

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

H04M 3/22

H04M 3/30 H04Q 3/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97199673.3

[43]公开日 1999年12月1日

[11]公开号 CN 1237303A

[22]申请日 97.11.12 [21]申请号 97199673.3

[30]优先权

[32]96.11.13 [33]GB [31]96308197.1

[86]国际申请 PCT/GB97/03108 97.11.12

[87]国际公布 WO98/21869 英 98.5.22

[85]进入国家阶段日期 99.5.13

[71]申请人 英国电讯有限公司

地址 英国伦敦

[72]发明人 伊恩·罗伯特·德万

安德鲁·戴维·蔡斯克

[74]专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

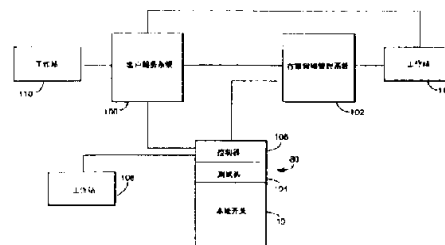
代理人 赛 炜

权利要求书 3 页 说明书 25 页 附图页数 9 页

[54]发明名称 用于远程通信网络的故障管理系统

[57]摘要

一种操作针对构成一公共远程通信网络的存取网络的故障管理系统的的方法。在此存取网络中,以成对铜导线形式的终端线由一本地开关(10)通过一系列节点延伸到达为网络用户设置的终端设备。故障管理系统包括有一测试头(104)和一存取网络管理系统(102)。每晚,测试头(104)对每一终端地线进行一系列测试。将测试结果发送给存取网络管理系统(102)。然后这些测试结果被转换成电路记分,其中每一个均指明所测试电路的运行质量。对各节点,将通过此节点的被测试电路的电路记分加以组合来产生一表明此节点的运行质量的节点记分。为识别具有最坏运行质量的、因而是最需要调查的节点,将节点按它们的节点记分排队。当用户报告一故障时,测试头(104)对该用户线路进行一系列测试并把结果送到管理系统(102),该管理系统(102)检查测试结果中存在的可疑故障,并且识别该线路所通过的节点。然后针对每一识别出的节点,对一组因素中每一个计算一个分值,并组合这些分值以生成指示该节点上出现的可疑故障的可能性的组合分值。为了辅助识别引起可疑故障的该节点,按照它们的组合分将这些节点排队。



ISSN 1000-8424

权 利 要 求 书

1、一种操作用于远程通信网络的故障管理系统的方法，所述远程通信网络包括有一开关和将所述开关连接到为此远程通信网络用户设置的终端设备的终端电路的存取网络，每一所述终端电路通过所述开关及其各自的终端设备之间的一系列节点，所述故障管理系统包括：

被配置为对所述终端电路进行电路测试的电路测试设备；和

用于控制该电路测试设备的计算机系统，所述计算机系统包括有包含有关所述终端电路和所述节点的数据的存贮装置；

所述方法包括由所述计算机系统执行的下列步骤：

指示所述电路测试设备对所述终端电路的至少一个子集的各电路进行电路测试以产生针对每一个作这样测试的电路的测试结果；

将此测试结果变换成其中每一个均能指明被测试电路的运行质量的电路记分；和

针对所述节点的至少一个子集的各节点，将通过此节点的被测试电路的电路记分加以组合以生成指明此节点的运行质量的节点记分。

2、如权利要求 1 中所述方法，其特征是包括附加步骤：

按照其节点记分将节点加以排队。

3、如权利要求 1 或 2 中所述方法，其特征是：

每一所述电路由一对导线构成；

各电路测试是通过对各自的导线对作一组电阻测量来执行以生成对应组的电阻值；和

在将测试结果变换成电路记分的所述步骤中，通过以下方式将各测试结果变换成电路记分：

将各电阻值变换成能指明所测量电阻引起故障的概率的变换

值；和

将各个变换值加以总和。

4、如权利要求 3 中所述方法，其特征是：

在将通过一节点的被测试电路的电路记分加以组合的所述步骤中，节点记分是通过以下方式取得：

求取通过此节点的被测试电路的各个记分的总和；和

将此结果除以一因子，此因子是给出一处于预定范围内的电阻值的对通过此节点的电路所作的电阻测量的总数的函数。

5、如权利要求 4 中所述方法，其特征是所述因子是给出处于所述预定范围内的电阻值的所述电阻测量总数的平方根。

6、一种用于远程通信网络的故障管理系统，此网络包括有一开关和将所述开关连接到为此远程通信网络的用户所设置的终端设备的终端电路的存取网络，每一所述终端电路通过所述开关及其各自的终端设备之间的一系列节点，所述故障管理系统包括：

被配置为对所述终端电路进行电路测试以产生测试结果的电路测试设备；

包含有关所述终端电路和所述节点的数据的存贮装置；

用于将测试结果变换成能指明被测试电路的运行质量的电路记分的装置；和

用于将通过一节点的被测试电路的电路记分加以组合以生成能指明此节点的运行质量的节点记分的装置。

7、如权利要求 6 中所述故障管理系统，其特征是还包括：

用于将节点按照它们的电路记分排队的装置。

8、如权利要求 6 或 7 中所述故障管理系统，其特征是：

所述测试设备被配置为通过对各自的导线对作一组电阻测量以执行电路测试来产生一组对应电阻值；和

用于将测试结果变换成电路记分的所述装置包括：

用于将各电阻值变换成能指明被测电阻引起故障的概率的变换值的装置；和

用于将各个变换值求取总和的装置。

9、如权利要求 8 中所述故障管理系统，其特征是所述用于组合电路记分以产生节点记分的装置包括：

用于求取通过一节点的被测试电路的各个电路记分的总和的装置；和

用于将此结果除以一因子的装置，所述因子是给出处于一预定范围内的电阻值的、对通过此节点的电路所作电阻测量的总数的函数。

10、一种用于一远程通信网络的故障管理系统，此网络包括有一开关和将所述开关连接到为此远程通信网络用户设置的终端设备的终端电路的网络，每一所述终端电路通过所述开关与其各自的终端设备之间一系列节点，所述故障管理系统包括：

被配置为对所述终端电路进行电路测试以产生测试结果的电路测试设备；

用于操作所述电路测试设备的计算机系统；

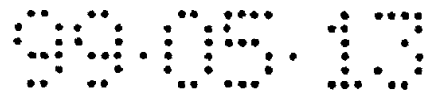
所述计算机系统包括有包含有关所述终端电路和所述节点的数据的存贮装置；

所述计算机系统由至少一程序控制以便进行如下操作：

指示所述电路测试设备对所述终端电路的至少一个子集的各电路进行电路测试和对每一个作这样测试的电路产生一测试结果；

将此测试结果变换成其中每一个均能指明测试电路的运行质量的电路记分；以及

针对所述节点的至少一个子集的各节点，将通过此节点的被测试电路的电路记分加以组合以产生能指明此节点的运行质量的节点记分。



说明书

用于远程通信网络的故障管理系统

本发明是关于用于管理远程通信网络的终端电路中的故障的故障管理系统，还是关于操作这样一故障管理系统的方法

惯用的公共远程通信网络包括相对小数量的相互连接的主开关和数量大得多的每一个被连接到一或二个主开关的本地开关。本地开关被连接到网络的终端电路而这些电路的另一远端连接到一终端设备例如为网络用户设置的电话设施。由主开关和本地开关构成的网络被称为核心网络而由终端电路形成的网络则被不同地称为存取网络或本地回路。在此说明书中，将其称之为存取网络。某些终端电路被连接到一可能具有或者不具有转换能力的远程集中器。然后此远程集中器连接到一本地开关。在此说明书中，术语“本地开关”应被解释为包括本地开关和远程集中器两者。

在一惯用存取网络中，各终端电路由一对铜导线构成。一般，各对铜导线通过本地开关与终端设备之间的一系列节点。这样的节点示例有初级交叉连接点，次级交叉连接点，分布点和结合点。

当前，光纤已被用于承担存取网络中的终端电路。在现代的存取网络中，铜导线对和光纤双方被用来承担终端电路。在终端电路由光纤承担时，此电路将一般通过本地开关与终端设备之间数个节点。在各节点中，来自本地开关的输入光纤被划分成一组沿不同方向散开的输出光纤。当终端电路由来自本地开关的光纤承担，最后

电路部份可由一对铜导线承担。

不幸的是, 终端电路易于发生故障。在由一对铜导线承担终端电路的情况下, 这些故障的示例是断接、一对导线的二导线间的短路和导线之一与地之间的短路。在由导线对构成的惯用的存取网络的情况中, 造成故障的原因包括水侵入节点和对节点的物理损坏。

当一消费者报告一故障时, 可对终端电路进行测试来辨别故障原因。然后修复此故障。但在故障修复之前用户将失去此项服务。

如何对一存取网络中各终端电路例如例行程程的测试是已知的。这样的例行程序测试可检测终端电路上的故障。然后即有可能在此终端电路的用户注意到丧失服务之前将故障修复。但现今这样的例行程序测试不测量存取网络个别节点的运行质量。在一节点的运行质量欠佳时, 故障多半会在通过此节点的终端电路中发展。因而希望能在早先阶段检测到一运行质量恶劣的节点, 而最好是在该节点的恶劣运行质量已在通过它的终端电路中引起故障之前。

按照本发明的一个方面, 提供一种用于远程通信网络的操作一故障管理系统的方法, 所述远程通信网络包括有一开关和将所述开关连接到为此远程通信网络用户设置的终端设备的终端电路的存取网络, 每一个所述终端电路通过所述开关与其各自的终端设备之间的一系列节点, 所述故障管理系统包括:

被配置为对所述终端电路进行电路测试的电路测试设备; 和

用于控制该电路测试设备的计算机系统, 所述计算机系统包括一个包含有关所述终端电路和所述节点的数据的存贮装置;

所述方法包括下列由所述计算机系统执行的步骤:

指示所述电路测试设备对所述终端电路的至少一个子集的各个电路进行电路测试和对每一这样测试的电路产生一测试结果;

将测试结果变换成每一个均指明所测试电路的运行质量的电路记分; 和

对所述节点的至少一个子集的各节点, 将通过此节点的被测试电路的电路记分加以组合以产生指明此节点的运行质量的节点记分。

通过提供各节点的运行质量的指示, 有可能及早检测到个别节点的运行质量的变坏。这样或许就可能在通过此节点的终端电路中发生故障之前恢复运行情况。

按照本发明的另一个方面, 提供一用于包括有一开关和将所述开关连接到为远程通信网络户设置的终端设备终端电路的存取网络的远程通信网络的故障管理系统, 每一所述终端电路通过所述开关与其各自的终端设备之间的一系列节点, 所述故障管理系统包括:

被配置为对所述终端电路进行电路测试以产生测试结果的电路测试设备;

含有有关所述终端电路和所述节点的数据的存贮装置;

用于将测试结果变换成能指明被测试电路的运行质量的电路记分; 和

用于将通过一结点的被测试电路的电路记分加以组合以产生能指明此节点的运行质量的节点记分。

按照本发明的又一方面，提供一用于包括有一开关和将所述开关连接到为远程通信网络用户设置的终端设备的终端电路的远程通信网络的故障管理系统，每一所述终端电路通过所述开关与其各自的终端设备之间的一系列节点，所述故障管理系统包括：

被配置为对所述终端电路进行电路测试以产生测试结果的测试设备；

用于操作所述电路测试设备的计算机系统；

所述计算机系统包括有包含有关所述终端电路和所述节点的数据的存贮装置；

所述计算机系统由至少一程序控制以便进行以下操作：

指示所述电路测试设备对所述终端电路的至少一个子集的各电路执行电路测试为各被测试电路产生一测试结果；

将测试结果变换成其每一个能指明测试电路的运行质量的电路记分；和

对所述节点的至少一个子集的各节点，组合通过此节点的被测电路的电路记分以产生一能指明此节点的运行质量的节点记分。

现在参照以下附图举例较详细地说明本发明，其中

图 1 为构成其中可应用本发明的远程通信网络的部分的存取网络和相联的本地开关的方框图；

图 2 为表示参照图 1 所述远程通信网络的某些本地开关和主开关的配置的方框图；

图 3 为表示被用来为图 1 的存取网络提供体现本发明的故障管

理系统的远程通信网络的组成部分的方框图；

图 4 为一典型计算机的主要硬件组成的方框图；

图 5 为在故障管理系统中执行以得到有关存取网络节点的参考数据的步骤的流程图；

图 6 为在故障管理系统中估算存取网络中可疑故障的位置所执行步骤的流程图；

图 7 为故障管理系统的功能方框图；

图 8 为说明在测试终端电路时所作的某些测量的电路图；

图 9 为在故障管理系统中为监视存取网络的节点运行情况所执行的步骤的流程图；

图 10 为说明在执行图 9 的流程图中所示步骤之一时如何将一电阻值变换成一转换值的图形；和

图 11 为表明通过利用图 9 流程图中所示步骤由监视节点所得到的一些实验结果的图形。

现在参看图 1，表明一本地开关 10 和一连接到此本地开关 10 的惯常的存取网络 12。此本地开关 10 和存取网络 12 构成一公共远程通信网络的部分。本地开关 10 被连接到存取网络 12 的终端电路或线路。一般，一本地开关连接到数千个终端电路。各终端电路或线路在到达其各自的终端设备之前通过数个节点。这些节点包括初级交叉连接点、次级交叉连接点、分布点和结合点，下面将描述这些节点的示例。

在图 1 中所示的惯用存取网络 12 中，各终端电路或线路由一对

铜导线组成。铜导线以一或多个电缆形式引出本地开关 10。这些电缆之一如图 1 中所示由引用号 14 表示。电缆 14 距开关 10 的远端被连接到可被置于街道电话亭或地下接线箱中的初级交叉连接点 16。由此初级交叉连接点 16，终端线作为电缆沿数个方向分支。为简单起见，图 1 中仅表示出三个电缆 18、20 和 22。电缆 18 的远端连接到接合点 19。此接合点 19 被电缆 21 连接到次级交叉连接点 24。电缆 20 和 22 的远端被分别连接到次级交叉连接点 26 和 28。为简单起见，在次级交叉连接点 24 和 16 之外的终端线的延续未被表示。次级交叉连接点 24、26 和 28 被装在可位于地上或地下的接合点箱中。

由次级交叉连接点 28，终端线再次以电缆形式在数个方向上分支。通过图例说明，图 1 表明离开次级交叉连接点 28 的电缆 40、42 和 44。电缆 40 和 44 被各自连接到结合点 46 和 48。结合点 46 和 48 被分别连接到电缆 50 和 52，它们的另一端连接到分布点 54 和 56。

电缆 42 的远端被连接到结合点 60。结合点 60 由电缆 62 连接到分布点 64。为简单起见，超出分布点 54 和 56 的终端线未加表示。

分布点通常被作为置于电话线杆上的接线盒而实现。从各分布点，终端线作为单对铜线向外分支到为网络用户所设置的终端设备所在地点。通过图例说明，图 1 表示离开分布点 64 的二单对铜导线 70、72。铜线对 70 和 72 的远端被分别连接到终端设备 74、76。如所公知的，终端设备可取各种不同形式。例如，终端设备可以是一公用电话亭中的公用电话，置于私人家庭或办公室中的电话设施，

或者是被装在消费地点的传真机或计算机。

在图 1 所示例中，每一个结合点 19、46、48 和 60 均被用来将二个电缆连接到一起。结合点也可被用来将二个或更多的较小的电缆连接到一较大的电缆。

电缆 14 被置于一导管中。电缆 14 中的空气压力保持高于周围环境的压力。这防止水侵入电缆 14。

各终端线路中，每对的二导线被指定为 A 线和 B 线。在本地开关 10 上，为将电流加给线路，在 A 线与 B 线之间加以 50V 的偏置电压。因为通过利用电池在早期的交换机中使用此偏置电压，所以此偏置电压仍然可知为电池电压。在终端设备中，A 线与 B 线被一电容器连接，当此终端设备不在应用中时可检测到它的存在。

存取网络 10 中的终端线路易于出故障。这些故障的主要原因是对于在本地开关 10 与终端设备之间终端线路所通过的节点的水的侵入和物理损伤。由于节点中的原因会发生五个主要故障。这些故障是断接，短路，不合格电池电压，接地故障和低绝缘电阻。本地开关与终端设备之间终端线被中断时发生断接。A 线与 B 线被连接到一起时发生短路，在一终端线的 A 线或 B 线短路连接到另一线路的 B 线时发生不合格电池电压。当 A 线或 B 线被接到地或另一线路的 A 线时发生接地故障。在 A 线与 B 线间的或导线之一与地间的或导线之一与另一线路的导线之间的电阻低于一可接受值时形成低绝缘电阻。

为检测存取网络 12 的终端线路中的故障，本地开关 10 设置有

一线路测试器 80。此线路测试器 80 可从本地开关 10，或者如下面将更详细说明的，从一远地操作。此线路测试器 80 能进行各种测试，如将在下面说明的例子。市场供应有用于本地开关的各种不同型号的线路测试器。在本例中，此线路测试器 80 由英国 Porta Systems of Coventry 供给。

现在参看图 2，说明本地开关 10 所存在的远程通信网络的某些开关。除本地开关 10 外，图 2 还显示二主开关 90、91 和另一本地开关 92。主开关 90、91 主开关完整相互连接的网络的部分。本地开关 10 和 92 为数量大得多的本地开关的部分。各本地开关被连接到一或二个主开关。这样，主开关 90、91 将本地开关连接到一起。

现在参看图 3，表示设置有用于存取网络 12 的故障管理系统的远程通信网络的本地开关 10 和组成部分。这些组成部分包括线路测试器 80，用于远程通信网络的客户服务系统 100，和存取网络管理系统 102。

如图 3 中所示，线路测试器 80 包括一包含实际进行线路测试的电子设备的测试头 104 和针对此测试头 104 的控制器 106。控制器 106 采用计算机式。控制器 106 可由一与它连接的和设在本地交换机 10 中的工作站 108 操作。控制器 106 还被连接到客户服务系统 100 和存取网络管理系统 102 双方并能通过连接到客户服务系统 100 或存取网络管理系统 102 的工作站操作。

客户服务系统 100 也为一计算机，它能从连接到它的多个工作站中任一个操作。在图 3 中，表示一个这样的工作站，以引用号 110

指示。客户服务系统 100 由公共远程通信网络的操作员应用，这些操作员与网络的客户直接电话联系。与这些操作员一起，客户服务系统用于向客户提供各种不同服务。这些服务包括提供新的电话线路，回答帐单查询和应答从客户接收的故障报告。

存取网络管理系统 102 也是一计算机，它能由多个工作站之一操作。这些工作站之一如图 3 中所示并以引用号 112 指示。存取网络管理系统 102 用于管理存取网络 12 以及与此存取网络 12 相同的通用地理区域中的多个其他存取网络。该存取网络管理系统针对每一个它管理的存取网络进行各种操作管理。这些操作包括提供新设备，登记关于网络中工程师所执行工作的数据，保存关于各存取网络检测的终端线路和节点和故障管理的数据。连接到存取网络管理系统 102 的工作站也被连接到客户服务系统 100。如图 3 中所示，客户服务系统 100 与存取网络管理系统 102 被连接到一起。

由与存取网络 12 中故障的检测和管理分离的客户服务系统 100 和存取网络管理系统 102 所进行的操作非本发明的组成部分，将不加详细说明。

虽然在此例中用于存取网络 12 的故障管理系统由线路测试器 80、客户服务系统 100 和存取网络管理系统 102 构成，但此故障管理系统也可能仅由线路测试器 80 自身来提供。为实现这一点，将需要增加适当的软件到构成控制器 106 的计算机。在一小网络中，这可能是一提供故障管理系统的适当形式。但在大公共网络中最好将故障管理系统集成进客户服务系统 100 和存取网络管理系统 102。

如上面提到的，控制器 106、客户服务系统 100 和存取网络管理系统 102 各自均作为一计算机而实现。一计算机的主要硬件构成部件如图 4 中所示，它们包括一中央处理单元（CPU）120，存贮装置 122，键盘 124，视频显示装置（VDU）126 和用于将此计算机连接到其他计算机的输入输出端口 128。存贮装置 122 包括硬盘存贮装置，软盘存贮装置，随机存取存贮器和只读存贮器。存贮装置 122 被用来存放计算机所用数据，也用来存放控制计算机的程序。

如下面将说明的，在故障管理系统中，被用于发现终端线路中的故障的参数之一，只要它可得到，是终端线路所通过的各节点至本地开关 10 的距离。在一典型的存取网络中，这些距离对于一些、但不是所有的节点为已知的。对于某些这样的节点，此距离由存取网络的电缆布局图可知道。在本示例中，在这些距离由布局图可知时，在客户服务系统 100 和存取网络管理系统 102 中同时保持适当的数据。

这一示例的故障管理系统还提供在一节点被工程人员打开时测量此节点至本地开关 10 的距离的方法。测量这一距离时所进行操作的流程图如图 5 中所示，现在讨论这些操作。

开始，在步骤 140，一工程师打开一节点和对位于连接到此存取网络管理系统 102 的工作站之一的同事发出电话呼叫，要求他进行线路测试。然后，在步骤 142，他断接此节点的线路对之一并将这一线路对的电话簿号码给予他的同事。在步骤 144，利用他的工作站与线路测试器 80 之间的连接，此同事指示线路测试器 80 对此

打开的线路对进行线路测试。在这些线路测试中，测量 A 线与 B 线间的电阻，A 线与 B 线间的电容，A 线与地间的电容和 B 线与地间的电容。

然后在步骤 146，线路测试器 80 利用测试结果来计算开关至节点的距离。接着在步骤 148 中，在客户服务系统中存贮除成为结合点的节点外的包括有至该节点的距离的测试结果。最后在步骤 150，包括至该节点的距离的测试结果被存放在存取网络管理系统 150。步骤 150 中对包括结合点在内的所有节点存贮这些结果。

通过每次打开一节点执行图 5 的流程图中所示操作，即可逐渐地建立包括节点至开关的距离在内的参考数据。图 5 中所示一系列操作在被置于控制器 106、客户服务系统 100 和存取网络管理系统 102 中的计算机程序的控制下执行。

控制器 106 被编程以使测试头 104 每天夜里对存取网络 12 的各终端线路进行一系列的例行程序测试。这些测试将参照图 8 中所示电路图加以解释。

为测试一线路，将其从开关 10 断开并连接到测试头 104。图 8 表示一被测试线路 400。此线路 400 具有 A 线 402 和 B 线 404。线路 400 的距开关 10 远的端头被连接到终端设备 406。每一线路 402、404 具有取决于其直径和从本地开关至终端设备 406 的距离的电阻。并且每一导线 402、404 被涂上塑料或纸材的绝缘材料。绝缘材料的作用是提供各导线与相邻导线之间的绝缘。绝缘材料的损坏或导线材料的氧化可能导致相邻导线间的电阻下降。

导线 402、404 之间的绝缘效果可由测量 A 线 402 与 B 线 404 间的电阻 R_1 和 B 线 404 与 A 线 402 间的电阻 R_2 确定。电阻 R_1 和 R_2 可能因如二极管 D_1 和 D_2 所示的整流效应而不同。对于良好状态中的电路，电阻 R_1 和 R_2 很高，大于一兆欧。绝缘材料的损伤或氧化会使电阻 R_1 、 R_2 下降一个取决于损坏或氧化的严重程度而定的量值。如果绝缘材料被整体损坏以致 A 和 B 线实际上相互接触，电阻 R_1 、 R_2 的值将取决于测试头 80 与损伤点间的距离但通常在 0 至 1500 Ω 的范围。氧化能导致导线的有效相互接触。

仅断接被测试的线路 440 的 A、B 线 402、404。其他线路中，A 线与 B 线间被加以偏置电压 50V。图 8 中，其他线路的 A 线被集中地表示为在开关 10 处连接到地的导线 410。其他线路的 B 线被集中地表示为在开关处连接到 -50V 的电位的导线 412。

如果将 A 线 402 或 B 线 404 与相邻 A 或 B 线之一隔开的绝缘材料被损坏，或者如果导线之一遭受氧化，可能有电流流通。A 线和 B 线 402、404 与相邻 A 和 B 线间的绝缘效果可由测量 A 线 402 与相邻 A 线 410 间的电阻 R_3 、A 线 402 与相邻 B 线 412 间的电阻 R_4 、B 线 404 与相邻 A 线 410 间的电阻 R_5 、和 B 线 404 与相邻 B 线 412 间的电阻 R_6 来确定。

对于良好电路，电阻 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 很高，大于 1 兆欧。对绝缘材料的损伤可能使得电阻 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 中一个或多个下降一个取决于损坏严重程序的量值。如果 A 线 402 或 B 线 404 与相邻导线间的绝缘材料遭到整体破损以致二导线实际相互接触，则此二接触

导线间的电阻将取决于测试头 80 与损伤点之间的距离但一般将在 0 至 1500 欧姆的范围内。氧化也可能导致二导线的有效相互接触。

A 和 B 线 402、404 和它们间的绝缘材料起一电容器的作用。图 8 中，A 与 B 线间的电容被表示为具有值 C_1 。线路的 A 与 B 线间的电容值将取决于线路的长度。线路 400 的断开将降低由测试头 80 测量得的电容值 C_1 。图 8 还表明 A 线 402 与地间的电容 C_2 和 B 线 404 与地间的电容 C_3 。

每夜，控制器 106 促使测试头 80 针对存取网络 12 的各终端线测量电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 和电容 C_1 、 C_2 、 C_3 。控制器 106 还使该测试头 80 检查是否有终端设备连接在线路端头。终端设备具有标准电容值。当终端设备被连接时，其电容值被从测试头所测得的电容减除以得到电容 C_1 。对每一终端线，测试结果被针对其电话登记号存贮在存取网络管理系统 102 中。

控制器 106 将测试结果传送到存取网络管理系统 102。存取网络管理系统 102 检验针对各终端线的一系列测试的结果是否存在可疑的故障。有可能的故障包括有断接，短路，不合格电池电压，接地故障和低绝缘电阻。

在怀疑有一故障时，对线路的故障名称和测试结果被针对其电话登记号或与此线路相连系的交换机中的识别符存贮进存取网络管理系统 102 中。每夜发现的可疑故障的细节可为存取网络管理系统 102 的操作人员查阅。在合适时，操作员可对要修复的故障的给出指令。

如上面提到的，有关终端线和节点的数据被存贮在存取网络管理系统 102 中。对各节点，这种数据包括有此节点中技术干预的历史，节点中存在或不存在作用着的技术干预，和存在或不存在关于节点情况的作用着的不利的直观报告。存取网络管理系统 102 中还存储有关于主电缆 14 中失压的数据。

存取网络 12 的布局图被存贮在客户服务系统 100 和存取网络管理系统 102 中。对各线路因而亦即对各电路，此布局图记录路由因而即线路所通过的各个节点。对每一节点，它记录通过此节点的线路。

参看图 6，表示在一客户向客户服务系统 100 的操作员报告存取网络 12 的一个终端线的故障时可能进行的系列操作的流程图。如将成为明显的，在适当的情况下，产生以在各节点存在故障的可能性的顺序排列的终端线所通过的节点的清单。

一开始，在步骤 200，一客户向客户服务系统中的操作人员报告一终端线上的故障。如果操作员认为故障在存取网络 12 中，操作员即发送一指示到线路测试器 80 的控制器 106 对终端线进行一系列测试。然后线路测试器 80 进行与其每夜对终端线进行的测试相同的一系列测试。此系列测试结果则由线路测试器 80 发送到存取网络管理系统 102。存取网络管理系统 102 检验此结果看是否存在可疑的故障，和在适当时估算故障距本地开关 10 的距离。可疑故障的细节被传送到客户服务系统 100。

在客户服务系统中的操作人员认为存取网络管理系统 102 中操

作人员有必要检查该故障时，在步骤 201，客户服务系统中的操作人员要求存取网络管理系统 102 的操作员检查此故障。

然后存取控制系统中的操作员确定如何处理故障报告。这一决定将取决于可疑故障的细节和他对存取网络 12 中终端线的状态的了解。例如，如果故障报告指明存在有断接和操作人员知道终端线所通过的节点之一被严重损坏但在修复中，则操作人员仅通知客户故障正在修复中就行了。通常，操作员将确定获得一按各节点存在故障的可能性的次序排列的终端线所通过节点的清单。如果操作员决定要得到这种清单，在步骤 203 中，操作员即调用一排队算法。图 6 中所示流程图的其余部分即为这一算法中执行的步骤。

在步骤 204 中输入排队算法。此排队算法被保持为存取网络管理系统 102 的程序的一部分。如将由以下的说明中成为明显的，对此终端线上怀疑存在有故障的每一节点，对一系列有关存在于节点上的可疑故障的可能性的因素的每一个估算一单独记分，然后将这些单独记分加以组合以产生针对该节点的组合记分。然后节点被按照它们的组合记分加以排队。在估算各单独记分中，应用故障报告中所含的数据以及有关节点和终端线的存取网络管理系统中所含的数据。

在输入排队算法之后，在步骤 205 中辨识怀疑存在故障的终端线所跟随的路线并找到这一路线上的所有节点。接着在步骤 206 选择此路线上的第一节点。

在步骤 207，估算针对第一因素的单独记分。第一因素为历史

干预分析。对此因素的记分按下述五个阶段估算：

阶段 1：对前 5 天中至少一次技术干预，记分为 3000；

阶段 2：对前 30 天周期但排除前 5 天周期中的至少一次技术干预，记分为 2000；

阶段 3：对前 90 天周期但排除前 30 天周期中至少一次技术干预，记分为 1000；

阶段 4：对前 90 天周期中技术干预总数，记分为 100 乘以干预数；和

对在步骤 207 中估算的历史干预分析因素的总记分则为以上阶段 1 至 4 中确定的记分的总和。

下一因素是直观检测分析，这在步骤 208 中估算。如果有对该节点的不利的有效直观报告，则在步骤 208 估算这一因素的记分为 2000。

下一因素是有效干预分析并在步骤 209 估算。在二个阶段中估算这一因素。在第一阶段，如果在节点存在有效技术工作，作出计分 3000。在第二阶段，如果存在有在通过此节点的任一终端线上的有效技术工作，作出记分 3000。然后对此因素的总记分即为在阶段 1 和 2 中所得较高的记分。

下一因素是可疑线路分析，在步骤 210 中估算。对每一通过此节点的终端线并怀疑其上有故障而且是与所考查中的可疑故障属同一类型的故障，作出记分 1000。这样，如果此可疑故障为断接同时也怀疑通过此节点三个另外的终端线发生断接，则总记分为 3000。

接着在步骤 211 进行检查如步骤 208 中估算的直观检查分析因素、如步骤 209 估算的有效干预分析因素和如步骤 210 中估算的可疑线路分析因素之中存在的记分因素。如果这些因素中有二或三个记分，则在步骤 208 至 210 中估算的因素的组合记分即为被乘以 2 的各单独因素之和。如果这些因素中仅一个记分，则在步骤 208 至 210 中估算的因素的总记分即为对此单独记分因素的计分。

接着在步骤 212，对接近分析因素估算记分。对这一因素的记分在二阶段中进行估算。由以上说明可看到，存取网络管理系统包含有由二个源推演得的关于本地开关 10 与节点间距离的数据。第一个源是作为工程师打开节点和进行图 5 流程图所示系列操作的结果而作的测量。第二信息源是由终端线布局图中确定的距离。此接近分析利用此二数据源进行。

对第一数据源，即由打开节点推演得的距离，记分作如下估算：

如果节点至估算的可疑故障地点的接近距离小于 50m，记分 3000；

如果节点至估算的可疑故障的地点的接近距离等于或大于 50m 但小于 100m，记分 2000，和

如果节点至估算的故障的地点的接近距离等于或大于 100m 而小于 150m，记分 1000。

对第二数据源，即由终端线的布局图推演得的数据，以与对第一数据源所指定的同样方式估算记分。然后对接近分析因素的总记分通过将利用来自二数据源得到的记分相加来求得。

在步骤 212, 当对各数据源估算记分, 如果此距离不适用针对该数据源的节点至开关的距离, 则记分为 0。

接着在步骤 213, 对压力分析因素估算记分。此压力是由开关 10 连接到初级交叉连接点 16 的电缆 14 中的压力。如果此压力低于一阈值, 记分被估算为 3000。

而后在步骤 214, 要求操作人员增加人工记分, 而在正常情况, 如果操作员了解一些特殊问题他将这样做。

下面在步骤 215, 将各记分因素与故障类型加以比较, 并按照下面给出的表 1 作出附加记分。此表中, 步骤 208 的直观检查分析因素, 步骤 209 的有效干预分析因素和步骤 210 的可疑线路分析因素均被作为单个因素对待。步骤 212 中估算的接近分析因素被划分成二子因素。第一子因素是利用第一数据源, 即由打开节点和由线路测试计算距离所得数据进行的接近分析。第二子因素是利用第二数据源, 即终端线的布局图估算的接近分析因素。

参看表 1, 例如说, 如果故障为短路, 则如下述作附加记分。如果存在有步骤 207 的针对历史干预因素的记分, 则作出附加记分 3000。如果存在有步骤 208 至 210 的一或多个因素的记分, 则作出附加记分 1000。如果存在步骤 213 的针对压力分析因素的记分, 则作附加记分 4000。如果存在由第一数据源推演得的接近分析因素的记分, 则作出记分 4000。如果存在由第二数据源所得的接近分析因素的记分, 则作记分 4000。总的附加权记分为各单独记分的总和。

表 1

对故障类型的附加加权。

	断接	短路	电池	接地	低绝缘电阻
历史干预	3000	3000	3000	3000	3000
直观检查有效 干预可疑线路	1000	1000	4000	4000	4000
压力	4000	4000	2000	2000	2000
接近（第一数 据源）	4000	4000	2000	2000	2000
接近（第二数 据源）	4000	4000	2000	2000	2000

接着，在步骤 216，检查记分因素中的一致性。较具体说，如果仅存在单个记分因素，即跳转到步骤 218。如果存在二个或更多记分因素，则在前进到步骤 218 之前算法进到步骤 217。步骤 216 的目的是，步骤 208 至 210 的因素被加以组合和步骤 212 的因素以上面有关表 1 所讨论的方式被划分成子因素。

在步骤 217，如存在有二或更多记分因素，即取最高记分并加以 10000。为此目的，对步骤 208 至 211，在步骤 211 末尾应用这些步骤所得的记分。这样所得的记分即成为针对此节点的各个因素的组合记分。如果仅存在一单个记分因素，这一因素就成为针对该节点的组合记分。

在步骤 218，检查确定是否还存在有要对之估算组合记分的任何更多节点。如果还余留一个或多个节点，算法返回到步骤 206 并选取下一节点。如不再有节点，算法继续步骤 219。

在步骤 219，以下降顺序按节点的记分次序对之进行排队。这

样，在此队列的上部即为最可能的故障地点。在步骤 210，选择具有最高记分的节点而在步骤 211 给予操作员克服此结果的机会，正常情况下操作员将根据他所了解的特殊情况来这样做。

现在参看图 7，表明参照图 3 至 6 说明的故障管理系统的功能方框图。如图 7 所示，此故障管理系统包括测试头 104，测试头控制器 106，测试报告分析器 300，存贮装置 301 和节点识别器 302。测试头 104 和测试头控制器 106 已介绍过。测试报告分析器 300、存贮装置 301 和节点识别器 302 由存取网络管理系统 102 实现。更具体说，测试报告分析器为用于执行排队算法的步骤 206 至 221 的存取网络管理系统的程序的一部分。存贮装置 301 是用来实现存取网络管理系统 102 和含有关于节点及终端线的数据的计算机的存贮装置的那一部分。节点识别器 302 是用于排队算法的步骤 205 的程序的那一部分。

现在将参照图 9 说明每夜由存取网络管理系统 102 所执行的以监视存取网络 12 各个节点的运行情况的一例性程序的各个步骤。如由以下说明将会清楚的，此例行程序应用由例行程序每夜对各个电路的测试所得的各电路的电阻值 R_1 至 R_6 。此图 9 中所示例行程序还应用存放在存取网络管理系统 102 中的存取网络 12 的布局图。

现在看图 9，在输入例行程序后，在步骤 500 从电阻测量 R_1 至 R_6 对各电路计算电路计分 S 。此电路计分 S 指明一电路具有或发展一故障的概率和电路的运行质量双方。较高的电路计分指明该电路具有或发展故障的高概率和此电路的运行质量低劣。相对低的电路

计分指明电路具有或发展一故障的概率很低和电路的运行质量好。

为了对一电路计算电路计分，利用将在下面说明的一公式将各电阻值 R_i 变换成变换值 V_i 。此变换值 V_i 表明此电阻导致故障的概率。将各变换值 V_i 乘以加权因子 W_i 得到乘积 $V_i \cdot W_i$ 。然后将对所有六个电阻测量的乘积 $V_i \cdot W_i$ 加以总和来产生该电路记分 S 。

这样，由下式确定电路记分 S ：

$$S = \sum V_i \cdot W_i。$$

利用下式对相应电阻值计算每一变换值 V_i ：

如 $R_i \leq P$, $V_i = 0$;

如 $P < R_i \leq Q$, $V_i = 1$;

如 $R_i > m$, $V_i = 0$; 和

如 $Q < R_i \leq M$, 则

$$V_i = \{ [1 / (1 + ((R_i - Q) / L)^{0.3})] + [-1 * (R_i - 1 * 10^6) / (1 * 10^6 - Q)] \} / 2$$

式中： P 为被设定到 $1K\Omega$ 的低阈值，

Q 为被设定为 $5K\Omega$ 的高阈值，

$M = 1M\Omega$ ，和

L 为被设定为 $1K\Omega$ 的常数。

图 10 中表示利用以上说明的公式作出的 $V_i - R_i$ 图形。

已经验性地建立用于计算 V_i 的公式。但对此公式的具体解释如下：

当一电路的电阻 R_i 具有小于 $1K\Omega$ 的值时，则很有可能低电阻

导致终端设备中的故障，所以 V_i 的值被设置到零。在一电阻 R_i 具有 $1K\Omega$ 至 $5K\Omega$ 范围内的值时几乎可以确信存在有相应的故障。对于大于 $5K\Omega$ 的电阻值，存在相应故障的概率随 R_i 值的增加而渐次地并逐渐减小急剧程度地下降。在电阻 R_i 值大于 $1M\Omega$ 时，非常不可能存在有相应的故障。

对电阻 R_1 至 R_6 的各种类型，在分布点的情况下，由下表确定对应的加权因子的值：

电阻类型	加权因子 R_i
R_1 (A 线到 B 线)	15
R_2 (B 线到 A 线)	15
R_3 (A 线到地)	5
R_4 (A 线到-50V)	30
R_5 (B 线到地)	30
R_6 (B 线到-50V)	5

对电阻 R_1 至 R_6 的各种类型，在一节点而不是分布点的情况下，由下表确定对应加权因子：

电阻类型	加权因子 R_i
R_1 (A 线到 B 线)	5
R_2 (B 线到 A 线)	5
R_3 (A 线到地)	5
R_4 (A 线到-50V)	50
R_5 (B 线到地)	5

在步骤 500 中对各电路确定电路记分 S 之后，例行程序前进到步骤 501。在此步骤中，对各节点计算节点记分 H。

为对一节点计算节点记分 H，辨识通过节点的所有电路。对通过节点的各个电路的各个电路记分 S 被加以总和并将结果除以 V_n 。 n 是具有值小于 $1M\Omega$ 的通过节点的电路的电阻测量数。这样，由下式确定对一节点的节点记分 H：

$$H = \sum S * v_n / n = \sum S / v_n。$$

对一节点的节点记分指明引起通过此节点的一或多个电路中的故障的节点的运行状态的概率和此节点的运行质量双方。相对高的节点记分表明存在引起电路故障的节点运行状态的高概率和节点的运行质量不佳。相对低的节点记分表明存在引起故障的节点的运行状态概率很低和节点的运行质量良好。

在上述用于计算节点记分 H 的等式中， $\sum S$ 被除以 n 以便能提供对通过具有低于 $1M\Omega$ 的值的节点的电路进行电阻测量的平均效果。这使得载有大数量电路的节点的节点记分能与载有小数量电路的节点的节点记分相当。如以下将说明的，节点被按照它们的节点记分加以排队。但是，仅载有少量电路的节点的节点记分对小于 $1M\Omega$ 的电阻测量的次数非常敏感。更一般的是，随着通过一节点的电路数增加，和因而有可能小于 $1M\Omega$ 的电阻测量数量增加时，作为节点的运行质量的指示器的节点记分的可靠性即增加。在上述用于计算一节点记分 H 的等式中， $\sum S/n$ 被乘以 v_n 以便能在小于 $1M\Omega$ 的电

阻测量数增加时逐渐加强节点记分。

下面，在步骤 502，节点被按照它们的节点记分 H 排队。具有最高节点记分 H 的节点被辨识作为最坏的节点而被选择作进一步检查。

虽然最坏节点的相当高的节点记分可能是由最坏节点的运行状态造成的，但它也可能由从本地开关至此最坏节点的路线上的节点之一的运行状态引起的。节点记分 H 由电阻测量获得而不考虑其他因素。为识别具有较低运行质量的节点的准确地点，应用参照图 6 所述的排队算法。

因而，在步骤 503，确定从本地开关 10 至最坏节点的路线并求得此路线上直至并包括最坏节点在内的全部节点。然后在步骤 504 中对此路线执行排队算法的步骤 206 至 219。

偶尔，从一本地开关到一节点有多于一个路线。在步骤 505 中，检查到达最坏节点的另一路线的存在性。如果存在有一或多个另外的路线，即对所有这样的另外路线执行步骤 505 和 504。

最后，在步骤 506，操作员确定是否要求工程师检查一或多个节点可能存在故障。当例行程序到达步骤 506 时，操作员将知道最坏节点的标识。而且对通向最坏节点的每个路线上的节点，他将得到一由排队算法所排列的节点清单。在确定是否要求工程师检查一或多个节点时，操作员将此数据与他自己对存取网络 12 的了解相结合。

除检查此最坏节点外，操作员还可能检查其他节点，例如下一个最坏节点或其他具有高节点记分的节点。为此，针对每一个这样的节点执行步骤 504 至 506。

图 9 的例行程序使得有可能在早期阶段辨识和检查存在有节点的运行状态正向可能发生故障点恶化的危险的节点。常常总可能在

导致作出故障报告的故障发生之前恢复这样的节点的运行状态。

图 11 表示构成 BT 的 UK 公共远程通信网络的存取网络中节点的某些试验工作的结果。对大量的节点估算了节点记分。而后在相继的三个月期间监视各节点的来自客户的故障报告。图 11 中，针对这些节点画出针对估算节点记分后的三个月内接收的故障报告的节点记分图。这些试验结果表明所确认节点记分与故障报告数很强的相关性。

虽然本发明是参照其中各个电路是由铜导线承担的存取网络中加以说明的，但它也可适用于由光纤承担的终端电路。

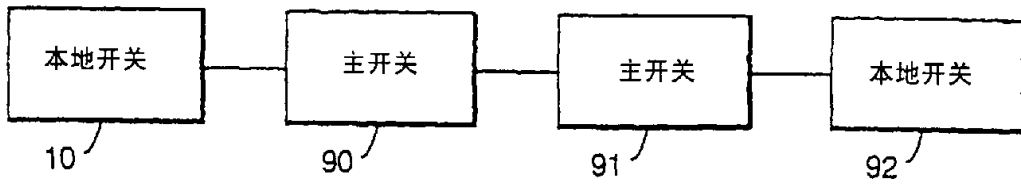


图2

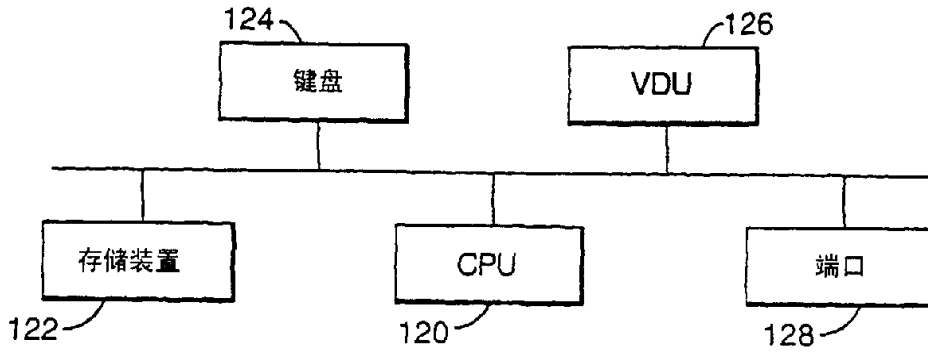


图4

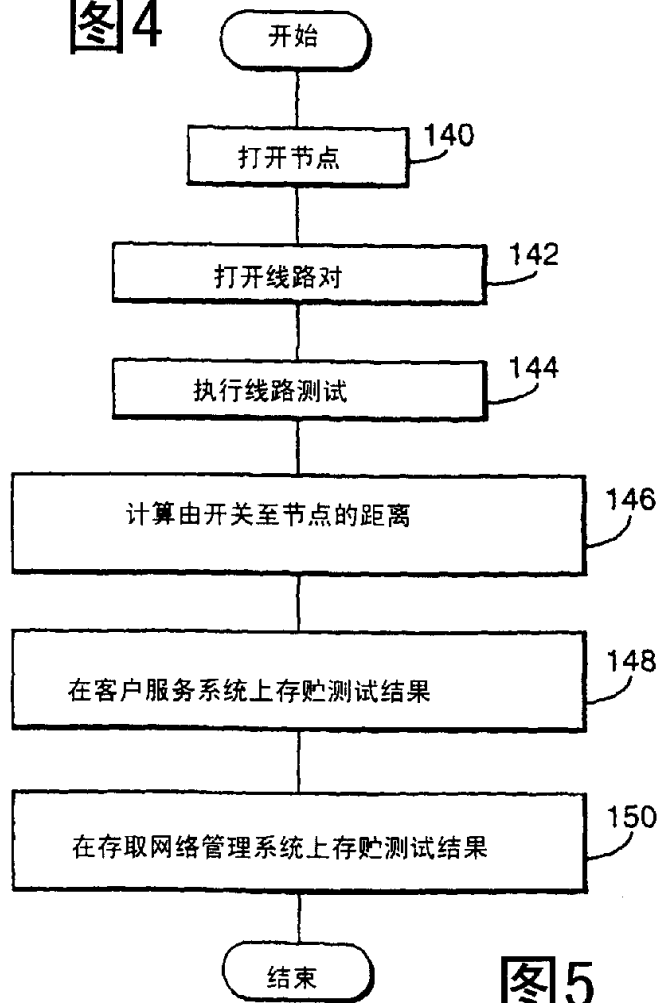


图5

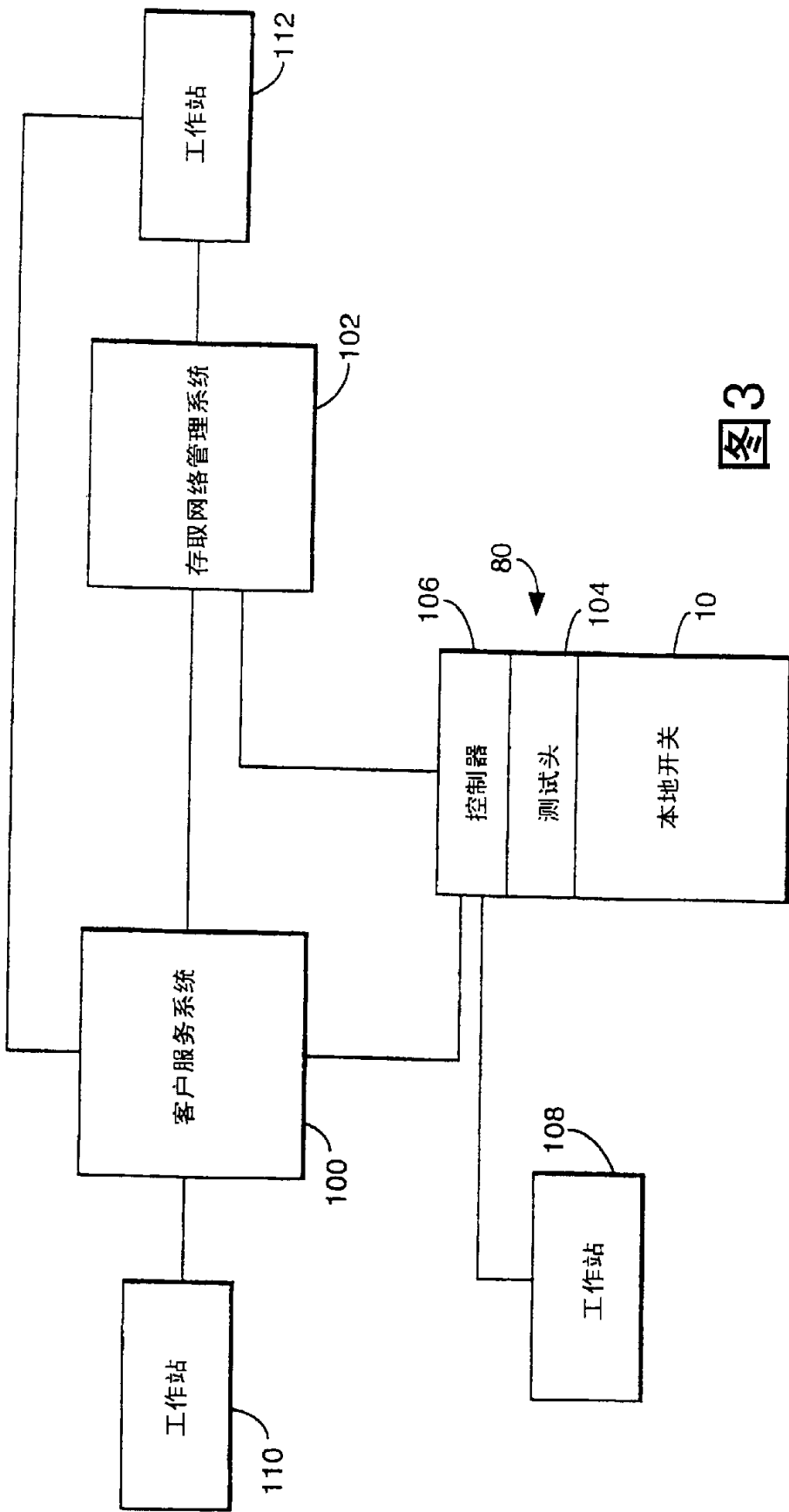


图3

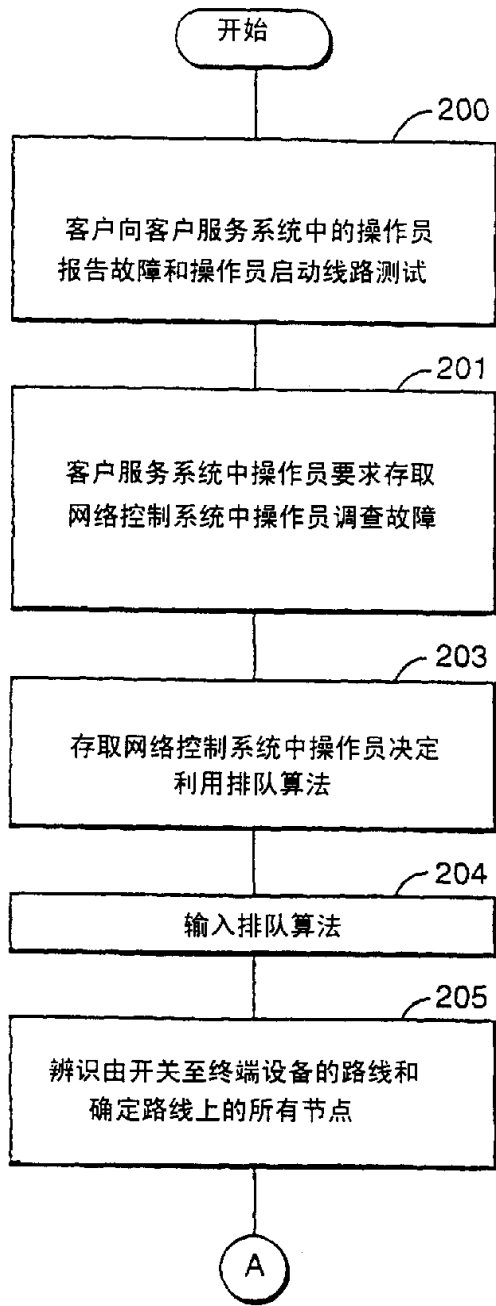


图6A

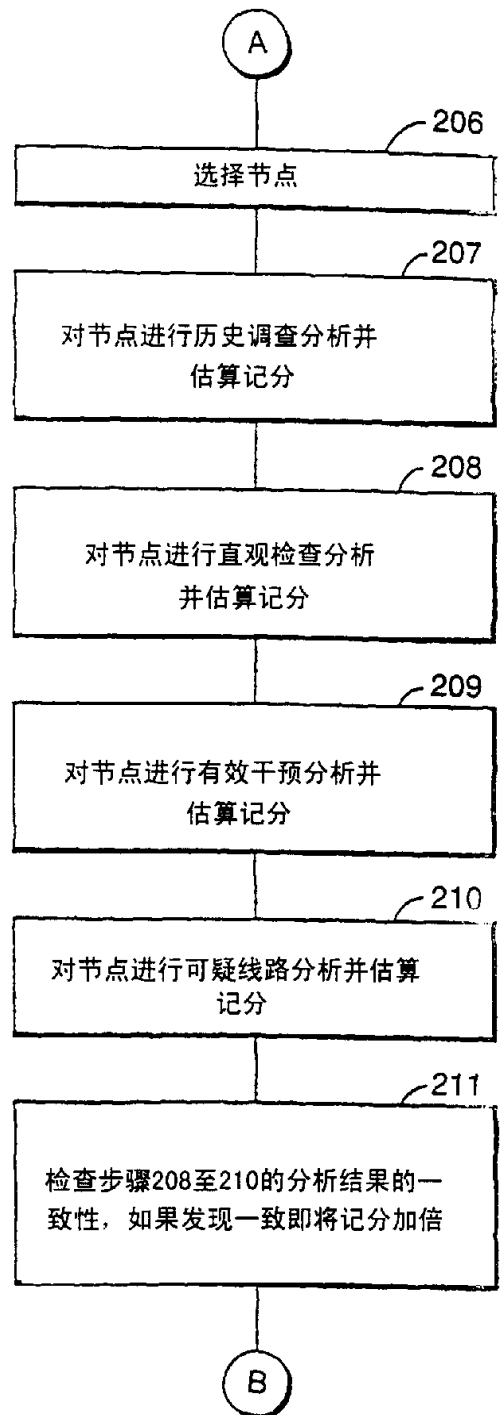
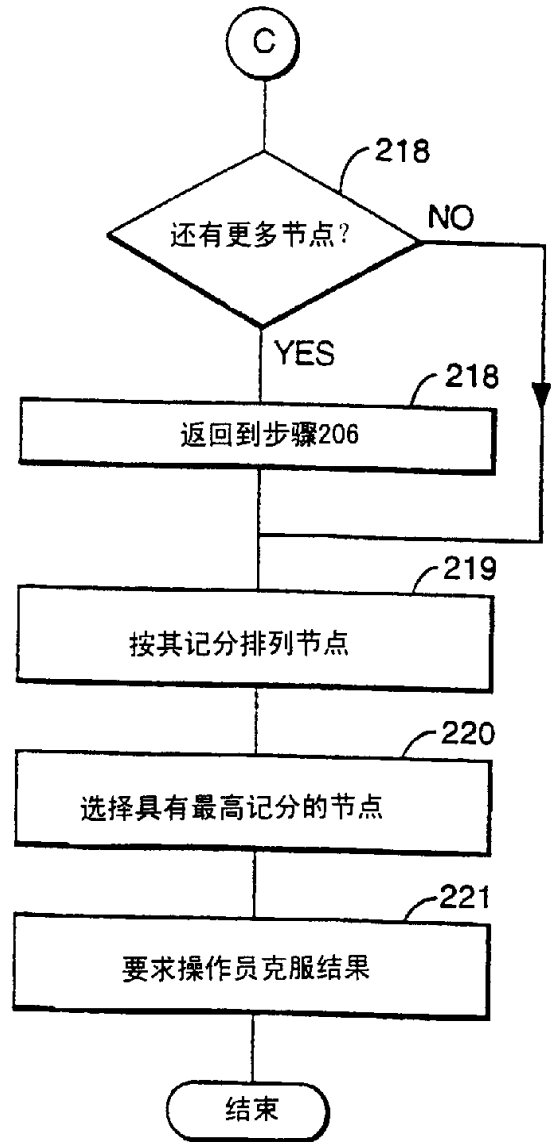
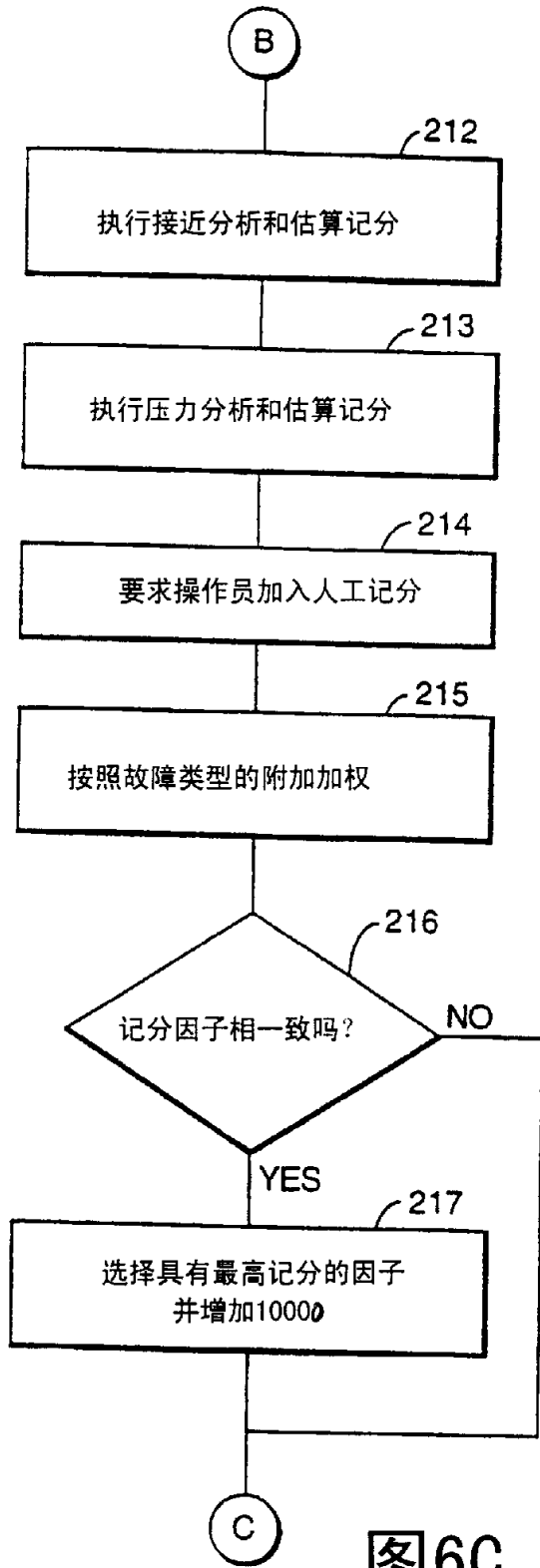


图6B



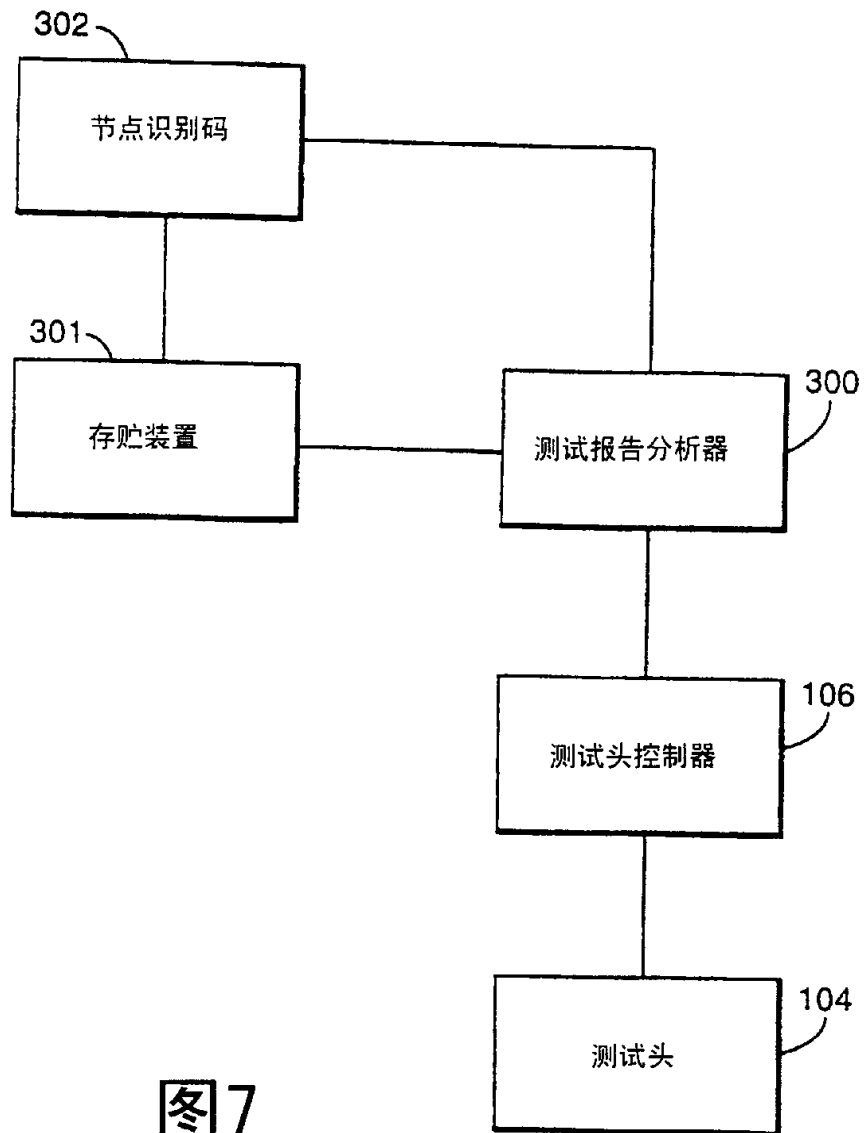


图7

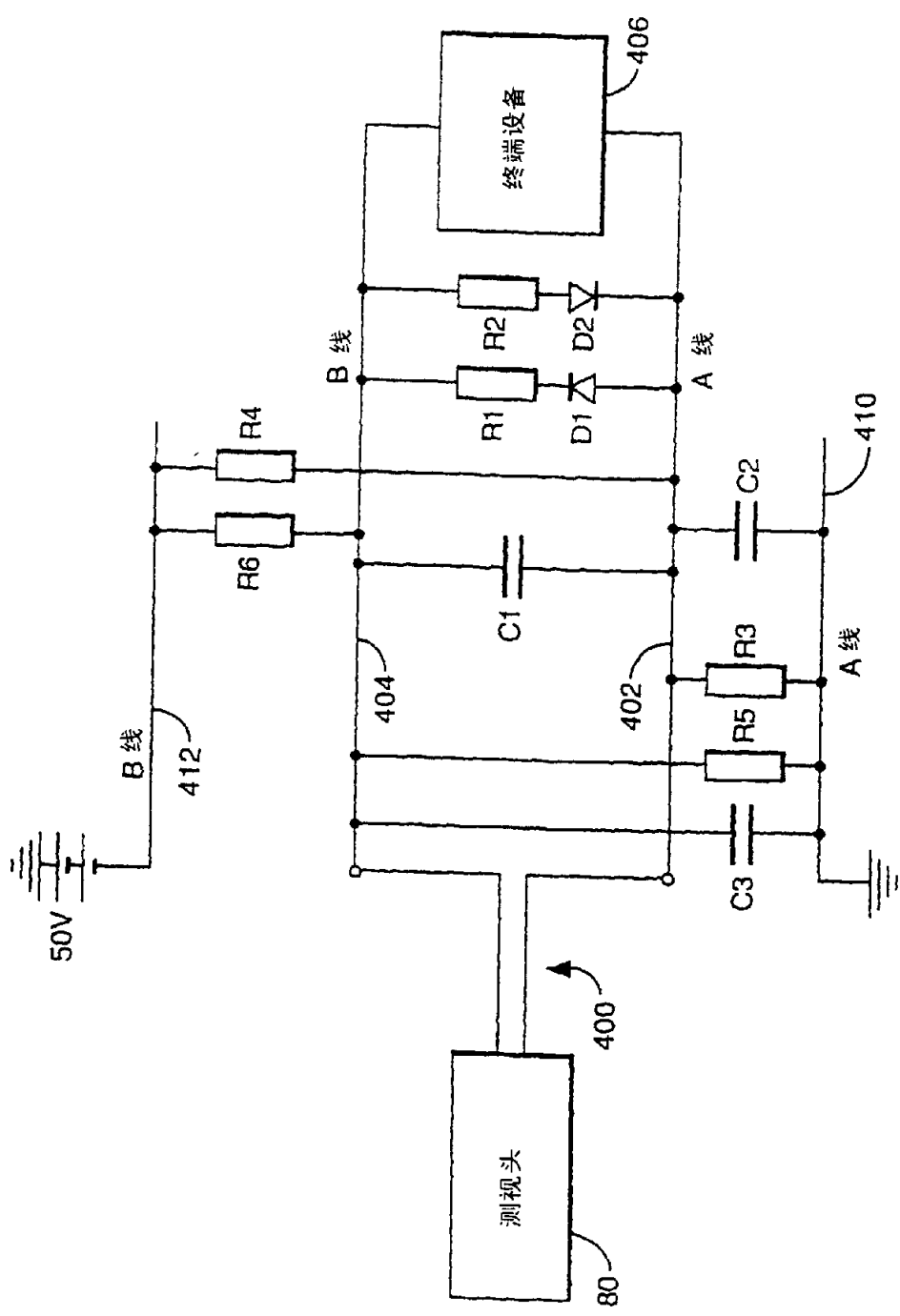


图8

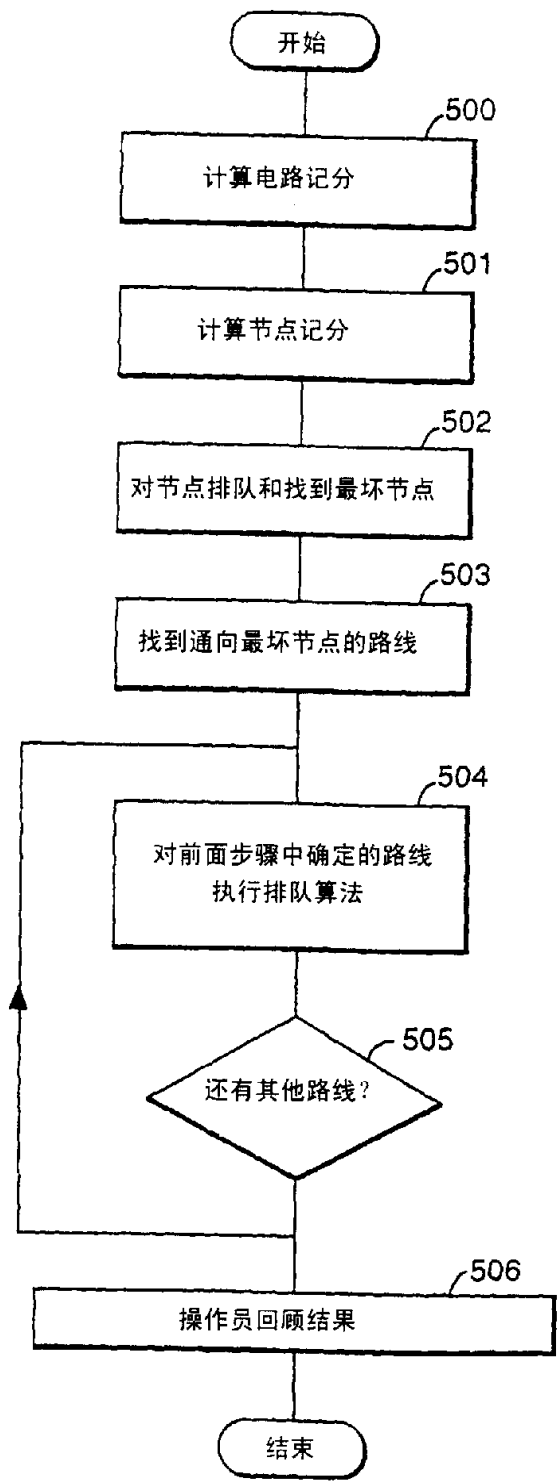


图9

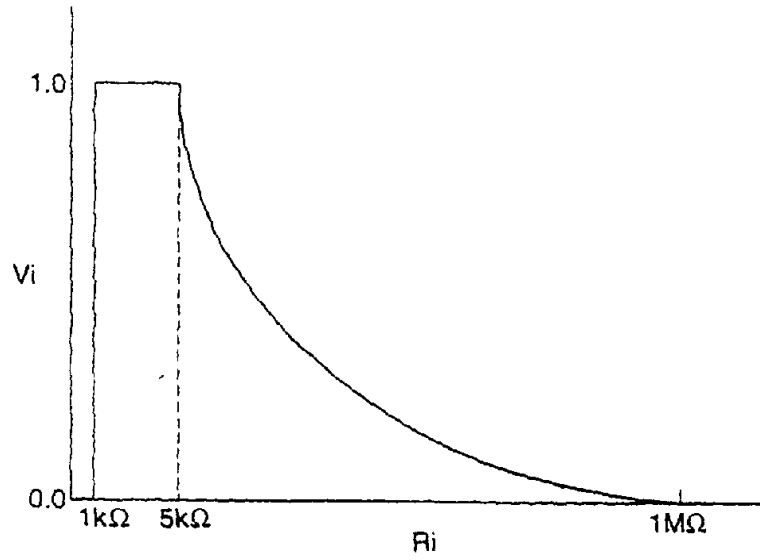


图10

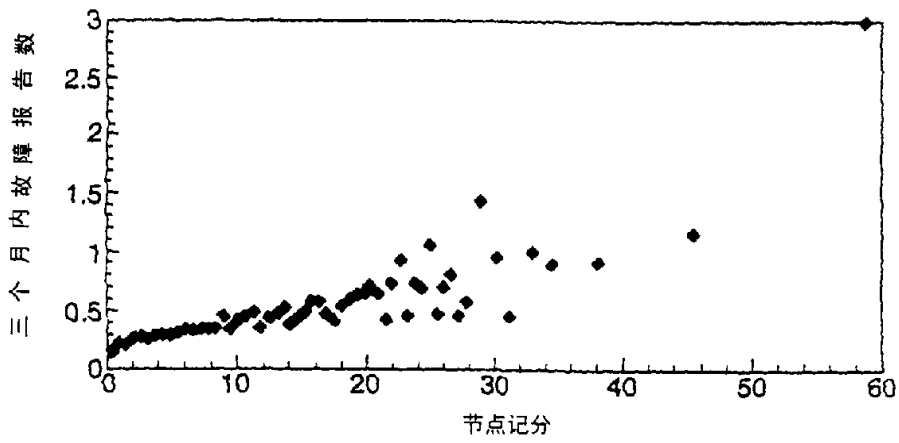


图11