(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 5 月 19 日 (19.05.2016)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2016/074483 A1

(51) 国际专利分类号:
G06F 17/50 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2015/082262

(22) 国际申请日: 2015 年 6 月 25 日 (25.06.2015)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
2014106362345 2014 年 11 月 12 日 (12.11.2014) CN

(71) 申请人: **江苏省电力公司扬州供电公司 (JIANGSU ELECTRIC POWER COMPANY YANGZHOU POWER COMPANY)** [CN/CN]; 中国江苏省扬州市邗江维扬路 179 号, Jiangsu 225009 (CN)。 **江苏方天电力技术有限公司 (JIANGSU FANGTIAN POWER TECHNOLOGY CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区苏源大道 58 号苏源大厦, Jiangsu 211102 (CN)。 **国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA)** [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100761 (CN)。 **北京加华赛时电力安全技术有限公司 (BEIJING JIAHUASAISHI SAFE ENGINEERING SERVICES&TECHNOLOGIES LTD.)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区高梁桥斜街 59 号院 1 号楼 8 层 808, Beijing 100000 (CN)。

(72) 发明人: **张劲松 (ZHANG, Jinsong)**; 中国江苏省扬州市邗江维扬路 179 号, Jiangsu 225009 (CN)。 **吴栋良 (WU, Dongliang)**; 中国江苏省扬州市邗江维扬路 179 号, Jiangsu 225009 (CN)。 **王胪 (WANG, Lu)**; 中国江苏省扬州市邗江维扬路 179 号, Jiangsu 225009 (CN)。 **钱锋 (QIAN, Feng)**; 中国江苏省扬州市邗江维扬路 179 号, Jiangsu 225009 (CN)。 **翟学锋 (ZHAI, Xuefeng)**; 中国江苏省扬州市邗江维扬路 179 号, Jiangsu 225009 (CN)。 **叶海 (YE, Hai)**; 中国江苏省扬州市邗江维扬路 179 号, Jiangsu 225009 (CN)。 **郭冰 (GUO, Bing)**; 中国江苏省扬州市邗江维扬路 179 号, Jiangsu 225009 (CN)。 **陈迟 (CHEN, Chi)**; 中国江苏省扬州市邗江维扬路 179 号, Jiangsu 225009 (CN)。 **韩文建 (HAN, Wenjian)**; 中国江苏省扬州市邗江维扬路 179 号, Jiangsu 225009 (CN)。 **付龙海 (FU, Longhai)**; 中国江苏省扬州市邗江维扬路 179 号, Jiangsu 225009 (CN)。

(74) 代理人: **南京纵横知识产权代理有限公司 (NANJING ZONGHENG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO.,LTD.)**; 中国江苏省南京市鼓楼区山西路 8 号金山大厦 B 栋 9 楼 D, Jiangsu 210009 (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,

[见续页]

(54) Title: SIMULATION CALCULATION METHOD FOR SECURITY OF GIS METAL PIPELINE SYSTEM

(54) 发明名称 : GIS 金属管道系统安全性的模拟计算方法

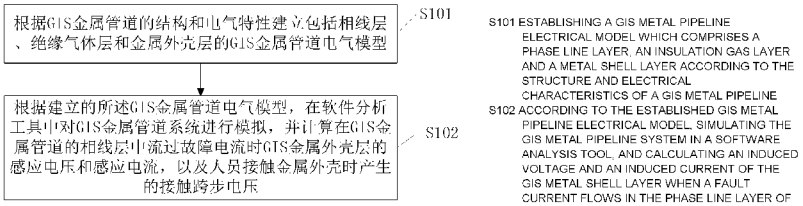


图 2 / Fig. 2

(57) **Abstract**: A simulation calculation method for the security of a GIS metal pipeline system, comprising: establishing a GIS metal pipeline electrical model which comprises a phase line layer, an insulation gas layer and a metal shell layer according to the structure and electrical characteristics of a GIS metal pipeline (S101); and according to the established GIS metal pipeline electrical model, simulating the GIS metal pipeline system in a software analysis tool, and calculating an induced voltage and an induced current of the GIS metal shell layer when a fault current flows in the phase line layer of the GIS metal pipeline and touch and step voltages generated when a person contacts the metal shell (S102). The present solution can perform simulation calculation on security risks which may be generated in future in a design stage, so as to provide assistance and guidance for a security design of a GIS substation.

(57) **摘要**: 一种 GIS 金属管道系统安全性的模拟计算方法，包括：根据 GIS 金属管道的结构和电气特性建立包括相线层、绝缘气体层和金属外壳层的 GIS 金属管道电气模型(S101)；根据建立的所述 GIS 金属管道电气模型，在软件分析工具中对 GIS 金属管道系统进行模拟，并计算在 GIS 金属管道的相线层中流过故障电流时 GIS 金属外壳层的感应电压和感应电流，以及人员接触金属外壳时产生的接触跨步电压(S102)。本方案可以在设计阶段对未来可能产生的安全隐患进行模拟计算，为 GIS 变电站的安全性设计提供帮助和指导。

WO 2016/074483 A1

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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

GIS 金属管道系统安全性的模拟计算方法

技术领域

本发明涉及变电站安全技术领域，尤其涉及一种 GIS 金属管道系统安全性的模拟计算方法。

背景技术

目前，随着中国工业化的快速发展、可用面积的减少，不断出现高压变电站位于城区市内的情况。与常规的位于郊区的变电站相比，市内变电站可用面积较小，设备紧凑度高。为了更好的在有限的空间中布置变电站所需的设置和设备，现在对于市内变电站多采用气体绝缘变电站(GIS, Gas Insulated Substation)系统，GIS 是全部或部分采用气体而不采用处于大气压下的空气作为绝缘介质的金属封闭开关设备。GIS 具有占地面积小、元件密封不受环境干扰、运行可靠性高、维护工作量小等优势，因而在市内变电站建设中得到广泛使用。

对于 GIS 系统而言，将相线封闭在金属管内，GIS 金属管道系统如图 1 所示，在变电站发生短路故障时，故障相中会有很大的故障电流幅值，有时会达到 10-20kA 的数量级。在如此大幅值的故障电流通过相线时，会对 GIS 外壳的金属管线产生很强的感应干扰，有时金属管道上的感应电流和感应电压非常高，如果此时有工作人员接触到金属管线外壳，就会遭受到过高的感应电压和感应电流，容易造成接触、跨步电压过高，有很大的安全隐患。目前，对于 GIS 系统的研究，国内研究者主要关注于 GIS 自身结构的设计和优化布置工作，而对于故障情况下 GIS 系统对周边人员的安全性分析还处于空白。并且对于 GIS 金属管道系统来说目前的研究工作中暂时还未有一个成型的模型，以及基于该模型进行相应的安全性分析工作也仍是空白。

发明内容

本发明所要解决的技术问题在于，提供一种 GIS 金属管道系统安全性的模

拟计算方法，可以在设计阶段对未来可能产生的安全隐患进行模拟计算，为 GIS 变电站的安全性设计提供帮助和指导。

为了解决上述技术问题，本发明提供了一种 GIS 金属管道系统安全性的模拟计算方法，包括：

根据 GIS 金属管道的结构和电气特性建立包括相线层、绝缘气体层和金属外壳层的 GIS 金属管道电气模型；

根据建立的所述 GIS 金属管道电气模型，在软件分析工具中对 GIS 金属管道系统进行模拟，并计算在 GIS 金属管道的相线层中流过故障电流时 GIS 金属外壳层的感应电压和感应电流，以及人员接触金属外壳时产生的接触跨步电压。

其中，所述 GIS 金属管道电气模型中的相线层为铜质材料层，包括半径为 0.045m 的圆内区域，相对电阻率为 1，相对磁导率为 1。

其中，所述 GIS 金属管道电气模型中的绝缘气体层为六氟化硫气体层，包括半径为 0.045m 的圆与半径为 0.065m 的圆之间的区域，相对电阻率和相对磁导率为无穷大。

其中，所述 GIS 金属管道电气模型中的金属外壳层为钢质材料层，包括半径为 0.065m 的圆与半径为 0.07m 的圆之间的区域，相对电阻率为 13，相对磁导率为 300。

实施本发明，具有如下有益效果：本发明提供了一种 GIS 金属管道电气模型，并根据 GIS 金属管道电气模型在工具中进行模拟和计算，可以在设计阶段得出在未来故障情况下，可能产生的安全隐患，为 GIS 变电站的安全性设计提供帮助和指导。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是 GIS 金属管道系统图；

图 2 是本发明提供的 GIS 金属管道系统安全性的模拟计算方法的一个实施例的流程示意图；

图 3 是 GIS 金属管道电气模型的示意图。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

图 2 是本发明提供的 GIS 金属管道系统安全性的模拟计算方法的一个实施例的流程示意图，如图 2 所示，包括步骤：

S101、根据 GIS 金属管道的结构和电气特性建立包括相线层、绝缘气体层和金属外壳层的 GIS 金属管道电气模型。

其中，如图 3 所示，所述 GIS 金属管道电气模型中的相线层为铜质材料层，包括半径为 0.045m 的圆内区域，相对电阻率为 1，相对磁导率为 1。所述 GIS 金属管道电气模型中的绝缘气体层为六氟化硫气体层，包括半径为 0.045m 的圆与半径为 0.065m 的圆之间的区域，相对电阻率和相对磁导率为无穷大。所述 GIS 金属管道电气模型中的金属外壳层为钢质材料层，包括半径为 0.065m 的圆与半径为 0.07m 的圆之间的区域，相对电阻率为 13，相对磁导率为 300。

S102、根据建立的所述 GIS 金属管道电气模型，在软件分析工具中对 GIS 金属管道系统进行模拟，并计算在 GIS 金属管道的相线层中流过故障电流时 GIS 金属外壳层的感应电压和感应电流，以及人员接触金属外壳时产生的接触跨步电压。

其中，所述软件分析工具为 CDEGS 软件或 ANASYS 软件。通过软件分析工具计算出来 GIS 金属管道的相线层中流过大故障电流时 GIS 金属外壳层的感应电压和感应电流，以及人员接触金属外壳时产生的接触跨步电压之后，可以得知当前设计的 GIS 金属管道系统的安全性，从而进行更改设计等，以防止后期对人员造成伤亡。

本发明具有以下有益效果：

（1）目前的工作无法对 GIS 金属管道系统进行有效的模拟，所以在设计和研究中无法有效的考虑存在 GIS 金属管道系统时变电站接地系统和 GIS 金属管道系统安全性。通过本发明，可以对变电站接地系统和 GIS 金属管道系统安全性进行模拟计算。

（2）对于 GIS 金属管道系统的安全性的模拟计算更符合实际情况；对于 GIS 变电站接地系统分析时，目前多仅仅考虑接地系统自身的性能，而对于 GIS 金属管道系统金属外壳和接地系统之间存在的接触电压值无法进行有效计算。通过本发明，可以通过专业分析工具直接分析 GIS 变电站发生短路故障情况下，在 GIS 金属管道相线中流过大幅值故障电流时 GIS 金属管线外壳的感应电压、感应电流并得到 GIS 金属外壳和接地系统之间的接触跨步电压，从而可以更好的进行接地系统和 GIS 金属管道系统位置的设计和布置。

（3）本发明方法简单，便于操作实现。

需要说明的是，在本文中，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者装置不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块，或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器（RAM）、内存、只读存储器（ROM）、电可编程 ROM、电可擦除可编程 ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它

实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求 书

1、一种 GIS 金属管道系统安全性的模拟计算方法，其特征在于，包括：

根据 GIS 金属管道的结构和电气特性建立包括相线层、绝缘气体层和金属外壳层的 GIS 金属管道电气模型；

根据建立的所述 GIS 金属管道电气模型，在软件分析工具中对 GIS 金属管道系统进行模拟，并计算在 GIS 金属管道的相线层中流过故障电流时 GIS 金属外壳层的感应电压和感应电流，以及人员接触金属外壳时产生的接触跨步电压。

2、如权利要求 1 所述的 GIS 金属管道系统安全性的模拟计算方法，其特征在于，所述 GIS 金属管道电气模型中的相线层为铜质材料层，包括半径为 0.045m 的圆内区域，相对电阻率为 1，相对磁导率为 1。

3、如权利要求 1 所述的 GIS 金属管道系统安全性的模拟计算方法，其特征在于，所述 GIS 金属管道电气模型中的绝缘气体层为六氟化硫气体层，包括半径为 0.045m 的圆与半径为 0.065m 的圆之间的区域，相对电阻率和相对磁导率为无穷大。

4、如权利要求 1 所述的 GIS 金属管道系统安全性的模拟计算方法，其特征在于，所述 GIS 金属管道电气模型中的金属外壳层为钢质材料层，包括半径为 0.065m 的圆与半径为 0.07m 的圆之间的区域，相对电阻率为 13，相对磁导率为 300。

5、如权利要求 1 所述的 GIS 金属管道系统安全性的模拟计算方法，其特征在于，所述软件分析工具为 CDEGS 软件或 ANASYS 软件。

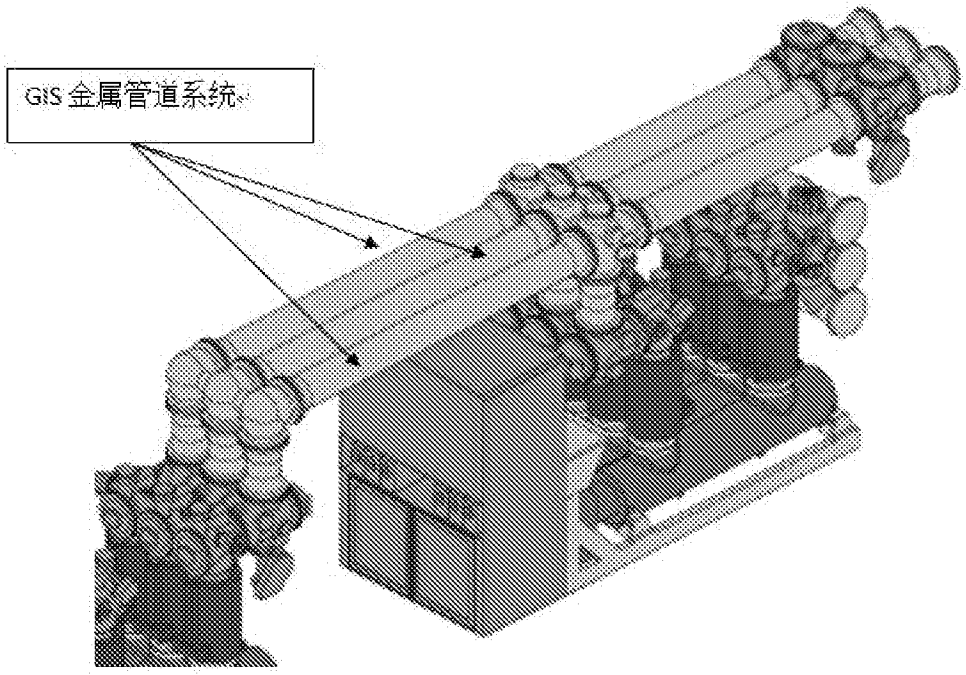

GIS金属管道系统

图 1

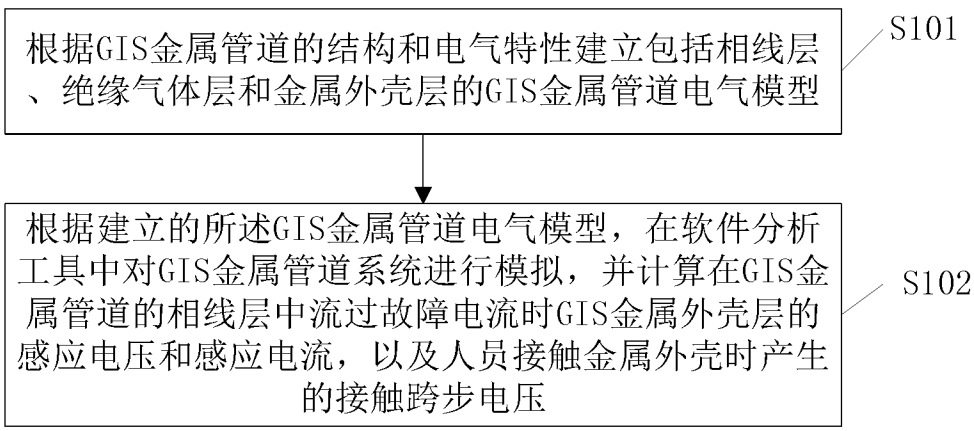

根据GIS金属管道的结构和电气特性建立包括相线层、绝缘气体层和金属外壳层的GIS金属管道电气模型
S101
根据建立的所述GIS金属管道电气模型，在软件分析工具中对GIS金属管道系统进行模拟，并计算在GIS金属管道的相线层中流过故障电流时GIS金属外壳层的感应电压和感应电流，以及人员接触金属外壳时产生的接触跨步电压
S102

图 2

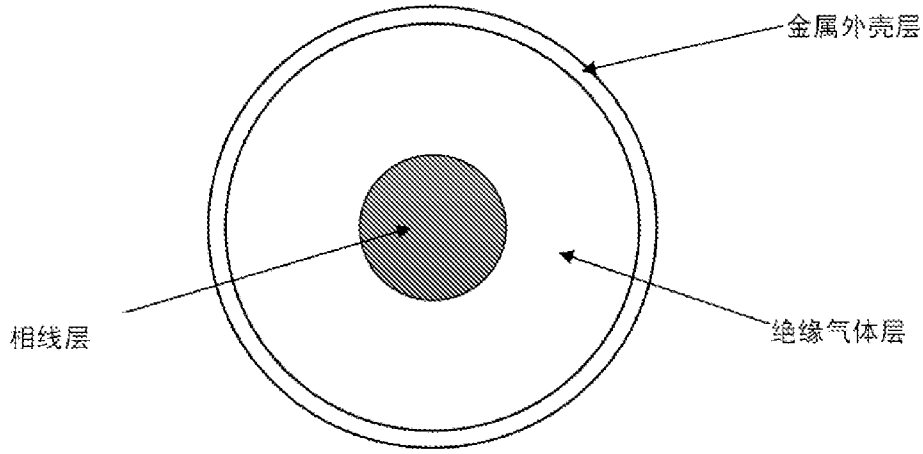


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/082262

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 17/50 (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)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: GIS, GAS, model+, CDEGS, transformer substation, modeling, current, analysis tool

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101392870 A (WUHAN HIGH VOLTAGE RES INST STATE GRID) 25 March 2009 (25.03.2009) description, page 2, the third paragrah to page 4, the fourth paragraph from the bottom, and figures 5-7	1-5
A	CN 103630812 A (XUJI ELECTRIC CO., LTD.) 12 March 2014 (12.03.2014) the whole document	1-5
A	US 2014/0327448 A1 (IL DONG KIM et al.) 06 November 2014 (06.11.2014) the whole document	1-5
PX	CN 104462655 A (STATE GRID CORP CHINA et al.) 25 March 2015 (25.03.2015) claims 1-5	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
19 August 2015	24 September 2015
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 WANG, Xiaofei Telephone No. (86-10) 62414442

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/082262

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101392870 A	25 March 2015	None	
CN 103630812 A	06 November 2014	None	
US 20140327448 A1	12 March 2014	CN 103814300 A	21 May 2014
		EP 2765430 A1	13 August 2014
		WO 2013042925 A1	28 March 2013
		JP 2014532388 A	04 December 2014
		KR 101171027 B1	08 August 2012
CN 104462655 A	25 March 2009	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2015/082262

A. 主题的分类

G06F 17/50(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））

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI:气体绝缘变电站，气体，电压，建模，模型，电流，分析工具，GIS, GAS, model+, CDEGS

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 101392870 A (国网武汉高压研究院) 2009年 3月 25日 (2009-03-25) 说明书第2页第3段-第4页倒数第4段及附图5-7	1-5
A	CN 103630812 A (许继电气股份有限公司) 2014年 3月 12日 (2014-03-12) 全文	1-5
A	US 2014/0327448 A1 (IL DONG KIM 等) 2014年 11月 6日 (2014-11-06) 全文	1-5
PX	CN 104462655 A (国家电网公司等) 2015年 3月 25日 (2015-03-25) 权利要求1-5	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
2015年 8月 19日	2015年 9月 24日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
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	王晓飞
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62414442

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/082262

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	101392870	A	2009年 3月 25日	无			
CN	103630812	A	2014年 3月 12日	无			
US	2014/0327448	A1	2014年 11月 6日	CN	103814300	A	2014年 5月 21日
				EP	2765430	A1	2014年 8月 13日
				WO	2013042925	A1	2013年 3月 28日
				JP	2014532388	A	2014年 12月 4日
				KR	101171027	B1	2012年 8月 8日
CN	104462655	A	2015年 3月 25日	无			