

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H04J 14/02

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99110453.6

[43]公开日 2000 年 3 月 1 日

[11]公开号 CN 1246006A

[22]申请日 1999.7.14 [21]申请号 99110453.6

[30]优先权

[32]1998.7.15 [33]US [31]09/115,558

[71]申请人 朗迅科技公司

地址 美国新泽西

[72]发明人 丹尼尔·尤塞夫·阿尔-萨拉迈赫

[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

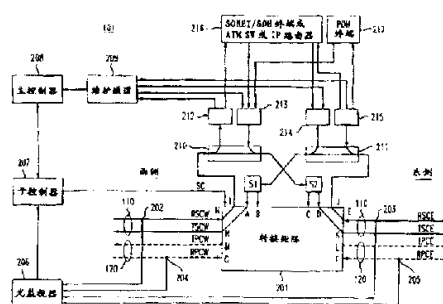
代理人 蒋世迅

权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图页数 12 页

[54]发明名称 带光恢复的光传输系统

[57]摘要

一种采用多个光节点的光传输系统,这些光节点至少用两个光传输介质,比如 光纤,在光环形传输结构内互连。这至少有两个光传输介质提供光业务传输容量和光保护传输容量。在光传输介质损坏后,光环形传输结构内各个光节点间 光通信的有效恢复,是靠一种自主光恢复装置和技术完成的。在一个业务容量 入口上检测到光信号丢失时,该节点自主地转换其光转换矩阵组态,把送出的 光信号的复制本,沿离开失效的方向路由。



ISSN 1008-4274

权利要求书

1. 一种用于光传输系统中的光节点，该系统包含多个在光传输环形结构内的光节点，这些光节点至少用两个光传输介质连接起来，该至少两个光传输介质提供工作光业务传输容量及备用光保护传输容量，该节点包括：

一个可控光转换矩阵，它有第一预定数的可能的光转换状态，并根据控制信号，在所述至少两个光传输的光业务容量和光保护容量之间可控地转换光信号，所述光转换矩阵有多个光输入端和多个光输出端，所述光输入端与所述光输出端的若干个与提供工作光业务的传输容量相关，而其余的所述光输入端与所述光输出端则与提供备用光保护容量相关；

一个光检测器，它检测在一个或多个与提供工作光业务传输容量相关的所述光转换矩阵的光输入端的光信号的丢失，并发出该光信号丢失的指示；和

一个控制器，响应于来自所述光检测器的光信号丢失指示，根据所述光检测器指出的光传输介质的损坏，产生控制信号，送至所述光转换矩阵，使所述光转换矩阵转变其转换状态，把准备在所述工作光业务传输容量上向着光信号丢失方向传送的光信号的复制本，沿离开检测到的光信号丢失的方向，在所述保护传输容量上传送。

2.按照权利要求 1 的发明，其中所述光检测器还在与提供光保护传输容量相关的所述光转换矩阵的输入端上检测光信号的出现，并且发出指示，表明光信号已在与提供光保护传输容量相关的一个光输入端上出现，同时，所述控制器根据光信号出现在与提供光保护传输容量相关的一个光输入端上的指示，发出控制信号，令所述光转换矩阵转变转换状态，使所述检测到的光信号，作为向相联于该节点的终端设备的输出而传送。

3.按照权利要求 1 的发明，其中所述光检测器，在与提供光保护传输容量相关的所述光转换矩阵的至少一个输入端上，检测光信号的

出现，并且发出指示，表明所述光信号在与提供所述光保护传输容量相关的所述光转换矩阵输入端上的所述出现，所述控制器发出转换控制信号，令在与提供所述光保护传输容量相关的所述光转换矩阵的光输入端上的所述检测到的光信号，通过所述节点，同时，所述可控光转换矩阵响应所述发出的控制信号，改变转换状态，使所述检测到的光信号，在与提供所述光保护传输容量相关的所述输入端上，完成所述通过。

4.按照权利要求 2 的发明，其中所述节点和所述可控光转换矩阵有一东侧和一西侧，当在东侧的一个输入端上，检测到光信号丢失时，所述光信号的所述复制本，响应转换控制信号，通过所述可控光转换矩阵，在所述节点和所述光转换矩阵的西侧，被传送至与所述光保护传输容量相关的一个输出端，同时，与提供所述光保护传输容量相关的光输入端上的所述光信号，出现在所述节点和所述光转换矩阵的西侧。

5.按照权利要求 2 的发明，其中所述节点和所述可控光转换矩阵有一东侧和一西侧，当在西侧的一个输入端上，检测到光信号丢失时，所述光信号的所述复制本，通过所述可控光转换矩阵，在所述节点和所述光转换矩阵的东侧，被传送至与所述光保护传输容量相关的一个输出端，同时，与提供所述光保护传输容量相关的光输入端上的所述光信号，出现在所述节点和所述光转换矩阵的东侧。

6.按照权利要求 1 的发明，其中所述可控光转换矩阵，响应转换控制信号，在转换所述丢失信号时，断开所述光输入端，这一过程由所述节点的终端设备检测。

7.一种光传输系统，它包含多个光节点，这些光节点在环形传输结构内由至少两个提供工作光业务传输容量及备用光保护传输容量的光传输介质连接，每个光节点包括：

一个可控光转换矩阵，它有第一预定数的可能的光转换状态，并在所述至少两个光传输的光业务容量和光保护容量之间，根据控制信号，可控地转换光信号，所述光转换矩阵有多个光输入端和多个光输

出端，所述光输入端与所述光输出端的若干个与提供工作光业务的传输容量相关，而其余的所述光输入端与所述光输出端则与提供备用光保护容量相关；

一个光检测器，它检测在一个或多个与提供工作光业务传输容量相关的所述光转换矩阵的光输入端的光信号的丢失，并发出该光信号丢失的指示；和

一个控制器，响应于来自所述光检测器的光信号丢失指示，根据所述光检测器指出的光传输介质的损坏，发出控制信号，送至所述光转换矩阵，使所述光转换矩阵转变其转换状态，把准备在所述工作光业务传输容量上向着光信号丢失方向传送的光信号的复制本，离开检测到的光信号丢失的方向，在所述保护传输容量上传送。

8.按照权利要求 7 的发明，其中所述光检测器还在与提供光保护传输容量相关的所述光转换矩阵的输入端上，检测光信号的出现，并且发出光信号在与提供光保护传输容量相关的一个光输入端上出现的指示，同时，所述控制器根据光信号在与提供光保护传输容量相关的一个光输入端上出现的指示，发出控制信号，令所述光转换矩阵转变转换状态，使所述检测到的光信号，作为向连接于该节点的终端设备的输出而被传送。

9.按照权利要求 7 的发明，其中所述光检测器在与提供光保护传输容量相关的所述光转换矩阵的至少一个输入端上，检测光信号的出现，并且发出指示，表明所述光信号在与提供所述光保护传输容量相关的所述光转换矩阵输入端上的所述出现，所述控制器发出转换控制信号，令在与提供所述光保护传输容量相关的所述光转换矩阵的光输入端上的所述检测到的光信号，通过所述节点，同时，所述可控光转换矩阵响应所述发出的控制信号，改变转换状态，使所述检测到的光信号，在与提供所述光保护传输容量相关的所述输入端上，完成所述通过。

10.按照权利要求 8 的发明，其中所述节点和所述可控光转换矩阵有一东侧和一西侧，当在东侧的一个输入端上，检测到光信号丢失时，所述光信号的所述复制本，响应转换控制信号，通过所述可控光转换

矩阵，在所述节点和所述光转换矩阵的西侧，被传送至与所述光保护传输容量相关的一个输出端，同时，与提供所述光保护传输容量相关的光输入端上的所述光信号，出现在所述节点和所述光转换矩阵的西侧。

11.按照权利要求 8 的发明，其中所述节点和所述可控光转换矩阵有一东侧和一西侧，当在西侧的一个输入端上，检测到光信号丢失时，所述光信号的所述复制本，通过所述可控光转换矩阵，在所述节点和所述光转换矩阵的东侧，被传送至与所述光保护传输容量相关的一个输出端，同时，与提供所述光保护传输容量相关的光输入端上的所述光信号，出现在所述节点和所述光转换矩阵的东侧。

12.按照权利要求 7 的发明，其中所述可控光转换矩阵，响应转换控制信号在转换所述丢失信号时，断开所述光输入端，这一过程由所述节点的终端设备检测。

说明书

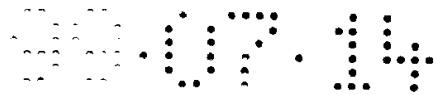
带光恢复的光传输系统

本发明涉及传输系统的恢复，更具体说，是涉及光学传输系统的恢复。

光传输系统，特别是那些采用密集波分复用（DWDM）的光传输系统，是最理想的系统，因为它们给出带宽特别宽的通信信道。DWDM传输系统中，单根光纤或单个光中继器上，每一个通信信道载有多个，例如 16 个、40 个、甚至 80 个光信道（波长）。但是，以较低的传送价格提供较宽带宽的通信信道，与通信业务因传输介质损坏而大范围中断的脆弱性，这两者之间要折衷选择。因此，光传输系统的性能，例如那些采用 DWDM 的光传输系统的性能，因为损坏对通信业务产生更大范围的冲击，故在传输介质损坏后，能自行恢复，是非常重要的。DWDM 光传输系统由于有恢复能力，受到特别关注。

在光传输系统中提供充分恢复的现有尝试，都集中在所谓 1+1 光保护转换和光交叉连接系统上。1+1 光保护转换在其应用上受到限制，而且不能有效地使用光纤。已知的光交叉连接系统，要用相当庞大的光转换结构，以适应光传输系统容量。遗憾的是，现在的技术不可能提供一个其光学性能可接受的如此庞大的转换结构。此外，在光交叉连接中使用如此庞大的转换结构会带来相对高的成本。还有，在恢复速度上，光交叉连接系统低于现有已知的 SONET/SDH 环形传输系统。为了保护光传输系统所用的所有波长，现有的装置不得不一次转换一个波长。这样的转换效率十分低。

最近，已经提出了一种光学恢复系统，当光传输介质损坏后，它能对环内各光学节点间的光通信实现有效的恢复，它用一个相对简单且有效的光转换矩阵，光转换矩阵有一个可能转换状态的第一数，然后，只用一个比第一数少的可能转换状态的第二数，把损坏的或失效的光传输介质的业务传输容量，在光学上转换到另一个光传输介质的



光保护传输容量上。当光转换矩阵没有实际用在把失效的光传输介质的光业务容量，转换到其他光传输介质的备用光保护容量时，光转换矩阵的光转换状态是断开的。使用这个相对简单的光转换矩阵，可以转换大批光波长，与用现有装置逐个波长转换大不相同。但是，转换控制信号必须通过一条维护通道传送，以便在光环形传输系统中的其他节点完成适当的转换。

现有已知的光恢复系统的这些问题和其他限制，可以在一种光通信系统中得到克服，该系统采用多个光节点，这些光节点至少用两个光传输介质，比如光纤，在光环形传输结构内互连。在这个例子中，这至少两个光传输介质提供业务传输容量和光保护传输容量。在光传输介质损坏后，光环形传输结构内各个光节点间光通信的有效恢复，是靠一种自主光恢复装置和技术完成的。为此，每一节点自主地控制该节点内的一个光转换矩阵，以实现所需的恢复，无需从一个主控制器或一个中央控制器，把转换控制信号从环内另外的节点传送过来。

具体地说，环形传输结构内的每一节点，都有能力在其光输入端检测光信号的出现或不出现。在一个业务容量入口上检测到光信号丢失时，该节点自主地转换其光转换矩阵组态，把送出的光信号的复制本，沿离开失效的方向路由。在保护容量入口检测到光信号的出现之后，该节点自主地转换其光转换矩阵组态，把从保护容量端口进来的光信号传送至与该节点相连的终端设备。此外，每一节点还有能力检测在其保护容量入口上信号状态的变化。在保护容量入口上，从没有信号到检测到光信号，节点自主地根据这一变化，转换其转换矩阵，让检测到的光信号通过，到达保护容量出口。

本发明的技术优点是，借助节点的光转换矩阵，转换状态之间的转换更快，从而在光环形传输结构中得到更块的整体恢复。还有，即使节点主控制器不能进行维护工作或因其他原因不能工作，仍能完成恢复。

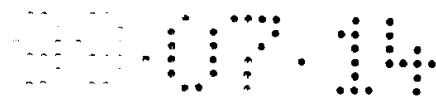


图 1 以简化方框图的形式，画出一个光环形传输系统的各个部分；

图 2 以简化方框图的形式，画出图 1 系统中使用的的一个光节点的各个部分，且包含本发明的一个实施例；

图 3 以简化方框图的形式，画出一个独特的光转换矩阵的各个部分，它被用在含有本发明一个实施例的光节点中，并按常规的光业务传输画出；

图 4 以简化方框图的形式，画出一个独特的光转换矩阵的各个部分，它被用在含有本发明一个实施例的光节点中，并按节点东侧有信号丢失而开始恢复来画出；

图 5 以简化方框图的形式，画出一个独特的光转换矩阵的各个部分，它被用在含有本发明一个实施例的光节点中，并按节点东侧有信号丢失而完成恢复来画出；

图 6 以简化方框图的形式，画出一个独特的光转换矩阵的各个部分，它被用在含有本发明一个实施例的光节点中，并按节点西侧有信号丢失而开始恢复来画出；

图 7 以简化方框图的形式，画出一个独特的光转换矩阵的各个部分，它被用在含有本发明一个实施例的光节点中，并按节点西侧有信号丢失而完成恢复来画出；

图 8 以简化方框图的形式，画出一个独特的光转换矩阵的各个部分，它被用在含有本发明一个实施例的光节点中，并按完成恢复画出，恢复的办法是，让在光保护传输容量上接收的光信号从节点通过；

图 9 是个流程图，它表明：根据检测到的、在光业务传输容量上进入光节点的光信号的丢失，光环形传输结构执行恢复的步骤；

图 10 以简化方框图的形式，画出常规运行下连接在光环形传输结构内的多个光节点，以及在每一个光节点内的光转换矩阵的连接方式；

图 11 以简化方框图的形式，画出根据光传输介质的损坏，执行光保护转换时，连接在光环形传输结构内的多个光节点，以及在每一个光节点内的光转换矩阵的连接方式；和

图 12 以简化方框图的形式，画出图 2 的光监视器 206 的各个部分。

图 1 以简化方框图的形式，画出连接在一个环形结构中的双向光传输系统 100。为了说明的简单和清楚，画出的光传输系统 100 只包括光节点 101 到 104，每一个都被作为本发明的一个实施例。光节点 101 到 104 用双向光传输介质 110 和双向光传输介质 120 互连，在本例中，为了说明的简单和清楚，双向光传输介质 110 传送常用的业务传输容量，也为了说明的简单和清楚，在本例中的双向光传输介质 120 传送备用的保护传输容量。在本例中，光传输介质 110 和 120 由光纤组成，且每一个都可以由单根光纤或两根（2）光纤构成。就是说，双向光传输系统 100 可以是一种两（2）光纤系统或一种四（4）光纤系统。在本发明的一个优选实施例里，采用两（2）光纤系统，每一根光纤理论上包含 30% 的业务带宽和 30% 的保护带宽。在本发明的另一个实施例里，这两（2）根光纤中的一根可以载有常用业务传输容量，而另一根光纤可以载有备用保护传输容量。在一个四（4）光纤系统里，分隔的两根光纤被用来沿传输的两个方向传送常用业务传输容量，而另一对分隔的光纤被用来沿传输的两个方向传送备用保护传输容量。光传输系统 100 可以传送例如 8 个，16 个，32 个，40 个，80 个，等通信信道，亦即波长。应该指出，不论是两（2）光纤装置或是四（4）光纤装置中，都用一个所谓遥测通道作为维护通道，附加在通信信道上。因此，在一个八（8）信道系统中，传送的是九（9）个信道，在一个 16 信道系统中，传送的是 17 个信道，如此类推。维护通道要格外传送转换信息，以便组织光传输系统 100 中的光节点 101 到 104。下面说明，如何用维护通道，响应传输介质的损坏或类似事件，传送保护转换信息，恢复在光传输系统 100 中的传输。两（2）光纤系统和四（4）光纤系统是大家熟知的。

图 2 以简化方框图的形式，画出包括本发明的一个实施例的光节点 101-104 的各个部分，且工作在常规传送方式。就是说，没有光传输介质损坏或其他传输业务中断。再者，为了说明的简单和明了，已知双向常用业务传输容量正在光传输介质 110 上传送，又已知备用保

护传输容量正在光传输介质 120 上传送。如上面所指出的，在本发明的一个优选实施例中，这至少两根光纤的每一根，都传送常用业务传输容量和备用保护传输容量。图上画出，来自西侧的光接收业务容量（RSCW）被送至专利申请人的独特的光转换矩阵 201 的输入端 H，向着西侧的光发送业务容量（TSCW）从光转换矩阵 201 的输出端 N 送出，向着西侧的光发送保护容量（TPCW）从光转换矩阵 201 的输出端 M 送出，而来自西侧的光接收保护容量被送至光转换矩阵 201 的输入端 G。同样，在节点 101 的东侧，光接收业务容量（RSCE）被送至输入 E，光发送业务容量（TSCE）从输出 K 送出，光接收保护容量（RPCE）被送至输入 F 和光发送保护容量（TPCE）从输出 L 送出，所有容量都送至/来自光转换矩阵 201。送至输入 H 的 RSCW 经光转换矩阵 201 被送至输出 I，从而送至光分支/插入多路复用器 210。同样，送至输入 E 的 RSCE 经光转换矩阵 201 被送至输出 J，从而送至光分支/插入多路复用器 211。来自光多路复用器 211 的 TSCW 被送至光分路器 S1，光分路器 S1 形成 TSCW 的两个版本。一个 TSCW 版本被送至输入 A，从而送至光转换矩阵 201 的输出 N，同时，另一个 TSCW 版本被送至输入 B，以备保护转换请求之用。同样，来自光分支/插入多路复用器 210 的 TSCE 被送至光分路器 S2，形成 TSCE 的两个版本。一个 TSCE 版本被送至输入 D，从而送至光转换矩阵 201 的输出 K，同时，另一个 TSCE 版本被送至输入 C，以备保护转换请求之用。控制光转换矩阵 201 运行的控制（SC）信号从子控制器 207 送来。下面说明光转换矩阵 201 各个部分及其运行。

通过 RSCW，RPCE，RPCW 和 RPCE 每一个传送的、相对小的部分光能量（例如，小于 2%），分别通过光抽头 202，203，204，和 205 耦合至光监视器 206。光监视器 206 对向光节点 101 传送光信号、从而也送至光转换矩阵 201 的任何光传输送，都检测其光信号的出现与否。还有，应该注意，光监视器 206 在光转换矩阵 201 的输入端发出指示，以表明一个光信号是否出现。光监视器 206 的细节结合图 12 在后面说明。在光转换矩阵 201 的输入端，任何 LOS 信息和有无光信

号的指示，都从光监视器 206 送至子控制器 207，子控制器 207 向光转换矩阵 201 传送转换控制（SC）信号，以便启动和执行任何请求的保护转换，完成光恢复。要着重指出，光转换矩阵状态的转换由光环形结构中每一个节点自主地完成，不需要维护通道中发送的转换指示信号，而在现有已知装置中则是必需的。主控制器 208 提供格外的转换信息给维护通道单元 209。维护通道单元 209 通过维护通道把维护信息传送至光合并器 213 和 214，在合并器上，维护通道与其他准备通过分支/插入多路复用器 210 与 211 插入 TSCW 和 TSCE 的光信道（如果有的话）合并，传送至光节点 102 到 104 以外的节点，以备那些光节点需要时使用。注意，如果已实现保护转换，那么维护通道适当地通过 TPCW 与/或 TPCE 传送。进来的维护通道信息由 RSCW 和 RSCE 传送，如果已实现保护转换，则适当地由 RPCW 与/或 RPCE 传送，并经过分支/插入多路复用器 210 和 211 被分别引出至光分路器 212 和 215。光维护通道信息从光分路器 212 和 215 传送至维护通道单元 209，然后到主控制器 208。由分支/插入多路复用器 210 和 211 分出的光通信信道，同样被分别传送至光分路器 212 和 215。来自光分路器 212 和 215 的光通信信道信息，按需要传送至光终端设备 216。终端设备 216 例如可以包括：同步光网络/同步数字体系（SONET/SDH）的终端，或异步传递方式（ATM）转换器，或因特网协议（IP）路由器，诸如此类。此外，来自光分路器 215 的光通信信道信息被传送至准同步数字体系（PDH）终端 217。来自终端设备 216 的通信信道信息为传送而插入光合并器 213 和 214，然后到分支/插入多路复用器 210 和 211。来自准同步数字体系（PDH）终端 217 的光通信信道信息被传送至光合并器 213，然后到分支/插入多路复用器 210，以便插入 TSCE 与/或 TPSE 中。注意，在本例中，来自终端 217 的准同步数字体系（PDH）的通信信息是关于 TSCE 与/或 TPCE 的传输段跨距，因而，只传送至 TSCE 与/或 TPCE。这里已经说明了一个可与一个节点连结的终端设备的例子。很明显，其他的或附加的终端设备也可以与一个节点连结。

图 3 以简化方框图的形式，画出专利申请人的独特的光转换矩阵，例如本发明一个实施例中使用的光转换矩阵 201 的各个部分。注意，在这个例子中，输入 A 至 H 和输出 I 至 N 都是光学的。图 3 内画出的光分路器 S1，它通常把西侧边界的双路光通信信道，传输至光转换矩阵 201 的输入端 A 和 B，图上还画出光分路器 S2，它通常把东侧边界的双路光通信信道，传输至光转换矩阵 201 的输入端 C 和 D。应该指出，在这个例子中，输入 A 沿西侧边界方向直接连接到输出 N，而输入 D 沿东侧边界方向直接连接到输出 K。当然，这些“直接”连接可以按许多方法中任何一种来做，例如可以在系统建立时分配光转换器，以完成所需的连接，或者可以根据控制信号动态地连接。这些“直接”连接大大地简化光转换矩阵 201，并使之更有效。光转换矩阵 201 还包括可控光转换器 301 至 305。光转换器 301 至 305 由子控制器 207（图 2）来的直接控制（SC）信号控制，以完成包括传送来的通信信道等各种光信号的整体转换。因为整体光转换更为高效地完成光信号的转换，所以这是专利申请人独特的光转换矩阵的一项重要性能。还要指出，现有已知装置的转换是以一个光信道对一个光信道为基础的，它比专利申请人使用的整体转换，效率显著低得多。还应指出，虽然光转换矩阵 201 有八（8）个输入端和六（6）个输出端，只允许 10 个转换状态，其中两（2）个转换状态被指定为预先分配的光输入与光输出的连接。两个光转换状态的这种预先分配可以有許多方法实现，例如恒定的光连接，或光转换器常转换在这些光转换状态上，或光转换器动态地转换到所需的状态上，如此等等。因此，实际上光转换矩阵 201 只有八（8）个可以转换的状态，这大大地减少光信号转换的复杂性，并且可以使用相对简单的立即可购得的转换元件。确实不需要太复杂的转换矩阵，但在一个光信道对一个光信道的转换装置中或在光交叉连接转换中则不行。还需指出，光转换矩阵 201 的那两（2）个允许的光转换状态，仅在通过光节点时使用。

简化的光转换矩阵 201 的可控转换状态，是利用可控光转换器 301 到 305 实现的。为此，输入 H 和 F 被传送至光转换器 301 的各自输入。

输入 E 和 G 被传送至光转换器 302 的各自输入。输入 B 和 C 被传送至光转换器 303 的各自输入。光转换器 301 的一个输出被传送至光输出 I。因此，或通过输入 H 或通过输入 F 传送的一个光信号，能够根据控制信号 SC，可控地通过光转换器 301 被传送至输出 I。光转换器 302 的一个输出被传送至光输出 J。从而，或通过输入 E 或通过输入 G 传送的一个光信号，能够根据控制信号 SC，可控地通过光转换器 302 传送至输出 J。光转换器 301 的另一个输出被传送至光转换器 305 的一个输入，而光转换器 303 的一个输出被传送至光转换器 305 的另一个输入。然后，或通过输入 C 或通过输入 F 传送的一个光信号，能够根据控制信号 SC，可控地通过光转换器 305，301，和 303 而传送至输出 M。光转换器 302 的另一个输出被传送至光转换器 304 的一个输入，而光转换器 303 的另一个输出被传送至光转换器 304 的另一个输入。因此，或通过输入 B 或通过输入 G 传送的一个光信号，能够根据控制信号 SC，可控地通过光转换器 304，302，和 303 被传送至输出 L。

对光信号的常规光业务传输容量传输，图 3 画出其光转换矩阵的转换状态。为此，输入 H 被传送至转换器 301 的一个输入，又被一个输出传送至输出 I，而输入 E 传送至转换器 302 的一个输入，又被一个输出传送至输出 J。如上面所指出，输入 A 直接连接到输出 N 和输入 D 直接连接到输出 K。

图 4 以简化方框图的形式，画出一个独特的光转换矩阵的各个部分，它被用在含有本发明一个实施例的光节点中，并按节点东侧有信号丢失而开始恢复来画出。画在图 4 上的光转换矩阵 201，在结构和运行上与图 3 的全同。画在图 4 上的转换矩阵的各个元件，所标数字与图 3 上相同元件的数字相同，因此不再详细讨论。特别指出，根据检测到来自东侧的光信号的丢失，就是说，在光输入 E 上没有检测到信号（噪声），转换矩阵 201 便根据转换控制（SC）信号开始恢复，令光转换器 302 把输入 E 从输出 J 断开，并令光转换器 303 和 305 把输入 C 连接到输出 M。输入 H 继续通过转换器 301 与输出 I 连接。在

功能上说，转换矩阵 201 的这一操作是使通常送至光业务传输容量（光纤）输出 K 的光信号的一个复制本，沿离开丢失信号的、损坏的传输介质或光放大器的方向，即向西，通过光保护传输容量上的输出 M。因此，转换矩阵 201 为损坏而启动恢复所完成的连接是：输入 H 仍旧通过转换器 301 与输出 I 连接，输入 A 实际上依旧与输出 N 连接，输入 C 通过转换器 303 和 305 与输出 M 连接，以及输入 D 实际上仍旧与输出 K 连接。应该指出，由转换器 301，302，303，和 305 所作的上述连接，全都根据发生在节点内的转换控制（SC）信号，从而是在节点内自主进行的。

图 5 以简化方框图的形式，画出一个独特的光转换矩阵的各个部分，它被用在含有本发明一个实施例的光节点中，并按节点东侧有信号丢失而完成恢复来画出。画在图 5 上的光转换矩阵 201，在结构和运行上也与图 3 的全同。画在图 5 上的转换矩阵的各个元件，所标数字与图 3 上相同元件的数字相同，因此不再详细讨论。确实，画在图 5 上的、由转换器 301，303，304，和 305 完成的连接，与图 4 全同。唯一的差别是，转换器 302 根据转换控制（SC）信号所完成的连接，是把进入的光保护传输容量（光纤）的输入 G 连接到输出 J。这一连接是根据在本节点内经过光监视器 206（图 2）的、在输入 G 上接收到的一个光信号的检测结果而完成的，并且完成了节点内向东传送失败的恢复。

因此，如图 4 和图 5 所示，转换矩阵 201 根据完全发生在节点内的转换控制（SC）信号而运行，由此可见，节点自主地产生必须的转换连接，以完成在此节点内的恢复。不需要由其他节点或由一个中央控制器提供转换控制信号。

图 6 以简化方框图的形式，画出一个独特的光转换矩阵的各个部分，它被用在含有本发明一个实施例的光节点中，并按节点西侧有信号丢失而开始恢复来画出。画在图 6 上的光转换矩阵 201，在结构和运行上与图 3 的全同。画在图 6 上的转换矩阵的各个元件，所标数字与图 3 上相同元件的数字相同，因此不再详细讨论。特别指出，根据

检测到来自西侧的光信号的丢失，就是说，在光输入 H 上没有检测到信号（噪声），转换矩阵 201 便根据转换控制（SC）信号开始恢复，令光转换器 301 把输入 H 从输出 I 断开，并令光转换器 303 和 304 把输入 B 连接到输出 L。输入 E 继续通过转换器 302 与输出 J 连接。在功能上说，转换矩阵 201 的这一操作是使通常送至光业务传输容量（光纤）输出 N 的光信号的一个复制本，沿离开丢失信号、不能向西传送的传输介质或光放大器的方向，即向东，通过光保护传输容量上的输出 L。因此，转换矩阵 201 为不能向节点西侧传送而启动恢复所完成的连接是：输入 E 仍旧通过转换器 302 与输出 J 连接，输入 A 实际上依旧与输出 N 连接，输入 B 通过转换器 303 和 304 与输出 L 连接，以及输入 D 实际上仍旧与输出 K 连接。应该指出，由转换器 301，302，303，和 304 所作的上述连接，全都根据发生在节点内的转换控制（SC）信号，从而是在节点内自主进行的。

图 7 以简化方框图的形式，画出一个独特的光转换矩阵的各个部分，它被用在含有本发明一个实施例的光节点中，并按节点西侧有信号丢失而完成恢复来画出。画在图 7 上的光转换矩阵 201，在结构和运行上也与图 3 的全同。画在图 7 上的转换矩阵的各个元件，所标数字与图 3 上相同元件的数字相同，因此不再详细讨论。确实，画在图 7 上的，由转换器 301，302，303，和 304 完成的连接，与图 6 全同。唯一的差别是，转换器 301 根据转换控制（SC）信号所完成的连接，把进入的光保护传输容量（光纤）的输入 F 连接到输出 I。这一连接是在本节点内，通过光监视器 206（图 2），检测到输入 F 上接收到的一个光信号而进行的，并且完成节点内向西传送失败的恢复。

因此，如图 6 和图 7 所示，转换矩阵 201 根据完全产生在节点内的转换控制（SC）信号而运行，由此可见，节点自主地产生必须的转换连接，以完成在此节点内的恢复。不需要由其他节点或由一个中央控制器提供转换控制信号。

图 8 以简化方框图的形式，画出一个独特的光转换矩阵的各个部分，它被用在含有本发明一个实施例的光节点中，并按完成恢复画出，

恢复的办法是，让在光保护传输容量上接收的光信号从节点通过。画在图 8 上的光转换矩阵 201，在结构和运行上也与图 3 的全同。画在图 8 上的转换矩阵的各个元件，所标数字与图 3 上相同元件的数字相同，因此不再详细讨论。确实，转换器 301 和 302 完成的连接是：输入 H 连接到输出 I，和输入 E 连接到输出 J。输入 A 实际上仍旧连接到输出 N，而输入 D 实际上仍旧连接到输出 K。这些连接与图 3 所画的连接完全相同，并为通过节点提供常规的光业务传输容量。为了把光信号送至光环形传输结构进行恢复操作，在通过的节点内必须完成附加的转换连接。为此，转换矩阵 201 根据完全发生在通过的节点内的控制（SC）信号，并在节点内，通过光监视器 206（图 2），检测到光保护传输容量（光纤）输入 F 与/或输入 G 上接收的光信号，据此进行适当的通路连接。在本例里，这些通路连接是：转换器 301 还要把输入 F 连接到转换器 305 的一个输入上，以及转换器 302 还要把输入 G 连接到转换器 304 的一个输入上。又，转换器 305 完成把输入 F 连接到输出 M，而转换器 301 和转换器 304 完成把输入 G 连接到输出 L。再有，这些在光保护传输容量上所作的通路连接，都是在通过的节点内自主地进行的，不需要其他节点或中央控制器提供转换信号或消息。

图 9 是一个流程图，画出一个光节点的子控制器 207（图 2）根据检测到的光传输介质损坏而执行的操作。根据光监视器 206（图 2）送至子控制器 207 的信号丢失的指示，过程开始执行步骤 901。然后，步骤 902 启动一个所谓微秒（msec）计数器时钟。步骤 903 检测在步骤 902 是否已计数了一个预定的阈值时间间隔。如果步骤 903 的检测结果是“否”，步骤 904 使步骤 902 的计数器复位，同时，控制回到步骤 902。之后，步骤 902，903，和 905 不断重复，直至步骤 903 产生一个“是”结果，控制转移至步骤 905。步骤 905 发出转换控制（SC）信号，送至转换矩阵 201（图 2），开始恢复检测到信号丢失所指示的损坏。对东侧损坏的自主恢复操作已在图 4 画出并已在前面说明。同样，对西侧损坏的自主恢复操作已在图 6 画出并已在前面说明。然后，步骤 906 指出一个光信号的检测结果，这个光信号是在节点的一个光

保护容量输入上，即输入 F 与/或输入 G 上收到的。步骤 907 启动一个微秒（msec）计数器时钟。步骤 908 检测步骤 907 的计数器是否已计数了一个预定的阈值时间间隔。如果步骤 908 的检测结果是“否”，步骤 909 使步骤 907 的计数器复位，同时，控制转移至步骤 907。步骤 907，908，和 909 不断重复，直至步骤 908 产生一个“是”结果，控制转移至步骤 910。步骤 910 发出转换控制（SC）信号，送至转换矩阵 201（图 2），完成检测到信号丢失所指示的损坏的恢复。完成东侧损坏的自主恢复操作已在图 6 画出并已在前面说明。同样，完成西侧损坏的自主恢复操作已在图 7 画出并已在前面说明。过程通过步骤 911 结束。

注意，对通过的节点，在光保护传输容量输入 F 与/或输入 G 上，利用检测一个光信号的出现而终止的预定阈值时间间隔，来控制转换矩阵 201，完成光保护传输容量上的通路连接，已在图 8 画出并已在前面说明。

注意，对通过的节点，图 9 的步骤 903 和 908 中的阈值时间间隔，用于确定：在转换到恢复状态之前，损坏情况是否维持了某个预定时间间隔。

图 10 以简化方框图的形式，画出常规运行时，连接在环形传输结构内的多个光节点，即 1001 到 1004，以及在每一个光节点内的光转换矩阵的连接方式。这些光学连接与图 3 的光转换矩阵 201 相同，这里不再解释。

图 11 以简化方框图的形式，画出根据光传输介质的损坏，执行光恢复，亦即光保护转换时，连接在光环形传输结构内的多个光节点，即 1101 到 1104，以及在每一个光节点内的光转换矩阵的连接方式。如图所示，光传输介质的损坏发生在光节点 1101 的东侧、光节点 1104 的西侧。因此，光节点 1101 自主地对检测到的东侧光介质的损坏作出响应，同时光节点 1104 自主地对检测到的西侧光介质的损坏作出响应。在光节点 1101 内完成的光转换连接，与图 5 画的光转换矩阵 201 根据东侧光介质的损坏所作的连接完全一样，在上面关于图 5 的说明

中已经说明。在光节点 1104 内完成的光转换连接，与图 7 画的光转换矩阵 201 的连接完全一样，在上面关于图 7 的说明中已经说明。对通过的节点 1102 和 1103，其转换矩阵 201 与图 8 所画的转换矩阵 201 完全相同，在上面关于图 8 的说明中已经说明。

图 12 以简化方框图的形式，画出图 2 的光监视器 206 的各个部分。在这个例子中，光监视器 206 由四个 (4) LOS 检测器单元，即 1200-1 到 1200-4 组成。进来的光信号 RSCW 被光抽头 202 (图 2) 送至 LOS 检测器 RSCW 1200-1，进来的光信号 RPCW 被光抽头 204 送至 LOS 检测器 RPCW 1200-2，进来的光信号 RSCE 被光抽头 203 送至 LOS 检测器 RSCE 1200-3，以及进来的光信号 RPCE 被光抽头 205 送至 LOS 检测器 RPCE 1200-4。LOS 检测器 1200-1 到 1200-4 完全相同，因而只需详细解释 LOS 检测器 1200-1。LOS 检测器 1200-1 包括滤光器 1201，它在本例中是一个通常的光波多路复用器，用于从进来的光信号 RSCW 中除去维护通道。RSCW 余下的光信号包括通信信道，即波长，被送至干涉滤光器 1202，它在本例中是一个已知的带通滤光器。特别指出，干涉滤光器 1202 把送来的光信号分离成所谓带内光信号和所谓带外光信号。带内光信号含有例如波长在预定范围内的光信号，一个例子是从 1548nm (纳米) 至 1562nm (即 λ_1)，而带外光信号含有波长在预定带内范围以外的光信号。滤光器 1202 把带内光信号传送至光检测器 1203，把带外光信号传送至光检测器 1204。光检测器 1203 和 1204 用熟知的方式，把送来的光信号转换成电信号 (例如电流)。从光检测器 1203 出来的电流被送至电流-电压变换器 1205，它把电流变换成电压信号。一种这类电流-电压变换器是通常的 2V/mA 变换器，它可以用作本例中的变换器 1205。来自变换器 1205 的电压信号被送至放大器 1206，后者实质是一个缓冲放大器，即 1:1 放大器。放大器 1206 的输出被送至比较器 (C) 1207 的负输入端。来自光检测器 1204 的电流被送至电流-电压变换器 1208，变换成电压信号。一种这类电流-电压变换器也是通常的 2V/mA 变换器，它可以用作本例中的变换器 1208。来自变换器 1208 的电压信号

被送至放大器 1209, 后者在本例中是一个 30: 1 放大器。这个 30: 1 的放大因子用于均衡带内信号和带外信号。这个 30: 1 的放大因子被用作阈值以确定一个 LOS 是否已经出现。实际上, 我们认识到, 当没有 LOS 出现时, 带内信号功率约比带外信号功率大 60 倍。当一个 LOS 已经出现时, 带内信号功率约为带外信号功率的 40 倍。放大器 1209 的输出被送至比较器 (C) 1207 的正输入端。当放大器 1206 的输出大于放大器 1209 的输出, 即带内信号功率大于带外信号功率时, 比较器 1207 产生一个低态输出, 即逻辑零 (0)。否则, 比较器 1207 产生一个高态输出, 即逻辑 1 (1)。比较器 1207 的输出被送至脉宽检测器 1210, 后者检测比较器输出从低态到高态转变后的持续时间。如果脉宽检测器 1210 输出高态的时间持续一段预定的时间间隔, 例如, 在零 (0) 和 3.2 秒之间, 可以断定一个 LOS 已经出现。否则, 表明出现光信号。当一个 LOS 已经出现, 脉宽检测器 1210 向子控制器 207 (图 2) 送出输出 LOS_W 和 $\overline{LOS_W}$ 。

LOS 检测器 RPCW 1200-2, LOS 检测器 RSCE 1200-3, 和 LOS 检测器 RPCE 1200-4 在结构和运行上基本与 LOS 检测器 RSCW 1200-1 相同。LOS 检测器 1200-2 送出输出 LOS_X 和 $\overline{LOS_X}$, LOS 检测器 1200-3 送出输出 LOS_Y 和 $\overline{LOS_Y}$, 而 LOS 检测器 1200-4 送出输出 LOS_Z 和 $\overline{LOS_Z}$, 所有这些输出都送至子控制器 207。因此, LOS_Y 为 HIGH 时, 表示转换矩阵 201 的输入 E 上的信号丢失。 $\overline{LOS_Y}$ 为 HIGH 时, 表示转换矩阵 201 的输入 E 上出现光信号。 LOS_X 为 HIGH 时, 表示转换矩阵 201 的输入 G 上没有光信号。 $\overline{LOS_X}$ 为 HIGH 时, 表示转换矩阵 201 的输入 G 上有光信号。 LOS_W 为 HIGH 时, 表示转换矩阵 201 的输入 H 上的信号丢失。 $\overline{LOS_W}$ 为 HIGH 时, 表示转换矩阵 201 的输入 H 上出现光信号。 LOS_Z 为 HIGH 时, 表示转换矩阵 201 的输入 F 上没有光信号。 $\overline{LOS_Z}$ 为 HIGH 时, 表示转换矩阵 201 的输入 F 上有光信号。

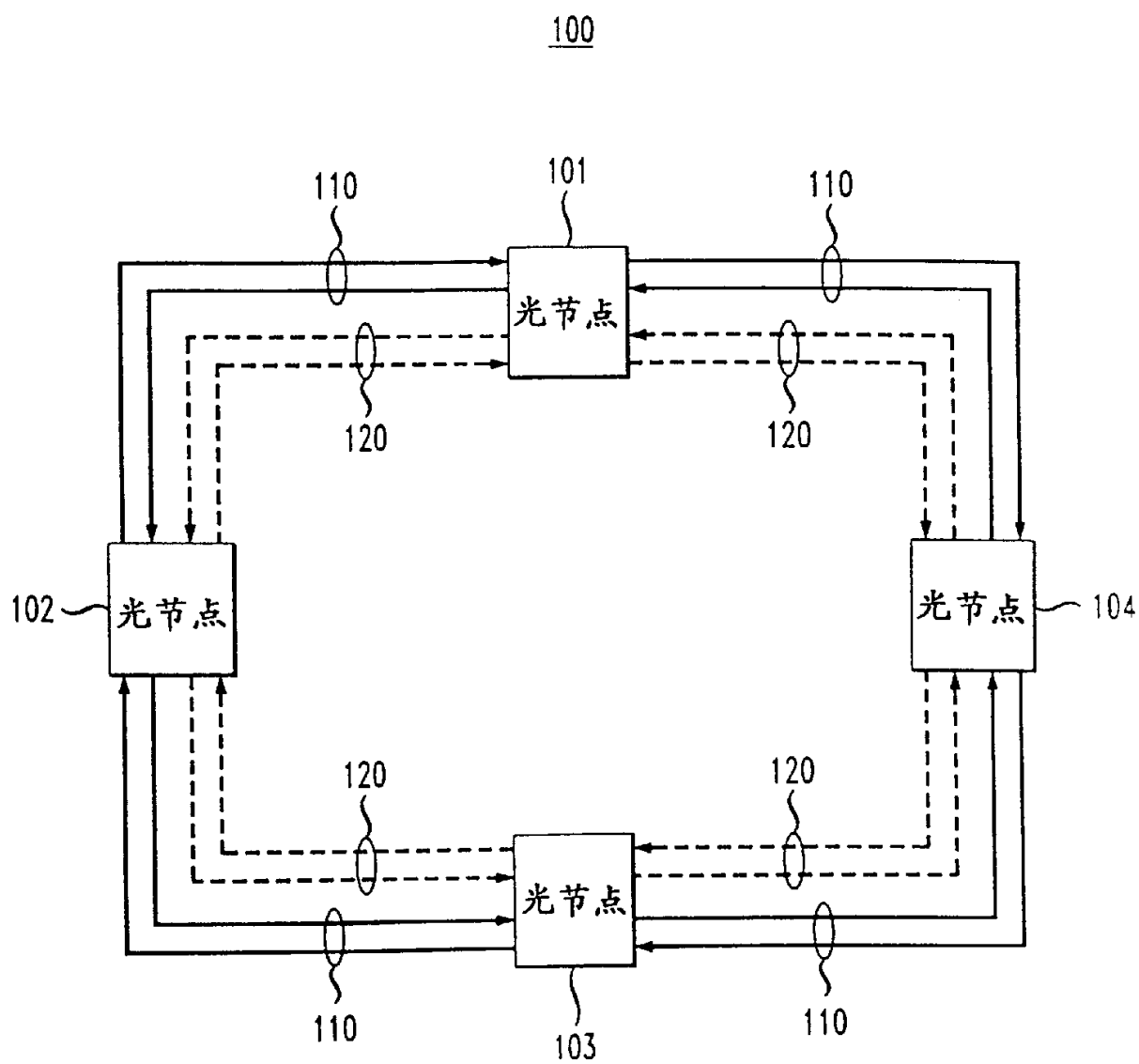
如前面关于图 4 至图 8 所作的说明, 子控制器 207 根据来自光监视器 206 的信号丢失和信号出现的指示, 完成光转换矩阵 201 转换状

态的转换。

同业人员应该清楚，把光节点与其中的光转换矩阵在光传输介质上对接，要有适当的接口设备。接口设备必然在一定程度上依赖于所用的是两个还是四个光传输介质，即光纤。

说明书附图

图 1



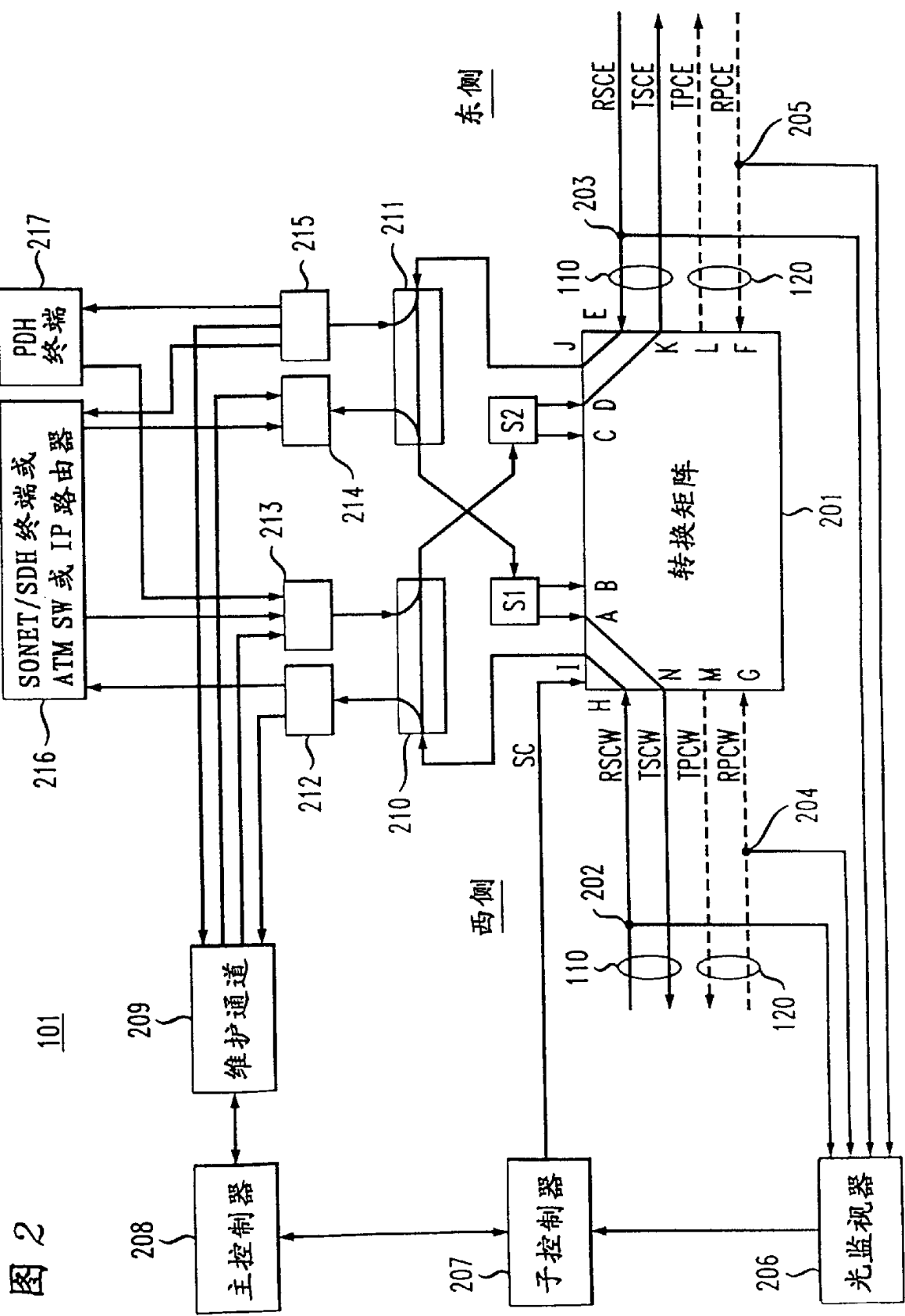


图 3

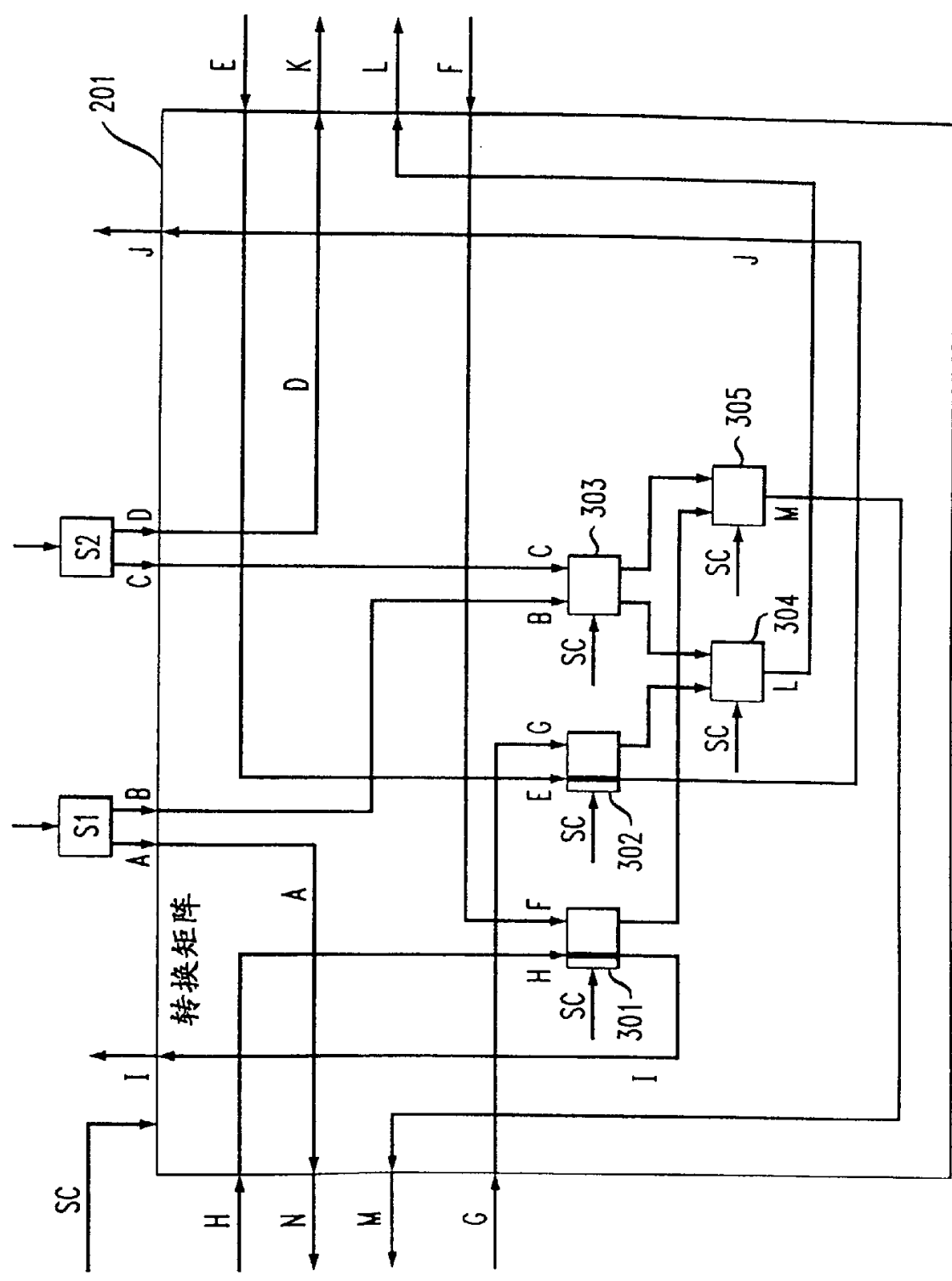


图 4

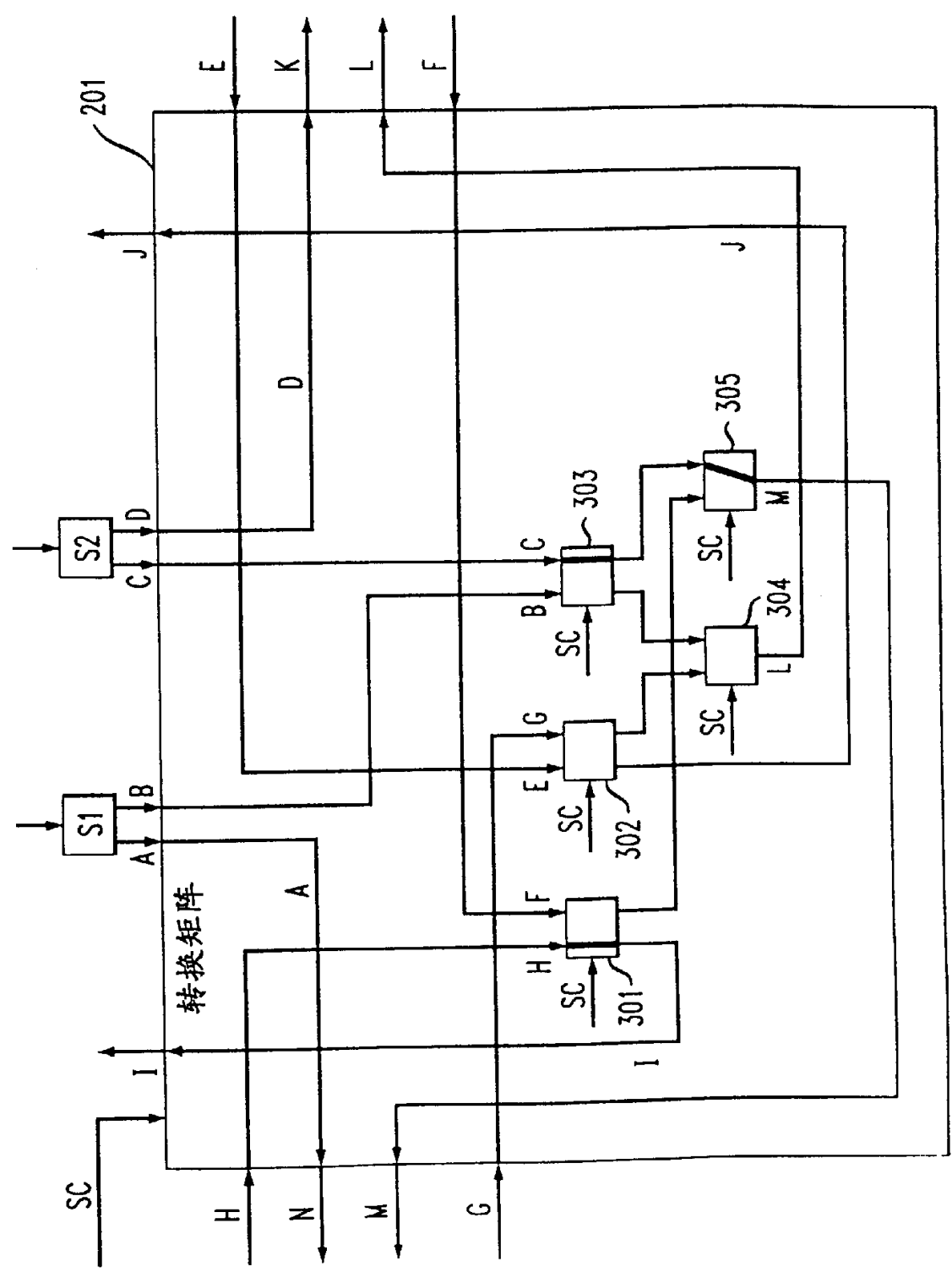


图5

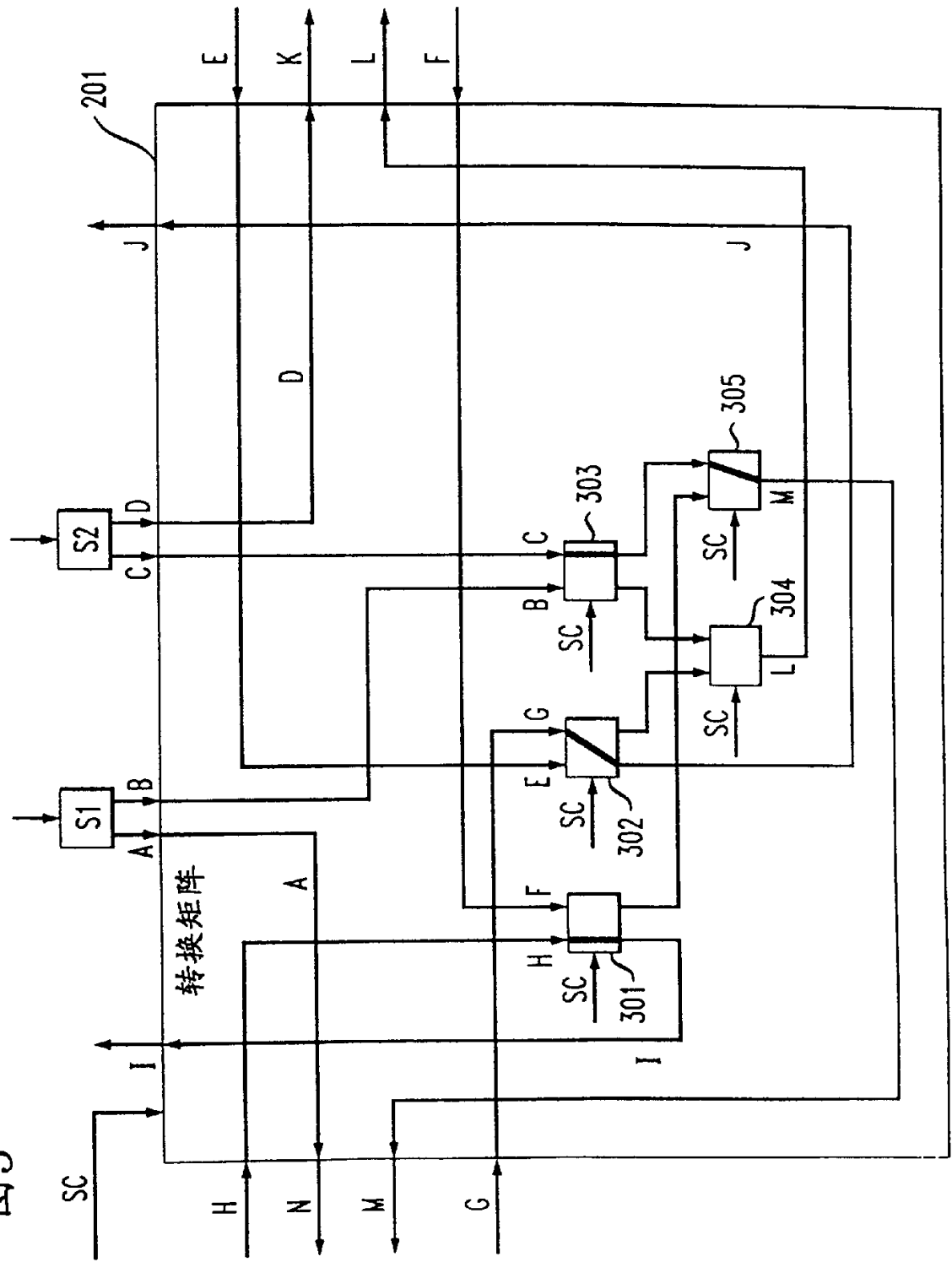
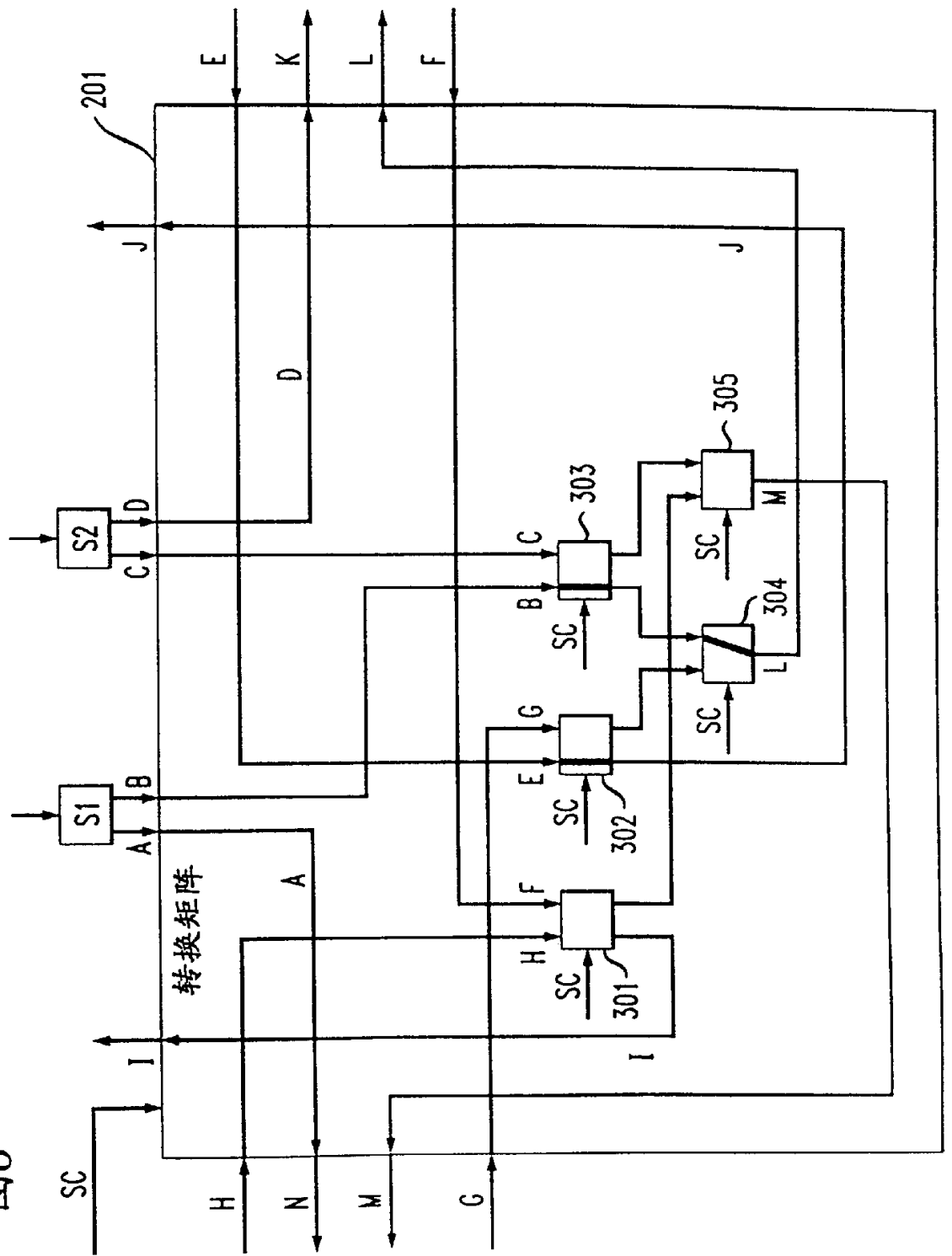
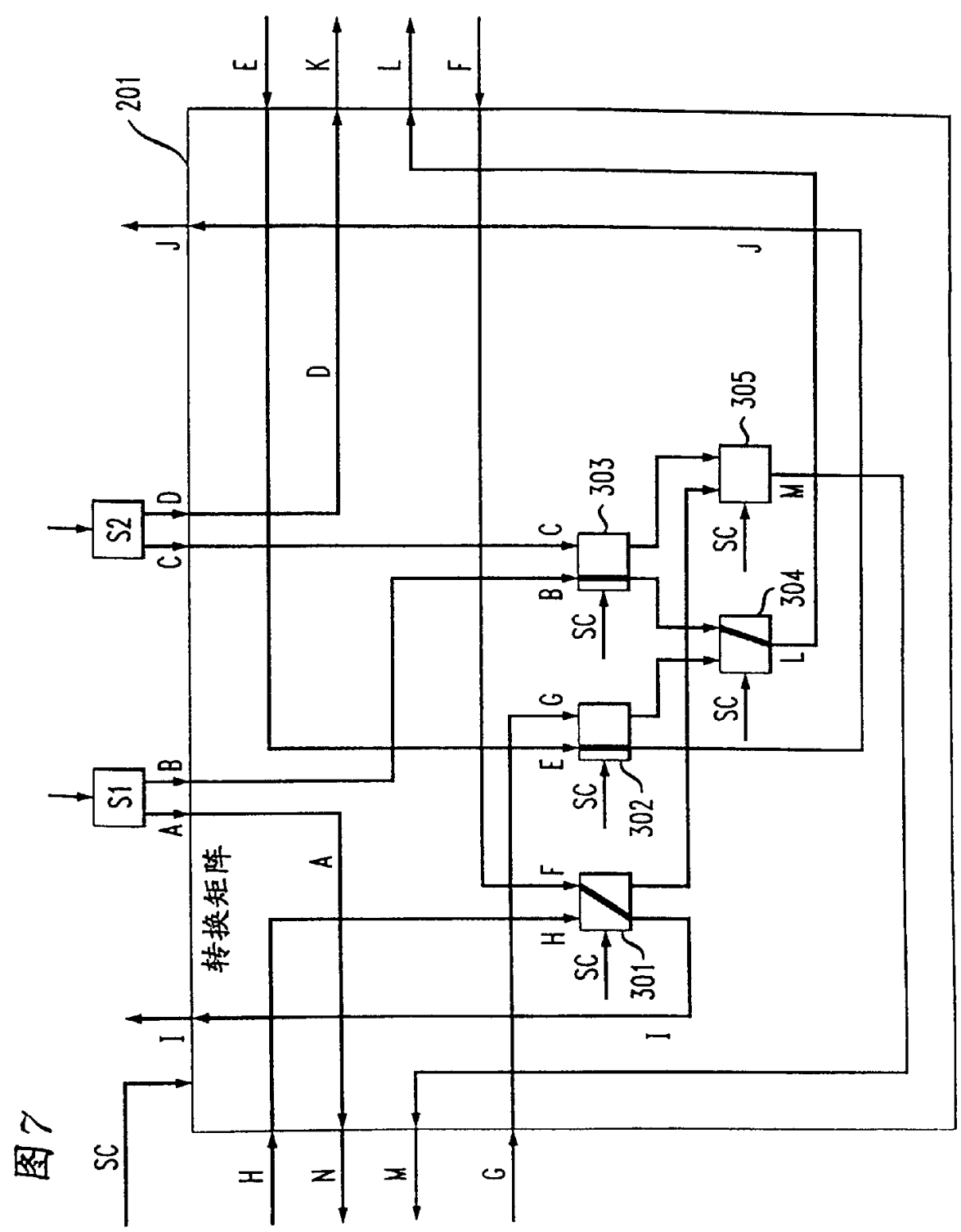


图6





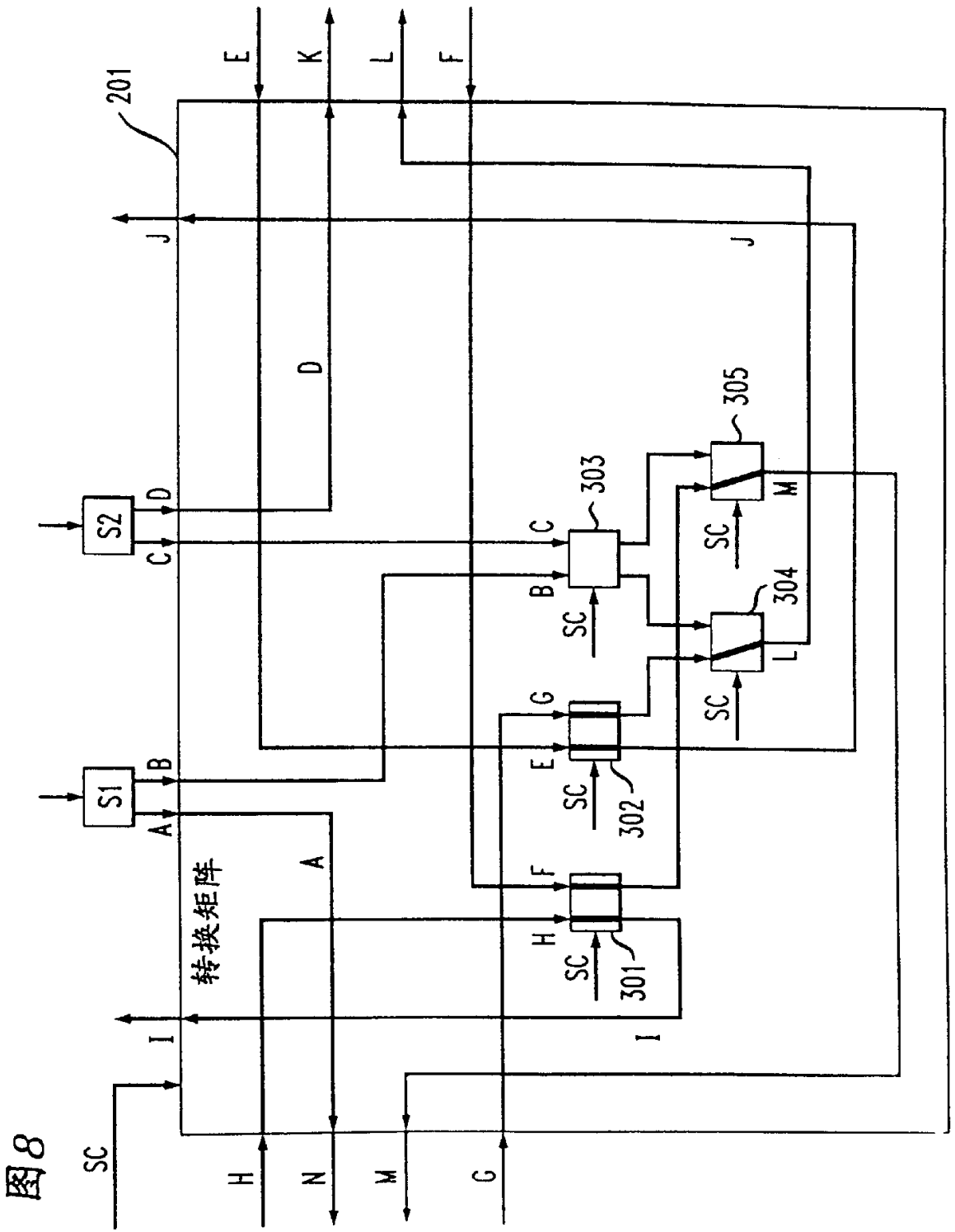
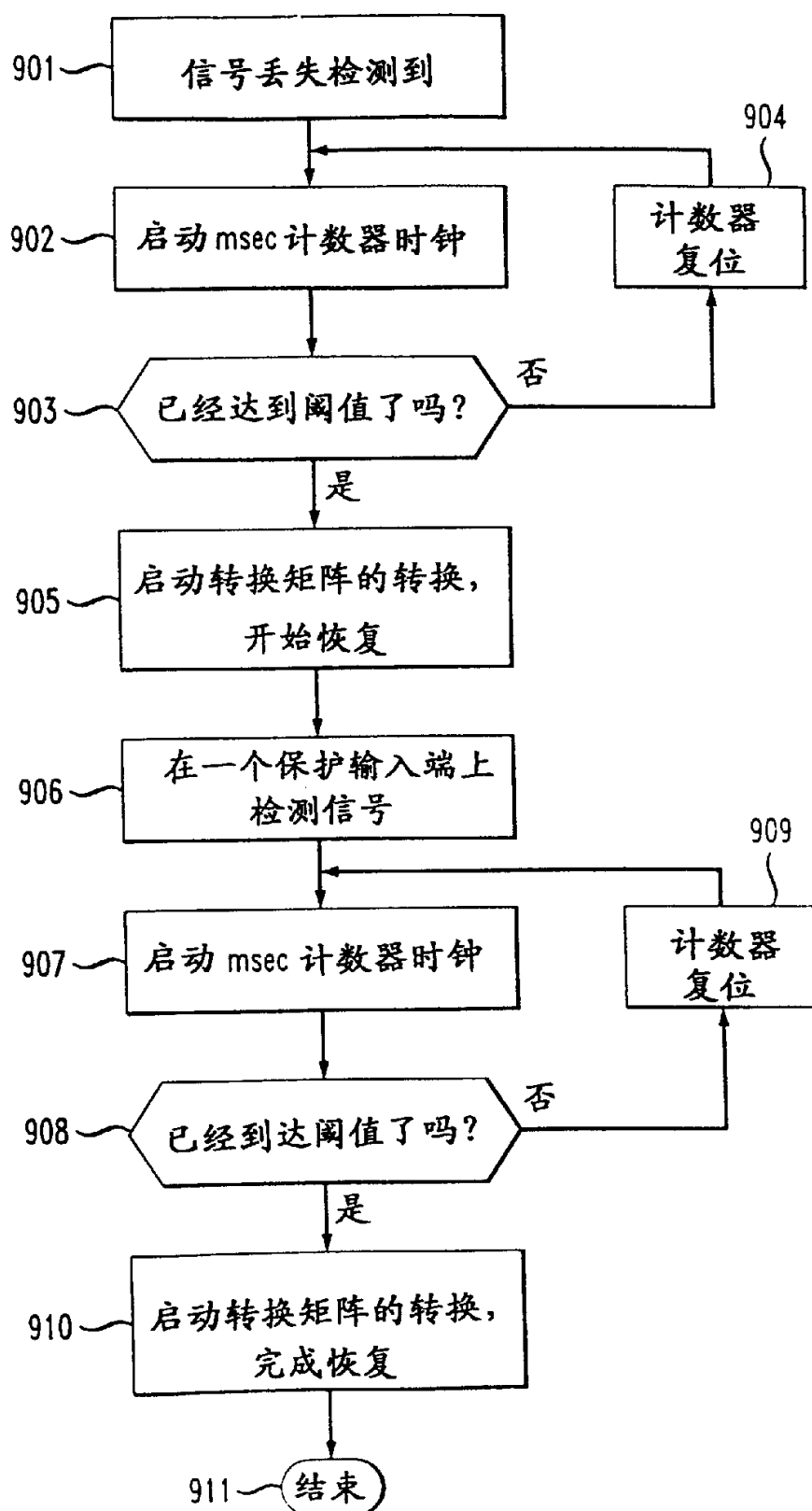


图 9



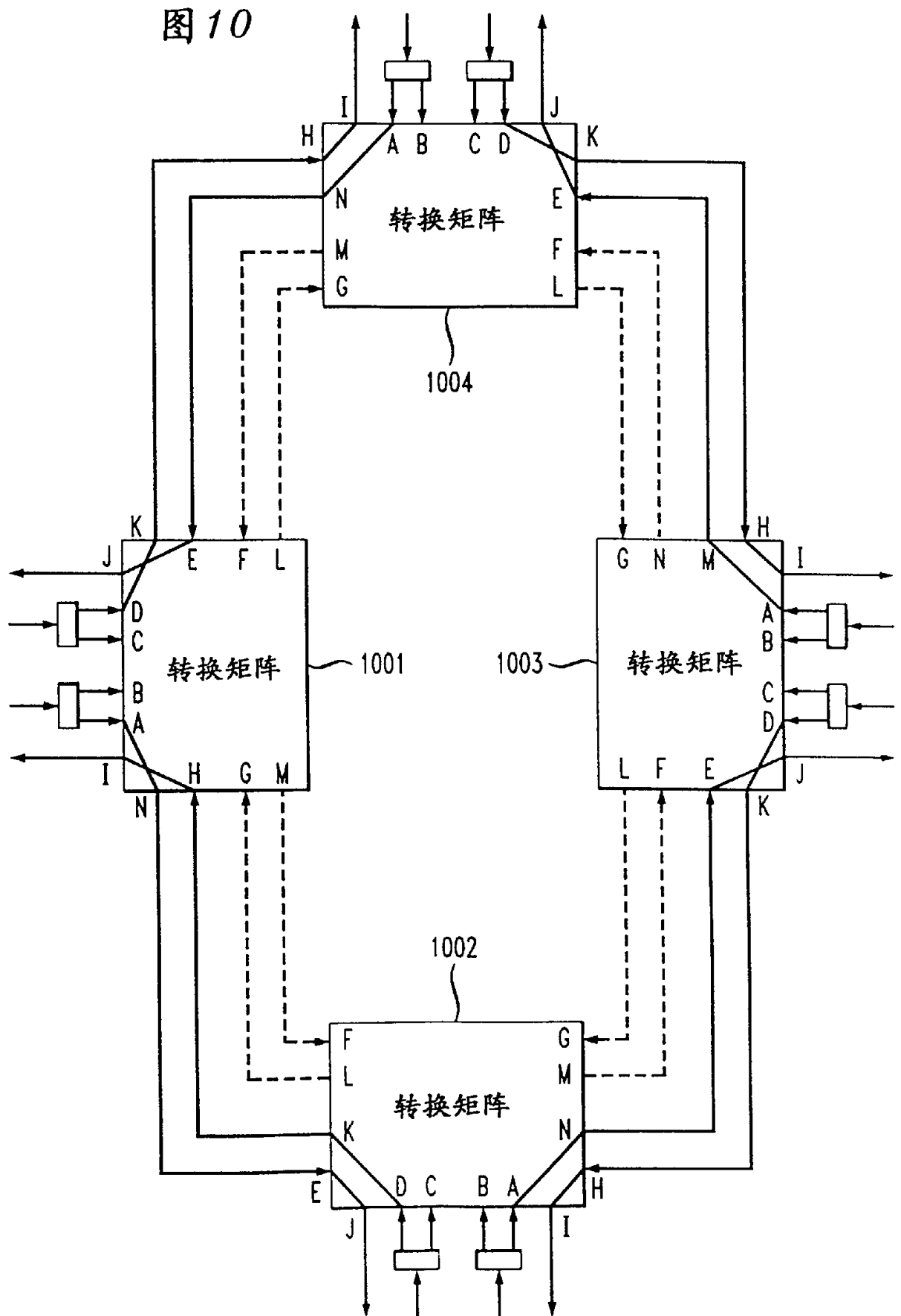


图 11

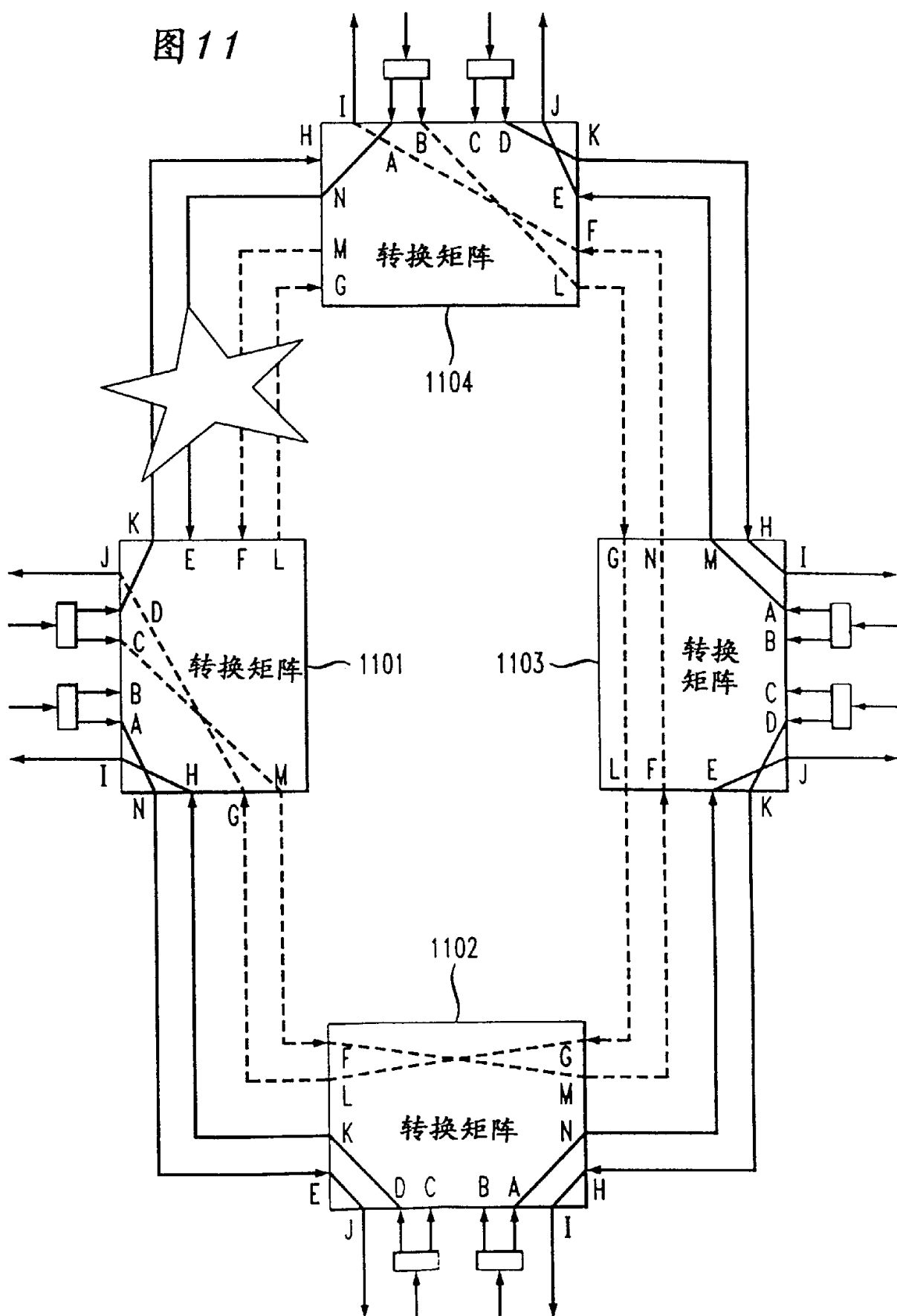


图12

