

(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
2014 年 9 月 12 日 (12.09.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/135089 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01R 19/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/072949
- (22) 国际申请日: 2014 年 3 月 6 日 (06.03.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310070830.7 2013 年 3 月 6 日 (06.03.2013) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **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 100031 (CN)。 **国网福建省电力有限公司 (STATE GRID FUJIAN ELECTRIC POWER COMPANY LIMITED)** [CN/CN]; 中国福建省福州市鼓楼区五四路 257 号, Fujian 350003 (CN)。 **国网福建省电力有限公司检修分公司 (STATE GRID FUJIAN MAINTENANCE COMPANY)** [CN/CN]; 中国福建省福州晋安北环东路 92 号水口水电大厦, Fujian 350013 (CN)。
- (72) 发明人: **曾惠敏 (ZENG, Huimin)**; 中国福建省福州市晋安北环东路 92 号水口水电大厦, Fujian 350013 (CN)。

- (74) 代理人: **福州展晖专利事务所 (普通合伙) (FUZHOU ZHANHUI PATENT AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP))**; 中国福建省福州市鼓楼区古田路能源巷 6 号, Fujian 350003 (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, LT, 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, 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))。

(54) Title: METHOD FOR MEASURING VOLTAGE AT SINGLE PHASE GROUND FAULT IN ULTRAHIGH VOLTAGE ALTERNATING CURRENT POWER TRANSMISSION LINE

(54) 发明名称: 一种特高压交流输电线路单相接地故障点电压测量方法

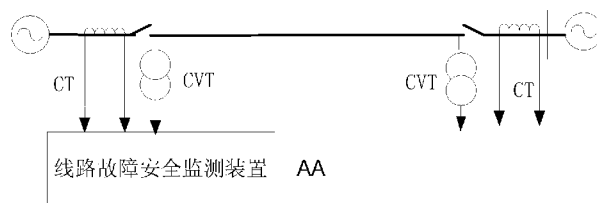


图 1 / FIG. 1

AA LINE FAULT SAFETY MONITORING APPARATUS

(57) Abstract: Disclosed is a method for measuring the voltage at a single phase ground fault in an ultrahigh voltage alternating current power transmission line. The method of the present invention employs a long-term equation for description of the physical characteristics of voltage and current transmission of the ultrahigh voltage alternating current power transmission line, utilizes a fault phase negative sequence current phase angle at where a protection is installed in the ultrahigh voltage alternating current power transmission line to estimate a voltage angle of the single phase ground fault in the ultrahigh voltage alternating current power transmission line, and calculates the voltage at the single phase ground fault of the ultrahigh voltage alternating current power transmission line on the basis of a hyperbolic tangent function relation of voltage drops along the line and distances from fault of the ultrahigh voltage alternating current power transmission line. The present invention employs the long-term equation and single-ended fault phase electrical quantities to implement precision measurement of the voltage at the single phase ground fault in the ultrahigh voltage alternating current power transmission line, and the measurement result is not affected by distributed capacitance, transition resistance, fault location, and load current, thus a high degree of precision in measurement is provided.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2014/135089 A1



本发明公开了一种特高压交流输电线路单相接地故障点电压测量方法。本发明方法采用长线方程描述特高压交流输电线路电压、电流传输的物理特性，利用特高压交流输电线路保护安装处的故障相负序电流相角估算特高压交流输电线路单相接地故障点电压相角，根据特高压交流输电线路沿线电压降落与故障距离呈双曲正切函数关系计算特高压交流输电线路单相接地故障点电压。本发明方法采用长线方程和单端故障相电气量实现了特高压交流输电线路单相接地故障点电压的精确测量，测量结果不受分布电容、过渡电阻、故障位置和负荷电流的影响，具有很高的测量精度。

一种特高压交流输电线路单相接地故障点电压测量方法

技术领域

本发明涉及电力系统继电保护技术领域，具体地说是涉及一种特高压交流输电线路单相接地故障点电压测量方法。

背景技术

通过对特高压交流输电线路单相接地故障点电压的实时测量，有利于及时掌握单相接地故障对特高压交流输电线路热稳定和动稳定的影响情况，为确保特高压交流输电线路安全和电网稳定提供可靠的决策依据。

通过对特高压交流输电线路单相接地故障点电压的实时测量，可根据单相接地故障点电压幅值大小情况对特高压交流输电线路低中高电阻接地故障类型进行在线诊断，为特高压交流输电线路故障巡线提供参考依据，为排除故障和恢复供电赢得宝贵时间。

发明内容

本发明的目的在于克服已有技术存在的不足，提供一种特高压交流输电线路单相接地故障点电压测量方法。本发明方法采用长线方程描述特高压交流输电线路电压、电流传输的物理特性，利用特高压交流输电线路保护安装处的故障相负序电流相角估算特高压交流输电线路单相接地故障点电压相角，根据特高压交流输电线路沿线电压降落与故障距离呈双曲正切函数关系计算特高压交流输电线路单相接地故障点电压，测量结果不受分布电容、过渡电阻、故障位置和负荷电流的影响，具有很高的测量精度。

一种特高压交流输电线路单相接地故障点电压测量方法，包括以下步骤：

(1) 保护装置的数据采集系统测量特高压交流输电线路保护安装处的故障相电压 $\dot{U}_\phi$ 、故障相电流 $\dot{I}_\phi$ 、故障相负序电流 $\dot{I}_{\phi 2}$ 和零序电流 $\dot{I}_0$ ；其中， $\phi = A、B、C$ 相。

(2) 保护装置的数据采集系统将其测量到特高压交流输电线路保护安装处的故障相电气量传送给保护装置的数据处理系统，保护装置的数据处理系统利用特高压交流输电线路保护安装处的故障相电气量计算特高压交流输电线路单相接地故障点电压 $\dot{U}_f$ ：

$$\dot{U}_f = \frac{\operatorname{Re}(\dot{U}_\phi) \sin(\beta + \theta) - \operatorname{Im}(\dot{U}_\phi) \cos(\beta + \theta)}{\cos \alpha \sin(\beta + \theta) - \cos(\beta + \theta) \sin \alpha} (\cos \alpha + j \sin \alpha)$$

其中， $\phi = A、B、C$ 相； I_{set} 为保护整定范围； Z_0 为特高压交流输电线路保护安装处的系统零序等值阻抗； γ_1 、 γ_0 分别为特高压交流输电线路正序、零序传播系数； Z_{c1} 、 Z_{c0} 分别为特高压交流输电线路

路正序、零序波阻抗； $\dot{U}_\phi$ 为故障相电压； $\dot{I}_\phi$ 为故障相电流； $\alpha = \text{Arg}(\dot{I}_{\phi 2})$ ； $\beta = \text{Arg}(Z_{c1} \text{th}(\gamma_1 l_{\text{set}}))$ ； $\dot{I}_{\phi 2}$ 为故障相负序电流； $\dot{I}_0$ 为零序电流； $\theta = \text{Arg}\left(\dot{I}_\phi + \left(\frac{Z_0 \text{ch}(\gamma_0 l_{\text{set}}) + Z_{c0} \text{sh}(\gamma_0 l_{\text{set}}) - Z_0 \text{ch}(\gamma_1 l_{\text{set}})}{Z_{c1} \text{sh}(\gamma_1 l_{\text{set}})} - 1\right) \dot{I}_0\right)$ ； $\text{ch}(\cdot)$ 为双曲余弦函数， $\text{sh}(\cdot)$ 为双曲正弦函数， $\text{th}(\cdot)$ 为双曲正切函数。

综上所述，本发明相比现有技术具有如下优点：

本发明方法采用长线方程描述特高压交流输电线路电压、电流传输的物理特性，利用特高压交流输电线路保护安装处的故障相负序电流相角估算特高压交流输电线路单相接地故障点电压相角，根据特高压交流输电线路沿线电压降落与故障距离呈双曲正切函数关系计算特高压交流输电线路单相接地故障点电压，测量结果不受分布电容、过渡电阻、故障位置和负荷电流的影响，具有很高的测量精度。

附图说明

图 1 为应用本发明的特高压交流输电线路的输电系统示意图。

具体实施方式

下面根据说明书附图对本发明的技术方案做进一步详细表述。

如图 1，特高压交流输电线路发生单相接地故障后，保护装置的数据采集系统测量特高压交流输电线路保护安装处的故障相电压 $\dot{U}_\phi$ 、故障相电流 $\dot{I}_\phi$ 、故障相负序电流 $\dot{I}_{\phi 2}$ 和零序电流 $\dot{I}_0$ ；其中， $\phi = A、B、C$ 相。

保护装置的数据采集系统将其测量到特高压交流输电线路保护安装处的单相接地故障相电气量传送给保护装置的数据处理系统。

保护装置的数据处理系统利用其接收到的特高压交流输电线路保护安装处的故障相电气量计算特高压交流输电线路单相接地故障点电压 $\dot{U}_f$ ：

$$\dot{U}_f = \frac{\text{Re}(\dot{U}_\phi) \sin(\beta + \theta) - \text{Im}(\dot{U}_\phi) \cos(\beta + \theta)}{\cos \alpha \sin(\beta + \theta) - \cos(\beta + \theta) \sin \alpha} (\cos \alpha + j \sin \alpha)$$

其中， $\phi = A、B、C$ 相； l_{set} 为保护整定范围； Z_0 为特高压交流输电线路保护安装处的系统零序等值阻抗； $\gamma_1、\gamma_0$ 分别为特高压交流输电线路正序、零序传播系数； $Z_{c1}、Z_{c0}$ 分别为特高压交流输电线路正序、零序波阻抗； $\dot{U}_\phi$ 为故障相电压； $\dot{I}_\phi$ 为故障相电流； $\alpha = \text{Arg}(\dot{I}_{\phi 2})$ ； $\beta = \text{Arg}(Z_{c1} \text{th}(\gamma_1 l_{\text{set}}))$ ； $\dot{I}_{\phi 2}$ 为故障相负序电流； $\dot{I}_0$ 为零序电流； $\theta = \text{Arg}\left(\dot{I}_\phi + \left(\frac{Z_0 \text{ch}(\gamma_0 l_{\text{set}}) + Z_{c0} \text{sh}(\gamma_0 l_{\text{set}}) - Z_0 \text{ch}(\gamma_1 l_{\text{set}})}{Z_{c1} \text{sh}(\gamma_1 l_{\text{set}})} - 1\right) \dot{I}_0\right)$ ； $\text{ch}(\cdot)$ 为双曲余弦函数， $\text{sh}(\cdot)$ 为双曲正弦函数， $\text{th}(\cdot)$ 为双曲正切函数。

本发明方法采用长线方程描述特高压交流输电线路电压、电流传输的物理特性，利用特高压交流输电线路保护安装处的故障相负序电流相角估算特高压交流输电线路单相接地故障点电压相角，根据特高压交流输电线路沿线电压降落与故障距离呈双曲正切函数关系计算特高压交流输电线路单相接地故障点电压，测量结果不受分布电容、过渡电阻、故障位置和负荷电流的影响，具有很高的测量精度。

以上所述仅为本发明的较佳具体实施例，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种特高压交流输电线路单相接地故障点电压测量方法，包括如下步骤：

- (1) 保护装置的数据采集系统测量特高压交流输电线路保护安装处的故障相电压 $\dot{U}_\phi$ 、故障相电流 $\dot{I}_\phi$ 、故障相负序电流 $\dot{I}_{\phi 2}$ 和零序电流 $\dot{I}_0$ ；其中， $\phi = A、B、C$ 相，
- (2) 保护装置的数据采集系统将其测量到特高压交流输电线路保护安装处的故障相电气量传送给保护装置的数据处理系统，保护装置的数据处理系统利用特高压交流输电线路保护安装处的故障相电气量计算特高压交流输电线路单相接地故障点电压 $\dot{U}_f$ ：

$$\dot{U}_f = \frac{\operatorname{Re}(\dot{U}_\phi) \sin(\beta + \theta) - \operatorname{Im}(\dot{U}_\phi) \cos(\beta + \theta)}{\cos \alpha \sin(\beta + \theta) - \cos(\beta + \theta) \sin \alpha} (\cos \alpha + j \sin \alpha)$$

其中， $\phi = A、B、C$ 相； l_{set} 为保护整定范围； Z_0 为特高压交流输电线路保护安装处的系统零序等值阻抗； $\gamma_1、\gamma_0$ 分别为特高压交流输电线路正序、零序传播系数； $Z_{c1}、Z_{c0}$ 分别为特高压交流输电线路正序、零序波阻抗； $\dot{U}_\phi$ 为故障相电压； $\dot{I}_\phi$ 为故障相电流； $\alpha = \operatorname{Arg}(\dot{I}_{\phi 2})$ ； $\beta = \operatorname{Arg}(Z_{c1} \operatorname{th}(\gamma_1 l_{set}))$ ； $\dot{I}_{\phi 2}$ 为故障相负序电流； $\dot{I}_0$ 为零序电流； $\theta = \operatorname{Arg}\left(\dot{I}_\phi + \left(\frac{Z_0 \operatorname{ch}(\gamma_0 l_{set}) + Z_{c0} \operatorname{sh}(\gamma_0 l_{set}) - Z_0 \operatorname{ch}(\gamma_1 l_{set})}{Z_{c1} \operatorname{sh}(\gamma_1 l_{set})} - 1\right) \dot{I}_0\right)$ ； $\operatorname{ch}(\cdot)$ 为双曲余弦函数， $\operatorname{sh}(\cdot)$ 为双曲正弦函数， $\operatorname{th}(\cdot)$ 为双曲正切函数。

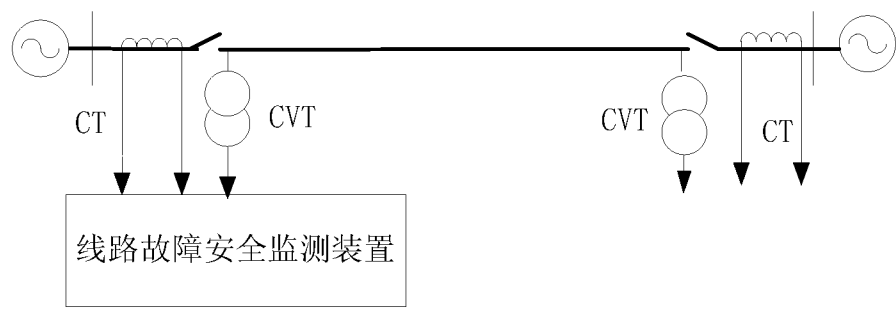


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/072949

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 19/00 (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)

IPC: G01R-

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)

CNABS, CNTXT, DWPI, SIPOABS: LIN, Fuhong; ZENG, Huimin; line, fault, ground+, earth+, current, voltage

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103176032 A (FUJIAN ELECTRIC POWER COMPANY CO., LTD. et al.), 26 June 2013 (26.06.2013), the whole document	1
A	CN 102200563 A (FUZHOU EXTRA HIGH VOLTAGE POWER TRANSMISSION & SUBSTATION BUREAU, FUJIAN ELECTRIC POWER CO., LTD.), 28 September 2011 (28.09.2011), description, paragraphs 0008-0009	1
A	CN 1349103 A (SHENZHEN ZTE CORP.), 15 May 2002 (15.05.2002), the whole document	1
A	CN 102175952 A (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY et al.), 07 September 2011 (07.09.2011), the whole document	1
A	CN 1851490 A (BEIJING SIFANG AUTOMATION CO., LTD.), 25 October 2006 (25.10.2006), the whole document	1
A	US 5773980 A (ABB POWER T & D COMPANY INC.), 30 June 1998 (30.06.1998), the whole document	1

☒ 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 20 May 2014 (20.05.2014)	Date of mailing of the international search report 13 June 2014 (13.06.2014)
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 JIANG, Na Telephone No.: (86-10) 62413225

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/072949

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0578123 A3 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA), 19 October 1994 (19.10.1994), the whole document	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/072949

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103176032 A	26.06.2013	None	
CN 102200563 A	28.09.2011	CN 102200563 B	03.07.2013
CN 1349103 A	15.05.2002	None	
CN 102175952 A	07.09.2011	None	
CN 1851490 A	25.10.2006	CN 100458456 C	04.02.2009
US 5773980 A	30.06.1998	None	
EP 0578123 A3	19.10.1994	EP 0578123 A2	12.01.1994
		JP 3356484 B2	16.12.2002
		JPH 0674996 A	18.03.1994
		JP 2002323530 A	08.11.2002

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/072949

A. 主题的分类

G01R 19/00(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)

G01R-

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))

CNABS, CNTXT, DWPI, SIPOABS: 林富洪, 曾惠敏, 线路, 故障, 接地, 电压, 电流, line, fault, ground+, earth
+, current, voltage

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
PX	CN 103176032A (福建省电力有限公司等) 2013年 6月 26日 (2013 - 06 - 26) 全文	1
A	CN 102200563A (福建省电力有限公司福州超高压输变电局) 2011年 9月 28日 (2011 - 09 - 28) 说明书第0008段至第0009段	1
A	CN 1349103A (深圳市中兴通讯股份有限公司) 2002年 5月 15日 (2002 - 05 - 15) 全文	1
A	CN 102175952A (华北电力大学等) 2011年 9月 07日 (2011 - 09 - 07) 全文	1
A	CN 1851490A (北京四方继保自动化股份有限公司) 2006年 10月 25日 (2006 - 10 - 25) 全文	1
A	US 5773980A (ABB POWER T&D COMPANY INC.) 1998年 6月 30日 (1998 - 06 - 30) 全文	1

☒ 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

2014年 5月 20日

国际检索报告邮寄日期

2014年 6月 13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)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

受权官员

姜娜

电话号码 (86-10)62413225

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	EP 0578123A3 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 1994年 10月 19日 (1994 - 10 - 19) 全文	1

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/072949

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 103176032A	2013年 6月 26日	无	
CN 102200563A	2011年 9月 28日	CN 102200563B	2013年 7月 03日
CN 1349103A	2002年 5月 15日	无	
CN 102175952A	2011年 9月 07日	无	
CN 1851490A	2006年 10月 25日	CN 100458456C	2009年 2月 04日
US 5773980A	1998年 6月 30日	无	
EP 0578123A3	1994年 10月 19日	EP 0578123A2	1994年 1月 12日
		JP 3356484B2	2002年 12月 16日
		JP H0674996A	1994年 3月 18日
		JP 2002323530A	2002年 11月 08日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)