(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
2022 年 5 月 12 日 (12.05.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/095615 A1

(51) 国际专利分类号:
G01K 11/32 (2021.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/119728

(22) 国际申请日: 2021 年 9 月 23 日 (23.09.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011240453.3 2020年11月9日 (09.11.2020) CN

(71) 申请人: 南京南瑞继保电气有限公司 (NR ELECTRIC CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区苏源大道69号, Jiangsu 211102 (CN)。 南京南瑞继保工程技术有限公司 (NR ENGINEERING CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区苏源大道69号, Jiangsu 211102 (CN)。

(72) 发明人: 丁晔 (DING, Ye); 中国江苏省南京市江宁区苏源大道69号, Jiangsu 211102 (CN)。 须雷 (XU, Lei); 中国江苏省南京市江宁区苏源大道69号, Jiangsu 211102 (CN)。 熊慕文 (XIONG, Muwen); 中国江苏省南京市江宁区苏源大道69号, Jiangsu 211102 (CN)。 刘东超 (LIU, Dongchao); 中国江苏省南京市江宁区苏源大道69号, Jiangsu 211102 (CN)。 刘中泽 (LIU, Zhongze); 中国江苏省南京市江宁区苏源大道69号, Jiangsu 211102 (CN)。

(74) 代理人: 南京经纬专利商标代理有限公司 (NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD); 中国江苏省南京市鼓楼区中山路179号12楼B座, Jiangsu 210005 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

(54) **Title:** DISTRIBUTED OPTICAL FIBER TEMPERATURE MEASUREMENT APPARATUS AND METHOD USED FOR TRANSFORMER TEMPERATURE MEASUREMENT

(54) 发明名称: 一种应用于变压器测温的分布式光纤测温装置及方法

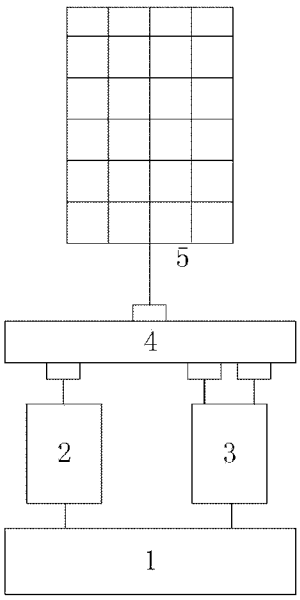


图 1

(57) **Abstract:** A distributed optical fiber temperature measurement apparatus used for transformer temperature measurement, the apparatus comprising a hardware circuit (1), a laser device (2), a detector (3), a wavelength division multiplexer (4) and a temperature-sensing optical fiber orchestration network (5), wherein the hardware circuit (1) is respectively connected to the laser device (2) and the detector (3), the laser device (2) and the detector (3) are both connected to the wavelength division multiplexer (4), and the wavelength division multiplexer (4) is connected to the temperature-sensing optical fiber orchestration network (5); the hardware circuit (1) controls the laser device (2) to emit excitation light, the excitation light enters the temperature-sensing optical fiber orchestration network (5) after passing through the wavelength division multiplexer (4), and the excitation light generates, in the temperature-sensing optical fiber orchestration network (5), scattered light that carries temperature information; backscattered light returns to the wavelength division multiplexer (4) through an original path via the temperature-sensing optical fiber orchestration network (5), and two beams of signal light separated from the wavelength division multiplexer (4) are converted into electrical signals in the detector (3); and the hardware circuit (1) demodulates the temperature information after receiving the electrical signals. The problem of installation and disassembly being complicated when a sensing optical fiber is used for transformer temperature measurement can be solved. Further disclosed is a distributed optical fiber temperature measurement method used for transformer temperature measurement.

WO 2022/095615 A1

[见续页]

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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))。

(57) 摘要：一种应用于变压器测温的分布式光纤测温装置，包括硬件电路（1）、激光器（2）、探测器（3）、波分复用器（4）和感温光纤编制网（5），硬件电路（1）分别与激光器（2）、探测器（3）相连，激光器（2）和探测器（3）均与波分复用器（4）相连，波分复用器（4）与感温光纤编制网（5）相连；硬件电路（1）控制激光器（2）发出激励光，激励光通过波分复用器（4）后进入感温光纤编制网（5），激励光在感温光纤编制网（5）中产生携带温度信息的散射光；背向散射光经感温光纤编制网（5）原路返回到波分复用器（4），从波分复用器（4）分离出的两束信号光到探测器（3）转变为电信号；硬件电路（1）接受电信号后解调出温度信息。可解决传感光纤应用于变压器测温的安装和拆卸复杂问题。还公开了一种应用于变压器测温的分布式光纤测温方法。

一种应用于变压器测温的分布式光纤测温装置及方法

相关申请

本申请要求于 2020 年 11 月 09 日提交中国专利局、申请号为 202011240453.3、申请名称为“一种应用于变压器测温的分布式光纤测温装置及方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请属于光纤传感测温技术领域，特别涉及一种应用于变压器测温的分布式光纤测温装置及方法。

背景技术

近年来，变压器外围测温对于其健康状况监控和长期安全运行有重大现实意义。异常温度的发现有助于及早发现变压器故障，降低电网的运行风险。早期的变压器外围测温是分布式电缆测温。分布式电缆测温由于是有源测温，对变压器有短路风险。

近些年随着分布式光纤测温技术的发展和推广，分布式光纤测温技术在变压器测温中得到了应用。但是分布式测温光缆的安装方式是其在变压器测温中广泛推广的制约因素之一。传统的分布式光线安装方式是缠绕在变压器的外围，这种安装方式维护成本较高。每次维护都要将缠绕的光纤解开，待变压器维护完成之后再缠绕上去，然后做温度标定。其工作量之大，维护时间之久都为工程实用化带来了障碍。

发明内容

本申请各示例性实施例的目的，在于提供一种应用于变压器测温的分布式光纤测温装置及方法，其可解决传感光纤应用于变压器测温的安装和拆卸复杂问题。

为了实现上述目的，本申请的一方面提供的技术方案是：

一种应用于变压器测温的分布式光纤测温装置，所述分布式光纤测温装置包括硬件电路、激光器、探测器、波分复用器和感温光纤编制网，其中，硬件电路分别与激光器、探测器相连，激光器和探测器均与波分复用器相连，波分复用器与感温光纤编制网相连；

硬件电路被配置为控制激光器发出激励光，激励光被配置为通过波分复用器后进入

感温光纤编制网，激励光在感温光纤编制网中产生携带温度信息的散射光；背向散射光被配置为经感温光纤编制网沿原路返回到波分复用器，从波分复用器分离出的两束信号光传播到探测器转变为相应电信号；硬件电路被配置为接受电信号后解调出温度信息。

在一实施例中，上述波分复用器包括波分复用器激励光输入端口、波分复用器激励光输出端口和两个波分复用器信号光输出端口，其中，激光器与波分复用器激励光输入端口相连，探测器与两个波分复用器信号光输出端口相连，以及感温光纤编制网与波分复用器激励光输出端口相连。

在一实施例中，上述感温光纤编制网的尺寸为可调节，所述感温光纤维编制网的尺寸根据实际变压器尺寸做调整，使得感温光纤编制网与变压器紧密贴合。

在一实施例中，上述感温光纤编制网能够整面安装和拆卸。

本申请的另一方面，提供一种应用于变压器测温的分布式光纤测温方法，首先，硬件电路控制激光器发出激励光，该激励光通过波分复用器后进入感温光纤编制网，激励光在感温光纤编制网中产生携带温度信息的散射光；背向散射光经感温光纤编制网沿原路返回到波分复用器，从波分复用器分离出的两束信号光传播到探测器从而转变为相应电信号；硬件电路由所述电信号中解调出温度信息。

根据本申请各示例性实施例提供的应用于变压器测温的分布式光纤测温装置和方法，通过使用感温光纤编制网，安装时候整面网贴合变压器的外侧，可以准确地检测变压器的温度。当变压器维护的时候，可以将整面测温网拆下。由于测温光纤为网状结构，相互之间的位置确定，所以仅作一次标定即可，后续反复安装都无需再做标定工作。

附图说明

图 1 是本申请的分布式测温装置系统结构示意图。

图 2 是本申请的波分复用器各端口示意图。

具体实施方式

下面结合附图对本申请的技术方案做进一步说明。

如图 1 所示，本申请各示例性实施例提供一种应用于变压器测温的分布式光纤测温装置，包括硬件电路 1、激光器 2、探测器 3、波分复用器 4 和感温光纤编制网 5，其中，硬件电路 1 与激光器 2 和探测器 3 相连，激光器 2 和探测器 3 均与波分复用器 4 相连，

感温光纤编制网 5 与波分复用器 4 相连；硬件电路 1 的作用是同步控制激光器 2 发光和探测器 3 接受光，探测器 3 将接受的光信号转为电信号，并对电信号做解调；激光器 2 产生作为激励源的脉冲激光，波分复用器 4 将激励光传送至感温光纤编制网 5，感温光纤编制网 5 负责产生温度敏感量。

在图 2 所示的实施例中示出了波分复用器 4 的结构。所述波分复用器 4 包括波分复用器激励光输入端口 4.1、两个波分复用器信号光输出端口 4.2 和 4.3、波分复用器激励光输出端口 4.4。激光器 2 与波分复用器激励光输入端口 4.1 相连。探测器 3 与两个波分复用器信号光输出端口 4.2 和 4.3 相连。感温光纤编制网 5 与波分复用器激励光输出端口 4.4 相连。

在一实施例中，感温光纤编制网 5 的尺寸具有调节功能，可以根据实际变压器尺寸做调整，使得感温光纤编制网 5 可以与变压器紧密贴合，以提升测温准确度。本领域技术人员可理解的是，感温光纤编制网 5 的尺寸可以为感温光纤编制网的展开面积的尺寸。

在一实施例中，感温光纤编制网 5 可以整面安装和拆卸，这样在变压器维护的时候，可以一次性做整个面的拆卸和安装，使其安装维护简单易行，极大地提升工作效率。而且由于感温光纤为网状结构，光纤之间的相对位置固定，仅需一次标定，后续拆卸与安装都可以免标定运行。

本申请各示例性实施例还提供一种应用于变压器测温的分布式光纤测温方法，内容为：硬件电路 1 控制激光器 2 发出激励脉冲激光，激励光通过波分复用器 4 后进入与之相连的感温光纤编制网 5，激励光在感温光纤编制网 5 中产生携带温度信息的散射光。散射光的背向散射光经感温光纤编制网 5 原路返回到波分复用器 4，波分复用器 4 的激励光输出端口同时也是散射光的输入端口，散射光经波分复用器 4 后分离出两束信号光，探测器 3 把两束信号光转变为电信号，硬件电路 1 接受电信号后解调出温度信息。

以上实施例仅为说明本申请的技术思想，不能以此限定本申请的保护范围，凡是按照本申请提出的技术思想，在技术方案基础上所做的任何改动，均落入本申请保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种应用于变压器测温的分布式光纤测温装置，其中，所述分布式光纤测温装置包括硬件电路、激光器、探测器、波分复用器和感温光纤编制网，其中，所述硬件电路分别与所述激光器和所述探测器相连，所述激光器和所述探测器均与所述波分复用器相连，且所述波分复用器与所述感温光纤编制网相连；及

所述硬件电路被配置为控制所述激光器发出激励光，所述激励光被配置为通过所述波分复用器后进入所述感温光纤编制网，所述激励光在所述感温光纤编制网中产生携带温度信息的散射光；背向散射光被配置为经所述感温光纤编制网沿原路返回到所述波分复用器，从所述波分复用器分离出的两束信号光传播到所述探测器从而转变为相应电信号；且所述硬件电路被配置为接收所述电信号后解调出温度信息。

2、如权利要求 1 所述的分布式光纤测温装置，其中，所述波分复用器包括波分复用器激励光输入端口、波分复用器激励光输出端口和两个波分复用器信号光输出端口，其中，所述激光器与所述波分复用器激励光输入端口相连，所述探测器与所述两个波分复用器信号光输出端口相连，以及所述感温光纤编制网与所述波分复用器激励光输出端口相连。

3、如权利要求 1 所述的分布式光纤测温装置，其中，所述感温光纤编制网的尺寸为可调节，所述感温光纤编制网的尺寸根据所述变压器进行调节，使得所述感温光纤编制网与所述变压器紧密贴合。

4、如权利要求 1 所述的分布式光纤测温装置，其中，所述感温光纤编制网能够整面安装和拆卸。

5、一种应用于变压器测温的分布式光纤测温方法，其中，所述方法包括：

硬件电路控制激光器发出激励光，所述激励光通过波分复用器后进入感温光纤编制网，所述激励光在所述感温光纤编制网中产生携带温度信息的散射光；

所述背向散射光经所述感温光纤编制网沿原路返回到所述波分复用器，从所述波分复用器分离出的两束信号光传播到探测器从而转变为相应电信号；以及

所述硬件电路接收所述电信号中解调出温度信息。

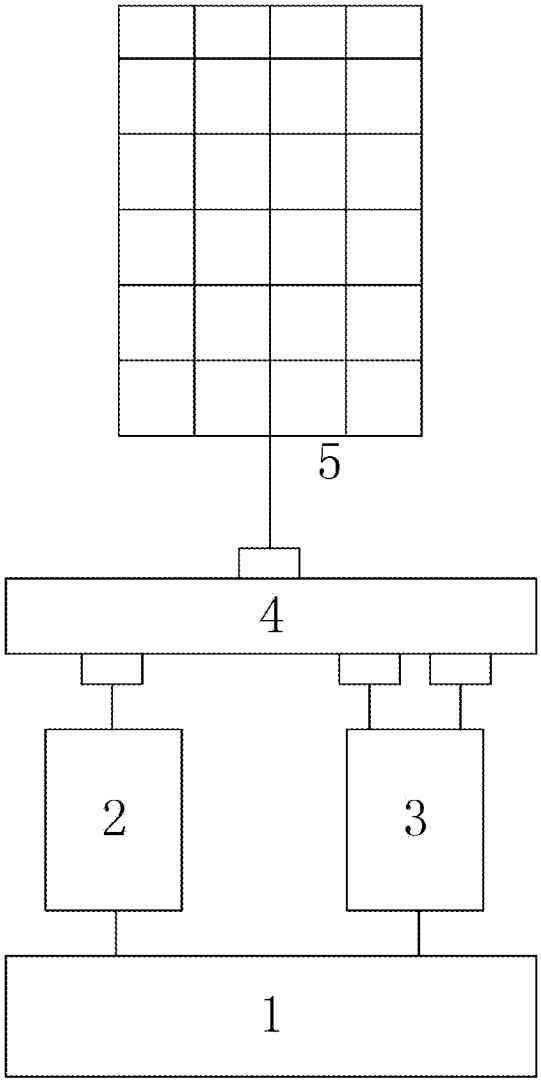


图 1

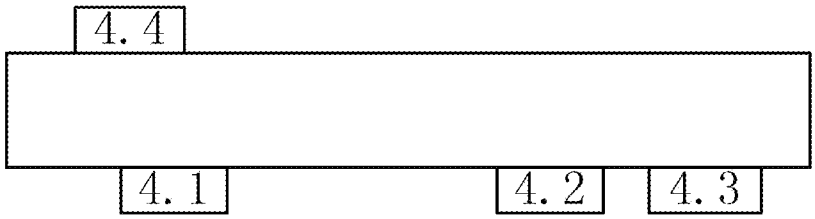


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/119728

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01K 11/32(2021.01)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)

G01K

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)

WPABSC; CNTXT; CNABS, VEN; CNKI: 变压器, 光纤, 网, 测温, 整, 编制网, 传感, 分布, 温, 测, 编织网, fiber, temperature, net, mesh, sens+, distribut+, Braid+, fabric, grid

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 107990998 A (NR ELECTRIC CO., LTD. et al.) 04 May 2018 (2018-05-04) description, paragraphs 5-13, and figures 1-3	1-5
Y	KR 20120097684 A (S1 CORP.) 05 September 2012 (2012-09-05) description, pages 5-7, figures 1-3	1-5
A	CN 201653435 U (ZHEJIANG UNIVERSITY) 24 November 2010 (2010-11-24) entire document	1-5
A	CN 204128711 U (CHANGCHUN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 28 January 2015 (2015-01-28) entire document	1-5
A	CN 102564643 A (SOUTHWEST JIAOTONG UNIVERSITY) 11 July 2012 (2012-07-11) entire document	1-5
A	CN 111238681 A (INSTITUTE OF ELECTRIC POWER SCIENCES YUNNAN POWER GRID CO., LTD.) 05 June 2020 (2020-06-05) entire document	1-5
A	CN 104567958 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 29 April 2015 (2015-04-29) entire document	1-5

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 November 2021	**08 December 2021**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 210377734 U (WEIHAI BEIYANG OPTOELECTRONIC INFO-TECH CO., LTD.) 21 April 2020 (2020-04-21) entire document	1-5
A	CN 207689037 U (GUANGDONG ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE CO., LTD. OF CHINA ENERGY ENGINEERING GROUP CORPORATION LIMITED) 03 August 2018 (2018-08-03) entire document	1-5
A	CN 201688928 U (ZHEJIANG UNIVERSITY) 29 December 2010 (2010-12-29) entire document	1-5
A	US 2020313763 A1 (NEC LABORATORIES AMERICA, INC. et al.) 01 October 2020 (2020-10-01) entire document	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/119728

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 107990998 A	04 May 2018	None	
KR 20120097684 A	05 September 2012	KR 101192445 B1	18 October 2012
CN 201653435 U	24 November 2010	None	
CN 204128711 U	28 January 2015	None	
CN 102564643 A	11 July 2012	None	
CN 111238681 A	05 June 2020	None	
CN 104567958 A	29 April 2015	None	
CN 210377734 U	21 April 2020	None	
CN 207689037 U	03 August 2018	None	
CN 201688928 U	29 December 2010	None	
US 2020313763 A1	01 October 2020	WO 2020198433 A1	01 October 2020
		US 10931366 B2	23 February 2021

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/119728

A. 主题的分类

G01K 11/32(2021.01)i

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01K

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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））

WPABSC;CNTXT;CNABS,VEN;CNKI:变压器，光纤，网，测温，整，编制网，传感，分布，温，测，编织网,fiber, temperature, net, mesh, sens+, distribut+, Braid+, fabric, grid

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 107990998 A (南京南瑞继保电气有限公司等) 2018年5月4日 (2018-05-04) 说明书第5-13段，附图1-3	1-5
Y	KR 20120097684 A (S1 CORP) 2012年9月5日 (2012-09-05) 说明书第5-7页，附图1-3	1-5
A	CN 201653435 U (浙江大学) 2010年11月24日 (2010-11-24) 全文	1-5
A	CN 204128711 U (长春理工大学) 2015年1月28日 (2015-01-28) 全文	1-5
A	CN 102564643 A (西南交通大学) 2012年7月11日 (2012-07-11) 全文	1-5
A	CN 111238681 A (云南电网有限责任公司电力科学研究院) 2020年6月5日 (2020-06-05) 全文	1-5
A	CN 104567958 A (华中科技大学) 2015年4月29日 (2015-04-29) 全文	1-5

☑ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2021年11月30日	2021年12月8日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 王蕾 电话号码 （86-10）62085734

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 210377734 U（威海北洋光电信息技术股份公司）2020年4月21日（2020-04-21） 全文	1-5
A	CN 207689037 U（中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司）2018年8月3日（2018-08-03） 全文	1-5
A	CN 201688928 U（浙江大学）2010年12月29日（2010-12-29） 全文	1-5
A	US 2020313763 A1（NEC LAB AMERICA INC等）2020年10月1日（2020-10-01） 全文	1-5

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/119728

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	107990998	A	2018年5月4日		无		
KR	20120097684	A	2012年9月5日	KR	101192445	B1	2012年10月18日
CN	201653435	U	2010年11月24日		无		
CN	204128711	U	2015年1月28日		无		
CN	102564643	A	2012年7月11日		无		
CN	111238681	A	2020年6月5日		无		
CN	104567958	A	2015年4月29日		无		
CN	210377734	U	2020年4月21日		无		
CN	207689037	U	2018年8月3日		无		
CN	201688928	U	2010年12月29日		无		
US	2020313763	A1	2020年10月1日	WO	2020198433	A1	2020年10月1日
				US	10931366	B2	2021年2月23日