

(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 2020/133100 A1

- (51) 国际专利分类号:
H05B 6/10 (2006.01) **G01N 1/44** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/124476
- (22) 国际申请日: 2018 年 12 月 27 日 (27.12.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 江南大学(JIANGNAN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。
- (72) 发明人: 杨哪(YANG, Na); 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。 吴石林(WU, Shilin); 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。 徐悦(XU, Yue); 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。 金亚美(JIN, Yamei); 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。 李丹丹(LI, Dandan); 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。 徐学明(XU, Xueming); 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。 金征宇(JIN, Zhengyu); 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。 董淑

宏(DONG, Shuhong); 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。 袁方洋(YUAN, Fangyang); 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。 谢正军(XIE, Zhengjun); 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。

(74) 代理人: 哈尔滨市阳光惠远知识产权代理有限公司(HARBIN SHINEIP INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国黑龙江省哈尔滨市松北区科技一街 99 号 18 栋 E501 张勇, Heilongjiang 150028 (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,

(54) Title: INTERMITTENT INDUCTIVE THERMAL REACTOR

(54) 发明名称: 间歇式感应热反应器

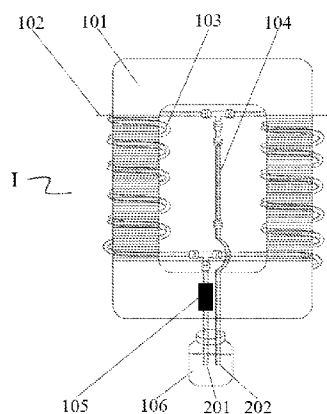


图 1

(57) Abstract: An intermittent inductive thermal reactor, relating to the technical fields of chemical engineering, food, and environment, and comprising an iron core (101), a primary coil (102), a magnetic coupling pipe (103), and a heating pipe (104). The iron core (101) is made of a soft magnetic material. The soft magnetic material comprises: an iron-based amorphous material, cold-rolled silicon steel, an iron-nickel-based amorphous material, a cobalt-based amorphous material, an iron-based nanocrystal, permalloy, or a ferrite. The primary coil (102) and the magnetic coupling pipe (103) are both wound on the iron core (101). The magnetic coupling pipe (103) is connected to the heating pipe (104). A sample inlet (201) or a sample outlet (202) is provided at an end position of the heating pipe (104). The sample inlet (201) and the sample outlet (202) have a same potential. A sample flows cyclically in the heating pipe (104) to complete intermittent treatment. The sample can be fully reacted, or a fixed treatment time can be set. The intermittent inductive thermal reactor heats an electrically conductive sample with low magnetic permeability without using any metal electrode plate and electrode or using external heat sources or radiation, is efficient and environment-friendly, and is suitable for intermittent treatment.

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： 间歇式感应热反应器，属于化工、食品和环境技术领域。包括：铁芯（101）、初级线圈（102）、磁耦合管（103）、加热管（104）。铁芯（101）由软磁材料构成，所述软磁材料包括：铁基非晶、冷轧硅钢、铁镍基非晶、钴基非晶、铁基纳米晶、坡莫合金、铁氧体；初级线圈（102）和磁耦合管（103）都缠绕于铁芯（101），磁耦合管（103）与加热管（104）相连接；进样口（201）或出样口（202）均设置在加热管（104）的端口位置，进样口（201）和出样口（202）具有相同电势，样品在加热管（104）中循环流动完成间歇式处理。可使得样品充分进行反应，或者设置固定的处理时间。该间歇式感应热反应器对电导性的低磁导率样品的加热不采用任何金属极板和电极，无需外部热源或辐射，高效且绿色，适合间歇式处理。

间歇式感应热反应器

技术领域

本发明涉及一种间歇式感应热反应器，属于化工、食品和环境技术领域。

背景技术

众所周知，具有高磁导率的物质处于交变磁场中会产生涡流现象而产生热量，通过给电磁线圈输入交变电流或脉冲电流，使得电磁线圈的内侧或外侧产生一定的交变磁场，从而处于其中的整块导体内部会出现感应电流。

现实生活中，对于低磁导率的液态样品，比如化工技术领域内的化学溶液、食品技术领域内的液态食品以及环境技术领域内植物浸提液、有机液等，因为其相对磁导率接近于零，所以即使处于交变磁场中，也不会出现涡流现象，进而也不会出现热效应，但是，对上述液态样品的处理都需要向其中输入能量，为了实现对液态样品进行高效率的加热并在其内部完成快速的传热和传质过程，各种新的物理场辅助加热技术孕育而生，比如射频加热、微波加热、欧姆加热均可以实现对上述液态样品进行快速加热的目的。传统的感应加热技术虽然采用了交变磁场作为激励源，但只能加热高磁导率的铁基类材料，使具有高磁导率的铁基类材料出现热效应，进而通过热传导的方式将热量传递给液体样品。

且上述欧姆加热通常使用金属的极板与样品直接接触，利用电场在电导性样品内部激发出足够大的电流密度来诱导其快速生热，但会引起不良的极板间电化学反应、导致极板腐蚀或结垢、出现加工效率降低、重金属泄露和样品污染等问题。特别是在酸性和碱性环境、及大电流密度下，上述问题会立即呈现；而射频加热中极板发射的特定频率电磁波只作用于物理尺寸与该电磁波波长相当的大分子物质，样品无需与之发生直接的物理接触，所以不会出现上述问题，但是样品温升速率不及欧姆电场处理。

发明内容

为了达到既可以避免上述欧姆加热存在的问题，同时又可以使样品快速生热的目的，本申请公开了一种新型的物理场致热反应器，通过将进样口和出样口均设置在加热管的端口位置，使得工作过程中，进样口和出样口具有相同的电势，感应电流的回路存在于磁耦合管

和加热管之间，样品在加热管中循环流动完成间歇式处理，当充分处理完成后或者处理固定时间后，将样品取出，进行下一批样品的处理。

该间歇式感应热反应器可以设定样品在其中的反应处理时间，其利用铁芯中的交变磁通对连续流的低磁导率物料或反应介质进行激励，让其自身快速生热。

本发明的第一个目的在于提供一种间歇式感应热反应器，包括：铁芯、初级线圈、磁耦合管、加热管；

其中，铁芯由软磁材料构成，所述软磁材料包括：铁基非晶、冷轧硅钢、铁镍基非晶、钴基非晶、铁基纳米晶、坡莫合金、铁氧体；进样口和出样口均设置在加热管的端口位置，具有电导性的低磁导率反应介质在加热管中循环流动完成间歇式处理；工作过程中，进样口和出样口具有相同的电势，感应电流的回路存在于磁耦合管和加热管之间；初级线圈和磁耦合管均缠绕于铁芯上，磁耦合管与加热管相连接；所述间歇式感应热反应器包括至少两个磁耦合管、至少一个加热管。

在一种实施方式中，电源对初级线圈施加电压后，铁芯中承载的总磁通量范围为 0-5 Wb，铁芯的初始磁导率为 1000-50000。

在一种实施方式中，加热管两端的瞬时感应电压极性相反，铁芯中的交变磁通引发磁耦合管中具有电导性的低磁导率反应介质产生出有效的电势差，加热管中的感应电流密度为 1-60 A/cm²。

在一种实施方式中，加热管内径小于磁耦合管内径。

在一种实施方式中，所述加热管和磁耦合管为圆形管，且加热管截面积与磁耦合管的截面积之比为 1:2~1:30。

在一种实施方式中，感应电流回路仅存在于磁耦合管和加热管之间，进样口和出样口有漏电，用于封闭式的循环流处理。

在一种实施方式中，具有电导性的低磁导率反应介质的电导率需在 0.3-20 S/m 范围。

本发明的第二个目的在于提供一种加热装置，所述加热装置采用上述间歇式感应热反应器，所述加热装置对可流动样品进行加热。

在一种实施方式中，所述可流动样品为电导率在 0.3-20 S/m 范围内的物质。

本发明的第三个目的在于提供一种上述间歇式感应热反应器和/或上述加热装置在热杀菌、热灭酶、热提取及催化合成中的应用。

该间歇式感应热反应器除了实现对液态样品的快速传热和传质外，绿色且无污染，适于在热杀菌、热灭酶、热提取及催化合成中运用。

该间歇式感应热反应器的核心参数为铁芯的初始磁导率以及它能承载的总磁通量 Φ ，铁芯中的总磁通量 Φ 等于铁芯中的磁通密度 B 和铁芯的有效导磁面积 S 之积，即 $\Phi=BS$ 。

初级线圈和磁耦合管间的电压比例遵循法拉第电磁感应原理。加热管中的物料或反应介质阻抗 Z 可采用阻抗分析仪进行测试，以便根据欧姆定律推算其感应电流密度 J ，即 $I=U/Z$ ， $J=I/S$ ，其中 U —加热管两端的感应电压即有效电势差； I —加热管中的感应电流强度； S —加热管的截面积。

本发明有益效果

1. 本发明提供一种间歇式热反应器，利用交变磁场并通过合理的电路结构设计使低磁导率的物料或反应介质快速生热；通过将进样口和出样口均设置在加热管的端口位置，使得工作过程中，进样口和出样口具有相同的电势，感应电流的回路存在于磁耦合管和加热管之间，样品在加热管中循环流动完成间歇式处理，当充分反应处理完成后或者处理固定时间后，将样品取出，进行下一批样品的处理。

2. 本发明提供的间歇式热反应器对样品的加热无需采用任何金属极板和电极，没有外部热源和辐射，避免了欧姆加热中使用金属的极板与样品直接接触而导致的极板腐蚀或结垢、出现加工效率降低、重金属泄露和样品污染等问题，本发明提供的间歇式热反应器绿色且高效，适合间歇式处理。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为间歇式感应热反应器 I 的示意图；

图 2 为间歇式感应热反应器 II 的示意图；

图 3 为间歇式感应热反应器 III 的示意图；

其中，101-铁芯；102-初级线圈；103-磁耦合管；104-加热管；105-泵；106-密闭容器；201-进样口；202-出样口。

具体实施方式

鉴于现有技术中的不足，本申请发明人经长期研究和大量实践，得以提出本发明的技术方案。如下将对该技术方案、其实施过程及原理等作进一步的解释说明。

实施例 1

间歇式感应热反应器 I，如图 1 所示，包括铁芯 101，初级线圈 102，磁耦合管 103，加热管 104，泵 105，密闭容器 106；

其中，铁芯由软磁材料构成，所述软磁材料包括：铁基非晶、冷轧硅钢、铁镍基非晶、钴基非晶、铁基纳米晶、坡莫合金、铁氧体；

初级线圈 102 缠绕于铁芯 101 上，初级线圈 102 的匝数为 6 匝，通过电源对初级线圈 102 施加 500 V 电压，铁芯 101 中的磁通量为 0.06 Wb，本发明实施例中，铁芯 101 的导磁材料以冷轧硅钢为例，其初始相对磁导率为 1000，工作时的磁通密度为 1.2 T，铁芯 101 的有效导磁截面积为 0.05 m²；磁耦合管 103 缠绕于铁芯 101 上，磁耦合管 103 的匝数为 36 匝；磁耦合管 103 和加热管 104 作为连续流动的反应介质的支撑物，此时的磁耦合管 103 与加热管 104 为通联状态，加热管 104 的截面积为 0.36 cm²，磁耦合管 103 的截面积为 1 cm²，反应介质存于密闭容器 106 中，泵 105 置于进样口 201 处，当电导率为 2.35 S/m 的反应介质（25℃，0.2% HCl 和 0.3% Na₂CO₃）流通加热管 104 时，其受到的有效电势差为 3000 V，加热管 104 的长度为 20 cm，当反应介质充满加热管 104 时则阻抗为 2000 Ω，故加热管 104 中的感应电流为 1.5 A，感应电流密度为 2.78 A/cm²；反应介质的进样口 201 位于磁耦合管 103 正中间位置，而反应介质的出样口 202 位于加热管 104 端口处，进样口 201 和出样口 202 同时浸没于密闭容器 106 的反应介质中便于循环流动处理。当流量为 10 ml/min 时，循环流的反应介质在加热管 104 的停留时间为 44 s，通过红外热像仪测试发现，初始室温 25℃的反应介质在感应热反应器 I 内循环流动 4.5 min 后，密闭容器 106 中的反应介质温度上升为 87.8℃。

实施例 2

间歇式感应热反应器 II，如图 2 所示，包括铁芯 101，初级线圈 102，磁耦合管 103，加热管 104，泵 105，密闭容器 106；

其中，初级线圈 102 缠绕于铁芯 101 上，初级线圈 102 的匝数为 12 匝，通过电源对初级线圈 102 施加 2000 V 电压，铁芯 101 中的磁通量为 0.12 Wb，此时，铁芯 101 的导磁材料为钴基非晶，初始相对磁导率为 35000，工作时的磁通密度为 0.8 T，铁芯 101 的有效导磁截面积为 0.15 m²；磁耦合管 103 缠绕于铁芯 101 上，磁耦合管 103 的匝数为 48 匝；磁耦合管 103

和加热管 104 作为连续流动的反应介质的支撑物，此时的磁耦合管 103 与加热管 104 为通联状态，加热管 104 的截面积为 0.16 cm^2 ，磁耦合管 103 的截面积为 2.3 cm^2 ，反应介质存于密闭容器 106 中，泵 105 置于进样口 201 处，当电导率为 3.47 S/m 的反应介质 (25°C , 0.6% NaOH 和 0.2% KCl) 流通加热管 104 时，其受到的有效电势差为 8000 V ，加热管 104 的长度为 10 cm ，当反应介质充满加热管 104 时则阻抗为 $1600\ \Omega$ ，故加热管 104 中的感应电流为 5 A ，感应电流密度为 31.25 A/cm^2 ；反应介质的出样口 201 位于磁耦合管 103 的端口，而反应介质的进样口 202 位于加热管 104 端口处，进样口 201 和出样口 202 同时浸没于密闭容器 106 的反应介质中便于循环流动处理。当流量为 10 ml/min 时，循环流的反应介质在加热管 104 的停留时间为 10 s ，通过红外热像仪测试发现，初始室温 25°C 的反应介质在感应热反应器 II 内循环流动 6.5 min 后，密闭容器 106 中的反应介质温度上升为 93.4°C 。

实施例 3

间歇式感应热反应器 III，如图 3 所示，包括铁芯 101，初级线圈 102，磁耦合管 103，加热管 104，泵 105，密闭容器 106；

其中，初级线圈 102 缠绕于铁芯 101 上，初级线圈 102 的匝数为 8 匝，通过电源对初级线圈 102 施加 1800 V 电压，铁芯 101 中的磁通量为 0.32 Wb ，此时，铁芯 101 的导磁材料为铁基纳米晶，初始相对磁导率为 90000，工作时的磁通密度为 1.6 T ，铁芯 101 的有效导磁截面积为 0.2 m^2 ；磁耦合管 103 缠绕于铁芯 101 上，磁耦合管 103 的匝数为 40 匝；磁耦合管 103 和加热管 104 作为连续流动的反应介质的支撑物，此时的磁耦合管 103 与加热管 104 为联通状态，加热管 104 的截面积为 0.5 cm^2 ，磁耦合管 103 的截面积为 3.6 cm^2 ，反应介质存于密闭容器 106 中，泵 105 置于进样口 201 处，当电导率为 0.28 S/m 的反应介质 (25°C , 0.1% HNO_3 和 0.1% NaCl) 流通加热管 104 时，其受到的有效电势差为 9000 V ，加热管 104 的长度为 25 cm ，当反应介质充满加热管 104 时则阻抗为 $15000\ \Omega$ ，故加热管 104 中的感应电流为 0.6 A ，而感应电流密度为 1.2 A/cm^2 ；反应介质的进样口 201 位于磁耦合管 103 的端口处，而反应介质的出样口 202 位于加热管 104 端口处，进样口 201 和出样口 202 同时浸没于密闭容器 106 的反应介质中便于循环流动处理。当流量为 10 ml/min 时，循环流的反应介质在加热管 104 的停留时间为 75 s ，通过红外热像仪测试发现，初始室温 25°C 的反应介质在感应热反应器 III 内循环流动 8 min 后，密闭容器 106 中的反应介质温度上升为 96.6°C 。

本发明提供的间歇式感应热反应器通过利用铁芯中的交变磁场，在基于闭合电路结构的

物料或反应介质流体中引发出有效电势差，将感应电流放大，使具有电导性的低磁导率样品快速生热。通过将进样口和出样口均设置在加热管的端口位置，使得工作过程中，进样口和出样口具有相同的电势，感应电流的回路存在于磁耦合管和加热管之间，样品在加热管中循环流动完成间歇式处理，当充分反应处理完成后或者处理固定时间后，将样品取出，进行下一批样品的处理。本发明提供的间歇式感应热反应器对电导性的低磁导率样品的加热无需采用任何金属极板和电极，没有外部热源和辐射，避免了欧姆加热中使用金属的极板与样品直接接触而导致的极板腐蚀或结垢、出现加工效率降低、重金属泄露和样品污染等问题，本发明提供的间歇式热反应器绿色且高效，适合间歇式处理。

尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，对于本领域的技术人员来说，其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。虽然本发明已以较佳实施例公开如上，但其并非用以限定本发明，任何熟悉此技术的人，在不脱离本发明的精神和范围内，都可做各种的改动与修饰，因此本发明的保护范围应该以权利要求书所界定的为准。

1. 间歇式感应热反应器，其特征在于，包括：铁芯、初级线圈、磁耦合管、加热管；

其中，铁芯由软磁材料构成，所述软磁材料包括：铁基非晶、冷轧硅钢、铁镍基非晶、钴基非晶、铁基纳米晶、坡莫合金、铁氧体；进样口和出样口均设置在加热管的端口位置，具有电导性的低磁导率反应介质在加热管中循环流动完成间歇式处理；工作过程中，进样口和出样口具有相同的电势，感应电流的回路存在于磁耦合管和加热管之间；初级线圈和磁耦合管均缠绕于铁芯上，磁耦合管与加热管相连接；所述间歇式感应热反应器包括至少两个磁耦合管、至少一个加热管。

2. 根据权利要求1所述的间歇式感应热反应器，其特征在于，电源对初级线圈施加电压后，铁芯中承载的总磁通量范围为 0-5 Wb，铁芯的初始磁导率为 1000-50000。

3. 根据权利要求1所述的间歇式感应热反应器，其特征在于，加热管两端的瞬时感应电压极性相反，铁芯中的交变磁通引发磁耦合管中具有电导性的低磁导率反应介质产生出有效的电势差，加热管中的感应电流密度为 1-60 A/cm²。

4. 根据权利要求1所述的间歇式感应热反应器，其特征在于，加热管内径小于磁耦合管内径。

5. 根据权利要求4所述的间歇式感应热反应器，其特征在于，所述加热管和磁耦合管为圆形管，且加热管截面积与磁耦合管的截面积之比为 1:2~1:30。

6. 根据权利要求1所述的间歇式感应热反应器，其特征在于，感应电流回路仅存在于磁耦合管和加热管之间，进样口和出样口有漏电，用于封闭式的循环流处理。

7. 根据权利要求1所述的间歇式感应热反应器，其特征在于，加热管和磁耦合管具有电绝缘性。

8. 一种加热装置，其特征在于，所述加热装置采用权利要求1-7任一所述的间歇式感应热反应器，所述加热装置对可流动样品进行加热。

9. 根据权利要求8所述的加热装置，其特征在于，所述可流动样品为电导率在 0.3-20 S/m 范围内的物质。

10. 权利要求1-7任一所述的间歇式感应热反应器和/或权利要求8-9任一所述的加热装置在热杀菌、热灭酶、热提取及催化合成中的应用。

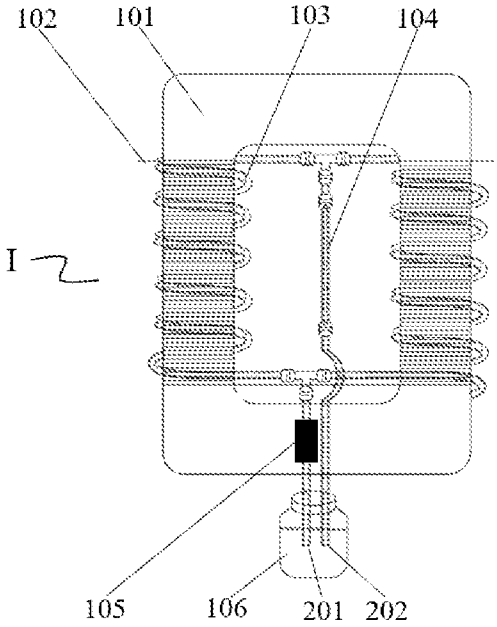


图 1

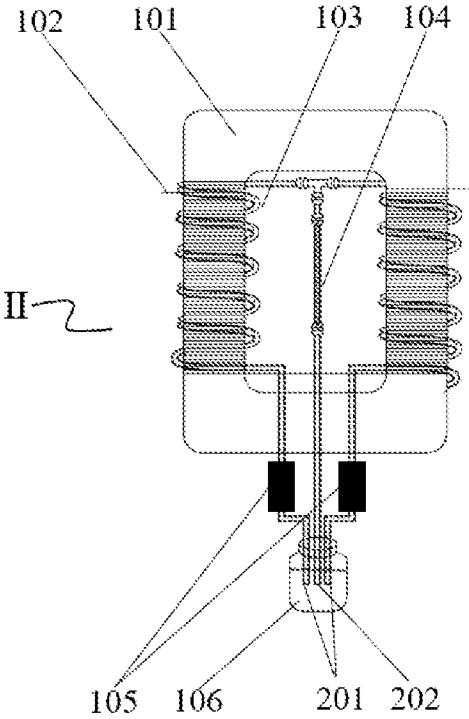


图 2

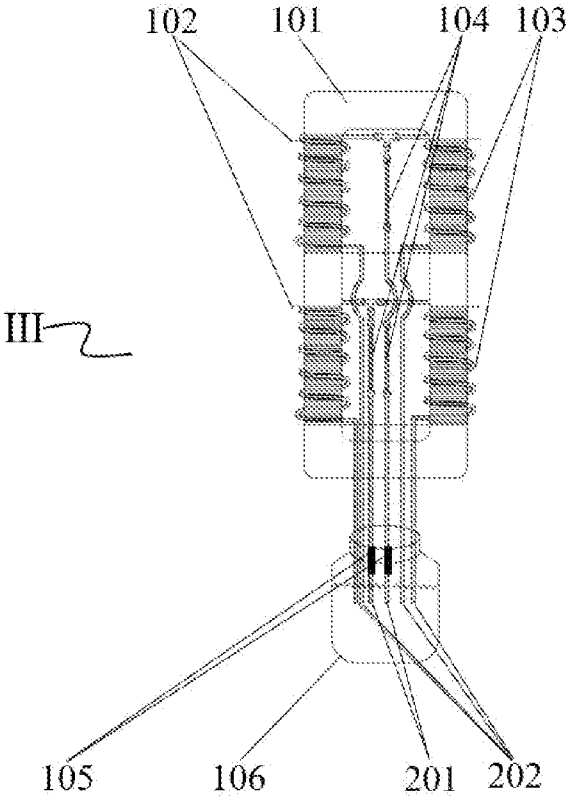


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/124476

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B 6/10(2006.01)i; G01N 1/44(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)

H05B; G01N

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, DWPI, SIPOABS, ISI Web of Knowledge, 读秀, DUXIU: 江南大学, 杨哪, 金亚美, 徐悦, 吴石林, 铁, 磁, 间歇, 缠, 绕, 耦合, 线圈, 加热, 出口, 进口, 反应器, 低磁, 环, iron, magnet+, coupl+, heat+, reactor, loop, coil, inlet, outlet, intermittent, low frequency

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 105304298 A (JIANGNAN UNIVERSITY) 03 February 2016 (2016-02-03) claims 1-5	1-10
A	CN 2869689 Y (LIU, Mian) 14 February 2007 (2007-02-14) description	1-10
A	CN 105992415 A (TOKUDEN CO., LTD.) 05 October 2016 (2016-10-05) description	1-10
A	CN 204425693 U (CHEN, Weidong) 24 June 2015 (2015-06-24) description	1-10
A	CN 105485891 A (ZHU, Xiaojie) 13 April 2016 (2016-04-13) description	1-10
A	JP 2001192728 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 17 July 2001 (2001-07-17) description	1-10
A	WO 2018225755 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 13 December 2018 (2018-12-13) description	1-10



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

04 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/CN2018/124476

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	105304298	A	03 February 2016	WO	2017045327	A1	23 March 2017
				CN	105304298	B	21 July 2017
				US	2018033548	A1	01 February 2018
CN	2869689	Y	14 February 2007	None			
CN	105992415	A	05 October 2016	CN	205408199	U	27 July 2016
				JP	2016178006	A	06 October 2016
				JP	6495704	B2	03 April 2019
				US	9854627	B2	26 December 2017
				EP	3070997	A1	21 September 2016
				TW	201635849	A	01 October 2016
				US	2016278167	A1	22 September 2016
				KR	20160112956	A	28 September 2016
CN	204425693	U	13 December 2018	None			
CN	105485891	A	13 April 2016	None			
JP	2001192728	A	17 July 2001	None			
WO	2018225755	A1	13 December 2018	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/124476

A. 主题的分类

H05B 6/10(2006.01)i; G01N 1/44(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)

H05B; G01N

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, DWPI, SIPOABS, ISI Web of Knowledge, 读秀: 江南大学, 杨哪, 金亚美, 徐悦, 吴石林, 铁, 磁, 间歇, 缠绕, 耦合, 线圈, 加热, 出口, 进口, 反应器, 低磁, 环, iron, magnet+, coupl+, heat+, reactor, loop, coil, inlet, outlet, intermittent, low frequency

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 105304298 A (江南大学) 2016年 2月 3日 (2016 - 02 - 03) 权利要求1-5	1-10
A	CN 2869689 Y (刘勉) 2007年 2月 14日 (2007 - 02 - 14) 说明书全文	1-10
A	CN 105992415 A (特电株式会社) 2016年 10月 5日 (2016 - 10 - 05) 说明书全文	1-10
A	CN 204425693 U (陈卫东) 2015年 6月 24日 (2015 - 06 - 24) 说明书全文	1-10
A	CN 105485891 A (朱筱杰) 2016年 4月 13日 (2016 - 04 - 13) 说明书全文	1-10
A	JP 2001192728 A (NIPPON STEEL CORP.) 2001年 7月 17日 (2001 - 07 - 17) 说明书全文	1-10
A	W0 2018225755 A1 (PANASONIC I.P. MAN. CO., LTD.) 2018年 12月 13日 (2018 - 12 - 13) 说明书全文	1-10

☐ 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 9月 4日

国际检索报告邮寄日期

2019年 9月 30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

受权官员

李娇

电话号码 (86-10) 53962917

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/124476

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	105304298	A	2016年 2月 3日	WO	2017045327	A1	2017年 3月 23日
				CN	105304298	B	2017年 7月 21日
				US	2018033548	A1	2018年 2月 1日
CN	2869689	Y	2007年 2月 14日	无			
CN	105992415	A	2016年 10月 5日	CN	205408199	U	2016年 7月 27日
				JP	2016178006	A	2016年 10月 6日
				JP	6495704	B2	2019年 4月 3日
				US	9854627	B2	2017年 12月 26日
				EP	3070997	A1	2016年 9月 21日
				TW	201635849	A	2016年 10月 1日
				US	2016278167	A1	2016年 9月 22日
				KR	20160112956	A	2016年 9月 28日
CN	204425693	U	2018年 12月 13日	无			
CN	105485891	A	2016年 4月 13日	无			
JP	2001192728	A	2001年 7月 17日	无			
WO	2018225755	A1	2018年 12月 13日	无			