

[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 200580024992.0

[43] 公开日 2008 年 12 月 10 日

[51] Int. Cl.

H01M 8/00 (2006.01)

H01M 8/04 (2006.01)

[11] 公开号 CN 101322268A

[22] 申请日 2005.5.23

[21] 申请号 200580024992.0

[30] 优先权

[32] 2004. 5. 28 [33] US [31] 10/857,629

[32] 2004. 7. 29 [33] US [31] 10/909,266

[32] 2005. 4. 18 [33] US [31] 11/109,489

[86] 国际申请 PCT/US2005/018139 2005.5.23

[87] 国际公布 WO2005/119824 英 2005.12.15

[85] 进入国家阶段日期 2007.1.24

[71] 申请人 益达科技有限责任公司

地址 美国俄勒冈州

[72] 发明人 戴维·J·埃德伦德 阿恩·拉闻
梅莎·沙夫

[74] 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司

代理人 颜 涛 郑 霞

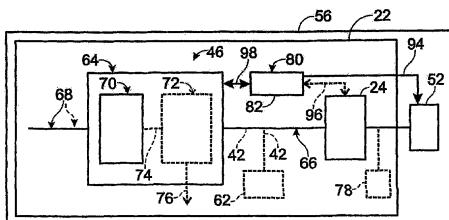
权利要求书 5 页 说明书 29 页 附图 5 页

[54] 发明名称

基于利用率的燃料电池监测和控制

[57] 摘要

用于控制操作燃料电池系统部件的燃料电池系统和方法，其可以包括燃料源和燃料电池堆。在某些实施例中，燃料源适于在供给压力下向燃料电池堆提供燃料。燃料电池堆产生产量电流量的电流。在某些实施例中，控制系统适于基于燃料电池堆处检测到的压力控制操作燃料电池堆。在某些实施例中，基于检测到的压力确定目标产量电流量，从而当产生的目标产量电流量的电流用于检测到的压力时，燃料电池堆消耗预先确定比例的供给燃料。



1. 能量产生和消耗组件包括：

燃料源，其适于在供给压力下提供供给燃料；

燃料电池堆，包括至少一个燃料电池，其中所述燃料电池适于接收所述供给燃料并从所述接收的供给燃料产生产量电流量的电流，以响应施加的负载；

负载施加组件，其适于被控制以施加负载到所述燃料电池堆；以及

控制系统，其适于检测所述燃料电池堆处的压力并基于所述检测到的压力以通过主动控制所述负载施加组件来控制所述电流产量。

2. 如权利要求 1 所述的能量产生和消耗组件，其中所述控制系统进一步适于检测所述产量电流量，基于所述检测到的压力确定目标产量电流量，并基于所述检测到的产量电流量和所述目标产量电流量控制所述负载施加组件。

3. 如权利要求 2 所述的能量产生和消耗组件，其中当产生所述目标产量电流量时，所述燃料电池堆适于消耗预先确定比例的所述供给燃料用于所述检测到的压力。

4. 如权利要求 3 所述的能量产生和消耗组件，其中所述燃料电池堆消耗的供给燃料的所述预先确定的比例在大约 70% 到大约 90% 的范围内。

5. 如权利要求 4 所述的能量产生和消耗组件，其中所述燃料电池堆消耗的供给燃料的所述预先确定的比例是大约 83%。

6. 如权利要求 1 所述的能量产生和消耗组件，其中所述燃料源适于被控制，并且所述控制系统进一步适于检测所述产量电流量，适于确定目标产量电流量，并适于控制所述燃料源以基于所述目标产量电流量在供给压力下提供所述供给燃料。

7. 如权利要求 6 所述的能量产生和消耗组件，其中所述控制系统进一步适于基于所述目标产量电流量和所述检测到的压力确定供给燃料的目标流量。

8. 如权利要求 7 所述的能量产生和消耗组件，其中所述燃料源适于从一种或更多原料中产生所述供给燃料，并且所述控制系统进一步适于基于供给燃料的所述确定的目标流量控制所述燃料源的操作。

9. 如权利要求 1 所述的能量产生和消耗组件，其中所述控制系统适于通过利用等式 $F = K\sqrt{P}$ 确定未使用燃料的流量，此处 F 是所述未使用燃料的流量，K 是常数，P 是所述压力。

10. 如权利要求 6 所述的能量产生和消耗组件，进一步包括压力调节器，其适于主动地控制所述供给压力，其中所述控制系统适于控制所述压力调节器以将所述供给压力维持在预先确定的阈压下。

11. 如权利要求 1 所述的能量产生和消耗组件，其中所述燃料源包括燃料处理器，其适于从至少一种原料中产生所述供给燃料。

12. 如权利要求 11 所述的能量产生和消耗组件，其中所述控制系统适于控制由所述燃料处理器产生的所述供给燃料的产量以将所述供给压力维持在第一阈值之下，并适于控制由所述燃料电池堆产生的电流产量以将所述供给压力维持在第二阈值之上。

13. 如权利要求 1 所述的能量产生和消耗组件，其中所述燃料电池堆适于在出口压力下，从出口孔基本上连续地排出未使用燃料，并且其中由所述控制系统检测到的所述压力包括所述出口压力。

14. 能量产生和消耗组件，包括：

燃料源，其适于在供给压力下提供供给燃料；

燃料电池堆，其包括至少一个燃料电池，其中所述燃料电池适于在所述供给压力下接收来自所述燃料源的供给燃料，并适于使用至少一部分所述接收到的供给燃料以产量电流量产生响应外加负载的电流；

负载施加设备，其适于被控制以施加负载到所述燃料电池堆；

控制系统，其适于检测所述燃料电池堆处的压力，适于确定目标产量电流量，在所述目标产量电流量下，所述燃料电池堆消耗预先确定比例的所述供给燃料用于所述检测到的压力，适于基于所述目标产量电流量控制所述燃料电池堆的操作；以及适于通过主动控者所述负载施加设备控制所

述产量电流量。

15. 如权利要求 14 所述的能量产生和消耗组件，其中所述燃料电池堆消耗的供给燃料的所述预先确定的比例在大约 70%到大约 90%的范围内。

16. 如权利要求 14 所述的能量产生和消耗组件，其中所述控制系统进一步适于基于所述目标产量电流量和所述检测到的压力确定供给燃料的目标流量，其中所述燃料源适于被控制以从一种或更多原料中产生所述供给燃料，并且其中所述控制系统适于基于供给燃料的所述目标流量来控制使用由燃料源提供的所述原料。

17. 如权利要求 16 所述的能量产生和消耗组件，其中所述燃料源包括燃料处理器，其适于产生所述供给燃料，并进一步其中所述控制系统适于控制由所述燃料处理器产生的所述供给燃料的产量以将所述供给压力维持在第一阈值之下，并适于控制所述燃料电池堆产生的电流以将所述供给压力维持在第二阈值之上。

18. 如权利要求 14 所述的能量产生和消耗组件，其中所述燃料电池堆适于间歇地排出未使用燃料。

19. 如权利要求 14 所述的能量产生和消耗组件，所述燃料电池堆适于在出口压力下，从出口孔基本上连续地排出未使用燃料，并且其中由所述控制系统检测到的所述压力包括所述出口压力。

20. 一种操作能量产生和消耗组件的方法，包括：

在供给压力下产生供给燃料；

施加氧化剂和所述供给燃料到燃料电池堆，所述燃料电池堆包括至少一个燃料电池，以及其适于由此产生产量电流量的电流；

施加负载到所述燃料电池堆以从所述燃料电池堆提取电流；

检测所述燃料电池堆处的压力；以及

基于所述检测压力，通过主动控制施加到所述燃料电池堆的所述负载控制所述产量电流量。

21. 如权利要求 20 所述的方法，进一步包括基于所述检测压力，确

定未使用燃料的流量，其中确定未使用燃料的流量包括解所述方程 $F = K\sqrt{P}$ ，此处 F 是所述未使用燃料的流量，K 是常数，P 是所述压力。

22. 如权利要求 20 所述的方法，进一步包括检测所述产量电流量和确定目标产量电流量，在所述目标产量电流量下，所述燃料电池堆消耗预先确定比例的所述供给燃料用于所述检测到的压力，并且其中控制所述产量电流量是至少部分地基于所述确定的目标产量电流量。

23. 如权利要求 22 所述的方法，进一步包括基于所述目标产量电流量和所述检测到的压力确定供给燃料的目标流量，以及基于供给燃料的所述目标流量控制所述供给燃料的产量。

24. 如权利要求 23 所述的方法，其中产生供给燃料包括从一种或更多原料中产生所述供给燃料，以及进一步包括基于供给燃料的所述目标流量来控制使用所述原料。

25. 如权利要求 22 所述的方法，其中在所述目标产量电流量下，供给燃料消耗的所述预先确定的比例在大约 70% 到大约 90% 的范围内。

26. 如权利要求 25 所述的方法，其中在所述目标产量电流量下，供给燃料消耗的所述预先确定的比例是大约 83%。

27. 如权利要求 20 所述方法，其中施加负载到所述燃料电池堆包括从所述燃料电池堆中引出电流到负载施加组件。

28. 如权利要求 20 所述的方法，进一步包括在出口压力下，从出口孔基本上连续地排出未使用燃料，并且其中所述燃料电池堆处的检测压力包括检测到的所述出口压力。

29. 如权利要求 20 所述的方法，其中产生供给燃料包括从一种或更多原料中产生所述供给燃料；并进一步包括以适于将所述供给压力维持在第一阈值之下的方式控制所述供给燃料的所述产量，并以适于将所述供给压力维持在第二阈值之上的方式控制由所述燃料电池堆产生的电流产量，所述第二阈值比所述第一阈值小。

30. 一种操作能量产生和消耗组件的方法，包括：

在供给压力下，提供供给燃料；

施加氧化剂和所述供给燃料到燃料电池堆，所述燃料电池堆包括至少一个燃料电池；

由所述燃料电池堆产生产量电流量的电流；

检测所述燃料电池堆处的压力；

确定目标产量电流量，在所述产量电流量下，所述燃料电池堆消耗预先确定比例的所述供给燃料用于所述检测到的压力；以及

基于所述目标产量电流量控制所述燃料电池堆的所述操作。

31. 如权利要求 30 所述的方法，进一步包括施加负载到所述燃料电池堆，并且其中控制所述燃料电池堆的所述操作包括主动地控制施加到所述燃料电池堆的所述负载。

32. 如权利要求 31 所述的方法，其中提供供给燃料包括以在供给压力下产生所述供给燃料的方式施加一种或更多原料到燃料处理器装置，并进一步包括至少部分基于所述目标产量电流量控制所述燃料处理器装置的所述操作。

33. 如权利要求 30 所述的方法，进一步包括从所述燃料电池堆间歇地排出未使用燃料。

34. 如权利要求 30 所述的方法，进一步包括在出口压力下，从出口孔基本上连续地排出未使用燃料，并且其中检测所述燃料电池处的压力包括检测所述出口压力。

35. 如权利要求 30 所述的方法，其中在供给压力下供给供给燃料包括从一种或更多原料中产生所述燃料；以及进一步包括以适于将所述供给压力维持在第一阈值之下的方式控制所述供给燃料的所述产量，并且以适于将所述供给压力维持在第二阈值之上的方式控制由所述燃料电池堆产生的电流量，所述第二阈值比所述第一阈值小。

基于利用率的燃料电池监测和控制

技术领域

本发明通常涉及燃料电池系统，且尤其涉及用于确定和控制燃料电池系统中的一个或更多变量的系统和方法。

背景技术

电化学燃料电池是一种将燃料和氧化剂转化为电、反应产物和热的装置。例如，燃料电池可以适用于将氢和氧转化成水、电和热。在这样的燃料电池中，氢是燃料，氧是氧化剂，水是反应产物。

燃料电池堆通常包括两个或更多连接在一起成为一个单元的燃料电池，它们包含数组燃料电池。燃料电池堆可以加入到燃料电池系统中。燃料电池系统通常还包括燃料源，例如燃料的供给和/或燃料处理器，其从一种或更多原料中产生用于燃料电池堆的氢气或其他质子源。燃料处理器的例子是蒸汽重整器，其从水和含碳原料中产生氢气。系统还可以包括用于存储产生的电能的电池存储单元和向燃料电池输送氧的空气源。需要控制燃料电池堆和燃料电池系统的其他部件来调整系统的操作，以用于例如防止破坏系统和/或有效地操作系统以响应操作条件的变化。

发明内容

本发明的公开内容涉及能量产生和消耗组件，以及用于监测燃料的使用和/或基于此燃料使用情况来控制操作燃料电池堆的方法。该能量产生和消耗组件可以包括适于在供给压力下向燃料电池堆提供供给燃料的燃料源。燃料电池堆可以适于从至少一部分供给燃料中产生产量电流量的电流。控制系统可以适于检测此燃料电池堆处的压力，并至少部分地基于所检测到的压力来控制电流产量。该控制系统还可以适于通过控制由燃料电池堆产生的电流来将燃料利用率保持在预先确定的范围内。

能量产生和消耗的组件进一步可以包括适于施加负载到此燃料电池堆的能量存储/消耗装置。产量电流量可以通过主动控制此能量存储/消耗组件和/或施加到此燃料电池堆的负载而被控制。该控制系统也可以适于通过额外的方式或可选择的方式主动控制燃料源来控制产量电流量。

在某些能量产生和消耗组件中，燃料利用率或每供给量所消耗的燃料数量可以随着供给燃料的供给速度和施加到此燃料电池堆的负载变化。例如，在固定的供给燃料的供给速度下，施加的负载增大将增大电流的产量和燃料的消耗量，从而提高燃料的利用率。类似地，施加的负载减小将减小电流的产量和燃料消耗，从而降低燃料的利用率。

在某些组件中，存在预先确定的最大燃料利用率以防止能量产生和消耗组件的污染或对其的其他破坏。另外，也可以存在预先确定的最小燃料利用率以防止供给燃料的过度浪费。通过主动控制施加的负载来控制燃料的利用率可以便于改善响应率和更好地控制利用率。基于未使用燃料的流量，主动控制施加的负载与主动控制燃料源一起可以允许在宽范围的操作条件下更好地控制燃料利用率。

附图说明

图 1 是燃料电池以及相关的燃料源、氧源和能量存储/消耗组件的示意图。

图 2 是包括燃料电池堆、燃料源、控制系统和能量存储/消耗组件的能量产生和消耗组件的示意图。

图 3 是包括燃料电池堆、燃料源、控制系统和能量存储/消耗组件的能量产生和消耗组件的另一个实施例的示意图。

图 4 是包括燃料电池堆、燃料源和控制系统的能量产生和消耗组件另一个实施例的示意图。

图 5 是如图 4 所示的能量产生和消耗组件的另一个实施例的示意图。

图 6 是用于示例性的能量产生和消耗组件的氢压力、重整器输出、燃料电池堆负载和燃料电池输出电流的示例性曲线图。

图 7 是通过燃料电池出口孔的未使用燃料的流量随所检测到压力变

化的实施例的曲线图。

图 8 是燃料电池堆处检测到的未使用燃料的目标压力随燃料电池堆电流变化的实施例的曲线图。

图 9 是当燃料电池利用率被维持在预先确定的利用率且所检测到的压力被维持在图 7 所示的检测到的压力范围内时，未使用燃料的流量随堆电流变化的曲线图。

图 10 是当燃料电池堆处所检测的压力被维持在图 7 所示的检测到的压力范围内时，燃料电池堆的燃料利用率随堆电流变化的曲线图。

详细描述和本公开内容的最佳实施方式

如前所述，公开了控制燃料电池堆操作的方法和系统。正如此处所使用的，燃料电池堆包括一个或更多燃料电池，无论是单电池还是成组的燃料电池，且通常包括在公共端板之间连接的多个燃料电池。燃料电池系统包括一个或更多燃料电池堆和至少一个向燃料电池堆提供燃料的燃料源。另外，能量产生和消耗组件包括一个或更多燃料电池堆，至少一个向燃料电池堆提供燃料的燃料源，和至少一个适于向此燃料电池堆施加负载的能量存储/消耗组件。

随后讨论的燃料电池堆和系统与多种不同类型的燃料电池相一致，例如质子交换膜（PEM）燃料电池、碱性燃料电池、固态氧化物燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池、磷酸燃料电池以及类似物。为了说明的目的，图 1 示意性地阐释了 PEM 燃料电池形式的示例性燃料电池 20。此燃料电池可以被描述为形成通常以 22 标示的燃料电池系统的一部分，和/或通常以 24 标示的燃料电池堆的一部分。质子交换膜燃料电池通常利用膜 - 电极组件 26，其包括位于阳极区 30 和阴极区 32 之间的离子交换膜或电解质膜 28。每个区 30 和 32 分别包括电极 34，即阳极 36 和阴极 38。每个区 30 和 32 还包括支撑物 39，例如支撑板 40。支撑物 39 可以形成双极板组件的一部分，这里对其进行更加详细的讨论。燃料电池 20 的支撑板 40 带有燃料电池产生的相对电动势。

在操作中，燃料 42 被供给到阳极区，而氧化剂 44 被供给到阴极区。

燃料 42 还可以被称为供给燃料 42。通常地，但并不唯一地，用于电池 20 的燃料是氢，并且，通常地，但不唯一的氧化剂是氧。正如这里使用的，氢指氢气且氧指氧气。虽然在本发明的范围内可以使用其它燃料和/或氧化物，但以下讨论中可以把燃料 42 当作氢 42，把氧化物 44 当作氧 44。

氢 42 和氧 44 可以通过任何合适的方法从各自的源 46 和 48 被输送到此燃料电池的各区内。用于氢 42 的合适的燃料源 46 的例子包括至少一个加压罐、氢化物床或者其它合适的氢存储装置，和/或产生含氢气流的燃料处理器。氧 44 的合适的燃料源 48 的例子包括装有氧或空气的加压罐，或鼓风机、压缩机、吹风机或其它用于将空气引向阴极区的装置。

氢和氧通常通过氧化-还原反应彼此混合。虽然膜 28 限制氢分子穿过，但却允许氢离子（质子）穿过其间，这主要是由于膜的离子传导性。氧化-还原反应的自由能驱动来自氢气的质子穿过离子交换膜。还因为膜 28 往往不是电的导体，所以外电路 50 是剩余电子的最低能量路径，并且在图 1 给出了示意性说明。

在实际应用中，燃料电池堆通常包括具有双极板组件的多个燃料电池，该双极板组件将相邻的膜-电极组件隔开。双极板组件基本上允许自由电子经由双极板组件从第一电池的阳极区移动到相邻电池的阴极区，由此在堆上形成用于满足外加负载的电势。电子的这种净流产生了可以用于满足外加负载的电流，该负载如来自能量消耗装置、能量存储装置、燃料电池系统本身、能量存储/消耗组件等中的至少一个。

如图 1 中通常以 56 标明的能量产生和消耗组件，包括至少一个燃料电池系统 22 和至少一个能量存储/消耗组件 52，此能量存储/消耗组件适于施加负载到此燃料电池系统或施加到其上，并且燃料电池系统在这里还可以被称为负载施加组件。至少一个能量存储/消耗组件 52 可以采用电连接方式连接到此燃料电池，或者更通常地说，连接到燃料电池堆。组件 52 施加负载到电池/堆/系统，并由此流出电流以满足负载。此负载可以被认为是外加的负载，并且可以包括热负载和/或电负载。这里使用的术语“能量存储和消耗组件”和“负载施加组件”可以被相互交换地指适于施加负载到燃料电池、燃料电池堆、或燃料电池系统上的一个或更多部件。

负载施加组件（或能量存储/消耗组件）52 可以包括至少一个能量存储装置 86。另外地或可选择地，负载施加组件 52 可以包括至少一个能量消耗装置 84。能量存储/消耗或负载施加组件 52 中所含部件的可能的示例包括机动车、休闲车辆、船只和其他海上船舶，以及或更多住所、商业性的办公室或者建筑物、小区、工具、灯具和照明组件、电器、计算机、工业设备、信号和通信设备、蓄电池、逆变器的任何组合，甚至堆 24 形成其一部分的燃料电池系统的电厂平衡（balance-of-plant）电需求。负载施加组件 52 可以包括适于施加负载到燃料电池系统的附加的和/或不同的部件。

在阴极区 32 内，来自外电路的电子和来自膜的质子与氧结合生成水和热量。图 1 还显示了可以包含氢气的阳极净化流或排放流 54 和阴极废气流 55，如果氧气没有被基本上耗尽的话，那么该废气流通常是至少部分被消耗的氧。应该理解，燃料电池堆 24 通常具有共同的氢（或其他反应物）供给、进气、和堆净化和排放流，因此将包括合适的流体管道，用于输送相关的流到单独的燃料电池以及收集来自这些单独的燃料电池中的流。类似地，任何合适的方法可以被用于选择性地净化该区域。

如前面所讨论的，很多燃料电池堆利用氢气作为反应物或燃料。因此，燃料电池堆 24 可以与氢气 42 的源 46（以及相应的输送系统和电厂平衡部件）相连接以形成燃料电池系统。燃料电池系统的示例在图 2 中示意性的说明。如前面关于图 1 所讨论的，氢气 42 的源 46 的例子包括容纳存储的供给氢气的存储装置 62，如图 2 中虚线所标示的。合适的存储装置 62 的例子包括加压罐和氢化物床。另外的或可选的氢气 42 的源 46 是来自产氢燃料处理器的产物流，其通过使供给流起反应以产生包含氢气 42 的流或以产生反应产物来生成氢，该反应产物来自诸如在一步或更多步净化步骤后形成的含氢气 42 的流。

如图 2 实线所示，燃料电池系统 22 包括至少一个燃料源 46，例如燃料处理器 64，和至少一个燃料电池堆 24。燃料处理器 64 适于从包含一种或更多原料的给料流 68 中产生含氢气 42 的产物氢气流 66。该燃料电池堆适于从部分被输送至此的产物氢气流中产生电流。在此示例中，单独的燃料处理器 64 和单独的燃料电池堆 24 被显示出；然而，可以使用多于一

个的这些部件中的任一个或两个。虽然这些部件已被示意性地图示，但是燃料电池系统可以包括在图中未明确示出的附加部件，例如空气输送系统、换热器、传感器、流量调节装置、加热组件以及类似物。

还如图所示，氢气可以从一个或更多燃料处理器 64 和存储装置 62 被输送到堆 24 中，并且来自燃料处理器的氢可以被输送到一个或更多存储装置和堆 24 中。流 66 中一些或全部流可以通过合适的管道附加地或可选择地被输送以用在其他耗氢过程，用于燃料的燃烧或加热或者存储起来稍后使用。

燃料处理器 64 包括由一股或更多供给流中产生氢气的任何合适的设备。因此，燃料处理器 64 可以被描述为包括产氢区域 70，在此区域内，至少主要由氢气组成的流从一股或更多供给流中产生。用于从供给流 68 中产生氢气的合适的方法的例子包括蒸汽重整和自热重整，其中重整催化剂用于从包含水和至少一种含碳原料的供给流中产生氢气。用于产生氢气的其他合适的方法包括高温分解 (pyrolysis) 和含碳原料经催化的部分氧化，在此方法中供给流不含水。用于产生氢气的另一种合适的方法是电解，在此方法中原料是水。合适的含碳原料的例子包括至少一种碳氢化合物或醇。合适的碳氢化合物的例子包括甲烷、丙烷、天然气、柴油、煤油、汽油和类似物。合适的醇的例子包括甲醇、乙醇和多羟基化合物，例如乙二醇和丙二醇。

供给流 68 可以通过任何合适的装置和/或通过任何合适的原料输送系统被输送到燃料处理器 64 中。虽然图 2 中以实线显示出只有单股供给流 68，但在本发明的范围内，可以使用多于一股的流 68（如虚线所示意性说明的），这些流可以包含相同的或不同的原料。这里所用的术语“燃料处理组件”可以用于指燃料处理器和燃料电池系统的相关部件，例如原料输送系统、加热组件、分离和/或净化区或装置、空气输送系统、燃料输送系统、流体管道、换热器、燃料处理器控制器等。所有这些示例性的部件并不要求被包括在任何燃料处理组件中或与任何依据本发明公开内容的燃料处理器一起使用。类似地，可以包括或使用其他的部件。

在很多应用中，期望燃料处理器产生至少基本上纯的氢气。因此，燃

料处理器可以利用固有的产生足够纯的氢气的方法。可选择地，燃料处理器组件和/或燃料处理器可以包括一个或更多合适的净化或分离装置，其将杂质从燃料处理器产生的氢气中去除。当区域 70 不能产生纯氢气时，流 66 可以包括一种或更多这种示例性的杂质如一氧化碳、二氧化碳、水、甲烷和未反应的原料。作为另一个例子，此燃料处理系统或燃料电池系统可以包括燃料处理器下游的一个或更多净化和/或分离装置。图 2 给出了示意性的说明，其中分离区 72 如虚线所示。当燃料处理器 64 包括分离区 72 时，产氢区域可以被描述为产生包括氢气和其他气体的混合气体流，其中氢气通常是此混合气体流的主要成分。许多合适的分离区域将从此混合气体流中产生至少一种产物流，如流 66，其包含至少基本上纯的氢气和至少一种包含至少相当部分其他气体的副产物流。混合气体流和副产物流分别以 74 和 76 示意性地图示在图 2 中。分离区域或者数个分离区域可以与产氢区一起被容纳在共同的外罩内，此外罩连接到燃料处理器或位于与燃料处理器分开的位置（但仍然与此流体相通）。

分离区域 72 可以利用任何方法或装置以增加氢气的纯度和/或降低可能与氢气混合在一起的一种或更多其他气体（如一氧化碳和/二氧化碳）的浓度。合适方法的示例包括化学分离方法和物理分离方法中的一种或多种，在化学分离方法中，一种或更多这些其他气体被选择性地吸收或反应，由此从氢气中分离，在物理分离方法中，吸附材料或膜分离元件用于将混合气体流选择性地分成至少一种产物流和副产物流。合适的物理分离方法包括压力驱动分离方法，在此方法中，利用混合气体区域和分离区域的至少一个渗透区域或产物区域之间的压力差驱动此分离过程，使混合气体流在压力作用下被输送至与合适的分离元件接触。

示例性的化学分离方法是使用甲烷化作用催化剂以选择性地降低流 74 中存在的一氧化碳的浓度。其他示例性的化学分离方法包括一氧化碳的部分氧化以生成二氧化碳和进行水-气转换反应（以从水和二氧化碳生成氢气和二氧化碳）。

合适的压力驱动分离方法的非唯一的例子包括使用一种或更多氢选择性膜和使用压力互换吸附系统。合适的氢选择性膜的示例包括由钯或者

钯合金形成的膜，如钯和铜或银的合金。薄的、平面的氢渗透膜优选地含有钯合金，最特别含有含铜 35wt% 至 45wt%，如含铜约 40wt% 的钯。这些膜，也被称为氢选择性膜，一般由约 0.001 英寸厚的薄金属箔片制得。然而，在本发明的范围内可以由不同于上述讨论的那些氢选择性金属和金属合金、可渗透氢和选择氢的陶瓷、或碳组合物制得。这些膜的厚度可以大于或小于上述厚度。例如，膜厚度可以伴随成比例的氢气流量的增加而制得更薄。

氢渗透膜可以设置成任何适合的结构，如按照引用的专利申请中公开的在共用渗透通道周围成对排列。氢渗透膜或多个膜也可以采取其他结构，例如按照引用的专利中公开的管状结构。用于分离区域 72 的合适结构的例子是膜模块，其包含一个或更多氢渗透膜。合适的氢选择性膜的例子、用于形成和利用这些膜的方法以及包含一个或更多氢选择性膜的分离装置在美国专利 US6319306、US6537352 和 US6562111 中被公开，出于所有目的，其全部内容这里一并引入作为参考。

用于分离区 72 的适合的压力分离方法的另一个例子是压力互换吸附法（PSA）。在压力互换吸附（PSA）方法中，气态杂质被从含氢气的气流中除去。PSA 是基于在合适的温度和压力条件下，某些气体会比其他气体被更牢固地吸附到吸附材料上的原理。通常，杂质被吸附从而从此混合气体流中除去。

在燃料电池系统的背景下，燃料处理器优选地适合于产生基本上纯的氢气，并且更加优选地，燃料处理器适合于产生纯的氢气。为了本发明公开内容的目的，基本上纯的氢气是大于 90% 的纯度，优选的是大于 95% 的纯度，更优选的是大于 99% 的纯度，甚至更优选的是大于 99.5% 的纯度。基本上纯的氢气是 90% 以上的纯度，优选地 95% 以上的纯度，更加优选地 99% 以上的纯度，并且更加优选地 99.5% 以上的纯度。合适的燃料处理器的示例性的，但不唯一的例子公开在美国专利 US6221117、US5997594、US5861137 和待审的美国专利申请公开号 No.2001/0045061 中。上述专利和专利申请的全部内容在这里一并引入作为参考。

图 2 也示意性地描述了燃料电池系统 22 可以（但并不必须地）包括

至少一个能量存储装置 78。装置 78 适于存储由燃料电池堆 24 产生的至少一部分电流。更具体地说，电流可以建立储备，其可以稍后用于满足例如由能量存储/消耗组件 52 和/或燃料电池系统 22 施加的负载。能量存储/消耗组件 52 可以适于施加自身的负载到一个或者更多堆 24 和能量存储装置 78。合适的能量存储装置 78 的示例是蓄电池，但也可以使用其他装置。能量存储装置 78 可以附加的或可选择的被用于在系统启动过程中向燃料电池系统提供动力。在本发明的范围内，能量存储装置 78 可以适于施加负载到燃料电池堆 24。在这种情况下，能量存储装置 78 是负载施加组件或能量存储/消耗组件的另一个示例或其部件的另一个示例。在本发明的范围内，能量产生和消耗组件 56 包括多于一个的负载施加组件 52。

图 2 还显示了具有控制器 82 的控制系统 80，其适于控制能量存储/消耗组件 52 的操作以及还适于控制燃料电池堆 24 和/或燃料源 46 的操作。能量产生和消耗组件 56 的性能被调整和自动调节以响应操作参数和由控制系统 80 检测到的操作参数的变化。

图 2 中阐释的控制器 82 作为单元被执行。其也可以被当作单独的控制器被执行，例如用于能量存储/消耗组件的控制器，用于燃料电池堆的控制器和用于燃料源的控制器。然后，这样的单独控制器可以通过合适的通信链接彼此通信。控制系统 80 可以包括一种或更多模拟电路或数字电路、作为软件存储在存储器中的用于运行程序的逻辑单元或处理器，并且如上所述，可以包括一个或更多彼此通信的分离单元。

在图 2 所示的示例中，控制器 82 通过通信链接 94 与能量存储/消耗组件 52 通信，并可以通过合适的通信链接 96 和 98 与燃料电池堆 24 和燃料源 46 通信。其他未显示的链接也可以使用。例如，可以是到氧源 48、氢存储装置 62 等的链接。链接 94、96、98 能够与控制器至少单向通信。可选择地，一种或更多这些链接能够与控制器双向通信，由此能够使控制器测量或监测组件 52、堆 24 和源 46 的选定值或选定变量，同时还控制这些单元的操作，通常响应所测量到的值中的一个或多个。这些链接可以包括任何合适的界面、执行元件和/或传感器来实现所期望的监测和控制。控制系统 80 还可以包括传感器、开关、反馈机构、其他电回路和/或机械

回路以及类似物或者可以与其通信。可以被检测到的燃料电池堆 24 的数值包括此堆中一处或多点处的压力、堆电流、堆电压、外加负载、燃料供给压力、未使用燃料的流量、未使用燃料的压力、堆温度、水传导率、空气流量和排放条件。

可以被监测的用于燃料处理器 64 形式的燃料源 46 的数值的例子包括燃料处理器的操作模式、原料的供给量、产生氢气的速度、操作温度、产生燃料的化学反应的化学定量关系。氧源 48 的监测值的例子是空气被供给到燃料处理组件和燃料电池堆的速度。当氧源 48 被合并到燃料源和/或燃料电池堆中的任意一个或两个中时，它的操作和测量通常将被合并到用于单元的相应的链接中，该单元合并了氧源。

可以在能量存储/消耗组件 52 中被监测的数值的例子是施加到燃料电池堆的外加负载。并不是所有这些数值都是必须的要素，其他的数值也可以被测量，这取决于能量产生和消耗组件的具体要求和结构、组件的复杂程度、所期望的控制程度、和具体使用者的偏好。控制系统 80 将结合下面的附图得到更加详细的描述。

燃料处理器操作的通常模式或状态包括启动、停止、空转、运行（主动的，产生氢）和关闭。在关闭操作状态，燃料处理器不产生氢气并且不被维持在用于产生氢气的合适的操作条件下。例如，燃料处理器可以不接收任何的供给流，可以不被加热等。

在启动操作状态，燃料处理器从关闭状态转换到其运行操作状态，此时燃料处理器处于其期望的产生氢气的操作参数下，其接收原料并由此产生多于名义氢气流量用于输送到燃料电池堆和/或氢存储装置。因此，在启动状态，燃料处理器被恢复到用于产生氢气的期望的操作条件下，例如温度和压力。例如，虽然在这些范围之外的温度和压力也在本发明的范围之内，但流重整器形式的燃料处理器通常在 200°C 到 800°C 的温度范围内和 50 磅/英寸² 到 1000 磅/英寸²（压力表）的压力范围内操作，例如取决于所使用燃料处理的具体的类型或结构。

在待命或空转操作状态下，燃料处理器不产生任何的氢气，或者可以产生名义流量的氢气，其中此流量通常不被输送到燃料电池堆或氢存储装

置中。相反，所产生的任何氢气（或其他输出流）通常被排除或用作锅炉或其他加热组件的可燃烧的燃料，这些装置和组件适于将燃料处理器维持在用于产生氢气的合适的温度或此温度附近或在温度的选定范围内。然而，在空转操作状态下，燃料处理器通常被保持在用于产生氢气的期望的操作参数上，从而当出现一种或更多预先确定的操作条件时，燃料处理器可以被恢复到其运行操作状态。在本发明的范围内，在空转操作状态下，当出现以上讨论的名义流量的氢时，该名义流量的氢足以产生充足的电流以向燃料电池系统供电和/或为系统的能量存储装置进行再充电。在停止操作状态中，燃料处理器例如从其运行或空转操作状态被转换到其关闭操作状态。

图3是能量产生和消耗组件56的示意图，其适于包括燃料电池堆24、燃料源46和控制系统80。具有供给压力P1的供给燃料42，如供给流量F1从燃料源46流到燃料电池堆24的阳极区。堆24处理流量F1的至少一部分F3以产生电能。被称为流量F2的剩余未使用的燃料作为排出流54通过至少一个出口孔90从堆中排出。因此，燃料电池堆24中的燃料流量可以由公式 $F1=F2+F3$ 表示。

从燃料电池堆24排出未使用的燃料可以是连续地或可以是间歇地。在任意一个实施方案中，未使用燃料F2的产生可以被认为是连续流，尽管通过流54的物理排放可以是唯一的间歇排放。在未使用燃料F2的间歇地物理排放的情况下，未使用的燃料流在排出之前，聚集在燃料电池堆24中。间歇排放之间的时间可以被设定为预选确定的时段或可以通过控制器82或其他控制器被控制系统80控制。

燃料电池堆24通过合适的导体88或一系列的导体或电路以电连接方式连接到能量存储/消耗组件52。如上面讨论的，能量存储/消耗组件52可以包括一个或更多能量消耗装置84和/或一个或更多能量存储装置86。如这里讨论的，能量存储/消耗组件52可以适于施加外加负载到燃料电池堆24。

如所说明的，控制器82适于通过链接104与压力表106通信，压力表适于检测排出流54中从燃料电池堆中排出的未使用燃料的压力P2。压

力表 106 也可以适于检测燃料电池堆 24 中的未使用燃料（累积）的压力 P2，例如在间歇的排出结构中。如这里所使用的，涉及检测出口压力 P2 的压力表 106 或者其他涉及出口压力 P2 的压力表旨在指或者是排出流 54 中的压力或者是燃料电池堆处的压力，这取决于能量产生和消耗组件的结构。

类似地，控制系统 80 可以包括与压力表 102 通信的链接 100，压力表 102 适于检测以供给流量 F1 表示的供给燃料 42 的压力。压力表 102 可以适于检测燃料电池堆进口处的压力 P1 以检测燃料电池堆 24 内的压力变化。至于压力表 106 和出口压力 P2，根据能量产生和消耗组件的结构，这里涉及的压力表 102 和供给压力 P1 旨在指或者是燃料电池堆处或者是燃料电池堆和燃料源之间所检测到的压力。

在根据本发明公开内容的能量产生和消耗组件 56 的某些实施例中，包括那些具有未使用燃料的连续排出，穿过燃料电池堆 24 的压力降是最小的。因此，供给压力 P1，出口压力 P2 和燃料电池堆的压力可以是基本上相同的。类似地，在间歇排出组件中，由于施加到燃料进口的背压，燃料电池堆内的压力可以与供给压力 P1 基本上相同。因此，虽然这里的附图和描述可能具体参考出口流量、出口压力、供给压力、供给流量、燃料电池堆压力等，但是所有这些参考和描述旨在通常指燃料电池堆处，或者在堆内或者与堆流体相通处测得的压力或流量。正如下述讨论，在本发明的范围内，涉及到的燃料电池堆处的压力和/或流量包括供给流 F1 上的减压阀或压力调节器之前或之后测量的压力或流量。因此，在本发明的范围内，与燃料电池堆有关的压力和/或流量可以在其被输送到堆之前和/或被从堆中排出之后被测量。下面描述的具体实施例只是示例性的。

控制系统 80 和控制器 82 可以包括控制器和链接。另外，并不是所有的这些示例性的通信链接和相互关联都是必须的。作为示例性的但不排除的例子，某些具体实施方案可以不测量供给燃料的压力和/或其中可以没有与能量源连接的链接。

如上述讨论的，能量产生和消耗组件 56 和燃料电池系统 22 可以适于以不同的模式从燃料电池堆 24 中排出未使用的燃料。这些模式包括至少

一种连续的流出模式和间歇的或基于净化的模式。在连续的流出模式中，在由燃料电池堆产生电流的过程中，未使用的燃料被连续并同时地从燃料电池堆 24 中排出。在一种间歇的模式中，未使用的燃料被周期性地排出，并可以一种趋向于净化燃料电池堆的方式排出。

在以连续的流出模式操作的某些燃料电池系统 22 中，出口孔 90 可以具有固定尺寸和/或流动特征（包括具有尺寸和流动特征结合的孔的组合）以适合一种具体的应用，并且出口压力和流量取决于被燃料电池消耗的供给压力和流量。作为一个实施例，可以使用直径尺寸小于 0.1 英寸，例如直径 0.033 英寸，或直径在 0.02-0.07 范围内的别的选定（总体）尺寸的出口孔。虽然已经提及具有特定直径的圆孔，但作为单一的孔或者组合形式的孔的出口孔可以具有适合在特定系统和/或应用场合中使用的任何适当的单独的和/或总体的横截面尺寸、形状和/或流量特征。

在以连续的流出模式操作的燃料电池系统 22 的另一个实施例中，控制系统 80 可以适于控制一个或更多出口孔中的至少一个的尺寸。如图 3 中的示意性说明，控制器 82 可以任选地通过通信链接 97 连接到出口孔 90。在这样的实施例中，出口孔 90 可以包括孔调节阀 92。通过控制出口孔的尺寸，排出流 54 中的未使用燃料的流动速度被控制，并且出口压力 P2 也被控制。在某些燃料电池系统 22 中，出口压力中的变化产生了供给压力 P1 中相应的变化。对出口孔尺寸的控制是主动控制能量产生和消耗组件的变量以影响至少一个其他部件的功能的方式中的一个实施例。例如，减小出口孔 90 的尺寸降低了排放速度，在某些组件中，这可以降低利用率。虽然这里仅涉及如出口孔，但在本发明的范围内，可以使用多于一个的孔，和/或两个或更多个出口或可以被统称为出口孔的其他孔。

在以间歇模式操作的某些燃料电池系统 22 的实施例中，孔 90 在未使用燃料的排放间歇之间被保持关闭或至少基本上关闭。然后操作燃料电池堆使得燃料以匹配或接近匹配消耗的速度被供应。

在燃料电池的净化或排放过程中，阀 92 可以完全打开以使燃料可以迅速地流动过出口孔 90。虽然不是必须的，但是净化之间的间歇期可以比排放的持续时间更长。如一个实施例，每操作燃料电池堆三十秒，就进

行一秒钟的净化。如果每次净化过程中排放一升的燃料，以及在两次净化之间产生电流的过程中消耗 49 升的燃料，那么燃料电池堆就利用了 98% 的燃料。这样，燃料电池堆可以被描述为具有 98% 的燃料利用率。

在某些燃料电池系统中，每次的净化持续时间、净化频率，或者两者都是可以变化的，例如通过通信链接 97 将控制器 82 连接到出口孔 90。净化频率和/或净化持续时间的变化可以提供对燃料利用率的控制。对于给定的燃料电池系统的操作条件来说，净化持续时间或净化频率中任何一个的增加都会造成燃料利用率相应的降低。在另一个实施例中，可以改变净化频率和/或净化持续时间以维持选定的利用率水平。例如，在降低的燃料电池堆的燃料消耗水平或在降低的供给燃料压力 P1 下，净化可以是较短的持续时间和/或降低的频率。相反地，在高的燃料电池堆的燃料消耗水平和/或高的供给燃料压力下，净化可以是较长的持续时间和/或增加的频率。这种间歇的净化操作被包括在本发明的范围内，在这种间歇操作中，净化频率或净化持续时间基于能量产生和消耗组件的一个或更多变量如燃料电池堆的燃料消耗量或燃料电池堆产生的电流被主动控制。,

如上述所讨论的，控制系统 80 可以被设定为监测能量产生和消耗组件的一个或更多变量，包括与燃料源、燃料电池堆或者能量存储/消耗组件相关的值。“相关”的意思是控制系统（和/或控制器）适于测量、计算、或其他直接或间接地检测相应的流或部件的变量。所测量的变量值可以被直接输入到控制系统中。然而，在本发明的范围内，控制系统（和/控制器）适于接收代表所测的变量值的输入或接收由所测的变量值得出的输入，如它的数字表示，基于其阈值或预先值的表示变量值的误差信号，所测量变量的标准值或刻度值（scaled value）等。

如这里更详细的讨论，控制器可以适于控制燃料电池系统的一个或更多功能性部件的操作，例如操作燃料处理器和燃料电池堆以响应（至少部分地）变量，如与氢气流相关的变量。虽然给定的变量可能与特定的部件更加紧密相关，但是变量可以直接或间接地影响两个或更多部件。例如，到燃料处理器的原料流的压力可能与燃料源紧密相关，但会间接地影响燃料电池堆产生电流的能力。如这里所使用的，影响两个或更多功能性部件

的变量可以被称为“共同变量”，其也可以被称为共享变量或共有变量。这种变量的示例（非唯一的）是氢气（或其他燃料）流 66 的压力，其由燃料处理器产生并被燃料电池堆消耗。

继续参照图 3，在本发明的某些结构中，控制系统 80 可以适于控制燃料电池系统的操作，燃料电池系统包括至少部分基于变量的燃料源 46 和燃料电池堆 24，变量可以是源 46 和堆 24 共同的或与它们都相关的。更具体地，控制系统 80 可以适于至少部分响应与变量值相关的输入，控制燃料处理器和燃料电池堆的操作状态。这种控制可以不只是简单地停止或启动系统来响应超过特定阈值的变量值。例如，控制系统 80 可以适于监控变量并将燃料电池系统保持在主动操作状态，在这种状态下，燃料处理器产生燃料（如氢气），而燃料电池堆接收燃料和氧化剂并产生电流，如用于满足外加负载。控制系统可以适于调整燃料处理器和燃料电池堆的主动操作状态，以将燃料电池系统保持在至少部分基于代表变量的测量值的主动操作状态。这种控制可以包括一种或更多对燃料电池系统外加负载的限制和氢气（或其他燃料）产生速度的调节，以将变量值保持在选定的取值范围内，由此将燃料电池系统保持在主动操作状态下。在这种实施方案中，控制系统（和/或控制器）可以被描述为控制燃料电池系统的操作以将给定的变量，例如氢气（或其他燃料流）的压力维持在选定的阈值内。

如这里所使用的，当控制系统 80（和/或控制器 82）被描述为控制燃料处理器或燃料电池堆的操作或运行状态时，这种控制可以是和/或可以包括控制燃料处理器组件（燃料处理器和/或与燃料处理器相关的部件）或燃料电池系统（燃料电池堆和/或与燃料电池堆相关的部件）的部件的操作。如示例，燃料处理器的操作可以通过调节含碳原料或其他原料被输送到燃料处理器的速度（例如通过控制适于输送原料到燃料处理器的原料输送系统）、燃烧器或其他适于加热燃料处理器的加热组件的操作、燃料处理器的压力等中的一种或更多来控制。如相关的例子，燃料电池堆的操作可以通过调节氧化剂和/或氢气到燃料电池堆的流量、冷却组件或与堆相关的其他换热组件、施加到堆的负载等中的一种或更多来控制。

在某些实施例中，控制系统 80 可以适于至少部分基于供给到燃料电

池堆的供给燃料的流量来控制燃料源 46 和/或燃料电池堆 24。例如，供给燃料的产量可以通过控制与化学过程相关的化学定量关系和燃料处理器组件的生产效率，和/或通过控制从存储装置中释放供给燃料的量，和/或通过调整满足能量存储/消耗组件 52 的电负载所需的燃料源 46 的操作状态、产生速度等而被控制。在燃料电池系统的某些实施例中，燃料的流量 F1 不易于被直接测量。那么在这样的实施例中，流量 F1 可以通过确定以流量 F3 表示的由堆消耗的燃料，以及从孔 90 排出的未使用燃料的流量 F2 而被间接确定。

作为附加的实施例，控制系统 80 可以被描述为适于检测产生的电能水平，以确定目标供给压力，在目标供给压力下，燃料电池堆消耗给定比例的供给燃料用于燃料电池堆产生的给定水平的电能，并基于目标供给压力控制燃料电池堆的操作。例如，燃料源和/或燃料电池堆可以被控制以将燃料供给压力或出口压力保持在目标压力附近。进一步，控制系统可以进一步适于以一种趋向于将供给压力或出口压力改变到目标压力的方式来控制燃料源的操作。可以检测由燃料电池堆产生的电能的变化，然后基于检测到的电能的变化可以改变目标供给压力。在燃料源适于从一种或更多原料中产生供给燃料的实施例中，控制系统可以适于基于确定的目标压力和/或基于确定的供给燃料的流量，由燃料源来控制原料的使用。在燃料源包括产生供给燃料的燃料处理器的实施例中，控制系统可以适于依据确定的供给燃料的流量来确定化学反应的化学定量关系，并依据确定的化学定量关系来控制供给燃料的产量。

图 4 说明了能量产生和消耗组件 56 的实施例，其中，第一部件 107 和第二部件 108 的作用或操作都影响变量 109。在下面的某些示例中，变量 109 是或者包括燃料流 66 中的氢气 42 的压力 P，或燃料电池堆 24 处的压力 P。如所讨论的，可以利用本发明公开范围内的其它变量，包括一个或更多上述讨论的那些变量。在下面的实施例中，第一部件和第二部件 107、108 如燃料处理器 46 和燃料电池堆 24 被说明和讨论的一样，其中的一个或更多可以基于变量 109 的值通过控制系统 80 被控制。如这里更详细的讨论，在本发明的范围内，燃料处理器和燃料电池堆并不是唯一的

第一和第二部件对。例如，第一部件和第二部件 107、108 可以代表能量存储/消耗组件 52 和燃料供给 46 或燃料产生和消耗组件的其他部件。

如图 4 示意性的说明，控制系统 80 包括第一和第二控制回路 110 和 112。两个控制回路可以（但不必）共用共同的传感器输出线 114 或其他与流有关的传感器，传感器输出线接收代表来自压力表 116 的燃料流 66 的压力 P 的信号。给出的控制系统结构被简单显示，并可以多种形式被实现或以其他方式被执行。例如，分开的线和/或传感器可以被使用。如上述描述的，控制系统 80 可以适于检测燃料电池堆 24 处的压力、燃料流 66 的压力、排出流 54 的压力或能量产生和消耗组件的其他变量。

在依据本发明的某些实施例中，传感器输出线 114 可以被连接到第一和第二参考设备 118 和 120。每个参考设备可以是适于产生误差信号的任意合适的电路或逻辑单元。参考设备可以是任选的。参考设备的例子可以包括加法器、减法器、比较器、差分放大器以及类似物。当被包括时，参考设备 118 和 120 可以在各自的参考信号线 122 和 124 上接收参考信号。对于参考设备 118，参考信号可以包括与燃料源 46 相关的设定值或确定值，该值可以被称为压力 P_{FS} 。对于参考设备 120，参考信号可以是与燃料电池堆 24 相关的设定值，该值可以被称为压力 P_{FC} 。当控制系统 80 被设计为与能量产生和消耗组件的其他部件通信时，参考设备和设定值可以与不同的部件相关联，并可以包括其他非压力的变量。在线 114 上的检测压力信号和压力 P_{FS} 的设定值之间的差异可以被设备 118 确定。然后此差异可以作为误差信号线 126 上的误差信号输出。类似地，线 114 上的检测压力信号和压力 P_{FC} 的设定值之间的差异可以被设备 120 确定，并可以作为误差信号线 128 上的误差信号输出。

在能量产生和消耗组件的某些实施例中，各自的误差信号可以被施加到与功能性单元 107 相关的第一信号处理器 130 上，以及与功能性单元 108 相关的第二信号处理器 132 上。这些信号处理器可以通过各自的控制信号线 134 和 136 被连接到相关功能性单元。每个信号处理器可以包括任何合适的设备，这些设备可以利用至少部分表示受控变量的输入信号来驱动相关的控制信号线上的控制信号，以适合于控制相关功能性部件的

功能。作为控制系统 80 的一部分被描述的参考设备 118、120，信号处理器 130、132，各种信号线和其他部件代表了控制系统的一种结构。其他的结构可以被使用以实现这里所描述的控制，他们中的某些可以包括更多或更少的传感器、处理器和其他部件。

信号处理器 130 和 132 可以适于以代表误差信号对操作相关功能性部件的期望的影响方式来修改误差信号。例如，信号处理器可以包括比例单元、积分单元和微分单元中的一个或多个。比例单元可以通过特定的因数按比例调整误差信号值，因数可以是任意合适的值，例如正的或负的非零的值，小于一、等于一或大于一的值。积分单元可以在时间段内累积误差信号，因此误差信号在零或者某些基准之上存在的时间越长，则控制信号的水平就越高。另一方面，微分单元可以产生代表误差信号变化率的控制信号。换句话说，例如当误差信号迅速增加时，那么控制信号可以相应地增加。结合起来说，这些或者其他误差信号的特征可以是产生适于控制相关功能性单元的控制信号的基础，可以任选地至少部分地基于相关功能性部件的传递函数。任选地，还可以应用其他类型的控制技术，例如基于规则的控制技术。

输出信号可以包括适于用来产生控制信号的信号处理器的任何信号。因此，信号处理器可以包括产生期望的控制信号的任何回路或逻辑单元或设备。在某些实施例中，信号处理器 130 可以接收作为输入的误差信号并可以产生控制信号，控制信号适合于控制由燃料处理器 64 从供给流 68 内的一种或更多输入原料中产生的燃料的化学定量关系。类似地，信号处理器 132 可以产生控制信号，控制信号适于控制燃料电池堆 24 的操作，例如通过改变氧化物的输入速度。如另一个实施例，信号处理器 132 可以适于产生控制信号，控制信号适于控制由燃料电池堆 24 从燃料流 66 和氧化物流中产生的电流，以及控制由此产生的电能。主动控制电流的产生可以通过例如施加控制信号到负载调节装置而实现，负载调节装置如 DC/DC 转换器、DC/AC 逆变器、可变电阻部件例如电阻架 (resistance bay)，或其他包括在能量存储/消耗组件 52 中的部件或设备。

例如，当燃料流 66 具有高于阈压 P_{FS} 的压力时，控制器可以通过发送

合适的控制信号引导燃料(如所讨论的,其通常是氢气)产量适当地降低,和/或燃料电池堆中电流产量适当地增加(例如通过增加施加到堆上的负载)。然后燃料流量的降低或电流产量的增加通过降低由燃料电池堆产生的背压,可以导致低于阈压 P_{FS} 的燃料流的压力的降低。然后,燃料流压力的降低可以导致误差信号线 126 上的误差信号的降低。这里涉及的阈值可以是任何预先确定的或预先选择的值,例如可以是选择用于燃料电池系统 22 的特定实施例的值,用于具体的操作或控制程度的值等。

虽然在依据本发明的所有能量产生和消耗组件中是任选的和并不是必须的,但减压阀 156 可以与燃料流 66 相连,如图 4 中所说明的。减压阀 156 可以被设计为将燃料流中的压力限制到最大压力 P_{RV} 。最大压力 P_{RV} 可以表示一压力,高于此压力,能量产生和消耗组件的一个或更多部件就会出现损坏。可选择地或附加地,最大压力 P_{RV} 可以表示一压力,高于此压力,能量产生和消耗组件的一个或更多部件就会以某些其他方式在不期望的条件下工作,例如低效率。参照图 4,阐释了减压阀 156 布置在压力表 116 之前。在本发明的范围内,减压阀 156 被布置在压力表 116 之后或与测量装置集成在一起。附加地,在本发明范围内,压力调节器可以替代或与减压阀 156 共同被使用以为燃料流 66 中或燃料电池堆中的压力提供附加的或不同的控制。包括测量装置和位置和输入进控制系统中的设定值的控制系统 80 可以适于说明减压阀或压力调节器的存在、不存在和/或位置。

相应地,当燃料流 66 的压力低于设定值 P_{FS} 时,控制器(再次通过发送合适的控制信号)可以适于通过降低和/或限制由燃料电池堆 24 产生的电能(如通过降低施加到燃料电池堆上的负载)和/或增加供给燃料的产量来增加燃料流 66 中的压力。这种燃料消耗量的降低和燃料产量的增加可以使得燃料流上的背压增加。这又可以降低误差信号线 128 上的误差信号。因此,通过监测选定的变量值,在此实施例中是由燃料处理器产生和由燃料电池堆消耗的氢气(或其他燃料)流的压力,控制系统可以选择性地控制能量产生和消耗组件,同时组件处于主动操作状态时。如上述所讨论的,对氢气流、排出流或者燃料电池堆压力的监测仅仅是可以被监测的

变量的例子。可以被监测的变量的其他非唯一的例子在前面已经被描述过。

用稍微不同的术语描述，通过监测燃料电池堆处（或与其流体连接的流）的压力以及当变量值超过（高或低）、达到或接近一个或更多选定的阈值时，选择性地调整或以其它方式控制能量产生和消耗组件，控制系统将能量产生和消耗组件维持在主动操作状态，否则此时这些组件可能需要转换到空转或甚至停止操作状态。

另外，这种能量产生和消耗组件的监测和控制可以适于通过主动控制能量产生和消耗组件的一个或更多部件，允许组件的利用率维持在操作条件的范围上的预先确定的范围内。例如，在某些具体实施例中，控制系统 80 可以适于通过改变施加到燃料电池堆 24 上的负载，主动控制能量存储/产生组件 52。如以上所讨论的，主动控制施加到燃料电池堆的负载将控制燃料电池堆中的燃料消耗，并可以被控制以将利用率维持在预先确定的范围内。在本发明的能量产生和消耗组件的某些实施例中，控制系统 80 可以附加地或可选择地适于主动控制燃料源 46 以控制供给燃料 66 的产量。对能量存储/消耗组件 52 和能量源 46 的主动控制可以允许对操作条件细微变化的更快速的响应时间和对更宽范围的操作条件下的增强的控制，以更好地维持预先确定的利用率或以其它方式控制能量产生和消耗组件的一个或更多方面。

因此能量产生和消耗组件 56 可以提供对一个或更多组件功能的控制，这些功能影响变量，例如燃料流的压力、电流的产量或其他这样的变量。另外，控制系统 80 可以适于控制两个组件功能，每个功能影响共同的变量，在此示例中，变量是与燃料流相关的。控制系统 80 也可以适于至少部分地基于微分变量，结合刚才描述的单独变量控制来协调一个或更多其他功能的操作。这样的能量产生和消耗组件的例子在图 5 中被说明。为了方便，与图 4 中所示的部件相对应的部件具有相同的参考数字。

图 5 中的能量产生和消耗组件 56 可以包括燃料处理器 64，其适于例如从至少一股供给流 68 中产生为燃料电池堆 24 提供燃料的燃料流 66。控制系统 80 可以包括控制回路 110，其中燃料流（或者燃料电池堆、排

出流、或其他部件) 的压力 P 通过压力表 116 被测量，并与参考设备 118 通信。线 122 上接收的压力信号和设定值 P_{FS} 的差值可以在线 126 上作为误差信号被输出。误差信号可以通过信号处理器 130 被处理以产生线 134 上施加到燃料处理器 64 上的控制信号。可选择地，并与上述关于图 4 所讨论的类似，减压阀和/或压力调节器可以在压力表 116 和燃料电池堆 24 之间被利用，其中减压阀或调节器可以适于进一步调节和/或控制燃料电池堆中的压力，例如是界定或用其他方式确定的输送到燃料电池堆处的氢气流的最大压力。

控制系统 80 也可以包括具有参考设备 120 和误差信号处理器 132 的控制回路 112。线 128 上的误差信号可以是基于燃料流的压力 P 和线 124 上接收的燃料电池设定值 P_{FC} 之间的差值。然而，压力控制信号可以施加到逻辑单元 160，而不是将线 136 上产生的控制信号直接施加到燃料电池堆(或能量存储/消耗组件或其他部件)，在此实施例中，逻辑单元 160 可以是适合于选择两个输入的最小值的并在控制线 162 上输出最小值的任何回路或设备，最小值然后可以被施加到燃料电池堆。如另一个实施例，逻辑单元可以是适于选择两个输入的最大值并在控制线 162 上输出最大值，最大值施加到燃料电池堆。

除了控制回路 110 和 112 之外，控制系统 80 可以包括附加的控制回路，例如第三控制回路 164。控制回路 164 可以基于第二变量提供对能量产生和消耗组件 56 的控制。例如，控制回路 64 可以适于以一种将输出电压维持在设定值或阈值之上的方式提供对燃料电池堆 24 的控制，设定值或阈值可以帮助保护燃料电池堆免受在低电压条件过程中可能发生的破坏。因此，控制回路 64 可以包括电压表或其他测压传感器 166。电压传感器输出信号可以被施加到电压信号线 168，信号线可以被施加到控制设备，例如施加到第三参考设备 170 的减的(负的)或转换的输入处。在这种实施方案中，控制系统(和/或控制器)可以被描述为控制燃料电池系统的操作以将氢(或其他燃料流)维持在选定的阈值内并将来自燃料电池堆的输出电压维持在选定的阈值之上。

那么继续此示例，参考数据线 172 上的电压设定值 V_{FC} 可以被施加到

参考设备 170。所得到的误差信号可以被传送到误差信号线 176 上的信号处理器 174。如为信号处理器 130 和 132 所描述的，信号处理器可以处理作为适于期望地控制所需要的响应，并在控制信号线 178 上产生电压控制信号。控制信号线可以把电压控制信号传送到逻辑单元 160。如上所谈及的，电压和压力输入的较低值可以被选择并在燃料电池堆控制线 162 上被输出，用于控制燃料电池堆的操作。可选择地，类似的技术可以被使用以控制其他系统参数，例如一个或更多部件的温度，施加到燃料电池堆的负载，一个或更多原料流的供给率等。

图 6 描述了示例性的、理想的曲线图，其显示了能量产生和消耗组件的选定变量在时间段内可以如何随或者基于施加到系统的负载的变化而变化。这些曲线图只作为示例给出，因为实际的组件可以起到不同的作用。下面的曲线 140 显示了燃料电池堆负载 142 和燃料电池堆输出电流 144 随时间变化的实施例。中间的曲线 146 描述了氢燃料流 148 的实施例，通过燃料处理器 64 的输出随时间的变化。上面的曲线 150 说明了燃料处理器和燃料电池堆的操作可以引起氢燃料流 66（燃料电池堆或排放流）的压力 152 的实施例。

这三个曲线图有共同的时间轴 154，其确认了九个时间点，从时间 T_1 到时间 T_9 。最初，燃料处理器和燃料电池堆可以被认为是处于空转模式或操作状态，在此处它们准备好以响应施加的负载，但目前并没有产生（任何，或多于名义数量的）氢（或其他燃料）或电流。通过“名义上的”，这意味着氢气（或其他燃料）的数量（如果有的话）或者动力需要将燃料电池系统保持在其空转操作状态，这些需求指系统的电厂平衡。为了说明的目的，假设很少的燃料由燃料处理器产生，假设很少的电流由燃料电池堆产生，以及假设在燃料处理器和燃料电池堆之间的燃料流中的任何燃料的压力接近于零。图 6 所示的曲线图旨在说明包括施加到燃料电池堆的负载的变化在内的各种因素如何可以影响能量产生和消耗组件所选择的变量。从时间 T_1 到 T_9 中描述的实施例仅仅是示例性的例子并不要求按照图示的顺序发生。

如图 6 中所示意性说明的，在时间 T_1 时，施加的负载 L_1 如电负载和/

或热负载，可以被施加到燃料电池系统。响应负载时，控制系统 80 可以将燃料电池系统导向运动模式或操作状态，且燃料处理器 64 可以开始产生氢燃料（或从空转模式获得的名义水平增加产量）。通过燃料流量从零向流量 F1 的增加程度可以表现出来。随着燃料流 66 中的流量开始增加，流的压力相应的增加，如从零增加到压力 P_{FC} ，其可以表示燃料电池堆操作的最小压力。只要没有足够的压力用于燃料电池堆以使其安全地运行，那么燃料电池系统可以被设计为不产生电能。在此时间段，施加的负载可以通过能量存储装置 78 得到满足（当出现在燃料电池系统中时）。

当有足够的燃料流量以产生至少选择的或阈值燃料流压力 P_{FC} ，那么燃料电池堆可以开始产生电流，如图 6 中在时间 T_2 处的示意性说明。在时间 T_2 和 T_3 之间，燃料流量 148 可以继续增加。随着燃料流量增加，燃料电池堆可以能够产生不断增加的电流量，同时将燃料流压力保持在大约最小值水平 P_{FC} 。在某些实施例中，燃料电池堆可以具有相对迅速的响应时间，例如低于一秒来响应负载的变化，相比之下，燃料处理器的响应时间可能较长，例如一分钟或更多。然而，此响应可能受到限制，因为需要将燃料流压力维持在 P_{FC} 的设定值上。这可以在此时间周期内产生相对恒定的压力。

如图 6 中时间 T_3 处所示意性说明的，燃料电池堆输出 144 可以按小于 F1 的燃料流量到达具有负载水平 L_1 的施加负载 142。由于燃料电池处理器仍可以产生附加燃料并且燃料电池可以以相对恒定的速度消耗燃料，所以燃料流压力可以继续升高。然而，当燃料压力到达燃料处理器设定值 P_{FS} 时，用于信号处理器 130 的误差信号可以变成负值，并且控制器可以通过限制燃料电池流的产量的速度而做出响应，例如响应到流量 F1。在此流量下，燃料电池堆的消耗量可以等于产量，从而导致燃料压力停留在约压力 P_{FS} 或在其下。也可以是，但并不要求，高于压力 P_{FS} 的压力值中的名义脉冲跳增，其可能是由于燃料处理器的相对慢的响应时间。一旦压力降低到压力 P_{FS} 以下，系统通常可以停留在时间 T_4 和 T_5 之间的稳态运行条件。

如图 6 中时间 T_5 处所示意性说明的，施加的负载可以降低，例如从

负载 L_1 降到负载 L_2 。施加负载的这种降低可以要么由于外部回路要求的变化而发生，要么由于控制系统 80 提供的指令而发生。控制系统 80 可以由于许多原因降低施加到燃料电池堆的负载，例如当能量存储设备变成完全充满或当利用率太高时。当负载降低时，燃料电池堆响应相应的电流产量的降低，其可以减少燃料的消耗。这也可能导致燃料流压力的突然增加，如图所示的，由于燃料处理器继续产生氢气（或燃料处理器适于产生的其他燃料），压力增加到新的最大值。压力可以继续增加直到其达到阈压 P_{RV} 。压力 P_{RV} 代表了连接到燃料流 66 的减压阀 156（或压力调节器）的释放压，如图 4 中所示。减压阀释放过度的压力，以防止若压力增加到较高值时引起的破坏，该值如通过峰值 P_{PK} 表示的， P_{PK} 以虚线所示。

继续参考图 6，如时间 T_5 和 T_6 之间所示意性说明的，负载可以保持恒定，但控制器可以适于引导燃料处理器以连续地产生较少的燃料，直到燃料流压力回到压力 P_{FS} 或低于压力 P_{FS} 。如时间 T_6 处所说明的，压力可以达到 P_{FS} ，于是控制器可以引导燃料处理器使其保持恒定速度的燃料产量，该速度可以比维持时间 T_3 和 T_4 之间的负载 L_1 所需的速度低。假设施加的负载不变化，那么燃料流压力应该稳定或以其他方式稳定。如图 6 中示意性说明的，新的稳态条件可以持续到时间 T_7 。

如图 6 中时间 T_7 处所示意性说明的，负载 142 可以增加到新的、更高的水平，例如水平 L_3 。由于燃料电池堆相对于燃料处理器的快速响应，所以燃料电池堆输出可以增加直到燃料流的压力下降到燃料电池设定值 P_{FC} ，然后燃料处理器 64 开始产生更多的燃料。随着燃料流量开始上升，燃料电池堆可以增加产生的电流，从而将燃料流压力保持在压力 P_{FC} 附近。而且，类似于初始启动周期过程所发生的，在时间 T_8 处可以到达此点，此处燃料电池产量与施加的负载 L_3 相匹配。随着燃料产量的继续增加，燃料流压力可以升高直到其到达上限压力 P_{FS} 。这可以出现在时间 T_9 处。

一旦到达压力 P_{FS} ，燃料处理器输出可以稳定以将燃料压力保持在压力 P_{FS} 或低于压力 P_{FS} 。随后这种稳态条件可以持续直到负载进一步出现变化。

从图 6 的前面讨论可以看出，燃料供给 46 和燃料电池堆 24 的操作可

以同时影响燃料电池堆处的压力。另外，图 6 说明了施加到燃料电池堆 24 的负载可以影响燃料电池堆的操作和燃料电池堆处的压力。结合图 7-10，将进一步讨论这些关系。

图 7 是以升每分钟 (L/min) 为单位的未使用燃料 F2 的流量随着由控制系统 80 检测到的燃料电池堆 24 的压力变化的曲线图，该未使用的燃料或者是从出口孔 90 排出的，或者是聚积在燃料电池堆 24 中的，该压力可以是以 kPa 为单位的出口压力 P2，其中 k 是用数字表达的公里的前缀，Pa 是压力的单位帕斯卡。曲线图上由“x”标明并由实线段连接的点代表经验值。虚线代表等式： $F = K\sqrt{P}$ ，在实施例中，此处的 $K=2.53$ (L/min) / (\sqrt{kPa})。可以看出，近似方程非常适合于基于检测到的压力确定流量。因此，作为实施例，通过使用方程，控制系统 80 可以适于检测燃料电池堆 24 的压力，并适于基于检测到的压力确定未使用燃料 F2 的流量。如上所讨论的，出口压力 P_2 是可以被检测的压力的其中一个例子；被检测的压力也可以是进口压力或与未使用燃料的聚积量或流量相关的燃料电池处的其他压力。如这里所使用的，“基于”意为既不排除也不需要额外的因素。因此，“基于”应该被解释为包括“至少部分地基于”一个或更多被标明的因素，但不需要额外的因素。例如，利用上述公式基于出口压力来确定流量的控制系统可以但不需要，在此确定过程中还利用了其他因素。这同样适合于此处所描述和/或要求的其它“基于”关系。类似地，“响应”意味既不排除也不需要可以触发响应的额外的因素。

在至少某些燃料电池堆中，由燃料电池堆消耗的燃料的流量 F3 已经被确定成与燃料电池堆的电流输出直接成比例，这里用 Ifc 表示。在这种情况下，通过等式： $F3=b \cdot Ifc$ 确定流量。虽然“b”值依赖于独立的燃料电池堆的操作特征，但在某些燃料电池堆中，b 的值可以小于 1，并且更具体地，对于某些燃料电池堆来说，值 0.589 已经被确定是相当准确的。

在某些燃料电池堆 24 的实施例中，操作参数的范围可以被确立。下列操作参数适用于依据本发明构造和操作的某些示例性的燃料电池堆。在本发明的范围内，其他的操作参数可以被利用或以其他方式应用。如说明性的实施例，用于特定堆的最大和最小电流范围可以比下面提供的值更大

或更小。

参数	最大值	最小值
燃料进口压力范围 (压力表)：	12kPa	0.8kPa
空气进口压力范围 (压力表)：	6.21kPa	0.3kPa
燃料/空气的德耳塔 (Delta) 范围 (差值)：	11.7kPa	0.5kPa
燃料利用率：	83%	70%
堆电流范围：	70A	20A

如上所指出的，流进燃料电池堆的燃料的流量 F_1 可以通过对流出出口孔或在燃料电池堆中聚集的流量 F_2 与燃料电池堆消耗的流量 F_3 求和而被确定。使用上面的等式，未使用燃料的流量 F_2 可以通过检测到的压力 P_2 被确定，并且消耗的流量 F_3 可以由燃料电池电流 I_{fc} 确定。等式的形式为： $F_1 = bgI_{fc} + K\sqrt{P_2}$ 。函数在具有如轴线、供给燃料流量、燃料电池电流和出口压力的空间内定义点的平面。

燃料电池堆的燃料利用率 U 可以被定义为是用于产生电流的供给燃料的流量 F_1 的比例，或者

$$U = \frac{F_3}{F_1} = \frac{F_3}{F_2 + F_3} = \frac{bgI_{fc}}{bgI_{fc} + K\sqrt{P_2}}$$

从等式中，可以看出，为了实现对于给定的燃料电池电流产量的受控制的利用率水平，可以实行对出口压力的主动控制。可选择地，对于给定出口压力的受控制的利用率可以通过主动的控制燃料电池电流 I_{fc} 而实现。在某些能量产生和消耗组件中，可以优先控制利用率以防止由于过高利用率而污染燃料堆和防止由于低利用率带来的燃油浪费。

图 8 是出口压力随着用于燃料电池堆的 83% 的图示利用率水平的堆电流变化的曲线图，该利用率水平受到上面列出的操作参数范围的限制。其他的利用率水平可以产生不同的曲线，并且其他的燃料电池堆可以具有不同的操作特征。在本发明的范围内，可以使用其他的利用率水平，如在 83-100% 的范围内、在 80-85% 的范围内、在 70-83% 的范围内、在 50-70 的% 范围内、在 70-90 的% 范围内、小于 70%、小于 50%、大于 70%、大于 80%、大于 90%、约 83% 等。

图 9 是选定的未使用燃料的流量设定值随着用于相应于图 8 的操作条件和 83% 的图示利用率水平的堆电流变化的曲线图。在实施例中可以看出，在整个图示燃料电池堆的正常操作范围内，例如约 30 和 68 安培内，未使用燃料的流量随堆电流线性增加。未使用燃料的未使用燃料流量的设定值被限制在大约 3.6lpm(升每分钟)和 8.0lpm 的界线之间，相应于 2kPa 的最小出口压力和 10kPa 的最大出口压力。

图 10 是氢的利用率随着用于相同的图示操作条件的堆电流变化的曲线图。利用率被保持在 83% 上，其高于燃料电池堆的通常操作范围。在实施例中，对于小于大约 30 安培堆电流来说，利用率逐渐下降(例如降低)，并在大约 68 安培以上线性上升。

这些说明性的数据证明了，对于恒定的利用率 83% 来说，未使用燃料的流量 F_2 与堆电流成比例。通过调整堆电流(消耗)来保持图 9 的出口流量 F_2 的曲线上的出口流量 F_2 ，堆氢利用率被保持在 83%，超过很大部分的堆操作范围。在堆电流为 78 安培处，利用率仅命中 85%。

在说明性的情节中，在时间内的某个具体时刻，未使用燃料流量可以是大约 6LPM(如从上面等式和被检测的压力计算出的)，并且堆电流可以是大约 40 安培；条件如点 A 被清楚地说明。如上面讨论的，目标或选择的利用率用实线表示。为了将点 A 移动到实线上，堆电流可以被增加或者出口流量可以被减少。因此，施加到堆上的负载可以被增加以将利用率控制到目标利用率上。相反情节的实施例通过图 9 中的点 B 被清楚的表示，在 B 点上，未使用燃料的流量可以是大约 5LPM，并且堆电流可以是大约 50 安培。为了将能量产生和消耗组件恢复到目标利用率上，能量产生和消耗组件可以被主动地控制，以减少施加到燃料电池堆的负载，因此降低了利用率。与供给燃料对燃料处理器变化的响应时间相比，由于燃料电池堆对施加负载变化的相对快的响应时间，所以改变施加的负载可以优先地用于操作条件的小的或临时的变化。然而，外加负载的主动控制可能很难维持长时间周期或用于操作条件的大的变化。因此，在某些具体实施例中，其可能优先地对施加负载和燃料源都进行主动地控制。

利用这些不同的值和关系，控制系统 80 可以至少部分地实现对燃料

电池堆 24 和/或燃料源 46 的控制。图 8 的曲线图中确定的出口压力可以作为燃料电池堆的燃料供给的目标压力被使用。压力也可以优选为目标出口压力或目标检测压力。图示的关系可以合并燃料电池堆中消耗的燃料流量以及未使用燃料被排出。这些关系从出口 (outlet) 或出口 (exit) 压力和堆电流中被推出。其他的参数关系也可以推出。

如已经讨论的，不同的控制参数可以按不同的方式被使用来控制燃料电池系统 22 中的不同部件。例如，出口燃料流量和相应的出口压力提供了由燃料源 46 提供的燃料数量的指示。燃料源的操作和尤其是燃料处理器的化学定量关系可以基于此信息。进一步，空气的供给以及燃料电池可以被控制以提供将导致期望的燃料利用率的供给压力。供给燃料的产量和燃料电池出口压力可以被调整以提供期望的供给压力。出口孔也可以被调整以改变出口流量和/或出口压力。因此，通过保持用于给定堆电流的供给燃料的目标压力，燃料利用率可以被保持在期望的水平。

期望的利用率也可以通过主动地控制能量存储/消耗组件 56 和施加到燃料电池堆的负载而被控制在预先确定的范围内。类似地，期望的利用率可以通过主动地控制由燃料电池堆产生的电流而被保持。在某些具体实施例中，能量存储/消耗组件 56 的主动控制可以与燃料源的主动控制结合以提供更好地控制。能量存储/消耗组件 56 的主动控制可以提供更快速的响应时间和控制的更准确，同时，能量源的主动控制可以将利用率控制在更大的操作条件范围。燃料电池的主动控制可以优选地延长外部施加的负载的变化或者延长能量产生和消耗组件的条件的变化。已经被公开的上面的操作状态和子程序提供了可以自动操作燃料电池系统 22 和/能量产生和消耗组件 56 的操作的控制系统的实施例。上面提供的实施例不应该被解释为限制性的意义，因为这种操作特征、参数值和燃料电池系统的设计和结构的变化是可能而并不背离本发明的范围。

工业应用

这里所描述的燃料电池系统和控制系统在由燃料电池堆产生动力的任何场合中都是适合的。当燃料电池堆形成燃料电池系统的一部分时，它们特别适合，该燃料电池堆包括可以为燃料电池堆提供原料的燃料处理组

件。

燃料电池系统 22 的这种自动操作确保其使用在家庭、车辆、和其他商业应用中，在这些场合中，系统由没有受过燃料电池系统操作培训的个人使用。它也可以确保在技术人员或甚至其他个人不经常出现的场合使用，例如微波转播站、无人的发射机或管理设备等。控制系统 80 也确保燃料电池系统在商业设备中实现，在这些场合，个体不可能地持续地监测系统的操作。例如，燃料电池系统在车上和船上的执行要求使用者不必需经常地监测和准备调整燃料电池系统的操作。相反，如果系统遇到操作参数和/或条件在控制系统的自动操作响应的范围之外，使用者能够依赖于控制系统来调整燃料电池系统的操作，其中使用者只需通知。上面的实施例说明了这种自动操作燃料电池系统的可能应用，并没有排除燃料电池系统必需适于在任何具体应用中使用的其他应用或需求。更进一步，在前面的段落中，控制系统 80 已经被描述为控制燃料电池系统的不同部分。系统可以在不包括上面描述的控制系统的各个方面下被实现。类似地，系统 22 可以适于监测和控制这里没讨论过的操作参数，并可以发送不同于前面实施例中提供的那些命令信号的命令信号。

可以确信，上面提出的本发明包含更多个独特的具有独立实用性的方法和/或设备。虽然这些方法和设备的每一个以他们的优选形式被公开，但是因为很多变化是可能的，在这里公开和说明的他们的具体的实施例不能认为是一种限制性的意义。本发明的主题包括在这里被公开的各种部件、特征、功能和/特性的所有新的和非唯一的结合和子结合。类似地，在权利要求书中叙述的“一”或“第一”部件或其等同物，这样的权利要求应该被理解为包括一个或更多这样的部件，即并不必须也不排除两个或更多个这样的部件。

可以确信，下面的权利要求显著地指出了与公开的实施例相对应的并是新颖的和不明显的某些结合和子结合。特征、功能、要素和/或特性的其他的结合或子结合可以通过本权利要求的修改或新权利要求在这里的替换或有关申请中被要求。这样的修改的或新的权利要求，无论他们集中于不同的结合或集中于相同的结合，无论与原始权利要求在范围上是不同、更宽、更窄或等同的，都可以被认为是包含在本发明的主题中。

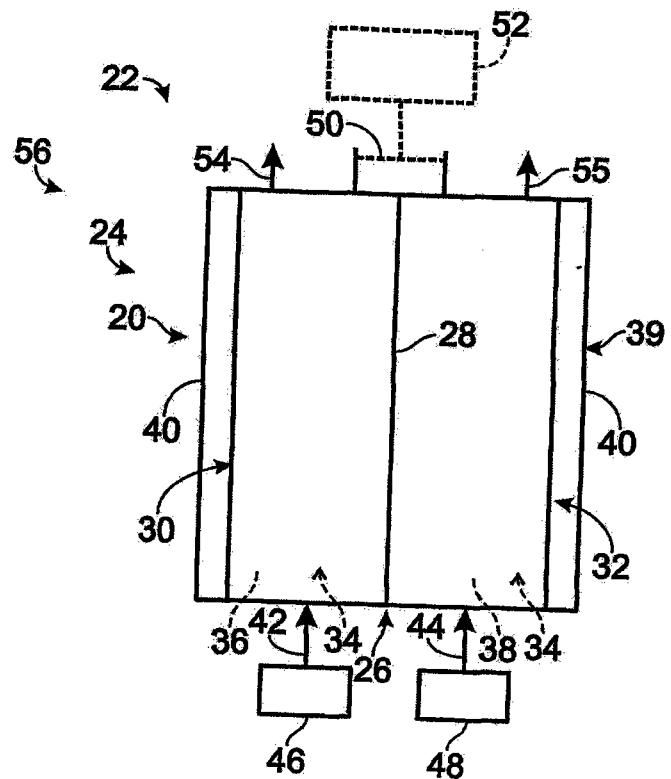


图 1

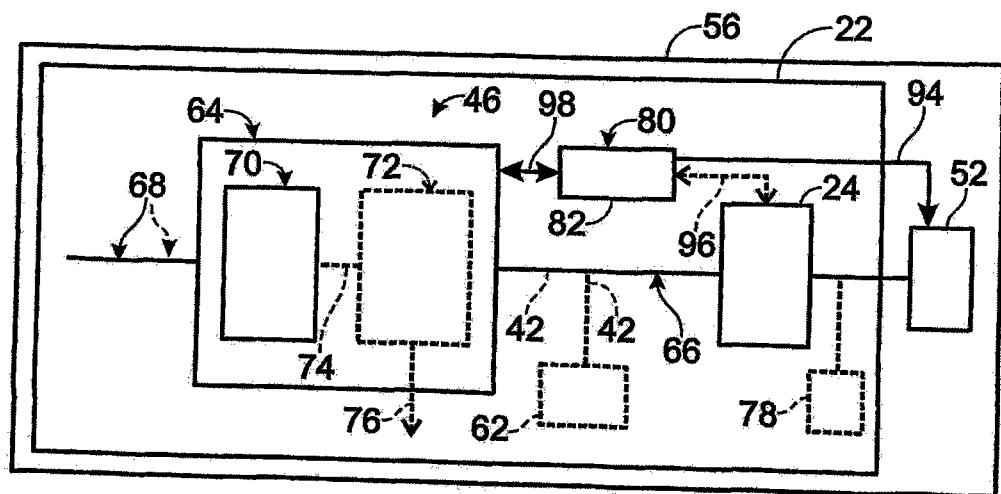


图 2

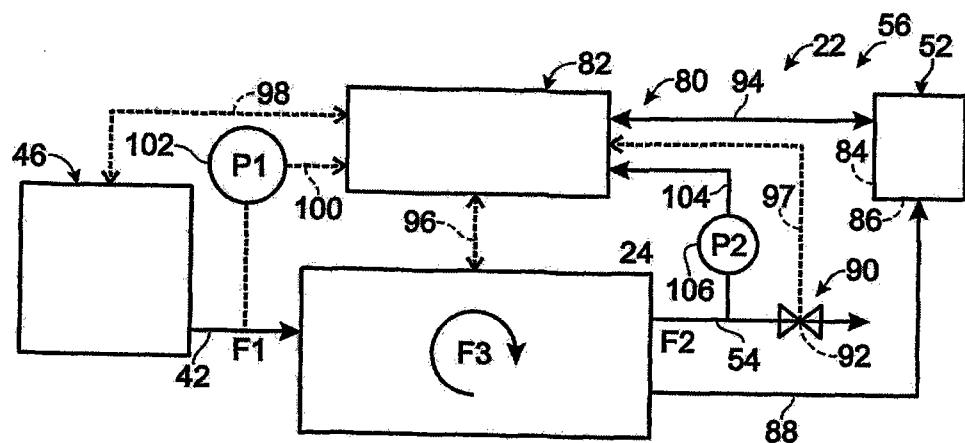


图 3

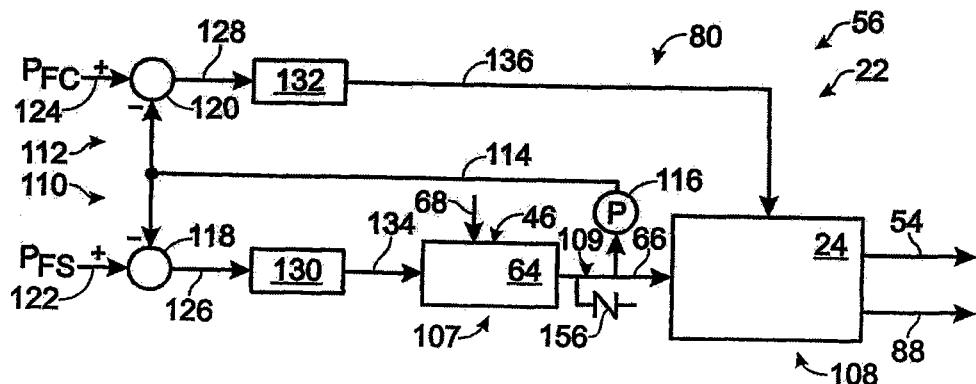


图 4

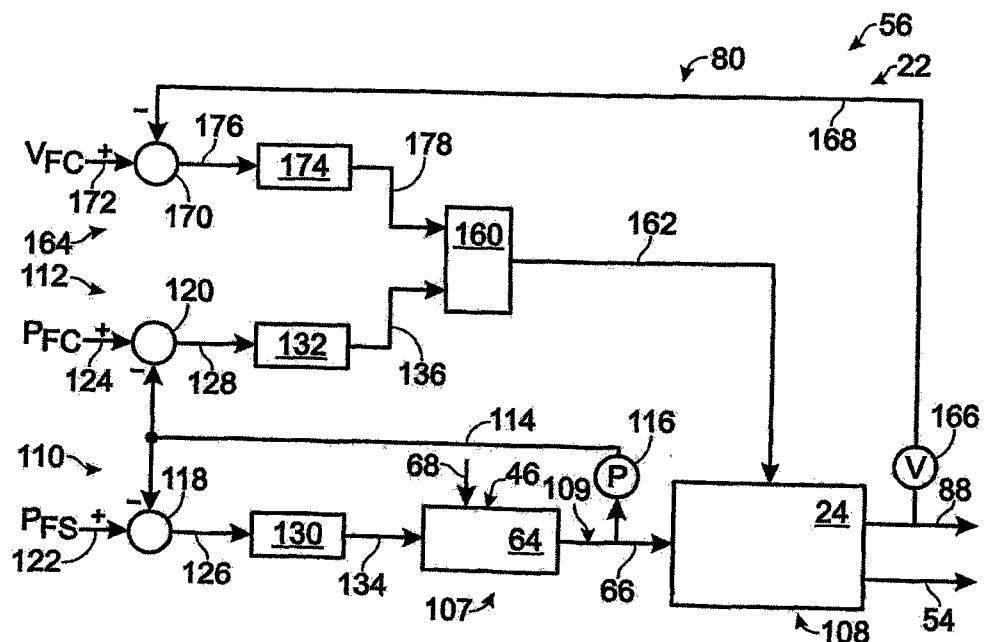


图 5

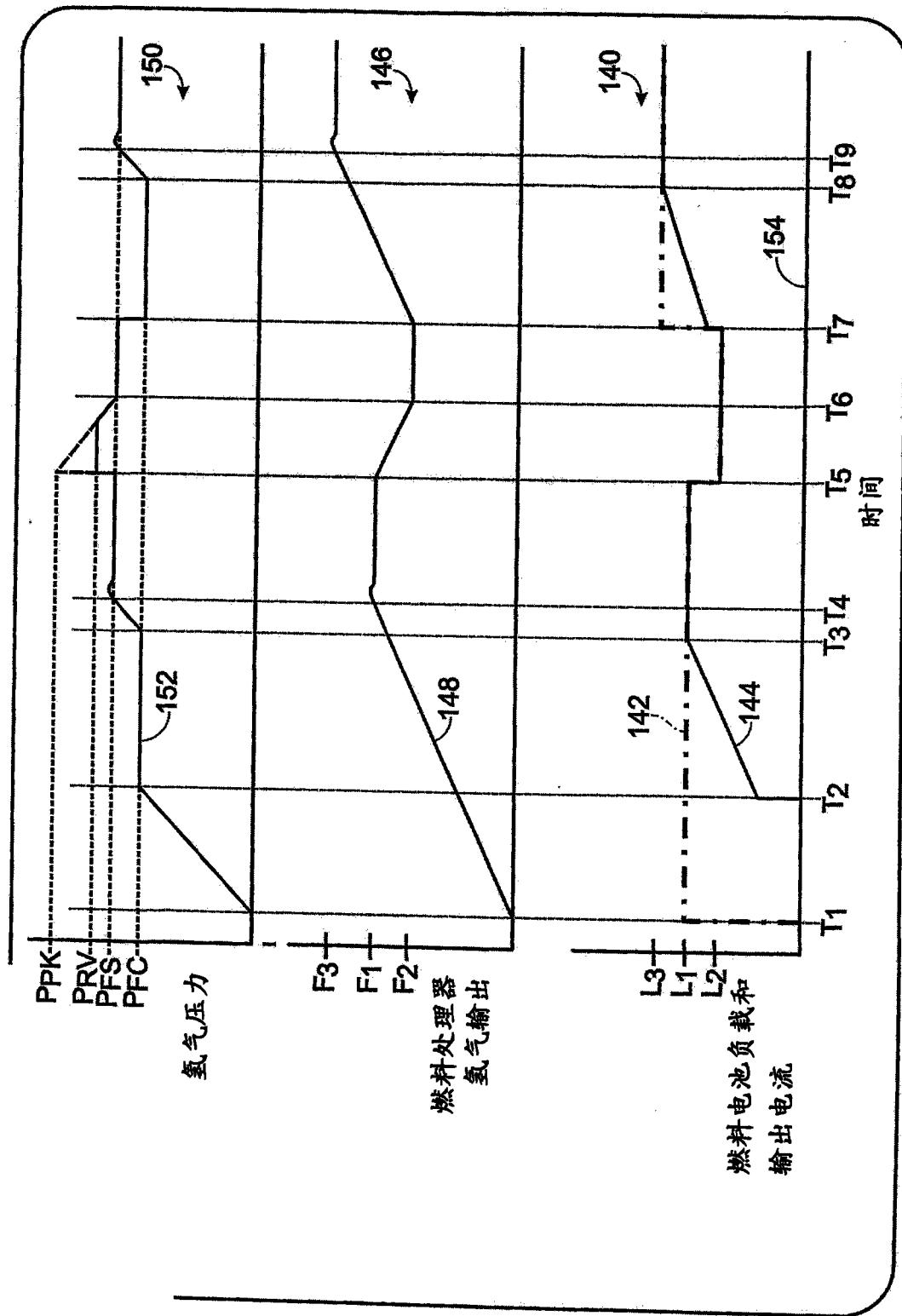


图 6

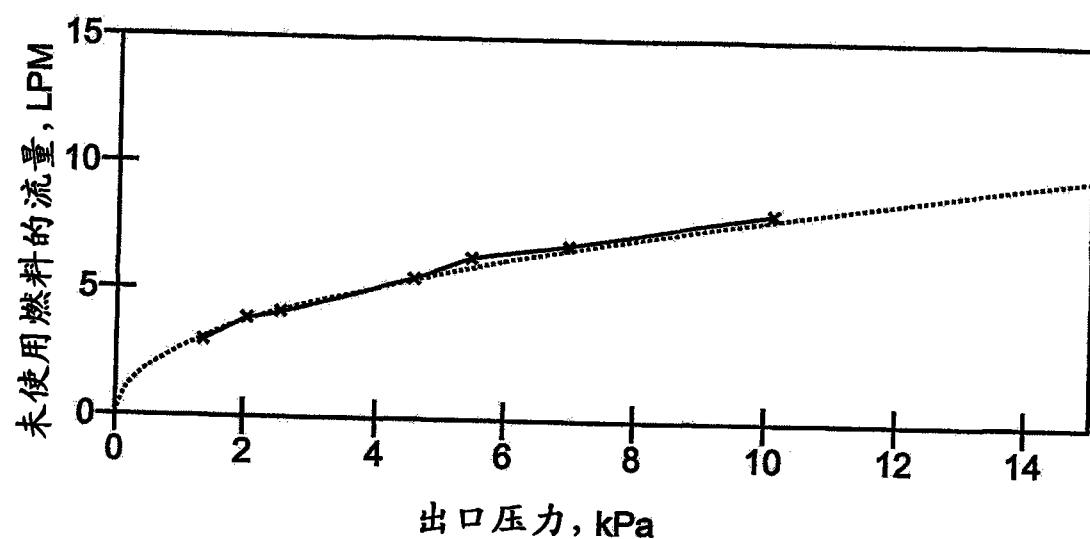


图 7

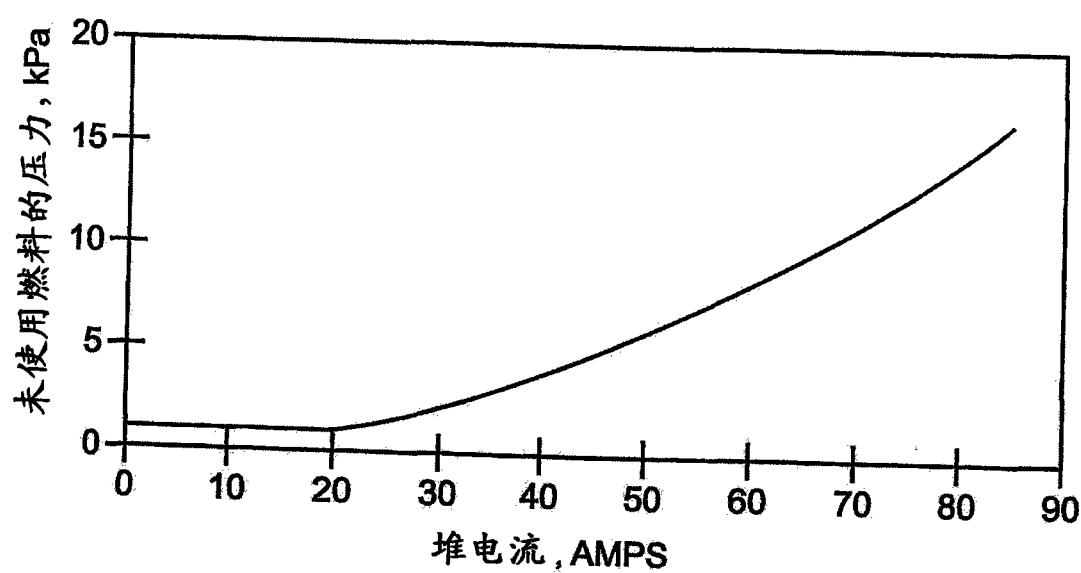


图 8

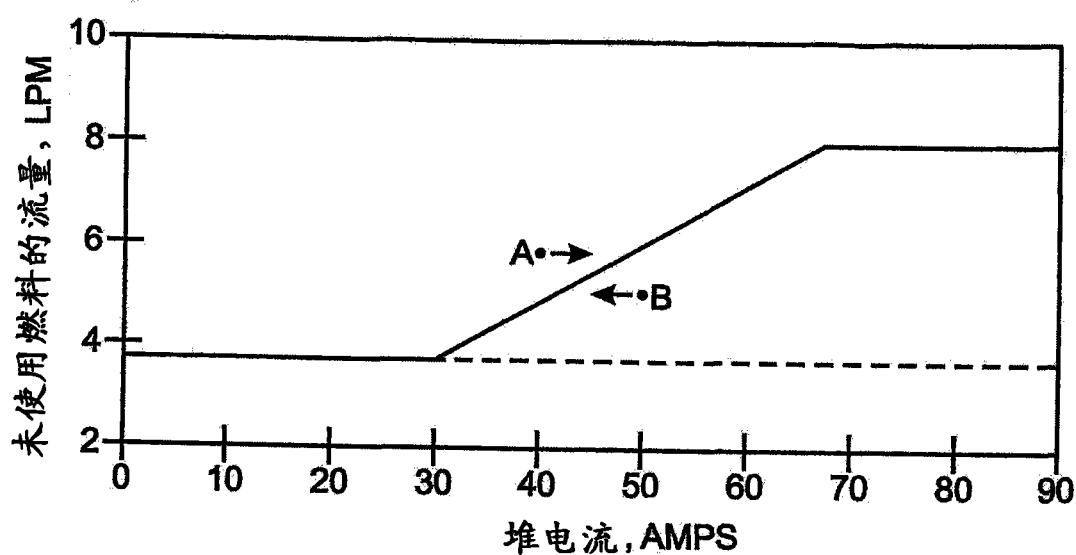


图 9

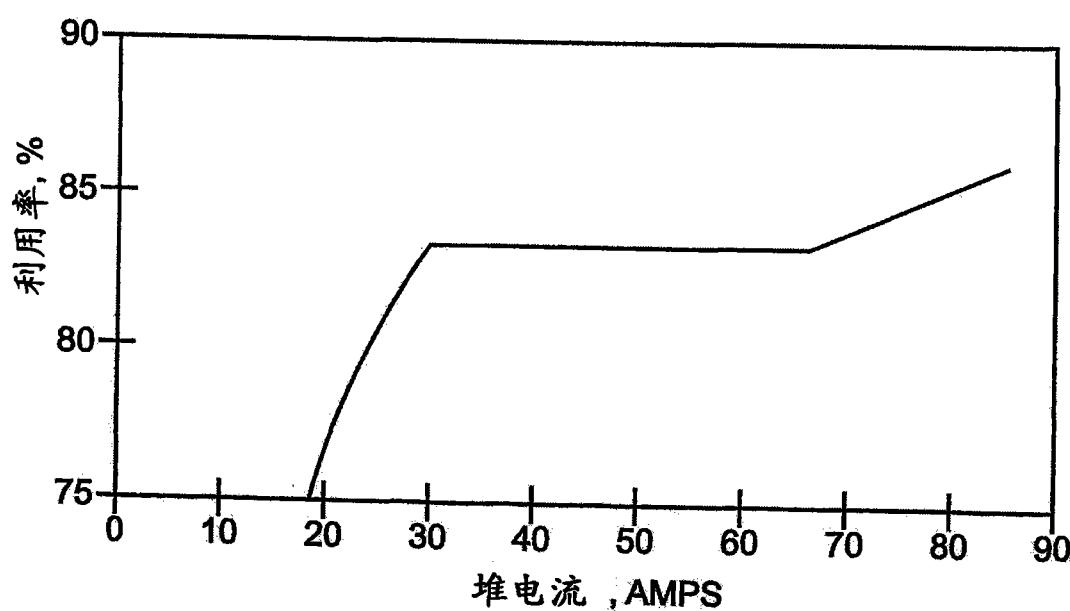


图 10