

(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
2018 年 12 月 6 日 (06.12.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/218908 A1

(51) 国际专利分类号:
G06F 9/52 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/113873

(22) 国际申请日: 2017 年 11 月 30 日 (30.11.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710405733.7 2017年6月1日 (01.06.2017) CN

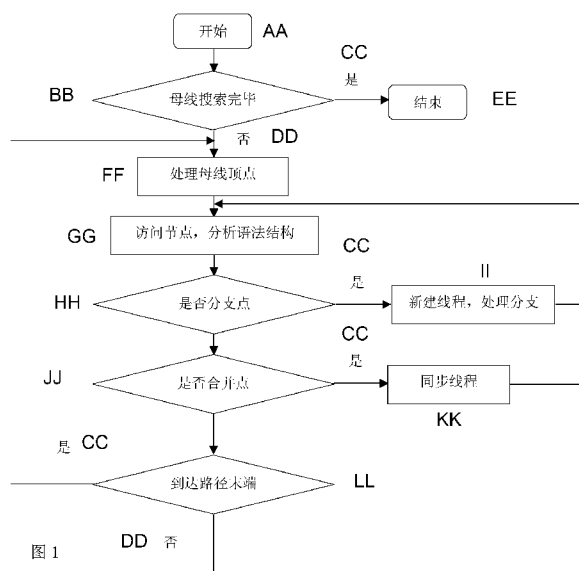
(71) 申请人: 华南理工大学 (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市南沙区环市大道南25号华工大广州产研院, Guangdong 511458 (CN)。

(72) 发明人: 黄翰(HUANG, Han); 中国广东省广州市南沙区环市大道南25号华工大广州产研院, Guangdong 511458 (CN)。 王琥(WANG, Hu); 中国广东省广州市南沙区环市大道南25号华工大广州产研院, Guangdong 511458 (CN)。 杨忠明(YANG, Zhongming); 中国广东省广州市南沙区环市大道南25号华工大广州产研院, Guangdong 511458 (CN)。 郝志峰(HAO, Zhifeng); 中国广东省广州市南沙区环市大道南25号华工大广州产研院, Guangdong 511458 (CN)。

(74) 代理人: 广州粤高专利商标代理有限公司 (YOGO PATENT & TRADEMARK AGENCY LIMITED COMPANY); 中国广东省广州市天河区体育西路中石化大厦B塔4416室, Guangdong 510620 (CN)。

(54) Title: GRAPHICAL PROGRAMMING MULTI-THREAD SYNCHRONIZATION METHOD

(54) 发明名称: 一种图形化编程多线程同步方法



AA Start
BB Complete mother thread search
CC Yes
DD No
EE End
FF Process vertex of the mother thread
GG Access the node, and analyze the grammatical structure
HH Is it a branch point?
II Establish a new thread, and process the branch
JJ Is it a merge point?
KK Synchronize the thread
LL Reach the end of the path

(57) Abstract: A graphical programming multi-thread synchronization method. When a user performs graphical programming, the graphical programming multi-thread synchronization method is used for managing and synchronizing multiple threads during graphical programming, solving the problem that the existing graphical programming systems do not support multi-thread synchronization. During multi-thread processing, the present method forms a directed acyclic graph for graphical programming components. A depth first search is performed on each single connected component, and the programming components are processed one by one. When the programming component is a branch node, a new branch thread starting flag is added and the current thread is ended; and when the



(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, 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, 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, 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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

programming component is a branch merge point, the first father programming component node of the merge point is responsible for starting the thread and adding a thread waiting flag, so as to wait for the synchronization of the graphical programming thread. The present method enables the graphical multi-threaded programming to have the function of thread synchronization, such that programmers can write graphical programs with more functions.

(57) 摘要: 一种图形化编程多线程同步方法, 用户进行图形化编程, 采用图形化编程多线程同步方法对图形化编程中的多线程进行管理与同步, 解决了现有图形化编程系统不支持多线程同步的问题。本方法在进行多线程处理时, 对由图形化编程组件组成有向无环图, 其中的单个连通分量进行深度优先搜索, 逐个编程组件进行处理。当该编程组件是一个分支节点时, 加入新的分支线程启动标志, 并结束当前线程; 当该编程组件是一个分支合并点时, 合并点的第一个父亲编程组件节点负责启动线程, 并添加线程等待标志, 等待图形化编程线程的同步。本方法能使图形化多线程编程具有线程同步的功能, 使编程人员能编写具有更丰富功能的图形化程序。

一种图形化编程多线程同步方法

[1] 技术领域

[2] 本发明一般涉及 图形化编程领域，具体涉及图形化编程多线程同步方法。

[3] 背景技术

[4] 随着社会的发展，人们生活水平的不断提高，同时计算机技术的飞速发展，软硬件编程已不再是 IT 人员的专职工作，编程者可能来自于社会上各行各业。但事实上，程序的世界仍然是大部分用户难以理解的，编程的高难度成为了人们探索计算机世界的绊脚石。非计算机专业的编程用户，是程序设计领域的特殊群体，随着使用计算机的次数增多和不断深入，他们将越来越感到现有的软硬件平台不能满足他们的需求，他们希望编程工具使用简单、功能强大；而专业的编程人员更期望使用直观易用、可读性强的编程语言。不同于文本型编程语言，图形化编程语言是一种能够将底层实现进行封装，用户仅需要简单拖拽编程组件，就能完成相应具有复杂逻辑的编程任务的编程语言。对于绝大多数非计算机专业的用户来说，简单直观的图形化编程语言能够给他们带来极大的便利。

[5] 现有的图形化编程软件并不常见，而且大都形式固定，由于设计难度高或软件缺陷，不支持图形化编程多线程同步，给使用者带来了诸多不便。

[6] 发明内容

[7] 本发明针对当前图形化编程领域技术的不足，提供了一种图形化编程多线程同步方法。本发明的目的在于提供一种高效实用的图形化编程多线程同步方法，能够对分支开的图形化编程多线程进行同步，从而实现更复杂的图形化程序，具体技术方案如下。

[8] 一种图形化编程多线程同步方法，其包括以下步骤：

[9] (a) 对每个由图形化编程组件组成的连通分量进行深度优先搜索，逐个编程组件进行处理，并通过分别不同标记未访问和已访问节点，以确保由图形化编程组件组成的连通分量的有向无环；

- [10] (b) 当处理的编程组件是一个分支节点时，添加新的图形化编程线程；
- [11] (c) 当处理的编程组件是一个分支合并点（即线程同步点）时，进行图形化编程线程的同步；
- [12] 上述一种图形化编程多线程同步方法中，步骤 (b) 包括以下步骤：
- [13] (b-1) 访问当前处理的编程组件，分析语法结构，并翻译为底层编程语言。其中编程组件具有确定的功能，对应底层编程语言；
- [14] (b-2) 对节点的每个分支，均加入新的线程启动标志；
- [15] (b-3) 将新启动的图形化编程线程，均加入线程分配表；
- [16] (b-4) 在当前线程结尾，加入线程结束标志
- [17] (b-5) 将当前线程移出线程分配表。
- [18] 上述一种图形化编程多线程同步方法中，步骤 (b-2) 中，所述线程启动标志用于启动新图形化编程线程；步骤 (b-4) 中，所述线程结束标志用于结束当前图形化编程线程。
- [19] 上述一种图形化编程多线程同步方法中，步骤 (b-3) 中，所述线程分配表用于记录当前图形化编程线程的分配情况。
- [20] 上述一种图形化编程多线程同步方法中，步骤 (c) 包括以下步骤：
- [21] (c-1) 启动同步后新线程，并加入线程分配表；
- [22] (c-2) 添加线程等待标志；
- [23] (c-3) 分析当前处理的编程组件的语法结构，并翻译为底层编程语言。
- [24] 上述一种图形化编程多线程同步方法中，步骤 (c-1) 中，所述同步后新线程是图形化线程同步后的新线程，由合并点的第一个父亲编程组件节点负责启动，即在合并点的第一个父亲编程组件节点处理后加入线程启动标志。
- [25] 上述一种图形化编程多线程同步方法中，步骤 (c-2) 中，所述线程等待标志，用于等待图形化编程线程的同步，即需等待所有当前同步的图形化编程线程都处理完毕后，才进行当前编程组件的处理。
- [26] 与现有技术相比，本发明具有如下优点和技术效果：
- [27] 在并行化技术日益进步的今天，使用如 Fortran 或者 C 语言等传统编程语言已经难以胜任，高级编程语言能更好的支持多线程编程，但是作为高级编程语言

的图形化编程语言，在多线程编程上仍然显得乏力，不支持线程间同步。本发明在进行多线程处理时，对单个图形化编程组件连通分量进行深度优先搜索，逐个编程组件进行处理。当该编程组件是一个分支节点时，加入新的分支线程启动标志，并结束当前线程；当该编程组件是一个分支合并点（即线程同步点）时，合并点的第一个父亲编程组件节点负责启动线程，并添加线程等待标志，等待图形化编程线程的同步。实现了图形化编程的多线程同步，使图形化多线程编程具有更丰富的功能，提高编程人员的工作效率。

[28] 附图说明

[29] 图 1 为实施方式中图形化编程多线程同步方法的流程图。

[30] 具体实施方式

[31] 以下结合附图对本发明的实施方式作进一步说明，但本发明的实施不限于此。

[32] 如图 1，一种图形化编程多线程同步方法的主要流程包括以下步骤：

[33] (a) 对每个由图形化编程组件组成的连通分量进行深度优先搜索，逐个编程组件进行处理，并通过标记未访问和已访问节点，以确保由图形化编程组件组成的连通分量的有向无环；

[34] (b) 当处理的编程组件是一个分支节点时，添加新的图形化编程线程；

[35] (c) 当处理的编程组件是一个分支合并点（即线程同步点）时，进行图形化编程线程的同步。

[36] 步骤 (a) 是通过对单个由图形化编程组件组成的连通分量进行深度优先搜索，遍历到该连通分量中的每个顶点，首先编译程序通过分别不同标记未访问和已访问节点，如果在试图访问一个之前未被访问过的节点时，发现该节点已被访问过，代表该连通分量存在环则不允许通过编译，以此确保由图形化编程组件组成的连通分量的有向无环，然后逐一进行编译与线程分配。

[37] 步骤 (b) 在处理每个编程组件节点时，如果遇到当前编程组件是一个分支节点时，对于每一个分支都会生成一条新线程。

[38] 步骤 (b) 包括以下步骤：

[39] (b-1) 访问当前处理的编程组件，分析语法结构，并翻译为底层编程语言。其中编程组件具有确定的功能，对应底层编程语言；

- [40] (b-2) 对节点的每个分支，均加入新的线程启动标志；
- [41] (b-3) 将新启动的图形化编程线程，均加入线程分配表；
- [42] (b-4) 在当前线程结尾，加入线程结束标志；
- [43] (b-5) 将当前线程移出线程分配表。
- [44] 其中步骤 (b-2) 所述线程启动标志用于启动新图形化编程线程；步骤 (b-4) 所述线程结束标志用于结束当前图形化编程线程。
- [45] 步骤 (b-3) 所述线程分配表用于记录当前图形化编程线程的分配情况，方便线程的全局访问。
- [46] 步骤 (c) 是多线程同步的关键步骤，在处理每个编程组件节点时，如果遇到当前编程组件是一个分支合并点（即线程同步点）时，需等待所有当前同步的图形化编程线程都处理完毕后，才继续进行处理。
- [47] 步骤 (c) 包括以下步骤：
- [48] (c-1) 启动同步后新线程，并加入线程分配表；
- [49] (c-2) 添加线程等待标志；
- [50] (c-3) 分析当前处理的编程组件的语法结构，并翻译为底层编程语言。
- [51] 步骤 (c-1) 所述同步后新线程是图形化线程同步后的新线程，由合并点的第一个父亲编程组件节点负责启动，即在合并点的第一个父亲编程组件节点处理后加入线程启动标志。
- [52] 步骤 (c-2) 所述线程等待标志，用于等待图形化编程线程的同步，即需等待所有当前同步的图形化编程线程都处理完毕后，才进行当前编程组件的处理。
- [53] 本发明在进行多线程处理时，对单个图形化编程组件连通分量进行深度优先搜索，逐个编程组件进行处理。当该编程组件是一个分支节点时，加入新的分支线程启动标志，并结束当前线程；当该编程组件是一个分支合并点（即线程同步点）时，合并点的第一个父亲编程组件节点负责启动线程，并添加线程等待标志，等待图形化编程线程的同步。实现了图形化编程的多线程同步，使图形化多线程编程具有更丰富的功能，提高编程人员的工作效率。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种图形化编程多线程同步方法，其特征在于，包括以下步骤：
- (a) 对每个由图形化编程组件组成的连通分量进行深度优先搜索，逐个编程组件进行处理，并通过分别不同标记未访问和已访问节点，以确保由图形化编程组件组成的连通分量的有向无环；
 - (b) 当处理的编程组件是一个分支节点时，添加新的图形化编程线程；
 - (c) 当处理的编程组件是一个分支合并点即线程同步点时，进行图形化编程线程的同步。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述一种图形化编程多线程同步方法，其特征在于，步骤(b)包括以下步骤：
- (b-1) 访问当前处理的编程组件，分析语法结构，并翻译为底层编程语言。其中编程组件具有确定的功能，对应底层编程语言；
 - (b-2) 对节点的每个分支，均加入新的线程启动标志；
 - (b-3) 将新启动的图形化编程线程，均加入线程分配表；
 - (b-4) 在当前线程结尾，加入线程结束标志；
 - (b-5) 将当前线程移出线程分配表。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述一种图形化编程多线程同步方法，其特征在于，步骤(b-2)所述线程启动标志用于启动新图形化编程线程；步骤(b-4)所述线程结束标志用于结束当前图形化编程线程。
- [权利要求 4] 根据权利要求2所述一种图形化编程多线程同步方法，其特征在于，步骤(b-3)所述线程分配表用于记录当前图形化编程线程的分配情况。
- [权利要求 5] 根据权利要求1所述一种图形化编程多线程同步方法，其特征在于，步骤(c)包括以下步骤：
- (c-1) 启动同步后新线程，并加入线程分配表；
 - (c-2) 添加线程等待标志；
 - (c-3) 分析当前处理的编程组件的语法结构，并翻译为底层编程语言。

- [权利要求 6] 根据权利要求5所述一种图形化编程多线程同步方法，其特征在于，步骤(c-1)所述同步后新线程是图形化线程同步后的新线程，由合并点的第一个父亲编程组件节点负责启动，即在合并点的第一个父亲编程组件节点处理后加入线程启动标志。
- [权利要求 7] 根据权利要求5所述一种图形化编程多线程同步方法，其特征在于，步骤(c-2)所述线程等待标志，用于等待图形化编程线程的同步，即需等待所有当前同步的图形化编程线程都处理完毕后，才进行当前编程组件的处理。

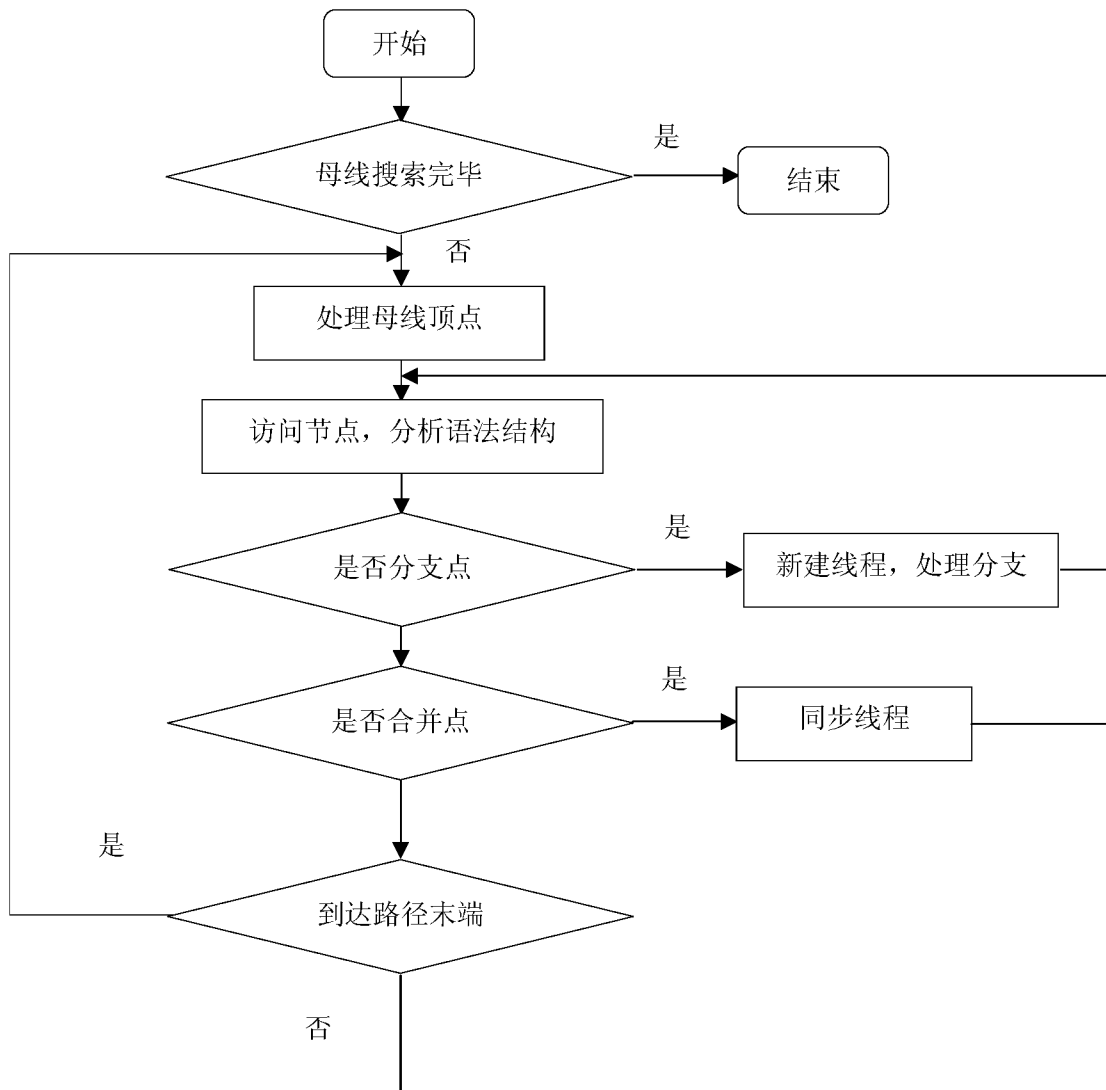


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/113873

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 9/52 (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)

G06F

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)

PI; EPODOC; CNPAT; CNKI; IEEE: 图形化编程, 可视化编程, 多线程, 同步, 有向无环, 合并, 分支, 启动, 分配, 结束, visual, graphical, programming, thread, synchronization, DAG, merge, combination, start, assign, end

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 103077006 A (ZHEJIANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 01 May 2013 (01.05.2013), description, page 2	1-7
Y	CN 105468445 A (TCL CORP.), 06 April 2016 (06.04.2016), description, pages 4-5	1-7
PX	CN 107391266 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 24 November 2017 (24.11.2017), claims 1-7	1-7
A	CN 103207903 A (NARI-RELAYS ELECTRIC CO., LTD. et al.), 17 July 2013 (17.07.2013), entire document	1-7
A	US 6421821 B1 (LAVAUEE, R.J.), 16 July 2002 (16.07.2002), entire document	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 06 February 2018	Date of mailing of the international search report 28 February 2018
Name and mailing address of the ISA 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 XIE, Xin Telephone No. (86-10) 53961366

International application No.
PCT/CN2017/113873

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/113873

A. 主题的分类

G06F 9/52 (2006.01) 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)

G06F

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))

PI; EPODOC; CNPAT; CNKI; IEEE: 图形化编程, 可视化编程, 多线程, 同步, 有向无环, 合并, 分支, 启动, 分配, 结束, visual, graphical, programming, thread, synchronization, DAG, merge, combination, start, assign, end

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 103077006 A (浙江工业大学) 2013年 5月 1日 (2013 - 05 - 01) 说明书第2页	1-7
Y	CN 105468445 A (TCL集团股份有限公司) 2016年 4月 6日 (2016 - 04 - 06) 说明书第4-5页	1-7
PX	CN 107391266 A (华南理工大学) 2017年 11月 24日 (2017 - 11 - 24) 权利要求1-7	1-7
A	CN 103207903 A (南京南瑞继保电气有限公司 等) 2013年 7月 17日 (2013 - 07 - 17) 全文	1-7
A	US 6421821 B1 (LAVALLEE, RONALD J.) 2002年 7月 16日 (2002 - 07 - 16) 全文	1-7

☐ 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

2018年 2月 6日

国际检索报告邮寄日期

2018年 2月 28日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

解欣

传真号 (86-10) 62019451

电话号码 (86-10) 53961366

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/113873

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	103077006	A	2013年 5月 1日	无	
CN	105468445	A	2016年 4月 6日	无	
CN	107391266	A	2017年 11月 24日	无	
CN	103207903	A	2013年 7月 17日	无	
US	6421821	B1	2002年 7月 16日	无	

表 PCT/ISA/210（同族专利附件）（2009年7月）