

(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
2020 年 6 月 18 日 (18.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/118975 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01V 9/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/080713
- (22) 国际申请日: 2019 年 4 月 1 日 (01.04.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811522316.1 2018 年 12 月 13 日 (13.12.2018) CN
- (71) 申请人: 山东科技大学(SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。
- (72) 发明人: 郭银景(GUO, Yinjing); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 刘珍(LIU, Zhen); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 吕

文红(LYU, Wenhong); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 陆翔(LU, Xiang); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 孙红雨(SUN, Hongyu); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 郭晓涵(GUO, Xiaohan); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 周玉洁(ZHOU, Yujie); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 杨文健(YANG, Wenjian); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(74) 代理人: 青岛智地领创专利代理有限公司(QINGDAO ZHIDILINGCHUANG PATENT AGENCY CO., LTD); 中国山东省青岛市黄岛区江山路 480 号青岛研创中心 4 号楼 602 室 雷钰, Shandong 266555 (CN)。

(54) Title: GRADUAL MEDIUM INTERFACE DETECTION METHOD

(54) 发明名称: 一种渐变介质界面探测方法

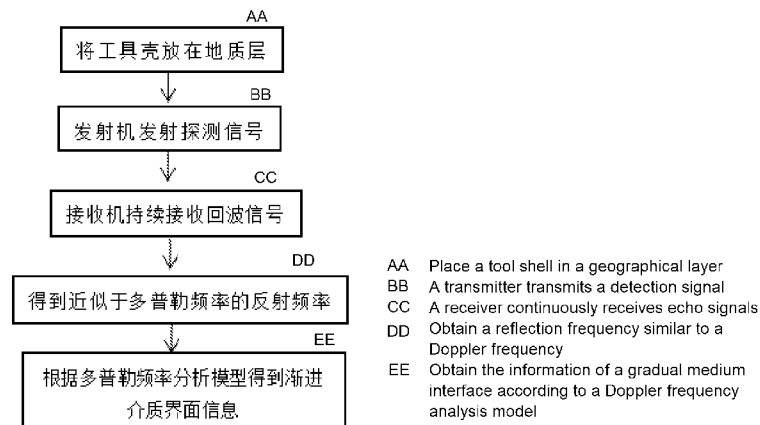


图 1

(57) Abstract: A gradual medium interface detection method. A detection device and an upper computer are comprised; the detection device comprises a shell (1); a transmitter (2) and a receiver (3) are provided on the shell (1); the transmitter (2) and the receiver (3) are both electrically connected with the upper computer. The method comprises: make the shell (1) parallel to the ground surface of a gradual medium interface to be detected, and modulate the transmitter (2), so that the transmitter (2) transmits single-frequency continuous elastic wave signals to a gradual medium interface; the receiver (3) continuously receives echo signals reflected by the gradual medium interface, and transmits the received echo signals to the upper computer; and the echo signal comprises a frequency component similar to a Doppler frequency, and in the upper computer, analyze the echo signal according to a method for analyzing the Doppler frequency so as to obtain the medium characteristic and interface distribution of the gradual medium interface. According to the method, by using a Doppler frequency analysis method, the present invention solves the problem of the frequency spectrum analysis of the echo signal of a gradual medium distribution interface, and improves the efficiency of the interface detection method.

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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))。

(57) 摘要: 一种渐变介质界面探测方法, 包括探测装置和上位机, 探测装置包括壳体 (1), 壳体 (1) 上设置有发射机 (2) 和接收机 (3), 发射机 (2) 和接收机 (3) 均与上位机电连接。通过将壳体 (1) 平行于待测的渐变介质界面的地表面上, 调制发射机 (2), 使发射机 (2) 向渐变介质界面发射单频连续弹性波信号; 接收机 (3) 持续接收渐变介质界面反射的回波信号, 并将接收到的回波信号送至上位机; 回波信号中含有与多普勒频率相似的频率成份, 在上位机中按照分析多普勒频率的方法对回波信号进行分析, 得出渐变介质界面的介质特性和界面分布。该方法利用多普勒频率分析方法, 解决了渐变介质分布界面回波信号频谱的分析问题, 提高了界面探测方法的效率。

说明书

发明名称：一种渐变介质界面探测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及渐变介质探测领域，具体涉及一种渐变介质界面探测方法。

背景技术

[0002] 实际地层的上下界面常常是渐进界面，其波阻抗也是渐变的，形成的反射是“渐进反射”。传统的地下介质探测技术，关注点大多数放在目标地层的探测，过多的关注目标介质层的回波信号，而忽略反射的回波信号频谱中的频率特性。但是介质的分布千差万别，尤其是渐进介质界面的分布，这种界面分布对回波的影响也表现出多样性。

[0003] 因地层介质密度大流动性差，单频弹性波在不同介质中传播时的传播特性相差非常大；因此表现出渐进介质分布界面对弹性波的反射是渐进反射，导致接收机探测回波信号中会有“多普勒频率”的出现；同时，地层中弹性波传播时产生的受激谐振信号会与载波产生交调，也会产生与多普勒频率相似的频率成份；鉴别与提取渐进介质分布界面反射波有一定的难度，会对槽波分析的分析质量产生影响；正是由于渐进反射的反射波频率分布具有其特有的特征，原理上说渐进介质分布界面的鉴别是可行的。在实际地质探测中，渐进介质的特性和界面分布情况对于实际工作应用往往会节省很多人力物力，例如对水塘的探测中，可以通过采用渐进介质探测方法分析部分地层回波信号频谱，确定水塘的位置，从而采取更佳的探测工具和方法进行实际工作。因此渐进介质分布界面的回波信号频谱分析对渐变介质界面的探测具有重要的意义。

发明概述

技术问题

问题的解决方案

技术解决方案

[0004] 本发明的目的是提供了一种渐变介质界面探测方法，通过对回波信号分析，更好地反馈地下介质的分布情况，为用户提供详细的地质信息。

[0005] 本发明采用以下的技术方案:

[0006] 一种渐变介质界面探测方法, 包括探测装置和上位机, 探测装置包括壳体, 壳体上设置有发射机和接收机, 发射机和接收机均与上位机电连接;

[0007] 探测方法包括以下步骤:

[0008] 步骤1: 将壳体平行于待测的渐变介质界面的地表面上, 调制发射机, 使发射机向渐变介质界面发射单频连续弹性波信号;

[0009] 步骤2: 接收机持续接收渐变介质界面反射的回波信号, 并将接收到的回波信号送至上位机;

[0010] 步骤3: 回波信号频谱中频率成份与“多普勒频率”相似, 在上位机中按照分析多普勒频率的方法对回波信号的频谱信息进行分析, 得出渐变介质界面的介质特性和界面分布。

[0011] 优选地, 所述发射机和接收机均垂直的设置在壳体上, 发射机与接收机相互平行。

[0012] 优选地, 所述分析多普勒频率的方法为: 发射机发射的单频信号

$$f$$

与该介质层反射的回波信号的频率

$$f'$$

之间为发射源与接受体之间的相对运动, 其信号频率之间存在类似于多普勒频移的频移

$$\Delta f$$

, 则:

[0013]

$$\Delta f = f' - f$$

;

[0014] 根据频移



的正负可判断出地质的渐变介质特性和该地质层的界面分布。

发明的有益效果

有益效果

[0015] 本发明具有的有益效果是：

[0016] 本发明提供的渐变介质界面探测方法，充分考虑到鉴别与提取渐进介质分布界面反射波有一定的难度，会对回波分析的分析质量产生影响，因此要利用渐进反射回波信号频谱进行分析。与现有的界面探测技术相比，本发明利用多普勒频率分析模型，将回波中信息分量的变化表现为多普勒频率信号分量的幅值与频率变化，解决了渐进介质分布界面回波信号频谱的分析问题，识别效果简洁明了，提高了界面探测方法的效率。

对附图的简要说明

附图说明

[0017] 图1为渐变介质界面探测方法的流程图。

[0018] 图2为探测装置的结构示意图。

[0019] 图3为实施例1的示意图。

[0020] 图4为实施例2的示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0021] 下面结合附图和具体实施例对本发明的具体实施方式做进一步说明：

[0022] 结合图1至图4，一种渐变介质界面探测方法，包括探测装置和上位机，探测装置包括壳体1，壳体上设置有发射机2和接收机3，发射机和接收机均与上位机电连接。

[0023] 发射机和接收机均垂直的设置壳体上，发射机与接收机相互平行。

[0024] 发射机用于发射单频连续弹性波信号，接收机用于接收渐进介质界面反射的回波信号。

[0025] 渐变介质界面形成的反射也是渐变的，渐变介质界面对回波信号的影响表现为

多普勒频率信号分量的幅值和频率变化。

[0026] 探测方法包括以下步骤:

[0027] 步骤1: 将壳体平行于待测的渐变介质界面的地表面上, 调制发射机, 使发射机向渐变介质界面发射单频连续弹性波信号;

[0028] 步骤2: 接收机持续接收渐变介质界面反射的回波信号, 并将接收到的回波信号送至上位机;

[0029] 步骤3: 回波信号频谱中频率成份与“多普勒频率”相似, 在上位机中按照分析多普勒频率的方法对回波信号的频谱信息进行分析, 得出渐变介质界面的介质特性和界面分布。

[0030] 分析多普勒频率的方法为: 发射机发射的单频信号

$$f$$

与该介质层反射的回波信号的频率

$$f'$$

之间为发射源与接受体之间的相对运动, 其信号频率之间存在类似于多普勒频移的频移

$$\Delta f$$

, 则:

[0031]

$$\Delta f = f' - f$$

;

[0032] 由发射机发现信号到接收机接收到回波信号, 回波信号的反射频率随渐变介质界面密度的变化呈现不同的情况, 呈现在频移中为:

$$\Delta f < 0$$

或者

$$\Delta f > 0$$

;

[0033] 根据频移

$$\Delta f$$

的正负可判断出地质的渐变介质特性和该地质层的界面分布。

[0034] 实施例1

[0035] 如图3所示, 地质层I包括第一介质层x是土层、第二介质层y是泥层、第三介质层z是水层, 利用本发明对该地质层进行探测。

[0036] 发射机持续发射连续单频弹性波信号, 发射信号的频率为100Hz, 将接收机接收到的回波信号传至上位机得到回波信号频谱。

[0037] 这种情况下第一介质层x的回波信号的频率

$$f_1'$$

为100Hz, 第二介质层y的回波信号的频率

$$f_2'$$

为120Hz, 第三介质层z的回波信号的频率

$$f_3'$$

为100Hz。发射信号频率

$$f$$

保持不变, 而第一介质层x与第三介质层z都不是渐变截止界面, 所以

$$f_1'$$

和

$$f_3'$$

与发射信号频率相同。在地质层I中，只有第二介质层y为渐变介质界面，可以得出第二介质层y的频移

$$\Delta f_2 > 0$$

，且该介质界面的介质密度

$$\rho$$

由第一介质层x到第三介质层z层的逐渐减小。

[0038] 实施例2

[0039] 如图4所示，利用本发明对地质层II进行介质界面探测。本发明壳体的发射机发射信号频率为100Hz的连续单频信号，在接收到的回波信号频谱信息，得出a层回波信号的频率

$$f_4'$$

为100Hz，b层回波信号的频率

$$f_5'$$

为80Hz，c层回波信号的频率

$$f_6'$$

为100Hz，由此计算出该层频移

$$\Delta f_5 < 0$$

。得出地质层II中的渐变介质层为b层，且该层介质密度

$$\rho$$

应由a到c层逐渐增大。

[0040] 在实际探测中，接收机得到的频谱信息是一渐进介质层综合作用下的回波信号频谱，不同密度的介质层的回波频率



是由该层的密度特性和成份特征导致的，本实施例将该介质层理想模型化，用以说明原理。

[0041] 当然，上述说明并非是对本发明的限制，本发明也并不仅限于上述举例，本技术领域的技术人员在本发明的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换，也应属于本发明的保护范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种渐变介质界面探测方法，其特征在于，包括探测装置和上位机，探测装置包括壳体，壳体上设置有发射机和接收机，发射机和接收机均与上位机电连接；
- 探测方法包括以下步骤：
- 步骤1：将壳体平行于待测的渐变介质界面的地表面上，调制发射机，使发射机向渐变介质界面发射单频连续弹性波信号；
- 步骤2：接收机持续接收渐变介质界面反射的回波信号，并将接收到的回波信号送至上位机；
- 步骤3：回波信号频谱中的频率成份与“多普勒频率”相似，在上位机中按照分析多普勒频率的方法对回波信号的频谱信息进行分析，得出渐变介质界面的介质特性和界面分布。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的一种渐变介质界面探测方法，其特征在于，所述发射机和接收机均垂直的设置在壳体上，发射机与接收机相互平行。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的一种渐变介质界面探测方法，其特征在于，所述分析多普勒频率的方法为：发射机发射的单频信号

$$f$$

与该介质层反射的回波信号的频率

$$f'$$

之间为发射源与接受体之间的相对运动，其信号频率之间存在类似于多普勒频移的频移

$$\Delta f$$

，则：

$$\Delta f = f' - f$$

;

根据频移



的正负可判断出地质的渐变介质特性和该地质层的界面分布。

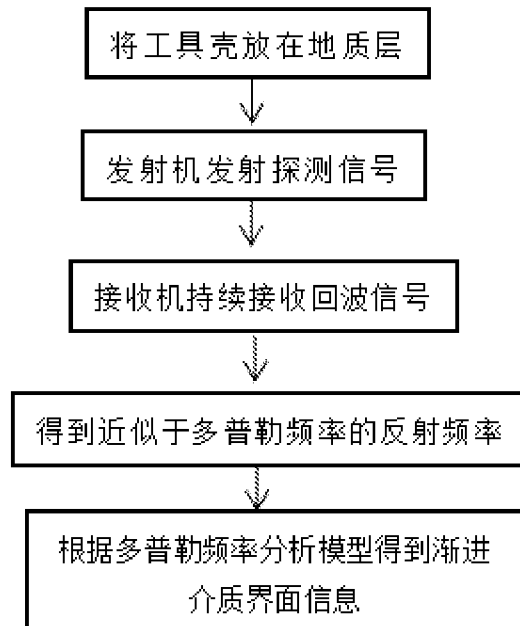


图 1

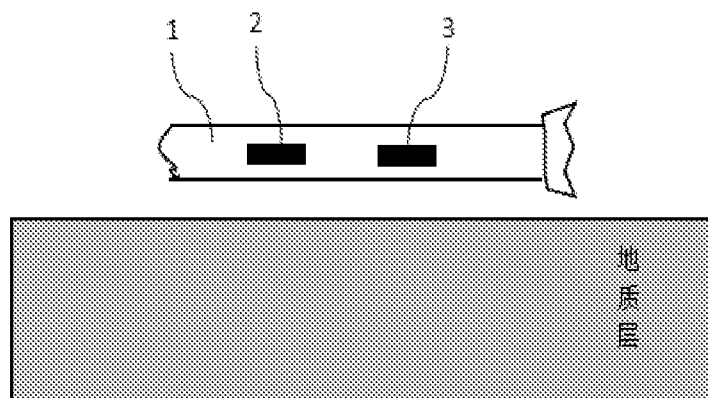


图 2

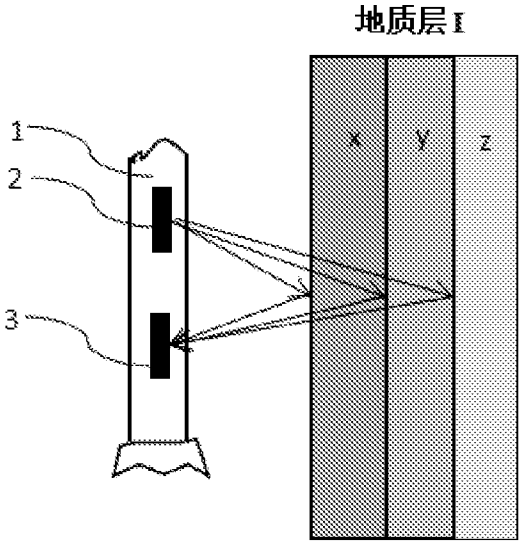


图 3

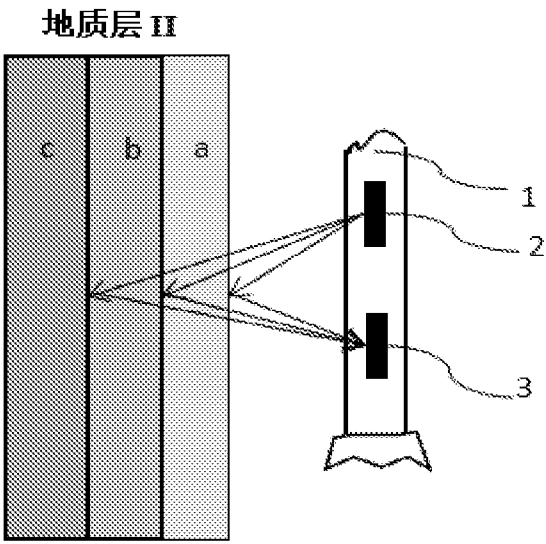


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/080713

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01V 9/00(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)

G01V

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, CNKI, VEN: 发射, 接收, 弹性波, 界面, 渐变, 多普勒, transmit+, receiv+, elastic wave, interface, gradient, Doppler

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103760607 A (INSTITUTE OF ACOUSTICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 30 April 2014 (2014-04-30) entire document	1-3
A	CN 102508299 A (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA)) 20 June 2012 (2012-06-20) entire document	1-3
A	CN 102725652 A (TOYOTA MOTOR EUROP NV/SA) 10 October 2012 (2012-10-10) entire document	1-3
A	US 2009267600 A1 (DENSO CORP.) 29 October 2009 (2009-10-29) entire document	1-3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 August 2019

Date of mailing of the international search report

20 August 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/080713

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	103760607	A	30 April 2014	None			
CN	102508299	A	20 June 2012	CN	102508299	B	19 June 2013
CN	102725652	A	10 October 2012	EP	2491423	A1	29 August 2012
				US	2011304498	A1	15 December 2011
				EP	2315051	A1	27 April 2011
				JP	6073680	B2	01 February 2017
				CN	102725652	B	20 January 2016
				WO	2011048192	A1	28 April 2011
				JP	2013508709	A	07 March 2013
				US	8836573	B2	16 September 2014
				JP	2015179089	A	08 October 2015
US	2009267600	A1	29 October 2009	JP	5670499	B2	18 February 2015
				JP	2013116381	A	13 June 2013
				US	2007285199	A1	13 December 2007
				US	7782057	B2	24 August 2010
				US	7965083	B2	21 June 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/080713

A. 主题的分类

G01V 9/00 (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)

G01V

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, CNKI, VEN: 发射, 接收, 弹性波, 界面, 渐变, 多普勒, transmit+, receiv+, elastic wave, interface, gradient, Doppler

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	CN 103760607 A (中国科学院声学研究所) 2014年 4月 30日 (2014 - 04 - 30) 全文	1-3
A	CN 102508299 A (中国石油大学华东) 2012年 6月 20日 (2012 - 06 - 20) 全文	1-3
A	CN 102725652 A (丰田自动车欧洲股份有限公司) 2012年 10月 10日 (2012 - 10 - 10) 全文	1-3
A	US 2009267600 A1 (DENS0 CORP) 2009年 10月 29日 (2009 - 10 - 29) 全文	1-3

☐ 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

2019年 8月 1日

国际检索报告邮寄日期

2019年 8月 20日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

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

戴瑞烜

电话号码 62084135

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/080713

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	103760607	A	2014年 4月 30日	无	
CN	102508299	A	2012年 6月 20日	CN	102508299 B 2013年 6月 19日
CN	102725652	A	2012年 10月 10日	EP	2491423 A1 2012年 8月 29日
				US	2011304498 A1 2011年 12月 15日
				EP	2315051 A1 2011年 4月 27日
				JP	6073680 B2 2017年 2月 1日
				CN	102725652 B 2016年 1月 20日
				WO	2011048192 A1 2011年 4月 28日
				JP	2013508709 A 2013年 3月 7日
				US	8836573 B2 2014年 9月 16日
				JP	2015179089 A 2015年 10月 8日
US	2009267600	A1	2009年 10月 29日	JP	5670499 B2 2015年 2月 18日
				JP	2013116381 A 2013年 6月 13日
				US	2007285199 A1 2007年 12月 13日
				US	7782057 B2 2010年 8月 24日
				US	7965083 B2 2011年 6月 21日