

(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 7 月 3 日 (03.07.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/101338 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01L 25/07 (2006.01) *H03K 17/567* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/071344
- (22) 国际申请日: 2013 年 2 月 4 日 (04.02.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
2012105695332 2012 年 12 月 25 日 (25.12.2012) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **浙江大学 (ZHEJIANG UNIVERSITY)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang 310027 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (71) 申请人 (仅对美国): **蔡超峰 (CAI, Chaofeng)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang 310027 (CN)。 **盛况 (SHENG, Kuang)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang 310027 (CN)。 **汪涛 (WANG, Tao)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang 310027 (CN)。 **郭清 (GUO, Qing)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang

310027 (CN)。 **谢刚 (XIE, Gang)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang 310027 (CN)。

(74) 代理人: **浙江杭州金通专利事务所有限公司 (ZHEJIANG HANGZHOU JINTONG PATENT AGENCY CO., LTD)**; 中国浙江省杭州市下城区武林广场 8 号省科协大楼 19 层, 吴辉辉, Zhejiang 310003 (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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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,

[见续页]

(54) Title: LOW-PARASITIC-INDUCTANCE IGBT POWER MODULE

(54) 发明名称: 一种低寄生电感的 IGBT 功率模块

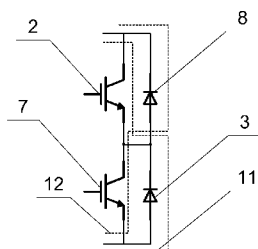


图 3 / FIG. 3

(57) Abstract: A low-parasitic-inductance IGBT (insulated gate bipolar transistor) power module is provided. The low-parasitic-inductance IGBT power module comprises an upper bridge arm IGBT chip (2), a lower bridge arm IGBT chip (7), an upper bridge arm reverse diode chip (8) and a lower bridge arm reverse diode chip (3), wherein the lower bridge arm reverse diode chip (3) is pressed on the surface of the upper bridge arm IGBT chip (2), and the cathode of the lower bridge arm reverse diode chip (3) is directly connected with the emitter of the upper bridge arm IGBT chip (2), and the lower bridge arm IGBT chip (7) and the upper bridge arm reverse diode chip (8) are respectively placed on adjacent substrates. Random-type IGBT chips are utilized to combine with random-type reverse diodes. On one hand, inductance in a circuit is reduced to the minimum to the greatest extent via a reverse pressing method so as to avoid excessive oscillation and peak in a switch circuit in an application, and on the other hand, the occupation area of chips in a module is reduced; thereby the purpose for reducing size of the module is achieved, and practical application is facilitated.

(57) 摘要: 提供了一种低寄生电感的 IGBT 功率模块, 包括上桥臂 IGBT 芯片 (2)、下桥臂 IGBT 芯片 (7)、上桥臂反并二极管芯片 (8)、下桥臂反并二极管芯片 (3), 下桥臂反并二极管芯片 (3) 压接在上桥臂 IGBT 芯片 (2) 表面, 下桥臂反并二极管芯片 (3) 的阴极与上桥臂 IGBT 芯片 (2) 的发射极直接相连, 下桥臂 IGBT 芯片 (7) 与上桥臂反并二极管芯片 (8) 分别置于相邻放置的基板上。可采用任意类型的 IGBT 芯片与任意类型的反并二极管的组合。一方面, 采用反向压接的办法, 最大限度的将回路中的电感降到最低, 使得应用中的开关回路避免出现过大的振荡和尖峰, 另一方面, 减小了模块中芯片的占用面积, 从而达到降低模块尺寸的目的, 为实际应用带来便利。

WO 2014/101338 A1



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, 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:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

一种低寄生电感的 IGBT 功率模块

技术领域

本发明涉及 IGBT 功率模块。

背景技术

作为重要的功率半导体器件，IGBT 模块器件通常包括一对或者多对 IGBT 芯片，从而形成单独或者多个桥臂，用于逆变电路等多种场合。随着功率电路的逐步发展，开关速度和开关频率被不断的提高以最大程度的降低损耗，提升工作性能。在开关过程中，为了有效地提高开关速度，同时不引起回路振荡，通常会通过尽可能压缩回路面积来减小回路电感。然而即使最大程度的压缩电路回路，开关过程依然会受到 IGBT 模块内部的回路电感的影响，使得对回路电感的考虑在模块设计显得愈发的重要。

在目前大量的 IGBT 模块中，普遍将 IGBT 模块与自身反并的二极管直接放在同一块铜基板上，而不是从动态回路的角度考虑寄生电感的因素。而在本发明中，从一个模块中的每个动态回路出发，将回路中的 IGBT 和二极管靠近放置，采用直接压接或直接相邻放置的办法缩小寄生电感。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种低寄生电感的 IGBT 功率

模块，其适用于所有反并二极管的 IGBT 功率模块，能明显降低回路的寄生电感。

本发明解决技术问题所采用的技术方案是：一种低寄生电感的 IGBT 功率模块，包括相互换流的第一开关回路和第二开关回路，其特征是：第一开关回路包括上桥臂 IGBT 芯片、下桥臂反并二极管芯片，第二开关回路包括下桥臂 IGBT 芯片、上桥臂反并二极管芯片；下桥臂反并二极管芯片压接在上桥臂 IGBT 芯片表面，下桥臂反并二极管芯片的阴极与上桥臂 IGBT 芯片的发射极直接相连，省去了通过焊线连接所引入的回路面积和寄生电感，上桥臂 IGBT 芯片的表面通过第一焊线引出第一开关回路的桥臂中心，下桥臂反并二极管芯片的阳极通过第二焊线引出接地端，上桥臂 IGBT 芯片压接在第一基板上，第一基板直接用作引出模块的高压端；下桥臂 IGBT 芯片与上桥臂反并二极管芯片分别置于相邻放置的第二基板和第三基板上，第二基板作为第二开关回路的桥臂中心，第三基板连接上桥臂反并二极管芯片的阴极，下桥臂 IGBT 芯片的发射极通过第三焊线引出接地端，上桥臂反并二极管芯片通过第四焊线连接第二基板。

进一步地，所述的低寄生电感的 IGBT 功率模块包括上述的一组或多组第一开关回路和第二开关回路。

作为优选，第一焊线、第二焊线、第三焊线、第四焊线均为锡焊丝；第一焊线、第二焊线、第三焊线、第四焊线也可以采用其他材料，且可以选用任意直径大小的焊线。

作为优选，第一基板、第二基板、第三基板均为铜制基板；其他

金属材料的基板也可以适用于本发明的 IGBT 功率模块，且对基板的厚度没有限制。

本发明的有益效果是：本发明的 IGBT 功率模块适用于反并二极管的 IGBT 功率模块，可以采用任意类型的 IGBT 芯片与任意类型的反并二极管的组合。一方面，本发明采用反向压接的办法，最大限度的将回路中的电感降到最低，使得应用中的开关回路避免出现过大的振荡和尖峰，另一方面，本发明减小了模块中芯片的占用面积，从而达到降低模块尺寸的目的，为实际应用带来便利。

附图说明

图 1 为本发明的第一开关回路的结构示意图。

图 2 为本发明的第二开关回路的结构示意图。

图 3 为本发明的 IGBT 模块中一个完整的桥臂电路图。

图中标号：1—第一基板，2—上桥臂 IGBT 芯片，3—下桥臂反并二极管芯片，4—第一焊线，5—第二焊线，6—第二基板，7—下桥臂 IGBT 芯片，8—上桥臂反并二极管芯片，9—第三基板，10—第三焊线，11—第一开关回路，12—第二开关回路，13—第四焊线。

具体实施方式

如图 1 所示，上桥臂 IGBT 芯片 2 和下桥臂反并二极管芯片 3 构成第一开关回路 11，其中，上桥臂 IGBT 芯片 2 的下表面为集电极，上表面为发射极，其中还包括独立的门极表面；下桥臂反并二极管芯

片 3 的上表面为阳极，下表面为阴极，下桥臂反并二极管芯片 3 的面积小于上桥臂 IGBT 芯片 2 的面积。

下桥臂反并二极管芯片 3 通过焊锡直接压接在上桥臂 IGBT 芯片 2 的表面，使得下桥臂反并二极管芯片 3 的阳极直接与上桥臂 IGBT 芯片 2 的发射极相连，从而省去了焊线连接所引入的回路面积和寄生电感，第一焊线 4 从上桥臂 IGBT 芯片 2 多余的表面引出，获得桥臂中心，第二焊线 5 连接下桥臂反并二极管芯片 3 的阳极，向外引出模块的接地端，上桥臂 IGBT 芯片 2 压接在第一基板 1 上，第一基板 1 直接用作引出模块的高压端。

如图 2 所示，下桥臂 IGBT 芯片 7 和上桥臂反并二极管芯片 8 构成第二开关回路 12，下桥臂 IGBT 芯片 7 的发射极和集电极都位于上表面，上桥臂反并二极管芯片 8 的上表面为阴极，下表面为阳极，在第二开关回路中，直接将下桥臂 IGBT 芯片 7 焊接在第二基板 6 上，将上桥臂反并二极管芯片 8 焊接在第三基板 9 上，第二基板 6 和第三基板 9 相邻放置，并尽可能减小相邻回路的路径，第三焊线 10 连接下桥臂 IGBT 芯片 7 的发射极，作为模块的接地端引出，第四焊线 13 连接第二基板 6 与上桥臂反并二极管芯片 8 的阳极，实现上桥臂反并二极管芯片 8 的阳极与下桥臂 IGBT 芯片 7 的集电极相连，第二基板 6 直接作为桥臂中心，第三基板 9 连接上桥臂反并二极管芯片 8 的阴极，用作引出模块的高压端。

本发明的 IGBT 模块可以采用任意的封装工艺和封装材料，上述的所有焊线均可采用不同材料、不同直径的焊线，例如锡焊线，上述

的基板也均可采用不同厚度、不同材料的基板，例如铜制基板。

如图 3 所示，第一开关回路 11 和第二开关回路 12 组合成完整的 IGBT 功率模块的开关换流回路，通过两个回路的结构设计，将两个回路的面积和寄生电感减低到最小。

上述具体实施例用于结合附图对本发明的技术方案作进一步具体说明，但并不能将本发明的范围局限于具体实施方式的内容。本领域技术人员应该认识到，本发明涵盖了权利要求书范围内所有可能包括的所有备选方案、改进方案和等效方案。

权 利 要 求 书

- 1、 一种低寄生电感的 IGBT 功率模块，包括相互换流的第一开关回路(11)和第二开关回路(12)，其特征是：第一开关回路(11)包括上桥臂 IGBT 芯片(2)、下桥臂反并二极管芯片(3)，第二开关回路(12)包括下桥臂 IGBT 芯片(7)、上桥臂反并二极管芯片(8)；下桥臂反并二极管芯片(3)压接在上桥臂 IGBT 芯片(2)表面，下桥臂反并二极管芯片(3)的阴极与上桥臂 IGBT 芯片(2)的发射极直接相连，上桥臂 IGBT 芯片(2)的表面通过第一焊线(4)引出第一开关回路的桥臂中心，下桥臂反并二极管芯片(3)的阳极通过第二焊线(5)引出接地端，上桥臂 IGBT 芯片(2)压接在第一基板(1)上；下桥臂 IGBT 芯片(7)与上桥臂反并二极管芯片(8)分别置于相邻放置的第二基板(6)和第三基板(9)上，第二基板(6)作为第二开关回路的桥臂中心，第三基板(9)连接上桥臂反并二极管芯片(8)的阴极，下桥臂 IGBT 芯片(7)的发射极通过第三焊线(10)引出接地端，上桥臂反并二极管芯片(8)通过第四焊线(13)连接第二基板(6)。
- 2、 根据权利要求 1 所述的一种低寄生电感的 IGBT 功率模块，其特征是：所述 IGBT 功率模块包括一组或多组第一开关回路和第二开关回路。
- 3、 根据权利要求 1 所述的一种低寄生电感的 IGBT 功率模块，其特征是：第一焊线(4)、第二焊线(5)、第三焊线(10)、第四焊线(13)均为锡焊丝。
- 4、 根据权利要求 1 所述的一种低寄生电感的 IGBT 功率模块，其特

征是：第一基板(1)、第二基板(6)、第三基板(9)均为铜制基板。

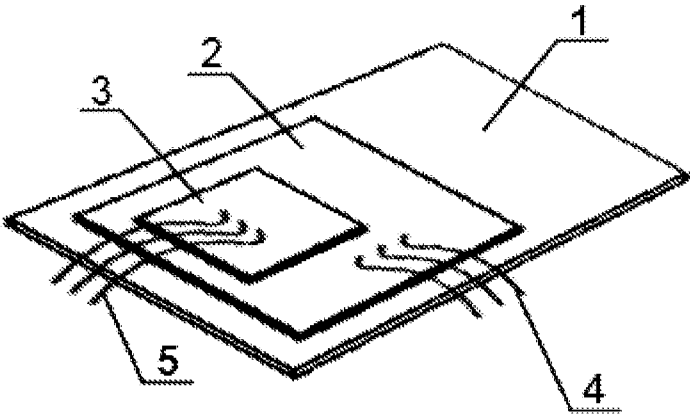


图 1

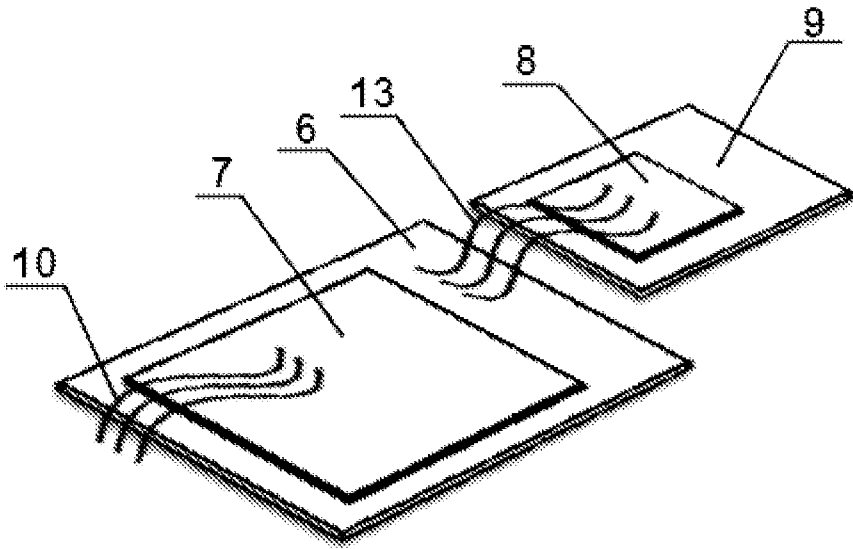


图 2

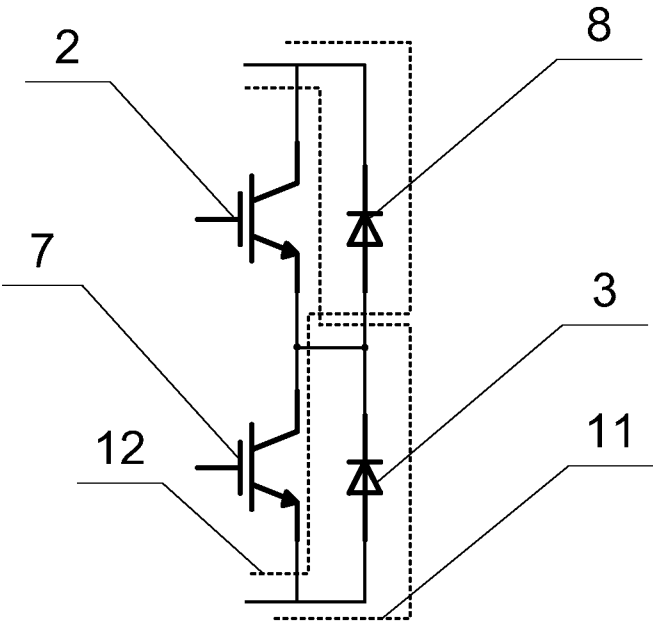


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/071344

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: H01L 21/-; H01L 25/-; H03K 17/-

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, CPRS, CNKI, CNTXT, USTXT: diode, IGBT, transistor, loop, compression joint, switch, conversion, lead, power, area, insulated gate bipolar transistor, stack, pile, direct connect, parasitic inductance, emitter, cathode

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 1336689 A (SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH), 20 February 2002 (20.02.2002), description, page 4, paragraph 2 to page 7, paragraph 1, and figures 1-7	1-4
Y	US 2007241393 A1 (HAUENSTEIN et al.), 18 October 2007 (18.10.2007), description, paragraphs [0053]-[0056] and [0062], and figures 2-3 and 9	1-4
A	CN 101819970 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE), 01 September 2010 (01.09.2010), the whole document	1-4

☐ 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 18 September 2013 (18.09.2013)	Date of mailing of the international search report 26 September 2013 (26.09.2013)
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 PENG, Lijuan Telephone No.: (86-10) 62411580

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/071344

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1336689 A	20.02.2002	CN 100397769 C	25.06.2008
		US 6381161 B2	30.04.2002
		ES 2270928 T3	16.04.2007
		US 2002018353 A1	14.02.2002
		DE 10037533 C1	31.01.2002
		JP 2002151691 A	24.05.2002
		EP 1178595 B1	13.09.2006
		EP 1178595 A2	06.02.2002
		JP 3796529 B2	12.07.2006
		DE 50110990 D1	26.10.2006
US 2007241393 A1	18.10.2007	WO 2007120769 B1	12.09.2008
		DE 112007000919 T5	23.04.2009
		JP 2009533871 A	17.09.2009
		WO 2007120769 A3	31.07.2008
		JP 4950280 B2	13.06.2012
		US 7554188 B2	30.06.2009
		WO 2007120769 A2	25.10.2007
CN 101819970 A	01.09.2010	CN 101819970 B	04.07.2012

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/071344

CONTINUATION: A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 25/07 (2006.01) i

H03K 17/567 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/071344

A. 主题的分类

参见附加页

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: H01L21/-;H01L25/-;H03K17/-

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,CPRS,CNKI,CNTXT,USTXT:二极管, IGBT, 晶体管, 回路, 寄生电感, 压接, 叠, 开关, 换流, 引线, 功率, 面积, insulated gate bipolar transistor, stack, pile, direct connect, parasitic inductance, emitter, cathode

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	CN1336689 A (塞米克朗电子有限公司) 20.2 月 2002 (20.02.2002) 说明书第 4 页第 2 段至第 7 页第 1 段;附图 1-7	1-4
Y	US2007241393 A1 (HAUENSTEIN 等) 18.10 月 2007 (18.10.2007) 说明书第[0053]-[0056]和[0062]段; 附图 2-3 和 9	1-4
A	CN101819970 A (中国电力科学研究院) 01.9 月 2010 (01.09.2010) 全文	1-4

☐ 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
18.9 月 2013 (18.09.2013)

国际检索报告邮寄日期
26.9 月 2013 (26.09.2013)

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

受权官员

彭丽娟

电话号码: (86-10) **62411580**

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2013/071344

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1336689 A	20.02.2002	CN100397769C	25.06.2008
		US6381161 B2	30.04.2002
		ES2270928 T3	16.04.2007
		US2002018353 A1	14.02.2002
		DE10037533 C1	31.01.2002
		JP2002151691 A	24.05.2002
		EP1178595 B1	13.09.2006
		EP1178595 A2	06.02.2002
		JP3796529 B2	12.07.2006
		DE50110990 D1	26.10.2006
US2007241393 A1	18.10.2007	WO2007120769 B1	12.09.2008
		DE112007000919 T5	23.04.2009
		JP2009533871 A	17.09.2009
		WO2007120769 A3	31.07.2008
		JP4950280 B2	13.06.2012
		US7554188 B2	30.06.2009
		WO2007120769 A2	25.10.2007
CN101819970 A	01.09.2010	CN101819970 B	04.07.2012

续: A.主题的分类

H01L 25/07 (2006.01) i

H03K 17/567 (2006.01) i