

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016年6月2日 (02.06.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/082271 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01S 3/067 (2006.01) H01S 5/068 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/095113
- (22) 国际申请日: 2014年12月26日 (26.12.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201410685856.7 2014年11月25日 (25.11.2014) CN
- (71) 申请人: 武汉光迅科技股份有限公司 (ACCELINK TECHNOLOGIES CO., LTD) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市江夏区藏龙岛开发区潭湖路1号, Hubei 430205 (CN)。
- (72) 发明人: 张鹏 (ZHANG, Peng); 中国湖北省武汉市江夏区藏龙岛开发区潭湖路1号, Hubei 430205 (CN)。 付成鹏 (FU, Chengpeng); 中国湖北省武汉市江夏区藏龙岛开发区潭湖路1号, Hubei 430205 (CN)。 余春平 (YU, Chunping); 中国湖北省武汉市江夏区藏龙岛开发区潭湖路1号, Hubei 430205 (CN)。 陶金涛 (TAO, Jintao); 中国湖北省武汉市江夏区藏龙岛开发区潭湖路1号, Hubei 430205 (CN)。

(CN)。 张翠红 (ZHANG, Cuihong); 中国湖北省武汉市江夏区藏龙岛开发区潭湖路1号, Hubei 430205 (CN)。

(74) 代理人: 北京天奇智新知识产权代理有限公司 (BEIJING TIAN QI ZHI XIN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO.,LTD); 中国北京市海淀区蓟门里小区1幢316室(政法大厦), Beijing 100088 (CN)。

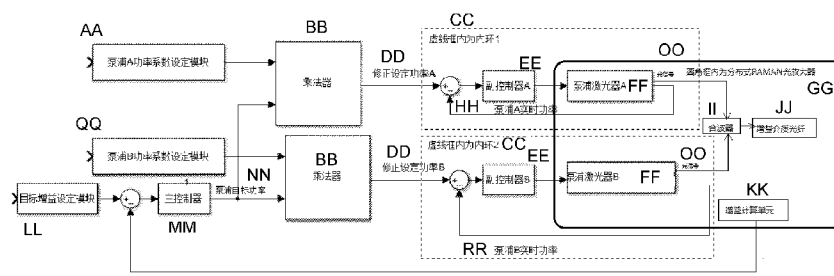
(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,

[见续页]

(54) Title: CASCADE CONTROL SYSTEM OF OPTICAL FIBER AMPLIFIER

(54) 发明名称: 一种光纤放大器的串级控制系统



- AA Power coefficient setting module for the pump A
- BB Multiplier
- CC Inner loop in the dashed line box
- DD Correction setting power
- EE Secondary controller
- FF Pump laser
- GG Distributed RAMAN optical amplifier in the rounded corner box
- HH Real-time power of the pump A
- II Beam combiner
- JJ Gain dielectric fiber
- KK Gain calculation unit
- LL Target gain setting module
- MM Main controller
- NN Pump target power
- OO Optical signal
- PP Real-time gain
- QQ Power coefficient setting module for the pump B
- RR Real-time power of the pump B

(57) Abstract: A cascade control system of an optical fiber amplifier comprises a target setting parameter module, a main controller, at least one controlled module and a secondary controller corresponding to the controlled module. The control system adopts two or more cascade control loops, so the disturbance of entering an auxiliary loop can be overcome in time, and the dynamic characteristics of the system can be improved. The main controller is used for coarse adjustment and overall target control, and the auxiliary controller is used for fine adjustment and rapid convergence for a short-term target, so the control quality of the cascade control system is further improved. By means of the cascade control system, the overall control target can be directly defined, and the impact of some special parameter aging characteristics on the field application is avoided; the two or more control loops are used for the overall control target and applications related to two or more parameters, and therefore, decoupling of the parameters in the control target is achieved through a control structure, vibration caused by real-time reciprocating calculation in the single-loop control is avoided, and the dynamic indicator of the system is improved.

ation in the single-loop control is avoided, and the dynamic indicator of the system is improved.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2016/082271 A1

CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种光纤放大器的串级控制系统, 包括目标设定参数模块、主控制器、至少一个被控模块以及与所述被控模块对应的副控制器。该控制系统采用两个或者更多的串级控制回路, 能及早克服进入副回路的扰动, 改善系统动态特性。主控制器用于粗调和总体目标控制, 副控制器用于细调和快速收敛于短时目标, 从而使其控制品质得到进一步提高。采用串级控制系统能够直接定义总体控制目标, 避免一些特殊参数衰老特性在现场应用中的影响。对于总体控制目标与两个或以上参数相关的应用, 使用两个或以上的控制回路, 实现利用控制结构将控制目标中多参数的解耦合, 避免单环控制中实时往复计算带来的震荡, 提高系统动态指标。

说明书

一种光纤放大器的串级控制系统

技术领域

本发明涉及一种应用于光通信系统中光放大器的控制系统，具体地说，涉及用于拉曼光纤放大器或者 EDFA 放大器的串级控制系统，本发明属于光纤通信领域。

背景技术

目前，分布式拉曼光纤放大器和掺铒光纤放大器 EDFA 已在通信系统中大量应用，为满足各种应用指标和功能要求，各种控制方法被用于光纤放大器的产品设计，例如应用前馈和反馈相结合的方法提高瞬态指标、利用基于预测的方法来实现对快速时间的预先响应等。对于以下一些场景，合适的控制器设计是能获得满足要求的控制功能和性能的关键：

控制目标包含多个参量的场合，控制性能往往难以达到要求，例如 EDFA 放大器设计中功率模式下增益受限制的实现，EDFA 放大器中增益模式下功率受限制的实现，在这些场合，使用单回路的控制方法难以很好的克服扰动影响，获得好的动态特性。

多泵浦光纤放大器的设计中，为了优化系统指标或者达到某些功能特性，往往要求依据某些参数或者控制目标控制不同泵浦激光器的功率，例如，在增益可控的分布式拉曼光纤放大器中，为实现 tilt 和增益的控制，要求不同波长的泵浦激光器的功率按照既定比例分配，或者在 edfa 放大器的设计中，为获得更好的光学指标，在输入光功率和增益在特定的范围内时，泵浦的功率按照固定的比例分配，而在其他范围内按照另外的比例设置。对于这样的系统要求，使

用单环控制器无法直接实现控制器的结构，妥协的办法是在产品生产时定标泵浦功率和电流的特性曲线，仍然使用单环控制器以功率电流关系的查找表为媒介予以实时控制，但是这种场合的代价是一方面增加了量出的生产代价，浪费工时人力，更重要的是在放大器使用一定时间后，泵浦激光器的老化会引起泵浦功率和电流的特性曲线的变化，导致控制目标不能真实达到，即放大器不能收敛于正确的工作点。

发明内容

本发明的目的就是克服现有技术存在的问题和不足，提供串级控制的系统来控制光纤放大器中的泵浦激光器。

为了解决上述技术问题，本发明提供了一种光纤放大器的串级控制系统，包括目标设定参数模块、主控制器、至少一个被控模块以及与所述被控模块对应的副控制器；其中，

所述目标设定参数模块用于向所述主控制器设定第一目标参数信号，第一目标参数是期望所述被控模块所要达到的第一输出参数；

所述主控制器根据所述目标设定参数模块输出的第一目标参数信号和所述被控模块输出的第一目标参数监控信号，产生与每个所述被控模块对应的第二目标参数信号，第二目标参数是期望所述被控模块所要达到的第二输出参数，期望所述被控模块所要达到的第二输出参数与期望所述被控模块所要达到的第一输出参数不同但相关联；

所述副控制器根据所述第二目标参数信号和所述被控模块输出的第二目标参数监控信号向对应的被控模块输出控制信号；

所述被控模块在所述副控制器输出的控制信号驱动下工作，产生对应的第二目标参数监控信号反馈给对应的副控制器，产生对应的第一目标参数监控信

号反馈给所述主控制器；

其中，所述副控制器和对应的被控模块构成内环反馈控制回路；所述内环反馈控制回路和主控制器构成外环反馈控制回路。

在上述技术方案中，所述被控模块为泵浦激光器和放大器模块，所述第一目标参数是期望所述泵浦激光器和放大器模块所要达到的实时增益，所述第二目标参数是期望所述泵浦激光器和放大器模块所要达到的泵浦实时功率。

在上述技术方案中，所述外环反馈控制回路进一步包括与所述副控制器对应的副目标参数修订模块和副目标参数设定模块；所述副目标参数修订模块根据所述副目标参数设定模块所设定的数值来修正所述主控制器输出的第二目标参数信号。

在上述技术方案中，所述副目标参数修订模块为上限功率保护模块，所述副目标参数设定模块为受限功率设定模块；所述上限功率保护模块根据所述受限功率设定模块所设定的限值来修正所述主控制器输出的第二目标参数信号。

在上述技术方案中，所述副目标参数修订模块为乘法器，所述副目标参数设定模块为功率系数设定模块；所述乘法器根据所述功率系数设定模块所设定的系数来修正所述主控制器输出的第二目标参数信号。

在上述技术方案中，所述外环反馈控制回路中包括多个并联的内环反馈控制回路，每个所述内环反馈控制回路对应一组副目标参数修订模块和副目标参数设定模块。

在上述技术方案中，所述外环反馈控制回路中包括多个级联的内环反馈控制回路，每个所述内环反馈控制回路对应一组副目标参数修订模块和副目标参数设定模块。

在上述技术方案中，所述主控制器和所述副控制器可以为反馈控制器或者前馈反馈控制器；

所述主控制器和所述副控制器可以为 PID 控制器、PI 控制器；

所述主控制器和所述副控制器还可以结合模糊逻辑控制、自适应控制。

本发明具有以下优点和积极效果：

1)对于控制目标包含多个参量的场合，能够克服单回路控制结构无法适应变化剧烈幅度较大的扰动的问题，获取较好的动态特性；而且将控制目标在控制结构实现时直接映射，结构清晰，是设计目标于设计结构中能够直接可观测的设计；当控制目标有变化时候，具体实现易于修改，维护代价比较小；

2)对于要求依据某些参数或者控制目标控制不同泵浦激光器的功率的场合，提供了一种新的实现方法，一方面避免了泵浦老化带来的控制不精确问题，另一方面能实时动态的调节泵浦功率配比，满足性能要求；

3)能迅速克服进入副回路的扰动，对负荷变化的适应性较强，能够依据某些参数或者控制目标控制不同泵浦激光器的功率。

附图说明

图 1 为通用的应用于光纤放大器设计的串级控制器的结构图；

图 2 为实现实例，EDFA 放大器增益模式下功率限制的实现；

图 3 为实现实例，分布式 RAMAN 放大器增益控制的实现系统；

具体实施方式

为了便于本领域普通技术人员理解和实施本发明，下面结合附图及具体实施方式对本发明作进一步的详细描述。

下面结合附图和两个应用实例对本发明做进一步说明：

总体来说，本发明是为了解决两大应用场合的问题，一种是对总体控制目标与两个或以上参数相关联的应用场合，通过使用两个或以上的控制回路，

实现利用控制结构将控制目标中多参数的解耦合，避免单环控制中实时往复计算带来的震荡，从而提高系统动态指标；另一种是对于需要控制不同泵浦激光器的功率比例の場合，使用串级控制结构直接实现功率控制，而非采用定标泵浦功率和电流的特性曲线的方法，避免激光器老化带来不能精确工作的问题。

本发明的通用控制结构如图 1 所示，主目标参数设定模块输出的设定信号输入主控制器，主控制器输出的副目标参数设定信号输入副控制器，副控制器输出的控制信号输入放大器模块，放大器模块输出的副目标参数监控信号反馈回副控制器构成内环反馈控制回路，放大器模块输出的主目标参数监控信号反馈回主控制器构成外环反馈控制回路。

在图 1 所示技术方案的总体控制结构中，整个控制回路由内环反馈控制回路和外环反馈控制回路共同构成。

如图 1 所示，内环反馈控制回路由虚线框内部分构成。内环反馈控制回路包括：副控制器即内环控制器、放大器模块；副控制器的输入信号包括副目标参数设定信号和副目标参数监控信号，副目标参数设定信号即上级主控制器的控制量输出模块、副目标参数监控信号即放大器模块输出的实时数值；

如图 1 所示，外环反馈控制回路包括：内环反馈控制回路、主控制器即外环控制器、主目标参数设定模块，主目标参数设定模块用于设定并输出设定信号即总体控制目标，主控制器的输入包括主目标参数设定模块输出的设定信号和主目标参数监控信号；主目标参数监控信号即放大器模块输出的实时数值，主控制器输出的外环控制量即内环反馈控制回路的副目标参数设定信号。

图 1 中所示的串级控制器的外环反馈控制回路只有一个，而本领域技术人员可以预见到，根据实际需要，内环反馈控制回路可以有一个或多个，多个内环反馈控制回路之间可以是嵌套和/或平行设置方式，即可以有多个内环反馈控

制回路相嵌套/级联，而且每一层内环反馈控制回路可以有多个平行/并联的内环反馈控制回路。最内层的内环反馈控制回路的输出的控制信号直接控制泵浦激光器的工作电流。

外环反馈控制回路中的主控制器和各个内环反馈控制回路中的副控制器为反馈控制器或者前馈反馈控制器，典型的为 PID 控制器或 PI 控制器，也可以是结合模糊逻辑控制、自适应控制功能的其他反馈控制器。

外环反馈控制回路中的主控制器和各个内环反馈控制回路中的副控制器一般由模拟电路或者数字处理器实现，典型的，可以使用模拟的 PID 电路或者使用 DSP 实现的数字 PID 控制器。

图 2 中描述了在 EDFA 放大器增益模式下功率限制的串级控制结构实现，相比于单回路控制器，其特征在于仍然使用增益作为主要控制目标，应用于主回路即外环反馈控制回路；以功率为次要控制目标，应用于副回路即内环反馈控制回路，实现了对增益锁定和功率受限的两个控制参量的同时实现，即在满足最大输出功率受限于给定值的增益锁定。

如图 2 所示，内环反馈控制回路由虚线框内部分构成，包括副控制器、泵浦激光器和放大器模块，泵浦激光器和放大器模块输出的泵浦实时功率信号和修正设定功率信号输入副控制器，副控制器输出的控制信号输入泵浦激光器和放大器模块。内环反馈控制回路实现的是泵浦激光器和放大器模块的泵浦功率锁定功能，即副控制器依据泵浦激光器和放大器模块输出的泵浦实时功率值和修正设定功率值的差异来调节泵浦激光器和放大器模块的驱动工作电流，驱动泵浦激光器和放大器模块工作。

如图 2 所示，外环反馈控制回路包括：内环反馈控制回路、主控制器、目标增益设定模块，并进一步包括上限功率保护模块和受限功率设定模块，泵浦

激光器和放大器模块输出的实时增益信号和目标增益设定模块输出的增益设定信号输入主控制器，主控制器输出的泵浦目标功率信号和受限功率设定模块输出的功率上限设定信号输入上限功率保护模块，上限功率保护模块依据功率上限设定信号对泵浦目标功率信号进行修正，输出修正设定功率信号。主控制器根据实时增益信号和增益设定信号的差异调节泵浦目标功率信号，使放大器的增益收敛于给定值。

上限功率保护模块的功能是保证修正设定功率值不大于功率上限设定信号所代表的受限功率设定值，即实现所谓的 PLIMIT 功能，当主控制器输出的泵浦目标功率值大于受限功率设定值时候，修正设定功率值等于受限功率设定值，否则，就等于泵浦目标功率值。

图 3 中，描述了在要求依据某些参数或者控制目标来控制不同泵浦激光器功率的场合采用串级控制结构的实现，假设仍然以增益为控制目标，即将增益作为外环反馈控制回路的目标参数，由外环反馈控制回路中的主控制器输出的控制量为泵浦目标功率值，其具体含义为对应于主控回路控制目标的泵浦功率大小的相对描述，将其乘以不同泵浦激光器对应的给定系数，得到了不同泵浦激光器的修正设定功率值，从而实现了泵浦功率的分配，图 3 中示出了采用两个泵浦激光器的结构，分布式 RAMAN 光放大器中包括泵浦激光器 A 和泵浦激光器 B、合波器、增益介质光纤、增益计算单元；副控制器 A 根据设定修正功率 A 对泵浦激光器 A 进行控制，泵浦激光器 A 将泵浦 A 实时功率反馈给泵浦激光器 A，构成内环反馈控制回路 1；副控制器 B 根据设定修正功率 B 对泵浦激光器 B 进行控制，泵浦激光器 B 将泵浦 B 实时功率反馈给泵浦激光器 B，构成内环反馈控制回路 2；泵浦激光器 A 和泵浦激光器 B 输出的激光经过合波器后由增益介质光纤进行放大输出，增益实时计算单元计算分布式 RAMAN 光放大器的实时

增益反馈给主控制器，构成外环反馈控制回路；主控制器根据目标增益设定模块设置的增益目标和反馈的实时增益分别针对泵浦激光器 A 和泵浦激光器 B 输出泵浦目标功率值；根据泵浦 A 功率系数设定模块和泵浦 B 功率系数设定模块的设定值，分别通过乘法器对泵浦激光器 A 和泵浦激光器 B 的泵浦目标功率值进行修正，得到输入副控制 A 的设定修正功率 A、输入副控制 B 的设定修正功率 B，由此实现分布式 RAMAN 光放大器的串级控制结构。本领域技术人员可以预见，根据实际需要，此结构中可以有三个或者更多的内环反馈控制回路，内环反馈控制回路的个数取决于泵浦激光器的个数，这些内环反馈控制回路相互平行/并联，每个平行的内环反馈控制回路功能相类似，如图 3 所示各个内环反馈控制回路由对应虚线框内部分构成的。每个内环反馈控制回路以输入泵浦激光器的泵浦电流为控制量输出用于控制对应泵浦激光器的功率达到给定值。相比于单环控制器以功率电流关系的查找表为媒介予以实时控制，本发明的串级控制系统不用考虑泵浦激光器的老化所引起的泵浦功率和电流特性曲线的变化，在泵浦激光器特性发生变化时候仍然能实现对目标参数的精确控制。而且节省了定标环节的生产成本，优势明显。

发明提供的光纤放大器的串级控制系统采用两个或者更多的串级控制回路，能及早克服进入副回路的扰动，改善系统动态特性，其中主控制器用于“粗调”和总体目标控制，副控制器用于“细调”和快速收敛于短时目标，从而使其控制品质得到进一步提高；同时，相比较于一些单回路构建系统的参数映射方法，采用串级控制系统能够在主回路中更直接定义总体控制目标，避免一些特殊参数衰老特性在现场应用中的影响；对于总体控制目标与两个或以上参数相关的应用，使用两个或以上的控制回路，实现利用控制结构将控制目标中多参数的解耦合，避免单环控制中实时往复计算带来的震荡，提高系统动态指标。

在实际应用中，基于现有泵浦激光器的硬件接口，普遍采用泵浦电流为内环反馈控制回路的控制量输出，内环反馈控制回路的控制目标为上级外环反馈控制回路的控制量输出，对于两级以上的系统，以此类推，实现多级控制。

权 利 要 求 书

1、一种光纤放大器的串级控制系统，其特征在于包括目标设定参数模块、主控制器、至少一个被控模块以及与所述被控模块对应的副控制器；其中，

所述目标设定参数模块用于向所述主控制器设定第一目标参数信号，第一目标参数是期望所述被控模块所要达到的第一输出参数；

所述主控制器根据所述目标设定参数模块输出的第一目标参数信号和所述被控模块输出的第一目标参数监控信号，产生与每个所述被控模块对应的第二目标参数信号，第二目标参数是期望所述被控模块所要达到的第二输出参数，期望所述被控模块所要达到的第二输出参数与期望所述被控模块所要达到的第一输出参数不同但相关联；

所述副控制器根据所述第二目标参数信号和所述被控模块输出的第二目标参数监控信号向对应的被控模块输出控制信号；

所述被控模块在所述副控制器输出的控制信号驱动下工作，产生对应的第二目标参数监控信号反馈给对应的副控制器，产生对应的第一目标参数监控信号反馈给所述主控制器；

其中，所述副控制器和对应的被控模块构成内环反馈控制回路；所述内环反馈控制回路和主控制器构成外环反馈控制回路。

2、按权利要求 1 所述的光纤放大器的串级控制系统，其特征在于：所述被控模块为泵浦激光器和放大器模块，所述第一目标参数是期望所述泵浦激光器和放大器模块所要达到的实时增益，所述第二目标参数是期望所述泵浦激光器和放大器模块所要达到的泵浦实时功率。

3、按权利要求 1-2 中任一项所述的光纤放大器的串级控制系统，其特征在于：所述外环反馈控制回路进一步包括与所述副控制器对应的副目标参数修订模块和副目标参数设定模块；所述副目标参数修订模块根据所述副目标参数设定模块所设定的数值来修正所述主控制器输出的第二目标参数信号。

4、按权利要求 3 所述的光纤放大器的串级控制系统，其特征在于：所述副

目标参数修订模块为上限功率保护模块，所述副目标参数设定模块为受限功率设定模块；所述上限功率保护模块根据所述受限功率设定模块所设定的限值来修正所述主控制器输出的第二目标参数信号。

5、按权利要求 3 所述的光纤放大器的串级控制系统，其特征在于：所述副目标参数修订模块为乘法器，所述副目标参数设定模块为功率系数设定模块；所述乘法器根据所述功率系数设定模块所设定的系数来修正所述主控制器输出的第二目标参数信号。

6、按权利要求 1-5 中任一项所述的光纤放大器的串级控制系统，其特征在于：所述外环反馈控制回路中包括多个并联的内环反馈控制回路，每个所述内环反馈控制回路对应一组副目标参数修订模块和副目标参数设定模块。

7、按权利要求 1-5 中任一项所述的光纤放大器的串级控制系统，其特征在于：所述外环反馈控制回路中包括多个级联的内环反馈控制回路，每个所述内环反馈控制回路对应一组副目标参数修订模块和副目标参数设定模块。

8、按权利要求 1-7 中任一项所述的光纤放大器的串级控制系统，其特征在于：所述主控制器和所述副控制器可以为反馈控制器或者前馈反馈控制器；

所述主控制器和所述副控制器可以为 PID 控制器、PI 控制器；

所述主控制器和所述副控制器还可以结合模糊逻辑控制、自适应控制。

说明书附图

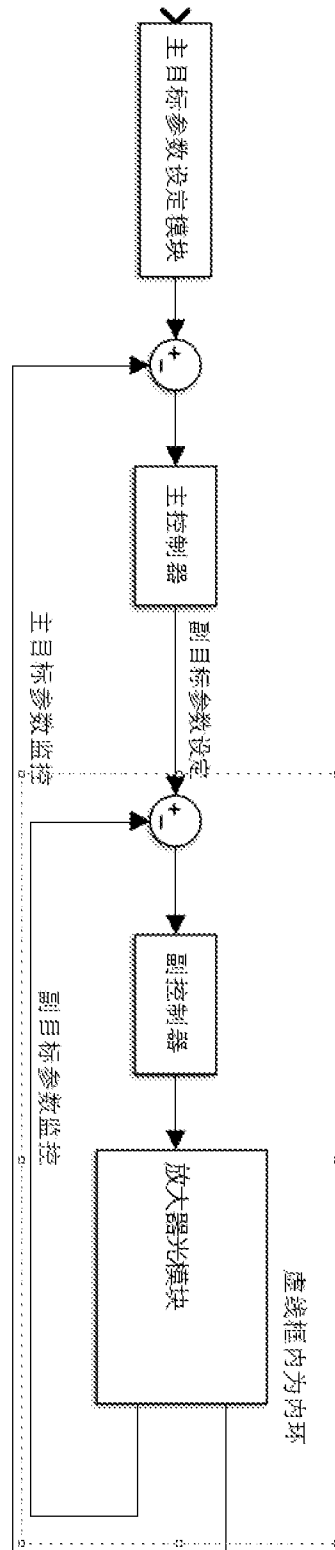


图 1

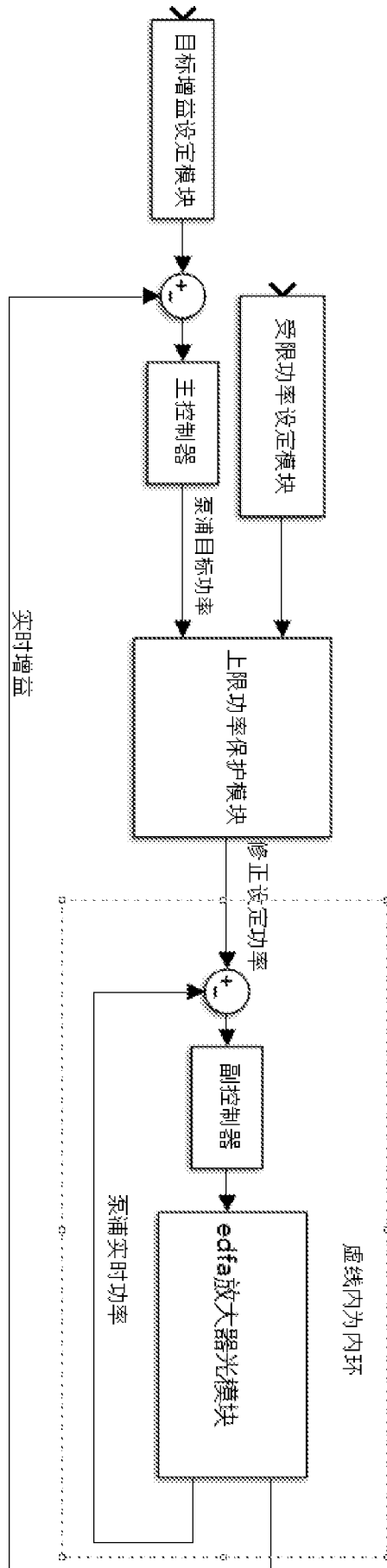


图 2

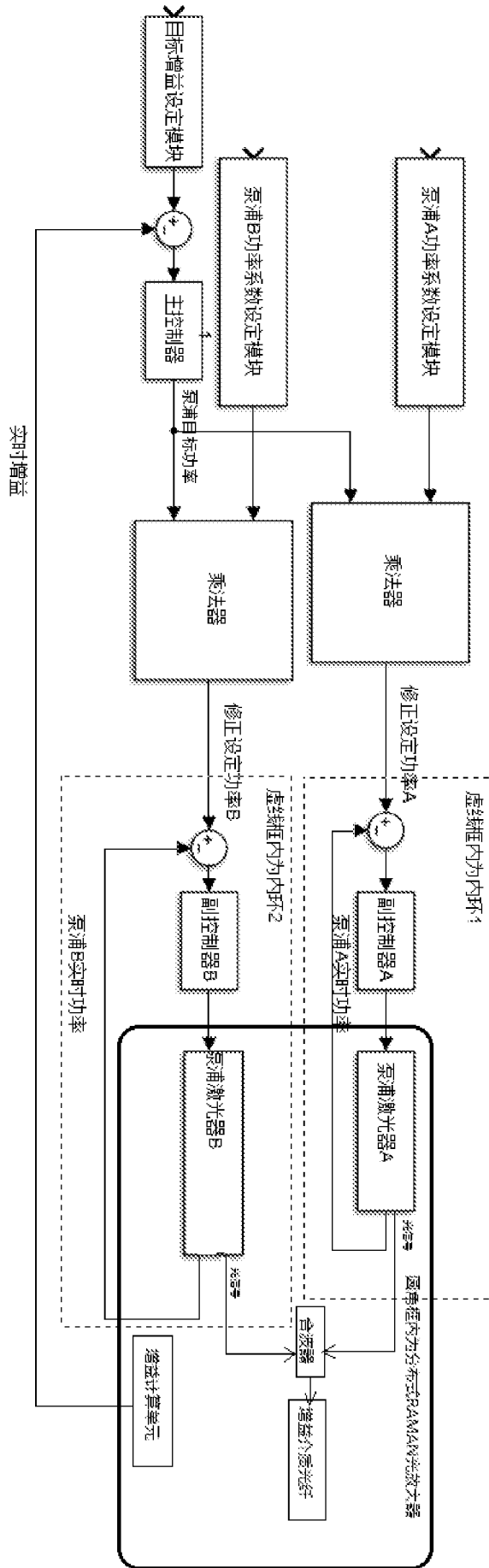


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/095113

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 3/067 (2006.01) i; H01S 5/068 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNTXT, CNABS, VEN: optical fibre amplification, cascade control, main control, sub-control, inner loop, outer loop, convergence, PI? control, amplifier?, fiber, fibre, control+, gain, power, feedback, loop

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 1996800 A (WUXI ZHONGXING OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.), 11 July 2007 (11.07.2007), description, page 4, line 32 to page 5, line 7, and figure 3	1-8
A	CN 1334988 A (CORNING INC.), 06 February 2002 (06.02.2002), the whole document	1-8
A	US 2008285118 A1 (IMRA AMERICA INC.), 20 November 2008 (20.11.2008), the whole document	1-8
A	US 2008198445 A1 (PYROPHOTONICS LASERS INC.), 21 August 2008 (21.08.2008), the whole document	1-8
A	US 2008284522 A1 (FINISAR CORP.), 20 November 2008 (20.11.2008), the whole document	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search

04 August 2015 (04.08.2015)

Date of mailing of the international search report

24 August 2015 (24.08.2015)

Name and mailing address of the ISA/CN:
 State Intellectual Property Office of the P. R. China
 No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
 Haidian District, Beijing 100088, China
 Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer

ZHANG, Zhi

Telephone No.: (86-10) **62085561**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2014/095113

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1996800 A	11 July 2007	None	
CN 1334988 A	06 February 2002	AU 2053300 A	12 July 2000
		CA 2355943 A1	29 June 2000
		TW 461974 B	01 November 2001
		JP 2002533969 A	08 October 2002
		EP 1142108 A1	10 October 2001
		WO 0038318 A1	29 June 2000
		BR 9916386 A	18 September 2001
		RU 2001120339 A	27 June 2003
US 2008285118 A1	20 November 2008	US 2012212803 A1	23 August 2012
		US 8537459 B2	17 September 2013
		US 7626758 B2	01 December 2009
		JP 2011199324 A	06 October 2011
		JP 2007531314 A	01 November 2007
		US 2005225846 A1	13 October 2005
		US 2013329279 A1	12 December 2013
		US 7505196 B2	17 March 2009
		WO 2005101705 A2	27 October 2005
		WO 2005101705 A3	18 May 2007
		US 2010060978 A1	11 March 2010
US 2008198445 A1	21 August 2008	WO 2008101338 A1	28 August 2008
		US 7667889 B2	23 February 2010
US 2008284522 A1	20 November 2008	US 7525391 B2	28 April 2009
		WO 2008144649 A1	27 November 2008

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/095113

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01S 3/067(2006.01)i; H01S 5/068(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																														
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H01S</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNKI, CNTXT, CNABS, VEN: 光纤放大, 串级控制, 反馈, 控制, 主控制, 副控制, 内环, 外环, 增益, 功率, 收敛, PI?控制, amplifier?, fiber, fibre, control+, gain, power, feedback, loop</p>																														
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 1996800 A (无锡市中兴光电子技术有限公司) 2007年 7月 11日 (2007 - 07 - 11) 说明书第4页第32行至第5页第7行, 附图3</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1334988 A (康宁股份有限公司) 2002年 2月 6日 (2002 - 02 - 06) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2008285118 A1 (IMRA AMERICA INC) 2008年 11月 20日 (2008 - 11 - 20) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2008198445 A1 (PYROPHOTONICS LASERS INC) 2008年 8月 21日 (2008 - 08 - 21) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2008284522 A1 (FINISAR CORP) 2008年 11月 20日 (2008 - 11 - 20) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型:</p> <table border="0"> <tr> <td>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</td> <td>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</td> </tr> <tr> <td>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</td> <td>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</td> <td>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</td> <td>“&” 同族专利的文件</td> </tr> <tr> <td>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</td> <td></td> </tr> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 1996800 A (无锡市中兴光电子技术有限公司) 2007年 7月 11日 (2007 - 07 - 11) 说明书第4页第32行至第5页第7行, 附图3	1-8	A	CN 1334988 A (康宁股份有限公司) 2002年 2月 6日 (2002 - 02 - 06) 全文	1-8	A	US 2008285118 A1 (IMRA AMERICA INC) 2008年 11月 20日 (2008 - 11 - 20) 全文	1-8	A	US 2008198445 A1 (PYROPHOTONICS LASERS INC) 2008年 8月 21日 (2008 - 08 - 21) 全文	1-8	A	US 2008284522 A1 (FINISAR CORP) 2008年 11月 20日 (2008 - 11 - 20) 全文	1-8	“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件	“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性	“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性	“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件	“&” 同族专利的文件	“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																												
A	CN 1996800 A (无锡市中兴光电子技术有限公司) 2007年 7月 11日 (2007 - 07 - 11) 说明书第4页第32行至第5页第7行, 附图3	1-8																												
A	CN 1334988 A (康宁股份有限公司) 2002年 2月 6日 (2002 - 02 - 06) 全文	1-8																												
A	US 2008285118 A1 (IMRA AMERICA INC) 2008年 11月 20日 (2008 - 11 - 20) 全文	1-8																												
A	US 2008198445 A1 (PYROPHOTONICS LASERS INC) 2008年 8月 21日 (2008 - 08 - 21) 全文	1-8																												
A	US 2008284522 A1 (FINISAR CORP) 2008年 11月 20日 (2008 - 11 - 20) 全文	1-8																												
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件																													
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性																													
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性																													
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件	“&” 同族专利的文件																													
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件																														
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2015年 8月 4日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2015年 8月 24日</p>																													
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>张陟</p> <p>电话号码 (86-10)62085561</p>																													

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/095113

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	1996800	A	2007年 7月 11日	无			
CN	1334988	A	2002年 2月 6日	AU	2053300	A	2000年 7月 12日
				CA	2355943	A1	2000年 6月 29日
				TW	461974	B	2001年 11月 1日
				JP	2002533969	A	2002年 10月 8日
				EP	1142108	A1	2001年 10月 10日
				WO	0038318	A1	2000年 6月 29日
				BR	9916386	A	2001年 9月 18日
				RU	2001120339	A	2003年 6月 27日
US	2008285118	A1	2008年 11月 20日	US	2012212803	A1	2012年 8月 23日
				US	8537459	B2	2013年 9月 17日
				US	7626758	B2	2009年 12月 1日
				JP	2011199324	A	2011年 10月 6日
				JP	2007531314	A	2007年 11月 1日
				US	2005225846	A1	2005年 10月 13日
				US	2013329279	A1	2013年 12月 12日
				US	7505196	B2	2009年 3月 17日
				WO	2005101705	A2	2005年 10月 27日
				WO	2005101705	A3	2007年 5月 18日
				US	2010060978	A1	2010年 3月 11日
US	2008198445	A1	2008年 8月 21日	WO	2008101338	A1	2008年 8月 28日
				US	7667889	B2	2010年 2月 23日
US	2008284522	A1	2008年 11月 20日	US	7525391	B2	2009年 4月 28日
				WO	2008144649	A1	2008年 11月 27日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)