

(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
2012 年 12 月 27 日 (27.12.2012)



(10) 国际公布号
WO 2012/174684 A1

- (51) 国际专利分类号:
F03D 9/00 (2006.01) *H02K 51/00* (2006.01)
F03D 11/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/001091
- (22) 国际申请日: 2011 年 7 月 1 日 (01.07.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201110171109.8 2011 年 6 月 23 日 (23.06.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **国电联合动力技术有限公司 (GUODIAN UNITED POWER TECHNOLOGY CO., LTD)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区西四环中路 16 号院 1 号楼 8 层, Beijing 100039 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **肖珊彩 (XIAO, Shan-cai)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区西四环中路 16 号院 1 号楼 8 层, Beijing 100039 (CN)。 **施文江 (SHI, Wenjiang)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区西四环中路

16 号院 1 号楼 8 层, Beijing 100039 (CN)。 **秦明 (QIN, Ming)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区西四环中路 16 号院 1 号楼 8 层, Beijing 100039 (CN)。

(74) 代理人: **北京方韬法业专利代理事务所 (BEIJING FINDTO ATTORNEYS AT LAW)**; 中国北京市海淀区三里河路 21 号甘家口大厦 14 层 1412B 室, Beijing 100037 (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[见续页]

(54) Title: ELECTRIC CONTINUOUSLY VARIABLE LARGE SYNCHRONOUS WIND POWER GENERATOR SET

(54) 发明名称: 一种电无级变速大型同步风力发电机组

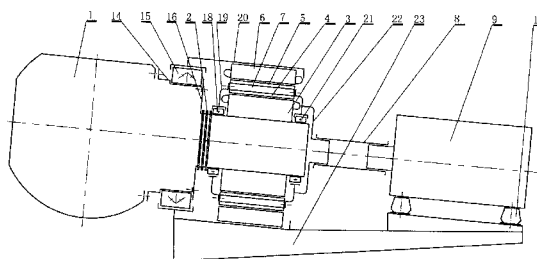


图 2 / Fig. 2

(57) Abstract: An electric continuously variable large synchronous wind power generator set, comprising a fan hub, an electric continuously variable transmission, and a conventional synchronous generator; the electric continuously variable transmission comprises a generator and a motor; the generator and the motor share a rotor body and form the electric continuously variable transmission by using a power electronic control technology to replace existing ratio-variable mechanical gearbox; and the motor in the electric continuously variable transmission is capable of driving the conventional synchronous generator to run at a synchronous speed for grid-connected power generation. The present invention is a wind power generator set with high reliability, low cost and high electric energy quality, and is suitable for electric continuously variable large synchronous wind power generator sets at megawatt level or above.

(57) 摘要: 一种电无级变速大型同步风力发电机组, 它包括风机轮毂、一个电无级变速器和一台常规的同步发电机; 电无级变速器包括一台发电机和一台电动机, 共用一个转子体, 利用电力电子控制技术组成一个电无级变速器, 来取代现有的可变比的机械式齿轮箱, 依靠电无级变速器中的电动机就可以驱动一台常规的同步发电机以同步转速运行, 并网发电, 成为一种高可靠性、低成本、高电能质量的风力发电机组, 适用于兆瓦级及以上的大型电无级变速同步型风力发电机组。



WO 2012/174684 A1



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, 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))。

根据细则 4.17 的声明:

— 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则
4.17(iii))

说明书

一种电无级变速大型同步风力发电机组

技术领域

本发明涉及一种大型风力发电机组，特别是一种兆瓦级及以上的大型电无级变速同步型风力发电机组。

背景技术

随着全球对风电能源日益增长的需求，对风力发电机组的技术先进性和生产成本提出了越来越大的挑战。目前功率在兆瓦级及以上的大型风电机组主要以双馈型发电机组和直驱型发电机组为主。双馈型风电机组的传动链必须要有大功率齿轮箱，这对机组的可靠性和可维护性提出了更苛刻的要求。直驱型风力发电机组避免了大功率齿轮箱的维护工作量，可靠性有所提高。但由于其转速很低，随着功率的增大，其尺寸和重量将越来越大，成本也会越来越高。此外，这两类发电机在对电网无功支撑能力以及低电压穿越的性能方面与常规同步发电机相比，都要差一些。

发明内容

为了克服现有的大型风电机组存在尺寸重量大或需要大功率齿轮箱的不足，本发明的目的在于：提供一种电无级变速大型同步风力发电机组，该大型同步风力发电机组其尺寸重量仅与现有的双馈型发电机组相当，又无需采用大功率齿轮箱，可靠性有很大提高。并且随着风电机组容量占电网总容量比重日益增大，电网对并网型风电机组性能要求日趋严厉时，本

发明采用常规同步发电机，仍可满足电网对风电机组的严厉要求。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案如下：

一种电无级变速大型同步风力发电机组，它包括风机轮毂、一个电无级变速器和一台常规的同步发电机；所述的电无级变速器包括一台发电机和一台电动机，该发电机与电动机共用一个转子体，磁路互相独立；所述的轮毂轴与电无级变速器中的发电机轴相连，由轮毂直接驱动发电机电枢，该发电机主要由发电机电枢与转子体上的内转子组成；电无级变速器中的电动机主要由电动机电枢与转子体上的外转子组成；由该发电机发出的电经控制器 I 和可控制电动机转速的控制器 II 驱动电动机转子，形成电无级变速器；所述的转子体通过联轴器与常规的同步发电机相连，驱动同步发电机，发出的电经变压器升压后并入电网。

本发明在兆瓦级及以上的大型风力发电机组中采用电无级变速技术，用一台发电机和一台电动机（共有一个转子）利用电力电子控制技术组成一个电无级变速器，来取代现有的可变比的机械式齿轮箱。电无级变速器中的发电机由变速运行的风轮轮毂的动力驱动发电，发出的电经控制器变换后控制电动机的转速，使电动机以与电网的同步转速运转。这样尽管风轮以变速运行，电动机却可以保持恒速运行，从而实现了无级变速。本发明大型风力发电机组可以在其尺寸重量仅与现有的双馈型发电机组相当，又无需采用大功率齿轮箱时，将轮毂的动力经电无级变速器中的电动机就可以驱动一台常规的同步发电机以同步转速运行，并网发电。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：用电无级变速装置取代一种可变速的机械式齿轮箱，这样可以将轮毂的动力经电无级变速装置驱动一

台常规同步发电机，实现了风电机组的变速恒频运行，可满足电网对风电机组的严厉要求，使机组成为一种高可靠性、低成本、高电能质量的风力发电机组。

附图说明

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

图 1 是本发明电无级变速大型同步风力发电机组的工作原理图。

图 2 是本发明的结构示意图。

图中，1. 轮毂，2. 滑环，3. 发电机电枢，4. 内转子，5. 外转子，6. 电动机电枢，7. 转子体，8. 联轴器，9. 同步发电机，10. 变压器，11. 电网，12. 控制器 I，13. 控制器 II，14. 轮毂轴，15. 主轴承，16. 变速器输入轴，17. 弹性支撑，18. 变速器前轴承，19. 转子前转盘，20. 外壳，21. 变速器后轴承，22. 变速器输出轴，23. 机架。

具体实施方式

图 1 所示为本发明一种电无级变速大型同步风力发电机组的工作原理图。本发明机组在正常发电时的工作原理如下：轮毂 1 以一个低转速 n_1 运转，内转子 4 和外转子 5 共用的一个转子体 7 以电网的高速同步转速 n_t 运转。发电机电枢 3 由轮毂 1 直接驱动，它与转子体 7 上的内转子 4 组成一台发电机，该发电机电枢 3 与内转子 4 以相对转速 $n_t - n_1$ 运行发电。发电机发出的电经滑环 2 引至控制器 I 12，该控制器将变换后的电能送至控制器 II 13，控制器 II 13 将变换后的电能送到电动机电枢 6，电动机电枢 6 与外转子 5 组成一台电动机。该电动机电枢是静止的，它由控制器 II 13 供电，控制器 II 13 实时控制外转子 5 的转速，即图中外转子 5 以与电网的同步转

速 n_t 运转。该电动机转子经转子体 7、变速器输出轴 22 和挠性联轴器 8 驱动同步发电机 9，发出的电经变压器 10 升压后并入电网 11。上述发电机电枢 3 与内转子 4 组成的发电机可以是异步发电机、永磁发电机，也可以是开关磁阻发电机。电动机电枢 6 与外转子 5 组成的电动机可以是异步电动机、永磁电动机，也可以是开关磁阻电动机。

图 2 所示为本发明一种电无级变速大型同步风力发电机组的结构的一个实施例。图中短小的中心线表示不同规格的螺栓。该风力发电机组包括风机轮毂 1、一个电无级变速器和一台常规的同步发电机 9；电无级变速器包括一台发电机和一台电动机，该发电机与电动机共用一个转子体 7，磁路互相独立；轮毂轴 14 安装在主轴承 15 的内环中，轮毂主轴承 15 采用双列圆锥滚子轴承。轮毂轴 14 的前端与轮毂 1 紧固，后端与发电机轴 16 紧固。滑环 2 安装在发电机轴 16 上。发电机电枢 3 安装在发电机轴 16 上。由轮毂 1 直接驱动发电机电枢 3。发电机主要由发电机电枢 3 与转子体 7 上的内转子 4 组成；电无级变速器中的电动机主要由电动机电枢 6 与转子体 7 上的外转子 5 组成。发电机经滑环 2 依次与控制器 I 12 和控制器 II 13 相连。转子体 7 通过变速器输出轴 22、联轴器 8 与常规同步发电机 9 相连，驱动同步发电机 9 发电，经变压器 10 升压后并入电网 11。

在转子体 7 前端装有转子前转盘 19，后端装有变速器输出轴 22。转子体 7 后端的变速器输出轴 22 经挠性联轴器 8 与常规同步发电机 9 的轴相连。在电无级变速器的发电机和电动机所共用的转子体 7 的两端分别装有变速器前轴承 18 和变速器后轴承 21，该前轴承 18 和后轴承 21 均为深沟球轴承或具有等同功能的其它形式轴承。同步发电机 9 为主发电机，该主发电

机经弹性支撑 17 安装于机架 23 上。主轴承 15 的外环安装在外壳 20 内。外壳 20 与机架 23 做成一体，电动机电枢 6 安装在外壳 20 内。

上述实施方式例子仅用于说明本发明，其中各部件的结构、连接方式、布置位置等都是可以有所变化。凡是在本发明技术方案的基础上进行的等同变换和改进的设计，均不应排除在本发明的保护范围之外。

权 利 要 求 书

1. 一种电无级变速大型同步风力发电机组，其特征在于：它包括风机轮毂(1)、一个电无级变速器和一台常规的同步发电机(9)；所述的电无级变速器包括一台发电机和一台电动机，该发电机与电动机共用一个转子体(7)，磁路互相独立；所述的轮毂轴(14)与电无级变速器中的发电机轴(16)相连，由轮毂(1)直接驱动发电机电枢(3)，该发电机主要由发电机电枢(3)与转子体(7)上的内转子(4)组成；电无级变速器中的电动机主要由电动机电枢(6)与转子体(7)上的外转子(5)组成；由该发电机发出的电经控制器 I (12)和可控制电动机转速的控制器 II (13)驱动电动机转子，形成电无级变速器；所述的转子体(7)通过变速器输出轴(22)和联轴器(8)与常规的同步发电机(9)相连，驱动同步发电机(9)发出的电经变压器(10)升压后并入电网(11)。

2. 根据权利要求 1 所述的电无级变速大型同步风力发电机组，其特征在于：所述的电无级变速器中的发电机可以是异步发电机、永磁发电机，也可以是开关磁阻发电机；电无级变速器中的电动机可以是异步电动机、永磁电动机，也可以是开关磁阻电动机。

3. 根据权利要求 1 所述的电无级变速大型同步风力发电机组，其特征在于：所述的轮毂主轴承(15)采用双列圆锥滚子轴承。

4. 根据权利要求 1 所述的电无级变速大型同步风力发电机组，其特征在于：在所述的电无级变速器的发电机和电动机所共用的转子体(7)的两端分别装有变速器前轴承(18)和变速器后轴承(21)，该前轴承(18)和后轴承(21)均为深沟球轴承或具有等同功能的其它形式轴承。

5. 根据权利要求 1 所述的电无级变速大型同步风力发电机组，其特征在于：所述的电无级变速器的转子体(7)通过变速器输出轴(22)、挠性联轴器(8)与常规的同步发电机(9)相连接。

6. 根据权利要求 1 所述的电无级变速大型同步风力发电机组，其特征在于：所述的常规同步发电机(9)为主发电机，该主发电机经弹性支撑(17)安装于机架(23)上。

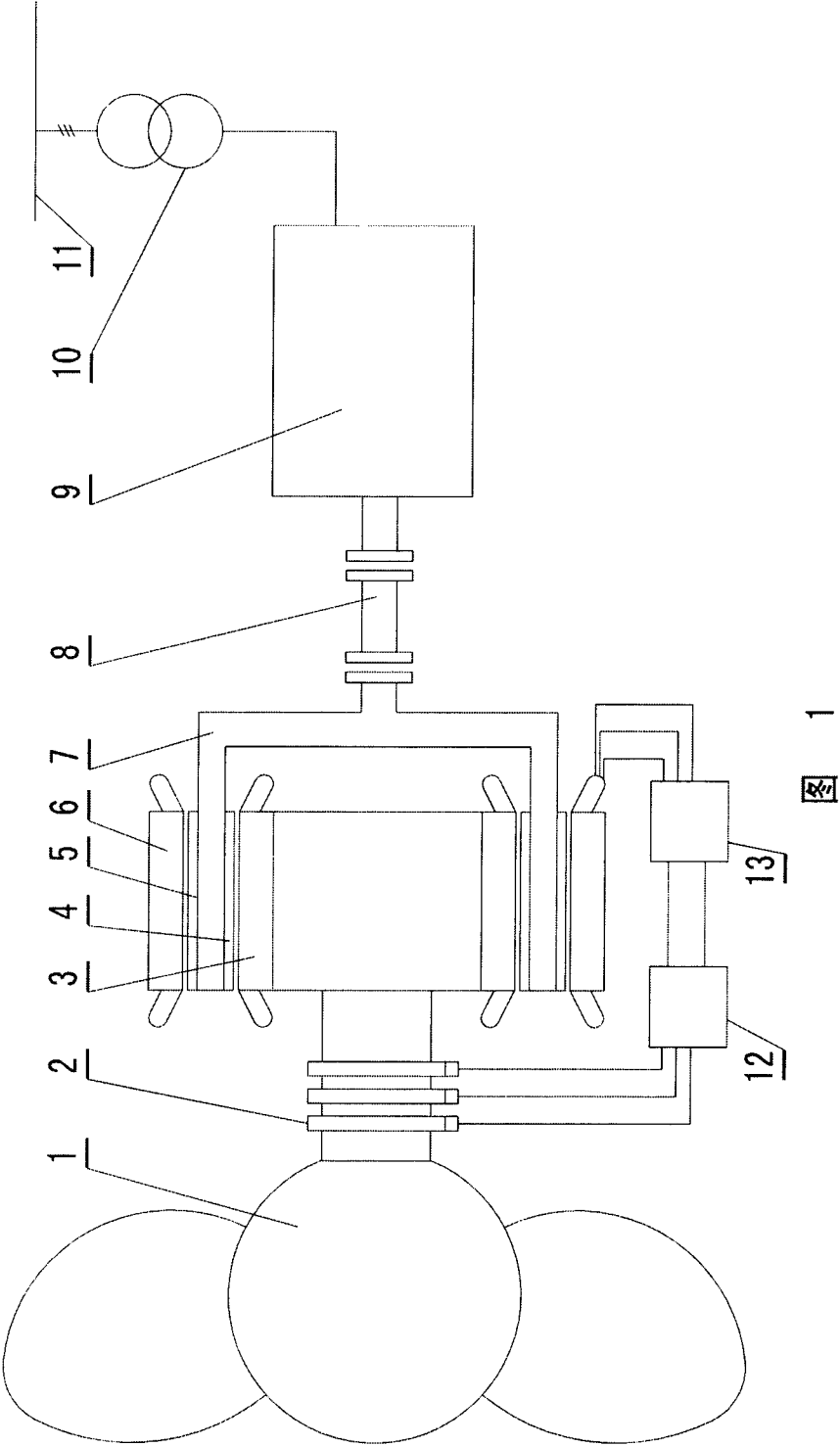


图 1

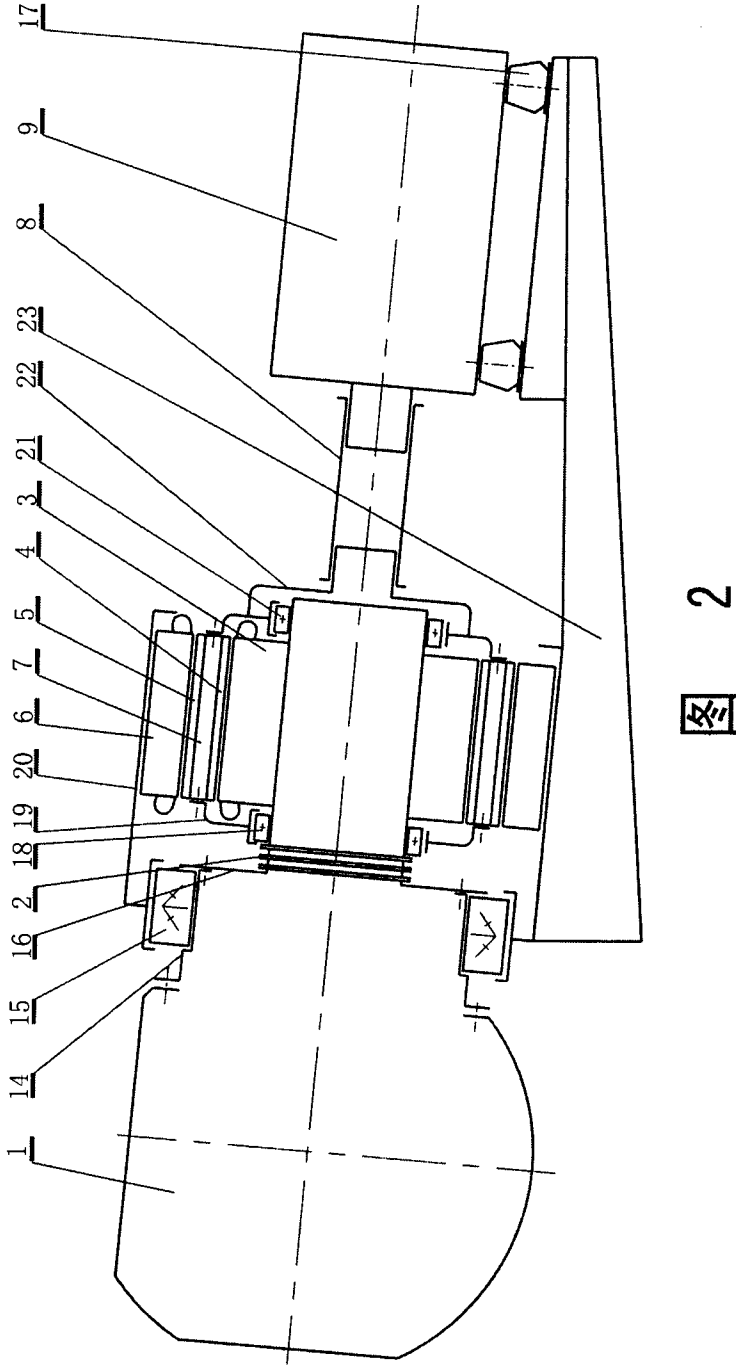


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/001091**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

see the extra sheet

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: F03D; H02K

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)

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT, Electrical, variable, speed Wind, turbine, synchronous, generator, generator

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN101016882A (UNIV SOUTHEAST) 15 Aug. 2007 (15.08.2007) description, pages 2-4, figures 1-2,	1-6
Y	CN86201099U (BAI, Fei) 13 May 1987 (13.05.1987) description, pages 1-3, figures 1-2	1-6
Y	CN201260146Y (SINOVEL WIND CO., LTD.) 17 Jun. 2009 (17.06.2009) description, pages 1-4, figure 1	1-6

☒ 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 07 Mar. 2012 (07.03.2012)	Date of mailing of the international search report 05 Apr. 2012 (05.04.2012)
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 LI, Hang Telephone No. (86-10) 62414178

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/001091

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN202140254U (GUODIAN UNITED POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 Feb. 2012 (08.02.2012), the whole document	1-6
X	CN101272084A (UNIV SOUTHEAST) 24 Sep. 2008 (24.09.2008) description, pages 1-4, figures 1-2	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2011/001091

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN101016882A	15.08.2007	NONE	
CN86201099U	13.05.1987	NONE	
CN201260146Y	17.06.2009	NONE	
CN202140254U	08.02.2012	NONE	
CN101272084A	24.09.2008	CN100594658C	17.03.2010

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/001091

Continuation of : A CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D9/00 (2006.01) i

F03D11/00 (2006.01) i

H02K51/00 (2006.01) i

A. 主题的分类		
见附加页		
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)		
IPC: F03D; H02K		
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))		
WPI,EPODOC,CNKI,CNPAT,风力, 发电机, 变速器, 调速器, 无级, 电动机, 轮毂, Electrical,variable,speed Wind,turbine,synchronous.generator.generator		
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
X	CN101016882A (东南大学) 15.8 月 2007 (15.08.2007) 说明书第 2 页至第 4 页, 图 1-2	1-6
Y	CN86201099U (柏飞) 13.5 月 1987 (13.05.1987) 说明书第 1 页至第 3 页 图 1-2	1-6
Y	CN201260146Y (华锐风电科技有限公司) 17.6 月 2009 (17.06.2009) 说明书第 1 页至第 4 页, 图 1	1-6
E	CN202140254U (国电联合动力技术有限公司) 08.2 月 2012 (08.02.2012) 全文	1-6
X	CN101272084A (东南大学) 24.9 月 2008 (24.09.2008) 说明书第 1 页至第 4 页、图 1-2	1-6
☐ 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 07.3 月 2012 (07.03.2012)		国际检索报告邮寄日期 05.4 月 2012 (05.04.2012)
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451		授权官员 李航 电话号码: (86-10) 62414178

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/001091

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101016882A	15.08.2007	无	
CN86201099U	13.05.1987	无	
CN201260146Y	17.06.2009	无	
CN202140254U	08.02.2012	无	
CN101272084A	24.09.2008	CN100594658C	17.03.2010

续: A. 主题的分类

F03D9/00 (2006.01) i

F03D11/00 (2006.01) i

H02K51/00 (2006.01) i