



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103684716 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310329754. 7

(22) 申请日 2013. 07. 31

(30) 优先权数据

12178677. 6 2012. 07. 31 EP

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 马塞尔·基斯林 约阿希姆·洛迈尔

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 张春水 高少蔚

(51) Int. Cl.

H04L 1/22 (2006. 01)

H04L 12/751 (2013. 01)

H04L 12/42 (2006. 01)

H04L 12/44 (2006. 01)

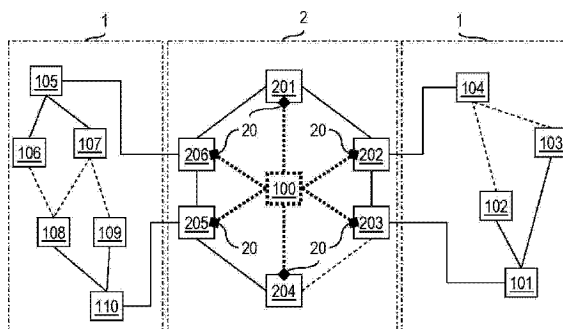
权利要求书3页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

在可冗余操作的工业通信网络中传输消息的方法和可冗余操作的工业通信网络的通信设备

(57) 摘要

本发明涉及一种用于在可冗余操作的通信网络中进行消息传输的方法,所述通信网络包括具有树状拓扑的第一子网和第二子网。在第一子网中根据生成树协议传输消息。在此,与第一子网的网络节点相关联的通信设备相互交换具有拓扑信息的信息以用于形成树状拓扑。在第二子网中,根据并行或环形冗余协议传输消息。虚拟的网络节点配置为第一子网的网络根节点,所述虚拟的网络节点分别经由不会由于错误中断的虚拟的连接与第二子网的全部网络节点连接。



1. 一种用于在能冗余操作的工业通信网络中进行消息传输的方法,其中,
 - 在具有树状拓扑的第一子网中根据生成树协议传输消息,其中与所述第一子网的网络节点相关联的通信设备相互交换具有拓扑信息的消息以用于形成树状拓扑,并且根据所交换的拓扑信息通过与所述第一子网的网络节点相关联的所述通信设备确定作为树状拓扑的基本元素的网络根节点,并且其中,从所述网络根节点起建立到所述第一子网的其余的网络节点的无环路的连接,
 - 在第二子网中,根据并行或环形冗余协议传输消息,
 - 所述第一子网和所述第二子网经由多个通信设备相互耦合,
 - 将虚拟的网络节点配置为所述第一子网的网络根节点,所述虚拟的网络节点分别经由不会由于错误中断的虚拟的连接与所述第二子网的全部网络节点连接,
 - 将所述第一子网的包括所述虚拟的网络节点的拓扑信息在与所述第二子网的网络节点相关联的通信设备的相应的虚拟的端子上配置为所述第一子网所接收到的拓扑信息,
 - 仅根据所述并行或者环形冗余协议处理与所述第二子网的网络节点相关联的通信设备的失效或者在所述第二子网的两个网络节点之间的连接的失效,其中保留将所述虚拟的网络节点作为第一子网的网络根节点的配置。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中通过激活与所述第二子网的网络节点相关联的至少两个通信设备上的相应的虚拟的端子来配置所述虚拟的网络节点。
3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中在配置所述虚拟的网络节点时分别根据与网络根节点相关联的节点标识符来首先对所述第一子网的拓扑信息进行检查:通过其节点标识符标识的虚拟的网络节点是否已经存在于所述第一子网之内,并且其中仅在得到否定的检查结果的情况下激活与所述第二子网的第一网络节点相关联的第一通信设备上的虚拟的端子,其中变为零的路径成本与在所述第一网络节点和所述虚拟的网络节点之间的虚拟的连接相关联。
4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中在得到肯定的检查结果的情况下,确定在所述第二子网的与所述第一通信设备相关联的第一网络节点和所述虚拟的网络节点之间的路径成本,并且其中仅在所述第一网络节点和所述虚拟的网络节点之间的路径成本变为零的情况下激活与所述第二子网的第二网络节点相关联的第二通信设备上的虚拟的端子,其中变为零的路径成本与所述第二网络节点和所述虚拟的网络节点之间的虚拟的连接相关联。
5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中在所述第一网络节点和所述虚拟的网络节点之间的路径成本没有变为零的情况下,用信号报告错误配置。
6. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中在配置所述虚拟的网络节点时检查:与所述虚拟的网络节点联接的全部通信设备是否在所述第二子网之内相互连接,并且其中在得到否定的检查结果的情况下用信号通知错误配置。
7. 根据权利要求 1 至 6 之一所述的方法,其中与所述第二子网的网络节点相关联的通信设备根据所述并行或环形冗余协议相互交换具有所述第一子网的拓扑信息的消息,将其与所述第一子网的本地可用的拓扑信息进行比较,并且根据比较结果确定所述第一子网的所得出的拓扑信息。
8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中与所述第二子网的网络节点相关联的所述通信设备根据所确定的所述第一子网的所得出的拓扑信息相关于到所述第一子网的闭合的和 /

或断开的连接调整所述通信设备的配置。

9. 根据权利要求 1 至 8 之一所述的方法,其中所述第一子网的拓扑信息包括对所述第一子网的网络节点之间的现有连接的说明,并且其中,根据确定到所述网络根节点的最小的路径成本建立从所述网络根节点起到所述第一子网的其余的网络节点的无环路的连接。

10. 根据权利要求 1 至 9 之一所述的方法,其中在与所述第二子网的网络节点相关联的通信设备之间仅根据并行或环形冗余协议来传输消息。

11. 根据权利要求 1 至 10 之一所述的方法,其中通过与所述第二子网的网络节点相关联的全部通信设备统一地确定所述第一子网的所得出的所述拓扑信息。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,其中通过与所述第二子网的网络节点相关联的所述通信设备提供所得出的一致的拓扑信息,以用于在所述第一子网中应用生成树协议。

13. 根据权利要求 1 至 12 之一所述的方法,其中所述生成树协议是 Spanning Tree Protocol、快速生成树协议或多生成树协议。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,其中具有所述第一子网的拓扑信息的所述消息是网桥协议数据单元。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的方法,其中具有所述第一子网的拓扑信息的所述消息分别包括端口优先级向量,在与所述第二子网的网络节点相关联的通信设备之间交换和比较所述端口优先级向量。

16. 根据权利要求 1 至 15 之一所述的方法,其中与第一和 / 或第二子网的网络节点相关联的通信设备是交换机或网桥。

17. 根据权利要求 1 至 16 之一所述的方法,其中所述并行或环形冗余协议是并行冗余协议、高可用性无缝冗余协议或媒体冗余协议。

18. 一种用于能冗余地操作的工业通信网络的通信设备,所述工业通信网络包括:具有树状拓扑以及根据生成树协议进行消息传输的第一子网、具有根据并行或环形冗余协议进行消息传输的第二子网和与两个子网耦合的多个通信设备,所述通信设备具有:

- 用于根据所述并行或环形冗余协议在所述第二子网内进行消息传输的机构,
- 用于配置所述第一子网的作为虚拟的网络节点的网络根节点的机构,所述虚拟的网络节点分别经由不会由于错误而中断的虚拟的连接与所述第二子网的全部网络节点连接,
- 用于将所述第一子网的包括所述虚拟的网络节点的拓扑信息配置为所述第一子网的在虚拟的端子上所接收到的拓扑信息的机构,其中所述拓扑信息设置用于确定作为树状拓扑的基本元素的网络根节点,并且其中所述网络根节点形成用于建立到所述第一子网的其余的网络节点的无环路的连接的起点,
- 用于仅根据所述并行或环形冗余协议处理与所述第二子网的网络节点相关联的通信设备的失效或者在所述第二子网的两个网络节点之间的连接的失效的机构,其中提出,保留将所述虚拟的网络节点作为所述第一子网的网络根节点的配置。

19. 根据权利要求 18 所述的通信设备,其中通过激活与所述第二子网的网络节点相关联的至少两个通信设备上的虚拟的端子来配置所述虚拟的网络节点。

20. 根据权利要求 19 所述的通信设备,其中所述通信设备构造并且设计成,使得在配置所述虚拟的网络节点时分别根据与网络根节点相关联的节点标识符来首先对所述第一子网的拓扑信息进行检查:通过其节点标识符标识的虚拟的网络节点是否已经存在于所述

第一子网之内,并且仅在得到否定的检查结果的情况下激活与所述第二子网的第一网络节点相关联的第一通信设备上的虚拟的端子,其中变为零的路径成本与在所述第一网络节点和所述虚拟的网络节点之间的虚拟的连接相关联。

21. 根据权利要求 20 所述的通信设备,其中所述通信设备构造并且设计成,使得在得到肯定的检查结果的情况下,确定所述第二子网的与所述第一通信设备相关联的第一网络节点和所述虚拟的网络节点之间的路径成本,并且仅在所述第一网络节点和所述虚拟的网络节点之间的路径成本变为零的情况下激活与所述第二子网的第二网络节点相关联的第二通信设备上的虚拟的端子,其中变为零的路径成本与所述第二网络节点和所述虚拟的网络节点之间的虚拟的连接相关联。

22. 根据权利要求 21 所述的通信设备,其中所述通信设备构造并且设计成,使得在所述第一网络节点和所述虚拟的网络节点之间的路径成本没有变为零的情况下,用信号报告错误配置。

23. 根据权利要求 18 至 22 之一所述的通信设备,其中所述通信设备构造并且设计成,使得在配置所述虚拟的网络节点时检查:与所述虚拟的网络节点联接的全部通信设备是否在所述第二子网之内相互连接,并且在得到否定的检查结果的情况下用信号通知错误配置。

24. 根据权利要求 18 至 23 之一所述的通信设备,其中设有用于将具有所述第一子网的拓扑信息的信息根据所述并行或环形冗余协议与和第二子网的网络节点相关联的其他通信设备进行交换的机构。

25. 根据权利要求 24 所述的通信设备,其中设有用于将具有所述第一子网的拓扑信息的所交换的消息与所述第一子网的本地可用的拓扑信息相比较的并且用于根据比较结果确定所述第一子网的所得出的拓扑信息的机构。

26. 根据权利要求 25 所述的通信设备,其中设有用于根据所确定的所述第一子网的所得出的拓扑信息对所述通信设备相关于到所述第一子网的闭合的和 / 或断开的连接进行配置调整的机构。

在可冗余操作的工业通信网络中传输消息的方法和可冗余操作的工业通信网络的通信设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在可冗余操作的工业通信网络中进行消息传输的方法和一种用于可冗余操作的工业通信网络的通信设备。

背景技术

[0002] 工业自动化系统通常包括多个经由工业通信网络相互联网的自动化设备并且在制造或生产自动化的范围中用于控制或调节装置、机器或者设备。由于在借助于工业自动化系统自动化的技术系统中的时间重要的框架条件,在工业通信网络中主要应用实时通信协议,如 Profinet、Profibus 或实时以太网来在自动化设备之间进行通信。

[0003] 在工业自动化系统或者自动化设备的计算单元之间的通信连接的中断能够导致服务请求的传输的不期望或者不必要的重复。这造成工业自动化系统的通信连接的附加的负荷,这可能会导致进一步的系统故障或系统错误。此外,没有被传输的或没有完全地传输的消息例如阻碍工业自动化系统过渡到安全的操作状态下或者留在安全的操作状态下。这最终可能会导致整个生产装置的失效和成本高昂的生产停工状态。在工业自动化系统中,常常由具有相对多的、但是相对短的消息的讯息流量而引起特殊的问题,由此加剧了上述问题。

[0004] 从 W02008/119649A1 中已知一种用于重新配置分组交换的通信网络的方法,所述通信网络包括第一子网和第二子网。在第一子网中应用第一网络协议时,而在第二子网中应用不同于第一网络协议的第二网络协议。两个子网通过至少三个冗余的数据链相互连接,分别仅激活所述三个冗余的数据链中的一个以用于有效数据交换。在此,主数据链预先设定地是激活的,而至少两个从数据链预先设定地是禁用的。通过第二子网的与主数据链连接的主桥来监视主数据链或者从数据链的失效。在这样的失效的情况下,主桥生成第一数据包并且将其传送给第二子网的与从数据链连接的从桥。根据可预设的选择规则通过主桥来选择从桥。接下来,通过所选择的从桥来处理第一数据包。第一数据包包括逻辑信息,根据所述逻辑信息至少部分地执行在从桥的与从数据链连接的端口上的第一网络协议并且通过在从桥的端口上执行的第一网络协议来激活从数据链。

[0005] 在 EP2343857A1 中说明了一种用于通信网络的网络节点,所述通信网络包括第一子网和与所述第一子网连接的第二子网。在第一子网中应用生成树协议,而在第二子网中应用与第一子网的协议不同的第二协议。网络节点设立为用于第二子网的元素并且构造成用于在第二子网内进行通信。此外,网络节点借助于生成树功能构造和设立为用于监视和控制第二子网的生成树主节点。因此,第二子网被在第一子网中应用的生成树协议视作为虚拟的网络节点,其方式为:作为生成树主节点的网络节点对第二子网的其他网络节点进行生成树协议应用。

[0006] 从 W02010/105828A1 中已知一种用于操作具有冗余特性的通信网络的方法,所述通信网络具有环形网络拓扑。在通信网络内,通信设备经由数据线以其数据端口相互连接

并且基于通信协议经由数据线交换控制数据以及有效数据。为了避免消息在通信网络的网中无限地循环,除用于控制或者监视媒体冗余的消息以外,借助于通信协议阻止消息经由各个通信设备的所选定的数据端口进行传输。在通信网络内将两个不同的通信协议彼此并行地应用在通信设备中。例如通过将待阻塞的数据端口的监控分配给单独的通信协议来实现不同的通信协议的并行应用。替选于此,能够为通信协议选择参数,使得通过第一通信协议不阻挡根据第二通信协议视为激活的连接。

发明内容

[0007] 本发明基于下述目的,提供一种用于在可冗余操作的、具有至少两个子网的工业通信网络中进行消息传输的方法,所述方法在将生成树协议应用在子网中的一个的情况下能够实现在故障情况下快速地重新配置网络,以及提供一种适合于实施所述方法的通信设备。

[0008] 根据本发明,所述目的通过一种用于在可冗余操作的工业通信网络中进行消息传输的方法和一种用于可冗余操作的工业通信网络的通信设备来实现。本发明的有利的改进形式在下文中说明。

[0009] 按照根据本发明的方法,在具有树状拓扑的第一子网中根据生成树协议传输消息。在此,与第一子网的网络节点相关联的通信设备相互交换具有拓扑信息的信息以用于形成树状拓扑。根据所交换的拓扑信息,通过与第一子网的网络节点相关联的通信设备确定作为树状拓扑的基本元素的网络根节点。从网络根节点开始建立到第一子网的其余的网络节点的无环路的连接。在第二子网中,根据并行或环形冗余协议传输消息。第一子网和第二子网经由多个通信设备相互耦合。与第一或第二子网的网络节点相关联的通信设备优选是交换机或者网桥。

[0010] 根据本发明,将虚拟的网络节点配置为第一子网的网络根节点,所述虚拟的网络节点分别经由不能由于错误而中断的虚拟连接与第二子网的全部网络节点连接。此外,第一子网的包括虚拟的网络节点的拓扑信息在与第二子网的网络节点相关联的通信设备的相应的虚拟端子(Anschluss)上被配置为第一子网的接收到的拓扑信息。通过虚拟的网络节点以及虚拟的连接和端子能够指定虚构的实体或者经由其特性而被具体化的实体,尽管所述实体实际上并不存在,但是在其可被描述的功能方面发挥作用。虚拟的网络节点以及虚拟的连接和端子例如能够通过软件来仿制,以至于能够显示出其作用。

[0011] 根据本发明,仅根据并行或环形冗余协议处理与第二子网的网络节点相关联的通信设备的失效或第二子网的两个网络节点之间的连接的失效。在此,保留将虚拟的网络节点作为第一子网的网络根节点的配置。借助根据本发明的方法,第一子网能够将第二子网处理为始于网络根节点的星形扩展,以至于第二子网中的拓扑结构变化原则上对第一子网的配置和工作不具有影响。特别是,第二子网中的错误或故障能够基于在那里应用的并行或环形冗余协议快速地进行处理。第二子网的与此结合的重新配置基本上对第一子网不具有影响。

[0012] 按照根据本发明的方法的一个优选的设计方案,通过分别激活与第二子网的网络节点相关联的至少两个通信设备上的虚拟的端子对虚拟的网络节点进行配置。有利地,在对虚拟的网络节点进行配置时,分别借助与网络根节点相关联的节点标识符来首先对第一

子网的拓扑信息进行检查：通过其节点标识符标识的虚拟的网络节点是否已经存在于第一子网内。在该情况下，仅在得到否定的检查结果时激活与第二子网的第一网络节点相关联的第一通信设备上的虚拟的端子。在此，变为零(verschwinden)的路径成本与第一网络节点和虚拟的网络节点之间的虚拟连接相关联。总体上，以所述方式能够防止：通过对虚拟的网络节点进行配置而在第一子网中产生多于一个网络根节点。否则这将由此导致以不期望的方式划分第一子网的树状拓扑。

[0013] 按照根据本发明的方法的另一设计方案，在得到肯定的检查结果的情况下，确定第二子网的与第一通信设备相关联的第一网络节点和虚拟的网络节点之间的路径成本。在该情况下，仅在第一网络节点和虚拟的网络节点之间的路径成本变为零的情况下激活在与第二子网的第二网络节点相关联的第二通信设备上的虚拟的端子。在此，变为零的路径成本与第二网络节点和虚拟的网络节点之间的虚拟的连接相关联。在第一网络节点和虚拟的网络节点之间的路径成本没有变为零的情况下，例如能够用信号报告错误配置，以至于能够迅速开始消除错误配置。

[0014] 按照根据本发明的方法的一个替选的设计方案，在配置虚拟的网络节点时检查：与虚拟的网络节点联接的全部通信设备是否在第二子网之内相互连接。如果这根据否定的检查结果不是这种情况，那么就用信号报告错误配置。以该方式也能够防止，虚拟的网络节点的配置导致通信网络的划分。

[0015] 与所述第二子网的网络节点相关联的通信设备优选根据所述并行或环形冗余协议相互交换具有所述第一子网相互间的拓扑信息的信息，并且将其与所述第一子网的本地可用的拓扑信息进行比较。与所述第二子网的网络节点相关联的通信设备根据比较结果确定所述第一子网的所得出的拓扑信息。此外，与第二子网的网络节点相关联的通信设备根据所确定的第一子网的所得出的拓扑信息相关于到所述第一子网的闭合的和 / 或断开的连接调整所述通信设备的配置。按照根据本发明的方法的另一设计方案，在与第二子网相关联的通信设备的网络节点之间仅根据并行或环形冗余协议传输消息。因此，对于第二子网而言不必借助于生成树协议形成树状拓扑。这决定性地有助于在设备或连接失效之后快速地激活备用连接。此外，在相应的子网中以基本上相互脱耦的方式应用生成树协议和并行或环形冗余协议。

[0016] 按照根据本发明的方法的一个优选的设计方案，第一子网的拓扑信息包括对第一子网的网络节点之间的现有的连接的说明，并且从网络根节点起到第一子网的其余的网络节点的无环路的连接根据确定到网络根节点的最小的路径成本来建立。此外，根据另一设计方案通过与第二子网的网络节点相关联的全部通信设备统一地确定第一子网的所得出的拓扑信息。因此，能够对与第一子网的网络节点相关联的通信设备恒定地提供所得出的拓扑信息，以用于在第一子网中应用生成树协议。

[0017] 生成树协议例如能够是根据 IEEE802.1d 的生成树协议、根据 IEEE802.1D-2004，第 17 条的快速生成树协议“Rapid Tree Protocol (RSTP)”或者根据 IEEE802.1Q-2011，第 13 条的多生成树协议“Spanning Tree Protocols”。具有第一子网的拓扑信息的信息例如是网桥协议数据单元(BPDU)或者优选分别包括在与第二子网的网络节点相关联的通信设备之间交换和比较的端口优先级向量。

[0018] 并行或环形冗余协议例如是根据 IEC62439-3，第四条(Clause4)的并行冗余协

议、根据 IEC62439-3, 第五条(Clause5)的高可用性无缝冗余协议、或者根据 IEC62439 的媒体冗余协议。在应用高可用性无缝冗余协议作为环形冗余协议的情况下, 与第二子网的网络节点相关联的通信设备优选分别包括至少一个第一和第二发送和接收单元, 所述至少一个第一和第二发送和接收单元分别具有用于第二子网的网络连接的端子。在这种情况下, 第二子网具有环形拓扑。此外, 两个发送和接收单元能够具有相同的网络地址和优选相同的设备标识符。此外有利的是, 信号处理单元分别与第一和第二发送和接收单元连接, 所述信号处理单元将待发送的消息并行地转发给两个发送单元并且检测由接收单元所接收到的冗余的消息。此外, 将信号处理单元优选分别与耦合元件连接, 经由所述耦合元件将单向链接的网络节点或无冗余的子网与信号处理单元连接。按照根据本发明的方法的另一设计方案, 相互冗余的消息通过一致的序列号来标明, 其中将已经无错地接收到的消息的序列号存储在信号处理单元相关联的存储单元中。因此, 信号处理单元在接收到新的消息时检验所述新的消息的序列号与已经存储的序列号的一致性。

[0019] 在根据本发明的另一有利的设计方案应用媒体冗余协议作为环形冗余协议的情况下, 在第二子网中将通信设备配置为监视和控制单元。在这种情况下, 第二子网具有环形拓扑。监视和控制单元根据所发送的测试数据包检测在环形拓扑内的中断并且控制将具有寻址到配置为监视和控制单元的通信设备的第一端子的有效数据的数据包转发给通信设备的第二端子。

[0020] 根据本发明的通信设备设置为用于并且适合用于可冗余操作的工业通信网络, 所述工业通信网络包括具有树状拓扑的第一子网以及根据生成树协议进行的消息传输、第二子网以及根据并行或环形冗余协议进行的消息传输和与两个子网耦合的多个通信设备。例如, 第一和第二发送和接收单元、具有多路复用单元和冗余处理单元的信号处理单元以及与信号处理单元连接的耦合元件设置为用于根据并行或环形冗余协议在第二子网内进行消息传输的机构。耦合元件优选是高速总线, 经由所述高速总线例如能够将单向链接的网络节点或者无冗余的子网与信号处理单元连接。耦合元件尤其能够是具有相关联的控制器背板式交换机。替选于此, 耦合元件原则上也能够借助于矩阵交换网络(Matrix-Schaltnetzes)来实现。信号处理单元优选借助于现场可编程门阵列(FPGA)来实现。

[0021] 此外, 根据本发明的通信设备包括用于配置所述第一子网的作为虚拟的网络节点的网络根节点的机构, 所述虚拟的网络节点分别经由不会由于错误中断的虚拟的连接与第二子网的全部网络节点连接。所述机构例如能够通过耦合元件相关联的控制器来实现。附加地, 设有用于将第一子网的包括虚拟的网络节点的拓扑信息配置为第一子网的在虚拟的端子上所接收到的拓扑信息的机构。所述机构同样能够通过耦合元件相关联的控制器来实现。根据本发明, 拓扑信息设置用于确定作为树状拓扑的基本元素的网络根节点。在此, 网络根节点形成用于建立到第一子网的其余的网络节点的无环路的连接的起点。此外, 根据本发明的通信设备包括用于仅根据并行或环形冗余协议处理与第二子网的网络节点相关联的通信设备的失效或者在第二子网的两个网络节点之间的连接的失效的机构。在此提出, 保留将虚拟的网络节点作为第一子网的网络根节点的配置。优选地, 通过与信号处理单元相关联的冗余处理单元形成用于处理与第二子网的网络节点相关联的通信设备的失效或者在第二子网的两个网络节点之间的连接的失效的机构。总体而言, 根据本发明的通

信设备能够实现在设备或者连接失效之后明显缩短的恢复时间。

[0022] 按照根据本发明的通信设备的一个有利的设计方案,通过激活在与第二子网的网络节点相关联的至少两个通信设备上的虚拟的端子来进行所述虚拟的网络节点的配置。在此,通信设备能够构造并且设计成,使得在配置所述虚拟的网络节点时分别根据与网络根节点相关联的节点标识符来首先对所述第一子网的拓扑信息进行检查:通过其节点标识符标识的虚拟的网络节点是否已经存在于第一子网之内。附加地,通信设备能够构造并且设计成,仅在得到否定的检查结果的情况下激活在与第二子网的第一网络节点相关联的第一通信设备上的虚拟的端子。在此,变为零的路径成本与在第一网络节点和虚拟的网络节点之间的虚拟的连接相关联。总体而言,借助根据本发明的通信设备的这个改进型式,能够防止第一子网的树状拓扑的不期望的划分。

[0023] 此外,通信设备能够构造并且设计成,使得在得到肯定的检查结果的情况下,确定在第二子网的与第一通信设备相关联的第一网络节点和虚拟的网络节点之间的路径成本,并且仅在第一网络节点和虚拟的网络节点之间的路径成本变为零的情况下激活在与第二子网的第二网络节点相关联的第二通信设备上的虚拟的端子。在此,变为零的路径成本与在所述第二网络节点和所述虚拟的网络节点之间的虚拟的连接相关联。附加地,通信设备能够构造并且设计成,使得在第一网络节点和虚拟的网络节点之间的路径成本不变为零的情况下,用信号报告错误配置。这能够实现目的明确地开始进行用于顺利地消除错误配置的措施。根据一个替选的实施形式,通信设备能够构造并且设计成,使得在配置虚拟的网络节点时检查:与虚拟的网络节点联接的全部通信设备是否在第二子网之内相互连接,并且在得到否定的检查结果的情况下用信号通知错误配置。

[0024] 按照一个有利的改进方案,根据本发明的通信设备包括用于将具有第一子网的拓扑信息的信息根据并行或环形冗余协议与和第二子网的网络节点相关联的其他通信设备进行交换的机构。所述机构例如能够通过第一和第二发送和接收单元、信号处理单元、耦合元件和与信号处理单元相关联的协议封装器来实现。附加地,优选设有用于将具有第一子网的拓扑信息的所交换的消息与第一子网的本地可用的拓扑信息相比较的并且用于根据比较结果确定第一子网的所得出的拓扑信息的机构。所述机构例如能够通过信号处理单元来实现。

[0025] 此外,根据一个优选的改进方案的根据本发明的通信设备能够包括用于根据所确定的第一子网的所得出的拓扑信息对该通信设备的相关于到第一子网的闭合的和/或断开的连接进行配置调整的机构。所述机构例如能够通过耦合元件的控制器来实现。优选的是,通信设备设计为用于仅根据并行或环形冗余协议在第二子网内进行消息传输。因此,在相应的子网中的生成树协议和并行或环形冗余协议基本上能够以相互脱耦的方式应用。

附图说明

[0026] 下面利用实施例根据附图详细阐明本发明。附图示出:

[0027] 图 1 示出在无错的连接状态下的可冗余操作的工业通信网络,所述通信网络包括具有树状拓扑的第一子网和具有环形拓扑的第二子网;

[0028] 图 2 示出在第二子网中具有连接错误的状态下的根据图 1 的通信网络;

[0029] 图 3 示出在第一子网中具有连接错误的状态下的根据图 1 的通信网络;

[0030] 图 4 示出与第二子网的网络节点相关联的通信设备；

[0031] 图 5 示出与应用并行冗余协议的子网的网络节点相关联的通信设备。

具体实施方式

[0032] 在图 1 中示出的工业通信网络包括具有树状拓扑以及根据生成树协议进行消息传输的第一子网 1 和具有环形拓扑以及根据环形冗余协议进行消息传输的第二子网 2。在与第二子网 2 的网络节点相关联的通信设备 201-206 之间的消息仅根据环形冗余协议来传输。原则上,在第二子网中也能够应用并行冗余协议来代替环形冗余协议。下面的实施方案同样适用于这种情况。

[0033] 第一子网 1 和第二子网 2 经由多个通信设备 101、104、105、110、202、203、205、206 相互耦合。在本实施例中,激活在通信设备 101、104、105、110、202、203、205、206 之间的全部连接。禁用的连接在附图中通过虚线来代表,而实线表示激活的连接。这适用于两个子网 1、2。

[0034] 与第一子网 1 的网络节点相关联的通信设备 101-110 相互交换具有拓扑信息的信息以用于形成树状拓扑并且根据所交换的拓扑信息确定作为树状拓扑的基本元素的网络根节点。在本实施例中,生成树协议是快速生成树协议。但是,后面的实施方案同样适用于 Spanning Tree Protocol、多生成树协议或者类似的生成树协议。

[0035] 根据本发明,虚拟的网络节点被配置为第一子网 1 的网络根节点,虚拟的根桥 100 与所述虚拟的网络节点相关联,所述虚拟的根桥分别经由不会由于错误而中断的虚拟连接与第二子网 2 的全部通信设备 201-206 连接。这在图 1 中通过加粗的虚线在第一子网 1 的虚拟的网络根节点上的虚拟的根桥 100 和第二子网 2 的网络节点上的通信设备 201-206 之间示出。

[0036] 通过分别激活在与所述第二子网 2 的网络节点相关联的至少两个通信设备 201-206 上的虚拟的端子 20 来配置虚拟的网络根节点。在本实施例中,根据 IEEE802.1D 将数值 0 指配给第一子网 1 的虚拟的网络根节点作为用于应用生成树协议的网桥 ID,以至于第一子网 1 的全部网络节点 100-110 中的虚拟的网络根节点总是具有最低的网桥 ID 进而固定地预设为网络根节点。通常,网络根节点具有最高优先级的数值作为网桥 ID。在根据 IEEE802.1D 的生成树协议中,通过数值 0 代表最高优先级的数值,其中具有最低网桥 ID 的网络节点对于应用生成树协议而言具有最高优先级。

[0037] 具有第一子网 1 的拓扑信息的在第一子网 1 的通信设备 101-110 之间交换的消息能够是网桥协议数据单元(BPDU),第一子网 1 的通信设备 101-110 借助于所述网桥协议数据单元配置其端口状态。通过配置端口状态,尤其将在网络节点之间的连接激活或禁用。第一子网 1 的拓扑信息尤其包括对第一子网 1 的网络节点之间的现有连接和其路径成本的说明。这也适用于通过具有环形拓扑的第二子网 2 的转接连接。根据到虚拟的网络根节点的最小的路径成本的确定,第一子网的通信设备 101-110 以自主交互的方式建立从网络根节点起到第一子网 1 的其余的网络节点的无环路的连接。对此的更详细的细节能够参考例如 IEEE802.1D-2004,第 17 条的“快速生成树协议(RSTP)”获知。

[0038] 在本实施例中,在配置虚拟的网络根节点时,分别根据第一子网 1 的网络根节点的在那里指定的网桥 ID 来首先对具有第一子网 1 的拓扑信息的信息进行检查:通过其网桥

ID 标识的虚拟的网络根节点是否已经存在于第一子网 1 之内。仅在得到否定的检查结果的情况下激活与第二子网 2 的第一网络节点相关联的第一通信设备 201-206 上的虚拟的端子 20。在此,数值 0 作为路径成本被分配给在第一网络节点和虚拟的网络节点之间的虚拟的连接。

[0039] 在本实施例中,在得到肯定的检查结果的情况下——即在原则上已经存在的虚拟的网络根节点中——,确定在第二子网 2 的与第一通信设备 201-206 相关联的第一网络节点和虚拟的网络根节点之间的路径成本。仅在第二子网 2 的第一网络节点和虚拟的网络根节点之间的路径成本具有数值 0 的情况下激活与第二子网 2 的第二网络节点相关联的第二通信设备 201-206 上的虚拟的端子 20。在此,数值 0 作为路径成本被分配给在第二网络节点和虚拟的网络根节点之间的虚拟的连接。如果确定在第一网络节点和虚拟的网络根节点之间的路径成本没有变为零,那么用信号报告错误配置。

[0040] 与激活第二通信设备 201-206 上的虚拟端子 20 类似地来激活用于在第二子网 2 的第三或者其他通信设备 201-206 上的虚拟的网络根节点的虚拟端子 20。在此尤其检查:在具有已经为虚拟的网络根节点激活的虚拟端子 20 的第二子网 2 的网络节点和虚拟的网络根节点之间的路径成本是否为数值 0。如果这不符合第二子网 2 的网络节点的实际情况,那么同样用信号报告错误配置。

[0041] 替选于之前说明的方法,也能够配置虚拟的网络根节点,其方式为,在激活通信设备 201-206 上的设置用于虚拟的根桥 100 的虚拟端子 20 的情况下检查:与虚拟根桥 100 联接的全部通信设备是否在相同子网之内相互连接。这样的检查例如能够根据拓扑信息,例如根据中间系统到中间系统协议(IS-IS);根据邻近区域检测(Nachbarschaftserkennung),例如借助于链路层发现协议(LLDP)或者根据一致的子网标识,例如根据 IEC62439Net-ID 来进行。

[0042] 在与第二子网 2 的网络节点相关联的通信设备 201-206 的虚拟端子 20 上,将具有第一子网 1 的包括虚拟的网络根节点的拓扑信息的信息,例如网桥协议数据单元或者分别包括端口优先级向量的消息配置为接收到的消息。此外,仅根据环形冗余协议处理与第二子网的网络节点相关联的通信设备 201-206 的或者在第二子网 2 的两个网络节点之间的连接的失效。在此,保留将虚拟的网络节点作为第一子网 1 的网络根节点的配置。

[0043] 与第二子网 2 的网络节点相关联的通信设备 201-206 根据环形冗余协议相互交换具有第一子网 1 的拓扑信息的信息并且将其与第一子网的本地可用的拓扑信息进行比较。在本实施例中,具有第一子网 1 的拓扑信息的在第二子网 2 的通信设备 201-206 之间交换的消息分别具有端口优先级向量,从所述端口优先级向量的比较中,全部通信设备 201-206 根据比较结果统一地确定作为第一子网 1 的所得出的拓扑信息的根优先级向量。根据所确定的第一子网 1 的所得出的拓扑信息,与第二子网 2 的网络节点相关联的通信设备 201-206 相关于到所述第一子网 1 的闭合的和 / 或断开的连接调整所述通信设备的配置。在本实施例中,与第一子网 1 和第二子网 2 的网络节点相关联的通信设备 101-110、201-206 是交换机或者网桥。

[0044] 第一子网 1 的通过第二子网 2 的通信设备 201-206 统一确定的所得出的拓扑信息也提供给第一子网 1 的通信设备 101-110 以用于在第一子网 1 中应用生成树协议。因此,为了在第一子网 1 中应用生成树协议,第二子网 2 能够被处理为始于虚拟的根桥 100 的星

形扩展。因此,通过第二子网 2 进行的转接连接对于第一子网 1 的通信设备 101-110 而言是透明的。

[0045] 在无错的连接状态下,为了避免根据图 1 的环路连接,将在通信设备 102 和 104 之间的、103 和 104 之间的、203 和 204 之间的、106 和 108 之间的、107 和 108 之间的以及 107 和 109 之间的连接禁用。在图 2 中所示出的在第二子网 2 中在通信设备 201 和 202 之间的连接错误的情况下,根据在第二子网 2 中应用的环形冗余协议激活通信设备 203 和 204 之间的连接,而不会对第一子网 1 产生影响。以相应的方式,也在图 3 中示出的在通信设备 206 和 105 之间的连接错误对第二子网 2 不具有深 远的后果。也就是说,为了处理错误,仅根据在第一子网 1 中应用的生成树协议保持通信设备 205 和 110 之间的连接是激活的,而这不会影响其余的通信设备 201-204、206。其他的处理错误的措施、即激活通信设备 106 和 108 之间的以及 107 和 108 之间的连接并且禁用通信设备 105 和 107 之间的连接保持局限于第一子网 1。因此,错误处理原则上总是能够基于在那里应用的通信协议在直接出现错误或者发生故障的子网中进行。

[0046] 在图 4 中详细地示出通信设备 201,所述通信设备与第二子网 2 的网络节点相关联并且以环形结构与其他通信设备 202-206 连接。原则上,第二子网 2 的其余的通信设备 202-206 也能够相同地构成。通信设备 204 例如能够与工业的制造或生产自动化系统的 SCADA 系统(数据采集与监视控制)相关联。

[0047] 作为用于在第二子网内进行消息传输的机构,通信设备 201 包括至少一个第一发送和接收单元 11 和第二发送和接收单元 12、具有多路复用单元 131 和冗余处理单元 132 的信号处理单元 13、以及与信号处理单元 13 连接的耦合元件 14。两个发送和接收单元 11、12 能够具有相同的网络地址和相同的 MAC 设备标识符。在应用具有两个通信网络扩展卡的基于 PC 的解决方案时,所述发送和接收单元能够具有不同的 MAC 地址。在该情况下,两个 MAC 地址中的一个由两个扩展卡作为共同的 MAC 地址一致地用于发送或接收过程。

[0048] 多路复用单元 131 用于将待发送的数据包并行地转发给两个发送单元 11、12,而冗余处理单元 132 设置用于处理由两个接收单元 11、12 接收到的数据包 40、41。冗余处理单元 132 还包括过滤单元 133,所述过滤单元设立用于检测所接收到的冗余的数据包。特别地,冗余处理单元 132 用作为用于处理与第二子网的网络节点相关联的通信设备的失效或者在第二子网的两个网络节点之间的失效的机构。在本实施例中,仅根据环形冗余协议进行这样的失效的处理。

[0049] 在本实施例中,信号处理单元借助于现场可编程门阵列(FPGA)来实现。耦合元件 14 是具有相关联的控制器 141 的背板式交换机并且将多个自动化设备 31-33 与信号处理单元 13 连接。此外,耦合元件 14 分别经由互联端子与自动化设备 31-33 连接。信号处理单元 13 具有存 储单元 135,在所述存储单元中存储有带有对与耦合元件 14 连接的全部自动化设备 31-33 的说明的表格(代理节点表)。

[0050] 作为用于将具有第一子网 1 的拓扑信息的信息根据环形冗余协议进行交换的机构,图 4 中示出的通信设备 201 包括第一发送和接收单元 11 和第二发送和接收单元 12、信号处理单元 13、耦合元件 14 和与信号处理单元相关联的协议封装器 136。此外,信号处理单元 13 设置用于将具有第一子网 1 的拓扑信息的所交换的消息与在通信设备 201 中本地可用的拓扑信息进行比较。此外,信号处理单元 13 在本实施例中构造并且设立为用于根据

比较结果确定第一子网 1 的所得出的拓扑信息。

[0051] 此外,耦合元件 14 的控制器 141 有利地设置用于通信设备 201 相关于到第一子网 1 的闭合的或者断开的连接的配置调整。在此,配置调整根据所确定的第一子网 1 的所得出的拓扑信息来进行。此外,耦合元件 14 的控制器 141 用于配置虚拟的网络根节点。附加地,控制器 141 设置用于将包括虚拟的网络根节点的拓扑信息配置为第一子网 1 的在虚拟端子 20 上接收到的拓扑信息。

[0052] 通信设备 201 优选设计为用于根据高可用性无缝冗余协议和根据媒体冗余协议进行消息传输。为了根据高可用性无缝冗余协议进行消息传输,冗余处理单元 132 包括存储单元 134,所述存储单元设立为用于存储已经无错地接收到的消息的序列号。因此,冗余处理单元 13 在接收到新的消息时检验所述新的消息的序列号与已经存储的序列号的一致性并且必要时抛弃冗余的消息,所述冗余的消息通过一致的序列号来标识并且能够相应地检测。

[0053] 之前说明的实施例的特征能够单独地或者以所说明的相互组合的方式来实现。特别是,本发明的应用不局限于应用环形冗余协议的第二子网,而是上述实施方案以类似的方式也适用于应用如 Parallel Redundancy Protocol 的并行冗余协议的第二子网。

[0054] 在图 5 中示例地示出用于应用并行冗余协议的第二子网的通信设备 201。在该情况下,第二子网例如包括两个相互冗余的局域网 21、22,借助所述局域网分别将在图 5 中示出的通信设备 201 的发送和接收单元 11、12 连接,所述通信设备此外包括与图 4 中示出的通信设备 201 相应的部件。对此包括尤其具有多路复用单元 131、冗余处理单元 132、用于代理节点表的存储单元 135 和协议封装器 136 的信号处理单元 13 以及具有相关联的控制器的耦合元件 14。所述部件在其功能方面相应于图 4 中示出的通信设备 201 的那些适用于并行冗余协议的部件。在两个相互冗余的局域网 21、22 上,除了通信设备 201 之外还双倍地连接有其他通信设备 202-206。所述通信设备 202-206 在结构和功能方面能够与通信设备 201 相同。

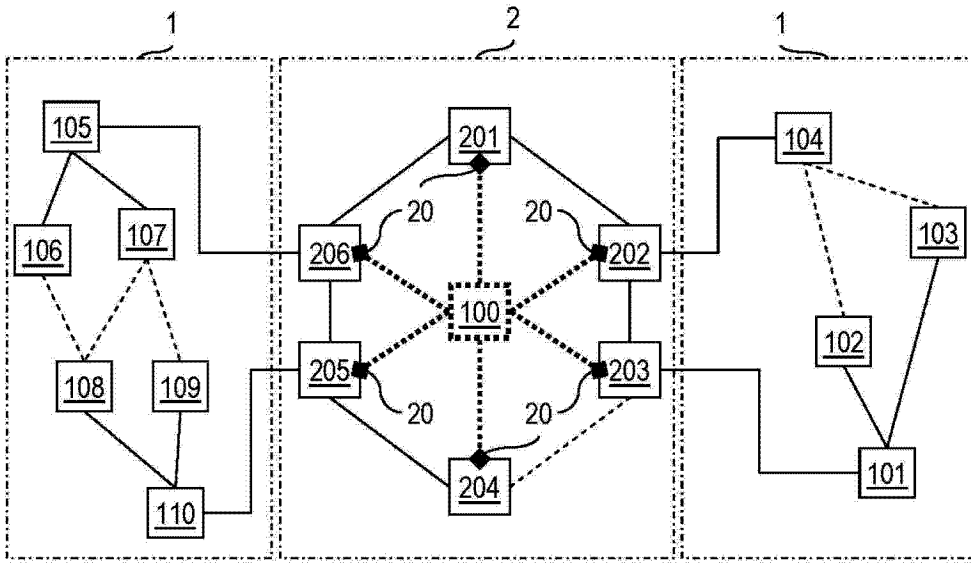


图 1

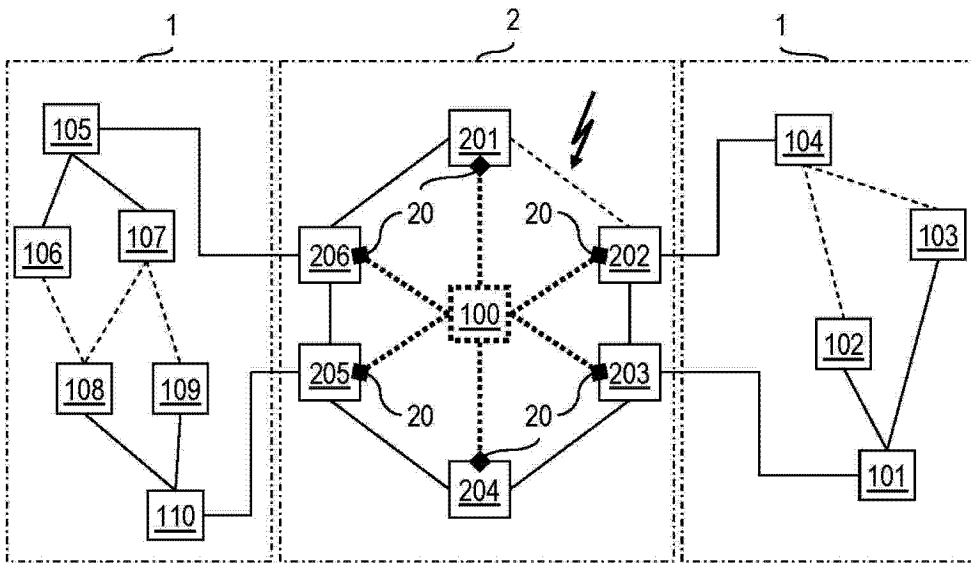


图 2

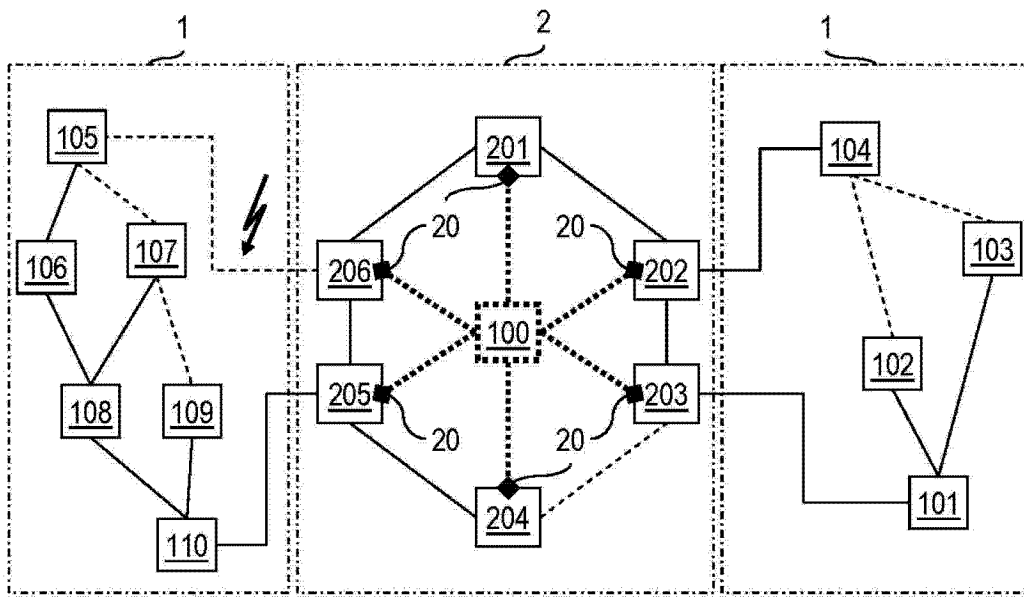


图 3

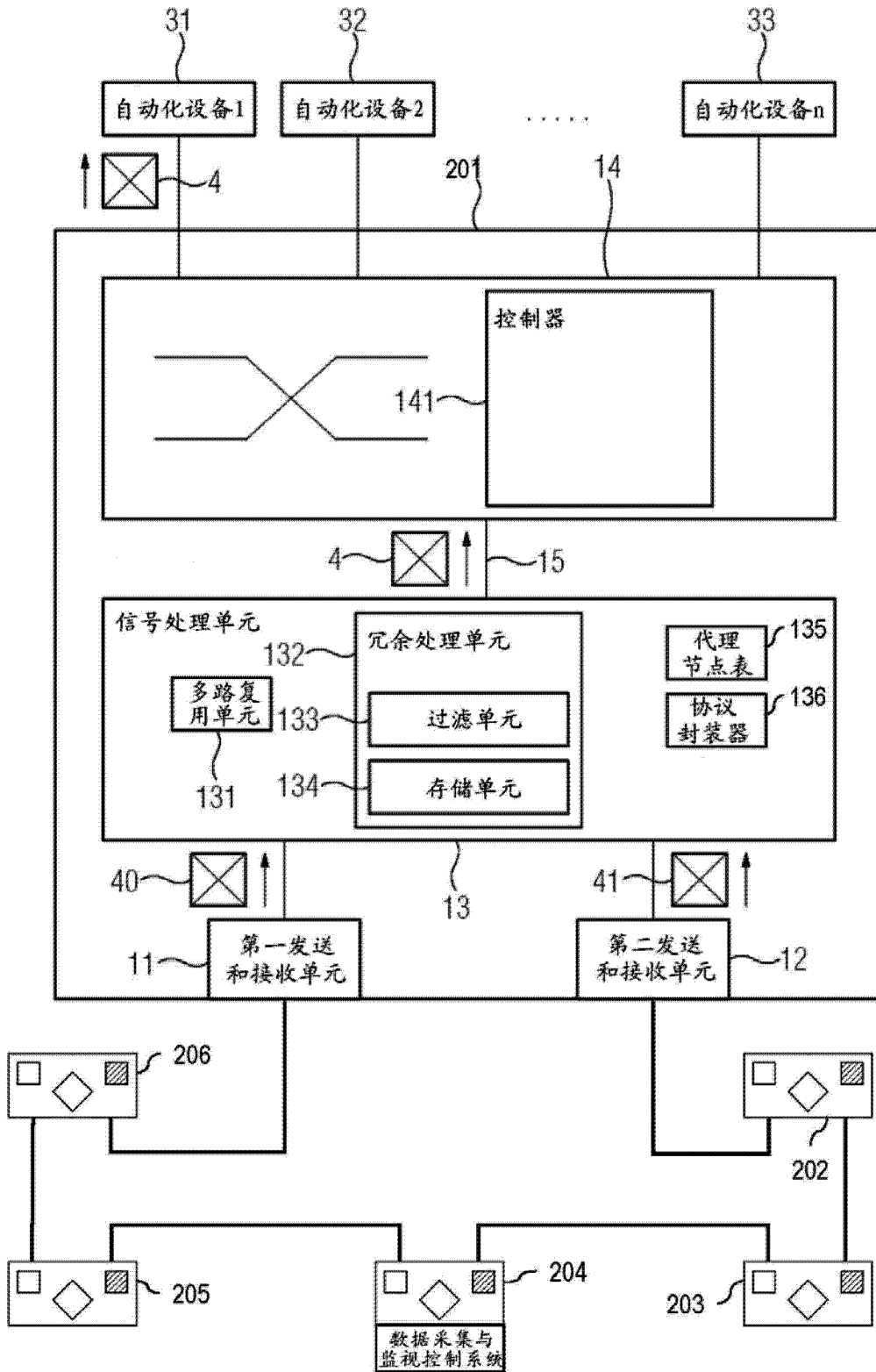


图 4

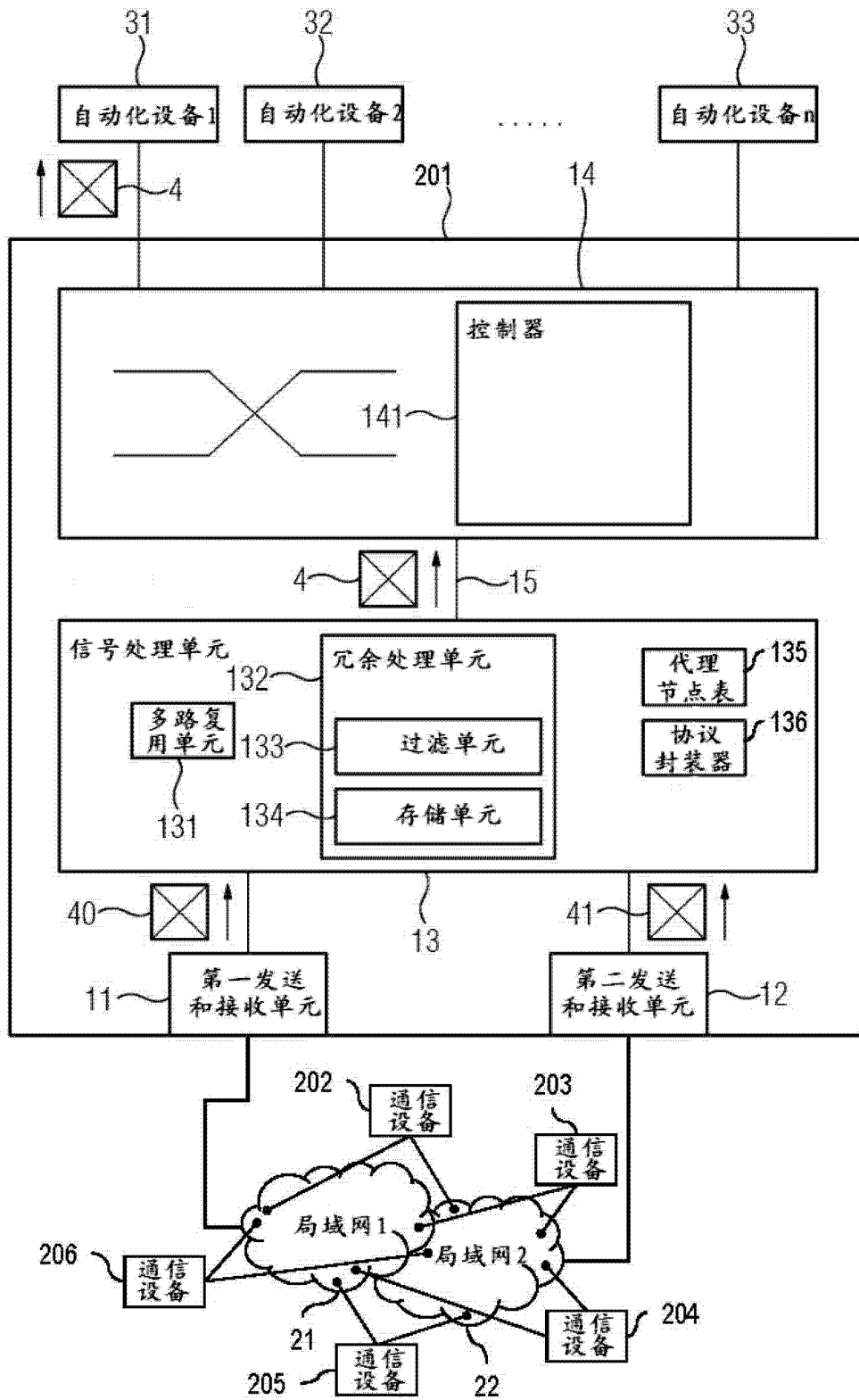


图 5