

(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 4 月 16 日 (16.04.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/073604 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01P 3/00 (2006.01) *G01D 5/12* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/078283
- (22) 国际申请日: 2019 年 3 月 15 日 (15.03.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811183696.0 2018年10月11日 (11.10.2018) CN
- (71) 申请人: 东南大学 (SOUTHEAST UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区东南大学路2号, Jiangsu 211189 (CN)。
- (72) 发明人: 董蕾 (DONG, Lei); 中国江苏省南京市江宁区东南大学路2号, Jiangsu 211189 (CN)。 黄庆安 (HUANG, Qingan); 中国江苏省南京市江宁区东南大学路2号, Jiangsu 211189 (CN)。 王立峰 (WANG, Lifeng); 中国江苏省南京市江宁区东南大学路2号, Jiangsu 211189 (CN)。
- (74) 代理人: 南京瑞弘专利商标事务所 (普通合伙) (NANJING RUIHONG PATENT & TRADEMARK AGENCY (ORDINARY PARTNERSHIP)); 中国

江苏省南京市玄武区龙蟠路 155 号 3 幢 411 室, Jiangsu 210000 (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)。

根据细则 4.17 的声明:

- 发明人资格 (细则 4.17 (iv))

(54) Title: PIEZOELECTRIC-BASED LC-TYPE ROTATIONAL SPEED SENSOR FOR MEASURING CENTRIPETAL FORCE

(54) 发明名称: 一种基于压阻式向心力测量的 LC 式转速传感器

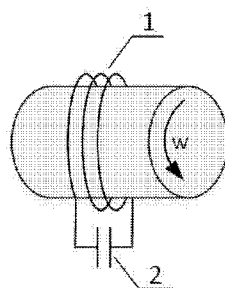


图 1

(57) Abstract: A piezoelectric-based LC-type rotational speed sensor for measuring a centripetal force, comprising an induction coil (1) and a capacitor (2). The induction coil (1) comprises an inductor (11) and a parasitic resistance (12). The induction coil (1) and the capacitor (2) are connected in series to form an LC resonant loop. The induction coil (1) is wrapped on the outer surface of a rotating component. The induction coil (1) is made of a piezoelectric material. The value of the parasitic resistance is determined by the amount of pressure applied to the piezoelectric material.

(57) 摘要: 一种基于压阻式向心力测量的 LC 式转速传感器, 包括电感线圈 (1) 和电容 (2); 电感线圈 (1) 包括电感 (11) 和寄生电阻 (12), 电感线圈 (1) 与电容 (2) 串联形成 LC 谐振回路; 电感线圈 (1) 缠绕在旋转部件的外表面上; 电感线圈 (1) 由压阻材料制成, 寄生电阻值由压阻材料受到的压力大小决定。



WO 2020/073604 A1

本国际公布：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种基于压阻式向心力测量的 LC 式转速传感器

技术领域

本发明涉及属于传感器技术领域，特别涉及一种基于压阻式向心力测量的 LC 式转速传感器技术。

背景技术

无源无线传感器不需要电源供电，通过电感耦合的方式进行信号耦合。因此其具备两个天然优势：一是不需要电气连接；二是不需要更换电池，从而理论上具有无限寿命。正是由于这两点本质上的优势，使得无源无线传感器在某些特殊的应用环境下具有无可比拟的优势，比如密闭环境、机械旋转结构等等。

已有的实现转速测量的传感器利用测速编码器实现。在工作时，测速编码器输出脉冲，计数器收到脉冲。根据转速的不同，在单位时间内收到的脉冲总量不同。通过后续的解码与信号处理，得出转速情况。其分辨率依赖于编码分辨率以及数据处理时的插值单元。目前采用的编码器体积较大，一般需要外加电源供电，成本较高，且无法适应恶劣的工业环境。

发明内容

本发明提供了一种基于压阻式向心力测量的 LC 式转速传感器，所述 LC 式转速传感器包括电感线圈和电容；所述电感线圈包括电感和寄生电阻；所述电感线圈与所述电容串联形成 LC 谐振回路；所述电感线圈缠绕在旋转部件的外表面上；所述电感线圈由压阻材料制成，所述寄生电阻值由压阻材料受到的压力大小决定。

优选地，在旋转部件的旋转运动中，所述电感线圈 1 受到离心力的作用，所述电感线圈受到的离心力与转速的平方呈线性关系，关系式为 $F = 4\pi^2 m w^2 r$ ，其中，F 为离心力，w 为转速，r 为旋转部件的旋转半径。

优选地，所述旋转部件旋转，引起所述寄生电阻的值的的变化与转速的平方成正比，关系式为 $\frac{\Delta R}{R} = G \frac{F}{sE} = G \frac{4\pi^2 m w^2 r}{sE}$ ，其中 G 为压阻应变系数，s 为受力面积，E 为杨氏模量。

优选地，所述寄生电阻和品质因数的关系式为 $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$ ，其中，R 为寄生电阻的值，C 为电容，L 为电感，Q 为品质因数。

优选地，通过测量所述 LC 传感器的 Q 值，就可以得到所述旋转部件的对应的转速。

优选地，所述 LC 式转速传感器使用电感线圈自身的寄生电容作为电容。

有益效果:

本发明提供的 LC 式转速传感器, 通过旋转部件施加在电感线圈上的离心力使得寄生电阻值发生变化, 从而影响 LC 谐振回路的 Q 值, 传感器结构简单, 探测灵敏度高。

附图说明

图 1 为本发明的结构原理图;

图 2 为本发明的等效电路图。

具体实施方式

下面通过具体实施方式结合附图对本发明作进一步详细说明。本发明可以以多种不同的形式来实现, 并不限于本实施例所描述的实施方式。提供以下具体实施方式的目的是便于对本发明公开内容更清楚透彻的理解, 其中上、下、左、右等指示方位的字词仅是针对所示结构在对应附图中位置而言。

如图 1 所示, 本发明提供了一种基于压阻式向心力测量的 LC 式转速传感器, 该 LC 式转速传感器包括电感 1 和电容 2; 电感线圈 1 缠绕在旋转部件的外表面上。电感线圈 1 由压阻材料制成, 该电感线圈 1 包括电感 11 和寄生电阻 12, 具体参见图 2。寄生电阻 12 大小由压阻材料受到的压力大小决定; 电感线圈 1 与电容 2 串联形成 LC 谐振回路。在旋转部件的旋转运动中, 电感线圈 1 受到离心力 F 的作用, 离心力 F 大小为

$$F = 4\pi^2 m w^2 r \quad (1)$$

其中 m 为旋转部件的质量, w 为转速, r 为旋转部件的旋转半径。引起电阻的相对变化为

$$\frac{\Delta R}{R} = G \frac{F}{sE} = G \frac{4\pi^2 m w^2 r}{sE} \quad (2)$$

其中 G 为压阻应变系数, s 为受力面积, E 为杨氏模量。由此可见, 电阻值的变化与转速的平方成正比, 即转速的变化将以平方的形式传递到电阻的变化中, 因此转速传感器的灵敏度较高。

寄生电阻 12 发生变化, 导致 LC 串联谐振回路的品质因数 Q 值发生变化。在实际测量时, 建立各个品质因数 Q 与不同转速 w 之间的关系, 当传感器工作时, 只需对各个品质因数 Q 进行监测, 与标定值进行对比, 即可得到待测转速的变化。

当旋转部件以转速 w 旋转时, 电感线圈会受到一个离心力, 并且离心力正比于转速 w^2 。此时, 寄生电阻的电阻值发生变化。根据公式 $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$ 可知, 传感器的 Q 值与电阻大小呈反比关系。当寄生电阻的阻值变化时, Q 值也产生相应变化。此时通过测量 LC 传感器的 Q

值，就可以得到对应的转速。

与现有技术相比，本发明的 LC 式转速传感器，通过旋转部件施加在电感线圈上的离心力使得寄生电阻值发生变化，从而影响 LC 谐振回路的 Q 值，传感器结构简单，探测灵敏度高。

以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

权利要求书

1. 一种基于压阻式向心力测量的 LC 式转速传感器，其特征在于，所述 LC 式转速传感器包括电感线圈和电容；所述电感线圈包括电感和寄生电阻；所述电感线圈与所述电容串联形成 LC 谐振回路；所述电感线圈缠绕在旋转部件的外表面上；所述电感线圈由压阻材料制成，所述寄生电阻值由压阻材料受到的压力大小决定。

2. 根据权利要求 1 所述的 LC 式转速传感器，其特征在于，在旋转部件的旋转运动中，所述电感线圈受到离心力的作用，所述电感线圈受到的离心力与转速的平方呈线性关系，关系式为 $F = 4\pi^2 m w^2 r$ ，其中，F 为离心力，w 为转速，r 为旋转部件的旋转半径。

3. 根据权利要求 1 所述的 LC 式转速传感器，其特征在于，所述旋转部件旋转，引起所述寄生电阻的值的的变化与转速的平方成正比，关系式为 $\frac{\Delta R}{R} = G \frac{F}{sE} = G \frac{4\pi^2 m w^2 r}{sE}$ ，其中 G 为压阻应变系数，s 为受力面积，E 为杨氏模量。

4. 根据权利要求 3 所述的 LC 式转速传感器，其特征在于，所述寄生电阻和品质因数的关系式为 $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$ ，其中，R 为寄生电阻的值，C 为电容，L 为电感，Q 为品质因数。

5. 根据权利要求 4 所述的 LC 式转速传感器，其特征在于，通过测量所述 LC 传感器的 Q 值，就可以得到所述旋转部件的对应的转速。

6. 根据权利要求 1 所述的 LC 式转速传感器，其特征在于，所述 LC 式转速传感器使用电感线圈自身的寄生电容作为电容。

1/1

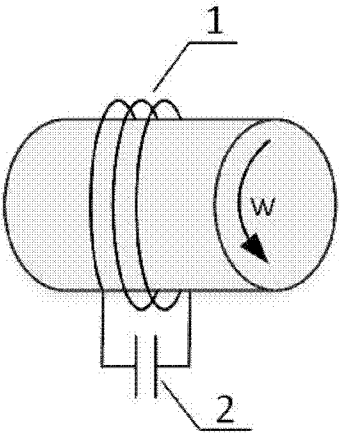


图 1

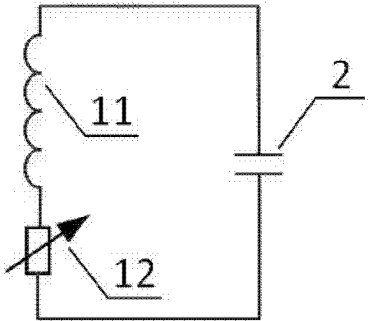


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/078283

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01P 3/00(2006.01)i; G01D 5/12(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) G01P,G01D 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, VEN, CJFD: 转速, 电感, LC, 离心力, 电容, 电阻, 转动, rotate, speed, induct+, capacit+, resist+, centrifugal force		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	董蕾 (DONG, Lei). "基于LC无源无线传感的探测方法 (The Detection Methods of LC Passive Wireless Sensing)" 中国博士学位论文全文数据库信息科技辑 (Chinese Doctoral Dissertations Full-text Database, Information Science and Technology), 15 September 2017 (2017-09-15), pp. 1-50, and figures 3-9	1-6
A	JP 2011176943 A (NIPPON SOKEN ET AL.) 08 September 2011 (2011-09-08) entire document	1-6
A	CN 107765036 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 06 March 2018 (2018-03-06) entire document	1-6
A	EP 0065458 A1 (SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION) 24 November 1982 (1982-11-24) entire document	1-6
A	CN 106197537 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 07 December 2016 (2016-12-07) entire document	1-6
A	CN 107576821 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 12 January 2018 (2018-01-12) entire document	1-6
☒ 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 28 June 2019		Date of mailing of the international search report 05 July 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

International application No.

PCT/CN2019/078283**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013055879 A1 (JAMES HASTINGS CLARKS ET AL.) 07 March 2013 (2013-03-07) entire document	1-6
A	CN 101000248 A (NANJING YAOXUN ELECTRONIC SYSTEM CO., LTD.) 18 July 2007 (2007-07-18) entire document	1-6
A	WO 2011144457 A1 (SOCIETE DE TECHNOLOGIE MICHELIN ET AL.) 24 November 2011 (2011-11-24) entire document	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/078283

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
JP	2011176943	A	08 September 2011	JP	5519323 B2	11 June 2014
CN	107765036	A	06 March 2018	None		
EP	0065458	A1	24 November 1982	DE	3272123 D1	28 August 1986
				FR	2506023 A1	19 November 1982
				US	4482859 A	13 November 1984
				JP	S57194309 A	29 November 1982
				EP	0065458 B1	23 July 1986
				FR	2506023 B1	01 March 1985
CN	106197537	A	07 December 2016	CN	106197537 B	23 February 2018
CN	107576821	A	12 January 2018	None		
US	2013055879	A1	07 March 2013	US	8933314 B2	13 January 2015
				GB	201115184 D0	19 October 2011
				US	2015170625 A1	18 June 2015
				GB	201208162 D0	20 June 2012
				GB	2494230 A	06 March 2013
				GB	2494230 B	19 September 2018
				GB	2494183 A	06 March 2013
CN	101000248	A	18 July 2007	None		
WO	2011144457	A1	24 November 2011	FR	2960358 B1	29 June 2012
				JP	2013528344 A	08 July 2013
				JP	5847166 B2	20 January 2016
				US	8933655 B2	13 January 2015
				EP	2572447 A1	27 March 2013
				FR	2960358 A1	25 November 2011
				US	2013106325 A1	02 May 2013
				CN	102906989 A	30 January 2013
				CN	102906989 B	26 August 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/078283

A. 主题的分类 G01P 3/00(2006.01)i; G01D 5/12(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) G01P, G01D 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, VEN, CJFD:转速, 电感, LC, 离心力, 电容, 电阻, 转动, rotate, speed, induct+, capacit+, resist+, centrifugal force		
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
X	董蕾. “基于LC无源无线传感的探测方法” 中国博士学位论文全文数据库, 2017年 9月 15日 (2017 - 09 - 15), 第1~50页, 图3-9	1-6
A	JP 2011176943 A (NIPPON SOKEN等) 2011年 9月 8日 (2011 - 09 - 08) 全文	1-6
A	CN 107765036 A (东南大学) 2018年 3月 6日 (2018 - 03 - 06) 全文	1-6
A	EP 0065458 A1 (SNECMA) 1982年 11月 24日 (1982 - 11 - 24) 全文	1-6
A	CN 106197537 A (东南大学) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 全文	1-6
A	CN 107576821 A (东南大学) 2018年 1月 12日 (2018 - 01 - 12) 全文	1-6
A	US 2013055879 A1 (CLARK JAMES HASTINGS等) 2013年 3月 7日 (2013 - 03 - 07) 全文	1-6
☒ 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 6月 28日		2019年 7月 5日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
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		舒畅
传真号 (86-10)62019451		电话号码 62085708

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 101000248 A (南京遥讯电子系统有限公司) 2007年 7月 18日 (2007 - 07 - 18) 全文	1-6
A	W0 2011144457 A1 (MICHELIN SOC TECH等) 2011年 11月 24日 (2011 - 11 - 24) 全文	1-6

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/078283

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)
JP	2011176943	A	2011年 9月 8日	JP	5519323	B2	2014年 6月 11日
CN	107765036	A	2018年 3月 6日	无			
EP	0065458	A1	1982年 11月 24日	DE	3272123	D1	1986年 8月 28日
				FR	2506023	A1	1982年 11月 19日
				US	4482859	A	1984年 11月 13日
				JP	S57194309	A	1982年 11月 29日
				EP	0065458	B1	1986年 7月 23日
				FR	2506023	B1	1985年 3月 1日
CN	106197537	A	2016年 12月 7日	CN	106197537	B	2018年 2月 23日
CN	107576821	A	2018年 1月 12日	无			
US	2013055879	A1	2013年 3月 7日	US	8933314	B2	2015年 1月 13日
				GB	201115184	D0	2011年 10月 19日
				US	2015170625	A1	2015年 6月 18日
				GB	201208162	D0	2012年 6月 20日
				GB	2494230	A	2013年 3月 6日
				GB	2494230	B	2018年 9月 19日
				GB	2494183	A	2013年 3月 6日
CN	101000248	A	2007年 7月 18日	无			
WO	2011144457	A1	2011年 11月 24日	FR	2960358	B1	2012年 6月 29日
				JP	2013528344	A	2013年 7月 8日
				JP	5847166	B2	2016年 1月 20日
				US	8933655	B2	2015年 1月 13日
				EP	2572447	A1	2013年 3月 27日
				FR	2960358	A1	2011年 11月 25日
				US	2013106325	A1	2013年 5月 2日
				CN	102906989	A	2013年 1月 30日
				CN	102906989	B	2015年 8月 26日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)