压力电路 108 接收的压力信号计算流控制信号, 并且控制阀驱动器 112 又可以基于流控制信号来产生驱动信号。可以根据液体流控制器应用中讨论的方法或根据本领域中已知的任意控制信号产生方案来进行流控制信号的产生。在分配过程结束时, 控制器可以基于结合图 2A-2E 讨论的各种关闭速度参数来产生流控制信号。另外, 控制器可以产生结合图 2F 讨论的回吸控制信号。可以用软件或存储在可由控制处理器 120 访问的计算机可读存储器 (例如 RAM、ROM、FLASH、磁存储器或本领域中已知的其他计算机可读存储器) 上的其他计算机可读指令 (如指令 124) 来实施产生流控制信号和回吸信号的方法。

关于控制器 102 的其他部件, 外壳保护处理器 106 可以是通用处理器, 它执行多种功能, 包括引导与其他设备的通信或本领域中已知的任何其他可编程功能。通用处理器的一个例子是 Intel 8051 处理器。辅助功能电路 110 可以与其他设备接口。回吸阀驱动器 114 可以控制回吸阀 (例如图 1 的回吸阀 104)。协调接口 116 和 I/O 电路 118 可以提供各种装置, 通过它们传输数据到控制器 102 或从控制器 102 传来数据。另外的部件可以包括可执行本领域中已知的设备监视功能的管理单元 2720、各种 EEPROM 和其他存储器、本领域中已知的扩展端口或其他计算机部件。

图 5 是说明控制器 102 的控制逻辑电路的一种实施方案的框图，它可以产生节流/打开比例控制阀的阀门驱动信号。显示的控制 器 102 的几个部件包括控制处理器 120、协调接口 116 和管理单元 128。另外，显示了扩展端口 130。扩展端口 130 可以用来添加子板以扩充控制器 102 的功能。

在图 5 的实施方案中，外壳保护处理器 106 的功能分成三个部分：处理部分 132、存储设备部分 134 和双端口 RAM 部分 136。存储设备部分 134 可以包括各种存储器，包括闪存、RAM、EEPROM 和本领域中已知的其他计算机可读存储器。提供闪存给外壳保护处理器 106 的好处在于它允许通过例如协调端口 116 容易下载固件更新。另外存储设备部分 134 可以包括芯片选择和寻址编码功能。应当注意，存储设备部分 134、双端口 RAM 部分 136 和处理部分 132 的每个可以嵌入单个处理器中。在本发明的一种实施方案中，控制处理器 120 和外壳保护处理器的处理部分 132 可以通过双端口 RAM 部分 136 的共有通路共享数据。可以用单个系统时钟 138（例如 20MHz 时钟）或不同的系统时钟来驱动控制处理器 120 和外壳保护处理器的处理部分 132。

控制处理器 120 可以包括闪存 122，它可以存储一组计算机可执行指令 124，可执行指令 124 基于从压力电路接收的压力信号根据液体流控制器应用中描述的控制方案来产生流控制信号。另外，控制处理器 120 可以执行指令 124 根据各种关闭速度参数来产生流控制信号以促使流体控制阀（例如图 3 的流体控制阀 94）关闭。控制器可以基于第一段关闭范围的第一关闭速度参数来产生流控制信号，还可以根据第二段关闭范围的第二关闭速度参数来产生促使流体控制阀关闭的流控制信号。控制器可以在断点处在流控制信号基于第一关闭速度参数和第二关闭速度参数之间切换。通过校准特定流体和分配系统的关闭速度参数，本发明的实施方案可以防止在分配过程已结束之后过量流液体滴落到晶片上。

控制器 120 也可以执行指令 124 来产生促使回吸阀将流体推到

管嘴末端然后将流体拉回管嘴中的回吸控制信号。当将流体推到分配管嘴的末端时，流体可以吸收管嘴中余留的流体液滴。然后可以将流体拉回到管嘴中，来防止管嘴周围的空气流使流体结晶化。可以足够缓慢地拉回流体，以防止过量流体的液滴在管嘴中余留。

虽然已参考具体实施方案描述本发明，应当明白实施方案是说明性的，本发明的范围不限于这些实施方案。对上面描述的实施方案的各种变化、修改、添加和改进是可能的。这些变化、修改、添加和改进落在下面权利要求书中详述的发明范围内。

图1

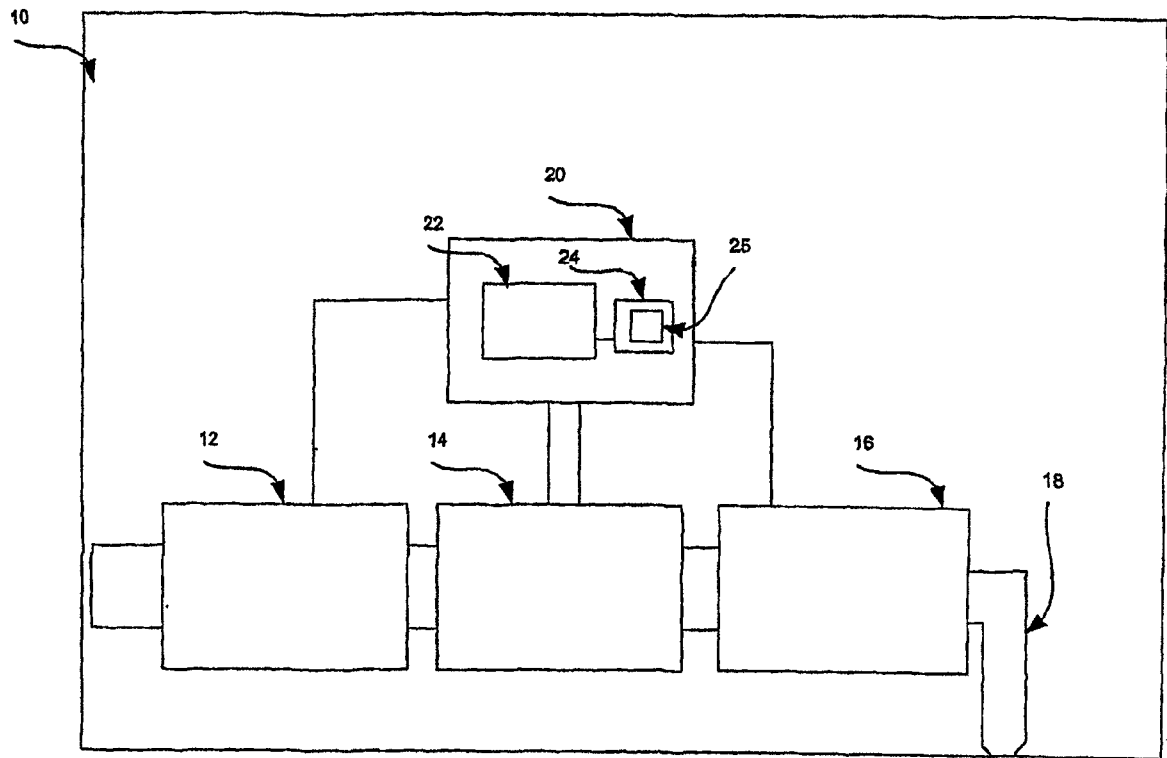


图 2A

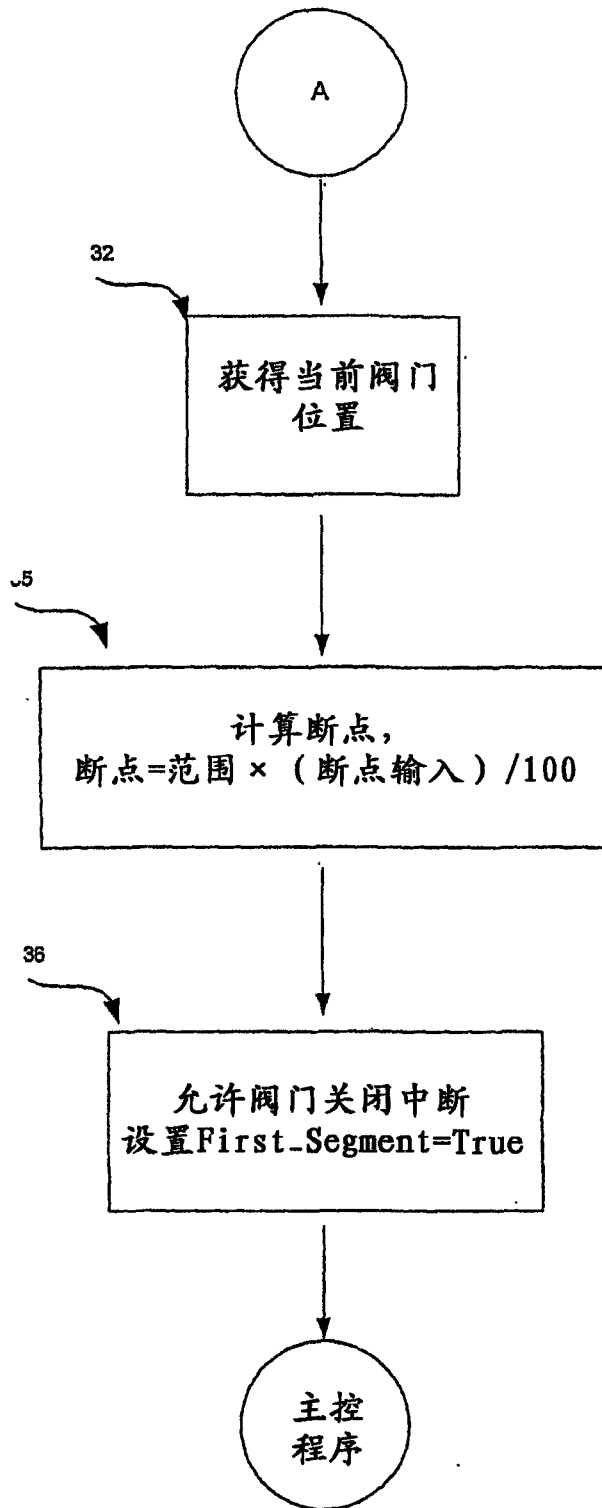


图 2B

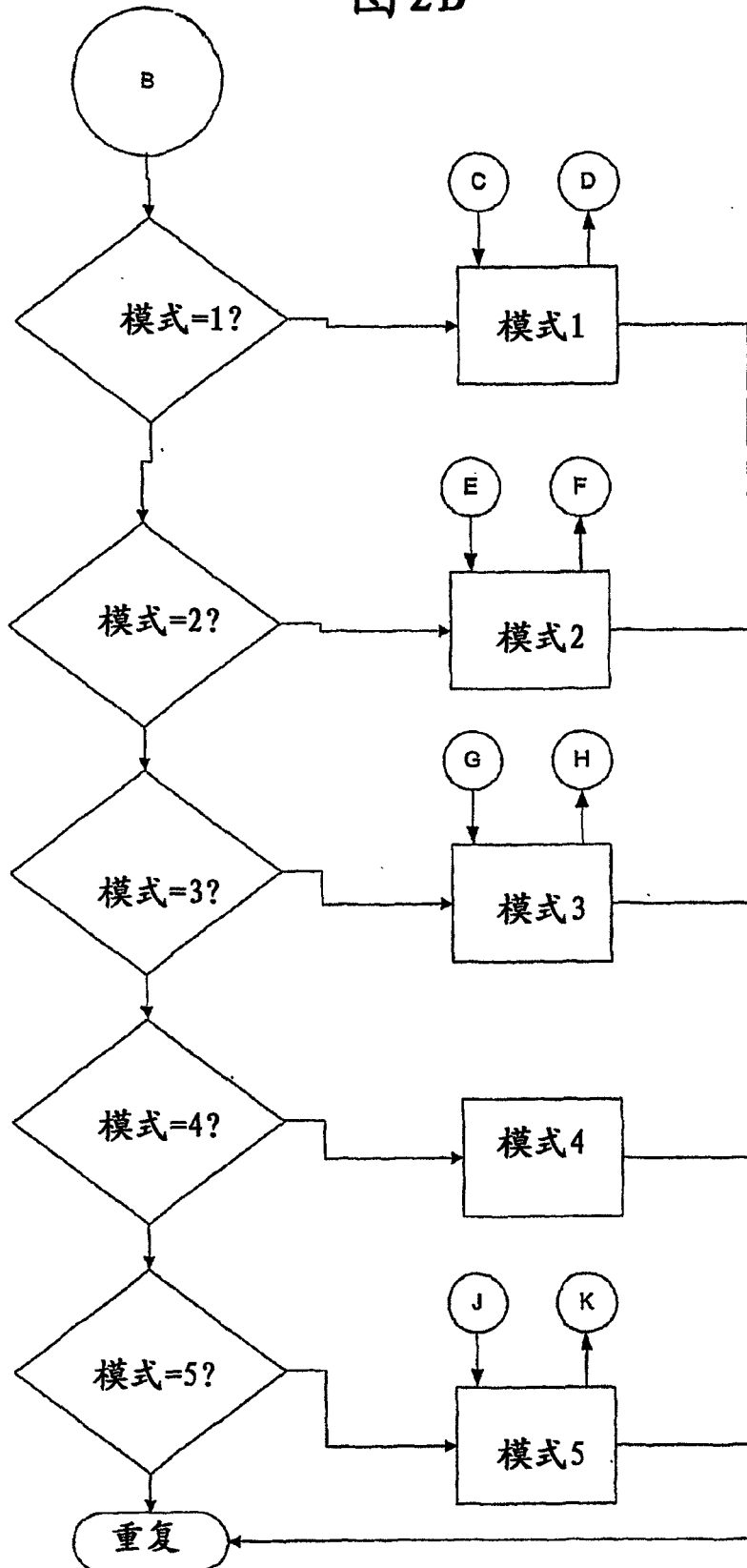


图 2C

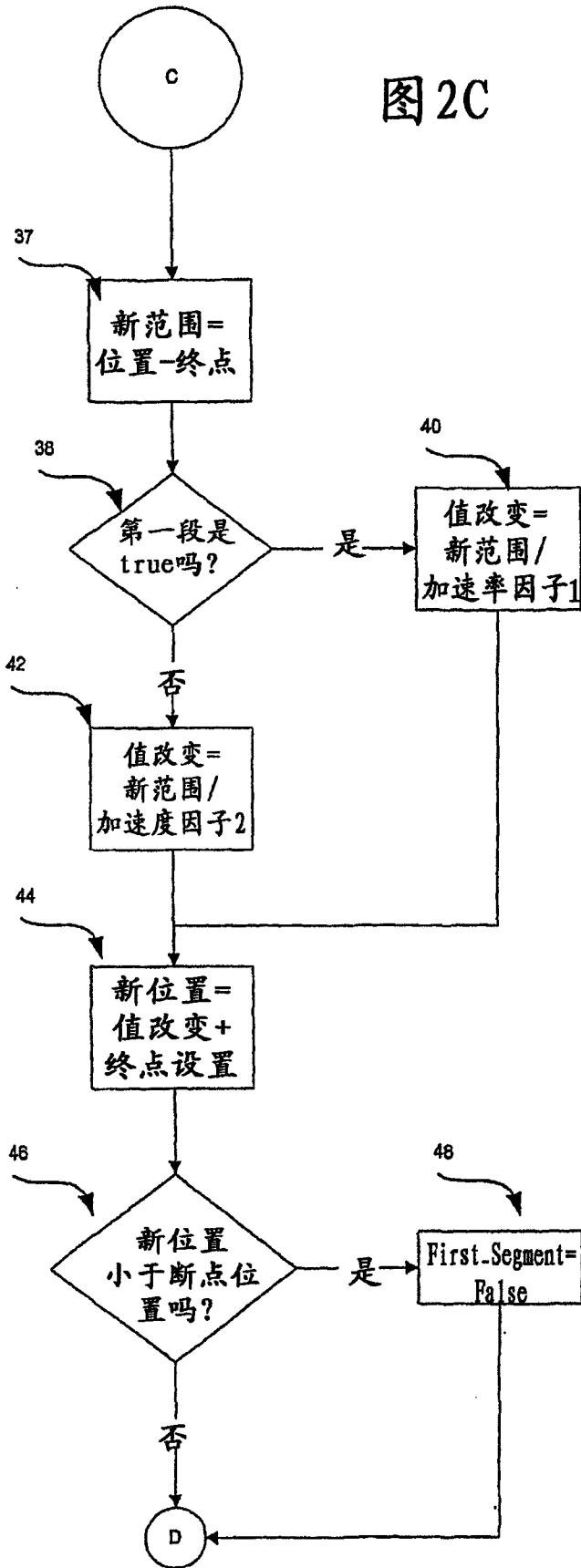


图 2D

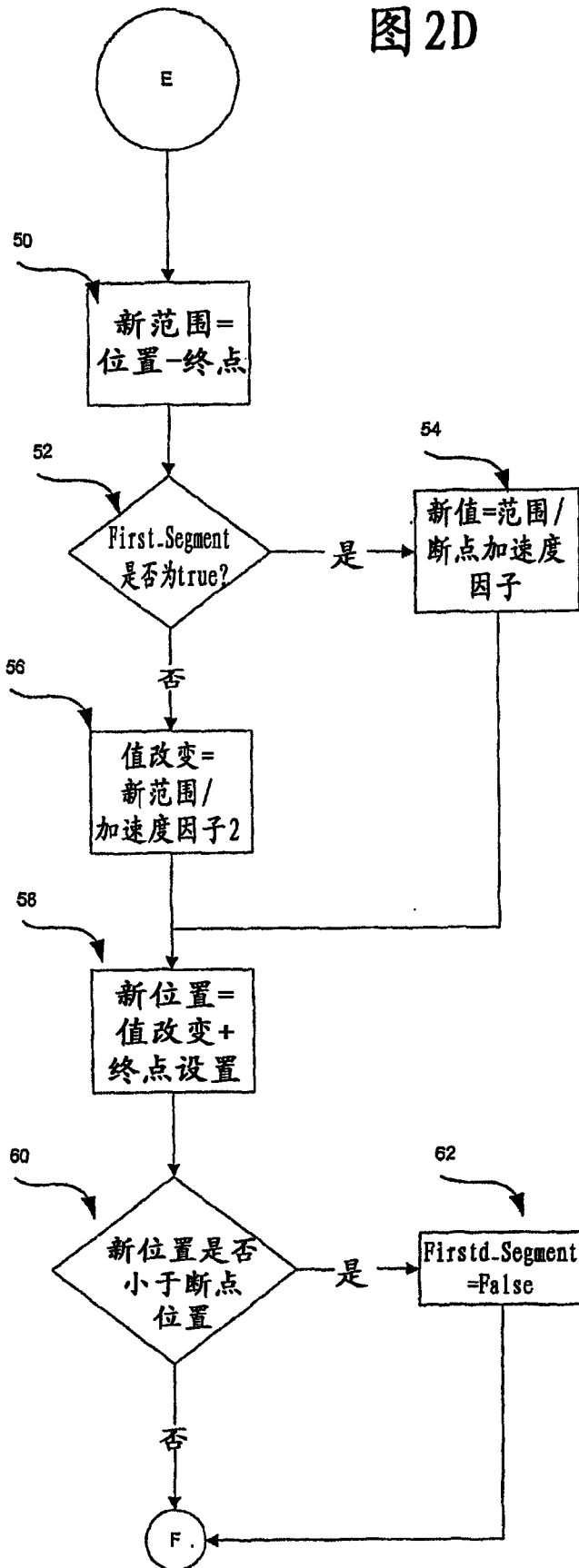


图 2E

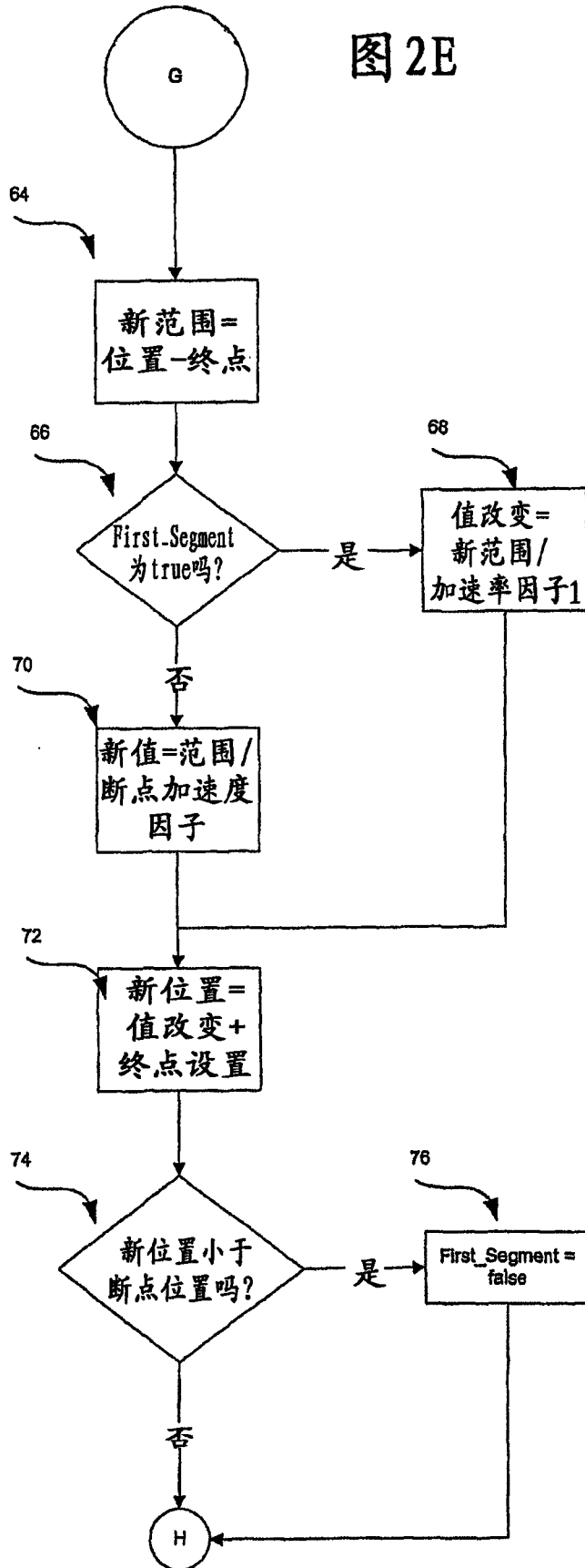


图 2F

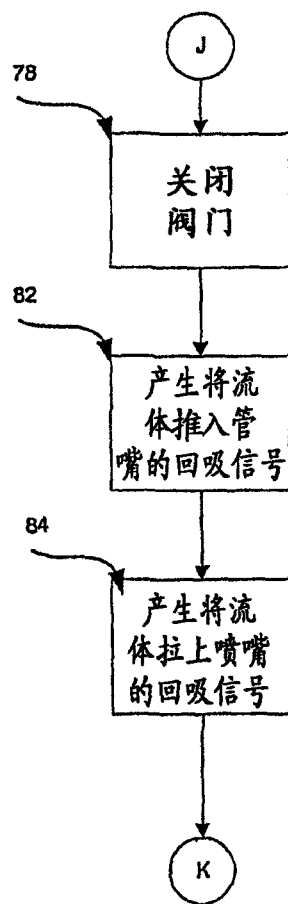
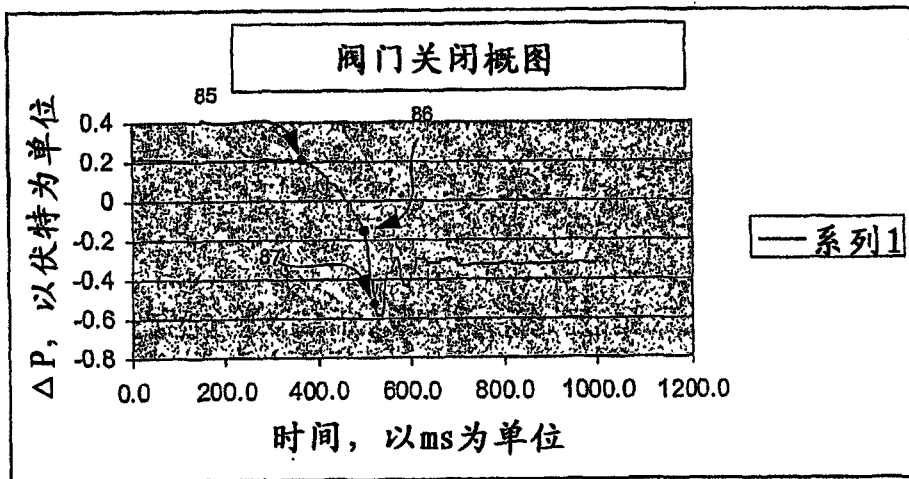
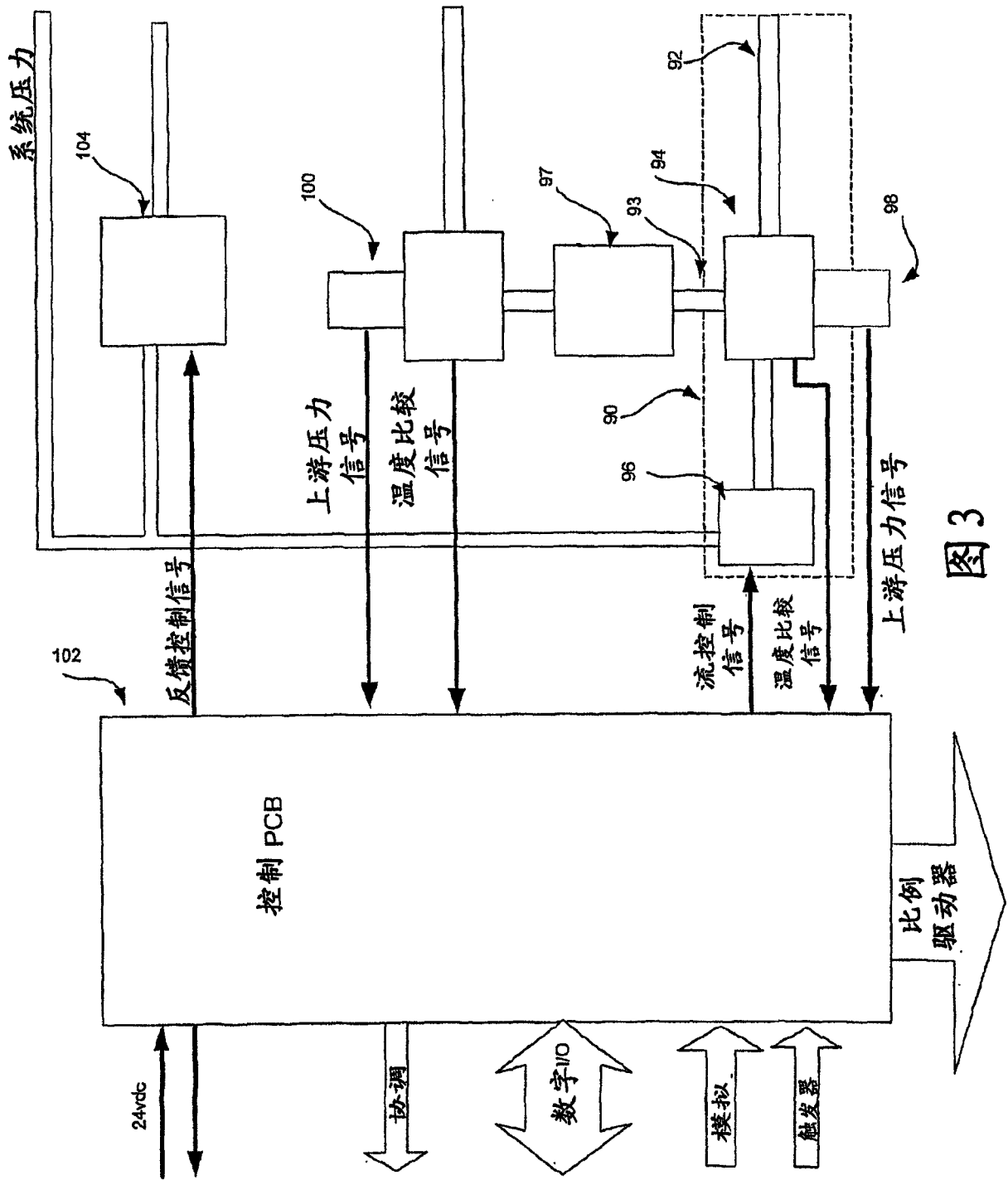


图 2G





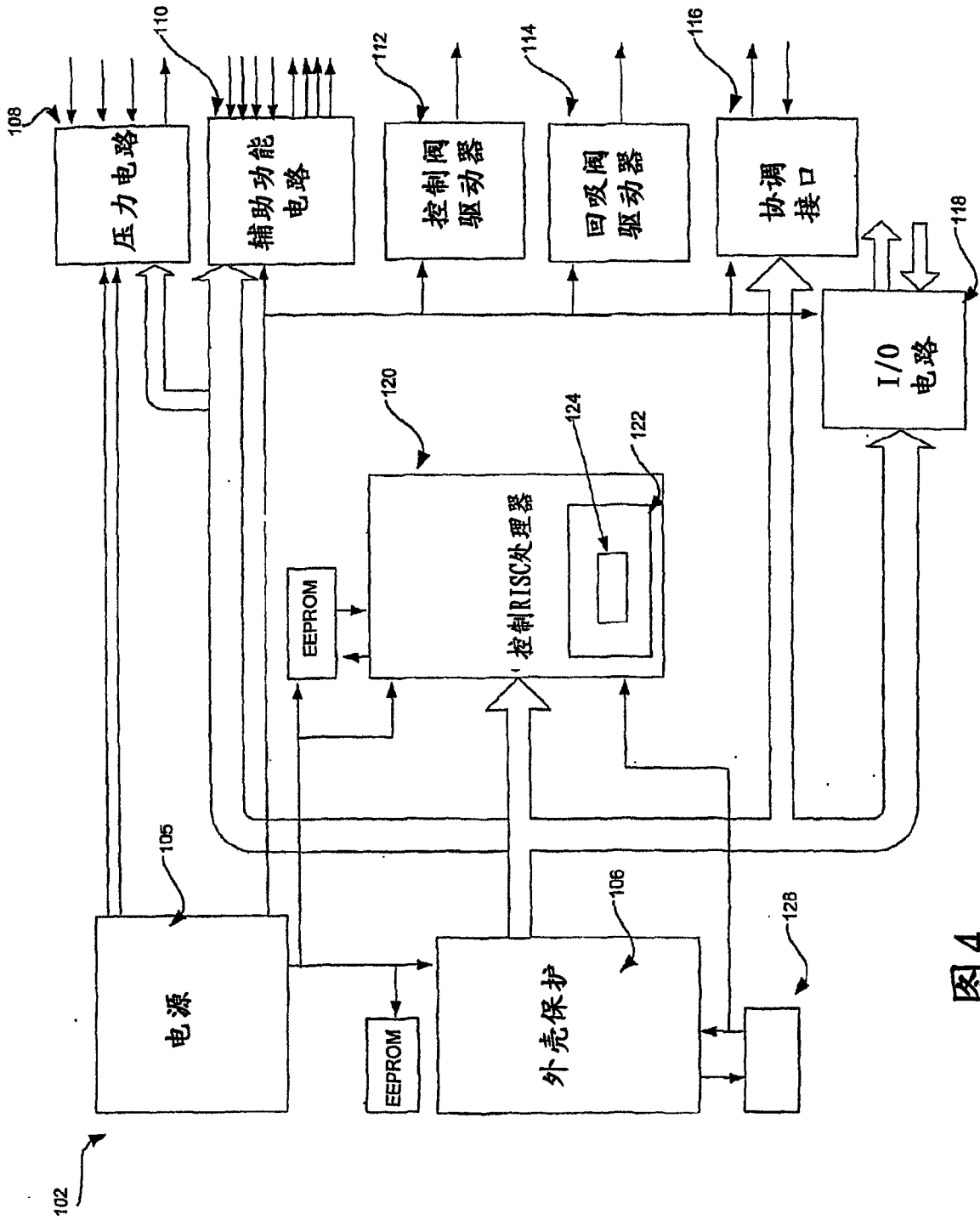


图4

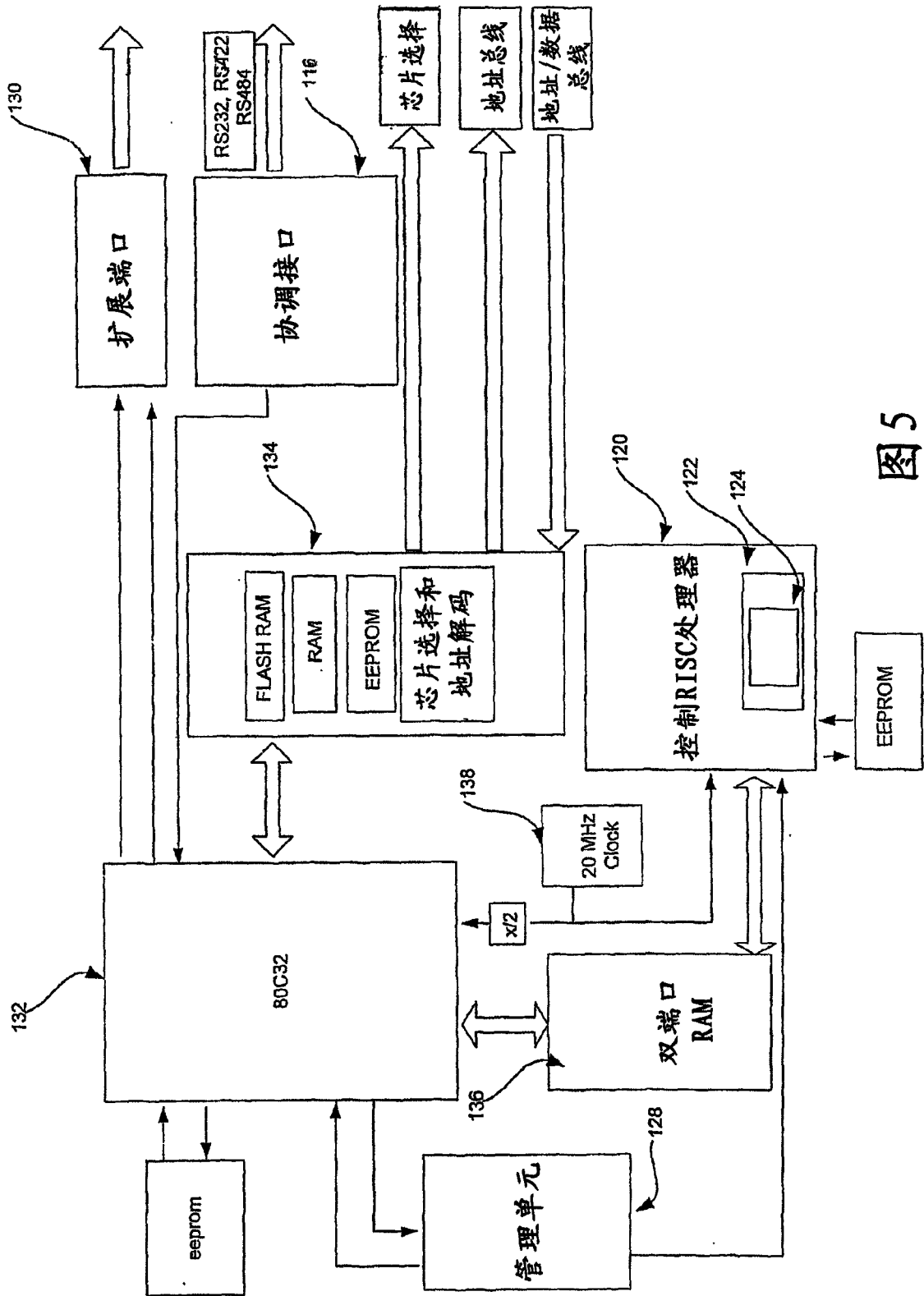


图5