



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99110811.6

[43] 授权公告日 2003 年 3 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1102529C

[22] 申请日 1999.7.21 [21] 申请号 99110811.6

[30] 优先权

[32] 1998. 7. 30 [33] EP [31] 98810733.0

[71] 专利权人 因温特奥股份公司

地址 瑞士赫尔基斯威尔

[72] 发明人 斯特芬·格伦德曼

[56] 参考文献

EP 0731398A 1996.09.21 G05B 17/02 G05B23/02

EP 0838424A 1998.04.29 B66B13/14

JP 9323877A 1997.12.16 B66B13/14 B66B13/26

审查员 曹传陆

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

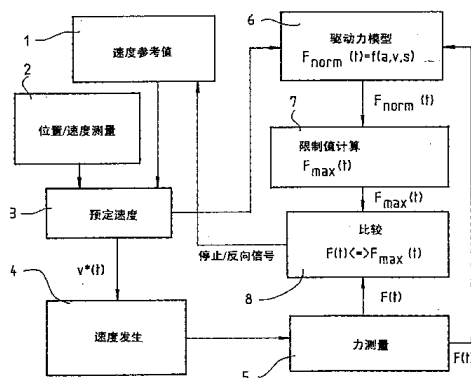
代理人 姜丽楼

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 1 页

[54] 发明名称 对自动电梯门进行力限制的方法

[57] 摘要

用于操作自动电梯门的系统包括：一速度参考值发生器，一速度/电梯门位置实际值传感器，一运动控制器，一速度发生器以及一所产生驱动力实际值的传感器。驱动力模型以一数学模型和计算的参数为基础来计算无障碍力情况下电梯运行所需驱动力。一限制值发生器利用由驱动力模型和容许阻断力而导出的数值来计算力限制值，该限制值通过比较器与驱动力实际值比较。如果力限制值被超出，电梯门停止和/或反向运行。



1. 对带有电梯门驱动装置的自动电梯门的力限制方法包括一个控制器、电机及驱动机构，该驱动机构根据与电梯门从开启到闭合或从闭合到开启的位置相应的速度曲线和力曲线，把运动传递给一个电梯轿箱门和一个提升通道门，这里的力曲线本身与随时间变化的参变量相适应，并且电梯门在遇到由于运动过程中发生的障碍而导致的阻断力时可以停止和/或反向运行，其特征在于：

在无障碍运行过程中所需驱动力曲线由电梯门驱动机构的数学模型来确定并且与电梯门驱动装置产生的驱动力曲线相比较，并且

必要的力曲线和由阻断力产生的力曲线之间的特定差值使电梯门停止和/或反向运行；

所述数学模型以电梯门机构的牛顿运动方程为基础。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：所述数学模型是一个自适应模型，其中的参数在电梯门运行过程中自动调节到电梯门机构的实际参数。

3. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：所述数学模型可以由人造神经网络来代表，该模型由它模仿实际系统的实验过程来建立。

4. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：带有电压和频率控制的异步电机被用来产生力曲线，所测得的电机转差用作驱动力的度量。

5. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：带有电压和频率控制的异步电机被用来产生力曲线，所测得的定子电流值用作驱动力的度量。

6. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：提供有频率转换器的异步电机被用来产生力曲线，与转子电枢通量相垂直的

电流分量 i_{sQ} 用作驱动力的度量。

7. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：一个同步电机被用来产生力曲线。

8. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：一个力限制值由驱动力的模型值来确定，这里的驱动力由所述数学模型和一个容许阻断力得到，当所述力限制值被超过时，电梯门停止和/或反向运行。

9. 根据权利要求8所述的方法，其特征在于：力限制值由根据一个密度函数和一个分布函数进行统计分析的方法来确定。

对自动电梯门进行力限制的方法

本发明涉及对于带有电梯门驱动装置的自动电梯门进行力限制的方法。电梯门驱动装置包括控制装置、电机和驱动机构。驱动机构根据与电梯门从开启到闭合或从闭合到开启的位置相应的速度曲线和力曲线，把运动传递给一个电梯轿箱门和一个提升通道门，力曲线本身与随时间而变化的电梯门参变量相适应，并且电梯门遇到由于运动过程中发生的障碍而出现的阻断力时可以停止和/或反向运行。

专利说明书DE3921158中的一种控制由直流电机驱动的铰接门的装置已为人们所知，其驱动转矩与电机电枢中的电流成正比。一种存储装置存储与电梯门作无障碍移动时的开合角度相关的并具有最大允许转矩的电机电流曲线。这些电流值可通过计算或实验获得。考虑到因施加于电梯门上的摩擦而产生的损失，通过在上述电流值上附加一个运动平均值形成电枢电流的参考值。该运动平均值由无障碍运行期间的电枢电流的实际值推算而得。这里提供了在电梯门每一无障碍开合运动之后用于计算参考值的装置。如果电梯门遇到障碍，电枢电流的实际值则不成比例地增加。该实际值与控制装置中的参考值进行比较。如果实际值大于容许参考值，电枢电流被减小，因而降低了电梯门的驱动转矩。

上述已知装置的缺陷在于费力地、大容量地存储电梯门整个运动范围上平均值所需的与位置相关的电流曲线。

本发明正是针对这一方面，提供了一种补救措施。正如权利要求1中所表征的本发明的目标在于避免上述已知装置的缺陷并确定一种限制驱动力的方法，该方法用于限制在驱动力和最小的可测知的阻断力之间具有最佳比率的驱动力，并且对于电梯使用

者具有较高的安全程度。

本发明所带来的优点主要基于这样一个事实，它使得以紧凑的形式描述无障碍驱动力曲线成为可能。这样就能够获得驱动力限制器自动最佳的设置，并且可减少启动所需的动力。另一个优点在于力的限制值不仅可用于电梯门某一具体的参考速度函数，而且也可以不用首先进行新的测量行程即可产生与此函数不一致的曲线，例如对于降速或加速的情况。

当电梯门关闭时，会出现被阻碍的危险，比如，在平稳缩小的电梯门空档中有人体或物体出现并且被挤住。当电梯门打开时，会出现这样的危险。例如：随着电梯门板的相对移动，小孩的手或平板物体被夹在电梯门板之间，或者被夹在电梯门板和门框之间。

根据本说明的方法不仅与电梯门关闭程序有关而且与开启程序有关。力限制意味着电梯门关闭时对关闭力的限制以及电梯门开启时对开启力的限制。力曲线说明电梯门关闭或开启时驱动力变化的方式。

下面参考说明实施例的附图对本说明进行更详细的描述。其附图为：

图1：根据本发明的方法的一个框图；

图2：分析关闭力参考值和实际值之间的差值的统计函数。

图1所示是一个操作自动电梯门的系统，它包括一个速度参考值发生器1；一个电梯门速度/位置实际值传感器2；一个移动控制器3；一个以电梯门驱动装置的形式制作的速度发生器4，该驱动装置由一个控制装置、一个电机和一个驱动机构组成；以及一个感测被发生或产生的驱动力的实际值传感器5。驱动力或电机力被定义为由电机产生并且在考虑了所采用的传动比后而传送到电梯门的力。关闭力或开启力是电梯门关闭或开启时电梯门边缘或电梯门施加于障碍物的力。一个关于驱动力的驱动力模型6以数学模型和计算所得的电梯门参变量为基础计算无障碍操作过程中所需的驱动力。使用由驱动力模型和一个容许的阻断力给出的数值，限制数值发生器7计算出力的限制值，该数值通过比较

器8与驱动力的实际值或所产生的驱动力进行比较。如果超出力的限制值，电梯门停止和/或启动反向运行。

借助于所涉及的电梯门及其驱动装置不同元件的数学模型，驱动力模型6给出所施加的驱动力。通过参考事先确定的运动方程和电梯门参数，这一数学模型计算出正常的、无障碍条件下某一具体加速度值和具体速度值所需的驱动力。力限制值由所需驱动力和最大容许障碍力计算出来。假如电梯门运动时遇到障碍，那么在所产生的驱动力超过力限制值的情况下，会启动电梯门的停止和/或反向运行过程，以确保电梯使用者的安全。

数学模型能以固定方式设置或者在另一实施例中，它能以自适应方式构造，在运行期间参变量发生变化时，产生自适应过程。

该模型可以在微分方程的基础上得到(显函数)。这一显函数数学模型建立在电梯门机构的牛顿运动方程的基础上。在此给出这些方程以得到电梯门机构的简化模型。

为了进行下面的讨论，与电梯门关闭方向一致的全部力和速度定义为正的。如果该机构简化为一个单质量系统，即把转化到电梯门边缘的整个电梯门质量设为 m_{GT} ，那么将得到下列速度和力之间的关系(牛顿运动方程，假设平衡块和电梯门边缘之间直接进行力传递。):

$$V'_T = \frac{F_{MT} - F_R \cdot \text{sign}(V_T) + g \cdot m_G}{m_{GT}} \quad [1]$$

其中

V'_T 为加速度，

V_T 为电梯门边缘的速度，

F_{MT} 为由电机产生并考虑到由驱动机构进行力传递和力转换后施加于电梯门边缘/门上的驱动力，

F_R 为电梯门机构传递至电梯门边缘的全部滑动和滚动磨擦力的总和，假设为恒定值。

$\text{sign}(V_T)$ 为正弦函数, 当 $V_T > 0$ 时取1, $V_T < 0$ 时取-1,

g 为重力加速度 9.81m/s^2

m_G 为平衡块质量,

m_{GT} 为全部运动部件 (电梯门板、滚子、齿型带、皮带轮, 钢丝绳、平衡块、电机转子等) 的质量总和, 并考虑到电梯门机构的力传递和力转换。

对 F_{MT} 进行重新整理; 我们可得到

$$F_{MT} = v'_T \cdot m_{GT} + F_R \cdot \text{sign}(v_T) + g \cdot m_G \quad [2]$$

$$v'_T \approx \frac{v_T(t) - v_T(t-T)}{T} \quad [3]$$

这是机械式电梯门的显函数模型, 其中物理参数仍可以进行如下识别。

通过上述方程, 任何时间所需的驱动力可依赖这些参数和加速度 V_T 进行计算。如方程 (3) 所示, 加速度可由速度值近似计算, T 为适当选择的取样时间。

方程 (2), (3) 可以很容易地编程并给出驱动力模型的数值以进行力的监测。如果参数 F_R , m_G 和 m_{GT} 仅给出一个固定值, 例如在电梯门被加工或试运行, 其模型按永久固定设置进行描述。如果模型参数在电梯门运行期间自动与电梯门机构的实际参数相适应, 那么该模型按自适应方式描述。

参考值发生器1产生速度参考值, 该速度可以是时间的函数, 或者是电梯门运行距离的函数, 或者是电梯门位置的函数。例如, 运动控制器3可以是速度/位置控制器, 它利用被测得的速度/位置信息来产生预定的速度值。

该数学模型复制在电梯门的加速度、预定速度及其位置的基础上产生的驱动力结果。该数学模型还计算无障碍情况下产生某一特定速度曲线的电机力。这一标准曲线与特定的加速度、速度发生的特性、磨擦力、运动部件的质量以及电梯机构的参数和该机构中磨擦状况等相关。

在电梯门的操作过程中，需要施加的并由驱动力模型6产生的驱动力因磨损和老化易于发生变化。因此，驱动力模型6以这样一种方式建立，使得需要施加的驱动力与易于发生变化的曲线发生缓慢的自适应。驱动力的实际值，或所产生的驱动力，可以连同参考/实际速度一起分析以便在电梯门运行期间仅一次性地或者连续确定电梯门的实际运动质量、闭合重量以及摩擦力。

为了获得显函数模型的未知物理参数，可执行检测运动行程，在该行程中定期记录和存储被测得的传递到电梯门边缘/电梯门的电机力以及电梯门边缘/电梯门的速度的数值。根据方程(1)，加速度与电机力有关。方程(1)右侧包含与电机力线性相关的成份以及一个恒定的成份。

$$v'_T = \frac{1}{m_{GT}} \cdot F_{MT} + \frac{-F_R \cdot \text{sign}(v_T) + g \cdot m_G}{m_{GT}} = a \cdot F_{MT} + b \quad [4]$$

如果数值 v_T 和 F_{MT} 在电梯门开合运行过程中的一段时间里进行记录，线性方程(4)的系数 a 和 b 可以很容易确定，例如通过线性回归法。令 a_s 和 b_s 代表闭合过程的计算值， a_0 和 b_0 为开启过程的计算值，那么

$$a_s = a_0 = \frac{1}{m_{GT}} \quad [5]$$

$$m_{GT} = \frac{1}{a_s} = \frac{1}{a_0} \quad [6]$$

$$b_s = \frac{-F_R \cdot \text{sign}(v_T) + g \cdot m_G}{m_{GT}} = \frac{-F_R \cdot 1 + g \cdot m_G}{m_{GT}} \quad [7]$$

$$b_0 = \frac{-F_R \cdot \text{sign}(v_T) + g \cdot m_G}{m_{GT}} = \frac{-F_R \cdot (-1) + g \cdot m_G}{m_{GT}} \quad [8]$$

$$m_G = \frac{(b_s + b_0) \cdot m_{GT}}{2g} \quad [9]$$

$$F_R = \frac{(b_0 - b_s) \cdot m_{GT}}{2} \quad [10]$$

结果，显函数模型中所感兴趣的全部参数都可得知（因重力加速度 g 带来的加速度设为已知）。如果上述参数的验证仅进行一次，所形成的模型被永久设定。然而，被测得的数值也可在操作过程中被记录和处理。以这种方式获得的最新参数可用来更新模型参数并且与电梯门机构中因磨损和灰尘等原因所带来的缓慢变化相适应。在这种情况下，该模型为自适应性模型。

数学模型也可作为隐函数模型来执行，隐函数数学模型也可作为已知加速度曲线创建一个电机力的参考值，但是不必利用可验证的物理参数。隐函数数学模型可以由神经网络来表示。

隐函数模型通过一个实验过程来确定，用这种方法，该模型的特性由大量的输入/输出特性的数据例样来限定。这些数据例样通过激励一个真实系统来建立，这一真实系统的特性由带有各种输入数据的模型来模仿，并且与之同时表示系统响应的输入信号和输出信号被记录下来。在本发明的情况里，这将意味着执行多次电梯门的开启与关闭动作并记录所发生的测量曲线。隐函数模型的内部参数被优化直到该模型为全部输入数据产生与实际生活应用系统相似的输出数据，而且该模型和实际情况完全对应。

速度发生器4能够采取诸如带有频率转换器的异步电机的形式，该频率转换器带有转子电枢通量型电流调节和重叠速度控制，与电枢通量正交并产生转矩的电流分量 i_{sq} 被用作内部设定值。

旋转异步电机中转矩的产生需要一个围绕电机轴旋转的磁场。如果执行一个座标转换，对电机电流、磁通量和电机转矩之间的关系使用方程进行极其简单的描述则成为可能。

电机三相绕组中测得的定子电流组合形成了一个等效电流矢

量 i_s ，它的大小和角度参照第一电机绕线轴确定。座标的转换不是以第一电机绕线轴而是以电机转子中瞬间磁通量作为参考点。因而定子中的电流 i_s 可以被解析成与转子电枢通量平行的一个分量 i_{sd} 和一个与之垂直的分量 i_{sq} 。转子电枢通量的大小可以由恰当控制的电流分量 i_{sd} 保持恒定。那么在 i_{sq} 和产生的电机转矩之间就有一个比例关系，以致于 i_{sq} 成为作用在电梯门边缘/电梯门上的驱动力的度量。

速度发生器4也可采取诸如带有U/F控制的异步电机，测得的转差用作所产生驱动力的度量。

转差S由下列方程定义

$$s = \frac{w_s - w}{w_s} = \frac{n_s - n}{n_s} \quad [11]$$

$$n_s = f_s / z_p$$

其中

S 为转差，

n_s 为旋转磁场的同步转速，

n 为电机轴的机械转速，

w_s 为磁场的同步角速度，

w 为机械角速度，

f_s 为频率转换器的瞬时同步频率或输出频率，

z_p 为所用电机的磁极数量，

按照已知的Klossian公式

$$m_M = \frac{2M_K}{s/S_K + S_K/s} = \frac{2M_K \cdot s}{s^2/S_K + S_K} \quad [12]$$

其中

M_K 为牵出转矩

S_K 为牵出转差

这两个值对于已知电机和U/F特性控制都保持恒定。对于小

的转差 ($S < S_k$)，可近似应用公式，

$$m_M = \frac{2M_k \cdot s}{s^2/S_k + S_k} \approx \frac{2M_k}{S_k} \cdot s \quad [13]$$

以便由测得的机械转速 n 和频率转换器的输出电压 f_s 的已知频率、转差以及由此导出的电机转矩可按照下式计算，

$$m_M = \frac{2M_k}{S_k} \cdot \frac{f_s/z_p - n}{f_s/z_p} \quad [14]$$

速度发生器可采取诸如由电压和频率控制的异步电机，其定子电流的测量值用作驱动力的度量。

采用 U/F 控制，通过异步电机定子绕组的电流关于时间的平均值由按照下式计算的所产生的电机转矩 m_M 来决定，

$$m_M = -K \cdot I_{r\alpha} \quad [15]$$

$$|I_s| = \sqrt{(I_\mu^2 + I_{r\alpha}^2)} \quad [16]$$

其中 I_r 为与转矩成比例的电流分量关于时间的平均值， K 为与电机数据相关的常数， I_μ 为磁化电流的恒定值。由测得的电流值带来的转矩值则可由下式给出：

$$m_M = -K \cdot I_{r\alpha} \quad [15]$$

$$|m_M| = 1/K \cdot \sqrt{(I_s^2 - I_\mu^2)} \quad [17]$$

$$K = 3/2 \cdot z_p \cdot \frac{L_m \cdot U_{nom}}{L_s \cdot 2\pi \cdot f_{nom}} \quad [18]$$

$$I_\mu = \frac{U_{nom}}{2\pi \cdot f_{nom} \cdot L_m} \quad [19]$$

其中

z_p 为磁极对数，

I_s 为定子电流值，

L_m 为电机的主要自感系数，

L_s 为电机定子自感系数，

U_{nom} 为电机额定电压，

f_{nom} 为电机的额定频率。

这就使得由测得的电流值计算驱动转矩成为可能。其它控制的安排和方法是速度发生器的另一些可能方式，例如：带有转子置换角度测量或定子电流值测量的同步驱动控制，或者带有定子电流测量的直流驱动控制等，这些方式都可得出由驱动机构实际产生的力的结果。

速度发生器4也可采取同步电机的形式。

限定值发生器7由从数学模型以及容许障碍力，即力的限制值导出的驱动力模型数值来计算。在最简单的情况下，是通过在最大容许障碍力上加上一个具体的调节值，例如120N来实现的。

一个确定力限定值的更灵敏的方法可通过使用以诸如Gaussian（高斯）正态分布为基础的统计分析方法获得。高斯正态分布仅仅是许多可能的分布函数中的一种。指数分布，Weibull（维泊尔）分布或平均分布等函数也可以使用。所有这些函数都有一个密度函数和一个分布函数。当然，这些函数所计算的数值可以是不同的。驱动力实际数值和由数学模型给出的驱动力值之间的差别的统计分析使之有可能来确定无障碍运动的测量值与理论值的吻合程度如何。如图2中所示，如果采取不同数值的高斯正态分布，所计算的标准差可被用于确定完全由于偶然因素影响，而不是在关闭过程中出现障碍所造成超出某一具体限定值的差值占全部差值的百分数。相反地，可以给出并使用一个最小限制值，同时使得所造成的误反向启动的概率是一个可以接受的小数值。

让我们假设，对于大量的测量值，其差值分布在正态分布密度函数 $\phi(z)$ （曲线9）平均值0附近，其标准差为10N。在这种情

况下，根据正态分布的分布函数 $\phi(z)$ （曲线10），全部差值中有50%小于0，全部限制值中有84%小于10N，97.7%小于20N，99.6%小于30N。如果限制值设置在高于由数学模型所得的电梯门关闭力参考值30N的水平上，那么因偶然干扰出现的测量值超出限制值的数量仅占全部测量值的0.14%。这就使得有可能执行较低的初始临界值并且在不妨碍可靠性的情况下减少受伤的危险性。以连续的差值统计分析为基础，在操作过程中即可实现吻合。

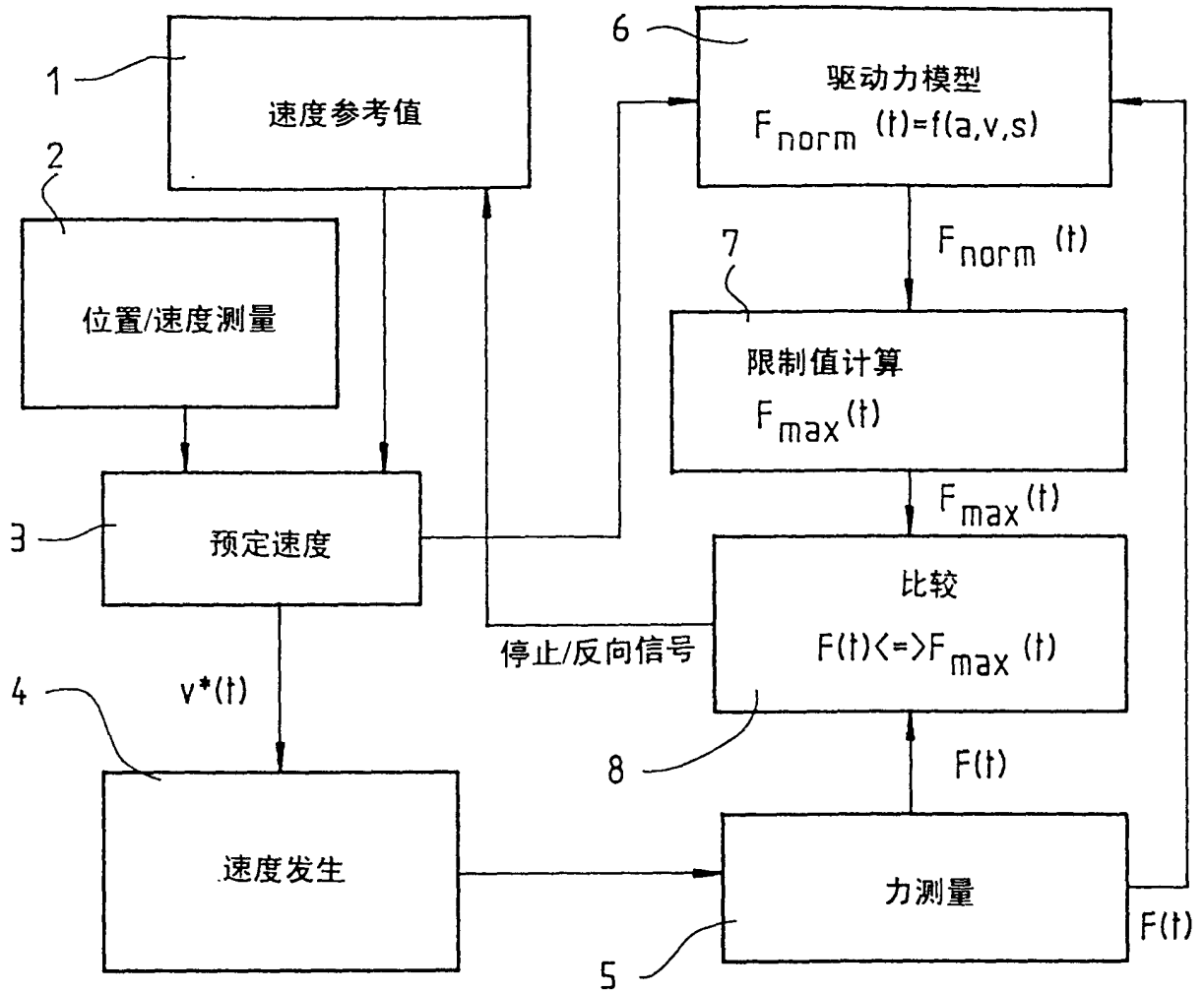


图 1

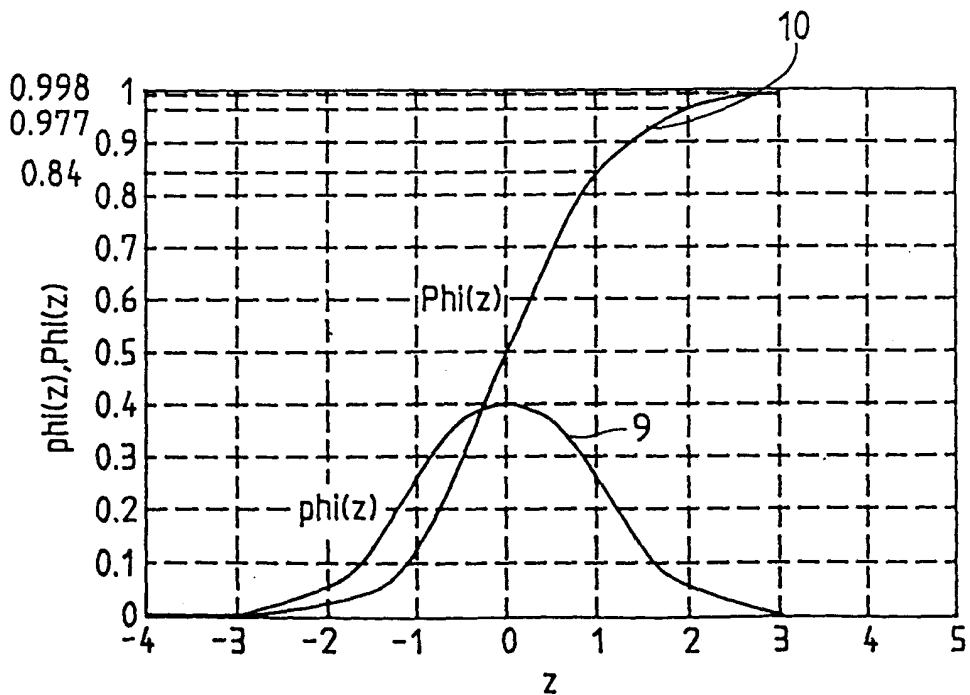


图 2