

(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:
2003年2月20日(20.02.2003)

PCT

(10) 国际公布号:
WO 03/015277 A1

(51) 国际分类号⁷: H03K 17/08

(21) 国际申请号: PCT/CN02/00398

(22) 国际申请日: 2002年6月6日(06.06.2002)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
01108712.9 2001年8月9日(09.08.2001) CN
01247211.5 2001年8月9日(09.08.2001) CN

(71)(72) 发明人/申请人: 吴加林(WU, Jialin) [CN/CN];
中国四川省成都市佳灵路88号, Sichuan 610043 (CN)。

(74) 代理人: 中国专利代理(香港)有限公司(CHINA PATENT AGENT (H.K.) LTD.); 中国香港特别行政区湾仔港湾道23号鹰君中心22字楼, Wanchai, Hong Kong Special Administrative Region (CN)。

(81) 指定国(国家): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW

(84) 指定国(地区): ARIPO专利(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚专利(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲专利(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI专利(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。

所引用双字母代码和其它缩写符号, 请参考刊登在每期 PCT公报期刊起始的“代码及缩写符号简要说明”。

(54) Title: A SERIES POWER SWITCH BRIDGE HAVING THE ABILITY OF AUTOMATIC VOLTAGE-SHARING

(54) 发明名称: 能自动均压的串联式功率开关桥臂

(57) Abstract: A series power switch bridge having the ability of automatic voltage-sharing, which belongs to the field of electric controlling equipments. It consists of a power switch bridge and a dynamic-static voltage-sharing absorption circuit (DRwC) bridge. The very power switch bridge is constituted of several power switches in series. The number of DRwC circuits in the dynamic-static voltage-sharing absorption circuit bridge is correspondence with the number of power switches. The positive terminal and the negative terminal of every DRwC circuit and the corresponding power switch are connected respectively. The very DRwC circuit consists of a diode (D), a capacitance (C) and a voltage regulator (Rw), and the diode (D) is connected in series with the circuit of the voltage regulator (Rw) and the capacitance (C) which are in parallel. The serial DRwC circuit can deal the serial power switch with static voltage-sharing, dynamic voltage-sharing and absorption of the bounce voltage. In this way, the work capability and the accuracy of voltage-stabilizing of the power switch series bridge can be improved greatly.

(57) 摘要

一种能自动均压的串联式功率开关桥臂, 属电气控制设备领域。由一功率开关桥和一动静态均压吸收单元电路(DRwC)桥构成, 所述的功率开关桥由数个功率开关串联连接构成, 动静态均压吸收单元电路桥的DRwC电路的个数与功率开关的个数相对应, 每个DRwC电路的正、负端分别与所对应的功率开关的正、负端相接, 所述的DRwC电路由一个二极管(D)、一个电容(C)和一个稳压器(Rw)组成, 其中, 二极管(D)与呈并联连接的稳压器(Rw)、电容(C)相串接。由串联的DRwC电路对串联的功率开关进行静态均压、动态均压、反冲电压吸收处理。可大大提高功率开关串联桥的工作性能和提高其稳压精度。

WO 03/015277 A1

能自动均压的串联式功率开关桥臂

(一) 技术领域:

5 本发明涉及的是电力电子行业中的变频调速装置中的功率开关桥臂。

(二) 背景技术:

电子功率开关因其优良的电气控制特性而广泛用于电力电子行业中, 如在斩波器中的 IGBT 桥, 各高、中压变频器中的 IGBT 桥臂。由于电子功率开关的耐压值较低, 在高压电路中, 如果采用数只功率开关串联工作, 由于各功率开关的开、关时间的不一致性, 以及回路电感因 di/dt 引起的过电压, 会导至开通时后开通的功率开关以及关断时先关断的功率开关承受电压太高而损坏, 使功率开关的串联应用成为开发的难点。因此在高压电路中目前普遍采用的方式之一是通过多段移相主变压器, IGBT 交直交单元桥串联方案, 即 “H” 桥单元叠加方案。(参见天津电气传动研究所杂志社出版的《电气传动》2000 年 2 期 P. 3-6)。这些方案的缺点是结构复杂, 制造困难, 成本和故障率都很高。

(三) 发明内容:

20 本发明的目的是克服现有技术的上述缺点, 提供一种利用低耐压的电子功率开关直接串联使用构成具有静态均压、动态均压、反冲电压吸收功能的串联式功率开关桥臂。

实现本发明目的的串联式功率开关桥臂由一功率开关桥和一动态静态均压吸收单元电路 (DRwC) 桥构成, 所述的功率开关桥由数个功率开关串联连接构成, 动态静态均压吸收单元电路桥的 DRwC 电路的个数与功率开关的个数相对应, 每个 DRwC 电路的正、负端分别与所对应的功率开关的正、负端相接, 所述的 DRwC 电路由一个二极管 D、一个电容 C 和一个稳压器 Rw 组成, 其中, 二极管 D 与呈并联连接的稳压器 Rw、电容 C 相串接。

本发明的工作原理如下:

30 当电子功率开关未工作时, 由 DRwC 电路中的稳压器 Rw 对串联的

功率开关进行静态均压。在电子功率开关开通或关断时因开、关时间不一致或回路电感因 di/dt 引起的过电压,首先由 DRwC 电路中的电容 C 充电吸收,由于电容 C 被充电,两端电压会因此升高,Rw 检测到此电压的升高,立即放掉新充的能量,维持电容 C 两端的电压不高于某一设定值,该设定值远低于功率开关的额定值,从而使功率开关两端的电压不超过其额定值。解决了电子功率开关串联时的因各功率开关的开、关时间不一致而可能引起的过压烧坏的问题。

考虑到在 DRwC 电路出现失效故障时功率开关两端会出现瞬间高电压、或电路中出现大的浪涌电流时、或短路时会使电容 C 的充电电压超过所给定的值而导致损坏功率开关这种情况,尚可增设一个由一状态检测电路 T 和数个并接于每个 DRwC 电路两端的浪涌吸收器组成的保护电路,所述的状态检测电路由比较器 A、二极管 DL、DH 和电阻 R3、R4、R5、R6 组成,其中,DL 的阳极和电阻 R5、R6 的一端接比较器 A 的 1 脚,DL 的阴极接电阻 R4 的一端,电阻 R5 的另一端接二极管 DH 的阳极和电阻 R3 的一端,电阻 R6 的另一端接功率开关串联桥的负极端,所述的状态检测电路的高电平检测端与第一个 DRwC 电路的正极端相接,状态检测电路的低电平检测端与最后一个 DRwC 电路的负极端相接。当发生上述的电容 C 的充电电压超过某一给定值这一情况时,并接于每个 DRwC 电路两端(也是功率开关的两端)的浪涌吸收器在极短的时间内将该过电压释放,从而可保证该功率开关免受异常情况下的过电压击穿。当浪涌吸收器中通过的电流超过一定时间、或某一电子功率开关的控制回路失效导致该开关不工作时,状态检测电路检测到此状态,立即快速输出信号给控制电路处理,从而可进一步确保串联式电子功率开关桥臂的安全工作。

所述的功率开关桥可由 IGRT、IEGT、IGCT、GCT、GTO 等各种电子功率开关组成。也可选用本人专利(ZL00223733.4)披露的由容性母板和数个与容性母板相接的 IGBT 所构成的串联直接式高压桥臂。由于容性母板不产生线路电感,呈电容性特性,能有效地吸收因电感负载引起的反冲电压,且对高频谐波的吸收滤波效果很好,减轻了母线上直流滤波电容的压力,从而可进一步保证 IGBT 串联使用的可靠性。

本串联式功率开关桥臂的优点是由串联的 DRwC 电路对串联的功率开关进行静态稳压、动态均压、箝压、反冲电压吸收处理。结构简单, 零部件少, 可大大提高功率开关串联桥的工作可靠性。DRwC 电路中的稳压器使功率开关串联桥臂的稳压精度大为提高。很好地解决了功率开关的串联使用问题。可用于变频、逆变、斩波器、直流输电、无功补偿器等各种电气控制设备中。

下面结合附图和实施例对本发明做进一步详细说明。但本发明的内容并不仅限于本实施例。

(四) 附图说明:

- 10 图 1 本发明的结构示意图
- 图 2 本实施例的电路结构图
- 图 3 斩波式稳压器电路图
- 图 4 另一种 IGBT 串联桥结构示意图
- 图 5 图 4 的等效电路图
- 15 图 6 另一种 DRwC 等效电路图
- 图 7 用于两只 IGBT 串联的状态检测简化电路

(五) 具体实施方式:

参见图 1~图 3, 本串联式功率开关桥臂由一功率开关桥 2 和一动静态均压吸收单元电路 (DRwC) 桥 3 构成, 安装在壳体 1 中。所述的功率开关桥 2 在本实施例中由数个功率开关 IGBT1、IGBT2.....IGBTN 串联连接构成, 动静态均压吸收单元电路桥的 DRwC 电路的个数与功率开关的个数相对应, 每个 DRwC 电路的正、负端分别与所对应的功率开关的正、负端相接; 所述的 DRwC 电路由一个二极管 D、一个电容 C 和一个稳压器 Rw 组成, 其中, 二极管 D 与呈并联连接的稳压器 Rw、电容 C 相串接。制做时可先由一个 DRwC 电路和一个功率开关对接构成一个模块单元, 再将若干这样的模块单元串接而制得本串联式功率开关桥臂。同样道理, 该模块单元也可以由两个 DRwC 电路和两个功率开关对接构成, 如此三个、四个等等。这样做的好处是方便更换单个的已损坏器件。

30 所述的稳压器 Rw 可以是高耐压稳压管, 也可以是斩波式稳压器。

图 3 给出了斩波式稳压器的电路结构图, 由功率器件 MOS 管 M、比较器 B、分压电阻 R7、R8 以及能耗电阻 Rx 组成, 是一个典型的斩波式稳压电路。当 DRwC 电路中的电容 C 两端电压超过设定值时(即 $V_a > V_b$ 时), 电压以较器 B 翻转, 功率器件 M 开通, 将能量在电阻 Rx 上消耗掉, 使得电容 C 两端电压保持在设定值以下。其作用相当于一个自动可变电阻。静态时, 其等效电阻 $R = R7 + R8$, 过压动态时, $R = R_x$, 而 $R_x \ll R7 + R8$, 使电容 C 的放电时间大大缩短, 从而使稳压精度提高。

为保证使 DRwC 电路中的电容 C 的充电电压不超过所给定的值, 可增设一个由一状态检测电路 T 和数个并接于每个 DRwC 电路两端的浪涌吸收器 LY 组成的保护电路, 参见图 2, 所述的状态检测电路由比较器 A、二极管 DL、DH 和电阻 R3、R4、R5、R6 组成, 其中, DL 的阳极和电阻 R5、R6 的一端接比较器 A 的 1 脚, DL 的阴极接电阻 R4 的一端, 电阻 R5 的另一端接二极管 DH 的阳极和电阻 R3 的一端, 电阻 R6 的另一端接功率开关串联桥的负极端, 所述的状态检测电路的高电平检测端与第一个 DRwC 电路的正极端相接, 状态检测电路的低电平检测端与最后一个 DRwC 电路的负极端相接。当电容 C 的充电电压超过某一给定值时, 并接于每个 DRwC 电路两端(也是 IGBT 的两端)的浪涌吸收器 LY 在极短的时间内将该过电压释放, 从而可保证该功率开关免受异常情况下的过电压击穿。当浪涌吸收器 LY 中通过的电流超过一定时间、或某一电子功率开关的控制回路失效导致该开关不工作时, 状态检测电路检测到此状态, 立即快速输出信号给控制电路处理, 从而可进一步确保本串联式电子功率开关桥臂的安全工作。

除 IGBT 外, 也可由 IGRT、IEGT、IGCT、GCT、GTO 等各种电子功率开关串联组成所述的功率开关桥。也可选用本人专利(ZL00223733.4)披露的由容性母板 5 和数个与容性母板相接的 IGBT 所构成的串联直接式高压桥臂。参见图 4。图 5 是图 4 的等效电路图。由于容性母板不产生线路电感, 呈电容性特性, 能有效地吸收因电感负载引起的反冲电压, 且对高频谐波的吸收滤波效果很好, 减轻了母线上直流滤波电容的压力, 从而可进一步保证 IGBT 串联使用的可靠性。

图 6 给出了另一种连接形式的 DRwC 等效电路，由电容 C 的一端和稳压器 Rw 的一端相接作为输入正端，电容 C 的另一端接稳压器 Rw 的一端和二极管 D 的阳极，二极管 D 的阴极作为输出负端。

图 7 是用于仅由两只 IGBT 构成的串联桥的状态检测简化电路特
5 例。该电路是对图 3 中的状态检测电路部分的简化，省略了电阻 R3，
将 DL 的极性与图 3 中相反，其工作原理与图 3 基本相同。即当驱动
信号 V1 为正、且两个串联的 DRwC 电路的端电压为高电平时，则比较
器的 3 脚输出保护信号；当驱动信号为负或者两串联的 DRwC 电路的
端电压为低电平时，比较器 3 脚输出低电平。

10

权 利 要 求

1. 一种能自动均压的串联式功率开关桥臂，其特征在于所述串联式功率开关桥臂由一功率开关桥和一动静态均压吸收单元电路
5 (DRWC) 桥构成，所述功率开关桥由多个功率开关串联连接构成，所述动静态均压吸收单元电路桥由其个数与功率开关的个数相对应的动静态均压吸收单元电路串联构成，每个动静态均压吸收单元电路的正、负端分别与所对应的功率开关的正、负端相连接，所述动静态均压吸收单元电路由二极管 D 与呈并联连接的稳压器 Rw、电容 C 相串接。
- 10 2. 如权利要求 1 所述的自动均压的串联式功率开关桥臂，其特征在于所述的稳压器为斩波式稳压器和高耐压管稳压器中的一种。
3. 如权利要求 1 所述的自动均压的串联式功率开关桥臂，其特征在于：所述的串联式功率开关桥臂还设有一个保护电路，该保护电路包括一个状态检测电路 T 和多个并接于每一个动静态均压吸收单元
15 电路两端的浪涌吸收器 LY，其中所述的状态检测电路包括比较器 A、二极管 DL、DH 和电阻 R3、R4、R5、R6，其中二极管 DL 的阳极、电阻 R5 和 R6 的一端连接到比较器 A 的管脚 1，DL 的阴极连接电阻 R4 一端，电阻 R5 的另一端连接二极管 DH 的阳极和电阻 R3 的一端，电阻 R6 的另一端连接功率开关串联桥的负极端，所述的状态检测电路的
20 高电平检测端与第一个动静态均压吸收单元电路的正极端相连接，状态检测电路的低电平检测端与最后一个动静态均压吸收单元电路的负极端相连接。
4. 如权利要求 1 所述的自动均压的串联式功率开关桥臂，其特征在于所述串联式功率开关桥由容性母板和多个与容性母板相接的电子
25 功率开关所构成。
5. 如权利要求 4 所述的自动均压的串联式功率开关桥臂，其特征在于所述电子功率开关是 IGBT、IGRT、IERT、IGCT、GCT 和 GTO 中的一种。

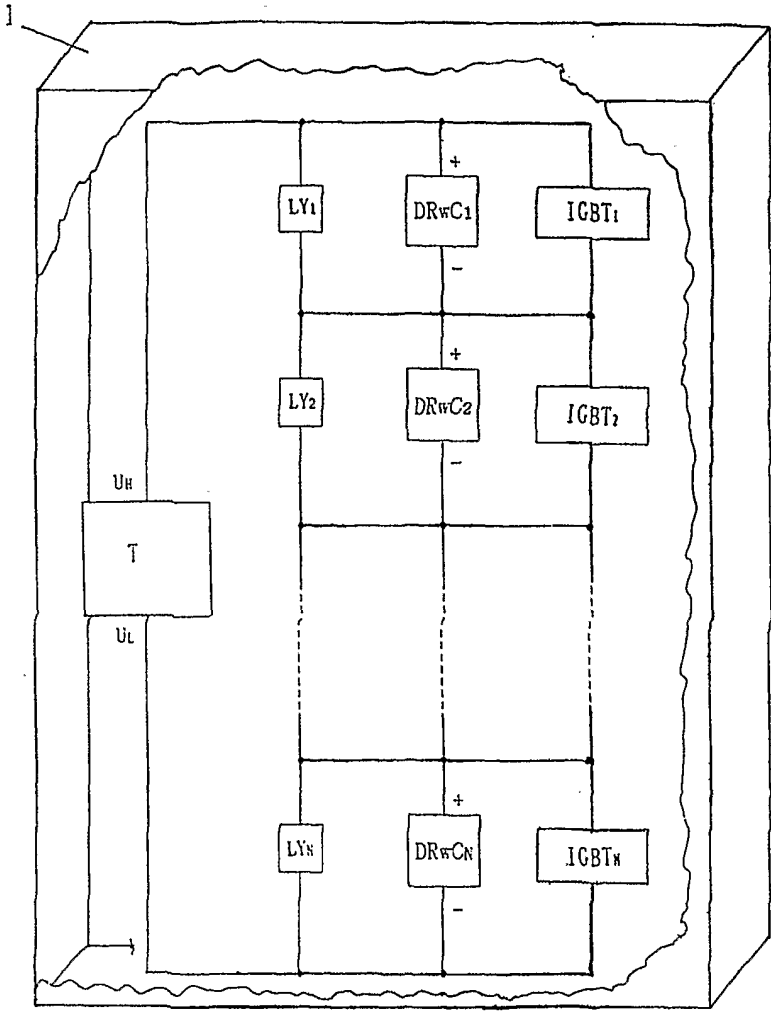


图 1

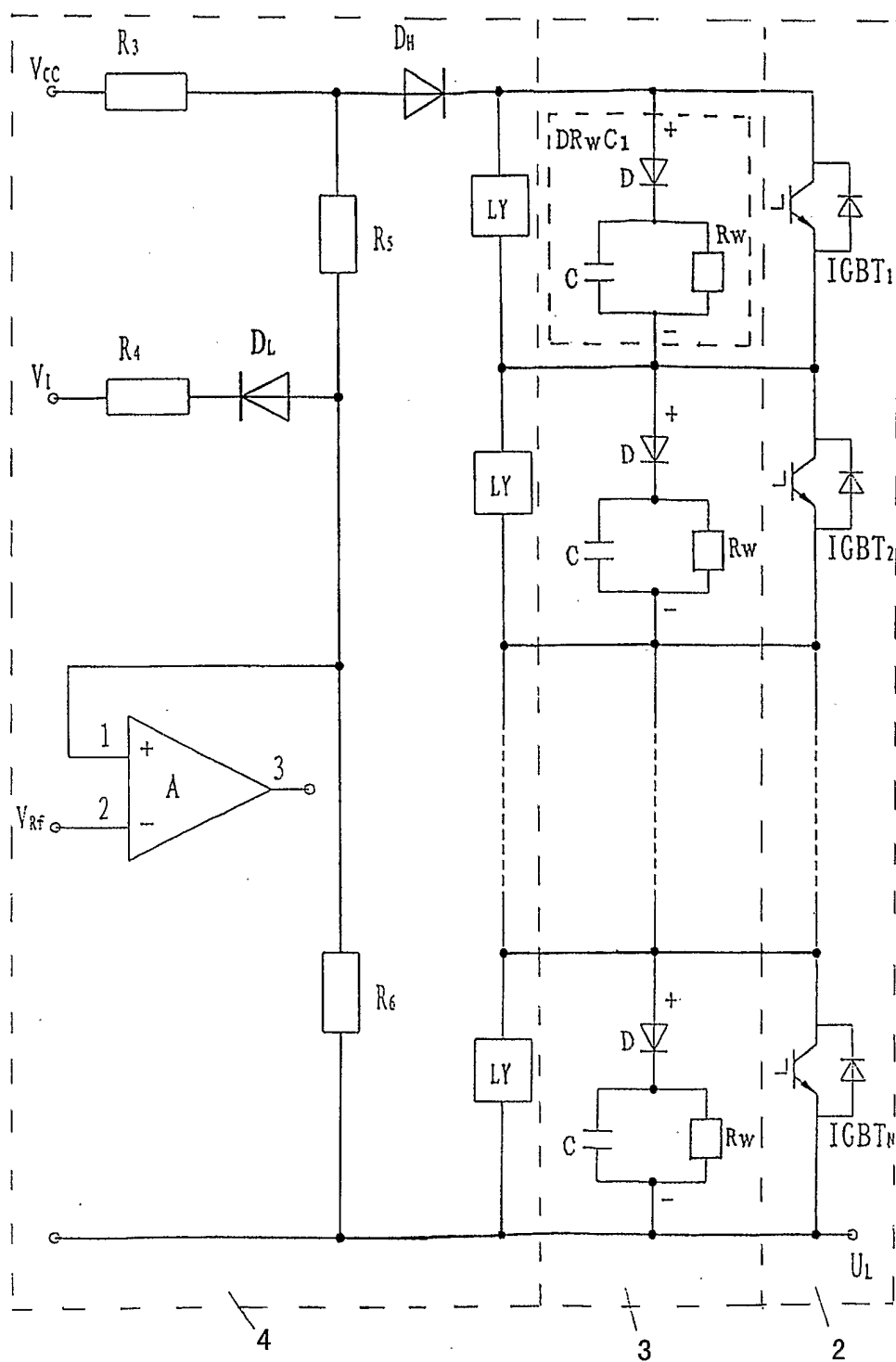


图 2

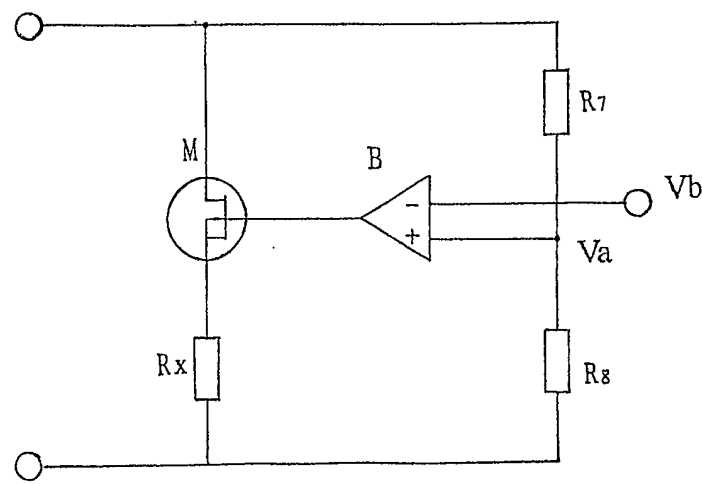


图 3

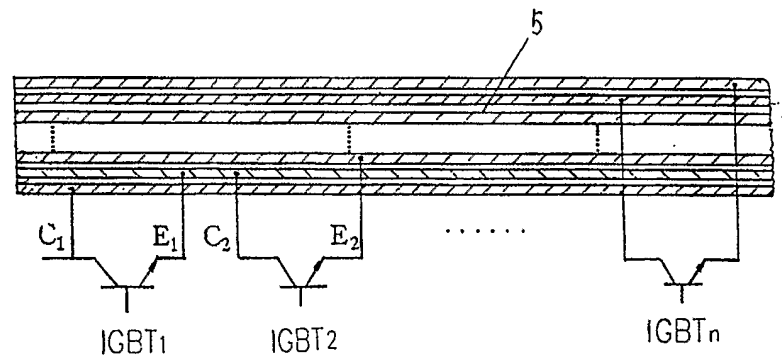


图 4

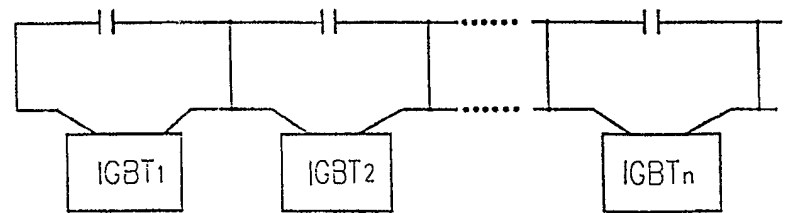


图 5

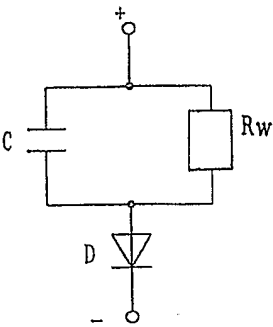


图 6

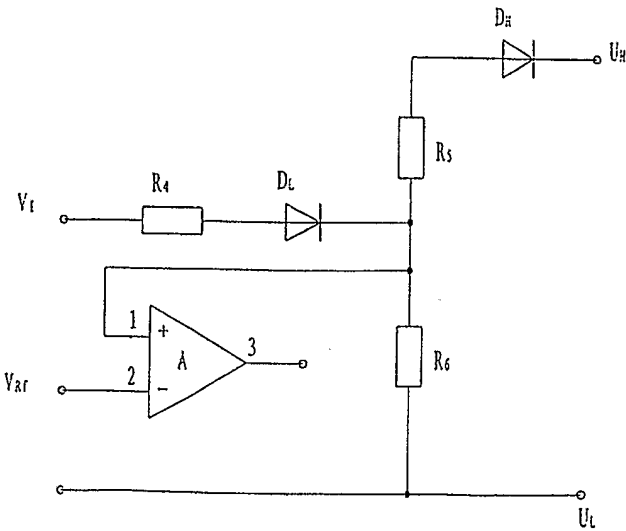


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN02/00398

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC⁷ H03K 17/08

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)

IPC⁷ H03K H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

The patent applications published and the patent announced by Chinese Patent Office. IPC as above.

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN-Y-2442452 (WU,Jialin), 8.August.2001 (08.08.01) , Page1-2, Figure1、 2	1-5
Y	US-A-5946178 (ABB Research Ltd.) , 31.August.1999 (31.08.99) , Column4,Line57-Column5,Line17, Column7,Line5-Column8, Figure9、 19	1-5
Y	CN-Y-2428867 (WU,Jialin) , 2.May.2001 (02.05.01) , Page1, Figure1	4, 5
A	US-A-5835371 (Kabushiki Kaisha Yaskawa Denki,Fukuoka,Japan) , 10. November.1998 (10.11.98) , Column1,Line61-Column2,Line45, Figure2	1-5
A	FR-A1-2678772 (DASSAULT ELECTRONIQUE) , 8. January.1993 (08.01.93) . Page8-11, Figure1	1-5

☐ 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 21.August.2002 (21.08.02)	Date of mailing of the international search report 05 SEP 2002
Name and mailing address of the ISA/CN 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, 100088 Beijing, China Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer ZHANGJie Telephone No. 86-10-62093193



INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN02/00398

CN-Y-2442452	08.08.01	None	
US-A-5946178	31.08.99	WO-A-9627230	06.09.96
		EP-A-0812487	17.12.97
		JP-T-11501198	26.01.99
CN-Y-2428867	02.05.01	None	
US-A-5835371	10.11.98	CA-A-2198089	09.01.97
		WO-A-9701214	09.01.97
		JP-A-9009641	10.01.97
		EP-A-0783203	09.07.97
		CN-A-1164939	12.11.97
FR-A1-2678772	08.01.93	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN02/00398

A. 主题的分类

IPC⁷ H03K 17/08

按照国际专利分类表(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(标明分类体系和分类号)

IPC⁷ H03K H02M

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

中国专利局公开的专利申请和公告的专利, IPC 同上。

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称和, 如果实际可行的, 使用的检索词)

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求编号
Y	CN-Y-2442452 (吴加林), 2001 年 8 月 8 日 (08.08.01), 说明书第 1-2 页, 图 1、2	1-5
Y	US-A-5946178 (ABB Research Ltd.), 1999 年 8 月 31 日 (31.08.99), 说明书第 4 栏第 57 行-第 5 栏第 17 行, 第 7 栏第 5 行-第 8 栏, 图 9、19	1-5
Y	CN-Y-2428867 (吴加林), 2001 年 5 月 2 日 (02.05.01), 说明书第 1 页, 图 1	4, 5
A	US-A-5835371 (Kabushiki Kaisha Yaskawa Denki, Fukuoka, Japan), 1998 年 11 月 10 日 (10.11.98), 说明书第 1 栏第 61 行-第 2 栏第 45 行, 图 2	1-5
A	FR-A1-2678772 (DASSAULT ELECTRONIQUE), 1993 年 1 月 8 日 (08.01.93), 说明书第 8-11 页, 图 1	1-5

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的专用类型:

“A” 明确叙述了被认为不是特别相关的一般现有技术的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先的申请或专利

“L” 可能引起对优先权要求的怀疑的文件, 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

“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的在后文件, 它与申请不相
抵触, 但是引用它是为了理解构成发明基础的理论或原理“X” 特别相关的文件, 仅仅考虑该文件, 权利要求所记载的
发明就不能认为是新颖的或不能认为是有创造性“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,
权利要求记载的发明不具有创造性

“&” 同族专利成员的文件

国际检索实际完成的日期

21.8 月 2002 (21.08.02)

国际检索报告邮寄日期

05. 9月 2002 (05. 09. 02)

国际检索单位名称和邮寄地址

ISA/CN

中国北京市海淀区西土城路 6 号(100088)

传真号: 86-10-62019451

授权官员

张洁



电话号码: 86-10-62093193

国际检索报告
关于同族专利成员的情报

国际申请号
PCT/CN02/00398

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利成员	公布日期
CN-Y-2442452	08.08.01	无	
US-A-5946178	31.08.99	WO-A-9627230	06.09.96
		EP-A-0812487	17.12.97
		JP-T-11501198	26.01.99
CN-Y-2428867	02.05.01	无	
US-A-5835371	10.11.98	CA-A-2198089	09.01.97
		WO-A-9701214	09.01.97
		JP-A-9009641	10.01.97
		EP-A-0783203	09.07.97
		CN-A-1164939	12.11.97
FR-A1-2678772	08.01.93	无	