

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02D 41/14 (2006.01)

G05B 11/36 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02161117.3

[45] 授权公告日 2009年3月18日

[11] 授权公告号 CN 100470033C

[22] 申请日 2002.7.25 [21] 申请号 02161117.3

[30] 优先权

[32] 2001.12.28 [33] JP [31] 2001-400988

[73] 专利权人 本田技研工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 安井裕司

[56] 参考文献

JP11-324767 A 1999.11.26

US5992383 A 1999.11.30

审查员 李基沛

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 王玮

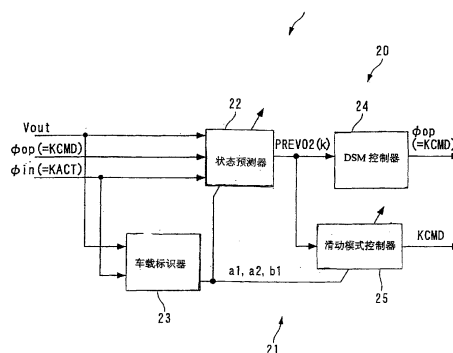
权利要求书 42 页 说明书 105 页 附图 43 页

[54] 发明名称

控制装置、控制方法和发动机控制单元

[57] 摘要

提供了一种控制装置，即使当该受控目标展现一种例如相位延迟、滞后时间等相当大的动态特性时，也能免除在受控目标的输入/输出之间的控制定时中的滑动，以便改进该控制的稳定性和可控性。本控制装置包括一个状态预测器，用于根据一种预测算法来计算指示受控目标的输出的值的预测值，以及 DSM 控制器，用于以从 Δ 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法和 $\Sigma\Delta$ 调制算法中选择的一种调制算法为基础来计算对于该受控目标的控制输入，以便根据该计算的预测值来控制该受控目标的输出。



1. 一种控制装置，包括：

预测值计算装置，用于根据一种预测算法计算指示受控目标的输出的值的预测值；和

控制输入计算装置，根据从 Δ 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法和 $\Sigma\Delta$ 调制算法中选择的一种调制算法计算对所述受控目标的控制输入，以便根据所述计算的预测值控制所述受控目标的输出，

其中，所述控制输入计算装置基于所述的一种调制算法，根据所述预测值计算中间值，并且根据由一个预定增益相乘的所述计算的中间值计算所述控制输入。

2. 根据权利要求1所述的控制装置，还包括：

增益参数检测装置，用于检测指示所述受控目标的增益特性的增益参数；以及

增益设置装置，用于根据所述检测的增益参数设置所述预定增益。

3. 一种控制装置，包括：

预测值计算装置，用于根据一种预测算法计算指示受控目标的输出的值的预测值；和

控制输入计算装置，根据从 Δ 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法和 $\Sigma\Delta$ 调制算法中选择的一种调制算法计算对所述受控目标的控制输入，以便根据所述计算的预测值控制所述受控目标的输出；

其中，所述控制输入计算装置基于所述的一种调制算法，根据所述预测值计算第二中间值，以及把一个预定值加到所述计算的第二中间值，以便计算所述控制输入。

4. 根据权利要求1或3所述的控制装置，其中：

所述预测值计算装置基于所述预测算法，根据所述计算的控制输入和反映输入到所述受控目标的控制输入的值、以及所述受控目标的输出中的至少一项来计算所述预测值。

5. 根据权利要求1或3所述的控制装置，其中，所述预测算法是基于一种受控目标模型的算法，受控目标模型具有与指示所述控制输入的值以及反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值之一相关的变量，以及与指示所述受控目标的输出的值相关的变量。

6. 根据权利要求5所述的控制装置，其中，所述指示所述受控目标的输出的值是输出偏移，所述输出偏移是所述受控目标的输出从预定目标值的偏移。

7. 根据权利要求5所述的控制装置，其中，指示所述控制输入以及反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值之一的值是所述控制输入从预定基准值的偏移，以及反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值从所述预定基准值的偏移中的一个。

8. 根据权利要求1或3所述的控制装置，其中：

所述预测值计算装置根据所述受控目标的动态特性计算从所述控制输入被输入到所述受控目标之时到所述控制输入被反映到所述受控目标的输出之时的预测时间，并且所述预测值计算装置根据所述计算的预测时间来计算所述预测值。

9. 根据权利要求4所述的控制装置，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气通道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

指示所述受控目标的输出的所述值是所述下游空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的输出偏移；

对所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值是放置在所述废气通道中的所述催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出，用于检测未经过所述催化剂的废气的空气/燃料比；

所述预测值计算装置基于所述预测算法，根据提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比、所述上游空气/燃料比传感器的

输出、以及所述下游空气/燃料比传感器的输出中的至少一个来计算所述输出偏移的预测值；以及

所述控制输入计算装置包括空气/燃料比计算装置，用于计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，以便基于所述的一种调制算法，根据所述输出偏移的计算的预测值，把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

10. 根据权利要求9所述的控制装置，进一步包括：

操作条件检测装置，用于检测所述内燃机的操作条件，

其中根据检测的所述内燃机的操作条件，所述预测值计算装置计算从所述空气/燃料混合物以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且所述预测值计算装置进一步根据所述计算的预测时间来计算所述输出偏移的预测值。

11. 根据权利要求9所述的控制装置，进一步包括：

操作条件检测装置，用于检测所述内燃机的操作条件，

其中所述空气/燃料比计算装置包括：

中间值计算装置，用于基于一种调制算法，根据所述输出偏移的预测值来计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；

增益设置装置，用于根据所述内燃机的所述检测的操作条件来设置增益；以及

目标空气/燃料比计算装置，用于根据由所述设置增益相乘的所述计算的中间值来计算提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

12. 根据权利要求9所述的控制装置，进一步包括：

相乘装置，用于把计算的所述输出偏移的预测值与一个校正系数相乘；以及

校正系数设置装置，当所述输出偏移的预测值等于或大于预定值时，用于把所述校正系数设置为比当所述输出偏移的预测值小于所述预定值

时的校正系数更小的值，

其中所述空气/燃料比计算装置基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述输出偏移的预测值来计算所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

13. 根据权利要求4所述的控制装置，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测已经通过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

指示所述受控目标的输出的所述值是所述空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的输出偏移；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

所述预测值计算装置基于所述预测算法，根据提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比、以及所述空气/燃料比传感器的输出来计算所述输出偏移的预测值；以及

所述控制输入计算装置包括空气/燃料比计算装置，用于基于所述的一种调制算法计算提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，以便根据计算的所述输出偏移的预测值，把所述空气/燃料比传感器的输出会聚到所述预定目标值。

14. 根据权利要求13所述的控制装置，还包括：

操作条件检测装置，用于检测所述内燃机的操作条件，

其中所述预测值计算装置根据所述检测的所述内燃机的操作条件，计算从所述空气/燃料混合物以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且所述预测值计算装置进一步根据所述计算的预测时间来计算所述输出偏移的预测值。

15. 根据权利要求13所述的控制装置，还包括：

操作条件检测装置，用于检测所述内燃机的操作条件，

其中所述空气/燃料比计算装置包括：

中间值计算装置，用于基于所述的一种调制算法，根据所述输出偏移的预测值来计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；

增益设置装置，用于根据所述检测的所述内燃机的操作条件设置增益；以及

目标空气/燃料比计算装置，用于根据由所述设置增益相乘的所述计算的中间值来计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

16. 根据权利要求13所述的控制装置，还包括：

相乘装置，用于把计算的所述输出偏移的预测值与一个校正系数相乘；以及

校正系数设置装置，当所述输出偏移的预测值等于或大于预定值时，用于把所述校正系数设置为比当所述输出偏移的预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，

其中所述空气/燃料比计算装置基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述输出偏移的预测值来计算所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

17. 根据权利要求1或3所述的控制装置，其中：

所述预测算法是基于模拟所述受控目标的受控目标模型的算法。

18. 根据权利要求17所述的控制装置，其中所述受控目标模型被建立为一种离散时间系统模型，并且

所述控制装置进一步包括识别装置，用于根据所述计算的控制输入和反映输入到所述受控目标的控制输入的值之一以及所述受控目标的输出依次识别所述受控目标模型的模型参数。

19. 根据权利要求18所述的控制装置，其中所述识别装置包括：

识别误差计算装置，用于计算所述模型参数的识别误差；

滤选装置，用于以预定方式滤选所述计算的识别误差； 以及

参数确定装置，用于根据所述滤选识别误差来确定所述模型参数。

20. 根据权利要求19所述的控制装置，其中：

所述滤波装置根据所述受控目标的动态特性设置所述滤波的滤波特性。

21. 根据权利要求18所述的控制装置，其中：

所述受控目标模型包括指示所述控制输入和反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值之一的输入变量，以及指示所述受控目标的输出的输出变量；以及

所述识别装置识别由所述输入变量相乘的模型参数以及由所述输出变量相乘的模型参数，以使所述模型参数落入在相应的预定限制范围之内。

22. 根据权利要求21所述的控制装置，其中：

所述输出变量包括由多个模型参数分别相乘的输出变量的多个时间系列数据，并且

所述识别装置识别多个模型参数，使得所述模型参数的组合落入所述的限制范围之内。

23. 根据权利要求21的控制装置，其中：

所述识别装置还包括限制范围设置装置，用于根据所述受控目标的动态特性设置所述预定限制范围。

24. 根据权利要求21所述的控制装置，其中：

所述输出变量是所述受控目标的输出从预定目标值的偏移；以及
所述输入变量是所述控制输入从预定基准值的偏移，和反映输入到所述受控目标的控制输入的值从所述预定基准值的偏移之一。

25. 根据权利要求18所述的控制装置，其中：

所述识别装置还包括加权参数设置装置，根据使用用于确定所述模型参数的工作情况的加权参数的一种加权识别算法来识别所述模型参数，并且根据所述受控目标的动态特性来设置所述加权参数。

26. 根据权利要求18所述的控制装置，其中：

所述识别装置还包括滞后时间设置装置，用于根据所述受控目标的动态特性，设置在输入到所述受控目标的控制输入以及反映输入到所述受控目标的控制输入的值之一和所述受控目标的输出之间的滞后时间，所述滞

后时间供识别算法使用。

27. 根据权利要求18所述的控制装置，其中：

所述预测值计算装置根据所述受控目标的动态特性计算从所述控制输入被输入到所述受控目标之时到所述控制输入被反映到所述受控目标的输出之时的预测时间，并且所述预测值计算装置基于所述预测算法，根据所述计算的预测时间来计算所述预测值。

28. 根据权利要求18所述的控制装置，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气通道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值是放置在所述内燃机的废气通道中的所述催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出，所述上游空气/燃料比传感器用于检测尚未经过所述催化剂的废气的空气/燃料比；

所述受控目标模型是具有与指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的值相关的变量、和与指示所述目标空气/燃料比的值和所述上游空气/燃料比传感器的输出之一相关的变量的模型；

所述识别装置根据所述上游空气/燃料比传感器的输出和所述目标空气/燃料比之一，以及所述下游空气/燃料比传感器的输出，依次识别由指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数，以及由指示所述目标空气/燃料比的值和指示所述上游空气/燃料比传感器的输出的值之一相乘的模型参数；以及

所述控制输入计算装置包括空气/燃料比计算装置，用于计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，以便根据所述的一种调制算法和所述受控目标模型把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

29. 根据权利要求28所述的控制装置，其中：

指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的所述值是作为所述下游空气/燃料比传感器的输出从所述预定目标值的偏移的输出偏移；

指示所述上游空气/燃料比传感器的输出的所述值是作为所述上游空气/燃料比传感器的输出从预定基准值的偏移的上游输出偏移；

指示所述目标空气/燃料比的所述值是作为所述目标空气/燃料比从所述预定基准值的偏移的空气/燃料比偏移；

所述受控目标模型是具有与所述输出偏移相关的变量，和与所述空气/燃料比偏移以及所述上游输出偏移之一相关的变量；以及

所述识别装置识别由所述输出偏移相乘的模型参数，以及由所述空气/燃料比偏移和所述上游输出偏移之一相乘的模型参数，以使所述参数落入相应的预定限制范围之内。

30. 根据权利要求29所述的控制装置，其中：

所述输出偏移包括所述输出偏移的多个时间系列数据；

所述控制装置还包括操作条件检测装置，用于检测所述内燃机的操作条件；以及

所述识别装置还包括限制范围设置装置，用于识别由所述输出偏移的多个时间系列数据分别相乘的多个模型参数，以使所述模型参数的组合落入所述预定限制范围之内，并且根据检测的所述内燃机的操作条件来设置所述预定限制范围。

31. 根据权利要求28所述的控制装置，还包括：

操作条件检测装置，用于检测所述内燃机的操作条件，

其中所述识别装置还包括加权参数设置装置，根据使用用于确定所述模型参数的工作情况的加权参数的一种加权识别算法来识别所述模型参数，并且根据检测的内燃机的操作条件而设置所述加权参数。

32. 根据权利要求28所述的控制装置，还包括：

操作条件检测装置，用于检测所述内燃机的操作条件，

其中所述识别装置还包括滞后时间设置装置，用于根据使用所述上游空气/燃料比传感器的输出和所述下游空气/燃料比传感器的输出之间的滞后时间的一种识别算法来识别所述模型参数，并且根据检测的内燃机的

操作条件来设置所述滞后时间。

33. 根据权利要求28所述的控制装置，还包括：

操作条件检测装置，用于检测内燃机的操作条件，

其中所述空气/燃料比计算装置包括：

预测时间计算装置，用于根据所述检测的所述内燃机的操作条件计算从空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；

预测值计算装置，基于应用所述受控目标模型的预测算法，根据所述计算的预测时间来计算指示所述目标空气/燃料比的值的预测值；以及

目标空气/燃料比计算装置，基于所述的一种调制算法，用于根据所述计算的预测值计算所述目标空气/燃料比。

34. 根据权利要求33所述的控制装置，还包括：

相乘装置，用于把所述预测值与校正系数相乘；以及

校正系数设置装置，当所述预测值等于或大于一个预定值时，用于把所述校正系数设置为比当所述预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，

其中所述空气/燃料比计算装置基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述预测值来计算空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

35. 根据权利要求28所述的控制装置，还包括：

操作条件检测装置，用于检测内燃机的操作条件，

其中所述空气/燃料比计算装置还包括：

中间值计算装置，根据所述受控目标模型和所述的一种调制算法，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；

增益设置装置，用于根据检测的内燃机的操作条件来设置增益； 以及

目标空气/燃料比计算装置，根据由所述设置增益相乘的所述计算的

中间值来计算所述目标空气/燃料比。

36. 根据权利要求18所述的控制装置，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测已经通过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

到所述受控目标的控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

所述受控目标模型是具有与指示所述空气/燃料比传感器的输出的值相关的变量、以及与指示所述目标空气/燃料比的值相关的变量的模型；

所述识别装置根据所述空气/燃料比传感器的输出和空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，依次识别由指示所述空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数，以及由指示所述目标空气/燃料比的值相乘的模型参数；以及

所述控制输入计算装置包括空气/燃料比计算装置，用于计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，以便根据所述的一种调制算法和所述受控目标模型把所述空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

37. 根据权利要求36所述的控制装置，其中：

指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的所述值是作为所述下游空气/燃料比传感器的输出从所述预定的目标值的偏移的输出偏移；

指示所述目标空气/燃料比的值是作为所述目标空气/燃料比从预定的基准值的偏移的空气/燃料比偏移；

所述受控目标模型是具有与所述输出偏移和所述空气/燃料比偏移相关的变量的模型；以及

所述识别装置识别由所述输出偏移相乘的模型参数，以及由所述空气/燃料比偏移相乘的模型参数，以使所述模型参数落入相应的预定限制范围之内。

38. 根据权利要求37所述的控制装置，其中：

所述输出偏移包括所述输出偏移的多个时间系列数据；

所述控制装置还包括操作条件检测装置，用于检测内燃机的操作条件；以及

所述识别装置还包括限制范围设置装置，用于识别由所述输出偏移的多个时间系列数据分别相乘的多个模型参数，以使所述模型参数的组合落入所述预定限制范围之内，并且根据检测的内燃机的操作条件来设置所述预定限制范围。

39. 根据权利要求36所述的控制装置，还包括：

操作条件检测装置，用于检测内燃机的操作条件，

其中所述识别装置还包括加权参数设置装置，根据使用用于确定所述模型参数的工作情况的加权参数的一种加权识别算法来识别所述模型参数，并且根据检测的内燃机的操作条件来设置所述加权参数。

40. 根据权利要求36所述的控制装置，还包括：

操作条件检测装置，用于检测内燃机的操作条件，

其中所述空气/燃料比计算装置包括：

预测时间计算装置，用于根据检测的内燃机的操作条件计算从所述空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；

预测值计算装置，基于应用所述受控目标模型的一种预测算法，根据所述计算的预测时间来计算指示所述目标空气/燃料比的值的预测值；以及

目标空气/燃料比计算装置，基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值来计算所述目标空气/燃料比。

41. 根据权利要求40所述的控制装置，还包括：

相乘装置，用于把所述预测值与校正系数相乘；以及

校正系数设置装置，当所述预测值等于或大于预定值时，用于把所述校正系数设置为比当所述预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，

其中所述空气/燃料比计算装置基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述预测值来计算空气/燃料混合物的所述目标空气/

燃料比。

42. 根据权利要求36所述的控制装置，还包括：

操作条件检测装置，用于检测内燃机的操作条件，

其中所述空气/燃料比计算装置还包括：

中间值计算装置，根据所述受控目标模型和所述的一种调制算法，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；

增益设置装置，用于根据检测的内燃机的操作条件来设置增益； 以及

目标空气/燃料比计算装置，根据由所述设置增益相乘的所述计算的中间值来计算所述目标空气/燃料比。

43. 根据权利要求17所述的控制装置，还包括：

参数检测装置，用于检测指示所述受控目标的动态特性中的改变的动态特性参数； 以及

模型参数设置装置，用于根据所述检测的动态特性参数来设置所述受控目标模型的模型参数。

44. 根据权利要求43所述的控制装置，其中：

所述控制输入计算装置根据采用所述受控目标模型的一种预测算法计算指示所述受控目标的输出的值的预测值，并且基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值来计算所述控制输入。

45. 根据权利要求44所述的控制装置，其中：

所述控制输入计算装置根据所述受控目标的动态特性参数计算从所述控制输入被输入到所述受控目标之时到所述控制输入被反映到所述受控目标的输出之时的预测时间，并且所述控制输入计算装置基于所述预测算法，根据所述计算的预测时间来计算所述预测值。

46. 根据权利要求43所述的控制装置，其中：

所述受控目标模型具有与所述控制输入从预定的基准值的偏移，和反映输入到所述受控目标的控制输入的值从所述预定基准值的偏移中的至少一个相关的变量，以及与所述受控目标的输出从预定目标值的偏移相关

的变量。

47. 根据权利要求43所述的控制装置，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气管道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

所述受控目标模型是表示所述下游空气/燃料比传感器的输出和所述目标空气/燃料比之间的关系的模型；

所述参数检测装置包括操作条件检测装置，用于检测所述内燃机的操作条件；

所述模型参数设置装置根据检测的所述内燃机的操作条件设置所述受控目标模型的模型参数；

所述控制装置还包括放置在所述内燃机废气通道中的催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器；以及

所述控制输入计算装置包括：

预测值计算装置，用于基于应用所述受控目标模型的预测算法，根据所述下游空气/燃料比传感器的输出、所述上游空气/燃料比传感器的输出，和空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比来计算指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的值的预测值；以及

空气/燃料比计算装置，用于计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，以便基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值，把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

48. 根据权利要求47所述的控制装置，其中：

所述预测值计算装置根据所述内燃机的操作条件，计算从所述空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且所述预测值计算装置根据所述计算的预测时间来计算所述预测值。

49. 根据权利要求47所述的控制装置，其中：

所述空气/燃料比计算装置包括：

中间值计算装置，基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；

增益设置装置，用于根据所述内燃机的操作条件来设置增益；以及空气/燃料比计算装置，用于计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便基于由所述设置增益相乘的所述计算的中间值，把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

50. 根据权利要求47所述的控制装置，还包括：

相乘装置，用于把所述预测值与校正系数相乘；以及

校正系数设置装置，当所述预测值等于或大于预定值时，用于把所述校正系数设置为比当所述预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，

其中所述空气/燃料比计算装置基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述预测值来计算空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

51. 根据权利要求43所述的控制装置，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测已经通过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

所述受控目标模型是表示所述空气/燃料比传感器的输出和所述目标空气/燃料比之间的关系的一种模型；

所述参数检测装置包括操作条件检测装置，用于检测所述内燃机的操作条件；

所述模型参数设置装置根据检测的所述内燃机的操作条件设置所述受控目标模型的模型参数；以及

所述控制输入计算装置包括空气/燃料比计算装置，用于计算提供到

所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，以便根据所述的一种调制算法和所述受控目标模型把所述空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

52. 根据权利要求51所述的控制装置，其中：

所述空气/燃料比计算装置包括：

预测值计算装置，用于基于应用所述受控目标模型的所述预测算法，根据所述空气/燃料比传感器的输出以及所述目标空气/燃料比，计算指示所述空气/燃料比传感器的输出的值的预测值；以及

目标空气/燃料比计算装置，基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

53. 根据权利要求52所述的控制装置，其中：

所述预测值计算装置根据所述内燃机的操作条件，计算从所述空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且所述预测值计算装置根据所述计算的预测时间来计算指示所述空气/燃料比传感器的输出的值的预测值。

54. 根据权利要求52所述的控制装置，其中所述目标空气/燃料比计算装置还包括：

中间值计算装置，基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；

增益设置装置，用于根据所述内燃机的操作条件来设置增益；以及

目标空气/燃料比确定装置，用于根据由所述设置增益相乘的所述计算的中间值来确定提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

55. 根据权利要求52所述的控制装置，还包括：

相乘装置，用于把所述预测值与校正系数相乘；以及

校正系数设置装置，当所述预测值等于或大于预定值时，用于把所述

校正系数设置为比当所述预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，其中所述空气/燃料比计算装置基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述预测值来计算所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

56. 一种控制方法，包括步骤：

根据一种预测算法计算指示受控目标的输出的值的预测值；以及根据从 Δ 调制算法、 $\Sigma\Delta$ 调制算法和 $\Delta\Sigma$ 调制算法中选择的一种调制算法计算到所述受控目标的控制输入，以便根据所述计算的预测值来控制所述受控目标的输出；

基于所述的一种调制算法，根据所述预测值计算中间值；以及根据由预定增益相乘的所述计算的中间值来计算所述控制输入。

57. 根据权利要求56所述的控制方法，还包括步骤：

检测指示所述受控目标的增益特性的增益参数；以及根据所述检测的增益参数设置所述预定增益。

58. 一种控制方法，包括步骤：

根据一种预测算法计算指示受控目标的输出的值的预测值；以及根据从 Δ 调制算法、 $\Sigma\Delta$ 调制算法和 $\Delta\Sigma$ 调制算法中选择的一种调制算法计算到所述受控目标的控制输入，以便根据所述计算的预测值来控制所述受控目标的输出；

其中，所述计算控制输入的步骤包括基于所述的一种调制算法，根据所述预测值计算第二中间值，以及把预定值加到所述计算的第二中间值，以便计算所述控制输入。

59. 根据权利要求56或58所述的控制方法，其中：

计算预测值的所述步骤包括基于所述预测算法，根据所述计算的控制输入和反映输入到所述受控目标的控制输入的值以及所述受控目标的输出中的至少一个来计算所述预测值。

60. 根据权利要求56或58所述的控制方法，其中所述预测算法是基于一种受控目标模型的算法，所述受控目标模型具有与指示所述控制输入和反映输入到所述受控目标的控制输入的值之一的值相关的变量，以及与指

示所述受控目标的输出的值相关的变量。

61. 根据权利要求60所述的控制方法，其中所述指示受控目标的输出的所述值是作为所述受控目标的输出从预定目标值的偏移的输出偏移。

62. 根据权利要求60所述的控制方法，其中指示所述控制输入以及反映输入到所述受控目标的控制输入的值之一的所述值是所述控制输入从预定基准值的偏移，和反映输入到所述受控目标的控制输入的值从所述预定基准值的偏移中的一个。

63. 根据权利要求56或58所述的控制方法，其中所述计算预测值的步骤包括：

计算预测值的步骤包括根据所述受控目标的动态特性计算从所述控制输入被输入到所述受控目标之时到所述控制输入被反映到所述受控目标的输出之时的预测时间；以及

根据所述计算的预测时间来计算所述预测值。

64. 根据权利要求59所述的控制方法，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气通道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

指示所述受控目标的输出的所述值是所述下游空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的输出偏移；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值是放置在所述废气通道中的所述催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出，所述上游空气/燃料比传感器用于检测尚未经过所述催化剂的废气的空气/燃料比；

所述计算预测值的步骤包括，基于所述预测算法，根据提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比、所述上游空气/燃料比传感器的输出、以及所述下游空气/燃料比传感器的输出中的至少一个来计算所述输出偏移的预测值；以及

所述计算控制输入的步骤包括，基于所述的一种调制算法，计算提供

到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便根据所述输出偏移的计算预测值，把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到所述预定的目标值。

65. 根据权利要求64所述的控制方法，进一步包括检测所述内燃机的操作条件的步骤，

其中所述计算预测值的步骤包括：

根据所述检测的内燃机的操作条件计算从所述空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；以及

根据所述计算的预测时间进一步计算所述输出偏移的预测值。

66. 根据权利要求64所述的控制方法，进一步包括检测所述内燃机的操作条件的步骤，

其中所述计算所述目标空气/燃料比的步骤包括：

基于所述的一种调制算法，根据所述输出偏移的预测值来计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；

根据检测的所述内燃机的操作条件来设置增益；以及

根据由所述设置增益相乘的所述计算的中间值来计算提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

67. 根据权利要求64所述的控制方法，还包括步骤：

把所述输出偏移的计算的预测值与校正系数相乘；以及

当所述输出偏移的预测值等于或大于预定值时，把所述校正系数设置为比当所述输出偏移的预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，

其中所述计算目标空气/燃料比的步骤包括，基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述输出偏移的预测值来计算所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

68. 根据权利要求59所述的控制方法，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测已经通过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

指示所述受控目标的输出的所述值是所述空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的输出偏移；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

所述计算预测值的步骤包括，基于所述的一种预测算法，根据提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比、以及所述空气/燃料比传感器的输出来计算所述输出偏移的预测值；以及

所述计算控制输入的步骤包括，基于所述的一种调制算法，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便根据计算的所述输出偏移的预测值，把所述空气/燃料比传感器的输出会聚到所述预定的目标值。

69. 根据权利要求68所述的控制方法，进一步包括检测所述内燃机的操作条件的步骤，

其中所述计算预测值的步骤包括：

根据所述检测的内燃机的操作条件，计算从所述空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；以及

根据所述计算的预测时间进一步计算所述输出偏移的预测值。

70. 根据权利要求68所述的控制方法，进一步包括检测所述内燃机的操作条件的步骤，

其中所述计算所述空气/燃料比的所述步骤包括：

基于所述的一种调制算法，根据所述输出偏移的预测值来计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；

根据所述内燃机的检测的操作条件来设置增益；以及

根据由所述设置增益相乘的所述计算的中间值来计算提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

71. 根据权利要求68所述的控制方法，还包括步骤：

把计算的所述输出偏移的预测值与校正系数相乘；以及

当所述输出偏移的预测值等于或大于预定值时，把所述校正系数设置

为比当所述输出偏移的预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，

其中计算所述目标空气/燃料比的步骤包括，基于一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述输出偏移的预测值来计算所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

72. 根据权利要求56或58所述的控制方法，包括步骤：

所述预测算法是基于模拟所述受控目标的受控目标模型的算法。

73. 根据权利要求72所述的控制方法，其中所述受控目标模型被建立为离散时间系统模型，并且

所述控制方法还包括步骤：根据所述计算的控制输入和反映输入到所述受控目标的控制输入的值之一，以及所述受控目标的输出，依次识别所述受控目标模型的模型参数。

74. 根据权利要求73所述的控制方法，其中所述识别步骤包括：

计算所述模型参数的识别误差；

以预定方式滤选所述计算的识别误差；以及

根据所述滤选的识别误差来确定所述模型参数。

75. 根据权利要求74所述的控制方法，其中：

所述滤选步骤包括根据所述受控目标的动态特性来设置用于所述滤选的滤选特性。

76. 根据权利要求73所述的控制方法，其中：

所述受控目标模型包括指示所述控制输入和反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值之一的输入变量，以及指示所述受控目标的输出的输出变量，以及

所述识别步骤包括识别由所述输入变量相乘的模型参数以及由所述输出变量相乘的模型参数，以使所述模型参数落入相应的预定限制范围之内。

77. 根据权利要求76所述的控制方法，其中：

所述输出变量包括由多个模型参数分别相乘的输出变量的多个时间系列数据，并且

所述识别步骤包括识别所述多个模型参数的步骤，以使所述模型参数

的组合落入所述限制范围之内。

78. 根据权利要求76所述的控制方法，其中：

所述识别步骤还包括根据所述受控目标的动态特性来设置所述预定的限制范围。

79. 根据权利要求76所述的控制方法，其中：

所述输出变量是所述受控目标的输出从预定的目标值的偏移；并且所述输入变量是所述控制输入从预定基准值的偏移，和反映输入到所述受控目标的控制输入的值从所述预定基准值的偏移之一。

80. 根据权利要求73所述的控制方法，其中：

所述识别步骤还包括根据使用用于确定所述模型参数的工作情况的加权参数的一种加权识别算法来识别所述模型参数，和根据所述受控目标的动态特性设置所述加权参数。

81. 根据权利要求73所述的控制方法，其中：

所述识别步骤还包括根据所述受控目标的动态特性来设置输入到所述受控目标的控制输入和反映输入到所述受控目标的控制输入的值之一与所述受控目标的输出之间的滞后时间，在识别算法中使用所述滞后时间。

82. 根据权利要求73所述的控制方法，其中所述计算控制输入的步骤包括：

根据所述受控目标的动态特性，计算从所述控制输入被输入到所述受控目标之时到所述控制输入被反映到所述受控目标的输出之时的预测时间；以及

基于所述预测算法，根据所述计算的预测时间来计算所述预测值。

83. 根据权利要求73所述的控制方法，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气通道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值是放置在所述内燃机

的废气通道中的所述催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出，所述上游空气/燃料比传感器用于检测尚未经过所述催化剂的废气的空气/燃料比；

所述受控目标模型是具有与指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的值相关的变量、和指示所述目标空气/燃料比的值和所述上游空气/燃料比传感器的输出之一相关的变量的模型。

所述识别步骤包括根据所述上游空气/燃料比传感器的输出和所述目标空气/燃料比之一，和所述下游空气/燃料比传感器的输出，依次识别由指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数，以及由指示所述目标空气/燃料比的值和指示所述上游空气/燃料比传感器的输出的值之一相乘的模型参数；以及

所述计算控制输入的步骤包括根据所述的一种调制算法和所述受控目标模型，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，以便把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

84. 根据权利要求83所述的控制方法，其中：

指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的所述值是作为所述下游空气/燃料比传感器的输出从所述预定目标值的偏移的输出偏移；

指示所述上游空气/燃料比传感器的输出的所述值是作为所述上游空气/燃料比传感器的输出从预定基准值的偏移的上游输出偏移；

指示所述目标空气/燃料比的值是作为所述目标空气/燃料比从所述预定基准值的偏移的空气/燃料比偏移；

所述受控目标模型是具有与所述输出偏移相关的变量，和与所述空气/燃料比偏移以及所述上游输出偏移之一相关的变量；以及

所述识别步骤包括识别由所述输出偏移相乘的模型参数，以及由所述空气/燃料比偏移和所述上游输出偏移之一相乘的模型参数，以使所述参数落入相应的预定限制范围之内。

85. 根据权利要求84所述的控制方法，其中：

所述输出偏移包括所述输出偏移的多个时间系列数据；

所述控制方法还包括检测所述内燃机的操作条件的步骤；以及

所述识别步骤还包括识别由所述输出偏移的多个时间系列数据分别相乘的多个模型参数的步骤，以使所述模型参数的组合落入所述预定限制范围之内，并且根据检测的所述内燃机的操作条件来设置所述预定限制范围。

86. 根据权利要求83所述的控制方法，进一步包括检测所述内燃机的操作条件的步骤，

其中所述识别步骤还包括根据使用用于确定所述模型参数的工作情况的加权参数的一种加权识别算法来识别所述模型参数，并且根据检测的内燃机的操作条件设置所述加权参数。

87. 根据权利要求83所述的控制方法，进一步包括检测所述内燃机的操作条件的步骤，

其中所述识别步骤还包括：根据使用所述上游空气/燃料比传感器的输出和所述下游空气/燃料比传感器的输出之间的滞后时间的一种识别算法来识别所述模型参数，并且根据检测的内燃机的操作条件来设置所述滞后时间。

88. 根据权利要求83所述的控制方法，进一步包括检测所述内燃机的操作条件的步骤，

其中所述计算所述目标空气/燃料比的步骤包括：

根据检测的内燃机的操作条件，计算从所述空气/燃料混合物以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；

基于应用所述受控目标模型的预测算法，根据所述计算的预测时间来计算指示所述目标空气/燃料比的值的预测值；并且

基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值来计算所述目标空气/燃料比。

89. 根据权利要求88所述的控制方法，还包括步骤：

把所述预测值与校正系数相乘；以及

当所述预测值等于或大于预定值时，把所述校正系数设置为比当所述预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，

其中计算所述目标空气/燃料比的步骤包括基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述预测值来计算空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

90. 根据权利要求83所述的控制方法，进一步包括检测内燃机的操作条件的步骤，

其中所述计算所述目标空气/燃料比的步骤进一步包括：

根据所述受控目标模型和所述的一种调制算法，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；

根据检测的内燃机的操作条件来设置增益；以及

基于由所述设置增益相乘的所述计算的中间值，计算所述目标空气/燃料比。

91. 根据权利要求73所述的控制方法，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测已经通过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

所述受控目标模型是具有与指示所述空气/燃料比传感器的输出的值相关的变量、以及与指示所述目标空气/燃料比的值相关的变量的模型；

所述识别步骤包括根据所述空气/燃料比传感器的输出和所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，依次识别由指示所述空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数，以及由指示所述目标空气/燃料比的值相乘的模型参数；以及

所述计算控制输入的步骤包括基于所述的一种调制算法和所述受控目标模型，计算提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把所述空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

92. 根据权利要求91所述的控制方法，其中：

指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的值是作为所述下放空气/

燃料比传感器的输出从所述预定的目标值的偏移的输出偏移；

所述指示所述目标空气/燃料比的值是作为所述空气/燃料比从预定基准值的偏移的空气/燃料比偏移；

所述受控目标模型是具有与所述输出偏移和所述空气/燃料比偏移相关的变量的模型；以及

所述识别步骤包括识别由所述输出偏移相乘的模型参数，以及由所述空气/燃料比偏移相乘的模型参数，以使所述模型参数落入相应的预定限制范围之内。

93. 根据权利要求92所述的控制方法，其中：

所述输出偏移包括所述输出偏移的多个时间系列数据；

所述控制方法还包括检测内燃机的操作条件的步骤；以及

所述识别步骤进一步包括识别由所述输出偏移的多个时间系列数据分别相乘的多个模型参数，以使所述模型参数的组合落入所述预定限制范围之内，并且根据检测的内燃机的操作条件来设置所述预定限制范围。

94. 根据权利要求91所述的控制方法，进一步包括检测内燃机的操作条件的步骤，

其中所述识别步骤还包括根据使用用于确定所述模型参数的工作情况的加权参数的一种加权识别算法来识别所述模型参数，并且根据检测的内燃机的操作条件设置所述加权参数。

95. 根据权利要求91所述的控制方法，进一步包括检测所述内燃机的操作条件的步骤，

其中所述计算所述空气/燃料比的步骤包括：

根据检测的内燃机的操作条件，计算从所述空气/燃料混合物以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；

基于应用所述受控目标模型的一种预测算法，根据所述计算的预测时间来计算指示所述目标空气/燃料比的值的预测值；以及

基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值计算所述目标空气/燃料比。

96. 根据权利要求95所述的控制方法，还包括步骤：

把所述预测值与校正系数相乘；以及

当所述预测值等于或大于预定值时，把所述校正系数设置为比当所述预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，

其中计算所述目标空气/燃料比的所述步骤包括基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的预测值来计算所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

97. 根据权利要求91所述的控制方法，进一步包括检测内燃机的操作条件的步骤，

其中计算所述目标空气/燃料比的步骤包括：

根据所述受控目标模型和所述的一种调制算法，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；

根据检测的内燃机的操作条件来设置增益；以及

根据由所述设置增益相乘的计算的中间值，计算所述目标空气/燃料比。

98. 根据权利要求72所述的控制方法，还包括步骤：

检测指示所述受控目标的动态特性中的改变的动态特性参数；以及

根据所述检测的动态特性参数来设置所述受控目标模型的模型参数。

99. 根据权利要求98所述的控制方法，其中所述计算控制输入的步骤包括：

根据应用所述受控目标模型的一种预测算法，计算指示所述受控目标的输出的值的预测值；以及

基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值来计算所述控制输入。

100. 根据权利要求99所述的控制方法，其中所述计算控制输入的步骤包括：

根据所述受控目标的动态特性参数计算从所述控制输入被输入到所述受控目标之时到所述控制输入被反映到所述受控目标的输出之时的预测时间；以及

基于所述的预测算法，根据所述计算的预测时间来计算所述预测值。

101. 根据权利要求98所述的控制方法，其中：

所述受控目标模型具有与所述控制输入从预定的基准值的偏移和反映输入到所述受控目标的控制输入的值从所述预定基准值的偏移中的至少一个相关的变量，以及与所述受控目标的输出从预定目标值的偏移相关的变量。

102. 根据权利要求98所述的控制方法，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气管道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

所述受控目标模型是表示所述下游空气/燃料比传感器的输出和所述目标空气/燃料比之间的关系的模型；

检测一个参数的所述步骤包括检测所述内燃机的操作条件的步骤。

所述模型参数设置的步骤包括根据检测的所述内燃机的操作条件设置所述受控目标模型的模型参数的步骤；以及

所述计算控制输入的步骤包括：

基于应用所述受控目标模型的预测算法，根据所述下游空气/燃料比传感器的输出、放置在所述内燃机的废气通道中的催化剂的上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出和所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，计算指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的值的预测值；以及

基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

103. 根据权利要求102所述的控制方法，其中所述计算预测值的步骤包括：

根据所述内燃机的操作条件，计算从空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所

述下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；以及
进一步根据所述计算的预测时间来计算所述预测值。

104. 根据权利要求102所述的控制方法，其中：

所述计算所述目标空气/燃料比的步骤包括：

基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；

根据所述内燃机的操作条件来设置增益；以及

基于所述由所述设置增益相乘的所述计算的中间值，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，以便把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

105. 根据102所述的控制方法，还包括步骤：

把所述预测值与校正系数相乘；以及

当所述预测值等于或大于预定值时，把所述校正系数设置为比当所述预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，

其中计算所述目标空气/燃料比的步骤包括基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的预测值来计算所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

106. 根据权利要求98所述的控制方法，其中：

所述受控目标包括空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测已经通过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

所述受控目标模型是表示所述空气/燃料比传感器的输出和所述目标空气/燃料比之间的关系的模型；

检测一个参数的所述步骤包括检测所述内燃机的操作条件的步骤；

所述设置模型参数的步骤包括根据检测的所述内燃机的操作条件来设置所述受控目标模型的模型参数的步骤；以及

所述计算控制的步骤包括基于所述的一种调制算法和所述受控目标

模型，计算被提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把所述空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

107. 根据权利要求106所述的控制方法，其中：

所述计算所述目标空气/燃料比的步骤包括：

基于应用所述受控目标模型的一种预测算法，根据所述空气/燃料比传感器的输出和所述目标空气/燃料比，计算指示所述空气/燃料比传感器的输出的值的预测值；以及

基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值，计算提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

108. 根据权利要求107所述的控制方法，其中所述计算预测值的步骤包括：

根据所述内燃机的操作条件，计算从所述空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；以及

进一步根据所述计算的预测时间，计算指示所述空气/燃料比传感器的输出的值的预测值。

109. 根据权利要求107所述的控制方法，其中所述计算所述目标空气/燃料比的步骤包括：

基于所述的一种调制算法，根据所述预测值计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；

根据所述内燃机的所述操作条件来设置增益；以及

根据由所述设置增益相乘的所述计算的中间值，确定提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

110. 根据权利要求107所述的控制方法，还包括步骤：

把所述预测值与校正系数相乘；以及

当所述预测值等于或大于预定值时，把所述校正系数设置为比当所述预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，

其中计算所述目标空气/燃料比的步骤包括基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的预测值来计算所述空气/燃料混合物的目

标空气/燃料比。

111. 一种包括控制程序的内燃机控制单元，用于使计算机基于一种预测算法计算指示受控目标的输出的值的预测值；以及

根据从 Δ 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法、和 $\Delta\Sigma$ 调制算法中选择的一种调制算法计算到所述受控目标的控制输入，以便根据所述计算的预测值，控制所述受控目标的输出；

其中，所述控制程序使计算机基于所述的一种调制算法，根据所述预测值计算中间值，并且根据由预定增益相乘的所述计算中间值计算所述控制输入。

112. 根据权利要求111所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机检测指示所述受控目标的增益特性的增益参数；以及根据所述检测的增益参数设置所述预定增益。

113. 一种包括控制程序的内燃机控制单元，用于使计算机基于一种预测算法计算指示受控目标的输出的值的预测值；以及

根据从 Δ 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法、和 $\Delta\Sigma$ 调制算法中选择的一种调制算法计算到所述受控目标的控制输入，以便根据所述计算的预测值，控制所述受控目标的输出；

其中，所述控制程序使计算机基于所述的一种调制算法，根据所述预测值计算第二中间值；并且把预定值加到所述计算的第二中间值，以便计算所述控制输入。

114. 根据权利要求111或113所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机计算预测值，包括基于所述预测算法，根据所述计算的控制输入和反映输入到所述受控目标的所述控制输入的值中的至少一个、以及所述受控目标的输出来计算所述预测值。

115. 根据权利要求111或113所述的内燃机控制单元，其中所述预测算法是基于一个受控目标模型的算法，所述受控目标模型具有与指示所述控制输入以及反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值之一相关的变量，以及与指示所述受控目标的输出的值相关的变量。

116. 根据权利要求115所述的内燃机控制单元，其中指示所述受控目

标的输出的所述值是作为所述受控目标的输出从预定目标值的偏移的输出偏移。

117. 根据权利要求115所述的内燃机控制单元，其中所述指示所述控制输入以及反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值之一的值是所述控制输入从预定的基准值的偏移，以及反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值从所述预定基准值的偏移之一。

118. 根据权利要求111或113所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机计算一个预测值，包括根据所述受控目标的动态特性计算从所述控制输入被输入到所述受控目标之时到所述控制输入被反映到所述受控目标的输出之时的预测时间；以及根据所述计算的预测时间来计算所述预测值。

119. 根据权利要求114所述的内燃机控制单元，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气通道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

指示所述受控目标的输出的所述值是所述下游空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的输出偏移；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值是放置在所述废气通道中的所述催化剂的上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出，所述上游空气/燃料比传感器用于检测尚未经过所述催化剂的废气的空气/燃料比；以及

所述内燃机控制单元使计算机基于所述的预测算法，根据提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比、所述上游空气/燃料比传感器的输出以及所述下游空气/燃料比传感器的输出中的至少一个来计算所述输出偏移的预测值；并且基于所述的一种调制算法，计算被提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便根据所述输出偏移的计算预测值，把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到所述预定的

目标值。

120. 根据权利要求119所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机检测所述内燃机的操作条件；根据检测的内燃机的操作条件，计算从所述空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；并且进一步根据所述计算的预测时间来计算所述输出偏移的预测值。

121. 根据权利要求119所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机检测所述内燃机的操作条件；基于所述的一种调制算法，根据所述输出偏移的预测值来计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；根据所述检测的所述内燃机的操作条件而设置增益；并且根据由所述设置增益相乘的所述计算的中间值来计算提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

122. 根据权利要求119所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机把计算的所述输出偏移的预测值与校正系数相乘；当所述输出偏移的预测值等于或大于预定值时，把所述校正系数设置为比当所述输出偏移的预测值小于所述预定值时的校正系数要小的值；并且基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述输出偏移的预测值来计算所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

123. 根据权利要求114所述的内燃机控制单元，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测已经通过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

指示所述受控目标的输出的所述值是所述空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的输出偏移；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；并且

所述控制程序使计算机基于所述的一种预测算法，根据提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比以及所述空气/燃料比传

传感器的输出来计算所述输出偏移的预测值；并且基于所述的一种调制算法计算被提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，以便根据计算的所述输出偏移的预测值，把所述空气/燃料比传感器的输出会聚到所述预定的目标值。

124. 根据权利要求123所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机检测所述内燃机的操作条件；根据检测的所述内燃机的操作条件，计算从所述空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；并且进一步根据所述计算的预测时间来计算所述输出偏移的预测值。

125. 根据权利要求123所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机检测所述内燃机的操作条件；基于一种调制算法，根据所述输出偏移的预测值来计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；根据检测的所述内燃机的操作条件设置增益；并且根据由所述设置增益相乘的所述计算的中间值来计算提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

126. 根据权利要求123的所述内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使所述计算机把计算的所述输出偏移的预测值与校正系数相乘；当所述输出偏移的预测值等于或大于预定值时，把所述校正系数设置为比当所述输出偏移的预测值小于所述预定值时的校正系数要小的值；并且基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述输出偏移的预测值来计算所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

127. 根据权利要求111或113所述的内燃机控制单元，所述预测算法是基于模拟所述受控目标的受控目标模型的算法。

128. 根据权利要求127所述的内燃机控制单元，其中所述受控目标模型被建立为离散时间系统模型，以及

所述控制程序进一步使计算机根据所述计算的控制输入和反映输入到所述受控目标的控制输入的值之一，以及所述受控目标的输出依次识别所述受控目标模型的模型参数。

129. 根据权利要求128所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机计算所述模型参数的识别误差；以预定方式滤选所述计算的识别误差；并且根据所述滤选的识别误差来确定所述模型参数。

130. 根据权利要求129所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机根据所述受控目标的动态特性来设置用于所述滤选的滤选特性。

131. 根据权利要求128所述的内燃机控制单元，其中：

所述受控目标模型包括指示所述控制输入和反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值之一的输入变量，以及指示所述受控目标的输出的输出变量，以及

所述控制程序使计算机识别由所述输入变量相乘的模型参数以及由所述输出变量相乘的模型参数，以使所述模型参数落入相应的预定限制范围之内。

132. 根据权利要求131所述的内燃机控制单元，其中：

所述输出变量包括由多个模型参数分别相乘的多个输出变量的时间系列数据，以及

所述控制程序使计算机识别所述多个模型参数，以使所述模型参数的组合落入在所述预定的限制范围之内。

133. 根据权利要求131所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使内燃机根据所述受控目标的动态特性设置所述预定限制范围。

134. 根据权利要求131所述的内燃机控制单元，其中：

所述输出变量是所述受控目标的输出从预定的目标值的偏移；以及所述输入变量是所述控制输入从预定基准值的偏移和反映输入到所述受控目标的控制输入的值从所述预定的基准值的偏移之一。

135. 根据权利要求128所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机根据使用确定所述模型参数的工作情况的加权参数的一种加权识别算法来识别所述模型参数；并且根据所述受控目标的动态特性设置所述加权参数。

136. 根据权利要求128所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机根据所述受控目标的动态特性来设置在输入到所述受控目标的控

制输入和反映输入到所述受控目标的所述控制输入的值之一与所述受控目标的输出之间的滞后时间，所述滞后时间被使用在识别算法中。

137. 根据权利要求128所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机根据所述受控目标的动态特性计算从所述控制输入被输入到所述受控目标之时到所述控制输入被反映到所述受控目标的输出之时的预测时间；并且基于所述预测算法，根据所述计算的预测时间来计算所述预测值。

138. 根据权利要求128所述的内燃机控制单元，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气通道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

到所述受控目标的控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

反映输入到所述受控目标的控制输入的所述值是放置在所述内燃机的废气通道中的所述催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出，所述上游空气/燃料比传感器用于检测尚未经过所述催化剂的废气的空气/燃料比；

所述受控目标模型是具有与指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的值相关的变量、和指示所述目标空气/燃料比的值和所述上游空气/燃料比传感器的输出的值之一相关的变量的模型，以及

所述控制程序使计算机根据所述上游空气/燃料比传感器的输出和所述目标空气/燃料比之一、以及所述下游空气/燃料比传感器的输出，依次识别由指示所述下游空气/燃料比传感器的值相乘的模型参数、以及由指示所述目标空气/燃料比的值和指示所述上游空气/燃料比传感器的输出的值之一相乘的模型参数；并且基于所述的一种调制算法和所述受控目标模型，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

139. 根据权利要求138所述的内燃机控制单元，其中：

指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的所述值是作为所述下游空

气/燃料比传感器的输出从所述预定的目标值的偏移的输出偏移；

指示所述上游空气/燃料比传感器的输出的所述值是作为所述上游空气/燃料比传感器的输出从预定的基准值的偏移的上游输出偏移；

指示所述目标空气/燃料比的值是作为所述空气/燃料比从所述预定基准值的偏移的空气/燃料比偏移；

所述受控目标模型是具有与所述输出偏移相关的变量和与所述空气/燃料比偏移以及所述上游输出偏移之一相关的变量的模型；和

所述控制程序使计算机识别由所述输出偏移相乘的模型参数，以及由所述空气/燃料比偏移和所述上游输出偏移之一相乘的模型参数，以使所述参数落入相应的预定限制范围之内。

140. 根据权利要求139所述的内燃机控制单元，其中：

所述输出偏移包括所述输出偏移的多个时间系列数据；

所述控制程序进一步使计算机检测所述内燃机的操作条件；识别由所述输出偏移的多个时间系列数据分别相乘的多个模型参数，以使所述模型参数的组合落入在所述预定的限制范围之内；并且根据检测的所述内燃机的操作条件，设置所述预定的预定限制范围。

141. 根据权利要求138所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机检测所述内燃机的操作条件；根据使用加权参数的一种加权识别算法识别所述模型参数，以便确定所述模型参数的工作情况；并且根据检测的内燃机的操作条件来设置所述加权参数。

142. 根据权利要求138所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机检测所述内燃机的操作条件；根据使用所述上游空气/燃料比传感器的输出和所述下游空气/燃料比传感器的输出之间的滞后时间的一种识别算法来识别所述模型参数；并且根据检测的内燃机的操作条件来设置所述滞后时间。

143. 根据权利要求138所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机检测所述内燃机的操作条件；根据检测的内燃机的操作条件，计算从所述空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述下游空气/燃料比传感器

的输出之时的预测时间；基于用于所述受控目标模型的预测算法，根据所述计算的预测时间来计算指示所述目标空气/燃料比的值的预测值；并且基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值来计算所述目标空气/燃料比。

144. 根据权利要求143所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机把所述预测值与校正系数相乘；当所述预测值等于或大于预定值时，把所述校正系数设置为比当所述预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，并且基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述预测值来计算所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

145. 根据权利要求138所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机检测内燃机的操作条件；根据所述受控目标模型和所述的一种调制算法，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；根据检测的内燃机的操作条件来设置增益；并且根据由所述设置增益相乘的计算的中间值来计算所述目标空气/燃料比。

146. 根据权利要求138所述的内燃机控制单元，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测已经通过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

所述受控目标模型是具有与指示所述空气/燃料比传感器的输出的值相关的变量、以及与指示所述目标空气/燃料比的值相关的变量的模型；
和

所述控制程序使计算机根据所述空气/燃料比传感器的输出和所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，依次识别由指示所述空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数，以及由指示所述目标空气/燃料比的值相乘的模型参数；并且基于所述的一种调制算法和所述受控目标模型，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，以便把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

147. 根据权利要求146所述的内燃机控制单元，其中：

指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的所述值是作为所述下游空气/燃料比传感器的输出从所述预定的目标值的偏移的输出偏移；

指示所述目标空气/燃料比的所述值是作为所述空气/燃料比从预定的基准值的偏移的空气/燃料比偏移；

所述受控目标模型是具有与所述输出偏移和所述空气/燃料比偏移相关的变量的模型；以及

所述控制程序使计算机识别由所述输出偏移相乘的模型参数，以及由所述空气/燃料比偏移相乘的模型参数，以使所述模型参数落入相应的预定限制范围之内。

148. 根据权利要求147所述的内燃机控制单元，其中：

所述输出偏移包括所述输出偏移的多个时间系列数据；并且

所述控制程序进一步使计算机检测内燃机的操作条件；识别分别由所述输出偏移的多个时间系列数据相乘的多个模型参数，以使所述模型参数的组合落入在所述预定的限制范围之内；并且根据检测的内燃机的操作条件，设置所述预定的预定限制范围。

149. 根据权利要求146所述的内燃机控制单元，其中，所述控制程序进一步使计算机检测内燃机的操作条件；根据使用加权参数的一种加权识别算法识别所述模型参数，以便确定所述模型参数的工作情况；并且根据检测的内燃机的操作条件来设置所述加权参数。

150. 根据权利要求146所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机检测内燃机的操作条件；根据检测的内燃机的操作条件，计算从所述空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；基于应用所述受控目标模型的一种预测算法，根据所述计算的预测时间来计算指示所述目标空气/燃料比的值的预测值；并且基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值来计算所述目标空气/燃料比。

151. 根据权利要求150所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进

一步使计算机把所述预测值与校正系数相乘；当所述预测值等于或大于预定值时，把所述校正系数设置为比当所述预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值，并且基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述预测值来计算所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

152. 根据权利要求146所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机检测内燃机的操作条件；根据所述受控目标模型和所述的一种调制算法，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；根据检测的内燃机的操作条件来设置增益；并且基于由所述设置增益相乘的计算的中间值，计算所述目标空气/燃料比。

153. 根据权利要求127所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机检测指示在所述受控目标的动态特性中的改变的动态特性参数；以及根据所述检测的动态特性参数来设置所述受控目标模型的模型参数。

154. 根据权利要求153所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机根据应用所述受控目标模型的一种预测算法计算指示所述受控目标的输出的值的预测值；并且基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值来计算所述控制输入。

155. 根据权利要求154所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机根据所述受控目标的所述动态特性参数来计算从所述控制输入被输入到所述受控目标之时到所述控制输入被反映到所述受控目标的输出之时的所述预测时间；并且基于所述预测算法，根据所述计算的预测时间来计算所述预测值。

156. 根据权利要求153所述的内燃机控制单元，其中：

所述受控目标模型具有与所述控制输入从预定的基准值的偏移和反映输入到所述受控目标的控制输入的值从所述预定基准值的偏移中的至少一个相关的变量，以及与所述受控目标的输出从预定目标值的偏移相关的变量。

157. 根据权利要求153所述的内燃机控制单元，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气

管道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过所述催化剂的废气的空气/燃料比，并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

所述受控目标模型是表示所述下游空气/燃料比传感器的输出和所述目标空气/燃料比之间的关系的模型；并且

所述控制程序使计算机检测所述内燃机的操作条件；根据检测的所述内燃机的操作条件来设置所述受控目标模型的模型参数；基于应用所述受控目标模型的一种预测算法，根据所述下游空气/燃料比传感器的输出、放置在所述内燃机的所述废气通道中的催化剂的上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出和空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比，计算指示所述下游空气/燃料比传感器的输出的值的预测值；并且基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

158. 根据权利要求157所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机根据所述内燃机的操作条件计算从所述空气/燃料混合物被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；以及进一步根据所述计算的预测时间来计算所述预测值。

159. 根据权利要求157所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值来计算提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；根据所述内燃机的操作条件来设置增益；以及根据由所述设置增益相乘的所述计算的中间值，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把所述下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

160. 根据权利要求157所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机把所述预测值与校正系数相乘；当所述预测值等于或大于预定值时，把所述校正系数设置为比当所述预测值小于所述预定值时的校正

系数更小的值；并且基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述预测值来计算所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

161. 根据权利要求153所述的内燃机控制单元，其中：

所述受控目标包括下游空气/燃料比传感器，其放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测已经通过所述催化剂的废气的空气/燃料比；并且所述受控目标的输出是所述下游空气/燃料比传感器的输出；

到所述受控目标的所述控制输入是提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比；

所述受控目标模型是表示所述空气/燃料比传感器的输出和所述目标空气/燃料比之间的关系模型；以及

所述控制程序进一步使计算机检测一个参数，包括检测所述内燃机的操作条件；根据检测的所述内燃机的操作条件来设置所述受控目标模型的模型参数；并且基于所述的一种调制算法和所述受控目标模型，计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把所述空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

162. 根据权利要求161所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机基于应用所述受控目标模型的一种预测算法，根据所述空气/燃料比传感器的输出和所述目标空气/燃料比来计算指示所述空气/燃料比传感器的输出的值的预测值；基于所述的一种调制算法，根据所述计算的预测值来计算提供到所述内燃机的空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

163. 根据权利要求162所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机根据所述内燃机的操作条件计算从所述空气/燃料混合所述被以所述目标空气/燃料比提供到所述内燃机之时到所述目标空气/燃料比被反映到所述空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；并且进一步根据所述计算的预测时间，计算指示所述空气/燃料比传感器的输出的值的预测值。

164. 根据权利要求162所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序使计算机基于所述的一种调制算法，根据所述预测值来计算提供到所述内燃

机的所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比的中间值；根据检测的所述内燃机的操作条件设置增益；并且根据由所述设置增益相乘的所述计算的中间值，确定提供到所述内燃机的所述空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

165. 根据权利要求162所述的内燃机控制单元，其中所述控制程序进一步使计算机把所述预测值与校正系数相乘；当所述预测值等于或大于一个预定值时，把所述校正系数设置为比当所述预测值小于所述预定值时的校正系数更小的值；并且基于所述的一种调制算法，根据由所述校正系数相乘的所述预测值来计算所述空气/燃料混合物的所述目标空气/燃料比。

控制装置、控制方法和发动机控制单元

技术领域

本发明涉及一个控制装置、控制方法和发动机控制单元，其根据一个 $\Delta\Sigma$ 调制算法或类似算法计算对于一个受控目标的控制输入，以便把该控制目标的输出会聚到一个目标值。

背景技术

上述类型的控制装置通常可从例如公开的日本专利申请No. 2001-154704得知。此控制装置包括用于检测受控目标的输出的检测装置，以便把检测的结果作为检测模拟量的检测信令指示而输出；偏移计算装置，用于计算该检测信号从由上层装置所输入的模拟量的目标值的偏移；转换装置，用于把该计算的偏移转换为1比特的数字信号；以及，补偿装置，用于补偿来自该转换装置的该1比特的数字信号，以便输出该补偿的信号作为操作信号(见该申请的图6)。

在该控制装置中，偏移计算装置计算检测信号从目标值(模拟量)的偏移，该目标值通过该转换装置中的 $\Delta\Sigma$ 调制转换成1比特的数字信号。在该转换的信号输入到受控目标作为操作信号之前，该转换信号由该补偿装置进一步补偿。在上述配置中，与该偏移反相地产生操作量，以便抵消受控目标的输出从该目标值的偏移，并且输入到受控的目标。结果是，反馈控制受控目标的输出，以便会聚到该目标值。

根据上述传统的控制装置，当受控目标的动态特性具有相当大的相位延迟、滞后时间、等情况时，将引起对于输出信号进行输出的延迟，其反映了来自受控目标的输入信号，在该受控目标被提供输入信号之后，将导致在该受控目标的输入和输出之间的控制定时的滑动。结果是，控制系统可能会失去稳定性。例如，当使用内燃机的燃料注入量作为输入

而针对废气的空气/燃料比控制内燃机时，在已经实际注入一种燃料之后需要一个时间滞后，直到该废气的空气/燃料比实际改变，使得该空气/燃料比控制处在较低稳定性和可控性，导致由催化剂净化的废气的不稳定性。

发明内容

本发明旨在解决上述问题，并且本发明的一个目的是提供一种控制装置、一种控制方法以及一种发动机控制单元，即使在受控目标展现相当大的动态特性，例如相位延迟、滞后时间等时，也能够消除在受控目标的输入和输出之间的定时滑动，而且能够改进控制的稳定性和可控性。

为了实现上述目的，根据本发明的第一方面，提供一种控制装置，其特征在于包括预测值计算装置，用于根据一种预测算法计算指示受控目标的输出的值的预测值；和控制输入计算装置，根据从 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法和 $\Sigma\Delta$ 调制算法中选择的一种调制算法计算对于该受控目标的控制输入，以便根据该计算的预测值控制该受控目标的输出。

根据该控制装置，以从 Δ 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法和 $\Sigma\Delta$ 调制算法中选择的一种调制算法为基础，按照指示该受控目标的输出的值一个预测值计算该控制输入。因此，通过计算这样的—个预测值作为反映受控目标的一种动态特性的—个值，例如反映相位延迟、滞后时间等动态特性的动态特性的—个值，能够消除受控目标的输入和输出之间的控制定时中的滑动。结果是，控制装置能够确保该控制的稳定性并且改进其可控性(应该指出，本说明书中—个预测值的计算、—个控制输入的计算等中的计算不局限于以程序为基础的操作，而是包括以硬件为基础的指示这种值的电信号的产生)。

为了实现上述目的，根据本发明的第二方面，提供一种控制方法，其特征在于包括预测值计算步骤，根据一种预测算法计算指示—个受控目标的输出的值的预测值；并且根据从 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法和 $\Sigma\Delta$ 调制算法中选择的一种调制算法计算对该受控目标的控制输入，以便根据该计算的预测值控制该受控目标的输出。

这种控制方法提供了与根据本发明第一方面的如上所述相关控制装置相同的有益效果。

为了实现上述目的，根据本发明的第三方面，提供一种包括控制程序的发动机控制单元，用于使计算机以预测算法为基础计算指示受控目标的输出的值的预测值；并且根据从 调制算法、 $\Sigma\Delta$ 调制算法和 $\Delta\Sigma$ 调制算法中选择的一种调制算法计算对该受控目标的控制输入，以便根据该计算的预测值控制该受控目标的输出。

这种发动机控制单元提供了与根据本发明第一方面的如上所述相关控制装置相同的有益效果。

在上述控制装置中，以该预测算法为基础，该预测值计算装置最好根据该计算的控制输入和反映输入到该受控目标的控制输入的一个值、以及该受控目标的输出中的至少一个来计算该预测值。

根据该控制装置的优选实施例，该预测值的计算能够反映该控制输入的状态，以使该预测值能够相应地以改进的精确度(预测精确度)计算。结果是，该控制装置能够确保该控制的稳定性并且改进可控性。

在上述控制方法中，该预测值计算步骤最好包括：根据该预测算法按照计算的控制输入和反映输入到该受控目标的控制输入的值中的至少一个计算该预测值。

控制方法的该优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使得该计算机根据该预测算法计算一个预测值，该预测值包括根据该计算的控制输入和反映输入到该受控目标的控制输入的值、以及该受控目标的输出中的至少一个来计算该预测值。

该发动机控制单元的优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该预测算法最好是基于受控目标模型的算法，该受控目标模型具有与指示该控制输入的一个值以及反映输入到该受控目标的一个控制输入值，例如一个空气/燃料比偏移和LAF输出偏移之一相

关的变量，和与指示该受控目标的输出的值相关的变量。

根据该控制装置的优选实施例，由于根据一个受控目标模型计算该预测值，该模型具有与指示该控制输入的一个值以及反射输入到该受控目标的控制输入的值之一的值相关的变量，和与指示该受控目标的输出的值相关的变量，所以此受控目标模型能够被定义为反映动态特性的模型，例如定义为反映该受控目标的相位延迟、滞后时间等动态特性的模型，以便计算反映例如该受控目标的该相位延迟、滞后时间等动态特性的预测值。结果是，该控制装置能够确保该控制的稳定性并且改进可控性。

在上述控制方法中，该预测算法最好是基于一种受控目标模型的算法，该受控目标模型具有与指示该控制输入的一个值以及反映输入到该受控目标的控制输入的值之一相关的变量，和与指示该受控目标的输出的值相关的变量。

该控制方法的优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该预测算法最好是基于一种受控目标模型的算法，该受控目标模型具有与指示该控制输入的一个值以及反映输入到该受控目标的控制输入的值之一相关的变量，和与指示该受控目标的输出的值相关的变量。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，指示该受控目标的输出的值最好是一个输出偏移，该输出偏移是该受控目标的输出，例如一个氧气浓度传感器的输出从预定目标值的偏移。

通常，在受控目标模型中已知的是，当该受控目标的输入/输出从一个预定值的偏移被定义为表示该输入/输出的一个变量时的该受控目标的实际动态特性比当该输入/输出的一个绝对值被定义为一个变量更适合，因为该受控目标模型的动态特性能够更精确地标识或定义该模型参数。因此，根据本控制装置的优选实施例，该受控目标模型采用表示输出偏移的变量，该输出偏移是受控目标的输出从预定目标值的偏移，以使该

受控目标模型的动态特性与其中把受控目标的输出的绝对值选择作为一个变量的情况相比更适合接近该受控目标的实际动态特性，从而使得有可能以高精度计算该输出偏移的预测值。结果是，该控制装置能够进一步增强控制的稳定性和改进可控性。

在上述控制方法中，指示该受控目标输出的值是一个输出偏移，该输出偏移是该受控目标的输出从预定目标值的偏移。

该控制方法的优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，指示该受控目标输出的值是一个输出偏移，该输出偏移是该受控目标的输出从预定目标值的偏移。

该发动机控制单元的优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，指示该控制输入和反映输入到该受控目标的控制输入值之一的值最好是例如下列偏移之一，控制输入的空气/燃料比偏移，例如目标空气/燃料比从预定基准值的偏移、反映输入到该受控目标的控制输入的值的偏移，例如LAF传感器的输出从该预定基准值的偏移。

如上所述，在一个受控目标模型中，该受控目标模型的动态特性在当该受控目标的输入/输出从一个预定值的偏移被定义为表示该输入/输出的一个变量时能够比在当该输入/输出的一个绝对值被定义为一个变量时更适合于该受控目标的实际动态特性，因为该受控目标模型的动态特性能够更精确地标识或定义该模型参数。因此，根据该控制装置该优选实施例，由于该受控目标模型采用了表示计算的控制输入从该预定基准值的一个偏移的变量，或表示反映输入到该受控目标的一个控制输入的值从该预定基准值的一个偏移的变量，所以该受控目标模型的动态特性能够比在当该受控目标模型采用表示控制输入或反映该控制输入的值的一个绝对值的变量时更适合接近该受控目标的实际动态特性，由此进一步提高了控制的确保稳定性以及改进的可控性。

在上述控制方法中，指示该控制输入以及反映输入到该受控目标的控制输入的值之一的值最好是例如下列偏移之一，该控制输入从预定的基

准值的偏移，以及反映输入到该受控目标的一个控制输入的值从该预定基准值的偏移。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，指示该控制输入的一个值以及反映输入到该受控目标的控制输入的值之一的值最好是下列偏移之一，该控制输入从预定基准值的偏移，以及反映输入到该受控目标的控制输入的值从该预定基准值的偏移。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该控制输入计算装置最好基于一种调制算法，根据预测值计算一个中间值，并且根据乘以预定增益的计算的中间值计算控制输入，例如一个目标空气/燃料比或一个自适应目标空气/燃料比。

通常， $\Delta\Sigma$ 调制算法、 $\Sigma\Delta$ 调制算法以及 Δ 调制算法中的每一种算法都是以一个受控目标具有一个单位增益的假设下确定控制输入，以致如果该受控目标具有不同于单位值的实际增益，则由于计算一个正确控制输入中的错误可能造成可控性变差。例如，当该受控目标具有大于1的实际增益时，该控制输入被计算为大于所需的一个值，导致一个过增益条件。另一方面，根据本控制装置的优选实施例，根据基于一种调制算法计算的，与预定增益相乘的中间值计算该控制输入，以便通过把该预定增益设置到一个正确的值来确保满意的可控性。

在上述控制方法中，计算控制输入的步骤最好包括基于一种调制算法、根据预测值计算中间值的步骤，以及根据与预定增益相乘的该计算的中间值计算该控制输入的步骤。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，控制程序最好使计算机基于一种调制算法，根据该预测值计算一个中间值，以及根据与一个预定增益相乘的该计算的中间值计算该控制输入。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括增益参数检测装置，用于检测指示受控目标的增益特性的增益参数，例如废气量，以及增益设置装置，用于根据检测的增益参数设置该预定的增益。

根据该控制装置的优选实施例，由于根据受控目标的增益特性设置在控制输入的计算中使用的预定增益，可根据受控目标的增益特性将控制输入计算为具有正确能量的值，从而使其有可能避免过增益条件等等，以便确保满意的可控性。

上述控制方法最好还包括检测指示该受控目标的增益特性的增益参数的步骤；以及根据检测的增益参数设置预定增益的步骤。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使得计算机检测指示受控目标的增益特性的增益参数；以及根据检测的增益参数设置预定增益。

该发动机控制单元的优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该控制输入计算装置最好基于一种调制算法，根据该预测值计算第二中间值，例如， $\Delta\Sigma$ 调制控制量，并且把预定值加到该计算的该第二中间值，以便计算该控制输入，例如自适应目标空气/燃料比。

通常，该 Δ 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法以及 $\Sigma\Delta$ 调制算法中的任何一种都只能计算以零为中心的正-负反转类型的控制输入。相反，根据控制装置的该优选实施例，控制输入计算装置通过把该预定值加到根据一种调制算法计算的该第二中间值来计算控制输入，以使该控制输入计算装置能够计算该控制输入不仅作为以零为中心的正负反相的值，而且作为在一个预定值附近重复预定的增加和减小的值，从而使得有可能改进控制的自由度。

在上述控制方法中，计算控制输入的步骤最好包括基于一种调制算法根据该预测值计算第二中间值的步骤，以及把一个预定值加到该计算的第二中间值来计算该控制输入的步骤。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好基于一种调制算法使计算机根据该预测值计算第二中间值；并且把一个预定值加到该计算的第二中间值，以便计算该控制输入。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述控制装置中，该预测值计算装置最好根据该受控目标的动态特性计算从该控制输入被输入到该受控目标到该控制输入被反映到该受控目标的输出的预测时间，并且根据该计算的预测时间来计算该预测值。

根据该控制装置的优选实施例，根据该受控目标的动态特性计算从该控制输入被输入到该受控目标之时到该控制输入被反映到该受控目标的输出之时的该预测时间，并且根据该计算的预测时间来计算该预测值，以便通过利用以此方式计算的预测值计算该控制输入而能够无误地消除可能由该受控目标的响应延迟、滞后时间等原因引起的在该受控目标的输入/输出之间的控制定时的滑动，从而使得有可能进一步改进可控性。

在上述控制方法中，计算预测值的步骤最好包括计算一个预测值，包括根据受控目标的动态特性计算从该控制输入被输入到该受控目标之时到该控制输入被反映到该受控目标的输出之时的预测时间；并且根据该计算的预测时间来计算该预测值。

该控制方法的优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使计算机计算一个预测值，包括根据该受控目标的动态特性计算从该控制输入被输入到该受控目标之时到该控制输入被反映到该受控目标的输出之时的预测时间；并且根据该计算的预测时间来计算该预测值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该受控目标最好包括一个下游空气/燃料比传感器，例如一个氧浓度传感器，放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的一个输出。指示该受控目标的输出的值是该下游空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的输出的偏移。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。反映输入到该受控目标的控制输入的值是放置在该废气通道中的催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出，该上游空气/燃料比传感器用于检测尚未经过催化剂的废气的空气/燃料比。该预测值计算装置基于预测算法，根据提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比、该上游空气/燃料比传感器的输出、以及该下游空气/燃料比传感器的输出中的至少之一来计算该输出偏移的预测值。该控制输入计算装置包括空气/燃料比计算装置，用于计算提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便基于该调制算法根据计算的输出偏移的预测值，把下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

根据该控制装置的此优选实施例，根据提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比、该上游空气/燃料比传感器的输出以及该下游空气/燃料比传感器的输出计算该输出偏移的预测值，该输出偏移是该下游空气/燃料比传感器的输出从该预定目标值的偏移，和根据一种调制算法计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，用于根据如此计算的该输出偏移的预测值把该下游空气/燃料比传感器的输出的会聚到预定目标值。由于以上述方式计算该控制输入，该废气的空气/燃料比能够被控制，使得该废气能够由通过适当地设置该预定目标值而由催化剂满意地净化，导致由该催化剂净化的废气的改进特性(在下文称为“后催化剂”废气特性)。而且，由于该预测值是根据放置在该催化剂的上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出计算的，所以实际提供到催化剂的废气的空气/燃料比将更正确地反映该预测值，导致能够以对应提高的精确度计算该

预测值。

在上述控制方法中，该受控目标最好包括一个下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气通道中的催化剂的下游位置，用于检测经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。指示该受控目标的输出的值是该下游空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的输出偏移。对该受控目标的控制输入是提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。反映输入到该受控目标的控制输入的值是放置在该废气通道中的该催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出，该上游空气/燃料比传感器用于检测尚未经过该催化剂的废气的空气/燃料比。计算预测值的步骤包括基于预测算法，根据提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比、该上游空气/燃料比传感器的输出、以及该下游空气/燃料比传感器的输出中的至少一个来计算该输出偏移的预测值。计算控制输入的步骤包括计算提供给内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便基于一种调制算法，根据计算的该输出偏移的预测值，把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该受控目标最好包括下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气通道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。指示该受控目标的输出的值是该下游空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的输出偏移。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。反映输入到该受控目标的控制输入的值是放置在该废气通道中的该催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出，该上游空气/燃料比传感器用于检测尚未经过该催化剂的废气的空气/燃料比。该发动机控制单元使计算机基于该预测算法，根据提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比、上游空气/燃料比传感器的输出以及下游空气/燃料比传感器的输出

中的至少一个来计算该输出偏移的预测值；并且计算被提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便基于一种调制算法而根据该输出偏移的计算预测值，把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

该上述控制装置最好还包括用于检测操作条件的操作条件，例如该内燃机的发动机转动速度或进气管道内部绝对压力的检测装置，其中根据检测的该内燃机的操作条件，该预测值计算装置计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且进一步根据该计算的预测时间来计算该输出偏移的预测值。

在用于控制空气/燃料比的这类控制装置中，包括内燃机和催化剂在内的一个受控目标的动态特性(例如一个响应延迟和滞后时间)将随着该内燃机的操作条件，例如随着废气量而改变。相反，根据该控制装置的优选实施例，根据检测的该内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且进一步根据该计算的预测时间来计算该输出偏移的预测值，使得该控制装置通过利用该以此方式计算该预测值计算该控制输入而能够无误地消除由该受控目标的动态特性引起的在该受控目标的输入和输出之间的控制定时中的滑动，从而使得有可能进一步改善该后催化剂废气特性。

上述控制方法最好还包括检测该内燃机的操作条件的步骤，其中计算预测值的步骤包括根据该检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；并且进一步根据该计算的预测时间来计算该输出偏移的预测值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机检测该内燃机的操作条件；根据检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；并且进一步根据该计算的预测时间来计算该输出偏移的预测值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括用于检测内燃机的操作条件的操作条件检测装置，其中该空气/燃料比计算装置包括中间值计算装置，用于基于一种调制算法，根据该输出偏移的预测值来计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的一个中间值；增益设置装置，用于根据检测的该内燃机的操作条件而设置一个增益；以及目标空气/燃料比计算装置，用于根据该设置增益与该计算的中间值相乘而计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比。

在用于控制该空气/燃料比的这类控制装置中，包括内燃机以及催化剂的一个受控目标的该空气/燃料比的增益特性将随着内燃机的操作条件，例如随着废气量而改变。如上所述，在假定该受控目标具有单位增益的条件之下，此过程中的一种调制算法确定该控制输入，使得如果该受控目标的增益特性如上所述地改变，则作为一个控制输入的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比从适当的值大幅偏离并且变成波动，引起在催化剂的下游位置的下游空气/燃料比传感器的波动输出。这将导致该后催化剂废气特性的退化。相反，根据本控制装置的优选实施例，由于空气/燃料混合物的目标空气/燃料比是基于一种调制算法、根据与该增益相乘的该中间值计算的，并且该增益是根据该内燃机的操作条件设置的，所以该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比能够被计算作为正确地反映出因于操作条件中的一个变化的该受控目标的增益特性中的一个改变的值，从而使得有可能进一步改善该后催化剂废气特性。

上述控制方法最好还包括检测内燃机的操作条件的步骤，其中计算该目标空气/燃料比的步骤包括，基于一种调制算法，根据该输出偏移的预

测值来计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；根据检测的该内燃机的操作条件设置增益；以及根据由该设置增益相乘的该计算的中间值来计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，控制程序最好进一步使计算机检测该内燃机的操作条件；基于一种调制算法，根据该输出偏移的预测值来计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；根据检测的内燃机的操作条件来设置增益；以及根据由该设置增益相乘的该计算的中间值来计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括相乘装置，用于把该输出偏移的计算预测值与一个校正系数相乘，以及校正系数设置装置，在当该输出偏移的预测值等于或大于一个预定值时，用于把该校正系数设置到比在当该输出偏移的该预测值小于该预定值时的校正系数小的值，其中该空气/燃料比计算装置基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的该输出偏移的预测值来计算该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比。

根据该控制装置的优选实施例，根据由该校正系数相乘的该输出偏移的预测值计算该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比，并且当该输出偏移的预测值等于或大于一个预定值时，该校正系数被设置为比当该输出偏移的预测值小于该预定值时的校正系数小的值，以便能够根据相对于该预定值的该输出偏移的预测值的级（order），以一个不同的速率会聚该下游空气/燃料比传感器的输出。因此，由于该输出偏移的预测值等于或大于零，即，当该预定值被设置例如为零时，为了把该目标空气/燃料比改变为较淡（leaner）值，该校正系数的设置将要使该下游空气/燃料比传感器的输出以较低速率会聚，该较低速率比当该目标空气/燃料比

被改变为较浓 (richer) 时的速率要低, 从而通过一个淡 (lean) 偏置来提供抑制废气NO_x的总量的效应。另一方面, 当该目标空气/燃料比被改变为较浓时, 该校正系数的设置要使得该下游空气/燃料比传感器的输出以较高的速率会聚, 该较高的速率比当该目标空气/燃料比被改变为更淡时的速率要高, 从而使得有可能充分地恢复该催化剂的NO_x净化速率。

上述的控制方法最好还包括由校正系数与该输出偏移相乘来计算预测值的步骤; 并且当该输出偏移的预测值等于或大于一个预定值时, 把该校正系数设置为比当该输出偏移的预测值小于该预定值时的一个校正系数更小的值, 其中计算该目标空气/燃料比的步骤包括, 基于一种调制算法, 根据由该校正系数相乘的该输出偏移的预测值来计算该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比;

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中, 该控制程序最好进一步使该计算机以一个校正系数相乘该输出偏移的该计算预测值; 当该输出偏移的预测值等于或大于一个预定值时, 把该校正系数设置为比当该输出偏移的预测值小于该预定值时的校正系数更小的值; 并且基于一种调制算法, 根据由该校正系数相乘的该输出偏移的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中, 该受控目标最好包括一个下游空气/燃料比传感器, 放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置, 用于检测经过该催化剂的废气的空气/燃料比, 并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。指示该受控目标的输出的值是该下游空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的输出偏移。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。基于该预测算法, 该预测值计算装置根据提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比、以及该空气/燃料比传感器的输出来计算该输出偏移的预测值。该

控制输入计算装置包括空气/燃料比计算装置，用于计算被提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便基于一种调制算法而根据该输出偏移的计算预测值，把该空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

根据该控制装置的此优选实施例，该输出偏移的预测值，即该空气/燃料比传感器的输出从该预定目标值的偏移是根据提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比以及该空气/燃料比传感器的输出计算的，而用于把该空气/燃料比传感器的输出会聚到该预定目标值的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比是基于一种调制算法而根据以此方式计算的该输出偏移的预测值计算的。由于如上所述地计算该控制输入，所以有可能控制废气的空气/燃料比使得该催化剂通过正确的预定目标值该设置而以满意的方式净化废气，实现改进的后催化剂废气特性。另外，因为仅需要单一的空气/燃料比传感器，所以该控制装置能够以很低的成本实现。

在上述控制方法中，该受控目标最好包括一个下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。指示该受控目标的输出的值是该下游空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的输出偏移。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的一个目标空气/燃料比。计算预测值的步骤包括，基于预测算法，根据提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比、该空气/燃料比传感器的输出来计算该输出偏移的预测值。计算控制输入的步骤包括：计算被提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便基于一种调制算法而根据该输出偏移的计算预测值，把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该受控目标最好包括放置在内燃机废气管中的催化剂下游位置的空气/燃料比传感器，用于检测已经通过该催化剂

的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。指示该受控目标的输出的值是该空气/燃料比传感器的输出从预定的目标值的输出偏移。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。该控制程序使得该计算机基于该预测算法，根据提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比以及该空气/燃料比传感器的输出而计算该输出偏移的预测值；并且计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便基于一种调制算法而根据该输出偏移的计算预测值，把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括用于检测该内燃机的操作条件的操作条件检测装置，其中根据检测的该内燃机的操作条件，该预测值计算装置计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且进一步根据该计算的预测时间来计算该输出偏移的预测值。

根据该控制装置的此优选实施例，根据检测的该内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且进一步根据该计算的预测时间来计算该输出偏移的预测值，使得该控制装置通过利用该以此方式计算该预测值计算该控制输入而能够无误地消除由该受控目标的动态特性引起的在该受控目标的输入和输出之间的控制定时中的滑动，从而使得有可能进一步改善该后催化剂废气特性。

上述控制方法最好还包括检测该内燃机的操作条件的步骤，其中计算预测值的步骤包括根据该检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；并且进一步根据该计算的预测时间来计算该输出偏移的预测值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使得该计算机检测该内燃机的操作条件；根据该检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；并且进一步根据该计算的预测时间来计算该输出偏移的预测值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括用于检测该内燃机的操作条件的操作条件检测装置，其中该空气/燃料比计算装置包括中间值计算装置，用于基于一种调制算法，根据该输出偏移的预测值来计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；增益设置装置，用于根据该内燃机的检测的操作条件而设置一个增益；以及目标空气/燃料比计算装置，用于根据由该设置增益相乘的该计算的中间值而计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比。

根据本控制装置的此优选实施例，由于该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比是基于一种调制算法、根据该增益相乘的该中间值计算的，并且该增益是根据操作条件设置的，所以该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比能够被计算作为正确地反映操作条件中的变化的值，从而使得有可能进一步改善该后催化剂废气特性。

上述控制方法最好还包括检测该内燃机的操作条件的步骤，其中该空气/燃料比计算装置的计算步骤包括计算中间值，用于基于一种调制算法，根据该输出偏移的预测值而计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；根据该内燃机的检测的操作条件而设置一个增益；以及根据由该设置增益相乘的该计算的中间值而计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使得该计算机检测该内燃机的操作条件；基于一种调制算法，根据该输出偏移的预测值而计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；根据该内燃机的检测的操作条件而设置一个增益；以及根据由该设置增益相乘的该计算的中间值来计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括相乘装置，用于把该输出偏移的计算预测值与一个校正系数相乘，以及校正系数设置装置，在当该输出偏移的预测值等于或大于一个预定值时，用于把该校正系数设置到比在当该输出偏移的该预测值小于该预定值时的校正系数小的一个值，其中该空气/燃料比计算装置基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的输出偏移的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

根据该控制装置的优选实施例，根据由该校正系数相乘的该输出偏移的预测值计算该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比，并且当该输出偏移的预测值等于或大于一个预定值时，该校正系数被设置为比当该输出偏移的预测值小于该预定值时的校正系数小的值，以便能够根据相对于该预定值的该输出偏移的预测值的级，以一个不同的速率会聚该下游空气/燃料比传感器的输出。因此，由于该输出偏移的预测值等于或大于零，即当该预定值被设置例如为零时，为了把该目标空气/燃料比改变为较淡值，该校正系数的设置将要使得该下游空气/燃料比传感器的输出以一个较低速率会聚，该较低速率比当该目标空气/燃料比被改变为较浓时的速率要低，从而通过一个低偏置来提供抑制废气NO_x的总量的效应。另一方面，当该目标空气/燃料比被改变为较浓时，该校正系数的设置要使得该下游空气/燃料比传感器的输出以一个较高的速率会聚，该较高的速率比当该目标空气/燃料比被改变为更淡时的速率要高，从而使得有可能充分地恢复该催化剂的NO_x净化速率。

当该输出偏移的预测值等于或大于一个预定值时，上述控制方法最好

还包括步骤，由一个校正系数相乘该计算的输出偏移的预测值并且把该校正系数设置到比当该输出偏移的预测值小于该预定值时要小的一个值，其中计算该空气/燃料比的步骤包括，基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的该输出偏移的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使得该计算机以一个校正系数相乘该输出偏移的该计算预测值；当该输出偏移的预测值等于或大于一个预定值时，把该校正系数设置为比当该输出偏移的预测值小于该预定值时的一个校正系数要小的值；并且基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的该输出偏移的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

为了实现上述目的，根据本发明的第四方面提供了一种控制装置，其包括控制输入计算装置，根据从 Δ 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法和 $\Sigma\Delta$ 调制算法中选择的一种调制算法，计算一个控制输入，例如对一个受控目标的目标空气/燃料比，以及模拟该受控目标的一个受控目标模型(model)，以便控制该受控的输出。

根据上述控制装置，由于是根据从 Δ 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法和 $\Sigma\Delta$ 调制算法选择的一种调制算法以及模拟该受控目标的受控目标模块而计算该控制输入，例如通过把该受控目标模型限定作为正确反映该受控目标的动态特性而使得所以该控制输入能够被计算为反映例如相位延迟、滞后时间等的该受控目标的一个动态特性的值。

为了实现上述目的，根据本发明的第五方面，提供了一种控制方法，其特征在于包括步骤：根据从 Δ 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法和 $\Sigma\Delta$ 调制算法中选择的一种调制算法以及模拟受控目标的受控目标模型，用于控制该受控目标的输出。

这种控制方法提供了与根据如上所述的本发明第四方面的相关控制装置相同的有益效果。

为了实现上述目的，根据本发明的第六方面提供了一种包括控制程序的发动机控制单元，使得计算机根据从 调制算法、 $\Delta\Sigma$ 调制算法和 $\Sigma\Delta$ 调制算法中选择的一种调制算法以及模拟该受控目标的一种受控目标模型来计算对于一个受控目标的控制输入，以便控制该受控目标的输出。

这种发动机控制单元提供了与根据如上所述的本发明第四方面的相关控制装置相同的有益效果。

在上述控制装置中，该受控目标模型最好被建立为一种离散时间系统模型，并且该控制装置进一步包括识别装置，用于根据该计算的控制输入和反映输入到该受控目标的一种控制输入的一个值之一以及该受控目标的输出而连续地识别该受控目标模型的模型参数。

根据该控制装置的此优选实施例，根据反映该控制输入的值和 / 或反映该控制输入的值顺序地识别该模型参数，并且实时地识别该受控目标的输出，即实时地识别该模型参数，并且根据其模型参数被以上述方式识别的该受控目标模型而计算该控制输入。因此，即使该受控目标的动态特性由于变化的环境或由于已经老化而改变，该受控目标模拟的动态特性也能够被适配到该受控目标的实际动态特性，同时避免该变化和老化改变的影响。结果是，该控制装置能够正确地校正由该受控目标的动态特性引起的在该输入和输出之间的控制时间中的滑动，例如由一个响应延迟、一个滞后时间等引起的在该输入和输出之间的控制时间中的滑动，从而使得有可能确保该控制的稳定性并且改进该可控性。

在上述控制方法中，该受控目标模型最好被建立为一种离散时间系统模型，并且该控制方法进一步包括识别步骤，用于根据该计算的控制输入和反映输入到该受控目标的一种控制输入的值之一以及该受控目标的输出而连续地识别该受控目标模型的模型参数。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该受控目标模型最好被建立为一种离散时

间系统模型，并且该控制程序进一步使得该计算机根据该计算的控制输入和输入到该受控目标的反映一个控制输入的值之一以及该受控目标的输出而顺序地识别该受控目标模型的模型参数。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该识别装置最好包括标识误差计算装置，用于计算该模型参数的识别误差；滤选装置，用于以一种预定方式滤选该计算的识别误差；和参数确定装置，用于根据该滤选的识别误差而确定该模型参数。

通常，用于根据一个识别误差识别模型参数的一种识别算法，例如根据一个最小平方算法标识算法的识别算法利用受控目标的频率特性识别模型参数，该频率特性由于该识别算法的频率加权特性而被加重，使得该受控目标模型的增益特性可能不适合该受控目标的实际增益特性。例如，当一个受控目标具有低通特性时，模型参数可由受控目标的高频特性识别，该高频特性由于识别算法的频率加权特性而被加重，在这一情况中的受控目标模型展现出趋于比该受控目标的实际增益特性低的增益特性。因此，根据该控制装置的此优选实施例，根据该筛选模型参数的识别误差而识别该模型参数，通过适当地设置该滤选特性，例如根据该受控目标的频率特性，使得该受控目标模型能够与该受控目标的增益特性匹配，从而使得有可能以提高的精确度校正该受控目标的输入和输出的控制定时之间的滑动。

在上述控制方法中，该识别步骤最好包括计算该模型参数的识别误差；以一种预定方式滤选该计算的识别误差；以及根据该滤选的识别误差而确定该模型参数。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使得计算机计算该模型参数的识别误差；以一种预定方式滤选该计算的识别误差；以及根据该滤选的识别误差而确定该模型参数。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述控制装置中，该滤选装置最好根据该受控目标的动态特性，例如根据废气量来设置用于进行滤选的滤选特性。

根据该控制装置的优选实施例，由于该滤选特性是根据该受控目标的动态特性设置，所以该受控目标模型能够针对上述的原因而与该受控目标在增益特性方面匹配，从而使得有可能以更提高的精确度校正该受控目标的输入和输出之间的控制定时的滑动。

在上述控制方法中，滤选的步骤最好包括设置滤选特性，用于根据该受控目标的动态特性而进行滤选。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使计算机设置滤选特性，用于根据该受控目标的动态特性而进行滤选。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述控制装置中，该受控目标模型最好包括指示该控制输入和反映输入到该受控目标的控制输入的值之一的输入变量，以及指示该受控目标的输出的输出变量。该识别装置识别由该输入变量相乘的一个模型参数以及由该输出变量相乘的一个模型参数，使得该模型参数落入在分别的预定限制范围之内。

通常，利用顺序识别算法，当一个受控目标的输入和输出进入稳定状态时，因为所谓的漂移现象而更可能发生使控制系统变得不定或波动，其中由于缺少自激条件而发生识别的模型参数的绝对值的增加。相反，根据控制装置的此优选实施例，由于该受控目标模型的模型参数，即由该输入变量相乘的模型参数和由输出变量相乘的模型参数被顺序地识别，使得它们落入分别的预定限制范围之内，其有可能通过适当设置该预定的限制范围而避免漂移现象，以便增强该控制的确保的稳定性。

在该上述控制方法中，该受控目标模型最好包括指示该控制输入和

反映输入到该受控目标的控制输入的值之一的输入变量，以及指示该受控目标的输出的输出变量。该识别步骤包括识别由该输入变量相乘的一个模型参数以及由该输出变量相乘的一个模型参数，使得该模型参数落入在分别的预定限制范围之内。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述发动机控制单元中，该受控目标模型最好包括指示该控制输入和反映输入到该受控目标的控制输入的值之一的输入变量，以及指示该受控目标的输出的输出变量。该控制程序使得该计算机识别由该输入变量相乘的一个模型参数以及由该输出变量相乘的一个模型参数，以使该模型参数落入在分别的预定限制范围之内。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该输出变量最好包括由多个模型参数分别相乘的多个输出变量的时间系列数据，并且该识别装置识别多个模型参数，使得该模型参数的组合落入该限制范围之内。

利用这种类型的识别算法，当多个模型参数被彼此独立地识别、使得它们落入控制系统稳定的预定限制范围之内时，该控制系统可能随着该模型参数的组合而变得不定或波动。相反，根据控制装置的此优选实施例，与彼此独立地识别多个模型参数的识别算法相比较，由于识别了多个模型参数，使得该模型参数的组合落入在该预定限制范围之内，该控制系统通过适当地设置该预定的限制范围而能够更安全地保持在稳态。

在上述控制方法中，该输出变量最好包括由多个模型参数分别相乘的多个输出变量的时间系列数据，并且该识别步骤包括识别多个模型参数，使得该模型参数的组合落入该的限制范围之内。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该输出变量最好包括由多个模型参数分别相乘的多个输出变量的时间系列数据，并且该控制程序使得该计算机识

别多个模型参数，使得该模型参数的组合落入该的限制范围之内。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该识别装置最好根据该受控目标的动态特性设置该预定的限制范围。

根据该控制装置的此优选实施例，由于用于限制该模型参数的限制范围是根据该受控目标的动态特性设置的，所以能够根据利用以上述方式设置的模型参数的该受控目标模型计算该控制输入而把该控制输入计算为能够保证该受控目标的稳定性的值，从而使得有可能提高该控制的确保的稳定性。

在上述控制方法中，该识别步骤最好进一步包括根据该受控目标的动态特性设置该预定的限制范围的步骤。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使得该发动机根据该受控目标的动态特性而设置该预定的限制范围。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该输出变量最好是该受控目标的输出从一个预定目标值的偏移，并且该输入变量是该控制输入从一个预定基准值的偏移、以及反映输入到该受控目标的控制输入的值从该预定的基准值的偏移之一。

如上所述，当该受控目标的输入/输出从一个预定值的偏移被定义为指示该输入/输出的一个变量时，受控目标模型的动态特性能够比当该输入/输出本身被定义为一个变量时更适合接近该受控目标的实际动态特性。因此，根据该控制装置的此优选实施例，由于该受控目标模型具有与控制输入和 / 或反映输入到该受控目标的该控制输入的值从一个预定基准值的偏移相关的变量，以及与该受控目标的输出从一个预定目标值的偏移相关的变量，所以和具有与一个控制输入的一个绝对值和 / 或反

映一个控制输入的值相关的变量以及与该受控目标的输出的绝对值相关的一个变量的受控目标模型相比较，该受控目标模型的动态特性能够更适合接近该受控目标的实际动态特性。因此有可能通过根据如上所述的受控目标模型而计算该控制输入来增强该控制的确保的稳定性。

在上述控制方法中，该输出变量最好是该受控目标的输出从一个预定目标值的偏移，并且该输入变量是该控制输入从一个预定基准值的偏移、以及反映输入到该受控目标的一个控制输入的值从该预定的基准值的偏移之一。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该输出变量最好是该受控目标的输出从一个预定目标值的偏移，并且该输入变量是该控制输入从一个预定基准值的偏移、以及反映输入到该受控目标的一个控制输入的值从该预定的基准值的偏移之一。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述控制装置中，该识别装置最好还包括根据使用加权参数的加权识别算法识别该模型参数，以便确定该模型参数的工作情况，并且根据该受控目标的动态特性设置该加权参数。

在这类控制装置中，受控目标的输出很可能在该受控目标的动态特性改变的情况下波动，特别是在其中的响应延迟和滞后时间变得较大的条件下，引起在识别的模型参数中的相关变化。相反，根据本发明的此优选实施例，因为用于确定该模型参数的工作情况的加权参数是根据该受控目标的动态特性设置的，所以能够适当地设置该加权参数，以便即使在受控目标的响应延迟和滞后时间变得较大的情况下；也稳定该模型参数的工作情况，从而使得有可能进一步提高该控制的确保稳定性。

在该上述控制方法中，该识别步骤最好还包括根据使用加权参数的加权识别算法而识别该模型参数的步骤，以便确定该模型参数的工作情况，并且根据该受控目标的动态特性设置该加权参数。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述发动机控制单元中，该控制程序最好使得该计算机根据加权识别算法识别该模型参数，该加权识别算法使用加权参数来确定该模型参数的工作情况；并且根据该受控目标的动态特性设置该加权参数。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述控制装置中，识别装置最好还包括滞后时间设置装置，用于根据该受控目标的动态特性，设置在输入到该受控目标的控制输入以及反映输入到该受控目标的值 and 该受控目标的输出之间的滞后时间，其中该滞后时间被使用在该识别算法中。

当在一个控制输入或反映输入到该受控目标的控制输入的值和该受控目标的输出之间的滞后时间被设置为与输入到该受控目标的实际输入高度相关时，这类识别算法能够增加针对由该受控目标模型的控制输入相乘的模型参数的识别精确度。因此，根据该控制装置的此优选实施例，由于使用在该识别算法中的在对该受控目标的控制输入或反映输入到该受控目标的该控制输入的值和该受控目标的输出之间的该滞后时间是根据该受控目标的动态特性设置的，所以由该受控目标模型的控制输入相乘的该模型参数能够以更高的精确度识别，以便更精确地计算该控制输入。

在该上述控制方法中，该识别步骤最好还包括根据该受控目标的一个动态特性而设置在输入到该受控目标的控制输入和反映输入到该受控目标的控制输入的值之一与该受控目标的输出之间的滞后时间的步骤。其中该滞后时间被使用在该识别算法中。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使得该计算机根据该受控目标的动态特性而设置在输入到该受控目标的控制输入和反映输入到该受控目标的该控制输入的值之一与该受控目标的输出之间的滞后时间，

其中该滞后时间被使用在该识别算法中。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该控制输入计算装置最好根据采用该受控目标模型的一种预测算法计算指示该受控目标的输出的值的预测值，并且基于一种调制算法，根据该计算预测值计算该控制输入。

根据该控制装置的此优选实施例，根据采用该受控目标模型的该预测算法计算指示该受控目标的输出的值的预测值，并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值计算该控制输入。在此过程中，因为通过使用由上述的识别装置识别的该模型参数能够把该受控目标模型的动态特性调整到该受控目标的实际动态特性，所以，通过根据采用上述受控目标模型的预测算法计算该预测值，能够把该预测值计算为反映该受控目标的实际动态特性的值。结果是，该控制装置能够更正确地校正该受控目标的控制输入和输出之间的控制时间中的滑动，以便进一步提高该控制的稳定性和可控性。

在该上述控制方法中，计算控制输入的步骤最好包括根据采用该受控目标模型的一种预测算法而计算指示该受控目标的输出的值的预测值的步骤；并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值而计算该控制输入。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使得该计算机根据采用该受控目标模型的一种预测算法计算指示该受控目标的输出的值的预测值；并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值来计算该控制输入。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述控制装置中，该控制输入计算装置最好基于该预测算法，计算从该控制输入被输入到该受控目标到该控制输入被反映到该受控目标的输出的预测时间，并且根据该计算的预测时间而计算该预测值。

根据该控制装置的此优选实施例，根据该受控目标的动态特性而计算

从该控制输入被输入到该受控目标之时到该控制输入被反映到该受控目标的输出之时的该预测时间，并且根据该计算的预测时间而计算该预测值，以便通过利用以此方式计算的预测值计算该控制输入而能够无误地消除可能由该受控目标的响应延迟、滞后时间等原因引起的在该受控目标的输入/输出之间的控制定时的滑动，从而使得有可能进一步改进该可控性。

在上述控制方法中，该计算控制输入的步骤最好包括计算预测时间，根据该受控目标的动态特性计算从该控制输入被输入到该受控目标之时到该控制输入被反映到该受控目标的输出之时的预测时间；并且基于该预测算法，根据该计算的预测时间来计算该预测值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使得该计算机计算预测时间，根据该受控目标的动态特性计算从该控制输入被输入到该受控目标之时到该控制输入被反映到该受控目标的输出之时的预测时间；并且基于该预测算法，根据该计算的预测时间来计算该预测值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该控制输入计算装置最好根据受控目标模型和一种调制算法计算中间值，并且根据由一个预定增益相乘的该计算的中间值计算该控制输入。

根据该控制装置的此优选实施例，根据以受控目标模型和由一个预定增益相乘的一个调制算法为基础而的计算该中间值计算该控制输入，以使得通过把该预定增益设置到一个正确的值而能够保证满意的可控性。

在上述控制方法中，计算控制输入的步骤最好包括根据该受控目标模型和一种调制算法计算中间值的步骤；以及根据由一个预定增益相乘的该计算的中间值计算该控制输入。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机根据该受控目标模型和一种调制算法计算中间值；以及根据由一个预定增益相乘的该计算的中间值计算该控制输入。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述的控制装置最好还包括增益参数检测装置，用于检测指示该受控目标的增益特性的增益参数；以及增益设置装置，用于根据该检测的增益参数设置该预定增益。

根据该控制装置的此优选实施例，由于使用在该控制输入的计算中的预定增益是根据该受控目标的增益特性设置的，所以该控制输入能够被计算作为具有根据该受控目标的增益特性的正确能量的值，从而使得有可能避免过增益条件等，以便确保满意的可控性。

上述的控制方法最好还包括检测指示该受控目标的增益特性的增益参数的步骤；以及根据该检测的增益参数设置该预定增益的步骤。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机检测指示该受控目标的增益特性的增益参数；以及根据该检测的增益参数设置该预定增益。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该控制输入计算装置最好基于一种调制算法，根据该预测值计算第二中间值，以及通过把一个预定值加到该计算的第二中间值而计算该控制输入。

根据该控制装置的此优选实施例，通过把该预定值加到根据一种调制算法计算的第二中间值，该控制输入计算装置计算该控制输入，以使控制输入计算装置能够计算该控制输入不仅作为以零为中心的正负反相的值，而且作为在一个预定值附近重复预定的增加和减小的值，从而使得有可能改进控制的自由度。

在上述控制方法中，计算控制输入的步骤最好包括根据基于一种调制算法，按照预测值计算第二中间值的步骤；以及通过把一个预定值加到该计算的第二中间值计算该控制输入的步骤。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使计算机基于一种调制算法，按照该预测值计算第二中间值；以及通过把一个预定值加到该计算的第二中间值计算该控制输入。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该受控目标最好包括一个下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气管道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。反映输入到该受控目标的控制输入的值是放置在该内燃机的废气通道中的该催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出，该上游空气/燃料比传感器用于检测尚未经过该催化剂的废气的空气/燃料比。该受控目标模型是具有与指示该下游空气/燃料比传感器的输出相关的变量、和指示该目标空气/燃料比的值和该上游空气/燃料比传感器的输出之一相关的变量的模型。根据该上游空气/燃料比传感器的输出和该目标空气/燃料比之一以及该下游空气/燃料比传感器的输出，该识别装置顺序地识别由指示该下游空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数以及由指示该目标空气/燃料比的值和指示该上游空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数。该控制输入计算装置包括空气/燃料比计算装置，用于计算被提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便根据一种调制算法和该受控目标模型，把一个空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

根据该控制装置的此优选实施例，根据该上游空气/燃料比传感器的输出和该下游空气/燃料比传感器的输出顺序地识别该模型参数，即实时

地识别该模型参数，并且根据该受控目标模型、以上述方式识别的模型参数和一种调制算法计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。因此，即使该催化剂和两个空气/燃料比传感器的特性由于环境改变或已经老化而改变，该下游空气/燃料比传感器的输出也能够会聚到该预定的目标值，同时避免该变化和该特性的老化改变的影响。而且，由于该模型参数是根据放置在催化剂上游位置的该上游空气/燃料比传感器标识的，所以能够识别该模型参数同时更精确地反映实际提供到该催化剂的废气，从而使得有可能以改进的精确度识别该模型参数。所以，该控制装置能够正确地校正由废气的响应延迟、滞后时间等引起的相对于提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该比例控制的控制定时的滑动，从而使得有可能改进该后催化剂废气特性。

在上述控制方法中，该受控目标最好包括下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气通道中的催化剂的下游位置，用于检测经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。反映输入到该受控目标的控制输入的值是放置在该内燃机的废气通道中的该催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出，该上游空气/燃料比传感器用于检测尚未经过该催化剂的废气的空气/燃料比。该受控目标模型是具有与指示该下游空气/燃料比传感器的输出相关的变量、和指示该目标空气/燃料比的值和该上游空气/燃料比传感器的输出之一相关的变量的模型。根据该上游空气/燃料比传感器的输出和该目标空气/燃料比之一以及该下游空气/燃料比传感器的输出，该识别步骤包括：顺序地识别由指示该下游空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数以及由指示该目标空气/燃料比的值和指示该上游空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数。计算控制输入的步骤包括：计算被提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便以一种调制算法和该受控目标模型为基础，把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提

供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该受控目标最好包括下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气通道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。反映输入到该受控目标的控制输入的值是放置在该内燃机的废气通道中的该催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出，该上游空气/燃料比传感器用于检测尚未经过该催化剂的废气的空气/燃料比。该受控目标模型是具有与指示该下游空气/燃料比传感器的输出相关的变量、和指示该目标空气/燃料比的值和该上游空气/燃料比传感器的输出之一相关的变量的模型。根据该上游空气/燃料比传感器的输出和该目标空气/燃料比之一以及该下游空气/燃料比传感器的输出，该控制程序使得该计算机顺序地识别由指示该下游空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数以及由指示该目标空气/燃料比的值和指示该上游空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数；并且根据一种调制算法和该受控目标模型计算提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，指示该下游空气/燃料比传感器的输出的值最好是作为该下游空气/燃料比传感器的输出的偏移的输出偏移。指示该上游空气/燃料比传感器的输出的值是作为该上游空气/燃料比传感器的输出从预定基准值的偏移的上游输出偏移。指示该目标空气/燃料比的值是作为该目标空气/燃料比从预定基准值的偏移的空气/燃料比偏移。该受控目标模型是具有与该输出偏移相关的变量和与该空气/燃料比偏移以及该上游输出偏移之一相关的变量的模型。该识别装置识别由该输出偏移相乘的模型参数，以及由该空气/燃料比偏移和该上游输出偏移之一相乘的模型参数，使得该参数落入分别的预定限制范围之内。

根据该控制装置的优选实施例，由于受控目标模型具有与该输出偏移相关的变量以及与该空气/燃料比偏移和上游输出偏移之一相关的变量，所以该受控目标模型的动态特性能够被调整到该受控目标的实际动态特性，因为与具有与下游空气/燃料比传感器的输出的绝对值相关的变量以及与该目标空气/燃料比的绝对值和上游空气/燃料比传感器的输出的绝对值之一相关的变量的情况相比较，由于上述阐明的原因，该模型参数能够更精确地针对该受控目标模型而被识别或定义。而且，如上所述，利用一种顺序识别算法，当一个受控目标的输入和输出进入稳定状态时，因为所谓的漂移现象而更可能发生，控制系统变得不定或波动，其中由于缺少自激条件而增加识别模型参数的绝对值。相反，根据该控制装置的此优选实施例，由于以输出偏移相乘的该模型参数和以该空气/燃料比偏移和上游输出偏移之一相乘的该模型参数的识别，使得它们落入分别预定限制范围之内，而有可能通过适当地设置该预定限制范围来避免该漂移现象，以便确保该空气/燃料比例控制的稳定性并且改进该后催化剂废气特性。

在上述控制方法中，指示该下游空气/燃料比传感器的输出的值最好是作为该下游空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的偏移的输出偏移。指示该上游空气/燃料比传感器的输出的值是作为该上游空气/燃料比传感器的输出从预定基准值的偏移的上游输出偏移。指示该目标空气/燃料比传感器的输出的值是作为该目标空气/燃料比传感器的输出从预定基准值的偏移的空气/燃料比偏移。该受控目标模型是具有与该输出偏移相关的变量和与该空气/燃料比偏移以及该上游输出偏移之一相关的变量的模型。该识别步骤包括：识别由该输出偏移相乘的模型参数，以及由该空气/燃料比偏移和该上游输出偏移之一相乘的模型参数，使得该参数落入分别的预定限制范围之内。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，指示该下游空气/燃料比传感器的输出的值最好是作为该下游空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的偏移的输

出偏移。指示该上游空气/燃料比传感器的输出的值是作为该上游空气/燃料比传感器的输出从该预定的基准值的偏移的上游输出偏移。指示该目标空气/燃料比的值是作为该目标空气/燃料比从该预定的基准值的偏移的空气/燃料比偏移。该受控目标模型是具有与该输出偏移相关的变量和与该空气/燃料比偏移以及该上游输出偏移之一相关的变量的模型。该控制程序使得该计算机识别由该输出偏移相乘的模型参数，以及由该空气/燃料比偏移和该上游输出偏移之一相乘的模型参数，使得该参数落入分别的预定限制范围之内。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该输出偏移最好包括该输出偏移的多个时间系列数据。该控制装置还包括用于检测该内燃机的操作条件的操作条件检测装置，该识别装置还包括限制范围设置装置，用于识别分别由该输出偏移的多个时间系列数据相乘的多个模型参数，使得该模型参数的组合落入该预定限制范围之内，并且根据该内燃机的检测的操作条件而设置该预定限制范围。

如上所述，据此类型的识别算法，当多个模型参数被彼此独立地识别，该控制系统可能随着该模型参数的组合而变得不定或波动。另外，随着内燃机的操作条件的改变，通常其稳定限制也变化。例如，在低负载操作条件中，废气量的降低将引起废气的响应延迟、滞后时间等相对于提供的空气/燃料混合物的增加，使得下游空气/燃料比传感器可能产生波动输出。结果是，识别的参数也可能与该下游空气/燃料比传感器的波动输出相关地波动，使得该后催化剂废气特性变得不稳定。相反，根据本控制装置的此优选实施例，由于识别多个模型参数使得该模型参数的组合落入在预定的限制范围之内，并且该预定的限制范围是根据该内燃机的检测的操作条件设置的，所以该控制装置能够避免如上所述的不稳定的后催化剂废气特性，以便进一步改善该后催化剂废气特性并且进一步改进该空气/燃料比例控制的稳定性。

在上述控制方法中，该输出偏移最好包括该输出偏移的多个时间系列

数据。该控制方法还包括检测该内燃机的操作条件的步骤，其中该识别步骤还包括识别分别由该输出偏移的多个时间系列数据相乘的多个模型参数，使得该模型参数的组合落入该预定限制范围之内，并且根据该内燃机的检测的操作条件而设置该预定限制范围。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该输出偏移最好包括该输出偏移的多个时间系列数据。该控制程序进一步使得该计算机检测该内燃机的操作条件；识别分别由该输出偏移的多个时间系列数据相乘的多个模型参数，使得该模型参数的组合落入在该预定的限制范围之内；并且根据该内燃机的检测的操作条件，设置该预定的预定限制范围。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括用于检测该内燃机的操作条件的操作条件检测装置，其中该识别装置还包括加权参数设置装置，根据使用加权参数的加权识别算法来识别该模型参数，以便确定该模型参数的工作情况，并且根据该内燃机的检测的操作条件而设置该加权参数。

如上所述，当内燃机处在低负载操作条件时，废气量的降低将引起对于该下游空气/燃料比传感器的波动输出的敏感性，并且造成不稳定的控制系统。相反，根据该控制装置的此优选实施例，由于该模型参数是根据使用加权参数的加权识别算法识别的，以便确定该模型参数的工作情况，并且该加权参数是根据该内燃机的检测操作条件设置的，所以能够通过把该加权参数正确地设置到稳定在低负载操作条件中的模型参数的工作情况的值而改善该内燃机在低负载操作过程中的后催化剂废气特性。

上述控制方法最好还包括检测内燃机的操作条件的步骤，其中识别步骤还包括根据使用加权识别算法而识别该模型参数的步骤，以便确定该模型参数的工作情况，并且根据该内燃机的检测的操作条件设置该加权参数。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使得该计算机检测该内燃机的操作条件；根据使用加权参数的加权识别算法识别该模型参数，以便确定该模型参数的工作情况；并且根据该内燃机的检测的操作条件而设置该加权参数。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括用于检测该内燃机的操作条件的操作条件检测装置，其中该识别装置还包括滞后时间设置装置，用于根据使用在该上游空气/燃料比传感器的输出和该下游空气/燃料比传感器的输出之间的滞后时间的一种识别算法而识别该模型参数，并且根据该内燃机的检测操作条件而设置该滞后时间。

当在该受控目标模型的输入和输出之间的滞后时间被设置为与输入到该受控目标的实际输入/输出高相关时，与当该滞后时间被设置为低相关于该受控目标的实际输入/输出时相比较，这种类型的控制装置能够增加针对由该受控目标模型的控制输入相乘的模型参数的识别精确度。另外，在内燃机废气系统中的例如滞后时间、响应延迟等的动态特性，包括催化剂，将根据该内燃机的操作条件，即废气量而改变。因此，根据该控制装置的此优选实施例，由于用于识别该模型参数的在上游空气/燃料比传感器的输出和下游空气/燃料比传感器的输出之间的滞后时间是根据该内燃机的检测操作条件设置的，所以该控制装置能够根据该受控目标模型以改进的精确度计算该控制输入，以便更精确地校正该空气/燃料比例控制的控制定时中的滑动。

上述控制方法最好还包括检测该内燃机的操作条件的步骤，其中该识别步骤还包括识别该模型参数的步骤，根据使用在该上游空气/燃料比传感器的输出和该下游空气/燃料比传感器的输出之间的滞后时间的一种识别算法而识别该模型参数，并且根据该内燃机的检测操作条件而设置该滞后时间。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机检测内燃机的操作条件；根据使用在该上游空气/燃料比传感器的输出和该下游空气/燃料比传感器的输出之间的滞后时间的识别算法而识别该模型参数；并且根据该内燃机的检测的操作条件而设置该滞后时间。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括用于检测内燃机的操作条件的操作条件检测装置，其中该空气/燃料比计算装置包括预测时间计算装置，用于根据该检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；预测值计算装置，以用于该控制目标模型的预测算法为基础，根据该计算的预测时间计算指示该目标空气/燃料比的值的预测值；以及目标空气/燃料比计算装置，用于基于一种调制算法，根据计算的预测值来计算该目标空气/燃料比。

根据该控制装置的此优选实施例，根据检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，根据计算的预测时间计算指示该目标空气/燃料比的值的预测值，以及根据该计算的预测值计算该目标空气/燃料比，以便能够计算该目标空气/燃料比，同时反映在该受控目标的输入和输出之间的响应延迟和滞后时间，即该下游空气/燃料比传感器的输出相对于提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的反应延迟和滞后时间，从而使得有可能更可靠地消除该空气/燃料比例控制的控制时间的滑动。

上述控制方法最好还包括检测内燃机的操作条件的步骤，其中计算目标空气/燃料比的步骤包括根据检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；基于

用于该受控目标模型的预测算法，根据该计算的预测时间计算指示该目标空气/燃料比的值的预测值；并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值而计算该目标空气/燃料比。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，控制程序最好进一步使计算机检测内燃机的操作条件；根据检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；基于用于该受控目标模型的预测算法，根据计算的预测时间计算指示该目标空气/燃料比的值的预测值；并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值而计算该目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述的控制装置最好还包括相乘装置，用于由一个校正系数相乘该预测值；以及校正系数设置装置，用于当该预测值等于或大于一个预定值时，把该校正系数设置为比当该预测值小于该预定值时的校正系数更小的值，其中该空气/燃料比计算装置基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

根据该控制装置的优选实施例，根据由该校正系数相乘的该输出偏移的预测值计算该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比，并且当该输出偏移的预测值等于或大于一个预定值时，该校正系数被设置为比当该输出偏移的预测值小于该预定值时的校正系数小的值，以便能够根据相对于该预定值的该输出偏移的预测值的级，以不同的速率会聚该下游空气/燃料比传感器的输出。因此，由于该输出偏移的预测值等于或大于零，即当该预定值被设置例如为零时，为了把目标空气/燃料比改变为较低值，校正系数的设置将使下游空气/燃料比传感器的输出以较低速率会聚，该较低速率比当该目标空气/燃料比被改变为较高时的速率要低，从而通过低偏置来提供抑制废气NO_x的总量的效应。另一方面，当该目标空

气/燃料比被改变为较浓时，该校正系数的设置要使得该下游空气/燃料比传感器的输出以较高的速率会聚，该较高的速率比当该目标空气/燃料比被改变为更淡时的速率要高，从而使得有可能充分地恢复该催化剂的NO_x净化速率。

上述的控制方法最好还包括由一个校正系数相乘该预测值的步骤；以及当该预测值等于或大于一个预定值时，把该校正系数设置为比当该预测值小于该预定值时的校正系数更小的值，其中该计算空气/燃料比的步骤包括基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机叫该校正系数与该预测值相乘；当该预测值等于或大于一个预定值时，把该校正系数设置为比当该预测值小于该预定值时的校正系数更小的值，以及基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括用于检测内燃机的操作条件的操作条件检测装置，其中该空气/燃料比计算装置还包括中间值计算装置，用于基于该受控目标模型和一种调制算法，根据该输出偏移的预测值而计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比的中间值；增益设置装置，用于根据该内燃机的检测的操作条件而设置增益；以及目标空气/燃料比计算装置，用于以由该设置的增益相乘的计算的中间值为基础，计算该目标空气/燃料比。

通常，在这种类型内燃机中，该受控目标的输入和输出之间的增益特性，即该目标空气/燃料比和下游空气/燃料比传感器的输出之间的增益特性将响应操作条件中的改变，即内燃机废气量的改变而变化。因此，根据该控制装置的此优选实施例，由于该目标空气/燃料比是以根据该内

燃机的操作条件设置的预定增益相乘的中间值为基础计算的，该目标空气/燃料比能够被计算以反映与操作条件中的变化，即内燃机废气量中的变化相关的例如滞后时间、响应延迟的动态特性中的变化。因此有可能保证该空气/燃料比例控制的稳定性，抑制空气/燃料比中的不必要的波动，以便保持催化剂的满意净化废气，并且避免由于该空气/燃料比中的波动，例如高负载操作中的波动引起的冲击。

上述控制方法最好还包括检测内燃机的操作条件的步骤，其中该空气/燃料比计算装置的计算步骤还包括计算中间值的步骤，用于基于该受控目标模型和一种调制算法，计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；根据检测的内燃机的操作条件而设置增益；并且以由该设置的增益相乘的计算的中间值为基础，计算该目标空气/燃料比。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机检测内燃机的操作条件；基于该受控目标模型和一种调制算法，计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；根据检测的内燃机的操作条件而设置增益；并且以由该设置的增益相乘的计算的中间值为基础，计算该目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该受控目标最好包括一个下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测已经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。该受控目标模型是具有与指示该空气/燃料比传感器的输出相关的变量、和指示该目标空气/燃料比的值相关的变量的模型。根据该空气/燃料比传感器的输出和该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，该识别装置顺序地识别由指示该空气/燃料比传感器

的输出的值相乘的模型参数，以及由指示该目标空气/燃料比的值相乘的模型参数。该控制输入计算装置包括空气/燃料比计算装置，用于计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比，以便根据一种调制算法和该受控目标模型把该空气/燃料比传感器的输出会聚到一个预定的目标值。

根据该控制装置的此优选实施例，根据该目标空气/燃料比和该空气/燃料比传感器的输出，顺序地识别该受控目标模型的模型参数，即以实时识别该受控目标模型的模型参数，并且根据该受控目标模型、以此方式识别的模型参数和一种调制算法，计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。因此，即使该催化剂和空气/燃料比传感器的特性由于环境改变而改变或已经老化，该空气/燃料比传感器的输出也能够会聚到该预定的目标值，同时避免该变化和该特性的老化改变的影响。结果是，该控制装置能够正确地校正由废气的响应延迟、滞后时间等引起的相对于提供到该内燃机的空气/燃料混合物的空气/燃料比例控制的控制定时的滑动，从而使得有可能改进该后催化剂废气特性。另外，因为仅需要单一的空气/燃料比传感器，所以该控制装置能够以很低的成本实现。

在上述控制方法中，该受控目标最好包括一个下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测已经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。该受控目标模型是具有与指示该空气/燃料比传感器的输出相关的变量、和指示该目标空气/燃料比的值相关的变量的模型。该识别步骤包括根据该空气/燃料比传感器的输出和该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，顺序地识别由指示该空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数，以及由指示该目标空气/燃料比的值相乘的模型参数。计算控制输入的步骤包括：基于一种调制算法和该受控目标模型，计算被提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该受控目标最好包括放置在内燃机废气管中的催化剂下游位置的空气/燃料比传感器，用于检测已经通过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。该受控目标模型是具有与指示该空气/燃料比传感器的输出相关的变量、和指示该目标空气/燃料比的值相关的变量的模型。根据该空气/燃料比传感器的输出和该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，该控制程序使得该计算机顺序地识别由指示该空气/燃料比传感器的输出的值相乘的模型参数，以及由指示该目标空气/燃料比的值相乘的模型参数；并且根据一种调制算法和该受控目标模型计算提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，指示该空气/燃料比传感器的输出的值最好是作为该空气/燃料比传感器从预定目标值的偏移的输出偏移。指示该目标空气/燃料比的值是作为目标空气/燃料比从预定基准值的偏移的空气/燃料比偏移。该受控目标模型是具有与该输出偏移和该空气/燃料比偏移相关的变量的模型。该识别装置识别由该输出偏移相乘的模型参数，以及由该空气/燃料比偏移相乘的模型参数，使得该模型参数落入分别的预定限制范围之内。

根据该控制装置的此优选实施例，由于受控目标模型具有与该输出偏移相关的变量以及与该空气/燃料比偏移相关的变量，所以该受控目标模型的动态特性能够被调整到该受控目标的实际动态特性，因为和具有与空气/燃料比传感器的输出的绝对值相关的变量以及与该目标空气/燃料比的绝对值相关的变量的情况相比较，由于上述阐明的原因，该模型参数能够更精确地针对该受控目标模型而被识别或定义。而且，如上所述，

利用一个顺序识别算法，当一个受控目标的输入和输出进入稳定状态时，因为更可能发生所谓的漂移现象，使得控制系统可能变得不稳定或波动，其中由于缺少自激条件而增加识别模型参数的绝对值。相反，根据该控制装置的此优选实施例，由于以输出偏移相乘的该模型参数和以该空气/燃料比偏移相乘的该模型参数被识别，使得它们落入分别预定的限制范围之内，而有可能通过适当地设置该预定限制范围来避免该漂移现象，以便确保该空气/燃料比例控制的稳定性并且改进该后催化剂废气特性。

在上述控制方法中，指示该空气/燃料比传感器的输出的值是作为空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的偏移的输出偏移。指示该目标空气/燃料比的值是作为目标空气/燃料比从预定基准值的偏移的目标空气/燃料比偏移。该受控目标模型是具有与该输出偏移和该空气/燃料比偏移相关的变量的模型。该识别步骤包括识别由该输出偏移相乘的模型参数，以及由该空气/燃料比偏移相乘的模型参数，使得该模型参数落入分别的预定限制范围之内。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，指示该空气/燃料比传感器的输出的值是作为空气/燃料比传感器的输出从预定目标值的偏移的输出偏移。指示该目标空气/燃料比的值是作为目标空气/燃料比从预定基准值的偏移的空气/燃料比偏移。该受控目标模型是具有与该输出偏移和该空气/燃料比偏移相关的变量的模型。控制程序使计算机识别由该输出偏移相乘的模型参数以及由该空气/燃料比偏移相乘的模型参数，以使该模型参数落入在分别的预定限制范围之内。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该输出偏移最好包括该输出偏移的多个时间系列数据。该控制装置还包括用于检测内燃机的操作条件的操作条件检测装置。该识别装置还包括限制范围设置装置，用于识别分别由该输出偏移的多个时间系列数据相乘的多个模型参数，使得该模型参数的组合落入

该预定限制范围之内，并且根据该内燃机的检测的操作条件而设置该预定限制范围。

根据本控制装置的此优选实施例，由于识别多个模型参数使得该模型参数的组合落入在预定的限制范围之内，并且该预定的限制范围是根据检测的内燃机的操作条件设置的，所以该控制系统能够如上所述地避免不稳定的后催化剂废气特性，以便进一步改善该后催化剂废气特性，并且进一步改进该空气/燃料比例控制的稳定性。

在上述控制方法中，该输出偏移最好包括该输出偏移的多个时间系列数据。该控制方法还包括检测内燃机的操作条件的步骤。该识别步骤还包括识别分别由该输出偏移的多个时间系列数据相乘的多个模型参数的步骤，使得该模型参数的组合落入该预定限制范围之内，并且根据该内燃机的检测的操作条件而设置该预定限制范围。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该输出偏移最好包括该输出偏移的多个时间系列数据。该控制程序进一步使计算机检测内燃机的操作条件；识别分别由该输出偏移的多个时间系列数据相乘的多个模型参数，使得该模型参数的组合落入在该预定的限制范围之内；并且根据该内燃机的检测的操作条件，设置该预定的预定限制范围。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括用于检测内燃机的操作条件的操作条件检测装置，其中该识别装置还包括加权参数设置装置，根据使用用于确定该模型参数的工作情况的加权参数的加权识别算法来识别该模型参数，并且根据该内燃机的检测的操作条件而设置该加权参数。

根据该控制装置的此优选实施例，由于该模型参数是根据使用用于确定模型参数的工作情况的加权参数的加权识别算法识别的，并且该加权参数是根据该内燃机的检测操作条件设置的，所以能够通过把该加权参数正确地设置到稳定在低负载操作条件中的模型参数的工作情况的值而

改善该内燃机在低负载操作过程中的后催化剂废气特性。

上述控制方法最好还包括检测内燃机的操作条件的步骤，其中该识别步骤还包括根据使用用于确定该模型参数的工作情况的加权参数的加权识别算法而识别该模型参数的步骤，并且根据该内燃机的检测的操作条件设置该加权参数。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机检测内燃机的操作条件；根据使用加权参数的加权识别算法识别该模型参数，以便确定该模型参数的工作情况；并且根据该内燃机的检测的操作条件而设置该加权参数。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括用于检测内燃机的操作条件的操作条件检测装置，其中该空气/燃料比计算装置包括预测时间计算装置，用于根据检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；预测值计算装置，基于用于该控制目标模型的预测算法，根据该计算的预测时间计算指示该目标空气/燃料比的值的预测值；以及目标空气/燃料比计算装置，用于基于一种调制算法，根据该计算的预测值计算该目标空气/燃料比。

根据该控制装置的此优选实施例，根据检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，根据该计算的预测时间计算指示该目标空气/燃料比的值的预测值，以及根据该计算的预测值计算该目标空气/燃料比，以便能够计算该目标空气/燃料比，同时反映在该受控目标的输入和输出之间的响应延迟和滞后时间，即该下游空气/燃料比传感器的输出相对于提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的反应延迟和滞后时间，从而使得有可能更可靠地

消除该空气/燃料比例控制的控制时间的滑动。

上述控制方法最好还包括检测内燃机的操作条件的步骤，其中计算该目标空气/燃料比的步骤包括根据检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；以用于该控制目标模型的预测算法为基础，根据该计算的预测时间计算指示该目标空气/燃料比的值的预测值；并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值而计算该目标空气/燃料比。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机检测内燃机的操作条件；根据检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；基于用于该控制目标模型的预测算法，根据该计算的预测时间计算指示该目标空气/燃料比的值的预测值；并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值而计算该目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述的控制装置最好还包括相乘装置，用于由一个校正系数相乘该预测值；以及校正系数设置装置，当该预测值等于或大于一个预定值时，用于把该校正系数设置为比当该预测值小于该预定值时的校正系数更小的值，其中该空气/燃料比计算装置基于一种调制算法基础，根据由该校正系数相乘的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

根据该控制装置的优选实施例，根据由该校正系数相乘的该输出偏移的预测值计算该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比，并且当该输出偏移的预测值等于或大于一个预定值时，该校正系数被设置为比当该输出偏移的预测值小于该预定值时的校正系数小的值，以便能够根据相对于该预定值的该输出偏移的预测值的级，以不同的速率会聚该下游空气/

燃料比传感器的输出。因此，由于该输出偏移的预测值等于或大于零，即当该预定值被设置例如为零时，为了把该目标空气/燃料比改变为较淡值，该校正系数的设置将要使得该下游空气/燃料比传感器的输出以较低速率会聚，该较低速率比当该目标空气/燃料比被改变为较浓时的速率要低，从而通过一个低偏置来提供抑制废气NO_x的总量的效应。另一方面，当该目标空气/燃料比被改变为较浓时，该校正系数的设置要使得该下游空气/燃料比传感器的输出以较高的速率会聚，该较高的速率比当该目标空气/燃料比被改变为更淡时的速率要高，从而使得有可能充分地恢复该催化剂的NO_x净化速率。

上述的控制方法最好还包括由一个校正系数相乘该预测值的步骤；以及当该预测值等于或大于一个预定值时，把该校正系数设置为比当该预测值小于该预定值时的校正系数更小的值，其中该计算空气/燃料比的步骤包括基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机由一个校正系数相乘该预测值；以及当该预测值等于或大于一个预定值时，把该校正系数设置为比当该预测值小于该预定值时的校正系数更小的值；基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括用于检测内燃机的操作条件的操作条件检测装置，其中该空气/燃料比计算装置还包括中间值计算装置，用于基于受控目标模型和一种调制算法，计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；增益设置装置，用于根据该内燃机的检测的操作条件而设置增益；以及目标空气/燃料比计算装置，用于基于由该设置的增益相乘的计算的中间值，计算该目标空气/燃料比。

根据该控制装置的此优选实施例，由于该目标空气/燃料比是以根据该内燃机的操作条件设置的预定增益相乘的中间值为基础计算的，所以该目标空气/燃料比能够被计算以反映该动态特性中的变化，例如与操作条件中的变化、即内燃机废气量中的变化相关的例如滞后时间、响应延迟的动态特性中的变化。因此有可能保证该空气/燃料比例控制的稳定性，抑制空气/燃料比中的不必要的波动，以便保持催化剂的满意净化废气，并且避免由于该空气/燃料比中的波动，例如高负载操作中的波动引起的冲击。

上述控制方法最好还包括检测内燃机的操作条件的步骤，其中该空气/燃料比计算装置的计算步骤还包括计算中间值的步骤，用于基于受控目标模型和一种调制算法，计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；根据该内燃机的检测的操作条件而设置增益；并且基于由该设置的增益相乘的计算的中间值，计算该目标空气/燃料比。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机检测内燃机的操作条件；基于该受控目标模型和一种调制算法，计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；根据该内燃机的检测的操作条件而设置增益；并且以由该设置的增益相乘的计算的中间值为基础，计算该目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述的控制装置最好还包括参数检测装置，用于检测指示该受控目标的动态特性中的改变的动态特性参数；以及模型参数设置装置，用于根据检测的动态特性参数来设置该受控目标模型的模型参数。

根据该控制装置的此优选实施例，该参数检测装置检测指示该受控目标的动态特性中的改变的动态特性参数，并且该模型参数设置装置根据检测的动态特性参数来设置该受控目标模型的模型参数，以使控制装置

能够迅速地把受控目标模型的动态特性配合到该受控目标的实际动态特性。结果是，该控制装置能够快速和正确地校正由例如响应延迟、滞后时间等受控目标的动态特性引起的在该受控目标的输入和输出之间的控制定时中的滑动，以便改进该控制的稳定性和可控性。

上述的控制方法最好还包括检测指示该受控目标的动态特性中的变化的动态特性参数的步骤；并且根据检测的动态特性参数来设置该受控目标模型的模型参数。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使得该计算机检测指示该受控目标的动态特性中的变化的动态特性参数；并且根据该检测的动态特性参数来设置该受控目标模型的模型参数。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该控制输入计算装置最好根据采用受控目标模型的预测算法计算指示该受控目标的输出的值的预测值，并且基于一种调制算法，根据该计算预测值计算该控制输入。

根据该控制装置的此优选实施例，根据采用该受控目标模型的该预测算法计算指示该受控目标的输出的值的预测值，并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值计算该控制输入。在此过程中，因为通过使用由上述的识别装置识别的该模型参数能够把该受控目标模型的动态特性调整到该受控目标的实际动态特性，所以，通过根据采用上述受控目标模型的预测算法计算该预测值，能够把该预测值计算为反映该受控模型的实际动态特性的值。结果是，控制装置能够更正确地校正在该受控目标的控制输入和输出之间的控制时间中的滑动，以便进一步提高该控制的稳定性和可控性。

在上述控制方法中，计算控制输入的步骤最好包括根据采用该受控目标模型的预测算法而计算指示该受控目标的输出的值的预测值的步骤；并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值而计算该控制输入。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使计算机根据采用该受控目标模型的预测算法计算指示该受控目标的输出的值的预测值；并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值而计算该控制输入。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述控制装置中，控制输入计算装置最好根据该受控目标的动态特性参数计算从该控制输入被输入到该受控目标到该控制输入被反映到该受控目标的输出的预测时间，并且基于该预测算法，根据该计算的预测时间而计算该预测值。

根据该控制装置的此优选实施例，根据该受控目标的动态特性而计算从该控制输入被输入到该受控目标之时到该控制输入被反映到该受控目标的输出之时的预测时间，并且根据该计算的预测时间而计算该预测值，以便通过利用以此方式计算的预测值计算该控制输入而能够无误地消除可能由该受控目标的响应延迟、滞后时间等原因引起的在该受控目标的输入/输出之间的控制定时的滑动，从而使得有可能进一步改进该可控性。

在上述控制方法中，该计算控制输入的步骤最好包括计算预测时间的步骤，根据该受控目标的动态特性参数计算从该控制输入被输入到该受控目标之时到该控制输入被反映到该受控目标的输出之时的预测时间；并且基于该预测算法，根据该计算的预测时间来计算该预测值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使计算机计算预测时间，根据该受控目标的动态特性参数计算从该控制输入被输入到该受控目标之时到该控制输入被反映到该受控目标的输出之时的预测时间；并且基于该预测算法，根据该计算的预测时间来计算该预测值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实

施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该控制输入计算装置最好根据受控目标模型和一种调制算法计算中间值，并且根据由一个预定增益相乘的该计算的中间值计算该控制输入。

根据该控制装置的此优选实施例，根据基于由一个预定增益相乘的一种调制算法而计算中间值来计算该控制输入，以便通过把该预定增益设置到一个正确的值而能够保证满意的可控性。

在上述控制方法中，计算控制输入的步骤最好包括根据该受控目标模型和一种调制算法计算中间值的步骤；以及根据由一个预定增益相乘的该计算的中间值计算该控制输入。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使计算机基于该受控目标模型和一种调制算法来计算中间值；以及根据由一个预定增益相乘的该计算的中间值计算该控制输入。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括增益参数检测装置，用于检测指示该受控目标的增益特性的增益参数；以及增益设置装置，用于根据该检测的增益参数设置该预定的增益。

根据该控制装置的此优选实施例，由于使用在该控制输入的计算中的预定增益是根据该受控目标的增益特性设置的，所以该控制输入能够被计算作为具有根据该受控目标的增益特性的正确能量的值，从而使得有可能避免过增益条件等，以便确保一个满意的可控性。

上述的控制方法最好还包括检测指示该受控目标的增益特性的增益参数的步骤；以及根据该检测的增益参数设置该预定增益的步骤。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机检测指示

该受控目标的增益特性的增益参数；以及根据该检测的增益参数设置该预定的增益。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该控制输入计算装置最好基于一种调制算法，根据该预测值计算第二中间值，以及通过把一个预定值加到该计算的第二中间值而计算该控制输入。

根据该控制装置的此优选实施例，通过把该预定值加到根据该一种调制算法计算的该第二中间值，该控制输入计算装置计算该控制输入，以使该控制输入计算装置能够计算该控制输入不仅作为以零为中心的正负反相的值，而且作为在一个预定值附近重复预定的增加和减小的值，从而使得有可能改进控制的自由度。

在上述控制方法中，计算控制输入的步骤最好包括基于一种调制算法而根据该预测值来计算第二中间值的步骤；以及通过把一个预定值加到该计算的第二中间值计算该控制输入的步骤。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使计算机基于一种调制算法而根据该预测值来计算第二中间值；以及通过把一个预定值加到该计算的第二中间值来计算该控制输入。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该受控目标模型最好具有与该控制输入从一个预定的基准值的偏移和反映输入到该受控目标的控制输入的值从预定的基准值的偏移至少之一相关的变量，以及与该受控目标的输出从一个预定目标值的偏移相关的变量。

根据该控制装置的此优选实施例，由于该受控目标模型具有与该控制输入从该预定的基准值偏移和反映输入到该受控目标的控制输入的值从该预定基准值偏移的至少之一相关的变量，以及与该受控目标的输出从

该预定目标值偏移相关的变量，所以与具有与反映控制输入和 / 或控制输出的值的绝对值相关的变量和与该受控目标的输出的绝对值相关的变量的受控目标模型相比较，该受控目标模型的动态特性更能够接近适合该受控目标的实际动态特性。因此有可能通过根据如上所述的受控目标模型而计算该控制输入来更可靠地保证该控制确保的稳定性。

在上述控制方法中，该受控目标模型最好具有与该控制输入从一个预定基准值的偏移和反映输入到该受控目标的控制输入的值从预定的基准值的偏移至少之一相关的变量，以及与该受控目标的输出从一个预定目标值的偏移相关的变量。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该受控目标模型最好具有与该控制输入从一个预定的基准值的偏移和反映输入到该受控目标的控制输入的值从预定的基准值的偏移至少之一相关的变量，以及与该受控目标的输出从一个预定目标值的偏移相关的变量。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该受控目标最好包括下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气通道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。该受控目标模型是表示在该下游空气/燃料比传感器的输出和目标空气/燃料比之间的关系的模型。该参数检测装置还包括用于检测内燃机的操作条件的操作条件检测装置。该模型参数设置装置根据被检测的内燃机的操作条件设置受控目标模型的模型参数。控制装置还包括放置在该内燃机废气通道中的催化剂上游位置的上游空气/燃料比传感器。控制输入计算装置包括预测值计算装置，基于应用该受控目标模型的该预测算法，用于根据该下游空气/燃料比传感器的输出、该上游空气/燃料比传感器的输出和该空气/燃料混合物的目标空

气/燃料比来计算指示该下游空气/燃料比传感器的输出的值的预测值；以及空气/燃料比计算装置，用于计算提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便基于一种调制算法而根据一个输出偏移的计算预测值，把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到一个预定的目标值。

根据该控制装置的此优选实施例，由于该模型参数是根据内燃机的检测的操作条件设置的，所以即使当该内燃机的操作条件突然改变时，也能够迅速地计算该模型参数，同时精确地反映提供到该催化剂的废气。另外，由于是根据该受控目标模型、以此方式计算的模型参数以及一种调制算法来计算提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，所以下游空气/燃料比传感器的输出能够被迅速地会聚到该预定目标值。而且，由于该预测值是根据放置在该催化剂的上游位置的该上游空气/燃料比传感器的输出计算的，所以实际提供到该催化剂的废气的空气/燃料比将更正确地反映该预测值，具有对于计算该预测值的精确度的相应的改善。结果是，该控制装置能够迅速和正确地校正由废气的响应延迟、滞后时间等引起的相对于提供到该内燃机的空气/燃料混合物的空气/燃料比例控制的控制定时的滑动，从而改进该空气/燃料比例控制的稳定性以及该后催化剂废气特性。

在上述控制方法中，该受控目标最好包括下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气管道中的催化剂的下游位置，用于检测经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。该受控目标模型是表示在该下游空气/燃料比传感器的输出和目标空气/燃料比之间的关系的模型。检测参数的步骤包括检测该内燃机的操作条件的步骤。该模型参数设置步骤包括根据该内燃机的被检测的操作条件设置该受控目标模型的模型参数的步骤。计算控制输入的步骤包括：基于应用该受控目标模型的预测算法，根据该下游空气/燃料比传感器的输出、放置在该内燃机的废气通道中的催化剂的上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出和该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比计算指示该下游空气/燃料比传感器的输出的值的预测值

的步骤。并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值而计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该受控目标最好包括下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气管道中的催化剂的下游位置，用于检测已经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。该受控目标模型是表示在该下游空气/燃料比传感器的输出和目标空气/燃料比之间的关系的模型。该控制程序使计算机检测内燃机的操作条件；根据被检测的内燃机的操作条件设置该受控目标模型的模型参数；基于应用该受控目标模型的预测算法，根据该下游空气/燃料比传感器的输出、放置在该内燃机的废气通道中的催化剂的上游位置的上游空气/燃料比传感器的输出和该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比计算指示该下游空气/燃料比传感器的输出的值的预测值。并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值而计算提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该预测值计算装置最好根据内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物以该目标空气/燃料比被提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且进一步根据该计算的预测时间来计算该预测值。

根据该控制装置的此优选实施例，根据该内燃机的检测的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且进一步根据该计算的预测时间而计算该输出偏移的预测值，

使得控制装置通过利用该以此方式计算该预测值计算该控制输入而能够无误地消除由该受控目标的动态特性引起的在该受控目标的输入和输出之间的控制定时中的滑动，从而使得有可能进一步改善该后催化剂废气特性。另外，由于能够迅速地计算该模型参数，所以该控制装置能够迅速地确保满意的后催化剂废气特性。

在该上述控制方法中，计算预测值的步骤最好包括：根据内燃机的操作条件，计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；并且进一步根据该计算的预测时间而计算该预测值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使计算机根据内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；并且进一步根据该计算的预测时间来计算该预测值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述控制装置中，空气/燃料比计算装置最好包括中间值计算装置，用于基于受控目标模型和一种调制算法，根据计算的预测值而计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；增益设置装置，用于根据该内燃机的操作条件而设置增益；以及目标空气/燃料比计算装置，基于由该设置增益相乘的该计算的中间值，用于计算提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到一个预定的目标值。

根据本控制装置的此优选实施例，由于该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比是基于一种调制算法、根据该增益相乘的该中间值计算的，并且该增益是根据一个操作条件设置的，所以该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比能够被计算作为正确地反映操作条件中的变化的值，从而使得

有可能进一步改善该后催化剂废气特性。另外，由于能够迅速地计算该模型参数，所以该控制装置能够迅速地确保满意的后催化剂废气特性。

在该上述控制方法中，计算该空气/燃料比的步骤最好包括中间值计算步骤，基于受控目标模型和一种调制算法，根据该计算的预测值而计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；根据该内燃机的检测的操作条件而设置一个增益；并且基于由该设置增益相乘的该计算的中间值，计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到一个预定的目标值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述发动机控制单元中，该控制程序最好使计算机基于一种调制算法，根据该计算的预测值而计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；根据内燃机的操作条件而设置增益；并且以由该设置增益相乘的该计算的中间值为基础，计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到一个预定的目标值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述的控制装置最好还包括相乘装置，用于由一个校正系数相乘该预测值；以及校正系数设置装置，当该预测值等于或大于一个预定值时，用于把该校正系数设置为比当该预测值小于该预定值时的校正系数更小的值，其中该空气/燃料比计算装置基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

根据该控制装置的优选实施例，根据由该校正系数相乘的该输出偏移的预测值计算该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比，并且当该输出偏移的预测值等于或大于一个预定值时，该校正系数被设置为比当该输出偏移的预测值小于该预定值时的校正系数小的值，以便能够根据相对于该预定值的该输出偏移的预测值的级，以不同的速率会聚该下游空气/

燃料比传感器的输出。因此，由于该输出偏移的预测值等于或大于零，即当该预定值被设置例如为零时，为了把该目标空气/燃料比改变为较淡值，该校正系数的设置将要使得该下游空气/燃料比传感器的输出以较低速率会聚，该较低速率比当该目标空气/燃料比被改变为较浓时的速率要低，从而通过一个低偏置来提供抑制废气NO_x的总量的效应。另一方面，当该目标空气/燃料比被改变为较浓时，该校正系数的设置要使得该下游空气/燃料比传感器的输出以一个较高的速率会聚，该较高的速率比当该目标空气/燃料比被改变为更淡时的速率要高，从而使得有可能充分地恢复该催化剂的NO_x净化速率。另外，由于能够迅速地计算该模型参数，所以该控制装置能够迅速地确保满意的后催化剂废气特性。

上述控制方法最好还包括由一个校正系数相乘该预测值的步骤；并且当该预测值等于或大于一个预定值时，把该校正系数设置为比当该预测值小于该预定值时的校正系数更小的值，其中 计算该目标空气/燃料比的步骤包括，基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机以一个校正系数相乘该预测值；当该预测值等于或大于一个预定值时，把该校正系数设置为比当该预测值小于该预定值时的校正系数更小的值，并且基于一种调制算法为基础，根据由该校正系数相乘的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该受控目标最好包括下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测具有经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。该受控目标模型是表示在该下游空气/燃

料比传感器的输出和目标空气/燃料比之间的关系的模型。参数检测装置还包括用于检测内燃机的操作条件的操作条件检测装置。该模型参数设置装置根据被检测的内燃机的操作条件设置受控目标模型的模型参数。该控制输入计算装置包括空气/燃料比计算装置，用于计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比，以便根据一种调制算法和该受控目标模型把该空气/燃料比传感器的输出会聚到一个预定的目标值。

根据该控制装置的此优选实施例，由于该模型参数是根据该内燃机的检测的操作条件设置的，所以即使当该内燃机的操作条件突然改变时，也能够迅速地计算该模型参数，同时精确地反映提供到该催化剂的废气。另外，由于是根据该受控目标模型、以此方式计算的模型参数以及一种调制算法来计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，所以该下游空气/燃料比传感器的输出能够被迅速地会聚到该预定目标值。结果是，该控制装置能够迅速和正确地校正由废气的响应延迟、滞后时间等引起的相对于提供到该内燃机的空气/燃料混合物的空气/燃料比例控制的控制定时的滑动，从而改进该空气/燃料比例控制的稳定性以及该后催化剂废气特性。而且，因为仅需要单一的空气/燃料比传感器，所以该控制装置能够以很低的成本实现。

在上述控制方法中，该受控目标最好包括下游空气/燃料比传感器，放置在内燃机的废气管中的催化剂的下游位置，用于检测具有经过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且受控目标的输出是下游空气/燃料比传感器的输出。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。该受控目标模型是表示在该空气/燃料比传感器的输出和目标空气/燃料比之间关系的模型。检测参数的步骤包括检测该内燃机的操作条件的步骤。该模型参数设置步骤包括根据被检测的内燃机的操作条件设置该受控目标模型的模型参数的步骤。计算控制输入的步骤包括：基于一种调制算法和该受控目标模型为基础，计算被提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把该下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该受控目标最好包括放置在内燃机废气管中的催化剂下游位置的空气/燃料比传感器，用于检测已经通过该催化剂的废气的空气/燃料比，并且该受控目标的输出是该下游空气/燃料比传感器的输出。对该受控目标的控制输入是提供到该内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。该受控目标模型是表示在该空气/燃料比传感器的输出和目标空气/燃料比之间关系的模型。该控制程序进一步使计算机检测一个参数，包括检测内燃机的操作条件；根据该检测的内燃机的操作条件设置该受控目标模型的模型参数；并且根据一种调制算法和该受控目标模型计算提供到内燃机的空气/燃料混合物的目标空气/燃料比，以便把下游空气/燃料比传感器的输出会聚到预定的目标值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该空气/燃料比计算装置最好包括预测值计算装置，基于应用该受控目标模型的一个预测算法，根据该空气/燃料比传感器的输出和该目标空气/燃料比来计算指示该空气/燃料比传感器的输出的值的一个预测值；并且该空气/燃料比计算装置基于一种调制算法，根据该计算的预测值，用于计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

根据该控制装置的此优选实施例，根据检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且进一步根据该计算的预测时间而计算该输出偏移的预测值，使得该控制装置通过利用该以此方式计算该预测值计算该控制输入而能够无误地消除由该受控目标的动态特性引起的在该受控目标的输入和输出之间的控制定时中的滑动，从而使得有可能进一步改善该后催化剂废气特性。另外，由于能够迅速地计算该模型参数，所以该控制装置能够迅速地确保满意的后催化剂废气特性。

在上述控制方法中，计算该目标空气/燃料比的步骤最好包括计算预测值的步骤，基于应用该受控目标模型的一种预测算法，根据该空气/燃料比传感器的输出和该目标空气/燃料比来计算指示该空气/燃料比传感器的输出的值的一个预测值；并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值来计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使计算机计算预测值，基于应用该受控目标模型的一个预测算法，根据该空气/燃料比传感器的输出和该目标空气/燃料比来计算指示该空气/燃料比传感器的输出的值的预测值；并且基于一种调制算法，根据该计算的预测值计算提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述控制装置中，该预测值计算装置最好根据该内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物以该目标空气/燃料比被提供到内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且进一步根据该计算的预测时间计算指示该空气/燃料比传感器的输出的值的预测值。

根据本控制装置的此优选实施例，由于该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比是基于一种调制算法、根据该增益相乘的该中间值计算的，并且该增益是根据操作条件设置的，所以该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比能够被计算作为正确地反映操作条件中的变化的值，从而使得有可能进一步改善该后催化剂废气特性。另外，由于能够迅速地计算该模型参数，所以该控制装置能够迅速地确保满意的后催化剂废气特性。

在该上述控制方法中，计算预测值的步骤最好包括：根据该内燃机的操作条件，计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；并且进一步根据该计算的预测时间计算指示该空气/燃

料比传感器的输出的值的预测值。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好使计算机根据该内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间；并且进一步根据该计算的预测时间计算指示该空气/燃料比传感器的输出的值的预测值。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述控制装置中，该目标空气/燃料比计算装置最好包括中间值计算装置，用于基于该受控目标模型和一种调制算法，根据该计算的预测值而计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；增益设置装置，用于根据该内燃机的操作条件而设置的增益；以及目标空气/燃料比确定装置，用于根据由该设置增益相乘的该计算的中间值而确定提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

根据该控制装置的此优选实施例，根据检测的内燃机的操作条件计算从该空气/燃料混合物被以该目标空气/燃料比提供到该内燃机之时到该目标空气/燃料比被反映到该下游空气/燃料比传感器的输出之时的预测时间，并且进一步根据该计算的预测时间而计算该输出偏移的预测值，使得该控制装置通过利用该以此方式计算该预测值计算该控制输入而能够无误地消除由该受控目标的动态特性引起的在该受控目标的输入和输出之间的控制定时中的滑动，从而使得有可能进一步改善该后催化剂废气特性。另外，由于能够迅速地计算该模型参数，所以该控制装置能够迅速地确保满意的后催化剂废气特性。

在该上述控制方法中，计算该目标空气/燃料比的步骤最好包括中间值计算步骤，基于一种调制算法，根据该预测值而计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；根据该内燃机的操

作条件而设置增益；并且根据由该设置的增益相乘的该计算的中间值确定提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在该上述发动机控制单元中，该控制程序最好使计算机基于一种调制算法，根据该预测值而计算提供到该内燃机的空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比的中间值；根据该内燃机的操作条件而设置增益；并且根据由该设置的增益相乘的该计算的中间值确定提供到该内燃机的该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

上述控制装置最好还包括相乘装置，用于由一个校正系数相乘该预测值；以及校正系数设置装置，当该预测值等于或大于一个预定值时，用于把该校正系数设置为比当该预测值小于该预定值时的一个校正系数更小的值，其中该空气/燃料比计算装置基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

根据该控制装置的优选实施例，根据由该校正系数相乘的该输出偏移的预测值计算该空气/燃料混合物的该目标空气/燃料比，并且当该输出偏移的预测值等于或大于一个预定值时，该校正系数被设置为比当该输出偏移的预测值小于该预定值时的校正系数小的值，以便能够根据相对于该预定值的该输出偏移的预测值的级，以不同的速率会聚该下游空气/燃料比传感器的输出。因此，由于该输出偏移的预测值等于或大于零，即当该预定值被设置例如为零时，为了把该目标空气/燃料比改变为较淡值，该校正系数的设置将要使得该下游空气/燃料比传感器的输出以较低速率会聚，该较低速率比当该目标空气/燃料比被改变为较高时的速率要低，从而通过低偏置来提供抑制废气NO_x的总量的效应。另一方面，当该目标空气/燃料比被改变为较高时，该校正系数的设置要使得该下游空气/燃料比传感器的输出以较高的速率会聚，该较高的速率比当该目标空气/燃料比被改变为更淡时的速率要高，从而使得有可能充分地恢复该催化

剂的NO_x净化速率。另外，由于能够迅速地计算该模型参数，所以该控制装置能够迅速地确保满意的后催化剂废气特性。

上述的控制方法最好还包括由一个校正系数相乘该预测值的步骤；以及当该预测值等于或大于一个预定值时，把该校正系数设置为比当该预测值小于该预定值时的校正系数更小的值，其中该计算空气/燃料比的步骤包括以一种调制算法为基础，根据由该校正系数相乘的预测值来计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该控制方法的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

在上述发动机控制单元中，该控制程序最好进一步使计算机以一个校正系数相乘该预测值；以及当该预测值等于或大于预定值时，把该校正系数设置为比当该预测值小于该预定值时的校正系数更小的值，并且基于一种调制算法，根据由该校正系数相乘的该预测值而计算该空气/燃料混合物的目标空气/燃料比。

该发动机控制单元的此优选实施例提供了与由对应控制装置的优选实施例提供的相同有益效果。

附图说明

图1概括性地示出根据本发明第一实施例的控制装置和应用该控制装置的内燃机的方框图；

图2是表示当使用劣变的和正常的第一催化剂时，相对于LAF传感器的输出KACT的第一催化剂和一个O₂传感器15的输出V_{out}的HC和NO_x净化百分比的测量示例结果的曲线图；

图3是表示根据第一实施例的控制装置中的ADSM控制器和PRISM控制器的配置的方框图；

图4示出表示与状态预测器相关的一种预测算法的示例方程式；

图5示出表示与车载识别器相关的识别算法的示例方程式；

图6示出表示与车载识别器相关的一种识别算法的其它示例方程式；

图7是表示执行 $\Delta\Sigma$ 调制的控制器的配置以及包括该控制器的控制系统

的方框图；

图8是表示图7中的控制系统执行的控制的示例结果的定时图；

图9是说明由第一实施例中的ADSM控制器执行的自适应预测型 $\Delta\Sigma$ 调制控制的原理的定时图；

图10是说明ADSM控制器中的DSM控制器的配置的方框图；

图11示出表示一种滑动模型控制算法的方程式；

图12示出表示用于PRISM控制器的一种滑动模型控制算法的方程式；

图13是表示用于执行内燃机的燃料注入控制处理的程序的流程图；

图14和15组合示出执行自适应空气/燃料比例控制处理的程序的流程图；

图16是表示在图14中的步骤21执行启动确定流程的程序的流程图；

图17是表示在图14中的步骤23执行PRISM/ADSM处理执行确定过程的程序的流程图；

图18是表示在图14的步骤24确定该识别器是否应该执行其操作的处理的流程图；

图19是表示在图14的步骤25执行计算各种参数的处理的程序的流程图；

图20示出用于计算滞后时间CAT_DELAY、KACT_D的示例表；

图21示出用于计算加权参数 λ_1 的示例表；

图22示出用于计算有限值X_IDA2L、X_IDB1L、X_IDB1H以限制模型参数a1、a2、b1的范围的示例表；

图23示出用于计算滤波级n的示例表；

图24是表示在图14的步骤31执行识别器的操作的程序的流程图；

图25是表示在图24的步骤94执行 $\theta(k)$ 稳定处理的程序的流程图；

图26是表示在图25的步骤101执行用于限制识别值a1 和a2 的处理程序的流程图；

图27是表示由图26的处理限制识别值a1 和a2 的限制范围的程序的流程图；

图28是表示在图25的步骤102执行限制识别值b1 的处理的程序的流程图

图；

图29是表示在图15中的步骤33由状态预测器执行的操作的流程图；

图30是表示在图15的步骤34执行计算控制总量 U_{s1} 的处理的流程图；

图31是表示执行用于计算预测切换函数 σ_{PRE} 的积分值的处理的程序的流程图；

图32和33是表示在图15的步骤36执行计算滑动模型控制总量DKCMDSLD的处理的程序组合的流程图；

图34是表示在图15的步骤37执行计算 $\Delta\Sigma$ 调制控制总量DKCMDSSM的处理的程序的流程图；

图35示出了用于计算增益KDSM的示例表；

图36是表示在图15的步骤38执行计算自适应目标空气/燃料比KCMDSLD的处理的程序的流程图；

图37是表示在图15的步骤39执行计算自适应校正项FLAFADP的处理的程序的流程图；

图38是表示根据第二实施例的控制装置的配置的方框图；

图39是表示根据第三实施例的控制装置的配置的方框图；

图40是表示根据第四实施例的控制装置的配置的方框图；

图41示出在根据第四实施例的控制装置中的参数程序器中用于计算模型参数的示例表；

图42是表示根据第五实施例的控制装置中的SDM控制器的配置的方框图；

图43是表示根据第六实施例的控制装置中的DM控制器的配置的方框图；

图44是表示根据第七实施例的控制装置和应用该控制装置的内燃机的方框图；

图45是表示根据第七实施例的控制装置的配置的方框图；以及，

图46是表示根据第八实施例的控制装置的配置的方框图。

具体实施方式

下面参照描述根据本发明第一实施例的控制装置。作为实例，根据第一实施例的控制装置用于控制内燃机的空气/燃料比。图1概括示出控制装置1的结构和应用控制装置1的内燃机(以下称为“发动机”)3。如所说明的那样，控制装置1包括电子控制单元(ECU)2，根据操作条件控制提供到发动机3的空气/燃料混合物的空气/燃料比。

发动机是配备在未示出的交通工具中的线列四缸汽油发动机，具有第一到第四的四个汽缸，#1-#4。油门开启传感器10，例如包括电位计等，设置在发动机3的进气管道4中的油门5附近。油门传感器10检测油门5的开启 θ_{TH} (以下称为 油门开启)，并且发送指示该油门开启 θ_{TH} 的检测信号到ECU 2。

在油门5的进气管4下游的位置还设置有专用进气管内压传感器11。实现增益参数检测装置、操作该条件检测装置以及动态特性参数检测装置的该专用进气管内压传感器11由例如半导体压力传感器组成，用于检测在该进气管道4内的专用进气管道的内部压力PBA，以便把指示该专用进气管道内部压力PBA的检测信号输出到ECU 2。

进气管道4通过进气多支管4a的四个分支4b分别连接到四个汽缸#1-#4。在进气口(未示出)的上游位置，喷油咀6附加到每一个分支4b。依据最终燃料的注入量TOUT，每一个喷油咀6由来自ECU 2的驱动信号控制，指示阀门的开启时间以及当发动机3操作时的注射定时。

由例如热敏电阻构成的水温度传感器12被连接的发动机3的主体。该水温度传感器12检测发动机水温TW，即在发动机3的汽缸组之内循环的冷却水的温度，并且输出指示该发动机水温TW的检测信号到ECU 2。

曲轴角传感器13安装在该发动机3的曲轴杆(未示出)上。实现增益参数检测装置、动态特性参数检测装置、受控目标状态检测装置和操作条件检测装置的该曲轴角传感器13，随着曲轴的旋转，把均为脉冲信号的CRK信号和TDC信号输出到ECU 2。

CRK信号以每个预定的曲轴角(例如 30°)产生一个脉冲。响应该CRK信号，ECU 2计算发动机3的转动速度NE(以下称为“发动机转速”)。TDC信号又指示每一汽缸的活塞(没示出)出现在预定曲轴角度位置，该位置稍

在一个进气冲程中的TDC(上部死点)位置的前面,并且在每个预定的曲轴角产生一个脉冲。

在废气管道(废气通道)中的废气多支管7a的下游位置,从上游开始彼此远离地提供有第一和第二催化剂8a、8b(催化剂)。催化剂8a、8b中的每一种是NO_x催化剂和三路催化剂的组合。NO_x催化剂包括涂覆在蜂窝结构的基底材料表面上的铈催化剂(支持在碳化硅接触晶体粉末和硅石上的铈烧结产物)和涂覆在该铈催化剂上的钙钛矿双氧化物(一种LaCoO₃粉末和硅石的烧结产物)。通过该NO_x催化剂的氧化/降低功能,催化剂8a、8b在低燃烧操作过程中净化废气中的NO_x,并且通过三路催化剂的氧化/降低作用在除了低燃烧操作之外的操作过程中净化废气中的CO、HC和NO_x。应该指出,该催化剂8不限制为NO_x催化剂和三路催化剂的组合,而可以是任意材料的组合,只要其能够净化废气中的CO、HC、和NO_x即可。例如,催化剂8a、8b可能由非金属催化剂制成,例如钙钛矿催化剂等,和/或金属基催化剂,制成例如三路催化剂等。

在第一和第二催化剂8a、8b之间装有一个氧浓度传感器(在下文称为O₂传感器)。O₂传感器15(其实现下游空气/燃料比传感器)由白金电极制成,根据第一催化剂8a下游的废气中的氧浓度把输出V_{out}送到ECU 2。当燃烧的空气/燃料混合物比浓于该化学计算的空气/燃料比时,O₂传感器15的输出V_{out}(受控目标的输出)以高电平电压值(例如0.8V)转成电压值,而当该空气/燃料混合物是低浓度时,以低电平(例如0.2V)转成电压值。而且,当该空气/燃料混合物接近该化学计算的空气/燃料比时,该输出V_{out}转成预定的目标值V_{op}(例如0.6V)(见图2)。

LAF传感器14(实现上游空气/燃料比传感器)安装在靠近该第一催化剂8a的上游的废气多支管7a的会合处。LAF传感器14包括与O₂传感器类似的传感器,和检测电路,例如组合的线性化电路,用于在从浓区域到淡区域延伸大范围的空气/燃料比的条件下检测废气中的氧浓度,以便把正比于该检测氧气浓度的KACT输出到ECU 2。该输出KACT被表示为正比于该空气/燃料比倒数的等价比例。

随后参考图2,描述在由第一催化剂8a提供的净化百分比和该O₂传感

器15的输出 V_{out} (电压值)之间的关系。图2示出当该LAF传感器14的输出KACT, 即提供到发动机3的空气/燃料混合物的空气/燃料比靠近该化学计算的空气/燃料比变化时测量由第一催化剂催化剂和该O₂传感器的输出 V_{out} 提供的HC和NO_x净化百分比的示例性结果, 用于两个情况: 其中第一催化剂8a由于长期使用而因此具有净化能力的降低的情况, 以及该第一催化剂8a没有下降因此具有高净化能力的情况。图2中, 由虚线指示的数据表示该第一催化剂8a没有下降时的测量结果, 实线指示的数据表示该第一催化剂8a劣变时的测量结果。图2还显示该空气/燃料混合物的空气/燃料比随着该LAF传感器14的输出KACT的越大而更浓。

如图2所示, 当第一催化剂8a劣变时, 其净化废气的能力与没有劣变的催化剂相比被降低, 因此当该LAF传感器14的输出KACT是在倾斜区域中心的值KACT1时, O₂传感器15的输出 V_{out} 交在目标值 V_{op} 。另一方面, 当该O₂传感器15的输出 V_{out} 是以目标值 V_{op} 时, 第一催化剂8a具有最有效率地净化HC和NO_x的特性, 与该第一催化剂8a是否劣变无关。因此理解到, 通过控制该空气/燃料混合物的空气/燃料比以便使该O₂传感器15的输出 V_{out} 到达目标值 V_{op} , 该废气可以最有效率地由第一催化剂8a净化。为此原因, 在随后描述的空气/燃料控制中, 对目标空气/燃料比KCMD的控制即为了使得该O₂传感器15的输出 V_{out} 会聚到目标值 V_{op} 。

ECU 2还连接到加速器开启传感器16、大气压力传感器17、进气温度传感器18、车辆速度传感器19等。加速器开启传感器16检测总量AP, 通过该总量AP, 司机踏在车辆的加速踏板上(在下文称为“加速器开启”, 并且把指示该加速器开启AP的检测信号输出到ECU 2。同样, 气压传感器17、进气温度传感器18和车辆速度传感器19分别检测大气压PA、进气温度TA和车辆速度VP, 并且把指示分别检测的值的检测信号输出至ECU 2。

接下来将描述ECU 2, 其实现预测值计算装置、控制输入计算装置、增益参数检测装置、增益设置装置、空气/燃料比、操作状态检测装置、中间值计算装置、目标空气/燃料比计算装置、相乘装置、校正系数设置装置、识别装置、识别误差计算装置、滤选装置、参数确定装置、滞后时间设置装置、限制范围设置装置、加权参数设置装置、动态特性参数

检测装置、以及模型参数设置装置。

以包括I/O接口、CPU、RAM、ROM等的微型计算机为基础的ECU 2根据上述传感器10-19的多种输出确定发动机3的操作条件，并且根据预先存储在ROM中的控制程序和存储在该RAM中的数据，通过执行后面描述的自适应空气/燃料比例控制处理或映射搜索过程计算该目标空气/燃料比KCMD(控制输入)。而且，如后面描述的那样，该ECU 2根据计算的目标空气/燃料比KCMD计算用于每一个汽缸的喷油咀6的最终燃料的注入量TOUT，并且根据该计算的最终燃料的注入量TOUT而使用驱动信号驱动该喷油咀6，以便控制该空气/燃料混合物的空气/燃料比。

如图3示出，控制装置1包括用于计算该目标空气/燃料比KCMD的ADSM控制器20、PRISM控制器21。具体地说，两个控制器20与21都是由ECU 2实现的。

下面描述ADSM控制器20(其实现控制输入计算装置)。ADSM控制器20根据随后描述的自适应预测 $\Delta\Sigma$ 调制控制(在下文缩写为 ADSM)的控制算法计算该目标空气/燃料比KCMD，以便把O2传感器15的输出Vout会聚到目标值Vop。ADSM控制器20包括状态预测器22、车载识别器23、DSM控制器24。随后描述执行该ADSM处理的具体程序。

首先描述状态预测器22(其实现预测值计算装置)。状态预测器22根据随后描述的一种预测算法，预测(计算)输出偏移V02的预测值PREV02。在本实施例中，假设对一个受控目标的控制输入是空气/燃料混合物的目标空气/燃料比KCMD；受控目标的输出是O2传感器15的输出Vout；并且受控目标是从包括喷油咀6的发动机3的进气系统到包括第一催化剂8a的废气系统中的第一催化剂8a下游的O2传感器15的系统。随后，此受控目标被模型化，由下面方程式(1)表示，作为是离散时间系统模型的ARX模型(具有外来输入的自动退化模型)。

$$V02(k) = a1 \cdot W02(k-1) + a2 \cdot V02(k-2) + b1 \cdot DKCMD(k-dt) \dots (1)$$

其中V02表示输出偏移，该偏移是在O2传感器15的输出Vout和上述的目标值Vop之间的偏移(Vout-Vop)；DKCMD表示空气/燃料比偏移，该偏移

是在目标空气/燃料比KCMD(= ϕ_{op}) 和一个基准值FLAFBASE之间的偏移(KCMD-FLAFBASE); 并且字符k表示在一个取样周期中的每一数据的级。设置基准值FLAFBASE为预定的定值。模型参数a1、a2、b1以下面描述的方式由车载识别器23顺序地识别。

方程式(1)中的dt表示从空气/燃料混合物由该喷油咀6以设置的目标空气/燃料比KCMD提供到该进气系统之时到该目标空气/燃料比KCMD被反映到该O2传感器15的输出Vout之时的预测周期, 并且由下面方程式(2)定义:

$$dt = d + d + dd \quad \dots \quad (2)$$

其中d表示从该LAF传感器14到该O2传感器15的该废气系统中的滞后时间; d表示在空气/燃料比操作系统中的从喷油咀6到LAF传感器14的滞后时间; 而dd分别表示在废气系统和空气/燃料比操作系统之间的相位延迟时间, (应该指出, 后面描述的用于自适应空气/燃料比例控制处理的控制程序中, 该相位延迟时间被置零(dd=0), 以便计算该目标空气/燃料比KCMD同时在ADSM处理和PRISM处理之间切换)。

针对下面阐明的原因, 该受控目标模型包括如上所述的输出偏移V02的时序数据和空气/燃料比偏移DKCMD。在受控目标模型中通常已知的是, 当该受控目标和一个预定值之间的输入/输出的偏移被定义为表示该输入/输出的一个变量时, 该受控目标的实际动态特性比当该输入/输出的绝对值被定义为一个变量时更接近该实际动态特性, 因为该受控目标模型的动态特性能够更精确地识别或定义该模型参数。因此, 如本实施例的控制装置1中执行的那样, 当受控目标模型包括输出偏移V02和空气/燃料比偏移DKCMD的时序数据时, 与把该O2传感器15的输出Vout的绝对值和目标空气/燃料比KCMD被选择为变量的情况相比较, 该受控目标模型的动态特性能够更适合接近该受控目标的实际动态特性, 从而有可能以高精度计算该预测值PREV02。

预测值PREV02又表示在该空气/燃料混合物已经以设置的目标空气/燃料比KCMD提供到该进气系统经过了预测时间期dt以后的预测输出偏移V02(k+dt)。当根据上述的方程式(1)得到用于计算该预测值PREV02的方

程式时，定义下面方程式(3)：

$$\begin{aligned} \text{PREVO2}(k) &= \text{VO2}(k+dt) \\ &= a_1 \cdot \text{VO2}(k+dt-1) + a_2 \cdot \text{VO2}(k+dt-2) + b_1 \cdot \text{DKCMD}(k) \dots (3) \end{aligned}$$

在方程式(3)中，必须计算对应于输出偏移 $\text{VO2}(k)$ 的未来值的 $\text{VO2}(k+dt-1)$ ， $\text{VO2}(k+dt-2)$ ，以致方程式(3)的实际编程是困难的。因此，使用模型参数 a_1 、 a_2 、 b_1 ，按照图4所示方程式(4)、(5)定义矩阵A、B，并且重复地使用方程式(3)的递归公式，把方程式(3)变换得到图4所示的方程式(6)。当方程式(6)用作一种预测算法时，即用作用于计算该预测值 PREVO2 的方程式时，从该输出偏移 VO2 和空气/燃料比偏移 DKCMD 计算该预测值 PREVO2 。

随后，当一个LAF输出偏移 DKACT 被定义为在该LAF传感器14的输出 $\text{KACT}(=\phi_{in})$ 和该基准值 FLAFBASE 之间的偏移($\text{KACT}-\text{FLAFBASE}$)时，建立由 $\text{DKACT}(k)=\text{DKCMD}(k-d)$ 表示的关系。通过把此关系应用到图4中的方程式(6)，得到图4所示的方程式(7)。

如将在随后描述的那样，能够计算该目标空气/燃料比 KCMD ，同时通过使用由上述方程式(6)或(7)计算的预测值 PREVO2 ，正确地补偿在该受控目标的输入输出之间的响应延迟和滞后时间。尤其是当方程式(7)被用作该预测算法时，从LAF输出偏移 DKACT 和目标空气/燃料比 KCMD 计算该预测值 PREVO2 ，因此能够把该预测值 PREVO2 计算为反映实际提供到第一催化剂8a的废气空气/燃料比的值，从而改进该计算精确度，即该预测精确度比使用方程式(6)时更精确。而且，如果当使用方程式(7)时， d 能够被视为小于1($d \leq 1$)，则能够只根据该输出偏移 VO2 和LAF输出偏移 DKACT 而不使用该空气/燃料比偏移 DKCMD 来计算预测值 PREVO2 。在本实施例中，由于发动机3具有LAF传感器14，所以方程式(7)被用作预测算法。

由方程式(1)表示的受控目标模型能够被定义为一个模型，该模型通过把由 $\text{DKACT}(k)=\text{DKCMD}(k-d)$ 表示的关系应用到该方程式(1)，采用输出偏移 VO2 和LAF输出偏移 DKACT 作为变量。

随后描述该车载识别器23(其实现该识别装置、识别误差计算装置、滤选装置、滞后时间设置装置、限制范围设置装置、加权参数设置装置

以及参数确定装置)。根据下面描述的顺序识别算法,车载识别器23识别(计算)该上述方程式(1)中的模型参数 a_1 、 a_2 、 b_1 。具体地说,针对模型参数的矢量 $\theta(k)$ 由图5所示的方程式(8)、(9)计算。在图5中的方程式(8)中, $KP(k)$ 是用于一个增益系数的矢量,并且 $ide_f(k)$ 是识别误差滤波器值。在方程式(9)中, $\theta(k)^T$ 表示 $\theta(k)$ 的一个转置矩阵,而 $a_1(k)$ 、 $a_2(k)$ 和 $b_1(k)$ 表示后面描述的在它们被限制在限制处理中的限制范围内以前的模型参数。在下列描述中,如有可能即省略术语“矢量”。

通过把由图5中的方程式(10)表示的移动平均滤波处理应用到由图5所示的方程式(11)-(13)计算的识别误差 $ide(k)$,得到该方程式(8)中的识别误差滤波器值 $ide_f(k)$ 。图5的方程式(10)中的 n 表示在该移动平均滤波处理中的滤波的级(等于或大于1的整数),并且在该方程式(12)中的 $V_{O2HAT}(k)$ 表示该输出偏移 V_{O2} 的识别值。

使用该识别误差滤波值 $ide_f(k)$ 的原因阐述如下。具体地说,在本实施例中的受控目标具有作为控制输入的目标空气/燃料比 $KCMD$,以及作为输出的该 O_2 传感器15的输出 V_{out} 。该受控目标还具有低通频率特性。在具有该低通特性的这样一个受控目标中,识别模型参数,同时由于该车载识别器23的识别算法,更具体地说,后面描述的一种加权最小平方算法的频率加权特性而加权该受控目标的高频特性,以使该受控目标模型倾向具有比该受控目标的实际增益特性低的增益特性。结果是,当由控制装置1执行ADSM处理或PRISM处理时,由于该处理所产生的可能的过大增益而使得控制系统会相异,因此变得不稳定。

因此,如后面将描述的那样,在本实施例中的控制装置1正确地校正加权的平方算法而用于频率加权特性,并且使用施加了移动平均滤波处理的识别误差滤波值 $ide_f(k)$ 而用于识别误差 $ide(k)$,以及根据废气量 AB_SV 设置该移动平均滤波处理的滤波器的级 n ,以便把该受控目标模型的增益特性与该受控目标的实际增益特性匹配。

而且,由图5中的方程式(14)计算图5中方程式(8)的增益系数的矢量 $KP(k)$ 。方程式14中的 $P(k)$ 是由图5中的方程式(15)定义的三级平方矩阵。

在上述识别算法中,通过设置方程式(15)中的加权参数 λ_1 、 λ_2 ,从

下面四个识别算法选择一种：

$\lambda_1=1, \lambda_2=0$ ：固定增益算法；

$\lambda_1=1, \lambda_2=1$ ：最小平方算法；

$\lambda_1=1, \lambda_2=\lambda$ ：逐步降低增益算法；以及

$\lambda_1=\lambda, \lambda_2=1$ ：加权的平方算法。

其中 λ 是设置在 $0 < \lambda < 1$ 的范围中的预定值。

本实施例采用从四种识别算法中选择的加权最小平方算法。这是因为该加权的平方算法能够通过根据发动机3的操作条件，更具体地说是根据废气气量 AB_{SV} ，设置该加权参数 λ 而正确地设置识别精度以及把模型参数会聚到一个最优值的速率。例如，当发动机3是轻负载操作时，通过根据此操作条件把该加权参数 λ 设置到接近1的值，即把该算法设置得接近平方算法，而能够保证高识别精度。另一方面，当发动机3是重负载操作中时，通过把该加权参数 λ 设置到小于在低负载操作中的值而使该模型参数能够迅速地会聚到一个最优值。通过上述方式根据该废气气量 AB_{SV} 设置该加权参数 λ ，有可能正确地设置该识别精度，以及把模型参数会聚到一个最优值的速率，从而改进该后催化剂废气特性。

当上述的关系 $DKACT(k) = DKCMD(k-d)$ 被应用在方程式(8)-(15)表示的识别算法中，得到图6示出的方程式(16)-(23)表示的一种识别算法。在本实施例中，由于发动机3具有LAF传感器14，所以采用方程式(16)-(23)。当采用方程式(16)-(23)时，由于上述的原因，该模型参数能够被识别作为一个更高级的反映实际馈送到第一催化剂8a的废气空气/燃料比的值，并且该模型参数因此能够以比当使用由方程式(8)-(15)表示的识别算法时更高的精度识别。

另外，车载识别器23把后面将描述的限制处理应用到由上述识别算法计算的模型参数 $a_1(k)$ 、 $a_2(k)$ 、 $b_1(k)$ ，以便计算该模型参数 $a_1(k)$ 、 $a_2(k)$ 、 $b_1(k)$ 。而且，上述的状态预测器22根据已经在限制处理中限制在范围之内的模型参数 $a_1(k)$ 、 $a_2(k)$ 、 $b_1(k)$ 计算该预测值 $PREVO_2$ 。

随后描述DSM控制器24。以状态预测器22计算该预测值 $PREVO_2$ 为基础，DSM控制器24根据应用 $\Delta\Sigma$ 调制算法的一种控制算法来产生(计算)该控制输

入 $\phi_{op}(k)$ (=目标空气/燃料比KCMD)，并且把计算的控制输入 $\phi_{op}(k)$ 输入到该受控目标，以便控制O2传感器15的输出 V_{out} ，作为受控目标的输出，使得其会聚到目标值 V_{op} 。

首先参照图7描述通常的 $\Delta\Sigma$ 调制算法。图7示出控制系统的结构，其通过应用了 $\Delta\Sigma$ 调制算法的控制器26控制受控目标27。如所示，在控制器26中，减法器26a产生一个偏移信号 $\delta(k)$ 作为基准信号 $r(k)$ 和由延迟元件26b延迟的DSM信号 $u(k-1)$ 之间的偏移。随后，积分器26c产生一个积分的偏移值 $\sigma d(k)$ ，作为指示该偏移信号 $\delta(k)$ 和由延迟元件26d延迟的积分偏移值 $\sigma d(k-1)$ 的取和的信号。随后，量化器26e(符号函数)产生DSM信号 $u(k)$ 作为积分的偏移值 $\sigma d(k)$ 的符号。结果是，如此产生的DSM信号 $u(k)$ 被输入到受控目标27，其对应地提供一个输出信号 $y(k)$ 。

上述 $\Delta\Sigma$ 调制算法由下面方程式(24)-(26)表示：

$$\delta(k) = r(k) - u(k-1) \quad \dots (24)$$

$$\sigma d(k) = \sigma d(k-1) + \delta(k) \quad \dots (25)$$

$$u(k) = \text{sgn}(\sigma d(k)) \quad \dots (26)$$

其中当 $\sigma d(k) \geq 0$ 时，符号函数 $\text{sgn}(\sigma d(k))$ 的值取1 ($\text{sgn}(\sigma d(k))=1$)，当 $\sigma d(k) < 0$ 时，符号函数 $\text{sgn}(\sigma d(k))$ 的值取-1 ($\text{sgn}(\sigma d(k))=-1$)，而当 $\sigma d(k)=0$ 时，符号函数 $\text{sgn}(\sigma d(k))$ 的值取0 ($\text{sgn}(\sigma d(k))=0$)。

图8示出执行上述控制系统的控制模拟的结果。如图所示，当正弦曲线基准信号 $r(k)$ 输入到该控制系统时，DSM信号 $u(k)$ 被产生作为方波信号并且馈送到受控目标27，其对应地输出具有幅度不同于基准信号 $r(k)$ 而频率相同于基准信号 $r(k)$ 的输出信号 $y(k)$ ，并且通常波形类似，尽管包括有噪声。如所描述的那样， $\Delta\Sigma$ 调制算法的特征在于，当该受控目标27被馈以从基准信号 $r(k)$ 产生的DSM信号 $u(k)$ 时能够产生DSM信号 $u(k)$ ，使得该受控目标27产生输出 $y(k)$ ，其具有不同于该基准信号 $r(k)$ 的幅度和相同的频率，并且有通常相似于基准信号 $r(k)$ 的波形。换言之，该 $\Delta\Sigma$ 调制算法特征在于，能够产生(计算)DSM信号 $u(k)$ ，使得在该受控目标27的实际输出 $y(k)$ 中再现该基准信号 $r(k)$ 。

该DSM控制器24利用了该 $\Delta\Sigma$ 调制算法的特征，计算该控制输入 ϕ_{op}

(k)，以便把O2传感器15的输出Vout会聚到目标值Vop。描述该计算的原理，当输出偏移V02相对于零值波动时，例如由图9中的点划线表示的那样(即O2传感器15的输出Vout相对于目标值Vop波动)，可产生该控制输入 $\phi_{op}(k)$ 以便生产具有反相波形的输出偏移V02*，以便抵消该输出偏移V02，如图9中的虚线表示的那样，以便把输出偏移V02会聚到零(即把输出Vout会聚到目标值Vop)。

但是，如上所述，在本实施例中的受控目标经历的时间延迟等于从该目标空气/燃料比KCMD被输入到该受控目标作为控制输入 $\phi_{op}(k)$ 之时到该目标空气/燃料比KCMD被反映到该O2传感器15的输出Vout之时的预测周期dt。因此，当根据该当前输出偏移V02计算该控制输入 $\phi_{op}(k)$ 时得到的输出偏移V02#从该输出偏移V02*延迟，如图9中的实线表明的那样，从而引起控制时间中的滑动。为了补偿控制定时的滑动，根据本实施例的ADSM控制器20中的DSM控制器24采用该输出偏移V02的预测值PREV02，以便产生该控制输入 $\phi_{op}(k)$ 作为产生输出偏移的信号(类似于反相波形输出偏移V02*的输出偏移)，其抵消该当前输出偏移V02而不引起控制定时的滑动。

具体地说，如图10所示，DSM控制器24中的反相放大器24a通过-1值、用于该基准信号的增益Gd和预测值PREV02(k)的相乘而产生基准信号r(k)。随后，减法器24b产生该偏移信号 $\delta(k)$ 作为基准信号r(k)和由延迟元件24c延迟的该DSM信号u(k-1)之间的偏移。

随后，积分器24d产生积分的偏移值 $\sigma_d(k)$ 作为该偏移信号 $\delta(k)$ 和由延迟元件24e延迟的积分偏移值 $\sigma_d(k-1)$ 的取和。随后，量化器24f(符号函数)产生DSM信号u(k)作为积分的偏移值 $\sigma_d(k)$ 的符号。通过以预定增益Fd放大该DSM信号u(k)，放大器24g随后产生一个放大的DSM信号u(k)。最终，加法器24h把放大的DSM信号u(k)加到一个预定的基准值FLAFBASE，以便产生控制输入 $\phi_{op}(k)$ 。

上述的DSM控制器24的控制算法由方程式(27)-(32)表示：

$$r(k) = -1 \cdot G_d \cdot \text{PREV02}(k) \quad \dots \quad (27)$$

$$\delta(k) = r(k) - u(k-1) \quad \dots \quad (28)$$

$$\sigma d(k) = \sigma d(k-1) + \delta(k) \quad \dots \quad (29)$$

$$u(k) = \text{sgn}(\sigma d(k)) \quad \dots \quad (30)$$

$$u(k) = Fd \cdot u(k) \quad \dots \quad (31)$$

$$\phi_{op}(k) = FLAFBASE + u(k) \quad \dots \quad (32)$$

其中Gd、Fd表示增益。当 $\sigma d(k) \geq 0$ 时，符号函数 $\text{sgn}(\sigma d(k))$ 的值取1 ($\text{sgn}(\sigma d(k))=1$)，当 $\sigma d(k) < 0$ 时，符号函数 $\text{sgn}(\sigma d(k))$ 的值取-1 ($\text{sgn}(\sigma d(k))=-1$)，而当 $\sigma d(k)=0$ 时，符号函数 $\text{sgn}(\sigma d(k))$ 的值取0 ($\text{sgn}(\sigma d(k))=0$)。

DSM控制器24计算控制输入 $\phi_{op}(k)$ 作为产生输出偏移V02*的值，如上所述，它抵消了输出偏移V02而不引起控制定时中的滑动。换言之，DSM控制器24计算该控制输入 $\phi_{op}(k)$ 作为一个值，其能够把该O2传感器15的输出Vout会聚到目标值Vop。而且，由于该DSM控制器24通过把该放大的DSM信号 $u(k)$ 加到该预定的基准值FLAFBASE而计算该控制输入 $\phi_{op}(k)$ ，所以产生控制输入 $\phi_{op}(k)$ 不仅在关于零值正负反向，而且关于基准值FLAFBASE重复地增加和减小。与一个通常的 $\Sigma\Delta$ 调制算法相比较，这将能够增加控制的自由度。

随后再参考图3描述上述的PRISM控制器21。PRISM控制器21依靠用于后面描述的车载识别滑动模型控制处理(在下文称为“PRISM处理”)的一种控制算法，以便计算该目标空气/燃料比KCMD，用于把O2传感器15的输出Vout会聚到目标值Vop。PRISM控制器21包括状态预测器22、车载识别器23以及滑动模型控制器(在下文称为“SLD控制器”)25。随后描述执行该PRISM处理的具体程序。

由于在PRISM控制器21中已经描述了状态预测器22和车载识别器23，所以下面将集中描述SLD控制25。SLD控制器25根据该滑动模型控制算法执行滑动模型控制。下面描述通常的滑动模型控制算法。由于该滑动模型控制算法使用由方程式(1)表示的上述离散时间系统模型作为受控目标模型，所以将切换函数 σ 设置为该输出偏移V02的时间系列数据的线性函数，由下面方程式(33)表示：

$$\sigma(k) = S1 \cdot W02(k) + S2 \cdot W02(k-1) \quad \dots \quad (33)$$

其中 S_1 、 S_2 是设置为满足由 $-1 < (S_2/S_1) < 1$ 表示的关系的预定系数。

通常，在该滑动模型控制算法中，当切换函数 σ 包括二值变量(在本实施例中的输出偏移 V_{O2} 的时间序列数据)、由该二值变量定义的相位空间，形成一个二维相位空间，其中该二值变量分别由垂直轴和水平轴表示，使得满足 $\sigma=0$ 的该二值变量的值的组合处在此相平面上被称为“切换线”的一条线上。因此，两个二值变量都能够被会聚(滑动)到一个平衡位置，通过正确地确定对于受控目标的控制输入而使得该状态变量在该平衡位置取零值，使得该二值变量的组合会聚到(处在)该切换线上。而且，通过设置该切换函数 σ ，该滑动模型控制算法能指定该动态特性，更具体地说，能够指定该状态变量的会聚行为和会聚速度。例如，当该切换函数 σ 由在本实施例中的二值变量组成时，随着该切换线的斜率接近1而该状态变量会聚较慢，而随着其接近零则会聚较快。

在本实施例中，如图上述方程式(33)所示，该切换函数 σ 包括该输出偏移 V_{O2} 的两个时间序列数据，即该输出偏移 V_{O2} 的当前值 $V_{O2}(k)$ 和在先值 $V_{O2}(k-1)$ ，因此对该受控目标的控制输入，即该目标空气/燃料比 K_{CMD} 可以被设置使得该输出偏移 $V_{O2}(k)$ 的这些当前值 $V_{O2}(k)$ 和在先值 $V_{O2}(k-1)$ 的组合被会聚到该切换线上。具体地说，假定控制总量 $U_{s1}(k)$ 和基准值 $FLAF_{BASE}$ 的取和等于该目标空气/燃料比 K_{CMD} ，根据一种自适应滑动模型控制算法，则用于把该当前值 $V_{O2}(k)$ 和在先值 $V_{O2}(k-1)$ 的组合会聚在该切换线上的控制量 $U_{s1}(k)$ 被设置为一个等效控制输入 $U_{eq}(k)$ 、一个达到定则输入 $U_{rch}(k)$ 和一个自适应定则输入 $U_{adp}(k)$ 的总和，如图11方程式(34)所示。

该等效控制输入 $U_{eq}(k)$ 被提供用于把该输出偏移 V_{O2} 的当前值 $V_{O2}(k)$ 和在先值 $V_{O2}(k-1)$ 的组合限制在该切换线上，并且具体地被定义为图11中的方程式(35)所示。如果由于干扰、模型误差等原因引起该组合从该切换线偏移，则该达到定则输入 $U_{rch}(k)$ 被提供用于把该输出偏移 V_{O2} 的当前值 $V_{O2}(k)$ 和在先值 $V_{O2}(k-1)$ 的组合会聚在该切换线上，并且具体地被定义为图11中的方程式(36)所示。方程式(36)中的 F 表示增益。

提供自适应定则输入 $U_{adp}(k)$ 用于把该输出偏移 V_{O2} 的当前值 (k) 和在

先值 $V_{O2}(k-1)$ 的组合可靠地会聚在一个切换超平面上，同时防止该受控目标的稳态偏移、模型误差和干扰的影响，并且具体地定义为图11中的方程式(37)所示。该方程式(37)中的 G 表示增益，而 ΔT 表示控制周期。

如上所述，根据本实施例的PRISM控制器21中的SLD控制器25使用该预测值 $PREV_{O2}$ 而不使用输出偏移 V_{O2} ，以使由方程式(33)-(37)表示的算法被重新写为图12所示的方程式(38)-(42)，以便供由采用 $PREV_{O2} \doteq V_{O2}(k+dt)$ 所表示的关系的控制来使用。方程式(38)中的 σ_{PRE} 表示当使用该预测值 $PREV_{O2}$ 时的切换函数的值(在下文称为“预测切换函数”)。换言之，该SLD控制器25通过把根据上述算法计算的控制量 $U_{s1}(k)$ 加到该基准值 $FLAF_{BASE}$ 来计算该目标空气/燃料比 K_{CMD} 。

随后，参照图13描述由ECU 2执行的用于计算燃料注入量的处理。在下面的描述中，指示当前值的符号(k)被适当地省略。图13示出此控制处理的主程序，其与作为中断的输入TDC信号同步执行。在此处理中，该ECU 2使用根据后面描述的自适应空气/燃料比例控制处理或映射搜索过程计算的该目标空气/燃料比 K_{CMD} ，以便计算用于每一汽缸的燃料注入量 T_{OUT} 。

在步骤1(图中缩写为S1，相同适用于随后的图中)，ECU 2读出上述传感器10-19的变化的输出，并且在RAM中存储该读出数据。

随后该程序进到步骤2，其中ECU 2计算基本燃料注入量 T_{im} 。在此处理中，ECU 2根据发动机转速 NE 和专用进气管道内部压力 P_{BA} ，通过搜索映射表来计算该基本燃料注入量 T_{im} 。

随后，程序进到步骤3，其中该ECU 2计算总校正系数 K_{TOTAL} 。为了计算总校正系数 K_{TOTAL} ，ECU 2根据各种操作参数(比如进气温度 T_A 、大气压力 P_A 、发动机水温 T_W 、加速器开启 AP 等)，通过检索各种的表格来计算各种校正系数，并且把这些校正系数彼此相乘。

随后，程序进到步骤4，其中ECU 2设置自适应控制标志 F_{RISMON} 。尽管这一处理在图中没有具体示出，但是当如下条件(a)-(f)被完全满足时，该ECU 2设置该自适应控制标志 $F_{PRISMON}$ 为“1”，确定该条件满足使用在该自适应空气/燃料比例控制处理中计算的该目标空气/燃料比

KCMD。另一方面，如果条件(a)-(f)中的任何一项未满足，ECU 2将把该自适应控制标志F_PRISMON设置为“0”。

- (a) LAF传感器14和O2传感器15都被启动；
- (b) 发动机3没有在低燃烧操作中；
- (c) 油门5没有完全打开；
- (d) 没有控制点火时间延迟；
- (e) 发动机3没有处在削减燃烧的操作中；以及
- (f) 发动机转速NE和专用进气管道内部压力PBA都在分别预定范围之内。

随后程序进到步骤5，其中确定在步骤4中设置的自适应控制标志F_PRISMON是否为“1”。如果步骤5的确定结果肯定的，则程序进到步骤6，其中ECU 2把目标空气/燃料比KCMD设置到自适应目标空气/燃料比KCMSLD，该自适应空气/燃料比KCMSLD是通过后面描述的自适应空气/燃料比例控制处理计算的。

另一方面，如果步骤5的确定结果是否定的，则该程序进到步骤7，其中ECU把该目标空气/燃料比KCMD设置到一个映射值KCMDMAP。该映射值KCMDMAP是根据该发动机转速NE和进气管道内部绝对压力PBA而搜索一个映射（没示出）计算的。

在上述步骤6或7的随后步骤8，ECU 2计算每一个汽缸的观测反馈校正系数#nKLAF。该观测反馈校正系数#_nKLAF被用于校正每一汽缸的实际空气/燃料比中的变化。具体地说，ECU 2根据由每一个汽缸的观测器从LAF传感器14观测的输出KACT估计的实际空气/燃料比，基于一种PID控制而计算该观测反馈校正系数#nKLAF。该观测反馈校正系数#nKLAF中的符号#n表示汽缸号码#1-#4。相同的过程将用于后面描述的所需的燃料注入量#nTCYL和最终燃料注入总量#nTOUT。

随后，程序进到步骤9，其中该ECU 2计算反馈校正系数KFB。具体地说，该ECU 2以下面方式计算该反馈系数KFB。根据从目标空气/燃料比KCMD的该LAF传感器14的输出KACT的偏移，ECU 2基于PID控制来计算反馈系数KLAF。而且，该ECU 2通过以自身调整调节器型自适应控制器（未示出）

计算该反馈校正系数KSTR来计算反馈校正系数KSTR，并且由该目标空气/燃料比KCMD除该反馈校正系数KSTR。随后，该ECU 2根据该发动机3的操作条件设置反馈系数KLAF和反馈校正系数KSTR之一作为该反馈校正系数。

随后，程序进到步骤10，其中该ECU 2计算校正目标空气/燃料比KCMDM。此校正目标空气/燃料比KCMDM用于补偿由于在该空气/燃料比A/F引起的填充效率中的变化。该ECU 2根据在步骤6或7计算的目标空气/燃料比KCMD，通过搜索一个表格来计算该校正的目标空气/燃料比KCMDM。

随后，程序进到步骤11，其中该ECU 2根据下列方程式(43)，使用基本的燃料注入量 T_{im} 、总校正系数 K_{TOTAL} 、观测反馈校正系数 $\#n_{KLAF}$ 、反馈校正系数 K_{FB} 和校正目标空气/燃料比 K_{CMDM} 来计算每一汽缸所需的燃料注入总量 $\#n_{TCYL}$ 。

$$\#n_{TCYL} = T_{im} \cdot K_{TOTAL} \cdot K_{CMDM} \cdot K_{FB} \cdot \#n_{KLAF} \quad \dots \quad (43)$$

随后，程序进到步骤12，其中该ECU 2校正该需要的燃料注入量 $\#n_{TCYL}$ ，以便计算该最终燃料注入量 $\#n_{TOUT}$ 。具体地说，ECU 2根据该发动机3的操作条件，通过计算从固定在该燃烧室内壁的喷油咀6注入的燃料比例来计算最终燃料注入量 $\#n_{TOUT}$ 。

随后，该程序进到步骤13，其中该ECU 2根据以上述方式计算的最终燃料注入量 $\#n_{TOUT}$ 把驱动信号输出到对应汽缸的喷油咀6，随后结束此处理。

随后参照分别示出执行该ADSM和PRISM处理程序的图14和15描述包括该ADSM处理和PRISM处理的自适应空气/燃料比例控制处理。此处理以预定周期(例如每10毫秒)执行。而且在此处理中，该ECU 2根据由ADSM处理的该发动机3的操作条件、PRISM处理或用于把一个滑动模型控制总量 $D_{KCMDSLD}$ 设置到一个预定值 $SLDHOLD$ 的处理，计算该目标空气/燃料比 K_{CMD} 。

首先，在此处理中，ECU 2在步骤20执行后-F/C确定处理。尽管在图中没详细示出，但在燃料削减操作期间，ECU 2设置F/C后确定标志 F_AFC 为“1”，以便指示发动机3处在燃料削减操作中。当在燃料削减操作结

束之后已经通过预定的时间X_TM_TM_AFC时，该ECU 2把该后F/C确定标志FAFC设置为“0”以便指示该情形。

随后，程序进到步骤21，其中该ECU 2根据该车辆速度VP执行起动确定处理，以便确定配备该发动机3的该交通工具是否已经起动。如图16所示，其示出用于执行该起始确定处理的程序，首先在步骤49确定空闲操作标志F_IDLE是否为“1”。在空闲操作期间，该空闲操作标志F_IDLE被设置为“1”，否则设置为“0”。

如果步骤49的确定结果是肯定的，则表明是在空闲操作，该程序进到步骤50，其中确定该车辆速度VP是否低于预定的车辆速度VSTART(例如1km/h)。如果在步骤50的确定结果是肯定的，则表明该车辆是停止的，该程序进到步骤51，其中ECU 2把第一降计数型的启动确定定时器的时间值TMVOTVST设置到第一预定时间TVOTVST(例如3毫秒)。

随后，程序进到步骤52，其中该ECU 2把第二降计数型启动确定定时器的定时值TMVST设置到比该第一预定的时间TVOTVST长的第二预定的时间TVST(例如500毫秒)。然后，在该处理的结束以后，在步骤53、54，ECU 2把第一和第二启动标志F_VOTVST、F_VST设置到“0”。

另一方面，如果在步骤49或50的判定结果是否定的，即当该交通工具不是在空闲操作或当该交通工具已经启动时，该程序进到步骤55，其中确定该第一启动确定定时器的定时值TMVOTVST是否大于零。如果在步骤55的确定结果是肯定的，则表明在该空闲操作之后或在该车辆启动之后尚未通过第一预定的时间TVOVST，该程序进到步骤56，其中ECU 2把该第一启动标志F_VOTVST设置到“1”，以便显示该车辆是在第一启动模型。

另一方面，如果在步骤55的确定结果是否定的，则表明在该空闲操作结束之后或该车辆启动之后已经通过了第一预定的时间TVOTVST，该程序进到步骤57，其中ECU 2把该第一启动标志F_VOTVST设置到0，用于指示该第一启动模型已经终止。

在接着步骤56或57的步骤58，确定该第二启动确定定时器的定时值TMVST是否大于零。如果该步骤58的确定结果是肯定的，即当该空闲操作结束之后或该车辆启动之后尚未通过第二预定的时间TVST时，该程序进到步

骤59，其中ECU 2把该第二启动标志F_VST设置到 1，显示该车辆是在立即启动模型，随后结束此处理。

另一方面，如果步骤58的确定结果是否定的，即当该空闲操作结束之后或该车辆启动之后已经通过了该第二预定的时间TVST，则该ECU 2执行上述步骤54，认为该第二启动模型已经终止，随后结束此处理。

回到图14，在接着步骤21的步骤22，ECU 2执行设置状态变量的处理。尽管没示出，在此处理中，ECU 2借助一个取样周期把存储在RAM中的目标空气/燃料比KCMD、LAF传感器14的输出KACT、输出偏移VO2的时序序列数据全部都移动到过去值。然后，ECU 2根据最新的KCMD、KACT和VO2的时序序列数据的值、基准值FLAFBASE、和后面描述的自适应校正项FLFADP计算KCMD、KACT和VO2的当前值。

随后，程序进到步骤23，其中确定是否执行该PRISM/ADSM处理。这一处理确定用于执行该PRISM处理或ADSM处理的条件是否满足。具体地说，该处理是沿着图17中示出的流程图执行的。

更具体地说，在图17的步骤60-63，当完全满足条件(g)-(j)时，则在步骤64该ECU 2把PRISM/ADSM执行标志F_PRISMAL设置为“1”，用于指示处在一种操作条件中的交通工具，其中应该执行PRISM或ADSM处理，随后结束此处理。另一方面，如果条件(g)-(j)中的任何一项没有被满足，ECU 2在步骤65把该PRISM/ADSM执行标志F_PRISMAL设置为“0”，用于指示该交通工具不在应该执行PRISM处理或ADSM处理的一种操作条件中，随后结束此处理。

- (g) O2传感器15被启动；
- (h) 该LAF传感器14被启动；
- (i) 发动机3没有在低燃烧操作中；和
- (j) 未控制点火时间延迟。

回到图14，步骤24接着步骤23，ECU 2执行确定处理，用于确定该识别器23是否应该执行该操作。ECU 2确定是否满足该车载识别器23识别参数的条件，通过本处理，执行图18所示的流程图。

当图18中的步骤70与71的确定结果都是否定时，换句话说，当油门打

开 θ TH不充分以及发动机3不在燃料削减操作中时，程序进到步骤72，其中ECU 2设置识别执行标志F_IDCAL为“1”，确定该发动机3处在应该执行参数标识的操作条件中，随后结束该处理。另一方面，如果在步骤70或71的确定结果是肯定的，则该程序进到步骤73，其中ECU 2把该标识执行标志F_IDCAL设置到“0”，确定该引擎3未处在应该执行参数标识的操作条件中，随后结束该处理。

回到图14，在步骤24后的步骤25，ECU 2计算各种参数(废气量AB_SV等)。此计算的具体说明将后面描述。

随后程序进到步骤26，其中确定在步骤23中设置的PRISM/ADSM执行标志F_PRISMCAL是否为“1”。如果步骤26的确定结果是肯定的，即当满足执行该PRISM处理或ADSM处理的条件时，该程序进到步骤27，其中确定在步骤24设置的识别执行标志F_IDCAL是否为“1”。

如果步骤27的确定结果是肯定的，即当该发动机3处在其中车载识别器23应该执行参数标识的操作条件中时，该程序进到步骤28，其中确定参数初始化标志F_IDRSET是否为“1”。如果步骤28的确定结果是否定的，即当不需要初始化存储在RAM中的模型参数a1、a2、b1时，程序进到后面描述的步骤31。

另一方面，如果步骤28的确定结果是肯定的，即当需要初始化该模型参数a1、a2、b1时，程序进到步骤29，其中ECU 2把模型参数a1、a2、b1设置到各自的初始值。然后，程序进到步骤30，其中ECU 2把参数初始化标志F_IDRSET设置到0，表明该模型参数a1、a2、b1已经设置为初始值。

在步骤30或28后的步骤31，车载识别器23执行识别该模型参数a1、a2、b1的操作，随后程序进行后面描述的图15中的步骤32。车载识别器23的操作的详细说明将后面进行。

另一方面，如果步骤27的确定结果是否定的，即当发动机3处在应该执行参数标识的操作条件中，则该程序跳过上述步骤28-31，并且进到图15中的步骤32。在接着步骤27或31的步骤32，ECU 2选择模型参数a1、a2、b1的识别值或预定值。尽管没有示出此操作的有关细节，但具体地说，当在步骤24设置的识别执行标志F_IDCAL是“1”时，该模型参数a1、a2、

b1被设置为在步骤31识别的识别值。另一方面，当该识别执行标志F_IDCAL是“0”时，该模型参数a1、a2、b1被设置为预定值。

随后，程序进到步骤33，其中状态预测器22执行如后面描述的计算该预测值PREVO2的操作。随后，程序进到步骤34，其中该ECU 2如后面描述的那样计算该控制量Us1。

随后，程序进到步骤35，其中该ECU 2执行处理，用于确定SLD控制器25是否稳定。尽管没有显示此处理的有关细节，但是具体地说，该ECU 2将根据该预测切换函数 σ_{PRE} 确定由该SLD控制器25实施的滑动模型控制是否稳定。

随后，在步骤36和37，该SLD控制器25和DSM控制器24分别计算该滑动模型控制总量DKCMLS LD和 $\Delta\Sigma$ 调制控制总量DKCMD DSM，如后面描述的那样。

随后，程序进到步骤38，其中该ECU 2使用由SLD控制器25计算的滑动模型控制总量DKCMLS LD或通过DSM控制器24计算的 $\Delta\Sigma$ 调制控制总量DKCMD DSM来计算自适应目标空气/燃料比KCMLS LD。随后，程序进到步骤39，其中该ECU 2如后面描述的那样计算自适应校正项FLAFADP，随后结束该处理。

再回到图14，如果在步骤26的确定结果为否定，即当不满足用于执行PRISM处理或ADSM处理之一的条件时，该程序进到步骤40，其中ECU 2把参数初始化标志F_IDRSET设置到“1”。随后，程序进到图15中的步骤41，其中该ECU 2把该滑动模型控制总量DKCMLS LD设置到预定值SLDHOLD。然后，在执行上述步骤38、39之后，终止该处理。

随后，参照图19描述在步骤25的用于计算各种参数的处理，其图19示出执行该处理的程序。首先，在该处理中，ECU 2根据下面方程式(44)在步骤80计算废气量AB_SV（空间速度的估计值）：

$$AB_SV = (NE/1500) \cdot PBA \cdot X_SVPRA \quad \dots \quad (44)$$

其中X_SVPRA是根据发动机3的移动确定的预定系数。

随后，程序进到步骤81，其中ECU 2计算上述空气/燃料比操作系统中的滞后时间KACT_D(=d)、废气系统中的滞后时间CAT_DELAY(=d)和预测时间dt。具体地说，根据在步骤80计算的该废气体积AB_SV，通过检索图20

所示的表格，ECU 2分别计算滞后时间KACTD、CAT_DELAY，并且设置这些滞后时间的取和(KACT_D+CAT_DELAY)作为该预测时间dt。换句话说，在此控制程序中，相位延迟时间dd被置零。

在图20所示的表格中，随着废气量AB_SV的加大，滞后时间KACT_D、CAT_DELAY被设置为更小的值。这是因为滞后时间KACT_D、CAT_DELAY随着废气流动加快而引起的废气量AB_SV的加大而减短。如上所述，因为该滞后时间KACT_D、CAT_DELAY和预测时间dt是根据废气量ABSV计算的，所以有可能根据已经使用它们而计算的输出偏移V02的预测值PREVO2，通过计算该自适应目标空气/燃料比KCMSLD来消除在该受控目标的输入和输出之间控制定时中的滑动。而且，由于该模型参数a1、a2、b1是利用该滞后时间CAT_DELAY固定的，所以该受控目标模型的动态特性能够被调整到该受控目标的实际动态特性，从而使得有可能更完全地消除在该受控目标的输入和输出之间的控制定时中的滑动。

随后，程序进到步骤82，其中ECU 2计算该识别算法的加权参数 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 。具体地说，ECU 2把该加权参数 $\lambda 2$ 设置为1，并且同时根据废气量AB_SV，通过检索图21所示的表来计算该加权参数 $\lambda 2$ 。

在图21所示的表格中，随着废气量AB_SV的加大，加权参数 $\lambda 1$ 被设置为更小的值。换句话说，随着该废气量AB_SV减小，该加权参数 $\lambda 1$ 被设置为接近1的较大值。这样进行设置的原因如下。由于随着废气量AB_SV的加大，换言之随着发动机3在较重的负载操作中该模型参数必须被更快速地识别，所以该模型参数将通过把该加权参数 $\lambda 1$ 设置到更小的值而把该模型参数更快地会聚到优化值。另外，随着废气量AB_SV减小，即随着发动机3是在较轻的负载操作中，该空气/燃料比将更易受到波动的影响，引起该后催化剂废气特性变得不稳定，使得必须保证该模型参数的标识的高精度。因此，该加权参数 $\lambda 1$ 被产生接近(对于最小平方算法)，以便改进该模型参数的识别精确度。

随后，程序进到步骤83，其中ECU 2通过根据废气量AB_SV而检索图22所示的表格，计算用于限制该模型参数a1、a2的容许范围的下限值X_IDA2L，以及用于限制该模型参数b1的容许范围的下限值X_IDB1L和上

限值 X_IDB1H 。

在图22所示的表格中，随着废气量 AB_SV 的加大，该下限值 X_IDA2L 被设置为更大的值。这是因为由于废气量 AB_SV 中的变化所导致的滞后时间的增加和 / 或降低将引起提供该控制系统中的稳定状态得模型参数 $a1$ 、 $a2$ 的组合中的变化。同样，随着废气量 AB_SV 加大，下限值 X_IDB1L 和上限值 X_IDB1H 被设置为更大的值。这是因为前催化剂空气/燃料比(第一催化剂8a上游的废气的空气/燃料比)对该O2传感器15的输出 V_{out} 的影响更大，即该受控目标的增益将随着废气量 AB_SV 加大而加大。

随后，程序进到步骤84，其中ECU 2计算该移动平均滤选处理的过滤器的级 n ，随后结束该处理。具体地说，ECU 2根据废气量 AB_SV ，通过检索图23所示的表格来计算该过滤器级 n 。

在图23所示的表格中，随着废气量 AB_SV 的加大，过滤器级 n 被设置为更小的值。这样进行设置的原因如下。如上所述，废气量 AB_SV 中的改变将引起该频率特性的波动，具体地说是将引起该受控目标的增益特性的波动，因此该加权的最小平方法必须根据该废气量 AB_SV 的频率加权特性而正确地校正，以便使该受控目标模型的增益特性适合该受控目标的实际增益特性。因此，通过根据图23所示表格中的废气量 AB_SV 设置该移动平均滤选处理的过滤器的级 n ，能够确保在该识别算法中的恒定识别加权，而与该废气量 AB_SV 中的改变无关，并且该受控目标模型能够以增益特性匹配该受控目标，从而使得有可能改进该识别精确度。

接下来，参照图24描述在步骤31由车载识别器23执行的操作，其示出执行该处理的程序。如图24中所示，在此操作中，车载识别器23首先根据上述方程式(22)，在步骤90计算增益系数 $KP(k)$ 。随后，程序进到步骤91，其中该车载识别器23根据上述方程式(20)计算针对该输出偏移 V_{O2} 的识别值 $V_{O2HAT}(k)$ 。

随后，程序进到步骤92，其中该车载识别误差过滤器器23根据上述方程式(18)、(19)计算该识别误差过滤器值 $ide_f(k)$ 。随后程序进到步骤93，其中该车载识别器23根据上述方程式(16)计算针对模型参数的矢量 $\theta(k)$ ，随后该程序进行到步骤94，其中该车载识别器23执行处理，用于

稳定针对该模型参数的矢量 $\theta(k)$ 。该稳定处理将后面描述。

接下来,该程序进到步骤95,其中该车载识别器23根据上述方程式(23)计算针对方矩阵 $P(k)$ 的后序值 $P(k+1)$ 。这后序值 $P(k+1)$ 被用作在下一个循环计算中的该方矩阵 $P(k)$ 的值。

随后,将参照图25描述在步骤94执行的稳定该模型参数的矢量 $\theta(k)$ 的处理。如图25中所示,ECU 2首先在步骤100把三个标志 F_A1STAB 、 F_A2STAB 、 F_B1STAB 设置为“0”。

随后,程序进到步骤101,其中ECU 2如后面描述的那样限制识别值 $a1$ 、 $a2$ 。然后,在步骤102,ECU 2如后面描述的那样限制识别值 $b1$,随后终止用于稳定该模型参数的矢量 $\theta(k)$ 的处理。

随后,参照图26描述在步骤101中的限制该识别值 $a1$ 、 $a2$ 的处理图26示出了用于执行该处理的程序。如图所示,其首先在步骤110确定在步骤93计算的该模型参数的识别值 $a2$ 是否等于或大于在图19中的步骤83计算的下限值 X_IDA2L 。如果步骤110的确定结果是否定的,则程序进到步骤111,其中ECU 2把模型参数 $a2$ 设置到该下限值 X_IDA2L ,用于稳定该控制系统,并且同时把标志 F_A2STAB 设置到“1”,用于指示已经执行了用于模型参数 $a2$ 的稳定处理。另一方面,如果步骤110的确定结果是肯定的,则表明该 $a2 \geq X_IDA2L$,程序进到步骤112,其中该ECU 2把模型参数 $a2$ 设置到该标识的值 $a2$ 。

在接着上述步骤111或112的步骤113,确定在步骤93计算的该模型参数的识别值 $a1$ 是否等于或大于预定的下限值 X_IDA1L (例如等于或大于-2并且小于0的一个常量)。如果步骤113的确定结果是否定的,则程序进到步骤114,其中ECU 2把模型参数 $a1$ 设置到该下限值 X_IDA1L ,用于稳定该控制系统,并且同时把标志 F_A1STAB 设置到“1”,用于指示已经执行了用于模型参数 $a1$ 的稳定处理。

另一方面,如果步骤113的确定结果是肯定的,则该程序进到步骤115,其中确定该标识值 a 是否等于或低于预定的上限值 X_IDA1H (例如2)。如果步骤115的确定结果是肯定的,则表明该 $X_IDA1L \leq a1 \leq X_IDA1H$,程序进到步骤116,其中该ECU 2把模型参数 $a1$ 设置到该标识的值 $a1$ 。另一方

面，如果步骤115的确定结果是否定的，则表明 $X_IDA1H < a1$ ，程序进到步骤117，其中该ECU 2把模型参数 $a1$ 设置到上限值 X_IDA1H ，并且同时把标志 F_A1STAB 设置到1，指示已经执行了针对该模型参数 $a1$ 的稳定处理。

在接着上述步骤114、116或117的步骤118，确定按照方式上述计算的模型参数 $a1$ 的绝对值与模型参数 $a2$ 的取和 $(|a1| + a2)$ 是否等于或小于预定的确定值 X_A2STAB （例如0.9）。如果在步骤118的确定结果是肯定的，则在假定该模型参数 $a1$ 、 $a2$ 的组合是在能够确保该控制系统的稳定性的范围（由图27中的阴影指示的限制范围）之内的条件下，终止用于限制这识别值 $a1$ 、 $a2$ 的处理而不必进一步的处理。

另一方面，如果在步骤118的确定结果是否定的，则程序进到步骤119，其中确定该模型参数 $a1$ 是否等于或小于通过从该确定值 X_A2STAB 减去下限值 X_IDA2L （ $X_A2STAB - X_IDA2L$ ）计算的值。如果在步骤119的确定结果是肯定的，则程序进到步骤120，其中该ECU 2把模型参数 $a2$ 设置到通过从该确定值 X_A2STAB 减去该模型参数的绝对值计算的值 $(X_A2STAB - |a1|)$ ，并且同时把该标志 F_A2STAB 设置到“1”，指示已经执行了针对该模型参数 $a2$ 的稳定处理，随后结束用于限制该识别值 $a1$ 、 $a2$ 的处理。

另一方面，如果步骤119的确定结果是否定的，则表明 $a1 > (X_A2STAB - X_IDA2L)$ ，程序进到步骤121，其中ECU 2把该模型参数 $a1$ 设置到通过从该确定值 X_A2STAB 减去该下限值 X_IDA2L 计算的值，以便稳定该控制系统，并且把该模型参数 $a2$ 设置到下限值 X_IDA2L 。在进行这些设置的同时，ECU 2把两个标志 F_A1STAB 、 F_A2STAB 设置到“1”，指示已经针对模型参数 $a1$ 、 $a2$ 执行了稳定处理，随后结束用于限制识别值 $a1$ 、 $a2$ 的处理。

如上所述，利用一种顺序识别算法，当受控目标的输入和输出进入稳定状态时，因为所谓的漂移现象而更可能发生，而使控制系统变得不稳定或波动，其中由于缺少自激条件而增加识别的模型参数的绝对值。而且，其稳定极限随着发动机3的操作条件改变。例如，在低负载操作条件期间，废气量 AB_SV 变小而引起废气的响应延迟、滞后时间等相对于提供的空气/燃料混合物有所增加，实现对该O₂传感器15的波动输出 V_{out} 的高敏感度。

相比之下，上述a1、a2的限制处理把模型参数a1、a2的组合设置在由图27中的阴影所指示的限制范围之内，并且根据该废气量AB_SV设置用于确定此限制范围的下限值X_IDA2L，使得此限制范围能够被设置作为正确的稳定极限范围，其反映与发动机3的操作条件中的改变，即该受控目标的动态特性中的改变相关的稳定极限中的变化。利用被限制到这种限制范围中的模型参数a1、a2，有可能避免漂移现象的发生，以便确保控制系统的稳定性。另外，通过把模型参数a1、a2的组合设置为在能够确保控制系统稳定性的该限制范围之内的值，有可能避免当该a1、a2被彼此独立限制时将可能看到的该控制系统的不稳定状态。利用上述策略，有可能改进控制系统的稳定性以及后催化剂废气特性。

随后，将参照图28描述在步骤102的b1限制处理，其图28示出执行此处理的程序。如图所示，其在步骤130确定在步骤93计算的该模型参数的识别值b1是否等于或大于在图19中的步骤83计算的下限值X_IDB1L。

如果步骤130的确定结果是肯定的，则表明 $b1 \geq X_IDB1L$ ，程序进到步骤131，其中确定用于该模型参数的识别值b1是否等于或小于在图19中的步骤83计算的上限值X_IDB1H。如果步骤131的确定结果是肯定的，则表明 $X_IDB1L \leq b1 \leq X_IDB1H$ ，程序进到步骤132，其中ECU 2把模型参数b1设置到该标识的值b1，随后结束该b的限制处理。

另一方面，如果步骤131的确定结果是否定的，则表明 $b > X_IDB1H$ ，程序进到步骤133，其中ECU 2把模型参数b1设置到上限值X_IDB1H，并且同时把标志F_B1LMT设置到“1”以便指示此设置，随后结束该b1的限制处理。

另一方面，如果步骤130的确定结果是否定的，则表明 $b1 < X_IDB1L$ ，程序进到步骤134，其中该ECU 2把模型参数b1设置到下限值X_IDB1L，并且同时把F_B1LMT设置到“1”用于指示此设置，随后结束该b的限制处理。

通过执行上述的b1的限制处理，模型参数b1能够被限制在从X_IDB1L到X_IDB1H的范围之内，从而避免由该顺序识别算法引起的漂移现象。进一步，如上所述，这些上限和下限值X_IDB1H、X_IDB1L是根据废气量AB_SV设置的，使得该限制范围能够被设置在正确的稳定极限范围，其反映与

发动机3的操作条件的改变，即该受控目标动态特性中的变化相关的稳定极限中的改变。利用这种限制范围中限制的模型参数 b_1 ，能够确保该控制系统的稳定性。上述策略能够提供该控制系统的稳定性中的一种改善并且实现后催化剂废气特性中的改善。

随后，参照图29描述在步骤33由状态预测器22执行的操作，其示出执行此处理的程序。首先，该状态预测器22在步骤140以上述方程式(7)计算矩阵元素 α_1 、 α_2 、 β_i 、 β_j 。然后，程序进到步骤141，其中状态预测器22采用在步骤140以方程式(7)计算的矩阵元素 α_1 、 α_2 、 β_i 、 β_j 来计算输出偏移 V_{O2} 的预测值 $PRE_{V_{O2}}$ ，随后结束该处理。

接下来，参照图30描述图15中的步骤34用于计算控制量 U_{s1} 的上述处理，图30示出用于执行此处理的程序。首先，在步骤150，ECU 2根据图12中的上述方程式(38)计算该预测切换函数 σ_{PRE} 。

然后，程序进到步骤151，其中ECU 2计算预测切换函数 σ_{PRE} 的积分值 $SUMSIGMA$ 。如图31中所示在该积分值 $SUMSIGMA$ 的计算中，首先在步骤160确定是否满足如下三个条件(1)-(n)中的至少一个：

- (1) 该自适应控制标志 $F_{PRTSMON}$ 是“1”；
- (m) 后面描述的一个积分值保持标志 F_{SS_HOLD} 是“0”；并且
- (n) 后面描述的ADSM执行结束标志 F_{KOPR} 是“0”。

如果步骤160的确定结果是肯定的，即当该条件满足用于计算该积分值 $SUMSIGMA$ 时，则程序进到步骤161，其中ECU 2把该积分值 $SUMSIGMA$ 的当前值 $SUMSIGMA(k)$ 设置到通过把控制周期 ΔT 和预测切换函数 σ_{PRE} 的乘积加到在先的值 $SUMSIGMA(k-1)$ 而计算的一个值 $[SUMSIGMA(k-1)+\Delta T \cdot \sigma_{PRE}]$ 。

随后，程序进到步骤162，其中确定在步骤161计算的当前值 $SUMSIGMA(k)$ 是否大于预定的下限值 $SUMSL$ 。如果在步骤162的确定结果是肯定的，则程序进到步骤163，其中确定该当前值 $SUMSIGMA(k)$ 是否小于预定的上限值 $SUMSH$ 。如果步骤163的确定结果是肯定的，则表示 $SUMSL < SUMSIGMA(k) < SUMSH$ ，终止该用于计算预测切换函数 σ_{PRE} 的处理而不必进一步的处理。

另一方面，如果步骤163的确定结果是否定的，则表明 $\text{SUMSIGMA}(k) \geq \text{SUMSH}$ ，该程序进到步骤164，其中ECU 2把该当前值 $\text{SUMSIGMA}(k)$ 设置到上限值 SUMSH ，随后结束用于计算该预测切换函数 σ_{PRE} 的处理。另一方面，如果步骤162的确定结果是否定的，则表明 $\text{SUMSIGMA}(k) \leq \text{SUMSH}$ ，该程序进到步骤165，其中ECU 2把该当前值 $\text{SUMSIGMA}(k)$ 设置到下限值 SUMSL ，随后结束用于计算该预测切换函数 σ_{PRE} 的处理。

另一方面，如果步骤160的确定结果是否定的，即当(1)-(n)的三个状态中的任何一个都没有满足，而导致确立计算该积分值 SUMSIGMA 的状态的失败，则该程序进到步骤166，其中该ECU 2把当前值 $\text{SUMSIGMA}(k)$ 设置为在先的值 $\text{SUMSIGMA}(k-1)$ 。换言之，该积分值 SUMSIGMA 保持不变。随后，用于计算该预测切换函数 σ_{PRE} 的处理被终止。

回到图30，在接着步骤151的步骤152-154，ECU 2根据上述方程式(40)-(42)，分别计算等效控制输入 U_{eq} 、达到定则 U_{rch} 、以及自适应定则输入 U_{adp} 。

随后，程序进到步骤155，其中ECU 2把等效控制输入 U_{eq} 、达到定则输入 U_{rch} 、以及自适应定则输入 U_{adp} 的取和设置为控制总量 U_{s1} ，随后结束计算该控制总量 U_{s1} 的处理。

随后，参照图32、33详细描述图15中的步骤36的用于计算滑动模型控制总量 DKCMDSLD 的处理，图32、33示出用于执行此处理的程序。首先在步骤170，ECU 2执行用于计算该控制总量 U_{s1} 的极限值的处理。在此处理中，虽然详细的描述被省略，该ECU 2根据用于确定在步骤35的稳定性的确定结果，分别计算用于非空载操作的上、下限值 $U_{\text{s1_ahf}}$ 、 $U_{\text{s1_alf}}$ 以及用于空载操作的上、下限值 $U_{\text{s1_ahfi}}$ 、 $U_{\text{s1_alfi}}$ ，以及后面描述的自适应上、下限值 $U_{\text{s1_ah}}$ 、 $U_{\text{s1_al}}$ ，用于控制总量 U_{s1} 。

随后，程序进到步骤171，其中确定空闲操作标志 F_{IDLE} 是否为“0”。如果步骤171的确定结果是肯定的，则表示该发动机3未处在空载操作，该程序进到步骤172，其中确定在图30的上述处理中计算的控制总量 U_{s1} 是否等于或小于用于非空载操作的下限值 $U_{\text{s1_alf}}$ 。

如果步骤172的确定结果是否定的，表示 $U_{\text{s1}} > U_{\text{s1_alf}}$ ，程序进到步

骤173, 其中确定该控制总量 $Us1$ 是否等于或大于用于非空载操作的上限值 $Us1_ahf$ 。如果步骤173的确定结果是否定的, 则表示该 $Us1_alf < Us1 < Us1_ahf$, 该程序进到步骤174, 其中该ECU 2把该滑动模型控制总量DKCMDSLD设置为控制总量 $Us1$, 并且同时把该积分值保持标志 F_SS_HOLD 设置为“0”。

随后, 程序进到步骤175, 其中ECU 2把该自适应下限值的当前值 $Us1_al$ 设置为值 $[Us1_al(k-1)+X_AL_DEC]$, 该值是通过把一个预定的递减值 X_AL_DEC 加到在先值 $Us1_al(k-1)$ 计算来的, 并且同时把该自适应上限值的当前值 $Us1_ah(k)$ 设置为通过从该在先值 $Us1_ah(k-1)$ $[Us1_al(k-1)-X_AL_DEC]$ 减去该预定的递减值 X_AL_DEC 计算的一个值, 随后结束用于计算该滑动模型控制总量DKCMDSLD的处理。

另一方面, 如果步骤173的确定结果是肯定的, 则表明 $Us1 > Us1_ahf$, 该程序进到步骤176, 其中ECU 2把滑动模型控制总量DKCMDSLD设置到非空载操作的自适应上限值 $Us1_ahf$, 并且同时把该积分值保持标志 F_SS_HOLD 设置为“1”。

随后, 程序进到步骤177, 其中确定起动后定时器是否展现小于预定时间 $X_TMAWAST$ 的定时值, 或F/C确定后标志 F_AFC 是否为“1”。此起动后定时器是一个升值型定时器, 用于测量在发动机3起动之后经过的时间。

如果在步骤177的确定结果是肯定的, 即当该发动机3的起动之后尚未通过预定的时间 $X_TMAWAST$ 时, 或当燃料削减被结束之后尚未通过预定的时间 X_TM_AFC 时, 则终止用于计算该滑动模型控制总量DKCMDSLD的处理而不作进一步处理。

另一方面, 如果步骤177的确定结果是否定的, 即当在发动机3起动之后已经经过了预定的时间 $X_TMAWAST$ 、以及当燃料削减之后已经经过了预定的时间 X_TM_AFC 时, 该程序进到步骤178, 其中ECU 2把该自适应下限值的当前值 $Us1_al(k)$ 设置到通过把递减值 X_AL_DEC 加到在先值 $Us1_al(k-1)$ 而计算的值 $[Us1_al(k-1)+X_AL_DEC]$, 并且同时把该自适应上限值的当前值 $Us1_ah(k)$ 设置到通过把递增值 X_AL_INC 加到在先值

$Us1_ah(k-1)$ 而计算的值 $[Us1_ah(k-1)+X_AL_INC]$ ，随后结束用于计算该滑动模型控制总量DKCMDSLD的处理。

另一方面，如果步骤172的确定结果是肯定的，则表明 $Us1 \leq Us1_ahf$ ，该程序进到步骤179，其中该ECU 2把该滑动模型控制总量DKCMDSLD设置到非空载操作的自适应下限值 $Us1_ahf$ ，并且同时把该积分值保持标志 F_SS_HOLD 设置为“1”。

随后，程序进到步骤180，其中确定第二启动标志 F_VST 是否为“1”。如果步骤180的确定结果是肯定的，即当在车辆的启动之后尚未通过第二预定的时间 TV_ST 使得该车辆仍然在第二启动模型中，则结束用于计算该滑动模型控制总量DKCMDSLD的处理而不必进一步处理。

另一方面，如果步骤180的确定结果是否定的，即当在车辆启动之后已经经过了该第二预定的时间 $TVST$ 使得该第二启动模型已经结束，则程序进到步骤181，其中ECU 2把该自适应上限值的当前值 $Us1_al(k)$ 设置到通过从该在先值 $Us1_al(k-1)$ 减去该递增值 X_AL_INC 而计算的值 $[Us1_al(k-1)-X_AL_INC]$ ，并且同时把该自适应上限值的当前值 $Us1_ah(k)$ 设置到通过从该在先值 $Us1_ah(k-1)$ 减去该递增值 X_AL_DEC 而计算的值 $[Us1_ah(k-1)-X_AL_DEC]$ ，随后结束用于计算该滑动模型控制总量DKCMDSLD的处理。

另一方面，如果步骤171的确定结果是否定的，则表明该发动机3是在空载操作，程序进到图33中的步骤182，其中确定该控制总量 $Us1$ 是否等于或小于空载操作下限值 $Us1_alfi$ 。如果步骤182的确定结果是否定的，表示 $Us1 > Us1_alfi$ ，程序进到步骤183，其中确定该控制总量 $Us1$ 是否等于或大于用于空载操作的上限值 $Us1_ahfi$ 。

如果步骤183的确定结果是否定的，则表示该 $Us1_alfi < Us1 < Us1_ahfi$ ，该程序进到步骤184，其中ECU 2把该滑动模型控制总量DKCMDSLD设置为控制总量 $Us1$ ，并且同时把该积分值保持标志 F_SS_HOLD 设置为“0”，随后结束用于计算该滑动模型控制总量DKCMDSLD的处理。

另一方面，如果步骤183的确定结果是肯定的，则表明 $Us1 \geq Us1_ahfi$ ，该程序进到步骤185，其中ECU 2把该滑动模型控制总量DKCMDSLD设置到

空载操作的上限值 U_{sl_ahfi} ，并且同时把该积分值保持标志 F_SS_HOLD 设置为“1”，随后结束用于计算该滑动模型控制总量 $DKCMDSLD$ 的处理。

另一方面，如果步骤182的确定结果是肯定的，则表明 $U_{sl} \leq U_{sl_ahfi}$ ，该程序进到步骤186，其中该ECU 2把该滑动模型控制总量 $DKCMDSLD$ 设置到空载操作的下限值 U_{sl_ahfi} ，并同时把该积分值保持标志 F_SS_HOLD 设置为“1”，随后结束用于计算该滑动模型控制总量 $DKCMDSLD$ 的处理。

随后，参照图34描述图15中的步骤37用于计算 $\Delta\Sigma$ 调制控制总量 $DKCMDSSM$ 的处理，图34示出用于执行此处理的一个程序。如所示那样，在步骤190，ECU 2首先把在先前循环中计算并且存储在RAM中的DSM信号值的一个当前值 $DSMSGNS(k) [=u(k)]$ 设置为先前值 $DSMSGNS(k-1) [=u(k-1)]$ 。

随后，程序进到步骤191，其中ECU 2把在先前循环中计算并且存储在RAM中的偏移积分值的当前值 $DSMSIGMA(k) [= \sigma_d(k)]$ 设置为先前值 $DSMSIGMA(k-1) [= \sigma_d(k-1)]$ 。

随后，程序进到步骤192，其中确定该输出偏移的预测值 $PREVO_2(k)$ 是否等于或大于零。如果步骤192的确定结果是肯定的，则程序进到步骤193，其中用于基准信号值的增益 $KRDSM (=G_d)$ 被设置为倾斜系数 $KRDSML$ ，其中假定该发动机3处在操作条件中，其中的空气床混合物的空气/燃料比将被改变为更淡值。然后程序进到后面描述的步骤195。

另一方面，如果步骤192的确定结果是否定的，则程序进到步骤194，其中用于基准信号值的增益 $KRDSM$ 被设置为大于该淡化系数 $KRDSML$ 的加浓系数 $KRDSMR$ ，假设发动机3处在操作条件中，其中该空气燃料混合物的空气/燃料比将被改变更浓的值。然后该程序进到步骤195。

淡化系数 $KRDSML$ 和加浓系数 $KRDSMR$ 被如上所述地设置为彼此不同的值，其原因阐明如下。为了改变将要被淡化的空气/燃料混合物的空气/燃料比，该淡化系数 $KRDSML$ 被设置为小于该加浓系数 $KRDSMR$ 的值，以便通过淡化偏置有效地抑制排出的 NO_x 量，确保第一催化剂8a的 NO_x 净化百分比。因此，该空气/燃料比的控制使得该 O_2 传感器15的输出 V_{out} 会聚到该目标值 V_{op} 比当该空气/燃料比被改变到更浓时要慢。另一方面，为了

把该空气/燃料混合物的空气/燃料比改变为更浓，该加浓系数KRDSMR被设置为大于该淡化系数KRDSML的值，以便充分地恢复该第一和第二催化剂8a、8b的NO_x净化百分比。因此，该空气/燃料比的控制使得该O₂传感器15的输出V_{out}会聚到该目标值V_{op}比当该空气/燃料比被改变到更淡时要快。以上述方式，不论何时该空气/燃料混合物的空气/燃料比被更改为更淡或更浓，都能够确保满意的后催化剂废气特性。

在接着步骤193或194的步骤195，通过从-1、基准信号值的增益KRDSM和预测值的当前值PREVO₂(k)的乘积值减去在上述步骤190计算的DSM信号值的先前值DSMSGNS(k-1)，该ECU 2把计算的值 $[-1 \cdot KRDSM \cdot PREVO_2(k) - DSMSGNS(k-1)]$ 设置为一个偏移信号值DSMDELTA $[\delta(k)]$ 。这一设置对应于上述的方程式(27)、(28)。

随后，程序进到步骤196，其中ECU 2把偏移积分值的当前值DSMSIGMA设置为在步骤191计算的先前值DSMSIGMA(k-1)与在步骤195计算的偏移信号值DSMDELTA的取和 $[DSMSIGMA(k-1) + DSMDELTA]$ 。这一设置对应于上述的方程式(29)。

随后，在步骤197-199的程序中，当在步骤196计算的该偏移积分值的当前值DSMSIGMA(k)等于或大于0时，ECU 2把DSM信号值的当前值DSMSGNS(k)设置到1，并且当该偏移积分值的当前值DSMSIGMA(k)小于0时，把DSM信号值的当前值DSMSGNS(k)设置为-1。步骤197-199的此程序中的设置对应于上述方程式(30)。

随后，根据废气量AB_{SV}，ECU 2通过搜索图35所示的表格而在步骤200计算该DSM信号值的增益KDSM(=Fd)。如图35所示，该增益KDSM被随着废气量AB_{SV}的变小而设置为较大的值。这是因为O₂传感器15的输出的负担随着废气量AB_{SV}越小、即随着引擎3操作在较小负载而降低，使得增益KDSM被设置得较大，以便补偿输出V_{out}的降低的负担。通过设置增益KDSM，能够根据引擎3的操作条件而正确地计算该ΔΣ调制控制总量DKCMDDSM，同时避免过增益状态，从而使得有可能改进该后催化剂废气特性。

用于计算该增益KDSM的表格不局限于根据废气量AB_{SV}设置增益KDSM

的图35的表格，相反可以是任何表格，只要其根据指示发动机3的工作负载的参数预先设置增益KDSM(例如基本燃料注入时间Tim)。而且，当劣变确定单元被提供用于催化剂8a、8b时，随着催化剂8a、8b被劣变到一个较高的程度，由该劣变确定单元确定的增益KDSM可以被校正为一个较小值。

随后，程序进到步骤201，其中ECU 2把该 $\Delta\Sigma$ 调制控制总量DKCMDDSM设置为用于DSM信号值的增益KDSM与该DSM信号值 $[KDSM \cdot DSMSGNS(k)]$ 当前值DSMSGNS(k)的乘积，跟随结束用于计算该 $\Delta\Sigma$ 调制控制总量DKCMDDSM的处理。该设置步骤201对应于上述的方程式(31)。

随后，参照图36描述图15中的步骤38用于计算自适应目标空气/燃料比KCMDSLD的上述处理，图36示出用于执行此处理的程序。如所示的那样，首先在步骤210确定该空闲操作标志F_IDLE是否为“1”，并且确定空闲时间ADSM执行标志F_SWOPRI是否为“1”。当该发动机3处在应该执行ADSM处理的操作条件中的空闲时，空闲时间ADSM执行标志F_SWOPRI被设置为“1”，否则设置为“0”。

如果步骤210的确定结果是肯定的，则当引擎是在其中应由ADSM处理计算该自适应目标空气/燃料比KCMDSLD的操作条件中的空闲时，该程序进到步骤211，其中ECU 2把该自适应目标空气/燃料比KCMDSLD设置为该基准值FLAFBASE和 $\Delta\Sigma$ 调制控制总量DKCMDDSM的取和 $[FLAFBASE+DKCMDDSM]$ 。这一设置对应于上述的方程式(32)。

随后，程序进到步骤212，其中ECU 2把ADSM执行结束标志F_KOPR设置到“1”，用于指示该ADSM处理已经执行，随后结束用于计算该自适应目标空气/燃料比KCMDSLD的处理。

另一方面，如果步骤210的确定结果被否定的，则程序进到步骤213，其中确定催化剂/O₂传感器标志F_FCATDSM是否为“1”。当满足如下四个条件(o)-(r)至少之一时，该催化剂/O₂传感器标志F_FCATDSM被设置为“1”，否则设置为“0”：

- (o) 第一催化剂8a具有等于或高于一个预定值的催化剂容量；
- (p) 第一催化剂8a具有等于或大于一个预定值的贵金属内容；

- (q) 发动机3的废气管道7中没有提供LAF传感器14；以及
- (r) O2传感器15设置在第二催化剂8b的下游。

如果步骤213的确定结果是肯定的，则程序进到步骤214，其中确定第一启动标志F_VOTVST和后启动ADSM执行标志F_SWOPRVST是否都是“1”。当发动机3是在其中该车辆已经启动之后应该执行该ADSM处理的操作条件中时，该后启动ADSM执行标志F_SWOPRVST被设置为“1”，否则设置为“0”。

如果步骤214的确定结果是肯定的，即当在该车辆被启动之后经过了第一预定的时间TVOTVST时并且当该发动机3是在其中应该执行ADSM处理的操作条件中时，该ECU 2按照上述方式执行步骤211、212，随后结束用于计算该自适应目标空气/燃料比KCMDSLD的处理。

另一方面，如果步骤214的确定结果否定的，则程序进到步骤215，其中确定是否满足如下的两个条件：废气量AB_SV等于或小于预定值OPRSVH，以及小废气周期ADSM执行标志F_SWOPRSV是“1”。当发动机3具有小废气量AB_SV并且当该发动机3是在一个其中应该执行ADSM处理的操作条件中时，该小废气周期ADSM执行标志F_SWOPRSV被设置为“1”，否则设置为“0”。

如果步骤215的确定结果是肯定的，即当在该废气量AB_SV是小值并且当该发动机3处在其中应该执行ADSM处理的操作条件中时，ECU 2按照上述方式执行步骤211、212，随后结束用于计算该自适应目标空气/燃料比KCMDSLD的处理。

另一方面，如果步骤215的确定结果是否定的，则程序进到步骤216，假设发动机3处在其中应该执行PRISM处理的操作条件中，其中ECU 2将该自适应目标空气/燃料比KCMDSLD设置为基准值FLAFBASE、自适应校正项FLAFADP和滑动模型控制总量DKCMDSLD的取和 $[FLAFBASE+FLAFADP+DKCMDSLD]$ 。随后，程序进到步骤217，其中该ECU 2将该ADSM执行结束标志F_KOPR设置到“0”，用于指示已经执行了PRISM处理，随后结束用于计算该自适应目标空气/燃料比KCMDSLD的处理。

另一方面，如果步骤213的确定结果是否定的，即当没有满足四个条件(o)-(r)的任何一个，则ECU 2跳过步骤214、215，并且执行上述的步

骤216、217，随后结束用于计算该自适应目标空气/燃料比KCMDSLD的处理。在计算该自适应目标空气/燃料比KCMDSLD的处理中，ECU 2根据发动机3的操作条件切换，以上述方式计算用于ADSM处理或PRISM处理的该自适应目标空气/燃料比KCMDSLD。

随后，参照图37描述图15中的步骤39用于计算该自适应校正项FLAFADP的处理，图37示出用于执行此处理的程序。如图37所示，首先在步骤220确定该输出偏移 V_{O2} 是否是在预定范围($ADL < V_{O2} < ADH$)之内。如果步骤220的确定结果是肯定的，即当该输出偏移 V_{O2} 是小值因此该O2传感器15的输出 V_{out} 接近目标值 V_{op} 时，该程序进到步骤221，其中确定该自适应定则输入 U_{adp} 是否小于预定的下限值 NRL 。

如果步骤221的确定结果是否定的，则表明 $U_{adp} \geq NRL$ ，程序进到步骤222，其中确定该自适应定则输入 U_{adp} 是否大于预定的上限值 NRH 。如果步骤222的确定结果是否定的，则表明 $NRL \leq U_{adp} \leq NRH$ ，程序进到步骤223，其中该ECU 2将该自适应校正项的当前值 $FLAFADP(k)$ 设置到先前值 $FLAFADP(k-1)$ 。换言之，自适应校正项 $FLAFADP$ 的当前值被保持。然后，结束用于计算该自适应校正项 $FLAFADP$ 的处理。

另一方面，如果步骤222的确定结果是肯定的，则表明 $U_{adp} > NRH$ ，该程序进到步骤224，其中该ECU 2将该自适应校正项的当前值 $FLAFADP(k)$ 设置到该先前值 $FLAFADP(k-1)$ 与预定的更新值 $X_FLAFDLT$ 的取和 $[FLAFADP(k-1) + X_FLAFDLT]$ ，随后结束用于计算该自适应校正项 $FLAFADP$ 的处理。

另一方面，如果步骤221的确定结果是肯定的，则表明 $U_{adp} < NRL$ ，该程序进到步骤225，其中该ECU 2将该自适应校正项的当前值 $FLAFADP(k)$ 设置到该先前值 $FLAFADP(k-1)$ 与预定的更新值 $X_FLAFDLT$ 的相减值 $[FLAFADP(k-1) - X_FLAFDLT]$ ，随后结束用于计算该自适应校正项 $FLAFADP$ 的处理。

如上所述，根据第一实施例的控制装置1能够正确地消除在受控目标的输入和输出之间的控制定时中的滑动，该受控目标具有作为控制输入的目标空气/燃料比 $KCMD$ 和作为输出的O2传感器15的输出 V_{out} ，并且展现

相当大相位延迟、滞后时间等动态特性，从而使得有可能改进控制的稳定性与可控性，因此改进该后催化剂废气特性。

下面将参照图38-46描述本发明的第二至第八实施例的控制装置。在下面关于分别实施例的描述中，与第一实施例中完全相同或相等的部件被以相同的参考数字表示，其描述将被适当地省略。

首先，参照图38描述根据第二实施例的控制装置。第二实施例中的控制装置201与第一实施例中的控制装置1的不同仅在于车载识别器23。具体地说，第一实施例中的车载识别器23根据 $KACT$ 、 V_{out} 和 ϕ_{op} (KCMD) 计算模型参数 a_1 、 a_2 、 b_1 ，而第二实施例中的车载识别器23将根据 V_{out} 和 ϕ_{op} 计算该模型参数 a_1 、 a_2 、 b_1 。

更具体地说，该车载识别器23根据图5中方程式(8)-(15)表示的识别算法计算用于该模型参数的识别值 a_1' 、 a_2' 、 b_1' ，取代图6中使用在第一实施例中的方程式(16)-(23)表示的识别算法，并且按照图26、28所示限制标识值 a_1' 、 a_2' 、 b_1' ，以便计算该模型参数 a_1 、 a_2 、 b_1 。虽然没有具体程序被示出用于由车载识别器23执行的处理，但是这样的程序可以被构成实质上类似于第一实施例中使用的程序。根据第二实施例的该控制装置201能够提供类似于根据第一实施例的控制装置1的优点。

随后，参照图39描述根据第三实施例的控制装置。如图所示，第三实施例中的控制装置301与第一实施例中的控制装置1的不同仅在于状态预测器22。具体地说，第一实施例中的状态预测器22根据 a_1 、 a_2 、 b_1 、 $KACT$ 、 V_{out} 和 ϕ_{op} (KCMD) 计算预测值 $PREVO_2$ ，而第三实施例中的状态预测器22根据 a_1 、 a_2 、 b_1 、 V_{out} 和 ϕ_{op} 计算预测值 $PREVO_2$ 。

更具体地说，在第三实施例中的状态预测器22根据图4中由方程式(6)表示的预测算法计算该输出偏移 V_{O_2} 的预测值 $PREVO_2$ ，取代图4中使用在第一实施例中的由方程式(7)表示的预测算法。虽然没有具体程序被示出用于由状态预测器22执行的处理，但是这样的程序可以被构成实质上类似于第一实施例中使用的程序。根据该第三实施例的该控制装置301能够提供类似于根据该第一实施例的控制装置1的优点。

随后，参照图40描述根据第四实施例的控制装置。如示出的那样，根

据第四实施例的控制装置401不同于根据第一实施例的控制装置1仅在于规划型DSM控制器20A、规划型状态预测滑动模型控制器21A和参数规划器28(模型参数设置装置),用于计算模型参数 a_1 、 a_2 、 b_1 ,取代ADSM控制20、PRISM控制器21和车载识别器23。

根据上述方程式(44),参数规划器28首先根据发动机转速 NE 和进气管道内部绝对压力 PBA 计算废气量 AB_{SV} 。随后,参数规划器28根据废气量 AB_{SV} ,使用图41所示的表格计算模型参数 a_1 、 a_2 、 b_1 。

在图41所示的表格中,随着废气量 AB_{SV} 的加大,该模型参数 a_1 被设置为较小的值。与模型参数 a_1 相反,随着废气量 AB_{SV} 的加大,模型参数 a_2 、 b_1 被设置为较大的值。这是因为该受控目标的输出,即该O2传感器15的输出 V_{out} 随着废气量 AB_{SV} 增加而变得更稳定,而O2传感器的输出 V_{out} 随着废气量 AB_{SV} 减小变得波动。

该规划型DSM控制器20A使用如上所述的计算的模型参数 a_1 、 a_2 、 b_1 以类似于第一实施例的DSM控制器24计算该目标空气/燃料比 $KCMD$ 。同样,该规划型状态预测滑动模型控制器21A使用如上所述计算的模型参数 a_1 、 a_2 、 b_1 以类似于第一实施例的SLD控制器25计算该目标空气/燃料比 $KCMD$ 。

根据该第四实施例的该控制装置401能够提供类似于根据该第一实施例的控制装置1的优点。另外,能够使用该参数规划器28比使用车载识别器23更迅速地计算该模型参数 a_1 、 a_2 、 b_1 。因此有可能改进该控制的可靠性并且更迅速地保证良好后催化剂废气特征。

随后参照图42描述根据第五实施例的控制装置。根据第五实施例的控制装置501不同于根据第一实施例的控制装置1仅在于使用SDM控制器29取代第一实施例中的控制装置1的DSM控制器24。根据应用 $\Sigma\Delta$ 调制算法的一种控制算法,SDM控制器29根据预测值 $PREV_{O2}(k)$ 计算控制输入 $\phi_{op}(k)$ 。

具体地说,在图42中图示SDM控制器29中,反相放大器29a产生一个基准信号 $r(k)$,作为-1、基准信号的增益 G_d 和预测值 $PREV_{O2}(k)$ 的乘积。随后,积分器29b产生一个基准信号的积分值 $\sigma_{dr}(k)$,作为由延迟元件29c延迟的基准信号积分值 $\sigma_{dr}(k-1)$ 和基准信号 $r(k)$ 的取和。另一方面,积分器29d产生一个SDM信号的积分值 $\sigma_{du}(k)$,作为由延迟元件29e延迟的SDM

信号积分值 $\sigma_{du}(k-1)$ 和由延迟元件29j延迟的SDM信号 $u(k-1)$ 的取和。然后，减法器29f从基准信号积分值 $\sigma_{dr}(k)$ 产生该SDM信号积分值 $\sigma_{du}(k)$ 的一个偏移信号 $\delta''(k)$ 。

随后，量化器29g(符号函数)产生一个DSM信号 $u''(k)$ 作为该偏移信号 $\delta''(k)$ 的符号。然后，通过以预定增益 F_d 放大该DSM信号 $u''(k)$ ，放大器29h产生放大的SDM信号 $u(k)$ 。然后，加法器29i产生控制输入 $\phi_{op}(k)$ ，作为放大的SDM信号 $u(k)$ 和预定基准值 $FLAFBASE$ 的取和。

上述的DSM控制器29的控制算法由如下方程式(45)-(51)表示：

$$r(k) = -1 \cdot G_d \cdot PREVO2(k) \quad \dots \quad (45)$$

$$\sigma_{dr}(k) = \sigma_{dr}(k-1) + r(k) \quad \dots \quad (46)$$

$$\sigma_{du}(k) = \sigma_{du}(k-1) + u''(k-1) \quad \dots \quad (47)$$

$$\delta''(k) = \sigma_{dr}(k) - \sigma_{du}(k) \quad \dots \quad (48)$$

$$u''(k) = \text{sgn}(\delta''(k)) \quad \dots \quad (49)$$

$$u(k) = F_d \cdot u''(k) \quad \dots \quad (50)$$

$$\phi_{op}(k) = FLAFBASE + u(k) \quad \dots \quad (51)$$

其中 G_d 和 F_d 表示增益。其中当 $\delta''(k) \geq 0$ 时，符号函数 $\text{sgn}(\delta''(k))$ 的值取1($\text{sgn}(\delta''(k))=1$)，当 $\delta''(k) < 0$ 时，符号函数 $\text{sgn}(\delta''(k))$ 的值取-1($\text{sgn}(\delta''(k))=-1$)，而当 $\delta''(k)=0$ 时，符号函数 $\text{sgn}(\delta''(k))$ 的值取0($\text{sgn}(\delta''(k))=0$)。

SDM控制器29的控制算法中的该 $\Sigma\Delta$ 调制算法的特征在于，该SDM信号 $u(k)$ 能够产生(计算)而使得时间该SDM信号 $u(k)$ 被输入到该受控目标时在该受控目标的输出再生该基准信号 $r(k)$ ，如上述的 $\Delta\Sigma$ 调制算法的情况。换言之，该SDM控制器29具有类似于上述DSM控制器24的产生控制输入 $\phi_{op}(k)$ 的特性。因此，根据第五实施例的控制装置501，其使用SDM控制器29能够提供类似于根据第一实施例的控制装置1的优点。虽然没有示出用于该SDM控制器29的具体程序，但是这种程序可以实质上类似于该DSM控制器24构成。

随后，参照图43描述根据第六实施例的控制装置。根据第六实施例的控制装置601不同于根据第一实施例的控制装置1仅在于使用DM控制器30

取代DSM控制器24。根据应用 Δ 调制算法的一种控制算法，DM控制器30根据预测值PREV02(k)计算控制输入 $\phi_{op}(k)$ 。

具体地说，如图43所示，在DM控制器30中，反相放大器30a产生该基准信号 $r(k)$ 作为-1值、基准信号的增益 G_d 和预测值PREV02(k)的乘积。积分器30b产生DM信号的积分值 $\sigma_{du}(k)$ ，作为由延迟元件30延迟的DM信号积分值 $\sigma_{du}(k-1)$ 和由延迟元件30h延迟的DM信号 $u''(k-1)$ 的取和。然后，减法器30d从基准信号 $r(k)$ 产生该DM信号积分值 $\sigma_{du}(k)$ 的偏移信号 $\delta''(k)$ 。

随后，量化器30e(符号函数)产生SM信号 $u''(k)$ 作为偏移信号 $\delta''(k)$ 的符号。然后，通过以预定增益 F_d 放大该DM信号 $u''(k)$ ，放大器30f产生放大的DM信号 $u(k)$ 。随后，加法器30g产生控制输入 $\phi_{op}(k)$ ，作为放大的DM信号 $u(k)$ 和该预定基准值FLAFBASE的取和。

上述的DM控制器30的控制算法由如下方程式(52)-(57)表示：

$$r(k) = -1 \cdot G_d \cdot \text{PREV02}(k) \quad \dots \quad (52)$$

$$\sigma_{du}(k) = \sigma_{du}(k-1) + u''(k-1) \quad \dots \quad (53)$$

$$\delta''(k) = r(k) - \sigma_{du}(k) \quad \dots \quad (54)$$

$$u''(k) = \text{sgn}(\delta''(k)) \quad \dots \quad (55)$$

$$u(k) = F_d \cdot u''(k) \quad \dots \quad (56)$$

$$\phi_{op}(k) = \text{FLAFBASE} + u(k) \quad \dots \quad (57)$$

其中 G_d 和 F_d 表示增益。当 $\delta''(k) \geq 0$ 时，符号函数 $\text{sgn}(\delta''(k))$ 的值取1 ($\text{sgn}(\delta''(k))=1$)，当 $\delta''(k) < 0$ 时，符号函数 $\text{sgn}(\delta''(k))$ 的值取-1 ($\text{sgn}(\delta''(k))=-1$)，而当 $\delta''(k)=0$ 时，符号函数 $\text{sgn}(\delta''(k))$ 的值取0 ($\text{sgn}(\delta''(k))=0$)。

DM控制器30的控制算法，即该 Δ 调制算法的特征在于，可产生(计算)DM信号 $u(k)$ ，使得当DM信号 $u(k)$ 输入到该受控目标时在该受控目标的输出再现该基准信号 $r(k)$ ，如被上述 $\Delta\Sigma$ 调制算法和 $\Sigma\Delta$ 调制算法的情况。换言之，该DM控制器30具有类似于上述DSM控制器24和SDM控制器29的产生控制输入 $\phi_{op}(k)$ 的特性。因此，根据第六实施例的控制装置601，其使用DM控制器30能够提供类似于根据第一实施例的控制装置1的优点。虽然没有示出用于该DM控制器30的具体程序，但是这种程序可以实质上类似于该

DSM控制器24构成。

随后参照图44和45描述根据第七实施例的控制装置。如图44所示，根据第七实施例的控制装置701不同于根据第一实施例的控制装置1仅在于发动机3不具有LAF传感器14，并且O₂传感器15放置在该第二催化剂8b的下游。

由于未设置LAF传感器14，该控制装置701根据O₂传感器15的输出V_{out}和控制输入 $\phi_{op}(k)$ (目标空气/燃料比KCMD)，依靠车载识别器23计算该模型参数a₁、a₂、b₁，如图45所示。换言之，车载识别器23根据由图5中的方程式(8)-(15)表示的识别算法计算用于该模型参数的该识别的值a₁、a₂、b₁，并且按照上述方式限制这些识别值，以便计算该模型参数a₁、a₂、b₁。

而且，状态预测器22根据模型参数a₁、a₂、b₁、O₂传感器15的输出V_{out}和控制输入 ϕ_{op} 计算该输出偏移V_{O2}的预测值PREV_{O2}。换言之，该状态预测器22根据由图4中方程式(6)表示的预测算法计算该输出偏移V_{O2}的预测值PREV_{O2}。虽然没有具体程序被示出用于由该状态预测器22和车载识别器23执行的处理，但是这样的程序可以是构成上实质类似于第一实施例中那些的程序。其它程序还可以按照与第一实施例中的程序类似的方式构成。

根据如上所述第七实施例的控制装置701能够提供类似于根据该第一实施例的控制装置1的优点。具体地说，当仅由O₂传感器15控制该空气/燃料比时，如该第七实施例中那样，通过图34中的步骤192-194，针对基准信号值把增益KRDSM设置到不同值，控制废气为更淡和更浓以便以不同比率把该目标空气/燃料比KCMD会聚到目标值V_{op}，该控制装置701能够提供一个满意的后催化剂废气特性，而无误地把该空气/燃料混合物的空气/燃料比改变到更淡和更浓。另外，由于能够不使用LAF传感器14而保证适当的后催化剂废气特性，所以能够相应地节省制造成本。

随后，参照图46描述根据第八实施例的控制装置。如图所示，根据第八实施例的控制装置801不同于根据第七实施例的控制装置701在于：该第七实施例中的ADSM控制器20、PRISM控制器21和车载识别器23被替换为

在该第八实施例中的规划型DSM控制器20A、规划型状态预测滑动模型控制器21A和参数规划器28。控制器20A、21A和参数规划器28的配置方式类似于第四实施例中的情况。根据该第八实施例的控制装置801能够提供类似于根据该第七实施例的控制装置701的优点。另外，当使用参数规划器28时，能够比使用车载识别器23时更快地计算该模型参数 a_1 、 a_2 、 b_1 。因此能够改进该控制的可靠性并且更迅速地保证满意的后催化剂废气特征。

上述实施例已经示出根据本发明的为了控制该内燃机3的空气/燃料比的控制装置的构形。然而应该理解，本发明不局限于上述实施例，而是能被广泛地用于控制其它任意受控目标的控制装置。另外，ADSM控制器20和PRISM控制器21可以用硬件实现，以取代该实施例中的程序。

如上所述，根据本发明的控制装置能够消除在受控目标的输入和输出之间的控制定时的滑动，即使当该受控目标展现具有相当大的相位延迟、滞后时间的动态特性时，从而改进该控制的稳定性和可控性。

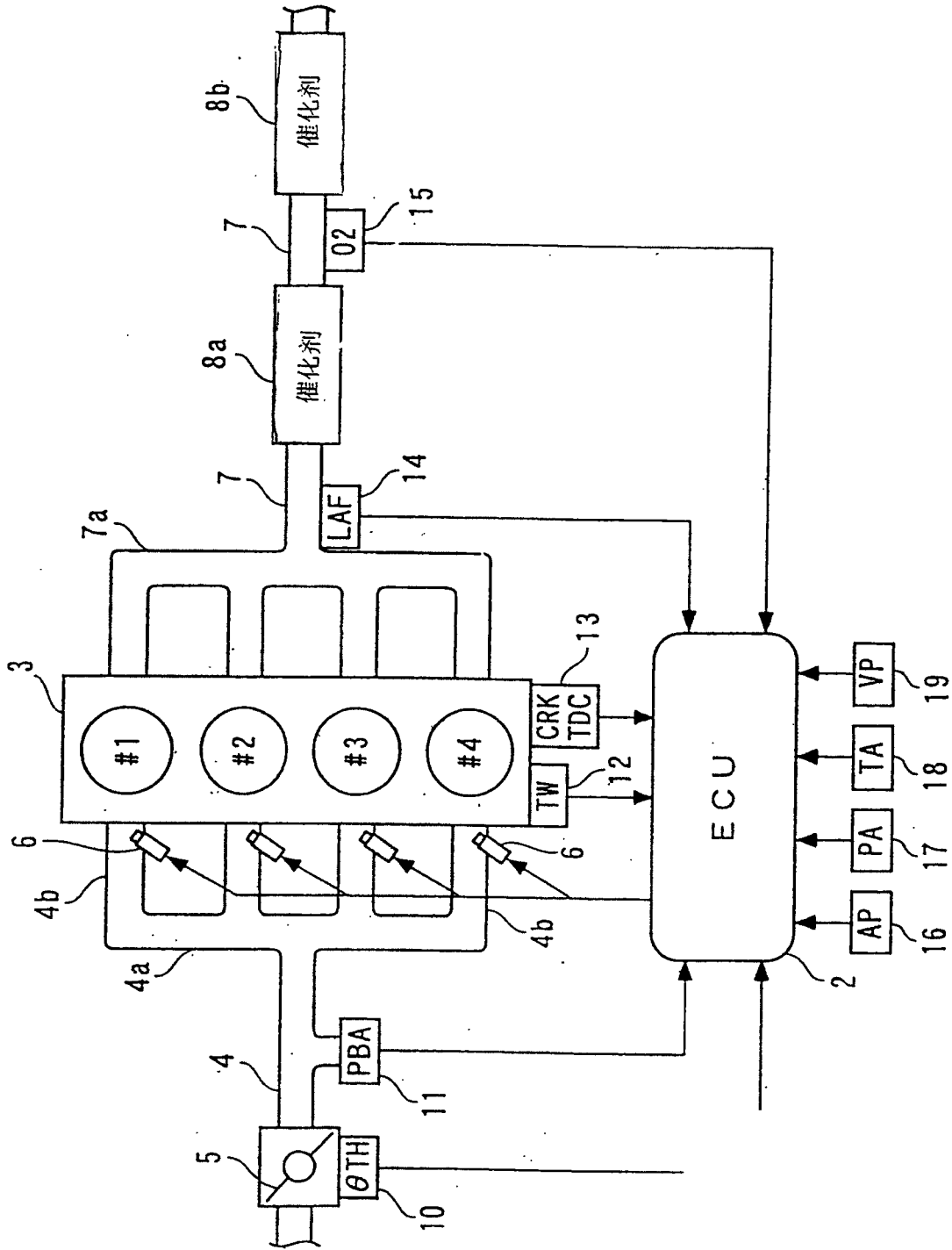


图 1

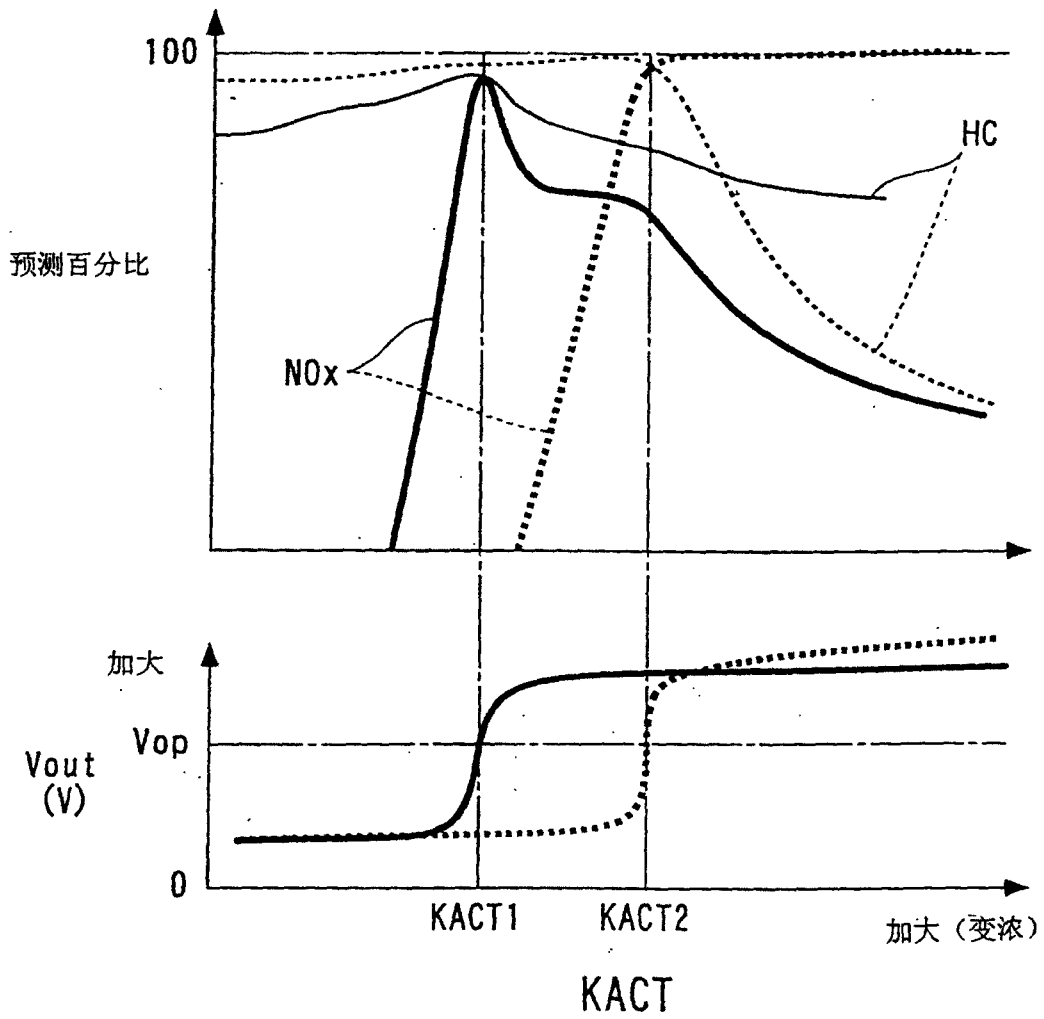


图 2

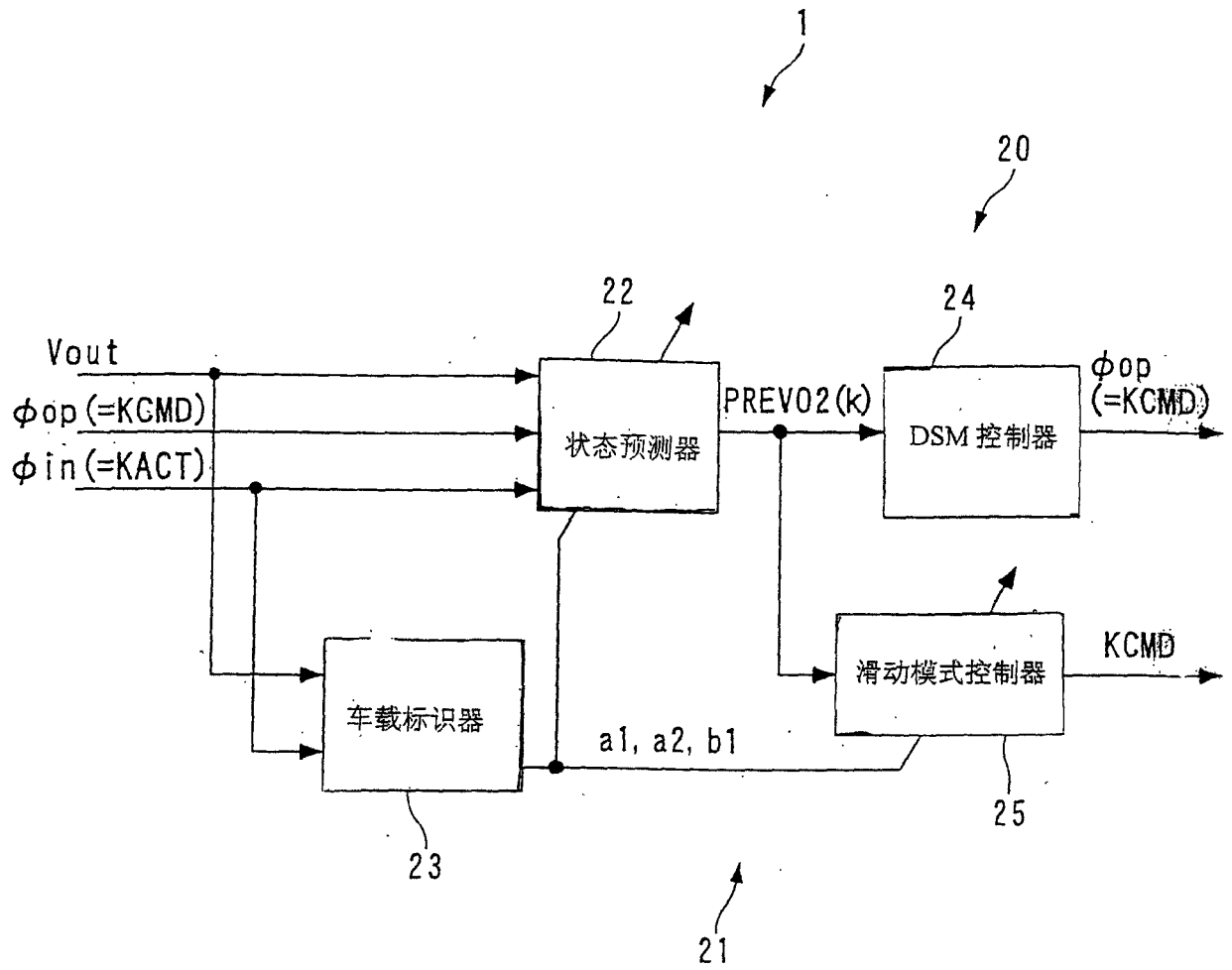


图 3

$$A = \begin{bmatrix} a1 & a2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \dots\dots (4)$$

$$B = \begin{bmatrix} b1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \dots\dots (5)$$

$$\text{PREV02}(k) = \alpha 1 \cdot V02(k) + \alpha 2 \cdot V02(k-1) + \sum_{i=1}^{dt} \beta i \cdot \text{DKCMD}(k-i) \quad \dots\dots (6)$$

其中 $\alpha 1$: A^{dt} 的一行一列元素
 $\alpha 2$: A^{dt} 的一行两列元素
 βi : $A^{-1}B$ 的一行元素

$$\text{PREV02}(k) = \alpha 1 \cdot V02(k) + \alpha 2 \cdot V02(k-1) + \sum_{i=1}^{d'-1} \beta i \cdot \text{DKCMD}(k-i) + \sum_{j=d}^{dt} \beta j \cdot \text{DKACT}(k-j) \quad \dots\dots (7)$$

其中 βj : $A^{j-1}B$ 的一行元素

图 4

$$\theta(k) = \theta(k-1) + KP(k) \cdot ide_f(k) \quad \dots\dots (8)$$

$$\theta(k)^T = [a1'(k), a2'(k), b1'(k)] \quad \dots\dots (9)$$

$$ide_f(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ide(i) \quad \dots\dots (10)$$

$$ide(k) = VO2(k) - VO2HAT(k) \quad \dots\dots (11)$$

$$VO2HAT(k) = \theta(k-1)^T \zeta(k) \quad \dots\dots (12)$$

$$\zeta(k)^T = [VO2(k-1), VO2(k-2), DKCMD(k-dt)] \quad \dots\dots (13)$$

$$KP(k) = \frac{P(k) \zeta(k)}{1 + \zeta(k)^T P(k) \zeta(k)} \quad \dots\dots (14)$$

$$P(k+1) = \frac{1}{\lambda_1} \left(I - \frac{\lambda_2 P(k) \zeta(k) \zeta(k)^T}{\lambda_1 + \lambda_2 \zeta(k)^T P(k) \zeta(k)} \right) P(k) \quad \dots\dots (15)$$

其中 I 是单位矩阵

图 5

$$\theta(k) = \theta(k-1) + KP(k) \cdot ide_f(k) \quad \dots\dots (16)$$

$$\theta(k)^T = [a1'(k), a2'(k), b1'(k)] \quad \dots\dots (17)$$

$$ide_f(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ide(i) \quad \dots\dots (18)$$

$$ide(k) = V02(k) - V02HAT(k) \quad \dots\dots (19)$$

$$V02HAT(k) = \theta(k-1)^T \zeta(k) \quad \dots\dots (20)$$

$$\zeta(k)^T = [V02(k-1), V02(k-2), DKACTION(k-d-dd)] \quad \dots\dots (21)$$

$$KP(k) = \frac{P(k) \zeta(k)}{1 + \zeta(k)^T P(k) \zeta(k)} \quad \dots\dots (22)$$

$$P(k+1) = \frac{1}{\lambda_1} \left(I - \frac{\lambda_2 P(k) \zeta(k) \zeta(k)^T}{\lambda_1 + \lambda_2 \zeta(k)^T P(k) \zeta(k)} \right) P(k) \quad \dots\dots (23)$$

其中 I 是单位矩阵

图 6

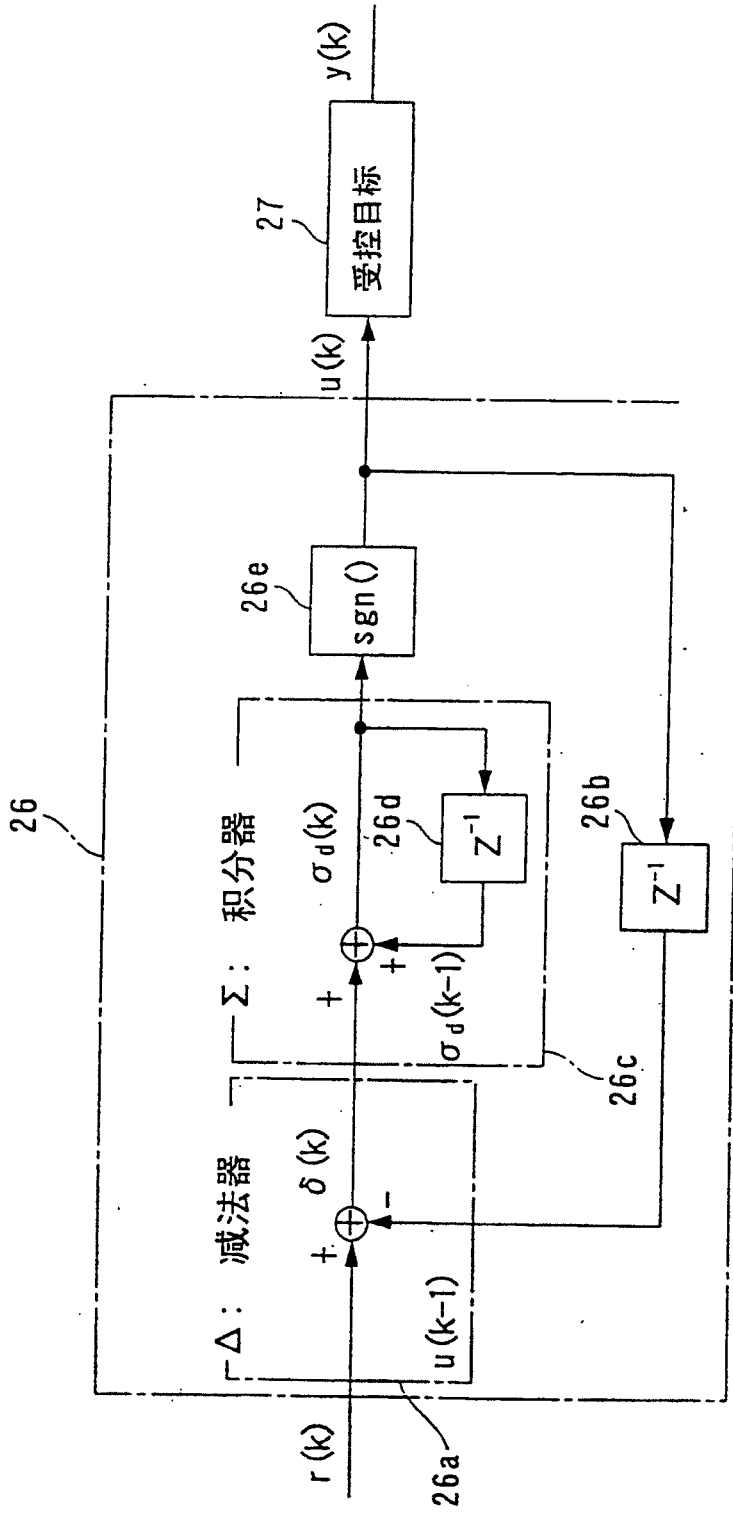


图 7

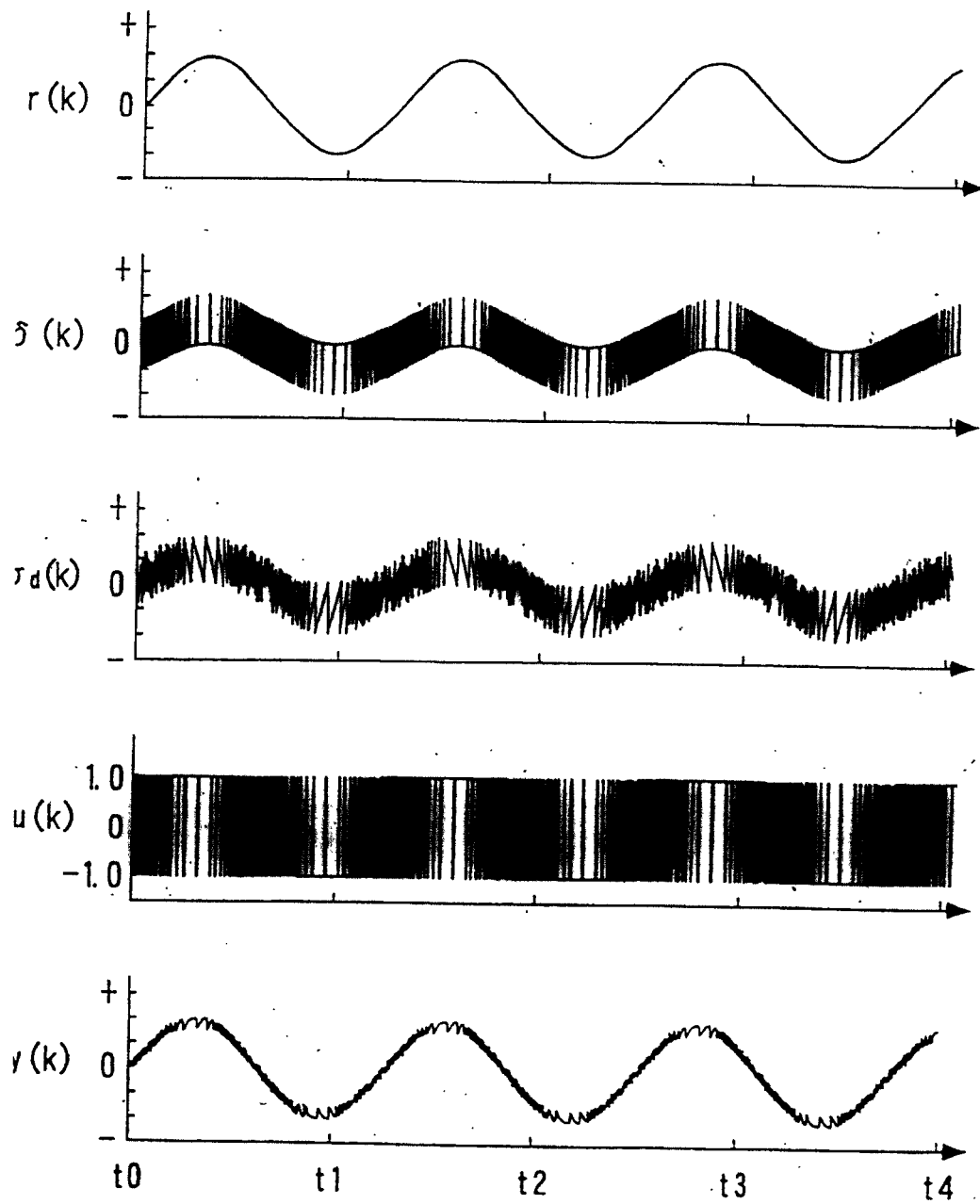


图 8

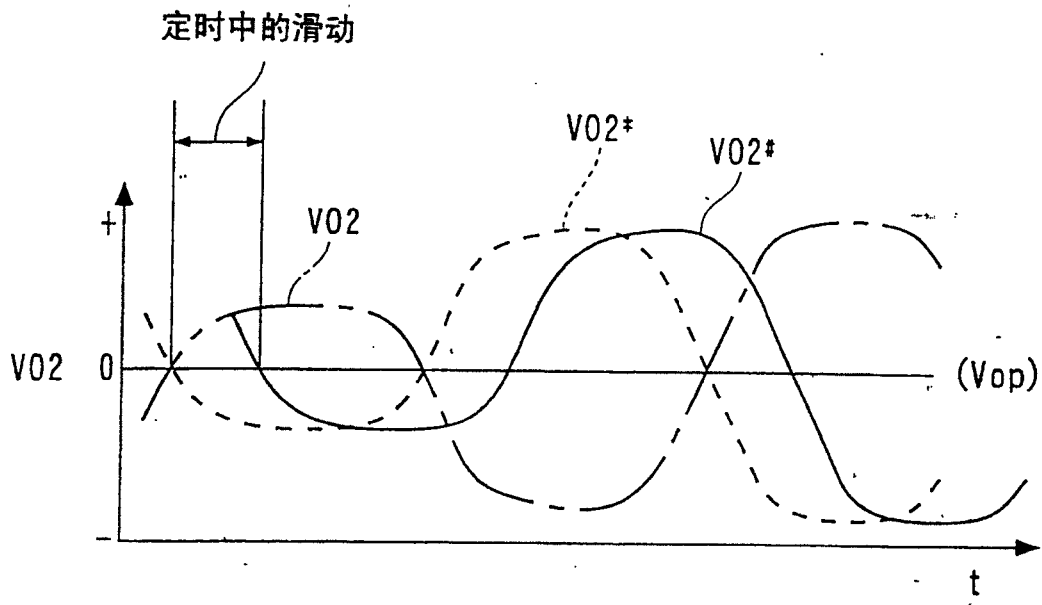


图 9

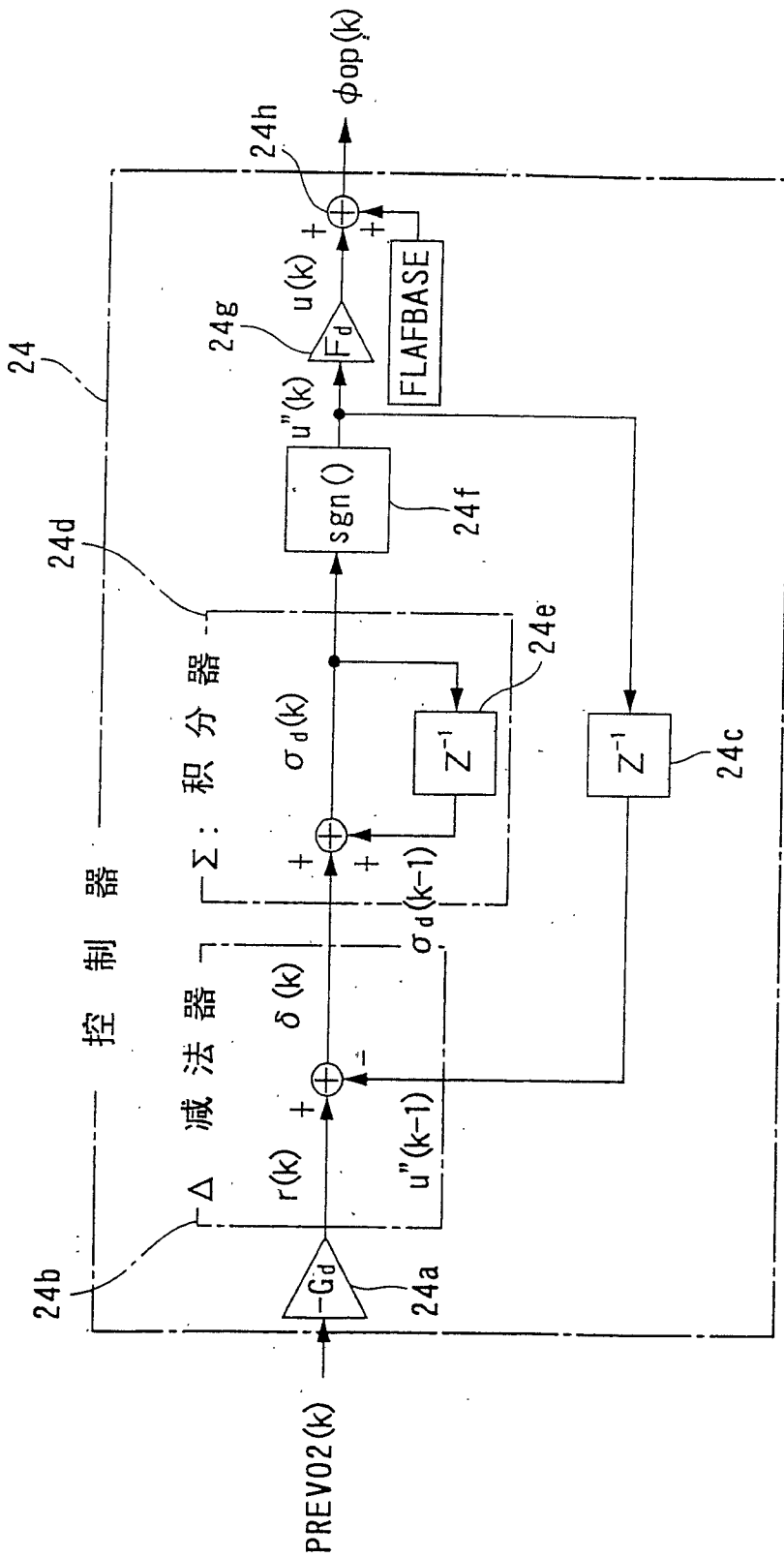


图 10

$$U_{sl}(k) = U_{eq}(k) + U_{rch}(k) + U_{adp}(k) \quad \dots\dots (34)$$

$$U_{eq}(k) = \frac{-1}{S1 \cdot b1} \{ [S1 \cdot (a1 - 1) + S2] \cdot V02(k+dt) + (S1 \cdot a2 - S2) \cdot V02(k+dt-1) \} \quad \dots\dots (35)$$

$$U_{rch}(k) = \frac{-F}{S1 \cdot b1} \cdot \sigma(k+dt) \quad \dots\dots (36)$$

$$U_{adp}(k) = \frac{-G}{S1 \cdot b1} \sum_{i=0}^{k+dt} \Delta T \cdot \sigma(i) \quad \dots\dots (37)$$

图 11

$$\sigma \text{PRE}(k) = S_1 \cdot \text{PREV02}(k) + S_2 \cdot \text{PREV02}(k-1) \quad \dots\dots (38)$$

$$U_{s1}(k) = U_{eq}(k) + U_{rch}(k) + U_{adp}(k) \quad \dots\dots (39)$$

$$U_{eq}(k) = \frac{-1}{S_1 \cdot b_1} \{ [S_1 \cdot (a_1 - 1) + S_2] \cdot \text{PREV02}(k) + (S_1 \cdot a_2 - S_2) \cdot \text{PREV02}(k-1) \} \quad \dots\dots (40)$$

$$U_{rch}(k) = \frac{-F}{S_1 \cdot b_1} \cdot \sigma \text{PRE}(k) \quad \dots\dots (41)$$

$$U_{adp}(k) = \frac{-G}{S_1 \cdot b_1} \sum_{i=0}^k \Delta T \cdot \sigma \text{PRE}(i) \quad \dots\dots (42)$$

图 12

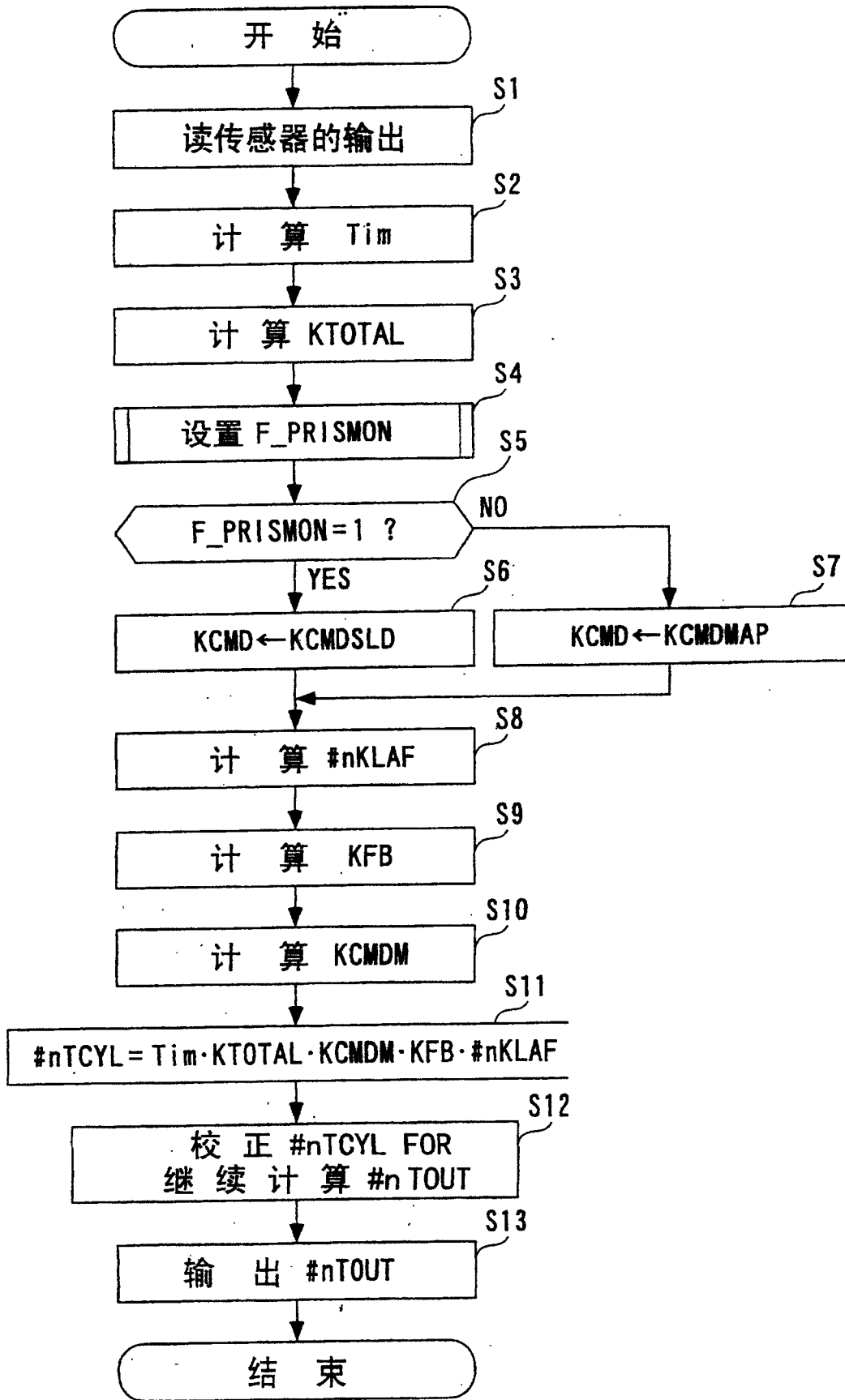


图 13

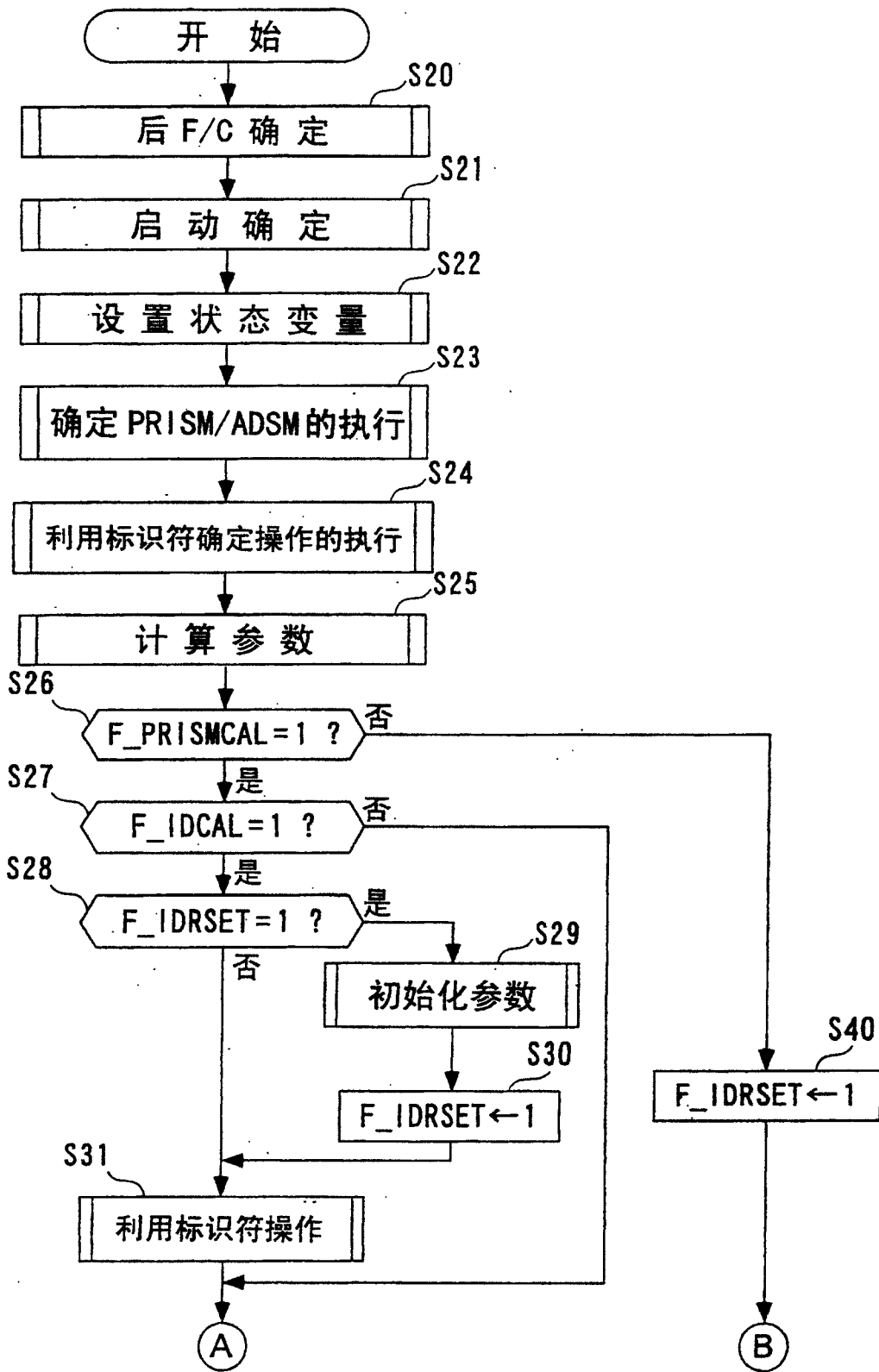


图 14

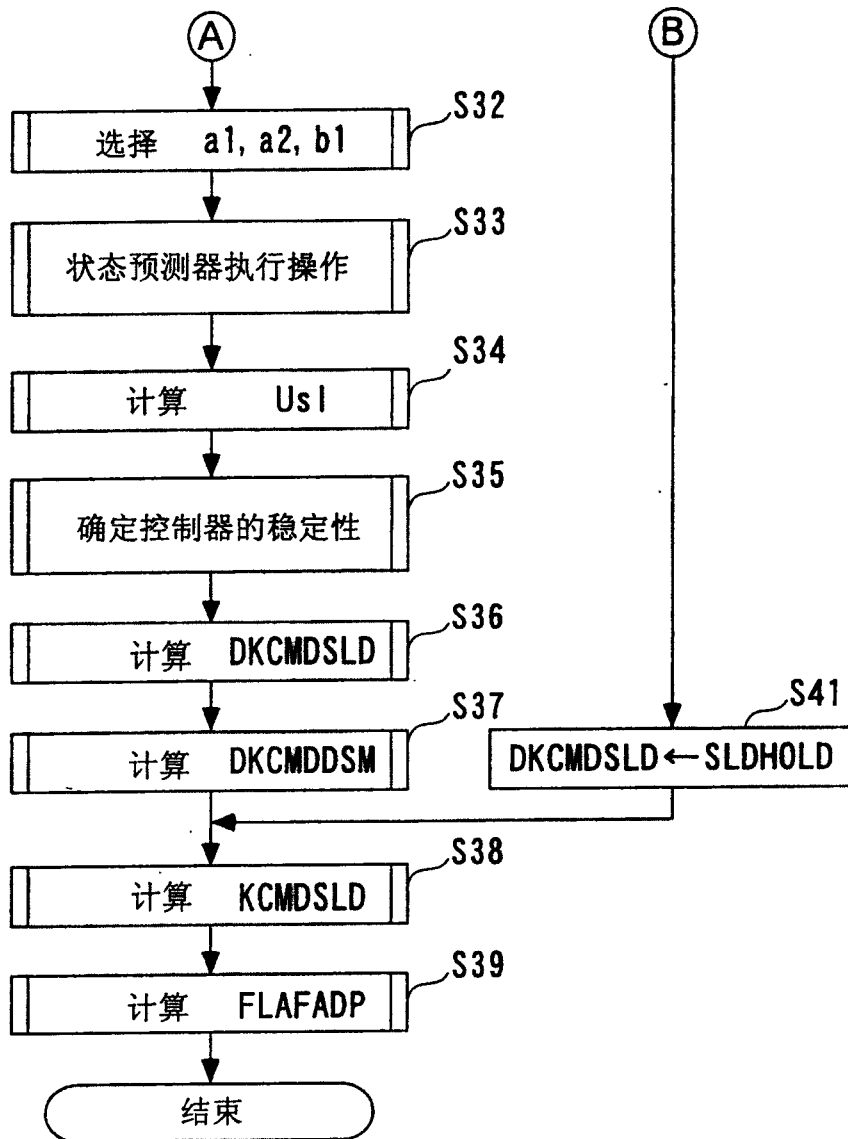


图 15

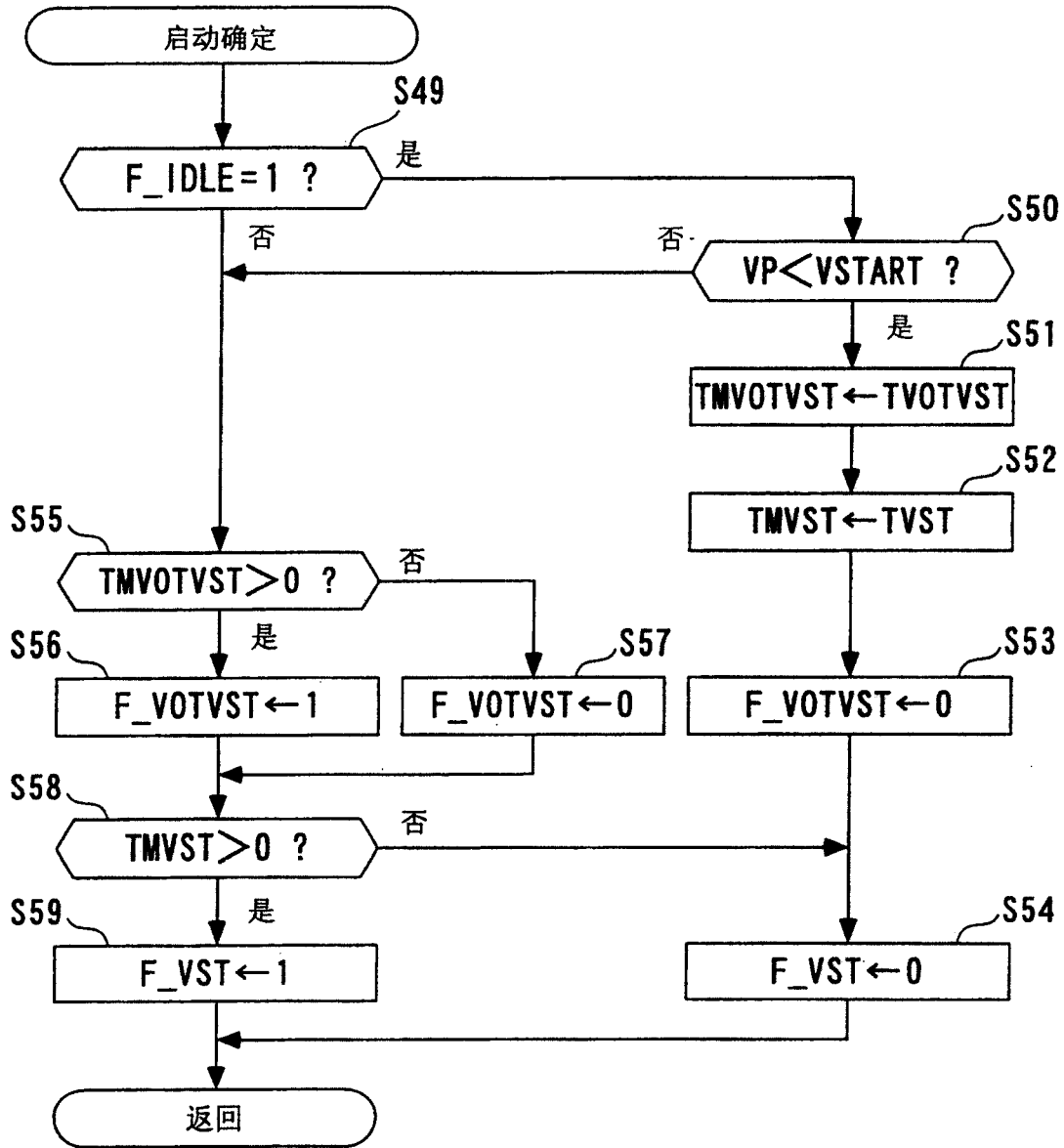


图 16

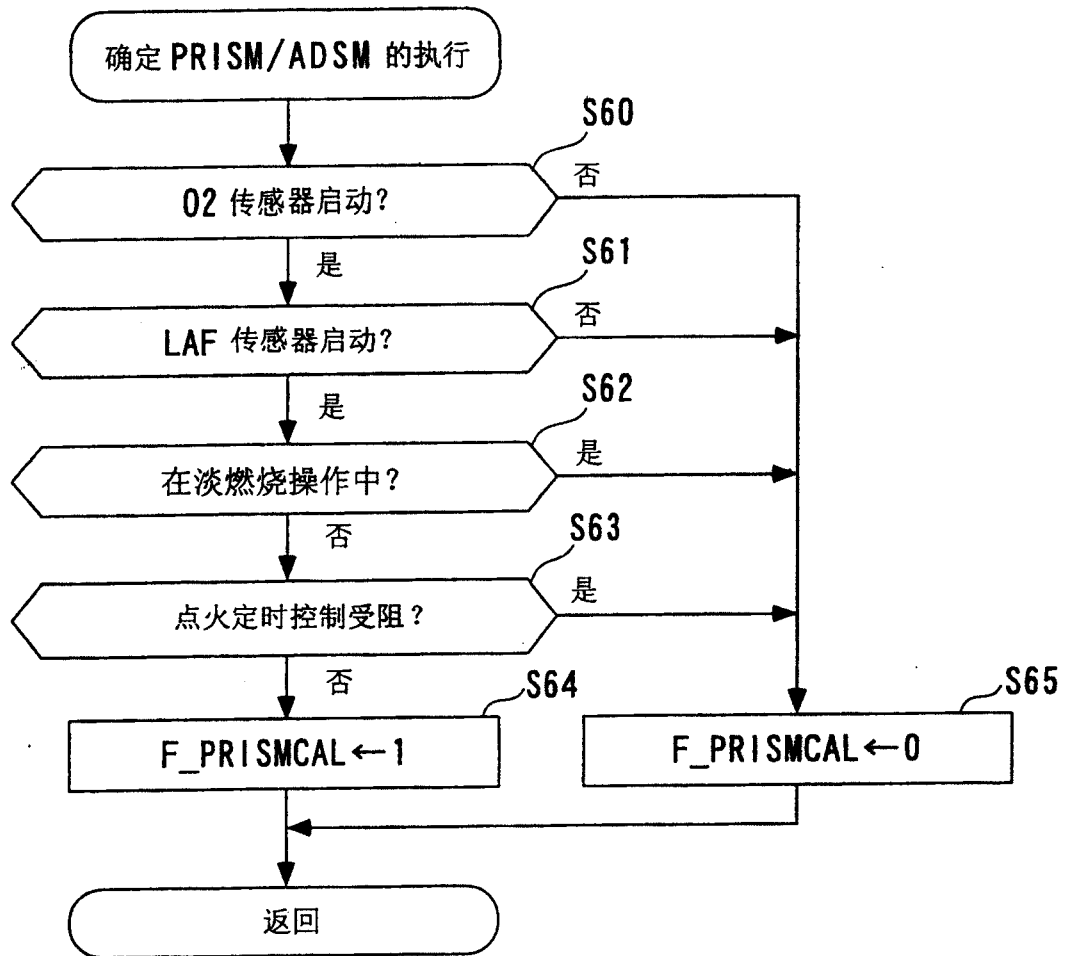


图 17

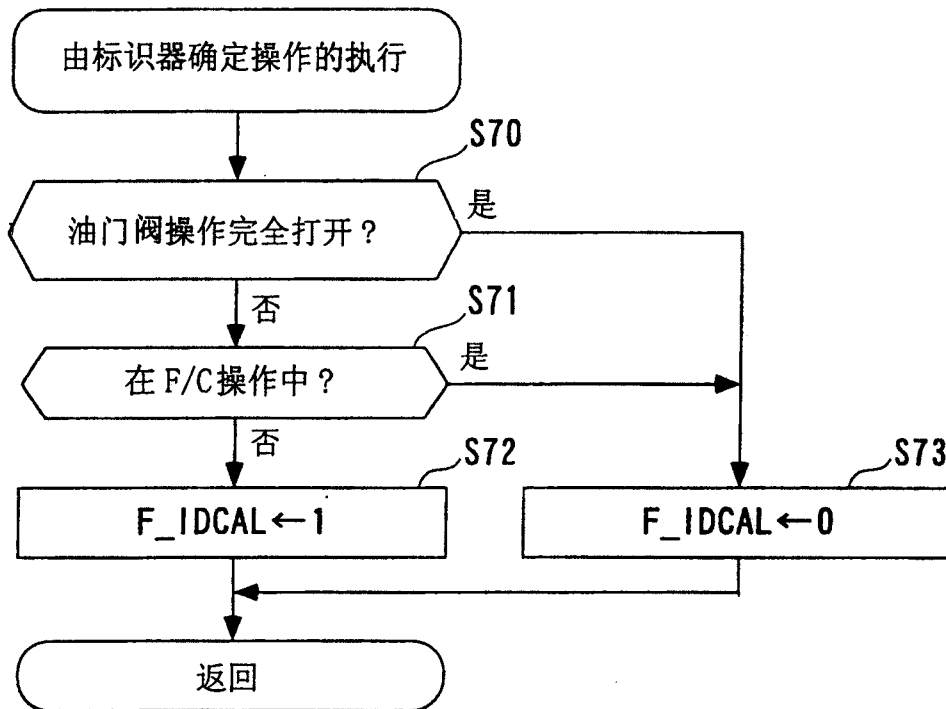


图 18

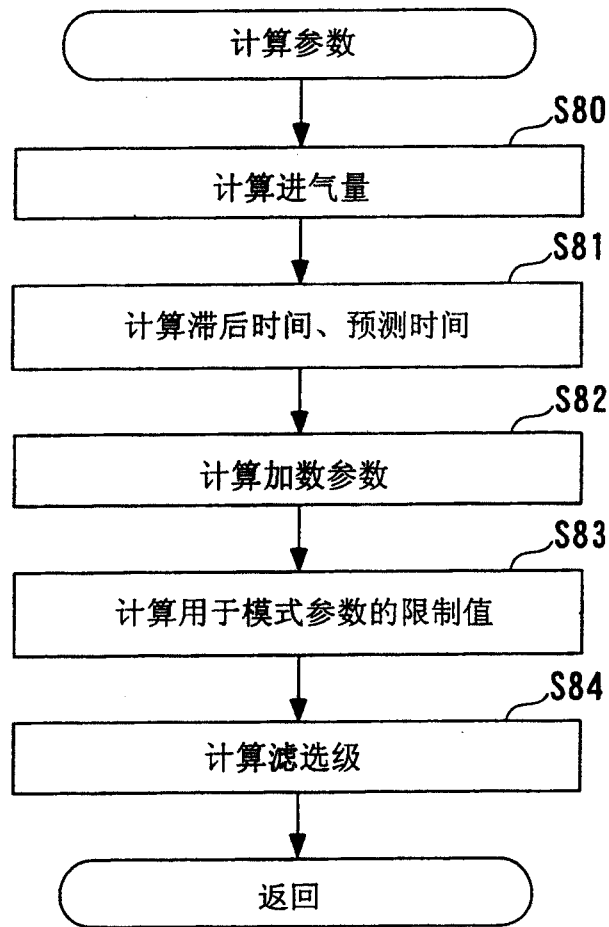


图 19

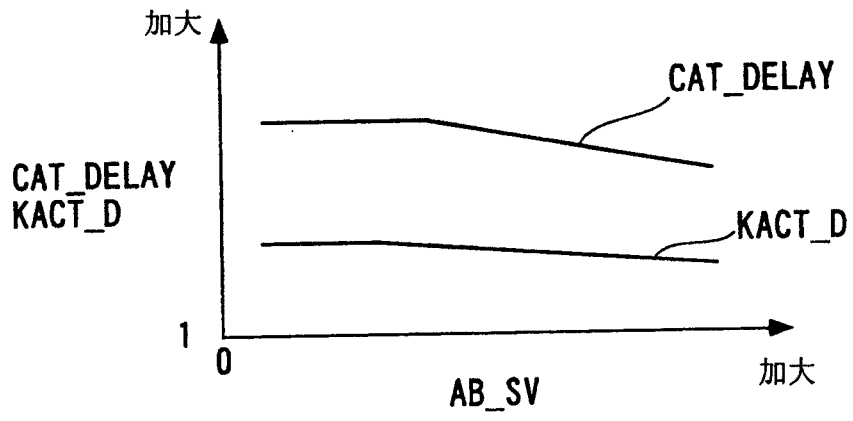


图 20

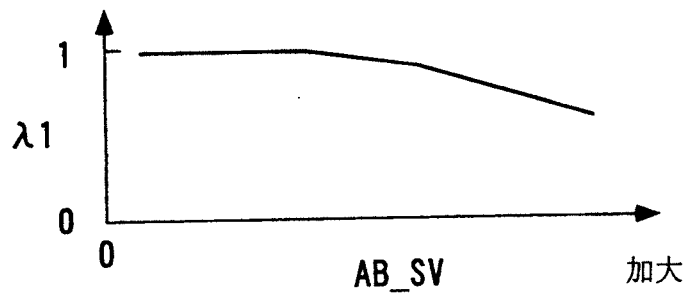


图 21

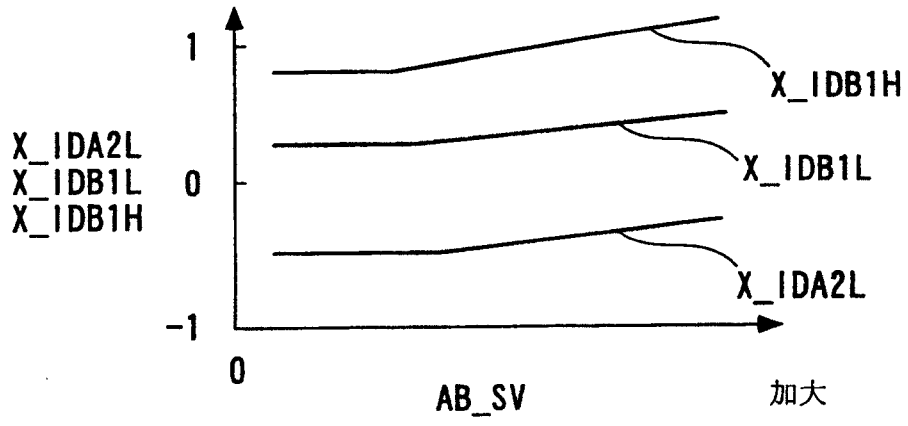


图 22

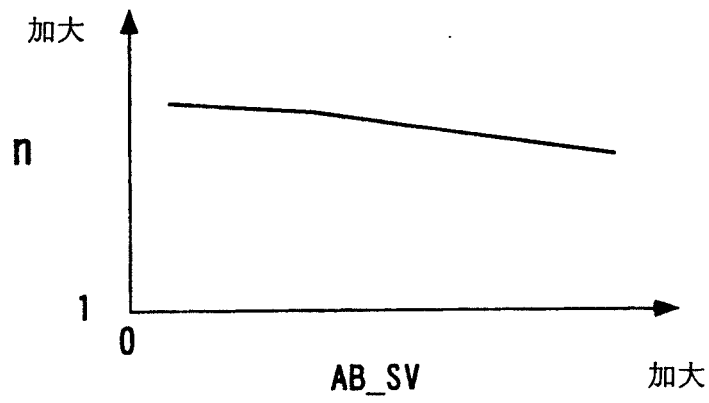


图 23

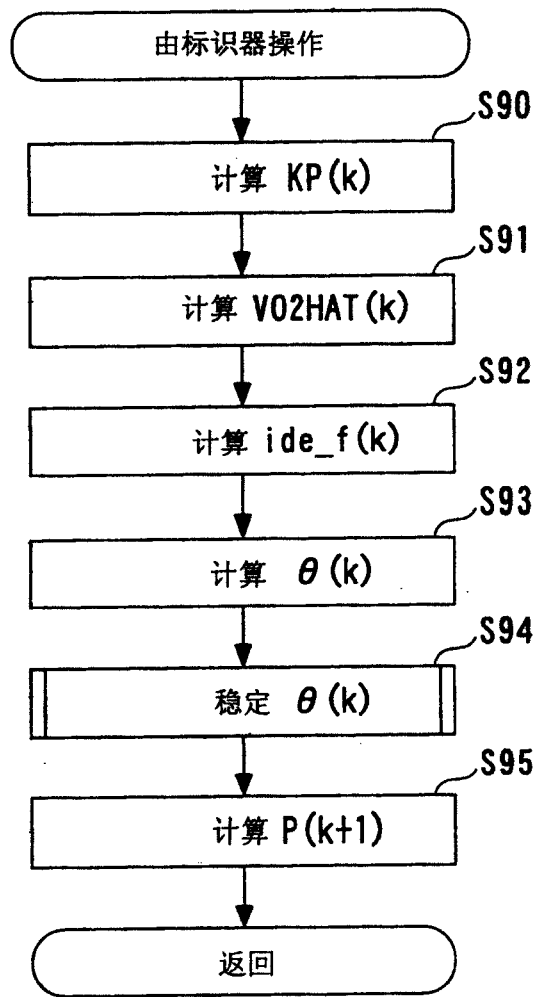


图 24

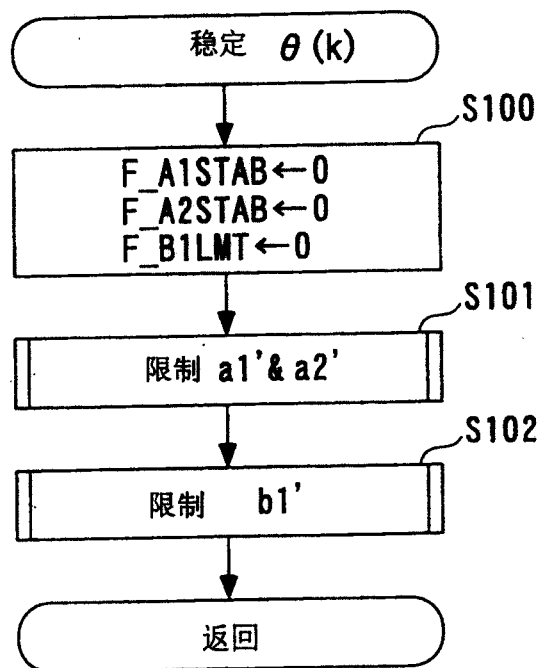


图 25

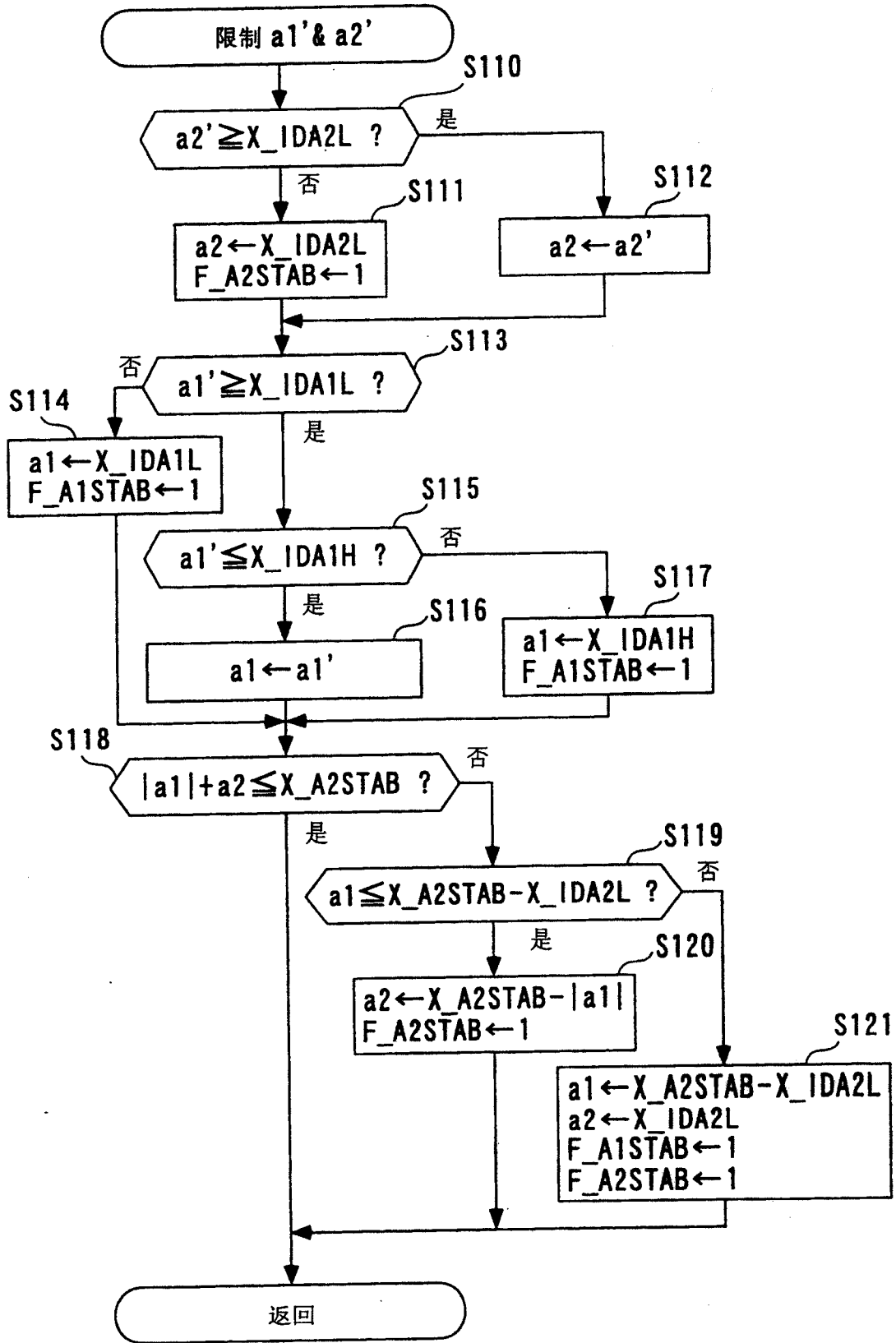


图 26

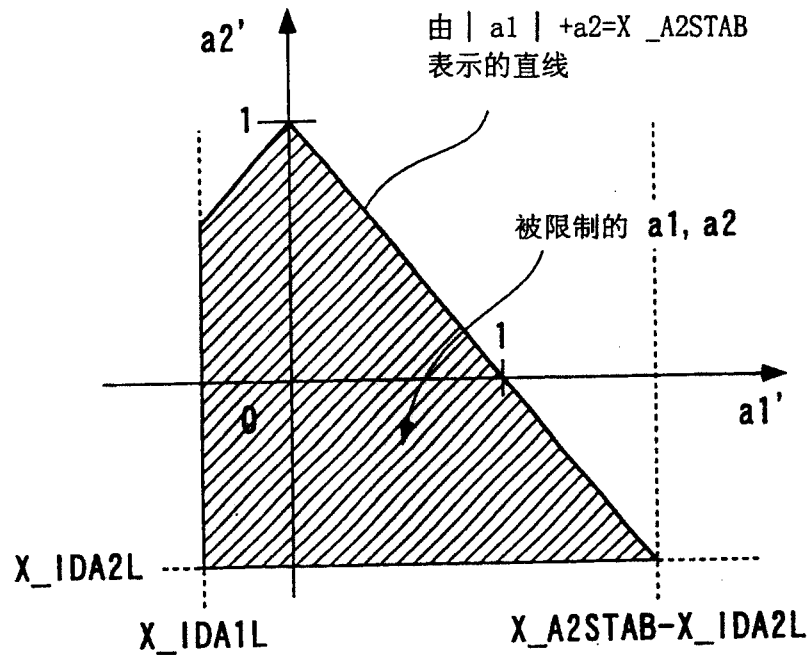


图 27

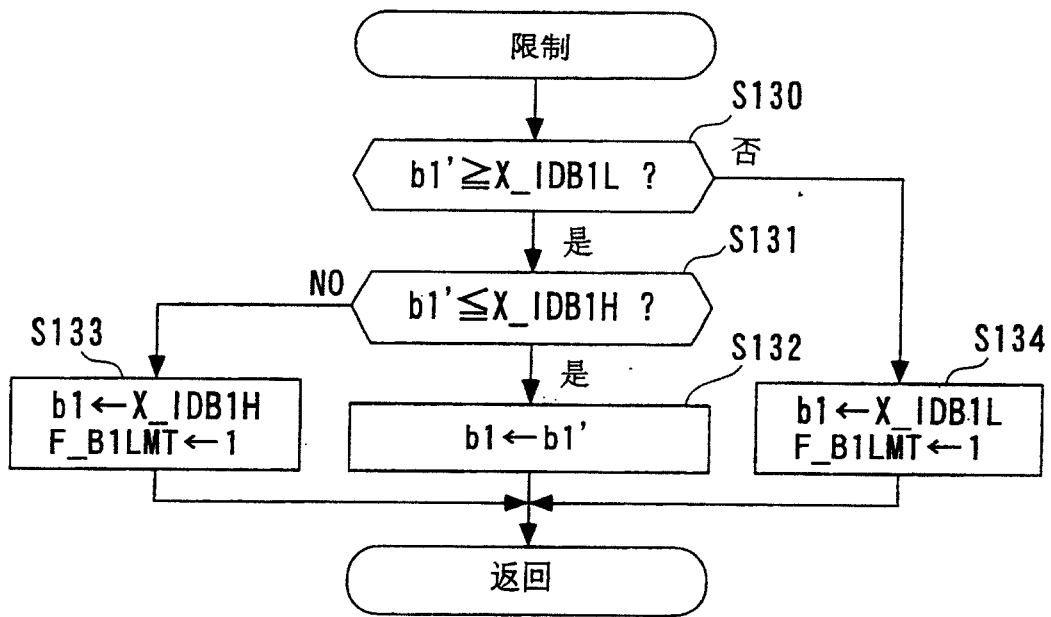


图 28

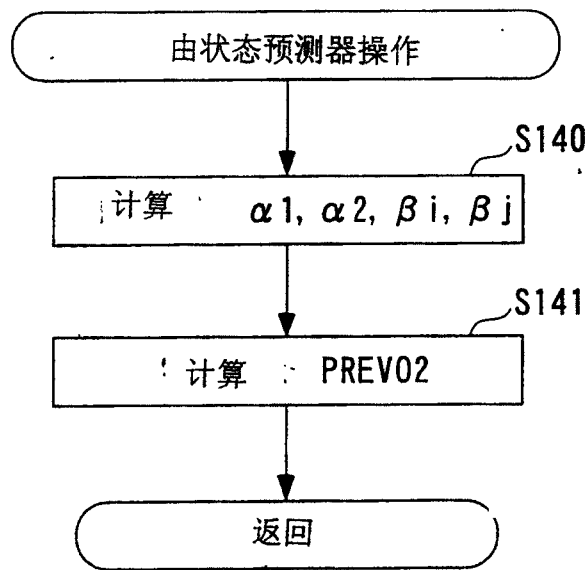


图 29

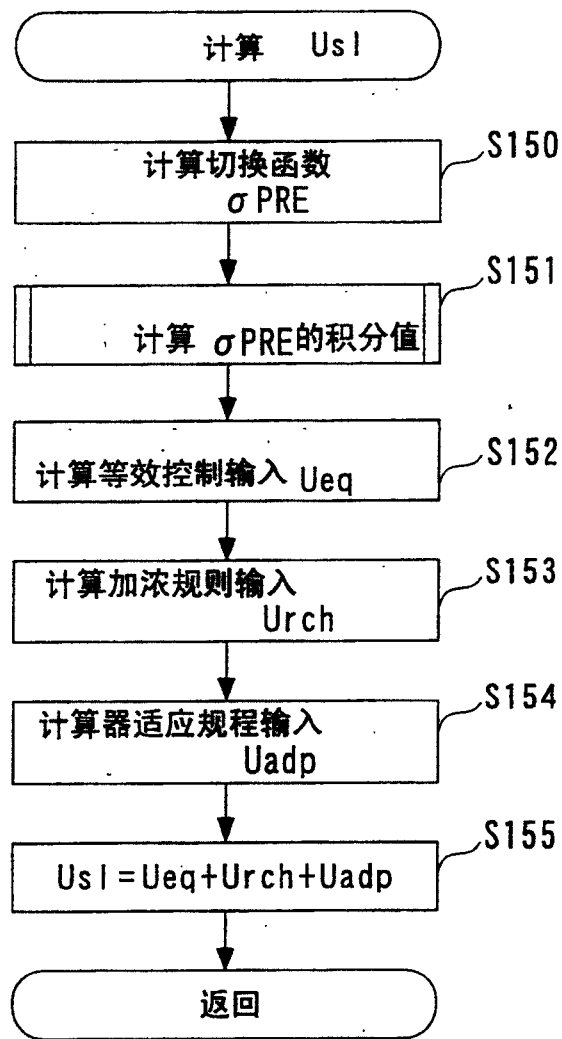


图 30

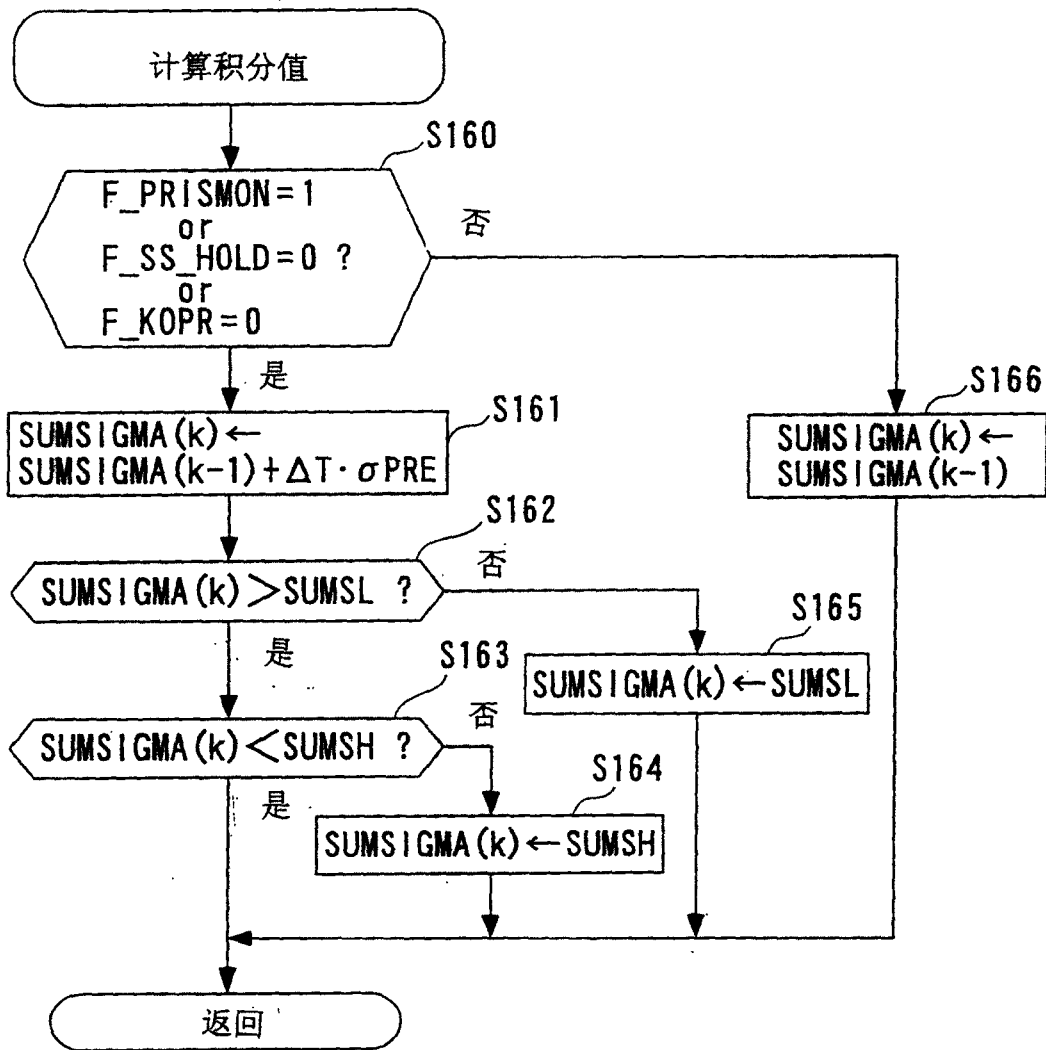


图 31

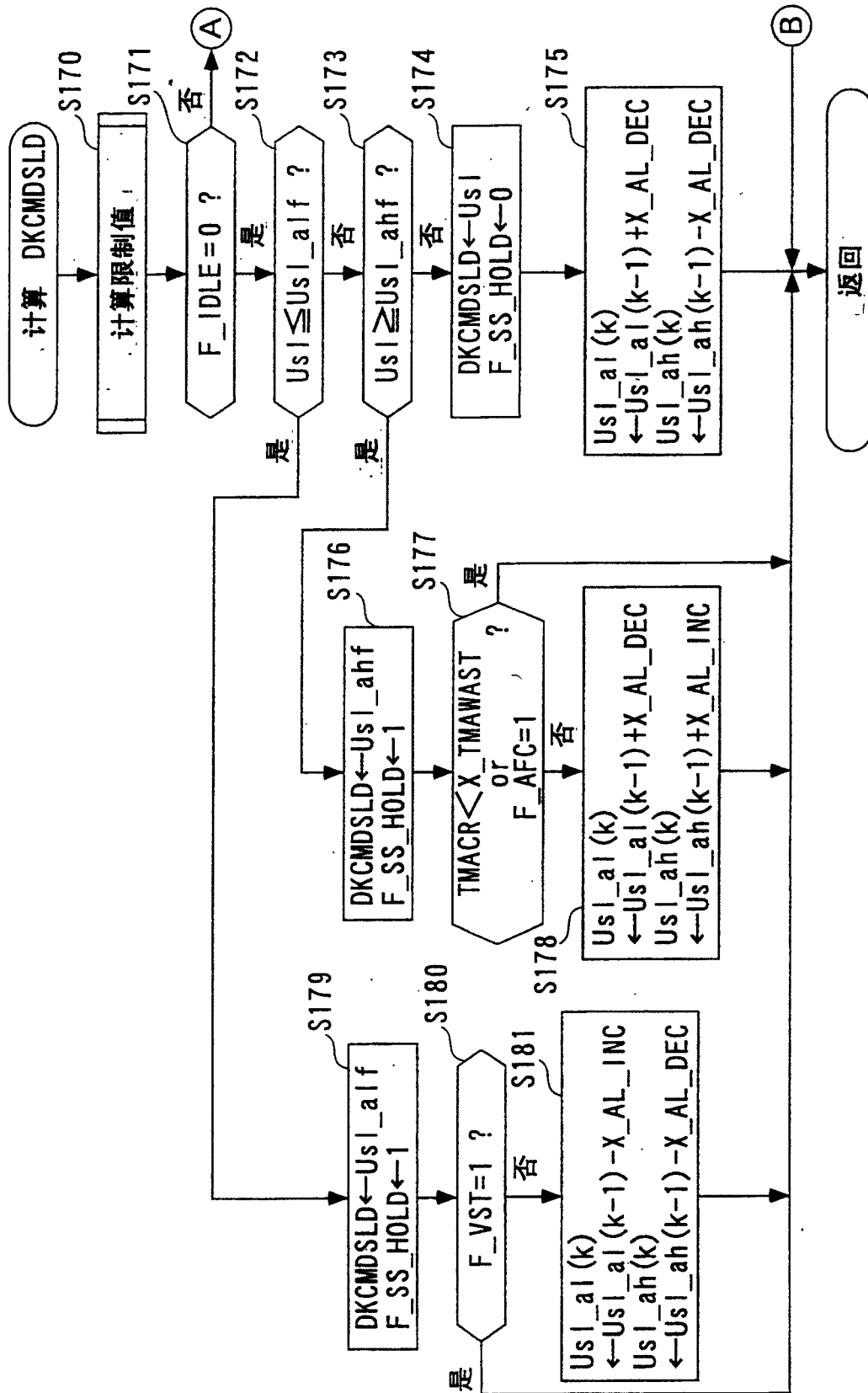


图 32

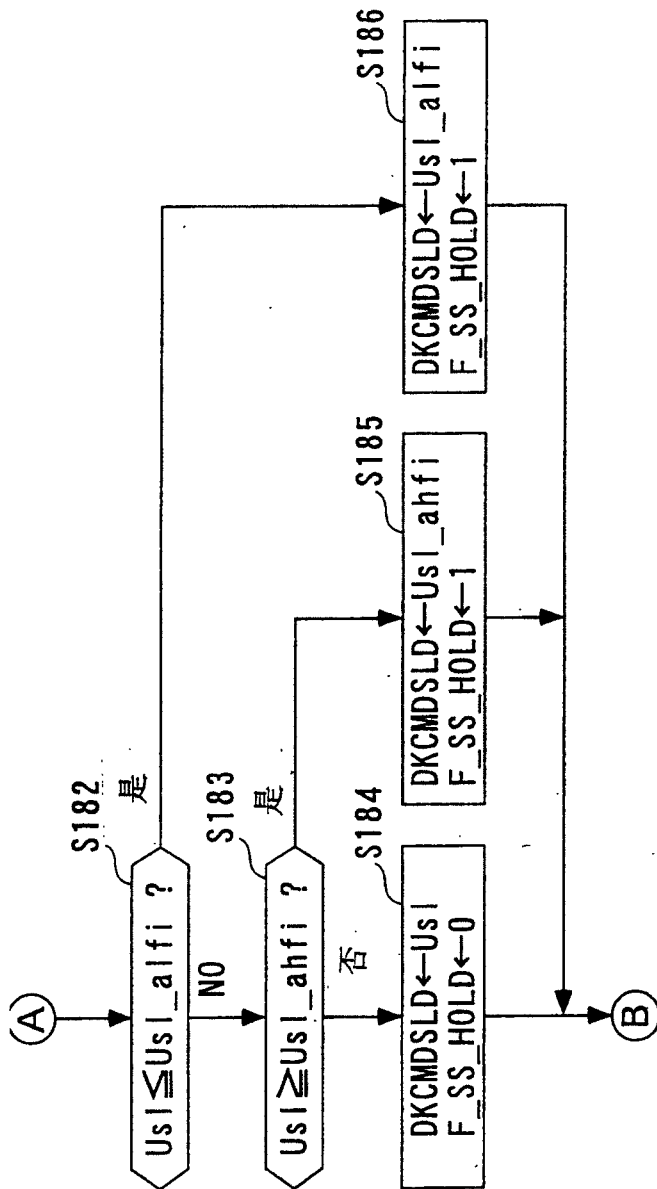


图 33

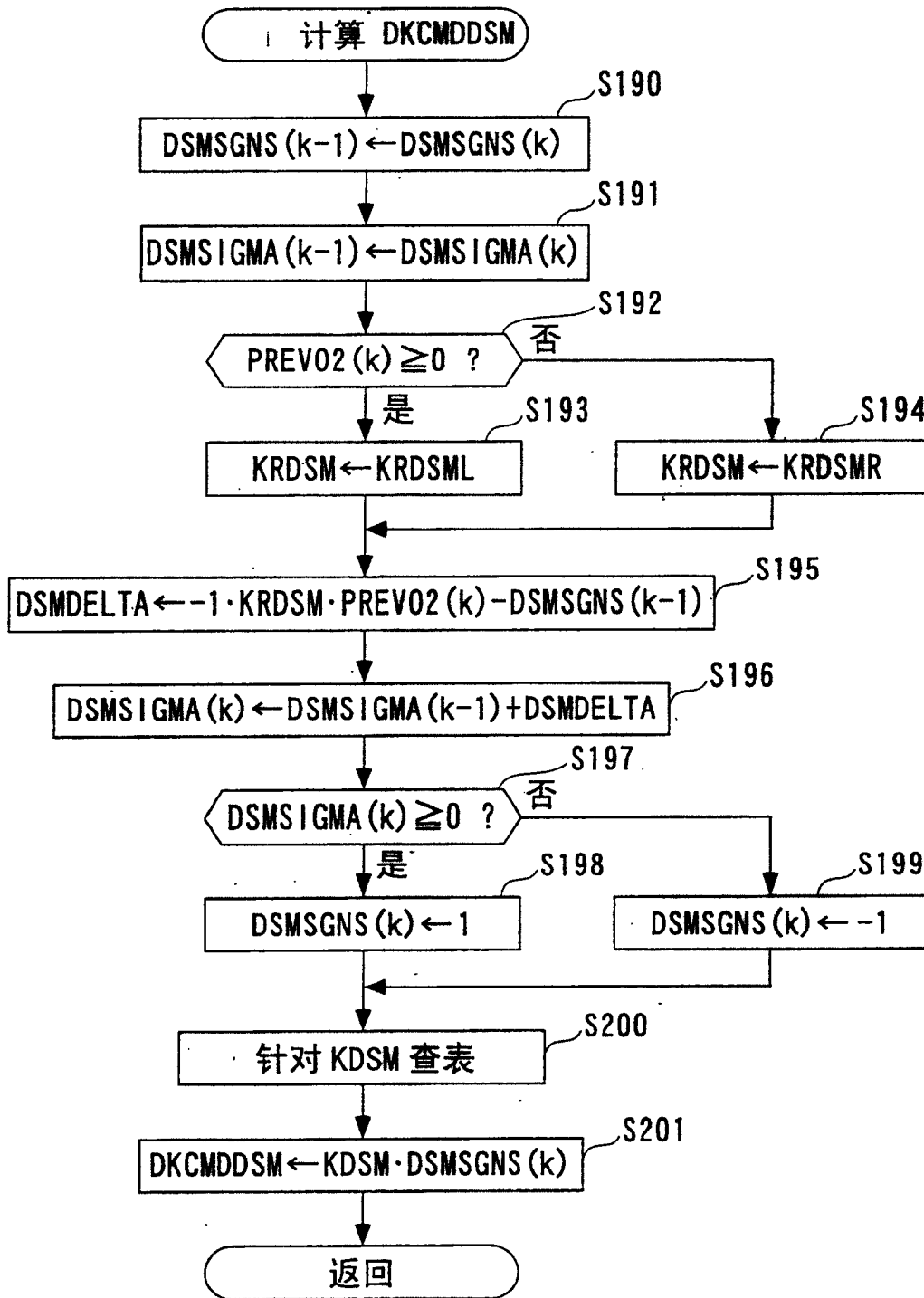


图 34

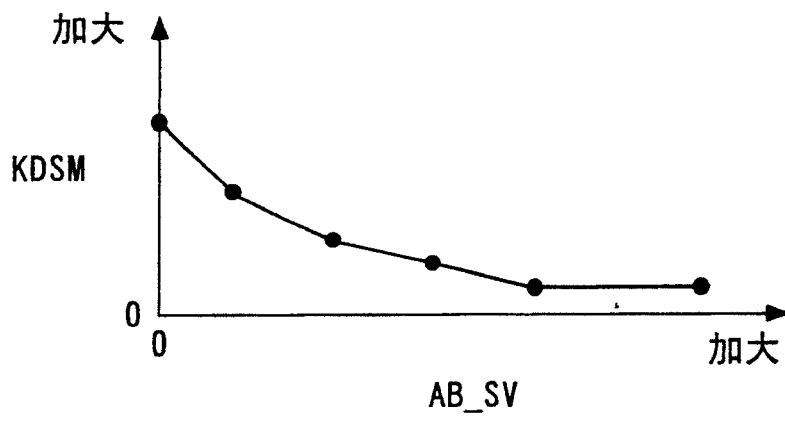


图 35

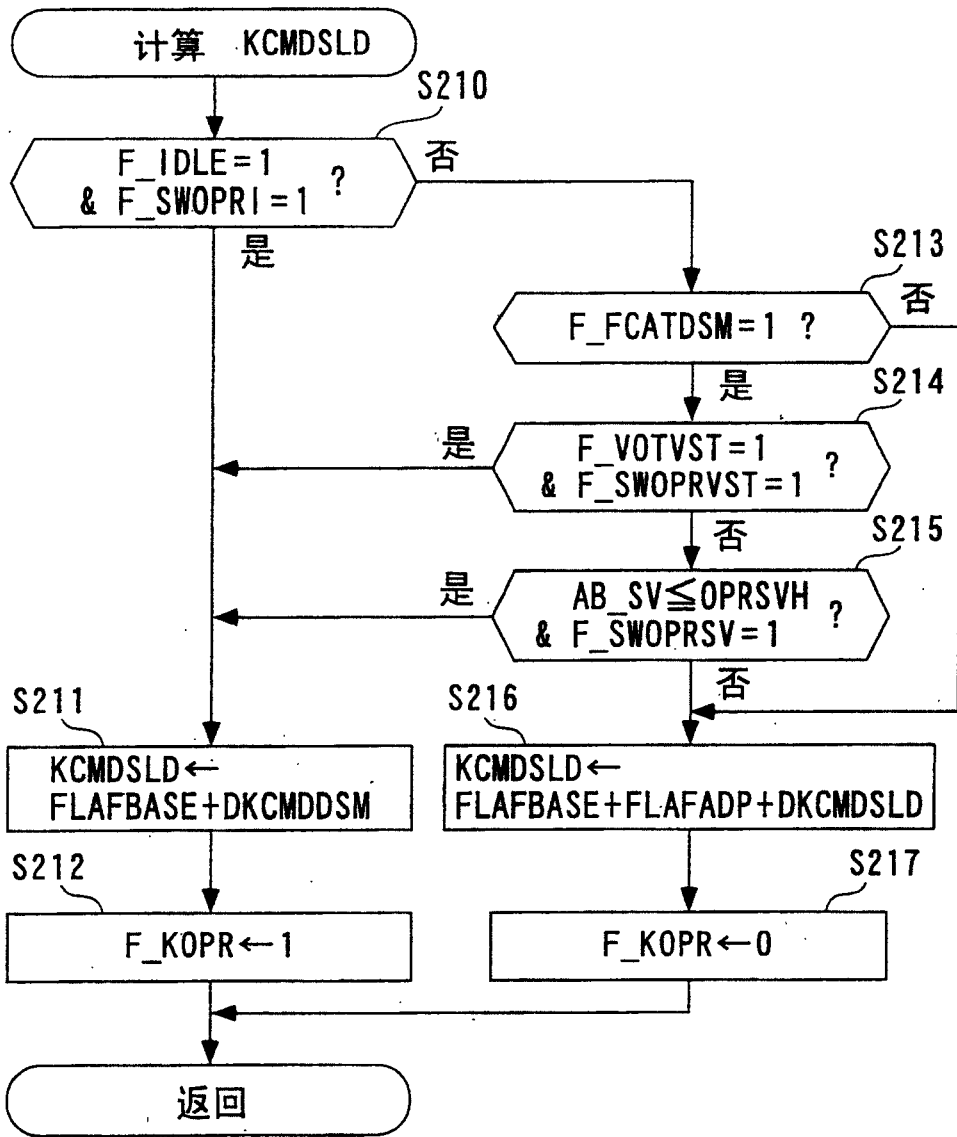


图 36

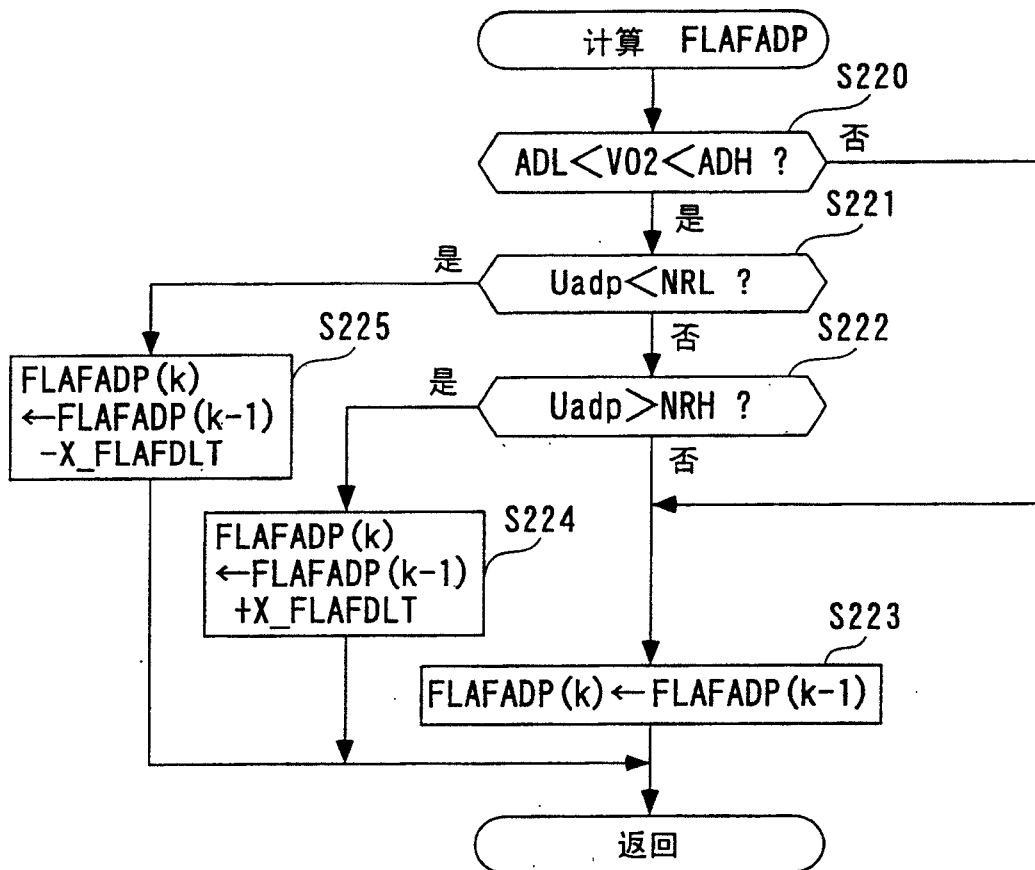


图 37

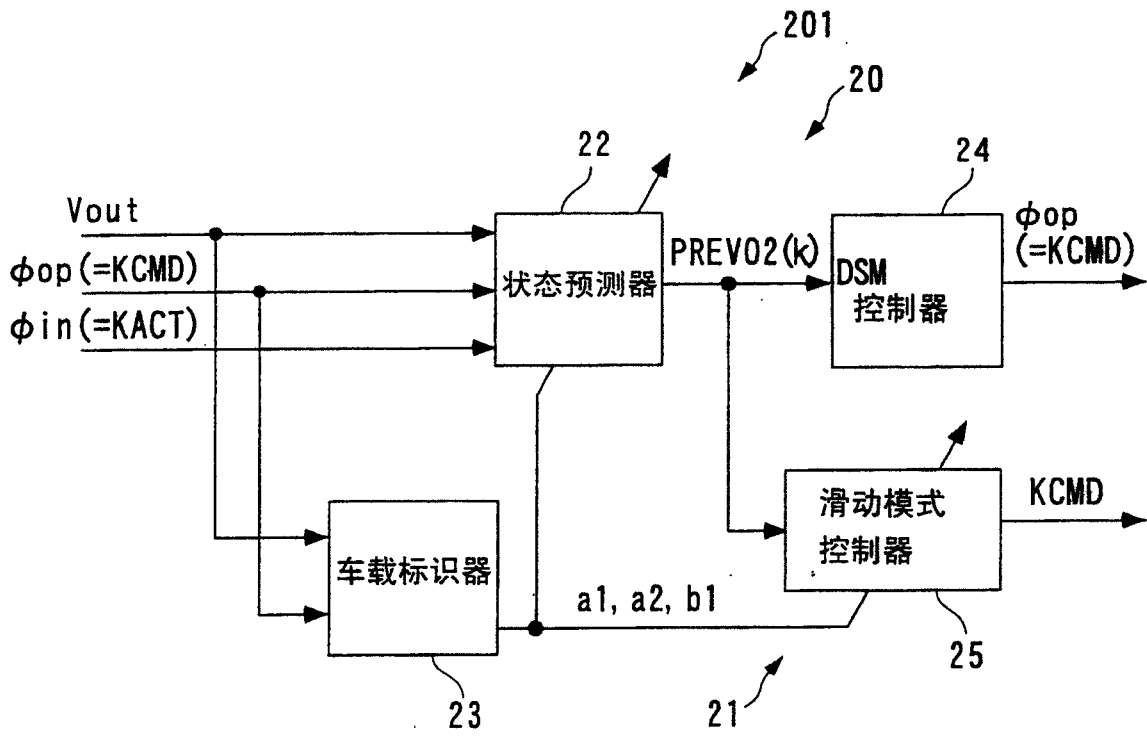


图 38

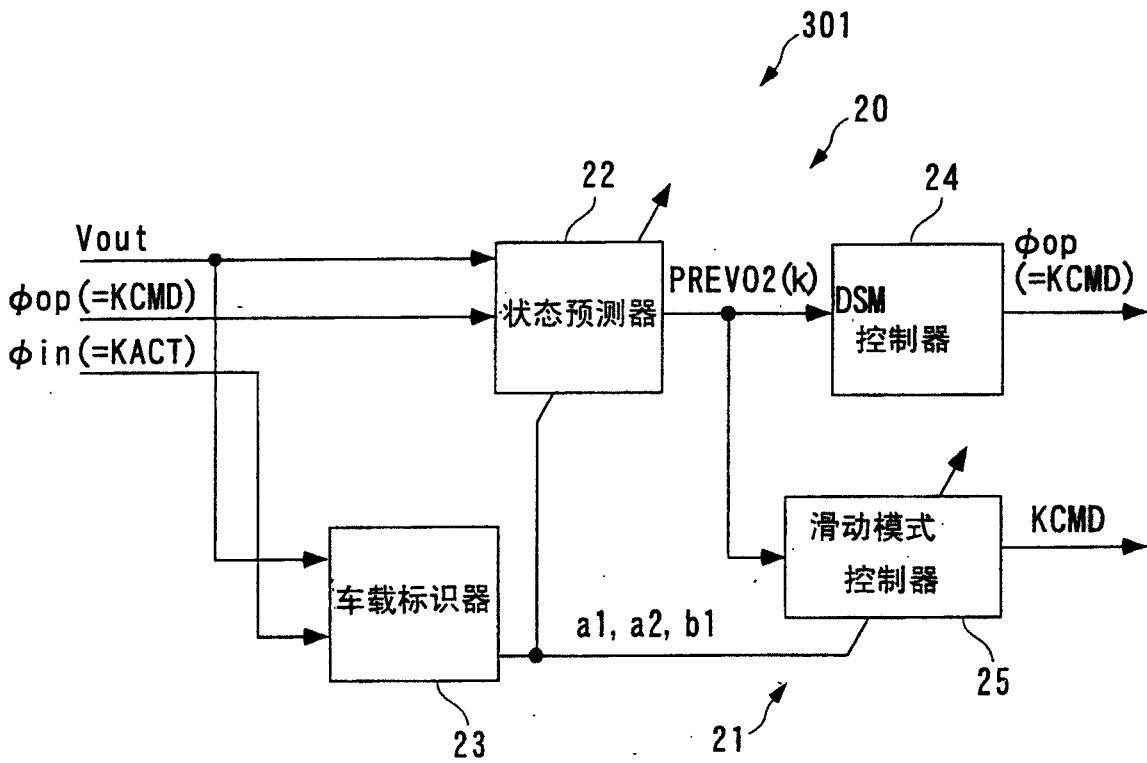


图 39

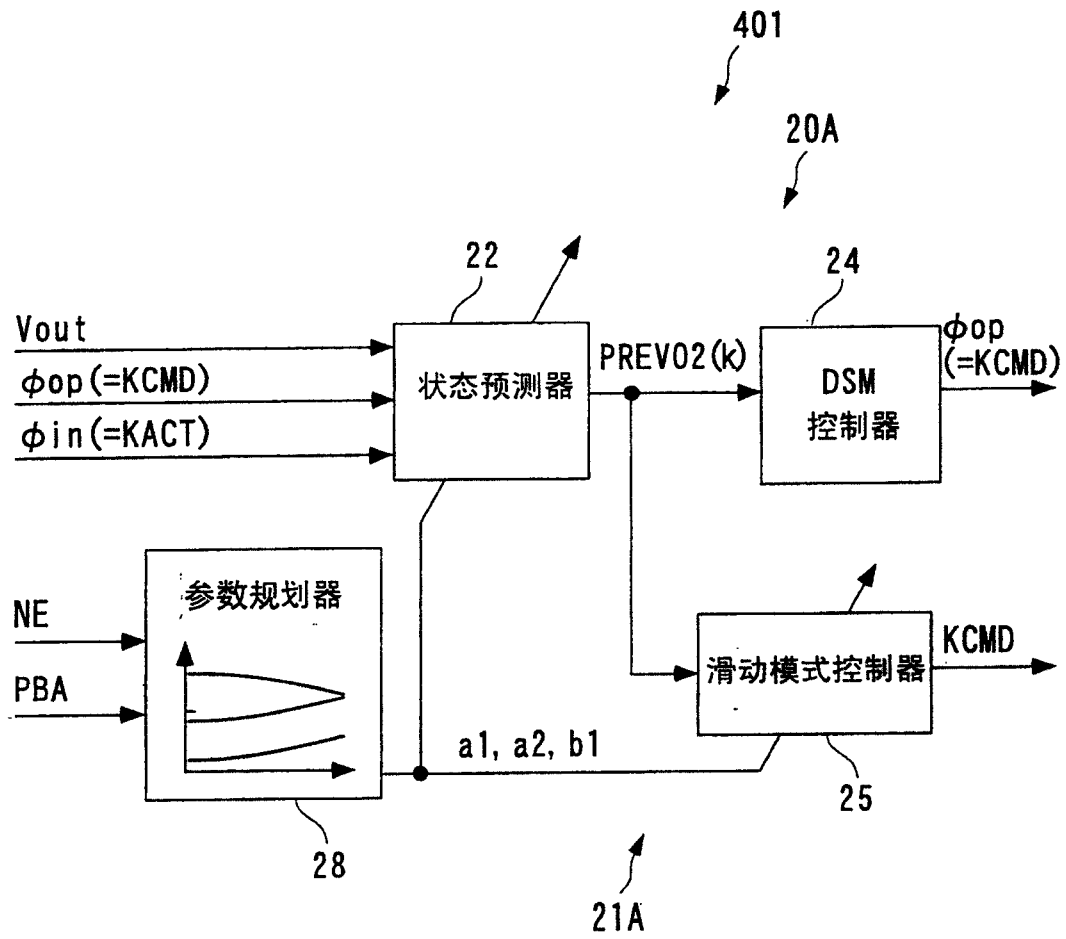


图 40

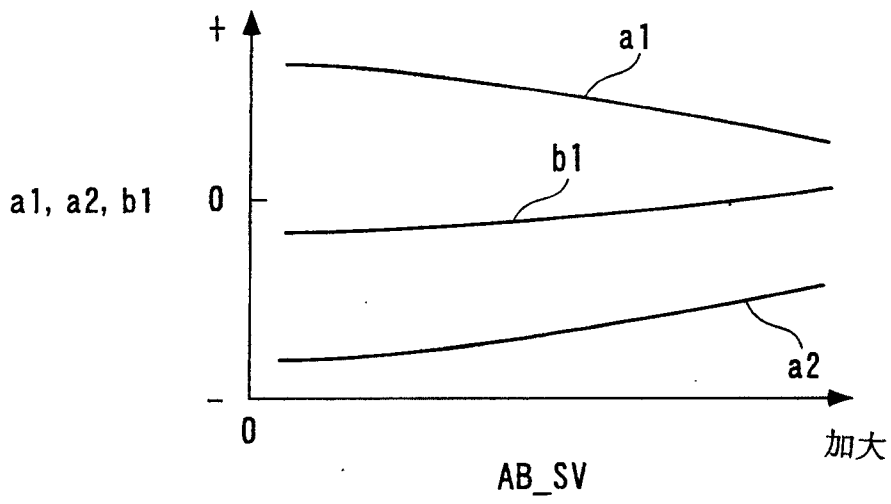


图 41

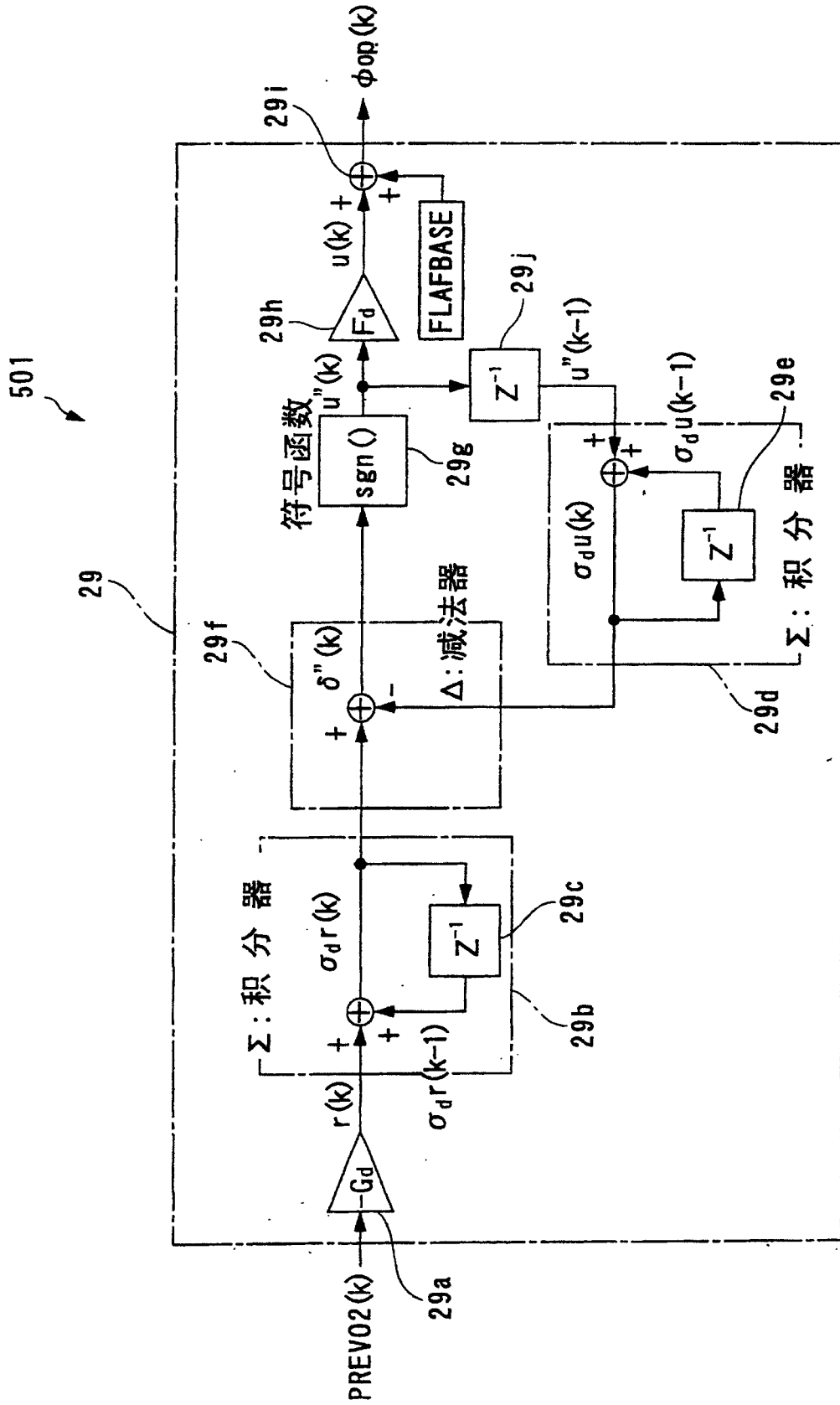


图 42

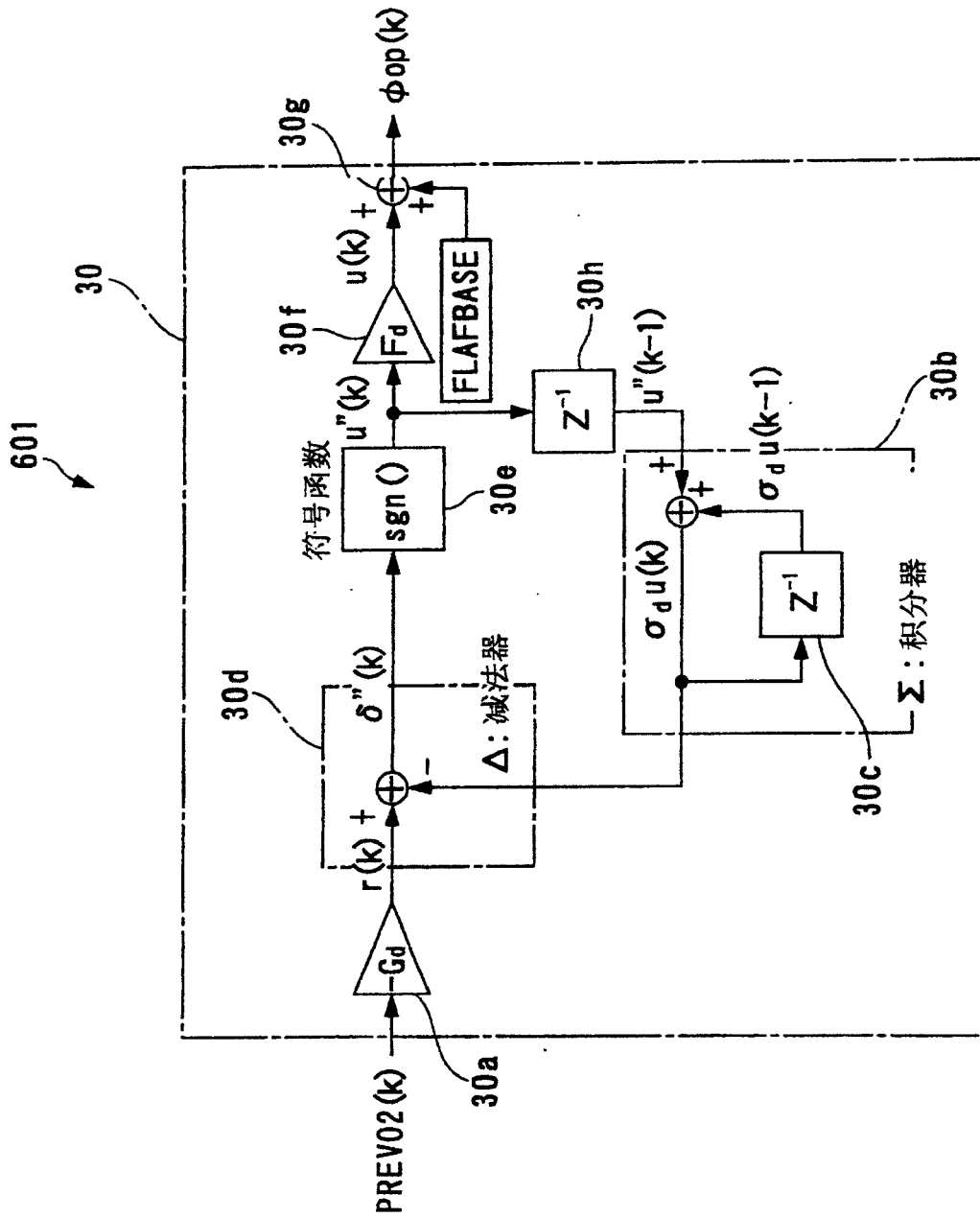


图 43

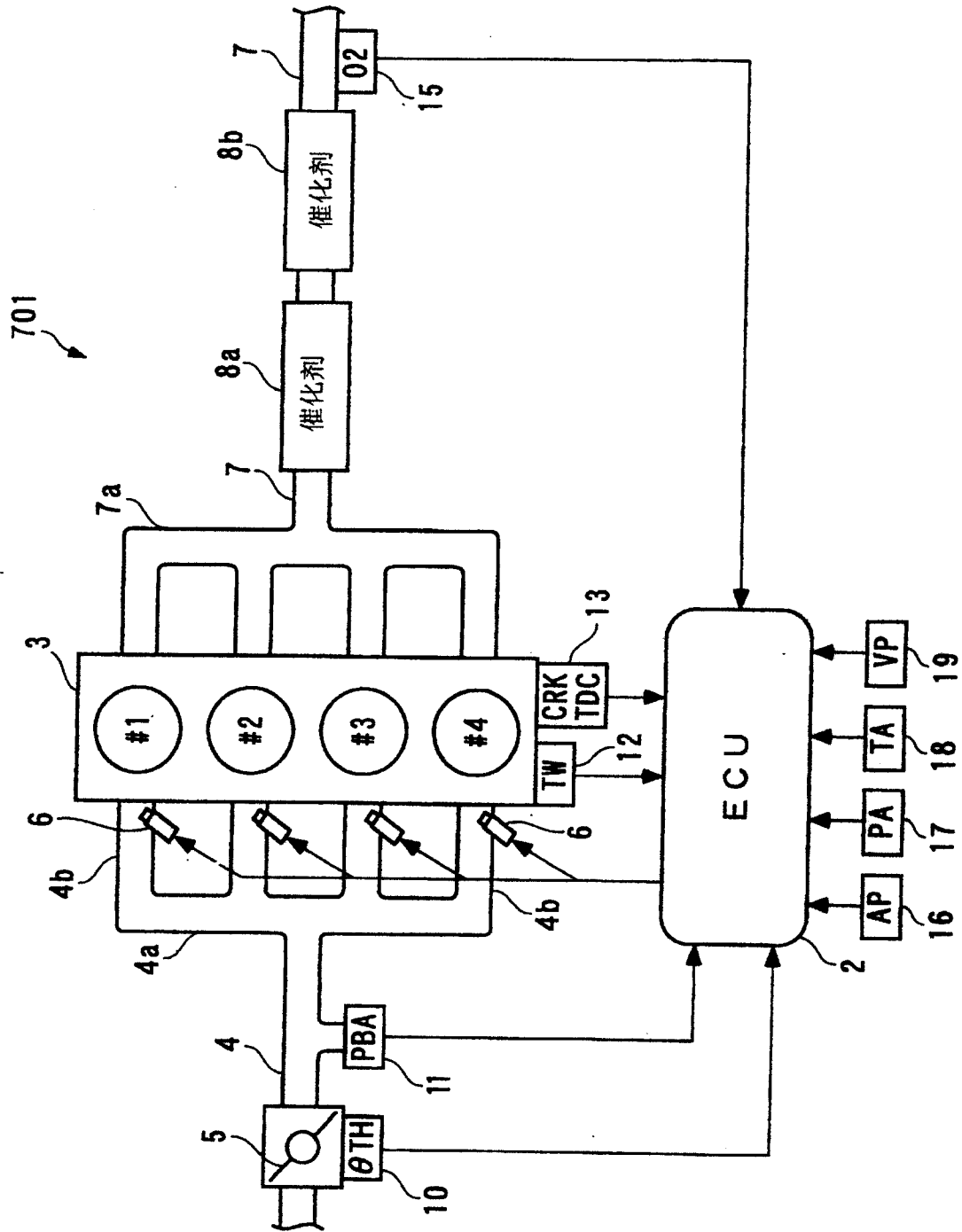


图 44

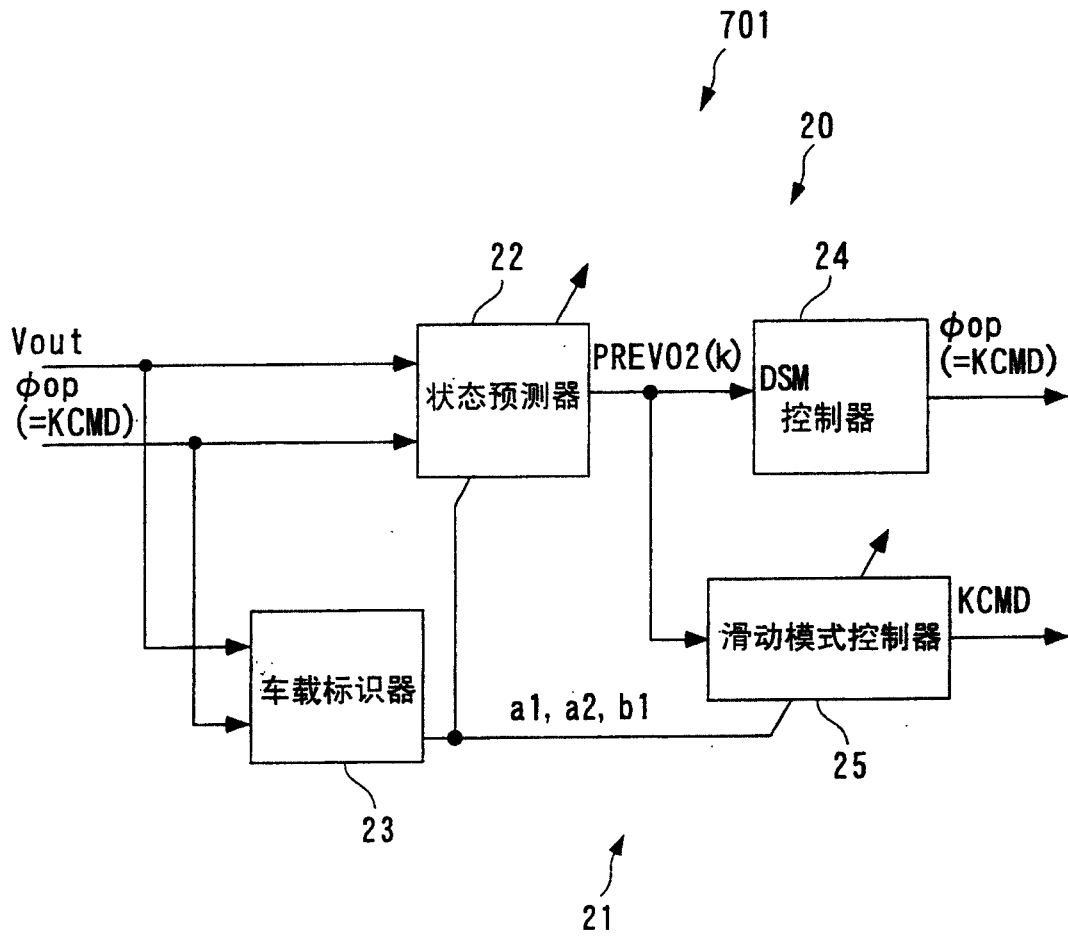


图 45

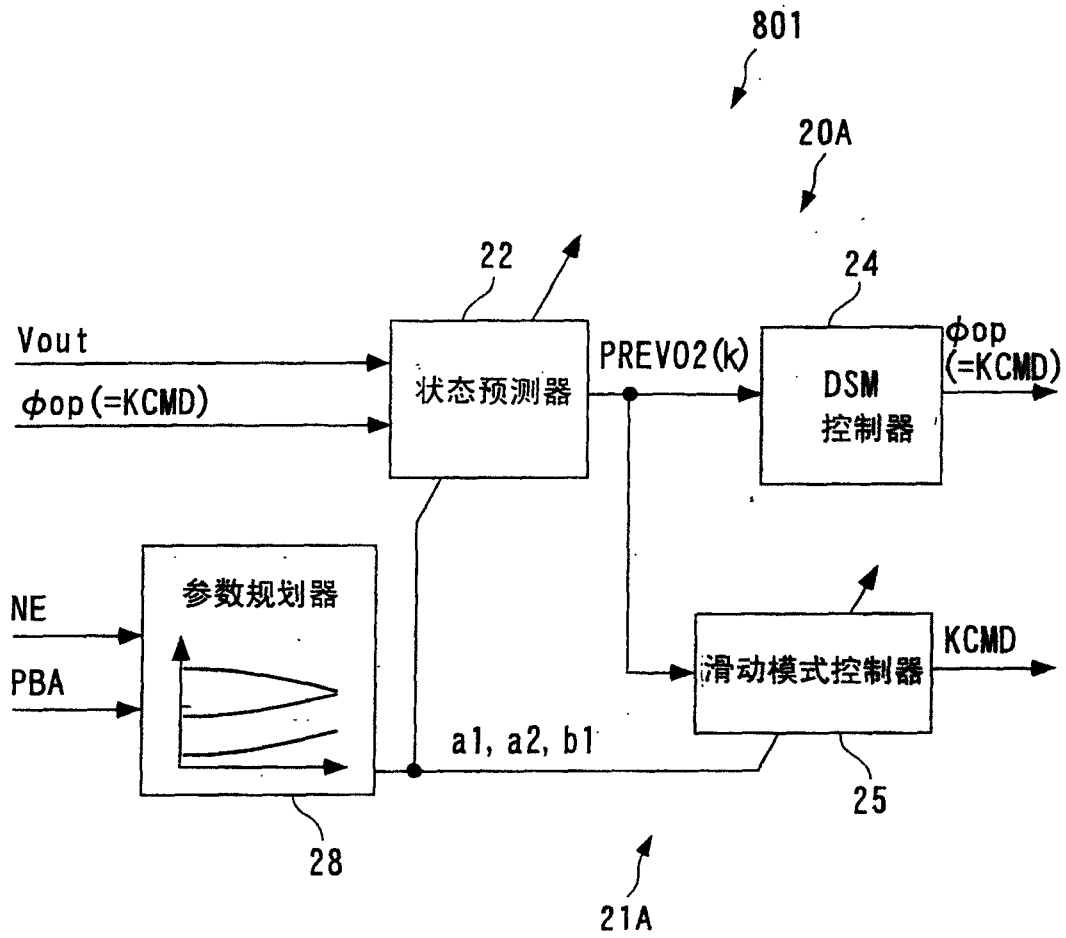


图 46