



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101888276 A

(43) 申请公布日 2010. 11. 17

(21) 申请号 201010144106. 0

H04L 29/06 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 04. 09

(71) 申请人 西安电子科技大学

地址 710071 陕西省西安市太白南路 2 号

(72) 发明人 裴昌幸 朱畅华 权东晓 陈南

易运晖 韩宝彬 何先灯

(74) 专利代理机构 陕西电子工业专利中心

61205

代理人 王品华 朱红星

(51) Int. Cl.

H04B 10/30 (2006. 01)

H04Q 11/00 (2006. 01)

H04L 12/56 (2006. 01)

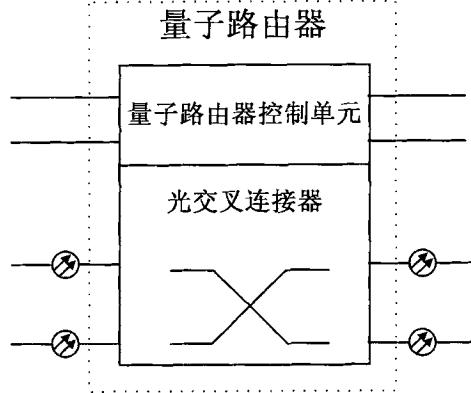
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于多用户光量子通信网络的量子路由器及其路由方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于光量子通信网的量子路由器，主要解决现有路由器缺乏呼叫 / 连接管理、路由处理及用户设备复杂的问题。该量子路由器由呼叫 / 连接控制模块、路由控制模块、路由信息数据管理模块、链路资源管理模块、网络通信模块、接口模块和光交叉连接器组成，呼叫 / 连接控制模块验证用户合法性和有效性，路由控制模块负责建立路由，路由信息数据管理模块建立和维护路由表，链路资源管理模块维护链路资源，控制信息均由网络通信模块收发，若指定的链路和被呼用户空闲则建立连接，将光开关的控制消息通过接口模块传送给光交叉连接器的驱动电路，操作光开关建立用户之间的量子通道。本发明具有协议完整、用户设备简单的优点，可用于光量子通信网络。



1. 一种用于多用户光量子通信网络的量子路由器，包括：

量子路由器控制单元，用于实现呼叫 / 连接控制、路由控制、路由信息数据管理和链路资源管理；

光交叉连接器，用于实现端口之间全连通。

所述的量子路由器控制单元，包括：呼叫 / 连接控制模块、路由控制模块、路由信息数据管理模块、链路资源管理模块、网络通信模块和接口模块，该呼叫 / 连接控制模块验证呼叫用户的合法性和有效性，通过联系被呼用户并查询路由信息数据库建立呼叫用户和被呼用户的连接，该路由控制模块运行 TCP/IP 协议中的路由协议建立通信双方的路由，该路由信息数据管理模块维护路由信息数据库，该链路资源管理模块维护量子通信网络的链路资源，该网络通信模块进行各种控制信息的发送和接收，该接口模块与交叉连接器之间进行信息传递。

2. 根据权利要求 1 所述的量子路由器，其中光交叉连接器，包括光开关及其驱动电路，该光开关用来切换光量子通道，驱动电路驱动光开关操作。

3. 一种用于多用户光量子通信网络的路由方法，包括如下步骤：

(1) 用户向量子路由器发起呼叫 / 连接请求，量子路由器检查其合法性和有效性，若不是合法用户则中止执行，若是合法用户，则继续下一步；

(2) 量子路由器根据被呼叫用户的 ID 或地址查询路由信息数据库，确立两个用户之间的路由；

(3) 根据确立的路径，量子路由器向被叫用户发出呼叫请求；

(4) 被叫用户返回应答消息，若用户不在网络中、正处于忙状态或被叫用户未准备好接收，则中止通信，若用户空闲且被叫用户准备好接收，则继续下一步；

(5) 若信道空闲，则量子路由器将两个用户的当前状态都设置为忙，然后控制光交叉连接器，建立两个用户之间的连接，进行量子通信；

(6) 若通信结束或其中一个用户请求释放连接，则执行下一步；

(7) 控制光开关断开链路，修改用户和信道状态表中的相应内容，通信结束；

(8) 量子路由器继续等待新的呼叫请求，重复步骤 (1)-(7)。

用于多用户光量子通信网络的量子路由器及其路由方法

技术领域

[0001] 本发明属于量子通信领域,涉及多个用户组网进行光量子通信,用于实现为每个用户的光量子信号选择正确通道从而建立端到端路径的功能。

[0002] 发明背景

[0003] 量子通信是通信理论和量子力学相结合产生的前沿交叉学科,自从 1984 年 BB84 协议诞生以来,量子通信发展非常迅猛,引起了世界各国的学术界、企业界和国防部门的高度重视,成为研究的热点,而且必将形成巨大的产业。量子通信的最大特点是其具有的无条件安全性和高效性,其具体工作方式有:(1) 基于量子密钥分发的量子保密通信;(2) 量子密集编码;(3) 量子隐形传态;(4) 量子安全直接通信;(5) 量子秘密共享等。

[0004] 量子信息的载体有很多种,最易被实现的当属基于单光子脉冲或纠缠光子对承载信息,因为经典通信的光纤链路和器件可以被用来进行光量子通信。两个用户点到点的量子保密通信的实验进展非常快,而且一些企业如瑞士 Id-quantique 公司已开展了小规模的商用。国内外也开始建立实验性量子通信网络,如美国国防部高级研究计划署资助的全球第一个量子通信网络(the DARPA Quantum Network),欧洲联合开展的项目“基于量子密码的安全通信网络(SECQCQ)”建立了 8 个节点的量子通信网络,我国中国科技大学也开展了量子通信网络实验,这些实验都采用光量子信号,采用光纤或自由空间量子信道。这些实验网络中的路由器存在很大的不足:(1) 虽然 DARPA 量子网络采用的方案使用了光交叉连接器,但是没有呼叫 / 连接、路由处理和控制光开关的方案;(2) 有的方案,例如正在受理的中国发明专利“量子网络寻址方法及量子网络路由器”(公开号为 1567751) 采用波分复用器组成路由器,用户与不同接收者通信需采用不同频率的激光器,造成用户设备比较复杂。

发明内容

[0005] 本发明目的在于避免上述已有技术的缺点,提出一种用于多用户光量子通信网络的量子路由器及其路由方法,实现连接各个用户,为各个用户的光量子信号选择正确的通道的功能,减少用户设备复杂性。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供的用于多用户光量子通信网络的量子路由器包括量子路由器控制单元,用于实现呼叫 / 连接控制、路由控制、路由信息数据管理和链路资源管理;光交叉连接器,用于实现端口之间全连通。该量子路由器控制单元,包括:呼叫 / 连接控制模块、路由控制模块、路由信息数据管理模块、链路资源管理模块、网络通信模块和接口模块,该呼叫 / 连接控制模块对用户的呼叫进行应答和处理,该路由控制模块运行 TCP/IP 协议中的路由协议建立通信双方的路由,该路由信息数据管理模块维护网络路由表,该链路资源管理模块维护量子通信网络的链路资源,该网络通信模块进行上述各种信息的发送和接收,该接口模块与交叉连接器之间进行信息传递。

[0007] 所述光交叉连接器,包括光开关及其驱动电路,该光开关用来切换光量子通道,驱动电路驱动光开关操作。

[0008] 所述的量子路由器的控制单元,根据光交叉连接器和光纤量子通道的资源、拓扑

信息，基于静态、动态选路机制建立端到端的连接，同时将控制消息发给光交叉连接器，光交叉连接器的驱动电路根据控制模块的指令驱动光开关建立指定的连接。

[0009] 为实现上述目的，本发明提供的用于多用户光量子通信网络的路由方法，包括如下步骤：

[0010] (1) 用户向量子路由器发起呼叫 / 连接请求，量子路由器检查其合法性和有效性，若不是合法用户则中止执行，若是合法用户，则继续下一步；

[0011] (2) 量子路由器根据被呼叫用户的 ID 或地址查询路由信息数据库，确立两个用户之间的路由；

[0012] (3) 根据确立的路径，量子路由器向被叫用户发出呼叫请求；

[0013] (4) 被叫用户返回应答消息，若用户不在网络中、正处于忙状态或被叫用户未准备好接收，则中止通信，若用户空闲且被叫用户准备好接收，则继续下一步；

[0014] (5) 若信道空闲，则量子路由器将两个用户的当前状态都设置为忙，然后控制光交叉连接器，建立两个用户之间的连接，进行量子通信；

[0015] (6) 若通信结束或其中一个用户请求释放连接，则执行下一步；

[0016] (7) 控制光开关断开链路，修改用户和信道状态表中的相应内容，通信结束；

[0017] (8) 量子路由器继续等待新的呼叫请求，重复步骤 (1)-(7)。

[0018] 本发明具有如下优点：

[0019] (1) 本发明由于在量子路由器中的控制单元中设置呼叫 / 连接控制模块、路由控制模块、路由信息数据管理模块、链路资源管理模块、网络通信模块和接口模块，这些模块通过一套完整的协议相互协作，实现对用户呼叫进行有效处理，管理链路资源和连接，并自动建立路由，所以具备量子路由器的完整功能，弥补了 DARPA 量子网络的不足。

[0020] (2) 本发明的量子路由器采用光交叉连接器，在控制单元的控制下实现各量子通信端口的全连接，用户不需要直接准备多个不同波长的激光器，从而降低了用户设备的复杂度。

附图说明

[0021] 图 1 本发明的量子路由器实现框图；

[0022] 图 2 本发明的量子路由器控制单元构成图；

[0023] 图 3 本发明的量子路由方法流程图；

[0024] 图 4 本发明的量子路由器应用场景示意图。

具体实施方式

[0025] 参照图 1，本发明的量子路由器包括：量子路由器控制单元和光交叉连接器，其中光交叉连接器包括光开关及其驱动电路，驱动电路根据控制单元的指令驱动光开关实现指定的连接。

[0026] 该量子路由器的控制单元根据光交叉连接器、光纤量子通道的资源和路由信息，基于静态或动态选路机制建立端到端的连接，然后由各路由器相应的控制单元控制光交叉连接器建立收发双方的量子通道，直到通信完毕才拆除该连接。

[0027] 参照图 2，该量子路由器的控制单元包括呼叫 / 连接控制模块、路由控制模块、路

由信息数据管理模块、链路资源管理模块、网络通信模块和接口模块，其中呼叫 / 连接控制模块分别与链路资源管理模块、路由控制模块、网络通信模块和接口模块之间为双向连接，路由控制模块分别与路由信息数据管理模块和网络通信模块之间为双向连接，接口模块与光交叉连接器的光开关驱动电路为双向连接，网络通信模块与用户或其它路由器控制单元的网络通信模块之间为双向连接。该呼叫 / 连接控制模块在收到新的请求后，对呼叫用户的合法性和有效性进行验证，随后向被叫用户发出呼叫请求并处理被叫用户的确认信息，若被叫用户同意并准备好接收连接，则通知路由控制模块查询路由，若被叫用户拒绝，则该次呼叫 / 连接请求失败。该路由控制模块运行 TCP/IP 协议中的路由协议，如 RIP 或 OSPF 协议，建立路由信息数据库，实现维护本地拓扑、网络拓扑、可达性，以及与其它通过路由信息交换获得的信息，在用户加入和离开网络时，要对此数据库进行更新，以供控制单元查询。该链路资源管理模块建立和维护量子信道状态表和用户状态表，量子信道状态表用来记录量子信道状态，包括是否发生故障，在通信过程中每个接口对应的哪个用户等，用户状态表包含用户 ID，用户的地址，以及用户当前的状态，即用户是否连接到网络中，当前用户是否空闲和是否准备好接受别的用户的连接。量子信道状态表和用户状态表根据信道资源的使用和用户的状态情况进行实时更新。该网络通信模块进行上述各种信息的发送和接收，该接口模块与交叉连接器之间进行信息传递。

[0028] 上述量子路由器的控制单元的主要功能包括路由控制、路由信息数据管理、呼叫及连接控制、链路资源管理，每个路由器的控制模块与用户之间通过 TCP/IP 协议建立实现经典互联，而且与本发明中控制模块组成的 IP 网络和光纤量子通道的物理拓扑一致。

[0029] 参照图 3，本发明的量子路由器的路由方法，包括如下步骤：

[0030] 步骤 1：量子路由器收到一个用户的呼叫 / 连接请求之后，呼叫 / 连接控制模块对用户的合法性和有效性进行验证，若不是合法用户则丢弃，中止执行，若是合法用户，则继续下一步。

[0031] 步骤 2：路由控制模块根据呼叫请求中的被呼叫用户的 ID 或地址查询本地路由信息数据库，若被叫用户在本地网中，则查询本地用户状态表。若被叫用户不在本地网中，则和其它量子路由器进行连接并交换路由信息来获得连接被叫用户的路由信息。

[0032] 步骤 3：量子路由器的呼叫 / 连接控制模块向被叫用户发出呼叫请求，告知被叫用户主叫用户的 ID 或地址信息。

[0033] 步骤 4：量子路由器接收被叫用户的确认信息并对该信息进行分析，以检查被叫用户是否已经连接到网络中，是否处于空闲状态，而且是否已经准备好接受连接请求，若有一个条件不满足则告诉呼叫用户被叫用户不可用，若被叫用户不在网络中，则告诉主叫用户该被叫用户不存在，若用户忙则告诉主叫用户，被叫用户正忙，如果被叫用户还未准备好接收连接，让呼叫用户等待一段时间后重新连接；若被叫用户同意并准备好接收连接，则继续下一步；

[0034] 步骤 5：链路资源管理模块根据获得的路由信息先查询链路资源表，查看相应的信道、接口以及特定的波长是否可用，若可用则修改信道状态表，将该信道设置为忙，更新用户状态表，将两个用户的当前状态都置为忙，然后控制光交叉连接器，将两个用户连接起来，进行量子通信，继续下一步，否则无资源可用，呼叫 / 连接失败，并将结果返回给呼叫用户；

- [0035] 步骤 6 :若通信结束或其中一个用户请求释放连接,则执行下一步 ;
- [0036] 步骤 7 :控制光开关断开链路,修改用户和信道状态表中的相应内容,通信结束。
- [0037] 步骤 8 :量子路由器继续等待新的呼叫请求,重复步骤 (1)-(7)。
- [0038] 应用实例 :
- [0039] 本发明的量子路由器及路由方法在图 4 所示的应用场景中用户 Alice 与 David 进行量子通信的路由步骤是 :Alice 先向量子路由器发起呼叫 / 连接请求 ; 量子路由器的呼叫 / 连接控制模块接收到这个请求,经验证 Alice 为合法用户,并且呼叫有效 ; 量子路由器的路由控制模块根据 Alice 的呼叫请求中的被呼叫用户 David 的地址查询路由信息数据库,可见被叫用户 David 在本地网中 ; 量子路由器的呼叫 / 连接控制模块向 David 发出呼叫请求,接收 David 的确认信息并对该信息进行分析,可见 David 已经连接到网络中,处于空闲状态,且已经准备好接收信息 ; 量子路由器的链路资源管理模块更新用户状态表,将呼叫和被呼用户的当前状态都置为忙,然后建立连接,整个呼叫 / 连接过程完成。
- [0040] 用上述同样的方法,可完成 Alice 与 Bob、Alice 与 Charlie 之间,Bob、Charlie 和 David 任意两者之间的量子通信。

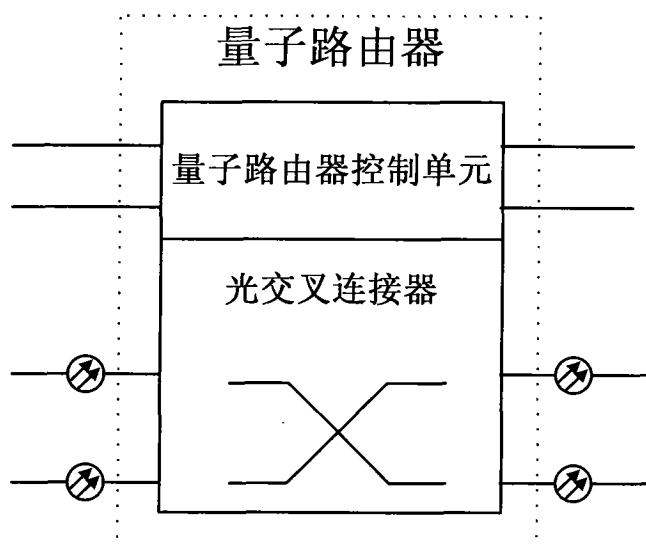


图 1

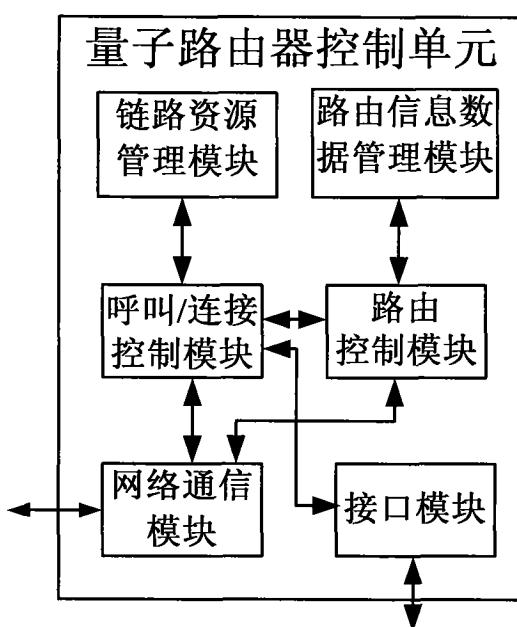


图 2

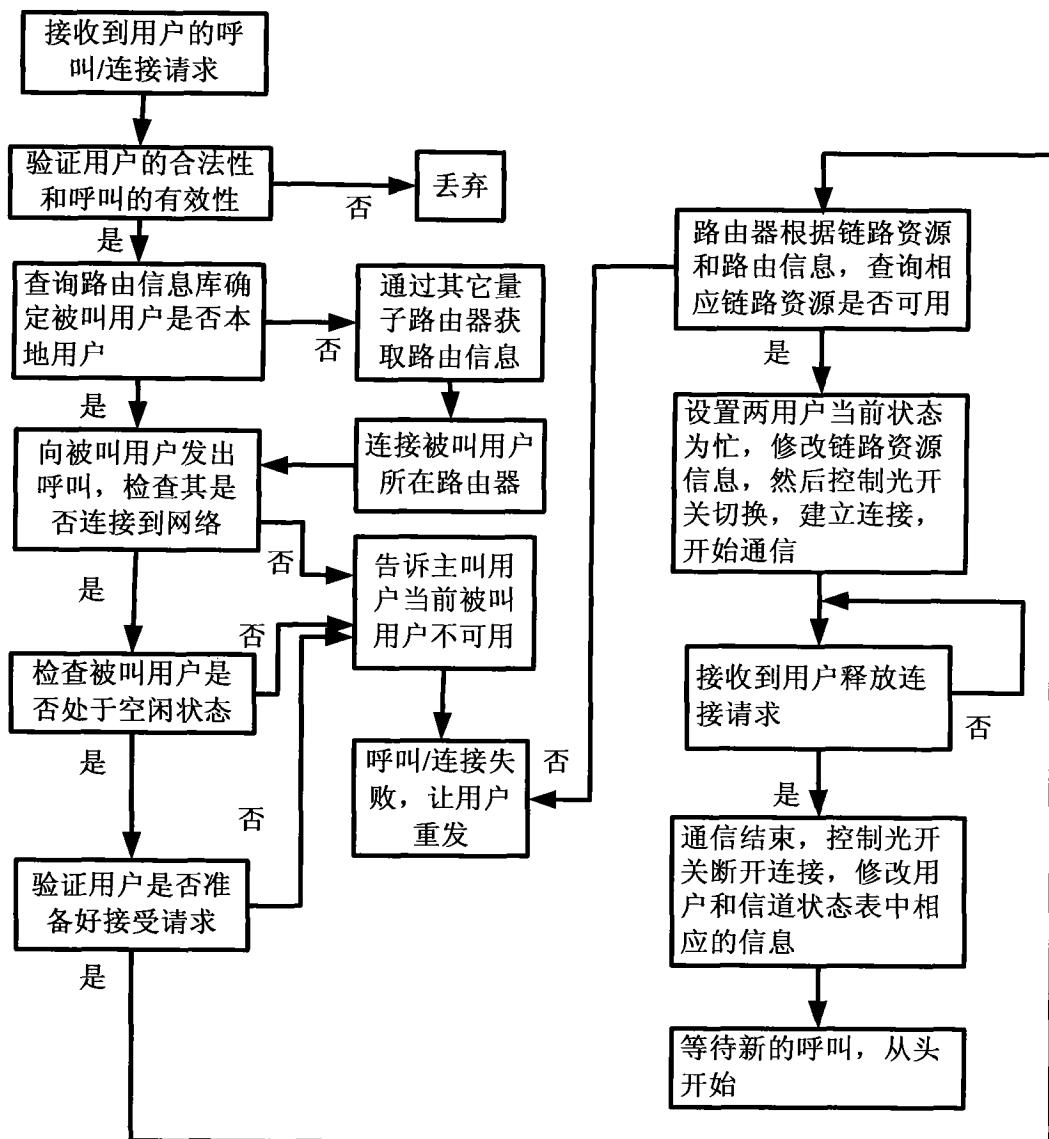


图 3

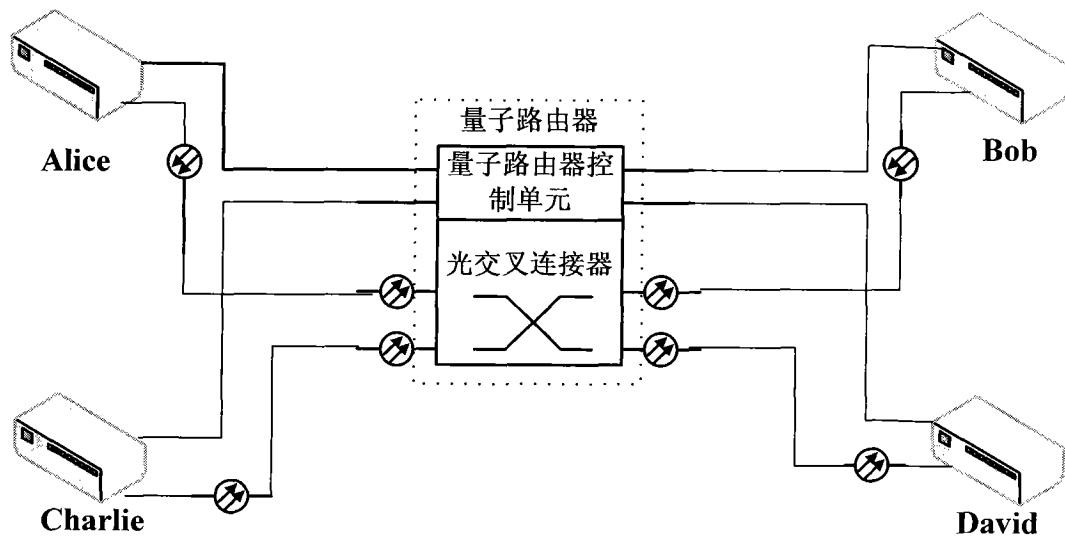


图 4