



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94119805.7

[51]Int.Cl⁶

G05B 13/00

[43]公开日 1996年4月24日

[22]申请日 94.11.25

[30]优先权

[32]93.11.26[33]JP[31]296923 / 93

[32]94.8.26 [33]JP[31]201766 / 94

[71]申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

[72]发明人 内藤正美 田中尚树 冈本博司

鹿山昌宏 诸冈泰男

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商

标事务所

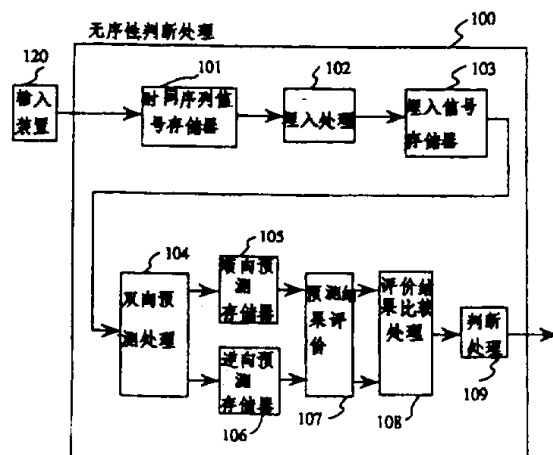
代理人 姜 华

权利要求书 7 页 说明书 45 页 附图页数 35 页

[54]发明名称 无序性判断装置和方法及根据无序性判断结果的处理装置

[57]摘要

设有朝向将来预测序列数据变动的处理部分和求出该预测的良好度的处理部分、朝向过去预测该序列数据的变动的处理部分和求出该预测的良好度的处理部分、以及比较这两个良好度的处理部分。当两个良好度不同时，则判定序列数据的变动是由无序性引起的，当两个良好度实质上相等时，则判定该数据的变动是由噪声引起的。另外，控制装置将从来自控制对象的输出信号中滤除无序成分之后的信号作为反馈信号，根据该反馈信号生成控制值。



权 利 要 求 书

1. 一种无序性判断装置,设有朝向将来预测序列数据变动的装置和求出该预测的良好度的装置、朝向过去预测该序列数据变动的装置和求出该预测的良好度的装置、以及比较这两个良好度的装置,如果两个良好度不同,则判定序列数据的变动是由无序性引起的,如果两个良好度实质上相等,则断定该数据的变动是由噪声引起的。

2. 根据权利要求1所述的无序性判断装置,其朝向将来预测序列数据变动的装置和朝向过去预测该序列数据的变动的装置是由同一个装置构成的。

3. 根据权利要求2所述的无序性判断装置,朝向将来进行的序列数据变动预测和朝向过去进行的该序列数据变动的预测,是由同一个装置同时进行的。

4. 根据权利要求1所述的无序性判断装置,备有朝向将来预测序列数据变动的第1预测装置,以及朝向过去预测该序列数据的变动的第2预测装置。

5. 根据权利要求4所述的无序性判断装置,其上述第2预测装置逆向预测该序列数据的变动。

6. 根据权利要求4所述的无序性判断装置,其上述第2预测

装置顺向预测通过将该序列数据的时序进行逆转变换后得到的序列数据的变动。

7. 无序性判断装置有朝向将来预测序列数据变动的装置和求出该预测的良好度的装置、朝向过去预测该序列数据变动的装置和求出该预测的良好度的装置、以及比较这两个良好度的装置,如果两个良好度不同,便判定序列数据的变动是由无序性引起的,如果这两个良好度实质上相等,则断定该数据的变动是由噪声引起的,该无序性判断装置备有朝向将来预测序列数据的变动的第1预测装置,以及朝向过去预测该序列数据变动的第2预测装置,同时,上述第1和第2预测装置并行动作。

8. 根据权利要求7所述的无序性判断装置,设有对序列数据进行装填处理的装填处理装置,预测装置包括具有确定通过该装填处理求出的重组向量的邻近点的功能。

9. 根据权利要求7所述的无序性判断装置,其预测装置采用纽拉尔网络进行预测。

10. 根据权利要求7所述的无序性判断装置,其预测装置采用函数近似进行预测。

11. 无序性判断装置有朝向将来预测序列数据变动的装置和求出该预测的良好度的装置、朝向过去预测该序列数据变动的装置和求出该预测的良好度的装置,以及比较这两个良好度的装置,如果两个良好度不同,便判定序列数据的变动是由无序性引起的,

如果这两个良好度实质上相等,则断定该数据的变动是由噪声引起的,预测良好度是预测值和实测值的相关系数。

12. 根据权利要求11所述的无序性判断装置,其预测的良好度是由实测值产生的预测值的误差。

13. 根据权利要求11所述的无序性判断装置,采用统计方法检验朝向将来预测数据的变动的预测良好度和朝向过去预测的预测良好度是否不同。

14. 根据权利要求11所述的无序性判断装置,它比较上述两个良好度,如果两者的差异在规定值以上时,则判定序列数据的变动是由无序性引起的。

15. 根据权利要求11所述的无序性判断装置,在多道预测步中,朝向将来并朝向过去预测数据的变动,在预测步中进行上述两种预测时发现良好度的差异在规定比率以上时,则判定序列数据的变动是由无序性引起的。

16. 无序性判断方法,包括朝向将来预测序列数据的变动、求出朝向将来预测的良好度、朝向过去预测该序列数据的变动、求出朝向过去预测的良好度、以及比较这两个良好度,如果两个良好度不同,则判定序列数据的变动是由无序性引起的,如果两个良好度实质上相等,则判定该数据的变动是由噪声引起的。

17. 根据权利要求16所述的无序性判断方法,是采用统计方法检验朝向将来预测数据的变动的预测良好度和朝向过去预测的

预测良好度是否不同。

18. 无序性判断方法,用于无序性判断装置中,该装置包括:输入序列数据用的装置、使该序列数据带有顺序以及用来存储数据用的存储器、以及按规定的流程进行处理用的处理流程,该无序性判断方法是按顺序预测该序列数据的变动并求出该预测的良好度、按与上述顺序相反的顺序预测该序列数据的变动并求出该预测的良好度,以及比较这两个良好度,如果两个良好度不同,便判定序列数据的变动是由无序性引起的,如果这两个良好度实质上相等,则断定该数据的变动是由噪声引起的。

19. 一种具有无序性检测功能的处理装置,设有判断从对象接收序列数据是否是无序性的无序性判断装置,根据该无序性判断装置的判断结果确定处理内容。

20. 根据权利要求19所述的具有无序性检测功能的处理装置,其上述无序性判断装置将从对象接收的序列数据所含有的无序性的大小定量化,根据该结果确定处理内容。

21. 根据权利要求19所述的具有无序性检测功能的处理装置,设有对上述序列数据进行装填处理的装填装置、存储装填信号用的装填信号存储器,将该装填装置在某一时刻的输出信号和对应于该时刻的下一时刻的输出信号作为一对数据而存储各个时刻的信号对的预测数据基准、以及根据该装填信号和该预测数据基准的内容预测下一时刻以后的序列数据值的预测装置,上述无

序性判断装置根据该装填信号存储器中存储的数据判断该序列数据是否是无序的,并根据该判断结果,当无序时,将该预测装置的运算结果反映到处理程序中,当没有无序性时,则不将该预测装置的运算结果反映到处理程序中。

22. 根据权利要求 20 所述具有无序性检测功能的处理装置,设有对上述序列数据进行装填处理的装填装置、存储装填的信号装填信号存储器、将该装填装置在某一时刻的输出信号和对应于该时刻的下一时刻的输出信号作为一对而存储各个时刻的信号对的预测数据基准、以及根据该装填的信号和该预测数据基准的内容预测下一时刻以后的序列数据值的预测装置,上述无序性判断装置根据该装填信号存储器中存储的数据,判断该序列数据的无序性的大小,再根据该判断结果,当无序性大时,增大将该预测装置的运算结果反映到处理程序中的程度,当无序性小时,减小将该预测装置的运算结果反映到处理程序中的程度。

23. 具有无序性检测功能的处理装置,备有根据从对象得到的控制量计算操作量的第 1 控制处理部分、以及有上述预测装置的第 2 控制处理部分,该预测装置根据由干扰成分滤除装置滤出干扰成分,推断下一个时刻以后的干扰成分值,根据无序性判断装置的输出信号,使第 2 控制处理部分的输出信号有效或无效。

24. 根据权利要求 23 所述的具有无序性检测功能的处理装置,其上述的控制装置根据无序判断装置的输出信号,设定第 2

控制处理部分的输出信号所要乘的增益值。

25. 根据权利要求 23 所述的具有无序性检测功能的处理装置, 其上述干扰成分滤除装置备有模拟控制对象的输入输出关系的控制对象模型, 将控制装置的输出作为输入, 算出该控制对象模型的输出值, 从对控制对象检测到的输入信号中减去该算出的值, 并输出该减得的差值。

26. 根据权利要求 25 所述具有无序性检测功能的处理装置, 其干扰成分滤除装置设有模型鉴定装置, 根据第 1 控制处理部分的输出信号和从控制对象检测到的信号, 进行使控制对象模型的动作与该控制对象的动作一致的处理。

27. 具有无序性检测功能的处理装置, 是一种设有多个控制处理部分的控制装置, 该控制装置根据无序性判断装置的输出信号, 选择该若干个控制处理部分中的一个, 利用该选择的控制处理部分, 向控制对象输出操作量。

28. 具有无序性检测功能的处理装置是一种设有多个预测处理部分的时间序列预测装置, 该时间序列预测装置根据无序性判断装置的输出信号, 从多个预测处理部分中选定适当的预测处理部分, 利用该选定的预测处理部分算出预测值。

29. 具有无序性检测功能的处理装置, 包括显示装置, 该显示装置进行与无序性判断装置的输出相对应的显示。

30. 根据权利要求 29 所述具有无序性检测功能的处理装置,

上述的显示由表示无序性的大小的显示和表示没有无序性的显示构成。

31. 根据权利要求 29 所述具有无序性检测功能的处理装置，上述显示包括表示有无序性的显示和表示没有无序性的显示。

32. 具有无序性检测功能的处理装置，包括异常处理装置，该异常处理装置根据无序性判断装置的输出，判断上述对象有无异常，当有异常时，确定要执行的异常处理。

33. 具有无序性检测功能的处理装置，包括密码解读装置，该密码解读装置根据无序性判断装置对应于接收信号的输出信号，确定适当的密码解读处理部分，对该接收信号进行密码解读处理。

34. 根据权利要求 19 所述的具有无序性检测功能的处理装置，其上述无序性判断装置设有无序性计算装置，该无序性计算装置算出与预定的装填因次相对应的相关因次值，根据该相关因次与装填因次值的大小关系，算出序列数据的无序性的有无或大小。

35. 根据权利要求 19 所述的具有无序性检测功能的处理装置，其中上述无序性判断装置中包括多个无序性函数的函数群和校正装置，该校正装置算出从对象接收的序列数据与使该序列数据最好地近似的该无序函数之间的互相关，具有无序性检测功能的处理装置根据该互相关，选择上述处理的内容。

说明书

无序性判断装置和方法及根据 无序性判断结果的处理装置

本发明涉及能像处理时间序列数据那样处理有顺序的序列数据。例如涉及在利用无序性的装置中，或在彻底消除无序干扰后进行高精度控制或预测等的装置中，或在数据分析装置中，涉及对变动时间序列数据的无序性进行判断的方法，判断该数据的变动是由具有服从于判决规则的无序性引起的变动还是由于噪声引起的变动用的装置及方法。

另外，本发明涉及将混有无序性干扰的对象中将无序性消除、进行高精度控制或状态推断、预测等的装置的结构。还涉及针对在时间序列中检测到的状态变化信号中含有不同程度的无序性的对象进行控制、状态推断、预测所适用的装置。

当时间序列数据的变动不是由于噪声引起的，而是由无序性引起的时候，即使初看起来是不规则变动的数据，实际上也遵守判决规则。因此，在包括该时间序列数据的处理过程的工业装置中，如果变动是无序的，则可进行利用其特征的处理，另一方面，如果变动是由噪声引起的，则可针对噪声进行处理等，根据数据的特

性,选择适当的处理方法,因此判断数据的变动是由无序性引起的呢还是由噪声引起的,是很重要的。

作为数据的无序性的判断方法,以往是采用根据时间序列数据构成的求出表示序列运动形态的吸引子(attractor)的相关因次的方法。求相关因次的方法可以采用例如 *Physical Review Letters*, 50(1983),第 346—349 页中所述的方法。试着从时间序列数据中恢复吸引子时,采用称之为装填(padding)的顺序,进行无序性分析,一边增加装填时的装填因次,一边计算由装填结果得到的图形的相关因次。

如 *Physics Letters*, 111A(1985),第 152—156 页所述,这时,如果相关因次达到某一定值,则说明在该系统中存在吸引子,即存在力学系统,也就是存在规则,系统的变动是服从于判决论的,这时如上述的 *Physical Review Letters*, 50(1983),第 346—349 页中所述,如果相关因次不是整数时,则可断定系统呈无序状态。

另外,也有的文章提出采用对时间序列的变动值进行预测的方法来区分无序和噪声(*Nature*, 358(1992)第 217—220 页)。在该方法中,当预测值和实测值的相关系数,如为无序状态时,在预测哪个在先的预测期间,两者都按指数函数减小,另一方面,如果噪声与时间序列值有关系,则按幂函数减小,借此就可以区分无序与噪声。如果是无相关关系的噪声,上述相关系数与预测期间无关,只是一个数值很小的值。

另外,在以控制对象数据的无序性为目的进行控制的旧有装置中,如“利用无序模糊控制器进行预测和控制”(エレクトロニクス, 1993,2月号,第72—76页)中所述,将对过去根据对象得到的时间序列信号进行装填处理的信号存到存储器中,从存储器中采取类似于最近的时间序列信号的数据样本,根据取样数据的趋向,预测对象在最近的将来的趋向,这是一种有控制地反映预测结果的方法。

可是,在按照以往的方法进行的无序的判断方法中,由于不便于根据数据进行相关因次的计算,所以未能采用这种方法,这是问题的所在。再者, *Physica*(物理) *D*, 35(1989),第357—381页及 *Physics Letters A*,155(1991),第480—493页中所述,数据的变动如果是通常所见的那样具有相关性,当变动不是由无序而是由噪声引起的时候,也在达到某一定值时就处于饱和状态,因此,在旧有的方法中,特别是当时间序列数据具有相关关系时候,确实存在不得不判断是无序还是噪声的问题。

在通过变动值的预测,并根据预测值和实测值的相关系数在预测期间的依存关系来区别无序和噪声的方法中,由于不是数据本身不完全,就是数据的数量不足等数据方面的原因,往往不能明确地进行区分。

本发明的目的是提供一种对于初看起来是不规则变动的时间序列数据的变动是由无序性引起的还是由噪声引起的进行可靠地

判断的方法。

在本发明中,通过这样的方法来达到上述目的,即对给定的时间序列数据进行2种变动的预测,并对预测结果进行比较。

在一种变动预测方法中,对给定的时间序列的变动面向未来进行预测,求出预测值同实际值的一致度或误差,即求出预测的良好度。在另一种变动预测方法中,对该时间序列的变动面向过去进行预测,求出预测的良好度。如果这两种预测中的良好度不同,则可断定给定的时间序列的变动是由无序性引起的,如果良好度实际上相等,则可断定该变动是由噪声引起的。以上所说的面向未来预测变动,是预测未来的变动,而所谓面向过去预测,是与指将时间序列逆转所做的与未来变动预测等效的预测。

本发明是在因无序而变动的的时间序列中,着眼于将时序逆转的时间序列的平均信息量比给定时间序列的平均信息量大进行的。由于无序的时间序列的平均信息量越大,变动的预测越难成功,所以两种时间序列的预测结果不同。另一方面,如果是噪声,时间序列就具有平均值、离散、自相关等统计量的特征。即使将时间序列的时序逆转,噪声的统计量也不会改变,所以时序逆转的时间序列和原来的时间序列相比,其变动的预测结果理想地相同。实际上由于数据本身或预测结果的统计标准离差等方面的原因,两者的变动预测有时也并不完全一致,但如果两者在实质上一致,则可断定变动是由于噪声引起的。

如果时间序列值的变动是由于无序性引起，变动预测的成功程度与利雅普诺夫正指数有关。利雅普诺夫指数是表示服从判决规则的系统变动形态的量，这种系统通常具有多个利雅普诺夫指数，如果其中有正指数，则系统的变动是无序的。更详细地说，变动预测的成功程度与称为平均信息量的利雅普诺夫正指数之和有关。平均信息量表示时间序列的信息变化的平均速度，大家都知道，该平均信息量越大，预测成功越难。

将给定的无序时间序列的时序逆转所得到的新的时间序列仍然按照判决规则变动。这种规则与服从于原来的时间序列规则的时间经过时序逆转之后的规则相对应。这时，新时间序列系统所特有的利雅普诺夫指数是经过将原时间序列系统所特有的利雅普诺夫指数的符号加以改变之后的指数。

既然要观测无序的变动，那么变动的系统就必须是稳定的，为此，众所周知，该系统的利雅普诺夫指数之和必须是负的。因此，通过将时序逆转人为地作成的新的时间序列的系统的平均信息量必须比原系统的平均信息量大。因此，得出的结论是：时序经过逆转的时间序列变动的预测结果要比原时间序列变动的预测结果还要差。

上述的平均信息量的大小关系可用下式表示。假设原系统的利雅普诺夫指数不为 0，且有 n 个指数，它们的大小顺序为 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{n-1}, \lambda_n$ ，而 $\lambda_1 \sim \lambda_j$ 为正， $\lambda_{j-1} \sim \lambda_n$ 为负。则原系统的平均信息量由下式给出：

$$K = \sum_{i=1}^j \lambda_i \quad \dots \quad (1)$$

在新的系统中，由于利雅普诺夫正指数为 $-\lambda_{j+1} \sim -\lambda_n$ ，所以平均信息量由下式给出：

$$K' = - \sum_{i=j+1}^n \lambda_i \quad \dots \quad (2)$$

另一方面，由于

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i < 0 \quad \dots \quad (3)$$

$K - K' < 0$ ，所以

$$K' > K \dots \dots (4)$$

这样，如果按照本发明的方法，对给定的时间序列和将时序逆转之后的时间序列的变动预测结果进行比较，就能可靠地区分无序和噪声。

从无序应用于控制系统方面来看，上述的原有技术存在如下的问题。第1个问题是：因为假定时间序列信号本身是无序的，如果对象的状态变化是由于受到混入的无序变动的干扰造成的，那么从除去干扰的观点来预测干扰成分的趋势，就不能确定反映控制用的控制系统要采用什么样的结构。

第2个问题是：如果时间序列信号本身是无序的，但对象的时间序列变化平时具有同样的无序性时，用上述原有的技术虽然能进行良好的预测或控制，但当时间序列信号的无序性呈动态变动时，面对这种情况，就不能进行高精度的控制。

适用于解决第1个问题的上述控制系统的装置中备有：含有对象模型的干扰成分取样处理部分；将所采的时间序列信号的干扰成分装填对象中的装填处理部分；根据所存的、业已埋入数据的预测数据基准，以及根据预测数据基准的内容和装填装置的输出信号来预测干扰成分的干扰成分预测处理部分。另外，如果对象模型为未知的，则通过所设的模型鉴别器在干扰成分取样处理过程中组建对象模型。解决第2个问题的方法是：在装置中设有多个控制/预测处理部分，还设有根据装填的数据，对采得的时间序列信号样本算出时间序列信号无序性的无序性判断处理部分，以及根据无序性的判断结果，选择确定输出用的处理切换处理部分。

干扰成分取样处理是由装置接收与输向对象的相同值作为对象模型。而且将从对象实际输入的时间序列信号与对象模型的输入之间的差分输出到埋入处理部分。在装填处理过程中，在预先给定次数的高次空间重新组织时间序列信号。在预测数据基准中存有过去的再构成信号，干扰成分预测处理是通过检索预测数据基准，采取与装填处理的输出类似的数据作为样本。然后根据这些实际数据所提示的趋向，预测在数时刻之前叠加的干扰成分的值。另外，模

型鉴别处理是通过接受来自控制对象的输入和输出信号，经过自学习求出它们之间的普遍关系，高精度地组建对象模型。

另外，无序性判断处理部分对从对象输入的时间序列信号进行同样的埋入，根据重新组织的数据算出表示无序性尺度的一个相关因次或利雅普诺夫指数，再对输入的时间序列信号是否无序或有多大程度的无序性进行定量化处理。根据处理结果，由切换处理部分对所设的多个控制/预测处理部分进行选择，确定计算输出信号用的处理部分。

图 1 是本发明的实施例的一种结构图。

图 2 是时间序列信号存储装置结构图。

图 3 是装填处理的流程图。

图 4 是装填信号存储装置结构图。

图 5 是双向预测处理的流程图。

图 6 是顺向预测存储处理的结构图。

图 7 是另一个实施例中的本发明的一种结构图。

图 8 是顺向预测处理的流程图。

图 9 是逆向预测处理的流程图。

图 10A、图 10B 是表示按本发明进行的无序和噪声的识别效果的例图。

图 11A、图 11B 是表示按本发明进行的无序和噪声的识别效果的另一个例图。

图 12 是将本发明应用于控制装置的一种结构图。

图 13 是第 1 控制处理的结构图。

图 14 是第 2 控制处理的结构图。

图 15 是预测数据基准的结构图。

图 16 是干扰预测处理的流程图。

图 17 是干扰预测处理的另一个流程图。

图 18 是无序性判断装置的另一个流程图。

图 19 是无序性判断装置的又一个流程图。

图 20 是除去无序干扰的控制装置的一个实施例的结构图。

图 21 是对控制对象模型进行适应修正的实施例的结构图。

图 22 是用纽拉尔网络进行适应修正的实施例的结构图。

图 23 是用无序性判断结果进行增益调谐的控制装置的结构图。

图 24 是将本发明应用于预测装置的实施例。

图 25 是将本发明应用于预测装置的结构图。

图 26 是说明切换处理的一个实施例的结构图。

图 27 是将本发明应用于控制装置的结构图。

图 28 是应用本发明的加热炉设备控制的结构图。

图 29 是应用本发明的净水设备的控制结构图。

图 30 是应用本发明的轧制系统的控制结构。

图 31A、图 31B 是装填信号显示装置的流程图。

图 32A、图 32B 是表示显示器的显示例图。

图 33 是将本发明应用于异常处理装置的结构图。

图 34 是将本发明应用于密码处理装置的结构图。

图 35 是判断无序性的流程图。

图 36 是无序性判断处理的结构图。

下面按照附图详细地说明本发明的实施例。

图 1 所示是利用装填法预测数据的变动时应用本发明的例图。

无序性判断处理部分 100 从时间序列信号的输入装置 120 接收时间序列数据，判断该时间序列数据的变动是由无序性引起的还是由噪声引起的，并输出判断结果。该判断处理部分 100 首先将来自输入装置 120 的数据存到时间序列信号存储器 101 中。存入的数据被送给装填处理部分 102，在此进行装填，装填的数据存入装填信号存储器 103 中。双向预测处理部分 104 利用装填的数据，对时间序列数据进行朝向将来的变动预测和朝向过去的变动预测。在本实施例中，利用同一预测处理部分 104 一并进行朝向将来和朝向过去的变动预测。朝向将来的预测结果被存入顺向预测存储器 105 中。另一方面，朝向过去的预测结果存储到逆向预测存储器 106 中。在预测结果评价处理部分 107 中，评价这些预测的良好度，在评价结果比较处理部分 108 中对顺逆两者的预测良好度，即对朝向将来的预测和朝向过去的预测的良好度进行比较。判断处理部分 109 在两者的预测良好度不同时，则判定时间序列的变动是由无序

性引起的，如果预测的良好度两者实质上一致时，则判定变动是由噪声引起的。

其次，详细地说明各部分的动作。由输入装置 120 根据定时采取时间序列输入信号的值，如图 2 所示，与表示采样顺序的时间序列序号一起存入时间序列信号存储器 101 中。其中 ζ_N 是最近的数据，以下新的数据依次为 ζ_{N-1} 、 ζ_{N-2} 。

图 3 所示为装填处理部分 102 的处理流程图。通常所谓装填处理是指下述的处理方法而言，即根据采样时间序列信号

$$(\zeta_0, \zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_t, \dots, \zeta_N) \dots (5)$$

重新组织以下的 m 因次的向量(以下简称重组向量)：

$$\begin{aligned} X_N &= (\xi_N, \xi_{N-\tau}, \dots, \xi_{N-j\tau}, \dots, \xi_{N-(m-1)\tau}) \\ X_{N-1} &= (\xi_{(N-1)}, \xi_{(N-1)-\tau}, \dots, \xi_{(N-1)-j\tau}, \dots, \xi_{(N-1)-(m-1)\tau}) \\ X_{N-2} &= (\xi_{(N-2)}, \xi_{(N-2)-\tau}, \dots, \xi_{(N-2)-j\tau}, \dots, \xi_{(N-2)-(m-1)\tau}) \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \\ X_t &= (\xi_t, \xi_{t-\tau}, \dots, \xi_{t-j\tau}, \dots, \xi_{t-(m-1)\tau}) \\ &\vdots \\ &\vdots \\ X_n &= (\xi_n, \xi_{n-\tau}, \dots, \xi_{n-j\tau}, \dots, \xi_{n-(m-1)\tau}) \end{aligned} \dots (6)$$

时间序列序号由与 N 的数据相对应的向量按顺序重组,但下面所示是重组时间序列序号 t 的数据的例子。首先在步 S3-1 中,将 ζ_t 存入 $X(1)$ 中。然后在步 S3-2 中,将 j 置 1。以下在步 S3-3 中,依次将 $\zeta_{t-\tau}$ 存入 $X(2)$,将 ζ_{t-j} 存入 $X(j+1)$ 。在步 S3-4 中,判断 $j=m-1$ 是否成立,如果不成立,使 j 加 1 后重复进行步 S3-3 的处理。如果成立,第 t 个数据的再构成结束,进行时间序列序号为 $t-1$ 的数据的重组。在步 S3-5 中判断处理是否结束。用是否生成所希望个数的重组向量判断处理是否结束。延迟时间 τ 值的设定方法有数种,例如 *Rev. Modern Physics* 65(1993),第 1344—1346 页中所述。另外,装填因次 m 通常为 3 或 4,但不限于这些数值,可根据本发明的各种应用进行适当的设定。

图 4 表示由装填处理部分 102 构筑的装填信号存储器 103 的结构。对应于时间序列序号 N 至 t 至 n ,存储着由 $X(1)$ 至 $X(m)$ 构成的 m 因次的重组向量。

双向预测处理部分 104 利用装填信号存储器 103 中存储的重组向量,在预测结果评价处理部分 107 中作成评价用的预测数据。

图 5 所示为双向预测处理部分 104 的处理流程图。首先将重组向量的集合一分为二,按照时间分为过去的部分 X_M 至 X_n ,以及较新的部分 X_N 至 X_{M+1} 。然后,将较过去的部分 X_M 至 X_n 作为预测的数据基准,将较新的部分 X_N 至 X_{M+1} 作为评价预测的良好度用的数据基准。

在图 5 中,在步 S5-1 中设定预测的步数范围的最小值 T_{pmin} 和最大值 T_{pmax} ,用来表示从时间序列的哪个步之前预测到哪个步之前,或者同时从哪个步以前预测到哪个步以前。

在步 S5-2 中将计数器 i 置 1。

在步 S5-3 中,从 $N-T_{pmax}$ 至 $M+1+T_{pmax}$ 中选择评价数据基准的时间序列的序号 N 至 $M+1$ 中的序号 K 。以下的顺序是只在步 T_p 中对重组向量 X_K 的成分中在时间上为最新成分的第 1 成分 ζ_K 预测将来的 ζ_{K+T_p} 的值的顺序,以及只在步 T_p 中对在时间上为最早成分的第 m 成分 $\zeta_{K-(m-1)\tau}$ 预测过去的 $\zeta_{K-(m-1)\tau-T_p}$ 的值的顺序,在此例中采用称为 0 次预测法的方法。

在步 S5-4 中,从预测数据基准中的重组向量中检索 X_K 中最近的向量。距离,可以采用欧几里德距离作为这时的距离,也可以采用汉明距离,再用其它距离计算法可计算最大距离等。以下设检索的向量为 X_L 。

在步 S5-5 中,将 T_p 设定为 T_{pmin} 。

在步 S5-6 中,将 X_L 的第一成分的 ζ_L 的 T_p 步以前的时间序

列信号值 ζ_{L+T_p} 作为 ζ_{K+T_p} 的预测值 η_{K+T_p} , 将 X_L 的第 m 成分 $\zeta_{L-(m-1)\tau-T_p}$ 作为 $\zeta_{K-(m-1)\tau-T_p}$ 的预测值 $\eta_{K-(m-1)\tau-T_p}$ 。虽然图中进行了省略, 但预测值 η_{K+T_p} 及实测值 ζ_{K+T_p} 的值都存在顺向预测存储器 105 中。此时的实测值 ζ_{K+T_p} 评价数据基准中的重组向量 X_{K+T_p} 的第一成分。同样, 将预测值 $\eta_{K-(m-1)\tau-T_p}$ 及实测值 $\zeta_{K-(m-1)\tau-T_p}$ 的值存入逆向预测存储器 106 中。实测值 $\zeta_{K-(m-1)\tau-T_p}$ 是评价数据基准中的重组向量 X_{K-T_p} 的第 m 成分。

在步 S5—7 中, 判断 T_p 是否达到 T_{pmax} , 如果未达到, 则使 T_p 加 1 后, 重复步 S5—6 中的处理。

在步 S5—8 中, 判断预测值和实测值的一组数值是否达到规定的数 Q , 如果未达到, 使计数器加 1 后, 返回步 S5—3。

在步 S5—3 中, 将至此尚未使用的值设定为下一个 K 值。

图 6 是这样作之后存入顺向预测存储器 105 中的数据的数据的构成示例。预测步 T_p , 数据序号 i 各自的预测值和实测值分别存在 $\eta(i, T_p)$ 和 $\zeta(i, T_p)$ 中。图 6 是 T_p 从 1 开始的示例。逆向预测存储器 106 中所存的数据的结构也与图 6 相同。

预测结果评价处理 107 使用存储器 105 和 106 中存储的预测值和实测值的数据, 分别对将来方向的预测和过去方向的预测, 计算预测值与实测值的相关系数, 作为各预测步中的预测良好度。

评价结果比较处理器 108 根据在上述评价处理器 107 中算出的将来方向预测的预测—实测相关系数和过去方向预测的预测

— 实测相关系数,对两个方向的预测结果进行比较。判断处理器 109 根据该比较结果,判断时间序列的变动是由无序性引起的还是由噪声引起的。

在这些过程中,具体地说就是在各预测步中,利用众所周知的检验处理方法,采用统计方式检验是否发现将来方向预测的相关系数和过去方向预测的相关系数相等。当在某个预测步中,将来方向预测的预测—实测相关系数为 r_f ,过去方向预测的预测—实测相关系数为 r_b 时,评价结果比较处理器 108 根据

$$z_f = (1/2) \ln \left[\frac{(1+r_f)}{(1-r_f)} \right], \quad \dots \quad (7)$$

$$z_b = (1/2) \ln \left[\frac{(1+r_b)}{(1-r_b)} \right]$$

算出 Z_f 和 Z_b 的量,利用这些量按下式求出 t 值:

$$t = |z_f - z_b| \times \sqrt{(Q-3)/2} \quad \dots \quad (8)$$

Q 是样本数。如果该值比检验极限值还大,则判断处理器 109 断定 $r_f \neq r_b$ 。当第一种错误概率,例如,为 1% 时,极限值 $t(0.01) = 2.58$,当第一种错误概率为 5% 时, $t(0.05) = 1.96$ 。因此,如果式(8)中的 t 比极限值大,则可断定将来方向和过去方向两种预测的一致度不同,时间序列的变动是由无序性引起的,而如果 t 在极限值以下,该一致度实质上相等,则断定时间序列的变动是由噪声引起的。

在上述方法中,由于应用本发明的无序判断装置的系统被限定等原因,所以在系统的变动性质比较清楚的情况下,也可以选择一个适当的预测步 T_p 作为 T_p 。这时,在图 1 中的预测处理部分 104 中进行计算,并存入顺向预测存储器 105 及逆向预测存储器 106 中的数据只要是该 T_p 中的数据即可。在通常情况下,也可以根据多个预测步中的结果进行判断。

其理由如下。例如即使是无序的,如果预测步中的 T_p 小,也就是在进行最近的预测时,将来方向和过去方向预测的差值往往不会太大,因此 t 值有时也小。即使在这种情况下如果将 T_p 增大, t 也会显著变大。另外,即使是噪声,由于数据是统计性的,在某个预测步中,有时 t 也变大。因此,如果在多个预测步中进行检验,当 t 值超过极限值的预测步超过了规定的比率、例如超过半数时,则断定时间序列是无序的,这样就能可靠地进行判断。

上述的无序性判断处理器 100 中的处理方法,即可通过硬件实现,也可通过软件实现。

在上述实施例中,在双向预测处理中,根据按式(6)重新组织的重组的向量 X_n ,将 X_N 分成两部分,分别作为评价数据基准和预测数据基准。也可以改用下述方法,即从(6)式重新组织的全部重组向量中取出将两者业已合并但尚未构成全体的两组中一个部分,将其作为评价数据基准和预测数据基准。另外,也可以分别组成两组如式(6)所列的再重组向量组,可以用一组作为预测数据基准,

另一组作为评价数据基准。

图 7 是本发明的另一实施例。与图 1 不同的地方是：把预测将来方向的变动的第 1 预测处理的顺向预测处理部分 110 和预测过去方向的变动的第 2 预测处理的逆向预测处理部分 111 分开设置，用来代替同时进行将来和过去变动预测用的双向预测处理器 104。顺向预测处理部分 110 的预测结果存入顺向预测存储器 105 中，逆向预测处理部分 111 的预测结果存入逆向预测存储器 106 中。顺向预测处理部分 110 和逆向预测处理部分 111 也可以同时并行动作，也可以逐个动作。如果是并行动作，由于是同时预测将来和过去两个方向，所以缩短了计算时间。

图 8 是顺向预测处理部分 110 的处理流程图。该处理方法与图 5 所示的双向预测处理部分 104 中的将来变动的预测方法相同，因此详细说明从略。在步 8—7 中，将预测值和实测值存入顺向预测存储器 105 中。

图 9 是逆向预测处理部分 111 的处理流程图。如果将逆向即过去方向预测时间序列的部分除去，便与图 8 所示的流程一样。将存入装填信号存储器 103 中的重组向量分成比较过去的部分 X_s 至 X_n 和较新的部分 X_N 至 X_{s+1} ，把较新的部分作为预测数据基准，把较比过去的部分作为评价数据基准用。

在步 S9—3 中，评价数据基准的时间序列序号 S 至 n 中从 S 至 $n+T_{pmax}$ 中选定序号 K 。按下述顺序，对重组向量 X_K 的成分中

在时间上为最早成分的第 m 成分 $\zeta_{K-(m-1)\tau}$ 预测 T_p 步以前的 $\zeta_{K-(m-1)\tau-T_p}$ 的值。

在步 S9—4 中,从预测数据基准中的重组向量中检索 X_K 中最近的向量。假设检索到的向量 X_L ,则如步 S9—6 所示,将该第 m 成分 $\zeta_{L-(m-1)\tau}$ 的 T_p 步以前的时间序列信号值 $\zeta_{L-(m-1)\tau-T_p}$ 作为 $\zeta_{K-(m-1)\tau-T_p}$ 的预测值 $\eta_{K-(m-1)\tau-T_p}$ 。

在步 S9—7 中,将预测值 $\eta_{K-(m-1)\tau-T_p}$ 及实测值 $\zeta_{K-(m-1)\tau-T_p}$ 的值存入逆向预测存储器 106 中。

其它各装置或处理部分 101、102、103、107、108、109 中的动作与图 1 中的实施例相同。但当预测值和实测值的组数不同时,即当将来方向的预测中为 Q_f ,过去方向的预测中为 Q_b 时,式(8)中的 t 则按 $t = |z_f - z_b| / \sqrt{[1/(Q_f - 3) + (1/(Q_b - 3))]}$ 求出。当 $Q_f = Q_b = Q$ 时,上式便变成式(8)。

在本实施例中,在顺向预测处理和逆向预测处理中,都把按式(6)组成的重组向量组分成两个部分,分别作为评价数据基准和预测数据基准。也可以用下述方法取代上面的作法,即从按式(6)构成的全部重组向量中取出将两者业已合并在一起但尚未构成全体的两组中的一部分,将它们作为评价数据基准和预测数据基准。另外,也可以分别组成两组如式(6)所列的重组向量组,将其中的一组作顺向预测处理用,将另一组作逆向预测处理用。这时,就可以在各个重组向量组中,将向量组分成两个部分,分别作为评价数据基准和

预测数据基准,另外还可以从两者业已合并在一起但尚未构成全体的两组中的一部分,分别将其作为评价数据基准和预测数据基准。

在以上所说的实施例中,将组成的重组向量组分成两个不同的组,分别作为预测数据基准及评价数据基准,但不一定必须这样分法,也可以将全体作为预测数据基准对象及评价数据基准对象用。例如使用全体时,从重组向量组中选择了某个向量用作评价的向量 X_K 时,还可以从同一个重组向量组中选出作为最近预测用的向量 X_L 。

在以上的实施例中,虽然是以采用由输入装置 120 采取时间序列信号样本是作为标量值为例进行的说明,但即使采取的信号样本是向量信号串时,即当例如信号 ζ_i 作为因次为 d 的向量,且用 $\zeta_i = [\zeta_i(1), \zeta_i(2), \dots, \zeta_i(d)]$ 表示时,与式(6)一样,可组成重组向量 $X(t)$ 。这时,重组向量的实际因次为 $m \times d$ 次。这时,作为进行预测的对象可以是因次为 d 的向量信号的一个成分,或者是多个成分乃至全部成分,三者均可。

以上是以特定的实施例对本发明所做的说明,但本发明并不受此限。

例如在图 7 中的实施例中,既可以通过直接朝向过去预测原时间序列的变动,对时间序列进行过去方向的变动预测,也可以是改用下述方法,即将原来的时间序列的时序逆转重新组成时间序

列,便可像通常那样朝向将来预测该时间序列的变动。这时,设置时序逆转处理部分,将存在时间序列信号存储器 101 中的数据顺序颠倒逆转,并对颠倒后的时间序列进行与图 7 中的顺向预测处理 110 同样的处理,预测变动,并在预测结果评价处理部分中计算预测的良好度。顺向预测处理部分或预测结果评价处理部分共准备二组,用于原时间序列变动的预测和逆转时间序列的预测,两个时间序列的预测并联,可同时进行预测,或者在两个时间序列的预测处理部分中使用称为将来方向预测的同一个处理部分,所以只使用一组顺向预测处理部分或预测结果评价处理部分,可将数据交替轮换,逐次地进行两个时间序列的预测。并联预测能够缩短计算时间,逐次预测则能减少存储器的个数。

预测方法及预测结果评价方法不限于实施例中的方法,可以采用其它各种方法。例如预测法可以采用雅可比法、分段线性法、棋盘形布置法、纽拉尔网络、矢径有基函数法等。使用同一个预测处理部分进行将来和过去的变动预测时,例如采用纽拉尔网络时,使单一的纽拉尔网络的结构能够同时输出将来与过去的预测值。另外,如果把将来与过去的变动预测处理分开,则可使用各自的网络。采用矢径有基函数法等函数近似时也与上述的相同,如果在同一预测处理部分进行将来和过去的变动预测,则在该处理部分可同时设定将来的变动预测函数和过去的变动预测函数。

关于评价方法也可以使用下述的方法。

一种方法是在预测结果评价处理器 107 中, 改变相关系数, 计算预测误差的相对离散, 以此作为预测结果的良好度。即计算 Q_f 个将来方向预测值和实测值的差的离散 σ_f 、以及 Q_b 个过去方向预测值和实测值的差的离散 σ_b 。用时间序列数据的离散 σ_t 除上述的离散, 使其标准化, 取 $e_f = \sigma_f / \sigma_t$, $e_b = \sigma_b / \sigma_t$ 。在评价结果比较处理器 108 和判断处理器 109 中, 进行与式(7)、式(8)同样的检验, 检查 e_f 和 e_b 是否不同, 如果 $e_f \neq e_b$, 则断定时间序列是无序的, 如果实质上 $e_f = e_b$, 则断定为噪声。这时, 如果 $Q_f \neq Q_b$, 则可用与式(8)等效的前一个等式 $t = |z_f - z_b| / \sqrt{[1/(Q_f - 3) + (1/(Q_b - 3))]}$ 代替式(8)。

另外, 仅在评价结果比较处理器 108 中计算用相关系数表示预测误差的将来与过去方向之差 $\text{Log}(1 - \gamma_f) - \text{Log}(1 - \gamma_b)$ 的绝对值, 如果该值比规定值 d 还大, 则在判断处理部分 109 中即可断定时间序列数据是无序的。另外也可以将评价结果比较处理器 108 和判断处理器 109 构成一个整体。

为了表示本发明的妥善性和效果, 现以图 10A、图 10B 为例, 在确认为无序的时间序列数据及确认为噪声的时间序列数据中, 对于用原有的方法难以与无序性的区分的时间序列数据, 用误差的对数值表示将来方向预测和过去方向预测的良好度的结果。图 10A 是采用洛伦兹方程式算出的无序时间序列数据的情况, 图 10B 是功率谱为 $1/f^2$ 的相关的强噪声的情况。装填因次在图 10A 中为

4,在图 10B 中为 3。如图所示,在图 10A 中无序的情况下,将来方向预测和过去方向预测中的预测误差有很大区别,而在图 10B 中为噪声的情况下,两者几乎是一致的。

图 11A、图 11B 与图 10A、图 10B 相对应、在各预测步中将式 (8) 中的 t 值绘成曲线的曲线图。在图 11A 中采用洛伦兹方程式产生的无序时间序列数据的情况下,无论在哪个预测步中, t 都比极限值大,另一方面,在图 11B 中为噪声的情况下, t 都比极限值小,能够正确识别无序和噪声。

以下说明将本发明应用于工业装置中的应用例。

图 12 是将本发明应用于控制装置时的实施例。控制装置 1200 从控制指令发生装置 1210 接收控制指令,并将按照该指令使控制对象 1220 进行适当动作的信号输出到控制对象 1220。控制装置 1200 是多种控制处理装置,其中设有第 1 控制处理部分 1201,第 2 控制处理部分 1202,另外还由输入装置 1203、无序性判断处理器 1204、切换处理部分 1205 和输出装置 1206。

首先简单说明总体处理流程。输入装置 1203 从控制对象 1220 输入信号,并向无序性判断处理部分 1204、第 2 控制处理部分 1202 输出信号。无序性判断处理部分 1204 判断输入的信号是否是无序的,并将切换处理部分 1205 接通。第 2 控制处理部分 1202 接收输入装置 1203 的输出信号,将运算结果输出给切换处理部分 1205。该输出信号通过切换处理部分 1205 后,或者作为有效信号用

于下面的运算,或者作为无效处理。第1控制处理部分1201将从输入装置1203的输出信号值中减除切换处理部分1205的输出信号值之后所得的差值作为来自控制对象1220的实质性的反馈信号,将由该反馈信号与控制指令发生装置1210的输出信号的差分给出的控制偏差作为输入信号。而且将最初定义的运算结果输出给输出装置1206。输出装置1206将该值输出给控制对象1220。

在无序性判断处理部分1204中,可以采用图1或图7所示的无序性判断处理部分100的处理方法。如果切换处理部分1205在判定从输入装置1203取出的时间序列信号是无序信号,便接通开关,如果判定不是无序信号,便将开关断开。接通时,使第2控制处理器1202的输出有效,断开时,使其无效。

图13是第1控制处理部分1201的结构图。图13是第1控制处理部分1201为通常的PID控制系统时的实施例,在1301中将输入信号的控制偏差乘以比例放大,在1302中对该结果进行积分处理,在1303中进行微分处理,将乘以比例放大后的结果,以及经过积分处理和微分处理结果的总和作为第1控制处理部分的输出。为了控制对象,选用适当的控制处理部分即可,可以考虑使用最佳控制系统或适合的控制系统等种种。

图14表示第2控制处理部分1202的结构。在本实施例中,第2控制处理部分以无序的干扰混入输入信号为前提,根据最近的干扰成分的值,进行预测最近将来施加的干扰值的处理。接收来自输

入装置 1203 的时间序列信号用的时间序列信号存储器 1401、装填处理部分 1402、以及装填信号存储器 1403 的处理程序可以采用与图 1 中的 101 至 103 相同的方式,因此详细说明从略。

预测数据基准作成处理器 1404 将时时刻刻变化的装填信号存储器 1403 中的内容存入相邻的时间计时器(以下简称 Δt)中的偶位中。图 15 所示为如上述那样作成的预测数据基准的结构。在预测数据基准 1405 中,相对于某时刻(t_1)装填的信号,与经过 Δt 时间(t_2)所对应的装填信号作为一对数据存储起来。例如序号为 1,在时刻 t_1 的重组向量(0.2234, 0.2457, 0.2681, ..., 0.3781)经过 Δt 时间后,与变为(0.2457, 0.2681, 0.3259, ..., 0.4001)的向量相对应。在预测数据基准 1405 中存储着许多这样的数据对。

图 16 是干扰预测处理器 1406 的处理流程图。

首先在步 S16-1 中,由装填信号存储器 1403 读出最近重组向量 X_N 作为输入信号。其次在步 S16-2 中,将输入的重组向量 X_N 同预测数据基准 1405 的输入部分(在时刻 t_1 装填的信号)相对照,从中读出类似度在一定值以上的数据。当用空间距离判断类似度 R 时,空间距离小,类似度的值越大。因此,当 X_N 为(a_1, a_2, \dots, a_m)从预测数据基准 1405 中读出的数据为(b_1, b_2, \dots, b_m)时,如果把它们的类似度 R 定义为与空间距离成反比的值,则可用式(9)表示:

$$R = 1 / \sqrt{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + \dots + (a_m - b_m)^2} \quad \dots (9)$$

在步 S16-2 中,检索预测数据基准 1405,从中读出重组向量

的值大于 R 的值在一定值以上的数据。在步 S16—3 中,当读出的数据有多个时,在它们的输出部分(在时刻 t_2 的装填信号)进行内插,算出预测值。进行内插运算时,设读出的数据个数为 P 、输出部分的值分别为 $(c_{11}, c_{12}, \dots, c_{1m})$ 、 $(c_{21}, c_{22}, \dots, c_{2m})$ 、 \dots $(c_{p1}, c_{p2}, \dots, c_{pm})$,与重组向量的类似度分别为 R_1, R_2, \dots, R_m 时,用类似度对各输出部分的 c_{11} 至 c_{p1} 的值重复进行加法运算,可用下式计算预测值 S :

$$S = \frac{\sum_{i=1}^P (R_i \cdot c_{i1})}{\left(\sum_{i=1}^P R_i \right)} \quad \dots \quad (10)$$

在步 S16—4 中,将算出预测值 S 输出至切换处理部分 1205。如上所述,当从控制对象 1220 检测到的时间序列信号是无序信号时,切换处理部分 1205 进行从检测值中减去预测值 S 的处理,如果时间序列信号不是无序信号,则不进行此项处理。因此,当无序性断续发生时或时间序列信号的无序性随时间而有所增减时,能够实现将混入信号中的干扰除去特性。

第 2 控制处理部分 1202 中的时间序列信号存储器 1401、装填处理部分 1402、装填信号存储器 1403 可以采用与无序判断处理部分 100 中与之各相对应的 101、102、103 相同的装置。这时,预测数

据基准作成处理器 1404 和干扰预测处理部分 1406,从装填信号存储器 103 中读取重组向量。这样就能简化总体结构。

还可以省去预测数据基准作成处理部分 1404 和预测数据基准 1405,而在干扰预测处理部分 1406 中采用图 17 所示的流程代替图 16 中的流程。

在步 S17-1 中,设定与时间差 D_i 相当的预测步,在步 S17-2 中,从存在装填信号存储器中的 X_{N-T_p} 至 X_n 中读出与 X_N 的类似度在一定值以上的重组向量。而且每次求得的结果如步 S17-3 所示,将该重组向量的第 1 成分的 T_p 步以前的时间序列值作为输出值,设其为 C_{ii} ,然后在步 S17-4 和步 S17-5 中,进行与图 16 中的步 S16-3 和步 S16-4 相当的处理。

式中的 i 表示类似度在一定值以上的重组向量有多个时的这些向量的序号。这样就能省去预测数据基准,减少使用的存储器。

在以上的示例中,在判定由输入装置 1203 输入的时间序列信号是无序信号时,由切换处理部分 1205 将开关接通,在断定不是无序信号时,将开关断开。也可用下述的处理方法代替上述方法。就是说即使判定信号不是无序信号时,如果无序判断处理器 1204 中的顺向预测的良好度良好,干扰的预测结果是可信的,因此将开关接通,使第 2 控制处理器 1202 中的干扰预测的输出有效。这时,要确定预测良好度的计算方法和阈值,当良好度比阈值大时,将开关接通。反之,即使当判定时间序列信号是无序信号时,在预测的

良好度比另外设定的另一个阈值小时,则将开关断开,使第 2 处理部分的处理无效即可。

图 18 示出了无序性判断处理部分 100 的处理流程的例子。这是以存入装填信号存储器 103 中的数据为对象进行的处理。在步 S18-1 中,以 0 作为装填因次的初始值。在步 S18-2 中,使装填因次增加 1,在步 S18-3 中,进行这时的相关因次的计算。在本实施例中,所谓装填因次,是指与图 4 中的 N 至 t 至 n 相对应的 $X_i(1)$ 至 $X_i(m-1)$ 中的各项与计算相关因次用的数据的个数相对应。装填因次为 2 时,相关因次用 $X(1)$ 和 $X(2)$ 计算,装填因次为 3 时,用 $X(1)$ 、 $X(2)$ 、 $X(3)$ 计算相关因次。根据相关积分与积分区域的关系,按下式计算相关因次。通常,相关积分用式(11)表示

$$C^m(r) = \lim_{N \rightarrow \infty} \left\{ \frac{1}{(N-n)^2} \sum_{i,j=N, i \neq j}^n H(r - |X_i - X_j|) \right\} \cdots (11)$$

式中 H :海维赛函数

$$H(X) = 0 \quad (X \leq 0)$$

$$H(X) = 1 \quad (X > 0)$$

m :重组的空间因次

$|X_i - X_j|$: X_i 和 X_j 的距离,例如欧几里德的距离

采用式(11)计算时,积分区域是半径为 r 的大球。不可能进行

lim 的精密运算,但如果以尽可能多的重组向量利用式(11)进行计算,就能计算出良好度的近似值。其结果按下式进行比例换算:

$$C^m(r) = \alpha r^{\gamma(m)} \dots\dots(12)$$

式中 α 为常数,相关因次作为装填因次 m 的函数,取作 $v(m)$ 。其次,在步 S18-4 中,检测将适当的值 ε 加到相关因次中所得的值是否比装填因次小。如果时间序列信号不是无序的,则不论装填因次如何,相关因次都是与装填因次一致的值,但当时间序列信号为无序时,相关因次相对于装填因次饱和,在某一装填因次以上时几乎变成一恒定值。在步 S18-4 中,进行判断该相关因次是否饱和的处理,在本实施例中,所述的方法是在一边增加装填因次、一边计算相关因次的计算过程中,近似地判断相关因次是否比装填因次的值小。 ε 是补偿相关因次计算时的计算误差用的加法运算值,可以是常数,作为装填因次或相关因次的函数,可以进行适当设定。在步 S18-4 中,若不等式成立,则在步 S18-5 中判定有无序性之后使处理结束。若不等式不成立时,在步 S18-6 中判断处理是否结束。如果不是处理结束的时间,则转移到步 S18-2 进行处理,使装填因次加 1,反复进行同样的处理。

当判定处理结束后,在步 S18-7 中判定没有无序性。处理结束与否,通常是当装填因次与预定的上限值一致后,便判定处理结束。在进行处理期间也可考虑将处理停止。

经过这样的处理之后,计算出来的无序性的判断结果被送给

切换处理部分 1205。切换处理部分 1205 在判定从输入装置 120 得到的时间序列信号是无序的时,将开关接通。当判定不是无序的时,将开关断开。接通时,使第 2 控制处理部分 1202 的输出有效,断开时使其无效。

作为判断时间序列数据的无序性用的指标,不仅只着眼于无序性的有无,而且最好还要考虑无序性的大小程度。无序性的大小可定义如下。即所谓无序性大,是指序列数据变动时,从判决规则的角度来看,其表现明显的意义。也就是说,无序性的大小表示在序列数据中含有什么样的秩序结构。因此,在相关因次小、最大利雅普诺夫指数小,变动的预测容易成功等情况下,就表示无序性大。

图 19 表示着眼于相关因次的大小时,无序性判断处理部分 100 在处理过程中的算法。在步 S19—1 至步 S19—5 与图 18 中的步 S18—1 至步 S18—4 中及步 S18—6 相同。当步 S19—4 中的不等式成立而处理结束后,在步 S19—6 中设定相关因次为最大值。在步 S19—7 中,判断相对于装填因次饱和的相关因次的值是否大于阈值。如果不饱和,在步 S19—6 中设定最大值。

在本实施例中,相关因次小时,在步 S19—8 中判定序列信号有无序性,大时,在步 S19—9 中进行断定设有无序性的处理。阈值按照进行这样的切换时的临界值设定。

另外,如果着眼于最大利雅普诺夫指数,则当最大利雅普诺夫指数是正的大值时,进行将图 12 中的切换处理部分 1205 接通的处

理,当最大利雅普诺夫指数是正的较小的数时,即可进行将切换处理部分 1205 断开的处理。最大利雅普诺夫指数的计算方法如 *Phys. Rev. Lett.*, 55, 第 1082—1085 页(1985)中所述。

另外,无序判断处理部分 100 只能作为计算序列数据的变动预测及其良好度之用,当预测良好时,将切换处理部分 1205 断开,如果不好,即可将该处理部分接通。

图 20 是另一个应用例,表示对实际上有无序干扰混入的对象进行控制的适用控制装置的实施例。

如图所示,在控制对象 3120 中混入无序干扰 4101,为了提高控制精度,必须将其影响除去。控制装置 3100 设有干扰成分重新滤除处理部分 4102,根据从输入装置 3103 读取的信号,对控制对象进行实际的滤除处理,滤除干扰成分。在本实施例中,干扰成分过滤处理器 4102 中设有控制对象模型 4103 及低通滤波器(LPF) 4104。在控制对象模型 4103 中存有控制对象 3120 的输入输出动态特性,从第 1 控制处理部分 3101 接收信号,该信号与输向控制对象 3120 的信号相同,并输出与其相对应的值。如果没有必要设 LPF4104,也可将其省去。在输入输出动态特性为已知的情况下,以式(13)所示的传递函数的形式存储即可,在根据实验数据用最小二乘近似等方法鉴别时,也可以按式(14)所示的回归式的形式存储。

$$Z(t) = 6 / (1 + 3S) \cdot Y(t) \cdots (13)$$

式中 $y(t)$: 控制对象模型 4103 的输入信号

$Z(t)$: 输出信号

S : 拉普拉斯算符

$$Z = A \cdot y \cdots \cdots (14)$$

式中 y : 控制对象模型 4103 的输入时间序列向量

Z : 输出的时间序列向量

A : 变换矩阵

干扰成分过滤处理部分 4102 从输入装置的输出信号中减去按上述方法得到的控制对象模型 4103 的输出信号, 然后用低通滤波器 4104 将高次谐波除去后, 输出至无序性判断处理器 3104。

这样, 根据从输入装置 3103 获得的信号, 滤除无序干扰成分。无序性判断处理部分 3104 以该信号为对象, 进行无序性判断, 接通或断开切换处理部分 3105。这时, 无序性计算处理部分 3204 对在无序性判断处理部分 100 存入装填信号存储器中的数据连同序列数据一并进行无离性的判断处理。在图 1 所示的实施例中, 该处理是指从双向预测处理 104 至判断处理 109 的一系列处理程序, 在图 7 所示的实施例中, 该处理是指从顺向预测处理 110 及逆向预测处理 111 至判断处理 109 的一系数处理程序。另外, 也可用图 18 中的实施例。

在本实施例中, 第 2 控制处理部分 3102 采用图 14 中说明的处理方法。这时, 将结构中的一部分与无序性判断处理器 3104 共同合

用,干扰预测处理部分 3806 从无序性判断处理部分 3104 中的装填信号存储器 3203 中读取用于预测的重组向量。这样你可使总体结构简化。干扰预测处理可以采用图 17 中说明的处理方法。另外,无序性判断处理部分 3104 可以如图 1 或图 7 中的实施例所示,根据时间序列信号的预测判断无序性时,可以如与图 12 中的实施例有关的说明那样,除了判断结果外,还要考虑预测的良好度,最后接通或断开切换处理部分 3105。另外,也可以着眼于无序性的大小,根据相关因次的大小、最大利雅普诺夫指数的大小,以及预测的良好度等,接通或断开切换处理部分 3105。另外还可以省去切换处理部分 3105,使第 2 控制处理部分 3102 的输出信号经常有效。

上述的无序性计算处理器 3204 及切换处理部分 3105 的处理既可以用硬件实现,也可以用软件实现。另外,虽然是以把无序干扰 4101 混入在控制对象 3120 的输出端为例进行的说明,但即使混入在控制对象 3120 的输入端时,用同样的思路也能将无序干扰除去。在本实施例中,将切换处理器 3105 接通或断开是根据无序性判断处理部分的输出信号进行的,但也可考虑根据干扰预测处理部分 3806 的运算内容进行接通或断开。这时,是从装填信号存储器 3203 读向量和从预测数据基准 3805 滤除的重组向量的距离的平均值。可考虑着眼于式(15)

$$K = (1/P) \sum_{i=1}^P |R_j| \dots (15)$$

当该值在一定值以下时,接通切换处理器 3105,使第 2 控制处理部分 3102 的输出有效,在除此以外的其它情况下,断开切换处理器 3105,使第 2 控制处理部分 3102 的输出无效。另外还可考虑这样的方法,即如果存在与从装填信号存储器 3203 读取的向量的类似度在一定值以下的重组向量,且能计算预测值 S 时,则将切换处理部分 3105 接能,在除此以外的情况下,则将切换处理部分 3105 断开。

还可考虑根据时间序列信号自相关的大小,将切换处理部分 3105 接通或断开。这时,自相关大时,将切换处理部分 3105 接通,小时,则干扰的预测结果属于不可信,则可将切换处理部分 3105 断开即可。自相关的计算方法可采用通常所知的任何一种方法。

图 21 是根据控制对象 3120 的输入输出信号,通过自学习,鉴别干扰成分滤除处理部分 4102 的控制对象模型的实施例。模型鉴别处理部分 4201 根据第 1 控制处理部分 3101 的输出信号和从输入装置 3103 接收输入信号,进行控制对象模型 4103 的调谐。

图 22 所示为用纽拉尔网络实现控制对象模型 4103 时的控制对象模型 4103 和模型鉴别处理部分 4201 的结构图。在本实施例中,控制对象模型 4103 是由多个神经元 4301 通过神经突触 4302 结合成层状的网络结构,模型鉴别处理部分 4201 进行确定神经突触 4302 的荷重值的运算。有关纽拉尔网络的运算和自学习的处理,可以参见许多文献,所以除此以外的说明从略。

在图 22 中,模型鉴别处理部分 4201 由下述部分构成:具有与控制对象模型 4103 同样结构的网络 4303、由自学习网络 4303 的神经突触 4307 的荷重值 W 确定的荷重更新处理部分 4304。将自学习结果得到的荷重值 W 输送给控制对象模型并设定对应的神经突触的荷重设定处理部分 4305。网络 4303 将第 1 控制处理部分 3101 向控制对象 3120 输出的值作为输入信号,输出规定的运算结果。荷重更新处理部分 4304 根据从输入装置 3103 的输出信号中减去该输出值后所得的值,变更神经突触 4307 的荷重值,以便使网络 4303 的输出和输入装置 3103 的输出一致。将该运算反复进行规定的次数以后形成的各神经突触的荷重值由荷重设定处理部分 4305 设定给控制对象模型 4103 的各神经突触。模型鉴别处理部分 4201 的处理可在控制过程中逐渐进行,也可以作为前处理,在开始控制之前进行。在本实施例中,确定了控制对象模型 4103 以后,起动预测数据基准作成处理部分 3804 的处理,作成预测数据基准 3805。

图 23 表示用放大器 4402 代替图 20 中的切换处理部分 3105 的实施例。放大设定处理部分 4401 根据无序性计算处理部分 3204 的运算内容被定量化以后的无序性的大小,对放大器 4402 设定适当的值。作为一个例子,可以这样进行处理,即,使最大利雅普诺夫指数与无序性的大小对应,并对它进行监视,当此值变大时,将放大器 4402 的 K_c 减小,此值变小时,将 K_c 增大。另外,也可使相关

因次的大小与无序性的大小相对应，还可以使序列数据的变动预测的良好度与无序性的大小相对应。

图 24 表示将本发明应用于时间序列信号的预测装置的实施例。

预测装置 1800 是多个预测处理部分，备有第 1 预测处理部分 1801 和第 2 预测处理部分 1802，另外还由下述部分构成：接收时间序列信号的输入装置 1803、判断输入的时间序列信号的无序性用的无序性判断处理部分 1804、根据无序性的判断结果选择预测处理用的切换处理部分 1805、输出由切换处理部分 1805 有效化后的预测处理的运算结果的输出装置 1806。

无序性判断处理部分 1804 可以采用与图 12 及图 20 中的实施例相关说明的各种判断处理方法，但特别是在本实施例中最好采用利用预测的判断处理方法。作为第 1 预测处理部分 1801 的结构例，假设进行短期无序性预测时，可以直接使用图 14 所示的结构。或者，将图 14 中的时间序列信号存储器 1401、装填处理部分 1402、装填信号存储器 1403 与判断处理部分 100 中与之相对应的各装置 101、102、103 同时共用。另外，可以省去预测数据基准作成处理部分 1404 和预测数据基准 1405，干扰预测处理部分也可以采用利用图 17 中的流程的结构。

作为第 2 预测处理部分 1802，表示进行线性回归预测时的实施例。如果考虑根据最近的时间序列信号 $(\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_N)$ 预测 ζ_{N+1}

时,第 2 预测处理部分 1802 按下列线性式进行计算:

$$\xi_{N+1} = a_1 \xi_1 + a_2 \xi_2 + \cdots + a_N \xi_N \quad \cdots \quad (16)$$

式中 a_1 至 a_N 都是常数,计算结果,求出 ξ_{N+1} ,输出至切换处理部分 1805。当判定时间序列信号有无序性之后,由切换处理部分 1805 将由第 1 预测处理部分 1801 计算出的无序性短期预测结果输出至输出装置 1806。当判定没有无序性时,将用式(16)计算出的线性回归预测的结果输出至输出装置 1806。预测装置 1800 中应设有处理部分,除了上述这些部分外,还可考虑使用纽拉尔网络的各种非线性预测等,根据需要,改变预测处理部分,容易增加。

图 25 表示将本发明应用到控制装置中,根据无序性判断结果,使控制处理部分进行切换的实施例。控制装置 1900 通过输入装置 1903 接收来自控制对象 1910 的反馈信号,根据无序性判断处理部分的判断结果,操作切换处理部分 1905。第 1 控制处理部分 1901 及第 2 控制处理部分 1902 输入的信号是从控制指令发生装置 1910 的信号中减去由输入装置 1903 接收的信号后的信号,并将进行控制运算的结果输出至切换处理部分 1905。切换处理部分 1905 从这些结果中选择有效的结果,并将其输送至输出装置 1906。输出装置 1906 将该结果输出至控制对象 1910。控制处理部分,可以根据控制对象的不同,考虑采用 *PID* 控制系统、*PD* 控制系统、最佳控制系统等各种系统。在无序性判断处理部分 1904 中,可用采用与图 12 及图 20 中的实施例相关说明过的各种判断处理方法。

图 26 表示在图 25 的应用状态下第 1 控制处理部分 1901 和第 2 控制处理部分 1902 的结构。在本实施例中,第 1 控制处理部分 1901 由 *PID* 控制系统构成,第 2 控制处理部分 1902 由 *PI* 控制系统构成,各控制部件的动作与图 13 所示的相同。当切换处理部分 1905 判定时间序列信号有无序性时,*PID* 控制系统的输出被判定为没有无序性时,*PI* 控制系统的输出由控制装置 1900 输出。控制处理部分除了可以采用 *PID* 控制系统,*PI* 控制系统以外,还可以考虑采用最佳控制系统等各种控制系统。

图 27 表示根据对从控制对象得到的时间序列信号的无序性的判断结果,确定是否要向对象输出控制量进行切换的实施例。在无序性判断处理部分 4904 中可以采用与图 12 及图 20 中的实施例相关说明过的各种判断处理方法。切换处理部分 4905 根据该结果使控制处理部分 4901 的输出有效,使控制对象 4910 处于受控状态,或者使上述的输出无效,则使控制对象 4910 处于非受控状态。控制处理部分 4901 的运算内容,只要是能向控制对象输出良好的指令,什么样的内容都可以,可以考虑采用图 26 所示的 *PID* 控制系统等各种处理系统。

图 28 中的控制对象 1220,是以在热轧生产线上进行钢材升温用的加热炉设备作为示例。

图中,加热炉 2000 用煤气加热器 2003 保持高温状态。插入口的板坯(钢板) 2001 在高温环境中升温,从出口送去。控制装置

1200 通过输入装置 1203,用温度计 2002 检测加热炉 2000 的温度,根据该温度值和温度指令值确定送给煤气燃烧器 2003 的燃料流量的值,并通过输出装置输出。这时由温度计 2002 检测到的值是在本来应该检测的温度 T 上加上由热对流引起的无序波动 Td 。无序波动在微观上是由分子之间的无规的相互作用等产生的,分子再与炉壁或空气出入部分相互作用等,以及与炉体内部的几何形状有关的影响彼此叠加而造成无序波动。

不管怎样,当操作量的运算是在根据观察到的温度($T+Td$)的条件下进行的,所确定的燃料的流量值中还反映着 Td ,所以加热炉 2000 的温度产生了偏差。因此送出的板坯 2001 的温度也有偏差,结果往往距离目标温度有一个差距。为了进行精度的温度控制,必须根据将 Td 的影响除外的值确定燃料的流量值。已知产生无序性的力学系统的因次为 P 时,即使可能检测的信号的因次为 1,由于在装填处理过程中在高因次间进行重组,故能再现力学系统的动作性质。

因此,在采用本实施例时,通过装填处理,能再现数据所具有的无序性质,进行短期预测。

控制装置 1200 是将图 20 中的控制装置 3100 简化后绘出的。控制装置 1200 的输入装置 1203 用温度计 2002 检测加热炉 2000 的温度 $T+Td$ 。在干扰成分滤除处理部分 1207 中滤去干扰成分 Td ,在无序性判断处理部分 100 中,对存在于时间序列中的 Td 的

无序性的有无进行判断。根据该判断结果,切换处理部分 1205 进行接通或断开操作。第 2 控制处理部分 1202 根据存在于时间序列中的 Td , 预测每时每刻以后的 Td 值。当 Td 的时间序列的动作无序时,预测的 Td 值便被从由输入装置 1203 收到的信号中除去。该值被看作是来自控制对象 1220 的实际的反馈信号,针对该值与控制指令之间的偏差,由第 1 控制处理部分进行控制运算的结果作为操作量,通过输出装置 1206 输出至控制对象 1220。

具体地说,例如作为送给煤气燃烧器 2003 的燃料的流量值,算出操作量。按上述作法就能进行不受检测的温度中所包含的无序干扰影响的高精确的控制。

图 29 所示的控制对象 1220 是以净水设备为例。

净水装置 2200 是自来水的净化系统,用凝固材料注入器 2204 向从江中或湖中取来的原水中注入适量的凝固材料。控制装置 1200 通过输入装置 1203 用传感器 2203 检测水的精制度,根据该精制度的值,通过输出装置 1206 输出用于操作阀 2205 的信号,决定应注入凝固材料的量。同样,在由传感器 2203 检测的值中也叠加了由流体的起伏引起的无序干扰。作为产生起伏的原因,从微观上说是由于水分子之间的无规则的相互作用或由此而产生的涡流效应、以及凝固剂下落情况的不同等而造成起伏,另外还叠加了与设备的几何形状有关的影响。这时也能应用与图 28 中的实施例同样的信号处理方法,利用本实施例的结构,就能进行均一化的高精

度控制,将水质控制在目标值附近。

图 30 所示的控制对象 1220 是以轧制系统为例。

用轧辊 2301 轧制钢材 2300。控制装置 1200 通过输入装置 1203 用厚度传感器 2302 检测钢材 2300 的厚度,根据该厚度值,通过输出装置 1206 输出压 轧辊 2301 的轧辊压力机 2303 的操作量。同样,在由传感器 2302 检测的值中叠加了由于轧辊 2301 的动态磨损或钢材的不均匀性引起的无序干扰。这时可应用与图 28 中的实施例相同的信号处理方法,利用本实施例的结构,能提高控制精度,使制成的钢板厚度均匀,且在目标值附近。

在上述的实施例中,虽然是将无序性的判断结果立刻反映到控制过程之中,但是也可以只限于将结果进行显示,而将控制的切换留待根据操作人员的判断进行操作。

图 31A、图 31B 表示无序性的显示处理的两个例子。图 31A 表示可进行反映无序性大的显示的处理流程,图 31B 是只显示无序性有无的例子。在图 31A 中,在步 S31-1 中接收装填的信号,在步 31-2 中,在与装填因次 m 对应的 m 维超空间中绘出该信号曲线。当 $m > 3$ 时,在步 S31-3 中进行 2 维或 3 维空间的变换,在步 S31-4 中进行显示。在图 31B 中,在显示选择步 5000 中判断由无序性判断处理部分 100 得到的结果,如果有无序性,选择无序显示器 5001,如果设没有无序性,则选择没有无序性时的显示器(显示方法任意设定)5002。

图 32A、图 32B 表示显示的例子。图 32A 是装填因次为 3 时的无序性的显示例，图 32B 是没有无序性的显示例。在图 31A 的处理中，因能进行考虑无序性大小的显示，所以，例如能使图 32A 中的显示的大小与无序性的大小相对应，并能进行变化。

图 33 表示将本发明应用于异常处理装置的实施例。在本实施例中，异常处理装置 6400 设有多个异常处理部分，无序性判断处理部分 6404 根据对从对象 6410 收到的时间序列信号的无序性的判断结果，选择适当的处理方法，由输出装置 6406 将该结果输出至对象 6410。关于无序性判断结果和对象 6410 的异常性之间的关系，可以根据在图 18 中的处理中求得的相关因次的值，对应地进行考虑。如果是核电站，已知相关因次的下降与系统的稳定性下降相对应，在这种应用中，当相关因次下降时，便起动异常处理部分，还可根据相关因次的值，考虑切换起动的异常处理部分。例如可以这样考虑，将第 1 异常处理部分用作使系统停止，将第 2 异常处理部分用作使报警指示灯点亮，相关因次在 2 以下时，起动第 1 异常处理部分，相关因次为 2 至 4 时，使报警指示灯点亮，4 以上时表示系统是安全的，不起动异常处理部分。

图 34 表示将本发明应用于信号接收装置时的实施例。信号接收装置 6500 是多个密码解读装置，设有第 1 密码解读装置 6501、第 2 密码解读装置 6502，另外还有下列构成部分：接收从密码发送部分 6510 发送的信号用的接收装置 6503、无序性判断处理部分

6504、根据无序性的判断结果选择密码解读装置的切换处理部分
 6505，输出解读结果的输出装置 6507，以及显示输出结果的显示
 装置 6507。在本实施例中，第 1 密码解读装置 6501 分别对接收到
 的时间序列数据

$$\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_t, \dots (17)$$

进行如下的密码解读处理

$$\Xi_t = \zeta_t - A_t \dots (18)$$

$$\text{式中 } A_t = 4A_{t-1} \cdot (1 - A_{t-1})$$

$$A_1 = 0.5$$

使时间序列信号再生：

$$\Xi_1, \Xi_2, \dots, \Xi_t \dots (19)$$

第 2 密码解读装置 6502 也一样，通过如下处理，求出再生信号：

$$\Xi_t = \zeta_t - B_t \dots (20)$$

$$\text{式中 } B_t = 1.0 \cdot (-B_{t-1} + C_{t-1})$$

$$B_1 = 0.0$$

$$C_t = -B_{t-1} \cdot D_{t-1} + 2.8 B_{t-1} - C_{t-1}$$

$$C_1 = 0.1$$

$$D_t = -B_{t-1} \cdot C_{t-1} - (8/3) \cdot D_{t-1}$$

$$D_1 = 0.0$$

根据无序性判断装置 6504 的输出，由切换处理部分 6505 选择到
 底哪一个解读结果有效。被选定的解读装置的解读结果通过输出装

置 6506 显示在显示装置 6507 上,提示给用户。

其次说明无序性计算处理部分 3204 高速进行判断时间序列信号的无序性的处理的实施例。

图 35 表示无序性计算处理部分 3204 的处理流程。在步 S35—1 中设定装填因次适当的值 P 。 P 值最好设定为比设想的相关因次的值大的值,例如,如果设想相关因次的值在 5 附近时,则最好设定在 10 左右。在步 S35—2 中用图 18 中说明过的方法计算相关因次。在步 S35—3 中,判断将适当的值 ε 加到相关因次上所得的值是否比装填因次小,如果小,在步 S35—4 中断定有无序性。另外,如果大时,在步 S35—5 中断定没有无序性,使处理结束。步 S35—3 中的 ε 值是修正相关因次的计算误差用的一个常数,例如设定在 1 至 2 左右。这样一来,使得图 18,图 19 所示的装填因次的次数从 1 逐次增大,与检测对应的相关因次的饱和的方法相比较,能使无序性的判断处理高速化。

图 36 表示由无序性判断处理部分 3104 进行无序性模型的鉴定,用鉴定精度进行无序性的判断的实施例。无序性判断处理部分 6700 包括校正处理部分 6701、备有多个无序函数的函数群 6702、以及切换判断处理部分 6705。另外,函数群 6702 作为无序函数备有第 1 函数 6703 至第 n 函数 6704。无序函数应根据需要设有各种用

$$\eta_i = a \eta_{i-1} \cdot (1 - \eta_{i-1}) \quad \dots (21)$$

表述的数理逻辑函数等。校正处理部分 6701 利用各无序函数对从输入装置 3103 输入的时间序列信号

$$(\zeta_0, \zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_t, \dots, \zeta_N) \dots (22)$$

计算出与用(21)式等从初始值 ζ_0 产生的时间序列信号

$$(\eta_0, \eta_1, \eta_2, \dots, \eta_t, \dots, \eta_N) \dots (23)$$

的互相关。上式中 $\eta_0 = \zeta_0$ 。互相关的大小 U 可用下式计算：

$$U = (1/N) \sum_{t=0}^N (\eta_t - \zeta_t)^2 \dots (24)$$

U 值越小,互相关越大。而且抽出互相关最大的无序函数,将这时的 U 值输出给切换判断处理部分 6705。切换处理部分确认该 U 值,当 U 比一定值小时,判定可用无序函数对从输入装置 3103 读入的时间序列信号进行良好的鉴定,输出接通切换处理部分 3105 的信号。另外,当 U 值大时,判定读入的时间序列信号不是无序的,输出断开切换处理部分 3105 的信号。另外,当 U 小时,将干扰预测处理部分 3806 或第 1 预测处理部分 4501 的处理方法换成式(21)等无序函数,因此也可考虑计算下一时刻以后的预测值的方法。另外,使用信号接收装置 6500 时,对叠加了无序函数的接收信号进行同样的处理。由于从接收信号中减去鉴定过的无序函数,因此可考虑进行密码的解读。因此能提高通信的保密性。

如果采用本发明,由于能朝向将来及朝向过去对给定的时间

序列的变动进行预测、比较,因此能可靠地区别时间序列数据的变动是由无序性引起的还是由噪声引起的。另外,即使无序干扰叠加在从对象检测到的时间序列信号上而使控制性能下降时,也能推断确实将无序干扰除去后的对象的状态,并反映到控制中。因此能使控制高精度化。

由于设有判断时间序列信号的无序性、切换装置的处理内容的处理部分,因此能根据时间序列信号的无序特性,使控制或预测达到最佳化。因此即使是检测到的信号的无序性不一样的对象,也能提高控制或预测的性能。

将本发明应用于异常处理装置时,由于使对象的异常度与检测信号的无序性的大小对应,因此能检测出以往确实不能检测的异常,与此相对应,通过选择最适当的异常处理方法,能进行良好的异常处理。

将本发明用于密码解读装置时,根据数据的无序性,能自行选择适当的解读处理方法,因此不需要设置传送密码的键,可期望提高按此方法进行的密码通信的保密性。另外,由于可以一边逐次变更叠加在发送数据上的无序函数,一边发送信号,更能提高保密性。

另外,由于无序性的判断处理达到了高速化,因而能使本发明应用于实时性强的控制或预测、异常处理的范围扩大。

图 1

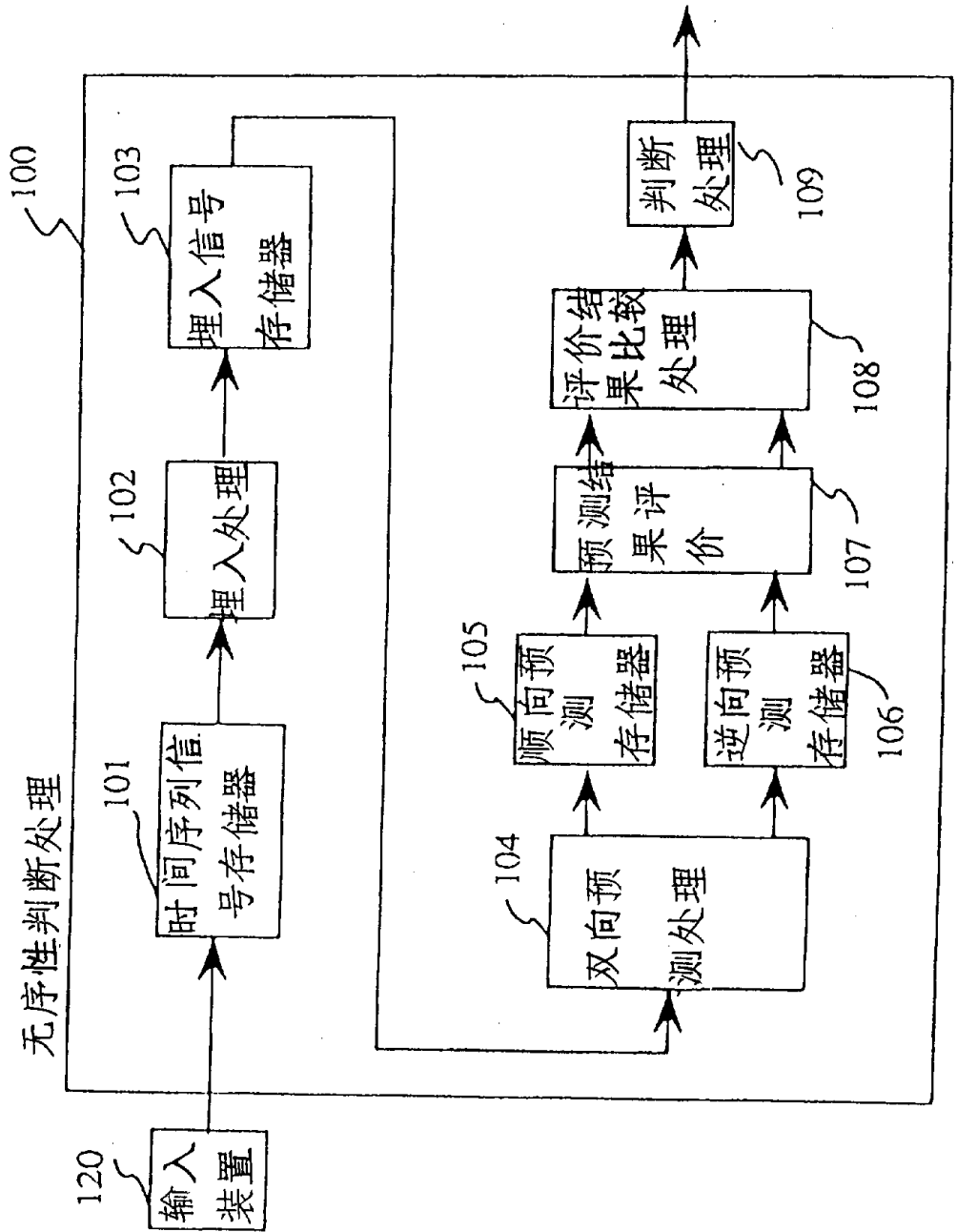


图 2

101

时间序列序号	信号值
ξ_0	0.2234
ξ_1	0.2457
⋮	⋮
ξ_t	0.3781
⋮	⋮
ξ_N	0.4135

图 3

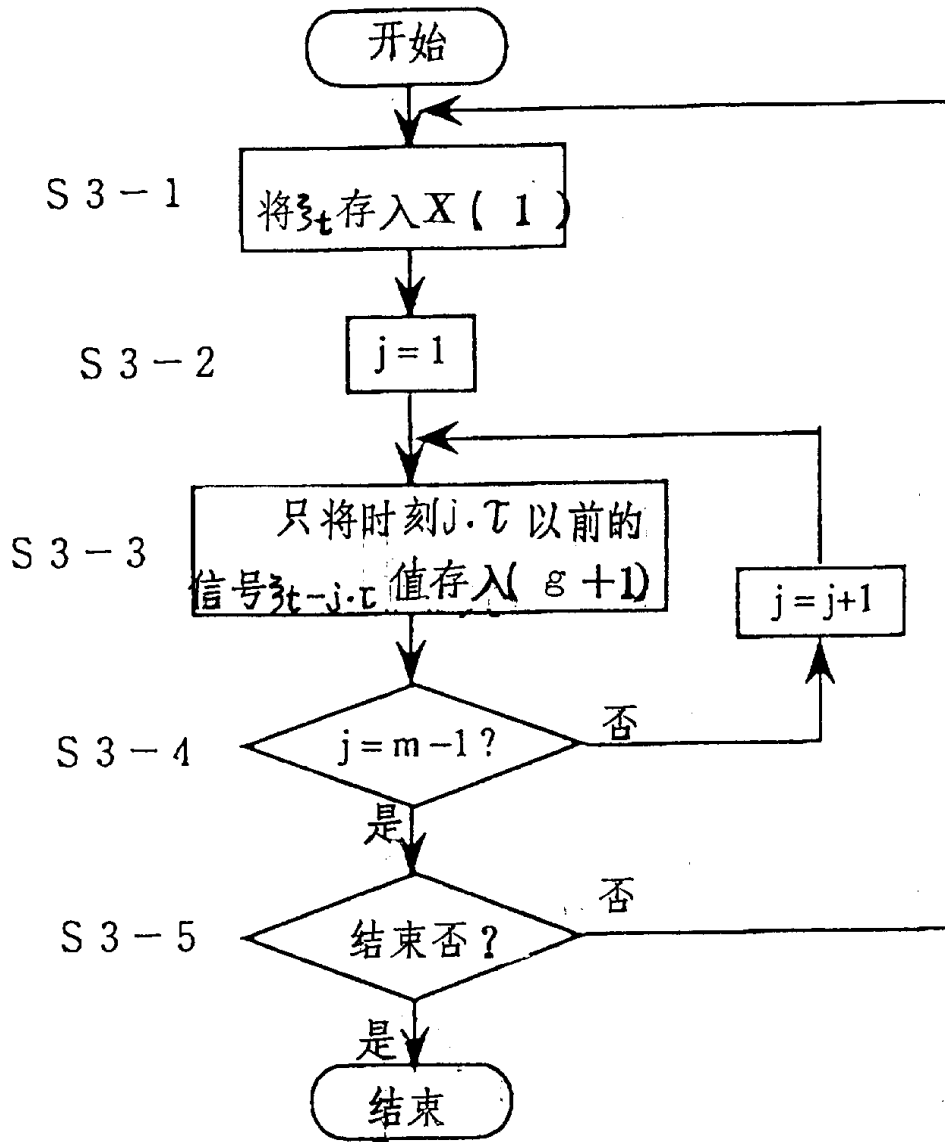


图 4

103

时间序列序号	信号值				$X_i(m)$
	$X_i(1)$	$X_i(2)$	$X_i(3)$	.....
X_N	0.2234	0.2457	0.2681	.....	0.3781
X_{N-1}	0.2457	0.2681	0.3781	.....	0.4135
.....
X_i	0.3781	0.4135	0.4523	.....	0.4921
.....
X_n	0.4135	0.4523	0.4921	.....	0.5410

图 5

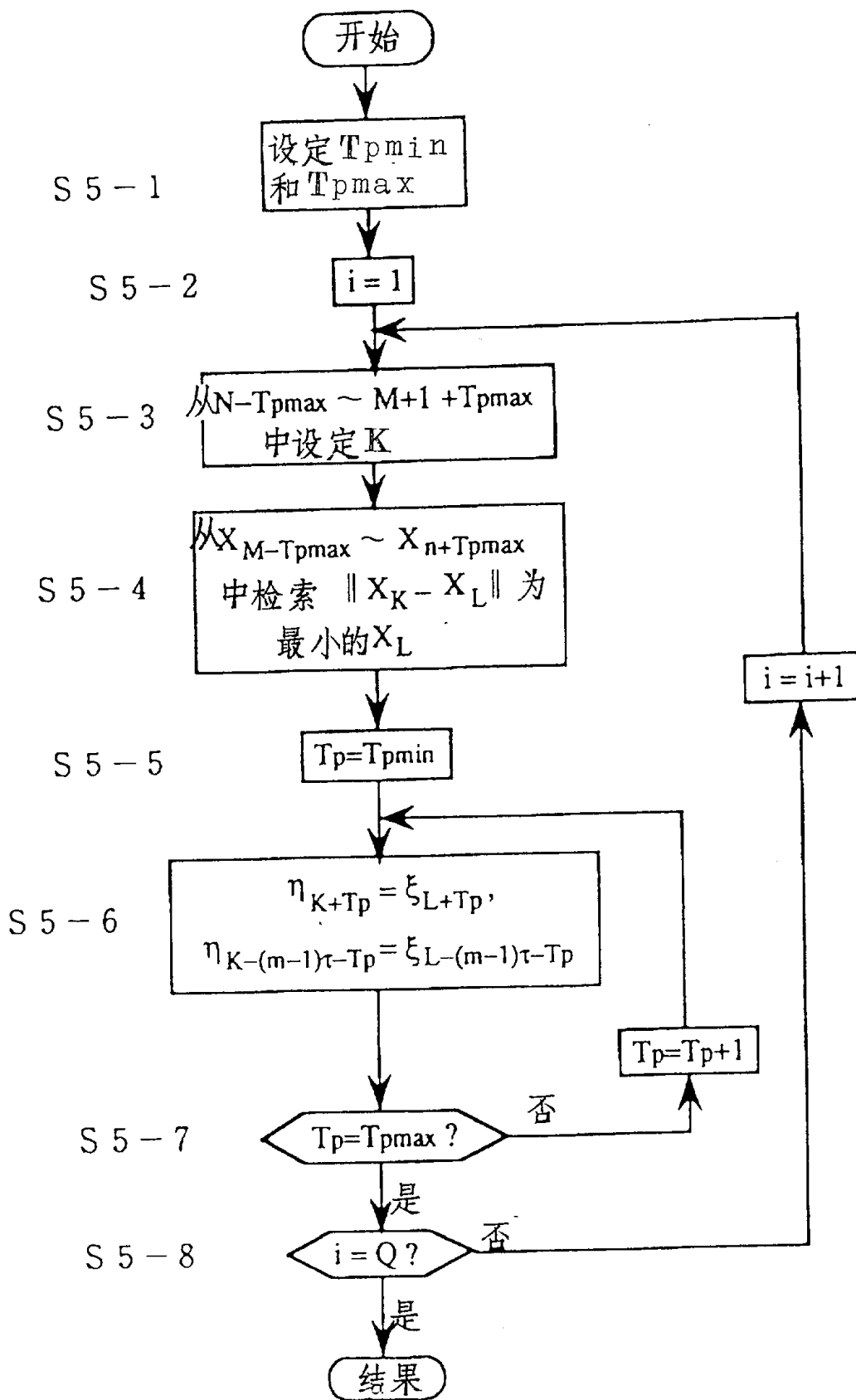


图 6

105

数据序号 i	预测值和实测值				
	$\eta(i, 1)$	$\xi(i, 1)$	$\eta(i, 2)$	$\xi(i, 2)$	.....
1	0.3592	0.3546	0.3863	0.3786	.....
2	0.7358	0.7264	0.6954	0.7041	.....
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Q	0.4265	0.4230	0.4471	0.4413	.....

图 7

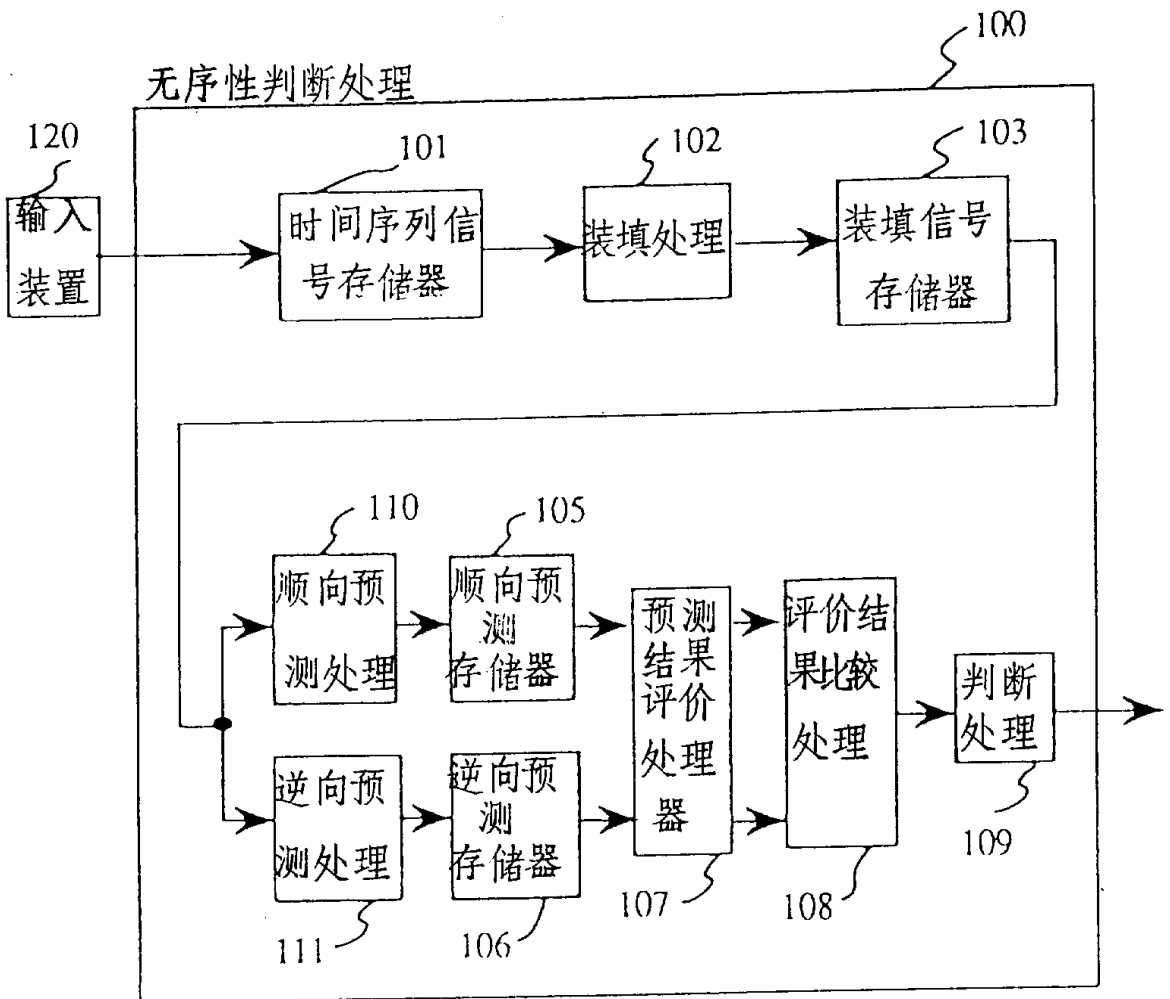


图 8

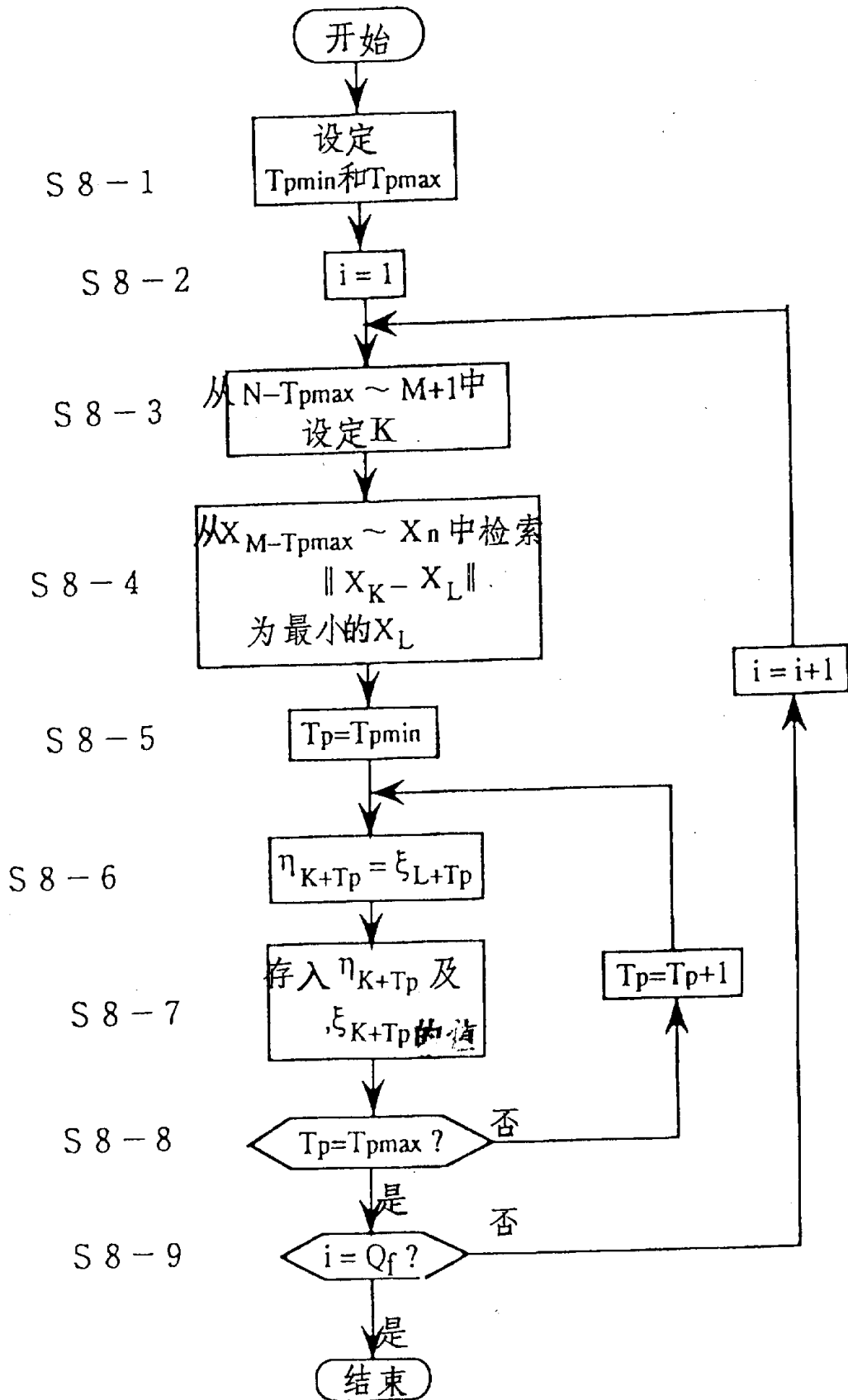


图 9

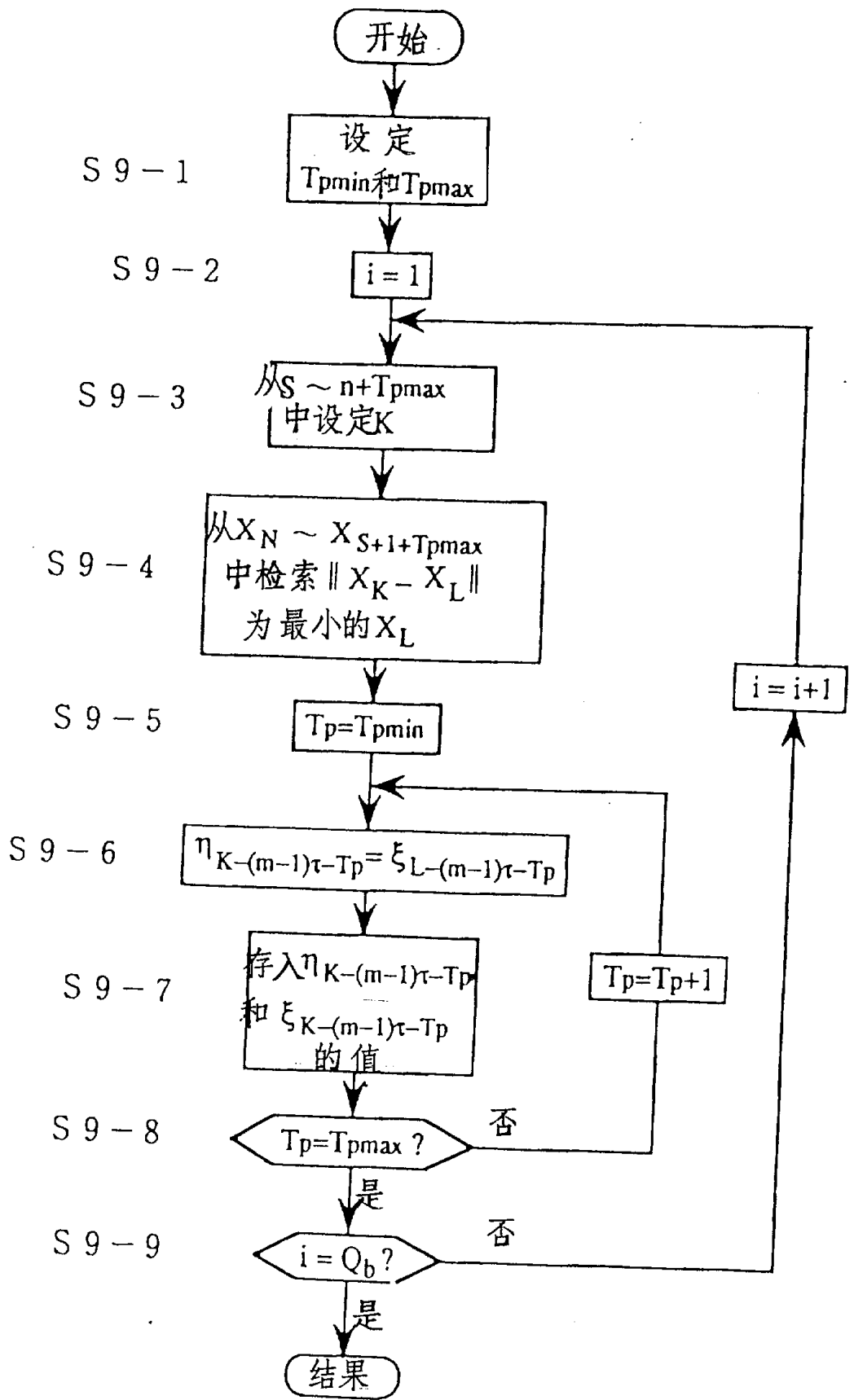


图 10 A

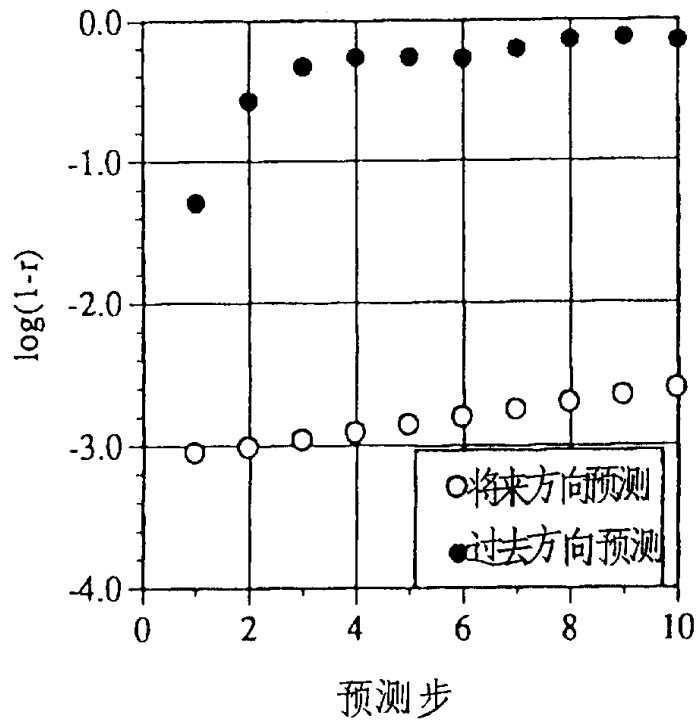


图 10 B

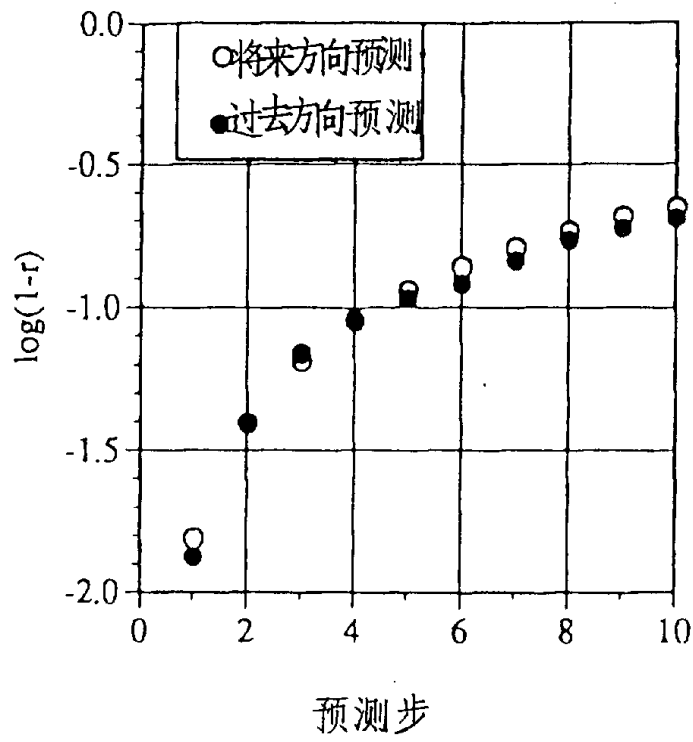


图 1 1 A

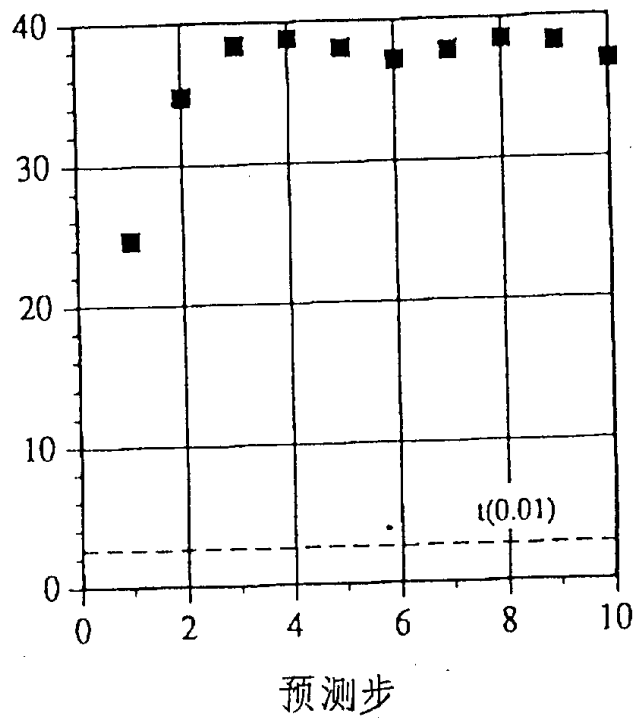


图 1 1 B

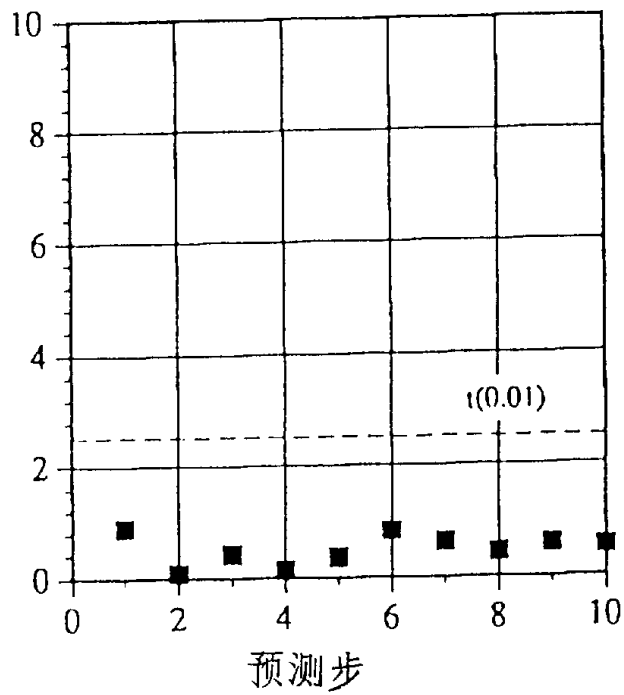


图 12

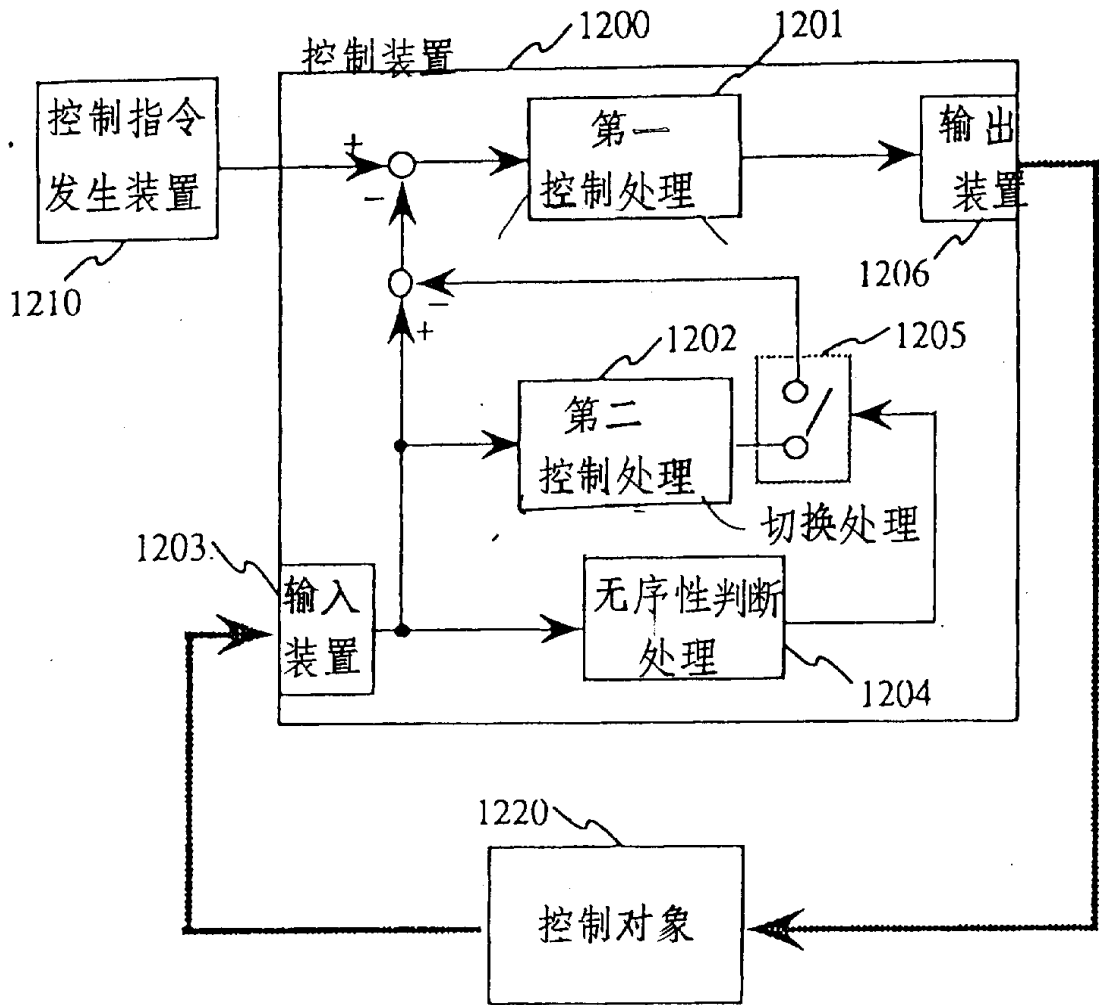


图 13

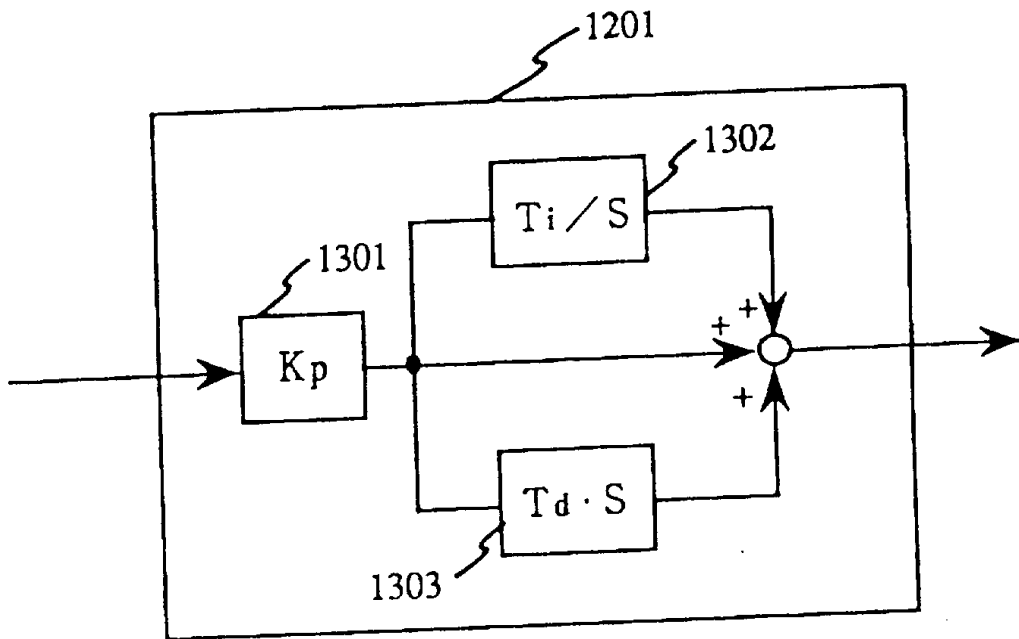


图 1 4

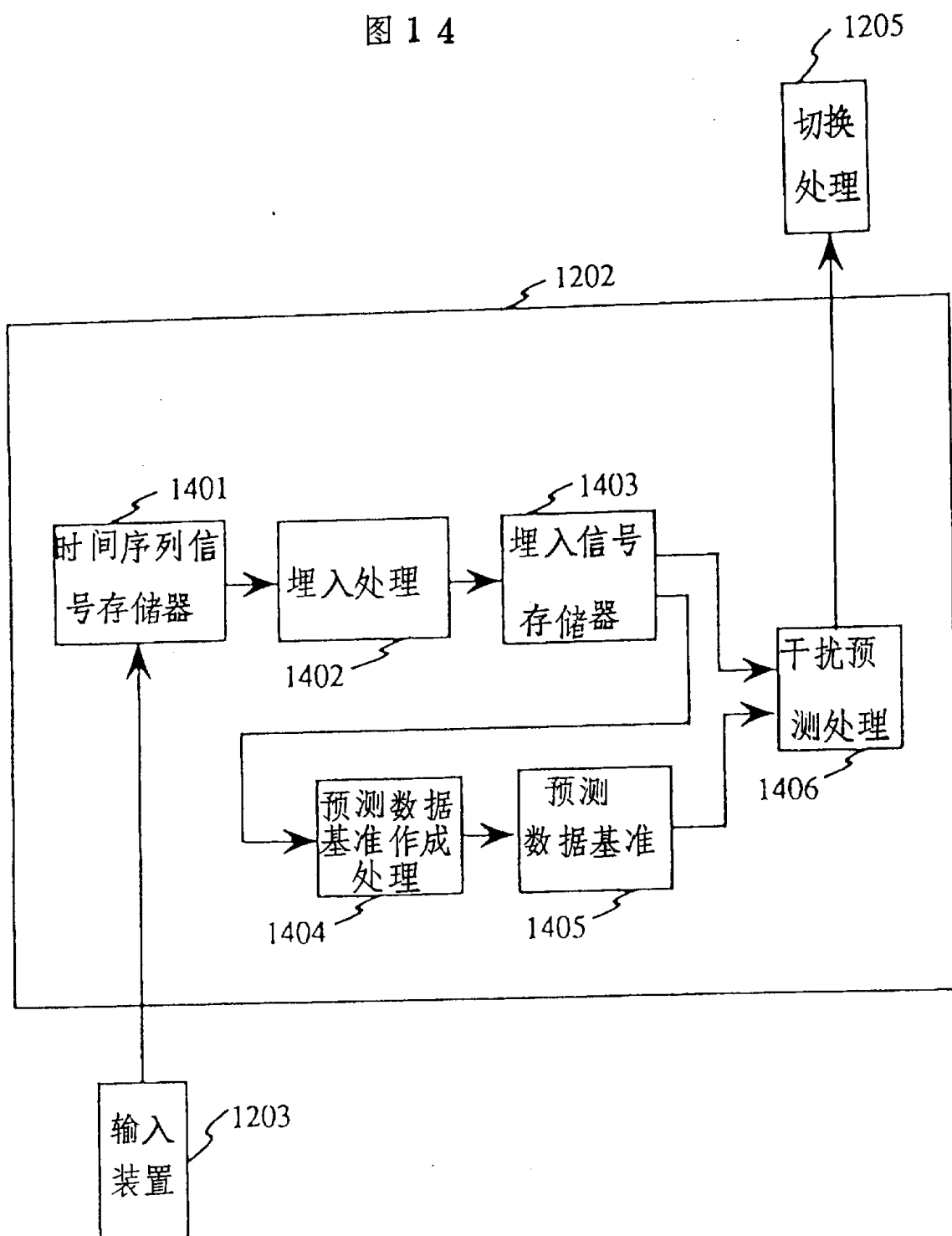


图 15

序号	在时刻 t_1 装填的信号					在时刻 t_2 装填的信号				
	X_{t1}	X_{t1-r}	X_{t1-2r}$	.....	X_{t1-(m-1)r}$	X_{t2}	X_{t2-r}	X_{t2-2r}$	.....	X_{t2-(m-1)r}$
1	0.2234	0.2457	0.2681	.....	0.3781	0.2457	0.2681	0.3259	.....	0.4001
2	0.2457	0.2681	0.3624	.....	0.4135	0.2681	0.3624	0.4021	.....	0.4521
3	0.2681	0.3781	0.4024	.....	0.4523	0.3781	0.4024	0.4521	.....	0.4920
4	0.3781	0.4135	0.4410	.....	0.4921	0.4135	0.4410	0.4877	.....	0.5210
5	0.4135	0.4523	0.4752	.....	0.5410	0.4523	0.4752	0.5329	.....	0.5749
.....

图 16

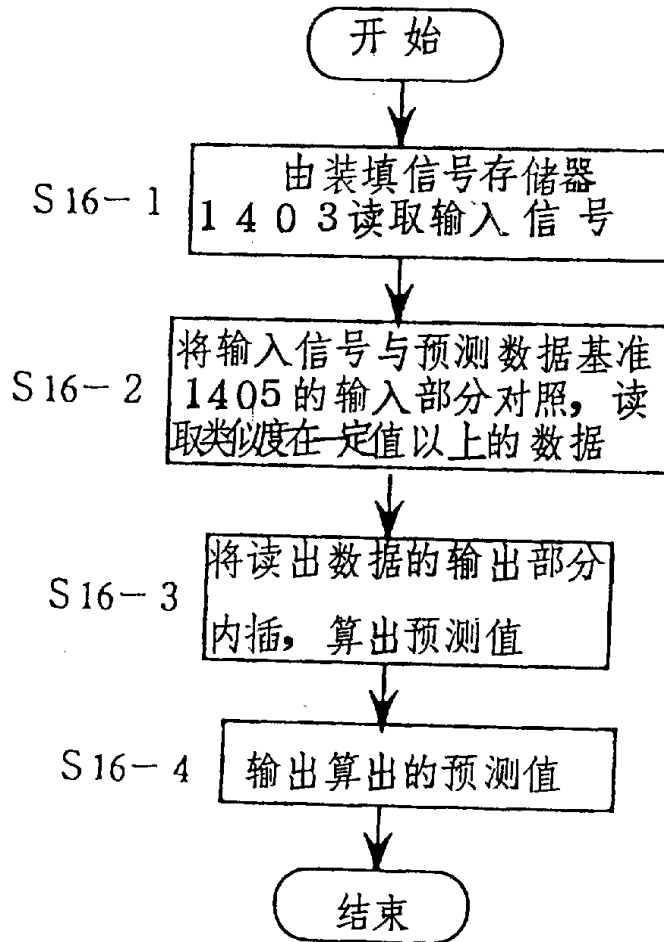


图17

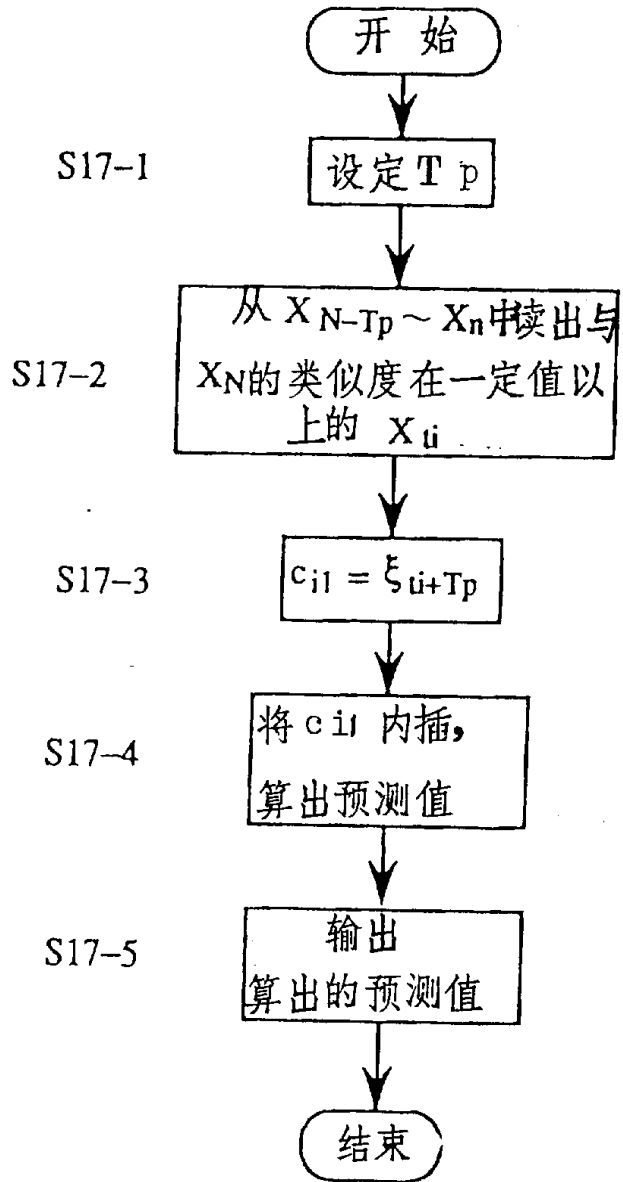


图 18

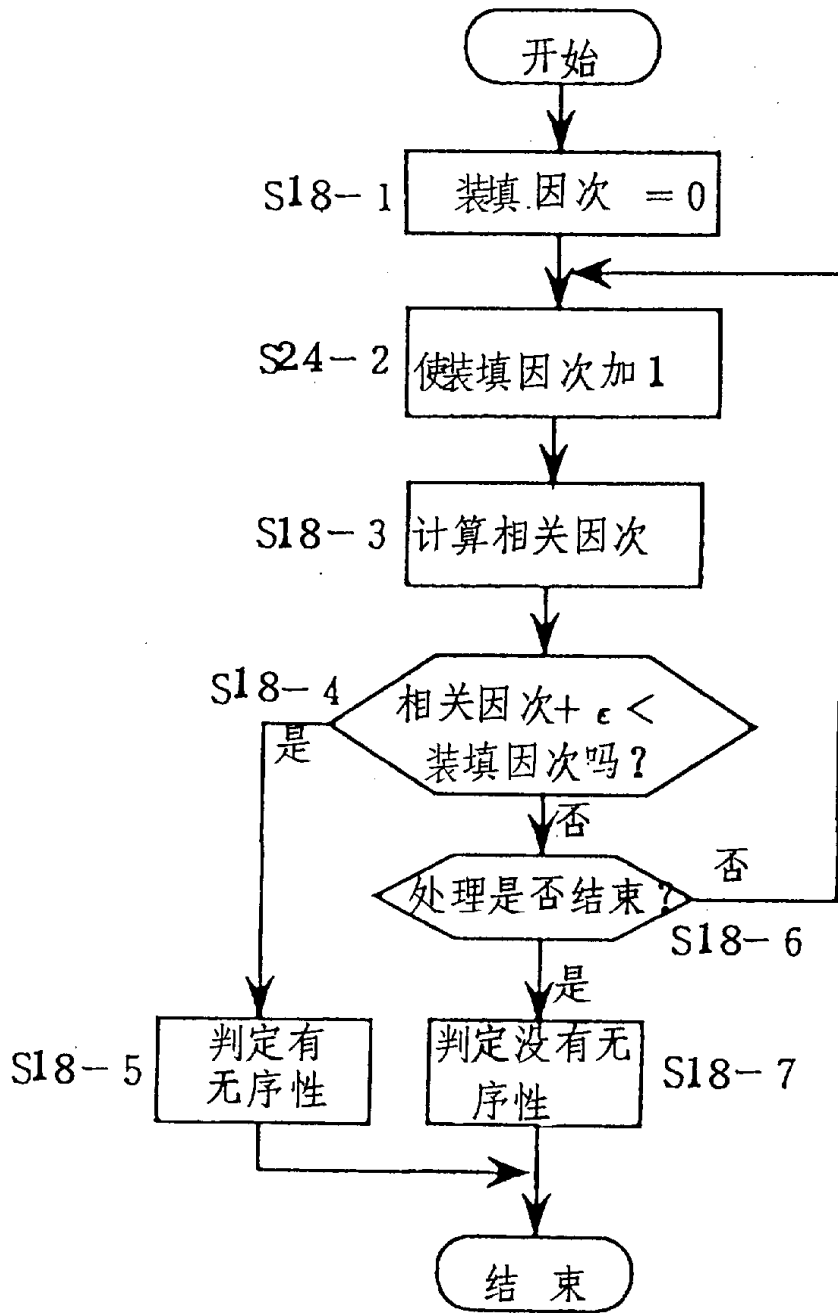


图19

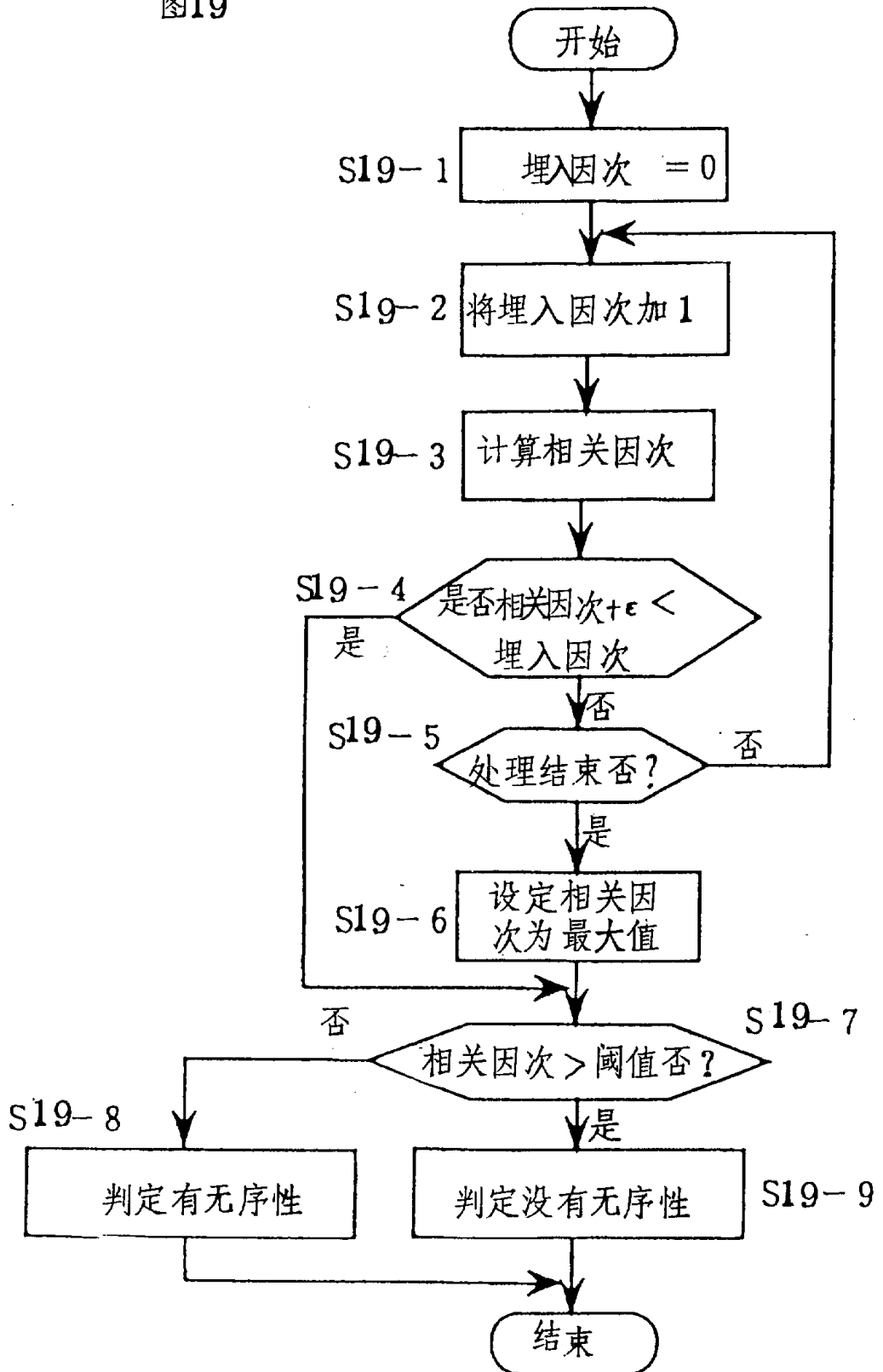


图 20

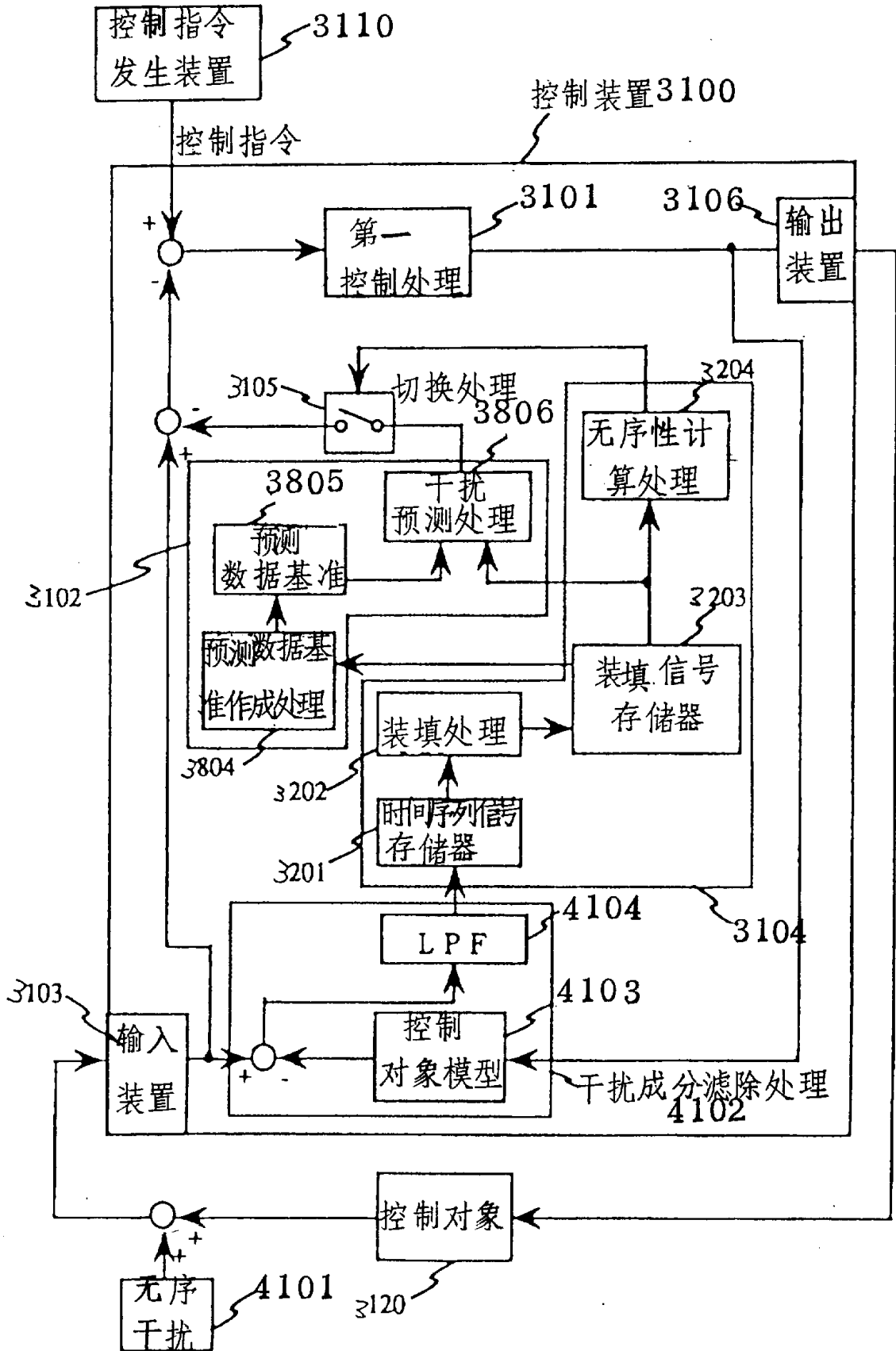


图 2 1

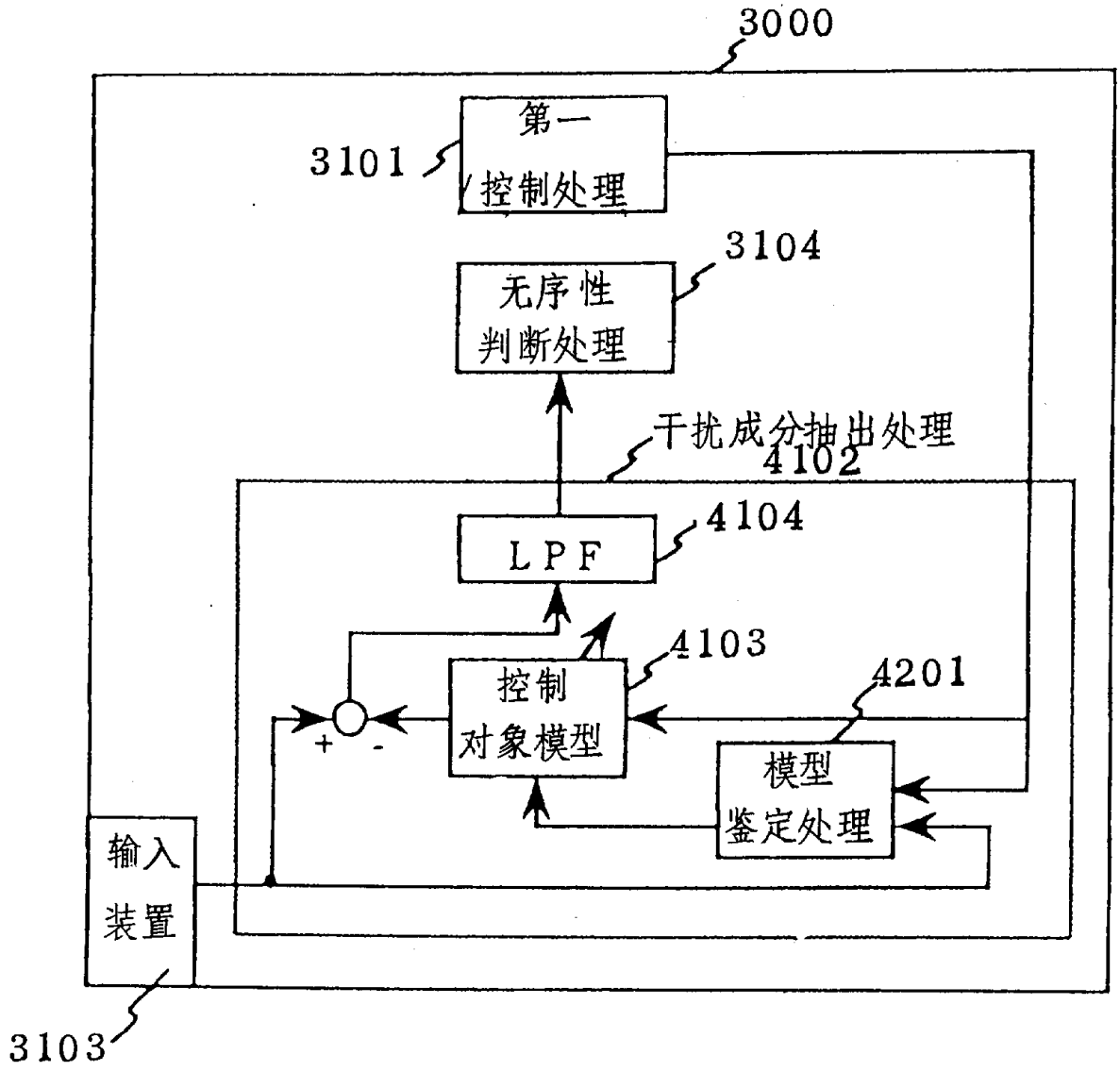


图 2 2

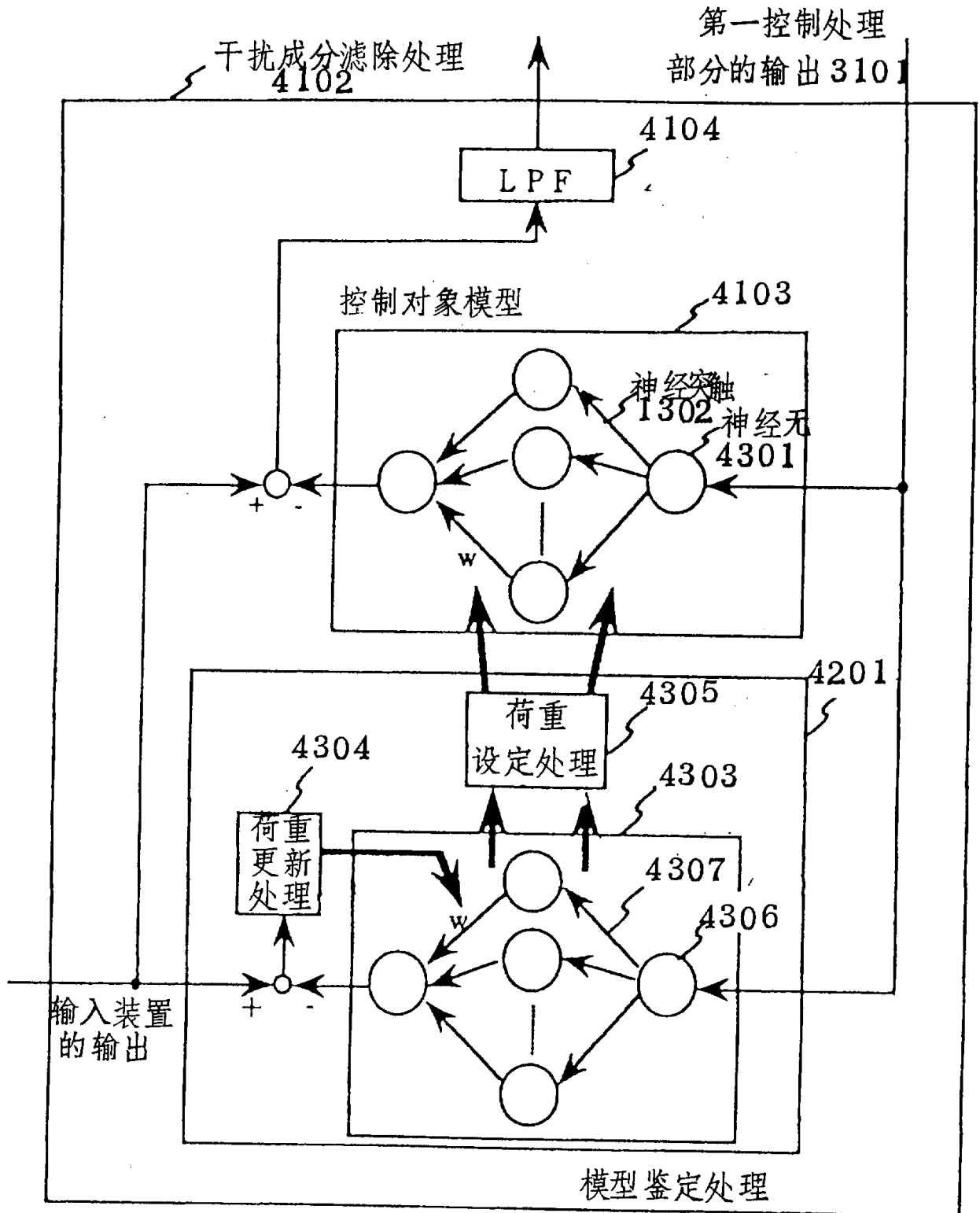


图 23

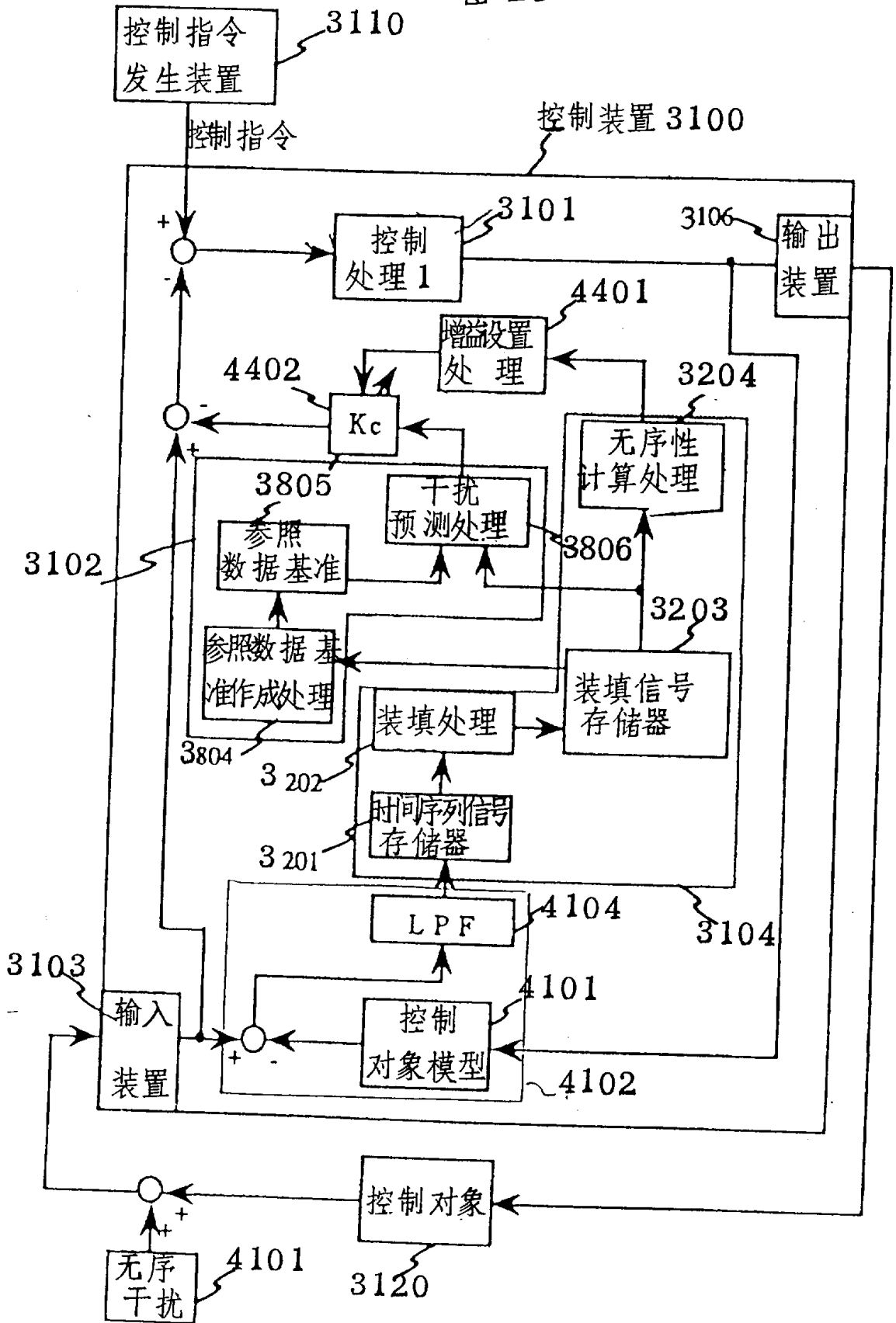


图 2 4

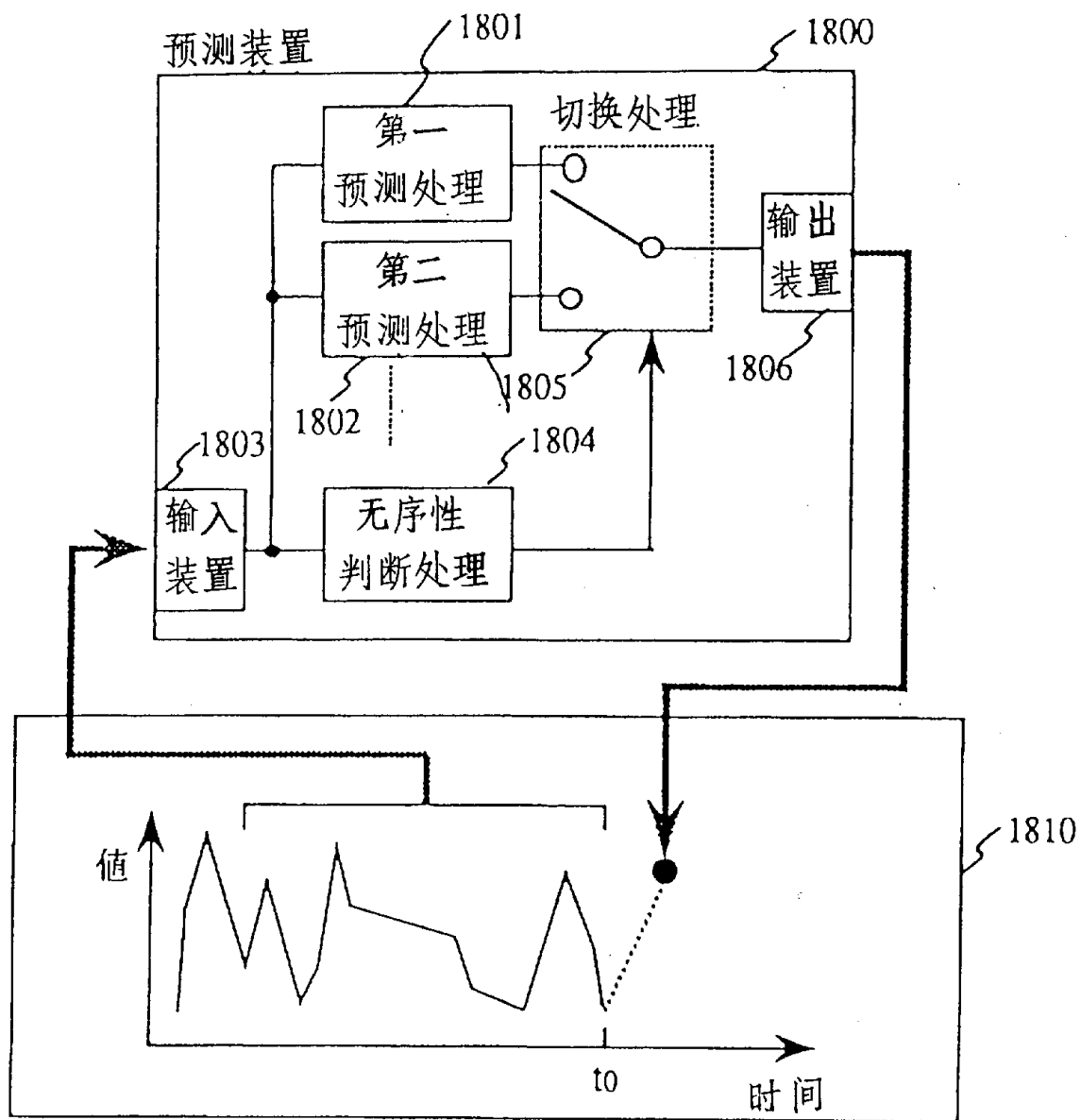


图 2 5

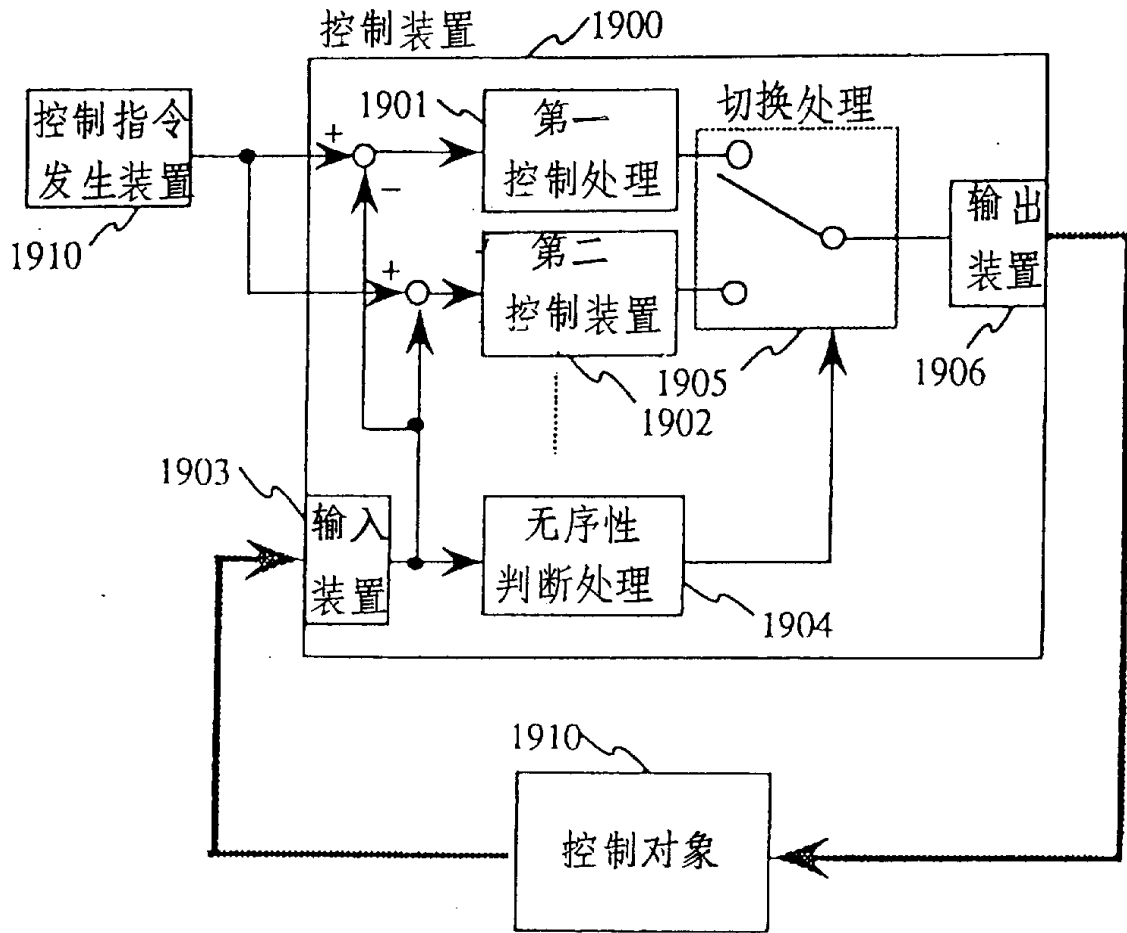
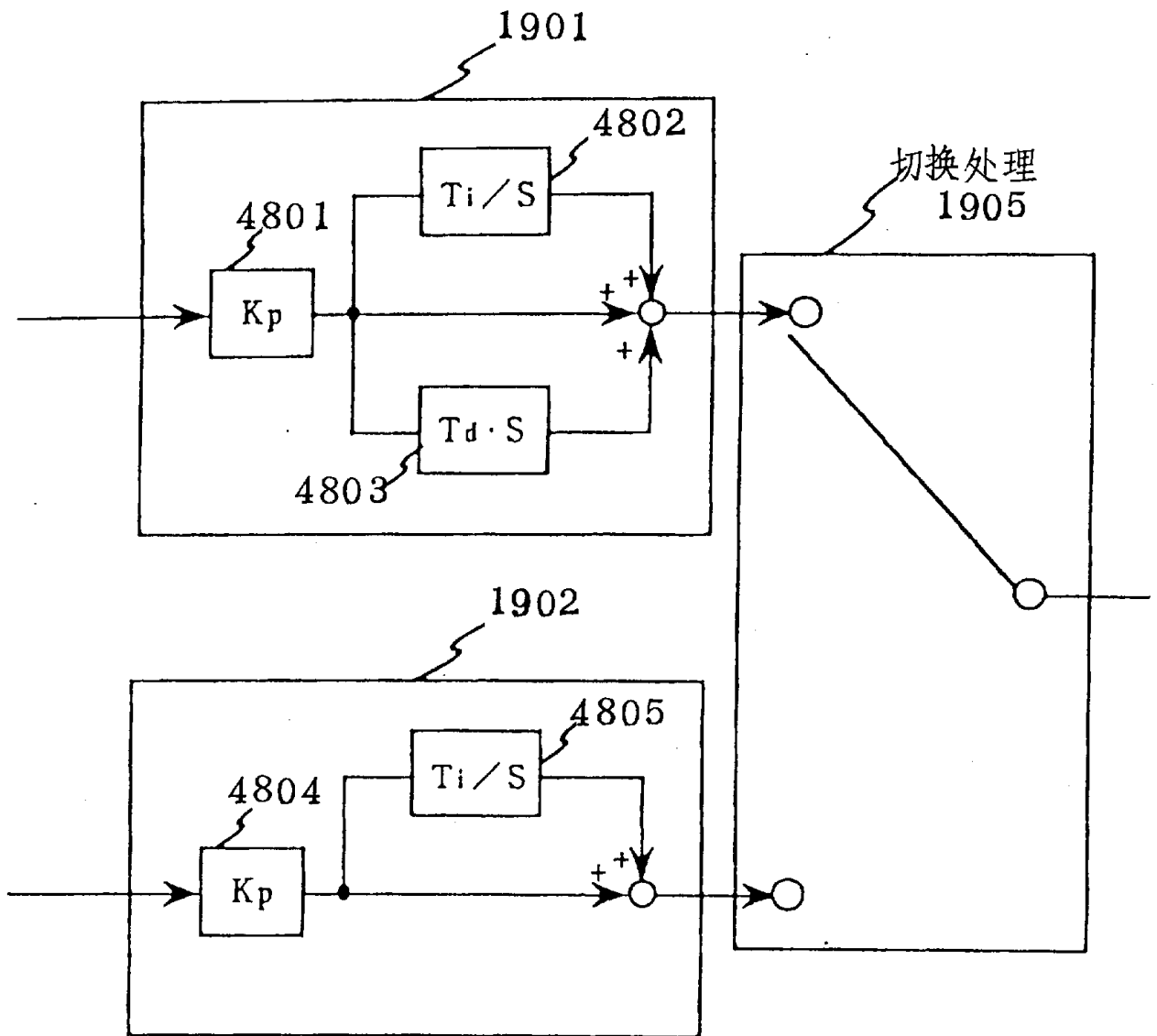


图 2 6



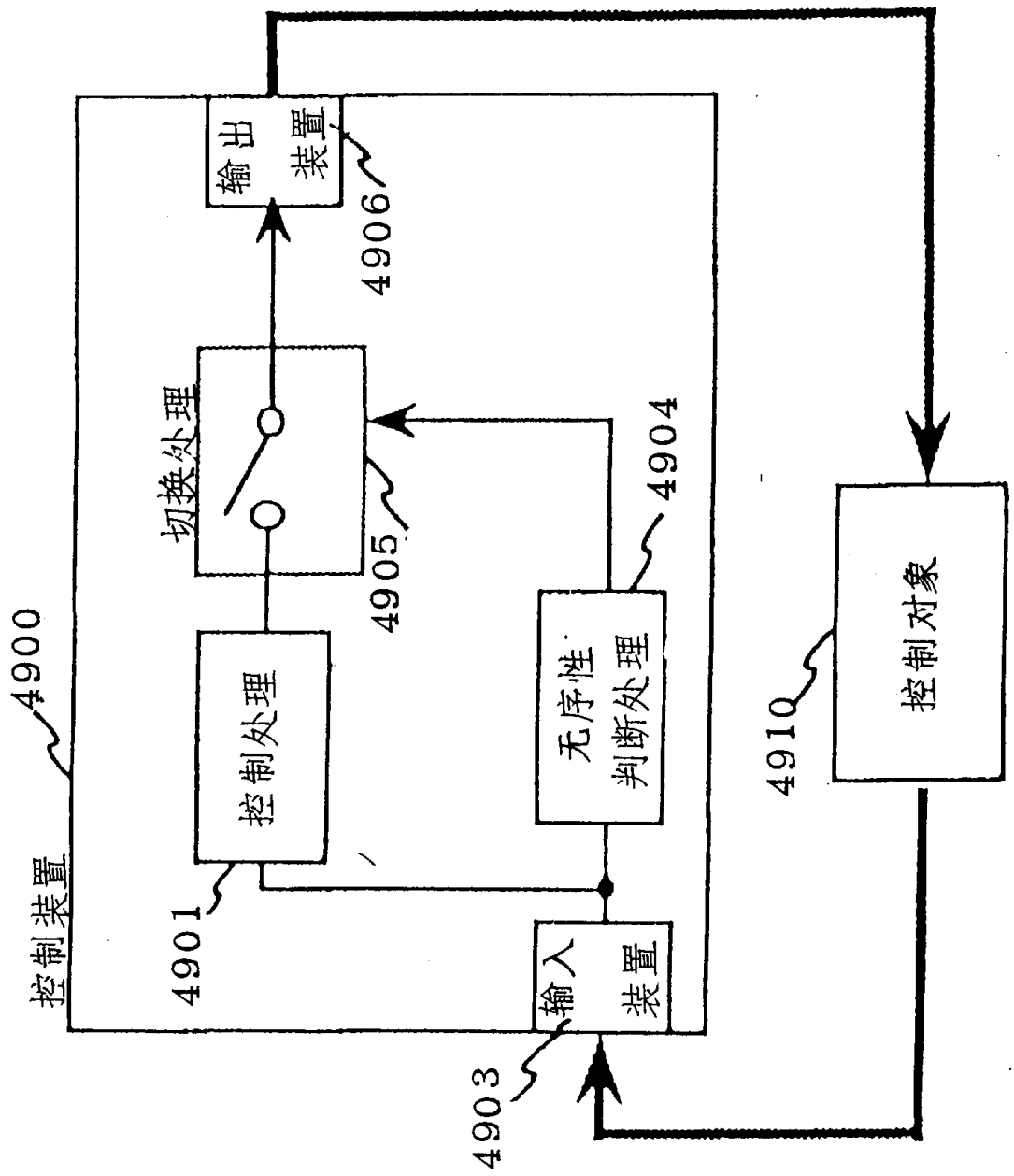


图 27

图 28

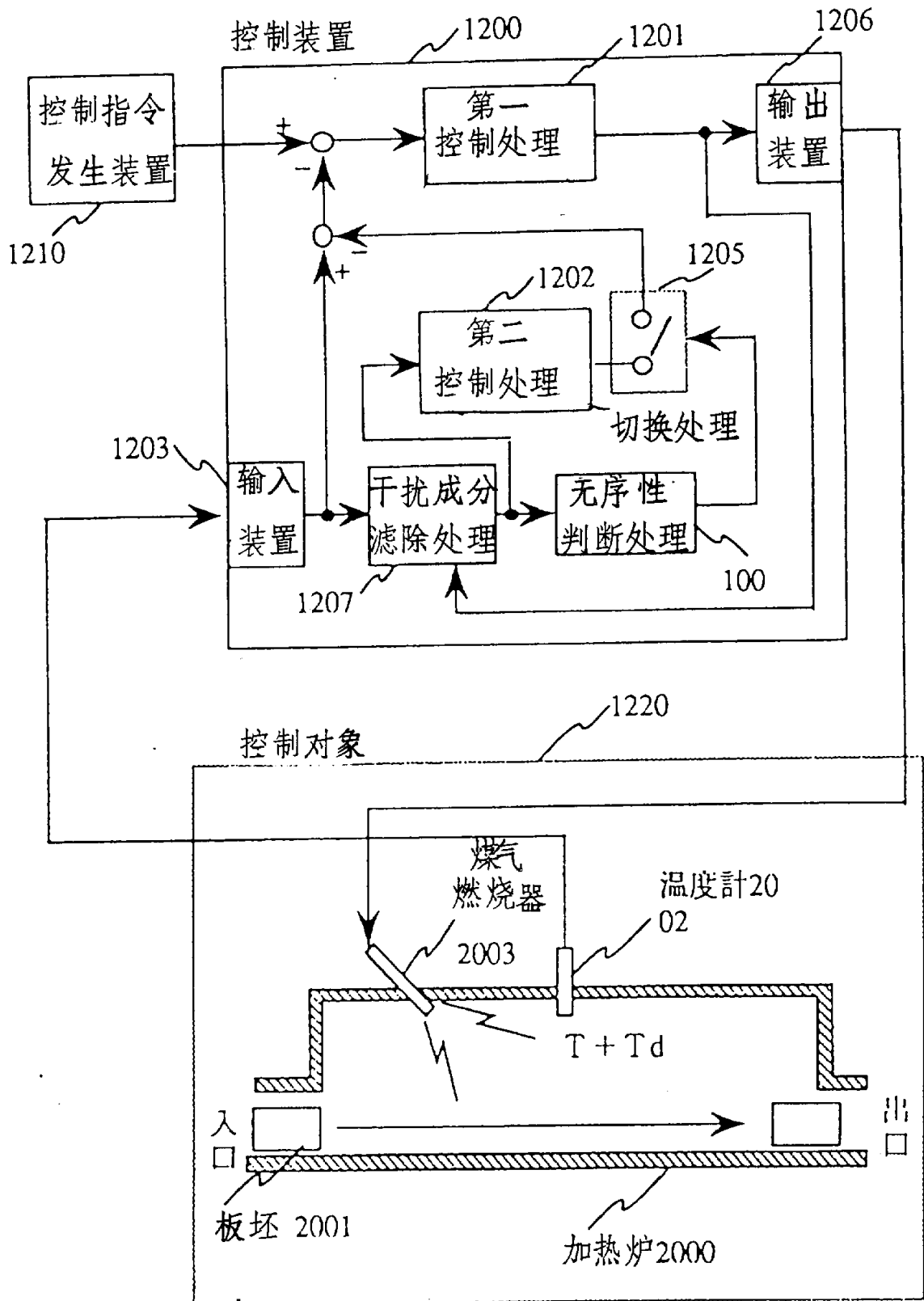


图 2 9

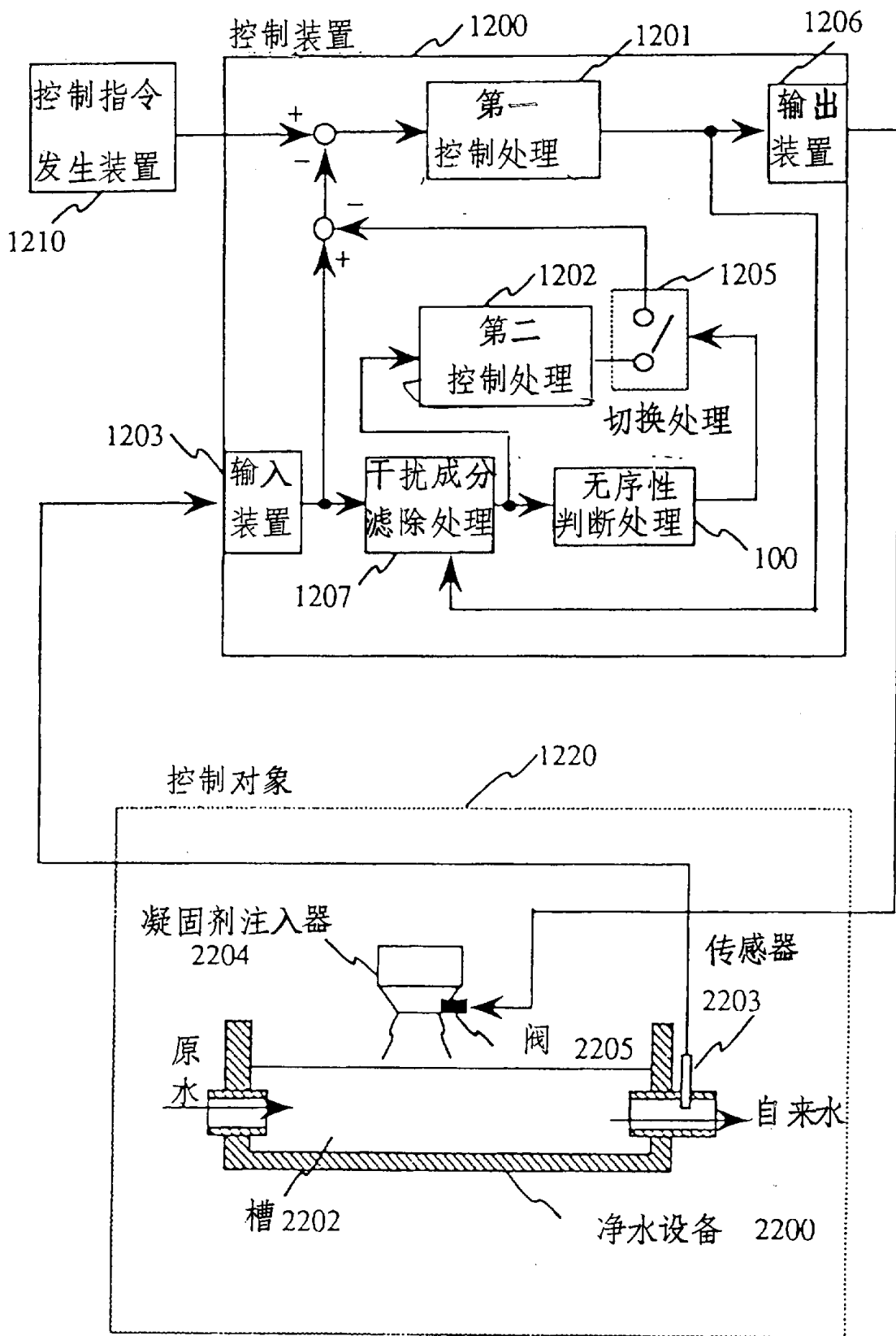


图 30

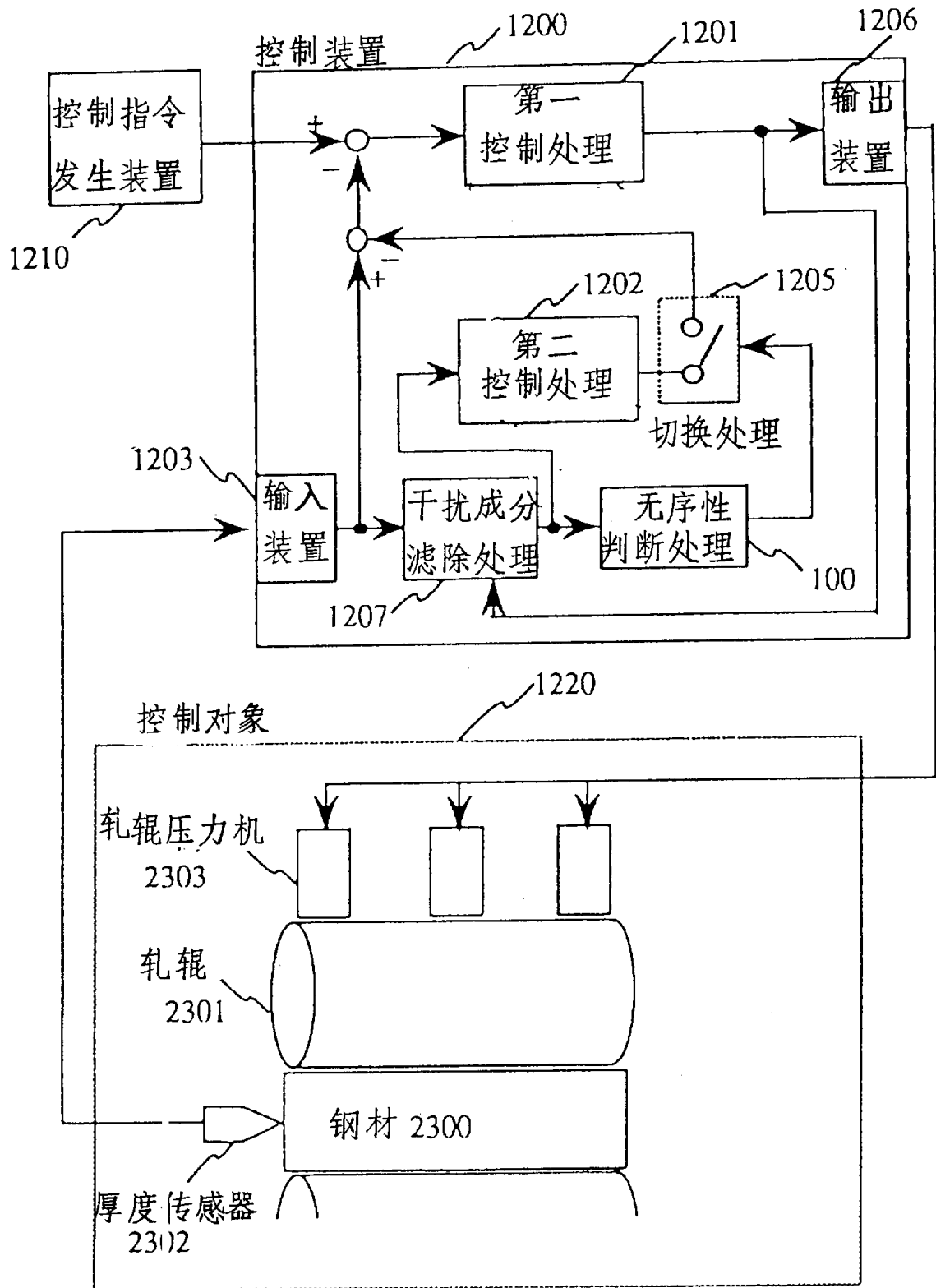


图 31 A

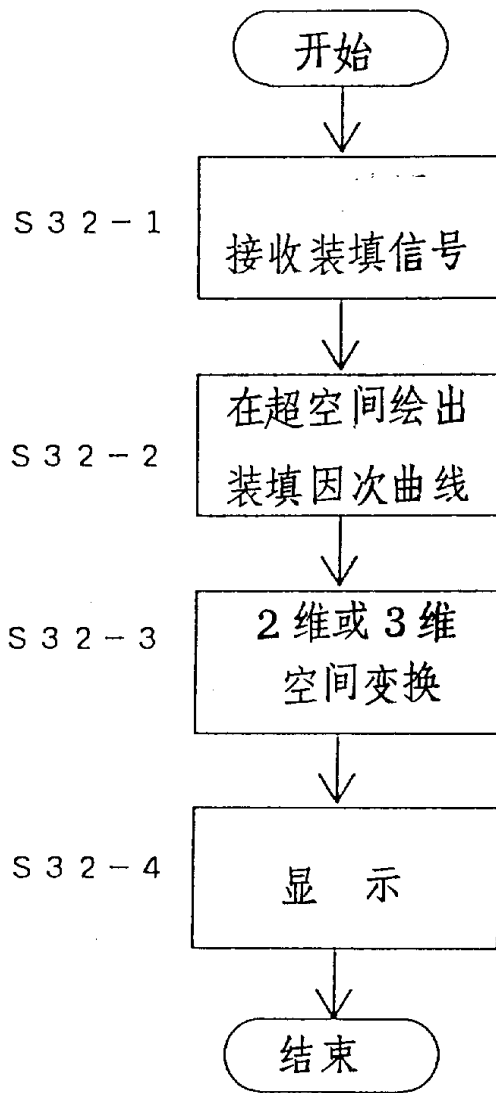


图 31 B

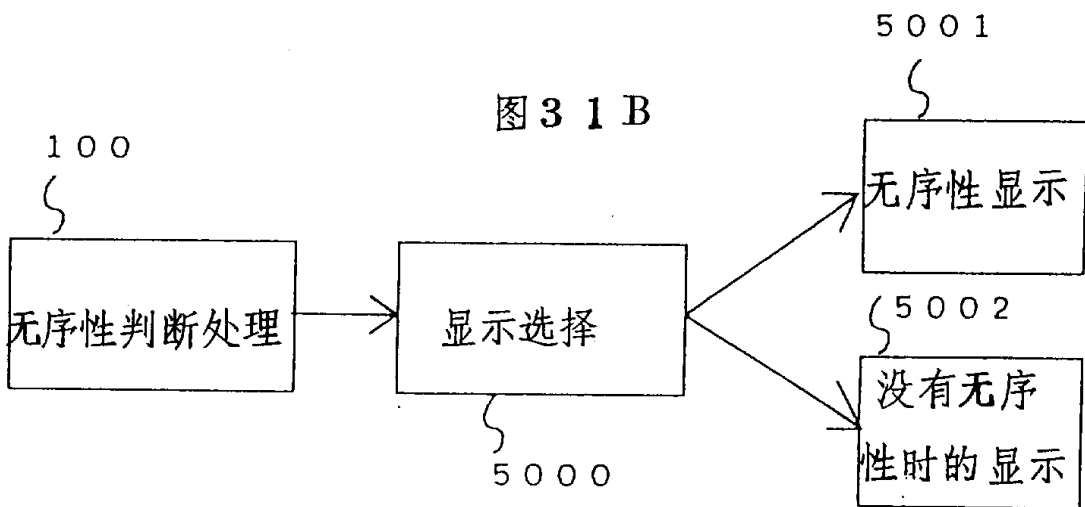
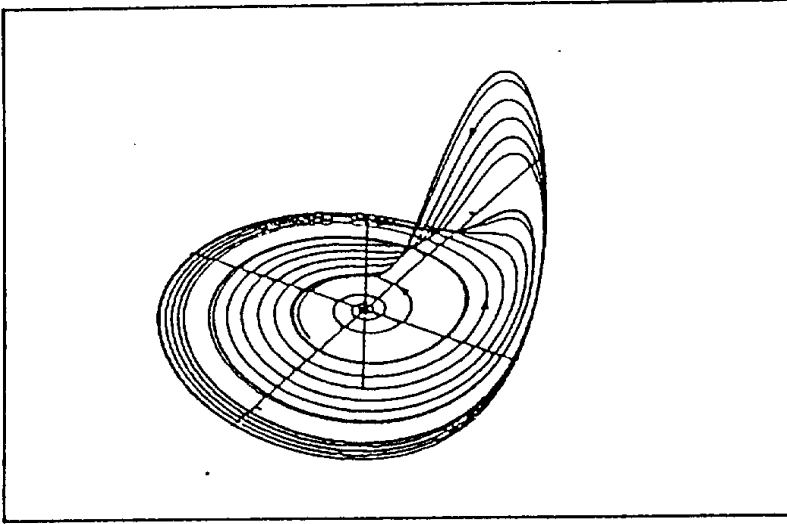
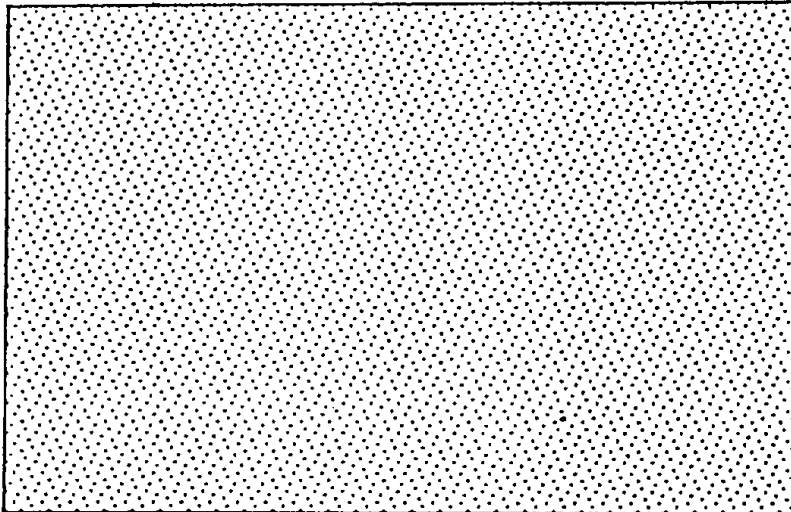


图 32 A



有无序性时的显示例

图 32 B



没有无序性时的显示例

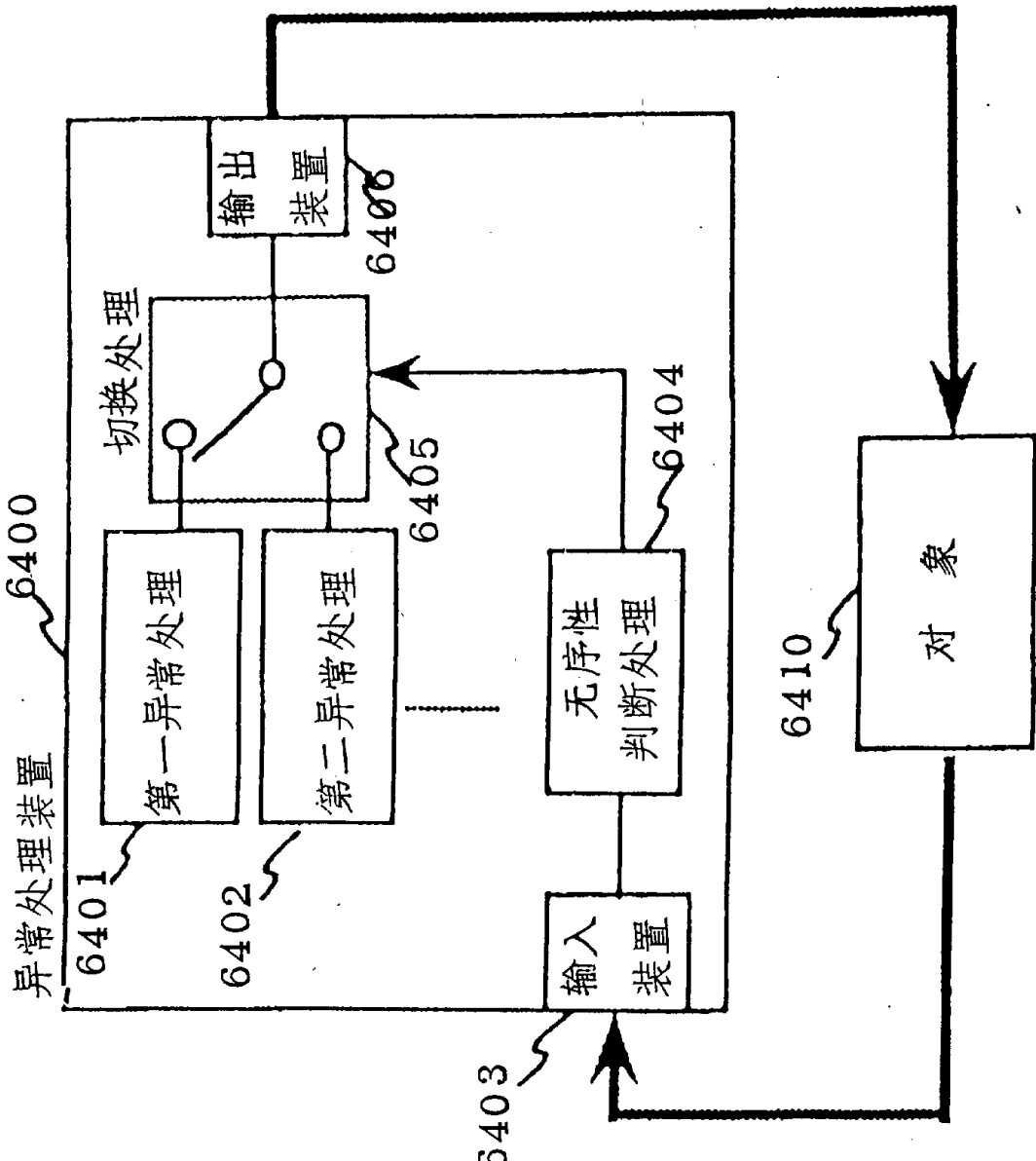


图 33

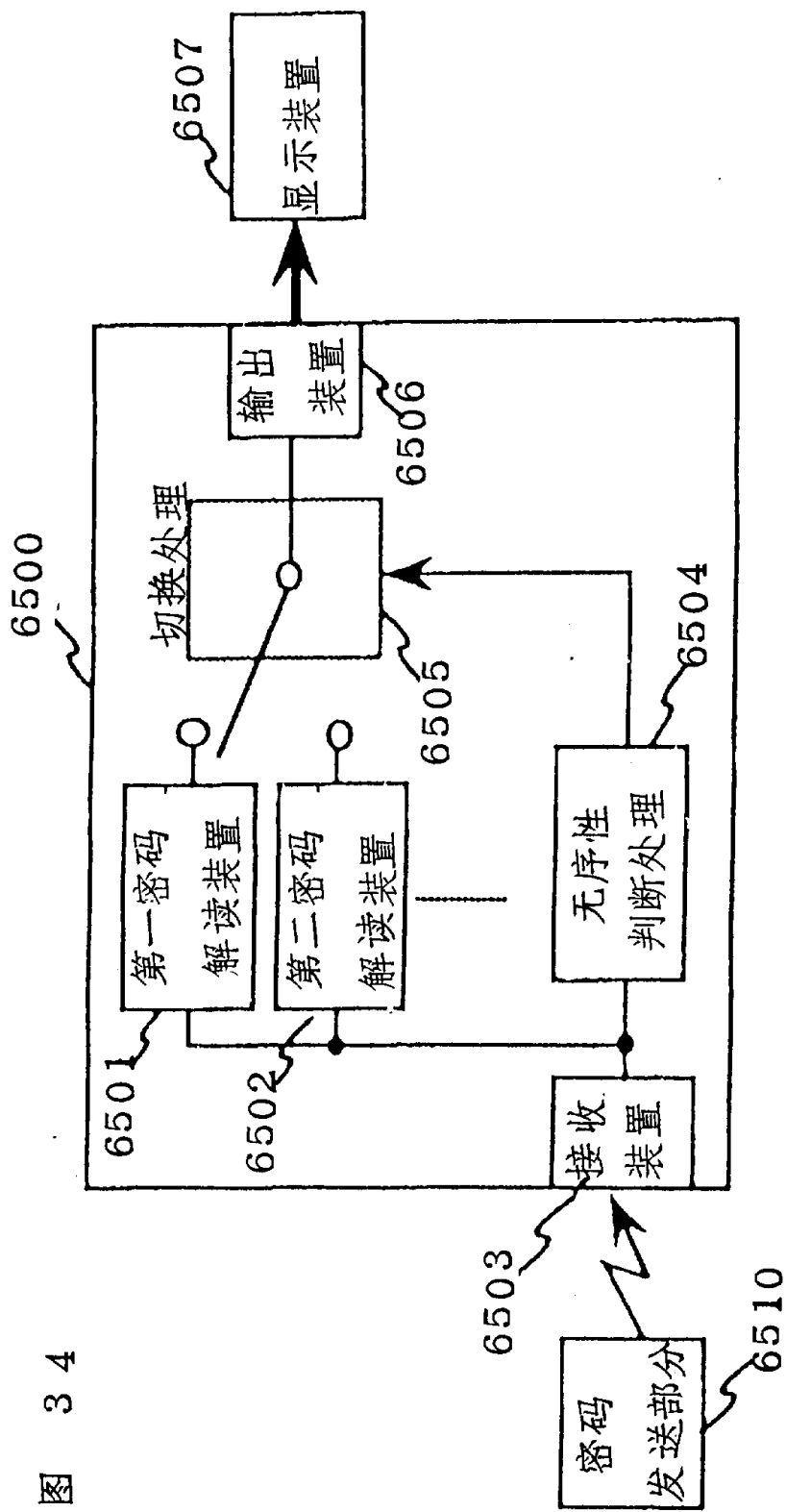


图 34

图 35

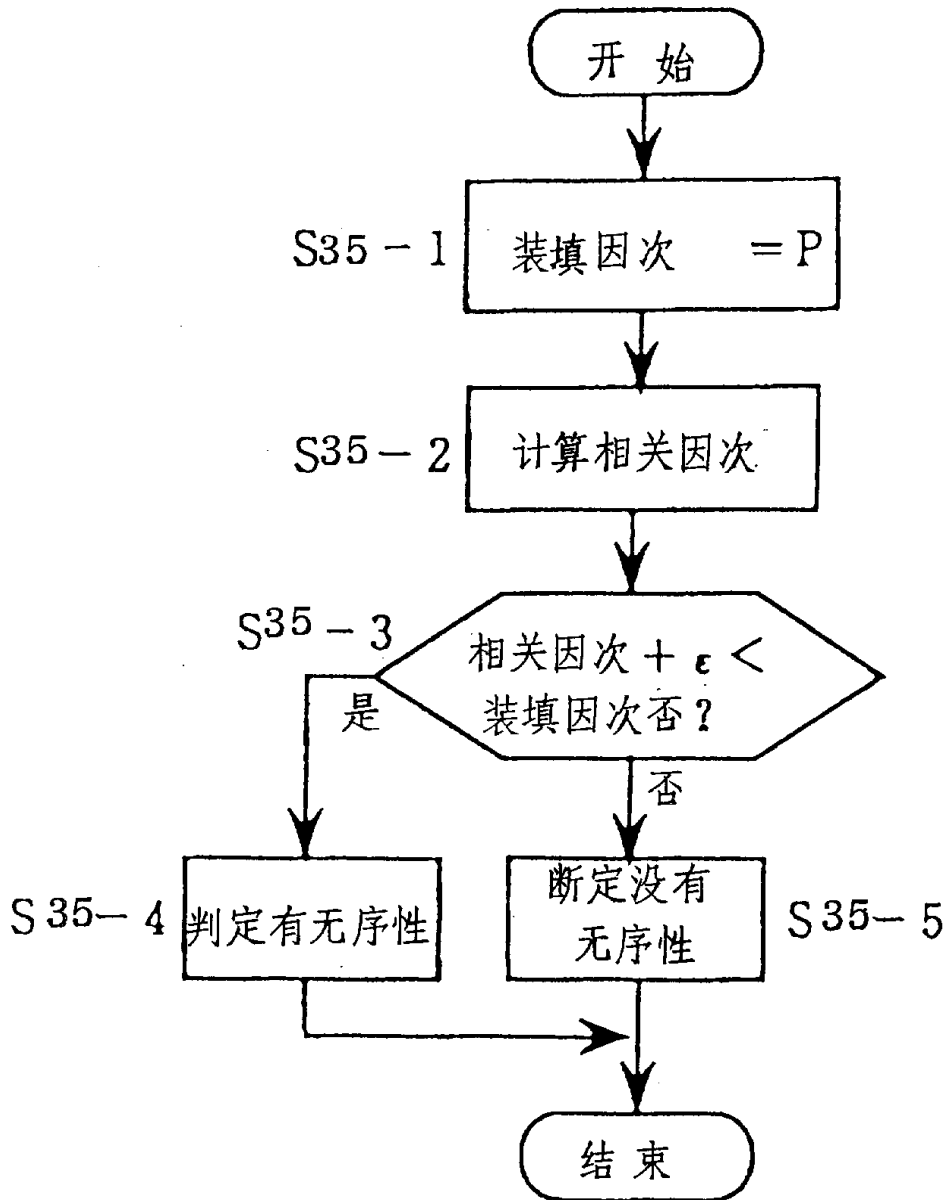


图 36

