

(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
2013 年 4 月 25 日 (25.04.2013)



(10) 国际公布号
WO 2013/056429 A1

(51) 国际专利分类号:
F16K 31/06 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2011/080952

(22) 国际申请日: 2011 年 10 月 18 日 (18.10.2011)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **中联重科股份有限公司 (ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **湖南中联重科专用车有限责任公司 (HUNAN ZOOMLION SPECIAL VEHICLE CO., LTD)** [CN/CN]; 中国湖南省常德市鼎城区灌溪镇, Hunan 415106 (CN)。

(72) 发明人: 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): **詹纯新 (ZHAN, Chunxin)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **刘权 (LIU, Quan)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **黎鑫溢 (LI, Xinyi)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **郭纪梅 (GUO, Jimei)**

[CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。

(74) 代理人: **北京润平知识产权代理有限公司 (RUN-PING & PARTNERS)**; 中国北京市海淀区北四环西路 9 号银谷大厦 515 室, Beijing 100190 (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, 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, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: CONTROL SYSTEM FOR CONTROLLING SOLENOID VALVE AND CONTROL METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 一种控制电磁阀的控制系统与控制方法

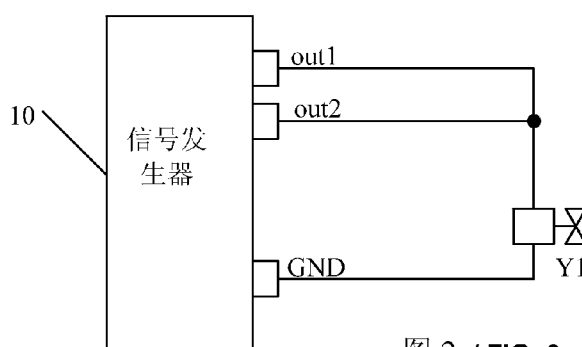


图 2 / FIG. 2

10 SIGNAL GENERATOR

(57) Abstract: A control system and a control method for controlling a solenoid valve are provided. The solenoid includes a magnetic coil and a spool valve. The control system includes a signal generator (10) which produces two individual control signals and outputs two individual control signals to the magnetic coil via two different output terminals (out1, out2) of the signal generator (10). A control signal is used for controlling the effective value of current on the magnetic coil, while the other control signal is used for inducing the flutter of the spool valve.

(57) 摘要: 一种控制电磁阀的控制系统以及控制方法, 电磁阀包括电磁线圈和阀芯, 该控制系统包括信号发生器 (10), 该信号发生器 (10) 产生两个独立的控制信号, 并通过该信号发生器 (10) 的两个不同的输出端子 (out1, out2) 将两个独立的控制信号输出到电磁线圈, 一个控制信号用于控制电磁线圈上的电流的有效值, 另一个控制信号用于引起阀芯的颤振。



WO 2013/056429 A1



本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种控制电磁阀的控制系统与控制方法

技术领域

5 本发明涉及电子电路的控制领域，尤其涉及一种控制电磁阀的控制系统与控制方法。

背景技术

随着机电液一体化技术和产品的发展与开发，电液阀的应用越来越广泛。在工程应用（尤其是在工程机械）中，由控制器的脉宽调制（PWM）
10 输出直接连接到电液阀的电磁线圈两端，通过调节 PWM 输出的占空比来改变作用在电液阀的电磁线圈上的电流的有效值，从而通过控制电液阀阀芯的位移量来调节流量。

电液阀的阀芯的位移或推力正比于流经电磁线圈的电流的有效值。若该电流固定不变，则阀芯位置也固定不动，这样当改变电流时，阀芯要克服静摩擦才能从静止状态开始动作，故产生所谓的“粘滞”效应，增大了
15 滞后，降低了响应速度和灵敏度。因此，通常需要在控制器的控制信号中加入颤振信号，以给阀芯施加小幅振动，使其始终处于振动状态，将静摩擦转换为动摩擦，从而改善其响应速度和响应灵敏度，减小滞后。

目前加入颤振的方法一般有两种。一种是若控制器的 PWM 输出本身
20 提供颤振功能，则可直接通过控制器的 PWM 函数来设置 PWM 输出的占空比、频率以及颤振的占空比、频率等相关参数。另一种是若控制器没有直接提供颤振功能，则需要编制程序软件来以一定频率刻意改变 PWM 输出的占空比从而实现颤振功能。

这两种方法的本质都是以一定频率改变 PWM 输出波形的占空比，以
25 期通过 PWM 波形占空比的周期变化来实现颤振。图 1（a）示出了无颤振

功能的 PWM 波形（实线）以及电磁铁线圈上产生的实际电流 I （虚线），其中 PWM 波形的周期为 f 、占空比为 50%，图中还示出了电磁铁线圈的有效电流 I_{IEFF} 。通过改变 PWM 输出波形的占空比来实现颤振的原理如图 1

(b) 所示，其中，前 4 个 PWM 波形的占空比为 60%，后 4 个 PWM 波形的占空比为 40%，从而使得电磁线圈上的有效电流 I_{IEFF} 的幅值变化为 10%、频率变化为 1/8 倍的 PWM 频率变化，这样就产生了颤振作用。

从电气角度分析，由于电磁线圈的电感特性，所以在改变 PWM 输出波形的占空比或频率时，线圈电流会在临近 PWM 波形的周期过渡区域表现为一定幅值的下降和上升（见图 1b），即颤振本质上是线圈电流的寄生纹波。因此，颤振信号与 PWM 控制信号是耦合在一起的，颤振信号的幅值和频率受 PWM 信号和线圈电感的共同影响，所以很难找到合适的 PWM 信号频率来兼顾线圈电流的有效值和颤振信号，而且也难以实现线圈电流的有效值和颤振的幅度和频率之间的独立调节。

发明内容

本发明针对现有技术中很难找到合适的 PWM 信号频率来兼顾线圈电流的有效值和颤振信号以及难以实现线圈电流的有效值和颤振的幅度和频率之间的独立调节的缺陷，提供一种能够克服上述缺陷的控制电磁阀的控制系统和控制方法。

本发明提供一种控制电磁阀的控制系统，该电磁阀包括电磁线圈和阀芯，该控制系统包括信号发生器，其中，所述信号发生器产生两个独立的控制信号，并通过所述信号发生器的两个不同的输出端子将所述两个独立的控制信号输出到所述电磁线圈，其中一个所述控制信号用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值，另一个所述控制信号用于引起所述阀芯的颤振。

本发明还提供一种控制电磁阀的控制方法，该电磁阀包括电磁线圈和阀芯，该方法包括：

产生两个独立的控制信号，其中一个所述控制信号用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值，另一个所述控制信号用于引起所述阀芯的颤振；以及

将所述两个独立的控制信号传递到所述电磁线圈。

5 由于根据本发明的控制系统和控制方法向电磁线圈提供了两个独立的控制信号，即用于控制电磁线圈上的电流的有效值的控制信号以及用于引起阀芯的颤振的控制信号，所以根据本发明的控制系统和控制方法能够实现线圈电流的有效值和颤振的幅度和频率之间的独立调节，并且能够容易地找到合适的控制信号频率来兼顾线圈电流的有效值和颤振信号。

10

附图说明

图 1a 示出了无颤振功能的 PWM 波形（实线）以及电磁线圈上产生的实际电流 I；

图 1b 示出了改变 PWM 波形的占空比后的电磁线圈上的电流；

15 图 2 是根据本发明一种实施方式的控制电磁阀的控制系统；

图 3 是根据本发明另一实施方式的控制电磁阀的控制系统；

图 4 是根据本发明一种实施方式的控制电磁阀的控制方法。

具体实施方式

20 下面结合附图来详细描述根据本发明的控制系统和控制方法。

首先，如图 2 所示，本发明提供一种控制电磁阀的控制系统，该电磁阀 Y1 包括电磁线圈和阀芯（图中未详细示出电磁阀 Y1 的内部具体结构），该控制系统包括信号发生器 10，其中，所述信号发生器 10 产生两个独立的控制信号，所述两个独立的控制信号通过所述信号发生器 10 的两个不同的
25 输出端子（即 out1 和 out2）输出并且都被传递到所述电磁线圈，其中一个所述控制信号用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值，另一个所述控制

信号用于引起所述阀芯的颤振。这样，两个独立的控制信号就施加到了电磁线圈上，使得能够实现电磁线圈电流有效值与阀芯颤振的单独调节。

在根据本发明的一个优选实施方式中，用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值的控制信号为方波、三角波、正弦波中的一种，用于引起所述
5 阀芯的颤振的控制信号为方波、三角波、正弦波中的一种。其中，可以根据实际应用中电磁线圈的电流的有效值以及阀芯的颤振的要求来设置这两个控制信号，从而实现了本发明对电磁线圈电流有效值和阀芯颤振独立调节的目的。

在根据本发明的另一优选实施方式中，用于控制所述电磁线圈上的电
10 流的有效值的控制信号和用于引起所述阀芯的颤振的控制信号均优选为方波，例如，脉冲宽度调制（PWM）波。而且，用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值的 PWM 信号与用于引起阀芯的颤振的控制信号彼此独立，但是，后者的有效值可以为前者的有效值的 0.05 至 0.2 倍，这样就可以实现阀芯的微小抖动，从而增加电磁阀的响应速度、降低滞后。本文中，电磁
15 阀可以指的是液压系统中常用的电液比例阀、电液伺服阀等，也可以指的是气压传动控制系统中的气动比例阀、气动伺服阀等。总之，根据本发明的控制电磁阀的控制系统可以对通过电磁方式控制的、在操作中需要产生阀芯的颤振以改善响应速度并降低滞后的任意类型的电磁阀进行控制。

另外，为了避免信号发生器 10 输出的两路控制信号的相互影响，在根
20 据本发明的又一优选实施方式中，在信号发生器 10 的两个不同输出端子 out1 和 out2 与电磁铁 Y1 的电磁线圈之间分别连接有二极管 D1 和 D2（如图 3 所示），其中二极管 D1 的正极连接到输出端子 out1，二极管 D2 的正极连接到输出端子 out2。可以根据信号发生器 10 输出的控制信号的频率、回路电流的大小等来选择二极管的类型，信号发生器 10 输出的控制信号的
25 频率越高，所选二极管的工作频率就应当越大，回路电流越大，则所选二极管的额定电流就越大。

在上面的描述中，信号发生器 10 优选为 PLC 控制器。

本发明还提供了一种控制电磁阀的控制方法，该电磁阀包括电磁线圈和阀芯。如图 4 所示，根据本发明的控制电磁铁的控制方法包括：

5 S41、产生两个独立的控制信号，其中一个所述控制信号用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值，另一个所述控制信号用于引起所述阀芯的颤振。

在根据本发明的一个优选实施方式中，用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值的控制信号为方波、三角波、正弦波中的一种，用于控制所述阀芯的颤振的控制信号为方波、三角波、正弦波中的一种。其中，可以根据
10 据实际应用中电磁线圈的电流的有效值以及阀芯的颤振的要求来设置这两个控制信号，从而实现了本发明对电磁线圈电流有效值和阀芯颤振独立调节的目的。

在根据本发明的另一优选实施方式中，用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值的控制信号和用于引起所述阀芯的颤振的控制信号均优选为方
15 波，例如，脉冲宽度调制（PWM）波。而且，用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值的 PWM 信号与用于引起阀芯的颤振的控制信号彼此独立，但是，后者的有效值可以为前者的有效值的 0.05 至 0.2 倍，这样就可以实现阀芯的微小抖动，从而增加电磁阀的响应速度、降低滞后。本文中，电磁阀可以指的是液压系统中常用的电液比例阀、电液伺服阀等，也可以指的是
20 是气压传动控制系统中的气动比例阀、气动伺服阀等。总之，根据本发明的控制电磁阀的控制系统可以对通过电磁方式控制的、在操作中需要产生阀芯的颤振以改善响应速度并降低滞后的任意类型的电磁阀进行控制。

S42、将所述两个独立的控制信号传递到所述电磁线圈。

以上结合本发明的优选实施方式对本发明进行了详细描述，但是在不
25 背离本发明精神和范围的情况下，本领域技术人员可以对本发明进行各种变形和修改。

1、一种控制电磁阀的控制系统，该电磁阀包括电磁线圈和阀芯，该控制系统包括信号发生器，其中，所述信号发生器产生两个独立的控制信号，并通过所述信号发生器的两个不同的输出端子将所述两个独立的控制信号
5 输出到所述电磁线圈，其中一个所述控制信号用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值，另一个所述控制信号用于引起所述阀芯的颤振。

2、根据权利要求 1 所述的控制系统，其中，用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值的控制信号和用于引起所述阀芯的颤振的控制信号均为方
10 波。

3、根据权利要求 2 所述的控制系统，其中，用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值的控制信号与用于引起所述阀芯的颤振的控制信号的周期和幅值相互独立，并且用于引起所述阀芯的颤振的控制信号的有效值为用
15 于控制所述电磁线圈上的电流的有效值的控制信号的有效值的 0.05 至 0.2 倍。

4、根据权利要求 1 至 3 中任一项权利要求所述的控制系统，其中，在所述两个不同的输出端子与所述电磁线圈之间分别连接有二极管，并且各
20 个所述二极管的负极与所述电磁线圈连接。

5、根据权利要求 1 至 3 中任一项权利要求所述的控制系统，其中，所述信号发生器为控制器。

6、一种控制电磁阀的控制方法，该电磁阀包括电磁线圈和阀芯，该方法包括：
25

产生两个独立的控制信号，其中一个所述控制信号用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值，另一个所述控制信号用于引起所述阀芯的颤振；以及

将所述两个独立的控制信号传递到所述电磁线圈。

5

7、根据权利要求 6 所述的控制方法，其中，用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值的控制信号和用于引起所述阀芯的颤振的控制信号均为方波。

10

8、根据权利要求 7 所述的控制方法，其中，用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值的控制信号与用于引起所述阀芯的颤振的控制信号的周期和幅值相互独立，并且用于引起所述阀芯的颤振的控制信号的有效值为用于控制所述电磁线圈上的电流的有效值的控制信号的有效值的 0.05 至 0.2 倍。

15

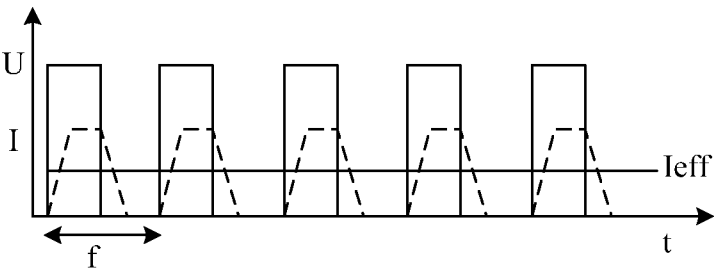


图 1a

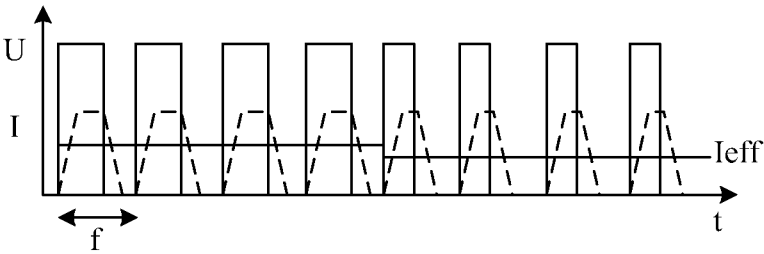


图 1b

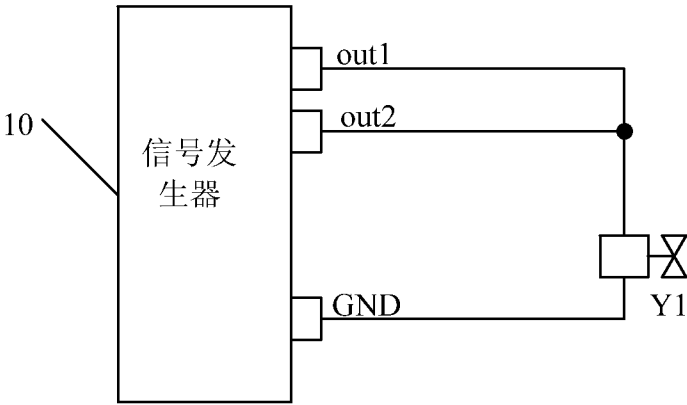


图 2

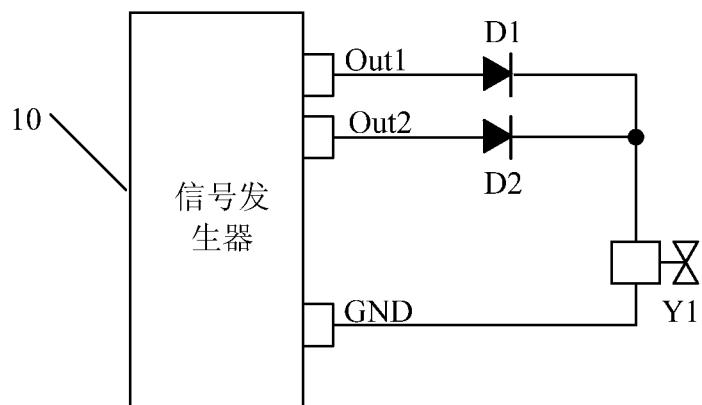


图 3

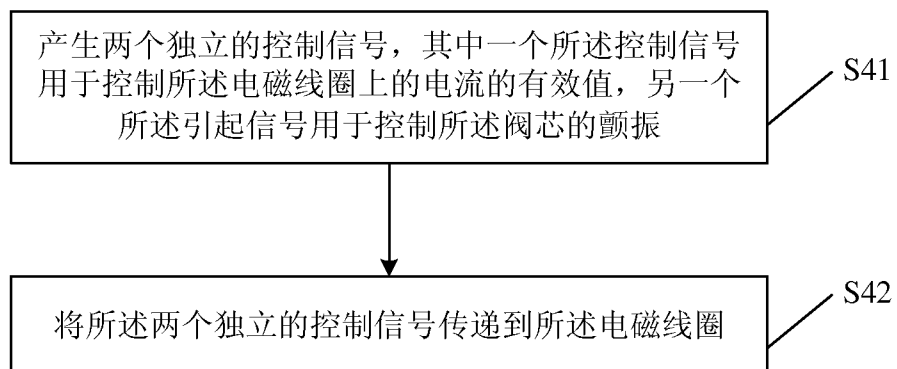


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/080952**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

F16K 31/06 (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: F16K

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: electromagnetic valve, magnetic valve, solenoid valve, vibration, oscillation, flutter, dither, valve core

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 102359644 A (ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.), 22 February 2012 (22.02.2012), claims 1-8	1-8
X	JP 2001-124232 A (NABCO LTD.), 11 May 2001 (11.05.2001), description, paragraphs 29-39, and figures 2-3 and 6	1-2, 5-7
A		3-4, 8
A	US 4960365 A (DAIKIN IND LTD.), 02 October 1990 (02.10.1990), the whole document	1-8
A	CN 1222468 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.), 14 July 1999 (14.07.1999), the whole document	1-8

☐ 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
15 May 2012 (15.05.2012)Date of mailing of the international search report
05 July 2012 (05.07.2012)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) 62019451Authorized officer
TAO, Ying
Telephone No.: (86-10) **62411803**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2011/080952

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102359644 A	22.02.2012	None	
JP 2001-124232 A	11.05.2001	None	
US 4960365 A	02.10.1990	DE 3939857 A	12.07.1990
CN 1222468 A	14.07.1999	EP 0929020 A2	14.07.1999
		JP 11202947 A	30.07.1999
		US 6155654 A	05.12.2000
		EP 0929020 B1	25.08.2004
		DE 69919604 E	30.09.2004
		CN 1105343 C	09.04.2003

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2011/080952

A. 主题的分类

F16K 31/06 (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)

IPC: F16K

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: 电磁阀, 颤振, 振动, 振颤, 震颤, 颤动, 阀芯, 阀心, electromagnetic valve, magnetic valve, solenoid valve, vibration, oscillation, flutter, dither, valve core

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
E	CN 102359644 A (中联重科股份有限公司) 22.2 月 2012 (22.02.2012) 权利要求 1-8	1-8
X	JP 2001-124232 A (NABCO LTD) 11.5 月 2001 (11.05.2001) 说明书第 29-39 段、图 2-3, 6	1-2, 5-7
A		3-4, 8
A	US 4960365 A (DAIKIN IND LTD) 02.10 月 1990 (02.10.1990) 全文	1-8
A	CN 1222468 A (住友电气工业株式会社) 14.7 月 1999 (14.07.1999) 全文	1-8

☐ 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
15.5 月 2012 (15.05.2012)

国际检索报告邮寄日期
05.7 月 2012 (05.07.2012)

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

受权官员
陶颖
电话号码: (86-10) **62411803**

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2011/080952

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 102359644 A	22.02.2012	无	
JP 2001-124232 A	11.05.2001	无	
US 4960365 A	02.10.1990	DE 3939857 A	12.07.1990
CN 1222468 A	14.07.1999	EP 0929020 A2	14.07.1999
		JP 11202947 A	30.07.1999
		US 6155654 A	05.12.2000
		EP 0929020 B1	25.08.2004
		DE 69919604 E	30.09.2004
		CN 1105343 C	09.04.2003