

(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 7 月 2 日 (02.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/133773 A1

(51) 国际专利分类号:
G01V 1/18 (2006.01) *G01V 1/30* (2006.01)
G01V 1/36 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/080714

(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:
201811579707.7 2018 年 12 月 24 日 (24.12.2018) 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)。牛晨曦(NIU, Chenxi); 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)。丁庆安(DING, Qingan); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。高洁(GAO, Jie); 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)。陈赓(CHEN, Geng); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。王正杰(WANG, Zhengjie); 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

(54) Title: STRONG ECHO COUNTERACTION RECEIVING DEVICE

(54) 发明名称: 一种强回波对消接收装置

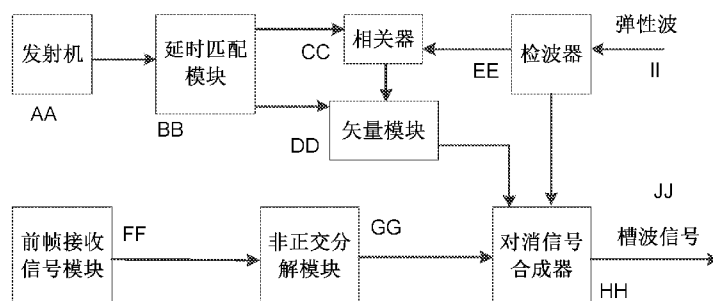


图 1

AA Transmitter
BB Delay matching module
CC Correlator
DD Vector module
EE Detector
FF Previous-frame reception signal module
GG Non-orthogonal decomposition module
HH Counteraction signal synthesizer
II Elastic wave
JJ Channel wave signal

(57) Abstract: A strong echo counteraction receiving device, comprising a transmitter, a correlator, a detector, a counteraction signal synthesizer, a delay matching module, a vector module, a previous-frame reception signal module, and a non-orthogonal decomposition module. The detector is separately connected to the correlator and the counteraction signal synthesizer; the transmitter is connected to the delay matching module; the delay matching module is separately connected to the correlator and the vector module; the correlator is connected to the vector module; and the vector module is connected to the counteraction signal synthesizer; the previous-frame reception signal module is connected to the non-orthogonal decomposition module; and the non-orthogonal decomposition module is

国山东省青岛市黄岛区前湾港路579号, Shandong 266590 (CN)。孔芳(KONG, Fang); 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)。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)。刘辉(LIU, Hui); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路579号, Shandong 266590 (CN)。孟庆良(MENG, Qingliang); 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)。

(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))。

connected to the counteraction signal synthesizer.

(57) 摘要: 一种强回波对消接收装置, 包括发射机、相关器、检波器、对消信号合成器、延时匹配模块、矢量模块、前帧接收信号模块、非正交分解模块; 其中, 检波器分别与相关器和对消信号合成器相连, 发射机与延时匹配模块相连, 延时匹配模块分别与相关器和矢量模块相连, 相关器与矢量模块相连, 矢量模块与对消信号合成器相连, 前帧接收信号模块与非正交分解模块相连, 非正交分解模块与对消信号合成器相连。该强回波对消接收装置合成的对消信号针对性更强, 从而提高远端地质构造回波信号的信噪比。

说明书

发明名称：一种强回波对消接收装置

技术领域

[0001] 本发明涉及信号处理领域，具体涉及一种强回波对消接收装置。

背景技术

[0002] 对消技术已广泛应用于雷达接收机等设备的研制工作，已经被证明是提高接收机灵敏度及消除直达波或旁瓣干扰的实用技术。槽波分析仪所分析的槽波回波信号与常见的雷达信号有非常大的不同，外部干扰与旁瓣干扰很小，而近端地质构造产生的回波在时域扩展很大，对远端地质构造产生的回波接收影响很大，经典的对消技术很难适应槽波分析仪对微弱信号的接收。这种对消器对于处理频散很小且只有常规反射界面的回波信号时表现出较小的收敛时间和较好的对消效果。因槽波信号的频散很大，前后地质构造产生的回波相互叠加，混叠在一起，上述对消器将很难收敛，对消效果也会比较差。

发明概述

技术问题

问题的解决方案

技术解决方案

[0003] 针对现有的经典自适应对消器的缺陷和不足，本发明提供了一种独特的强回波对消接收装置，用于槽波分析仪对微弱信号的接收。

[0004] 本发明采用以下的技术方案：

[0005] 一种强回波对消接收装置，包括发射机、相关器、检波器、对消信号合成器、延时匹配模块、矢量模块、前帧接收信号模块、非正交分解模块；

[0006] 所述检波器分别与相关器和对消信号合成器相连；

[0007] 发射机与延时匹配模块相连，延时匹配模块分别与相关器和矢量模块相连，相关器与矢量模块相连，矢量模块与对消信号合成器相连；

[0008] 所述前帧接收信号模块与非正交分解模块相连，非正交分解模块与对消信号合成器相连。

- [0009] 优选地，所述检波器能将外界的弹性波转变为第一路回波信号和第二路回波信号，第一路回波信号送至相关器，第二路回波信号送至对消信号合成器；
- [0010] 第一回波信号、发射机发射的发射信号和前帧接收信号模块发射的接收信号均为参考信号。
- [0011] 优选地，所述发射机发射的发射信号经过延时匹配模块后，得到延时信号，延时信号分别送入相关器和矢量模块，在相关器内，将第一路回波信号和延时信号进行对比，得到干扰信号，干扰信号送入矢量模块；
- [0012] 矢量模块对干扰信号进行幅度和相位调整，产生与干扰信号幅度相等、相位相反的对消信号，对消信号被送至对消信号合成器。
- [0013] 优选地，前帧接收信号模块发射的接收信号，接收信号送至非正交分解模块，非正交分解模块对接收信号进行非正交分解处理，得到预对消信号，预对消信号送至对消信号合成器。
- [0014] 优选地，对消信号合成器将预对消信号、对消信号和第二路回波信号进行合成，得到槽波信号。

发明的有益效果

有益效果

- [0015] 本发明具有的有益效果是：

- [0016] 基于槽波的特性，以第一回波信号、发射机发射的发射信号和前帧接收信号模块发射的接收信号为参考信号，自适应地产生对消信号，抑制槽波分析仪不关注的回波信号，并继承了对原始接收信号的处理结果，合成的对消信号针对性更强，不仅能够对消直达波和旁瓣干扰，还能够将“本帧信号所不关注”的信号抑制掉，从而大大提高所关注的远端地质构造产生回波信号的信噪比，为更精准地分析槽波信号打下基础。

对附图的简要说明

附图说明

- [0017] 图1为强回波对消接收装置的原理框图。
- [0018] 图2为本发明的弹性波转换框图。
- [0019] 图3为本发明的第一部分对消过程框图。

[0020] 图4为本发明发射信号在各个介质中的反射图。

[0021] 图5本发明的第一部分对消信号生成图。

[0022] 图6本发明的第二部分对消过程框图。

[0023] 图7本发明的非正交分解方法框图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0024] 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：

[0025] 结合图1至图7，为了使槽波分析仪可以更好的接收微弱信号，设计了一种强回波对消接收装置。

[0026] 一种强回波对消接收装置，包括发射机、相关器、检波器、对消信号合成器、延时匹配模块、矢量模块、前帧接收信号模块、非正交分解模块。

[0027] 检波器分别与相关器和对消信号合成器相连，检波器能将外界的弹性波转变为第一路回波信号和第二路回波信号，第一路回波信号送至相关器，第二路回波信号送至对消信号合成器。

[0028] 第一回波信号、发射机发射的发射信号和前帧接收信号模块发射的接收信号均为参考信号，继承对原始信号的处理结果，合成的对消信号针对性更强，不仅能够对消直达波和旁瓣干扰，还能够将“本帧信号所不关注”的信号抑制掉，从而大大提高所关注的远端地质构造产生回波信号的信噪比，为槽波信号的更精准分析打下基础。

[0029] 发射机与延时匹配模块相连，延时匹配模块分别与相关器和矢量模块相连，相关器与矢量模块相连，矢量模块与对消信号合成器相连，此为第一部分对消过程，如图3。

[0030] 发射机发射的发射信号经过延时匹配模块后，得到延时信号，延时信号分别送入相关器和矢量模块，在相关器内，延时信号与第一路回波信号在相关器的作用下找到干扰的信号，即图4所示的其他界面的波 α_1 、 α_2 及直达波与旁瓣波。之后得到干扰信号，干扰信号送入矢量模块。矢量模块对干扰信号进行幅度和相位调整，产生与干扰信号幅度相等、相位相反的对消信号，如图5所示，对消信号被送至对消信号合成器，从而对消其他界面的反射信号、直达波和旁瓣的干

扰。

- [0031] 前帧接收信号模块与非正交分解模块相连，非正交分解模块与对消信号合成器相连，此为第二部分对消过程，如图6。
- [0032] 前帧接收信号模块发射的接收信号，接收信号送至非正交分解模块，非正交分解模块对接收信号进行非正交分解处理，得到预对消技术信号，预对消技术信号送至对消信号合成器。对消信号合成器将预对消技术信号、对消信号和第二路回波信号进行合成，得到槽波信号。
- [0033] 非正交分解模块通过一种非正交分解方法对接收信号中的各类信号进行处理，将“本帧信号关注”的信号分离出来，剩下的“本帧信号不关注”的信号作为预对消信号发送到对消信号合成器，如图7。此过程大大提高远端地质构造产生回波信号的信噪比，有利于槽波信号的更精准分析。
- [0034] 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] 一种强回波对消接收装置，其特征在于，包括发射机、相关器、检波器、对消信号合成器、延时匹配模块、矢量模块、前帧接收信号模块、非正交分解模块；
- 所述检波器分别与相关器和对消信号合成器相连；
- 发射机与延时匹配模块相连，延时匹配模块分别与相关器和矢量模块相连，相关器与矢量模块相连，矢量模块与对消信号合成器相连；
- 所述前帧接收信号模块与非正交分解模块相连，非正交分解模块与对消信号合成器相连。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的一种强回波对消接收装置，其特征在于，所述检波器能将外界的弹性波转变为第一路回波信号和第二路回波信号，第一路回波信号送至相关器，第二路回波信号送至对消信号合成器；第一回波信号、发射机发射的发射信号和前帧接收信号模块发射的接收信号均为参考信号。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的一种强回波对消接收装置，其特征在于，所述发射机发射的发射信号经过延时匹配模块后，得到延时信号，延时信号分别送入相关器和矢量模块，在相关器内，将第一路回波信号和延时信号进行对比，得到干扰信号，干扰信号送入矢量模块；
- 矢量模块对干扰信号进行幅度和相位调整，产生与干扰信号幅度相等、相位相反的对消信号，对消信号被送至对消信号合成器。
- [权利要求 4] 根据权利要求3所述的一种强回波对消接收装置，其特征在于，前帧接收信号模块发射的接收信号，接收信号送至非正交分解模块，非正交分解模块对接收信号进行非正交分解处理，得到预对消信号，预对消信号送至对消信号合成器。
- [权利要求 5] 根据权利要求4所述的一种强回波对消接收装置，其特征在于，对消信号合成器将预对消信号、对消信号和第二路回波信号进行合成，得到槽波信号。

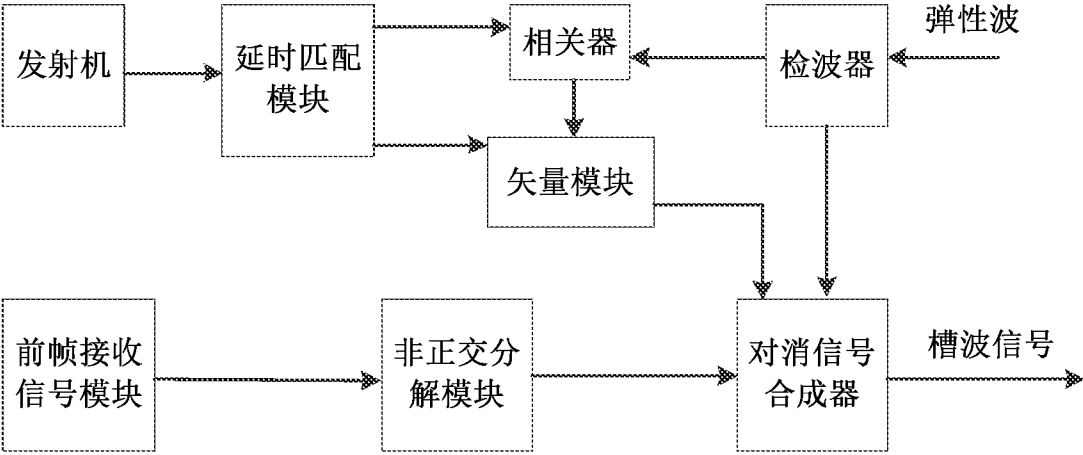


图 1

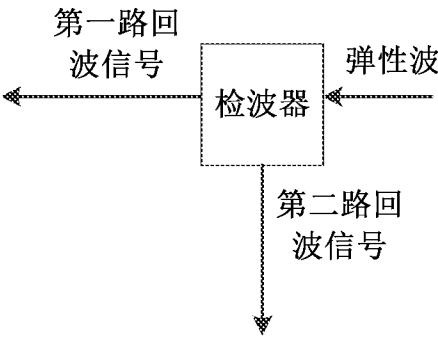


图 2

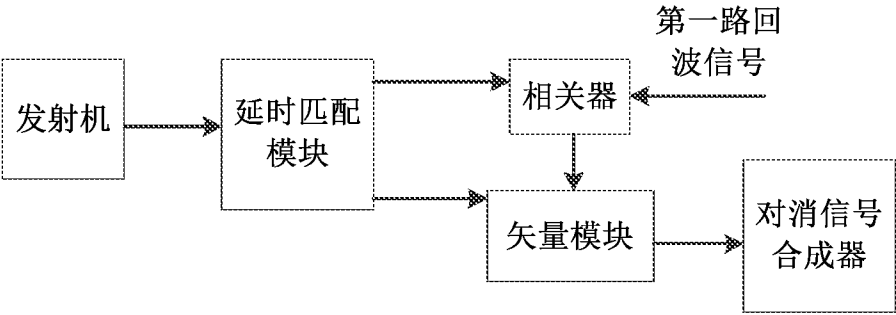


图 3

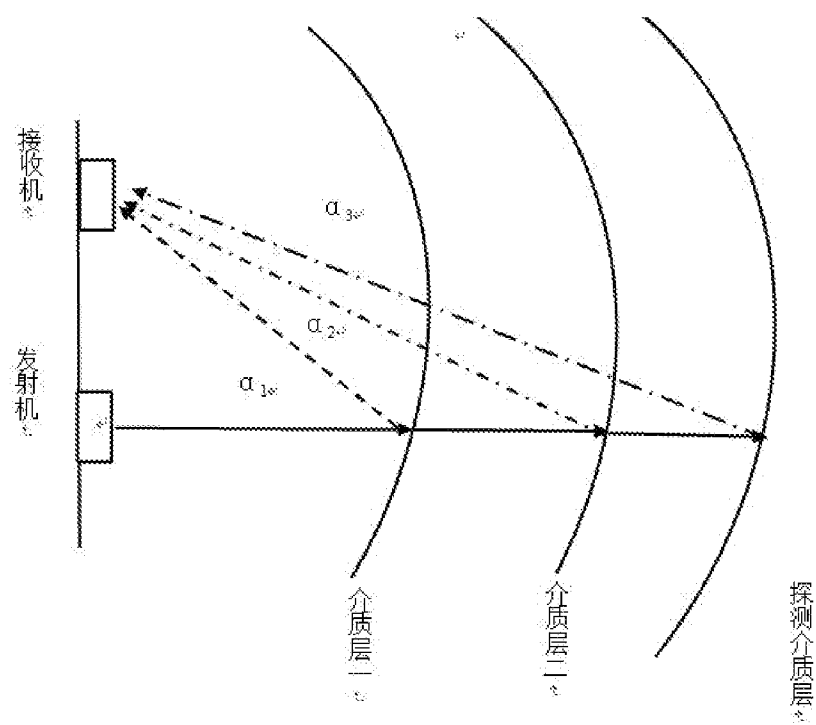


图 4

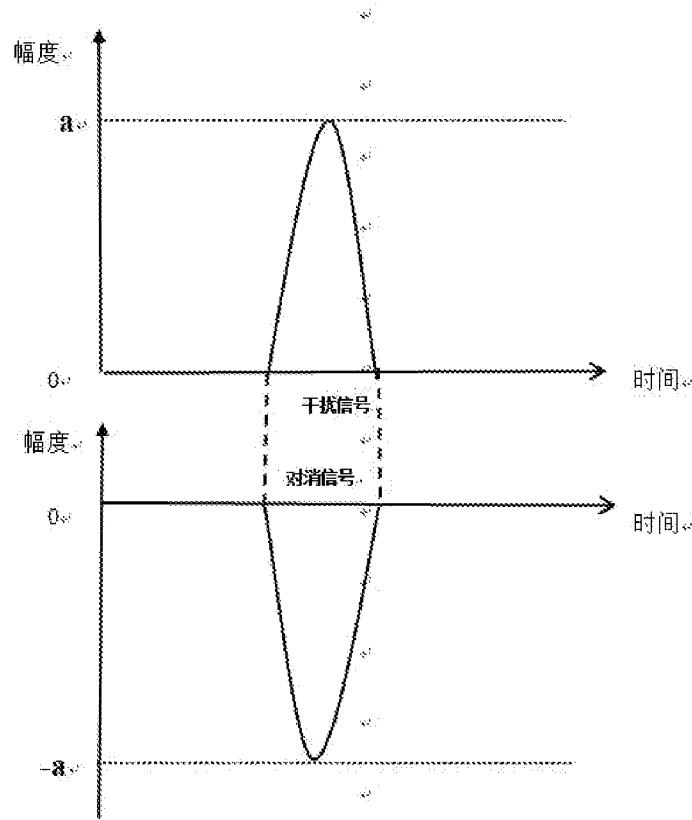


图 5

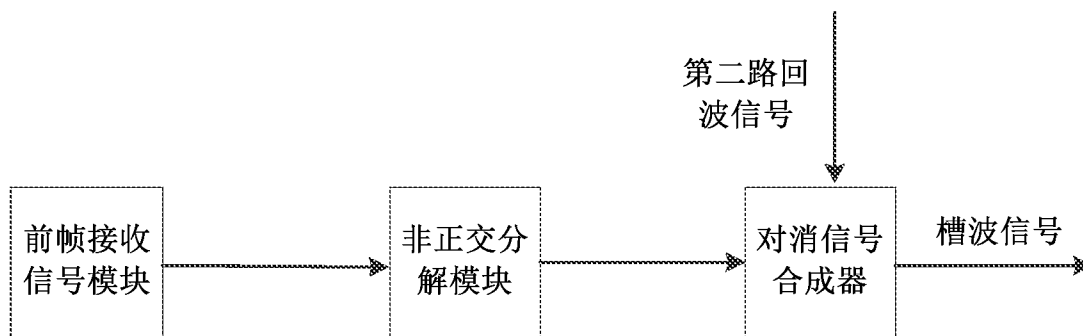


图 6

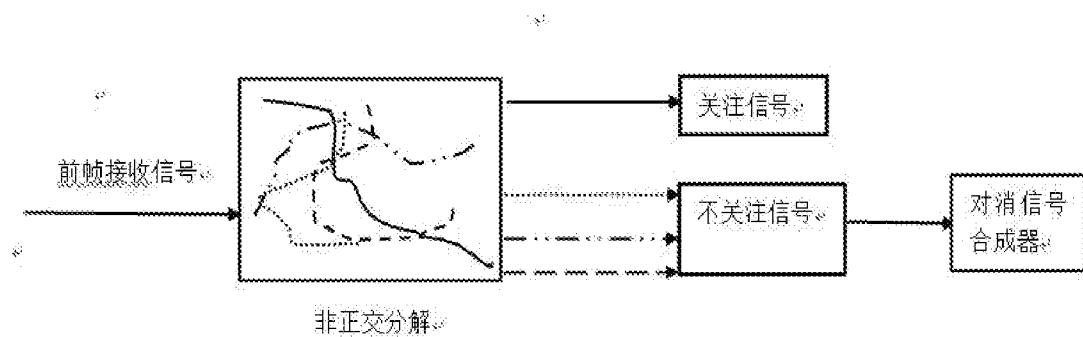


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/080714

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01V 1/18(2006.01)i; G01V 1/36(2006.01)n; G01V 1/30(2006.01)n

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)

G01V1; H04

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)

CPRSABS, CNABS, CNTXT, CNKI, SIPOABS, DWPI, VEN: 回波, 对消, 抵消, 发射, 发送, 相关, 检波, 接收, 合成, 延时, 匹配, 矢量, 前帧, 非正交, 分解, 弹性波, echo, reflect+, wave, cancel+, counteract, transmit, delay, match, vector, compose, synthesize, decompose

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	吴亚如 (WU, Yaru). "煤层弹性波探地雷达接收信号处理方法研究 (Study on Signal Processing Method of Elastic Wave Ground Penetrating Radar in Coal Seam)" 中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑 (Chinese Master's Theses Full-Text Database (Information Science & Technology)), 15 March 2018 (2018-03-15), pp. 27-50	1-5
A	CN 102393512 A (THE 10TH RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ELECTRONICS TECHNOLOGY GROUP CORPORATION) 28 March 2012 (2012-03-28) entire document	1-5
A	CN 105445707 A (XIDIAN UNIVERSITY) 30 March 2016 (2016-03-30) entire document	1-5
A	US 2012219146 A1 (MASON, S. G. et al.) 30 August 2012 (2012-08-30) entire document	1-5
A	US 4587382 A (GTE LENKURT INC) 06 May 1986 (1986-05-06) entire document	1-5



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

23 September 2019

Date of mailing of the international search report

30 September 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
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/CN2019/080714

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102393512	A	28 March 2012	CN	102393512	B	23 January 2013
CN	105445707	A	30 March 2016	CN	105445707	B	27 October 2017
US	2012219146	A1	30 August 2012	US	8462936	B2	11 June 2013
US	4587382	A	06 May 1986	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/080714

A. 主题的分类 G01V 1/18(2006.01)i; G01V 1/36(2006.01)n; G01V 1/30(2006.01)n 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) G01V1; H04 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)) CPRSABS, CNABS, CNTXT, CNKI, SIPOABS, DWPI, VEN:回波, 对消, 抵消, 发射, 发送, 相关, 检波, 接收, 合成, 延时, 匹配, 矢量, 前帧, 非正交, 分解, 弹性波, echo, reflect+, wave, cancel+, counteract, transmit, delay, match, vector, compose, synthesize, decompose																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>吴亚如. “煤层弹性波探地雷达接收信号处理方法研究” 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑, 2018年 3月 15日 (2018 - 03 - 15), 第27-50页</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102393512 A (中国电子科技集团公司第十研究所) 2012年 3月 28日 (2012 - 03 - 28) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105445707 A (西安电子科技大学) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2012219146 A1 (MASON STEVEN G等) 2012年 8月 30日 (2012 - 08 - 30) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 4587382 A (GTE LENKURT INC) 1986年 5月 6日 (1986 - 05 - 06) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	吴亚如. “煤层弹性波探地雷达接收信号处理方法研究” 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑, 2018年 3月 15日 (2018 - 03 - 15), 第27-50页	1-5	A	CN 102393512 A (中国电子科技集团公司第十研究所) 2012年 3月 28日 (2012 - 03 - 28) 全文	1-5	A	CN 105445707 A (西安电子科技大学) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 全文	1-5	A	US 2012219146 A1 (MASON STEVEN G等) 2012年 8月 30日 (2012 - 08 - 30) 全文	1-5	A	US 4587382 A (GTE LENKURT INC) 1986年 5月 6日 (1986 - 05 - 06) 全文	1-5
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	吴亚如. “煤层弹性波探地雷达接收信号处理方法研究” 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑, 2018年 3月 15日 (2018 - 03 - 15), 第27-50页	1-5																		
A	CN 102393512 A (中国电子科技集团公司第十研究所) 2012年 3月 28日 (2012 - 03 - 28) 全文	1-5																		
A	CN 105445707 A (西安电子科技大学) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 全文	1-5																		
A	US 2012219146 A1 (MASON STEVEN G等) 2012年 8月 30日 (2012 - 08 - 30) 全文	1-5																		
A	US 4587382 A (GTE LENKURT INC) 1986年 5月 6日 (1986 - 05 - 06) 全文	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		国际检索报告邮寄日期																		
2019年 9月 23日		2019年 9月 30日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																		
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		彭齐治 电话号码 62085167																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/080714

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	102393512	A	2012年 3月 28日	CN	102393512 B 2013年 1月 23日
CN	105445707	A	2016年 3月 30日	CN	105445707 B 2017年 10月 27日
US	2012219146	A1	2012年 8月 30日	US	8462936 B2 2013年 6月 11日
US	4587382	A	1986年 5月 6日	无	